



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA  
IGNACIO CHÁVEZ



DEPARTAMENTO DE NEFROLOGÍA

**“USO DE BIOIMPEDANCIA ELÉCTRICA Y SU  
ASOCIACIÓN CON MORTALIDAD EN PACIENTES  
CON DIÁLISIS PERITONEAL AUTOMATIZADA”**

TESIS DE POSGRADO  
PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN:

**NEFROLOGÍA**

P R E S E N T A

**DR. JULIO CÉSAR ARRIAGA GARCÍA RENDÓN**

DIRECTOR DE TESIS:

**DR. BERNARDO MOGUEL GONZALEZ**

PROFESOR TITULAR:

**DRA. MAGDALENA MADERO ROVALO**

CD. UNIVERSITARIA, CD. MX., 2017



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. Juan Verdejo Paris  
Director de Enseñanza



Instituto Nacional de Cardiología "Dr. Ignacio Chávez"



Dra. Magdalena Madero Rovalo  
Jefa del Departamento de Nefrología

Instituto Nacional de Cardiología "Dr. Ignacio Chávez"



Dr. Bernardo Moguel González  
Médico Adscrito de Nefrología

Instituto Nacional de Cardiología "Dr. Ignacio Chávez"



Dr. Julio César Arriaga García Rendón  
Residente de tercer año Nefrología

Instituto Nacional de Cardiología "Dr. Ignacio Chávez"

## **Dedicatoria**

Con cariño y aprecio a todos mis pacientes.

## **Agradecimientos**

A mi familia por su apoyo y cariño.

Al Dr. Bernardo Moguel por su orientación y enseñanza.

A la Lic. en nutrición Gabriela Leal por su compromiso y dedicación.

A la Lic. en enfermería Silvia Ruiz por su gran calidad en la atención al paciente.

## Índice general

Agradecimientos.....	4
Resumen.....	8
Introducción	
Marco Teórico	
Enfermedad renal crónica.....	10
Enfermedad renal crónica en México.....	11
Mortalidad en enfermedad renal crónica.....	12
Diálisis peritoneal en México.....	13
Factores asociados a mortalidad en diálisis peritoneal.....	13
Factores no modificables asociados a mortalidad en diálisis peritoneal.	14
Parámetros hematológicos asociados a mortalidad en diálisis peritoneal.	14
Parámetros metabólicos asociados a mortalidad en diálisis peritoneal...	15
Electrolitos séricos asociados a mortalidad en diálisis peritoneal.....	15
Parámetros de metabolismo mineral óseo asociados a mortalidad en diálisis peritoneal .....	17
Parámetros cardiovasculares asociados a mortalidad en diálisis peritoneal.....	17
Parámetros nutricionales asociados a mortalidad en diálisis peritoneal...	19
Estado de volumen y su asociación con mortalidad en diálisis peritoneal.	24
Papel de la Bioimpedancia eléctrica en la evaluación de sobrecarga hídrica.....	26

Índices de sobrecarga hídrica.....	27
Agua extracelular / Agua corporal total AEC / ACT.....	28
Ángulo de fase.....	30
Planteamiento del problema.....	32
Justificación.....	33
Pregunta de investigación.....	34
Hipótesis.....	35
Objetivo primario.....	36
Objetivos secundarios.....	36
Metodología.....	37
Análisis estadístico.....	40
Consideraciones éticas.....	41
Resultados.....	42
Discusión.....	57
Conclusiones.....	59
Referencias.....	60

## Índice de tablas

Tabla 1. Principales causas de mortalidad por residencia habitual, sexo y grupo de edad del fallecido INEGI 2015.

Tabla 2. Criterios del síndrome de desgaste proteico energético.

Tabla 3. Etiología de ERC en los participantes (n=64).

Tabla 4. Diseño del estudio.

Tabla 5. Clasificación de Mosteller para prescripción de volumen (lts) de acuerdo a área de superficie corporal.

Tabla 6. Resumen de la distribución de prescripción (volumen x SC) de DPA.

Tabla 7. Signos vitales de los participantes (n=64).

Tabla 8. Uso de medicamentos, tiempo en DPA y uresis residual.

Tabla 9. Resumen de prueba diagnóstica.

Tabla 10. Características basales de la muestra y comparación entre grupos (euvolemia vs sobrecarga hídrica).

Tabla 11. Comparación entre grupos vivos versus fallecidos.

Tabla 12. Correlación entre variables significativas del estudio.

Tabla 13. Modelo de regresión para predicción del 77% de mortalidad.

Tabla 14. Modelo de regresión ajustado (predictor del 53% de mortalidad).

Tabla 15. Modelo de riesgo de mortalidad con razón de momios (OR).

### **Índice de figuras**

Figura 1. Clasificación y pronóstico de ERC por filtrado glomerular y albuminuria KDIGO 2012.

Figura 2. Factores de riesgo asociados a mortalidad en pacientes con diálisis peritoneal.

Figura 3. Causas de muerte en los participantes del estudio.

### **Índice de gráficos**

Gráfico 1. Superficie Corporal de los participantes.

Gráfico 2. Tipo de transporte peritoneal (n=64).

Gráfico 3. Índice de masa corporal de los participantes (n=64).

Gráfico 4. Clínica de edema en pacientes del estudio (n=64).

Gráfico 5. Curva COR (contraste de clínica de edema vs AEC/ACT).

Gráfico 6. Mortalidad por índice de Edema (0.387).



## Resumen

### Introducción

La enfermedad renal crónica es un problema de salud pública que afecta alrededor del 30% de los mexicanos. El aumento en la prevalencia de enfermedades crónico-degenerativas tiene relación con el inicio de terapias de sustitución renal, siendo en México la diálisis peritoneal la modalidad más utilizada con cifras mayores al 60%. Por tal motivo, es necesario implementar medidas de prevención, desarrollar herramientas para mejorar el tratamiento y evitar complicaciones en pacientes con diálisis peritoneal.

### Objetivos

Evaluar la sobrecarga hídrica a través de bioimpedancia eléctrica y su utilidad como prueba diagnóstica y pronóstica en pacientes con diálisis peritoneal automatizada. Conocer los factores de riesgo asociados con mortalidad en una cohorte de pacientes con esta terapia de sustitución renal.

### Métodos

Estudio de cohorte retrospectiva que incluyó a 64 pacientes de la clínica de diálisis peritoneal automatizada del Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Se analizaron variables generales, evaluación clínica del paciente, composición corporal por bioimpedancia, perfil metabólico, biometría hemática, perfil de hierro, electrolitos séricos, metabolismo mineral óseo, uso de medicamentos y uresis residual.

### Resultados

El punto de corte para sobrecarga hídrica fue un índice de edema (AEC/ACT) por bioimpedancia de 0.387 mostrando un área bajo la curva de 0.628, sensibilidad de 83%, especificidad de 42% y razón de verosimilitud positiva de 1.44. Se clasificaron a 24 pacientes como euvolémicos y 40 pacientes con sobrecarga hídrica. La comparación entre grupos fue significativa para el ángulo de fase ( $p < 0.001$ ), albúmina ( $p < 0.001$ ), hemoglobina ( $p = 0.026$ ), Ancho de distribución eritrocitaria (ADE) ( $p = 0.002$ ), magnesio ( $p = 0.012$ ) y hierro sérico ( $p = 0.014$ ). La

mortalidad en el grupo de sobrecarga hídrica fue del 14% a los 48 meses con un valor  $p=0.03$ . Se realizó un modelo predictor de mortalidad del 53% con las variables de índice de edema 0.387 OR 1.29 IC95% 1.09-1.53 ( $p=0.02$ ), ángulo de fase  $\leq 4.8$  OR 6.13 IC95% 1.16-32.37 ( $p=0.01$ ), albúmina  $\leq 3.5$  OR 5.86 IC95% 1.29-26.59 ( $p=0.01$ ), Edad > 50 años OR 5.0 IC95% 1.15-21.78 ( $p=0.03$ ) y ADE $\geq 14.5\%$  OR 1.38 IC95% 1.12-1.69 ( $p=0.001$ ).

## Conclusiones

La bioimpedancia eléctrica en pacientes con diálisis peritoneal automatizada (DPA) es una herramienta práctica, útil y sensible para evaluar sobrecarga hídrica incluso en pacientes sin clínica de edema. El punto de corte de índice de edema en 0.387 y el ángulo de fase menor a 4.8 se asocian a con mortalidad y deben ser considerados factores de riesgo independientes en pacientes con esta modalidad de terapia sustitutiva. Existe una buena correlación entre la sobrecarga hídrica, albúmina sérica y niveles de ADE (ancho de distribución eritrocitaria) permitiendo en conjunto predecir más del 50% de mortalidad en pacientes con DPA.

Palabras clave: diálisis peritoneal automatizada, bioimpedancia eléctrica, índice de edema, ángulo de fase, mortalidad.

# “USO DE BIOIMPEDANCIA ELÉCTRICA Y SU ASOCIACIÓN CON MORTALIDAD EN PACIENTES CON DIÁLISIS PERITONEAL AUTOMATIZADA”

## Introducción

En las últimas décadas, México ha presentado un incremento en la prevalencia de enfermedades crónico-degenerativas. La UNICEF (Fondo Internacional de Emergencia de las Naciones Unidas para la Infancia) coloca a nuestro país en primer lugar a nivel mundial en sobrepeso y obesidad en niños y adolescentes<sup>1</sup>. De acuerdo a los resultados de la encuesta *ENSANUT 2016 “MEDIO CAMINO”*<sup>2</sup>, en adultos, las cifras de sobrepeso y obesidad continúan en aumento con prevalencia combinada del 72.5%, de hipertensión arterial de 25.5% y de diabetes mellitus (DM) de 9.4%. Nuestro país ocupa el sexto lugar mundial en número de personas con diabetes mellitus de acuerdo a la IDF (Federación Internacional de Diabetes)<sup>3</sup>. La presencia de estas enfermedades se asocia con mayor riesgo cardiovascular, desarrollo de enfermedad renal crónica (ERC), requerimiento de sustitución renal y mortalidad.

## Marco Teórico

### Enfermedad renal crónica

De acuerdo a la definición de Kidney Disease Improved Global Outcomes (KDIGO)<sup>4</sup> la ERC comprende una disminución de la tasa de filtrado glomerular (TFG) por debajo de 60 ml/min/1.73 m<sup>2</sup> acompañada por anomalías estructurales o funcionales presentes por más de tres meses. Esta enfermedad se clasifica en 5 diferentes estadios que toman en cuenta la TFG y la albuminuria siendo pilar importante en el cuidado del paciente el control de los factores de progresión, el manejo multidisciplinario del mismo, la valoración nefrológica enfocada en la prevención de desenlaces adversos, el oportuno inicio de alguna de las modalidades de terapia de sustitución renal y el desarrollo de estrategias terapéuticas que impacten en una mejor sobrevida.

Las complicaciones relacionadas con la ERC comprenden una mayor mortalidad cardiovascular, presencia de anemia, desnutrición, alteraciones del metabolismo mineral óseo, sobrecarga hídrica, alteraciones cognitivas y principalmente afección en la calidad de vida.

Filtrado glomerular Categorías, descripción y rangos (ml/min/1,73 m <sup>2</sup> )			Albuminuria		
			Categorías, descripción y rangos		
			A1	A2	A3
			Normal a ligeramente elevada	Moderadamente elevada	Gravemente elevada
			< 30 mg/g <sup>a</sup>	30-300 mg/g <sup>a</sup>	> 300 mg/g <sup>a</sup>
G1	Normal o elevado	≥ 90		Monitorizar	Derivar
G2	Ligeramente disminuido	60-89		Monitorizar	Derivar
G3a	Ligera a moderadamente disminuido	45-59	Monitorizar	Monitorizar	Derivar
G3b	Moderada a gravemente disminuido	30-44	Monitorizar	Monitorizar	Derivar
G4	Gravemente disminuido	15-29	Derivar	Derivar	Derivar
G5	Fallo renal	< 15	Derivar	Derivar	Derivar

Figura 1. Clasificación y pronóstico de ERC por filtrado glomerular y albuminuria KDIGO 2012.

### Enfermedad renal crónica en México

El incremento en la prevalencia ERC en nuestro país obedece la alta incidencia de enfermedades crónico-degenerativas y sus complicaciones como se observa a nivel mundial.

En un estudio piloto que incluyó a pacientes adultos de la ciudad de México y Jalisco con antecedente de DM, hipertensión o historia familiar de diabetes, hipertensión o ERC se observó una prevalencia de ERC del 22-33%<sup>5</sup>.

La estadística poblacional y la información recopilada de las instituciones de salud a nivel nacional muestran un incremento lineal por año de las etiologías asociadas con este padecimiento. Por otro lado, en un estudio realizado en poblaciones rurales de Jalisco en personas de escasos recursos la prevalencia de ERC fue de 15.8% explicada por un mayor índice de enfermedades infecciosas y abuso de sustancias<sup>6</sup>.

Es importante tomar en consideración la existencia de causas de ERC “no tradicionales” que afectan a la población de América central y Sudamérica con mecanismos de daño túbulointersticial; con prevalencia en zonas principalmente agricultoras de hasta un 28%<sup>7,8</sup>.

La Fundación Mexicana del Riñón estima un aproximado hasta el 2016 de 9.6 millones de personas con enfermedad renal leve y 140 000 pacientes con enfermedad renal crónica.

La tasa de crecimiento de la enfermedad renal crónica ha sido del 11% anual en los últimos 10 años<sup>9</sup>. La secretaria de salud señala una prevalencia de 40 mil casos nuevos por año.

#### Mortalidad en enfermedad renal crónica

La ERC está considerada dentro de las 10 principales causas de muerte en México; teniendo una estrecha relación con enfermedades del corazón y la mortalidad por diabetes mellitus. De acuerdo a estadísticas del *INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática)* en el 2015 alrededor de 13 mil mexicanos fallecieron por enfermedad renal<sup>10</sup>.

Orden de Importancia	Causas	Clave Lista Mexicana	Defunciones
	<b>Total</b>	<b>[ 01-E59 ]</b>	<b>655,688</b>
<b>1</b>	Enfermedades del corazón c/ Enfermedades isquémicas del corazón	[ 26-29 ] [ 28 ]	128,731 88,144
<b>2</b>	Diabetes mellitus	[ 20D ]	98,521
<b>3</b>	Tumores malignos	[ 08-15 ]	79,514
<b>4</b>	Accidentes	[ E49-E53, E57-E58 ]	37,184
	De tráfico de vehículos de motor	[ E49B ]	16,035
<b>5</b>	Enfermedades del hígado	[ 35L-35M ]	35,718
	Enfermedad alcohólica del hígado	[ 35L ]	11,863
<b>6</b>	Enfermedades cerebrovasculares	[ 30 ]	34,106
<b>7</b>	Enfermedades pulmonares obstructivas crónicas	[ 33G ]	21,057
<b>8</b>	Agresiones	[ E55 ]	20,762
<b>9</b>	Influenza y neumonía	[ 33B-33C ]	18,889
<b>10</b>	<b>Insuficiencia renal</b>	<b>[ 38C ]</b>	<b>13,300</b>

Tabla 1. Principales causas de mortalidad por residencia habitual, sexo y grupo de edad del fallecido INEGI 2015.

El número de enfermos que requieren algún tipo de terapia de sustitución renal asciende a 130 mil personas.

#### Diálisis peritoneal en México

El costo aproximado de la diálisis peritoneal en México es de \$110,000.00 pesos anuales y alrededor de 20-30% más barato que la hemodiálisis. En promedio el costo de medicamentos de uso crónico en el paciente con ERC y alguna terapia de sustitución renal se considera entre \$5,000 y \$10,000 pesos mensuales.

En un estudio de ERC crónica realizado por el IMSS (Instituto Mexicano del Seguro Social) se incluyó a 31 712 pacientes de 127 hospitales generales de 21 estados de la República Mexicana con la finalidad de conocer la distribución de terapias de sustitución renal; se observó que 66% de los participantes contaban con DP y 34% con hemodiálisis. La etiología de ERC en este estudio mostró la siguiente distribución: diabetes mellitus (43%), hipertensión arterial (17%), glomerulopatías crónicas (14,4%), no determinadas (9.2%), enfermedad renal poliquística (4,7%), malformaciones congénitas de la vía urinaria (4%), nefropatía lúpica (3,3%) y otras (4,4%). En esta cohorte la mortalidad en promedio fue de 600 defunciones mensuales<sup>11</sup>.

En general la distribución de pacientes con DP por modalidad en nuestro país muestra que el 63% de cuenta con DPCA (diálisis peritoneal continua ambulatoria) y un 37% con DPA (diálisis peritoneal automatizada).

#### Factores asociados a mortalidad en diálisis peritoneal

Existen factores modificables y no modificables en el paciente con ERC que se conocen como blanco terapéutico para evitar o enlentecer la progresión de la enfermedad renal. La mortalidad en los pacientes con diálisis peritoneal se ha evaluado desde diferentes ángulos y con resultados variables.

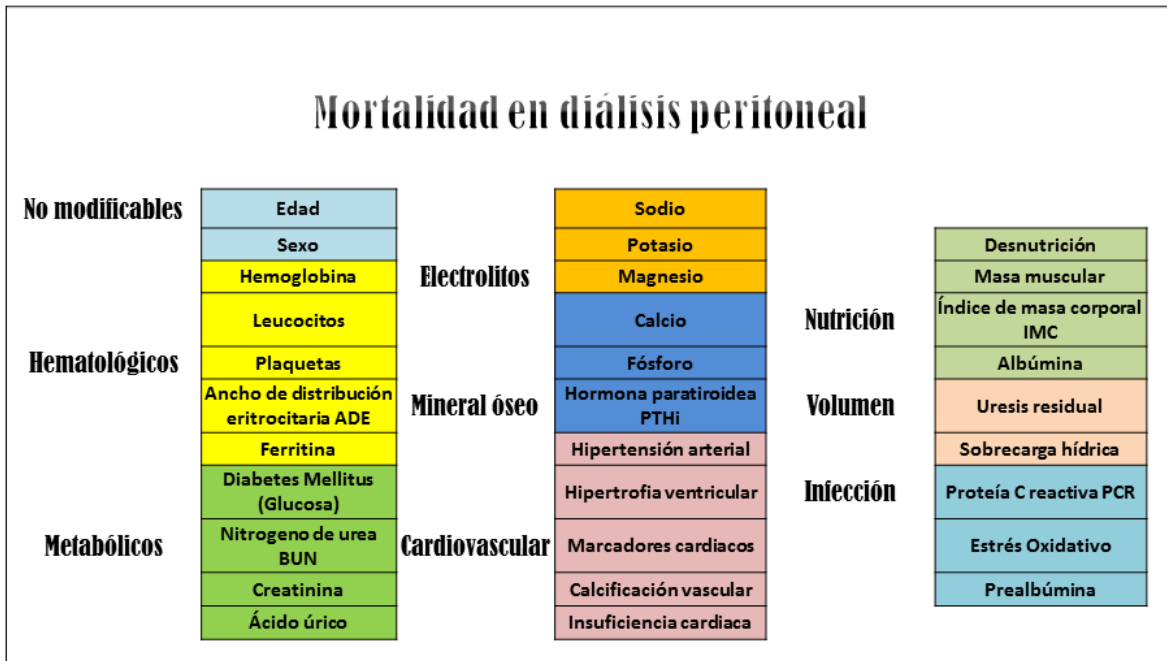


Figura 2. Factores de riesgo asociados a mortalidad en pacientes con diálisis peritoneal.

#### Factores no modificables asociados a mortalidad en diálisis peritoneal

##### Edad

En algunas series se ha observado que los pacientes en el periodo temprano de inicio de diálisis cuentan con mayor edad y comorbilidades como diabetes mellitus y enfermedad cardiovascular<sup>12</sup>.

La edad impacta en la sobrevida de los pacientes con DP, siendo esta un factor relacionado con tasas de 85%, 72%, 57% y 22%, a los 1,2 ,3 y 5 años/diálisis en una cohorte de 290 pacientes<sup>13</sup>.

#### Parámetros hematológicos asociados a mortalidad en diálisis peritoneal

##### Plaquetas

La trombocitosis se relaciona con mayor mortalidad en pacientes con DP, como lo analiza una cohorte de 1324 pacientes en el que se observó una mortalidad del 20% a los 6 años<sup>14</sup>.

## Amplitud de distribución eritrocitaria ADE

Algunos autores han propuesto al ADE como factor predictor de mortalidad debido a su utilidad como marcador de inflamación, factor de riesgo cardiovascular, asociación con liberación de citocinas e incluso riesgo para infección por gram negativos. En un estudio que incluyó a 136 pacientes se observó que cifras de ADE mayor o igual a 14.8% se relacionaban con mayor mortalidad por cualquier causa ( $p < 0.001$ ), sin embargo las características basales de los grupos fueron diferentes para otras variables como albúmina, capacidad de fijación de hierro, recuento total de leucocitos y fracción de eyección del ventrículo izquierdo<sup>15</sup>.

## Ferritina

Los niveles basales de ferritina se ha asociado con mortalidad en pacientes con HD; sin embargo no se ha mostrado esta asociación en pacientes con DP<sup>16</sup>.

## Parámetros metabólicos asociados a mortalidad en diálisis peritoneal

### Ácido úrico

En un estudio observacional con 1278 pacientes en DP 25% de ellos con nefropatía DM. Se observó que los pacientes no diabéticos comparados con aquellos con DM presentaban niveles menores de AU ( $6.8 \pm 1.3$  vs  $7.4 \pm 1.4$  mg/dL;  $p < 0.001$ ). Pacientes con niveles más elevados de AU se asocian con mayor riesgo cardiovascular. (HR, 2.26; 95% CI, 1.14-4.48). Este efecto se observó en hombres pero no en mujeres<sup>17</sup>.

## Electrolitos séricos asociados a mortalidad en diálisis peritoneal

### Sodio

Los estudios de disnatremias y su asociación con mortalidad en pacientes con DP son controversiales, sin embargo la mayoría señalan que la hiponatremia se asocia con riesgo de mortalidad.

La hiponatremia se asocia a deterioro cognitivo, mayor riesgo de caídas, alteraciones cardiacas de la función y de la conducción debido a inhibición de



canales de calcio. Este trastorno aumenta el riesgo de infección por disminución de IL17 por células T helper inmunorreguladoras.

Al evaluar la asociación entre sodio sérico y mortalidad en pacientes con DP incidentes en 4687 pacientes se observó que niveles de sodio tiempo dependientes menores de 140 se asocian con mayor riesgo de mortalidad<sup>18</sup>.

#### Potasio

Las concentraciones disminuidas de potasio < 4.5 mmol/L en pacientes con diálisis peritoneal se relacionan con mortalidad. La hipokalemia es más frecuente en la DP comparada con la HD por lo anterior el manejo de la diálisis peritoneal está enfocado no solo al manejo de la hiperkalemia, sino también en la prevención de la hipokalemia<sup>19</sup>.

#### Hipomagnesemia

El magnesio juega un papel clave en la inmunidad como cofactor de síntesis de inmunoglobulinas, además regula a la baja la calcificación vascular y la diferenciación osteogénica por medio del receptor de melastatina TRPM7, modula la secreción de PTHi de manera similar al calcio por el receptor (CaSR)<sup>20</sup>.

Un estudio retrospectivo que incluyó 253 pacientes con DP mostró que el magnesio sérico menor a 0.7 mmol/L. es un predictor independiente de muerte por cualquier causa ( $p=0.011$ ) y de mortalidad cardiovascular ( $p<0.001$ ) principalmente en mujeres. Sin embargo el delta de magnesio comparativo de un año no fue significativo<sup>20</sup>.

Al parecer las fases tempranas de la terapia se asocian a mayor impacto en la hipomagnesemia y riesgo de los pacientes. Un estudio que incluyó 10 692 pacientes que completaron mediciones de magnesio durante los primeros 91 días de terapia de DP mostró que niveles basales menores a 1.8mg/dl se asociaban con mayor riesgo de hospitalización<sup>21</sup>.

Parámetros de metabolismo mineral óseo asociados a mortalidad en diálisis peritoneal

Al día de hoy no se han estandarizado recomendaciones específicas del manejo de estos marcadores en pacientes con DP debido a que no se cuenta con evidencia suficiente.

Algunos biomarcadores de metabolismo mineral óseo se relacionan con morbilidad y mortalidad en el paciente con diálisis. En un estudio retrospectivo de 12 116 pacientes en DP los niveles de calcio corregido  $\geq 9.5$  mg/dL, niveles de fósforo  $\geq 6.5$  mg/dL o  $< 3.5$  mg/dL se asociaron con mayor mortalidad. Los niveles de PTH aun fuera de rangos ajustados para ERC no se asociaron con mortalidad. Se observó mayor mortalidad en pacientes con fosfatasa alcalina por encima de  $\geq 100$  IU/L<sup>22</sup>.

Parámetros cardiovasculares asociados a mortalidad en diálisis peritoneal

Hipertensión arterial

Es posible que la hipertensión nocturna en pacientes con DP se relacione con la sobrecarga hídrica y la hipoalbuminemia.

En un estudio prospectivo con 69 pacientes con DPCA y edad promedio de 60 años se realizó estudio de monitoreo ambulatorio de presión arterial (MAPA) de 24 horas. Los pacientes con disminución del 10% de la TA por la noche o “dippers” comparado con los “non dippers” mostraban menor AEC y albumina sérica más elevada.

La disminución o “dipping” nocturno es fisiológico y normal, lo cual se relaciona con una disminución del tono simpático, con incremento del tono vagal. La

ausencia de “dipping” en pacientes con ERC se asocia con la masa del ventrículo izquierdo, riesgo CV y mortalidad<sup>23</sup>.

Aproximadamente la mitad de las muertes en pacientes dializados se le atribuye a las enfermedades cardiovasculares estableciendo el mayor riesgo comparado con otras terapias<sup>24</sup>.

La hipertrofia ventricular izquierda no adaptativa, la presencia de otros factores como terapia dialítica inadecuada, comorbilidades, estado inflamatorio, hiperuricemia y obesidad, entre otros, potencializan aún más el riesgo cardiovascular<sup>25, 26</sup>.

#### Hipertrofia del ventrículo izquierdo

La hipertensión arterial sistémica y la hipertrofia ventricular izquierda son factores que contribuyen a la elevada tasa de mortalidad en pacientes con diálisis peritoneal<sup>27</sup>.

En un estudio en Turquía que incluyó a 31 pacientes con DP (13 de ellos con DPA) se observó que el 58% de los participantes tenían hipertrofia del VI. La media de edad fue 43.9 +- 15.4 años y el índice de masa del ventrículo izquierdo fue de 134.3 ± 34.9 g/m<sup>2</sup>. En el análisis multivariado los autores concluyen que el control de presión arterial principalmente la TA diastólica, el evitar la hipervolemia y la obesidad abdominal son factores que predicen la hipertrofia del VI<sup>28</sup>.

#### Marcadores cardiacos

Las complicaciones cardiovasculares continúan siendo la principal causa de muerte en pacientes con DP. En un estudio multicéntrico se reportó una mortalidad del 11% a los 21 meses de seguimiento, 56% por causas cardiovasculares y 28% por infecciones, el resto por cambio de modalidad o

trasplante. Al evaluar 3 biomarcadores del perfil cardiaco se observó una asociación entre los niveles elevados de NT-proBNP y PCR de alta sensibilidad con mortalidad cardiovascular y por cualquier causa<sup>29</sup>.

En población mexicana se conoce que el NT proBNP es un factor predictor de sobrecarga hídrica y mortalidad independiente de la modalidad de terapia de sustitución renal<sup>29</sup>.

Aunque poco específicos, los biomarcadores nos permiten orientar el comportamiento y evolución de algunas patologías. En un estudio se observó que los pacientes con sobrecarga hídrica tenían mayores niveles de Troponina cTnT y más muertes relacionadas con causas cardiovasculares<sup>29</sup>.

#### Calcificación vascular

El daño vascular en pacientes con enfermedad renal crónica representa un mayor riesgo de complicaciones como infarto agudo de miocardio y enfermedad vascular cerebral. En pacientes con diálisis peritoneal se ha observado que el aumento de niveles de indoxil sulfato se relaciona con estrés oxidativo, alteración de la función de osteoblasto, calcificación vascular y disminución de la reserva renal residual<sup>30</sup>.

En un estudio que evaluó el arco aórtico de 190 pacientes se observó que la presencia de calcificaciones vasculares por radiografía de tórax era un factor predictor de mortalidad en diálisis peritoneal<sup>31</sup>.

#### Parámetros nutricionales asociados a mortalidad en diálisis peritoneal

##### Desnutrición

La desnutrición es un factor prevalente en poblaciones diálisis peritoneal<sup>34</sup>. Existe una asociación significativa entre el estado de volumen y el estado nutricional.

La baja ingesta de proteína en pacientes con sobrecarga puede estar relacionada con edema intestinal, o por supresión del apetito por elevación del factor de necrosis tumoral TNF por translocación bacteriana a este nivel<sup>35</sup>.

La desnutrición en pacientes con terapia de sustitución renal reporta una prevalencia variable que oscila entre 15-75% dependiendo de los criterios utilizados para su diagnóstico.

Desnutrición, desnutrición proteica, obesidad sarcopénica, caquexia, entre otros han sido los términos que se han utilizado hasta el 2008, donde la Sociedad Internacional de Nutrición y Metabolismo Renal propone un término unificador denominado síndrome de Desgaste Proteico Energético (DPE).

El DPE se caracteriza por una pérdida simultánea de proteína y reserva energética progresando finalmente a la pérdida de masa muscular, masa grasa y caquexia.

<b>Criterios bioquímicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Albúmina sérica &lt; 3.8 g/dl (determinación por verde bromocresol)</li> <li>• Pre albúmina/transferrina &lt; 30 mg/dL</li> <li>• Colesterol sérico &lt; 100 mg/dL</li> </ul>
<b>Masa corporal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IMC &lt; 23 kg/m<sup>2</sup></li> <li>• Pérdida de peso no intencional &gt; 5 % del peso en 3 meses o &gt; 10 % en 6 meses</li> <li>• Grasa corporal &lt; 10 %</li> </ul>
<b>Masa muscular</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida de la masa muscular de &gt; 5 % en 3 meses o &gt; 10 % en 6 meses</li> <li>• Disminución del área muscular del brazo &gt; 10 % en relación con el percentil 50 de la población de referencia</li> <li>• Generación/aparición de creatinina</li> </ul>
<b>Ingesta dietética</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingesta proteica &lt; 0.8 g/kg/día en diálisis o &lt; 0.6 g/kg/día en pacientes con ERC estadios 2-5</li> <li>• Consumo energético &lt; 25 kcal/kg/día durante al menos 2 meses.</li> </ul>

Tabla 2. Criterios del síndrome de desgaste proteico energético.

El diagnóstico de Desgaste Proteico Energético se establece con la presencia de un criterio en 3 de los 4 rubros documentado en al menos 3 ocasiones (con una diferencia de 2-4 semanas).

#### Masa muscular disminuida y sarcopenia

Los pacientes con diálisis peritoneal que presentan sarcopenia tienen mayor mortalidad. En un estudio realizado en población europea se obtuvieron mediciones del índice de masa magra de 490 pacientes por bioimpedancia. 98.5% de los pacientes fueron clasificados con sarcopenia de acuerdo a los puntos de corte establecidos por el NHANES. La pérdida de músculo fue más prevalente en pacientes de mayor edad y con más comorbilidades y menor en aquellos pacientes con mayor IMC y consumo de proteínas en la dieta<sup>36</sup>.

#### Epidemiología reversa

El término de epidemiología reversa correlaciona a la obesidad y al porcentaje de masa grasa elevado con un impacto favorable en algunos pacientes con terapia de sustitución renal; incluso con diabetes y síndrome metabólico<sup>37</sup>. La justificación de esta teoría se basa principalmente en el efecto protector de la masa muscular. Aunque el IMC elevado podría estar asociado a pronósticos favorables en pacientes en hemodiálisis, es importante mencionar que en pacientes con DP esta asociación no es clara<sup>38</sup>.

#### Índice de masa corporal

EL IMC es un factor de riesgo independiente para mortalidad cardiovascular, enfermedad renal crónica y progresión de la misma. En una cohorte retrospectiva de una muestra de 1263 pacientes chinos con DPCA en la cual se observó la relación del IMC basal con el de un año posterior al seguimiento la obesidad se asoció con un mayor riesgo cardiovascular. La elevación de un punto de IMC se asocia con un 9% de riesgo cardiovascular<sup>39</sup>.

La raza podría jugar un papel en el comportamiento del IMC en pacientes con DP, además se debe tener en cuenta la edad, comorbilidades y apego a tratamiento.

La medición con monitor de composición corporal (BCM) tiene algunos inconvenientes al evaluar el grado de hidratación en el paciente obeso. Los adipocitos tienen menor agua intracelular por lo cual un paciente obeso euvolémico tendrá un índice de AEC/ACT mayor comparado con una persona delgada euvolémica con masa muscular adecuada del mismo peso<sup>40</sup>.

EL IMC no se asocia con la hipertrofia del VI<sup>28, 34</sup>.

Se analizaron 9 estudios (n = 156 562) que evaluaron si los pacientes con diálisis peritoneal con bajo peso, sobrepeso u obesidad presentaban mayor mortalidad. A corto plazo tener bajo peso se asoció con mayor mortalidad comparado con los grupos de sobrepeso y obesidad. Las diferencias en el IMC no fueron significativas a largo plazo.

En pacientes con IMC menor a 18.5 se observó que la mortalidad es mayor durante el primer año posterior al inicio de DP<sup>38</sup>.

En un meta análisis de la relación de IMC en pacientes asiáticos y mortalidad en DP con 3610 pacientes el grupo con sobrepeso IMC 25 a 29.9 se asoció con mayor riesgo de mortalidad por cualquier causa, comparado con el grupo de peso normal. El grupo de bajo peso con menor de 18.5 también se asoció con mayor riesgo de mortalidad no cardiovascular<sup>41</sup>.

## Albumina

La hipoalbuminemia se asocia con sobrecarga hídrica, mayor estrés oxidativo y mayor morbilidad y mortalidad cardiovascular<sup>42, 43</sup>.

Así mismo, se atribuye a un estado de desnutrición o inflamación crónica. También puede estar representada por hemodilución en el contexto de expansión crónica de volumen<sup>44</sup>.

En un estudio prospectivo que incluyó 142 pacientes 27% de ellos en DP, se estimó la cantidad de agua intracelular y agua extracelular por método de bioimpedancia eléctrica. Se observó una correlación entre la presencia de AEC y la hipoalbuminemia. El punto de corte en esta población definido como hipoalbuminemia fue menor a 3.5 mg/dl. Los pacientes con DP muestran una tendencia a la hipoalbuminemia, ya que tienen menor ingesta proteica, presentan mayores pérdidas por el peritoneo y presentan mejoría en la preservación de uresis residual<sup>44</sup>.

Se han propuesto índices compuestos por la cantidad de albúmina sérica de los pacientes, entre ellos el índice nutricional pronóstico (INP) el cual combina los niveles de albumina sérica y la cuenta absoluta de linfocitos en sangre periférica como predictor de mortalidad en pacientes con tumores malignos<sup>45</sup>. Se evaluó la aplicabilidad de este índice en 345 pacientes con DP mostrando que niveles basales de INP disminuidos se asociaban con mayor mortalidad cardiovascular. Niveles disminuidos de INP se asocian con compromiso nutricional, hipoalbuminemia, hemoglobina baja, leucopenia, linfopenia y AU disminuido.

Algunos autores estiman que por cada 0.1 g/dl de disminución de albúmina existe un incremento de 330 ml aproximadamente de agua extracelular; sin embargo no se puede determinar si la hipoalbuminemia es causa o consecuencia de este comportamiento<sup>46</sup>.

La prealbúmina como marcador del estado proteico podría ser un factor asociado a mortalidad en diálisis peritoneal, como lo marca un estudio con 136 pacientes con DP incidente en el que se realizó análisis comparativo entre grupos prealbúmina alta  $\geq 40$  mg/dL y baja  $< 40$  mg/dL. Aunque la prealbúmina baja mostró ser un factor independiente de mortalidad en estos pacientes: (HR 2.30; IC



95%) se observó que estos pacientes eran de mayor edad y contaban con más comorbilidades (DM y riesgo CV) <sup>47</sup>.

## Estado de volumen y su asociación con mortalidad en diálisis peritoneal

### Uresis residual / Función renal residual

Algunos autores comentan que la asociación entre el estado de volumen y la función renal residual en pacientes con DP aún es incierta<sup>48</sup>, se debe evitar hipovolemia para prevenir la reducción de la función renal residual. El estudio de CANUSA demostró que por cada 250 ml de uresis al día se observaba una reducción de mortalidad del 36%.

La uresis residual comprende un importante factor pronóstico en pacientes con DPCA. En un estudio que incluyó a 1778 pacientes se observó que la uresis residual participa como variable independiente para mortalidad en aquellos pacientes que sobrevivían más de 3 meses en diálisis<sup>12</sup>.

La ventaja de la uresis residual se traduce en la reducción de sobrecarga hídrica, menor uso de soluciones hipertónicas y aumento del aclaramiento renal de moléculas de alto peso molecular<sup>12</sup>.

Un estudio multicéntrico analizó a 493 pacientes y el seguimiento por TFG y función renal residual mostrando que, el grado de deterioro de la función renal tiene un mayor impacto que la TFG basal cuando la primera es lenta. De manera contraria la TFG elevada al inicio de la DP es un factor de riesgo de mortalidad cuando la disminución de la función renal residual es rápida<sup>49</sup>.

La anuria se define como uresis menor a 100ml en 24 horas<sup>50, 51</sup>. Algunos autores consideran esta variable, además de la diabetes y la hipoalbuminemia como factores asociados con sobre carga hídrica. Los pacientes anúricos requieren de

más antihipertensivos y se UF mejor pero a expensas de mayor uso de soluciones hipertónicas<sup>46</sup>.

La pérdida de función renal residual se traduce en mayor requerimiento de DP, falla de técnica y mortalidad por exceso de agua extracelular<sup>51</sup>.

### Sobrecarga hídrica (SH)

La sobrecarga de volumen se asocia con hipertensión, desnutrición, inflamación, disfunción endotelial e hipertrofia del ventrículo izquierdo<sup>48</sup>. Por lo anterior, la sobrecarga hídrica en el paciente con enfermedad renal crónica se asocia con mortalidad; mas aún, la mayoría de los pacientes que inician diálisis peritoneal se encuentran con sobrecarga hídrica.

En una cohorte de 1092 pacientes de 135 centros que realizó mediciones con BCM previo al inicio de tratamiento con DP, y posterior al inicio de la terapia de sustitución renal al mes 1, mes 3 y posteriormente cada 3 meses. Se observó que menos de la mitad de los pacientes (38%) se encontraban euvolémicos<sup>52</sup>.

Es posible que la sobrecarga hídrica (SH) evaluada por marcadores como el proBNP se asocie a mayor mortalidad CV y por cualquier causa, incluso más que en pacientes con isquemia o inflamación<sup>29</sup>.

La SH en pacientes con DP y cardiopatía puede ser un predictor de mortalidad o un reflejo de las comorbilidades de estos pacientes. Como lo muestra un análisis de 54 pacientes que se clasificaron como sobrecarga vs euvolemia. El 30% presentaba sobrecarga hídrica definida como sobrecarga absoluta / volumen extracelular + 15%. La falla cardíaca se estableció como una FEVI baja o clínicamente por NYHA. En promedio el 25% de los pacientes estaban sobrehidratados gravemente y presentaron mayor mortalidad<sup>53</sup>.

En un estudio de 336 pacientes, 37% de ellos con diabetes y con media de edad de 57 años se observó que la SH grave (mayor a 2 litros) presentaba mortalidad cardiovascular en pacientes con DP<sup>33</sup>.

Existe una correlación entre la sobrecarga de volumen y el empeoramiento de la dilatación mediada por flujo de la arteria braquial en pacientes con DPCA, lo cual se puede traducir en una mayor disfunción endotelial<sup>54</sup>.

La sobrecarga de volumen fue un predictor de mortalidad por cualquier causa y falla de técnica. De acuerdo a estadísticas europeas y asiáticas los pacientes con DPCA presentan prevalencias de SH entre un 53 – 66% evaluados por Bioimpedancia<sup>50</sup>.

Papel de la Bioimpedancia eléctrica en la evaluación de sobrecarga hídrica

Aunque existen diversos métodos para la evaluación del estado de volumen como el diámetro de vena cava, Radiografía de tórax, biomarcadores y evaluación clínica; al día de hoy no existen guías de valoración del estado de volumen.

Se han propuesto diferentes métodos para evaluar la composición corporal de los pacientes con diálisis peritoneal a través de bioimpedancia eléctrica.

El análisis de bioimpedancia eléctrica es una técnica útil para medir el composición corporal, es no invasiva, accesible y simple. Esta técnica se ha utilizado por más de 20 años.

Al día de hoy las técnicas de bioimpedancia eléctrica pueden clasificarse de acuerdo al método de medición y al método de análisis.

El método estándar requiere 4 electrodos, 2 de ellos transmiten una corriente eléctrica de frecuencia única o una multifrecuencia y los otros 2 electrodos se utilizan para medir la caída del potencial entre ellos.

La resistencia y la reactancia pueden calcularse por el amperaje y frecuencia de la corriente y la caída del potencial.

La resistencia refleja el volumen de líquido.

La reactancia se relaciona con las propiedades de la membrana celular.

Otros parámetros que pueden estimarse son el líquido extracelular, intracelular y agua corporal total.

La BIA estándar puede clasificarse en 2 abordajes: La de cuerpo completo (whole body-WB) y la segmentaria.

El BIA WB se cuestiona ya que el brazo y la pierna contribuyen al 90% de la resistencia total lo cual infraestima los cambios de líquido en el tronco. La estimación de líquido del tronco es complicada por la heterogeneidad de distribución de la corriente eléctrica en este segmento (principalmente en pacientes con ERC). La segmentaria es más precisa ya que evalúa incluso de manera dinámica la composición corporal. La desventaja de este tipo de bioimpedancia es la compleja colocación de electrodos.

2 tipos de BIA se pueden utilizar de acuerdo a la frecuencia: la única, 50 khz y la multifrecuencia con rango desde 5-1000 kHz. La multifrequeuncia se le conoce también como bioimpedancia por espectroscopia<sup>55</sup>.

### Índices de sobrecarga hídrica

En un estudio que comparó la relación entre los tejidos metabólicamente inactivos (MEC masa extracelular) y los tejidos metabólicamente activos (MCC masa celular corporal) como un marcador de desnutrición en 62 pacientes con DPCA se observó que aquellos con índices más elevados de MEC/MCC presentaban mayor mortalidad e inversamente menos albúmina, niveles de creatinina y de nitrógeno de urea.

La media de edad fue de 54 años y la relación de MEC/MCC fue  $1.206 \pm 0.197$ . Un hallazgo a resaltar es que 24% contaban con diabetes, población en la que predominaba un índice MEC/MCC más elevado y un grado mayor de desnutrición. El análisis multivariado ajustado para edad, raza, género y diabetes favoreció a dicho índice de desnutrición como predictor independiente de mortalidad con un RR de 1.035 y  $p < 0.018$ <sup>56</sup>.

Otros autores han explorado la relación entre la desviación estándar de agua extracelular /agua intracelular por bioimpedancia. Se incluyeron a 152 pacientes, los cuales se dividieron en 2 grupos de acuerdo a los niveles de AEC/AIC ( $\leq 0.126$ ) y  $> 0.126$ . Aquellos con mayor relación presentaron mayor mortalidad por cualquier causa<sup>57</sup>.

Un ensayo clínico que incluyó 160 pacientes con DPCA en el que se realizó BIA por espectroscopia utilizó como umbral el porcentaje de sobrehidratación (expresión en porcentaje de expansión del volumen EC) definido como 15% del relativo al AEC, lo anterior como una guía del estado de volemia para mejorar la sobrehidratación y presión arterial de pacientes con DP<sup>58</sup>.

Agua extracelular / Agua corporal total AEC / ACT

El índice de edema medido por bioimpedancia se obtiene de la relación de AEC (agua extracelular) dividida entre el ACT (agua corporal total). Se sabe que valores elevados de esta relación se asocian a sobrehidratación y sus complicaciones<sup>42</sup>.

El valor normal de AEC/ACT depende de la edad y del género. Las desviaciones pueden corresponder al estado de hidratación y el estado nutricional<sup>40</sup>.

.Al momento esta variable no se ha estandarizado en población mexicana con la modalidad de diálisis peritoneal automatizada.

Existen pocos estudios que evalúan el impacto clínico del índice de edema.

Estudios que han asociado a la sobrecarga hídrica como factor de riesgo cardiovascular por hipertrofia del ventrículo izquierdo en pacientes con DP muestran una mediana de AEC/ACT en promedio de **0.443±0.04**<sup>28</sup>.

La medición del AEC/ACT por BCM es un predictor independiente de mortalidad sin verse afectado por el IMC. La sobrehidratación evaluada en un estudio inglés que incluyó 529 pacientes mostró un RR de 1.83 (IC 95%) 1.19–2.82, (p < 0.01) el promedio de este índice fue de **0.480**<sup>40</sup>.

En un estudio desarrollado en Korea que incluyó 631 pacientes, se observó que un índice de edema elevado se asoció con mayor mortalidad a un año. El punto de corte del IE se estableció como **>0.371** en hombres y **>0.372** en mujeres. La principal causa de muerte fue la enfermedad cardiovascular, aproximadamente 40% en hombres y mujeres<sup>48</sup>.

Los pacientes con sobrecarga hídrica definida por **AEC/ACT ≥0.40** presentaron mayores tasas de peritonitis, eventos cerebrovasculares y mortalidad por cualquier causa<sup>16</sup>.

En un estudio que incluyó a población mexicana en DPA el 40% de los pacientes presentaban diabetes, la edad promedio de los participantes fue de 41 años y la relación **AEC/ACT fue de 0.467 ± 0.046**. El análisis multivariado no mostro significancia estadística para mortalidad por cualquier causa en la evaluación del índice de edema, pero sin en la mortalidad cardiovascular<sup>32</sup>.

La expansión de volumen evaluado en 600 pacientes ingleses a través del índice de edema de asignado como **AEC/ACT= 0.437±0.007** se asoció con mortalidad cardiovascular, mayor uso de medicamentos antihipertensivos y disminución de la función renal residual<sup>59</sup>.

## Ángulo de fase

El ángulo de fase tiene dos componentes vectoriales: la resistencia y la reactancia. La primera es capaz de determinar el estado de hidratación de los tejidos, dado que el agua es un excelente conductor de la corriente, de modo que cuanto mayor es el contenido de agua, la resistencia es menor. Con ello, se puede discriminar entre aquellos tejidos que contienen agua abundante (músculo) y los que la contienen en poca cantidad (grasa, hueso). El segundo componente es la reactancia o capacitancia, que determina la cantidad de energía que son capaces de acumular los tejidos, ya que las células que los forman se comportan como verdaderos condensadores. La resultante de la suma vectorial de ambos componentes constituye la impedancia y el ángulo que forma se denomina ángulo de fase.

En pacientes sanos el AF oscila entre 5-7 niveles mayores a 9.5 se observan en atletas. El ángulo de fase es mayor en hombres debido a la masa muscular; Asimismo disminuye con la edad pero aumenta con el IMC por el mayor número de miocitos y adipocitos. Esta asociación se observa con IMC menores de 30; sin embargo en pacientes con IMC mayores de 40 la tendencia es contraria debido a mayor hidratación de tejidos por sobrecarga del índice EC/IC del tejido adiposo<sup>60</sup>.

Múltiples estudios han demostrado el valor pronóstico del AF en relación con mortalidad. El ángulo de fase debe ser considerado como un marcador pronóstico para identificar a pacientes en riesgo con desnutrición o estado funcional comprometido.

Algunos autores se refieren al AF como un indicador de salud celular en donde niveles más altos reflejan mayor celularidad, integridad de membrana y función celular. Incluso no influenciado por estado de hidratación ni inflamatorio por lo que su valor es reproducible y confiable<sup>61</sup>.

La desnutrición y la inflamación son determinantes de AF bajos. El AF bajo por lo tanto es un determinante de enfermedad. Se requiere un punto de corte de AF que pudiera servir para definir desnutrición o riesgo de enfermedad al día de hoy no existe.

Una desventaja al realizar las mediciones de AF es que no existe una definición. La mayoría de los autores utilizan el punto de corte del AF como la mediana del cuartil inferior de su muestra y no utilizan controles sanos.

Piccoli y col. describe el BIVA que es el análisis de bioimpedancia por vectores (en el cual la reactancia y la resistencia se ajustan a la altura del paciente). Este abordaje se ha utilizado en pacientes con hemodiálisis y DPCA.

BIVA es más específico que el AF por sí solo. Incluso es útil en embarazo. En DP se sugiere que los vectores torácicos proveen información más relevante que aquellos de cuerpo completo (WB)<sup>61</sup>.

Se han establecido diferentes puntos de cohorte para poblaciones (no mexicana) con patologías específicas para predecir riesgo de mortalidad; proponiendo puntos de cohorte desde **4.2° hasta 6°** para diferentes terapias de sustitución renal.

En un estudio realizado en población española que incluyó a 164 pacientes (37 de ellos en DP), se realizaron mediciones por bioimpedancia eléctrica con la finalidad de asociar ángulo de fase con mortalidad. Se observó que un AF50 >8° se asociaba con un mejor estado nutricional, y una supervivencia significativamente mejor a los seis años de seguimiento<sup>62</sup>.



## **Planteamiento del problema**

Los pacientes con diálisis peritoneal cuentan con múltiples factores de riesgo que impactan en mortalidad. Por lo anterior se debe desarrollar estrategias para evaluar, detectar y prevenir complicaciones en estos pacientes.

No se conoce el impacto individual de factores de riesgo para mortalidad en pacientes mexicanos con diálisis peritoneal automatizada.

La enfermedad renal crónica es un problema de salud pública que impacta en costos en salud y calidad de vida de los pacientes que la padecen.

Los adultos jóvenes que inician diálisis peritoneal en nuestro país en su gran mayoría contribuyen a la dinámica económica y bienestar familiar; el impacto en una adecuada diálisis peritoneal permitirá una mejor calidad de vida y mejores desenlaces en caso de iniciar un protocolo de trasplante renal.

Estudios que evalúan a pacientes con DP y cualquiera de sus modalidades incluyen a pacientes con enfermedades crónico degenerativas por mencionar diabetes mellitus y alteraciones cardiovasculares. Sin embargo, son pocos los que se enfocan en pacientes jóvenes con enfermedad renal no determinada.

## **Justificación**

El análisis por bioimpedancia es un técnica útil para medir la composición corporal, es no invasiva, reproducible y sencilla en cuanto a su metodología.

Establecer valores de referencia con esta herramienta permitirá disminuir la prevalencia de complicaciones en pacientes con diálisis peritoneal automatizada.

Incluir a la bioimpedancia en la consulta de seguimiento de los pacientes con DPA permitirá determinar si los pacientes cuentan con sobrecarga hídrica, incluso si el paciente se encuentra clínicamente euvolémico.

El impacto de este instrumento disminuirá la mortalidad y permitirá otorgar una valoración de riesgo por variables independientes.

### **Pregunta de investigación**

¿Es la sobrecarga hídrica evaluada por bioimpedancia un factor de riesgo para mortalidad en pacientes con diálisis peritoneal automatizada?

## **Hipótesis**

En pacientes con diálisis peritoneal automatizada la sobrecarga hídrica definida como AEC/ACT mayor de 0.387 se asocia con mayor mortalidad.

### **Objetivo primario**

Analizar los parámetros de bioimpedancia: AEC/ACT y ángulo de fase y su relación con mortalidad en pacientes con diálisis peritoneal automatizada de la clínica de diálisis peritoneal del instituto nacional de cardiología Ignacio Chávez.

### **Objetivos secundarios**

Evaluar variables antropométricas, nutricionales y metabólicas y su relación con mortalidad en pacientes con diálisis peritoneal automatizada.

Analizar la prescripción de diálisis peritoneal automatizada y parámetros de uresis residual por grupos de estudio.

Evaluar tasas de supervivencia por meses/diálisis en la población de estudio.

Evaluar la utilidad del índice de edema obtenido por bioimpedancia como prueba diagnóstica en pacientes con diálisis peritoneal automatizada.

Reportar la prevalencia de sobrecarga hídrica de los pacientes de la clínica de DPA del Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez.

.

## Metodología

### Descripción general del estudio

Se incluyeron 64 pacientes de la clínica de diálisis peritoneal del instituto nacional de cardiología Ignacio Chávez en la Ciudad de México.

Todos los participantes fueron evaluados por médico nefrólogo, nutriólogo renal y enfermera especialista. Se recolectaron datos de historia clínica, tiempo de tratamiento sustitutivo con diálisis peritoneal, esquema de medicamentos.

Se analizaron el promedio de 3 mediciones de laboratorios en pacientes evaluando: volumen de uresis residual, parámetros de biometría hemática, perfil de hierro, química sanguínea, electrolitos séricos, perfil de lípidos y pruebas de función hepática.

Las medidas antropométricas recolectadas fueron peso y talla (SECA 700, Alemania), utilizando la técnica de Lohman. Se realizaron los cálculos de Índice de Masa Corporal (IMC), Índice de Masa Libre de Grasa (IMLG), Peso Teórico (PT), porcentaje de peso teórico (%PT) y Peso Ajustado Libre de Edema (PALE).

Se obtuvieron datos de composición corporal con tecnología de bioimpedancia eléctrica (BIE) (InBodyS10, Korea), obteniéndose los valores de Grasa corporal (GC) en kg y en porcentaje (%), masa libre de grasa (MLG), agua corporal total (ACT), Agua Intracelular (AIC) y extracelular (AEC), relación agua extracelular/agua corporal total (AEC/ACT) y ángulo de fase (AF50).

La medición se realizó con el paciente descalzo, con la cavidad peritoneal seca y sin portar elementos metálicos, recostado en una camilla sobre una superficie no conductora de electricidad, con los miembros inferiores suficientemente separados para evitar la conducción entre sí. Se brindaron instrucciones de manera previa para que el paciente no realizara ejercicio en las 24 horas anteriores, no haber consumido bebidas alcohólicas durante las últimas 48 horas y acudir en ayuno para llevar a cabo el estudio.

La etiología de la enfermedad renal crónica fue indeterminada en un 46%, sólo 12% de los participantes presentaban nefropatía diabética y 7% síndrome cardio-renal.

## Enfermedad Renal Crónica

	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>
<b>Nefropatía Diabética</b>	8	12.5%
<b>Glomerulonefritis Primaria</b>	11	17.2%
<b>Síndrome Cardio-renal</b>	5	7.8%
<b>Etiología no determinada</b>	30	46.9%
<b>Enfermedad poliquística del adulto</b>	2	3.1%
<b>Nefropatía Lúpica</b>	5	7.8%
<b>Intersticial</b>	2	3.1%
<b>Obstructiva</b>	1	1.6%
<b>Total</b>	64	100%

Tabla 3. Etiología de ERC en los participantes (n=64).

### Diseño del estudio

Se realizó un estudio de cohorte retrospectivo (observacional, no probabilístico, retrolectivo, comparativo no aleatorizado).

### Criterios de inclusión

Pacientes mayores de 18 años de edad de cualquier sexo.

En terapia de sustitución renal con diálisis peritoneal automatizada por un periodo mayor a 6 meses.

Pacientes que cuenten con 3 visitas a la clínica de diálisis peritoneal del Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez y por lo menos 3 mediciones de bioimpedancia en los últimos 6 meses.

Pacientes con diálisis peritoneal automatizada funcional en programa crónico.

## Criterios de exclusión

Desnutrición grave con IMC menor a 18.

Enfermedad hepática avanzada (clínica, bioquímica y/o histológica)

Pacientes con trasplante renal previo a la terapia con DPA.

Cualquier manifestación de falla cardíaca NYHA III-IV

Neoplasia

Infección activa (peritonitis).

Embarazo



## **Análisis estadístico**

Se analizaron expedientes médicos de pacientes que cumplían criterios de selección de la clínica de DPA del instituto nacional de cardiología Ignacio Chávez.

El análisis estadístico se llevó a cabo con el programa IBM SPSS statistics®, versión 21.

Se realizó análisis de frecuencias por variables como sexo, índice de masa corporal, tiempo en terapia dialítica.

Se realizaron tablas de contingencia 2x2 para análisis de prueba diagnóstica (sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo (VPP), valor predictivo negativo (VPN), prevalencia y razones de verosimilitud) tomando en cuenta como referencia la valoración clínica de sobrecarga hídrica y contrastándola con diferentes mediciones de índice de edema por bioimpedancia. Se documentaron áreas bajo la curva (AUC) en gráfico de curva COR.

En el análisis descriptivo se representaron las variables de biomedancia, antropométricas y de laboratorio como media  $\pm$  desviación estándar. Se realizaron pruebas de normalidad (Kolmogorov-Smirnov y Shapiro Wilk) para determinar si la distribución de las variables por grupo de sobrecarga o euvolemia presentaba distribución normal.

Para el análisis de comparación de medias se utilizó prueba de T student si las variables contaban con distribución normal. En el caso de las no paramétricas se utilizó U de Mann Whitney. Para la comparación de grupos se consideró como significativo con valor de  $p < 0.05$  con intervalos de confianza del 95%.

La comparación de más de 2 grupos se llevó a cabo con ANOVA de un factor para muestras independientes.

El análisis de supervivencia acumulada se llevó a cabo con curvas de Kaplan Meier y la diferencia entre grupos con la prueba de log Rank.

Para el análisis de correlación se utilizó Rho de Spearman o su alternativa paramétrica con Pearson.

Se realizaron modelos de regresión múltiple jerárquica para las variables representativas asociadas con mortalidad así mismo se llevó a cabo prueba de Durbin Watson para independencia de errores y estadísticos de colinealidad para obtener porcentajes de la varianza de la variable dependiente ( $r$  cuadrada).

Se realizaron tablas de contingencia para las variables asociadas con mortalidad obteniendo OR (odds ratio)

## **Consideraciones éticas**

### Riesgo de la Investigación

Esta investigación se considera de riesgo mínimo de acuerdo a la Ley General de Salud contenida en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de Investigación para la salud en seres humanos, título segundo, capítulo I, artículo 17, publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 6 de enero de 1987.

## Resultados

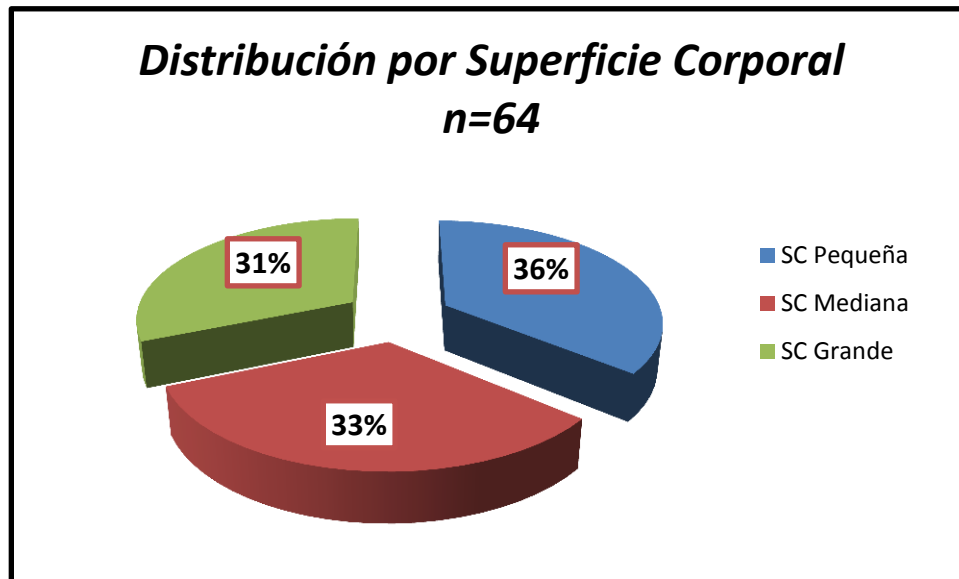
### Prescripción de la terapia dialítica

La prescripción de diálisis incluyó el cálculo de volumen total individualizado (litros/infusión) de acuerdo al área de superficie corporal de cada paciente utilizando la fórmula de Mosteller ( $Peso \times Talla/3600$ )<sup>64</sup>, tomando en cuenta que esta fórmula permite un mejor ajuste de la superficie corporal para la evaluación de masa muscular<sup>65</sup>.

	<i>SC Mosteller (m2)</i>	<i>litros por recambio</i>	<i>Volumen mínimo 24hr (litros)</i>	<i>Volumen máximo 24hr (litros)</i>
<b>SC Pequeña</b>	<1.5	2	8	10
<b>SC Mediana</b>	1.5-1.8	2.5	10	12
<b>SC Grande</b>	>1.8	3	12	14

Tabla 5. Clasificación de Mosteller para prescripción de volumen (lts) de acuerdo a área de superficie corporal.

Al incluir a los 64 participantes del estudio se obtuvo la siguiente distribución de acuerdo a su área de superficie corporal.



	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Porcentaje válido</i>	<i>Porcentaje acumulado</i>
<b>SC Pequeña</b>	23	35.9	35.9	35.9
<b>SC Mediana</b>	21	32.8	32.8	68.8
<b>SC Grande</b>	20	31.3	31.3	100.0
<b>Total</b>	64	100.0	100.0	

Gráfico 1. Superficie Corporal de los participantes.

El promedio de DPA en horas tomando en cuenta el total de los participantes fue de 9.5 horas y de 10.7 litros de solución. En todos los participantes se prescribió el volumen de líquido de diálisis de acuerdo a las recomendaciones sugeridas por área de superficie corporal.

<i>Variable</i>	<i>n</i>	<i>Media</i>	$\pm$	<i>DE</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
<b>Superficie corporal (m2)</b>	64	1.68	$\pm$	0.24	1.29	2.37
<b>Horas de DPA totales prescritas</b>	64	9.58	$\pm$	0.87	8	12
<b>Volumen infusión otorgados (lts)</b>	64	10.73	$\pm$	1.71	8	14
<b>Análisis por grupo SC</b>						
<b>SC Pequeña</b>	23	9.89	$\pm$	1.51	9.24	10.55
<b>SC Mediana</b>	21	10.83	$\pm$	1.75	10.04	11.63
<b>SC Grande</b>	20	11.58	$\pm$	1.50	10.87	12.28

Tabla 6. Resumen de la distribución de prescripción (volumen x SC) de DPA.

El tiempo de permanencia (ciclos) y concentración de bolsas de diálisis (1.5%, 2.5%, 4.25% y 7.5%) en cada paciente se llevó a cabo por el nefrólogo responsable tomando en cuenta los requerimientos de sobrecarga, uresis residual, uremia, estado ácido base, electrolitos séricos y tipo de membrana peritoneal.

El Kt/V urea semanal de los pacientes fue de 1.7 o su equivalente de acuerdo a la prescripción de litros por superficie corporal. El monitoreo de constantes vitales y antropométricas se realizó de manera mensual. El uso de antihipertensivos incluyó inhibidores de enzima convertidora de angiotensina (IECA) o antagonistas de los receptores de angiotensina 2 (ARA2) con meta de presión arterial menor de 140/90 mmHg en aquellos pacientes con hipertensión.

	<i>Media</i>	$\pm$	<i>DE</i>
<b>Presión Sistólica</b>	129.42	$\pm$	19.88
<b>Presión Diastólica</b>	79.13	$\pm$	14.63
<b>TAM</b>	95.88	$\pm$	15.27
<b>Frecuencia Cardiaca</b>	84.17	$\pm$	12.72

Tabla 7. Signos vitales de los participantes (n=64).

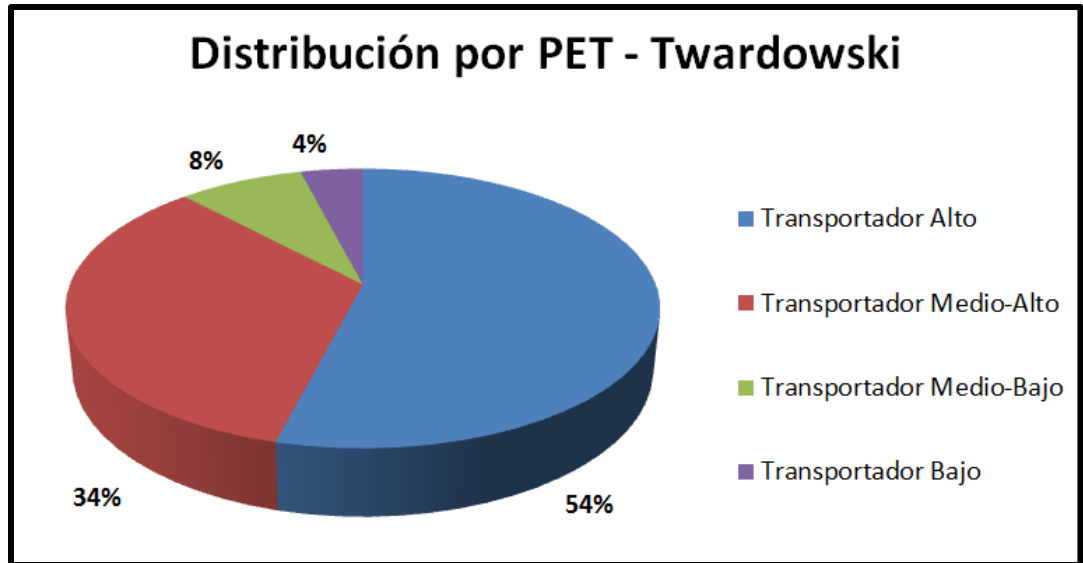
El uso de diurético de asa fue prescrito en pacientes con volumen urinario mayor a 100ml en 24 horas. La mitad de los pacientes incluidos en el estudio presentaban uresis residual. La tabla 8 muestra el tiempo en meses de terapia en modalidad de DPA siendo el grupo más prevalente el mayor de 24 meses; de los 64 pacientes, el 29% contaban con uso de icodextrina.

<i>Variable</i>	<i>Grupo</i>	<i>n</i>	<i>%</i>
<b>Diurético de asa</b>			
	No	41	64.1
	Si	23	35.9
<b>IECA/ARA2</b>			
	No	33	51.6
	Si	31	48.4
<b>Calcio antagonistas</b>			
	No	29	45.3
	Si	35	54.7
<b>Betabloqueadores</b>			
	No	46	71.9
	Si	18	28.1
<b>Tiempo en DPA (meses)</b>			
	Menor a 12 meses	8	12.5
	12 a 24 meses	16	25.0
	mayor a 24 meses	40	62.5
<b>Uresis residual (≥100ml)</b>			
	No	32	50
	Si	32	50
<b>Uso de ICODextrina</b>			
	No	45	70.3
	Si	19	29.7

Tabla 8. Uso de medicamentos, tiempo en DPA y uresis residual.

No se registraron episodios de peritonitis durante el seguimiento.

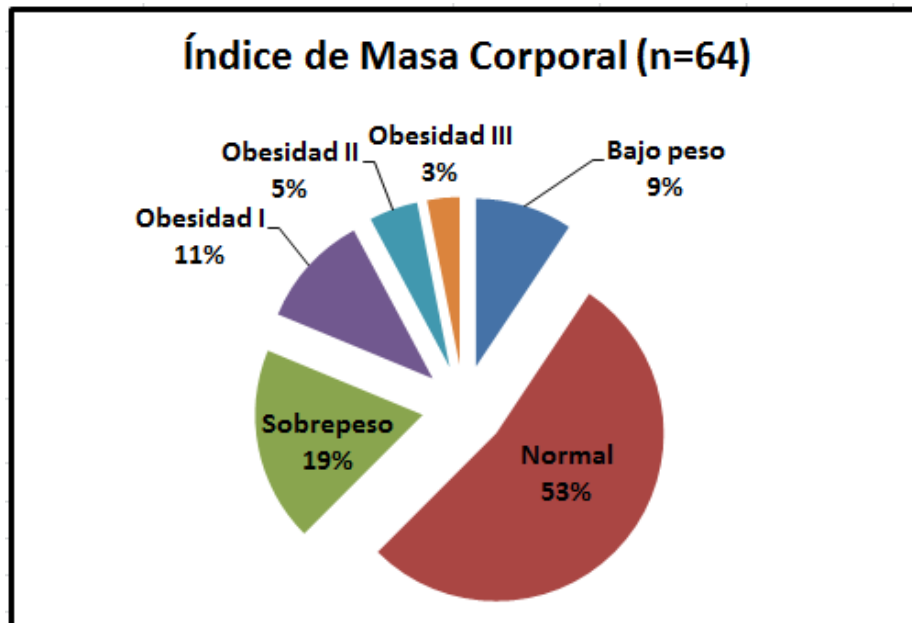
Para la evaluación del tipo de transporte de membrana peritoneal y la respuesta al ultrafiltrado con dextrosa se realizó la prueba diagnóstica descrita por Twardowski. Se documentó el volumen de drenado al final de la misma, así como la relación de D/P de creatinina.



<i>Tipo de transportador</i>	<i>D/P Creatinina (mg/dl)</i>	<i>Volumen drenado (ml)</i>
Alto	0.82/1.03	1580-2084
Promedio alto	0.65/0.81	2085-2368
Promedio bajo	0.50/0.64	2369-2650
Bajo	0.34/0.49	2651-3326

Gráfico 2. Tipo de transporte peritoneal (n=64).

Se incluyeron en el estudio un total de 34 mujeres (53.1%) y 30 hombres (46.9%). La mayoría de los pacientes contaban con índice de masa corporal normal de acuerdo a la clasificación de la Organización Mundial de la Salud<sup>63</sup>.

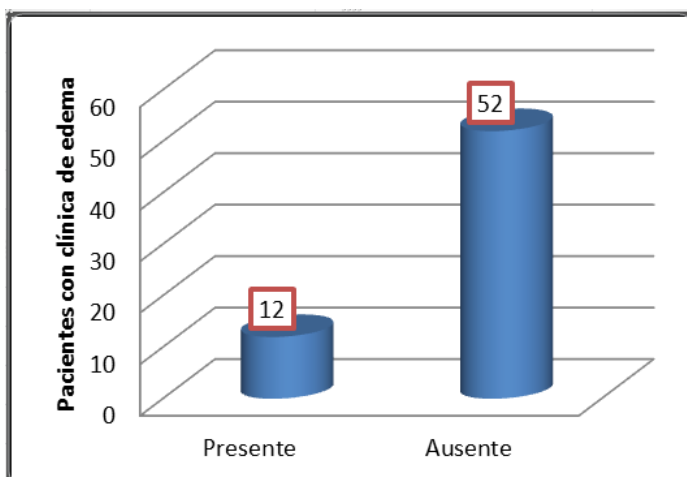


Clasificación	IMC (Kg/m <sup>2</sup> )
Normal	18.5 - 24.9
Sobrepeso	25 - 29.9
Obesidad grado I	30 - 34.9
Obesidad grado II	35 - 39.9
Obesidad grado III	Más de 40

Variable	Grupo	n	%
IMC	Bajo	6	9.4
	Normal	34	53.1
	Sobrepeso	12	18.8
	Obesidad I	7	10.9
	Obesidad II	3	4.7
	Obesidad III	2	3.1

Gráfico 3. Índice de masa corporal de los participantes (n=64).

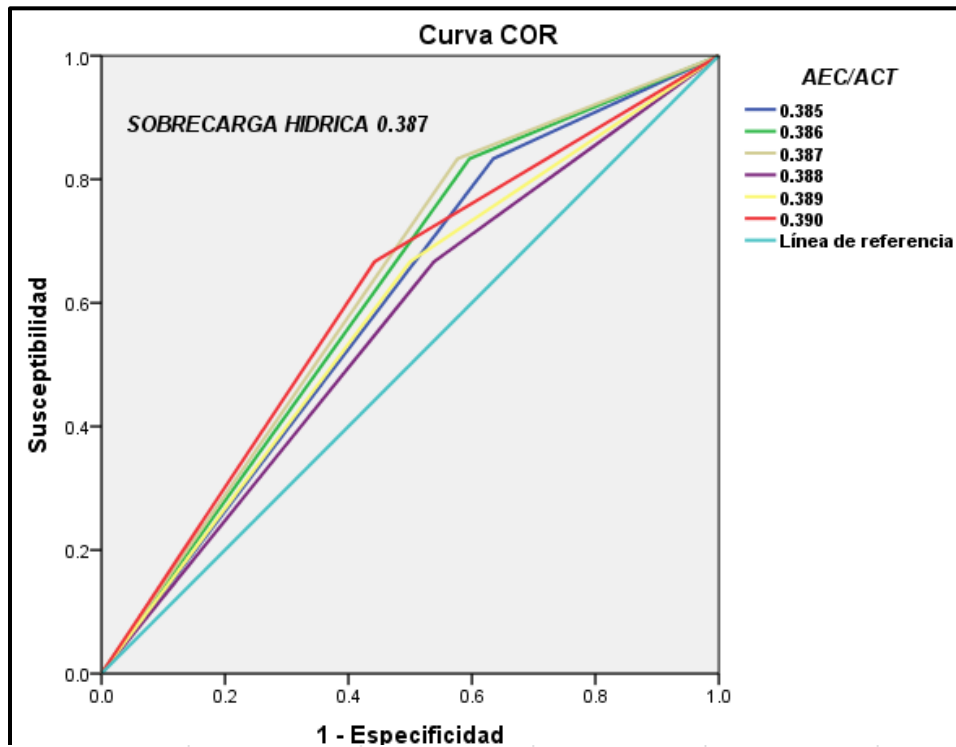
La valoración de edema se documentó en cada consulta como **presente / ausente** si clínicamente se documentó en alguna de las tres mediciones realizadas en su seguimiento. El 18% de los participantes presentó edema en alguna valoración clínica, destacando que ninguno de ellos fue grave (reportándose como +/++++ en miembros inferiores). No se observó clínica de derrame pleural en los participantes.



Edema	Frecuencia	Porcentaje
Presente	12	18.8
Ausente	52	81.3
Total	64	100.0

Gráfico 4. Clínica de edema en pacientes del estudio (n=64).

Con la finalidad de obtener el mejor punto de corte para clasificar a los pacientes con sobrecarga hídrica utilizando los valores de bioimpedancia se obtuvo un área bajo la curva de 0.628 en la curva COR para el índice de edema de 0.387.



ÁREA BAJO LA CURVA					
Variables resultado de contraste	Área	Error típ. <sup>a</sup>	Sig. asintótica <sup>b</sup>	Intervalo de confianza asintótico al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
Sobrecarga 0.385	.599	.086	.286	.431	.767
Sobrecarga 0.386	.619	.084	.203	.453	.784
<b>Sobrecarga 0.387</b>	<b>.628</b>	<b>.084</b>	<b>.169</b>	<b>.464</b>	<b>.792</b>
Sobrecarga 0.388	.564	.091	.491	.386	.742
Sobrecarga 0.389	.583	.090	.371	.406	.760
Sobrecarga 0.390	.612	.089	.229	.437	.787

a. Bajo el supuesto no paramétrico

b. Hipótesis nula: área verdadera = 0,5

Gráfico 5. Curva COR (contraste de clínica de edema vs AEC/ACT).

El punto de corte de AEC/ACT más significativo fue de 0.387 con una sensibilidad de 83%, especificidad del 42%, razón de verosimilitud positiva de 1.44 y razón de



verosimilitud negativa de 0.39. Tomando en cuenta este punto de corte se estableció una prevalencia de periodo para sobrecarga hídrica del 63% en 48 meses.

		CLINICA DE EDEMA EN VALORACIÓN NEFROLÓGICA (SOBRECARGA)																	
AEC/ACT		0.385			0.386			0.387			0.388			0.39			0.9		
BIOIMPEDANCIA (SOBRECARGA)	(+)	10	33	43	10	31	41	10	30	40	10	26	36	10	24	34	10	22	33
	(-)	2	19	21	2	21	23	2	22	24	2	26	28	2	28	30	2	30	31
	n	12	52	64	12	52	64	12	52	64	12	52	64	12	52	64	12	52	64
SENSIBILIDAD				0.83			0.83			0.83			0.83			0.83			0.83
ESPECIFICIDAD				0.37			0.40			0.42			0.50			0.54			0.58
VPP				0.23			0.24			0.25			0.28			0.29			0.30
VPN				0.90			0.91			0.92			0.93			0.93			0.97
PREVALENCIA				0.67			0.64			0.63			0.56			0.53			0.52
RV+				1.31			1.40			1.44			1.67			1.81			1.97
RV-				0.46			0.41			0.39			0.33			0.31			0.29

Tabla 9. Resumen de prueba diagnóstica.

La media de edad de los participantes (n=64) fue de  $38.9 \pm 15.5$  años. El índice de edema definido como el agua extracelular dividido entre el agua corporal total (AEC/ACT) en promedio fue de  $0.391 \pm 0.01$  con un ángulo de fase de  $4.8 \pm 1.1$ . Entre otras variables de seguimiento se observó un promedio de albúmina sérica de 3.7 mg/dl, BUN de 58.4 mg/dl, creatinina de 12.8 mg/dl, Hemoglobina de 9.6 mg/dl y plaquetas 256 000.

Se obtuvieron 2 grupos de estudio definidos como sobrecarga hídrica y euvolemia tomando en cuenta el resultado de la medición por bioimpedancia con un punto de corte de AEC/ACT de 0.387. Se realizó comparación entre grupos para variables generales, composición corporal, estudios de laboratorio y uso de medicamentos.

Se clasificaron 24 pacientes con euvolemia y 40 pacientes con sobrecarga hídrica con significancia estadística entre grupos para las variables de ángulo de fase ( $5.7 \pm 0.8$  vs  $4.3 \pm 0.8$ ,  $p < 0.001$ ), albúmina ( $4.1 \pm 0.4$  vs  $3.5 \pm 0.5$ ,  $p < 0.001$ ), hemoglobina ( $10.3 \pm 2.1$  vs  $9.1 \pm 2.6$ ,  $p = 0.026$ ), ADE ( $14.1 \pm 1.5$  vs  $15.5 \pm 2.1$ ,  $p = 0.002$ ), magnesio ( $2.7 \pm 0.5$  vs  $2.3 \pm 0.6$ ,  $p = 0.012$ ) y hierro sérico ( $76.0 \pm 22.4$  vs  $61.9 \pm 25.8$ ,  $p = 0.014$ ).

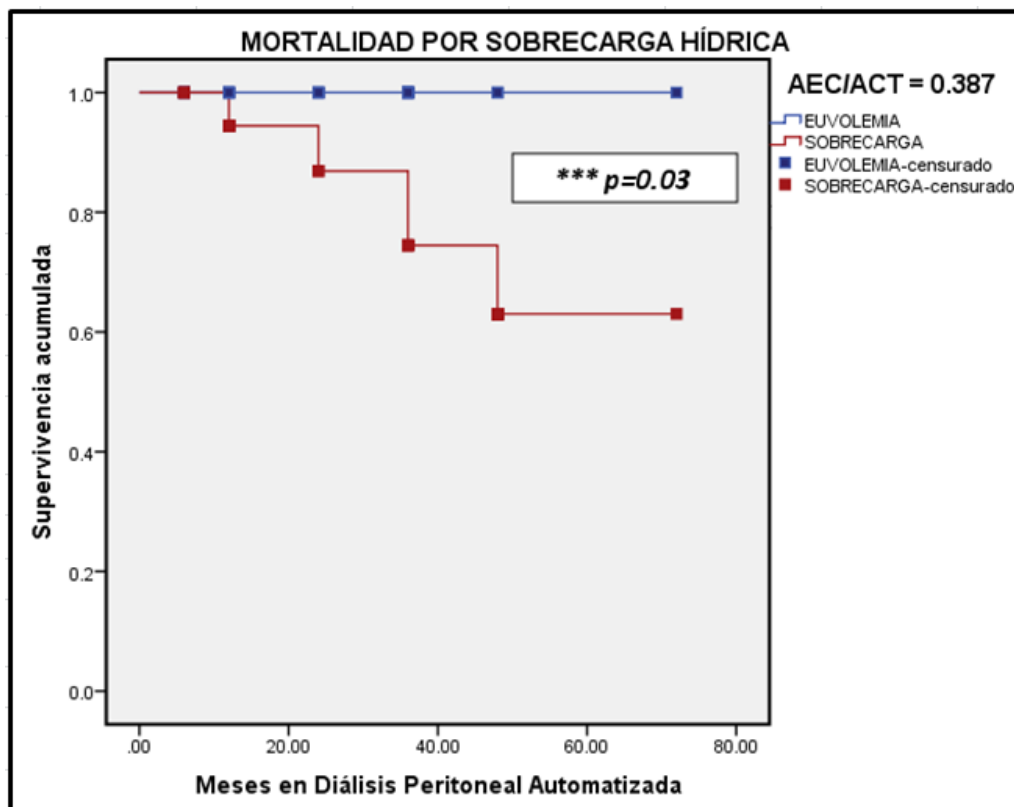
Variable	Total n=64			Euvolemia n=24			Sobrecarga n=40			Valor (p)	
	Media	±	DE	Media	±	DE	Media	±	DE		
<b>BIOIMPEDANCIA</b>	Edad (años)	38.9	±	15.5	33.6	±	12.4	42.0	±	16.5	0.055
	Talla (cm)	160.7	±	8.7	159.7	±	8.0	161.3	±	9.0	0.569
	Peso (kg)	65.5	±	18.7	64.2	±	15.7	66.3	±	20.5	0.95
	IMC (kg/m <sup>2</sup> )	25.1	±	5.6	24.9	±	4.6	25.2	±	6.2	0.642
	MLG (%)	44.4	±	11.0	42.3	±	10.7	45.7	±	11.1	0.298
	AEC/ACT	0.391	±	0.01	0.378	±	0.01	0.399	±	0.01	<b>0.001</b>
	Ángulo de fase	4.8	±	1.1	5.7	±	0.8	4.3	±	0.8	<b>0.001</b>
<b>SIGNOS VITALES</b>	TA sistólica (mmHg)	129.4	±	19.9	128.5	±	16.8	129.9	±	21.4	0.441
	TA diastólica (mmHg)	79.1	±	14.6	80.4	±	11.5	78.5	±	16.0	0.475
	Frecuencia cardiaca (lpm)	84.2	±	12.7	85.8	±	10.2	83.4	±	13.8	0.569
	Glucosa (mg/dl)	102.3	±	42.3	92.5	±	7.0	94.9	±	20.3	0.813
	Albumina (mg/dl)	3.7	±	0.5	4.1	±	0.4	3.5	±	0.5	<b>0.001</b>
	Triglicéridos (mg/dl)	159.2	±	90.5	174.1	±	99.3	150.3	±	84.8	0.421
<b>PERFIL METABÓLICO</b>	Colesterol (mg/dl)	170.8	±	47.7	177.7	±	37.6	166.7	±	52.8	0.27
	HDL (mg/dl)	42.8	±	14.6	41.3	±	8.7	43.5	±	16.7	0.305
	LDL (mg/dl)	104.6	±	39.9	113.3	±	33.0	99.3	±	43.0	0.197
	BUN (mg/dl)	58.4	±	15.4	61.0	±	14.9	56.8	±	15.6	0.255
	Creatinina (mg/dl)	12.8	±	4.0	13.5	±	3.1	12.4	±	4.5	0.129
	Ácido urico (mg/dl)	6.5	±	1.5	6.5	±	1.3	6.4	±	1.6	0.994
	Hemoglobina (g/dl)	9.6	±	2.5	10.3	±	2.1	9.1	±	2.6	<b>0.026</b>
	Hematocrito (%)	28.3	±	7.2	30.1	±	6.6	27.2	±	7.4	0.088

<b>BIOMETRÍA</b>	ADE (%)	14.9	±	2.0	14.1	±	1.5	15.5	±	2.1	<b>0.002</b>
<b>HEMÁTICA</b>	Leucocitos (10 <sup>3</sup> /μl)	7.3	±	2.4	7.1	±	1.8	7.4	±	2.8	0.917
	Linfocitos (10 <sup>3</sup> /μl)	1.6	±	0.7	1.8	±	0.7	1.5	±	0.7	0.211
	Neutrófilos (10 <sup>3</sup> /μl)	4.8	±	2.1	4.5	±	1.4	5.0	±	2.4	0.744
	Plaquetas (10 <sup>3</sup> /μl)	265.6	±	88.1	269.4	±	74.7	263.4	±	96.2	0.627
<b>ELECTROLITOS</b>	Sodio (mEq/l)	138.6	±	3.9	139.4	±	2.5	138.1	±	4.5	0.295
	Potasio (mEq/l)	4.6	±	0.7	4.6	±	0.7	4.6	±	0.8	0.939
	Cloro (mEq/l)	94.9	±	4.2	95.0	±	3.3	94.9	±	4.7	0.95
	Calcio (mg/dl)	9.1	±	1.0	9.3	±	0.9	9.0	±	1.0	0.169
<b>MINERAL ÓSEO</b>	Fósforo (mg/dl)	6.2	±	1.8	6.3	±	1.8	6.1	±	1.8	0.677
	Magnesio (mg/dl)	2.4	±	0.6	2.7	±	0.5	2.3	±	0.6	<b>0.012</b>
	PTH (pg/ml)	464.4	±	469.1	518.3	±	494.4	432.1	±	456.6	0.454
	Fosfatasa alcalina (U/l)	141.6	±	106.9	152.9	±	119.3	134.8	±	99.8	0.667
	% saturación hierro (%)	27.6	±	11.8	30.7	±	9.7	25.8	±	12.6	0.052
<b>PERFIL DE HIERRO</b>	Hierro (μg/dl)	67.2	±	25.4	76.0	±	22.4	61.9	±	25.8	<b>0.014</b>
	Ferritina (μg/dl)	445.5	±	498.8	339.5	±	394.1	509.1	±	547.1	0.318
	Capacidad de fijación (μg/dl)	252.6	±	63.1	251.0	±	65.5	253.6	±	62.5	0.771
<b>MEDICAMENTOS</b>	Diurético de asa (%)	0.4	±	0.5	0.3	±	0.4	0.4	±	0.5	0.161
	IECA / ARA2 (%)	0.5	±	0.5	0.6	±	0.5	0.4	±	0.5	0.223
	Calcio antagonistas (%)	0.5	±	0.5	0.5	±	0.5	0.6	±	0.5	0.274
	Betabloqueador (%)	0.3	±	0.5	0.3	±	0.4	0.3	±	0.5	0.669
	Volumen residual (ml)	390.0	±	564.6	528.1	±	632.7	307.2	±	510.0	0.094
	Años en DPA	2.3	±	1.5	2.1	±	1.5	2.4	±	1.5	0.324
	Uso de icodextrina	0.3	±	0.5	0.3	±	0.4	0.3	±	0.5	0.528

Tabla 10. Características basales de la muestra y comparación entre grupos (euvolemia vs sobrecarga hídrica).

En el análisis de sobrevida se observó que los pacientes con sobrecarga hídrica por bioimpedancia presentaron una menor sobrevida comparado con los pacientes que se clasificaron con euvolemia. A los 48 meses de terapia con DPA todos los

pacientes euvoémicos permanecían con vida comparados con el 77% de los pacientes con sobrecarga hídrica. La diferencia en mortalidad fue significativa entre grupos de euvoemia versus sobrecarga con una  $p=0.034$ .



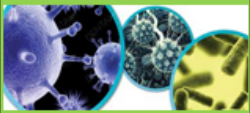


**Resumen del procesamiento de los casos**

	Nº total	Nº de eventos	Censurado		
			Nº	Porcentaje	
<b>Euvoemia</b>	24	0	24	100.0%	
<b>Sobrecarga Hídrica</b>	40	9	31	77.5%	
<b>Global</b>	64	9	55	85.9%	
		Chi-cuadrado	gl	Sig.	
		<b>Log Rank (Mantel-Cox)</b>	4.515	1	<b>.034</b>

Gráfico 6. Mortalidad por índice de Edema (0.387).

La causa de la muerte en los pacientes fue en un 77% de tipo cardiovascular, correspondiente al 10.9% del total de los participantes.

		<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Porcentaje válido</i>	<i>Porcentaje acumulado</i>
	<b>CARDIACA</b> 	7	10.9	10.9	10.9
<b>MORTALIDAD</b>	<b>PULMONAR</b> 	1	1.6	1.6	12.5
	<b>INFECCIOSA</b> 	1	1.6	1.6	14.1
	<b>PACIENTES VIVOS</b>	55	85.9	85.9	100.0
	<b>Total</b>	64	100.0	100.0	

**77%**

Figura 3. Causas de muerte en los participantes del estudio.

Tomando en cuenta la mortalidad de los pacientes se evaluaron las variables del estudio entre el grupo de vivos (n=55) versus el grupo de fallecidos (n=9). Las variables con significancia estadística fueron edad ( $36.9 \pm 14.1$  vs  $51.2 \pm 19.2$ ,  $p=0.031$ ), AEC/ACT ( $0.390 \pm 0.01$  vs  $0.402 \pm 0.01$ ,  $p=0.026$ ), ángulo de fase ( $4.9 \pm 1.0$  vs  $3.9 \pm 1.0$ ,  $p=0.010$ ), glucosa ( $92.3 \pm 12.2$  vs  $104.8 \pm 31.5$ ,  $p=0.029$ ), albúmina ( $3.8 \pm 0.4$  vs  $3.2 \pm 0.7$ ,  $p=0.013$ ), ADE ( $14.6 \pm 1.9$  vs  $17.0 \pm 1.9$ ,  $p<0.001$ ), neutrófilos ( $4.5 \pm 1.9$  vs  $6.6 \pm 2.3$ ,  $p=0.003$ ), uso de IECA ( $0.5 \pm 0.5$  vs  $0.1 \pm 0.3$ ,  $p=0.016$ ), uso de calcio antagonistas ( $0.6 \pm 0.5$  vs  $0.1 \pm 0.3$ ,  $p=0.005$ ) y uresis residual ( $448.4 \pm 588.0$  vs  $33.3 \pm 100.0$ ,  $p=0.008$ ).

Variable	Vivos		Fallecidos		Valor (p)	
	n=55		n=9			
	Media	± DE	Media	± DE		
Edad (años)	36.9	± 14.1	51.2	± 19.2	<b>0.031</b>	
Sexo (H/M)	0.5	0.5	0.4	0.5	0.876	
Talla (cm)	160.6	± 8.5	161.2	± 10.0	0.908	
Peso (kg)	64.1	± 14.8	73.8	± 34.5	0.931	
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	24.7	± 4.7	27.5	± 9.8	0.794	
<b>BIOIMPEDANCIA</b>	MLG (%)	44.3	± 10.1	45.4	± 16.2	0.772
	AEC/ACT	0.390	± 0.0	0.402	± 0.0	<b>0.026</b>
	Ángulo de fase	4.9	± 1.0	3.9	± 1.0	<b>0.010</b>
	TA sistólica (mmHg)	130.6	18.8	122.3	25.9	0.588
<b>SIGNOS VITALES</b>	TA diastólica (mmHg)	80.1	14.3	73.3	16.0	0.310
	Frecuencia cardiaca (lpm)	84.0	12.5	85.2	14.7	0.772
	Glucosa (mg/dl)	92.3	± 12.2	104.8	± 31.5	<b>0.029</b>
	Albumina (mg/dl)	3.8	± 0.4	3.2	± 0.7	<b>0.013</b>
	Triglicéridos (mg/dl)	154.0	± 90.3	191.1	± 89.9	0.167
<b>PERFIL</b>	Colesterol (mg/dl)	172.5	± 40.3	160.4	± 82.4	0.329
<b>METABÓLICO</b>	HDL (mg/dl)	44.1	± 12.5	34.7	± 23.1	0.139
	LDL (mg/dl)	108.4	± 32.5	81.4	± 68.4	0.142
	BUN (mg/dl)	57.3	± 14.8	64.8	± 18.5	0.339
	Creatinina (mg/dl)	13.2	± 4.0	10.6	± 3.5	0.095
	Ácido urico (mg/dl)	6.4	± 1.5	7.0	± 1.7	0.283
	Hemoglobina (g/dl)	9.4	± 2.2	10.7	± 3.6	0.339

<b>BIOMETRÍA</b>	Hematocrito (%)	27.7	± 6.7	31.9	± 9.2	0.216
<b>HEMÁTICA</b>	ADE (%)	14.6	± 1.9	17.0	± 1.9	<b>0.001</b>
	Leucocitos (10 <sup>3</sup> /μl)	7.1	± 2.3	8.6	± 2.9	0.079
	Linfocitos (10 <sup>3</sup> /μl)	1.7	± 0.7	1.1	± 0.9	0.053
	Neutrófilos (10 <sup>3</sup> /μl)	4.5	± 1.9	6.6	± 2.3	<b>0.003</b>
	Plaquetas (10 <sup>3</sup> /μl)	95.4	± 3.9	215.4	± 79.2	0.064
	Sodio (mEq/l)	138.8	± 3.6	137.3	± 5.3	0.437
<b>ELECTROLITOS</b>	Potasio (mEq/l)	4.6	± 0.7	4.7	± 0.7	0.492
	Cloro (mEq/l)	95.4	± 3.9	92.0	± 4.7	0.051
	Calcio (mg/dl)	9.1	± 1.0	8.8	± 0.8	0.301
<b>MINERAL</b>	Fósforo (mg/dl)	6.1	± 1.7	6.9	± 2.3	0.320
<b>ÓSEO</b>	Magnesio (mg/dl)	2.5	± 0.5	2.2	± 0.9	0.411
	PTH (pg/ml)	475.0	± 498.9	399.7	± 217.5	0.569
	Fosfatasa alcalina (UI/l)	144.2	± 112.9	6.9	± 2.3	0.992
<b>PERFIL DE</b>	% saturación hierro (%)	28.1	± 11.4	24.6	± 14.2	0.231
<b>HIERRO</b>	Hierro (μg/dl)	68.2	± 24.2	60.7	± 32.6	0.354
	Ferritina (μg/dl)	388.7	± 415.7	792.4	± 797.1	0.192
	Capacidad de fijación(μg/dl)	252.7	± 62.2	251.9	± 72.6	0.728

	<b>Diurético de asa (%)</b>	0.4 ± 0.5	0.2 ± 0.4	0.359
<b>MEDICAMENTOS</b>	<b>IECA / ARA2 (%)</b>	0.5 ± 0.5	0.1 ± 0.3	<b>0.016</b>
	<b>Calcio antagonistas (%)</b>	0.6 ± 0.5	0.1 ± 0.3	<b>0.005</b>
	<b>Betabloqueador (%)</b>	0.3 ± 0.4	0.1 ± 0.3	0.244
	<b>Volumen residual (ml)</b>	448.4 ± 588.0	33.3 ± 100.0	<b>0.008</b>
	<b>Años en DPA</b>	2.3 ± 1.6	2.6 ± 1.1	0.553
	<b>Uso de icodextrina</b>	0.3 ± 0.4	0.3 ± 0.5	0.798
	<b>Causa de enfermedad renal</b>	3.7 ± 1.5	2.7 ± 2.1	0.185

Tabla 11. Comparación entre grupos vivos versus fallecidos.

Tomando en cuenta la comparación entre grupos para mortalidad se realizó a continuación un análisis de correlación con la finalidad de obtener información acerca de las variables con mayor significancia estadística. Se obtuvieron coeficientes de correlación considerando un valor significativo de  $p < 0.05$ . Se incluyeron grupos de variables como albúmina, ángulo de fase por bioimpedancia, índice de edema como definición de sobrecarga hídrica  $> 0.387$  y la variable de sobrecarga hídrica por clínica de edema (esta última presentando correlación para albúmina sérica y porcentaje de saturación de hierro).

Albúmina			Mortalidad			Ángulo de fase			IE 0.387			Sobrecarga clínica		
Variable	CC	valor p	Variable	CC	valor p	Variable	CC	valor p	Variable	CC	valor p	Variable	CC	valor p
Mortalidad	0.312	0.012	Edad	0.271	0.030	Mortalidad	0.322	0.009	Mortalidad	0.313	0.012	Albúmina	0.312	0.012
Edad	0.372	0.003	AEC/ACT	0.281	0.024	Edad	0.325	0.009	Ángulo Fase	0.674	0.001	% saturación de hierro	0.249	0.047
AEC/ACT	0.522	0.001	IE 0.387	0.313	0.012	AEC/ACT	0.853	0.001	Albúmina	0.508	0.001			
IE 0.387	0.508	0.001	Ángulo Fase	0.322	0.009	IE 0.387	0.674	0.001	Hemoglobina	0.280	0.025			
Clínica sobrecarga	0.312	0.012	AF 4.8	0.292	0.019	Albúmina	0.476	0.001	ADE	0.391	0.001			
Ángulo fase	0.476	0.001	Glucosa	0.275	0.028	BUN	0.256	0.041	Magnesio	0.315	0.011			
Colesterol	0.273	0.029	Albúmina	0.309	0.013	Creatinina	0.421	0.001	Hierro sérico	0.309	0.013			
LDL	0.348	0.005	Uresis residual	0.335	0.007	Uresis residual	0.274	0.028	AEC/ACT	0.839	0.001			
Creatinina	0.297	0.017	IECA o ARA	0.302	0.015	Hemoglobina	0.335	0.007	AF 4.8	0.531	0.001			
Uresis residual	0.350	0.005	Calcio antagonistas	0.354	0.004	ADE	0.258	0.04						
Hemoglobina	0.321	0.001	ADE	0.435	0.001	Magnesio	0.34	0.006						
ADE	0.397	0.001	Neutrófilos	0.371	0.003	Ferritina	0.267	0.033						
Sodio	0.364	0.003												
Calcio	0.394	0.001												
Magnesio	0.292	0.019												
% saturación de hierro	0.266	0.033												
Hierro sérico	0.269	0.032												
Sobrecarga clínica	0.312	0.012												

Tabla 12. Correlación entre variables significativas del estudio.

Se realizaron modelos de regresión para evaluar el conjunto de variables más apropiado para predecir mortalidad. El primer modelo jerárquico incluyó 32 variables (bioimpedancia, metabólicas, uresis residual, medicamentos, biometría hemática, perfil de hierro, electrolitos, metabolismo mineral óseo y signos vitales); obteniendo un predictor de mortalidad de 77% con significancia estadística de  $p < 0.001$ .

Resumen del modelo					
R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Durbin-Watson	
0.878	.771	.534	.23921	1.825	
ANOVA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	5.960	32	.186	3.255	0.001
Residual	1.774	31	.057		
Total	7.734	63			
Tabla de Coeficientes					
	(Constante)	Tolerancia	FIV		
	Edad	.285	3.509		
	Sexo	.330	3.027		
Bioimpedancia	Sobrecarga x AEC/ACT	.397	2.519		
	Ángulo de fase	.295	3.385		
Metabólico	Glucosa	.402	2.491		
	Albúmina	.151	6.641		
	BUN	.270	3.709		
	Creatinina	.186	5.388		
Uresis	Ácido úrico	.460	2.173		
	Uresis residual	.238	4.193		
Medicamentos	IECA O ARA	.472	2.119		
	Calcio antagonistas	.357	2.804		
	Diurético de asa	.412	2.430		
	Betabloqueador	.422	2.372		
BH	Hemoglobina	.288	3.472		
	ADE	.218	4.592		
	Leucocitos	.456	2.193		
	Plaquetas	.361	2.773		
Perfil de hierro	% saturación de hierro	.156	6.407		
	Hierro sérico	.158	6.318		
	Ferritina	.204	4.901		
Electrolitos	Sodio	.244	4.105		
	Potasio	.384	2.603		
	Cloro	.236	4.236		
Mineral óseo	Calcio	.275	3.632		
	Fósforo	.192	5.215		
	Magnesio	.267	3.752		
	Fosfatasa alcalina	.306	3.272		
Signos vitales	PTH	.521	1.919		
	TA sistólica	.223	4.492		
	TA diastólica	.176	5.678		
	Frecuencia cardiaca	.504	1.986		

Mortalidad 77%

Tabla 13. Modelo de regresión para predicción del 77% de mortalidad.

El segundo modelo de regresión se realizó con 15 variables significativas para mortalidad. Respetando los principios de colinealidad se logró un modelo predictor de mortalidad del 53% con significancia estadística ( $p < 0.001$ ) con las siguientes variables: edad, sexo, bioimpedancia, glucosa, albúmina, uresis residual, medicamentos, perfil de hierro y neutrófilos.

Resumen del modelo					
R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Durbin-Watson	
0.725	.526	.377	.27647	1.072	
ANOVA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	4.065	15	.271	3.546	0.000
Residual	3.669	48	.076		
Total	7.734	63			
Tabla de Coeficientes					
		Estadísticos de colinealidad			
		Tolerancia	FIV		
	(Constante)				
	<i>Edad</i>	.562	1.780		
	<i>Sexo</i>	.652	1.533		
<b>Bioimpedancia</b>	<i>Sobrecarga x AEC/ACT</i>	.516	1.937		
	<i>Ángulo de fase</i>	.518	1.932		
<b>Metabólico</b>	<i>Glucosa</i>	.785	1.274		
	<i>Albúmina</i>	.338	2.955		
<b>Uresis</b>	<i>Uresis residual</i>	.555	1.801		
	<i>IECA O ARA</i>	.633	1.580		
<b>Medicamentos</b>	<i>Calcio antagonistas</i>	.600	1.667		
	<i>Hemoglobina</i>	.460	2.174		
<b>Perfil de hierro</b>	<i>ADE</i>	.428	2.338		
	<i>% saturación de hierro</i>	.227	4.399		
	<i>Hierro sérico</i>	.273	3.658		
	<i>Ferritina</i>	.409	2.446		
	<i>Neutrófilos</i>	.746	1.340		

Mortalidad 53%

Tabla 14. Modelo de regresión ajustado (predictor del 53% de mortalidad).



Se realizó un constructo de riesgo para mortalidad tomando en cuenta las siguientes consideraciones: edad mayor a 50 años, presencia de sobrecarga hídrica definida como un índice de edema mayor a 0.387, ángulo de fase bajo por bioimpedancia definido como menor a 4.8, albúmina sérica menor a 3.5mg/dl y ancho de distribución eritrocitaria mayor a 14.5%.

	OR	IC 95% mínimo	IC 95% máximo	valor (p)
Índice de edema AEC/ACT 0.387	<b>1.29</b>	1.09	1.53	<b>0.02</b>
Ángulo de fase $\leq$ 4.8	<b>6.13</b>	1.16	32.37	<b>0.01</b>
Albúmina $\leq$ 3.5	<b>5.86</b>	1.29	26.59	<b>0.01</b>
Edad mayor de 50 años	<b>5.00</b>	1.15	21.78	<b>0.03</b>
ADE $\geq$ 14.5%	<b>1.38</b>	1.12	1.69	<b>0.00</b>
Uso de IECA o ARA2	<b>9.60</b>	1.12	82.04	<b>0.02</b>
Uso de Calcio antagonistas	<b>12.90</b>	1.51	111.06	<b>0.01</b>
Uresis residual	<b>10.25</b>	1.90	55.25	<b>0.03</b>
Glucosa	<b>10.33</b>	1.21	88.36	<b>0.01</b>

Tabla 15. Modelo de riesgo de mortalidad con razón de momios (OR).

## Discusión

La valoración del estado de volumen en el paciente con diálisis peritoneal automatizada se ha llevado a cabo en diferentes estudios poblacionales, sin embargo los puntos de corte aún no se han establecido en población mexicana.

Al incluir pacientes con un mínimo de 6 meses de haber iniciado terapia dialítica con DPA y tomando en cuenta el promedio de 3 mediciones en su evolución, se buscó diseccionar variables representativas y modificadoras de efecto con respecto a mortalidad. Por lo anterior, cualquier cuadro sugestivo de algún componente agudo fue un criterio de exclusión.

Ninguno de los participantes presentó historial de peritonitis en el periodo evaluado, esto con la finalidad de controlar el efecto confusor de la infección de la membrana peritoneal y su asociación con un deterioro más rápido de la función renal como lo han sugerido algunos autores.

El total de los pacientes recibió la dosis de diálisis necesaria para evitar infradiálisis de acuerdo al área de superficie corporal, presencia de uresis residual, tipo de membrana peritoneal y resultados de laboratorio. Diferentes estudios asocian la sobrecarga hídrica con complicaciones del paciente en diálisis peritoneal entre ellas, un riesgo aumentado para mortalidad. La valoración objetiva del edema se evidenció principalmente en la exploración física y aunque en aquellos que lo presentaron fue descrita como leve, se incluyeron a pacientes fuera de algún contexto de lesión o enfermedad renal aguda. El promedio de la presión arterial de los pacientes fue compatible con normotensión además de no presentar correlación con la presencia clínica de edema y destacando que el uso de diurético, inhibidor de enzima convertidora de angiotensina y calcio antagonistas se enfocó en las ventajas de estos medicamentos sobre la uresis residual.

La evaluación del índice de edema (AEC/ACT) con diferentes puntos de corte, permitió establecer el valor de 0.387 como el más apropiado para definir a los pacientes con sobrecarga hídrica; incluso en aquellos sin edema y normotensos. Se muestra la utilidad de la prueba como un método de tamizaje (altamente sensible) incluso con la ventaja de detectar a pacientes con un mayor riesgo de mortalidad ( $p=0.034$ ); lo anterior permitirá llevar a cabo el desarrollo de pruebas más específicas confirmatorias para esta variable.

La prevalencia de sobrecarga hídrica en el periodo de 48 meses de evaluación fue del 63% como el observado en otras series. Las variables relacionadas con sobrecarga hídrica fueron el ángulo de fase, albúmina y el ancho de distribución

eritrocitaria sugiriendo, más allá de conocer si una es causa o consecuencia de la otra, la importancia del constructo: volumen, desnutrición y anemia como el más asociado a mortalidad.

La valoración nefrológica de acuerdo a recomendaciones de guías internacionales y la inclusión de los parámetros de bioimpedancia (sobrecarga hídrica), permitiría estimar hasta el 77% de riesgo de mortalidad en cada una de las consultas del paciente con DPA.

Es importante resaltar la naturaleza retrospectiva del estudio y las consideraciones del diseño. La bioimpedancia eléctrica es práctica, accesible y fácil de interpretar; se propone como un método útil y complementario en la evaluación integral del paciente con DPA con la ventaja de proporcionar mayor información del estado de volumen del paciente estable, clínicamente euvolémico y que permitirá en mexicanos con esta modalidad implementar un nuevo enfoque preventivo y terapéutico del paciente en riesgo.

## Conclusiones

La bioimpedancia eléctrica con punto de corte de  $AEC/ACT = 0.387$  para índice de edema y ángulo de fase de 4.8 en pacientes mexicanos y clínicamente euvolémicos con diálisis peritoneal automatizada permite clasificar al paciente con sobrecarga hídrica.

La sobrecarga hídrica es un factor de riesgo significativo para mortalidad independientemente de la etiología de la enfermedad renal; las principales causas de muerte continúan siendo las cardiovasculares (77%).

Otros factores de riesgo asociados con mortalidad son: mayor edad, ancho de distribución eritrocitaria elevado, niveles disminuidos de albúmina, bajo volumen de uresis residual y menor uso de IECA, ARA2 y calcio antagonistas.

## Referencias

1

Página de internet: UNICEF México. Acceso 2017.  
<https://www.unicef.org/mexico/spanish/>

2

Hernández M. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino 2016: Resultados ponderados. Instituto Nacional de Salud Pública. Diciembre 2016.

3

Página de internet: IDF (International Federation of Diabetes): Acceso 2017.  
<http://www.idf.org/diabetesatlas/es/descargar-el-libro>

4

Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) CKD Work Group. KDIGO 2012 Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease. *Kidney inter., Suppl.* 2013; 3: 1–150.

5

Obrador GT, García-García G, Villa AR, Rubilar X, Olvera N, Ferreira E, et al. Prevalence of chronic kidney disease in the Kidney Early Evaluation Program (KEEP) México and comparison with KEEP US. *Kidney Int Suppl.* 2010;(116):S2-8.

6

García GG, Gutiérrez PA, Renoirte LK, Mendoza GM, Oseguera VM, Pérez GH, et al. Chronic kidney disease in homeless persons in Mexico. *Kidney International Supplements* 2013;3:250–253.

7

Lozier M, Turcios-Ruiz RM, Noonan G, Ordunez P. Chronic kidney disease of nontraditional etiology in Central America: a provisional epidemiologic case definition for surveillance and epidemiologic studies. *Rev Panam Salud Publica.* 2016;(40)5:294-300.

8

Caplin B, Jakobsson K, Glaser J, Nitsch D, et al. International Collaboration for the Epidemiology of eGFR in Low and Middle Income Populations - Rationale and core protocol for the Disadvantaged Populations eGFR Epidemiology Study (DEGREE). *BMC Nephrology.* 2017;18:1.

9

Página de internet: Fundación Mexicana del Riñón A.C. Acceso 2017  
<http://www.fundrenal.org.mx/>

10

Página de internet: INEGI. Acceso 2017.  
<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/registros/vitales/mortalidad/tabulados/ConsultaMortalidad.asp>

11

Méndez DA, Méndez BJ, Tapia YT, Muñoz MA, Aguilar SL. Epidemiología de la insuficiencia renal crónica en México. *Dial Traspl.* 2010;31(1):7-11.

12

Xinhui L, Rong H, Haishan W, Juan W, Xueqing Y, Xiao Y. Patient characteristics and risk factors of early and late death in incident peritoneal dialysis patients. *Scientific Reports.* 2015;6.

13

Rajaeefard A, Sarvandian S, Rezaianzadeh A, Roozbeh J. Analyzing the Long-term Survival of the Patients Undergoing Peritoneal Dialysis in the Peritoneal Dialysis Center in Shiraz, 2002-2011. *Saudi J Kidney Dis Transpl.* 2016;27(6):1211-1216.

14

Peng F, Li Z, Yi C, Guo Q, Yang R, Long H, et al. Platelet index levels and cardiovascular mortality in incident peritoneal dialysis patients: a cohort study. *Platelets.* November 2016;5:1-9.

15

In OS, Byung HC, Hyun JY, Jeong HK, Bum SC, Cheol WP, et al. Clinical significance of red blood cell distribution width in the prediction of mortality in patients on peritoneal dialysis. *Kidney Res Clin Pract* 2016;35:114-118.

16

Maruyama Y, Yokoyama K, Yokoo T, Shigematsu T, Iseki K, Tsubakihara T. The Different Association between Serum Ferritin and Mortality in Hemodialysis and Peritoneal Dialysis Patients Using Japanese Nationwide Dialysis Registry. *PLOS ONE*. November 2015;23.

17

Xia X, Zhao C, Peng FF, Luo QM, Zhou Q, Lin ZC, et al. Serum uric acid predicts cardiovascular mortality in male peritoneal dialysis patients with diabetes. *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases*. 2016;26:20-26.

18

Ravel VA, Streja E, Mehrotra R, Sim JJ, Harley K, Ayus JC. Serum sodium and mortality in a national peritoneal dialysis cohort. *Nephrol Dial Transplant*. 2016;1–10.

19

Lee S, Kang E, Yoo KD, Choi Y, Kim DK, Joo KW, et al. Lower serum potassium associated with increased mortality in dialysis patients: A nationwide prospective observational cohort study in Korea. *PLoS One*. Mar 2017;12(3).

20

Cai K, Luo Q, Dai Z, Zhu B, Fei J, Xue C, et al. Hypomagnesemia Is Associated with Increased Mortality among Peritoneal Dialysis Patients. *PLoS ONE* 11(3): e0152488.

21

Yang X, Soohoo M, Streja E, Rivara MB, Obi Y, Adams SV, et al. Serum Magnesium Levels and Hospitalization and Mortality in Incident Peritoneal Dialysis Patients: A Cohort Study. *Am J Kidney Dis*. 2016;68(4):619-627.

22

Chung TLiu, Yen CL, Yi CL, Chih CK, His HC, Chih CH, et al. Roles of Serum Calcium, Phosphorus, PTH and ALP on Mortality in Peritoneal Dialysis Patients: A Nationwide, Population-based Longitudinal Study Using TWRDS 2005–2012. *Scientific Reports*. 2015;7: 33.

23

Yang JH, Cheng LT, Gu Y, Jun L. Volume Overload in Patients Treated with Continuous Ambulatory Peritoneal Dialysis Associated with Reduced Circadian Blood Pressure Variation. *Blood Purif* 2008;26:399–403.

24

Castellano GS. Nuevos métodos fiables para diagnosticar la depleción proteico-calórica en los pacientes en hemodiálisis. *Nutr Hosp*. 2014;30(4):905-910.

25

Gokal R, Moberly J, Lindholm B, Mujais S. Metabolic and laboratory effects of icodextrin. *Kidney Int Suppl* 2002; 81: S62-S71.

26

Neves M, Machado S, Rodrigues L, Borges A, Maia P, et al. Cardiovascular risk in peritoneal dialysis- A portuguese multicenter study. *Nefrología* 2014; 34(2): 205-211.

27

Silaruks S, Sirivongs D, Chunlertrith D. Left ventricular hypertrophy and clinical outcome in CAPD patients. *Perit Dial Int*. 2000; 20:461–466.

28

Salih I, Yasemin E, Gu O, Nuh AO, C Yayla, Merve YT, et al. Association between bioimpedance analysis parameters and left ventricular hypertrophy in peritoneal dialysis patients. *Int Urol Nephrol*. 2014.

29

Hyung JO, Mi JL, Young EK, Kyoung SP, Jung TP, Han SH, et al. Which Biomarker is the Best for Predicting Mortality in Incident Peritoneal Dialysis Patients: NT-ProBNP, Cardiac TnT, or hsCRP? A Prospective Observational Study. *Oh et al Medicine* . november 2015;94(44).

30

Wu C-F, et al., Severe aortic arch calcification predicts mortality in patients undergoing peritoneal dialysis, *Journal of the Formosan Medical Association*. 2016. Article in press.

31

Ching FW, Yee FL, Wen JL, Chi TS, Lukas JH, Kwan DW et al. Severe aortic arch calcification predicts

mortality in patients undergoing peritoneal dialysis. *Journal of the Formosan Medical Association* (2016). Article in press.

32

Paniagua R, Ventura MJ, Diaz MA, Hinojosa HA, Mendez DA, Cueto MA, et al. NT-proBNP, fluid volume overload and dialysis modality are independent predictors of mortality in ESRD patients. Advance Access publication. Ago 2009.

33

Oei E, Paudel K, Visser A, Finney H, Fan SL. Is overhydration in peritoneal dialysis patients associated with cardiac mortality that might be reversible?. *World J Nephrol* 2016 September 6; 5(5): 448-454.

34

Malgorzewicz S, Chmielewski M, Kaczkan M, Borek P, Lichodziejewska-Niemierko M, Rutkowski B. Nutritional predictors of mortality in prevalent peritoneal dialysis patients. *Acta Biochim Pol.* 2016;63(1):111-115.

35

Cheng LT, Tang W, MD, Wang T. Strong Association between Volume Status and Nutritional Status in Peritoneal Dialysis Patient. *Am J Kidney Dis.* 2005; 45:891-902.

36

Greenhall GHB, Davenport A. Screening for muscle loss in patients established on peritoneal dialysis using bioimpedance. *European Journal of Clinical Nutrition.* 2016;1 – 6.

37

Klara P, Annemarie V, Sinead B, Nasreen S, Stanley LF. Can Bioimpedance Measurements of Lean and Fat Tissue Mass Replace Subjective Global Assessments in Peritoneal Dialysis Patients?. National Kidney Foundation. 2015.

38

Ahmadi SF, Zahmatkesh G, Streja E, Mehrotra R, Connie M. Association of body mass index with mortality in peritoneal dialysis patients: a systematic review and meta-analysis. *Peritoneal Dialysis International.* 2015. Article in press.

39

Liping X, Shirong C, Fenghua X, Qian Z, Li F, Qingdong X, et al. Association of Body Mass Index and Body Mass Index Change with Mortality in Incident Peritoneal Dialysis Patients. *Nutrients.* 2015;7:8444–8455.

40

O'Lone E, Visser A, Finney H, Fan SL. Clinical significance of multi-frequency bioimpedance spectroscopy in peritoneal dialysis patients: independent predictor of patient survival. *Nephrol Dial Transplant.* 2014;29:1430–1437.

41

Liu J, Zeng X, Hong HG, Li Y, Fu P. The association between body mass index and mortality among Asian peritoneal dialysis patients: A meta-analysis. *PLoS One.* February 2017.

42

Kamal H, Batya K, Fadi H, Saad AS, Regina M. The impact of oxidized serum albumin on the oncotic pressure and hydration status of peritoneal dialysis patients. *Therapeutics and Clinical Risk Management* 2016;12.

43

Chiu PF, Tsai CC. Trajectories of Serum Albumin Predict Survival of Peritoneal Dialysis Patients. *Medicine.* March 2016;95.

44

Dumler F. Hypoalbuminemia is a Marker of Overhydration in Chronic Maintenance Patients on Dialysis. *ASAIO Journal* 2003; 49:282–286.

45

Peng F, Chen W, Zhou W, Li W, Niu H, Chen Y, et al. Low prognostic nutritional index associated with cardiovascular disease mortality in incident peritoneal dialysis patients. *Int Urol Nephrol.* January 2017.

46

Jung ES, Sung JY, Han SY, Kim AJ, Ro H. Residual Urinary Volume Is a Predictor of Overhydration in Patients on Peritoneal Dialysis. *Tohoku J. Exp. Med.* 2014;233:295-300.

47

Kyung HL, Jang HC, Owen K, Sang UK, Ryang HK, Young WC, et al. Low prealbumin levels are independently associated with higher. *Kidney Res Clin Pract.* 2016; (35):169e175.

48

Kang SH, Choi EW, Park JW, Cho KH, Do JY. Clinical Significance of the Edema Index in Incident Peritoneal Dialysis Patients. *PLOS ONE.* January 2016;19.

49

Pérez FM, Rodríguez CR, Naveira MC, Borràs SM, Rodríguez SC, Quirós GP, et al. Baseline Residual Kidney Function and Its Ensuing Rate of Decline Interact to Predict Mortality of Peritoneal Dialysis Patients. *PLOS ONE.* July 2016.

50

Guo Q, Lin J, Li J, Yi C, Mao H, Yang X, et al. The effect of fluid overload on clinical outcome in southern chinese patients undergoing continuous ambulatory peritoneal dialysis. *Peritoneal Dialysis International.* 2014. Article in press.

51

Fan S, Davenport A. The importance of overhydration in determining peritoneal dialysis technique failure and patient survival in anuric patients. *Int J Artif Organs* 2015;38(11): 575 – 579.

52

Ronco C, Christian Verger C, Crepaldi C, Pham J, De los Ríos T, Adelheid G. et al. B Baseline hydration status in incident peritoneal dialysis patients: the initiative of patient outcomes in dialysis (IPOD-PD study). *Nephrol Dial Transplant* (2015) 30: 849–858.

53

Drepper VJ, Kihm LP, Kälble F, Diekmann C, Seckinger J, Sommerer C, et al. Overhydration Is a Strong Predictor of Mortality in Peritoneal Dialysis Patients – Independently of Cardiac Failure. *PLOS ONE.* July 2016.

54

Cheng LT, Gao YL, Qin C, Tian JP, Gu Y, Bi SH, Tang W, et al. Volume overhydration is related to endothelial dysfunction in continuous ambulatory peritoneal dialysis patients. *Perit Dial Int.* July 2008;28(4):397-402.

55

Zhu F, Wystrychowski G, Kitzler T, Thijssen S, Kotanko P, Levin NW. Application of Bioimpedance Techniques to Peritoneal Dialysis. *Contrib Nephrol.* 2006;150:119–128.

56

Morrell MA, Paul AF, Cezary B, Jyotiprakas C, Betty M. Extracellular mass/body cell mass ratio is an independent predictor of survival in peritoneal dialysis patients. *Kidney International* 2010;78(Sup117):S37–S40.

57

Jun PT, Hong W, Feng HD, Tao W. The standard deviation of extracellular water/intracellular water is associated with all-cause mortality and technique failure in peritoneal dialysis patients. *Int Urol Nephrol* 2016;48:1547–1554.

58

Luo YJ, Lu XJ, Woods F, Wang T. Volume Control in Peritoneal Dialysis Patients Guided by Bioimpedance Spectroscopy Assessment. *Blood Purif* 2011;31:296–302.

59

Fan S, Sayed RH, Davenport A. Extracellular volume expansion in peritoneal dialysis patients. *Int J Artif Organs* 2012;35(5):338 – 345.

60

Norman K, Stobäus N, Pirlich M, Westphal AB. Bioelectrical phase angle and impedance vector analysis e Clinical relevance and applicability of impedance parameters. *Clinical Nutrition* 2012;31:854-861.

61

Castellano GS. Nuevos métodos fiables para diagnosticar la depleción proteico-calórica en los pacientes en hemodiálisis. *Nutr Hosp.* 2014;30(4):905-910.

62

S. Abad, G. Sotomayor, A. Vega, A. Pérez de José, U. Verdalles, R. Jofré, et al. El ángulo de fase



de la impedancia eléctrica es un predictor de supervivencia a largo plazo en pacientes en diálisis. Nefrología 2011;31(6):670-6.

63

Página de Internet: Organización Mundial de la Salud. Acceso 2017

<http://www.who.int/es/>

64

Mosteller RD. Simplified calculation of body surface area. N Engl J Med 1987;317:1098.

65

Fernández VJ. Superficie corporal como indicador de masa muscular en el adulto del sexo masculino. Rev Cubana Salud Pública 2003;29(2):124-27.