

# Comparación del método convencional y el método de impedancia bioeléctrica para la determinación de la composición corporal de pacientes en hemodiálisis en el ISSSTEP

González Vera, Marilú del Rocío

2016

---

<http://hdl.handle.net/20.500.11777/2518>

<http://repositorio.iberopuebla.mx/licencia.pdf>

# UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA PUEBLA

Estudios con Reconocimiento de Validez Oficial por Decreto  
Presidencial del 3 de Abril de 1981



COMPARACIÓN DEL MÉTODO CONVENCIONAL Y EL MÉTODO DE  
IMPEDANCIA BIOELÉCTRICA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA  
COMPOSICIÓN CORPORAL DE PACIENTES EN HEMODIÁLISIS EN EL ISSSTEP

DIRECTOR DEL TRABAJO

MNC. Claudia Rodríguez Hernández

ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO

que para obtener el Grado de  
MAESTRÍA EN NUTRICIÓN CLÍNICA

presenta

MARILU DEL ROCIO GONZÁLEZ VERA

Puebla, Pue.

2016

# ÍNDICE

<b>1. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>5</b>
1.1 Planteamiento del problema .....	5
1.2 Objetivos.....	7
1.2.1 General .....	7
1.2.2 Específicos .....	7
1.3 Justificación .....	8
1.4 Contexto.....	9
<b>2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>10</b>
2.1 Composición corporal en insuficiencia renal crónica .....	10
2.2 Composición corporal del paciente en hemodiálisis .....	11
2.3 Evaluación de composición corporal de pacientes en hemodiálisis .....	12
2.4 Impedancia bioeléctrica (IB).....	15
2.4.1 InBodyS10® .....	16
2.5 Método convencional .....	17
<b>3. METODOLOGÍA .....</b>	<b>19</b>
3.1 Ubicación espacio temporal.....	19
3.2 Descripción de la población .....	19
3.2.1 Población .....	19
3.2.2 Muestreo.....	19
3.2.3 Diseño del estudio .....	19
3.2.4 Criterios de selección .....	19
3.3. Etapas de la investigación .....	20
<b>4. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....</b>	<b>22</b>
<b>5. ASPECTOS ÉTICOS .....</b>	<b>26</b>
<b>6. RESULTADOS .....</b>	<b>27</b>
<b>7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>32</b>
<b>8. CONCLUSIÓN .....</b>	<b>34</b>
<b>9. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>36</b>
<b>10. GLOSARIO .....</b>	<b>37</b>

<b>11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>39</b>
<b>12. ANEXOS.....</b>	<b>45</b>

## RESUMEN

Un aspecto difícil de determinar en pacientes con insuficiencia renal crónica en hemodiálisis es la composición corporal, ya que existe un desgaste general del paciente y ésta varía en un corto tiempo por diversos factores; así, determinar el tratamiento más adecuado de acuerdo a la composición corporal y estado nutricional del paciente se ha convertido en uno de los mayores retos.

El objetivo de esta investigación fue comparar dos métodos de evaluación de composición corporal: el método convencional (MC) y el método de Impedancia Bioeléctrica (IB) con el analizador InBody S10 en las variables de peso seco, litros de agua extra e Índice de Masa Corporal (IMC), en una muestra de 66 pacientes en hemodiálisis.

Para el análisis estadístico se utilizó la prueba t de grupos relacionados, en donde no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos métodos en las variables mencionadas. Además, se utilizó la correlación de Pearson para examinar el grado de asociación entre las variables; se encontró una baja asociación en la variable litros de agua extra en las mediciones de ambos métodos, indicando que en cada método (convencional o de impedancia) se ha determinado de manera diferente la cantidad de litros de agua extra.

En conclusión, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el método convencional y el método IB en las mediciones de peso seco, litros de agua extra e IMC que fueron las variables medidas por ambos métodos. Sin embargo, al utilizar el método de impedancia bioeléctrica además de obtener las variables anteriormente mencionadas, se determinaron otros compartimentos de la composición corporal como: agua intracelular y extracelular, masa libre de grasa (proteínas), masa grasa y minerales lo cual permite tener un diagnóstico completo y detectar alteraciones tempranas en el estado nutricional por déficit o por exceso, ayudando a mejorar el estado de nutrición y evitando un estado de malnutrición proteico calórico, elevando la calidad de vida del paciente.

# 1. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

## 1.1 Planteamiento del problema

De acuerdo al Global Burden of Diseases Study 2010, la Insuficiencia Renal Crónica (IRC) se posicionó en el lugar 27º en la lista de las principales causas de mortalidad a nivel mundial en el 2006, y en el 2010 pasó al número 18º (con un promedio anual de muertes de 16.3 por 100 000). La incidencia y prevalencia es distinta entre países y regiones. Se estima que la prevalencia a nivel mundial fluctúa entre el 8-16 % (1,2).

Según a datos del INEGI 2015, la insuficiencia renal crónica se encuentra en el lugar 11º dentro de las causas de mortalidad, siendo la diabetes y la hipertensión arterial sus principales causas. De acuerdo a la Sociedad Latinoamericana de Nefrología e Hipertensión nuestro país se posiciona en el 3er sitio de incidencia a nivel mundial con 340 casos por millón, y en el lugar 28º de prevalencia con 500 casos por millón (2).

La insuficiencia renal crónica (IRC) se define como la pérdida progresiva, permanente e irreversible de la tasa de filtración glomerular a lo largo de un tiempo variable, a veces incluso de años, expresada por una reducción del aclaramiento de creatinina estimado  $<60 \text{ ml/min/1,73 m}^2$ , presentándose diversas alteraciones tanto metabólicas como nutricionales (3).

Esta población que está en aumento, requiere de tratamientos integrales para elevar su calidad de vida, proporcionando a la par, tratamiento médico, psicológico y de nutrición especializada. En lo que respecta al tratamiento nutricio, sobre todo en la evaluación de composición corporal, esta población enfrenta una problemática; ya que debido a los cambios de composición corporal es difícil la medición y cálculo de los diferentes compartimentos corporales, teniendo problemas al evaluar oportunamente y darles seguimiento.

Resulta importante para esta población, determinar la composición corporal adecuadamente, ya que siendo una población con desgaste de salud generalizado, los

compartimentos corporales varían en un corto tiempo y determinar el peso seco así como el tratamiento oportuno y adecuado, se ha convertido en uno de los mayores retos para el personal de salud.

Tanto en el ISSSTEP (Instituto de Seguridad y Servicio Social de los Trabajadores al servicio de los poderes del Estado de Puebla) como en la mayoría de los hospitales públicos de México no se cuenta con un protocolo establecido para determinar la composición corporal de pacientes en hemodiálisis en el que se incluya una valoración con un equipo especializado o bien, técnicas antropométricas estandarizadas. Lo que dificulta el buen manejo nutricional considerando que esta población, presenta una alta prevalencia de malnutrición calórico-proteica con alteración de los compartimentos graso y proteico, por lo que fijar pautas que permitan la evaluación adecuada y oportuna mejoraría la calidad de vida e incluso facilitaría la evaluación de la eficacia del tratamiento médico y nutricio (4,5).

En esta investigación se plantea determinar la composición corporal por medio de dos técnicas: la impedancia bioeléctrica (método poco usado en los hospitales) con la que se obtienen datos completos de la composición corporal y los ajustes de peso seco necesarios en estos pacientes; y el método convencional (el que se realiza actualmente en el ISSSTEP) que se sigue prefiriendo en la mayoría de los hospitales ya que es más accesible por su bajo costo, sin embargo resulta complicado si no se cuenta con el personal capacitado y con un protocolo de atención establecido, lo que sucede en muchas unidades de hemodiálisis del país, incluyendo la unidad del ISSSTEP en donde la determinación del peso seco la realiza el nefrólogo y personal de enfermería sin considerar las medidas de los demás compartimentos del cuerpo.

Con base a lo anterior se plantea la siguiente pregunta de investigación ¿existen diferencias significativas entre ambos métodos para determinar la composición corporal?

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 General**

Comparar el método convencional con el método de impedancia bioeléctrica para la determinación de la composición corporal de pacientes de la unidad de hemodiálisis del ISSSTEP.

### **1.2.2 Específicos**

- Determinar la correlación entre los dos métodos (convencional y de impedancia bioeléctrica).
- Caracterizar antropométricamente al grupo de estudio.



### 1.3 Justificación

Mediante los resultados de este estudio se podrá establecer si existe diferencia significativa entre ambos métodos (impedancia bioeléctrica y convencional) y con ello poder determinar si es necesaria la adquisición del analizador de composición corporal InBodyS10<sup>®</sup> para el departamento de nefrología del ISSSTEP.

El adquirir el analizador InBodyS10<sup>®</sup>, traerá múltiples beneficios para la institución, derechohabientes y personal de salud que labora; ya que se podrá determinar de manera más rápida y precisa la composición corporal incluyendo peso seco; lo que ayudará a establecer con más exactitud el tiempo de diálisis que necesita cada paciente, el nutriólogo podrá intervenir oportuna y adecuadamente para mejorar el estado nutricional o bien detener el deterioro de los pacientes evitando principalmente la pérdida de masa muscular y con ello la desnutrición, así como los cambios metabólicos propios de la enfermedad; los médicos y enfermeras podrán tener mejores resultados y evitar complicaciones durante las sesiones teniendo a los pacientes más controlados.

Otro beneficio es el económico, tanto para la institución como para el paciente y su familia, ya que al precisar el peso seco y composición corporal, se podrán: ajustar adecuadamente las dosis de hemodiálisis que requieren, disminuyendo costos de dializado y la utilización de fármacos. Y a mayor control en los pacientes se podrá (en ciertos casos) disminuir la cantidad de sesiones de hemodiálisis por semana generando un ahorro en la familia debido a que el traslado hacia el hospital implica gastos y en ocasiones no acuden debido a la falta de que un familiar los lleve o por falta de dinero para transportarse muchas veces por semana.

Como se mencionó anteriormente, esta investigación será importante para la toma de decisiones, ya los resultados serán determinantes para adquirir el analizador, con el fin de mejorar la calidad de vida de estos pacientes.

## 1.4 Contexto

En el ISSSTEP existe una unidad de hemodiálisis que ofrece el servicio a los derechohabientes de dicha institución. Se cuenta con personal de enfermería que se encarga de recibir a los pacientes y realizar la conexión al equipo dializador, dos nefrólogos (matutino y vespertino) y médicos residentes o internos que apoyan a los especialistas.

La unidad cuenta con doce máquinas de hemodiálisis y las sesiones duran aproximadamente 3 horas dependiendo del estado del paciente, después de cada turno se realiza el aseo de todas las máquinas por 30 minutos. El horario de atención es de lunes a viernes, diariamente se reciben a 36 pacientes los cuales se encuentran divididos en tres turnos: matutino de 8:00 a 11:00 horas, intermedio de 13:00 a 16:00 horas y vespertino de 17:00 a 20:00 horas.

En la unidad hay roles de atención establecidos, los pacientes acuden 2 o 3 veces a la semana según lo establecido por el nefrólogo responsable y las sesiones que requieran de acuerdo a su estado de salud actual.

El protocolo que se sigue actualmente es: el personal de enfermería recibe al paciente para que entre a cambiarse de ropa en los vestidores, les miden los signos vitales, los pesan en la báscula de la unidad antes de la hemodiálisis y el nefrólogo o médico encargado le calcula el peso seco al que tiene que llegar de acuerdo a los criterios clínicos que ellos manejan. Hay algunos pacientes que ya tienen establecido el peso seco en las hojas de enfermería y les manejan el mismo restándoles 2 o 3 kilos en cada sesión. Después de esto los conectan por 2, 3 o 4 horas dependiendo de su estado. Saliendo de la hemodiálisis los pesan (sólo algunos, ya que si clínicamente no presenta complicaciones, el paciente se va sin ninguna indicación) para verificar que hayan perdido los kilos que el médico indicó.

Después de cada sesión, se desinfectan todas las máquinas.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Composición corporal en insuficiencia renal crónica**

A lo largo de la historia, el cuerpo humano ha sido estudiado desde distintos planos con el fin de conocer su estructura y su composición. Así, se reconoce que está constituido por diferentes compartimentos, tales como: masa grasa, masa magra, músculo esquelético, agua total, tejido visceral, entre otros.

En la insuficiencia renal crónica, la composición corporal del paciente se considera como un factor de morbimortalidad y cuando existe un diagnóstico de desnutrición proteica acompañada de depleción de masa magra junto con otros factores (diabetes, hipertensión arterial, dislipidemia, estados inflamatorios, disfunción inmune) este riesgo de morbimortalidad se ve aumentada; por lo tanto, evaluarla y determinarla se considera indispensable para un manejo nutricional adecuado y oportuno con el fin de mejorar la calidad de vida del paciente (6,7).

Los estudios sobre la determinación de composición corporal e insuficiencia renal se centran principalmente en los compartimentos de masa grasa y masa muscular, debido a la asociación que estos tienen con la morbimortalidad, ya que se ha demostrado que existe un mayor riesgo de mortalidad cuando prevalece un estado de desnutrición, y en esta población la prevalencia de desnutrición fluctúa desde un 20 hasta 50%, acentuándose particularmente al inicio de la terapia sustitutiva (hemodiálisis o diálisis peritoneal) (6).

La malnutrición calórico-proteica que presenta este grupo se debe a múltiples factores hormonales y metabólicos (aumento en las citoquinas y factores neuroendocrinos, hipertrigliceridemia, alteraciones en el metabolismo de hidratos de carbono, resistencia a la insulina y aumento de productos nitrogenados, que a su vez reducen la ingesta causando náuseas y vómitos) así como los mismos tratamientos de terapia sustitutiva (5).

Además de los cambios que se producen en la masa grasa y masa muscular en estos pacientes, el compartimento de agua corporal también se ve gravemente afectado. Por lo que los cambios en el peso corporal están directamente relacionados con estos tres compartimentos, siendo la determinación de este uno de los mayores problemas (8).

## **2.2 Composición corporal del paciente en hemodiálisis**

Los pacientes en terapia de hemodiálisis, constituyen una población sujeta a diversos cambios en la composición corporal principalmente la masa muscular, masa grasa y agua.

El compartimento de agua corporal juega un papel importante en la terapia renal, por lo que uno de los mayores objetivos es determinar el peso seco debido a que la sobrehidratación se relaciona con efectos cardiovasculares diversos y el estado de hidratación por sí solo es un predictor independiente de mortalidad en hemodiálisis crónica (9).

Otro de los problemas que presenta este grupo es la desnutrición, que se acentúa especialmente cuando están en hemodiálisis (9).

En las últimas décadas, ha aumentado el número de estudios sobre la composición corporal de pacientes renales crónicos sometidos a hemodiálisis (HD) debido a los cambios citados con anterioridad en el metabolismo del tejido adiposo y muscular y, alteraciones hídricas; llegando a asociar al desgaste proteico-energético (DPE) con inflamación e hiperhidratación a una mayor morbimortalidad. Sin embargo, los resultados de las investigaciones varían entre sí (10,11).

En un estudio mexicano realizado por Bravo *et al*, se encontró que la cantidad de Masa Grasa (MG) y Masa Libre de Grasa (MLG) en esta población estaban dentro de los marcos de referencia, destacando que las mujeres presentaron una mayor cantidad de MG en relación a los varones y no existió en la población estudiada depleción de MG indicativa de desnutrición proteica (6).

La cantidad de masa libre de grasa se ha propuesto como un factor protector en términos de sobrevida, ya que implica mayor cantidad de tejido muscular, y a la vez un mejor estado funcional y menor morbilidad a causa de desnutrición (6,12).

Se ha descrito también, que en la población en tratamiento de hemodiálisis que cursa con diabetes, existe un incremento en la cantidad de masa grasa, aún con un índice de masa corporal dentro de la normalidad; considerando que la diabetes es una de las causas de insuficiencia renal, implicaría que la mayoría de la población que llega a un tratamiento de hemodiálisis tiene un incremento en la masa grasa, lo cual podría exponer a la población a un mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares y mayor morbimortalidad, sin embargo, existen datos controvertidos en esta población (6,12).

En ciertos estudios acerca de la supervivencia de pacientes en hemodiálisis se reconoce el fenómeno denominado “obesidad paradójica” el cual hace mención de que un IMC aumentado, se acompaña de mayor supervivencia; sin embargo estos datos son controversiales y se debe de tener en cuenta también la cantidad de masa muscular que los pacientes tienen para tener este aumento de años de vida (13).

Existe en este grupo, una alta prevalencia de sobrepeso que se relaciona directamente con la masa grasa y el agua extracelular. Además esta población se acompaña por lo consiguiente de mayor inflamación y de niveles altos de leptina y bajos de adiponectina (13).

### **2.3 Evaluación de composición corporal de pacientes en hemodiálisis**

Evaluar la composición corporal es sumamente importante en esta población, principalmente para poder realizar una búsqueda temprana de alteraciones en el estado nutricional por déficit o por exceso. El conocimiento de la composición corporal especialmente la determinación de compartimentos como masa magra, masa grasa y la distribución de los fluidos en los pacientes renales es relevante para una adecuada y oportuna intervención médica y nutricional. La determinación de agua corporal, extra e

intracelular evita un estado de hipervolemia muy común en la mayoría de estos pacientes, que predispone a la hipertensión arterial, por lo que uno de los objetivos en estos pacientes es el cálculo de peso seco (7,14).

Debido a la importancia que la determinación de la composición corporal tiene, se han realizado investigaciones para conocer las técnicas o procedimientos más efectivos en la práctica clínica tanto para el nutriólogo como para el médico, y así mejorar la atención de esta población. Actualmente existen métodos menos invasivos pero con un mayor costo, y en algunos casos de difícil aplicabilidad en la práctica clínica diaria (7,14).

Los métodos que se utilizan para determinar la composición corporal en esta población son diversos, cada uno con ventajas y desventajas. Dentro de estos se encuentran: antropometría (pliegues cutáneos), cinética de creatinina, bioimpedanciometría y absorciometría de rayos X de doble energía (DEXA), habiéndose demostrado este último como el más confiable (9).

La sensibilidad y especificidad de cada uno de los métodos varía, además de que existen algunos indicadores que se modifican en un corto periodo de tiempo, por causas no nutricias. Actualmente se prefieren métodos que permiten una cuantificación más precisa de los diferentes compartimentos de la composición corporal, tales como la bioimpedancia (BIA) y análisis vectorial (BIVA) porque son simples, rápidos, no invasivos y reproducibles; otros como DEXA y antropometría, en donde esta última podría subestimar el grado de desnutrición proteica en estos pacientes de acuerdo a diversos estudios (6,9,12).

Sin embargo, de acuerdo a la National Kidney Foundation (NKF) la antropometría en el paciente sometido a hemodiálisis produce estimativas semi-cuantitativas de los componentes corporales y ofrecen suficiente información sobre el estado nutricional del paciente, además sugiere que las medidas tomadas pueden ser comparadas con el estudio NHANES II (Encuesta Nacional de Examen de Salud y Nutrición II) o con sujetos sanos (15).

Por otra parte, Soares *et al*, demostró que las medidas antropométricas y la impedancia bioeléctrica (BIA) fueron significativamente diferentes entre los pacientes renales crónicos sometidos a la hemodiálisis y los sujetos sanos. Y que la BIA es un método muy específico para la evaluación del estado de hidratación y masa celular (11).

Algunos estudios, han propuesto la necesidad de combinar métodos para determinar la composición corporal. En otros, se reporta el uso de cinética de creatinina y absorciometría de rayos X de doble energía (DEXA). Sin embargo, usualmente esta evaluación se hace con mediciones antropométricas (peso seco, talla, medición de pliegues cutáneos) pero estos métodos tienen algunos problemas sobre todo si los evaluadores no realizan las técnicas adecuadas (9).

En un estudio realizado por Cano *et al*, se reporta que la estimación de masa grasa por sumatoria de pliegues cutáneos presentó una diferencia significativa con respecto a la medición por DEXA, los pliegues cutáneos sobreestimaron la masa grasa en los sujetos delgados y subestimó en los obesos, por lo que se desaconseja utilizar este método. Contrariamente, otro estudio concluye que es aconsejable el uso de medición de pliegues corporales, aunque en él no se evaluó si la exactitud de la estimación era homogénea en todo el rango de índice de masa corporal de los pacientes (6, 9,15).

Con respecto al agua corporal, uno de los objetivos en esta población es que el paciente se mantenga eurolémico. La importancia de la determinación de este compartimento es que se reduce la sobrehidratación y deshidratación subclínica que está asociado a mayor morbilidad por lo que se busca determinar el peso seco. Aunque no se usan habitualmente en la práctica clínica, los métodos de referencia para medir el agua corporal es el deuterio y el bromuro de sodio (9).

Entre las pruebas que se pueden emplear para determinar el peso seco, están: la radiografía de tórax, el diámetro de vena cava inferior y sus variaciones respiratorias, sin embargo se sigue utilizando a diario la evaluación clínica por que las pruebas anteriores

no son rápidas y son invasivas, además de que el diámetro de vena cava inferior se ve influenciada por factores cardiovasculares (9).

Por todo esto aun es difícil establecer la concentración adecuada en los pacientes en hemodiálisis y frecuentemente permanece elevada en los pacientes considerados euhidratados (9).

## **2.4 Impedancia bioeléctrica (IB)**

Se define como impedancia bioeléctrica a la oposición de los tejidos corporales al paso de la corriente eléctrica alterna, la cual posee 2 componentes: resistencia y reactancia (13).

El análisis de la composición corporal mediante el método de impedancia bioeléctrica (IB) fue introducido por Hoffer *et al* en 1969, y desde entonces su utilización ha cobrado un enorme auge en diferentes campos (13).

Se han desarrollado ecuaciones para utilizarlas en la impedancia bioeléctrica, según el número de elementos en que se divide el peso total, así existe desde el modelo más sencillo que considera masa grasa y masa magra (bicompartimental) hasta los más complejos que distinguen hasta cinco o seis compartimentos (intracelular, plasmático, intersticial, del tejido conectivo denso y hueso y las secreciones corporales gastrointestinales, líquido cefalorraquídeo) (7).

En México existen pocos informes que describan el empleo de impedancia bioeléctrica para la determinación de la composición corporal de pacientes con insuficiencia renal, sin embargo está fundamentado que permite evaluar de manera confiable la composición corporal (6).

En un estudio realizado para evaluar los métodos de determinación del estado de hidratación de los pacientes en diálisis, la impedancia bioeléctrica demostró una alta



sensibilidad, postulándose como el método más prometedor para un tratamiento práctico en estos pacientes (9).

Utilizar la IB ha permitido el ajuste de fármacos hipotensores en pacientes con hipertensión arterial, al igual que el ajuste de volumen dependiente al llevarles al correcto nivel de hidróxido (OH) y la normalización de los pacientes que presentan hipotensión por deshidratación (13).

En otro estudio realizado en 30 pacientes de hemodiálisis, se encontró que la impedancia bioeléctrica utilizando la ecuación de Kyle, podría ser un buen método de campo para la evaluación de pacientes en hemodiálisis (9).

Este método de determinación de composición corporal se ha empezado a utilizar en los últimos años para esta población, con el fin de realizar una mejor valoración objetiva del estado de hidratación y nutrición. Sin embargo, no está bien establecido, si la valoración por IB es superior o más eficiente que el “peso seco” establecido mediante parámetros clínicos, que es como se hace en la rutina clínica (16).

#### **2.4.1 InBodyS10®**

Existen diferentes analizadores que utilizan el método IB, sin embargo no todos son específicamente para la población con insuficiencia renal .

En esta investigación el aparato denominado InBodyS10® (anexo 5) que es un analizador de composición corporal muy especializado el cual utiliza el método segmental directo de análisis de impedancia bioeléctrica de multifrecuencia (1 kHz, 5 kHz, 50 kHz, 250 kHz, 500 kHz y 1000 kHz), la lectura se realiza en 1 min. 50 segundos; se puede utilizar de 3 a 99 años con un rango de peso de 10-250 kg y estatura de 95-220cm. Este analizador es especialmente para pacientes con diálisis y hemodiálisis. Las mediciones pueden realizarse antes, durante o después de las sesiones de terapia, utilizando cualquiera de las siguientes posturas: acostada, sentada o de pie (17).

Los parámetros de composición corporal que este analizador determina son: a) análisis de composición corporal (agua intracelular, agua extracelular, agua corporal total, proteína, minerales, masa grasa corporal), b) análisis de músculo-grasa (peso, masa músculo esquelético, masa grasa corporal, porcentaje de grasa corporal e IMC), y c) análisis de magra segmental (brazo derecho e izquierdo, tronco, pierna derecha e izquierda) (17).

Adicionalmente, determina parámetros de investigación como: a) agua segmental, b) AEC(agua extracelular corporal)/ ACT (agua corporal total, c) índice nutricional y d) Impedancia (resistencia, reactancia, ángulo de fase) (17).

## **2.5 Método convencional**

En algunos artículos definen al método convencional como método *tradicional*, incluyendo generalmente la determinación únicamente del peso seco por parte del personal médico y no de la composición corporal (16).

Para fines de esta investigación, el método convencional para determinar la composición corporal se describe como la evaluación que se realiza en la unidad de hemodiálisis del ISSSTEP, lugar donde se realizó esta investigación.

En pacientes en hemodiálisis, generalmente con el peso seco se establece la valoración del estado de hidratación el cual es un predictor importante e independiente de mortalidad en pacientes en hemodiálisis, por ello el concepto de peso seco es parte integral de la terapia de diálisis (8,16).

El peso seco establecido por estimación clínica sigue siendo de gran valor, ya que de acuerdo a un estudio no existen diferencias estadísticamente significativas de éste, respecto al estimado por la impedancia bioeléctrica al menos en pacientes en situación clínica estable (16).

Sin embargo, el método convencional para efectos de esta investigación medirá tres variables de la composición corporal que son litros de agua extra, peso seco e Índice de Masa Corporal (IMC), las cuales podrán ser comparadas en ambos métodos (impedancia bioeléctrica y convencional) y no solamente peso seco.

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Ubicación espacio temporal**

- El proyecto se realizó en el Instituto de Seguridad y Servicio Social de los Trabajadores al servicio de los poderes del estado de Puebla (ISSSTEP), en la unidad de hemodiálisis.
- Durante el mes de noviembre de 2015

#### **3.2 Descripción de la población**

##### **3.2.1 Población**

El grupo de estudio estuvo conformado por un total de 66 pacientes (33 de sexo femenino y 33 de sexo masculino), con un rango de edad entre los 19 a 83 años de edad.

##### **3.2.2 Muestreo**

Se hizo un muestreo aleatorio por conveniencia, ya que se eligió a los individuos con características determinadas, tomando en cuenta los criterios de inclusión.

##### **3.2.3 Diseño del estudio**

El diseño de esta investigación es de alcance correlacional ya que se compararán dos métodos de evaluación de la composición corporal y es transversal debido a que se hará una sola medición (18,19).

##### **3.2.4 Criterios de selección**

- Criterios de inclusión: pacientes entre 19 y 90 años, que acepten participar en el estudio, con insuficiencia renal crónica en tratamiento de hemodiálisis, derechohabientes del ISSSTEP y que no presenten embarazo.
- Criterios de eliminación: pacientes que no hayan aceptado participar en el estudio, cuya hoja de datos esté incompleta, y con amputaciones de extremidades

### **3.3. Etapas de la investigación**

#### **3.3.1 Caracterización antropométrica por el método convencional**

- **Peso:** se determinó el peso prediálisis de cada uno de los pacientes utilizando la técnica de Lohman con una báscula clínica con capacidad de 160 kg marca Bame (Anexo 2).
- **Peso seco:** después del peso prediálisis, el nefrólogo o médico residente realizó una valoración clínica a cada paciente para determinar el peso seco, la valoración incluyó los hábitos dietéticos como ingesta de sal y agua, síntomas que presentaron como: cefalea, disnea, calambres, ortopnea e hipotensión ortostática; y signos como edemas, crepitantes auscultatorios, comportamiento de la presión arterial durante la sesión, o ganancia de peso interdiálisis.
- **Estatura:** se midió la estatura mediante la técnica de Lohman (Anexo 2), utilizando el estadímetro de la báscula BM-425 marca Bame. En los pacientes que no se pudieron medir con el estadímetro, se estimó la estatura utilizando la fórmula de media brazada usando una cinta métrica marca seca.
- **IMC:** el índice de masa corporal se obtuvo de acuerdo a los datos que se midieron, tomando en cuenta el peso seco y estatura.

### 3.3.2 Caracterización antropométrica por el método de impedancia bioeléctrica (IB).

Antes de la intervención se acudió a una capacitación (1 semana antes) para el uso correcto del analizador InBodyS10<sup>®</sup>

- Peso y estatura, se utilizaron las mismas técnicas que en el método convencional.
- Peso seco: se determinó el peso seco, por diferencia entre el peso y el resultado de la diferencia del agua corporal total y el agua corporal máxima, medidas estas dos últimas variables por el analizador InBodyS10<sup>®</sup>, el peso se ingresó al analizador con el fin de poder obtener el agua total y máxima.
- Índice de Masa Corporal: el índice de masa corporal se obtuvo de acuerdo a los datos que se midieron, tomando en cuenta el peso seco estimado mediante el analizador y la estatura medida o estimada (peso seco BIA / estatura<sup>2</sup>).

Adicionalmente con el método de impedancia bioeléctrica se obtuvieron otros datos de análisis de composición corporal, que para este estudio se tomaron en cuenta (agua extracelular, agua intracelular, proteína, minerales y masa grasa corporal).

### 3.3.3 Determinación de la correlación entre los dos métodos (convencional y de impedancia bioeléctrica)

Para determinar la relación entre el método convencional y el de impedancia bioeléctrica se compararon únicamente tres variables en ambos métodos: litros de agua extra, peso seco e IMC.

#### 4. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

En las siguientes tablas se muestran las operacionalizaciones de cada variable y método.

**Tabla 1. Operacionalización de la variable peso seco (método convencional)**

<b>Definición conceptual</b>
Es el peso registrado después de la hemodiálisis (sesión a mitad de semana), sin que el paciente presente edema periférico detectable, con presión arterial normal y sin hipotensión postural (4).
<b>Definición operacional</b>
Es el peso meta al que debe llegar el paciente al finalizar la sesión de hemodiálisis. Se determina con el peso corporal obtenido mediante una báscula y un examen clínico que realiza el nefrólogo a cada paciente.
<b>Escala de medición</b>
De razón (19).

**Tabla 2. Operacionalización de la variable peso seco (método impedancia bioeléctrica)**

<b>Definición conceptual</b>
Es el peso registrado después de la hemodiálisis (sesión a mitad de semana), sin que el paciente presente edema periférico detectable, con presión arterial normal y sin hipotensión postural (4).
<b>Definición operacional</b>
Para obtener peso seco, se toma el resultado de la diferencia entre agua corporal total y agua corporal máxima. Para luego restar el peso corporal menos el total de esta diferencia.
<b>Escala de medición</b>
De razón (19).

**Tabla 3. Operacionalización de la variable IMC (ambos métodos)**

<b>Definición conceptual</b>
Criterio diagnóstico que se obtiene dividiendo el peso en kilogramos entre la talla en metros elevada al cuadrado (20).
<b>Definición operacional</b>
Criterio diagnóstico que se obtiene dividiendo el peso en kilogramos entre la talla en metros elevada al cuadrado (20).
<b>Indicadores</b>
<p>Población de: 19 a 59 años (20).</p> <p style="padding-left: 40px;"> <math>&lt; 18.5 \text{ kg/m}^2</math> Bajo peso  <math>18.50\text{-}24.99 \text{ kg/m}^2</math> Normal  <math>&gt;25\text{-}29.99 \text{ kg/m}^2</math> Sobrepeso  <math>30\text{-}34.99 \text{ kg/m}^2</math> Obesidad grado I  <math>35\text{-}39.9 \text{ kg/m}^2</math> Obesidad grado 2 II  <math>&gt;40 \text{ kg/m}^2</math> Obesidad grado III         </p> <p>En la población con estatura baja (hombres <math>&lt;1.60\text{m}</math> y mujeres <math>&lt;1.50\text{m}</math>)</p> <p style="padding-left: 40px;"> <math>&gt;23</math> y <math>&lt;25 \text{ kg/m}^2</math> Sobrepeso  <math>&gt;25 \text{ kg/m}^2</math> Obesidad         </p> <p>Adultos mayores <math>&gt;60</math> años (21).</p> <p style="padding-left: 40px;"> <math>&lt; 22 \text{ kg/m}^2</math> Bajo peso  <math>22\text{-}27 \text{ kg/m}^2</math> Normal  <math>&gt;27.1\text{-}30 \text{ kg/m}^2</math> Sobrepeso  <math>&gt;30 \text{ kg/m}^2</math> Obesidad         </p>
<b>Escala de medición</b>
De razón (19).



**Tabla 4. Operacionalización de la variable litros de agua extra (ambos métodos)**

<b>Definición conceptual</b>
Se considera como el resultado que se obtiene de la resta del peso corporal y el peso seco.
<b>Definición operacional</b>
Se considera como el resultado que se obtiene de la resta del peso corporal y el peso seco.
<b>Escala de medición</b>
De razón (19).

**Tabla 5. Operacionalización de la variable composición corporal (método impedancia bioeléctrica).**

<b>Definición conceptual</b>
Se considera como la suma de todos los componentes en cada uno de los cinco niveles: atómico, molecular, celular, tejido-órganos y corporal total (22).
<b>Definición operacional</b>
Es la suma de los componentes corporales: agua intracelular, agua extracelular, masa grasa, masa muscular y minerales; medidos mediante el analizador InBodyS10®.
<b>Indicadores</b>
<b>Análisis de composición corporal</b>
Los rangos adecuados de agua intracelular, agua extracelular, kg de masa grasa y minerales se estiman individualmente en el analizador. Para proteína y porcentaje de masa grasa, se compararán con el rango para la población general, clasificándolos en bajo, normal o exceso. Proteína (masa muscular corporal total) (4): <div style="margin-left: 40px;">                 Varones: 30 kg normal, &gt;30 kg exceso, &lt;30kg bajo                  Mujeres 17 kg normal, &gt;17 kg exceso, &lt;17 kg bajo             </div> Masa grasa % (4): <div style="margin-left: 80px;">                 Adecuado varones hasta 20%                  Adecuado mujeres hasta 25%             </div>
<b>Escala de medición</b> De razón (19).

## **5. ASPECTOS ÉTICOS**

Para fines de esta investigación, se realizaron evaluaciones de la composición corporal por medio del analizador InBodyS10<sup>®</sup> y por el método convencional. Previa autorización por parte de la jefa del departamento de trasplantes del ISSSTEP la Dra. Juana Morales Monterrosas.

Al grupo de estudio, se solicitó con anticipación la autorización cada uno de ellos entregándoles la carta de consentimiento informado (anexo 1), en la cual menciona que la información obtenida fue utilizada para fines de investigación; tomando en cuenta el estricto anonimato de los datos en donde los nombres de las personas no aparecerán en los resultados del estudio.

Durante la investigación, se tomaron en cuenta los aspectos éticos básicos de respeto y ética hacia a los pacientes, cuidando su integridad física y la mínima invasión durante las mediciones que se realización, además de aclarar que este estudio no generó ningún costo para ellos.

## 6. RESULTADOS

En este estudio participaron 66 pacientes (33 hombres y 33 mujeres), las características de la población se describen en la siguiente tabla.

<b>Tabla 1. Características de la población</b>		
	Media	DS
Edad (años)	56	±17
Estatura	1.57	±0.09
Años de terapia sustitutiva	3.25	±4
<b>DS: desviación estándar</b>		

El objetivo de esta investigación fue comparar dos métodos para la determinación de composición corporal: método convencional (C) y método de Impedancia Bioeléctrica (IB) en las variables de peso seco, Índice de Masa Corporal (IMC) y litros de agua extra. Con base al objetivo, primero se compararon los dos métodos con una prueba t de grupos relacionados (Tabla 2).

<b>Tabla 2. Comparación entre ambos métodos mediante la distribución t de Student</b>						
	<b>Método convencional</b>		<b>Método de impedancia bioeléctrica</b>		<b>Prueba t</b>	<b>P</b>
	<b>Media</b>	<b>Desviación Estándar</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación Estándar</b>		
<b>Peso seco</b>	62.35	11.79	62.85	12.29	-0.92	0.35
<b>Litros extra</b>	1.35	4.73	0.84	2.42	0.92	0.35
<b>IMC</b>	26.99	5.10	27.21	5.32	-0.92	0.35
<b>IMC: índice de Masa Corporal</b>						

Como resultado, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos métodos en las variables anteriormente mencionadas. Por lo cual, el segundo

paso fue analizar en qué grado ambos métodos son parecidos, para examinar el grado de asociación se usó la correlación de Pearson (Tabla 3).

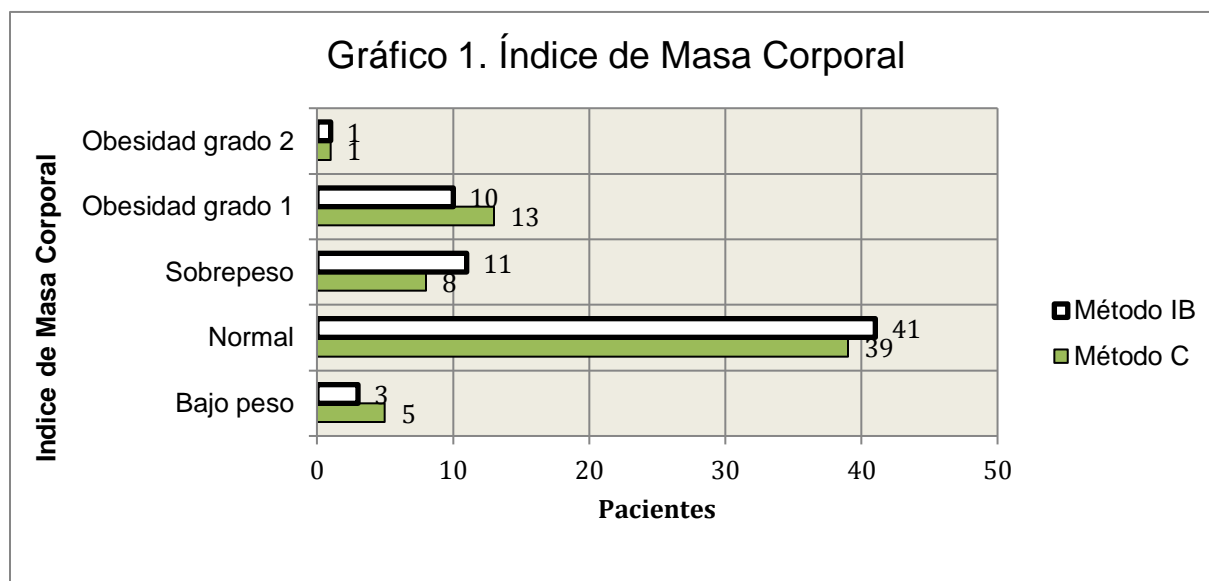
<b>Tabla 3. Grado de correlación entre ambos métodos</b>			
<b>Variables</b>	<b>Peso seco IB</b>	<b>Litros extra IB</b>	<b>IMC IB</b>
<b>Peso Seco C</b>	<b>0.92</b>	0.18	0.92
<b>Litros extra C</b>	0.33	<b>0.28</b>	0.33
<b>IMC-C</b>	0.92	0.18	<b>0.92</b>
IB: método de impedancia bioeléctrica C: método convencional IMC:			

Como resultado, el peso seco medido con el método convencional se correlacionó en 0.92 con el peso seco del método IB; litros de agua extra medidos con el método convencional se asociaron en 0.28 con los litros de agua extra medidos con el método IB; el IMC medido con el método convencional se asoció en 0.92 con el IMC medido con el método IB. Esto indica que hay alta correlación en el peso seco y el IMC medido por ambos métodos, pero hay baja correlación entre litros de agua extra en las mediciones de ambos métodos. Si bien, estadísticamente no hubo diferencias significativas entre ambos métodos; destacan 6 casos en donde el peso seco calculado por el método convencional fue superior al peso corporal del paciente, por lo que existe una sobreestimación del peso seco utilizando este método (Tabla 4).

<b>Tabla 4. Sobreestimación de kg de peso en el método convencional</b>			
	<b>Peso corporal (Kg)</b>	<b>Peso seco calculado por método convencional (Kg)</b>	<b>Kilogramos sobreestimados</b>
<b>Paciente 1</b>	50	60.2	<b>10.2</b>
<b>Paciente 2</b>	69.7	70	<b>0.3</b>
<b>Paciente 3</b>	55	70	<b>15</b>
<b>Paciente 4</b>	47.6	58	<b>10.4</b>
<b>Paciente 5</b>	49.1	58	<b>8.9</b>
<b>Paciente 6</b>	44.6	58	<b>13.4</b>

En la tabla 4, se observa que la sobreestimación de kilogramos es importante, y que el porcentaje de pacientes con un peso seco erróneo en este estudio es del 9%, considerando que la insuficiencia renal crónica tiene una alta prevalencia en nuestro país, es alarmante la cantidad de pacientes que pudieran tener tratamientos inadecuados por la falta de equipos especializados que pueden determinar el peso seco.

Con base a otro de los objetivos, se realizó la caracterización antropométrica de la población donde se utilizaron las variables IMC y composición corporal. Es importante señalar que la interpretación de la variable IMC se realizó de acuerdo a la edad, tal como se especifica en su operacionalización. En el gráfico 1 se pueden apreciar los resultados.



Se observa que de acuerdo al IMC, con el método convencional el 7% presentó bajo peso, el 59% normal, el 12% sobrepeso, el 20% obesidad grado 1 y el 2% obesidad grado 2, mientras que con el método IB el 4% presentó bajo peso, el 62% normal, el 17% sobrepeso, el 15% obesidad grado 1 y el 2% obesidad grado 2.

Las diferencias de diagnóstico es debido a que el peso seco se determina de manera más específica con la impedancia bioeléctrica, y así se obtiene el diagnósticos de IMC adecuado, el cual es determinante para la correcta intervención nutricia.

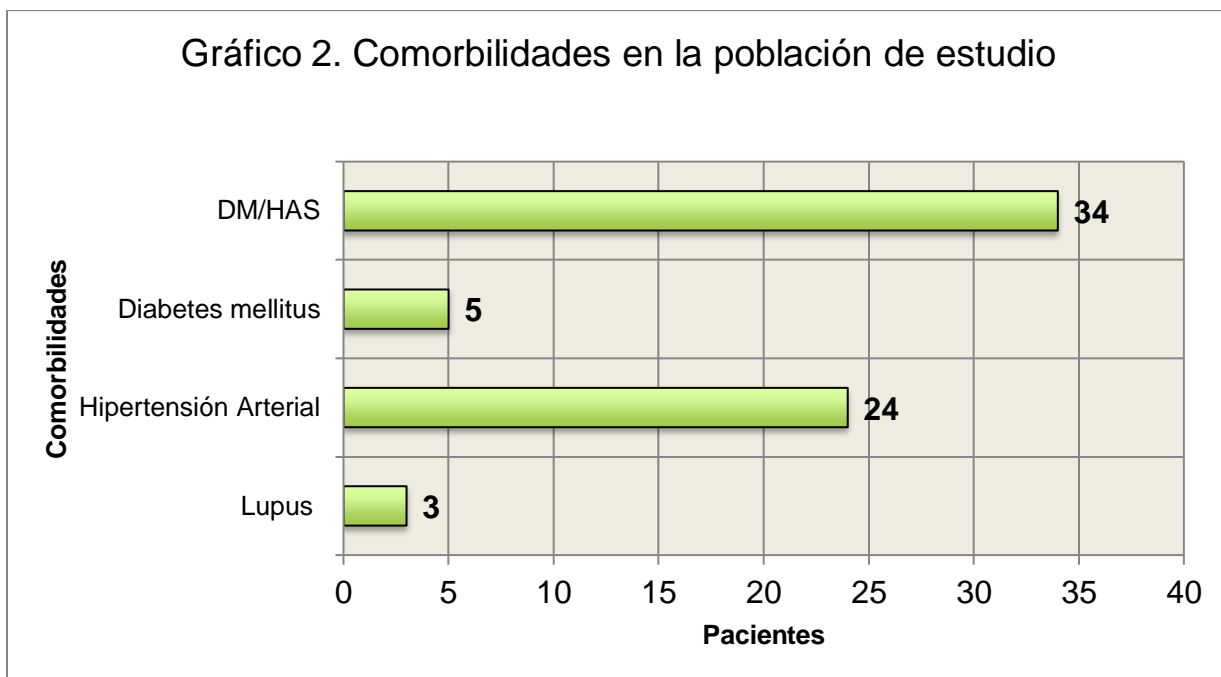
Adicionalmente, y como parte fundamental de una valoración adecuada, con el método de impedancia bioeléctrica se pudo obtener el resultado de otras variables de la composición corporal como: agua intracelular, agua extracelular, proteína, minerales y masa grasa corporal; en la tabla 5 se mencionan las medias de los valores mínimos y máximos que arrojó el analizador para cada paciente, por lo que se calcularon las medias de estos valores para la población, comparando después la media del grupo de estudio.

<b>Tabla 5. Composición corporal en el grupo de estudio mediante impedancia bioeléctrica</b>				
		<b>Media del valor mínimo estimado en la población</b>	<b>Media del valor máximo estimado en la población</b>	<b>Media del grupo de estudio</b>
<b>ELEMENTO</b>	Agua intracelular	18.05 litros	22.06 litros	20.57 litros
	Agua extracelular	11.06 litros	13.51 litros	<b>14.14 litros</b>
	Proteína (masa muscular kg)	7.80 kg	9.54 kg	8.90 kg
	Minerales	2.69 kg	3.20 kg	<b>3.47 kg</b>
	Masa grasa corporal	8.44 kg	14.95 kg	<b>H: 19 % M:30.72%</b>

Los valores que sobresalen son: agua extracelular, en minerales y masa grasa, encontrándose aumentados de acuerdo a las referencias en esta población.

Por lo que se tiene una población edematizada, con una cantidad de minerales aumentada y un porcentaje de masa grasa superior a lo deseable, éste último indica también que las mujeres tuvieron un mayor un porcentaje de grasa que los hombres, y que no se encuentra dentro del porcentaje ideal.

Como información complementaria, se pudo investigar sobre las comorbilidades de la población en estudio, resultados que se presentan en el gráfico 2.



Se puede observar que el 52% de la población presenta diabetes mellitus e hipertensión arterial, el 36% hipertensión arterial y el 8% diabetes mellitus tipo 2, aumentando con esto la morbimortalidad de los pacientes.



## 7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En esta investigación se evaluaron tres variables entre ambos métodos (peso seco, litros de agua extra e IMC), ya que fueron las únicas variables que se pudieron comparar entre ellos. Adicionalmente, con el método de impedancia se analizó la variable composición corporal.

Si bien, los resultados obtenidos en esta investigación no fueron estadísticamente significativos para las tres variables que se compararon en los dos métodos, al realizar la correlación entre ambos, para la variable litros de agua extra se encontró baja asociación entre un método y el otro, siendo un poco distintos los litros determinados en cada uno. Esta variable es clave para el control de líquidos corporales, por lo que al haber una baja correlación podemos determinar que se calculan de diferente forma en cada método y esto puede afectar la determinación de dosis de hemodiálisis así como el tiempo de cada sesión en los pacientes.

Además, cabe destacar que se presentaron 6 casos que representan el 9% de la población en donde el peso seco calculado por el método convencional fue superior al peso corporal del paciente, por lo que existe una sobreestimación del peso seco por parte del personal médico; y como se menciona en el estudio de Soares *et al* (11) al contrario del método convencional, la impedancia bioeléctrica puede ayudar en la detección y el seguimiento de los cambios de pacientes en hemodiálisis, sobre todo en el acompañamiento del estado de hidratación que puede contribuir en el control de la presión arterial, en la severidad de la hipertrofia ventricular izquierda y de la función renal residual, los cuales son factores de riesgo para mortalidad. Considerando todos estos puntos se determina que el método de impedancia bioeléctrica no sobreestima el peso como lo hace el método convencional, convirtiéndose así en un método más confiable.

En la variable IMC, se observaron ciertas diferencias en los diagnósticos, y esto es debido a que al medir el peso seco de manera más específica con la impedancia bioeléctrica se obtienen diagnósticos de IMC diferentes al del método convencional, al tener un diagnóstico preciso con el método de impedancia pueden realizarse

intervenciones nutricias correctas y oportunas, evitando las restricciones excesivas e inadecuadas de alimentos en esta población.

Adicionalmente, con el método de impedancia bioeléctrica se determinó la variable de composición corporal con lo que se pudo evaluar compartimentos corporales del grupo de estudio, observando que la población presenta en rangos adecuados el agua intracelular y de proteínas o masa muscular lo cual se ha propuesto como un factor que confiere efecto protector en términos de sobrevida, debido a que la preservación de este compartimento implica un mejor estado funcional, mayor competencia inmune, mayor independencia y menor morbilidad derivada de desnutrición (6).

De igual manera se presentó un estado de edema importante el cual pudo observarse con la variable de agua extracelular la cual se encuentra en rangos superiores a lo ideal; para la variable de minerales la media se encuentra por arriba de lo ideal indicando una acumulación de éstos en el organismo, y por último se detectó un porcentaje elevado de masa grasa, encontrando que la media de la población femenina es superior al porcentaje de masa grasa recomendado para evitar la lipotoxicidad, dato que no se observó en varones.

## 8. CONCLUSIÓN

De acuerdo al objetivo general, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el método convencional y el método de impedancia bioeléctrica en las mediciones de los promedios de peso seco e IMC, los resultados que arrojan ambos métodos en la variable litros de agua extra, sí difieren.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos métodos, pero sí se encontró una sobrestimación de peso seco en el método convencional, resaltando los casos que representan al 9% de la población. Los diagnósticos de índice de masa corporal son más precisos con la impedancia bioeléctrica.

Además, con el método de impedancia bioeléctrica se pudo evaluar de mejor manera la composición corporal de la población en estudio, determinando compartimentos como agua intracelular, agua extracelular, masa muscular, masa grasa y minerales lo que permitió tener un diagnóstico completo. Con esto se puede detectar oportunamente alteraciones tempranas en el estado nutricional por déficit o por exceso, ayudando a mejorar el estado de nutrición y evitando un estado de malnutrición proteico calórico, elevando así la calidad de vida del paciente; esto mejora además el tratamiento médico permitiendo el mejor manejo de la dosis adecuada de hemodiálisis calculado de manera precisa el peso seco, evitando un cálculo erróneo en la extracción de líquidos que deteriora el estado de salud del paciente.

Debido a lo anterior, el método de impedancia bioeléctrica se convierte en parte fundamental para la determinación de la composición corporal de una manera segura, precisa y no invasiva. Considerándolo como parte esencial para el tratamiento integral del paciente con insuficiencia renal crónica en hemodiálisis.

Por lo que la adquisición del analizador InBodyS10<sup>®</sup> es esencial para el adecuado tratamiento médico y nutricio por parte del departamento de nefrología del ISSSTEP, cabe mencionar que además de los compartimentos de composición corporal evaluados,

el analizador también permite obtener análisis sobre la relación musculatura-grasa, análisis de masa segmentaria, análisis de agua por segmento, índices nutricionales así como ángulo de fase que sería de gran aporte para efectos de investigaciones dentro del hospital.

Los beneficios económicos que se obtendrían al adquirir este analizador son: tanto para la institución como para el paciente y su familia, ya que al ofrecer un tratamiento integral y de calidad evaluando periódicamente la composición corporal se podrán ajustar adecuadamente las dosis de hemodiálisis, determinando de manera idónea el peso seco y los litros de agua extra, disminuyendo así costos de dializado y el uso de una cantidad elevada de fármacos, así como la disminución de ingresos hospitalarios.

A mayor control en los pacientes disminuirán las hospitalizaciones y se podrá (en ciertos casos) disminuir la cantidad de sesiones de hemodiálisis por semana generando un ahorro en la familia y en el hospital, mejorando además la calidad de vida del paciente.

## 9. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el seguimiento de este estudio con más pacientes, divididos por edades ya que en este estudio el rango de edad fue muy amplio.
- También se recomienda realizar la comparación de la composición corporal antes y después de la hemodiálisis.
- Por último, agregar valores bioquímicos y correlacionarlos con la composición corporal de la población.

## 10. GLOSARIO

**Adiponectina:** es una adipocitocina secretada por los adipocitos que regula el metabolismo energético del organismo, ya que estimula la oxidación de ácidos grasos, reduce los triglicéridos plasmáticos y mejora el metabolismo de la glucosa mediante un aumento de la sensibilidad a la insulina. Además, inhibe las fases iniciales de la aterosclerosis, ya que reduce la expresión de moléculas de adhesión en células endoteliales, la transformación de macrófagos en células espumosas, la expresión del factor de necrosis tumoral  $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ) y la proliferación de células de tejido muscular liso. Diferentes estados de resistencia a la insulina, como la obesidad y la diabetes tipo 2, o el desarrollo de enfermedades cardiovasculares se han asociado con una reducción de los valores de adiponectina plasmática (23).

**Ángulo de fase:** es el parámetro de la bioimpedancia (BIA) mayormente establecido para el diagnóstico de la desnutrición y el pronóstico clínico, ambos asociados con cambios en la integridad de la membrana celular y las alteraciones en el balance de líquido. El ángulo de fase expresa cambios en la cantidad y la calidad de la masa de los tejidos blandos (es decir, permeabilidad de la membrana celular e hidratación) (24).

**Citocinas:** son un grupo de proteínas y glucoproteínas producidas por diversos tipos celulares que actúan fundamentalmente como reguladores de las respuestas inmunitaria e inflamatoria. Asimismo, intervienen como factores de crecimiento de distintas células, entre las cuales y de forma destacada, las células hematopoyéticas (25).

**Hemodiálisis:** proceso de filtración de la sangre que elimina el exceso de líquido y metabolitos (4).

**Hipertrofia ventricular izquierda:** es la respuesta cardiaca a la sobrecarga crónica. Conlleva una serie de cambios fisiológicos y a nivel de macro y microestructura, para enfrentar la tensión parietal. Sin embargo, es el primer paso para llegar a la falla cardíaca.

La sobrecarga mecánica es el condicionante más común de la hipertrofia, pero ciertas hormonas, tóxicos y aún el embarazo pueden provocarla (26).

**Hipotensión ortostática:** La hipotensión ortostática se produce al cambiar súbitamente de posición, especialmente al ponerse de pie, levantarse de la cama etc. Suele durar unos segundos, en los que se experimenta un fuerte mareo y sensación de perder la cabeza (27)

**Leptina:** es la hormona del adipocito que actúa como un adipostato regulando el apetito y el consumo energético (28).

**Masa libre de grasa:** se refiere al peso de todos los tejidos corporales, menos la grasa (29)

**Reactancia:** es la oposición adicional debida a la capacitancia de esos tejidos y las membranas celulares y estos valores dependen de la frecuencia de la corriente eléctrica. La reactancia se debe al efecto eléctrico de la carga ofrecida durante períodos cortos, por el componente lipídico de las membranas de la masa celular (30).

**Resistencia:** representa la resistencia de los tejidos al paso de una corriente eléctrica (30).

## 11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

<sup>1</sup> LOZANO R, et al. Global and regional mortality from 235 causes of death for 20 age groups in 1990 and 2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *The Lancet*, vol. 380: 2095–128. Diciembre, 2012.

Disponible en: <http://ipa-world.org/society-resources/code/images/95b1494-Lozano%20Mortality%20GBD2010.pdf> (Abril, 2015)

<sup>2</sup> JHA Vivekanand, et al. Chronic kidney disease: global dimension and perspectives. *The Lancet*, vol. 382(9888):260-72, mayo 2013. Disponible en: [http://www.academia.edu/3633811/Chronic\\_kidney\\_disease\\_global\\_dimension\\_and\\_perspectives](http://www.academia.edu/3633811/Chronic_kidney_disease_global_dimension_and_perspectives) (Abril, 2015)

<sup>3</sup> SORIANO Cabrera S. Definición y clasificación de los estadios de la enfermedad renal crónica. Prevalencia. Claves para el diagnóstico precoz. Factores de riesgo de enfermedad renal crónica. *Nefrología*, vol. 24 (Supl 6): 27-34, 2004. Disponible en: <http://www.revistanefrologia.com/revistas/P7-E237/P7-E237-S141-A3100.pdf> (Abril, 2015)

<sup>4</sup> RIELLA Miguel C y MARTINS Cristina. Nutrición y riñón. 1a. ed. Buenos Aires: Editorial Médica panamericana, 2007. 122, 307, 345, 349, pp.

<sup>5</sup> DE LUIS D. y BUSTAMANTE J. Aspectos nutricionales en la insuficiencia renal. *Nefrología*, vol. 28 (3): 339-348, 2008.

Disponible en: <http://www.revistanefrologia.com/revistas/P-E/P-E-S-A5465.pdf> (Abril, 2015)

<sup>6</sup> BRAVO Ramírez A. M, et al. Composición corporal en pacientes con Insuficiencia renal crónica y hemodiálisis. *Nutrición hospitalaria*, vol. 25 (2): 245-249, 2010. Disponible en: <http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v25n2/original3.pdf> (abril, 2015).



<sup>7</sup> AGUILAR Robles María del Carmen, et al. Importancia de la bioimpedancia en el manejo de pacientes con enfermedad renal crónica en hemodiálisis. *Fresenius medical care*, Centro de diálisis, ICN: 297-301, 2009. Disponible en: [http://www.revistaseden.org/files/2221\\_Páginas%20de%202009-108.pdf](http://www.revistaseden.org/files/2221_Páginas%20de%202009-108.pdf) (abril, 2015)

<sup>8</sup> Di-Gioia M. Cristina, et al. Cambios en los parámetros de composición corporal en pacientes en hemodiálisis y diálisis peritoneal. *Nefrología*, 32(1):108-13, Octubre 2012. Disponible en: <http://www.revistanefrologia.com/revistas/P1-E532/P1-E532-S3378-A10938.pdf> (abril, 2015)

<sup>9</sup> CANO, et al. Evaluación de la composición corporal en pacientes con insuficiencia renal crónica. *Nutrición Hospitalaria*. 25(4):682-687, 2010 Disponible en: <http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v25n4/original19.pdf> (abril, 2015).

<sup>10</sup> GARAGAZA, Cristina et al. Estado nutricional e hiperhidratación: ¿la bioimpedancia espectroscópica es válida en pacientes en hemodiálisis?. *Revista nefrología*. Vol. 33 (5): 667-74.2013. Disponible en: <file:///E:/PUBMED/ESTADO%20NUTRICIONAL%20E%20HIPERHIDRATACION.pdf> (febrero, 2016)

<sup>11</sup> SOARES Viviane, et al. Composición corporal de pacientes renales crónicos en hemodiálisis: antropometría y análisis vectorial por impedancia bioeléctrica. *Rev. Latino-Am. Enfermagem*, vol. 21 (6):1240-7, Nov-dic 2013. Disponible en: [http://www.scielo.br/pdf/rlae/v21n6/es\\_0104-1169-rlae-21-06-01240.pdf](http://www.scielo.br/pdf/rlae/v21n6/es_0104-1169-rlae-21-06-01240.pdf) (abril,2015).

<sup>12</sup> SCHMIDT Darren, et al. The obesity-survival paradox in hemodialysis patients: why do overweight hemodialysis patients live longer?. *Nutrition in clinical practice*. 22:11-15. Febrero, 2007. Disponible en: <http://ncp.sagepub.com/content/22/1/11.full.pdf+html> (febrero, 2016)

<sup>13</sup> GALLAR Ruiz Paloma, et al. Composición corporal en pacientes en hemodiálisis: relación con la modalidad de hemodiálisis, parámetros inflamatorios y nutricionales. *Nefrología*, VOL. 32 (4):467-76, marzo 2012. Disponible en: <http://www.revistanefrologia.com/revistas/P1-E541/P1-E541-S3617-A11219.pdf> (Abril, 2015).

<sup>14</sup> CHAMNEY Paul W, et al. A new technique for establishing dry weight in hemodialysis patients via whole body bioimpedance. *Kidney International*, vol. 6: 2250-58, 2002 Disponible: <http://www.nature.com/ki/journal/v61/n6/pdf/4493005a.pdf> (abril,2015).

<sup>15</sup> National Kidney Foundation. Kidney Disease Outcomes Quality Initiative. Clinical Practice Guidelines for Chronic Kidney Disease: Evaluation, Classification, and Stratification. *Am J Kidney Dis*, 30(Suppl 1):1-226, 2002. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11904577> (abril,2015).

<sup>16</sup> CENTELLAS Tristán María Teresa, et al. Evaluación del peso seco y el agua corporal según bioimpedancia vectorial frente al método tradicional. *Enferm Nefrol*, 16 (1): 15/21, Enero-Marzo 2013. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/3598/359833149003.pdf> (abril, 2015).

<sup>17</sup> InBody Company,. Disponible en: <[http://inbodylatinamerica.com/Modelos/inbody\\_s10](http://inbodylatinamerica.com/Modelos/inbody_s10)>. Fecha de consulta 11 de febrero de 2016.

<sup>18</sup> POLIT Hungler. Investigación en ciencias de la salud. 6ª edición. Mc Graw Hill interamericana, 1999.

<sup>19</sup> HERNÁNDEZ Sampieri R., et al. Metodología de la investigación 4ª edición. México D.F.: Mc Graw Hill, 2006.

<sup>20</sup> SECRETARIA DE SALUD. Norma Oficial Mexicana NOM-043-SSA2-2005, Servicios básicos de salud. Promoción y educación para la salud en materia alimentaria. Criterios para brindar orientación. Estados Unidos Mexicanos, 2005.

<sup>21</sup> Evaluación y Seguimiento Nutricional Del Adulto Mayor en el Primer Nivel de Atención. México: Secretaría de Salud; 11 de diciembre de 2014. Disponible en: <http://www.cenetec.salud.gob.mx/interior/catalogoMaestroGPC.html>

<sup>22</sup> Z.M.WANG, et al. The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. *American Journal of Clinical Nutrition*, 56:19-28. 1992. Disponible en Food Science Source.

<sup>22</sup> PALOMER Xavier, et al. Adiponectina: un nuevo nexo entre obesidad, resistencia a la insulina y enfermedad cardiovascular. *Medicina clínica*, Vol. 124 (10), Marzo 2005. Disponible en: [http://apps.elsevier.es/watermark/ctl\\_servlet?\\_f=10&pident\\_articulo=13072576&pident\\_usuario=0&pcontactid=&pident\\_revista=2&ty=139&accion=L&origen=zonadelectura&web=www.elsevier.es&lan=es&fichero=2v124n10a13072576pdf001.pdf](http://apps.elsevier.es/watermark/ctl_servlet?_f=10&pident_articulo=13072576&pident_usuario=0&pcontactid=&pident_revista=2&ty=139&accion=L&origen=zonadelectura&web=www.elsevier.es&lan=es&fichero=2v124n10a13072576pdf001.pdf) (mayo 2016)

<sup>23</sup> LLAMES L, et al. Valores del ángulo de fase por bioimpedancia eléctrica; estado nutricional y valor pronóstico. *Nutrición hospitalaria*, 28(2):286-295. 2013. Disponible en: <http://www.nutricionhospitalaria.com/pdf/6306.pdf> (mayo, 2016)

<sup>24</sup> FILELLA X, et al. Estructura y función de las citosinas. Vol. 39 (02) *Medicina integral*. Enero, 2002. Disponible en: [http://apps.elsevier.es/watermark/ctl\\_servlet?\\_f=10&pident\\_articulo=13026682&pident\\_usuario=0&pcontactid=&pident\\_revista=63&ty=73&accion=L&origen=zonadelectura&web=www.elsevier.es&lan=es&fichero=63v39n02a13026682pdf001.pdf](http://apps.elsevier.es/watermark/ctl_servlet?_f=10&pident_articulo=13026682&pident_usuario=0&pcontactid=&pident_revista=63&ty=73&accion=L&origen=zonadelectura&web=www.elsevier.es&lan=es&fichero=63v39n02a13026682pdf001.pdf) (mayo, 2016)

<sup>25</sup> ÁGUILA-MARÍN, J. Hipertrofia ventricular izquierda. Parte I. *Revista de medicina y de investigación*. Vol. 01 (01). Enero-junio 2013. Disponible en: [http://apps.elsevier.es/watermark/ctl\\_servlet?\\_f=10&pident\\_articulo=90165400&pident\\_usuario=0&pcontactid=&pident\\_revista=353&ty=7&accion=L&origen=zonadelectura&web=www.elsevier.es&lan=es&fichero=353v01n01a90165400pdf001.pdf](http://apps.elsevier.es/watermark/ctl_servlet?_f=10&pident_articulo=90165400&pident_usuario=0&pcontactid=&pident_revista=353&ty=7&accion=L&origen=zonadelectura&web=www.elsevier.es&lan=es&fichero=353v01n01a90165400pdf001.pdf) (mayo, 2016)

<sup>26</sup> CARRETERO Colomer Marián. Hipotensión ortostática: síntomas y tratamiento. *Actualidad científica, avances farmacológicos*. Vol. 27 (3). Marzo, 2008. Disponible en: [http://apps.elsevier.es/watermark/ctl\\_servlet?\\_f=10&pident\\_articulo=13116886&pident\\_usuario=0&pcontactid=&pident\\_revista=4&ty=160&accion=L&origen=zonadelectura&web=www.elsevier.es&lan=es&fichero=4v27n03a13116886pdf001.pdf](http://apps.elsevier.es/watermark/ctl_servlet?_f=10&pident_articulo=13116886&pident_usuario=0&pcontactid=&pident_revista=4&ty=160&accion=L&origen=zonadelectura&web=www.elsevier.es&lan=es&fichero=4v27n03a13116886pdf001.pdf) (mayo, 2016).

<sup>27</sup> MANUEL Leticia, et al. La leptina, hormona del adipocito, regula el apetito y el consumo de energía. Papel en la obesidad y dismetabolismo. *Acta Médica Grupo Ángeles*. Volumen 10, No. 3. julio-septiembre 2012. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/actmed/am-2012/am123j.pdf> (mayo, 2016)

<sup>28</sup> CAMACHO Ruiz Esteban Jaime, et al. Correlatos antropométricos de la obsesión por la musculatura. *Revista Mexicana de Trastornos Alimentarios*. (1) 125-131, 2010. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmta/v1n2/v1n2a5.pdf>

<sup>29</sup> ALVERO-Cruz JR, et al. La bioimpedancia eléctrica como método de estimación de la composición corporal, normas prácticas de utilización. *Revista andaluza de medicina del deporte*. Vol. 04. Núm. 04. Diciembre 2011. Disponible en: [http://apps.elsevier.es/watermark/ctl\\_servlet?\\_f=10&pident\\_articulo=90093789&pident\\_usuario=0&pcontactid=&pident\\_revista=284&ty=45&accion=L&origen=zonadelectura&web=www.elsevier.es&lan=es&fichero=284v04n04a90093789pdf001.pdf](http://apps.elsevier.es/watermark/ctl_servlet?_f=10&pident_articulo=90093789&pident_usuario=0&pcontactid=&pident_revista=284&ty=45&accion=L&origen=zonadelectura&web=www.elsevier.es&lan=es&fichero=284v04n04a90093789pdf001.pdf) (mayo 2016).



## 12. ANEXOS

### Anexo 1.- Carta de consentimiento informado.

Fecha:

A quien corresponda:

Yo \_\_\_\_\_ acepto libre y voluntariamente a participar en el estudio “Comparación del método convencional con el método de impedancia bioeléctrica para la determinación de la composición corporal de pacientes en hemodiálisis en el ISSSTEP” que será llevado a cabo en el Instituto de Salud de Seguridad Social para los Trabajadores del Estado de Puebla y cuyo objetivo principal es: comparar el método convencional con el método de impedancia bioeléctrica para la determinación de la composición corporal de pacientes en hemodiálisis en el ISSSTEP.

Se me ha informado que también participarán otras personas con diagnóstico de Insuficiencia Renal Crónica. Que no recibiré ningún pago por mi participación en el estudio, y que este estudio no implica gasto alguno para mí. La investigadora del estudio LN. Marilú del Rocío González Vera realizará mediciones antropométricas como peso y estatura que son totalmente inofensivas y se realizará una entrevista con datos generales.

Autorizo la publicación de los resultados a condición de que en todo momento se mantenga el secreto profesional y que no se publicará mi nombre o se revelará mi identidad. En caso de cualquier duda o pregunta a cerca de la participación en el estudio podrá dirigirse a la LN. Marilú del Rocío González Vera. Al teléfono 2225872825.

---

Nombre y firma del participante

## **Anexo 2.- Técnica de Lohman para peso y estatura.**

### Técnica de medición del peso

- La medición se realizará sin zapatos ni prendas pesadas. Lo deseable es que el sujeto vista la menor cantidad posible de prendas, o bien alguna prenda con peso estandarizado, como las batas desechables. El peso de estas prendas no deberá restarse del total del peso del sujeto.
- El sujeto debe tener la vejiga vacía y de preferencia, someterse al examen cuando hayan transcurrido por lo menos dos horas después de consumir alimentos.
- El individuo deberá colocarse en el centro de la báscula y mantenerse inmóvil durante la medición. La posición que tome el sujeto –si éste se coloca viendo hacia la ventana de registro o regla de la báscula o dando la espalda a ésta- no modifica la medición.
- La persona que tome la medición deberá vigilar que el sujeto no esté recargado en la pared ni en ningún objeto cercano y que no tenga alguna pierna flexionada. Estas precauciones tienen como propósito asegurar que el peso esté repartido de manera homogénea en ambas piernas.
- Se registrará el peso cuando se estabilicen los números de la pantalla en la báscula digital o cuando la barra móvil de la báscula mecánica se alinee con el indicador fijo que está en la parte terminal de la barra móvil y que por lo general está identificado con una flecha de color.
- La báscula deberá colocarse de tal manera que el medidor pueda hacer la lectura delante del sujeto sin que tenga que pasar los brazos por detrás de éste.

### Técnica de medición de estatura

- El sujeto deberá estar descalzo y se colocará de pie con los talones unidos, las piernas rectas y los hombros relajados.
- Los talones, cadera, escápulas y la parte trasera de la cabeza deberán, en la medida de lo posible, estar pegadas a la superficie vertical en la que se sitúa el estadímetro.

- Para evitar imprecisiones deberá vigilarse que no existan tapetes en el sitio donde se pare al individuo. La cabeza deberá colocarse en el plano horizontal de Frankfort, el cual se representa con una línea entre el punto mas bajo de la órbita del ojo y el trago (eminencia cartilaginosa delante del orificio del conducto auditivo externo).
- Justo antes de que se realice la medición, el individuo deberá inhalar profundamente, contener el aire y mantener una postura erecta mientras la base móvil se lleva al punto máximo de la cabeza con la presión suficiente para comprimir el cabello.
- Los adornos del cabello deberán retirarse en caso de que pudieran interferir con la medición.



### **Anexo 3.- Ficha de identificación y evaluación antropométrica método convencional.**

Nombre completo:

Fecha de nacimiento:

Edad:

Género: F o M

Periodo de inicio de hemodiálisis:

Día de hemodiálisis:

Comorbilidades:

Presión arterial:

### **Anexo 4.- Fórmula para cálculo de peso teórico.**

- Lorentz, 1929.
- Peso teórico (Pt), mediante talla, género y edad:

$$\text{Varones: } Pt_{\text{kg}} = \text{Talla}_{\text{cm}} - 100 \left( \frac{\text{talla}_{\text{cm}} - 150}{4} \right) + \left( \frac{\text{edad}_{\text{años}} - 20}{4} \right)$$

$$\text{Mujeres: } Pt_{\text{kg}} = \text{Talla}_{\text{cm}} - 100 \left( \frac{\text{talla}_{\text{cm}} - 150}{4} \right) + \left( \frac{\text{edad}_{\text{años}} - 20}{2.5} \right)$$

# Anexo 5.- Composición corporal por impedancia bioeléctrica (ejemplo).



I.D. BIO\_208  
Edad 42

Estatura 164cm  
Género Masculino

Fecha 2011. 01. 11  
Hora 11 : 28 : 17

**InBody**  
TEL:02-501-3939 FAX:02-501-3978

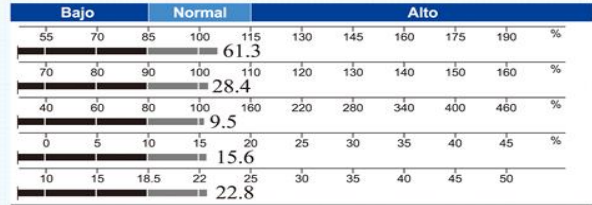
## Análisis de la Composición Corporal

Elemento	Unidad	Medido	Rango Normal
Agua Intracelular	ℓ	23.3	20.6 ~ 25.2
Agua Extracelular	ℓ	15.1	12.6 ~ 15.4
Proteína	kg	10.1	8.9 ~ 10.9
Minerales	kg	3.29	3.08 ~ 3.76
Masa Grasa Corporal	kg	9.5	7.1 ~ 14.2

Valores	Agua Corporal Total	Masa Magra	Masa Libre de Grasa	Peso
23.3	38.4	49.1	51.8	61.3
15.1				
10.1				
3.29	no óseo : 2.67			
9.5				

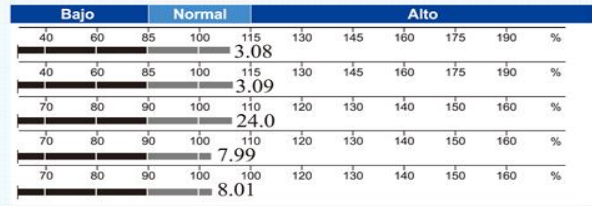
## Análisis de Músculo-Grasa

Índice	Unidad	Medido	Rango Normal
Peso	kg	61.3	50.3 ~ 68.1
Masa de Músculo Esquelético	kg	28.4	25.1 ~ 30.7
Masa Grasa Corporal	kg	9.5	7.1 ~ 14.2
Porcentaje de Grasa Corporal	%	15.6	10.0 ~ 20.0
IMC	kg/m <sup>2</sup>	22.8	18.5 ~ 25.0



## Análisis de Magra Segmental

Segmento	Unidad	Medido	Rango Normal
Brazo Derecho	kg	3.08	2.40 ~ 3.24
Brazo Izquierdo*	kg	3.09	2.40 ~ 3.24
Tronco	kg	24.0	20.3 ~ 24.8
Pierna Derecha*	kg	7.99	7.05 ~ 8.61
Pierna Izquierda	kg	8.01	7.05 ~ 8.61



## Parámetros de Investigación

Agua Segmental			
	Medido	Rango Normal	
Brazo Derecho	2.40 ℓ	1.99 ~ 2.43	
Brazo Izquierdo	2.42 ℓ	1.99 ~ 2.43	
Tronco	18.8 ℓ	15.8 ~ 19.4	
Pierna Derecha	6.25 ℓ	5.52 ~ 6.74	
Pierna Izquierda	6.27 ℓ	5.52 ~ 6.74	

AEC(Agua Extracelular)/ACT(Agua Corporal Total)			
	Medido	Rango Normal	
Total	0.392	0.36 ~ 0.39	
Brazo Derecho	0.381	0.36 ~ 0.39	
Brazo Izquierdo	0.388	0.36 ~ 0.39	
Tronco	0.393	0.36 ~ 0.39	
Pierna Derecha	0.393	0.36 ~ 0.39	
Pierna Izquierda	0.396	0.36 ~ 0.39	

Índice Nutricional		
	Medido	Rango Normal
MCC	33.4 kg	29.5 ~ 36.1
CMO	2.67 kg	2.54 ~ 3.10
CB	29.6 cm	-
CMB	26.7 cm	-
Cir. de Cintura	75.1 cm	Bajo 94.0
AGV	63.9 cm <sup>2</sup>	Bajo 100.0
TMB	1488 kcal	-
ACT/MLG	74.1 %	-

## Historial de Agua Corporal

N°	FECHA	HORA	PESO	AIC	AEC	ACT	AEC/ACT	ACT/MLG
1	11/01/11	11:28	61.3	23.3	15.1	38.4	0.392	74.1
2	10/10/11	16:23	62.8	23.2	13.7	36.9	0.372	73.7
3	10/09/10	11:45	65.1	24.6	15.4	40.0	0.385	74.2
4	10/08/09	15:34	61.9	22.1	12.9	35.0	0.369	73.4
5	10/07/09	10:47	64.8	23.0	14.6	37.6	0.389	74.3
6	10/06/12	16:25	61.3	24.3	13.8	38.1	0.363	73.4
7	10/06/12	11:12	64.1	24.1	14.8	38.8	0.380	73.8

## Impedancia

[Tipo Táctil, Postura Acostada, Antes de Diálisis]						
	BD	BI	TR	PD	PI	
Z <sub>total</sub>	1 kHz	272.7	267.7	25.7	228.2	222.2
	5 kHz	268.2	264.0	24.8	223.7	218.6
	50 kHz	242.6	241.2	22.2	202.1	197.9
	250 kHz	215.1	217.2	20.0	183.2	179.4
X <sub>cap</sub>	500 kHz	204.2	209.0	19.1	178.3	174.1
	1 MHz	191.0	200.7	18.7	175.1	170.6
X <sub>res</sub>	5 kHz	9.5	9.1	1.1	7.7	7.3
	50 kHz	25.6	21.9	1.5	18.5	17.8
	250 kHz	32.9	24.9	1.2	13.8	13.5
El ángulo de fase(φ)	5 kHz	2.5	2.4	3.2	2.4	2.3
	50 kHz	6.1	5.2	3.9	5.3	5.2
	250 kHz	7.0	5.4	2.8	3.5	3.5

Copyright ©1996-by Biospace Co., Ltd. All rights reserved.BR-SPA-83-B-131014