



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ciencias Naturales
Maestría En Nutrición Clínica Integral

Ajuste de una fórmula convencional de peso seco en diálisis peritoneal con dos métodos de impedancia bioeléctrica.

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de Maestría en Nutrición Clínica Integral

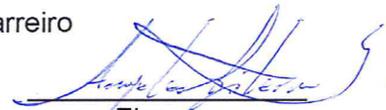
Presenta:

Alejandra del Rocío Flores Ramírez

Dirigido por:

Dra. María de los Angeles Aguilera Barreiro

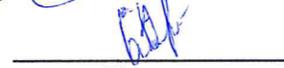
Dra. María de los Angeles Aguilera Barreiro
Presidente


Firma

MNC. Rosalva Hernández Oviedo
Secretario


Firma

MNH. Ma. Guadalupe Martínez Peña
Vocal


Firma

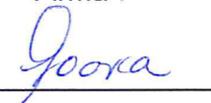
MA. María del Carmen Caamaño Pérez
Suplente


Firma

Dr. Héctor José Mayorga Madrigal
Suplente


Firma


Dra. Juana Elizabeth Elton Puente
Director de la Facultad


Dra. Ma. Guadalupe Flavia Loarca Piña
Directora de Investigación y Posgrado

Centro Universitario
Querétaro, Qro.
Noviembre, 2018
México

RESUMEN

La enfermedad renal crónica (ERC) es la presencia de anomalías en la estructura del riñón o en su función y conlleva implicaciones para la salud; una de ellas es la presencia de edema que altera la presión arterial en el 80% de los pacientes. El paciente debe contar con un peso seco para el control de hipertensión arterial y edema; la estimación de este es considerada un método de ensayo error que depende del criterio clínico del profesional de la salud y constituye un desafío clínico para el nutriólogo en la práctica; se conocen algunos signos y síntomas clínicos predictivos de peso seco pero no logran ser suficientes para aproximar con exactitud el peso seco del paciente. Un método económico, no invasivo y práctico es la Impedancia Bioeléctrica, permite realizar estimaciones objetivas de la composición corporal y del estado de hidratación, además puede ser utilizado de forma regular en la práctica; regularmente, no se cuentan con dichos equipos en las clínicas por lo que en este estudio se pretende realizar una comparación de dos fórmulas que son utilizadas convencionalmente para estimar peso seco con dos equipos diferentes de impedancia bioeléctrica con la finalidad de brindar al nutriólogo información sobre la variabilidad de las fórmulas convencionales en contraste con los equipos de impedancia bioeléctrica.

(Palabras clave: enfermedad renal, peso seco, edema, nutrición)

SUMMARY

Chronic kidney disease (CKD) is the presence of abnormalities in the structure of the kidney or its function and carries implications for health; One of them is the presence of edema that alters blood pressure in 80% of patients. The patient must have a dry weight for the control of arterial hypertension and edema; the estimation of this is considered an error test method that depends on the clinical judgment of the health professional and constitutes a clinical challenge for the nutritionist in practice; Some clinical signs and symptoms predictive of dry weight are known but they do not manage to be enough to accurately approximate the patient's dry weight. An economic, non-invasive and practical method is the Bioelectrical Impedance, it allows to make objective estimations of the corporal composition and the state of hydration, besides it can be used of regular form in the practice; On a regular basis, there is no such equipment in the clinics, so this study aims to compare two formulas that are conventionally used to estimate dry weight with two different bioelectrical impedance equipment in order to provide the nutritionist with information about the variability of conventional formulas in contrast to bioelectrical impedance equipment.

(Key words: chronic kidney diseases, dry weight, edema, nutrition)

AGRADECIMIENTOS

Agradezco ampliamente a la Universidad Autónoma de Querétaro, en especial a la Facultad de Ciencias Naturales por brindarme la oportunidad de cursar el programa de Maestría en Nutrición Clínica Integral y permitirme formar parte de la primera generación de este programa, a todos los docentes por enseñarme nuevos conocimientos y a todos los involucrados que me permitieron cumplir un sueño más en mi vida profesional.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) que me apoyó ampliamente de forma económica con la beca de manutención y me permitió dedicarme de forma exclusiva a la elaboración y culminación de este proyecto.

Agradezco de forma particular a la Dra. María de los Angeles Aguilera Barreiro por el apoyo y acompañamiento en la dirección de este proyecto, por su especial entrega, por su tiempo, por los recursos materiales y humanos que fueron posibles gracias a su dirección y responsabilidad.

A mis asesores la MNC. Rosalva, MNH. Lupita, MA. Maria del Carmen y al Dr. Mayorga por compartirme sus invaluable conocimientos, por sus recomendaciones, ideas y sobre todo por su valioso tiempo para guiarme por el camino del conocimiento y la investigación.

A la dirección de investigación y posgrado, a todos los investigadores y administrativos de la Facultad de Ciencias Naturales que me brindaron su apoyo y me acompañaron durante la elaboración del proyecto.

Al Hospital General de Querétaro y a todo su personal administrativo y operativo que permitieron fuera posible que este proyecto se llevara a cabo en sus instalaciones.

DEDICATORIA

A mis padres, por darme la vida. Gracias por creer en mí desde siempre, por enseñarme que la perseverancia y constancia que son piezas fundamentales para lograr y luchar por lo que se desea. Gracias por todo el esfuerzo que siempre hicieron para brindarme lo mejor. Gracias por todo el amor y cariño.

A mi hermano, por enseñarme paciencia, empatía y comprensión; gracias por su admiración que ha sido un fuerte impulso para el logro de mis metas; por su confianza, apoyo y comprensión y por aquellos momentos de felicidad y esparcimiento que me ha compartido a lo largo de su vida que también son parte importante de este nuevo logro.

A mis abuelos, por su incondicional apoyo, amor y felicidad que me han compartido durante todos los años de mi vida, pero sobre todo en esta etapa de profesionalización donde me han impulsado con sus palabras, su buena vibra y sus oraciones.

A David, por su amor, apoyo y comprensión durante todos estos años; gracias por impulsarme, alentarme y sobre todo creer en mí más de lo que a veces yo lo he hecho. Gracias a él y a su familia por todas las enseñanzas y apoyo durante mi vida profesional y personal.

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN	2
SUMMARY	3
AGRADECIMIENTOS	4
DEDICATORIA.....	5
TABLA DE CONTENIDOS	6
ÍNDICE DE FIGURAS Y CUADROS.....	8
I. INTRODUCCIÓN.....	9
II. ANTECEDENTES	10
2.1 Epidemiología de la Enfermedad Renal Crónica y su tratamiento.....	10
2.2 Alteraciones hídricas en la Enfermedad Renal Crónica.....	11
2.3 Estado de nutrición	12
2.4 Evaluación del estado de nutrición en la enfermedad renal crónica.....	13
2.5 Métodos para la evaluación de la composición corporal	14
2.6 Importancia del peso seco.....	15
2.7. Equipos de impedancia bioeléctrica	16
2.8. Fórmulas para estimación de peso seco en la práctica clínica.....	18
2.9. Fisiopatología del edema	19
III. JUSTIFICACIÓN	21
IV. OBJETIVOS.....	23
Objetivo General.....	23
Objetivos Específicos.....	23
V. HIPÓTESIS	24
VI. METODOLOGÍA.....	25
6.1 Diseño de Estudio.....	25
6.2 Características del diseño.....	25
6.3 Población de estudio	25
6.4 Criterios de inclusión.....	26
6.5 Criterios de exclusión	26
6.6 Criterios de eliminación.....	26
6.7 Tipo de muestra	26
6.8 Estimación del tamaño de la muestra.....	27

6.9 Mediciones y análisis	27
6.9.1. Signos clínicos	27
6.9.2. Medidas antropométricas y evaluación de estado nutricional	27
6.10 Análisis estadístico	29
6.11 Consideraciones éticas	31
VII. RESULTADOS	32
VIII. DISCUSIÓN	39
X. BIBLIOGRAFÍA	45

ÍNDICE DE FIGURAS Y CUADROS

Figura		Página
1	Prevalencia de ERC por género en la población estudiada	32
2	Etiología de la ERC en la población de estudio	33
3	Uso de fármacos antihipertensivos en la población de estudio	33
4	Prevalencia de Hipertensión Arterial en la población estudiada	34
5	Edema clínico visible en la población de estudio	35

Cuadro		Página
1	Características generales de la población de estudio	35
2	Comparación de parámetros obtenidos por diferentes métodos para obtención de peso seco	36
3	Características de composición corporal obtenida por métodos de impedancia bioeléctrica en la población de estudio	37
4	Consumo calórico y proteico de la población de estudio	38
5	Correlación entre edad, ángulo de fase, IMC con peso seco y tiempo en diálisis peritoneal	38

I. INTRODUCCIÓN

La enfermedad renal crónica (ERC) es definida como la presencia de anomalías en la estructura del riñón y en su función que implica marcadores de daño renal tales como albuminuria elevada, alteraciones en el sedimento urinario, alteraciones electrolíticas o de origen tubular, alteraciones estructurales histológicas y en pruebas de imagen, estos marcadores deben presentarse durante al menos 3 meses y conlleva a ciertas implicaciones para la salud y además implica una disminución irreversible de la tasa de filtrado glomerular menor o igual a $60\text{ml}/\text{min}/1.73\text{m}^2$ (KDIGO, 2013).

Posterior a la confirmación diagnóstica, se realiza una clasificación de la ERC de acuerdo a la excreción de albúmina, la etiología de la enfermedad y la tasa de filtrado glomerular. La excreción de albúmina se clasifica de acuerdo al cociente albúmina/creatinina que se obtiene de una muestra de orina de la primera hora de la mañana, se clasifica como A1 ($<30\text{ mg/d}$), A2 ($30\text{-}300\text{ mg/d}$) o A3 ($>300\text{ mg/d}$). La etiología de la enfermedad se establece de acuerdo a la presencia o ausencia de una enfermedad sistémica que podría causar daño renal.

Con respecto a la evaluación de la tasa de Filtración Glomerular (TFG), se lleva a cabo con la obtención de valores de creatinina sérica y una fórmula que realiza la estimación del filtrado glomerular, se recomienda que sea utilizada la fórmula de CKD –EPI (CKD Epidemiology Collaboration, 2009), una vez obtenido el valor de TFG se describe el estadio 1 como daño renal con filtrado glomerular (FG) normal o alto ($\geq 90\text{ ml}/\text{min}/1.73^2$); estadio 2 con daño renal con disminución ligero del FG ($89\text{-}60\text{ ml}/\text{min}/1.73^2$); estadio 3 como una disminución moderada del FG ($59\text{-}30\text{ ml}/\text{min}/1.73^2$); estadio 4 como disminución severa del FG ($29\text{-}15\text{ ml}/\text{min}/1.73^2$) y estadio 5 como fallo renal con un FG $<15\text{ ml}/\text{min}/1.73^2$ donde se

requerirá de una Terapia Renal Sustitutiva (TRS) (National Kidney Foundation, 2002).

Esta patología se ha convertido en un problema de salud mundial por su carácter epidémico y las complicaciones que tienden a desarrollarse, afecta aproximadamente al 10% de la población y tiende a desarrollarse de manera progresiva y sigilosa, siendo hasta etapas muy avanzadas cuándo se realiza el diagnóstico, debido a la aparición de signos y síntomas; desafortunadamente, cuándo se detecta es muy probable que ya se requiera de terapia de reemplazo renal. Está estrechamente relacionada con fenómenos o enfermedades de alta prevalencia, como el envejecimiento, la hipertensión arterial, la diabetes mellitus o la enfermedad cardiovascular (Gorostidi et al., 2014).

II. ANTECEDENTES

2.1 Epidemiología de la Enfermedad Renal Crónica y su tratamiento

En México, las principales causas de la ERC en México son diabetes mellitus (43%), hipertensión arterial (17%), glomerulopatías crónicas (14,4%), algunas causas no determinadas (9.2%), riñones poliquísticos (4,7%), malformaciones congénitas de la vía urinaria (4%), nefropatía lúpica (3,3%) entre otras (4,4%) (Méndez-Durán, A., Méndez-Bueno, J., Tapia-Yáñez, T., Montes, A., y Aguilar-Sánchez, L., 2010).

Muchas de las complicaciones que conlleva la ERC pueden ser prevenidas o retardadas al detectarse de forma precoz y con un adecuado tratamiento (Flores-García Moreno, J.C., Flores, J., Alvo, M., Borja, H., Morales, J., y Münzenmayer, J., 2004); dependerá de cada paciente como sea la evolución de la enfermedad y la aparición de sus complicaciones; cabe mencionar que la principal causa de muerte en la ERC es la enfermedad cardiovascular (ECV), por lo que es fundamental tomar medidas para prevenir eventos de tipo cardiovascular, lo cual se basa en la modificación de los hábitos de alimentación y del estilo de vida, el adecuado control y continuo de la presión arterial (PA) y la introducción de cambios en el estilo de vida compone la base de la prevención de aparición de

complicaciones cardiovasculares y se acompaña de otros efectos beneficiosos (Cigarrán et al., 2014).

Cabe mencionar que la base del tratamiento médico son el uso de fármacos antihipertensivos: bloqueantes del Sistema Renina-Angiotensina (SRA), inhibidores de la enzima de conversión de la angiotensina (IECA) o antagonistas de los receptores de la angiotensina II (ARA II), sin embargo, los aspectos de cambios en el estilo de vida son muy importantes para controlar cifras de PA, en donde se debe considerar: reducción de peso, reducción del consumo de sodio, realización del ejercicio físico, el abandono del tabaco/alcohol y el control hídrico (Gorostidi et al., 2014).

2.2 Alteraciones hídricas en la Enfermedad Renal Crónica

La retención de líquidos es un problema que surge en el 20% de los pacientes que cuentan con terapia sustitutiva, el cual está asociado con alta mortalidad cardiovascular; por otro lado surge un desgaste energético proteico (DEP) que se presenta en los pacientes entre el 20 y 70% y que podría contribuir a la sobrehidratación, debido a las alteraciones de la presión oncótica y por lo tanto, conducir a una movilización de líquido al espacio extracelular (Atilano-Carsi, X., Miguel, J. L., Ara, J. M., Villanueva, R. S., García, E. G., y Gutiérrez, R. S., 2015). Lograr un estado de hidratación adecuado, es uno de los principales objetivos en la terapia de la ERC, por el impacto positivo que tiene sobre la PA y por lo tanto, la disminución del riesgo de mortalidad cardiovascular.

Sin embargo, resulta complicado lograr dicha estimación, debido a que el estado de hidratación no es un parámetro sencillo de cuantificarse, ya que las herramientas para identificación del exceso hídrico no son del todo confiables, pues están basadas en parámetros clínicos presentes en los pacientes tales como hipotensión, hipertensión, ausencia o presencia de edema; otros métodos tales como la radiografía de tórax, la ecografía de vena cava, el uso de biomarcadores cardíacos, llegan a utilizarse pero son costosos, invasivos y carecen de la

practicidad que se busca en el área clínica (Arias M, 2010), además de que las diversas técnicas han sido consideradas un método de “ensayo-error” que depende el criterio clínico del profesional de la salud y aunque existen algunas fórmulas, éstas no son precisas y constituyen un desafío clínico para el nutriólogo, médico y enfermería en la intervención con el paciente en ERC en terapia de diálisis peritoneal (Centellas-Tristán, M. T., Garcinuño-Martín, M. L., de Antonio, R., Roig Gaspar, E., Corbacho-Barrenechea, D., 2013).

2.3 Estado de nutrición

La presencia de alteraciones en el estado de nutrición y una constante inflamación sistémica acompañan al paciente con enfermedad renal crónica, lo cual influye en el incremento de morbimortalidad en el paciente con ERC. Se ha propuesto la adopción del termino Síndrome de Desnutrición Energética-Proteica (SDEP) y es muy frecuente en el paciente con ERC, que ocasiona una disminución en la calidad de vida que influye sobre la supervivencia a corto plazo, en ocasiones, la valoración y monitorización del estado nutricional no es algo que se mantenga en constante observación y se olvida que es una entidad patológica en donde influyen alteraciones nutricionales con condiciones claramente catabólicas (Gracia-Iguacel et al., 2014).

El síndrome de Desnutrición Energética-Proteica se ha definido como el desgaste continuo de las reservas proteicas, así como de las reservas energéticas incluyendo la pérdida de masa grasa y de masa muscular y la que es provocado por el exceso o deficiencia de nutrimentos y a la uremia que acompaña a estos pacientes; este síndrome es caracterizado por un exceso de agua extracelular que se asocia con la disminución de músculo y grasa y además por el déficit constante calórico-proteico por parte de la alimentación. La falta de apetito, el aumento de la tase metabólica dan como resultado un desequilibrio energético que resulta en un balance energético negativo que dan como consecuencia el consumo de las fuentes de almacenamiento energético (Gracia - Iguacel et al, 2014).

Además, la presencia de dietas restrictivas, la pérdida de macro y micronutrientes por la terapia sustitutiva de diálisis y la sobrecarga de volumen influyen sobre el balance energético que se traduce en la aparición de sarcopenia, la cual es definida como la pérdida de masa y fuerza muscular que puede ser ocasionada por múltiples factores: déficit en la ingestión, cuestiones hormonales alteradas, presencia de neuropatías, alteraciones del metabolismo y la presencia de toxinas urémicas; la pérdida de masa muscular es caracterizada por atrofia muscular crónica que limita la autonomía del paciente y su calidad de vida, que aumenta aún más el riesgo cardiovascular que acompaña a este tipo de pacientes. Algunos otros factores tales como la acidosis metabólica, la falta de actividad física, la diabetes, la propia edad son aspectos que influyen sobre la proteólisis muscular del paciente con ERC, ya que existe un aumento en el catabolismo y así como una muerte celular programada constante con disminución en su síntesis (Pérez-Torres A , González García MA, López-Sobaler & Gutiérrez ME, 2017).

2.4 Evaluación del estado de nutrición en la enfermedad renal crónica

El término peso seco (PS), es la estimación individualizada de un peso en donde el paciente se encuentra adecuadamente hidratado, sin la presencia de exceso hídrico y la ausencia de síntomas y signos que acompañan estados de hidratación alterados; el conocimiento del peso seco real del paciente, permitirá realizar un ajuste en la ingestión de líquidos para mantener un balance hídrico adecuado que impactará sobre la presión arterial del paciente, evitará una sobrehidratación frecuente que impactará sobre la calidad de vida del paciente evitando o retardando la aparición de eventos cardiovasculares muy frecuentes en esta población de estudio (Atilano-Carsi et al., 2015). Se considera que la sobrehidratación crónica está relacionada directamente con morbi-mortalidad y se torna complicada la determinación de peso seco, por el sinfín de variables existentes que intervienen en este, por lo que es de suma importancia una identificación de la sobrehidratación y un manejo adecuado de líquidos

individualizado para cada paciente (Ramírez de Peña, D., Almanza, D., y Ángel, L.A., 2015).

2.5 Métodos para la evaluación de la composición corporal

La impedancia bioeléctrica (IBE), es una técnica que se ha empezado a emplear en los últimos años en el área de nefrología, con la finalidad de realizar valoraciones objetivas del estado de hidratación del paciente con ERC, ya que es un método relativamente poco costoso, no invasivo y práctico, que además permite realizar estimaciones objetivas de la composición corporal y del estado de nutrición, puede ser utilizado de forma regular en la práctica o bien realizar apoyo a la investigación médica que permita obtener conocimiento al ser comparada con las técnicas convencionales en el área clínica, dónde lo más utilizado regularmente es realizar estimaciones con base en la presencia o ausencia de edema, así como la estimación por medio de fórmulas predictivas (Centellas-Tristán, M.T et al., 2013).

Se han realizado diversos estudios en dónde se ha analizado el estado de hidratación por medio de IBE sin embargo estos estudios han sido realizados en pacientes que se encuentran en terapia de hemodiálisis (Ramírez de Peña, D., et al, 2015), (Atilano-Carsi, X. et al, 2015) y son pocos los estudios en que se han contemplado pacientes en terapia renal de diálisis peritoneal.

Cabe mencionar que de la IBE, se deriva un parámetro conocido como ángulo de fase (AF), este podría reflejar el tamaño de la célula, la integridad de la membrana celular y la distribución del agua corporal en los compartimentos celulares; está relacionado con la mortalidad del paciente y se considera que a valores más bajos mayor riesgo de mortalidad (Genton, Herrmann, Sparri, & Graf, 2016). De forma matemática, el ángulo de fase se obtiene del arco tangente en relación de la reactancia a resistencia por impedancia bioeléctrica, se puede calcular directamente desde resistencia (R) y reactancia (Xc) $(Xc/R) 180^\circ$;

prácticamente, el AF depende de la capacidad-comportamiento de los tejidos relacionados a celularidad . A diferencia de los valores de composición corporal arrojados por la IBE, el ángulo de fase no depende de ecuaciones predictivas (Karsegard et al., 2015).

El ángulo de fase es considerado una herramienta para el diagnóstico de mala nutrición y además arroja un pronóstico clínico, ambos por su asociación con los cambios en la integridad de la membrana celular y las alteraciones en el balance de líquidos (ASPEN, 2006 BODY INDEX). Por lo tanto, diversos ensayos clínicos proponen que el ángulo de fase es un marcador de pronóstico útil en ciertas condiciones clínicas, dentro de ellas la diálisis peritoneal; existen referencias específicas para los valores de ángulo de fase para sexo y edad que fueron publicados por Dittmar en 2003 y Kyle et al en 2004, recientemente Barbosa-Silva publicó unos valores de referencia en 2011.

2.6 Importancia del peso seco

Esta investigación tuvo como principal objetivo comparar cuatro métodos utilizados en la práctica clínica para obtención de peso seco en pacientes que fueron diagnosticados con Enfermedad Renal Crónica (ERC), mayores de edad, residentes del estado de Querétaro y bajo la presencia de terapia sustitutiva de Diálisis Peritoneal (DP). Dos de los métodos a comparar funcionan con el principio de impedancia bioeléctrica (IBE) y permiten la evaluación de compartimentos corporales, uno de ellos es el analizador seca mBCA 514 que trabaja con 19 frecuencias de medición y el otro es el RJL Quantum X que únicamente trabaja con una sola frecuencia eléctrica. Se utilizó para la comparación, la fórmula de Riella y Martins que fue publicada en 2004, la cual es utilizada en la práctica clínica para ajustar el peso del paciente de acuerdo al edema clínico visible que presente, de igual forma también se utilizó la fórmula de LACTA que se caracteriza por la consideración de sodio sérico del paciente para obtener el exceso hídrico y esta fórmula fue publicada en el libro de Nutriología Médica en el año 2008.

Se pretende conocer si el exceso hídrico de los pacientes establecidos por las fórmulas utilizadas convencionalmente por el médico, enfermeras y nutriólogos es equivalente a los hallazgos que arrojan los equipos de impedancia bioeléctrica y brindar información al nutriólogo para conocer el peso seco del paciente con ERC y con base en esto realizar las intervenciones nutricionales y adecuarlas al paciente para evitar la continua retención hídrica presente en estos pacientes aunque esta no sea visible clínicamente.

2.7. Equipos de impedancia bioeléctrica

La medición con impedancia bioeléctrica es una herramienta que ha sido utilizada para investigación en el ámbito clínico debido a que este método permite realizar diagnósticos de manera no invasiva en los pacientes, además de examinar la masa magra, masa grasa, el agua corporal total y el agua extracelular que permite realizar un pronóstico del estado de salud de los pacientes (Peine S et al., 2013).

El equipo de medición Seca Medical Body Composition Analyzer (mBCA) se encarga de analizar el peso en compartimentos corporales para conocer la masa grasa, masa libre de grasa y el agua corporal (agua extracelular y agua intracelular) y tiene una capacidad de hasta 300 kilogramos. Se han realizado estudios de validación que comparan los resultados del equipo de medición con otros estándares de oro como la pletismografía, la absorciometría dual de rayos X y la dilución con deuterio (Bellomo et al., 2014) y para la determinación de los rangos normales se han realizado estudios en población sana como el estudio de Peine S et al, en 2013.

De acuerdo a la información del fabricante Seca GmbH & Co, 2018, el equipo consiste en una plataforma con un sistema de barandales, una pantalla y unidad de operación, así como cuatro pares de electrodos que están posicionados en cada mano y pie, por los cuáles atraviesa la corriente eléctrica entra en la extremidad y el otro electrodo detecta la caída de voltaje. La técnica de ocho electrodos permite la impedancia segmentaria medición del brazo derecho, el brazo izquierdo, el

tronco, la pierna derecha, la pierna izquierda y la derecha y el lado izquierdo del cuerpo. El mBCA 514 mide con una corriente de 100 mA a frecuencias de 1, 1.5, 2, 3, 5, 7.5, 10, 15, 20, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 500, 750 y 1000 kHz.

De igual forma, de acuerdo a la información de Seca GmbH & Co., 2018, la medición debe realizarse de forma metódica, los pies deben colocarse de manera que el talón toque el electrodo más pequeño de la parte posterior y el antepié tocará el electrodo anterior más grande, en las extremidades superiores se elegirá el electrodo que más convenga dependiendo de la altura de la persona, la persona deberá formar un ángulo de 30 grados entre los brazos y el cuerpo; la medición iniciará cuando la persona contacte correctamente los electrodos.

Además de resultar un método veloz y poco costoso en comparación con otros métodos disponibles en la práctica clínica, es una herramienta que permite identificar el diagnóstico de muchas enfermedades, tales como obesidad, desnutrición o sobrehidratación en pacientes con Enfermedad Renal Crónica (Thurlow, S., Taylor-Covill, G., Sahota, P., Oldroyd, B., y Hind, K., 2018).

Otra método que fue utilizado en nuestro estudio es el RJL Quantum X, un analizador que trabaja mediante una frecuencia única, donde se utiliza una corriente eléctrica alterna de 50 kHz que atraviesa el agua corporal total y la grasa que es una sustancia anhidra y se obtiene la medida del índice de impedancia (Ht^2/R) a 50 kHz y es proporcional al agua corporal total. La medición que se realiza con este equipo debe realizarse después de mantener recostado al paciente en posición decúbito supino sobre una superficie no conductiva, se debe retirar las prendas o joyería que se encuentren del lado derecho que es donde se colocan los electrodos. El paciente debe separar los brazos del tronco y las piernas deben estar ligeramente separadas y se colocarán dos electrodos en mano y pie derecho; la medición se realizara después de 10 minutos de permanecer en posición supina (Genton, L., Herrmann, F. R., Spörri, A., & Graf, C. E., 2016).

2.8. Fórmulas para estimación de peso seco en la práctica clínica

En la práctica clínica hospitalaria se utiliza una fórmula para restar el exceso hídrico del peso actual, con base en una estimación del exceso hídrico de acuerdo al edema visible que presente el paciente en cuestión, sin embargo, no se ha encontrado evidencia de cuál fue la metodología para la formulación de dicha tabla, únicamente se encuentra la fórmula publicada en el libro de Nutrición y Riñón de los autores Miguel Carlos Riella y Cristina Martins en el año de 2004. La fórmula consiste en lo siguiente:

Peso real (Pr) corregido por edema: $\text{Peso actual con edema (kg)} - \text{Exceso de Peso hídrico (kg)}$

	Edema	Exceso de peso hídrico
+	Tobillo	1 kg
++	Rodilla	3 a 4 kg
+++	Raíz de la pierna	5 a 6 kg
++++	Anasarca	10 a 12 kg

Por otro lado, en esta investigación se utilizó una fórmula simple para la obtención de peso seco del paciente con ERC, comúnmente conocida como “Fórmula de LACTA” (Litros de Agua Corporal Total Actual), la cual fue publicada en el libro de Nutriología Médica en 2008, de los autores Martha Kaufer-Horwitz, Ana Bertha Pérez-Lizaur y Pedro Arroyo, esta fórmula se desarrolla en dos partes, donde se utiliza la constante de 142 mEq/L en el parámetro de sodio sérico, el cuál es concentración de sodio en estado normal de hidratación, así como una constante de los porcentajes de hidratación que debe tener un individuo femenino y masculino al encontrarse hidratados de manera adecuada, para realizar esta fórmula, se requiere conocer del parámetro bioquímico de sodio sérico prediálisis.

Fórmula LACTA

Parte 1

$$\underline{142 \text{ mEq/L} \times \text{peso prediálisis (kg)} \times \% \text{ de agua corporal}} = \text{LACTA}$$

Sodio sérico prediálisis mEq/L

Parte 2

$$\text{LACTA} - \text{peso prediálisis (kg)} \times \% \text{ de agua corporal total} = \text{agua en exceso (L)}$$

$$\text{Peso seco (kg)} = \text{peso prediálisis (kg)} - \text{agua en exceso (L)}$$

142 mEq/L: concentración de sodio en estado normal de hidratación.

Promedio de porcentaje de agua corporal: hombres 60%; mujeres 50%

Al igual que la fórmula de peso real corregido por edema de Riella y Martins, la fórmula de LACTA, no cuenta con evidencia científica o publicaciones que mencionen la metodología utilizada para el desarrollo de esta, tampoco hay investigaciones en donde se haya utilizado alguna de estas fórmulas para la generación de conocimiento, por lo que será la primera investigación donde se contrasten dos métodos utilizados en la práctica clínica para estimación de peso seco, en comparación con los métodos de IBE que tienden a ser más precisos, sin embargo, no se cuenta en los hospitales con este tipo de métodos por lo que al observar las diferencias obtenidas entre las fórmulas y los métodos de IBE, permitirá generar conclusiones para la estimación más precisa del exceso hídrico del paciente con ERC.

2.9. Fisiopatología del edema

El edema consiste en el aumento del líquido intersticial y tiene distintas causas que abarcan desde la pérdida de la presión oncótica, el aumento de la presión hidrostática o bien, el aldosteronismo secundario el cual es causante de la retención de sodio y agua; el exceso de líquidos que se requiere para hacerse clínicamente visible es de aproximadamente 2.3 a 4.5 kg. Algunas condiciones

como lo es la desnutrición o la ERC causan un edema generalizado, de tipo bilateral y simétrico a causa de la hipoalbuminemia que disminuye la presión oncótica y por ende, la salida de líquido intravascular al intersticio, lo cual disminuye el volumen sanguíneo circulante que estimula al sistema renina-angiotensina-aldosterona y a la arginina vasopresina, ocasionando retención de agua y sodio (Flores-Villegas B., Flores-Lazcano I., & De Lazcano-Mendoza M., 2014).

El edema que se presenta en los pacientes con ERC tiende a iniciar de manera gradual, se localiza inicialmente en la cara, párpados, extremidades pélvicas, indoloro, puede aumentar al consumir agua y exceso de sodio; no solamente podría llegar a acompañarse de aumento de peso, fatiga, derrame pleural, hipoalbúminemia e incomodidad generalizada (Flores-Villegas et al., 2014), si no que la hipervolemia es un factor de riesgo para el desarrollo de enfermedad cardiovascular, está estrechamente asociada a hipertrofia ventricular, inflamación, disfunción endotelial que repercute en la calidad y esperanza de vida del paciente. Se ha observado que una adecuada hidratación y correcta eliminación de líquidos en el paciente con diálisis peritoneal se refleja en una reducción del riesgo de muerte y de la disfunción del ventrículo izquierdo que reducirá de forma importante el riesgo de muerte súbita (Ventura et al., 2015).

III. JUSTIFICACIÓN

La presencia de la sobrehidratación en los pacientes con nefropatía es un factor de riesgo para el desarrollo de morbi-mortalidad de origen cardiovascular por lo que es de suma importancia la identificación de la sobrehidratación, el ajuste constante y manejo adecuado de los requerimientos hídricos individualizado para cada paciente.

Si bien, la estimación del peso seco es considerada un método de ensayo error que depende el criterio clínico del profesional de la salud y la ausencia de una fórmula matemática exacta constituye un desafío clínico para el nutriólogo, médico y enfermería en la intervención con el paciente en ERC en terapia de diálisis peritoneal.

Son conocidos algunos signos y síntomas clínicos predictivos de peso seco en el paciente con ERC, pero no logran ser suficientes para aproximar con exactitud el peso seco del paciente, al igual existen un par de fórmulas utilizadas en la práctica clínica que permiten estimar el exceso hídrico, sin embargo, hasta el momento no hay evidencia científica que permita comprobar que dichas fórmulas presentan exactitud a la estimación del exceso hídrico.

Existen otras medidas que se vuelven difíciles, inseguras, poco exactas, costosas que no se pueden llevar a cabo en la práctica clínica diaria por lo que se pretende obtener nuevos métodos para conocer el estado de hidratación del paciente y su peso seco.

Por lo tanto, un método económico, no invasivo y práctico es la Impedancia Bioeléctrica, que además de ser un método que permite realizar estimaciones objetivas de la composición corporal y del estado de hidratación, puede ser utilizado de forma regular en la práctica.

A la realización de este estudio, permitirá realizar comparación del análisis de la composición de un método sofisticado que es el analizador seca mBCA que trabaja con 19 frecuencias y con el RJL Quantum II que trabaja con una sola frecuencia, comparar con dos fórmulas utilizadas convencionalmente

para la obtención de peso seco e identificar las diferencias entre cada uno de los métodos utilizados en esta investigación para difundirlo a los profesionales de la salud tratantes de pacientes con Enfermedad Renal Crónica con la finalidad de realizar las intervenciones con base en un peso seco confiable. De igual forma, se pretende divulgar entre los pacientes y cuidadores en Enfermedad Renal Crónica la importancia de conservar un peso seco y los beneficios que trae a corto, mediano y largo plazo.

IV. OBJETIVOS

Objetivo General

- Comparar cuatro métodos para obtención de peso seco en pacientes de de ambos sexos y mayores de 18 años de edad con diálisis peritoneal del Hospital General de Querétaro.

Objetivos Específicos

- Describir las diferencias entre los pesos secos obtenidos por los cuatro métodos.
- Evaluar las características del manejo de líquidos, la etiología de la ERC y la sobrehidratación presente.
- Describir la correlación entre el ángulo de fase, la edad, el tiempo en diálisis peritoneal y el índice de masa corporal con peso seco del paciente.

V. HIPÓTESIS

Los pesos secos obtenidos por las fórmulas convencionales (LACTA y Riella y Martins) sobreestiman el peso seco del paciente con diálisis peritoneal al compararse con los pesos secos obtenidos por dos equipos de impedancia bioeléctrica (RJL y MBCA).

VI. METODOLOGÍA

6.1 Diseño de Estudio

Estudio de corte transversal en un grupo de pacientes con ERC en terapia de diálisis peritoneal, que serán valorados conocer su peso seco mediante cuatro métodos diferentes.

6.2 Características del diseño

- No experimental
- Descriptivo

6.3 Población de estudio

La captación de pacientes se llevó a cabo en el Hospital General de Querétaro, donde se acudió a consulta externa de nefrología y al servicio de hospitalización del área de Diálisis, donde se captaron a 27 pacientes ambulatorios, de nacionalidad mexicana, residentes del estado de Querétaro con diagnóstico de enfermedad renal crónica y en terapia renal sustitutiva de diálisis peritoneal; se seleccionaron a pacientes de ambos sexos, que contaran con la mayoría de edad, que no presentaran alguna amputación y que desearan su inclusión en el estudio.

Se excluyó a aquellos pacientes que presentaran alguna amputación en miembros pélvicos, con otro tipo de terapia sustitutiva o que no estuvieran interesados en participar en el estudio. Fueron eliminados aquellos pacientes que presentaron error al momento de la medición o con información incompleta.

Los pacientes fueron citados en la clínica de nutrición “Carlos Alcocer Cuarón” de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro, donde se realizaron las mediciones, en condiciones de ayuno de 8 horas, cavidad peritoneal vacía y con exámenes de laboratorio recientes para realizar una evaluación clínica y poder brindarles un plan de alimentación personalizado.

6.4 Criterios de inclusión

- Pacientes ambulatorios que padezcan ERC y se encuentren sometidos a diálisis peritoneal.
- Mayores de 18 años de edad.
- Sexo indistinto.
- Que acepten su inclusión en el estudio.
- Presenten el consentimiento informado debidamente firmado.

6.5 Criterios de exclusión

- Pacientes con amputación en extremidades inferiores o superiores.
- Pacientes que se encuentren en gestación o lactancia.
- Pacientes que presenten algún implante metálico.
- Pacientes con tratamiento de hemodiálisis.

6.6 Criterios de eliminación

- Pacientes con errores en la medición
- Pacientes con información incompleta
- Pacientes que no estén de acuerdo con los procedimientos a seguir y/o no quieran continuar en el estudio.

6.7 Tipo de muestra

- Muestra por selección intencionada

Se acudió al Hospital General de Querétaro y se seleccionaron a los pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión, el muestreo se plantea de esta manera debido a que muchos de los pacientes cuentan con tratamiento sustitutivo de hemodiálisis o en espera de trasplante, por lo que la población se reduce y por lo tanto, no es posible utilizar otro tipo de muestreo.

6.8 Estimación del tamaño de la muestra

Se realizó un muestreo por conveniencia en 27 pacientes en Enfermedad Renal y terapia de diálisis peritoneal del Hospital General de Querétaro que fueron invitados a participar en el estudio durante 13 meses en el servicio de consulta externa y hospitalización, esto debido a la accesibilidad y participación de los voluntarios en la investigación.

6.9 Mediciones y análisis

Las mediciones realizadas a los pacientes consistieron en la toma de estatura, peso y medición de la composición corporal por medio de los dos equipos de impedancia bioeléctrica: medical Body Composition Analyzer seca 514 y RJL Quantum X. Se le solicitó a los pacientes colocarse una bata desechable clínica para la realización de las mediciones.

6.9.1. Signos clínicos

Se tomó la presión arterial (sistólica y diastólica) con un esfigmomanómetro y un estetoscopio, se realizó una técnica en la que consiste que el paciente debe encontrarse sentado, relajado, verificar que no presente ropa ajustada al brazo, sin hablar; se colocó el manguito en el brazo a nivel de corazón y el diafragma del estetoscopio a nivel de arteria braquial. Se infló el manguito al hasta llegar por arriba del nivel sistólico al palpar la desaparición del corazón y al desaparecer el sonido se tomará como nivel diastólico, se realizó por duplicado.

6.9.2. Medidas antropométricas y evaluación de estado nutricional.

Las mediciones antropométricas se realizaron posteriores a realizar las mediciones con los dos instrumentos de impedancia bioeléctrica, aun estando el paciente en ayuno. Las mediciones fueron realizadas por el mismo investigador, con el mismo

equipo y en dos ocasiones, al existir alguna variación muy extrema entre las mediciones se realizó una tercera medición. Al terminar de realizar las medidas antropométricas se le brindó al paciente una colación balanceada que consistió en una porción de fruta, una porción de cereal y un té sin azúcar.

- Estatura: La toma de la estatura se realizó por medio de un estadímetro Holtain, se le pidió al paciente retirar adornos de la cabeza, diademas, moños o algún otro elemento que pudiera afectar la medición, con los pies juntos, sin calzado, los talones pegados al estadímetro haciendo un ángulo de apertura de 45° y con la cabeza orientada de acuerdo al plano de Frankfurt, se tomó el cursor y se deslizó hacía la parte más alta de la cabeza y se tomó la lectura.
- Peso: Para la toma de peso se utilizó el equipo medical Body Composition Analyzer 514 (mBCA), se le pidió al paciente se colocara de pie, sin zapatos y que posicionara sus pies y manos en los electrodos del equipo, despegando sus extremidades del tronco; el paciente debió permanecer inmóvil mientras se realizó la medición la cuál también realizó un análisis de la composición corporal.
- Toma de impedancia con RJL: La segunda medición de composición corporal, se realizó con el método de impedancia RJL System Quantum X, donde se colocó al paciente en posición supina y con las extremidades despegadas del tronco, las palmas de las manos hacia abajo; fueron colocados dos pares de electrodos en las extremidades. Se colocaron los emisores de corriente en el dorso de la mano y el pie próximos a las articulaciones falange-metacarpales y falange-metatarsiales y los sensores en la apófisis estiloide de la muñeca y entre el maléolo medial y lateral del tobillo.

6.9.3 Cálculo del peso seco con fórmulas convencionales

Otro de los métodos utilizados para la estimación del peso seco fue el uso de la fórmula “peso corregido por edema” de los autores Riella y Martins publicada en 2004, en el libro Nutrición y Riñón, que consistió en conocer el peso actual del paciente y realizar una resta de los kilogramos de exceso hídrico de acuerdo al edema clínico visible y a la presencia del signo de Godette.

**Peso corregido por edema:
Peso actual con edema (kg) – Exceso de peso hídrico (kg)**

Escala	Edema	Exceso de peso hídrico
+	Tobillo	1 kg
++	Rodilla	3 a 4 kg
+++	Raíz de la pierna	5 a 6 kg
++++	Anasarca	10 a 12 kg

Finalmente, se realizó la estimación del peso seco por medio de la fórmula convencional LACTA, publicada en el año 2008 en el libro Nutriología Médica; consistió en realizar el cálculo de la fórmula para estimación del peso seco, la cual tiene su base sobre el nivel de sodio sérico presente del paciente que permitió realizar una estimación del peso seco del paciente.

- **Parte 1.**

$$\frac{142 \text{ mEq/L} * \text{peso prediálisis (kg)} * \% \text{ agua corporal}}{\text{Sodio sérico prediálisis mEq/L}} = \text{LACTA}$$

- **Parte 2**

$$\text{LACTA} - (\text{Peso prediálisis (kg)} * \% \text{ Agua corporal total}) = \text{AGUA EN EXCESO}$$

6.10 Análisis estadístico

$$\text{Peso seco} = \text{Peso prediálisis} - \text{Agua en exceso}$$

142 mEq/L: Concentración de sodio en estado de hidratación normal.

Promedio de recuperación de datos de 60% en hombres y 50% en mujeres.

La recolección de datos se capturó en una hoja de cálculo del programa Excel, posteriormente los datos fueron exportados y analizados en el programa estadístico informático Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versión 23.

Para la descripción de las características generales de la población se utilizó estadística descriptiva y se comprobó si cada una de las variables presentó una distribución normal mediante la prueba de Saphiro Wilks, aquellas que no presentaron una distribución normal fueron calculadas a logaritmo natural.

Se realizaron comparaciones entre los grupos de género masculino y femenino para valorar la existencia de diferencias estadísticamente significativas, para esto se realizó una prueba T para variables independientes

Para la comparación de medias de peso seco obtenidas por los diferentes métodos, se realizó una prueba de ANOVA para medidas repetidas, se valoraron las diferencias significativas entre los métodos donde se tomó un intervalo de confianza del 95%.

Se realizó una prueba de regresión lineal para analizar la relación entre las variables de ángulo de fase, edad, tiempo en diálisis peritoneal y el índice de masa corporal con peso seco del paciente.

6.11 Consideraciones éticas

Este proyecto fue encaminado a conocer el estado de hidratación y el peso seco del paciente con enfermedad renal crónica en terapia de diálisis peritoneal mediante dos equipos de impedancia bioeléctrica y comparar con dos fórmulas utilizadas para obtener peso corregido por edema, con la finalidad de valorar que tan certeras pueden ser ambas fórmulas y por lo tanto pueda ser utilizadas por el nutriólogo con un factor de corrección pertinente, en caso que no cuente con instrumentos de medición de impedancia bioeléctrica para lograr un cálculo dietético e hídrico adecuado y mejorar la calidad de vida del paciente.

Esto permitirá que el paciente tenga una mejor calidad de vida al evitar una sobrehidratación continúa y un mejor control de nivel de tensión arterial que se reflejará en la prevención de hipertrofia ventricular izquierda y por lo tanto en una disminución del riesgo cardiovascular que presentan estos pacientes.

Además, está basado en las Normas éticas establecidas por el reglamento de la ley general de salud en materia de investigación para la salud. El proyecto fue aprobado por el comité de bioética de la Facultad de Ciencias Naturales con número de registro 108FCN2016, por lo que el paciente debió firmar la carta de consentimiento informado en el libre uso de sus facultades mentales y legales para decidir su inclusión en la investigación, siendo previamente informado a detalle del propósito y duración del proyecto, así como de los métodos de recolección de muestras y posibles inconvenientes de nuestra intervención.

La intervención que se planteó en este proyecto ha sido evaluada en otros estudios de investigación similares y no presentó ningún riesgo para el paciente, de lo contrario permite detectar riesgos a futuro y mejorar la calidad de su tratamiento actual. El paciente fue capaz de decidir la interrupción del tratamiento aún en el curso del estudio si así lo hubiera considerado necesario, así mismo, el grupo científico siempre fue consciente de actuar de buena fe y en beneficio de los pacientes y su salud, siempre estuvo preparado para interrumpir el tratamiento al obtener resultados negativos sobre los pacientes.

VII. RESULTADOS

Se estudiaron un total de 27 pacientes los cuales todos fueron anteriormente diagnosticados con Enfermedad Renal Crónica, con la presencia de valores de creatinina sérica mayores a 10 mg/dl, todos los sujetos estudiados se encontraban en terapia de diálisis peritoneal. De esta población de estudio, el 57 % correspondió al género femenino y el 42 % al género masculino, se muestra en la Figura 1, que existe una mayor prevalencia de ERC en el género femenino.

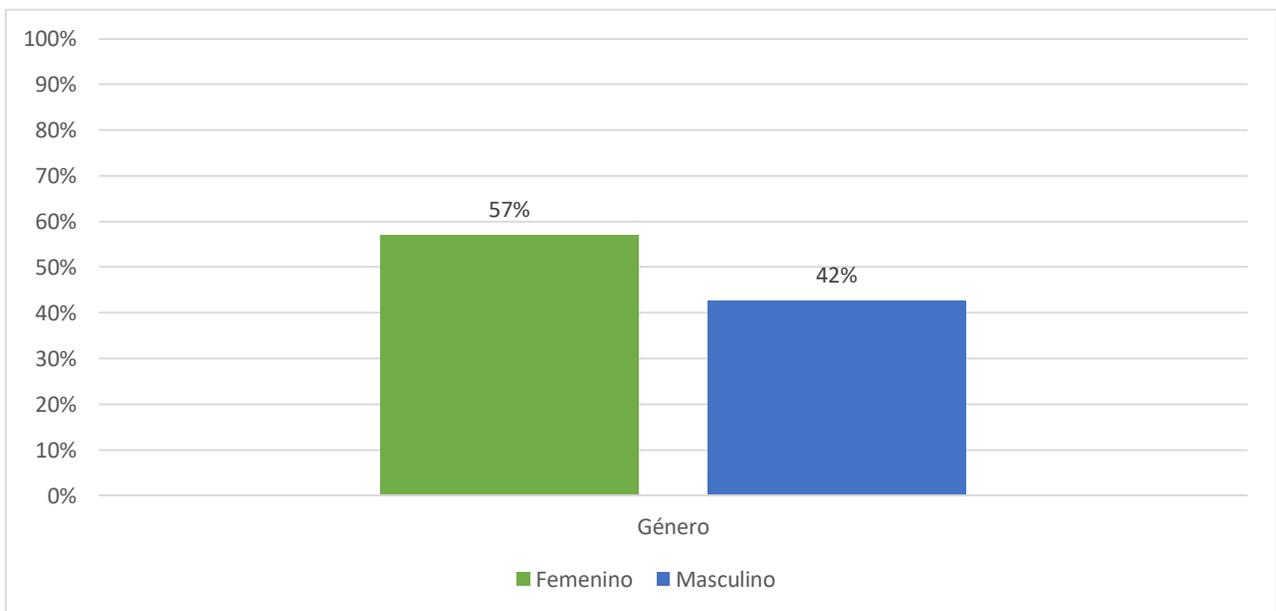


Figura 1. Prevalencia de ERC por género en la población estudiada.

Los pacientes fueron interrogados acerca de la etiología de su enfermedad, donde las tres principales causas de la enfermedad renal crónica en la población fueron hipoplasia renal (riñones pequeños), diabetes mellitus tipo 1 y tipo 2 y la hipertensión arterial, los resultados se muestran en la Figura 2; donde la principal causa fue la hipoplasia renal, esto debido a que hubo una gran participación de la población joven en donde esta condición es común para el desarrollo de la enfermedad renal crónica; seguido fue la diabetes mellitus con un 31.32% y por

último, la hipertensión arterial que representa un 13.6% de la etiología de dicha enfermedad.

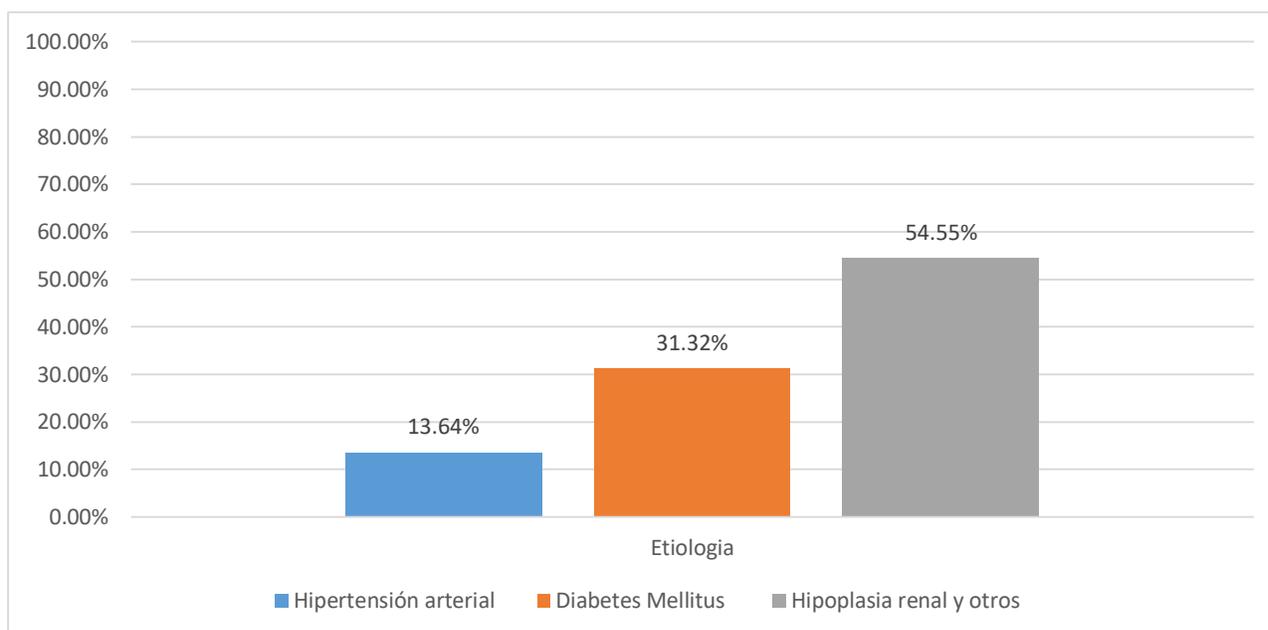


Figura 2. Etiología de la ERC en la población de estudio.

Se interrogó a los pacientes acerca de la utilización de fármacos antihipertensivos, en la figura 3, podemos observar que el 77% de la población estudiada utiliza fármacos antihipertensivos para el control de su tensión arterial; el otro 23% no utiliza fármacos antihipertensivos, presentando un control sobre esta y sin la presencia de edema.

En la figura 4 que el 62% de la población presenta cifras de hipertensión arterial y tan sólo el 38% se mantiene con cifras de control, a pesar de que el 77% de la población de estudio consume antihipertensivos; lo que podría ser un indicador que existe un descontrol que podría ser propio del tratamiento médico, del aporte hídrico del paciente, consumo de sodio o algo más complejo como una hipertrofia ventricular izquierda.

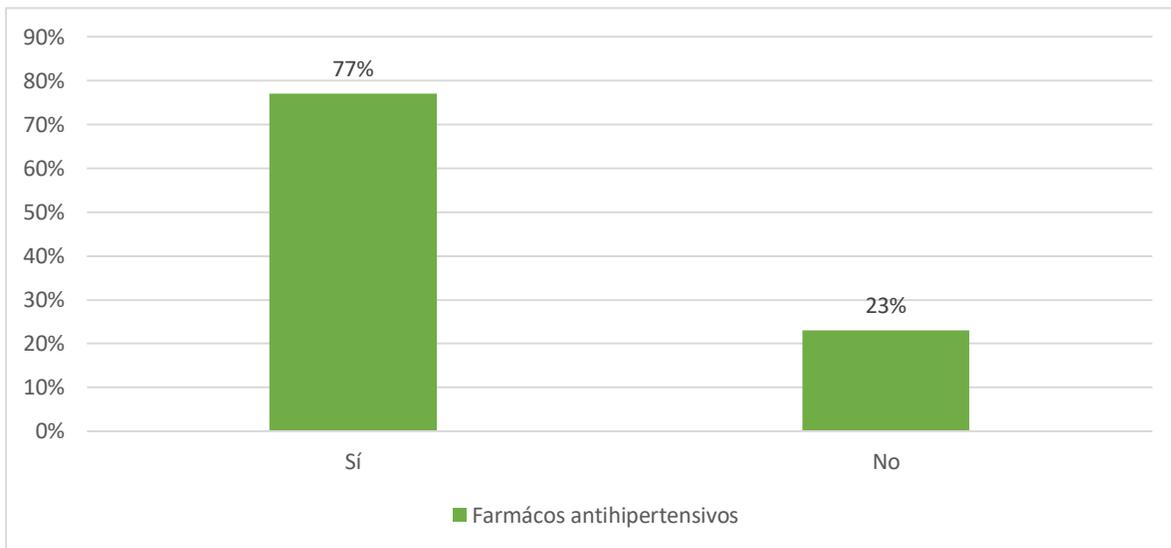


Figura 3. Uso de fármacos antihipertensivos en la población de estudio.

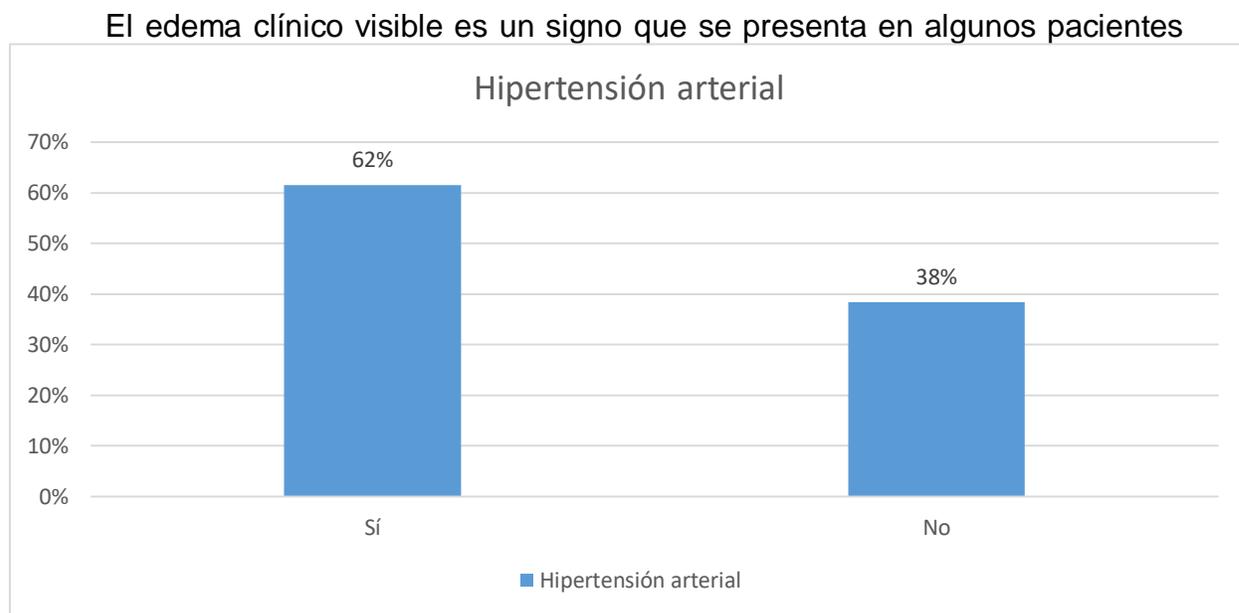
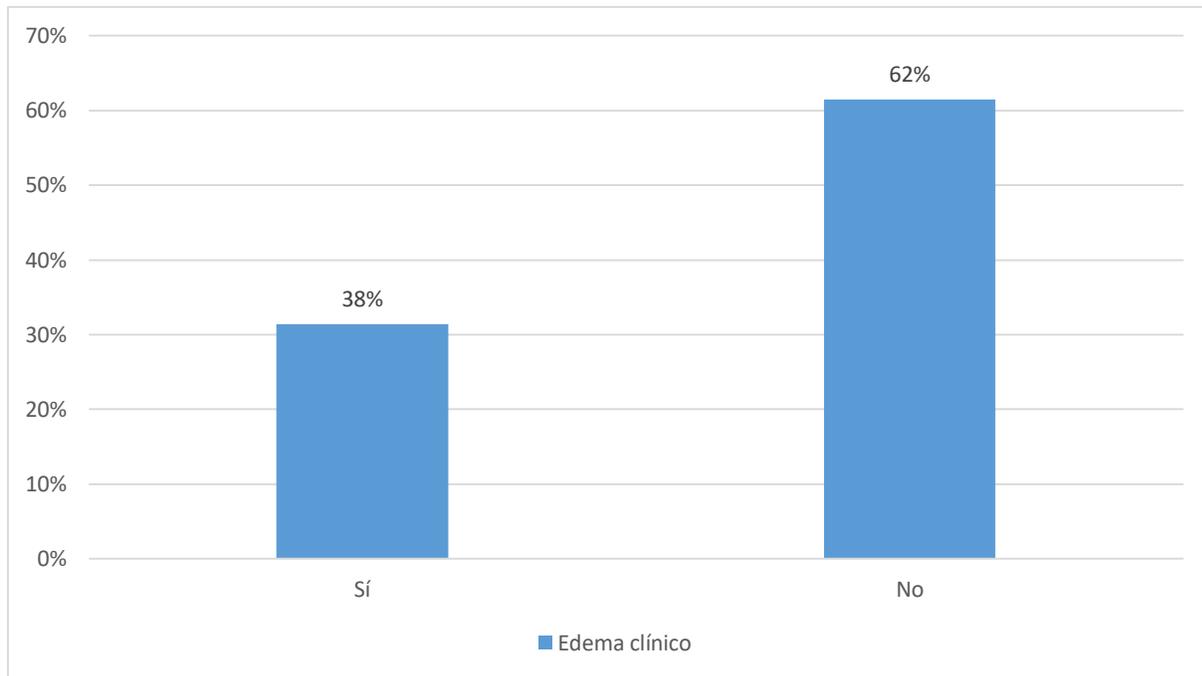


Figura 4. Prevalencia de Hipertensión Arterial en la población estudiada.

con enfermedad renal crónica, es un signo sumamente importante debido a que refleja la presencia de una sobrehidratación avanzada que ha sido sostenida de manera constante, además de que permite la estimación del exceso hídrico para la obtención de peso seco mediante la fórmula de Riella & Martins, en la Figura 5 se puede observar que tan solo el 31% de la población estudiada presenta edema, por lo que el 62% restante fue considerado con la ausencia de un exceso hídrico que

podría estar subestimando el exceso hídrico presente, que repercute sobre la calidad de vida del paciente.



La media de edad de la población general fue de 41 ± 15 años, con un tiempo

Figura 5. Edema clínico visible en la población de estudio.

promedio en tratamiento de diálisis peritoneal de 26.8 ± 26.7 meses. La población del género masculino posee una tendencia a presentar individuos de mayor edad en comparación con las mujeres. La media de presión arterial sistólica fue de 136.4 ± 26.5 mm/Hg y la diastólica de 83.5 ± 17 mm/Hg, clasificando a la población general en una Hipertensión grado I, de acuerdo a cifras del Colegio Americano de Cardiología y la Asociación Americana del Corazón que publicó sus nuevos parámetros en 2017.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la variable de estatura (Cuadro 1), ya que los pacientes de género masculino presentan una tendencia a tener una estatura mayor en comparación con las mujeres. Las pacientes de género femenino presentan una media de índice de masa corporal

(IMC) con tendencia hacia el sobrepeso, sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.

Cuadro 1. Características generales de la población de estudio (N= 27)

Características	Hombres (N=12) (media ± DE)	Mujeres (N=15) (media ± DE)	Total (N=27) (media ± DE)	p ≤ 0.05
Edad (años)	43 ± 16	39 ± 15	41 ± 15	0.598
Peso prediálisis (kg)	63 ± 8	61 ± 14	62.4 ± 12	0.793
Estatura (m)	1.64 ± 0.6	1.52 ± 0.75	1.6 ± 0.1	0.000*
IMC (kg/m ²)	23 ± 3.1	26.6 ± 5.6	25.1 ± 5	0.670
TA sistólica (mm/Hg)	130 ± 17	141.5 ± 32	136.4 ± 26.5	0.253
TA diastólica (mm/Hg)	77.6 ± 11.5	88 ± 19.5	83.5 ± 17	0.083
Tiempo en DP (meses)	18.5 ± 22	29 ± 29.6	26.8 ± 26.7	0.187

*Significancia estadística en prueba T con variables independientes <0.05; DP: Diálisis Peritoneal; IMC: Índice de Masa Corporal; TA: Tensión Arterial.

En el cuadro 2, se muestra la media de los parámetros obtenidos por los diferentes métodos para obtención de peso seco, en donde las variables IMC con peso seco, exceso hídrico y peso seco de todos los métodos presentan una diferencia significativa entre cada uno de ellos, ya que son medidas diferentes, sin embargo, para la comparación entre pares únicamente se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el factor RJL ² en comparación con el factor Riella & Martins ³ y LACTA ⁴. La media con una tendencia a ser menor es la media IMC con peso seco del método RJL, al igual que el peso seco obtenido por RJL. La media de exceso hídrico con tendencia a una mejor estimación es la del método RJL en comparación con los demás métodos.

Cuadro 2. Exceso hídrico obtenido por los diferentes métodos (N=27)

Método	Exceso hídrico (media ± DE)	p
RJL	2.86 ± 2.72	0.251
Riella y Martins	1.07 ± 1.71	0.090
LACTA	1.15 ± 0.88	0.136

*Significancia estadística en prueba T con variables relacionadas <0.05; MBCA: medical body composition analyzer; LACTA: Litros de Agua Corporal Total Actual

Cuadro 2. Comparación de parámetros obtenidos por diferentes métodos para obtención de peso seco (N=27)

Parámetro	p **	IMC Seco (kg/m ²) (media ± D.E.)	Exceso hídrico (ml) (media ± D.E.)	Peso Seco (kg) (media ± D.E.)	Ángulo de fase (°) (media ± D.E.)
MBCA ¹	(1: 2, 3,4) ns (2: 3, 4) ** (3; 1, 4) ns	24.2 ± 4.8	2193 ± 2267	60.2 ± 11.5	3.6 ± 1
RJL ²	(1: 2, 3,4) ns (2: 3, 4) ** (3; 1, 4) ns	23.9 ± 4.7	3087 ± 2918*	59.3 ± 11.4	4.8 ± 1.2
Riella & Martins ³	(1: 2, 3,4) ns (2: 3, 4) ** (3; 1, 4) ns	24.69 ± 4.48	1033 ± 1691*	61.3 ± 11.1	ND
LACTA ⁴	ND	24.68 ± 4.77 *	1128 ± 876*	61.3 ± 11.4	ND

** Significancia estadística en comparación entre grupos en prueba ANOVA para medidas repetidas <0.05, IMC: Índice de Masa Corporal; ns: no hay significancia

En el cuadro 3 se muestran las características de composición corporal obtenidas por los dos métodos de impedancia y se realizó una comparación entre los grupos, donde se realizó una prueba T para variables independientes. Se puede observar que la variable de masa grasa, masa libre de grasa, agua corporal total presentan diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de género femenino y masculino, inicialmente debido a que las mujeres presentan una tendencia a presentar niveles más elevados de porcentaje de grasa en comparación con los varones. Con respecto a la diferencia significativa en la masa libre de grasa

Cuadro 3. Características de composición corporal obtenida por métodos de impedancia bioeléctrica en la población de estudio (N=27)

Parámetro	RJL Quantum X		MBCA 514		p ≤ 0.05
	Hombres (N=12)	Mujeres (N=15)	Hombres (N=12)	Mujeres (N=15)	
	(media ± DE)	(media ± DE)	(media ± DE)	(media ± DE)	
Masa grasa (%)	12.8 ± 6.9	29.9 ± 10.7	12.3 ± 6.8	31 ± 10.8	0.000*
Masa libre grasa (%)	87 ± 7.1	70 ± 10.7	87.4 ± 6.1	67.3 ± 10.3	0.000*
Agua corporal total (%)	72.7 ± 7.4	62.8 ± 14.4	63 ± 8	48 ± 7.2	0.000*
Agua extracelular (%)	32.6 ± 5	31 ± 6.3	35 ± 9.3	34 ± 14	ns
Agua intracelular (%)	40.1 ± 4	31.6 ± 8.5	65 ± 9.3	66 ± 14.2	ns
Ángulo de fase (°)	5 ± 1.4	4.5 ± 1	3.5 ± 1.2	3.7 ± 0.75	ns

*Significancia estadística en prueba T con variables independientes <0.05

es debido a que los varones presentan mayor cantidad de masa muscular en comparación con las mujeres lo cual genera diferencia entre grupos.

En el cuadro 4 se muestran las características generales del consumo calórico y proteico de la población de estudio, que fue obtenido al realizar la recolección de datos sobre su dieta habitual realizando recordatorio de 24 horas en dos ocasiones. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de género. Sin embargo, el género masculino presenta una tendencia a un mayor consumo calórico y proteico en comparación con el género femenino. Con respecto a la media de calorías y proteínas consumidas por kilogramo de peso se puede observar que existe una insuficiente ingestión de ambos con base en las recomendaciones para paciente con enfermedad renal crónica en terapia de diálisis peritoneal que cita la bibliografía.

Cuadro 4. Consumo calórico y proteico de la población de estudio (N= 27)				
Características	Hombres (N=12)	Mujeres (N=15)	Total (N=27)	p ≤ 0.05
	(media ± DE)	(media ± DE)	(media ± DE)	
Calorías/día (kcal)	1368.7 ± 720.7	1177 ± 502.5	1291.4 ± 602	0.661
Calorías/kg peso (kcal)	22.2 ± 13.1	19.8 ± 12.4	21.8 ± 12.5	0.091
Proteínas/día (g)	64.4 ± 27	54.7 ± 0.75	59.4 ± 23.6	0.948
Proteínas/kg peso (g)	1.04 ± 0.48	0.95 ± 0.45	1.0 ± 0.46	0.431
Líquidos ingeridos/día (ml)	767 ± 468.2	744 ± 359.6	775.9 ± 403.4	0.916

*Significancia estadística en prueba T con variables independientes <0.05; kg: kilogramo; kcal: kilocalorías; g: gramos

En el cuadro 5, se puede observar que existe una correlación significativa entre la edad y el ángulo de fase, por lo que podría inferir que a mayor edad el ángulo de fase podría disminuir debido a la disminución en la calidad de la celularidad que acompaña al envejecimiento.

Cuadro 5. Correlación entre edad, ángulo de fase, IMC con peso seco y tiempo en diálisis peritoneal				
	Edad	Ángulo de Fase	IMC PS	Tiempo en DP
Edad	1	0.492**	0.240	0.038
Ángulo de Fase	0.492**	1	0.056	0.000
IMC PS	0.240	0.056	1	0.048
Tiempo con DP	0.380	0.000	0.048	1

** Correlación significativa en el nivel 0.01 (bilateral); IMC: Índice de Masa Corporal; PS: Peso Seco; DP: Diálisis Peritoneal

VIII. DISCUSIÓN

Este trabajo, es el primer estudio en la literatura científica que compara cuatro métodos diferentes para la estimación del exceso hídrico y el conocimiento más certero del peso seco en pacientes con enfermedad renal crónica en diálisis peritoneal.

Los pacientes incluidos en el estudio son pacientes que acuden al Hospital General de Querétaro (HGQ) a consulta de nefrología, que cuentan seguridad por parte del seguro popular o bien por parte del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) o del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado (ISSSTE) pero se encuentran en protocolo de trasplante y son referidos a este hospital para ser atendidos por el médico nefrólogo, quien se encarga de establecer el tratamiento médico de los pacientes.

La etiología de la ERC en la población estudiada es principalmente la hipoplasia renal y la diabetes mellitus, la cual no coincide con las cifras reportadas por Méndez-Durán et al., en el año 2010, donde las principales causas son diabetes mellitus con 43% de incidencia y 17% de hipertensión arterial, siendo muy probable que esta cifra tenga variaciones puesto que la población de estudio tiene una media

de edad de 40 ± 15 años, la cual podría considerarse como una población relativamente joven.

El 62% de la población de estudio presentó hipertensión arterial y tan sólo el 38% manejaba cifras de presión arterial normales; en esta población, aproximadamente un 90% de los casos de hipertensión arterial es debido a que presentan una sobrecarga de volumen (Kornerup, 2010).

La prevalencia de hipertensión arterial es muy alta y está aumentando a medida que la tasa de filtrado glomerular disminuye (Santamaría-Olmo S., 2013); el tratamiento primordial consistirá en el bloqueo del sistema renina-angiotensina-aldosterona así como las recomendaciones de los cambios en el estilo de vida; en nuestra población de estudio el 77% de la población utiliza fármacos antihipertensivos, de los cuales sólo el 38% tiene control de su tensión arterial, según Santamaría-Olmo en 2013, se recomienda aconsejar un objetivo de PA por debajo de cifras 140/90 mmHg, que serviría como protector para la progresión de la ERC.

Es importante remarcar que la presencia de una sobrecarga de volumen o hipervolemia es un factor de riesgo para el desarrollo de enfermedad cardiovascular y está estrechamente asociada a hipertrofia ventricular, inflamación, disfunción endotelial que repercute en la calidad y esperanza de vida del paciente.

Una adecuada hidratación y correcta eliminación de líquidos en el paciente con diálisis peritoneal se refleja en una reducción del riesgo de muerte y de la disfunción del ventrículo izquierdo que reducirá de forma importante el riesgo de muerte súbita (Ventura et al., 2015).

El edema clínico visible se presenta en el 38% de la población estudiada y el otro 62% no presenta ningún grado de edema, de acuerdo a lo que menciona Flores-Villegas et al, en 2014, el exceso de líquidos que se requiere para hacerse clínicamente visible es de aproximadamente 2.3 a 4.5 kg, por lo que resulta importante destacar que la ausencia de edema no es indicador de que no haya sobrehidratación presente, por lo que es de suma importancia detectar la

sobrehidratación que puede presentarse en el paciente con ERC a etapas tempranas que evitarían complicaciones de tipo cardiovascular.

La media de exceso de peso hídrico obtenido con mBCA fue de 2193 ± 2267 ml, con el equipo RJL fue de 3087 ± 2918 ml, con fórmula de Lacta 1128 ± 876 ml y con fórmula Riella y Martins de 1033 ± 1691 ml, los métodos de impedancia bioeléctrica arrojaron valores mayores de exceso hídrico en comparación con las fórmulas que son utilizadas de manera convencional en la práctica clínica.

La impedancia bioeléctrica es una herramienta que ha sido utilizada para investigación en el ámbito clínico debido a que este método permite realizar diagnósticos de manera no invasiva en los pacientes, además de examinar la masa magra, masa grasa, el agua corporal total y el agua extracelular que permite realizar un pronóstico del estado de salud de los pacientes (Peine S et al., 2013), por lo que resulta una herramienta sumamente útil al realizar el análisis de agua corporal en los pacientes con exceso hídrico y siendo más precisos que los resultados obtenidos por medio de las fórmulas; se reconoce más efectiva la valoración de composición corporal en una posición decúbito por la dilución de líquidos que presentará el paciente al momento de la medición (Centellas T et al., 2013)

Si bien, resulta complicado contar con equipos de impedancia bioeléctrica en los hospitales o como tal en la consulta externa de la secretaría de salud, sin embargo, al conocer el rango de subestimación que presentan las fórmulas convencionales permitirá al nutriólogo realizar estimaciones más precisas del peso del paciente y calcular requerimientos calóricos y proteicos más acertados al conocer dicho peso. Con respecto al conocimiento del exceso hídrico, se podrá realizar el cálculo de requerimientos hídricos más precisos que influirían sobre la presencia o ausencia de una sobrehidratación en el paciente con enfermedad renal crónica.

La media de consumo energético por día de los pacientes fue de 1291 ± 602 kcal/día, con respecto al consumo de calorías por kilogramo de peso la población

de estudio presentó una media de 21.8 ± 12.5 , la cual es baja con base en las recomendaciones de las guías NKF-DOQI, en 1997 que sugieren un aporte calórico de 35 calorías por kilogramo de peso al día.

De igual forma el consumo proteico presentó una media de 1.0 ± 0.46 gramos por kilogramo al día, siendo la recomendación de 1.2 a 1.5 gramos por kilogramo de peso al día, lo cual sugiere que la población estudiada presenta ingestas calóricas proteicas menores a las recomendaciones internacionales, lo cual podría condicionarlos a un estado de desnutrición energético – proteico que podría incluso llegar a influir sobre la presencia de edema propio de esta condición.

Sin embargo, a pesar de que las ingestas calóricas tienden a ser bajas en este tipo de pacientes, existen consideraciones acerca de que existe un mantenimiento calórico al momento de la absorción de glucosa por medio del líquido de diálisis peritoneal. La disminución en el consumo energético y proteico puede tener causas propias de la enfermedad como la aparición de anorexia, la presencia de la distensión abdominal por la técnica de reemplazo renal o por aspectos independientes tales como la restricción excesiva en las dietas diseñadas, la presencia de gastroparesia en pacientes que además padecen diabetes mellitus, la presencia de infecciones tales como la peritonitis u otros factores socioculturales como la falta de información, recursos económicos o factores emocionales como la depresión, soledad, falta de autonomía (Risco G. A, 2004).

Los cálculos que sean realizados con base en el peso seco real del paciente permitirán aportarle lo que realmente el paciente necesita, previniendo el edema derivado de la desnutrición y del exceso hídrico que impactará sobre la presión arterial de los pacientes, evitando sobrecarga hídrica y previniendo la hipertrofia ventricular izquierda que regularmente deriva en eventos cardiovasculares causando muerte súbita.

Cabe mencionar, que cada uno de los métodos para obtención de peso seco presenta ventajas y desventajas en comparación con los demás y como tal, hasta el momento no se reconoce un estándar de oro para evaluar este parámetro.

Un abordaje completo por parte del nutriólogo, el cual involucre aspectos antropométricos, bioquímicos, clínicos y dietéticos, permite una evaluación completa de las deficiencias y requerimientos que requiere el paciente.

La valoración nutricional completa de esta población resulta fundamental ya que permitirá aportarle lo que realmente el paciente necesita, previniendo el edema derivado de la desnutrición y del exceso hídrico que impactará sobre la presión arterial de los pacientes, evitando sobrecarga hídrica y previniendo la hipertrofia ventricular izquierda que regularmente deriva en eventos cardiovasculares causando muerte súbita.

La conservación de un buen estado de nutrición y la preservación de la calidad de vida del paciente con enfermedad renal crónica también permitiría mantenerse en las mejores condiciones de salud para el momento en el que el paciente reciba un trasplante renal, de lo contrario podría no ser apto para este procedimiento y volver a enlistarse en espera.

El control hídrico en los pacientes con enfermedad renal crónica en terapia de diálisis peritoneal brinda calidad y esperanza de vida.

IX. CONCLUSIONES

Los equipos de impedancia bioeléctrica arrojaron valores más bajos de peso seco y mejor cuantificación de exceso hídrico comparados con las fórmulas utilizadas convencionalmente; el equipo RJL, brinda resultados más bajos de peso seco con respecto al peso real, sería un método que permitiría tomar una buena referencia y actuar como efecto protector para el paciente con edema; al parecer la influencia de la posición supina dorsal al momento de la medición permite que este arroje resultados más bajos que el mBCA.

X. BIBLIOGRAFÍA

Almudena Pérez-Torres , M.^a Elena González García , Ana M.^a López-Sobaler, R. J. S.-V., & Gutiérrez, y R. S. (2017). Nutrición Hospitalaria. *Nutr Hosp*, 34(6), 1399–1407. Retrieved from http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112017000900021

Arias, M. (2010). La bioimpedancia como valoración del peso seco y del estado de hidratación. *Dialisis Y Trasplante*, 31(4), 137–139. <http://doi.org/10.1016/j.dialis.2010.06.006>

Atilano-Carsi, X., Miguel, J. L., Ara, J. M., Villanueva, R. S., García, E. G., & Gutiérrez, R. S. (2015). Vectores de impedancia bioeléctrica como herramienta para la determinación y ajuste del peso seco en pacientes sometidos a hemodiálisis. *Nutricion Hospitalaria*, 31(5), 2220–2229. <http://doi.org/10.3305/nh.2015.31.5.8649>

Bellomo, R., Cass, A., Cole, L., Finfer, S., Gallagher, M., Lee, J., ... Investigators, S. (2014). Calorie intake and patient outcomes in severe acute kidney injury : findings from The Randomized Evaluation of Normal vs . Augmented Level of Replacement Therapy (RENAL) study trial, 1–11.

Centellas Tristán, M. T., Garcinuño Martín, M. L., de Antonio, R., Roig Gaspar, E., & Corbacho Barrenechea, D. (2013). Assessing dry weight and body water using bioimpedance vector analysis compared to the traditional method Evaluación del peso seco y el agua corporal según bioimpedancia vectorial frente al método tradicional. *Enfermería Nefrológica*, 16(1), 15–21. <http://doi.org/10.4321/s2254-28842013000100003>

- Cigarrán, S., Barril, G., Bernis, C., Cirugeda, A., Herraiz, I., Selgas, R., Ferreira, F. (2014). Study of body composition, lung function, and quality of life following use of anabolic steroids in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Nefrología*, 34(1), 1–8. <http://doi.org/10.1002/hep.26370>
- Doris, R. de P., Dagoberto, A., & Luis Alberto, Á. (2015). Estimación del agua corporal total y del peso seco, usando impedancia bioeléctrica tetrapolar de multifrecuencia (BIA-4) en pacientes en hemodiálisis. *Revista de La Facultad de Medicina*, 63(1), 19–31. <http://doi.org/10.15446/revfacmed.v63n1.41183>
- Flores-Villegas, B., Flores-Lazcano, I., & De Lazcano-Mendoza, M. L. (2014). Edema. Enfoque clínico. *Medicina Interna de Mexico*, 30(1), 51–55.
- Flores García Moreno, J. C., Chilena de Nefrología, S., Flores, J. C., Alvo, M., Borja, H., Morales, J., ... Münzenmayer, J. (2004). Enfermedad renal crónica: Clasificación, identificación, manejo y complicaciones Clinical guidelines on identification, management and complications of chronic kidney disease. *Rev Méd Chile*, 137, 137–177. <http://doi.org/10.4067/S0034-98872009000100026>
- Genton, L., Herrmann, F. R., Sp??rri, A., & Graf, C. E. (2016). Association of mortality and phase angle measured by different bioelectrical impedance analysis (BIA) devices. *Clinical Nutrition*, 3–6. <http://doi.org/10.1016/j.clnu.2017.03.023>
- Gorostidi, M., Santamaría, R., Alcázar, R., Fernández-Fresnedo, G., Galcerán, J. M., Goicoechea, M., ... Ruilope, L. M. (2014). Documento de la sociedad española de nefrología sobre las guías KDIGO para la evaluación y el tratamiento de la enfermedad renal crónica. *Nefrología*, 34(3), 302–316. <http://doi.org/10.3265/Nefrologia.pre2014.Feb.12464>
- Gracia-iguacel, C., González-parra, E., Barril-cuadrado, G., Sánchez, R., Egido, J., Ortiz-arduán, A., & Carrero, J. J. (2014). Definiendo el síndrome de desgaste proteico energético en la enfermedad renal crónica : prevalencia e implicaciones clínicas. <http://doi.org/10.3265/Nefrologia.pre2014.Apr.12522>

- Index, B. M. (2006). Journal of Parenteral and Enteral Nutrition.
<http://doi.org/10.1177/0148607106030004309>
- Karsegard, L., Spoerri, A., Makhoul, A., Ho, S., Graf, C. E., & Genton, L. (2015). Body composition and all-cause mortality in subjects older than 65 y 1 – 4, 760–767. <http://doi.org/10.3945/ajcn.114.102566>.INTRODUCTION
- Méndez-Durán, A., Francisco Méndez-Bueno, J., Tapia-Yáñez, T., Montes, A. M., & Aguilar-Sánchez, L. (2010). Epidemiología de la insuficiencia renal crónica en México. *Dialisis Y Trasplante*, 31(1), 7–11. [http://doi.org/10.1016/S1886-2845\(10\)70004-7](http://doi.org/10.1016/S1886-2845(10)70004-7)
- NKF-DOQI. (1997) Clinical Practique guidelines for peritoneal dialysis adequacy. Adequate dosis of peritoneal dialysis. Am J Kidney Dis 30, sup 2: S86-S92.
- National Kidney Foundation. (2002). *Clinical Practice Guidelines for Chronic Kidney Disease: Evaluation, Clasification and Stratification. American Journal of Kidney Diseases* (Vol. 39). <http://doi.org/10.1634/theoncologist.2011-S2-45>
- KDIGO & Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) CKD Work Group. (2013). KDIGO 2012 Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease. *Kidney International Supplements*, 3(1), 4–4. <http://doi.org/10.1038/kisup.2012.76>
- Risco G. A. (2004) Nutrición y diálisis adecuada en diálisis peritoneal. *Hospital Virgen del Rocío. Sevilla*. http://www.revistaseden.org/files/art257_1.pdf
- Peine, S., Knabe, S., Carrero, I., Brundert, M., Wilhelm, J., Ewert, A., ... Lilburn, P. (2013). Generation of normal ranges for measures of body composition in adults based on bioelectrical impedance analysis using the seca mBCA. *International Journal of Body Composition Research*, 11(3/4), 67–76.
- Santana S (2014). Estado de la desnutrición asociada a la enfermedad renal crónica, 2, 62–66. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*.

Thurlow, S., Taylor-Covill, G., Sahota, P., Oldroyd, B., & Hind, K. (2018). Effects of procedure, upright equilibrium time, sex and BMI on the precision of body fluid measurements using bioelectrical impedance analysis. *European Journal of Clinical Nutrition*, 72(1), 148–153. <http://doi.org/10.1038/ejcn.2017.110>

Ventura, P., Santos, O., Teixeira, L., Silva, F., Azevedo, P., Vidinha, J., ... Rodrigues, A. (2015). Original article Overhydration prevalence in peritoneal dialysis – A 2 year longitudinal analysis ☆, 35(2), 189–196.