



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE MEDICINA**



**HOSPITAL GENERAL “DR. MIGUEL SILVA”**

**TESIS:**

***“ANÁLISIS DEL ESTADO DE HIDRATACIÓN MEDIANTE BIOIMPEDANCIA  
ELÉCTRICA EN PACIENTES HIPERTENSOS CON ENFERMEDAD RENAL  
CRÓNICA EN HEMODIÁLISIS CON 2 SESIONES POR SEMANA”***

**PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA**

**EN NEFROLOGIA**

**PRESENTA**

**DR. JUAN LÓPEZ SANTAMARIA**

**ASESOR DE TESIS**

**DR. LUIS ALFONSO MARISCAL RAMÍREZ**

**DR. ISRAEL DAVID CAMPOS GONZÁLEZ**

**MORELIA, MICHOACÁN, JULIO DE 2019.**



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.

## AUTORIZACIÓN DE TESIS

---

Dr. Raúl Leal Cantú  
Director Hospital General "Dr. Miguel Silva"  
raulcantu63@live.com  
Teléfono: 4433763961

---

Dr. Carlos Arturo Arean Martínez  
Jefe de Enseñanza e Investigación  
Hospital General "Dr. Miguel Silva"  
Calidad\_hgms@hotmail.com  
Teléfono: 4433180993

---

Dr. Luis Alfonso Mariscal Ramírez  
Asesor metodológico  
Medico Nefrólogo  
Profesor titular del curso de Nefrología  
Maestro en Ciencias Médicas  
Hospital General "Dr. Miguel Silva"  
mariscalmd@yahoo.com.mx  
Teléfono: 4433059090

---

Dr. Israel David Campos González  
Director de tesis  
Medico Nefrólogo  
Hospital General "Dr. Miguel Silva"  
Israel.campos@gmx.com  
Teléfono: 4432277134

---

Dr. Jesús Arellano Martínez  
Tutor de tesis  
Medico Nefrólogo  
Hospital General "Dr. Miguel Silva"  
drarellanomt@hotmail.com  
Teléfono: 4434335195

---

Dr. Juan López Santamaría  
Sustentante  
Hospital General "Dr. Miguel Silva"  
Juansantamaria1990@gmail.com

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco infinitamente a Dios por todo lo que me ha dado y me ha permitido, confié que siempre me acompañara en el camino que he elegido, creo en Él plenamente y cómo no hacerlo si de Él recibí a uno de sus Ángeles para que me cuidara, me guiara y me enseñara a nunca rendirme en la vida, ese Ángel es mi Madre. Sé que este gran regalo es temporal y que algún día regresara a su lado, espero entender esa situación cuando llegue el momento.

A mi Madre le debo todo lo que soy, es el ser más admirable que conozco y no bastarían ni todas las palabras para manifestarle mi eterno agradecimiento.

Otra parte fundamental de mi vida han sido mis hermanos, todos y cada uno de ellos realizaron sacrificios para que lograra convertirme en lo que ahora soy, no tengo forma de pagar su apoyo, siempre incondicional.

A mi esposa Luz Odette, le agradezco el privilegio de permitirme caminar a su lado, una mujer que la palabra belleza queda corta para describirla; sin embargo no es la única cualidad que tiene, ya que su inteligencia, convicción, fortaleza y sus valores la convierten en una mujer admirable. Gracias tengo que decir por resistir a mi lado este tan arduo caminar que como bien sabemos no ha sido fácil, gracias por ser un apoyo cuando más de una vez tropecé y mis fuerzas se agotaron, gracias por ser esa palabra de aliento cuando más lo necesite, gracias por todo amor.

Sería difícil hacer mención de todas las personas que en mi ámbito profesional han contribuido para mi crecimiento, siendo necesario limitarme a los involucrados en el desarrollo de mi especialidad y la realización de este gran proyecto. Así primero que nada debo agradecer al Dr. Jesús Arellano por estar ahí cuando la idea surgió, y esto no es sorprendente ya que tiene la habilidad de prestar atención a los pequeños detalles, y como todo buen investigador no soltar la idea hasta verla culminada.

Al Dr. Israel Campos, quien hasta este momento es el último nefrólogo que se agregó a este Hospital y a este grupo de excelentes médicos que conforman nuestra residencia. Son muchas las cosas que agradecer y destacar del Dr. Campos comenzando por el gran corazón que tiene, la sencillez de su espíritu, paciencia y la empatía con el prójimo. En lo que respecta a la realización de este protocolo tuvo una activa participación y una familiarización con el plan de trabajo al no ser la única línea de investigación en la que ha incursionado.

Finalmente y no menos importante al Dr. Alfonso Mariscal, mi asesor metodológico y profesor titular del curso de Nefrología en nuestra sede hospitalaria ya que no solo en la realización de este trabajo sino sobre todo agradezco las participaciones académicas de alto nivel que ejemplifica y exige en nuestra preparación profesional.

Espero este trabajo sea el inicio de una trayectoria donde la investigación forme parte de mi actuar cotidiano y siempre en busca del bien para mis pacientes que en muchas ocasiones acuden a uno con la esperanza de encontrar una palabra de consuelo, un poco de empatía y sobre todo el retorno de su salud. Ellos son el eje de nuestra profesión.

## ÍNDICE

Índice de figuras y tablas.....	6
Resumen.....	7
Abreviaturas.....	8
Problema.....	9
Marco teórico.....	12
Justificación.....	20
Objetivos.....	22
Material y métodos.....	23
Diseño.....	23
Universo y muestra.....	23
Procedimientos.....	25
Plan de análisis estadístico.....	27
Aspectos éticos.....	28
Resultados.....	31
Discusión.....	42
Conclusiones.....	47
Referencias.....	48
Anexos.....	51
Carta de aprobación por comité de ética e investigación.....	51
Consentimiento informado.....	52
Hoja de recolección de datos.....	53

## Índice de Figuras y Tablas

	<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
<b>TABLA 1</b>	Características clínicas y bioquímicas de la población	31
<b>TABLA 2</b>	Análisis del estado de hidratación mediante bioimpedancia eléctrica	32
<b>TABLA 3</b>	Correlación entre sobrehidratación relativa prediálisis y presión arterial	33
<b>TABLA 4</b>	Diferencias en composición corporal y estado de hidratación de pacientes que cumplieran definición 2 de hipertensión transdiálisis.	36
<b>TABLA 5</b>	Diferencias en composición corporal y estado de hidratación de pacientes que cumplieran definición 4 de hipertensión transdiálisis.	37
<b>TABLA 6</b>	Diferencias en composición corporal y estado de hidratación de pacientes que cumplieran definición 5 de hipertensión transdiálisis.	39
<b>TABLA 7</b>	Diferencias clínicas y bioquímicas entre los pacientes que cumplieran definición 2 de hipertensión transdiálisis vs los que no la cumplieran.	40
<b>TABLA 8</b>	Diferencias clínicas y bioquímicas entre los pacientes que cumplieran definición 4 de hipertensión transdiálisis vs los que no la cumplieran.	42
<b>FIGURA 1</b>	Correlación entre presión arterial sistólica prediálisis y agua corporal total	33
<b>FIGURA 2</b>	Correlación entre presión arterial sistólica prediálisis y agua extracelular	33
<b>FIGURA 3</b>	Correlación entre presión arterial sistólica prediálisis y agua intracelular	34
<b>FIGURA 4</b>	Correlación entre presión arterial media prediálisis y agua corporal total	34
<b>FIGURA 5</b>	Correlación entre presión arterial media prediálisis y agua extracelular	34
<b>FIGURA 6</b>	OH prediálisis entre los grupos que cumplieran definición 4 de hipertensión transdiálisis vs los que no la cumplieran.	38
<b>FIGURA 7</b>	Comparación de la edad entre los grupos de hipertensión transdiálisis (definición 2).	41

## RESUMEN.

**INTRODUCCIÓN:** En pacientes hipertensos en hemodiálisis crónica se conoce la estrecha relación que guarda la sobrehidratación con descontrol tensional tanto en periodos interdialíticos como transdiálisis. Conocer el estado de hidratación puede guiar la conducta terapéutica de forma objetiva. Uno de los métodos útiles para estimar el estado de hidratación es la bioimpedancia eléctrica que mediante el cálculo de la resistencia, reactancia e impedancia permite conocer la cantidad de líquido en los diferentes espacios.

**OBJETIVOS:** Analizar el estado de hidratación en pacientes con hipertensión arterial sistémica en hemodiálisis crónica 2 veces por semana.

**MÉTODOS:** Se llevó a cabo un estudio prospectivo, observacional, analítico y comparativo en pacientes hipertensos que reciben hemodiálisis crónica 2 veces por semana, se analizó variables clínicas y bioquímicas así como el estado de hidratación mediante bioimpedancia eléctrica antes y después de la sesión de hemodiálisis. Se evaluó la prevalencia de hipertensión transdiálisis (5 definiciones diferentes), la asociación entre el estado de hidratación y la presión arterial antes, durante y después de la sesión así como las diferencias clínicas y bioquímicas entre los pacientes con y sin hipertensión transdiálisis.

**RESULTADOS:** Se analizaron 40 pacientes, de los cuales 27 eran hombres (67.5%), media de edad de  $48 \pm 18$  años. La presión arterial sistólica pre-diálisis promedio fue de  $162 \pm 22$  mmHg, la presión arterial diastólica pre-diálisis promedio fue de  $99 \pm 10$  mmHg. El agua corporal total fue  $38 \pm 8$  L, de esta  $17 \pm 4$  L correspondió a agua extracelular y  $21 \pm 5$  L a agua intracelular. La sobrehidratación (OH) promedio prediálisis fue de 2.8 (1.5-3.7 L). Hubo correlación entre los valores de la presión arterial sistólica pre-diálisis y agua corporal total ( $r=0.46$ ,  $p=0.004$ ), agua extracelular ( $r=0.48$ ,  $p=0.003$ ) y agua intracelular ( $r=0.33$ ,  $p=0.04$ ), presión arterial media pre-diálisis y agua corporal total ( $r=0.41$ ,  $p=0.01$ ) y agua extracelular ( $r=0.42$ ,  $p=0.009$ ). La frecuencia de hipertensión transdiálisis fue de 25 y 65% para las definiciones 4 y 2 respectivamente, donde la sobrehidratación no fue la causa.

**CONCLUSIONES:** El análisis del estado de hidratación en pacientes hipertensos en hemodiálisis 2 veces por semana demuestra una correlación significativa entre las cifras prediálisis de presión arterial sistólica y media con el agua corporal total, extracelular e intracelular. La hipertensión transdiálisis (independientemente de la definición analizada) en población hipertensa con hemodiálisis 2 veces por semana es más frecuente que la reportada en pacientes con 3 tratamientos por semana y donde la sobrehidratación no parece ser el mecanismo subyacente por lo que la estrategia terapéutica de disminución del peso seco (ultrafiltración adicional) debe ser individualizada.

## **ABREVIATURAS**

**ERC:** Enfermedad renal crónica

**IMC:** Índice de Masa Corporal

**OMS:** Organización Mundial de la Salud

**HAS:** Hipertensión arterial sistémica

**TAS:** Presión arterial sistólica

**TAD:** Presión arterial diastólica

**TAM:** Presión arterial media

**BCM:** Monitor de composición corporal

**TBW:** Agua corporal total

**ECW:** Agua extracelular

**ICW:** Agua intracelular

**E/I:** Relación de agua extracelular/agua intracelular

**SAT02:** Saturación arterial de oxígeno

**HB:** Hemoglobina

**OH:** Es la expresión de la sobrehidratación medida en litros

**UF:** Ultrafiltración

**preHD:** Prehemodiálisis

**PosHD:** Poshemodiálisis

## **PROBLEMA**

En este centro se atienden a pacientes con enfermedad renal crónica en diversos estadios de evolución. Los pacientes con enfermedad renal crónica avanzada (estadio G5) requieren terapia de reemplazo renal. En este hospital, dentro de las opciones de tratamiento de reemplazo renal contamos con hemodiálisis (el método de tratamiento más frecuente en nuestro centro), diálisis peritoneal y trasplante renal. Respecto a la modalidad de tratamiento independientemente se trate de hemodiálisis o diálisis peritoneal, se estima que al menos una tercera parte de los pacientes que se atienden aquí tienen sobrecarga de volumen y no son fácilmente identificados debido a la carencia de métodos prácticos y de uso diario para identificar sobrehidratación. Se sabe que estos pacientes sobrehidratados pueden cursar con una de las complicaciones agudas de hemodiálisis (hipertensión transdiálisis) cuya génesis es controversial (ya que actualmente se conoce que no todos los casos se deben a sobrecarga de volumen) y mayor descontrol tensional entre periodos interdialíticos. No se conoce en poblaciones de pacientes hipertensos en hemodiálisis 2 veces por semana si el descontrol tensional interdialítico o los episodios de hipertensión transdiálisis se relaciona al estado de hidratación o no.

En este centro se cuenta con esfigmomanómetro automático conectado a la máquina de hemodiálisis y recientemente bajo préstamo por parte de la unidad de hemodiálisis Galeno y Fresenius Kabi un equipo de bioimpedancia eléctrica que es una de las herramientas más empleadas para determinar los estados de hidratación corporal.

En la práctica cotidiana en la unidad de hemodiálisis de este hospital, no se realiza la determinación de composición corporal con bioimpedancia eléctrica por la carencia, el costo elevado de este recurso y la difícil interpretación del estudio. Así como tampoco se dedica a investigar la causa de la hipertensión arterial en los pacientes en hemodiálisis crónica y mucho menos la relación que pudiera tener con el estado de hidratación actual del paciente, solo se limita a tratar de

controlarla, Esto explica porque una parte importante de los pacientes que se atienden aquí tienen sobrehidratación corporal e hipertensión transdiálisis y esto aumenta su morbimortalidad a corto, mediano y largo plazo, como ya ha sido demostrado en otros estudios.

Está demostrado en la literatura científica que la presencia de hipertensión transdiálisis va de la mano con el estado de hidratación del paciente, pero no es el único mecanismo descrito, ya que en pacientes donde el estado de volumen no parece ser responsable de este descontrol agudo de la presión durante la sesión de hemodiálisis existe evidencia que señala la sobreactivación del sistema simpático como génesis del problema y donde las medidas indicadas de ultrafiltración (UF) adicional solo agravarían el problema transdialítico.

Si se pudiera buscar una asociación directa del estado de hidratación del paciente con la hipertensión de difícil control o hipertensión transdiálisis, solo bastaría con la modificación del peso seco del paciente para poder corregir una hipertensión que en general es resistente a fármacos en el paciente en hemodiálisis crónica y esto disminuiría drásticamente la morbi-mortalidad cardiovascular a corto, mediano y largo plazo.

La determinación del estado de hidratación mediante el monitor de composición corporal (BCM) o impedancia eléctrica, ofrece la enorme ventaja de ser un estudio diagnóstico no invasivo, no emite radiación ionizante y es bastante rápida su realización en el paciente, aproximadamente bastan 2 minutos para terminar una determinación por bioimpedancia eléctrica, además que los resultados que emite son bastante precisos y de gran ayuda para saber el estado de hidratación de los pacientes.

La determinación de la tensión arterial, mediante el esfigmomanómetro automático de la máquina de hemodiálisis ofrece la enorme ventaja de saber en tiempo real y cada 5 minutos la tensión arterial del paciente durante su sesión de hemodiálisis, esto también sin ningún tipo de riesgo para el paciente. La utilidad de ambos

métodos diagnósticos resulta sumamente valiosa en la valoración del estado de hidratación e hipertensión transdiálisis en pacientes en hemodiálisis crónica.

Por lo que encontramos esto como un problema que pudiera corregirse mediante el estudio de la asociación entre el estado de hidratación y la hipertensión/hipertensión transdiálisis en los pacientes en hemodiálisis crónica a través de una herramienta como bioimpedancia que podría impactar en el tratamiento y pronóstico de estos pacientes al identificar si la sobrehidratación es la génesis de su hipertensión de difícil control o estamos frente a una población donde la estrategia inicial propuesta de descenso del peso seco podría conducir a resultados deletéreos para la salud del enfermo.

Por lo antes expuesto se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es el estado de hidratación determinado mediante bioimpedancia eléctrica en pacientes hipertensos en hemodiálisis crónica con 2 sesiones por semana?

## MARCO TEORICO

### INTRODUCCIÓN

La enfermedad renal crónica (ERC) es considerada por la OMS como un problema de salud pública mundial, se estima que la prevalencia de esta enfermedad es del 10% de la población representando junto a la diabetes y la hipertensión la principal carga de los sistemas de salud de países desarrollados y en vías de desarrollo (1). En México no se cuenta con un registro preciso de los enfermos renales. De acuerdo a datos publicados por instituciones de seguridad social como (IMSS) así como por investigadores independientes se estima una incidencia de ERC de 377 casos por millón de habitantes y la prevalencia de 1142 casos por millón de habitantes (2).

Datos del Instituto de evaluación y medidas de salud ubican a México como el tercer país (solo después de Taiwán y Estados Unidos) de incidencia anual más alta por millón de habitantes de enfermos renales (3). Otro de los datos alarmantes con respecto a la ERC en México fue reportado por el Instituto Nacional de Salud Pública en México que mostro que la ERC conduce a un aumento de la discapacidad ajustada a años de vida del 300-400%; colocando a la ERC como la segunda y la cuarta causa de perdida de años/vida saludable para hombres y mujeres respectivamente (4).

Dentro de las estrategias de tratamiento para los pacientes con etapa 5 se encuentran la hemodiálisis, diálisis peritoneal o el trasplante renal. De acuerdo con un estudio realizado por la sociedad latinoamericana de nefrología e hipertensión (SLANH) en 20 países; se encontró que todas las modalidades de terapias de reemplazo han aumentado, siendo en hemodiálisis (HD) 442 pacientes por millón de habitantes, diálisis peritoneal (DP) 67 pacientes por millón de habitantes y con trasplante renal funcionante 159 pacientes por millón de habitantes. La hemodiálisis sigue siendo el tratamiento de elección de la región (87%) (5).

Respecto a México los datos incluidos corresponden al estado de Jalisco donde la DP representa el 44.8% de los casos como terapia de reemplazo renal, también en esta región la hemodiálisis constituye la terapia de reemplazo renal predominante (6).

En el estudio realizado por Dante Amato et al (7), en el año 2005 en la ciudad de Morelia, Michoacán, México, lograron estimar un aproximado estadístico de la prevalencia de Enfermedad renal crónica, en la población mexicana mediante un estudio trasversal que incluyó a 3,564 pacientes, de ambos géneros, con edad >18 años de edad, seleccionados al azar y que acuden con regularidad a unidades de medicina familiar del Instituto Mexicano del Seguro Social y obtuvieron los siguientes resultados: La prevalencia de Enfermedad Renal crónica grado 2 con más de 60 ml/min/1.73 mts fue de 80,788 por millón de habitantes (pmh), mientras que para los pacientes en grado 5 con menos de 15 ml/min/1.73 mts fue de 80,788 (pmh). Se concluyó que la prevalencia de la Enfermedad renal crónica es aproximada a la de los países industrializados a nivel mundial. A su vez se estima que del total de pacientes con ERC en México, solo 1 de cada 4 pacientes que requieren terapia de reemplazo renal en cualquiera de las modalidades existentes, tienen acceso a ella.

Una alta proporción de pacientes con enfermedad renal crónica cursan con múltiples patologías concomitantes, siendo la diabetes e hipertensión arterial sistémica las principales, por ejemplo en la base de datos del estudio CRIC (8) se observó que 83% de la cohorte con enfermedad renal crónica cursaba con hipertensión arterial sistémica; Respecto a esta última patología los pacientes con terapia de sustitución renal mediante hemodiálisis suelen cursar con variaciones de las cifras durante el tratamiento o difícil control de la misma en los periodos interdialíticos principalmente asociados a sobrecarga de volumen.

De los pacientes que se encuentran en hemodiálisis crónica cerca de una tercera parte de ellos padecen sobrecarga crónica de volumen en su composición corporal, que acarrea efectos cardiovasculares deletéreos que aumentan su mortalidad a futuro (9). Pese a eso en la gran mayoría de unidades de hemodiálisis del país tanto en el sector público como en el privado no se cuenta con dispositivos para estimar la composición corporal.

Uno de los métodos sencillos, económicos y no invasivos para conocer la composición y el estado de hidratación es la bioimpedancia eléctrica; siendo factible guiar el tratamiento de hemodiálisis respecto a un ultrafiltrado estimado de manera objetiva, con la potencial disminución de complicaciones asociadas a la ultrafiltración excesiva.

Existen estudios que han estimado la composición corporal y estado de hidratación en pacientes en hemodiálisis sin embargo dichos estudios incluyen a población que recibe tratamiento de hemodiálisis al menos 3 veces por semana (10, 11).

Se desconoce qué pasa con la composición corporal y estado de hidratación de los pacientes que solo reciben 2 tratamientos de hemodiálisis por semana, como es el caso de la mayoría de los pacientes que no tienen afiliación a seguridad social.

Es de destacar que en México fue llevado a cabo un estudio prospectivo (12) con seguimiento de 3 años que incluyó 850 pacientes que no contaban con un seguro de salud, durante estos 3 años de seguimiento el 28.8% de los pacientes de la cohorte adquirieron uno de los programas de seguridad social en México. Entre los pacientes que no lograron la adquisición de dichos programas de salud, la tasa de mortalidad fue de 56.7%, en contraste con 38.2% de los pacientes que si obtuvieron seguridad social ( $P= 0.001$ ).

El análisis de factores de riesgo reveló que el hecho de no contar con afiliación a un programa de seguridad social incrementaba la mortalidad (HR 2.6,  $P= 0.001$ ).

Las causas que condicionan estos resultados se desconocen con precisión pero el acceso a un tratamiento de reemplazo y el adecuado apego al mismo son parte fundamental de estos hallazgos.

Como ya fue comentado, existen estudios que han determinado que los pacientes en hemodiálisis que cursan con hipertensión arterial sistémica (Y sobre todo aquellos con hipertensión de difícil control) tienen un estado de sobrehidratación mayor comparado con sus contrapartes que no la presentan.

Así mismo se ha documentado que el estado de sobrehidratación es la principal causa de hipertensión, falla cardíaca y mortalidad tanto en pacientes con enfermedad renal crónica terminal y de aquellos que se encuentran en terapia de reemplazo (15).

En nuestra población (pacientes con 2 sesiones de hemodiálisis por semana) no se conoce la composición corporal y el estado de hidratación de los pacientes en hemodiálisis que cursan con hipertensión arterial sistémica, ya que los estudios realizados evalúan a población en hemodiálisis crónica con al menos 3 o más sesiones de hemodiálisis por semana.

En un estudio Unicentro prospectivo llevado a cabo en Badajoz, España por F. Caravaca (16) que tenía como objetivo determinar la composición corporal y conocer si la sobrehidratación estaba asociada con descontrol de la presión arterial mediante bioimpedancia espectroscópica multifrecuencia (BIS) en pacientes con enfermedad renal crónica avanzada se observó que los pacientes con mayor descontrol hipertensivo correspondía al grupo de pacientes con mayor porcentaje de agua corporal total determinado por BIS previo a la sesión de hemodiálisis.

Bajo estos hallazgos es considerable suponer que una reducción del peso seco en pacientes con hipertensión arterial sistémica conduciría a un mejor control de la misma. Esto se demostró por R. Agarwal et al (17) (estudio DRIP), en un

estudio prospectivo, aleatorizado 2:1, llevado a cabo en la universidad de Indiana que tenía como objetivo demostrar que la reducción del volumen de ultrafiltrado adicional se relacionaba con mejoría de la cifra de TA en pacientes hipertensos, se demostró que los pacientes del grupo de ultrafiltrado adicional (En quienes se planeó un descenso de 0.1 Kg por cada 10 Kg de peso del paciente en cada sesión de hemodiálisis) hubo mejoría de las cifras de presión arterial sistólica a la semana 4 y a la semana 8 de seguimiento (descenso de 10.7 mmHg y 13.5 mmHg respectivamente) comparado con el grupo en el que solo era llevado a su peso seco estimado (En este grupo el cambio fue de 3.8 mmHg a la semana 4 y 6.9 mmHg a la semana 8).

Otro análisis retrospectivo llevado a cabo por A. Nongnuch (18) en Londres en pacientes prevalentes en hemodiálisis y que comparo el comportamiento de la presión arterial sistémica durante la sesión de hemodiálisis en 531 pacientes que fueron divididos en 3 grupos de acuerdo a dicho comportamiento:

- Grupo con hipotensión: aquellos que experimentaron una caída de la TAS mayor o igual a 20 mmHg.
- Grupo con hipertensión: aquellos que durante la sesión experimentaron aumento de la TAS mayor o igual a 10 mmHg.
- Grupo estable. No cumplió ninguno de las 2 definiciones previas.

A todos los pacientes se les realizo bioimpedancia antes y 20 minutos posterior a finalizada la sesión de hemodiálisis encontrando que los pacientes que cumplían el criterio de hipertensión transdiálisis tenían cifras más altas de agua extracelular/agua corporal total comparado con los grupos de hipotensión o presión arterial estable; además partían de una cifra más alta de esta misma relación (Agua extracelular/agua corporal total).

Así pues no solo la hipertensión arterial sistémica, sino también la hipertensión transdiálisis, están asociadas a sobrehidratación. Si bien este último término no tiene una definición estandarizada, la más aceptada es el aumento de la presión arterial sistólica 10 mmHg o más respecto a la cifra de prediálisis y se ha asociado con desenlaces adversos.

En el estudio multicentro de casos y controles realizado por H. Liu (19) que incluyó 71 pacientes prevalentes en hemodiálisis se observó que el grupo de casos (pacientes que en 4/6 sesiones presentaban aumento de la TA mayor o igual de 10 mmHg de Pre a PosHD) presentaba una correlación de 0.40 ( $r=0.40$ ) entre la pendiente de la TA transdiálisis y el agua extracelular/peso posHD; sugiriendo que entre mayor es el aumento de la TA intradiálisis por mmHg/min mayor es la proporción de agua extracelular/peso posHD; (en otras palabras el aumento paulatino de la TA durante la sesión de HD es resultado de sobrecarga de volumen).

Son múltiples las técnicas para evaluación de estado de hidratación de los pacientes en hemodiálisis crónica como fue demostrado en un estudio llevado a cabo por F. Basso, C. Ronco et al en Vicenza, Italia (20) donde se comparó la espectroscopia de bioimpedancia corporal (BIS) con la puntuación ultrasonográfica pulmonar, péptido natriurético tipo B, diámetro de la vena cava inferior (índice de colapsabilidad) antes y después de la sesión de HD y se analizaron todos estos métodos en términos de variaciones del estado de fluidos inducidas por la hemodiálisis. Se incluyeron a 30 pacientes a los que se les realizó estas mediciones antes y después de la sesión de HD y se concluyó que existe una adecuada correlación entre los hallazgos de BIS y ultrasonografía pulmonar, BNP e índice de colapsabilidad mínima de la vena cava inferior antes y después de la sesión de hemodiálisis y el índice de colapsabilidad máxima solo mostró correlación con BIS antes de la sesión de HD para la evaluación del estado de volumen. En otras palabras todos estos métodos disponibles son capaces de demostrar sobrehidratación antes y después de la sesión de hemodiálisis, excepto el índice de colapsabilidad máxima de la vena cava inferior que solo es útil antes de la sesión de hemodiálisis.

La bioimpedancia eléctrica ha demostrado su utilidad y seguridad no solo como método para conocer la composición corporal en pacientes con enfermedad renal crónica y así mismo guiar el manejo de líquidos en esta población (21), sino en

otros contextos como el impacto de sus resultados con desenlaces de morbimortalidad (22), guiar el manejo de líquidos como estrategia de nefroprotección por nefropatía inducida por contraste (23).

Así pues se trata de un instrumento ampliamente utilizado, seguro y no invasivo, con una alta precisión en estimar la composición corporal y estado de hidratación en diferentes pacientes.

En muy pocas unidades de hemodiálisis del país se cuentan con un medio físico confiable y objetivo como es el Monitor de composición corporal (BCM) para estimar la composición corporal de los pacientes durante las sesiones de hemodiálisis, esperando poder encontrar en un futuro cercano un método de escrutinio más accesible, de bajo costo y de fácil empleo por el personal médico, para su uso habitual.

#### HIPERTENSIÓN TRANSDIALISIS.

Las variaciones de la presión arterial durante las sesiones de hemodiálisis e incluso entre una sesión y otra tienen un gran impacto en cuanto a morbimortalidad como lo han demostrado estudios observacionales a gran escala. Tanto los eventos de hipotensión como hipertensión transdiálisis han demostrado aumento en mortalidad (24).

Así pues no solo la hipertensión arterial sistémica, sino también la hipertensión transdiálisis, están asociadas a sobrehidratación. Si bien este último término no tiene una definición estandarizada, la más aceptada es el aumento de la presión arterial sistólica 10 mmHg o más respecto a la cifra de prediálisis en 4/6 sesiones analizadas o el aumento de la presión arterial media de 15 mmHg o más respecto a la cifra basal y ambas definiciones se ha asociado con desenlaces adversos (25).

Dentro de la fisiopatogenia de la hipertensión transdiálisis se encuentra una inadecuada estimación del peso seco, conllevando a que este rubro de pacientes

presente sobrecarga de volumen. Es así como dentro de las estrategias de tratamiento para la hipertensión transdiálisis se encuentra el aumentar el ultrafiltrado con la finalidad de disminuir el peso seco de los pacientes.

Sin embargo, existe un subgrupo de pacientes donde la composición corporal hídrica no refleja una sobrecarga de volumen, obteniendo valores compatibles con normovolemia e incluso deshidratación donde aplicar esta estrategia de ultrafiltración puede originar desenlaces deletéreos. Al conocer estos problemas de variaciones de la presión arterial durante las sesiones de hemodiálisis parece necesario conocer este valor para una mejor decisión terapéutica en la prescripción de la sesión de hemodiálisis.

El conocimiento de la composición corporal hídrica de los pacientes que serán sometidos a hemodiálisis crónica o aquellos que ya se encuentran en esta modalidad de tratamiento de sustitución renal no es habitual en unidades de hemodiálisis ya sea del sector público o del sector privado.

## JUSTIFICACIÓN

- La población en hemodiálisis en nuestro hospital crece de forma exponencial.
- La falta de recursos obliga a proporcionar tratamiento dos veces por semana a estos pacientes.
- Se ha demostrado que el estado de hidratación impacta en mortalidad en pacientes que acuden 3 veces por semana.
- Disponemos de un equipo de Bioimpedancia eléctrica (BMC) para conocer de forma objetiva el estado de hidratación. Es un método no invasivo.
- La asociación del estado de hidratación y la presión arterial en esta población (2 veces por semana) se desconoce.

Una de las herramientas disponibles para conocer la composición corporal es la bioimpedancia eléctrica mediante un monitor de composición corporal (BCM) que permite estimar el estado de hidratación y la composición corporal en tiempo real. Recientemente se ha adquirido bajo préstamo por parte de la empresa NausLife dicho monitor por lo que consideramos que resulta totalmente factible realizar este estudio ya que se cuenta con todos los insumos necesarios, sin que incremente en ningún momento los costos para el paciente ni la institución.

Ninguno de los procedimientos que se efectuarán confiere riesgo adicional al inherente al tratamiento convencional de hemodiálisis y existe un claro beneficio para el paciente al conocer la composición corporal hídrica que permita una prescripción de la sesión de hemodiálisis más objetiva y personalizada evitando así una estrategia generalizada y probablemente no adecuada para todos los pacientes que durante las sesiones de hemodiálisis experimenten hipertensión transdiálisis.

La información que se pueda obtener de nuestro estudio puede ser completamente reproducible en cualquier centro de hemodiálisis del estado de Michoacán, de México o de cualquier otro país, que cuenten con BCM, lo que

puede traer consigo enormes beneficios en favor del paciente al poder conocer su estado de volemia en tiempo real, con instrumentos de medición económicos y más accesibles que el monitor de composición corporal (BCM); Pudiendo mejorar la sobrevida de los pacientes a corto, mediano y largo plazo.

Respecto a la seguridad en el empleo de la bioimpedancia eléctrica se ha demostrado su utilidad y seguridad no solo como método para conocer la composición corporal en pacientes con enfermedad renal crónica y así mismo guiar el manejo de líquidos en esta población, sino en otros contextos como el impacto de sus resultados con desenlaces de morbimortalidad guiar el manejo de líquidos como estrategia de nefroprotección por nefropatía inducida por contraste.

No existen estudios previos que hayan evaluado la asociación entre el estado de hidratación del paciente y el desarrollo de hipertensión transdiálisis en hemodiálisis crónica en dosis de dos sesiones por semana.

## **OBJETIVOS**

**Objetivo general:** Analizar el estado de hidratación de los pacientes con hipertensión arterial sistémica en hemodiálisis crónica 2 veces por semana.

### **Objetivos específicos:**

1. Describir las características clínicas y bioquímicas, así como estado de hidratación por bioimpedancia en pacientes con hipertensión arterial sistémica en hemodiálisis crónica 2 veces por semana.
2. Analizar la correlación entre el estado de hidratación y el valor de presión arterial antes y después de la sesión de hemodiálisis.
3. Explorar la frecuencia de hipertensión transdiálisis en la muestra seleccionada y las diferencias en el estado de hidratación, variables clínicas y bioquímicas de pacientes en hemodiálisis crónica que cursan con hipertensión transdiálisis vs sin hipertensión transdiálisis.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

Se llevó a cabo un estudio prospectivo, observacional, analítico y comparativo en pacientes hipertensos que recibían hemodiálisis crónica, se analizó el estado de hidratación antes y después de la sesión de hemodiálisis y se evaluó si existía asociación entre el estado de hidratación y la presión arterial sistémica, además se evaluó la frecuencia y las diferencias en el estado de hidratación de pacientes en hemodiálisis crónica que presentaron hipertensión transdiálisis vs aquellos sin hipertensión transdiálisis.

**Hipótesis metodológica:** El estado de hidratación y su asociación con hipertensión arterial sistémica de pacientes que acuden a sesiones de hemodiálisis 2 veces por semana es semejante a lo reportado en la literatura en pacientes con 3 sesiones por semana.

## **DISEÑO DE ESTUDIO**

**1 Tipo y clasificación del estudio:** Estudio prospectivo, observacional, analítico y comparativo

**2 Universo o población:** Pacientes con enfermedad renal crónica grado 5 de la clasificación de KDIGO, prevalentes en hemodiálisis crónica que presenten hipertensión arterial sistémica.

### **3 Muestra:**

Muestreo no probabilístico por temporalidad, llevado a cabo de Mayo a Junio 2019, donde se analizaron 40 pacientes con enfermedad renal crónica en grado 5, prevalentes en hemodiálisis crónica, con hipertensión arterial sistémica a los que se les realizó bioimpedancia eléctrica (BCM) para conocer su estado de hidratación antes y posterior a la sesión de hemodiálisis.

**Definición de las unidades de observación:**

- Pacientes con enfermedad renal crónica en grado 5 de la clasificación de KDIGO, prevalentes en hemodiálisis crónica que cursen con hipertensión arterial sistémica y que acudan a sus sesiones de sustitución renal en la unidad de hemodiálisis del Hospital General “Dr. Miguel Silva” y de la Unidad de Hemodiálisis NausLife en el periodo comprendido entre Mayo de 2019 a Junio de 2019.

**Definición del grupo control:**

No hubo grupo control.

**Criterios de inclusión:**

- Pacientes con edad entre 18 a 65 años.
- Pacientes con enfermedad renal crónica grado 5 e hipertensión arterial sistémica con terapia de restitución renal con hemodiálisis.
- Pacientes atendidos en el Hospital General “Dr. Miguel Silva”.
- Pacientes atendidos en la Unidad de Hemodiálisis NausLife
- Que el paciente acepte firmar el consentimiento informado.

**Criterios de exclusión:**

- Pacientes con diagnóstico previo de enfermedad cardíaca avanzada, definida como NYHA III o más.
- Pacientes hospitalizados con sepsis grave o hemodinámicamente inestables (TAM <60mmHg).
- Pacientes con emergencia hipertensiva de acuerdo a JNCVIII.

**Criterios de eliminación:**

- Pacientes que decidan abandonar el estudio.

- Pacientes que desarrollen un evento cardiopulmonar con repercusión hemodinámica severa durante el estudio.
- Pacientes con suspensión de la sesión de hemodiálisis.

## **PROCEDIMIENTOS**

### **Selección de las fuentes, métodos, técnicas y procedimientos de recolección de la información**

La fuente de información principal fueron los pacientes que aceptaron participar en el estudio previamente aceptado por el comité de ética e investigación de este hospital. Se informó ampliamente a los pacientes sobre el procedimiento realizado así como el riesgo/beneficio del mismo. Se incluyeron los pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión.

Se registraron variables como edad, género, peso, talla, IMC, causa de ERC, TA sistólica, TA diastólica, diabetes mellitus, hipertensión arterial, tiempo de diagnóstico, tiempo en diálisis, número de fármacos antihipertensivos, uso de diuréticos, tipo de diurético, dosis de diurético, grado de edema, volumen urinario residual, glucemia, creatinina sérica, BUN, sodio plasmático, cloro plasmático, potasio plasmático, linfocitos totales, hemoglobina, albúmina, proteinuria.

Para la recolección de información teórica de utilidad para esta investigación, se emplearon metabuscadores informáticos como: PubMed, Cochrane, Google académico en los cuales se recabaron datos importantes de otras investigaciones pasadas que están en relación con el presente trabajo de investigación.

De los pacientes que acudían con regularidad a su sesión de hemodiálisis en la unidad “Dr. Juan Abraham Bermudez” del Hospital general de Morelia “Dr. Miguel Silva” y en la unidad de Hemodiálisis NausLife Galeno durante el periodo comprendido de Mayo a Junio 2019 en quienes se haya documentado que cursan con hipertensión arterial sistémica y/o hipertensión transdiálisis se les realizo antes de su sesión habitual un estudio de bioimpedancia eléctrica mediante un monitor de composición corporal (BCM) o Impedanciometro de la

marca “Fresenius Medical Care”, para determinar el estado de hidratación de estos pacientes.

Una vez identificados los pacientes con sobrecarga de volumen se procedió a realizar una cuidadosa anamnesis, interrogando al paciente acerca de su enfermedad, tiempo con el diagnóstico de ERC, cual fue la causa desencadenante de su ERC, el tiempo que lleva en terapia de sustitución renal con hemodiálisis, si padece Diabetes mellitus, hipertensión arterial o antecedentes de alguna enfermedad cardiopulmonar así como el uso de fármacos antihipertensivos.

Si era consumidor crónico de fármacos diuréticos, de ser así cual emplea y su dosis. Por último, se preguntó si aún tiene volumen de orina residual y que cantidad estimada en mililitros.

Terminado el interrogatorio le fue solicitado al paciente sus estudios de laboratorio de control, efectuados de manera rutinaria aquí en el Hospital General para su consulta programada en el servicio de nefrología. Esto con el motivo de poder recabar las características bioquímicas de los pacientes en la hoja de recolección de datos y posteriormente dárselos de vuelta.

Posteriormente se efectuó al paciente un examen físico, determinando el peso en Kg, talla en metros y fue calculado el IMC, se determinó su tensión arterial, su frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, auscultación cardiaca y pulmonar sistemática para evidenciar si existen datos de sobrecarga de volumen a nivel pulmonar o alteraciones a nivel cardiaco, se buscaron signos clínicos de falla cardiaca, todo esto con el fin de identificar si el paciente tiene sobrecarga de volumen por causas ajenas a las que se desea investigar en este estudio. El grado de edema fue evaluado de forma clínica.

## **PLAN ESTADÍSTICO.**

### **Definición del plan de procesamiento y presentación de la información.**

Las variables no numéricas se expresaron como proporción, y las variables numéricas se reportaron sus medidas de tendencia central y dispersión de acuerdo a la distribución de las mismas (media y desviación estándar o mediana y rangos). Para el análisis de las diferencias entre los grupos (con hipertensión transdiálisis y sin hipertensión transdiálisis) para variables no numéricas se utilizó prueba Chi cuadrada o prueba exacta de Fisher. Para variables numéricas con distribución paramétrica se utilizará prueba T de Student para evaluar las diferencias entre los grupos y para variables numéricas con distribución no paramétrica se utilizará prueba U de Mann-Witney. Finalmente la correlación entre el estado de volumen (OH) y la presión arterial, se realizará prueba de correlación de Spearman. Se considerará estadísticamente significativo un valor de P menor de 0.05.

## **ASPECTOS ÉTICOS:**

El proyecto de investigación se realizó con pleno cumplimiento de las exigencias normativas y éticas que se establecen en investigación para la salud en su artículo quinto, capítulo único del artículo 100 de la Ley General de Salud [LGS, 1997].

En apego al Código de Nuremberg (25) y en total respeto de la Declaración de Helsinki.

En este proyecto de investigación se realizara en todo momento las siguientes acciones:

- Se mantendrá en confidencialidad la identidad y datos personales de los participantes.
- El estudio no incluye procedimientos invasivos que puedan comprometer la integridad y salud del paciente.
- No se les administrará fármacos o sustancias a los participantes del protocolo.
- Dicho estudio no va a interferir en absoluto con el tratamiento del paciente.
- La participación del paciente en el protocolo no le generará ningún tipo de gasto.
- Previo a la realización de las pruebas se le brindará al paciente una carta de consentimiento informado y se le informarán de los riesgos y beneficios de su participación en el estudio y se le explicara con detalle en qué consistirá su participación.
- Se respetará en todo momento la decisión que tome el paciente respecto al protocolo.

El investigador principal se compromete a proporcionar la información oportuna sobre cualquier procedimiento al paciente, así como responder cualquier duda que se presente con respecto al procedimiento que se llevará a cabo.

## Reglamento de la Ley General de Salud:

Artículo 13. En toda investigación en la que el ser humano sea sujeto de estudio, deberá prevalecer, el criterio de respeto a su dignidad y la protección de sus derechos y bienestar.

Artículo 14. La investigación que se realice en seres humanos deberá desarrollarse bajo las siguientes bases:

1. Se ajustará a principios científicos y éticos que la justifiquen.
2. Se fundamentará en la experimentación previa realizada en animales, en laboratorios o en otros hechos científicos.
3. Se deberá realizar solo cuando el conocimiento que se pretenda producir no pueda obtenerse por otro medio idóneo.
4. Deberán prevalecer siempre las probabilidades de los beneficios esperados sobre los riesgos predecibles.
5. Contará con el consentimiento informado y por escrito del sujeto de investigación o su representante legal, con las excepciones que este reglamento señale.
6. Deberá ser realizada por profesionales de la salud a que se refiere el artículo 114 de este reglamento, con conocimiento y experiencia para cuidar la integridad del ser humano, bajo la responsabilidad de una institución de atención a la salud que actúe bajo la supervisión de las autoridades sanitarias competentes y que cuente con los recursos humanos y materiales necesarios que garanticen el bienestar del sujeto de investigación.
7. Contará con el dictamen favorable de las comisiones de investigación, ética y de bioseguridad en su caso.
8. Se llevará a cabo cuando se tenga la autorización del titular de la institución de atención a la salud y en su caso, de la secretaría. <sup>26</sup>

### Declaración de Helsinki:

El principio básico es el respeto por el individuo, su derecho a la autodeterminación y el derecho a tomar decisiones informadas (consentimiento informado), incluyendo la participación en la investigación, tanto al inicio como durante el curso de la investigación. El deber del investigador es solamente hacia el paciente o el voluntario y mientras exista necesidad de llevar a cabo una investigación, el bienestar del sujeto debe ser siempre precedente sobre los intereses de la ciencia o de la sociedad, y las consideraciones éticas deben venir siempre del análisis precedente de las leyes y regulaciones.

El reconocimiento de la creciente vulnerabilidad de los individuos y los grupos necesita especial vigilancia. Se reconoce que cuando el participante en la investigación es incompetente, física o mentalmente incapaz de consentir, o es un menor entonces el permiso debe darlo un sustituto que vele por el mejor interés del individuo. En este caso su consentimiento es muy importante.<sup>27</sup>

Es un estudio de riesgo mínimo para el paciente El protocolo será presentado ante el servicio de enseñanza del Hospital General “Dr. Miguel Silva” y posteriormente será evaluado ante el comité de bioética de dicha institución con la finalidad de proseguir en la investigación.

## RESULTADOS

De 60 pacientes hipertensos analizados, 40 cumplieron con los requisitos para ser incluidos en el análisis final (clínicos, bioquímicos, bioimpedancia antes y después de la sesión de hemodiálisis). La muestra estuvo compuesta por 27 hombres (67.5%), la media de edad fue de  $48 \pm 18$  años. El 65% (26) de los sujetos eran diabéticos, 35% (14) tenían algún grado de edema periférico y el 17.5% (7) tenían uso de diuréticos. La tensión arterial sistólica pre-diálisis (TAS-preHD) promedio fue de  $162 \pm 22$  mmHg, la tensión arterial diastólica inicial pre-diálisis (TAD-preHD) promedio fue de  $99 \pm 10$  mmHg. La media de ultrafiltración fue de  $2.8 \pm 1.4$  litros. El peso al inicio de hemodiálisis fue de  $68 \pm 13$  Kg. Otras características clínicas basales se presentan en la Tabla 1.

<b>Tabla 1. Características clínicas y bioquímicas del total de la población estudiada.</b>	
<b>Variables clínicas y bioquímicas</b>	<b>N (40)</b>
Edad (Años)	$48 \pm 18$
Masculino n (%)	27 (67.5)
Diabetes n (%)	26 (65)
Edema n (%)	14 (35)
Uso de Diurético n (%)	7 (17.5)
Talla [Metros]	$1.60 \pm 0.7$
Peso [Kg]	$67 \pm 14$
Índice de masa corporal	$26 \pm 5$
TAS inicial [mmHg]	$162 \pm 22$
TAS final [mmHg]	$134 \pm 22$
TAD inicial [mmHg]	$99 \pm 10$
TAD final [mmHg]	$86 \pm 19$
Glucosa [mg/dL]	$124 \pm 59$
Cr [mg/dL]	$10.5 \pm 3$
Urea [mg/dL]	$152 \pm 34$
Sodio [mEq/L]	$137 \pm 3.7$
Cloro [mEq/L]	$102 \pm 4.8$
Potasio [mEq/L]	$5.3 \pm 0.8$
Hemoglobina [g/dL]	$10 \pm 1.8$
Linfocitos [ $10^3/\mu\text{L}$ ]	$0.4 \pm 0.18$
Albumina [g/dL]	$3.7 \pm 0.6$

\*Media y Desviación estándar.

El agua corporal total fue  $38 \pm 8$  L, de esta  $17 \pm 4$  L correspondió a agua extracelular y  $21 \pm 5$  L a agua intracelular. La sobrehidratación (OH) promedio prediálisis fue de 2.8 (1.5-3.7 L). Otros parámetros de la impedancia se muestran en la tabla 2.

<b>Tabla 2. Análisis del estado de hidratación mediante bioimpedancia eléctrica multifrecuencia.</b>	
<b>Estado de hidratación</b>	<b>N (40)</b>
<b>Sobrehidratación relativa Pre-diálisis (L)</b>	2.8 (1.5-3.7)
<b>Sobrehidratación relativa Post-diálisis (L)</b>	0.6 (0.12-1.3)
<b>Agua extracelular (L)</b>	17 ( $\pm 4$ )
<b>Agua intracelular (L)</b>	21 ( $\pm 5$ )
<b>Relación de agua Extra/Intracelular</b>	0.85 ( $\pm 0.17$ )
<b>Agua corporal total (L)</b>	38 ( $\pm 8$ )

L. Litros.

No se encontró correlación entre la OH pre-diálisis y los valores al inicio de la sesión de HD de presión arterial sistólica ( $r=0.06$ ,  $p=0.67$ ), diastólica ( $r=0.26$ ,  $p=0.10$ ) y media, ni con los valores al final de la sesión de HD de presión arterial sistólica ( $r=0.06$ ,  $p=0.67$ ), diastólica ( $r=0.14$ ,  $p=0.37$ ) y media ( $r=0.046$ ,  $p=0.7$ )

Hubo correlación entre los valores de la presión arterial sistólica pre-diálisis y el agua corporal total ( $r=0.46$ ,  $p=0.004$ , figura 1), presión arterial sistólica pre-diálisis y agua extracelular ( $r=0.48$ ,  $p=0.003$ , figura 2), presión arterial sistólica pre-diálisis y agua intracelular ( $r=0.33$ ,  $p=0.04$ , figura 3), presión arterial media pre-diálisis y agua corporal total ( $r=0.41$ ,  $p=0.01$ , figura 4), presión arterial media pre-diálisis y agua extracelular ( $r= 0.42$ ,  $p=0.009$ , figura 5).

Finalizada la sesión de hemodiálisis solo existió correlación significativa entre la presión arterial media pos-diálisis y la relación agua extracelular/intracelular ( $r=-0.3$ ,  $p=0.04$ ) y la tensión arterial diastólica posdiálisis y relación agua extracelular/intracelular  $r=-0.35$ ,  $p=0.03$ . (Tabla 3).

**Tabla 3. Correlación entre sobrehidratación relativa prediálisis, agua corporal total y medidas de presión arterial sistólica, media y diastólica.**

	Sobrehidratación relativa pre-diálisis		Agua corporal total pre-diálisis	
	Valor R	Valor P	Valor R	Valor P
<b>TAS inicial</b>	0.068	NS	0.46	0.004
<b>TAS final</b>	0.032	NS	0.1	NS
<b>TAD inicial</b>	0.26	NS	0.26	NS
<b>TAD final</b>	0.65	NS	0.1	NS
<b>TAM inicial</b>	0.14	NS	0.41	NS
<b>TAM final</b>	0.046	NS	0.02	NS

TAS: presión arterial sistólica, TAD: presión arterial diastólica, TAM: presión arterial media, NS. No significativo.

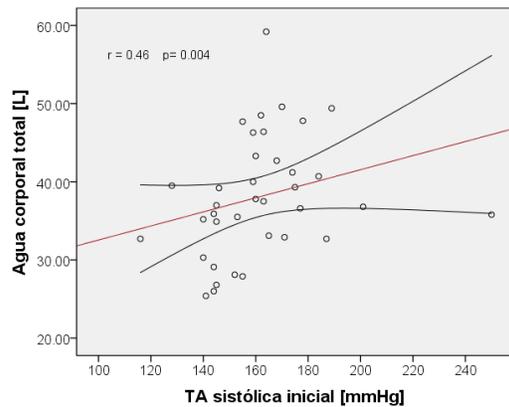


Figura 1. Correlación entre TAS pre-diálisis y agua corporal total.

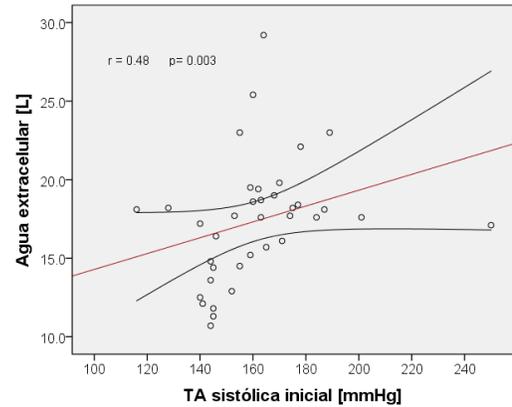


Figura 2. Correlación entre TAS pre-diálisis y agua extracelular.

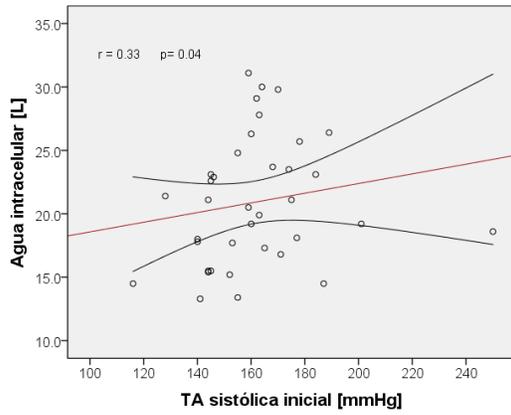


Figura 3. Correlación entre TAS pre-diálisis y agua intracelular.

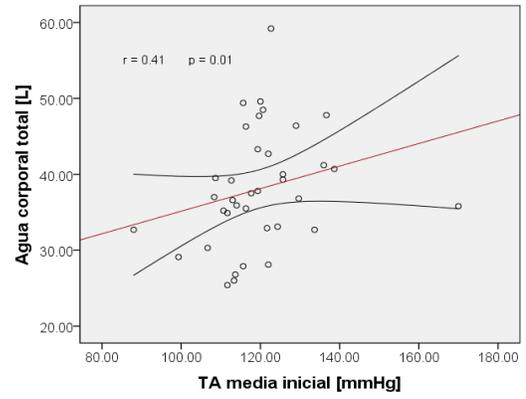


Figura 4. Correlación entre TAM pre-diálisis y el agua corporal total.

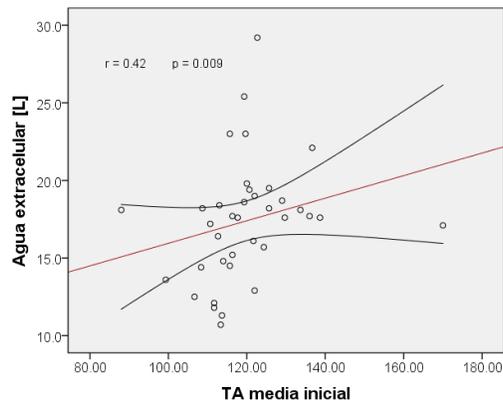


Figura 5. Correlación entre TAM pre-diálisis y agua extracelular.

Para el estudio de hipertensión arterial transdiálisis se analizaron 5 definiciones propuestas en la literatura encontrando la siguiente frecuencia:

- Definición 1 (cualquier aumento de la TAS durante la sesión respecto a la basal), 92.5%
- Definición 2 (aumento de la TAS más de 10 mmHg en 4/6 últimas sesiones de hemodiálisis), 65%
- Definición 3 (cualquier aumento de la TAM media respecto a la basal 77.5%
- Definición 4 (Aumento de la TAM 15 mmHg en cualquier momento de la sesión de hemodiálisis respecto a la basal), 25%
- Definición 5 (Persistencia de TAS mayor de 10 mmHg una vez que finalizó la sesión de hemodiálisis respecto a la basal) 37.5%

En el análisis de la composición corporal y estado de hidratación de los pacientes que cumplieron la definición de hipertensión transdiálisis 2 (aumento de la TAS más de 10 mmHg en 4/6 últimas sesiones de hemodiálisis) contra los que no la cumplieron no mostro diferencias significativas (Tabla 3).

**Tabla 4. Composición corporal y estado de hidratación de los pacientes que cumplían la definición 2 de hipertensión transdiálisis vs los que no la cumplían.**

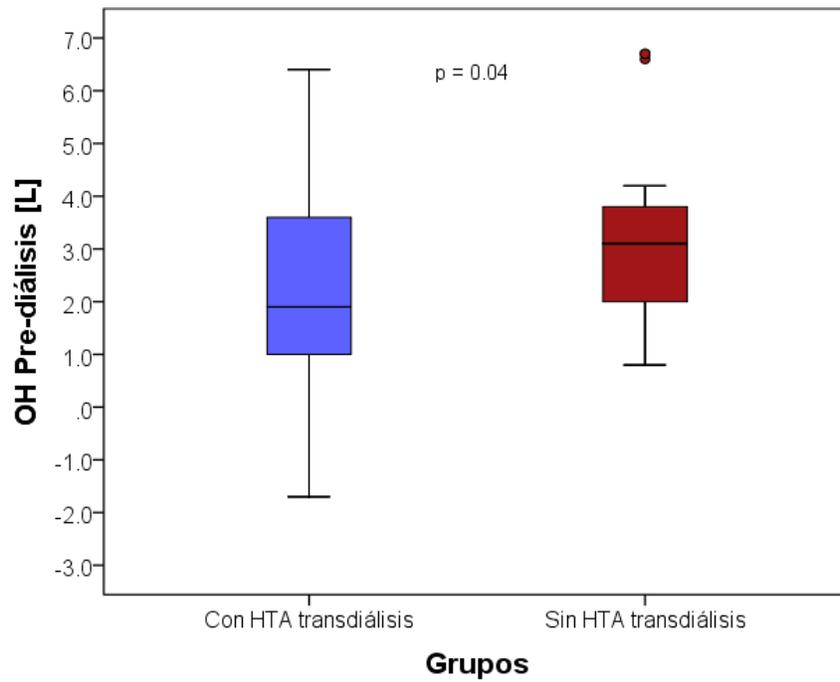
VARIABLE	CON HTA	SIN HTA	Valor p
Masa magra Kg	45 ± 13	42 ± 8.5	NS
Masa grasa Kg	14 ± 10	18 ± 9	NS
Masa de tejido adiposo Kg	19 ± 14	24.5 ± 12	NS
Masa celular Kg	27 ± 9	25 ± 5.5	NS
Índice de masa corporal Kg/m <sup>2</sup>	25 ± 5	26 ± 4.6	NS
Índice de tejido magro Kg/m <sup>2</sup>	17 ± 4	15 ± 3	NS
Índice de tejido graso Kg/m <sup>2</sup>	7 ± 5.5	9 ± 4.5	NS
Agua corporal total L	37.5 ± 8	39 ± 6.5	NS
Agua extracelular L	17 ± 4	18 ± 3	NS
Agua intracelular L	21 ± 5	21 ± 5	NS
Relación agua extracelular/intracelular	0.8 ± 0.17	0.8 ± 0.16	NS
Índice de masa corporal Kg/m <sup>2</sup>	26 ± 5	26 ± 5	NS
OH pre hd L	2.5 ± 3	3.6 ± 2	NS
OH post hd L	0.7 ± 1.4	1.0 ± 0.8	NS

OH preHD; sobrehidratación prediálisis, OH, posHD: sobrehidratación posdiálisis, NS. No significativo.

En el análisis de la composición corporal y estado de hidratación de los pacientes que cumplían la definición 4 de hipertensión transdiálisis (aumento de la presión arterial media mayor de 15 mmHg respecto a la basal) comparado con los que no la cumplían hubo diferencia significativa entre el valor de OH pre-diálisis, siendo menor el grupo que cumplió la definición ( $1.4 \pm 3.6$  vs  $3.4 \pm 2$  L, respectivamente  $p=0.04$ ), Tabla 4, figura 7.

<b>Tabla 5. Composición corporal y estado de hidratación de los pacientes que cumplían la definición 4 de hipertensión transdiálisis vs los que no la cumplían.</b>			
<b>VARIABLE</b>	<b>CON HTA-ID</b>	<b>SIN HTA-ID</b>	<b>Valor p</b>
Masa magra Kg	$45 \pm 12$	$44 \pm 12$	NS
Masa grasa Kg	$17 \pm 9$	$15 \pm 10$	NS
Masa de tejido adiposo Kg	$23 \pm 12$	$20 \pm 14$	NS
Masa celular Kg	$26.5 \pm 8$	$26 \pm 8$	NS
Índice de masa corporal Kg/m <sup>2</sup>	$27 \pm 4$	$25 \pm 5$	NS
Índice de tejido magro Kg/m <sup>2</sup>	$17.5 \pm 4$	$16 \pm 4$	NS
Índice de tejido graso Kg/m <sup>2</sup>	$9 \pm 6$	$7.5 \pm 5$	NS
Agua corporal total L	$37 \pm 6.5$	$38 \pm 8$	NS
Agua extracelular L	$16 \pm 3$	$18 \pm 4$	NS
Agua intracelular L	$21 \pm 4.5$	$21 \pm 5$	NS
Relación agua extracelular/intracelular	$0.7 \pm 0.17$	$0.8 \pm 0.16$	NS
Índice de masa corporal Kg/m <sup>2</sup>	$27 \pm 4$	$25 \pm 5$	NS
OH pre hd L	$1.4 \pm 3.5$	$3.4 \pm 2$	0.04
OH post hd L	$0.6 \pm 1.9$	$0.8 \pm 0.9$	NS

OH preHD; sobrehidratación prediálisis, OH, posHD: sobrehidratación posdiálisis, NS. No significativo.



**Figura 6. Gráfico que muestra la OH prediálisis entre el grupo que cumplía la definición 4 de hipertensión transdiálisis vs los que no la cumplían.**

No hubo diferencias significativas en el análisis de la composición corporal y estado de hidratación de los pacientes que cumplían la definición 5 comparado con los que no la cumplían. Tabla 5.

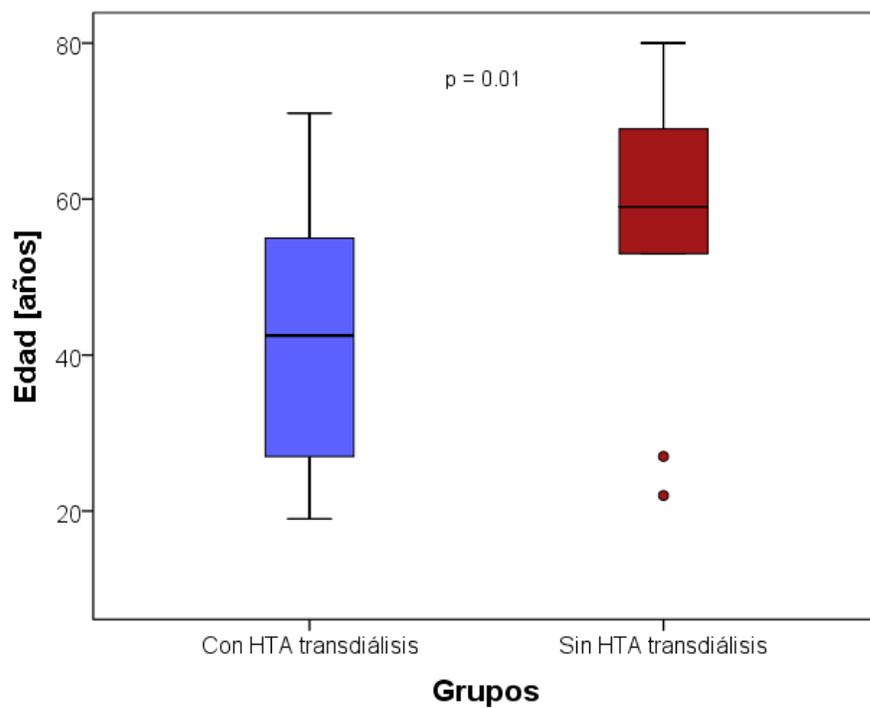
<b>Tabla 6. Composición corporal y estado de hidratación de los pacientes que cumplían la definición 5 de hipertensión transdiálisis vs los que no la cumplían.</b>			
<b>VARIABLE</b>	<b>CON HTA-ID</b>	<b>SIN HTA-ID</b>	<b>Valor p</b>
Masa magra Kg	46 ± 13	43 ± 11	NS
Masa grasa Kg	15 ± 10	16.5 ± 10.5	NS
Masa de tejido adiposo Kg	20 ± 13	29 ± 13	NS
Masa celular Kg	27 ± 9	25 ± 7	NS
Índice de masa corporal Kg/m <sup>2</sup>	26 ± 5.5	25 ± 4.5	NS
Índice de tejido magro Kg/m <sup>2</sup>	18 ± 4.5	16 ± 3.5	NS
Índice de tejido graso Kg/m <sup>2</sup>	8 ± 6	8 ± 5	NS
Agua corporal total L	38 ± 8	39 ± 7	NS
Agua extracelular L	16 ± 4	18 ± 3.5	NS
Agua intracelular L	21 ± 5	21 ± 5	NS
Relación agua extracelular/intracelular	0.8 ± 0.16	0.8 ± 0.16	NS
Índice de masa corporal Kg/m <sup>2</sup>	26.5 ± 5	25.5 ± 4.5	NS
OH pre hd L	2.2 ± 3.5	3 ± 2	NS
OH post hd L	0.7 ± 1.6	0.8 ± 0.9	NS

OH preHD; sobrehidratación prediálisis, OH, posHD: sobrehidratación posdiálisis, NS. No significativo.

En el análisis de variables clínicas y bioquímicas de los pacientes que cumplían la definición 2 de hipertensión transdiálisis comparado con los que no la cumplían solo la edad fue estadísticamente significativa, siendo menor en el grupo que cumplió la definición ( $42 \pm 16$  años vs  $57 \pm 16$  años,  $p=0.01$ ), tabla 6, figura 8.

<b>Tabla 7. Diferencias clínicas y bioquímicas entre los pacientes que cumplían definición 2 de hipertensión transdiálisis vs los que no la cumplían.</b>			
<b>VARIABLE</b>	<b>CON HTA-ID</b>	<b>SIN HTA-ID</b>	<b>Valor p</b>
Edad (años)	$42 \pm 16$	$57 \pm 16$	0.01
Talla (metros)	$1.60 \pm 0.7$	$1.63 \pm 0.7$	NS
Peso (Kg)	$66 \pm 14$	$69 \pm 14$	NS
Índice de masa corporal (Kg/m <sup>2</sup> )	$26 \pm 5$	$26 \pm 5$	NS
Uresis (ml)	$130 \pm 227$	$93 \pm 190$	NS
Glucosa (mg/dL)	$126 \pm 69$	$120 \pm 35$	NS
Creatinina (mg/dL)	$10 \pm 3$	$10 \pm 2.5$	NS
Urea (mg/dL)	$153 \pm 32$	$151 \pm 39$	NS
Sodio (mEq/L)	$137 \pm 4$	$137 \pm 2.7$	NS
Cloro (mEq/L)	$102 \pm 5$	$101 \pm 3.6$	NS
Potasio (mEq/L)	$5.3 \pm 0.6$	$5.2 \pm 1$	NS
Hemoglobina (g/dL)	$9.7 \pm 1.7$	$9.8 \pm 2.0$	NS
Linfocitos ( $10^3/\mu\text{L}$ )	$0.4 \pm 0.18$	$0.38 \pm 0.18$	NS
Albumina (g/dL)	$3.6 \pm 0.5$	$3.7 \pm 0.6$	NS
Sat 0 (%)	$94 \pm 2$	$95 \pm 3$	NS
Sat 180 (%)	$97 \pm 2$	$97 \pm 3$	NS

Sat 0: saturación al minuto 0, Sat 180: saturación al minuto 180.



**Figura 7. Comparación de la edad entre los grupos de hipertensión transdiálisis (definición 2).**

En el análisis de variables clínicas y bioquímicas de los pacientes que cumplían la definición 4 de hipertensión transdiálisis comparado con los que no la cumplían solo la cifra de urea fue estadísticamente significativa, siendo menor en el grupo que cumplió la definición ( $132 \pm 30$  vs  $160 \pm 32$  mg/dL,  $p=0.02$  respectivamente).

Tabla 7.

<b>Tabla 8. Diferencias clínicas y bioquímicas entre los pacientes que cumplían definición 4 de hipertensión transdiálisis vs los que no la cumplían.</b>			
<b>VARIABLE</b>	<b>CON HTA-ID</b>	<b>SIN HTA-ID</b>	<b>Valor p</b>
Edad (años)	$44 \pm 17$	$49 \pm 18$	NS
Talla (metros)	$1.60 \pm 0.7$	$1.62 \pm 0.7$	NS
Peso (Kg)	$68 \pm 12$	$66 \pm 14$	NS
Índice de masa corporal (Kg/m <sup>2</sup> )	$27 \pm 4$	$25 \pm 5$	NS
Uresis (ml)	$170 \pm 280$	$100 \pm 190$	NS
Glucosa (mg/dL)	$150 \pm 100$	$115 \pm 32$	NS
Creatinina (mg/dL)	$10 \pm 2$	$11 \pm 3$	NS
Urea (mg/dL)	$132 \pm 30$	$160 \pm 32$	0.02
Sodio (mEq/L)	$137 \pm 6$	$137 \pm 3$	NS
Cloro (mEq/L)	$100 \pm 6$	$102 \pm 5$	NS
Potasio (mEq/L)	$5 \pm 0.6$	$5.4 \pm 0.8$	NS
Hemoglobina	$9.5 \pm 2$	$10 \pm 2$	NS
Linfocitos ( $10^3/\mu\text{L}$ )	$0.45 \pm 0.18$	$0.38 \pm 0.18$	NS
Albumina (g/dL)	$4 \pm 1$	$3.5 \pm 0.5$	NS
Sat 0 (%)	$95 \pm 3$	$94 \pm 3$	NS
Sat 180 (%)	$98 \pm 2$	$98 \pm 2$	NS

Sat 0, saturación al minuto 0, Sat 180, saturación al minuto 180.

## DISCUSIÓN.

El análisis del estado de hidratación en pacientes hipertensos en hemodiálisis crónica 2 veces por semana determinado mediante bioimpedancia eléctrica demostró que la media del agua corporal total fue de  $38 \pm 8$  L, donde el agua extracelular correspondía a  $17.4 \pm 4$  L y el agua intracelular a  $21 \pm 5$  L. El OH promedio prediálisis fue de 2.8 L (1.5-3.7) y el OH posdiálisis de 0.6 L ( $\pm 0.12$ -1.3) orientando a que el OH posdiálisis esperado era cercano a la normalidad. Cabe destacar el descontrol hipertensivo de la población analizada ya que la media de la presión arterial sistólica y diastólica pre- diálisis fue de 162 mmHg ( $\pm 22$  mmHg) y 99 ( $\pm 10$  mmHg) respectivamente distando de las cifras recomendadas para el paciente enfermo renal (menos de 140/80 mmHg –KDOQI, AHA, ACC, JNC VIII).

Se demostró correlación entre los valores de la presión arterial sistólica pre-diálisis y agua corporal total ( $r=0.46$ ,  $p=0.004$ ), agua extracelular ( $r=0.48$ ,  $p=0.003$ ) y agua intracelular ( $r=0.33$ ,  $p=0.04$ ), presión arterial media pre-diálisis y agua corporal total ( $r=0.41$ ,  $p=0.01$ ) y agua extracelular ( $r= 0.42$ ,  $p=0.009$ ). Sin embargo estas correlaciones deben ser tomadas con cautela por que si bien se determinó que a mayor agua corporal total, agua extracelular e intracelular; mayor será la cifra de presión arterial sistólica y media pre-diálisis, no necesariamente traduce sobrehidratación (OH), ya que la distribución del agua corporal total depende de la edad, genero, peso y talla de un individuo.

Al analizar específicamente sobrehidratación (determinado por OH, donde ya se toma en cuenta agua corporal total así como su distribución en los diferentes espacios; y esto es ajustado a variables clínicas del individuo como edad, genero, peso y talla) con mayor descontrol hipertensivo no existió correlación, obteniéndose los siguientes resultados: OH pre-diálisis y valores de presión arterial prediálisis tanto sistólica ( $r=0.06$ ,  $p=0.67$ ), diastólica ( $r=0.26$ ,  $p=0.10$ ) y media ( $r=0.14$ ,  $p=0.37$ ), tampoco hubo correlación de OH prediálisis con los valores al final de la sesión de HD de presión arterial sistólica ( $r=0.06$ ,  $p=0.67$ ), diastólica ( $r=0.14$ ,  $p=0.37$ ) y media ( $r=0.046$ ,  $p=0.7$ ). Lo anterior difiere con lo

reportado en poblaciones hipertensas en hemodiálisis crónica 3 veces por semana donde el estado de sobrehidratación (OH) tiene una estrecha relación con descontrol hipertensivo; en otras palabras, la sobrehidratación no es la causa del descontrol hipertensivo en nuestra población con hemodiálisis 2 veces por semana.

Es de destacar la alta frecuencia de hipertensión transdiálisis encontrada, independientemente de la definición analizada resulto ser superior a la descrita en poblaciones con 3 sesiones de hemodiálisis por semana; sin embargo a diferencia de estas últimas, la sobrehidratación (al igual que para el descontrol hipertensivo prediálisis) no fue el mecanismo subyacente en nuestra muestra.

Dentro de las fortalezas existentes es que fueron evaluados 5 comportamientos diferentes de elevación de la presión arterial durante la sesión de hemodiálisis; esto debido a la falta de estandarización del concepto y con la finalidad de explorar la gran variedad de definiciones usadas y ver el comportamiento de nuestra población respecto a los ya establecidos.

Encontramos que entre el 25 al 65% de los pacientes con hemodiálisis 2 veces por semana cumplieron la definición 4 y 2 respectivamente (cuando la prevalencia reportada oscila entre el 10-20% en pacientes en hemodiálisis con 3 sesiones por semana) Se esperaba que en esta población existiera como principal causa la sobrehidratación sin embargo no hubo diferencias significativas a este respecto e incluso en la definición 4 (Aumento de la TAM más de 15 mmHg durante la sesión de hemodiálisis respecto a la basal), el OH prediálisis fue mayor en el grupo sin hipertensión comparado con el grupo con hipertensión ( $3.4 \pm 2.1$  vs  $1.4 \pm 3.6$ ,  $p=0.04$ ). En este punto es importante recordar que no todo en hipertensión transdiálisis es sobrecarga de volumen; existen otros mecanismos como la sobreactivación del sistema simpático, niveles elevados de ADMA, disminución de la liberación endotelial de óxido nítrico por disfunción endotelial, aumento de los niveles de endotelina 1, etc; y que no fue analizado en este estudio.

A su vez cuando se analizaron las variables clínicas y bioquímicas en base a la definición 2 de hipertensión transdiálisis, la única variable significativa fue la edad de los pacientes siendo más jóvenes los que cumplían el criterio.

Es probable que la causa de hipertensión transdiálisis en nuestra población estudiada sea por alguno de los mecanismos antes descritos y no analizados en este estudio. Esto es importante con fines de tratamiento ya que de forma general en pacientes que tiene este comportamiento de presión arterial durante la sesión de hemodiálisis, la primera estrategia de tratamiento es la disminución del peso seco (con mayor UF) y como se evidencio en nuestro estudio nuestros pacientes no tienen este mecanismo como causa y si otros no analizados, esta estrategia no resulta útil, incluso puede ser deletérea perpetuando el mecanismo responsable (por ejemplo a mayor UF, mayor deshidratación, menor volumen arterial efectivo y mayor sobreactivación del sistema simpático). Así pues en lo sucesivo en lo que respecta a nuestra población esta estrategia será relegada.

Es importante mencionar que se conoce que la variabilidad de la presión arterial durante la sesión de hemodiálisis está asociada a mortalidad (por ejemplo el grupo de Park y colaboradores -29- describió que cualquier aumento de la presión arterial sistólica durante la sesión de hemodiálisis es significativo y se asocia con mortalidad –Definición 1 analizada-, no obstante también se conoce la asociación con mortalidad que presentan los pacientes que cursan con hipotensión intradiálisis).

Una de las fortalezas de este estudio es ser el primer trabajo conocido (al menos en México y en la revisión literaria no se encontró otro publicado en la base de datos PUBMED que tuviera como objetivo principal el analizado en este estudio), que evaluó el estado de hidratación de pacientes hipertensos en hemodiálisis crónica 2 veces por semana. Sin embargo la principal limitante es el número pequeño de los pacientes analizados (40 de los 60 inicialmente planeados), dificultando extrapolar los resultados de manera categórica al resto de nuestra población.

El análisis de la composición corporal y el estado de hidratación no había sido estudiado en pacientes que solo reciben 2 sesiones de hemodiálisis por semana, ya que de forma estandarizada se ha definido que el enfermo renal en terapia de sustitución con hemodiálisis debe recibir 3 sesiones de hemodiálisis por semana. En esta población es frecuente encontrar hipertensión arterial como problema coexistente y se ha definido como la sobrehidratación tiene correlación con mayor descontrol tensional (sobrecarga de volumen) y desenlaces desfavorables.

Es bien conocido que en México los pacientes enfermos renales sin afiliación a seguridad social tienen menor acceso al tratamiento de sustitución renal (tanto diálisis peritoneal como hemodiálisis) con los deletéreos desenlaces que eso conlleva <sup>12</sup>.

En otros países (principalmente España) se ha optado por una estrategia de tratamiento de hemodiálisis denominada incremental, donde a los enfermos incidentes que inician hemodiálisis y donde mantiene función renal residual (aclaramiento renal de urea de al menos 3 ml/min/1.73 mts –que corresponde con Kt/V de 2.3-) inician con 2 sesiones de hemodiálisis por semana en lugar de las 3 estandarizadas. Los resultados de morbimortalidad en esta población se han analizado y no son diferentes a los encontrados en controles pareados con 3 sesiones de hemodiálisis por semana <sup>28</sup>.

En nuestra población estudiada la razón de las 2 sesiones de hemodiálisis por semana como ha sido comentado es por limitante económica principalmente (No siendo tal vez la mejor estrategia ya que un porcentaje considerable no mantiene función renal residual).

Como ya fue comentado las principales limitantes de este trabajo fueron el pequeño número de pacientes analizados, y la falta de evaluación de biomarcadores descritos en la génesis de hipertensión transdiálisis diferentes a la sobrehidratación. Sin embargo su realización permite abrir un campo de investigación futura que puede incluir las siguientes directrices:

- Investigar si en los pacientes con descontrol hipertensivo o aquellos con hipertensión transdiálisis donde la causa no parece ser exceso de volumen existe hiperactividad del sistema simpático. **Estudio observacional**
- Investigar si en esta población especial un aumento del “peso seco” y evitar la ultrafiltración en las sesiones de hemodiálisis mejora el control tensional entre y durante la sesión de hemodiálisis. **Estudio experimental**
- Realizar un estudio prospectivo que evalúe impacto en morbimortalidad de estas maniobras en pacientes con hipertensión transdiálisis comparado con las estrategias comunes de disminución en peso seco y/o uso de fármacos betabloqueadores. **Estudio observacional**

## **CONCLUSIONES**

El análisis del estado de hidratación en pacientes hipertensos en hemodiálisis 2 veces por semana demuestra una correlación significativa entre las cifras prediálisis de presión arterial sistólica y media con el agua corporal total, extracelular e intracelular. Esta correlación se pierde cuando se analiza sobrehidratación como factor causal del descontrol hipertensivo.

La hipertensión transdiálisis (independientemente de la definición analizada) en población hipertensa con hemodiálisis 2 veces por semana es más frecuente que la reportada en pacientes con 3 tratamientos por semana y donde la sobrehidratación tampoco parece ser el mecanismo subyacente por lo que la estrategia terapéutica de disminución del peso seco (ultrafiltración adicional) debe ser individualizada.

## Referencias bibliográficas:

Listado de las fuentes documentales, citadas en orden de aparición en el contenido, que apoyan la propuesta de la investigación estilo Vancouver.

1. Luyckx V, Tonello M, et al. La carga global de la insuficiencia renal y los objetivos de desarrollo sostenible. Boletín de la organización mundial de la salud. Volumen 96:2018, p. 369-440.
2. Gonzalez-Bedat M. C, Rosa-Diez G., Ferreiro A. El Registro Latinoamericano de Diálisis y Trasplante Renal: la importancia del desarrollo de los registros nacionales en Latinoamérica. *Nefrología Latinoamericana*, 2017, vol. 14, no 1, p. 12-21.
3. Méndez-Durán A, Méndez-Bueno JF, Tapia-Yáñez T et al. Epidemiología de la insuficiencia renal crónica en México. *Diálisis y Trasplante* 2010;31(1):7-11.
4. Vivekanand Jha, Garcia Garcia G, Kunitoshi Iseki et al. Chronic kidney disease: global dimension and perspectives. *Lancet* 2013; 382: 260-72.
5. Lozano R, Gomez-Dantes H, Garrido-Latorre F, et al. Burden of disease, injuries, risk factors and challenges for the health system in Mexico. *Salud Publica Mex.* 2013;55:580-594.
6. Amato D, Alvarez-Aguilar C, Rodriguez E et al. Prevalence of chronic kidney disease in an urban Mexican population. *Kidney Int* 2005; 68 (Suppl 97): S11-S17.
7. Yang W, Xie D, Anderson AH, et al. Association of kidney disease outcomes with risk factors for CKD: findings from the Chronic Renal Insufficiency Cohort Study (CRIC). *Am J Kidney Dis.* 2014;63(2): 236-243.
8. Chazot, C., Wabel, P., Chamney, P et al. Importance of normohydration for the long-term survival of haemodialysis patients. *Nephrology Dialysis Transplantation.* 2012;27(6), 2404-2410.
9. Voroneanu L, Cusai C, Hogas S, et al: The relationship between chronic volumen overload and elevated blood pressure in hemodialysis patients:

- use of bioimpedance provides a different perspective from echocardiography and biomarker methodologies. *Int Uro Nephrol* 2010, 42:789-797.
10. Samer R, Thijssen S, Penne E, et al: Effect of change in fluid status evaluated by bioimpedance techniques on body composition in hemodialysis patients. *Journal of Renal Nutrition*, 2017, p 1-8.
  11. Valdez Ortiz R, Navarro Reynoso F, et al. Mortality in patients with chronic renal disease without health insurance in Mexico: Opportunities for a national renal health policy. *Kidney international reports*. 2018.
  12. Wizemann V, Wabel, P, Chamney, P et al. The mortality risk of overhydration in haemodialysis patients. *Nephrology Dialysis Transplantation*, 2009; 24(5), 1574-1579.
  13. De varies P. M.J.M, Noordergraaf A. V, Van der Meer B.J.M et al. Bioelectrical impedance analysis: clinical tool in assessing total body water and thoracic fluid. *The international journal of artificial organs*. 1995; 18(11): 693-699.
  14. A. Vega, S. Abad, et al. Any grade of relative overhydration is associated with long term mortality in patients with stages 4 and 5 non dialysis chronic kidney disease. *Clinical Kidney Journal*, 2018, vol 11, No 3, 372-376, C. Zoccali, U. Moissl et al. Chronic fluid overload and mortality in ESRD, *J Am Soc Nephrol* 28: 2017).
  15. Caravaca F, Martinez del viejo J, Martinez G, et al: estimación del estado de hidratación mediante bioimpedancia espectroscópica multifrecuencia en la enfermedad renal crónica avanzada. *Nefrología* 2011;31 (5): 537-44.
  16. Agarwal R, Alborzi P, Satyan S, et al: Dry weight reduction in hypertensive hemodialysis patients (DRIP), A Randomized, Controlled Trial, *Hypertension* March 2009.
  17. Nongnuch A, Campbell N, Ster E, et al: Increased postdialysis systolic blood pressure is associated with extracellular overhydration un hemodialysis outpatients. *Kidney international* 2014.
  18. Liu H, Lu R, Shastri S, et al: Assessing extracellular volumen in hemodialysis patients using intradialytic blood pressure slopes. *Nephron Clinical practice*, 2018.

19. Basso F, Manani S, Ronco C, et al: Comparison and reproducibility of techniques for fluid status assessment in chronic hemodialysis patients. *Cardiorenal Med* 2013;3:104-112.
20. P. Macek, T. Jirka et al. Guided optimization of fluid status in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 2010 (25): 538-544.
21. N. Bansal, R. Zelnick, et al. Bioelectrical impedance analysis measures and clinical outcomes in CKD. *AJKD* 2018.
22. M. Maioli, A. Tosso, et al, Bioimpedance guided hydration for the prevention of contrast induced kidney injury, Estudio HYDRA. *Journal of the american college cardiology*, vol 71, No 25, 2018.
23. A. Sarafidis, C. Loutradis, et al. The association of interdialytic blood pressure variability with cardiovascular events and all cause mortality in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant*, 2018 1-9.
24. Raikou V, Kyriaki D. The association between intradialytic hypertension and metabolic disorders in end stage renal disease. *International Journal Hypertension*, 2018.
25. DE NÚREMBERG, Tribunal. Código de Núremberg. *Recuperado de <http://www.bioeticanet.info/documentos/Nuremberg.pdf>*, 1947.
26. De Salud, Ley General, and CAPITULO UNICO. "Ley General de Salud." *México: Editorial ISEF*, 2013.
27. MUNDIAL, Asociación Médica. Declaración de Helsinki. *Relaciones Internacionales*, 2009.
28. Inkyong H, Yong K, et al. Individualized hemodialysis treatment: A perspective on residual kidney function and precision medicine in nephrology. *CardioRenal Medicine* 2019;9:69-82.
29. Park J, Rhee CM, et al. A comparative effectiveness research study of the change in blood pressure during hemodialysis treatment and survival. *Kidney Int* 2013;83:795-802.

# ANEXOS

## CARTA DE APROBACIÓN POR COMITÉ DE ÉTICA E INVESTIGACIÓN

  
Gobierno del Estado  
de Michoacán de Ocampo

Dependencia: SECRETARÍA DE SALUD DE MICHOACÁN  
Sub-dependencia: HOSPITAL GENERAL "DR. MIGUEL SILVA"  
Oficina: COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN E INVESTIGACIÓN  
No. de oficio: 5009/090/19  
Expediente:  
Asunto: OBSERVACIONES AL PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN

"2019, AÑO DEL CAUDILLO DEL SUR, EMILIANO ZAPATA"

Morelia, Michoacán, 24 de mayo del 2019.

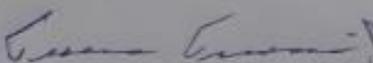
**C. DR. JUAN LÓPEZ SANTAMARÍA**  
INVESTIGADOR PRINCIPAL  
PRESENTE.

Por este conducto le informamos, que el Comité de Ética en Investigación con número de registro Conbioética-16-CEI-004-20161212 de fecha de expedición 12 de diciembre del 2016 el Comité de Investigación con número de Registro 17-CI-16053153 con fecha de expedición 11 de noviembre del 2017 del Hospital General "Dr. Miguel Silva" una vez revisadas las observaciones que se le hicieron en la sesión ordinaria del 16 de mayo presente a su protocolo de investigación número 468/01/19 titulado: "Análisis del estado de hidratación mediante bioimpedancia eléctrica en pacientes hipertensos con enfermedad renal crónica en hemodiálisis con 2 sesiones por semana". Ha sido **APROBADO**

No omito mencionar que deberá presentar a estos comités los resultados de acuerdo a la norma oficial mexicana que establece los criterios para la ejecución de proyectos de investigación para la salud en seres humanos.

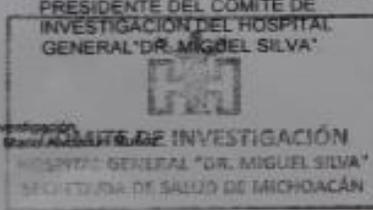
Sin más por el momento, le envié un cordial saludo.

ATENTAMENTE

  
**DRA. MARIA TERESA SILVIA TINOCO ZAMUDIO**  
PRESIDENTA DEL COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN  
DEL HOSPITAL GENERAL "DR. MIGUEL SILVA"

  
**DR. JOSÉ FRANCISCO LÓPEZ BELTRÁN**  
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE INVESTIGACIÓN DEL HOSPITAL  
GENERAL "DR. MIGUEL SILVA"

  
COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN  
HOSPITAL GENERAL "DR. MIGUEL SILVA"  
SECRETARÍA DE SALUD DE MICHOACÁN  
MT62-JFLB/ser

  
COMITÉ DE INVESTIGACIÓN  
HOSPITAL GENERAL "DR. MIGUEL SILVA"  
SECRETARÍA DE SALUD DE MICHOACÁN

MT62-JFLB/ser  
Michoacán #EstánTi

\*El contenido del presente documento es responsabilidad directa del titular del Área Administrativa

## CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Lugar\_\_\_\_\_

Fecha\_\_\_\_\_

Por medio de la presente acepto participar en el proyecto de investigación con el siguiente título: *“Análisis del estado de hidratación mediante bioimpedancia eléctrica en pacientes hipertensos con enfermedad renal crónica en hemodiálisis con 2 sesiones por semana”*

Realizado por el residente de Nefrología Juan López Santamaria.

Este proyecto de investigación se realizará bajo las normas que rige la investigación clínica en el Estado en base a la Ley General de Salud, las buenas prácticas clínicas, la Declaración de Helsinki en la cual se establece que “cuando un médico proporcione una asistencia médica que pudiera tener un efecto de debilitamiento del estado físico y mental del paciente el médico deberá actuar únicamente en interés del paciente”, entre otros, con la aprobación del Comité de Investigación y de Ética de esta institución. DECLARO que he comprendido adecuadamente la información que contiene este documento, que firmo el consentimiento para la realización del procedimiento que se describe en el mismo.

Y se me ha explicado las actividades que se me practicarán durante el protocolo que son las siguientes: En el transcurso de su sesión habitual de hemodiálisis se le realizara un examen clínico exploratorio para evaluar el estado de hidratación en su cuerpo, se le determinara su tensión arterial y frecuencia cardiaca, se le realizara una prueba que se denomina bioimpedancia eléctrica, la cual no es invasiva para usted y se realiza colocando parches adhesivos sobre su muñeca y pie derechos.

El investigador principal se ha comprometido a darme la información oportuna sobre cualquier procedimiento alternativo cuando sea beneficioso para mi tratamiento, así como responder a cualquier pregunta y duda que le plantee

acerca de las evaluaciones que se llevarán a cabo, los riesgos, beneficios o cualquier otro asunto relacionado con la investigación o con mi tratamiento.

Entiendo que conservo el derecho de retirarme del estudio en cualquier momento en que lo considere conveniente, sin que ello afecte la atención médica que recibo de este hospital.

También se me ha asegurado que no se me identificará en las presentaciones o publicaciones que deriven de este estudio y que los datos relacionados con mi privacidad serán manejados en forma confidencial. También se ha comprometido a proporcionarme información actualizada que se obtenga del estudio, aunque esta pueda hacerme cambiar de parecer respecto a mi permanencia en el mismo.

Cualquier duda o aclaración con respecto a este estudio, puede comunicarse las 24 horas del día con el investigador principal (Dr. Juan López Santamaria. Celular: (443) 2736920 y con los presidentes del comité de ética e investigación del Hospital General "Dr. Miguel Silva".

---

Nombre y firma del paciente

---

Testigo

---

Testigo

## HOJA DE RECOLECCION DE DATOS

### DATOS GENERALES

Número de paciente: \_\_\_\_\_

Nombre (iniciales): \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_

IMC: \_\_\_\_\_

Peso: \_\_\_\_\_

Talla: \_\_\_\_\_

Sexo: Masculino/Femenino. Causa de ERC: \_\_\_\_\_

TA Sistólica: \_\_\_\_\_ TA Diastólica: \_\_\_\_\_ Vol. Urinario: \_\_\_\_\_

Grado de edema: \_\_\_\_\_ Tiempo de diagnóstico de ERC: \_\_\_\_\_

Tiempo en hemodiálisis: \_\_\_\_\_ Diabetes Mellitus: \_\_\_\_\_ HAS: \_\_\_\_\_

# De Fármacos antihipertensivos: \_\_\_\_\_ Uso de Diurético: \_\_\_\_\_

Tipo de Diurético: \_\_\_\_\_ Dosis de Diurético: \_\_\_\_\_

Glucemia:	Hemoglobina:
Creatinina sérica:	Linfocitos Totales:
BUN:	Albumina:
Na plasmático:	Proteinuria:
Cl plasmático:	Índice Pru/Cru:
K Plasmático:	OH:

- Hipertensión arterial transdiálisis: Si/No
- Calambres transdiálisis: Si/No
- Hipotensión transdiálisis: Si/No