

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**LICENCIATURA EN NUTRICIÓN**

**CORRELACIÓN DEL PESO SECO MEDIANTE BIOIMPEDANCIA ELÉCTRICA VS FÓRMULA DE  
CHAMNEY KRAMER EN PACIENTES CON FALLA RENAL CRÓNICA CON HEMODIÁLISIS  
ATENDIDOS EN EL HOSPITAL REGIONAL DE OCCIDENTE, QUETZALTENANGO, GUATEMALA  
2020.**

**TESIS DE GRADO**

**ANDREA MARÍA MOMBIELA AZAÑÓN**  
**CARNET 15501-14**

**QUETZALTENANGO, NOVIEMBRE DE 2020**  
**CAMPUS DE QUETZALTENANGO**

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
LICENCIATURA EN NUTRICIÓN

CORRELACIÓN DEL PESO SECO MEDIANTE BIOIMPEDANCIA ELÉCTRICA VS FÓRMULA DE  
CHAMNEY KRAMER EN PACIENTES CON FALLA RENAL CRÓNICA CON HEMODIÁLISIS  
ATENDIDOS EN EL HOSPITAL REGIONAL DE OCCIDENTE, QUETZALTENANGO, GUATEMALA  
2020.

TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS DE LA SALUD

POR

**ANDREA MARÍA MOMBIELA AZAÑÓN**

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE NUTRICIONISTA EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADA

QUETZALTENANGO, NOVIEMBRE DE 2020  
CAMPUS DE QUETZALTENANGO

## **AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTÍNEZ SALAZAR, S. J.  
VICERRECTORA ACADÉMICA: MGTR. LESBIA CAROLINA ROCA RUANO  
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: LIC. JOSÉ ALEJANDRO ARÉVALO ALBUREZ  
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. LUIS CARLOS TORO HILTON, S. J.  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: MGTR. JOSÉ FEDERICO LINARES MARTÍNEZ  
SECRETARIO GENERAL: DR. LARRY AMILCAR ANDRADE - ABULARACH

## **AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

DECANO: DR. EDGAR MIGUEL LÓPEZ ÁLVAREZ  
VICEDECANO: DR. DANIEL ELBIO FRADE PEGAZZANO  
SECRETARIA: LIC. WENDY MARIANA ORDOÑEZ LORENTE  
DIRECTORA DE CARRERA: MGTR. MARIA GENOVEVA NÚÑEZ SARAVIA DE CALDERÓN

## **NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

LIC. ZULLY MARÍA RENNÉ OROXOM CARBAJAL

## **TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**

MGTR. SONIA LISETH BARRIOS DE LEÓN  
LIC. GLADYS YANELLY TEBALÁN REYES  
LIC. JORGE LUIS GRAMAJO MORALES

## **AUTORIDADES DEL CAMPUS DE QUETZALTENANGO**

DIRECTOR DE CAMPUS:	P. MYNOR RODOLFO PINTO SOLIS, S.J.
SUBDIRECTORA ACADÉMICA:	MGTR. NIVIA DEL ROSARIO CALDERÓN
SUBDIRECTORA DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA:	MGTR. MAGALY MARIA SAENZ GUTIERREZ
SUBDIRECTOR ADMINISTRATIVO:	MGTR. ALBERTO AXT RODRÍGUEZ
SUBDIRECTOR DE GESTIÓN GENERAL:	MGTR. CÉSAR RICARDO BARRERA LÓPEZ



Quetzaltenango, 6 de octubre de 2019

A través de la presente hago constar que yo Zully María Renné Oroxon Carbajal, profesión Licenciada en Nutrición, con colegiado No. 4555, y Código de docente 25033, acompañe en el asesoramiento a la estudiante Andrea María Mombiela Azañón con número de carnet 1550114 en la elaboración del Informe Final de la investigación titulada en la investigación titulada **“CORRELACIÓN DEL PESO SECO MEDIANTE BIOIMPEDANCIA ELÉCTRICA VS FÓRMULA DE CHAMNEY – KRAMER EN PACIENTES CON FALLA RENAL CRÓNICA CON HEMODIALISIS ATENDIDOS EN EL HOSPITAL REGIONAL DE OCCIDENTE, QUETZALTENANGO, GUATEMALA 2020”** estando de acuerdo con el documento final, por lo que considero aprobado.

No habiendo nada más que constar, firmo de aprobado el informe final de investigación

Licenciada. Zully María Renné Oroxon Carbajal  
No. Colegiada 4555

Licda. María Renné Oroxon C.  
Nutricionista  
Colegiado No. 4555



### Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado de la estudiante ANDREA MARÍA MOMBIELA AZAÑÓN, Carnet 15501-14 en la carrera LICENCIATURA EN NUTRICIÓN, del Campus de Quetzaltenango, que consta en el Acta No. 09906-2020 de fecha 20 de noviembre de 2020, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

CORRELACIÓN DEL PESO SECO MEDIANTE BIOIMPEDANCIA ELÉCTRICA VS FÓRMULA DE CHAMNEY KRAMER EN PACIENTES CON FALLA RENAL CRÓNICA CON HEMODIÁLISIS ATENDIDOS EN EL HOSPITAL REGIONAL DE OCCIDENTE, QUETZALTENANGO, GUATEMALA 2020.

Previo a conferírsele el título de NUTRICIONISTA en el grado académico de LICENCIADA.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 26 días del mes de noviembre del año 2020.

LIC. WENDY MARIANA ORDOÑEZ LORENTE, SECRETARIA  
CIENCIAS DE LA SALUD  
Universidad Rafael Landívar

## **Agradecimientos**

### **A Dios y la Virgen María:**

Por acompañarme y guiarme durante mi carrera, por darme su fuerza y sabiduría para poder culminar mis estudios y acompañarme al momento de realizar mi tesis.

### **A mis Padres:**

Por brindarme su apoyo y motivación para seguir la carrera que me apasiona, por acompañarme durante todo este tiempo, en mis desvelos, exámenes, en prácticas y durante el proceso de la tesis animándome para nunca darme por vencida, por siempre guiarme para ser una persona responsable y de buen corazón.

### **A mis Abuelitos:**

Por sus ánimos, consejos, cariño y apoyo incondicional durante toda la carrera y todas las etapas de mi vida, motivándome a cumplir todas mis metas y sueños y no darme por vencida, enorgulleciéndose por este triunfo.

### **A mi Esposo:**

Por acompañarme en este proceso y demostrarme su apoyo incondicional, amor, por su compañía y por siempre motivarme para poder terminar mi carrera.

### **A mi hermano, tíos y familia:**

Por siempre estar al pendiente de mí, por sus consejos, por ser un ejemplo de grandes profesionales, por su ayuda incondicional en cualquier momento y durante este proceso.

### **A mis amigos:**

Hellen, Mariana, Rocío, Marcela y Byron, por hacerme la vida más bonita y feliz en la universidad, por siempre apoyarme y aconsejarme, los quiero mucho.

**A mi Asesora:**

Licda. María Renné Oroxon por su paciencia y acompañamiento al momento de realizar la tesis, por su apoyo, motivación y cariño.

**A Licda. Sonia Barrios:**

Por ser mi revisora de tesis, por formar parte de la terna evaluadora, por acompañarme durante este proceso, brindándome su apoyo, consejería y cariño.

**Al Hospital Regional de Occidente:**

Por brindarme su apoyo y permitirme realizar el estudio en la Unidad de Hemodialisis, de igual manera por haberme permitido formarme como profesional durante mis años de estudio.

**Al Departamento de Alimentación y Nutrición:**

De manera especial al Licenciado Jorge Gramajo, Margarita Galindo y Ximena Sánchez, por su apoyo durante la realización del estudio y brindarme el equipo necesario para llevarlo a cabo.



## **Dedicatoria**

### **A Dios y la Virgen María:**

Por darme la oportunidad de cumplir mis sueños, acompañándome en todo momento, guiando mis pasos y dándome la fuerza y sabiduría para no darme por vencida a pesar de las pruebas y dificultades que se me presentaron durante la carrera, porque sin Él y la Virgen María nada de esto sería posible.

### **A mi hija:**

Emily María, por ser mi motivación para seguir adelante y poder terminar mi carrera universitaria, para que más adelante se sienta orgullosa de su mamá. Y a través de este logro ser un ejemplo para ella de perseverancia y de que todos los sueños y metas se pueden alcanzar sin importar el tiempo y las dificultades.

### **A mis Abuelitos:**

Valentín y Amelia, porque este logro es por ellos y para ellos, soy muy feliz de poder compartir con ellos este triunfo, gracias por enseñarme que todo lo que se siembra se cosecha, por guiarme y aconsejarme y ser mis segundos padres, por sus consejos y ser un ejemplo para mi vida.

## Índice

	Pág.
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>3</b>
<b>III. JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>5</b>
<b>IV. ANTECEDENTES</b> .....	<b>7</b>
<b>V. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>12</b>
5.1 Falla Renal Crónica.....	12
5.2 Peso seco en terapia sustitutiva.....	19
5.3 Composición corporal del paciente con falla renal crónica.....	22
5.4 Bioimpedancia eléctrica.....	29
5.5 Hospital Regional de Occidente, Quetzaltenango, Guatemala.....	35
<b>VI. OBJETIVOS</b> .....	<b>36</b>
6.1 Objetivo general.....	36
6.2 Objetivos específicos.....	36
<b>VII. HIPÓTESIS</b> .....	<b>37</b>
<b>VIII. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>38</b>
8.1 Tipo de estudio.....	38
8.2 Sujetos de estudio y unidad de análisis.....	38
8.3 Población.....	38
8.4 Muestra.....	39
8.5 Variables.....	41
<b>IX. PROCEDIMIENTO</b> .....	<b>49</b>
9.1 Obtención del aval institucional.....	49
9.2 Preparación de prueba técnica de los instrumentos.....	49
9.3 Identificación de los participantes y obtención del consentimiento informado.....	51
9.4 Pasos para la recolección de datos.....	52

<b>X. PLAN DE ANÁLISIS</b> .....	<b>56</b>
10.1 Descripción del proceso de digitación .....	56
10.2 Análisis de datos .....	56
10.3 Metodología estadística.....	59
<b>XI. ALCANCES Y LIMITES</b> .....	<b>63</b>
<b>XII. ASPECTOS ÉTICOS</b> .....	<b>65</b>
<b>XIII. RESULTADOS</b> .....	<b>66</b>
<b>XIV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> .....	<b>79</b>
<b>XV. CONCLUSIONES</b> .....	<b>88</b>
<b>XVI. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>90</b>
<b>XVII. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>92</b>
<b>XVIII. ANEXOS</b> .....	<b>98</b>
18.1 Anexo 1: Aval del comité de docencia e investigación .....	98
18.2 Anexo 2: Consentimiento informado.....	99
18.3 Anexo 3: Instrumento de recolección de datos.....	101
18.4 Anexo 4: Peso seco de los pacientes por fórmula de Chamney-Kramer, bioimpedancia y por enfermería. ....	115

## Resumen

La Falla Renal Crónica es un problema de salud pública a nivel mundial, debido a que se diagnóstica en una etapa avanzada de la enfermedad, lo cual conlleva a que se necesite un tratamiento de sustitución renal, que tiene entre sus objetivos mejorar el estado de hidratación de los pacientes a través de un ajuste adecuado del peso seco.

En relación a lo anterior se realizó un estudio que permitiera relacionar el peso seco a través de bioimpedancia eléctrica vs peso seco por fórmula de Chamney-Kramer en la Unidad de Hemodiálisis del Hospital Regional de Occidente, Quetzaltenango, Guatemala, 2020, a través de la aplicación de un estudio cuantitativo con enfoque descriptivo correlacional y de corte transversal.

Para su elaboración se tomaron en cuenta a 39 pacientes de la Unidad de Hemodiálisis y 13 pacientes que se encontraban internados en el hospital durante las primeras dos semanas de marzo, debido a la pandemia de coronavirus y los protocolos establecidos por el Ministerio de Salud, los cuales no permitieron continuar evaluando a más pacientes con falla renal, estos cumplieron con los criterios de inclusión, a quienes se les realizó una evaluación antropométrica a través de bioimpedancia eléctrica para establecer el estado nutricional y la composición corporal del paciente. Posteriormente, se obtuvo el peso seco del paciente para así determinar si existía una relación entre los resultados obtenidos entre bioimpedancia y la fórmula de Chamney – Kramer.

Se concluye que existe una relación positiva entre el resultado de peso seco obtenido por bioimpedancia vs fórmula de Chamney-Kramer, así mismo, se determinó que los resultados del método que utiliza el personal de salud son similares. Sin embargo, se recomienda realizar evaluaciones con bioimpedancia eléctrica periódicas ya que permiten identificar no solo el peso seco en pacientes, sino que también la manera de cómo se distribuye el agua extracelular y agua corporal total, así como la masa muscular, masa magra, porcentaje de grasa y ángulo de fase haciendo que la evaluación sea más completa y exacta.

## I. Introducción

Los pacientes con Falla Renal Crónica deben someterse a diversos tratamientos sustitutivos como diálisis, hemodiálisis o trasplante renal para gozar de un buen estado de salud, por esta razón la evaluación del estado de hidratación es un parámetro importante, ya que la retención de líquidos resulta un problema común que afecta a esta población. Alrededor del 20% de los pacientes sometidos a hemodiálisis tienen algún grado de sobre hidratación, siendo este, un predictor de muerte general. (1)

Lograr un estado de hidratación normal, mediante la estimación adecuada de líquidos durante la hemodiálisis, es uno de los principales objetivos de la terapia, sin embargo, la evaluación del estado de hidratación no es sencilla y las herramientas disponibles no siempre son fiables. La estimación del peso seco (también conocido como peso normo hidratado, peso ajustado o peso ideal que un paciente puede tolerar al final del tratamiento dialítico sin presentar síntomas intra o interdiálisis indicativos de deshidratación o sobrehidratación), se puede realizar mediante diversas técnicas y fórmulas como la de Chamney – Kramer y la bioimpedancia eléctrica, técnica no invasiva que permite analizar la composición corporal a través de la resistencia debida a la oposición de los fluidos al paso de la corriente. (2)

A través de la correcta estimación del peso seco se pueden lograr los objetivos de hemodiálisis como ajustar el medio líquido intracelular y extracelular propio de la función renal, evitando que el paciente presente sintomatologías y complicaciones como pueden ser el síndrome de desequilibrio, vómitos, náusea, cefalea, descompensación hidroelectrolítica, hipotensión arterial, entre otros síntomas, que pueden provocar alguna enfermedad cardiovascular aumentando la mortalidad de los pacientes con enfermedad renal. (1)

De igual manera, estos pacientes sufren diversos cambios en la composición corporal, ocasionados por el aumento de desnutrición e hipercatabolismo, por lo que es necesario realizar una adecuada valoración nutricional mediante la implementación de métodos adecuados como bioimpedancia eléctrica, para que el paciente obtenga un tratamiento temprano y logre mejorar su calidad de vida.

Por esta razón y debido a la dificultad en la estimación del peso seco por factores como variación en los datos de la fórmula y cambios en la composición del paciente, a través de la investigación se determinó si el peso seco adquirido por fórmula es un dato confiable comparado al peso seco estimado por bioimpedancia el cual también estima la cantidad de líquido extra en los pacientes que asisten al Hospital Regional de Occidente, ya que, a pesar de que diversos antecedentes indican que el peso seco a través de fórmula era confiable no existían estudios realizados a este tipo de población, así también se tomó en cuenta el peso seco que comúnmente se obtiene a través del personal de enfermería ya que no se conocía como se obtuvo dicho resultado y si se estaba utilizando la fórmula correcta para hemodiálisis.

Esto con la finalidad de identificar un método que indicará de manera confiable este dato y así disminuir las complicaciones y síntomas que se presentan al momento de realizar la terapia de hemodiálisis cuando no se tiene un control adecuado de volemia, para que el equipo multidisciplinario mejore las atenciones adecuadas que se le debe brindar a los pacientes a través de la utilización del equipo de bioimpedancia eléctrica y así se logre identificar la composición corporal del paciente que permitirá realizar un abordaje nutricional oportuno evitando la depleción de nutrientes propia de la hemodiálisis y disminuyendo las deficiencias nutricias del paciente, realizando mejoras en la atención del personal de enfermería y en la evaluación nutricional en el Hospital Regional de Occidente, Quetzaltenango, Guatemala.

## II. Planteamiento del problema

La Falla Renal Crónica se define como la presencia de una alteración estructural o funcional renal que persiste más de 3 meses, con o sin deterioro de la función renal o un filtrado glomerular  $< 60 \text{ ml/min/1.73 m}^2$  sin otros signos de daño renal. (3,4)

Actualmente la falla renal constituye un importante problema de salud pública a nivel mundial. La Organización Mundial de la Salud estima que hay 35 millones de muertes que se le atribuyen, afectando cerca del 10% de la población mundial. En Guatemala se encuentran registrados en el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGGS) 2551 pacientes con hemodiálisis y diálisis peritoneal. En el año 2019 se registraron 592 pacientes que fueron internados en el Hospital Regional de Occidente, Quetzaltenango con falla renal. (5,6,7)

A lo largo de la enfermedad, los riñones del paciente dejan de funcionar eficazmente, impidiendo la adecuada eliminación de toxinas del cuerpo, no se logran remover residuos ni mantener un equilibrio adecuado de líquidos, provocando en el paciente, retención de los mismos. Los pacientes deben someterse a una terapia de remplazo renal como lo es la hemodiálisis, ésta consiste en un procedimiento mediante el cual la sangre se conduce por medio de un tubo que se conecta desde el organismo hasta una máquina que atraviesa un filtro de limpieza, que permite eliminar las sustancias tóxicas de la sangre y luego es reenviada de nuevo al cuerpo filtrada, la vida de estos pacientes depende en gran manera de la efectividad de la hemodiálisis. (4)

Sin embargo, la hemodiálisis, causa procesos internos que modifican la composición corporal del paciente, desde una alta pérdida de masa grasa y masa muscular, producido por un estado hipercatabólico, ya que durante este proceso se movilizan aminoácidos, proteínas, vitaminas hidrosolubles y otros compuestos que conducen a un estado de desnutrición. (5)

Esta terapia requiere de un cálculo adecuado de peso seco del paciente, el cual se refiere al peso más bajo tolerado al finalizar la diálisis con el cual el paciente presente mínimos signos o síntomas de hipovolemia, mediante éste método se determina el agua corporal total presente en los pacientes renales. Al momento de realizar su estimación existen

diferentes inconvenientes como lo es: la variación y confiabilidad de las fórmulas aplicadas, es por ello que se recomienda identificarlo a través de bioimpedancia eléctrica.

(1)

A pesar de que el Hospital Regional de Occidente en Quetzaltenango, Guatemala, cuenta con equipo de última generación para realizar bioimpedancia eléctrica para el análisis de la composición corporal, en ocasiones diversos factores limitan su uso como: el estado del paciente, presupuesto para electrodos de buena calidad, y la falta de recurso humano para evaluar a la cantidad de pacientes atendidos. Es por ello que la fórmula predictiva continúa siendo aplicada en la mayoría de los casos.

Una mala estimación del peso seco puede influir en diversas complicaciones, provocando el aumento de la morbimortalidad de estos pacientes. Por esta razón fue necesario comprobar si el peso seco adquirido en la población atendida en este centro asistencial, por fórmula, es un dato confiable comparado al peso seco estimado por bioimpedancia. Así también, se analizó si la aplicación de esta fórmula por parte del personal de salud involucrado con estos pacientes resultó ser la adecuada, ya que se revisó si el resultado de la fórmula es el mismo que el de las fórmulas aplicadas en la investigación. (4)

Por lo anteriormente planteado se dio respuesta a la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la correlación del peso seco mediante bioimpedancia eléctrica vs fórmula de Chamney-Kramer en pacientes con Falla Renal Crónica con hemodiálisis atendidos durante el mes de marzo en el Hospital Regional de Occidente, Quetzaltenango, Guatemala, 2020?



### III. Justificación

En los últimos años ha incrementado la necesidad de mejorar la calidad de vida de los pacientes con falla renal crónica avanzada a través de la terapia de hemodiálisis, ya que se ha demostrado que la sobre hidratación en estos pacientes se asocia con el aumento de mortalidad cardiovascular y otras patologías, por lo que, es importante realizar una adecuada eliminación de líquidos, es por esto que uno de los principales objetivos de la terapia es lograr un peso seco adecuado. (8)

Durante la terapia, el peso seco es considerado el peso más bajo tolerado al finalizar la diálisis, este se establece a través de diferentes parámetros clínicos según la fórmula que se utilice para estimarlo, los cuales poseen cierto margen de error, por lo que se ha requerido de nuevos métodos que sean más precisos para establecer y determinar la cantidad de líquidos que debe ser filtrado, como lo es la utilización de bioimpedancia eléctrica, el cual es un método de evaluación nutricional menos invasivo, sencillo y rápido de realizar que genera datos relacionados con el estado de hidratación y nutrición del paciente. (9)

La bioimpedancia se lleva a cabo por medio de una corriente eléctrica alterna que atraviesa los tejidos en la que se logra determinar la cantidad de líquido extracelular, masa magra y masa grasa, siendo este un método confiable para evaluar la composición corporal del paciente, que aporta información objetiva y que permite facilitar los ajustes del tratamiento de hemodiálisis. (10)

La falta de evaluación de la composición corporal en el paciente renal no permite controlar los cambios que suceden en el tejido adiposo y muscular, así como las alteraciones hídricas, por ende no se logra adecuar la terapia nutricional del paciente por lo que provoca deficiencias nutricionales de deficiencias nutricionales, pérdida de masa muscular, disminución de fuerza y el riesgo de padecer sarcopenia, síndrome en el que el paciente sufre una pérdida gradual y generalizada de la masa muscular esquelética y caquexia, disminuyendo la efectividad del tratamiento y aumentando la probabilidad de morbimortalidad del paciente. (10)

A través de esta investigación se buscó identificar el peso seco del paciente, ya que a pesar de los diversos estudios y antecedentes que se encuentran, no se había analizado la población atendida por el Hospital Regional de Occidente (HRO) de Quetzaltenango, Guatemala. El único estudio similar se realizó en la ciudad de Guatemala, con población que presenta características diferentes a los pacientes del área geográfica del suroccidente del país.

El Hospital Regional de Occidente, cuenta con el equipo de bioimpedancia eléctrica que se puede utilizar para obtener un dato exacto y certero y con ello mejorar el proceso por medio del cual se logra establecer el peso seco del paciente, hasta la fecha no se conoce la forma en que el personal de enfermería obtiene dicho resultado al momento de utilizar la fórmula, por lo que, los resultados no son considerados datos confiables, el cual puede provocar un aumento al riesgo de ineficacia de la hemodiálisis debido a cálculos inexactos o alterados.

De esta manera, también se buscó detectar los problemas nutricionales que requieren una intervención nutricional temprana para prevenir el deterioro del paciente, ya que son pocos los pacientes referidos al Departamento de Alimentación y Nutrición con esta patología, debido a que ellos requieren de un acompañamiento individual y especializado, imprescindible para mejorar la calidad de vida del mismo y prevenir la mortalidad a corto plazo.

#### **IV. Antecedentes**

A continuación, se presentan algunos estudios relacionados con el tema de investigación:

Un estudio realizado en España en el año 2011, buscó determinar la prevalencia de las alteraciones del estado de hidratación estimadas por bioimpedancia espectroscópica y su relación con las características clínicas y bioquímicas y establecer el valor de predicción del ángulo de fase sobre la mortalidad, menciona que este es un método preciso que puede ser de utilidad en el tratamiento de la enfermedad renal crónica avanzada. El estudio fue de tipo descriptivo y correlacional donde se tomaron en cuenta a 175 pacientes con enfermedad renal crónica, a los cuales se evaluó por bioimpedancia. Los principales resultados fueron que el 85% de los pacientes tenían un estado de hidratación dentro de los límites de agua corporal total, este se asoció con características clínicas como edemas e hipertensión arterial, los principales determinantes de mortalidad fueron el ángulo de fase y el índice de comorbilidad. Los autores llegaron a la conclusión de que la bioimpedancia espectroscópica aporta información útil sobre la composición corporal y el estado de hidratación la cual podría ayudar en su tratamiento, al igual que el ángulo de fase es un predictor de mortalidad a corto plazo. (11)

Otro estudio realizado en el mismo país en el año 2012, tenía como objetivo comparar la composición corporal de pacientes prevalentes en hemodiálisis y diálisis peritoneal en un intervalo de 6 meses, se menciona que la normohidratación es el mayor objetivo en hemodiálisis y diálisis peritoneal, por lo que la bioimpedancia se postula como el método más prometedor para la evaluación y seguimiento del estado de hidratación en pacientes con diálisis. El estudio fue de tipo observacional donde se tomó en cuenta a 62 pacientes con hemodiálisis y 19 con diálisis y se compararon parámetros clínicos, bioquímicos y de bioimpedancia. Los principales resultados fueron que el 22% de pacientes con hemodiálisis y 10% en diálisis se encontraban sobre hidratados. A los seis meses, en los pacientes con hemodiálisis no se encontraron cambios, pero si se observó reducción en el agua extracelular, en pacientes con diálisis se observó aumento de peso, grasa y disminución de agua extracelular. Se encontró variación de peso relacionada con la variación de grasa, de igual manera se encontró relación entre el incremento de grasa y pérdida de masa muscular. Los autores concluyeron que la bioimpedancia permite valorar

los cambios en la composición corporal y ayuda a establecer el peso seco e introducir cambios en las pautas de tratamiento. (12)

Así mismo, otro estudio realizado en España el año 2012, analizó la composición corporal mediante la técnica de bioimpedancia espectroscópica en pacientes en hemodiálisis, evaluó la prevalencia de sobrepeso y sobrehidratación y su posible relación con adipocinas, parámetros inflamatorios y nutricionales. El estudio fue observacional transversal, se realizó bioimpedancia a 77 pacientes, se analizaron parámetros clínicos y bioquímicos, se compararon los datos entre pacientes con y sin sobrepeso, normo y sobrehidratados. Los principales resultados fueron que el 50% de los pacientes se encontraban con sobrepeso y el 21% se encontraban sobrehidratados, los pacientes con sobrepeso tenían mayor porcentaje de grasa y de agua extracelular. Los marcadores nutricionales (prealbúmina, albúmina, proteínas totales, creatinina y transferrina) guardaron relación con la masa magra. Los autores llegaron a la conclusión de que existe prevalencia de sobrepeso en la población con hemodiálisis extra hospitalaria relacionada con el aumento de agua extracelular, la bioimpedancia se puede utilizar en el proceso de toma de decisiones ante los cambios de peso de los pacientes. (13)

Así mismo, en un estudio realizado en Brasil en el año 2013 el cual tenía como objetivo comparar la composición corporal de pacientes en hemodiálisis con sujetos sanos, por diferentes métodos de evaluación. El estudio fue de tipo transversal realizado con 47 sujetos del sexo masculino con evaluaciones antropométricas, impedancia bioeléctrica y análisis vectorial. Los principales resultados fueron que el intervalo de confianza del análisis vectorial de los pacientes y sujetos sanos mostró diferencia significativa ( $p < 0,0001$ ). Los intervalos de tolerancia para hidratación revelaron que el 55,20% de los pacientes estaba deshidratado; 10,30% con edema aparente y 34,50% hidratación normal. La impedancia bioeléctrica y el análisis vectorial determinaron que el 52% de los pacientes sufría de reducción y el 14,00% aumento de la masa celular. La conclusión principal fue que las diferencias en la composición corporal entre pacientes y sujetos sanos fueron demostradas a través de la impedancia bioeléctrica y análisis vectorial y no por las medidas de la circunferencia y del área muscular de brazo. (10)

Una investigación en España el año 2014, evaluó el peso seco y el agua corporal según bioimpedancia vectorial frente al método tradicional. El estudio fue descriptivo transversal donde se tomaron en cuenta a 36 pacientes a quienes se les realizó bioimpedancia vectorial 30 minutos antes y después de diálisis, la posición del vector de cada paciente en el normograma de esferas se midió en percentiles 50, 75 y 95 y se evaluó peso seco según la valoración subjetiva del nefrólogo. Los resultados fueron que pre diálisis el agua corporal total fue de  $24.7 \pm 2.8$  L/m,  $22.1 \pm 3.0$  L correspondían a agua extracelular y  $17.4 \pm 3.8$  L/m a intracelular. Post-hemodiálisis, el agua total se redujo a  $22.8 \pm 2.4$  L/m de los que  $19.6 \pm 2.5$  L correspondían a agua extracelular y  $16.7 \pm 3.3$  a agua intracelular. El peso post-hemodiálisis fue de  $70.4 \pm 13,6$  ligeramente superior al peso seco establecido: 70.2. El estudio de las elipses mostró en el percentil 50 al 58.3% de la población con un estado normal, el resto se repartían en el percentil 75 de sobrehidratación. Los autores llegaron a la conclusión de que la bioimpedancia aporta conocimientos más exactos sobre la composición hídrica corporal y la distribución del agua y que el peso seco establecido por estimación clínica sigue siendo de gran valor ya que no se encontraron diferencias significativas entre el peso seco establecido por bioimpedancia y estimación clínica. (14)

Así mismo, en otro estudio realizado en el mismo país en el año 2014, evaluó el estado de hidratación en pacientes con enfermedad renal crónica en estadios III y IV, en diálisis peritoneal y hemodiálisis. El estudio fue de tipo descriptivo transversal, el cual tomo en cuenta a 145 pacientes en los que se analizó el estado de hidratación mediante medición con bioimpedanciometría espectroscópica de multifrecuencia. Los principales resultados fueron que el 23.3% de los pacientes en hemodiálisis, el 21% en diálisis y 10% de pacientes con enfermedad renal en estadios III y IV presentaron sobre hidratación. Los autores llegaron a la conclusión de que ajuste del peso seco en los pacientes tiene importantes consecuencias clínicas que permiten evitar eventos hemodinámicos perjudiciales. La bioimpedancia es una herramienta útil en la valoración del estado de hidratación de los pacientes con enfermedad renal y en diálisis, permitiendo detectar pequeños cambios en la volemia y prediciendo el peso seco de estos pacientes de una forma más objetiva. (15)

Así también, en el estudio realizado en Colombia en el año 2014, se determinó la composición corporal, el agua corporal total y el peso seco de pacientes con enfermedad renal en hemodiálisis. El estudio fue de tipo descriptivo transversal realizado en seis fases utilizando bioimpedancia tetrapolar de multifrecuencia y la ecuación Ramírez-Almanza, para determinar el peso seco se utilizaron valores de normovolemia e hipervolemia. Se evaluaron a 232 pacientes divididos en las seis fases. Los principales resultados fueron que el 50% de los pacientes estudiados tenían un diagnóstico de diabetes e hipertensión, el 87% con riesgo leve de desnutrición y solo el 3% sin riesgo de desnutrición. Para el agua corporal es posible utilizar la ecuación Ramírez-Almanza pues tiene buena correlación mediana con el índice de impedancia de Kushner. Se llega a la conclusión de que el uso de bioimpedancia en paciente en hemodiálisis ha permitido una mayor exactitud en el cálculo del agua corporal total, peso seco y estado nutricional de los pacientes en hemodiálisis. (9)

De igual forma en otro estudio realizado en España en el año 2016 se evaluó si existían diferencias entre la fórmula de Watson y bioimpedancia espectroscópica para medir el volumen corporal total en una unidad de diálisis peritoneal y analizar qué factores clínicos se asociaron a estas diferencias. El estudio fue de tipo observacional, se incluyeron a 74 pacientes y se analizaron 271 mediciones para evaluar el volumen corporal total empleando bioimpedancia y fórmula de Watson, se calcularon las diferencias entre volúmenes en cada medición y se analizó si existían diferencias y asociaciones entre los volúmenes y la presencia de los parámetros clínicos analizados. Los principales resultados hallados fueron que el volumen corporal total fue de 2,15L mayor medido con Watson y el 58% de las mediciones tenían diferencia entre ambos métodos. Se encontró una diferencia al comparar la presencia de diferencia entre volúmenes y la presencia o no de diabetes, hipertensión, hipoalbuminemia, hipoprealbuminemia, bajo ángulo de fase y exceso de grasa corporal. Llegando a la conclusión de que existen diferencias en el volumen corporal total calculado por Watson y por bioimpedancia. (16)

Por otra parte, un estudio realizado en Ecuador en el año 2018, tuvo como objetivo determinar la importancia de usar el examen de biomedancia para mejorar la evaluación nutricional del paciente renal en hemodiálisis. El estudio fue descriptivo comparativo en

donde se recolectaron los datos de 250 pacientes a los cuales se les evaluó por medio de bioimpedancia, con el fin de comparar la relación que tiene con otras formas de evaluar nutricionalmente con evaluaciones antropométricas y bioquímicas. Los resultados más importantes fueron que el 1% de hombres y el 65% de mujeres según su agua corporal total tuvo un porcentaje normal. Y el 65% de hombres y mujeres un porcentaje alto. Según masa magra tanto hombres como mujeres se encontraban en parámetros normales. El pliegue tricipital y circunferencia de brazo tuvieron una relación positiva con los resultados obtenidos por bioimpedancia, sin embargo, los resultados obtenidos por esta fueron más favorecedores al momento de realizar la evaluación nutricional. Se llegó a la conclusión de que la evaluación a través de bioimpedancia brinda mejores resultados en pacientes con tratamiento de hemodiálisis que la evaluación a través de antropometría. (17)

En un estudio realizado en Guatemala en el año 2017, se buscó realizar una correlación entre la fórmula de Chamney-Kramer con bioimpedancia eléctrica en pacientes que asisten al centro de hemodiálisis SUMEDICA para estimar el peso seco. El estudio fue analítico transversal, incluyendo 308 adultos a quienes se les evaluó peso seco a través de la fórmula de Chamney-Kramer y a través de bioimpedancia. Los principales resultados fueron a través de Spearman con un valor de 0.70 indicando una relación significativa entre la fórmula y la bioimpedancia. Por lo que la autora llegó a la conclusión de que la fórmula de Chamney-Kramer presenta valores similares a los obtenidos mediante la bioimpedancia, por lo que es una fórmula confiable, y que existe una relación entre el peso seco y la presencia de sintomatología durante y al finalizar la diálisis, en donde mientras más cerca se encuentre el paciente a su peso seco, menor sintomatología este presenta. (18)

## **V. Marco teórico**

### **5.1 Falla Renal Crónica**

#### **5.1.1 Definición**

Las Guías K/DOQI (Kidney Disease Outcome Quality Initiative) proponen la siguiente definición de la IRC:

1. Daño renal durante al menos tres meses definido por anormalidades del filtrado glomerular, manifestado por: anormalidades patológicas o marcadores de daño renal, que incluyen alteraciones en la composición de sangre u orina y/o alteraciones en los estudios de imagen.
2. Disminución de la función renal con filtrado glomerular  $<60\text{ml}/\text{min}/1.73\text{m}^2$ , durante, al menos tres meses con o sin daño renal aparente. (1)

#### **5.1.2 Fisiopatología**

La Falla Renal Crónica se produce cuando se pierde aproximadamente de la mitad a dos terceras partes de la función renal, independientemente de la enfermedad causal, la función renal continúa deteriorándose. En respuesta a una tasa de filtrado glomerular (TFG) decreciente, el riñón pasa por una serie de adaptaciones para mejorar esa reducción, causando un cambio en las características hemodinámicas de los glomérulos restantes y aumentando la presión glomerular. (19)

#### **5.1.3 Estadios evolutivos de la FRC**

El filtrado glomerular (FG) es el mejor índice para evaluar la función renal, este se mide a través del aclaramiento de una sustancia que corresponde al volumen de plasma del que ésta es totalmente eliminada por el riñón por unidad de tiempo.

Distintas sustancias, exógenas y endógenas, han sido utilizadas para conocer el FG a partir de su aclaramiento renal o plasmático:

- Exógenas: Inulina (glúcido de excreción renal), isótopos radioactivos ( $^{125}\text{I}$ -iotalamato).
- Endógenas: Creatinina, Cistatina.



El valor del FG varía en relación a la edad, el sexo y la masa corporal. Existen más de 40 ecuaciones para estimar el FG publicadas hasta la fecha, pero los algoritmos más difundidos para estimar el FG en adultos son el de Cockcroft-Gault y el del MDRD (Modificación of Diet in Renal Disease) y la fórmula de CKD-EPI (Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration).

La fórmula CKD-EPI se desarrolló a partir de una cohorte que, a diferencia de MDRD4, además de pacientes con función renal reducida incluía individuos con función renal normal, con lo que proporciona una mejor correlación con el FG en sujetos sanos

El CKD-EPI (Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration) es un grupo de investigación dependiente del National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Disease (NIDDK) formado para desarrollar y validar ecuaciones de estimación del FG a partir de datos procedentes de distintos estudios. Recientemente, este grupo ha publicado una nueva ecuación, denominada CKD-EPI, desarrollada a partir de una población de 8.254 individuos a los que se midió FG mediante aclaramiento de iotalamato (media 68 ml/min/1,73m<sup>2</sup> DE = 40 ml/min/1,73 m<sup>2</sup>), y que incluye como variables la creatinina sérica, la edad, el sexo y la raza. Esta ecuación presenta distintas versiones en función de la etnia, el sexo y el valor de la creatinina.

La fórmula utilizada es la siguiente:

### **Mujeres**

- Creatinina ≤ 0,7 mg/dl:  $FG_e = 144 \times (creatinina/0,7) - 0,329 \times (0,993)^{edad} \times 1,159$  (si es de raza negra)
- Creatinina > 0,7 mg/d:  $FG_e = 144 \times (creatinina/0,7) - 1,209 \times (0,993)^{edad} \times 1,159$  (si es de raza negra)

### **Hombres**

- Creatinina ≤ 0,9 mg/dl:  $FG_e = 141 \times (creatinina/0,9) - 0,411 \times (0,993)^{edad} \times 1,159$  (si es de raza negra)
- Creatinina > 0,9 mg/dl:  $FG_e = 141 \times (creatinina/0,9) - 1,209 \times (0,993)^{edad} \times 1,159$  (si es de raza negra) (19)

**Según los resultados del filtrado glomerular se puede clasificar la enfermedad en los siguientes estadios:**

a) Estadio 1: La enfermedad renal se establece por la presencia de alteraciones histológicas en la biopsia renal o mediante marcadores indirectos (proteinuria, alteraciones en el sedimento urinario o alteraciones en los estudios de imagen). Las situaciones que se presentan en este estadio son: los casos con proteinuria persistente y filtrado glomerular (FG) normal o aumentado, o hallazgo ecográfico de una enfermedad poliquística con FG normal o aumentado.

b) Estadio 2: Corresponde a situaciones de alteración renal acompañadas de una reducción ligera del FG (entre 60-89ml/min/1.73m<sup>2</sup>). Este hallazgo debe llevar a descartar el daño renal, fundamentalmente, microalbuminuria o proteinuria mediante la realización del cociente albumina/creatinina en una muestra aislada de orina y alteraciones en el sedimento urinario mediante un análisis sistémico clásico. Y valorar la existencia de situaciones de riesgo de ERC y diabetes.

c) Estadio 3: El filtrado glomerular es moderadamente deprimido de 30-59ml/min/1.73m<sup>2</sup> los pacientes comienzan a presentar signos y síntomas propios de las complicaciones de la falla renal. En este momento es de extrema importancia vigilar el avance de la enfermedad y hacer todo lo posible para enlentecer su progresión. Este a su vez se subclasifica en estadios:

- 3A de 59-45 ml/min/1.73 m<sup>2</sup>
- 3B de 44-30 ml/min/1.73m<sup>2</sup>, pacientes en este estadio pertenecen al estadio avanzado de la IRC.

d) Estadio 4: Es una disminución grave del FG de 15 a 29 mEq. El nefrólogo debe acentuar las medidas de control de las complicaciones cardiovasculares y valorar la preparación para el tratamiento renal sustitutivo.

e) Estadio 5: El FG es menor de 15 ml/mm los riñones han perdido casi toda su capacidad de funcionar de manera eficiente. Y es el momento de iniciar el tratamiento sustitutivo.

(1)

## Cuadro 1

### Clasificación de los estadios de la enfermedad renal crónica según las guías K-DOQI

Estadio	Estado de la función renal	Filtrado glomerular (FG) (mL/min/1.73m <sup>2</sup> )
<b>G1</b>	Daño renal con FG normal	90
<b>G2</b>	Daño renal con FG levemente	60-89
<b>G3a</b>	Descenso ligero-moderado del FG	45-59
<b>G3b</b>	Descenso moderado de FG	30-44
<b>G4</b>	FG gravemente	15-29
<b>G5</b>	Falla renal terminal	<15

Fuente: Clasificación de los estadios de la enfermedad renal crónica según las guías K-DOQI de la Nacional Kidney Foundation 2014 (1)

#### 5.1.4 Alteraciones metabólicas y clínicas en la FRC

Las alteraciones más relevantes que pueden estar presentes son las siguientes:

**a) Balance hídrico:** el riñón pierde su capacidad de concentrar y diluir orina, cuando el índice de filtración glomerular (IFG) es inferior a 20 mL/min, la osmolaridad urinaria no puede reducirse más allá de 200 mOsm/L, así un paciente con IRC que presenta carga osmolar de 600 mOsm/día y una osmolalidad urinaria fija de 300 mOsm/L debe emitir un volumen de orina de al menos 2 L/día. Por consiguiente, el débito urinario está aumentado en los pacientes en las fases avanzadas de la IRC. En la fase terminal el paciente no es capaz de conservar ni de excretar orina normalmente; es vulnerable a una expansión hiponatremica ante una ingesta excesiva de agua y a una depleción hipernatremica en caso de ingesta baja.

**b) Excreción de sodio:** no hay una adecuada regulación del sodio y además la excreción varía en función de la situación clínica. En la ERC temprana se produce una disminución en la fracción de reabsorción de sodio en los túbulos renales y un aumento en la fracción de excreción. Cuando la TFG es menor de 10 mL/min no ocurre una excreción adecuada de sodio, siendo necesario mantener el equilibrio de sodio y agua, igualando los ingresos de la dieta con los egresos.

**c) Acidosis:** es consecuencia de la incapacidad de excretar protones. Los ácidos responsables de la acidez son los no metabolizables, resultantes de la degradación de los aminoácidos azufrados.

**d) Hiperazoemia:** se elevan los niveles de metabolitos nitrogenados concretamente, urea (catabolismo proteico), así como ácido úrico y guanidinas (catabolismo ácido nucleídos), creatina y creatinina (catabolismo muscular).

**e) Hiperkalemia:** es el aumento de potasio sanguíneo consecuencia del aumento del catabolismo proteico y de una disminución de la capacidad de excreción renal.

**f) Hiperfosfatemia y disminución de hormona D3:** la disminución en la síntesis de 1,25 dihidroxicolecalciferol debido al daño renal reduce la absorción intestinal de calcio, contribuyendo a hipocalcemia indicada. A la vez se produce retención de fósforo. Niveles elevados de fosfato y bajos de calcio estimulan la secreción de paratohormona que aumenta la reabsorción ósea, para elevar los niveles séricos disminuidos de calcio. En función del hiperparatiroidismo secundario que se crea, se generan una serie de alteraciones óseas, causando una entidad conocida como osteodistrofia renal. (20)

### **5.1.5 Tratamiento médico**

Cuando el paciente con falla renal crónica entra en fase terminal debe instaurarse un tratamiento sustitutivo renal, este reemplaza las funciones de filtración y excreción, pero no puede sustituir las funciones endocrinas o metabólicas del riñón. En consecuencia, los principales objetivos del tratamiento sustitutivo renal consisten en corregir la concentración de solutos en la sangre y eliminar el exceso de líquido del agua corporal total, dichas opciones son las diálisis que pueden ser: hemodiálisis o diálisis peritoneal. Y si el paciente es candidato y tiene los recursos puede optar por el trasplante renal. (21)

**a) Hemodiálisis:** la hemodiálisis se basa en los principios físicos de la difusión y la convección. El fundamento básico de la diálisis consiste en pasar la sangre del enfermo renal a través de conductos limitados por una membrana de permeabilidad selectiva, al otro lado de la cual hay un líquido de diálisis que fluye en sentido contrario. La permeabilidad de la membrana y la composición del líquido de diálisis permite el paso

desde la sangre a este líquido de compuestos metabólicos de desecho (urea, creatinina, etc.) y electrolitos en exceso, impidiendo al mismo tiempo el paso de grandes moléculas como proteínas, así como diversas estructuras moleculares y células sanguíneas. (22)

Esta se lleva a cabo a través de un mecanismo tipo físico y a la vez químico, donde se tiene como finalidad alcanzar un intercambio molecular entre dos sustancias de carácter líquido, osmóticamente diferentes, donde la única separación existente es una capa de tipo membranosa con una permeabilidad de tipo selectiva. Gracias a esto existe un paso limitado, pero desarrollado de forma perenne, de moléculas de pequeño y gran tamaño, como el agua, o diferentes tipos de iones y sustancias osmóticamente activas a través de la misma, la cual viene seguida por un proceso en el cual, a través de difusión y lo que se conoce como ultrafiltración, se pueden eliminar los iones y los metabolitos que son considerados como dañinos para los pacientes y que ocasionen repercusiones en el organismo. (22)

Para poder llevar a cabo de forma correcta el proceso de hemodiálisis es sumamente necesario realizarlo de forma individualizada hacia el paciente que permita con más facilidad poder asegurar el control de los signos vitales y mantener la estabilidad de los mismos durante el proceso, por esta razón se han desarrollado una serie de diferentes criterios que abarcan las características determinadas por el estadio de enfermedad renal del paciente, como son:

- Llevar a cabo un esquema de limpieza y posterior filtración de la sangre en los pacientes.
- Proceso de ultrafiltración o regulación de la hidratación y, por ende, de la volemia del paciente.
- Control de las sustancias osmóticamente activas, donde destaca el equilibrio entre los electrolitos y el sistema ácido básico de los pacientes.
- Control de un equilibrio entre el estado nutricional, regulación hormonal y los signos vitales del paciente al momento de desarrollar el proceso de diálisis. (22)

Se ha determinado la necesidad de desarrollar una vía que permita comunicación con la circulación de los pacientes, como punto clave en las terapias sustitutivas renales, donde

se destaca el proceso de diálisis. En la actualidad los equipos que son utilizados para este proceso se encuentran conformados por las siguientes partes: una bomba de sangre, equipos de monitoreo computarizado y el sistema de intercambio o de diálisis per se, teniendo en cuenta la importancia drástica que refleja el poseer una vía de comunicación con la circulación como punto clave de este proceso. (2)

Para considerar como adecuado a un acceso o vía de comunicación con la circulación del paciente a someterse a diálisis, se debe cumplir con tres características, las cuales son: una capacidad volumétrica suficiente, para poder tolerar el flujo relacionado al proceso de diálisis, desarrollarse de manera segura y sin complicaciones, así como permitir un acceso seguro hacia la circulación. Sin embargo, es común encontrar complicaciones asociadas al desarrollo de este acceso vascular.

En la actualidad, se han determinado tres tipos distintos de accesos vasculares empleados en los procesos de diálisis, los cuales son:

- Catéter venoso central.
- Accesos entre arterias y venas.
- Injertos arteriovenosos.

**b) Diálisis peritoneal:** La diálisis peritoneal tiene lugar en el interior de la cavidad abdominal y el dializado debe ser instalado para lograr el contacto con la sangre de los capilares mesentéricos. Es una técnica sencilla que se basa fundamentalmente en las propiedades físicas del peritoneo, actuando este como una membrana semipermeable de gran poder de absorción y de extensa superficie, estableciendo un intercambio iónico de sustancias cristaloides difusibles entre la sangre y una solución introducida en la cavidad abdominal y en íntimo contacto con el peritoneo, esto permite remover el exceso de solutos por difusión desde la sangre hacia el dializado y un exceso de líquido por ultrafiltración desde la sangre hacia el dializado. (22)

**c) Trasplante Renal:** La mayoría de los médicos consideran que el trasplante renal representa la modalidad terapéutica y con una relación costo-beneficio más conveniente en los pacientes con falla renal terminal, la supervivencia con un injerto proveniente de un dador es superior a la obtenida con cualquier otro tipo de tratamiento sustitutivo. Pero

esta modalidad se utiliza solo en un pequeño subgrupo de pacientes debido a la escasez de órganos disponibles y la ausencia de programas de trasplante adecuados en instituciones, los cuales contribuyen a que la cantidad de trasplantes realizados sea pequeña en comparación a la cantidad de pacientes tratados con diálisis. (2)

## **5.2 Peso seco en terapia sustitutiva**

### **5.2.1 Definición**

El peso seco de una persona es el resultado de una función renal normal, permeabilidad vascular, concentración sérica de proteínas y una correcta regulación del volumen de líquidos corporales, por lo tanto, todo paciente que presente enfermedad renal crónica y esté en tratamiento de diálisis, el peso seco va a ser el peso más bajo tolerado al finalizar la diálisis, después de extraerse el exceso de líquido, con el cual el paciente presente mínimos signos o síntomas de hipovolemia o hipervolemia. Este irá variando según la tolerancia del paciente, la cantidad de orina que se expulse y las variaciones de la grasa corporal. (23)

La valoración del peso corporal libre de edema en pacientes renales es difícil e imprecisa, pueden utilizarse ecuaciones derivadas del análisis de composición corporal u otros métodos para determinar el exceso de agua corporal presente en los pacientes renales, de modo que se determine el peso con el menor contenido de agua posible. En teoría el peso seco de los pacientes que reciben hemodiálisis debe ser menor que el peso presentado en los períodos intradiálisis, ya que implica ganancias no reales de peso. (23)

### **5.2.2 Fórmulas de estimación de peso seco**

#### **a) Fórmula de Chamney-Kramer**

La normovolemia y la hipervolemia se presentan como un nuevo método para la estimación del agua total corporal; ellas caracterizan la variación del agua extracelular con el peso corporal.

Esta fórmula implica la intersección de dos pendientes, la de normovolemia y la pendiente de hipervolemia. Estas pendientes caracterizan la variación en el líquido extracelular con el peso corporal y los estados de normovolemia y de hipervolemia. La fórmula fue creada

por Paul Chamney y Matthias Kramer quienes observaron que los estados de hipervolemia se consideran el factor más importante que predispone a la hipertensión en los pacientes al igual que el volumen de líquidos que es eliminado durante el tratamiento se convierte en un factor para iniciar con inestabilidad cardiovascular.

De acuerdo a la literatura sobre el tema, un sujeto sano de 70 kg tiene aproximadamente entre 14 y 16 litros de agua extracelular. Sobre esta base se establece la relación entre el peso y el agua extracelular, que se expresa bajo la pendiente de normovolemia. En los pacientes con IRC, la ingesta de fluidos se acumula en el cuerpo; esto causa un aumento de peso, denominado pendiente de hipervolemia. Durante la ultrafiltración, el peso de los pacientes disminuye 1 kg por cada litro de fluido removido, si la densidad de este es única. Así, la hipervolemia toma un valor de 1 L/Kg. El peso en el cual hay una intersección entre normovolemia e hipervolemia es el que se conoce como peso seco, el cual se define en la siguiente ecuación:

$$PS = \frac{Hv * Pp - Ae}{Hv - Nv}$$

En donde:

- **Hv (Hipervolemia):** trastorno hidroeléctrico que consiste en un aumento anormal del volumen del plasma en el organismo.
- **Ae (Agua extracelular):** es el líquido que se encuentra fuera de las células, incluyendo el que tienen el plasma, la linfa, el líquido cefalorraquídeo y las secreciones. Constituye aproximadamente un 20% del agua total corporal. Para determinar cuál es el Ae, se debe aplicar la siguiente ecuación.

$$Ae = \frac{100 \text{ Kg} \rightarrow 20L}{\text{Peso Kg} \rightarrow X}$$

- **PP (Peso postdiálisis):** Peso estimado al final la diálisis.
- **Nv (Normovolemia):** volumen sanguíneo total, siendo normovolemia una constante para mujeres de 0,214 L/kg y para hombres 0.239 L/Kg. (24)



Es importante la revisión periódica de la medicación, así como el control de ultrafiltración por la tasa y el tiempo son factores determinantes al momento de establecer la fórmula. En primer lugar, la aparición de síntomas recurrentes impone un límite ineludible, en lo que se refiere al punto final que se puede lograr; este punto final, puede ser influenciado por trastornos cardiovasculares o calambres, de manera que impiden el logro de los objetivos de peso seco a través de la fórmula.

Los pacientes también pueden presentar edema a pesar de normovolemia en los espacios vasculares, en estos casos se debe tomar en cuenta que se debe mantener la sobrehidratación total del cuerpo, con el fin de evitar problemas de inestabilidad cardiovascular. (24)

## **b) Bioimpedancia eléctrica**

Es la mejor herramienta diagnóstica para el cálculo de peso seco ideal. Al realizar una medición pre- diálisis al paciente se puede determinar el peso seco y la distribución del volumen en los diferentes espacios corporales. El análisis permite determinar en qué parte del cuerpo se encuentra el exceso de líquido (brazo izquierdo y derecho, pierna izquierda y derecha, torso y cuerpo completo).

La fórmula que utiliza la bioimpedancia para estimar el peso seco es el siguiente:

$$\frac{ECW_{\text{real}} * \text{Ratio E/I normohidratado (0.8)}}{\text{Ratio E/I}_{\text{real}}} = \text{ECW normohidratado}$$

- $ECW \text{ normohidratado} - ECW_{\text{real}} = \text{litros de ECW extra} - \text{Peso real del paciente} =$   
**Peso normohidratado**

El modelo de la máquina que se utilizó para realizar el estudio ya brinda el ECW normohidratado por lo que en el módulo de sobrecarga hídrica se puede analizar el agua corporal total, agua extracelular y la relación agua extracelular y agua corporal total. A través de estos datos se puede identificar cuál es el exceso de líquido extracelular a través de la siguiente fórmula:

**Exceso de líquido** = agua extracelular del paciente - agua extracelular ideal

El resultado serán los litros que deberán ser ultrafiltrados según coeficiente kilo peso/hora, sin exceder el valor máximo a retirar para que el paciente no sufra efectos adversos y que alcance su peso ideal.

Luego de obtener ese resultado la fórmula a utilizar es la siguiente:

**Peso seco** = Peso del paciente – cantidad de líquido a extraer (25)

- **Ratio agua extracelular / agua corporal total**

Se recomienda obtener el ratio de agua extracelular (AEC) y agua corporal total (ACT) para conocer cuál es el estado de sobrecarga hídrica del paciente. El estado de hidratación es un factor de pronóstico independiente en la mortalidad de pacientes que reciben un tratamiento de diálisis y hemodiálisis. El ratio AEC/ACT evidencia el estado de sobre carga hídrica, es importante tener en cuenta factores como la edad del paciente. Los pacientes mayores suelen presentar valores de agua intracelular menor debido a la pérdida de masa muscular por la edad, por consiguiente, ratios mayores de AEC/ACT por el aumento hídrico y el deterioro nutricional del paciente.

Se han establecido los siguientes puntos de corte para la interpretación del ratio AEC/ACT:

- Euvolemia: 0.360 – 0.389
- Ligero edema o exceso de agua extra celular: 0.390- 0.399
- Sobre hidratación:  $\geq 0.400$  (26)

### **5.3 Composición corporal del paciente con falla renal crónica**

#### **5.3.1 Generalidades**

El estado nutricional es la condición resultante de la ingestión de alimentos, la utilización biológica, y de la influencia de factores socioeconómicos, emocionales, culturales, físicos, entre otros, el ingreso de nutrientes dependerá de los mismos. Este refleja el grado en que las necesidades fisiológicas han sido cubiertas. Un estado nutricional y composición corporal óptima favorece el crecimiento y el desarrollo, mantiene la salud general, brinda

apoyo a las actividades cotidianas y protege al individuo de las enfermedades y trastornos. Cualquier situación de desequilibrio por deficiencia o exceso de nutrientes, comprometerá el estado nutricional y sus funciones vitales.

Por esta razón es de gran importancia aplicar técnicas apropiadas para la valoración nutricional, que permitan detectar si hay deficiencias nutricionales en las primeras fases del desarrollo, de esta manera, se podrá mejorar el consumo alimentario antes de que sobrevenga un trastorno más grave que lo lleve a la malnutrición. (27)

Los pacientes con IRC en hemodiálisis tienen mayor riesgo de padecer desnutrición, aumentando el riesgo de morbimortalidad. Se calcula que cerca del 34% de los pacientes en hemodiálisis padecen de desnutrición. Las principales razones son el aumento en el catabolismo, alteraciones metabólicas y la disminución en la ingesta de alimentos.

Otras complicaciones en el estado nutricional de los pacientes es la depleción proteica, el sobrepeso y obesidad y desequilibrio hidroelectrolítico, estas complicaciones pueden originarse por la ingesta inadecuada de minerales, ingesta excesiva de minerales, desequilibrio de nutrientes, ingesta excesiva de líquidos, alteración de los valores de laboratorio relacionados con la nutrición y la interacción entre alimentos y fármacos. (21)

Los pacientes en hemodiálisis presentan alteraciones nutricionales por exceso de comorbilidades, además se encuentran en un estado inflamatorio persistente, durante la diálisis se puede perder de 2 a 3 gramos de aminoácidos por hora en el líquido dializador y llega a perder de 13 a 15 gramos de proteína por cada sesión de hemodiálisis. Por tal motivo, pacientes con diálisis mayor a 5 años, presentan disminución de la masa magra. Así mismo el permanecer en un estado urémico persistente, conlleva a alteraciones del apetito tales como anorexia o hiporexia, a esto se agrega, la resistencia a la insulina, el hiperparatiroidismo secundario y la acidosis metabólica que incrementa el catabolismo proteico.

La evaluación de la composición corporal es un indicador del estado nutricional de estos pacientes, esta se puede evaluar a través de plicometría al medir pliegues cutáneos,

también valores de laboratorio son útiles para identificar a pacientes con desnutrición como albúmina, pre albúmina, transferrina, colesterol, urea y creatinina. (21)

En pacientes con IRC la uremia se asocia con alteraciones en la composición corporal esto debido a los cambios que se producen en el metabolismo de los hidratos de carbono, de las lipoproteínas y de las proteínas, teniendo como consecuencia el desarrollo de desnutrición, conocido como desgaste proteico- energético en estos pacientes.

En el metabolismo de los carbohidratos la IRC, por el aumento de la toxina urémica, la acidosis metabólica y el cortisol provocan resistencia y el paciente padece intolerancia a la glucosa e hiperglucemia. También se producen alteraciones en el metabolismo de los lípidos, existe un cambio gradual en el perfil lipídico conforme la función renal se deteriora, las concentraciones de triglicéridos incrementan en las primeras etapas de la enfermedad y muestran cifras aún más altas en pacientes con diálisis peritoneal, alterando la masa magra y masa grasa del paciente, por lo que el paciente puede padecer aterosclerosis y progresión de la enfermedad.

El metabolismo proteínico se encuentra alterado en el paciente, por la ingesta dietética inadecuada, como por las repercusiones en los desequilibrios propios de la enfermedad. Con frecuencia se prescriben dietas bajas en proteína, que impactan de forma directa la reserva de aminoácidos y tejidos muscular. (21)

### **5.3.2 Niveles de composición corporal**

El cuerpo humano tiene más de 30 componentes, llamados compartimentos, que se distribuyen en cinco niveles de organización: atómico, molecular, celular, tisular y corporal total. La suma de todos los componentes a cada nivel corporal equivale al peso corporal total.

Los niveles de composición corporal son los siguientes:

**a) Atómico:** el cuerpo humano está formado principalmente por 11 elementos que son responsables de más del 99% de su peso total. Estos elementos son la base para la reconstrucción a nivel molecular.

**b) Molecular:** los 11 elementos principales y los elementos traza adicionales que se encuentran en escasa cantidad se combinan para formar compuestos químicos que se agrupan en las categorías que definen el nivel molecular. Los principales componentes

**c) Celular:** los tres componentes principales son la masa celular, líquido extracelular y sólidos extracelulares. Este nivel se considera compuesto por grasa, masa celular corporal, líquido extracelular y sólidos extracelulares.

**d) Tejidos-sistemas:** sus principales componentes son el tejido adiposo, el músculo esquelético, el hueso y los órganos. El tejido adiposo incluye a los adipocitos con fibras de colágeno, fibroblastos, capilares y líquido extracelular. Existen cuatro tipos de tejido adiposo: subcutáneo, visceral, intersticial, y medular óseo.

**e) Cuerpo total:** el nivel corporal total incluye características del cuerpo como la masa y densidad corporal, talla, resistencias, perímetros, pliegues cutáneos. Medidas como los pliegues se utilizan con ecuaciones de predicción para estimar componentes (grasa y músculo esquelético) en los otros cuatro niveles de estudio. (28)

### 5.3.3 Métodos de evaluación de la composición corporal

La evaluación del estado nutricional y composición corporal tiene por objetivo identificar a los individuos desnutridos o en riesgo de estarlo. Mantener al paciente bien nutrido ha demostrado que disminuye la morbilidad y complicaciones en la evolución de la enfermedad renal. Una correcta evaluación del estado nutricional y de los hábitos dietéticos de los pacientes es clave para lograrlo. (29)

#### a) Evaluación antropométrica

- **Peso**

Permite determinar el volumen corporal, es la medida más utilizada para evaluar el estado nutricional actual y está influido por la cantidad existente de grasa, tejidos, agua, huesos entre otros. En individuos adultos, se determina a través de una balanza de plataforma o electrónica, siguiendo una serie de pasos que se explican a continuación:

- Asegurar que la pesa o balanza esté en buen estado.

- Colocar la pesa en una superficie lisa, horizontal y plana, sin desnivel o presencia de algún objeto extraño bajo ésta.
- Solicitar a la persona que se quite los zapatos y el exceso de ropa.
- Ajustar la balanza en cero antes de realizar la toma del peso.
- Solicitar a la persona que se coloque en el centro de la plataforma de la balanza, en posición erguida y mirando al frente de la cabeza, con los brazos a los costados del cuerpo, con las palmas descansando sobre los muslos y que los talones y la punta de los pies estén ligeramente separados.
- Leer en voz alta el peso en kilogramos y anotar en el formulario correspondiente.
- Pedir al individuo que se baje de la pesa colocando la medición en cero. (30)

- **Talla**

Mide el tamaño lineal del esqueleto del individuo, desde la coronilla de la cabeza hasta los pies. En individuos adultos esta medida se toma utilizando el instrumento denominado tallímetro y se determina mediante los siguientes pasos:

- Verificar la ubicación y condiciones del tallímetro, observar que el tope móvil se deslice suavemente.
- Solicitar al individuo que se quite los zapatos, el exceso de ropa y objetos en la cabeza que interfiera con la medición.
- Indicar que se ubique en el centro de la base del tallímetro, en posición erguida, mirando al frente, con los brazos a los costados del cuerpo, con las palmas de las manos descansando sobre los muslos, los talones juntos y las puntas de los pies ligeramente separados.
- Asegurar que los talones, pantorrillas, nalgas, hombros y parte posterior de la cabeza se encuentre en contacto con el tablero del tallímetro.
- Verificar la posición de la cabeza: observar que la línea horizontal imaginaria que sale del borde superior del conducto auditivo externo hacia la base de la órbita del ojo, se encuentre perpendicular al tablero del tallímetro, es decir; formando un ángulo de 90° (plano de Frankfurt).

- Si el antropometrista o auxiliar es de menor talla que la persona que está siendo medida, se recomienda el uso de la escalinata de dos peldaños para una adecuada medición de la talla.
- Seguidamente, con la mano derecha deslizar el tope móvil del tallímetro hasta hacer contacto con la superficie superior de la cabeza (vertex craneal), comprimiendo ligeramente el cabello; luego deslizar el tope móvil hacia arriba. Este procedimiento debe ser realizado tres veces en forma consecutiva, acercando y alejando el tope móvil.
- Antes de leer la medición, asegurarse de haber cumplido todos los pasos.
- Leer en voz alta la medición, en metros, centímetros y milímetros. Seguidamente apuntar los valores en el formulario correspondiente. En caso de ser necesario repetir el proceso. (30)

- **Circunferencia de cintura**

La circunferencia de cintura es un índice que mide la concentración de grasa en la zona abdominal y, por tanto, es un indicador sencillo y útil que permite conocer la salud cardiovascular.

En individuos adultos esta medida se toma utilizando una cinta métrica y se determina mediante los siguientes pasos:

- Colocarse a un lado del participante, localizar el punto inferior de la última costilla y la cresta ilíaca (parte más alta del hueso de la cadera) y poner unas marcas con bolígrafo fino.
- Con una cinta métrica, encontrar el punto central entre esas dos marcas y marcarlo.
- Colocar la cinta sobre el punto indicado en la etapa anterior y pedirle al participante que coloque la cinta alrededor de su cuerpo.
- Pedirle al paciente que esté de pie con los pies juntos, coloque los brazos a cada lado de su cuerpo con la palma de la mano hacia el interior, y respire despacio.
- Medir la circunferencia y leer la medición con una precisión de 0,1 cm. en la cinta y anotarla. (31)

El diagnóstico nutricional permite no sólo determinar el estado nutricional de un individuo, sino también valorar los requerimientos nutricionales, predecir la posibilidad de presentar

una alteración del estado de nutrición, detectar el riesgo hacia alguna enfermedad o evaluar la eficacia de una determinada terapia nutricional. (32)

- **Índice de Masa Corporal (IMC)**

El diagnóstico nutricional permite no sólo determinar el estado nutricional de un individuo, sino también valorar los requerimientos nutricionales, predecir la posibilidad de presentar una alteración del estado de nutrición, detectar el riesgo hacia alguna enfermedad o evaluar la eficacia de una determinada terapia nutricional. (32)

El índice de Quetelet o Índice de Masa Corporal es la combinación de variables antropométricas más utilizada como indicador del estado nutricional. Se usa con frecuencia en estudios nutricionales y epidemiológicos como indicador de la composición corporal o para evaluar tendencias en estado nutricional.

Para determinar el ÍMC de una persona adulta se calcula de la siguiente forma.

$$\text{IMC} = \text{Peso(kg)}/\text{Estatura (m}^2\text{)}$$

Este indicador relaciona el peso con la estatura e identifica el índice de adiposidad y los riesgos de obesidad y enfermedades asociadas, es decir, un IMC alto (nivel de obesidad) está asociado con diabetes tipo 2 y con alto riesgo de morbilidad y mortalidad cardiovascular.

En población adulta el peso se clasifica de acuerdo al parámetro del Índice de Masa Corporal. (33)



**Cuadro 2**  
**Clasificación del Índice de Masa Corporal**

<b>Clasificación</b>	<b>IMC (kg/m)<sup>2</sup></b>	<b>Riesgo de comorbilidad</b>
<b>Delgadez severa</b>	< 16	Muy alto
<b>Delgadez moderada</b>	16-16.9	Alto
<b>Delgadez leve</b>	17-18.4	Moderado
<b>Normal</b>	18.5-24.9	Normal
<b>Sobrepeso</b>	25-29.9	Incrementado
<b>Obesidad Grado I</b>	30-34.9	Moderado
<b>Obesidad Grado II</b>	35-39.9	Alto
<b>Obesidad Grado III</b>	≥ 40	Muy Alto

Fuente: Clasificación según la Organización Mundial de la Salud, 2004. (34)

## **5.4 Bioimpedancia eléctrica**

### **5.4.1 Definición**

Es un método de análisis de la composición corporal, este se centra en el estudio de la composición corporal en el nivel II o molecular, midiendo una propiedad física del cuerpo humano es decir la capacidad para conducir la corriente eléctrica en función de su contenido de agua. (23)

El fundamento de esta evaluación se basa en la distinta resistencia de los tejidos corporales al paso de una corriente eléctrica, en función de la cantidad y distribución de agua y electrolitos en los distintos compartimentos corporales. Cuanto más tejido magro mayor será la capacidad de conducción por la presencia de agua y electrolitos, al contrario de lo que ocurre con los tejidos adiposos y óseos.

Resistencia: La resistencia R es la resistencia pura de un conductor ante la presencia de corriente alterna. Este parámetro es inversamente proporcional al agua total del cuerpo humano. Si se tiene en cuenta que la materia grasa tiene una resistencia alta, se puede afirmar que la masa magra es buena conductora de la corriente eléctrica, puesto que este tipo de masa contiene una gran cantidad de agua, y por lo tanto de electrolitos.

El agua corporal es muy variable a lo largo del día en el cuerpo humano, llegando a cambiar incluso cada hora, es por esto que hay que intentar hacer varias mediciones en un mismo paciente para obtener una evaluación de la composición corporal más fiable y precisa. De igual manera la resistencia es inversamente proporcional al área de sección y proporcional a la longitud del cuerpo, con lo que un individuo más alto presentará una mayor resistencia si lo comparamos a un sujeto de menor altura. (35)

Se puede calcular el volumen conductor de un sujeto con la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen del conductor (V)} = \text{Longitud(L)} \times \text{Área(A)}$$

Reactancia: Es la resistencia presente en el cuerpo debido a la capacidad condensadora que poseen las células del cuerpo humano, llamada también reactancia  $X_c$ . Debido a que todas las membranas celulares poseen unas capas proteica-lipidas, todas las membranas son capaces de actuar como condensadores pequeños haciendo que la reactancia sea una evaluación de la masa celular corporal.

Por lo que la reactancia es la resistencia que ofrecen los tejidos no-iónicos, las membranas celulares, así como los tejidos de sostén. Los primeros de ellos, los tejidos no-iónicos retardan el paso de la corriente eléctrica. El ángulo de fase y la reactancia establecen la relación entre el cuerpo y la bioimpedancia. Los instrumentos de medición utilizados, miden la resistencia y la reactancia, que son los parámetros a partir de los que se calcula la impedancia, cuyo valor se introduce en fórmulas que toman en cuenta la edad, sexo, peso y talla. (35)

#### **5.4.2 Parámetros de medición de bioimpedancia**

En la corriente alterna, a la resistencia total de un conductor biológico, se le denomina Impedancia, el cual está compuesto de dos componentes, la Resistencia  $R$ , resistencia pura medida en ohmios del agua que tenemos dentro del cuerpo y el cual presenta electrolitos. La resistencia capacitiva o reactancia  $X_c$ , que es la resistencia presente en el cuerpo debido a la capacidad condensadora que poseen las células del cuerpo humano. Cuando se mide el ángulo de fase, es la diferencia entre estos dos componentes, resistencia y reactancia lo que hace posible la impedancia. (35)

### **5.4.3 Análisis de la bioimpedancia eléctrica de la corriente alterna**

Existen diversos instrumentos para el análisis de la impedancia bioeléctrica con corriente alterna, la mayoría usados para el cálculo del agua corporal total y para el cálculo de la grasa corporal. La bioimpedancia eléctrica utiliza siempre corriente alterna, pero hay sistemas que varían en diseño y complejidad que utilizan otras frecuencias y corrientes. Los niveles de intensidad usados en el cuerpo humano con los métodos de bioimpedancia eléctrica son corrientes de amperaje muy bajo, y en los que el agua actúa como conductor y es la resistencia que ofrece el fluido al paso de esta corriente la que nos dará los valores estimados de grasa y agua en el cuerpo. Es en esta frecuencia de 50 KHz, cuando debido a la activación de los electrodos por la corriente alterna enviada, el sistema empieza a manifestar la reactancia y resistencia entre los dos electrodos pasivos táctiles, lo que permite medir dichos valores.

Para tomar las medidas el sujeto deberá estar en posición decúbito supino para que sean menores los efectos de la gravedad, la cual tiene tendencia natural a remansar el agua de las extremidades inferiores cuando se ha estado en una situación de bipedestación (posición erguida sobre las dos extremidades). Además, los electrodos se deben colocar en muñeca-mano y pie-tobillo. (35)

### **5.4.4 Modelos de bioimpedancia eléctrica**

Para la realización de dicho estudio se utilizará el modelo de bioimpedancia eléctrica seca mBCA 525 está desarrollado para usarlo de manera portátil, con el objetivo de que la medición sea lo más eficaz posible con poco peso, con tecnología de medición más precisa y de fácil manejo, seca mBCA 525 es único en cuanto función y rendimiento. La exclusiva banda de medición mide con completa autonomía todos los parámetros que se requieren, como masa grasa, masa muscular y agua corporal. Permite realizar las mediciones de manera confiable en cualquier lugar de los hospitales o consultorios médicos. Su peso liviano, manija práctica y soporte móvil opcional, que cuenta con una cesta para colocar los archivos de los pacientes y los accesorios, permiten contar con una máxima movilidad. (36)

Entre las ventajas que presenta la mBCA 525 se encuentran:

- Preciso. Demostrado por estudios médicos-científicos internacionales.
- Rápido. Las mediciones son realizadas en 17 segundos.
- Sencillo. Seis módulos de análisis y navegación intuitiva del usuario y pantalla táctil.
- Versátil. El análisis de la masa grasa y sin grasa, agua corporal total, el agua extracelular, el agua intracelular y la masa muscular esquelética.

#### 5.4.5 Características principales de mBCA 525

**Cuadro 3**  
**Datos técnicos de mBCA 514**

<b>Alimentación</b>	Baterías recargables, red eléctrica.
<b>Dimensiones (AxAxP)</b>	252 x 262 x 230mm
<b>Peso neto</b>	3kg
<b>Método de medición</b>	Análisis de impedancia bioeléctrica de 8 puntos
<b>Frecuencia de medición</b>	1; 2; 5; 10; 20; 50; 100; 200; 500 kHz
<b>Segmentos de medición</b>	Brazo derecho, brazo izquierdo, pierna derecha, pierna izquierda, parte derecha del cuerpo parte izquierda del cuerpo, torso
<b>Medición de corriente</b>	100 $\mu$ A
<b>Tiempo de medición</b>	Max. 30 segundos
<b>Medición de corriente</b>	100 $\mu$ A
<b>Tiempo de medición</b>	Max. 20 segundos
<b>Funciones</b>	calibración, contraluz, RESET, Acoustic signals can be activated, ajuste de cero seleccionable, memoria del paciente, error de pesaje, Protección contra sobre carga, SEND, interfaz wireless, Fecha y hora de impresión, Bajarse, HOLD, Auto-HOLD, datos del paciente, el índice de masa corporal - BMI, auto-BMI

Fuente: Características de mBCA 514 medical Body Composition Analyzer (36)

#### 5.4.5 Interpretación de los resultados de bioimpedancia eléctrica

A través de la evaluación de la bioimpedancia se realiza la medición de agua corporal total (TBW), agua extracelular (ECW), masa magra (FFM) y masa muscular esquelética (SMM) en brazos, piernas, torso y a nivel corporal, de igual manera se puede realizar el análisis de vector de impedancia bioeléctrica (BIVA), índices de masa (FMI, FMMI) y ángulo de fase ( $\varphi$ ). (36)

#### Cuadro 4

**Interpretación de resultados de Masa muscular esquelética del brazo y pierna derecha e izquierda y todo el cuerpo; Índice de masa magra; Índice de masa grasa; Agua corporal total; Agua extracelular y Ángulo de fase**

Género	Índice de Masa Corporal	Rangos
Femenino	<25 ≥25, <30 >30	• Rango Inferior • Rango normal • Rango superior (Anexo 3 )
Masculino		

Fuente: Manual de uso de bioimpedancia mBCA 514 medical (37)

#### a) Masa muscular esquelética

La evaluación de la masa muscular es importante en pacientes para prevenir la malnutrición. Las mediciones regulares ayudan a controlar la reducción de la masa grasa formada y el desarrollo de la masa muscular.

#### b) Índice de masa magra y masa grasa

La masa magra está constituida por los órganos internos, los músculos y los huesos, así como los órganos, cartílagos, tendones y ligamentos. Es importante conocer cuanta masa magra y cuanta masa grasa tenemos, para inclinarnos la formación de musculatura y aumentar masa magra. La masa magra se logra obtener de la diferencia entre el peso y la masa grasa.

La masa grasa se designa a la grasa total que se encuentra en el cuerpo. También incluye grasa de almacenamiento o de depósito, esta grasa ayuda al cuerpo para almacenar energía y calor. Y la grasa estructural es muy importante por la diferente función es que desempeñan para la vida como, por ejemplo: Ayuda a la formación de células corporales y protege los diferentes órganos. Estas mediciones ayudan a determinar y supervisar el tratamiento nutricional adecuado. Esto permite obtener una evaluación del riesgo cardiometabólico y ayuda a determinar las futuras estrategias de tratamiento nutricional.

### **c) Agua corporal total y agua extracelular**

En los adultos sanos, el agua total constituye aproximadamente el 60% del peso corporal. Esta se contribuye en dos compartimientos: el espacio intracelular el cual contiene dos tercios de agua corporal total y el espacio extracelular que contiene el tercio restante. (37)

La pared muscular divide el espacio extracelular en dos compartimientos: el intravascular que representa el 25% del espacio extracelular y el extravascular que representa el 75%.

La concentración de sodio en el espacio extracelular determina la tonicidad de los líquidos corporales, que se encuentran muy relacionadas con los procesos que regulan el balance de agua corporal. (37)

Para calcular el agua corporal total y extracelular por medio de bioimpedancia se utiliza el método de dilución, trazador: deuterio para el agua corporal total y el método de dilución, trazador: bromuro sódico para el agua extracelular, utilizando los siguientes porcentajes:

### **d) Ángulo de fase**

El ángulo de fase mide la integridad de la célula es decir la permeabilidad de la membrana celular y también mide el tamaño celular es decir la hidratación celular. Está directamente relacionado con la desnutrición y el pronóstico clínico del paciente, siendo independiente de las ecuaciones de regresión, del peso corporal total y de la hidratación.

Este es un indicador del estado de salud en general, un ángulo de fase alto es signo de una buena condición de las células y su funcionamiento. Sin embargo, el ángulo de fase generalmente es muy bajo cuando existe mala nutrición, enfermedades degenerativas como el cáncer y la retención de agua. (35,36)

El ángulo de fase, toma mayor relevancia cuando se mide en la frecuencia de 50 KHz, ya que en el agua pura de electrolitos tendría un ángulo de fase de 0 grados, contra el ángulo de fase de 90 grados que poseen la masa de una membrana celular. Este proporciona información sobre el estado celular, así como de la condición del cuerpo de un sujeto. En el caso de la evaluación de ángulo de fase a través de bioimpedancia este se presenta

en una gráfica entendible y se compara con los rangos normales para evitar interpretaciones erróneas. (35)

### **5.5 Hospital Regional de Occidente, Quetzaltenango, Guatemala**

El Hospital Regional de Occidente brinda su servicio desde el año 1844, desde entonces este centro ha implementado varias mejoras en la calidad de su servicio, a través de la tecnología y la disponibilidad de recursos humanos técnicos y profesionales, el hospital se convirtió en un centro de referencia regional, ya que pasó a ser considerado como un centro de atención muy importante y demandado del país.

Actualmente el hospital cuenta con más de 100 médicos para atención, más de 70 enfermeras profesionales y más de 40 servicios. Entre los principales servicios se encuentran el de pediatría con medicina pediátrica, cardiología pediátrica, neumología, gastroenterología, cirugía pediátrica, entre otros; en el área de cirugía abarca de hombres y mujeres, neurocirugía, maxilofacial, urología, cirugía plástica, entre otros; emergencia, consulta externa de cardiología, endocrinología, neurología, nefrología, entre otros.

Con el propósito de servir a la población en el año 2010 se instaló la Unidad de Hemodiálisis para atender a pacientes con enfermedades renales. Actualmente se cuenta con un registro de 52 pacientes ambulatorios crónicos, se encuentran divididos en dos grupos, el primer grupo recibe hemodiálisis dos veces por semana y el segundo grupo una vez por semana, los pacientes internados en el hospital con falla renal también reciben hemodiálisis según la situación clínica y el progreso de la enfermedad. (38)

El hospital también cuenta con capacidad de atender a 400 pacientes para la atención de los pacientes internados, que se encuentran divididos en intensivos de adultos y niños, medicina de mujeres y hombres, cirugía de hombres y mujeres, traumatología, entre otras. Los pacientes reciben atención por parte de enfermería y médicos especialistas. De igual manera se le brinda atención nutricional al paciente. (38).

## **VI. Objetivos**

### **6.1 Objetivo general**

Determinar la correlación del peso seco mediante bioimpedancia eléctrica vs fórmula de Chamney – Kramer en pacientes con Falla Renal Crónica con Hemodiálisis atendidos en el Hospital Regional de Occidente, Quetzaltenango, Guatemala 2020.

### **6.2 Objetivos específicos**

6.2.1 Caracterizar a la población mayor de 18 años con Falla Renal Crónica.

6.2.2 Determinar la composición corporal de los pacientes mediante bioimpedancia eléctrica.

6.2.3 Determinar peso seco de los pacientes mediante bioimpedancia eléctrica y fórmula de Chamney – Kramer.

6.2.4 Establecer la correlación del peso seco según bioimpedancia eléctrica y según la fórmula de Chamney – Kramer.



## **VII. Hipótesis**

En esta investigación se buscó determinar si existe relación entre las variables de peso seco mediante bioimpedancia eléctrica y la fórmula de Chamney – Kramer.

Según los antecedentes citados anteriormente se plantea la siguiente hipótesis:

Existe relación entre las variables peso seco mediante bioimpedancia y peso seco mediante fórmula de Chamney – Kramer en los pacientes con Falla Renal Crónica con hemodiálisis atendidos en el Hospital Regional de Occidente, Quetzaltenango, Guatemala 2019. (8,9,11,12,13,14,16,18)

## **VIII. Materiales y métodos**

### **8.1 Tipo de estudio**

La investigación fue de tipo cuantitativo, con enfoque descriptivo correlacional y de corte transversal.

Fue de tipo cuantitativo ya que se llevó a cabo una serie de pasos para recolectar la información de los pacientes utilizando como base una medición numérica y los valores que se tomaron en cuenta fueron cuantificables. Descriptiva ya que se describieron las características y la composición corporal de los pacientes con falla renal crónica y correlacional porque se determinó el grado de relación entre las variables establecidas, con el fin de determinar si existe relación entre éstas y responder a la pregunta de investigación.

Además, fue una investigación transversal, la recolección de datos se realizó únicamente en un tiempo determinado abarcando un grupo de población. (39)

### **8.2 Sujetos de estudio y unidad de análisis**

Pacientes hombres y mujeres adultos con Falla Renal Crónica mayores de 18 años que se encontraban en los servicios de encamamiento o ambulatorios que recibieron hemodiálisis en el Hospital Regional de Occidente, Quetzaltenango, Guatemala.

Como unidad de análisis se utilizaron los expedientes médicos de los pacientes de encamamiento o ambulatorios que recibieron hemodiálisis para verificar pruebas de creatinina y verificar el peso seco tomado por enfermería en el Hospital Regional de Occidente, Quetzaltenango, Guatemala.

### **8.3 Población**

La población estuvo compuesta por 48 pacientes que asisten a la Unidad de Hemodiálisis y 592 pacientes con Falla Renal Crónica, grupos mayores de 18 años y de ambos sexos, que se atendieron en los diferentes servicios de encamamiento durante el año 2019 según el Departamento de Estadística, en el Hospital Regional de Occidente, Quetzaltenango, Guatemala.

## **8.4 Muestra**

Se aplicó una muestra no probabilística por conveniencia, ya que permitió una elección cuidadosa y controlada de casos con ciertas características especificadas, se tomó en cuenta a 39 pacientes con Falla Renal Crónica, y 13 pacientes internados como consecuencia de la pandemia, que recibieron hemodiálisis durante la recolección de datos en el Hospital Regional de Occidente, Quetzaltenango.

### **8.4.1 Criterios de inclusión:**

a) Pacientes que:

- Fueran mayores de 18 años.
- Fueran diagnosticados con Falla Renal Crónica y que recibieran hemodiálisis en el Hospital Regional de Occidente de Quetzaltenango.
- Se encontraron en servicios de encamamiento durante la recolección de datos en el Hospital Regional de Occidente de Quetzaltenango.
- Asistieron a la Unidad de Hemodiálisis del Hospital Regional de Occidente de Quetzaltenango.
- Se pudieron evaluar con antropometría de forma tradicional, peso y talla de forma directa.
- Aceptaron participar en el estudio firmando el consentimiento informado.

b) Expedientes que:

- Contaran con la información necesaria para la investigación.
- Contaran con resultados de última prueba bioquímica de creatinina realizada en el mes.
- Contaran con el dato de peso seco estimado por el personal de enfermería.

### **8.4.2 Criterios de exclusión**

c) Pacientes que:

- Se encontraron en etapa de gestación con Falla Renal Crónica.

- Se encontraron con alteración del estado de conciencia y no se pueda obtener peso y talla real.
- Que presentaran amputación de algún miembro y se dificultara la toma de datos antropométricos
- Que poseían implantes electrónicos como marcapasos, prótesis activas, corazón artificial y trastornos del ritmo cardiaco, ya que los impulsos eléctricos propios de la bioimpedancia podían alterar el funcionamiento de los mismos.
- En quienes no fue posible obtener los resultados de la bioimpedancia por factores como: resequedad en la piel, retención excesiva de líquidos y desnutrición.

d) Expedientes que:

- No tuvieran información sobre la terapia de hemodiálisis.
- No se encontraron presentes en el servicio cuando estos se requerían.

## 8.5 Variables

**Cuadro 5**  
**Definición de variables**

Nombre de la variable	Sub variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Escala de medición
<b>Caracterización de pacientes con Falla Renal Crónica</b>	Edad	Es el tiempo que transcurre entre el día, mes y año de nacimiento (40)	Para los fines de esta investigación, se consideraron los años cumplidos hasta el momento de la investigación para clasificar a los pacientes mayores de 18 años.	Frecuencia de rangos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 18 a 24 años.</li> <li>• 25 a 34 años.</li> <li>• 35 a 44 años.</li> <li>• 45 a 54 años.</li> <li>• 55 a 64 años.</li> <li>• 65 a 74 años.</li> <li>• 75 a 84 años. (41)</li> </ul>
	Sexo	Condición orgánica, masculina o femenina de una persona. (40)	Para los fines de esta investigación, se consideró si el paciente era femenino o masculino.	Frecuencia de categorías.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Masculino</li> <li>• Femenino. (41)</li> </ul>
	Procedencia	Lugar de origen de alguien o el principio de donde nace o deriva. (40)	Para los fines de esta investigación, se consideró como el	Frecuencia de categorías	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Departamento (42)</li> </ul>

			departamento donde vive cada uno de los individuos de la población de este estudio.		
	Situación laboral	Toda actividad humana lícita, remunerada, que expresa la capacidad del hombre, manifestada como esfuerzo físico, intelectual o artístico. (40)	Para los fines de esta investigación, se consideró como la actividad que el paciente realiza o realizaba antes de ser diagnosticado con la enfermedad.	Frecuencia de categorías.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ama de casa</li> <li>• Agricultora</li> <li>• Empleada doméstica</li> <li>• Jornalero (a)</li> <li>• Comerciante</li> <li>• Otro (43)</li> </ul>
	Diagnóstico médico de ingreso hospitalario	Proceso que identifica a partir de síntomas y signos una enfermedad, síndrome o entidad nosológica que padece una persona. (44)	Para los fines de esta investigación, se consideró la patología principal por la que el paciente ingresó a los servicios de encamamiento del hospital en base al	Frecuencia de categorías.	<p>Clasificación estadística internacional de enfermedades y problemas relacionados con la salud (CIE-10 siendo las principales clasificaciones primarias en el área de estudio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enfermedades del aparato genitourinario.</li> <li>• Enfermedades respiratorias.</li> </ul>

			expediente clínico.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enfermedades infecciosas.</li> <li>• Enfermedades del sistema digestivo.</li> <li>• Enfermedades del sistema circulatorio.</li> <li>• Neoplasias.</li> <li>• Enfermedades del sistema nervioso.</li> <li>• Enfermedades endocrinas. (45)</li> </ul>
	Tiempo de diagnóstico de enfermedad	Determinación de la naturaleza de una enfermedad mediante la observación de sus síntomas. (40)	Para los fines de esta investigación, se consideró el tiempo desde que el paciente fue diagnosticado con Falla Renal Crónica.	Frecuencia de categorías.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Días</li> <li>• Meses</li> <li>• Años (40)</li> </ul>
	Estadio de la Falla Renal Crónica	Es el resultado de la reducción del Índice de Filtrado Glomerular (1)	Para los fines de esta investigación, se consideró como el estado de la función renal del paciente calculado según la fórmula CKD-EPI basada en	Frecuencia de categorías.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Estadio 1:</b> 90 mL/min1.73m<sup>2</sup></li> <li>• <b>Estadio 2:</b> 60- 89 mL/min1.73m<sup>2</sup></li> <li>• <b>Estadio 3a:</b> 45-59 mL/min1.73m<sup>2</sup></li> <li>• <b>Estadio 3b:</b> 30-40 mL/min1.73m<sup>2</sup></li> <li>• <b>Estadio 4:</b> 15-29 mL/min1.73m<sup>2</sup></li> <li>• <b>Estadio 5:</b> &lt;15 mL/min1.73m<sup>2</sup> (1)</li> </ul>

		la creatinina, edad y raza del paciente datos que se obtendrán del expediente.		
Tiempo de terapia de hemodiálisis	Terapia de filtración artificial donde se realiza la función depurativa y normalización del líquido y composición de la sangre del paciente con falla renal. (1)	Para los fines de esta investigación, se consideró como el tiempo que el paciente ha recibido hemodiálisis.	Frecuencia de categorías.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Días</li> <li>• Meses</li> <li>• Años (40)</li> </ul>
Cantidad de sesiones de hemodiálisis durante la semana	Terapia de sustitución renal que dependerá de un conjunto de aspectos clínicos para determinar el número de sesiones a realizarse en un paciente. (1)	Para los fines de esta investigación, se consideró como la cantidad de terapias que recibe el paciente durante la semana.	Frecuencia de categorías	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 vez a la semana</li> <li>• 2 veces a la semana</li> <li>• 3 veces a la semana</li> <li>• 4 veces a la semana (1)</li> </ul>
Sintomatología	Conjunto de síntomas que presenta una persona en un	Para los fines de esta investigación, se consideró si el paciente	Frecuencia de categorías.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vómitos</li> <li>• Náuseas</li> <li>• Calambres</li> <li>• Cefalea</li> <li>• Hipertensión</li> </ul>



		momento dado y resultantes a la presencia de un trastorno específico de la salud. (40)	manifestó algún síntoma al finalizar la hemodiálisis.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hipotensión</li> <li>• Edema</li> <li>• Taquicardia (22)</li> </ul>
	Enfermedades coadyuvantes	Conjunto de síntomas y signos que originan una enfermedad como consecuencia de una patología. (1)	Para los fines de esta investigación, se consideraron las enfermedades que el paciente había desarrollado a causa de la Falla Renal Crónica en base a la información del expediente clínico.	Frecuencia de categorías	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Alteraciones hidroelectrolíticas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hiperpotasemia.</li> <li>- Hipocalcemia</li> <li>- Hiponatremia</li> <li>- Acidosis</li> </ul> </li> <li>• <b>Alteraciones hematológicas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anemia</li> </ul> </li> <li>• <b>Alteraciones cardiovasculares</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Cardiopatía Isquémica</li> <li>-Insuficiencia cardiaca</li> <li>- Hipertensión</li> <li>- Hipertrofia</li> <li>- Pericarditis</li> </ul> </li> <li>• <b>Alteraciones del sistema óseo</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Osteodistrofia Renal. (46)</li> </ul> </li> </ul>
<b>Composición corporal</b>		Cantidad de grasa, musculo y hueso del organismo, distribuido en diferentes niveles organizacionales (28)	Para los fines de esta investigación, se consideró como los resultados obtenidos de masa muscular	Frecuencia de categorías.	<p>Índice de Masa Corporal según OMS:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bajo peso: Menor de 18 kg/m<sup>2</sup></li> <li>• Normal: 18.5 – 24.9 kg/m<sup>2</sup></li> </ul>

		<p>esquelética, índice de masa magra y grasa, agua corporal total, agua extracelular, estado de hidratación, ángulo de fase a través de la bioimpedancia eléctrica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sobrepeso: 25.0 – 29.9 kg/m<sup>2</sup></li> <li>• Obesidad Grado I: 30.0 – 34.5 kg/m<sup>2</sup></li> <li>• Obesidad Grado II: 35.0 – 39.9 kg/m<sup>2</sup></li> <li>• Obesidad Grado III: Mayor a 40 kg/m<sup>2</sup>. (34)</li> </ul> <p>Según los rangos establecidos para:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Masa muscular esquelética</li> <li>• Índice de masa magra</li> <li>• Índice de masa grasa</li> <li>• Agua corporal total</li> <li>• Agua extracelular</li> <li>• Ángulo de fase</li> </ul> <p>Los cuales varían según género e IMC. (Anexo 3) (36)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rango inferior</li> <li>• Rango normal</li> <li>• Rango superior</li> </ul> <p>Estado de hidratación</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Euvoemia:</b> 0.360 – 0.389</li> <li>• <b>Ligero edema o exceso de agua extracelular:</b> 0.390- 0.399</li> <li>• <b>Sobre hidratación:</b> ≥ 0.400 (26)</li> </ul>
--	--	---	--

<p><b>Peso seco</b></p>	<p>Peso corporal del enfermo, cuando no está reteniendo agua y el peso que el paciente obtiene post diálisis luego de la extracción del exceso de líquido. (36)</p>	<p>Para los fines de esta investigación, se consideró como la diferencia entre el peso del paciente y el agua extracelular que se debió extraer durante las sesiones de diálisis, resultado que se obtuvo por fórmula y por bioimpedancia.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fórmula de Chamney – Kramer</li> <li>• Fórmula por bioimpedancia</li> </ul>	<p>Kilogramos según:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>PS = \frac{Hv * Pp - Ae}{Hv - Nv}</math></li> <li>• <b>Peso del paciente – cantidad de líquido a extraer (25)</b></li> </ul>
<p><b>Correlación de peso seco con bioimpedancia vs fórmula de Chamney - Kramer</b></p>	<p>Fórmula que determina si las observaciones muestrales se alejan significativamente de la de un modelo normal para utilizar la prueba de Pearson o Spearman que es la relación recíproca entre dos o más cosas</p>	<p>Para los fines de esta investigación, se consideró el resultado de la prueba de normalidad de Shapiro –Wilk y de Spearman para relacionar el peso seco con bioimpedancia eléctrica vs</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prueba de Shapiro-Wilk</li> <li>• Prueba de Spearman</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valores de <math>p &gt; 0.05</math>: Variable normal (51)</li> <li>• Valor se encuentra entre -1 a 1: relación es directa (positivo) o inversa (negativo).</li> <li>• Valor entre 0 y 0,2: correlación mínima</li> <li>• Valor entre 0,2 y 0,4: correlación baja.</li> <li>• Valor entre 0,4 y 0,6: correlación moderada.</li> <li>• Valor entre 0,6 y 0,8: correlación buena.</li> </ul>

	<p>o series de cosas. Indica la fuerza y la dirección de una relación lineal y proporcionalidad entre dos variables estadísticas. (50)</p>	<p>fórmula de Chamney – Kramer</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valor entre 0,8 y 1: Correlación muy buena. (52)</li> </ul>
--	--	------------------------------------	--	--

Fuente: Elaboración propia, 2019.

## **IX. Procedimiento**

### **9.1 Obtención del aval institucional**

La obtención del aval institucional se realizó a través de una carta dirigida al Comité de Docencia e Investigación y a la Dirección General del Hospital Regional de Occidente de Quetzaltenango, Guatemala, así también a la jefatura del Departamento de Medicina Interna y de la Unidad de Hemodiálisis, en la que se solicitó la autorización para la realización del estudio y se presentaron los objetivos principales de la investigación, la metodología para llevarla a cabo y el beneficio que recibirían tanto los pacientes como el centro hospitalario. De igual manera se solicitó el apoyo al Departamento de Alimentación y Nutrición con el equipo de bioimpedancia eléctrica y el apoyo necesario en el transcurso de la investigación. (Anexo 1)

Se había planteado realizar el trabajo de campo durante los meses de marzo y abril, debido a la pandemia por Coronavirus (COVID-19) y los protocolos establecidos por el Ministerio de Salud, no se pudo continuar con la evaluación de los pacientes, por lo que solo se realizó el mismo durante dos semanas del mes de marzo, reduciendo la población de la investigación.

### **9.2 Preparación de prueba técnica de los instrumentos**

El instrumento que se utilizó para la recolección de datos estuvo dividido en cuatro categorías que se describen a continuación:

#### **9.2.1 Caracterización de pacientes**

Para la caracterización de los participantes del estudio se utilizó una ficha de registro para pacientes internados donde se tomaron datos del servicio en el que se encontraban, el número de cama y diagnóstico médico de ingreso hospitalario el cual se tomó del expediente. A los pacientes ambulatorios que asistieron a la Unidad de Hemodiálisis, se les incluyó información de turno y número de grupo al que asistieron, la ficha se llenó por la investigadora a través de una entrevista, luego de que aceptaron participar en el estudio. Los datos generales que se incluyeron en esta sección fueron: nombre del

paciente, fecha de nacimiento, edad, sexo, lugar de procedencia, ocupación, resultado de la prueba de creatinina en sangre el cual se tomó directamente del expediente, tiempo de diagnóstico de la enfermedad, tiempo de terapia en hemodiálisis, cantidad de hemodiálisis a la semana, sintomatología después de hemodiálisis, así como las enfermedades coadyuvantes de la enfermedad. (Anexo 3)

### **9.2.2 Determinación de la composición corporal del paciente.**

Esta sección se utilizó para recolectar los datos del estado nutricional del paciente lo que incluyó los resultados de peso, talla, índice de masa corporal y diagnóstico del estado nutricional del paciente, circunferencia de cintura, los cuales fueron tomados con pesa marca Seca® modelo 876, tallímetro marca SECA® modelo 213 y cinta métrica marca SECA® 201, datos que se utilizaron para realizar la evaluación con bioimpedancia eléctrica modelo SECA® mBCA 525, y recolectar los datos de la composición corporal que proporcione la bioimpedancia, los cuales fueron:

- Masa muscular esquelética.
- Índice de masa grasa.
- Índice de masa magra.
- Agua corporal total.
- Agua extracelular.
- Ángulo de fase.

La boleta contó con los espacios disponibles donde se colocaron los datos del paciente y se clasificaron los resultados dentro de los rangos previamente establecidos que fueron rango inferior, rango normal y rango superior. (Anexo 3)

### **9.2.3 Determinación del peso seco del paciente**

Esta sección se dividió en tres:

- En la primera sección se calculó el peso seco utilizando la fórmula de Chamney – Kramer, se colocaron los datos que requería la fórmula, los cuales fueron: hipovolemia, agua extracelular, peso post diálisis y normovolemia.

- En la segunda sección se calculó el peso seco utilizando los datos de la bioimpedancia eléctrica, mediante la diferencia del peso directo del paciente y el exceso de líquido extracelular obtenido anteriormente.
- De igual manera se contó con un espacio para colocar el peso seco que se encontró en el expediente calculado por el personal de enfermería, para comparar si este se asemejaba con los datos que se obtuvieron por la investigadora. (Anexo 3)

### **9.2.5 Prueba técnica de los instrumentos**

Previo a la recolección de datos se realizó una prueba técnica con la finalidad de verificar que el instrumento fuera comprendido por un grupo de individuos con las mismas características de la población del Hospital Regional de Occidente de Quetzaltenango con la que se realizó el estudio, donde se tomó en cuenta a 5 pacientes del área de encamamiento que no se incluyeron en el estudio.

Los aspectos a evaluar fueron los siguientes:

Comprensión del instrumento: el instrumento fue validado cuando el 80% del grupo entrevistado comprendió en su totalidad las preguntas.

Después de llevar a cabo la prueba técnica, se realizaron los cambios correspondientes tomando en cuenta los resultados que se obtuvieron en la evaluación de los instrumentos.

También se llevó a cabo una práctica de toma de medidas antropométricas de peso, talla y circunferencia de cintura con el apoyo de la Licenciada María Renné Oroxon del Departamento de Alimentación y Nutrición en el Hospital Regional de Occidente.

### **9.3 Identificación de los participantes y obtención del consentimiento informado**

Los participantes fueron identificados en la Unidad de Hemodiálisis y en los diferentes servicios de encamamiento de adultos del Hospital Regional de Occidente, Quetzaltenango, Guatemala. Se solicitó el listado de pacientes de la Unidad de Hemodiálisis y se verificó previo a contactarlos que contaran con el resultado de creatinina en sangre y sodio realizados con un mínimo de 3 días de anterioridad.

Después de identificarlos se les dió a conocer el consentimiento informado, el cuál se les entregó y se leyó personalmente, en este documento se les hizo saber los objetivos del estudio y la importancia de su participación en el mismo, de igual manera se les informó que no se tendría ningún riesgo y que toda la información sería manejada con confidencialidad y ética, por último, se solicitó a los pacientes firmar dicho consentimiento aceptando formar parte del estudio. (Anexo 2)

## **9.4 Pasos para la recolección de datos**

### **9.4.1 Coordinación**

Se coordinó con el personal de enfermería de la Unidad de Hemodiálisis para solicitar la información de los turnos y los grupos de los pacientes ambulatorios crónicos que asistieron de lunes a viernes a hemodiálisis. Con respecto a los pacientes que se encontraron ingresados en los servicios de encamamiento se revisó diariamente el libro de ingresos y kardex de los servicios para identificar a los pacientes con falla renal.

### **9.4.2 Identificación de pacientes y entrega de consentimiento informado**

Se verificó que los pacientes contaran con el resultado de la prueba bioquímica de creatinina y sodio en sangre y se les entregó el consentimiento informado a los pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión, se les explicaron los objetivos, procedimientos, riesgos, beneficios, costos, requisitos para participar y la confidencialidad que se manejó con la información. La investigadora respondió dudas de los pacientes, que se generaron respecto a la investigación y por último el documento fue firmado cuando el paciente aceptó participar en la investigación. (Anexo 2)

### **9.4.3 Caracterización de los pacientes del estudio**

Se realizó una entrevista con cada uno de los pacientes antes de ingresar a hemodiálisis donde se llenaron las casillas que se encontraban en la boleta y así se determinaron las características de cada paciente con Falla Renal Crónica, entre los cuales se mencionaron el nombre del paciente, fecha de nacimiento, edad, sexo, lugar de procedencia, ocupación, tiempo de terapia en hemodiálisis, cantidad de hemodiálisis a la semana y la sintomatología después de hemodiálisis, tiempo de diagnóstico de la



enfermedad y enfermedades coadyuvantes. Para los pacientes ambulatorios se llenaron las casillas de turno y grupo al que pertenecían.

En el caso de los pacientes encamados se llenaron las casillas del servicio en el que se encontraban, el número de cama y diagnóstico médico de ingreso, esta información se completó en el instrumento en la sección de caracterización mediante los datos del expediente clínico. (Anexo 3)

En la casilla de estadio de la enfermedad se realizó el cálculo con la fórmula de CKD-EPI donde se determinó el filtrado glomerular del paciente, para ello se utilizó el resultado de creatinina en sangre el cual se obtuvo del expediente del paciente y la edad, se completaron los datos dependiendo si el paciente era hombre o mujer. (Anexo 3)

#### **9.4.4 Evaluación de la composición corporal**

Para llevar a cabo la evaluación del paciente, el procedimiento se realizó después de hemodiálisis ya que los resultados podrían variar pre hemodiálisis y conducir a un error por el exceso de agua que el paciente pudiera tener, para los pacientes ambulatorios crónicos se trasladó el equipo antropométrico y la bioimpedancia eléctrica a la Unidad de Hemodiálisis; y para los pacientes encamados se trasladó el equipo antropométrico y la bioimpedancia eléctrica al servicio donde se encontraban ingresados y la medición se realizó en la unidad del paciente. Se requirió de la toma de peso, talla y circunferencia de cintura para ingresar estos datos a la bioimpedancia eléctrica.

Los pasos para llevar a cabo cada una de estas medidas antropométricas se detallan a continuación:

a) Para evaluar la talla se obtuvo por medio de un tallímetro de marca SECA® modelo 213, éste se colocó en una superficie dura y plana asegurándose que quedara fija, posteriormente se solicitó al paciente que se quitara los zapatos y cualquier adorno o ganchos del cabello que pudiera estorbar la medición de la talla, se verificó que los hombros del paciente estuvieran rectos, las manos rectas a cada lado, los pies y glúteos colocados tocando el tallímetro y que la visión estuviera en el plano de Frankfort.

b) Para evaluar el peso del paciente se le solicitó que se retirara la mayor cantidad de ropa y pertenencias que fueran significativas, fue determinado a través de la pesa marca

SECA® modelo 876 en la cual estuvo de pie con ropa ligera con la vista al frente, brazos a los costados y descalzos.

c) Para evaluar circunferencia de cintura se utilizó la cinta métrica marca SECA® 201, se le pidió al paciente que estuviera de pie con los pies juntos y colocara los brazos a cada lado de su cuerpo y se localizó el punto inferior de la última costilla y la cresta ilíaca, se colocó la cinta métrica alrededor de ese punto y se midió la circunferencia con una precisión de 0.1cm.

Los resultados de peso, talla y circunferencia de cintura se apuntaron en las casillas correspondientes y se procedió a la evaluación de composición corporal.

Para determinar los datos a través de bioimpedancia se realizó de la siguiente manera:

a) Se encendió el equipo y se introdujeron los datos en la bioimpedancia como lo son el nombre, fecha de nacimiento, género, etnia, peso, talla, circunferencia de cintura y el nivel de actividad física.

b) Se colocó el tapete de bioimpedancia entre la rodilla y los tobillos del paciente.

c) Se colocaron ocho electrodos marca 3M Red Dot™, dos electrodos en las manos del paciente, el primero al nivel de la primera articulación metacarpofalángica, y el segundo, al nivel de la región de la muñeca.

d) Se colocaron otros dos electrodos en los pies del paciente, el primero a la altura de la primera articulación metatarso falángica, y el segundo al nivel de la región del cuello del pie.

e) Se introdujo en la máquina de bioimpedancia la posición en la que se encontraba el paciente y se inició el proceso de medición el cual duró un aproximado de 30 segundos.

f) Se guardaron los resultados de la medición en la memoria de la máquina y se trasladaron a la boleta de recolección de datos.

g) Por último, se retiraron los electrodos y el tapete de bioimpedancia del paciente.

#### **9.4.6 Determinación del peso seco**

Al finalizar la evaluación se verificaron los datos y se colocaron en las casillas específicas de la boleta.

Para la estimación de peso seco se utilizó la fórmula de Chamney – Kramer, ésta se calculó en el espacio del instrumento con los siguientes datos:

- Hipovolemia.
- Agua extracelular.
- Peso post diálisis.
- Normovolemia.

De igual manera se contó con un espacio en el instrumento para realizar el cálculo con los datos obtenidos por bioimpedancia. Seguidamente, se verificó la cantidad de agua corporal total y agua extracelular a través de la medición de bioimpedancia y se determinó el exceso de líquido extracelular a través de la diferencia del agua extracelular del paciente y el agua extracelular ideal, resultado que se utilizó para establecer el peso seco del paciente. También se tomó el peso seco del expediente del paciente el cual ya había calculado el personal de enfermería. (Anexo 3)

#### **9.4.7 Agradecimiento**

Al finalizar la evaluación se agradeció a los pacientes por haber permitido realizar el estudio y se le comunicaron a cada paciente los resultados de la evaluación nutricional realizada. De igual manera se verificó que el instrumento se encontrara completo adecuadamente con los datos necesarios para finalizar con la evaluación. Los resultados de la bioimpedancia se incluyeron en el expediente clínico del paciente.

## **X. Plan de análisis**

### **10.1 Descripción del proceso de digitación**

A partir de los datos que fueron recolectados durante el trabajo de campo a través del instrumento, se elaboró una base de datos, la cual se creó utilizando hojas de cálculo del programa de Microsoft Office Excel® 2016.

Se asignó una hoja de cálculo para cada componente del instrumento, es decir, la caracterización de la población con generalidades como lo es la edad, género, procedencia, situación laboral, sintomatología después de hemodiálisis, tiempo de diagnóstico de la enfermedad, enfermedades coadyuvantes y diagnóstico médico de ingreso. Para determinar el estado nutricional del paciente se utilizó el diagnóstico calculado por Índice de Masa Corporal y para determinar la masa muscular esquelética, el índice de masa magra, índice de masa grasa, agua corporal total y extracelular y ángulo de fase se tomaron en cuenta los datos que se encontraron registrados en la base de datos de la bioimpedancia, para luego crear tablas y gráficas que se utilizaron para una mejor interpretación de los datos.

Para llevar a cabo la relación entre los resultados de peso seco a través de bioimpedancia y fórmula de Chamney – Kramer se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk donde se identificó que la distribución de las variables no tenía un comportamiento normal y se realizó la relación con la prueba de Spearman.

### **10.2 Análisis de datos**

A continuación, se presenta la forma en que se analizaron las variables del estudio.

#### **10.2.1 Caracterización de los pacientes**

La caracterización de los pacientes mayores de 18 años se analizó por medio de frecuencias a través de las sub-variables: edad, sexo, procedencia, situación laboral, diagnóstico médico de ingreso hospitalario, tiempo de diagnóstico de la enfermedad, el estadio de la enfermedad, tiempo de terapia en hemodiálisis, cantidad de hemodiálisis a

la semana, sintomatología y enfermedades coadyuvantes, que se analizaron con los criterios establecidos, tal como se presenta en el Cuadro 9.

**Cuadro 9**  
**Criterios de análisis de variable de caracterización del paciente con Falla Renal Crónica**

Subvariable	Criterio	Subvariable	Criterio
<b>Edad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 18 a 24 años.</li> <li>• 25 a 34 años.</li> <li>• 35 a 44 años.</li> <li>• 45 a 54 años.</li> <li>• 55 a 64 años.</li> <li>• 65 a 74 años.</li> <li>• 75 a 84 años. (41)</li> </ul>	<b>Estadio de la enfermedad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Estadio 1:</b> 90 mL/min1.73m<sup>2</sup></li> <li>• <b>Estadio 2:</b> 60- 89 mL/min1.73m<sup>2</sup></li> <li>• <b>Estadio 3a:</b> 45-59 mL/min1.73m<sup>2</sup></li> <li>• <b>Estadio 3b:</b> 30-40 mL/min1.73m<sup>2</sup></li> <li>• <b>Estadio 4:</b> 15-29 mL/min1.73m<sup>2</sup></li> <li>• <b>Estadio 5:</b> &lt;15 mL/min1.73m<sup>2</sup>(1)</li> </ul>
<b>Género</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Masculino</li> <li>• Femenino (41)</li> </ul>	<b>Tiempo de terapia de hemodiálisis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Días</li> <li>• Meses</li> <li>• Años (39)</li> </ul>
<b>Procedencia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Departamento al que pertenece el paciente.</li> <li>• Municipio al que pertenece el paciente. (42)</li> </ul>	<b>Cantidad de hemodiálisis durante la semana</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 vez a la semana</li> <li>• 2 veces a la semana</li> <li>• 3 veces a la semana (1)</li> </ul>
<b>Situación laboral</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ama de casa</li> <li>• Agricultora</li> <li>• Empleada doméstica</li> <li>• Jornalero (a)</li> <li>• Comerciante</li> <li>• Otra, (43)</li> </ul>	<b>Sintomatología</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vómitos</li> <li>• Nauseas</li> <li>• Calambres</li> <li>• Cefalea</li> <li>• Hipertensión</li> <li>• Hipotensión</li> <li>• Edema</li> <li>• Taquicardia (22)</li> </ul>
<b>Diagnóstico médico de ingreso hospitalario</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enfermedades del aparato genitourinario</li> <li>• Enfermedades respiratorias.</li> <li>• Enfermedades infecciosas.</li> <li>• Enfermedades del sistema digestivo.</li> <li>• Enfermedades del sistema circulatorio.</li> <li>• Neoplasias.</li> <li>• Enfermedades del sistema nervioso.</li> <li>• Enfermedades endocrinas. (45)</li> </ul>	<b>Enfermedades coadyuvantes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteraciones hidroeléctricas</li> <li>• Alteraciones hematológicas</li> <li>• Alteraciones cardiovasculares</li> <li>• Alteraciones del sistema óseo (46)</li> </ul>
<b>Tiempo de diagnóstico de la enfermedad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Días</li> <li>• Meses</li> <li>• Años (40)</li> </ul>		

Fuente: Elaboración propia según cuadro de variables

## 10.2.2 Determinación de la composición corporal del paciente según bioimpedancia

La composición corporal se evaluó a través de los índices y porcentajes previamente establecidos por la bioimpedancia, los cuales se categorizaron a través de la clasificación establecida en las variables y se analizaron y clasificaron según rango normal, rango inferior y rango superior para masa muscular de brazo derecho e izquierdo, pierna derecha e izquierda y todo el cuerpo, masa magra y masa grasa y ángulo de fase. De igual manera se evaluó el estado de hidratación a través del ratio AEC/ACT del paciente dividiendo los datos obtenidos por bioimpedancia de agua extracelular entre el agua corporal total. Los valores de referencia son los siguientes:

### Cuadro 10

#### Criterios de análisis de variable de composición corporal del paciente con Falla Renal Crónica

Subvariable	Criterio
Masa Muscular Esquelética	<b>Rango en general y por segmentos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rango inferior</li> <li>• Rango normal</li> <li>• Rango superior</li> </ul>
Índice de Masa Magra	<b>Rangos establecidos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rango inferior</li> <li>• Rango normal</li> <li>• Rango superior</li> </ul>
Índice de Masa Grasa	<b>Rangos establecidos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rango inferior</li> <li>• Rango normal</li> <li>• Rango superior</li> </ul>
Agua corporal total	<b>Rangos establecidos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rango inferior</li> <li>• Rango normal</li> <li>• Rango superior</li> </ul>
Agua extracelular	<b>Rangos establecidos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rango inferior</li> <li>• Rango normal</li> <li>• Rango superior</li> </ul>
Estado de hidratación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Euvoemia:</b> 0.360 – 0.389</li> <li>• <b>Ligero edema o exceso de agua extra celular:</b> 0.390- 0.399</li> <li>• <b>Sobre hidratación:</b> <math>\geq 0.400</math> (26)</li> </ul>
Ángulo de fase	<b>Rangos establecidos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rango inferior</li> <li>• Rango normal</li> <li>• Rango superior (35)</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia según cuadro de variables (Anexo 3)

### 10.2.3 Determinación del peso seco por bioimpedancia y por fórmula de Chamney – Kramer

Para la estimación del peso seco se utilizó la fórmula de Chamney – Kramer y bioimpedancia eléctrica, los resultados fueron clasificados por paciente y luego estos se normalizaron en escalas numéricas utilizando la prueba de Shapiro-Wilk, la cual determinó que las variables no presentaron una distribución normal por lo que se utilizó la prueba de Spearman, posteriormente se realizó una correlación entre los resultados por bioimpedancia y por la fórmula.

- **Fórmula de Chamney Kramer**

$$PS = \frac{Hv * Pp - Ae}{Hv - Nv} \quad (24)$$

PS= Peso Seco

Hv= Hipervolemia

Pp= Peso postdiálisis

Ae= Agua extracelular

Nv= Normovolemia

- **Fórmula de bioimpedancia**

**Peso seco** = Peso del paciente – cantidad de líquido a extraer (25)

## 10.3 Metodología estadística

### 10.3.1 Estadística descriptiva

Para la interpretación de resultados en esta investigación se utilizó la metodología de estadística descriptiva ya que esta procede a resumir y organizar los datos para facilitar su análisis e interpretación, generalmente con el apoyo de tablas, frecuencias y porcentajes donde se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$\text{Porcentaje} = \frac{a}{a+b} \times 100 \quad F_i = \frac{N_i}{N}$$

Fuente: Díaz I, García C, Ruíz F, Torres F. Fórmula del método estadístico. Guía de asociación entre variables (Pearson y Spearman en SPSS). 2014. (52)

$N_i$  = total de las frecuencias absolutas para todos los eventos iguales o anteriores que un cierto valor, en una lista ordenada.

$F_i$  = cociente entre la frecuencia absoluta acumulada y el total de la muestra. (51)

A través de la frecuencia se pudo analizar los valores que se tomaron en cuenta en las variables para la caracterización de los pacientes, cuyos resultados se encontraron resumidos en tablas de frecuencias para ordenar y comparar la ocurrencia de los datos.

### 10.3.2 Estadística correlacional

En esta parte se identificó la relación entre dos variables cuantitativas las cuáles fueron las siguientes: peso seco a través de bioimpedancia y peso seco a través de fórmula de Chamney – Kramer, la correlación de ambas variables se llevó a cabo a través de la prueba estadística de Spearman.

Al realizar la prueba de normalidad, ésta se encontró por debajo de los valores que indica la prueba de Shapiro - Wilk, por lo que se aplicó la prueba de correlación de Spearman para medir el grado de las dos variables cuantitativas.

El coeficiente de correlación de Spearman al igual que Pearson muestra una relación entre variables, este es no paramétrico ya que la distribución muestral no se ajusta a una distribución conocida. Es decir, que permite obtener un coeficiente de asociación entre variables que no se comportan normalmente, entre variables ordinales, se calcula en base a una serie de rangos asignados

#### a) Fórmulas:

- Normalización

$$W = \frac{(\sum_{i=1}^n a_i x(i))^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2},$$



**Donde:**

$$\bar{x} = (x_1 + \dots + x_n) / n$$
$$(a_1, \dots, a_n) = \frac{m^T V^{-1}}{(m^T V^{-1} V^{-1} m)^{1/2}},$$
$$m = (m_1, \dots, m_n)^T$$

**Fuente:** Hanuz Z, Tarasinska J, Zielinski W. Shapiro-Wilk test with know mean. Statistical Journal. REVSTAT. 2016; 14(1): 89-100 (51)

Los criterios de análisis de fórmula de normalización se interpretaron de la siguiente manera: Valores de P mayores de 0.05: Variable normal. (51)

- **Correlación de Spearman**

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum D^2}{n(n^2 - 1)}$$

**Fuente:** Díaz I, García C, Ruíz F, Torres F. Fórmula del método estadístico. Guía de asociación entre variables (Pearson y Spearman en SPSS). 2014. (52)

Los criterios de análisis de fórmula de Spearman se interpretaron de la siguiente forma:

- Valor se encuentra entre -1 a 1: relación es directa (positivo) o inversa (negativo).
- Valor entre 0 y 0,2: correlación mínima
- Valor entre 0,2 y 0,4: correlación baja.
- Valor entre 0,4 y 0,6: correlación moderada.
- Valor entre 0,6 y 0,8: correlación buena.
- Valor entre 0,8 y 1: correlación muy buena. (51)

Para respaldar el análisis estadístico se creó el diagrama de dispersión con el objetivo de identificar gráficamente el grado de correlación entre las dos variables, los valores de una variable aparecen en el eje de las abscisas y los de la otra en el eje de las ordenadas.

### 10.3.3 Hipótesis estadística

$H_0: X \neq Y$

No existe relación entre las variables peso seco mediante bioimpedancia y peso seco mediante fórmula de Chamney – Kramer en los pacientes con Falla Renal Crónica con Hemodiálisis atendidos en el Hospital Regional de Occidente, Quetzaltenango, Guatemala 2019.

$H_1: X = Y$

Existe relación entre las variables peso seco mediante bioimpedancia y peso seco mediante fórmula de Chamney – Kramer en los pacientes con Falla Renal Crónica con Hemodiálisis atendidos en el Hospital Regional de Occidente, Quetzaltenango, Guatemala 2019.

En donde:

X es igual a: peso seco mediante bioimpedancia eléctrica.

Y es igual a: peso seco mediante fórmula de Chamney – Kramer.

## **XI. Alcances y límites**

El estudio realizado tuvo como alcance determinar la correlación del peso seco mediante bioimpedancia eléctrica vs fórmula de Chamney – Kramer en pacientes con Falla Renal Crónica de la Unidad de Hemodiálisis del Hospital Regional de Occidente de Quetzaltenango, Guatemala. Se evaluaron los datos generales de los pacientes, el estado nutricional, el estado de hidratación, la composición corporal y el peso seco del paciente.

Para la realización de la investigación se tomaron en cuenta los pacientes que asistían a la Unidad de Hemodiálisis y a los pacientes que estuvieron internados en el Hospital Regional de Occidente de Quetzaltenango, Guatemala con Falla Renal Crónica y recibieron terapia de hemodiálisis durante las dos semanas de recolección de datos debido a la pandemia Covid-19. Pacientes con alteración de conciencia, con amputación y que poseían implantes electrónicos como marcapasos, prótesis activas, corazón artificial y trastornos del ritmo cardíaco fueron excluidos del estudio ya que con el equipo de bioimpedancia se podía alterar el funcionamiento de cualquier tipo de implante electrónico afectando la salud del paciente.

El tiempo de recolección de datos que se había establecido para dos meses no se pudo llevar a cabo debido a la pandemia de Covid-19 que ingreso al país el 13 de marzo del presente año, por lo que el Ministerio de Salud estableció protocolos de seguridad y no se pudo continuar con el trabajo de campo, como consecuencia se evaluaron a pocos pacientes internados en el Hospital Regional de Occidente, reduciendo la muestra del estudio.

La investigación únicamente describió la composición corporal del paciente y estado hídrico del paciente, no se analizarán los diferentes factores que influyen en el estado nutricional de los pacientes mayores de 18 años, ni se realizó otro tipo de análisis, al paciente. De igual manera no se realizaron intervenciones que mejorarían el estado nutricional del paciente, ya que el estudio solo se centró en calcular el peso seco y describir si existía asociación entre los resultados por bioimpedancia y la fórmula de Chamney – Kramer.

Por último, el instrumento diseñado para la investigación fue utilizado únicamente para fines del estudio, la información del estudio aportó datos importantes para que en un futuro se puedan realizar intervenciones por parte del hospital, diversas instituciones o identidades no lucrativas que puedan mejorar la atención del paciente con Falla Renal Crónica.

## **XII. Aspectos éticos**

Para desarrollar la siguiente investigación se contó con el apoyo del Comité de Docencia e Investigación y el Departamento de Alimentación y Nutrición del Hospital Regional de Occidente de Quetzaltenango, Guatemala, así también a la jefatura del Departamento de Medicina Interna y de la Unidad de Hemodiálisis, en la que se solicitó previamente la autorización para la realización del estudio y se presentaron los objetivos principales de la investigación, la metodología para llevarla a cabo y cuál sería el beneficio que recibirían tanto los pacientes como el centro hospitalario. (Anexo 1)

Se contempló cada uno de los aspectos éticos que resguardaron a los participantes del estudio ya que el estudio no implicó ningún riesgo de carácter experimental o perjudicial para los pacientes y los procedimientos que se realizaron no fueron invasivos. El costo de la compra de los electrodos y de cualquier otro procedimiento que se relacionó con la investigación no fue atribuido a los pacientes o familiares. De igual manera la participación en el estudio fue completamente voluntaria y tuvieron el derecho de abandonar la investigación si lo deseaban.

La confidencialidad por parte del investigador con respecto al diagnóstico fue un aspecto tomado en cuenta para los pacientes involucrados en el estudio ya que fue un componente ético esencial en la relación investigador-paciente, por lo que los resultados obtenidos también fueron confidenciales. La actitud del investigador fue de respeto y amabilidad.

De igual manera se utilizó el consentimiento informado para explicarle a los pacientes el objetivo de la investigación, la cuál era el procedimiento de recolección de la información, los beneficios, derechos y responsabilidades al participar en la investigación. A través de éste se garantizó que los pacientes participaran en la investigación.

Se les informó a los pacientes sus resultados y se brindó consejería nutricional según lo encontrado en la investigación.

### **XIII. Resultados**

Durante la Falla Renal Crónica se da la pérdida progresiva de las nefronas que son las principales células del riñón, por lo que el paciente requiere de terapia sustitutiva para mejorar su calidad de vida, para que esta se realice con éxito se requiere del cálculo de peso seco del paciente, sin embargo, las fórmulas que se utilizan pueden tener variaciones en los datos que se necesitan para calcularlos, por lo que, algunas veces no son tan confiables, es por esto que el peso seco con bioimpedancia resulta ser más exacto ya que indica la cantidad extra de líquido que el paciente tiene en los diferentes compartimentos del cuerpo y de la célula.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en el estudio, los cuales están divididos en cuatro secciones: la primera corresponde a la caracterización de la población evaluada, posteriormente el estado nutricional y composición corporal del paciente, el peso seco del paciente a través de bioimpedancia y fórmula de Chamney-Kramer y por último la correlación de variables de peso seco a través de bioimpedancia y fórmula de Chamney- Kramer.

El estudio se realizó con el total de pacientes ambulatorios crónicos que asistieron a la Unidad de Hemodiálisis y pacientes internados durante dos semanas del mes de marzo del presente año, como consecuencia de la pandemia por Covid-19 y los protocolos de seguridad establecidos por el Ministerio de Salud, se evaluó a 52 pacientes, de los cuales 48 pacientes corresponden a la Unidad de Hemodiálisis, sobre ellos 39 cumplieron con los criterios de inclusión y se evaluaron 13 pacientes internados en los diferentes servicios de encamamiento, quienes cumplieron con los criterios de inclusión establecidos.

#### **13.1 Caracterización de la población de estudio**

En la Tabla 11, se presentan los resultados obtenidos de la caracterización de los pacientes ingresados en los servicios mencionados previamente, en lo que concierne a los datos generales de los pacientes, el 60% (n=31) de ellos era masculino. La edad predominante en los participantes se encontró entre los 35 a 64 años, con 67% (n=35). La procedencia de los pacientes fue mayor para el departamento de Quetzaltenango con un 52% (n=27), seguido por el departamento de Totonicapán con el 21% (n=11). Con

respecto a la ocupación el 41% (n=21) se dedicaba a ser ama de casa y el 25% (n=13) indicaron ocupaciones varias como estudiantes, sastres, trabajo de albañil, entre otros.

**Tabla 11**

**Caracterización general de pacientes con Falla Renal Crónica con hemodiálisis atendidos en el Hospital Regional de Occidente, Quetzaltenango, Guatemala, 2020**

Sub-Variable	Criterio	Frecuencia (n=52)	Porcentaje (%)
<b>Género</b>	Femenino	21	40%
	<b>Masculino</b>	<b>31</b>	<b>60%</b>
<b>Edad</b>	18 a 24 años	4	8%
	25 a 34 años	7	13%
	35 a 44 años	11	21%
	45 a 54 años	11	21%
	<b>55 a 64 años</b>	<b>13</b>	<b>25%</b>
	65 a 74 años	4	8%
	75 a 84 años	2	4%
<b>Procedencia</b>	<b>Quetzaltenango</b>	<b>27</b>	<b>52%</b>
	Totonicapán	11	21%
	San Marcos	6	11%
	Retalhuleu	4	8%
	Huehuetenango	1	2%
	Quiché	1	2%
	Suchitepéquez	1	2%
	Sololá	1	2%
<b>Ocupación</b>	<b>Ama de casa</b>	<b>21</b>	<b>41%</b>
	Agricultor	9	17%
	Comerciante	9	17%
	Otro	13	25%

Fuente: Elaboración propia, base de datos trabajo de campo, 2020

La Tabla 12 presenta información clínica del paciente relacionada a la enfermedad y a la terapia de hemodiálisis, donde se observa que el 62% (n= 31) tenía de 1 a 5 años de haber sido diagnosticado con falla renal crónica y un 63% (n=32) tenía de 1 a 5 años de recibir hemodiálisis. Con respecto a los días que reciben terapia de hemodiálisis, el 71% (n=37) de los pacientes la recibían 2 veces a la semana, ya sea en el Hospital Regional de Occidente o en otros hospitales del país. Mediante la caracterización se evaluó la

cantidad de líquido que era extraído en cada sesión, donde se identificó que en promedio de 2 a 3 litros era la cantidad que más se extraía, dependiendo la necesidad de cada paciente y el exceso de líquido con el que llegaban los pacientes para alcanzar el peso seco.

Así también se muestra la sintomatología que los pacientes presentaban al finalizar la terapia de hemodiálisis en los últimos 15 días previo a la entrevista y el día en que se les realizó la evaluación, en esta pregunta los pacientes podían responder con libertad los síntomas que presentaba. Se evidenció que 40% (n=29) de la población indicó que no presentó ningún síntoma, y entre los que presentaron síntomas mencionaron que los más frecuentes fueron cefaleas, calambres, hipotensión y otros como mareo y debilidad. De igual forma se presenta el estadio de la enfermedad en el que se encontraban los pacientes que participaron en el estudio. Según los resultados ninguno estaba en los primeros estadios de la enfermedad, el 92% (n=48) se hallaban en el estadio 5, es decir en la etapa de falla renal terminal, el otro 4%, se encontraban en el estadio 3b con un 2% (n=2) y estadio 4 con un 2% (n= 2).

En cuanto a las enfermedades coadyuvantes de la falla renal expuestos, las principales enfermedades que padecían los pacientes que acudían a la Unidad de Hemodiálisis y que se encontraban internados durante la investigación han sido diagnosticados con más de una enfermedad, por lo que se puede observar que más de la mitad de la población, siendo este el 52% (n=36) estaban diagnosticados con alteraciones cardiovasculares que incluían: hipertensión e insuficiencia cardíaca, así mismo el 21% (n=15) no padecía ninguna enfermedad y el 14% (n=10) presentaron alteraciones hidroelectrolíticas como hiponatremia, hiperkalemia e hipocalcemia.

De igual manera se puede observar el diagnóstico primario por el que ingresaron los 13 pacientes evaluados en el área de encamamiento, según los resultados obtenidos el 84% (n=11) ingresó por enfermedades del aparato genitourinario en donde se incluyen problemas con falla renal, un 8% (n=1) por alguna enfermedad respiratoria y un 8% (n=1) por enfermedades infecciosas.



Tabla 12

Caracterización clínica de pacientes con Falla Renal Crónica con hemodiálisis atendidos en el Hospital Regional de Occidente, Quetzaltenango, Guatemala, 2020

Sub-Variable	Criterio	Frecuencia (n=52)	Porcentaje %
Tiempo de diagnóstico de la enfermedad	Menos de 1 año	12	24%
	<b>1 a 5 años</b>	<b>31</b>	<b>62%</b>
	5 a 10 años	7	6%
	Más de 10 años	2	8%
Tiempo de terapia de hemodiálisis	Menos de 1 año	12	23%
	<b>1 a 5 años</b>	<b>33</b>	<b>63%</b>
	5 a 10 años	5	10%
	Más de 10 años	2	4%
Cantidad de hemodiálisis durante la semana	1 vez a la semana	13	25%
	<b>2 veces a la semana</b>	<b>37</b>	<b>71%</b>
	3 veces a la semana	2	4%
Líquido extraído durante hemodiálisis	Menos de 1 litro	11	21%
	1 litro a 2 litros	9	17%
	<b>2 litros a 3 litros</b>	<b>19</b>	<b>37%</b>
	3 litros a 4 litros	12	23%
	Más de 4 litros	1	2%
Síntomatología al finalizar terapia de hemodiálisis	Nauseas	5	7%
	Calambres	7	10%
	Cefalea	6	8%
	Hipertensión	3	4%
	Hipotensión	6	8%
	Edema	4	6%
	Taquicardia	3	4%
	Hipoglucemia	2	3%
	<b>Ninguna</b>	<b>29</b>	<b>40%</b>
Otra	7	10%	
Estadio de la enfermedad	Estadio 1	0	0%
	Estadio 2	0	0%
	Estadio 3a	0	0%
	Estadio 3b	2	4%
	Estadio 4	2	4%
	<b>Estadio 5</b>	<b>48</b>	<b>92%</b>
Enfermedades coadyuvantes de la enfermedad	Alteración hidroelectrolítica	10	14%
	Alteración hematológica	9	13%
	<b>Alteración cardiovascular</b>	<b>36</b>	<b>52%</b>
	Ninguna	15	21%

<b>Patologías diagnósticas de ingreso</b>	<b>Enfermedades del aparato genitourinario</b>	<b>11</b>	<b>84%</b>
	Enfermedades respiratorias	1	8%
	Enfermedades infecciosas	1	8%

Fuente: Elaboración propia, base de datos trabajo de campo, 2020

### 13.2 Estado nutricional y composición corporal del paciente

A continuación, se presentan los resultados de la evaluación nutricional y la composición corporal evaluada a través de bioimpedancia de los pacientes que asisten a la Unidad de Hemodiálisis y pacientes internados que se encontraban en el área de encamamiento del Hospital Regional de Occidente.

La Tabla 13 muestra los resultados de la evaluación del índice de masa corporal de los 39 pacientes de la Unidad de Hemodiálisis y de los 13 pacientes encamados. Los resultados indican que del total de pacientes el 61% (n=24) presentan un estado nutricional normal y el 31% (n=12) presentaban sobrepeso. Respecto a los resultados de los pacientes internados de igual manera el 54% (n=7) presentó un estado nutricional normal y el 31% (n=4) sobrepeso.

Así mismo se puede observar el estado de hidratación del paciente a través del ratio agua extracelular y agua corporal total donde el 98% de los pacientes presentaban un estado de sobre hidratación y solo 1 paciente presento un estado de hidratación adecuado.

**Tabla 13**

**Estado nutricional de pacientes con Falla Renal Crónica con hemodiálisis atendidos en el Hospital Regional de Occidente, Quetzaltenango, Guatemala, 2020**

Población Categoría		Pacientes de la Unidad de Hemodiálisis		Pacientes internados en el HRO		Total (n=52)	
		f (n=39)	%	f (n=13)	%	f	%
Índice de masa corporal	Bajo peso	1	3%	0	0%	1	2%
	Normal	24	61%	7	54%	31	59%
	Sobrepeso	12	31%	4	31%	16	31%
	Obesidad grado I	2	5%	1	7%	3	6%
	Obesidad grado II	0	0%	1	8%	1	2%

Fuente: Elaboración propia, base de datos trabajo de campo, 2020

En la tabla 14 se puede observar el estado de hidratación del paciente a través del ratio agua extracelular y agua corporal total donde el 98% de los pacientes presentaban un estado de sobre hidratación y solo 1 paciente presento un estado de hidratación adecuado.

**Tabla 14**

**Estado de hidratación según ratio AEC/ACT de pacientes con Falla Renal Crónica con hemodiálisis atendidos en el Hospital Regional de Occidente, Quetzaltenango, Guatemala, 2020**

Población Categoría		Pacientes de la Unidad de Hemodiálisis		Pacientes internados en el HRO		Total (n=52)	
		f (n=39)	%	f (n=13)	%	f	%
Ratio agua extracelular / agua corporal total	Normal	1	3%	0	0	1	2%
	Ligero edema	0	0%	0	0	0	0%
	Sobrehidratado	38	97%	13	100%	51	98%

Fuente: Elaboración propia, base de datos trabajo de campo, 2020

La composición corporal del paciente se realizó utilizando bioimpedancia eléctrica, a través de ella se pudieron determinar los valores de masa muscular esquelética, masa magra, masa grasa, agua corporal total, agua extra celular y ángulo de fase. Los resultados se pueden observar en la Tabla 15, esta describe que de los 39 pacientes que asisten a la Unidad de Hemodiálisis 23 de ellos estaban con valores normales de masa muscular esquelética total, de igual manera 35 con masa magra, 19 pacientes presentaron valores normales de masa grasa y solo 9 tenían valores elevados, esto como consecuencia de que, a mayor cantidad de agua, mayor alteración en masa grasa y masa muscular.

Los resultados de agua corporal total y agua extracelular indicaron que la mayoría de pacientes presentaba exceso de líquido, de los cuales, 21 de los 39 pacientes mostraron agua corporal total elevada y 31 valores elevados de agua extracelular. Al analizar el ángulo de fase, 32 pacientes indicaban un ángulo de fase inferior a los parámetros adecuados y solo 6 de ellos un resultado adecuado.

Respecto a los resultados de la composición corporal de los pacientes con falla renal internados en el hospital, se puede observar que, de igual manera, 9 de los 13 pacientes tenía masa muscular esquelética normal, 11 masa magra adecuada y cabe resaltar que, de masa grasa, 5 pacientes indicaron valores inferiores. De la población total, 16 pacientes presentaron valores inferiores de masa grasa, es importante mencionar que de los pacientes que presentaron masa grasa con niveles inferiores, se encontraban sobrehidratados por tal motivo la bioimpedancia no reconoció la cantidad de grasa que el paciente presentaba, indicando valores de 0 kg en masa grasa. Cabe mencionar que los datos recabados de composición corporal no son completamente fiables debido al exceso de agua corporal total.

Los resultados de agua corporal total presentan un exceso de líquido, ya que, 7 de los 13 pacientes internados presentaban valores elevados, 8 de ellos agua extracelular elevada y 9 pacientes contaban con un ángulo de fase inferior a los parámetros adecuados.

**Tabla 15**

**Composición corporal de pacientes con Falla Renal Crónica con hemodiálisis atendidos en el Hospital Regional de Occidente, Quetzaltenango, Guatemala, 2020**

Sub-Variable	Criterio	Pacientes de la Unidad de Hemodiálisis	Pacientes internados en el HRO	Total (n= 52)
		f (n=39)	f (n=13)	f (n=52)
Masa muscular total	Normal	23	9	32
	Bajo	16	1	17
	Elevado	0	3	3
Masa muscular de brazo derecho	Normal	26	11	37
	Bajo	13	0	13
	Elevado	0	2	2
Masa muscular de brazo izquierdo	Normal	35	9	44
	Bajo	3	1	4
	Elevado	1	3	4
Masa muscular de pierna derecha	Normal	29	9	38
	Bajo	9	2	11
	Elevado	1	2	3
Masa muscular de pierna izquierda	Normal	22	8	30
	Bajo	17	2	18
	Elevado	0	3	3
Masa magra	Normal	35	11	46
	Bajo	4	2	6
	Elevado	0	0	0
Masa grasa	Normal	19	4	23
	Bajo	11	5	16
	Elevado	9	4	13
Agua corporal total	Normal	16	6	22
	Bajo	2	0	2
	Elevado	21	7	28
Agua extracelular	Normal	7	5	12
	Bajo	1	0	1
	Elevado	31	8	39
Ángulo de fase	Normal	6	4	10
	Bajo	32	9	41
	Elevado	1	0	1

Fuente: Elaboración propia, base de datos trabajo de campo, 2020

### 13.3 Peso seco mediante fórmula de Chamney-Kramer, bioimpedancia y personal de salud.

En la Tabla 16 se presenta el peso mínimo y máximo obtenido por fórmula de Chamney-Kramer, bioimpedancia y personal de salud, de igual manera se encuentra el promedio en donde se puede observar que no hubo diferencia significativa ya que los tres pesos se encontraron entre los 55 y 56 kilogramos.

**Tabla 16**

**Peso seco de pacientes con Falla Renal Crónica con hemodiálisis atendidos en el Hospital Regional de Occidente, Quetzaltenango, Guatemala, 2020**

<b>Peso Seco*</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Desviación Estándar</b>	<b>Coficiente de Variación</b>
<b>Fórmula de Chamney – Kramer</b>	20.85kg	101.80kg	56.70	57.02	12.86	22%
<b>Bioimpedancia</b>	35.5kg	105.07kg	55.52	54.59	11.58	20%
<b>Enfermería</b>	35.6kg	100.12kg	56.29	56.55	10.73	19%

Fuente: Elaboración propia, base de datos trabajo de campo, 2020 (Anexo 4) \*

### 13.4 Correlación de peso seco mediante bioimpedancia, fórmula de Chamney-Kramer y personal de salud.

En la Tabla 17 se puede observar que al utilizar la prueba de Shapiro-Wilk las variables cuantitativas no cumplieron con el supuesto de normalidad, ya que el resultado obtenido fue menor con un 0.025 se utilizó la prueba de Spearman para determinar la correlación del peso seco realizado por bioimpedancia y por formula de Chamney-Kramer. Así también en la Tabla 18 se puede observar que las variables de peso seco por el personal de salud y bioimpedancia no cumplieron con el supuesto de normalidad ya que el resultado fue de 0.00016.

**Tabla 17**

**Prueba de normalidad Shapiro –Wilk de peso seco mediante bioimpedancia y fórmula de Chamney-Kramer**

<b>Coefficiente</b>	<b>Valor de P</b>
0.025	> 0.05

Fuente: Elaboración propia, base de datos trabajo de campo, 2020

**Tabla 18**

**Prueba de normalidad Shapiro –Wilk de peso seco mediante bioimpedancia y personal de salud**

<b>Coefficiente</b>	<b>Valor de P</b>
0.00016	> 0.05

Fuente: Elaboración propia, base de datos trabajo de campo, 2020

Según los rangos del coeficiente de Spearman, los resultados obtenidos al aplicar la fórmula demuestran evidencia de que existe una correlación estadísticamente positiva entre el peso seco por fórmula y el peso seco obtenido por bioimpedancia. ( $r = 0.78$ ) como se observa en la Tabla 19. Ya que estos valores se encuentran entre 0.6 y 0.8 se interpreta que la correlación es buena entre ambas variables.

**Tabla 19**

**Prueba de correlación de Spearman entre la variable de peso seco con bioimpedancia y peso seco con fórmula de Chamney – Kramer**

<b>Coefficiente</b>	<b>Valor de P</b>
0.78	> 0.0001

Fuente: Elaboración propia, base de datos trabajo de campo, 2020

En la Tabla 20 se puede observar que según los rangos de correlación de Spearman si existe una correlación estadísticamente positiva entre el peso seco por bioimpedancia y el peso seco que se obtiene por bioimpedancia ( $r= 0.90$ ). Estos valores se encuentran entre 0.8 y 1 lo que indica que la correlación es muy buena.

**Tabla 20**

**Prueba de correlación de Spearman entre la variable de peso seco con bioimpedancia y peso seco de personal de salud.**

<b>Coeficiente</b>	<b>Valor de P</b>
0.90	> 0.0001

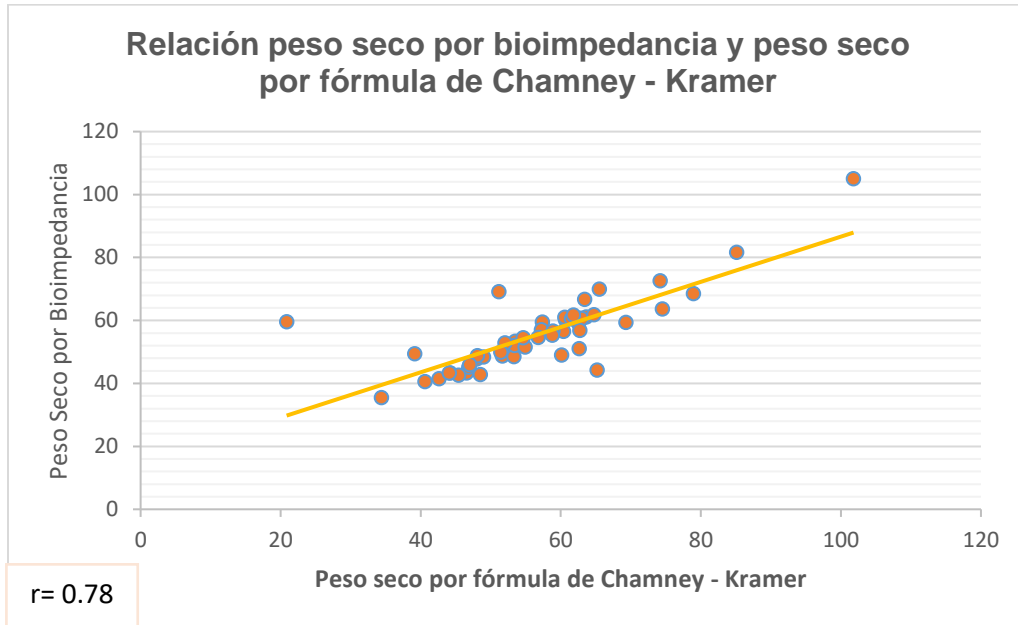
Fuente: Elaboración propia, base de datos trabajo de campo, 2020

En el diagrama de dispersión se representa la relación lineal entre el peso seco obtenido por la fórmula de Chamney – Kramer y peso seco obtenido por bioimpedancia, en la Gráfica 1 se observa que existe una línea en tendencia positiva entre las dos variables y de igual manera los puntos se encuentran cercanos a la línea recta, lo que indica que existe una correlación entre ambas variables.



### Gráfica 1

## Correlación peso seco con bioimpedancia y peso seco con fórmula de Chamney – Kramer

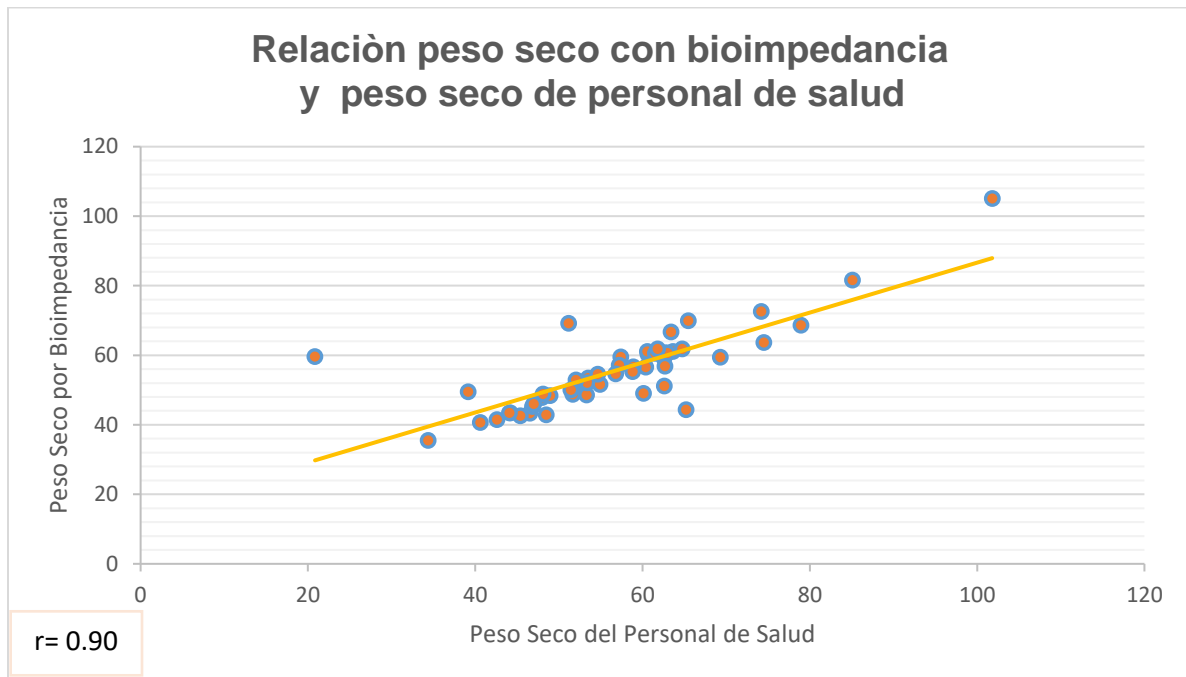


Fuente: Elaboración propia, base de datos trabajo de campo, 2020

De igual manera en la Grafica 2 se observa la línea de tendencia positiva, que indica la correlación entre la variable de peso seco por Bioimpedancia y peso seco del personal de salud.

## Gráfica 2

### Correlación peso seco con bioimpedancia y peso seco de personal de salud



Fuente: Elaboración propia, base de datos trabajo de campo, 2020

#### **XIV. Discusión de resultados**

La Falla Renal Crónica ha sido un problema creciente de salud en todo el mundo, ya que el número de muertes en los últimos años ha aumentado en un 82.3%, encontrándose dentro de las principales causas de mortalidad después del VIH/SIDA. Las principales causas de mortalidad resultan debido a las complicaciones que se presenta en la enfermedad. La hemodiálisis y los cambios en el estado nutricional, son uno de los factores que afectan la disminución del estado funcional y las alteraciones de la composición corporal, como también los recambios proteicos y cambios a nivel de los líquidos en el compartimiento intra y extracelular.

La mayoría de los pacientes que se encuentran en un estadio 5 requieren de un tratamiento de remplazo renal, presentando 1.4 millones en todo el mundo, por lo que se ha observado un incremento en la necesidad de mejorar la calidad de vida de estos pacientes, a través de mejoras en la evaluación nutricional unificando y utilizando criterios adecuados en cuanto a métodos de evaluación, requerimientos, aporte de nutrientes adecuados en el paciente y estimación del peso seco, el cual es importante para llevar a cabo una terapia de hemodiálisis con éxito evitando la aparición de complicaciones post hemodiálisis, por esta razón, la presente investigación se llevó a cabo con pacientes que asisten a la Unidad de Hemodiálisis y se encontraban internados con hemodiálisis en el Hospital Regional de Occidente de Quetzaltenango (HRO). (53)

La importancia de dicha investigación se basó en determinar la correlación del peso seco mediante bioimpedancia eléctrica vs formula de Chamney – Kramer, y evaluar la composición corporal de los pacientes, para establecer si la fórmula es igual de confiable que el resultado a través de bioimpedancia y al conocer el estado nutricional de los pacientes de la Unidad de Hemodiálisis continuar con un seguimiento adecuado para prevenir principalmente la desnutrición en los pacientes.

La investigación se realizó las primeras semanas del mes de marzo evaluando un total de 52 pacientes, 39 pacientes de la Unidad de Hemodiálisis y 13 pacientes internados en el HRO que cumplieron a cabalidad con los criterios de inclusión, la misma se vio interrumpida por los protocolos de seguridad implementados por el Gobierno de

Guatemala y Ministerio de Salud derivados de la pandemia mundial por el Coronavirus (COVID-19) a pesar de ello se pudo establecer que de los evaluados el 60% eran pacientes masculinos, de la misma manera, estudios similares presentan que más de la mitad de la población evaluada pertenece a este género, esto como consecuencia del trabajo y metabolismo de los pacientes masculinos por lo que es más frecuente la falla renal en ellos que en las mujeres tal como se menciona en un estudio realizado en España. (54)

La edad media de los pacientes se encontraba entre los 35 a 64 años, dato que difiere de los resultados en otros estudios donde la población se encuentra entre los 60 a 70 años, aunado a esto la literatura menciona que al igual que otras enfermedades crónicas, la prevalencia de falla renal aumenta con la edad, por lo que, es superior al 20% en personas mayores de 60 años y 1 de cada 25 adultos jóvenes de entre 20 a 30 años también puede presentar esta condición. La principal ocupación fue de ama de casa ya que el total de las mujeres del estudio respondieron que a esto se dedicaban y de agricultor y comerciante para la masculina, estudios epidemiológicos asocian la incidencia de esta enfermedad en estos trabajadores a causa de factores como exposición al calor, duro trabajo físico y deshidratación. (5,54)

El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social en el boletín de la semana epidemiológica SEMEPI No.11, describe la incidencia de la enfermedad donde Quetzaltenango se encuentra entre los departamentos con tasas por arriba de la media nacional, en el estudio se ve reflejada esta información ya que el 52% de pacientes que participaron en el estudio pertenecían a este departamento, la mayoría reciben 2 terapias de remplazo renal a la semana, por tal motivo, pacientes que residen más retirados del departamento pueden asistir a otras unidades que se encuentren más cercanas al lugar donde pertenecen. (55).

Así mismo, se consideró dentro de la caracterización el tiempo que llevaba el paciente diagnosticado con falla renal y el tiempo transcurrido de recibir la hemodiálisis, datos importantes que reflejan el comportamiento de la enfermedad en el paciente, estableciéndose que el 63% de la población presentaban de 1 a 5 años con falla renal crónica y el mismo tiempo de recibir hemodiálisis, por lo que, se puede decir que los

pacientes al momento de diagnosticarse iniciaban la terapia ya que se encontraban en un estadio avanzado de la enfermedad, por lo que requerían del tratamiento para sobrevivir.

La literatura menciona que el diagnóstico de la enfermedad que se detecta en un estado muy avanzado, debido a la ausencia de síntomas tempranos, por lo que requieren de un tratamiento sustitutivo de la función renal para que el paciente tenga una calidad de vida, lo cual queda evidenciado en este estudio ya que el 92% de la población se encontraba en el estadio 5 donde los riñones han perdido casi toda su capacidad de funcionar de manera eficiente. (1,5)

El estudio caracterizó la cantidad de veces que el paciente requería de la terapia de hemodiálisis semanalmente, el Hospital Regional de Occidente a través de la Unidad de Hemodiálisis, les brinda al 71% de la población, dos veces terapia sustitutiva durante la semana, la hemodiálisis como cualquier otro tratamiento necesita una dosificación y pauta de administración que garantiza que el paciente reciba una dosis mínima adecuada que se relaciona con la corrección de anemia, control de hipertensión y supervivencia para evitar complicaciones después de la terapia, el cálculo de la dosis de hemodiálisis y sus recomendaciones se refiere a un esquema de tres sesiones semanales, como se observa en el estudio, solo el 4% de la población recibe 3 hemodiálisis a la semana debido a que entre los tres tratamientos sustitutivo, la hemodiálisis es el de mayor costo. . (23)

Con relación a la terapia de hemodiálisis, se analizaron los principales síntomas que los pacientes presentan al finalizar la terapia, entre los que se encuentran calambres, hipotensión, cefalea y otros que mencionaron los pacientes como mareos y debilidad. De igual manera, un estudio en Cuba indicó que los principales síntomas y complicaciones que presentaban los pacientes aumentando la mortalidad era la hipotensión y en menor porcentaje cefaleas, menciona que los pacientes con mayor edad tienen mayor probabilidad de presentar hipotensión, lo cual se ve reflejado en este estudio ya que el 25% de la población se encuentra en un rango de edad entre 55 a 64 años, también menciona que la alimentación antes de iniciar la terapia puede ser un factor para presentar hipotensión; la mayoría de los pacientes del estudio llegaban en ayuno a la Unidad de Hemodiálisis. (57)

En relación con las enfermedades coadyuvantes de la falla renal, como se mencionó anteriormente la mayoría de los pacientes, presentó más de una enfermedad, el 52% hipertensión, seguido de alteraciones hidroelectrolíticas y alteraciones hematológicas como anemia. Es importante mencionar que estos resultados se asemejan con el estudio realizado a pacientes en el Hospital Infanta Cristina, en España. La prevalencia de estas complicaciones normalmente aumenta cuando el paciente se encuentra en el estadio 3, sin embargo, también la hipertensión y la anemia pueden manifestarse relativamente en los primeros estadios de la enfermedad. (11,56)

La hipertensión arterial es tanto una causa como una complicación de la falla renal, los efectos adversos de la enfermedad al no controlarse incluyen la progresión acelerada de la falla renal, por lo que, es uno de los mayores indicadores de mortalidad en estos pacientes y una de las mayores causas por las que ingresan al hospital, en este estudio la hipertensión y la falla renal crónica agudizada fueron las principales causas de ingreso hospitalario. Al igual que las alteraciones hidroelectrolíticas como hiponatremia, hiperkalemia e hipocalcemia esta última debido a que los pacientes carecen de vitamina D y tienen retención de fosfato lo que produce una deficiencia de calcio. (22)

La evaluación nutricional realizada a los pacientes indicó que el 61% de los pacientes de la Unidad de Hemodiálisis y el 54% de los internados se encontraban con un estado nutricional normal, la desnutrición en estos pacientes es considerada un factor de riesgo y aumento de la mortalidad en estos pacientes, sin embargo, solo un paciente de la Unidad de Hemodiálisis se encontraba con este estado nutricional. Es importante mencionar que el 31% de pacientes se encontraba con sobrepeso.

En el estudio realizado en Brasil se menciona que a medida que aumenta la edad, aumenta el tejido adiposo y el riesgo de padecer sobrepeso y obesidad, sin embargo, esto puede ser afectado por la cantidad de líquido extra que los pacientes presentan por la enfermedad, ya que si éste no llega al peso seco en la sesión de hemodiálisis, puede verse afectada la masa muscular y masa grasa, en la investigación se refleja que al 37% de la población se les extraía de 2 a 3L en la sesión para evitar complicaciones y así a lo largo de las sesiones lograr alcanzar el peso seco ideal, en el estudio se ve reflejado que

el 98% de los pacientes al finalizar la sesión de hemodiálisis seguían sobre hidratados. (10)

Diferentes estudios recientes realizados en España han centrado la importancia en la determinación del porcentaje de grasa y masa muscular, más que el índice de masa corporal, ya que este es una medida de tamizaje que no permite diferenciar el estado nutricional por compartimientos. De igual manera un estudio en Colombia determinó que en pacientes con falla renal es importante realizar una evaluación de la composición corporal ya que la pérdida de masa muscular puede ser remplazada por agua sin que condicione cambios en el peso del paciente y altere su índice de masa corporal. (9)

La bioimpedancia es una técnica simple y no invasiva, la cual por medio de electrodos a través de una corriente eléctrica que atraviesa los tejidos y los líquidos extracelulares, como los intracelulares, permite evaluar la composición del paciente. Es por eso que se basa en la relación que existe entre las propiedades eléctricas del cuerpo humano, la composición de los diferentes tejidos del cuerpo y el contenido total de agua corporal. Por esta razón, se considera uno de los métodos adecuados para evaluar la composición corporal del paciente sano como con enfermedades críticas ya que es sensible a los diferentes cambios nutricionales que padece el paciente con falla renal.

De esta manera al evaluar la composición corporal a través de bioimpedancia, el 41% de los pacientes de la unidad de hemodiálisis presentó valores bajos de masa muscular total, el brazo derecho y pierna izquierda fueron las partes del cuerpo donde menor cantidad de masa muscular presentaban los pacientes, pudiendo deberse al área donde tenían colocado el catéter, a pesar que el 59% de los pacientes se encontraba en rangos normales, en el estudio realizado en Colombia se menciona que los pacientes sometidos a hemodiálisis por 5 años o más, manifiestan alteraciones en su composición corporal como disminución de masa muscular y masa magra, tal como se demuestra en el estudio, la población tenía de 1 a 5 años de recibir terapia de hemodiálisis. También se menciona que estas pérdidas pueden ser el resultado del desbalance entre el catabolismo y anabolismo en el paciente. (9)

Al evaluar la masa magra del paciente el 90% se encontraba con valores normales, este resultado se encuentra alejado a los datos que refleja la literatura, por lo que es importante analizar los resultados de agua corporal total para identificar si la sobre hidratación modificó este resultado, ya que el 79% de los pacientes se encontraban sobre hidratados y a mayor contenido de agua la masa magra conduce la corriente eléctrica con más facilidad, al analizar los resultados el 12% de los pacientes presentaban 0kg de masa grasa. Por lo que es importante mencionar que la sobrehidratación impide reconocer de forma fiable a través de bioimpedancia la masa grasa, masa libre de grasa y masa muscular. De igual manera se asemejan con estudios en donde evaluaron la composición corporal de pacientes con hemodiálisis en España que indicaron que la población no presentaba pérdida de masa magra, estos valores se pueden relacionar con marcadores nutricionales como pre albúmina, albúmina y proteínas totales. (13)

El 25% de la población presentó valores elevados de masa grasa, esto se puede relacionar con el 31% de pacientes que se encontraban con sobrepeso en la investigación, Gallar-Ruiz et al, menciona que la prevalencia de sobrepeso en pacientes con falla renal es de 50% este es un factor determinante de que los pacientes tengan altos valores de masa grasa y disminución de masa muscular, de igual manera menciona que los problemas relacionados con dislipidemias se presentan en pacientes que se encuentran en el estadio 5 de la enfermedad, aunque estos no se encuentren con sobrepeso. Así también el 31% de la población presentó valores bajos de masa grasa, sin embargo, este dato puede estar modificado ya que el 98% de la población se encontraba sobrehidratado, dato que se analizó con los valores del ratio AEC/ACT en donde estos pacientes tenían valores mayores a 0.400, de igual manera en el estudio realizado en Japón los pacientes con mayor relación AEC/TBW eran de mayor edad y estos pacientes no era clasificados con sobrepeso u obesidad debido a la cantidad de líquido que tenían en el cuerpo, ya que al presentar edema la bioimpedancia no detectaba la cantidad real de masa grasa y magra ya que estos son derivados del agua corporal total. (13,26)

El sobrepeso y el aumento o disminución de la masa grasa, se ve relacionado con el aumento de agua corporal total, en el estudio el 54% de la población se encontraba con



valores elevados de agua corporal total, al igual que el 79% con valores elevados de agua extra celular y 98% sobrehidratados como se mencionó anteriormente. Es importante mencionar que la sobrehidratación es un factor en el aumento de mortalidad cardiovascular, por esto, uno de los principales objetivos de la hemodiálisis es lograr un estado de normohidratación, mediante la adecuada remoción de líquidos. (8)

Los resultados de estudios realizados en España, Colombia, Ecuador y Brasil se asemejan a los porcentajes de personas con sobrehidratación de este estudio, de igual manera mencionan que la estimación de agua corporal total por bioimpedancia es mejor que la estimación por otros métodos no invasivos como el uso de pliegues antropométricos, ya que en pacientes con alteraciones en el estado de hidratación existe sesgo en los resultados con el uso de ecuaciones de predicción de peso seco. (9,11,12,13).

Se ha demostrado que la desnutrición se detecta precozmente por alteraciones funcionales, cambios en la integridad de la membrana celular y del balance hídrico, que preceden de las alteraciones antropométricas y que se pueden mediar a través de la bioimpedancia eléctrica con el ángulo de fase. Al diagnosticar a los pacientes con el ángulo de fase puede facilitar la intervención nutricional del paciente.

El ángulo de fase está directamente relacionado a las membranas celulares, ya que evalúa su integridad y la relación entre el espacio extracelular e intracelular, que son representadas por la reactancia en la bioimpedancia, en el estudio el 82% de la población se encontraba con un ángulo de fase menor a 4, este se puede disminuir de forma progresiva en grados avanzados ya sea de desnutrición, sobrepeso y sobre hidratación. En el estudio realizado en Madrid se menciona que pacientes con falla renal en terapia sustitutiva con un ángulo de fase menor a 6 condiciona a menor sobrevida, el cual tiene un riesgo relativo de mortalidad menor a un año, así mismo, los pacientes con falla renal crónica que participaron en diferentes estudios realizados en España, presentaron ángulos de fase menores de 5 y de 4, tal como se ve reflejado en este estudio. (8,11,12,14)

De igual manera el ángulo de fase se puede utilizar para identificar cambios en la composición corporal y estado nutricional del paciente renal, estudios realizados en Brasil y México mencionan que este puede ser una alternativa para valorar a los pacientes que padecen un desgaste proteico energético severo y este se encuentra enmascarado por el perfil clínico que puede incluir el estado de hidratación y tratamiento dialítico. (58,59)

En relación a lo anterior es importante que se maneje un peso seco adecuado en los pacientes con hemodiálisis para disminuir la sobre hidratación y aumentar el ángulo de fase de estos pacientes, cuando éste no se estima de manera adecuada inicia la aparición de la sintomatología relacionada principalmente con desequilibrio hídrico. La evaluación del peso seco en pacientes en hemodiálisis no es una tarea fácil ya que algunos parámetros clínicos reflejan mala remoción de líquidos, lo que puede implicar complicaciones en el estado del paciente. Diferentes estudios han tenido como objetivo determinar cuál es el método más confiable para estimar el peso seco del paciente, ya que al corregir éste en el paciente, se ha demostrado que, a mayor extracción de líquido, aumenta el ángulo de fase de los pacientes. (8)

Uno de los principales objetivos del estudio era determinar si existía correlación entre el peso seco del paciente obtenido por bioimpedancia y el peso seco obtenido por fórmula de Chamney – Kramer, para realizar la correlación se utilizó el coeficiente de Sberman, ya que la muestra no cumplió con el supuesto de normalidad, esto pudo ser como consecuencia de que la población evaluada no era homogénea, es decir, tenía características diferentes.

En el diagrama de dispersión donde se encontraban las dos variables, se puede observar que la línea en tendencia es positiva y los resultados de Sberman dieron un valor de 0.78 en cuanto a la relación de peso seco por bioimpedancia vs fórmula de Chamney – Kramer, indicando que, si existe una relación significativa entre las dos variables, al encontrarse este valor entre los rangos de 0.6 y 0.8 esta relación se interpreta como buena. De igual manera, Centellas menciona que el peso seco obtenido por estimación clínica aporta datos de gran valor al igual que la bioimpedancia ya que no se encontraron diferencias significativas al momento de realizar el estudio.

Sin embargo, menciona que la evaluación por bioimpedancia es más completa ya que permite distinguir la cantidad de agua del paciente entre espacios intracelular y extracelular, así como identificar el exceso de líquido extracelular para determinar la cantidad de líquido que deberá ser ultrafiltrado, en diferentes sesiones para que el paciente no presente efectos adversos y logre alcanzar su peso ideal. (14)

A pesar de que no se encuentran diferencias con el peso seco obtenido por fórmula y que diferentes estudios indican que este se puede utilizar en pacientes que se encuentran con estadio 5 en hemodiálisis, este no indica un peso seco definitivo, Ramírez et al, en su estudio menciona que no existe un método específico y asertivo para estimar el peso seco en pacientes con falla renal crónica, es importante combinar diferentes métodos y herramientas para estimar el peso seco como datos clínicos, exámenes bioquímicos y evaluación de la composición corporal, debido a los cambios constantes en el estado nutricional del paciente. (9)

Así también se compararon los resultados obtenidos por bioimpedancia con los datos que se encontraban en el expediente del paciente aportados por el personal de salud en la Unidad de Hemodiálisis, al realizar la correlación con Spearman, el resultado se encontraba entre los rangos de 0.8 y 1 el cual demuestra que la relación entre las dos variables era muy buena, es decir mejor que la correlación entre los resultados obtenidos por la fórmula de Chamney-Kramer los cuales se encontraban entre 0.6 y 0.8, a pesar de que no existe una fuente oficial sobre la fórmula, utilizan datos bioquímicos como el sodio para estimarla, la fórmula es la siguiente:

Referencia de Sodio \* Peso del paciente \* % H<sub>2</sub>O \* % H<sub>2</sub>O / 1000, donde el resultado se le restaba al peso del paciente. El % H<sub>2</sub>O en mujeres y hombres menores de 65 años era de 0.5 y 0.6, en mujeres y hombres mayores de 65 años era de 0.45 y 0.5.

Con estos valores se comprueba la hipótesis alternativa de que si existe relación entre las variables peso seco mediante bioimpedancia y peso seco mediante fórmula de Chamney – Kramer en los pacientes con Falla Renal Crónica con Hemodiálisis atendidos en el Hospital Regional de Occidente.

## **XV. Conclusiones**

15.1 Las principales características de los pacientes con Falla Renal de la Unidad de Hemodiálisis y pacientes que se encontraron internados en el Hospital Regional de Occidente, reflejan que estuvo conformada principalmente por población masculina, del grupo etario referente a los 35 a 64 años de edad, procedentes en mayor proporción al departamento de Quetzaltenango. La gran mayoría de ellos en etapa terminal o estadio 5 de la enfermedad y con complicaciones coadyuvantes a ésta, principalmente cardiovasculares, hematológicas e hidroelectrolíticas.

15.2 Respecto a la terapia de hemodiálisis de los pacientes, la mayoría la recibían 2 veces a la semana y entre los principales síntomas post hemodiálisis que presentaron se encontraron calambres e hipotensión; puesto que gran parte de estos pacientes no llegaron a su peso seco durante el tratamiento o seguían presentando algún tipo de sobre hidratación al terminar la terapia.

15.3 En relación al estado nutricional de los pacientes evaluados el 61% se encontraba con un estado nutricional normal y el 31% con sobrepeso, sin embargo, se debe tomar en cuenta que la composición corporal de los pacientes fue afectada por la sobre hidratación, es decir, la masa muscular y masa magra se encontraban en rangos normales y los resultados de masa grasa, agua corporal total y agua extracelular se encontraban alterados, lo que indica que estos pacientes se encontraban sobrehidratados y no con sobrepeso.

15.4 El ángulo de fase en la mayor proporción de pacientes fue menor a 4, en los pacientes que iniciaban la terapia de hemodiálisis se pudo observar valores bajos de ángulo de fase, esto nos indica un aumento del riesgo de mortalidad ya que refleja la calidad de las células del paciente.

15.5 El 98% de los pacientes se encontraban sobre hidratados según ratio agua extracelular/agua corporal, lo que indica que estos pacientes no alcanzaron el peso seco obtenido por fórmula de Chamney –Kramer o bioimpedancia, el análisis de -composición corporal por bioimpedancia es afectado notablemente debido a la cantidad de agua que no permite el paso adecuado de la corriente eléctrica a través de los tejidos para lograr

un dato fiable, por lo que en estos casos, el análisis del estado del paciente está sujeto a complementar la información mediante la valoración clínica.

15.6 Respecto al peso seco a través de fórmula, éste se sigue considerando como un método aceptable ya que no se encontró diferencia significativa con la bioimpedancia en el estudio, sin embargo, la bioimpedancia multifrecuencia es de mayor utilidad ya que permite identificar la distribución de los líquidos en los diferentes compartimentos y establecer mediante segmentos la cantidad de masa muscular del paciente para dirigir las intervenciones.

## **XVI. Recomendaciones**

**A la Unidad de Hemodiálisis del Hospital Regional de Occidente de Quetzaltenango, se le recomienda:**

16.1 Implementar el uso de bioimpedancia como herramienta para estimar el peso seco de los pacientes y para identificar a los pacientes que tienen algún grado de sobre hidratación, mediante el análisis de la distribución de líquidos en los diferentes compartimentos y segmentos del paciente

16.2 Utilizar los resultados de la bioimpedancia para obtener información no solo del estado de hidratación del paciente, sino para monitorear la efectividad de la terapia de hemodiálisis mediante mediciones consecutivas.

**Al Departamento de Alimentación y Nutrición del Hospital Regional de Occidente, se les recomienda:**

16.3 Establecer un protocolo de monitoreo del estado nutricional y composición corporal del paciente de la Unidad de Hemodiálisis, que incluya no solo la aplicación de bioimpedancia multifrecuencia, sino también, pruebas bioquímicas donde se presenten marcadores nutricionales como pre albúmina, albúmina, proteínas totales, colesterol y triglicéridos que mejore el abordaje nutricional que se le brinda al paciente.

**A las estudiantes de la Licenciatura en Nutrición de la Universidad Rafael Landívar, se les recomienda:**

16.5 A través de los resultados de esta investigación, realizar estudios que involucren a esta población para mejorar el estado de hidratación del paciente, incluyendo el análisis de la relación de ángulo de fase con la composición corporal del paciente, estilo de vida, pruebas bioquímicas y dinamometría.

16.6 Ahondar en la determinación del ángulo de fase en esta patología, mediante una investigación que involucre más de una medición, ya que éste puede verse afectado de gran manera por factores externos a la enfermedad en sí, como, por ejemplo, el nivel de

descanso del paciente previo a realizar la bioimpedancia, por lo que, esta variable debería ser incluida en un futuro.

16.7 Proponer estudios con una población mayor de pacientes con falla renal en hemodiálisis, estableciendo la relación entre la dieta y la adecuación de nutrientes con la composición corporal de los pacientes.

## XVII. Bibliografía

1. Avendaño L. Nefrología Clínica. 4<sup>ta</sup> edición. Madrid. Editorial Panamericana.2013
2. Rozman C, Farreras C. Medicina Interna. 17<sup>a</sup>. edición. Barcelona. S.A. Elsevier España. 2012
3. Lorenzo V. Enfermedad Renal Crónica. DOI: 10.3265/Nefrologia.2010; 80: 280-2
4. Tapia F. Cuidados enfermeros en la unidad de Hemodiálisis. 1ra edición. España. Vértice editores. 2011
5. Sociedad Latinoamericana de Nefrología e Hipertensión (SLANH). Sociedad Latinoamericana de Nefrología llaman a prevenir la enfermedad renal y a mejorar el acceso al tratamiento. (en línea) 2015 (10 de marzo de 2019). URL disponible en: [https://www.paho.org/col/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2331:la-opsoms-y-la-sociedad-latinoamericana-de-nefrologia-llaman-a-prevenir-la-enfermedad-renal-y-a-mejorar-el-acceso-al-tratamiento&Itemid=487](https://www.paho.org/col/index.php?option=com_content&view=article&id=2331:la-opsoms-y-la-sociedad-latinoamericana-de-nefrologia-llaman-a-prevenir-la-enfermedad-renal-y-a-mejorar-el-acceso-al-tratamiento&Itemid=487)
6. Sánchez P; Instituto Guatemalteco de Seguridad Social. Atención de la Enfermedad Renal Crónica cerca de la comunidad, experiencia en Guatemala. (en línea) 2019 (29 de julio de 2019). URL disponible en: [https://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_docman&view=download&slug=atencion-de-erc-guatemala-dr-vicente-sanchez-polo-2019&Itemid=270&lang=en](https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&view=download&slug=atencion-de-erc-guatemala-dr-vicente-sanchez-polo-2019&Itemid=270&lang=en)
7. Departamento de Estadística. Pacientes con Falla Renal Crónica atendidos durante el año 2019. Hospital Regional de Occidente.
8. Atilano-Carsi X, Miguel J, Martínez J, Sánchez R, González E, Selgas R. Vectores de impedancia bioeléctrica como herramienta para la determinación y ajuste del peso seco en pacientes sometidos a hemodiálisis. Nutr Hosp. 2015;31(5):2220-29
9. Ramírez D, Almanza D, Ángel L. Estimación del agua corporal total y del peso seco, usando impedancia bioeléctrica tetrapolar de multifrecuencia (BIA-4) en pacientes en hemodiálisis. Rev. Fac. Med. 2015 63 (1): 19-31.
10. Soares V, Silveira I, Sousa S, Fraga M, Silva M. Composición corporal de pacientes renales crónicos en hemodiálisis: antropometría y análisis vectorial por impedancia bioeléctrica. Rev. Latino-Am. Enfermagem 2013; 21(6):1240-7.



11. Caravaca F, Martínez C, Villa J, Martínez R, Ferreira F. Estimación del estado de hidratación mediante bioimpedancia espectroscópica multifrecuencia en la enfermedad renal crónica avanzada. *Nefrología* 2011;31(5):537-44
12. Di-Gioia C, Gallar P, Rodríguez I, Laso N, Callejas R, Ortega O, et al. Cambios en los parámetros de composición corporal en pacientes en hemodiálisis y diálisis peritoneal. *Nefrología*. 2012;32(1):108-13
13. Gallar-Ruiz P, Di-Gioia C, Lacalle C, Rodríguez-Villareal I, Laso-Arias N, Hinostroza-Yanahuaya J, et al. Composición corporal en pacientes en hemodiálisis: relación con la modalidad de hemodiálisis, parámetros inflamatorios y nutricionales. *Nefrología*. 2012;32(4):467-76
14. Centellas M, Garcinuño M, González R, Roig E, Corbacho D. Evaluación del peso seco y el agua corporal según bioimpedancia vectorial frente al método tradicional. *Enferm Nefrol*. 2014; 16 (1): 15-21.
15. Carbonell M, Mayordomos A, Órdas S, Gispert N, López T, Barranco A, et al. La bioimpedancia como valoración del peso seco y del estado de hidratación en pacientes con Enfermedad Renal Crónica avanzada. *Revista SEDEN*. 2014; (1) 80-4.
16. Martínez G, Ortega A, de la Vara I, Oliver E, Gómez C, Pérez J. Comparación entre bioimpedancia espectroscópica y fórmula de Watson para medición de volumen corporal en pacientes en diálisis peritoneal. *Nefrología*. 2016; 36(1):57-62
17. Mendoza M. Examen de bioimpedancia para una mejor evaluación del estado nutricional del paciente renal en hemodiálisis (Tesis de Licenciatura en Nutrición). Guayaquil, Ecuador. UCSG. 2018
18. Vela P. Correlación entre la fórmula de Channney-Kramer y bioimpedancia eléctrica para estimación de peso seco en pacientes adultos con enfermedad renal crónica estadio V (Tesis de Licenciatura en Nutrición). Guatemala. URL 2017
19. Jameson J, Fauci A, Kasper D, Hauser S, Longo D, Loscalzo J. Harrison. Principios de Medicina Interna. 20ª edición. México. McGraw Hill. 2018
20. Mahan, k., Escott, S. y Raymond, J. Krause Dietoterapia. 13ª edición. Madrid España. Editorial Elsevier. 2013
21. Osuna I, Proceso de cuidado nutricional en la Enfermedad Renal Crónica. México, D.F. Editorial El Manual Moderno S.A. 2016

22. Gonzales M, Mallafre J. Nefrología Conceptos básicos en atención primaria. España. 2009
23. Avendaño L, Aljama P, Díaz C, Arias M, de los Ríos J, Lamas S. Nefrología Clínica. 3ª edición. Buenos Aires, Argentina. Editorial Panamericana. 2008
24. Chamney P. Kramer M. A new technique for establishing dry weight in hemodialysis patients via whole body bioimpedance. *Kidney International*. 2002; 61(1): 2250-55
25. Manual de uso para médicos y asistencias seca 525. Aplicación de peso seco. SECA Precision for health.
26. Ohashi, Y, Otani T, Tai R, Tanaka Y, Sakai, K, Aikawa. Assessment of Body Composition Using Dry Mass Index and Ratio of Total Body Water to Estimated Volume Based on Bioelectrical Impedance Analysis in Chronic Kidney Disease Patients. *Journal of Renal Nutrition*. 2013; 23(1): 28–36.
27. Maldonado J, Martínez E. Tratado de Nutrición. Nutrición humana en el estado de salud. 2ª edición. Madrid, España. Editorial Médica Panamericana. 2010.
28. Sirvent J, Garrido R. Valoración antropométrica de la composición corporal. 1ª edición. España. Universidad de Alicante. 2009
29. Fernández A, Navarro K. El ABCD de la evaluación del estado nutricional. 1ª edición. México, D.F. Editorial McGraw Hill. 2010
30. Aguilar L, Contreras M, Del Canto J, Vilchez W. Guía técnica para la valoración nutricional antropométrica de la persona adulta. 1ª edición. Perú: Editorial Ministerio de Salud. Instituto Nacional de Salud. 2012.
31. Organización Mundial de la Salud. Guía para la formación e instrucciones prácticas. (en línea) 2015 (19 de agosto de 2019). URL disponible en: [https://www.who.int/ncds/surveillance/steps/Parte3\\_Seccion4.pdf](https://www.who.int/ncds/surveillance/steps/Parte3_Seccion4.pdf)
32. Salas J, Bonada A, Trallero R, Saló M, Burgos R. Nutrición y Dietética Clínica. 2ª edición. España. Editorial Elsevier Masson. 2008.
33. Organización Mundial de la Salud. Obesity: Preventing and managing the global epidemic. WHO technical report series 894. Switzerland: Editorial Geneva; 2004.
34. Organización Mundial de la Salud. Obesity: Preventing and managing the global epidemic. WHO technical report series 894. Switzerland: Editorial Geneva; 2004.

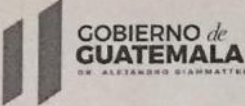
35. Maldonado J, Martínez E. Tratado de Nutrición. Nutrición humana en el estado de salud. 2ª edición. Madrid, España. Editorial Médica Panamericana. 2010.
36. Manual de uso para médicos y asistencias seca 525. SECA Precision for health. (En Línea). (20 de agosto de 2019). URL disponible en: [https://www.seca.com/fileadmin/documents/product\\_sheet/seca\\_pst\\_514\\_es.pdf](https://www.seca.com/fileadmin/documents/product_sheet/seca_pst_514_es.pdf)
37. Ayus J, Tejedor A, Caramelo C. Agua, electrolitos y equilibrio acido-base. Buenos Aires. Médica Panamericana. 2007
38. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Hospital Regional San Juan de Dios de Occidente. (en línea). 2016 (1 de octubre de 2019). URL disponible en <https://hospitaloccidente.mspas.gob.gt/index.php/pages/historia>
39. Hernández S, Fernández C. Metodología de la investigación. 6ª edición. México, D.F. Editorial McGraw-Hill Interamericana. 2014.
40. B. Cayo, et.al. Diccionario de la real academia española. Madrid, España. 2006
41. Instituto Nacional de Estadística. República de Guatemala: Estadísticas demográficas y vitales. INE (en línea) 2014 (8 de octubre de 2019). URL disponible en: <https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2016/01/13/FijigScCmvJuAdaPlozybqKmr01Xtkjy.pdf>.
42. Dirección General de Estadística de Guatemala. Departamentos, municipios, ciudades, villas, pueblos, aldeas y caseríos de la República de Guatemala. Guatemala. 1953.
43. Instituto Nacional de Estadística Guatemala. Encuesta Nacional de Condiciones de vida. (en línea) 2014 (5 de octubre de 2019). URL disponible en: <https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2015/12/11/vjNVdb4IZswOj0ZtuivPicaAXet8LZqZ.pdf>
44. Brooker C. Diccionario médico. 1ra Edición. Sonora, México. Editorial El Manual Moderno. 2017.
45. Organización Panamericana de la Salud. Actualizaciones de la CIE-10. OPS (en línea) 2019 (8 de octubre de 2019). URL disponible en: [https://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=9178:2013-actualizaciones-cie-10&Itemid=40350&lang=es](https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=9178:2013-actualizaciones-cie-10&Itemid=40350&lang=es).

46. Flores J, Alvo M, Borja H, Morales J, Vega J, Zuñiga C, et al. Enfermedad Renal Crónica: Clasificación, identificación, manejo y complicaciones. Rev Méd Chile 2009; 137(1): 137-77
47. Suverza A, Haua K. Manual de antropometría para la evaluación del estado nutricional en el adulto. 1. Edición. México D.F. Universidad Iberoamericana. 2009
48. Rodríguez A. Guía de laboratorio de histología. 1ª edición. San José, Costa Rica. Editorial de la Universidad de Costa Rica. 2005.
49. Daza J. Evaluación clínico funcional del movimiento corporal humano. 1ª edición. Bogotá, Colombia. Editorial Médica Internacional. 2007
50. González N, Abad J, Lèvi J. Normalidad y otros supuestos en análisis de covarianzas. Modelización conestructuras de covarianzas. 2009
51. Hanuz Z, Tarasinska J, Zielinski W. Shapiro-Wilk test with know mean. Statistical Journal. REVSTAT. 2016; 14(1): 89-100
52. Díaz I, García C, Ruíz F, Torres F. Método de Pearson. Guía de asociación entre variables (Pearson y Spearman en SPSS). Chile. 2014
53. Loaiza J, Hernández A, Sánchez V, Situación de la Enfermedad Renal Crónica en Guatemala. Nefrología en Guatemala. 2017; 21(1): 22-5
54. Arenas M, Martin-Gomez M, Carrero J, Ruiz M. Nephrology from a gender perspective. Nefrologia 2018; 38(5): 463-65
55. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS). Boletín de la Semana Epidemiológica. SEMEPI No.11. Departamento de Vigilancia Epidemiológica. Guatemala. 2019
56. Barrios J, Hidalgo M. Enfermedades crónicas no transmisibles. (Tesis de Licenciatura en Bioanálisis Clínico). Nicaragua. UNAM. 2016
57. Fiterre I, Fernandez-Vega S, Rivas R, Sabournin N, Castillo B, Gutierrez F, et al. Mortalidad en pacientes con Enfermedad Renal, Instituto de Nefrologia, 2016 y 2017. Rev haban cienc méd. 2018; 18(2): 357-70
58. Topete-Reyes J, López-Lozano C, López- Báez S, Barbarin-Vázquez A, Cervantes-Villalobos M, Navarro-Rodríguez J, et al. Determinación del estado nutricional mediante ángulo de fase en pacientes en hemodiálisis. Gac Méd Méx 2019; 155: 1-7

59. Da Silva R, Sabino C, Oliveira Y, Costa C, Rodríguez T, Chávez M. Asociación del ángulo de fase con parámetros de evaluación del estado nutricional en pacientes en hemodiálisis. Rev Chil Nutr 2019; 46(2): 99-106.

## XVIII. Anexos

### 18.1 Anexo 1: Aval del comité de docencia e investigación

 **GOBIERNO de GUATEMALA**  
DE ALEJANDRO GUERRA MATIAS

**MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL**  
HOSPITAL REGIONAL DE OCCIDENTE,  
QUETZALTENANGO

**Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social**  
**HOSPITAL REGIONAL DE OCCIDENTE**  
*Comité De Docencia E Investigación*

Quetzaltenango 25 de febrero de 2020

Bachiller:  
**ANDREA MOMBIELA AZAÑÓN**

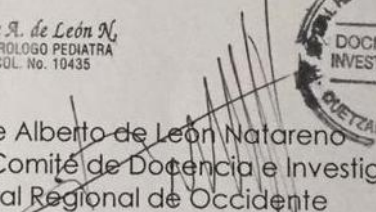
Ciudad:

En relación a su solicitud para realizar el trabajo de tesis titulado **"CORRELACIÓN DEL PESO SECO MEDIANTE BIOMPEDANCIA ELÉCTRICA VS FORMULA DE CHAMNEY – KRAMER EN PACIENTES CON FALLA RENAL CRÓNICA CON HEMODIÁLISIS"**. Estudio a realizarse en el Departamento de Medicina Interna durante el año 2020. En representación del Comité de Docencia e Investigación se aprueba la realización de dicho estudio, así mismo se le informa que deberá de presentar al finalizar de su trabajo de investigación una copia en forma digital a este comité y al Departamento de Registros Médicos y Estadística


Sin otro particular me suscribo de usted, atentamente.

*Por El Comité De Docencia E Investigación*

*Elie A. de León N.*  
NEUROLOGO PEDIATRA  
COL. No. 10435



**Dr. Elie Alberto de León Natareno**  
Coordinador Comité de Docencia e Investigación  
Hospital Regional de Occidente



## 18.2 Anexo 2: Consentimiento informado



Universidad  
Rafael Landívar

Tradición Jesuita en Guatemala

Consentimiento informado

### **CORRELACIÓN DEL PESO SECO MEDIANTE BIOIMPEDANCIA ELÉCTRICA VS FORMULA DE CHAMNEY - KRAMER EN PACIENTES CON FALLA RENAL CRÓNICA CON HEMODIÁLISIS ATENDIDOS EN EL HOSPITAL REGIONAL DE OCCIDENTE, QUETZALTENANGO, GUATEMALA 2020**

CAMPUS DE QUETZALTENANGO  
Facultad de Ciencias de la Salud  
Coordinación Área de Nutrición  
Teléfono (502)77229900 ext. 9827  
Fax: (502) 77229821  
14 Avenida 0-43 zona 3. Quetzaltenango

**El objetivo del estudio:** determinar la correlación del peso seco mediante bioimpedancia eléctrica vs fórmula de Chamney – Kramer en pacientes con Falla Renal Crónica con Hemodiálisis atendidos en el Hospital Regional de Occidente, Quetzaltenango, Guatemala 2020.

El estudio pretende caracterizar a cada uno de los pacientes con falla renal evaluados, se determinará si existe una relación del estado de hidratación mediante bioimpedancia vs fórmula de Chamney-Kramer.

En esta oportunidad se le invita a participar voluntariamente en el estudio antes mencionado, por ser parte fundamental en el desarrollo del mismo. Si usted no desea participar, no está obligado/a hacerlo, puede retirarse en el momento que considere.

**Instrucciones:** si usted está de acuerdo en participar, se le explicará el procedimiento a realizar, que consiste en responder una serie de preguntas las cuales duraran 5 minutos, de igual manera se le realizará la toma de peso y talla y al finalizar el tratamiento de hemodiálisis se le realizará una evaluación con bioimpedancia eléctrica la cual es una técnica que a través de una corriente eléctrica permite analizar la composición corporal. Además, se le solicitará que firme el presente documento.

**Riesgos y beneficios:** este estudio se considera sin ningún riesgo ya que no compromete la integridad física ni psicológica del individuo o participante. Como beneficio se obtendrán datos de la composición corporal de los pacientes y si la fórmula es fiable para estimar el peso seco de los pacientes.

**Costos:** los costos incluidos en el estudio serán cubiertos por el investigador en su totalidad.

**Confidencialidad:** la información que será brindada se manejará de forma confidencial, ya que únicamente tendrá acceso la investigadora.

**Preguntas:** si se tiene alguna pregunta del estudio, puede hacerla directamente a la investigadora Andrea Mombiola.

Por medio de la presente YO: \_\_\_\_\_ con el  
Número de Documento Personal de Identificación \_\_\_\_\_, he sido  
informada/o acerca del objetivo del estudio, como de los beneficios y riesgos del mismo.  
Y voluntariamente acepto participar en las actividades que se llevarán a cabo. Así mismo  
comprendo que puedo abandonar el estudio en cualquier momento sin que sea  
afectada/o.

**Lugar y fecha:** \_\_\_\_\_

**Firma o huella digital:** \_\_\_\_\_

**Firma de investigador/a:** \_\_\_\_\_



### 18.3 Anexo 3: Instrumento de recolección de datos



CAMPUS DE QUETZALTENANGO  
Facultad de Ciencias de la Salud  
Coordinación Área de Nutrición  
Teléfono (502)77229900 ext. 9827  
Fax: (502) 77229821  
14 Avenida 0-43 zona 3. Quetzaltenango

#### Boleta de Recolección de datos

Dirigida a los pacientes mayores de 18 años con Falla Renal del Hospital Regional de Occidente de Quetzaltenango.

Buenos días, soy Andrea María Mombiela Azañón, estoy finalizando mi Licenciatura en Nutrición y estoy trabajando mi proyecto de tesis sobre la evaluación del peso seco por bioimpedancia vs fórmula de Chamney – Kramer y composición corporal quisiera que me responda las siguientes preguntas que a continuación se presenta.

Instrucciones: El entrevistador marcará con una (X) o llenará con la respuesta según indique el paciente y que se considere correcta y completa la información que se solicita. La información será de tipo confidencial y se utilizará para fines de investigación. MUCHAS GRACIAS.

Fecha: \_\_\_/\_\_\_/2020      Número de boleta: \_\_\_\_\_

#### a) Caracterización del paciente

¿Cuál es su nombre?: \_\_\_\_\_

¿Cuál es su fecha de nacimiento?: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_      Sexo: F  M

¿Cuál es su edad?: \_\_\_\_\_ años

- 18 a 24 años: \_\_\_\_\_
- 25 a 34 años: \_\_\_\_\_
- 35 a 44 años: \_\_\_\_\_
- 45 a 54 años: \_\_\_\_\_
- 55 a 64 años: \_\_\_\_\_
- 65 a 74 años: \_\_\_\_\_
- 75 a 84 años: \_\_\_\_\_

¿Cuál es su procedencia?: \_\_\_\_\_

(Departamento, Municipio)

¿A qué se dedica?:

- Ama de casa: \_\_\_\_\_
- Agricultor: \_\_\_\_\_
- Empleada doméstica: \_\_\_\_\_
- Jornalero/a: \_\_\_\_\_
- Comerciante: \_\_\_\_\_
- Otra (especificar): \_\_\_\_\_

• ¿Desde hace cuánto tiempo le diagnosticaron Falla Renal Crónica?

\_\_\_\_\_

• ¿Cuánto tiempo tiene de recibir terapia con hemodiálisis?

\_\_\_\_\_

• ¿Cuántas veces a la semana recibe hemodiálisis? \_\_\_\_\_

• ¿Ha presentado en la última semana alguno de los siguientes síntomas al terminar la hemodiálisis? (Se puede marcar más de una opción)

Vómitos  Náuseas  Calambres  Cefalea

Hipertensión  Hipotensión  Edema  Taquicardia

Hipoglucemia  Ninguna

Otro (especificar): \_\_\_\_\_

• ¿Presenta alguno de los siguientes síntomas al terminar la hemodiálisis? (Se puede marcar más de una opción)

Vómitos  Nauseas  Calambres  Cefalea

Hipertensión  Hipotensión  Edema  Taquicardia

Hipoglucemia  Ninguna

Otro (especificar): \_\_\_\_\_

• ¿Cuál es la cantidad de líquido extraído durante hemodiálisis? \_\_\_\_\_

• **Información extraída de papeleta**

- Si el paciente se encuentra en los servicios de encamamiento según el expediente clínico complete la información en la casilla de paciente hospitalizado.
- Si el paciente se encuentra en la unidad de hemodiálisis complete la información en la casilla de paciente crónico ambulatorio.

Paciente hospitalizado	Paciente crónico ambulatorio
<p><b>Servicio:</b> _____</p> <p><b>Cama:</b> _____</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Diagnóstico médico de ingreso</b></li> </ul> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p><b>Enfermedades del aparato genitourinario:</b> _____</p> <p><b>Enfermedades respiratorias:</b> _____</p> <p><b>Enfermedades infecciosas:</b> _____</p> <p><b>Enfermedades del sistema digestivo:</b> _____</p> <p><b>Enfermedades del sistema circulatorio:</b> _____</p> <p><b>Neoplasias:</b> _____</p> <p><b>Enfermedades del sistema nervioso:</b> _____</p> <p><b>Enfermedades endocrinas:</b> _____</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Enfermedades coadyuvantes:</b></li> <li>• <b>Alteraciones hidroeléctricas:</b>  Hiperpotasemia. _____  Hipocalcemia _____  Acidosis _____  Hiponatremia _____</li> <li>• <b>Alteraciones hematológicas:</b>  Anemia _____</li> <li>• <b>Alteraciones cardiovasculares:</b>  Cardiopatía isquémica _____  Insuficiencia cardíaca _____  Hipertensión _____  Hipertrofia _____  Pericarditis _____</li> <li>• <b>Alteraciones del sistema óseo:</b>  Osteodistrofia renal _____</li> </ul>	<p><b>Turno:</b></p> <p>_____</p> <p><b>Número de grupo:</b></p> <p>_____</p> <p><b>Horario:</b></p> <p>_____</p>

- Estadio de la enfermedad:

<b>FILTRADO GLOMERULAR</b>	
<b>Mujer:</b>	
• Creatinina ≤ 0,7 mg/dl: FGe = 144 × ( _____ creatinina/0,7) - 0,329 × (0,993) _____ edad = _____ mL/min/1.73m <sup>2</sup>	
• Creatinina > 0,7 mg/d: FGe = 144 × ( _____ creatinina/0,7) - 1,209 × (0,993) _____ edad = _____ mL/min/1.73m <sup>2</sup>	
<b>Hombre</b>	
• Creatinina ≤ 0,9 mg/dl: FGe = 141 × ( _____ creatinina/0,9) - 0,411 × (0,993) _____ edad = _____ mL/min/1.73m <sup>2</sup>	
• Creatinina > 0,9 mg/dl: FGe = 141 × ( _____ creatinina/0,9) - 1,209 × (0,993) _____ edad = _____ mL/min/1.73m <sup>2</sup>	

Estadio 1: 90 mL/min/1.73m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	Estadio 2: 60- 89 mL/min/1.73m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>
Estadio 3a: 45-59 mL/min/1.73m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	Estadio 3b: 30-44 mL/min/1.73m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>
Estadio 4: 15-29 mL/min/1.73m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	Estadio 5: <15 mL/min/1.73m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>

**b) Antropometría del paciente**

- Estado nutricional del paciente

<b>Peso Pre</b>	<b>kg</b>	<b>Lb</b>
<b>Peso Post</b>	<b>kg</b>	<b>Lb</b>
<b>Talla</b>	<b>m</b>	
<b>Circunferencia de Cintura (CC)</b>		
<b>IMC</b>		
<b>Diagnóstico de IMC</b>	Bajo peso: Menor de 18 kg/m <sup>2</sup> : _____ Normal: 18.5 – 24.9 kg/m <sup>2</sup> : _____ Sobrepeso: 25.0 – 29.9 kg/m <sup>2</sup> : _____ Obesidad Grado I: 30.0 – 34.5 kg/m <sup>2</sup> : _____ Obesidad Grado II: 35.0 – 39.9 kg/m <sup>2</sup> : _____ Obesidad Grado III: Mayor a 40 kg/m <sup>2</sup> : _____	

- **Composición corporal**

<b>Composición Corporal</b>		<b>Resultado</b>	<b>Rangos</b>		
			<b>Normal</b>	<b>Bajo</b>	<b>Alto</b>
<b>Masa muscular esquelética</b>	Total				
	Brazo Derecho				
	Brazo Izquierdo				
	Pierna Derecha				
	Pierna Izquierda				
<b>Índice de Masa Magra</b>					
<b>Índice de Masa Grasa</b>					
<b>Agua corporal total</b>					
<b>Agua Extracelular</b>					
<b>Ángulo de fase</b>					

c) Determinación del peso seco

Fórmula	Sodio	Peso pre (kg)	Peso Post (kg)	Agua corporal total	Agua extra celular	Hv <sup>(Peso pre-peso post)</sup>	Nv (mujer:0.214 / hombre:0.239)	Aplicación de formula
Chamney-Kramer								
Bioimpedancia								
Fórmula Utilizada por enfermería								

\* Chamney Kramer:  $\frac{Hv * P_{post} - Ae}{Hv - Nv}$  \* Fórmula de Enfermería:  $Ref\ sodio * Peso\ Pre\ (kg) = \_ * \%H_2O = \_ * \%H_2O / 1000 = R. - P_{pre} - R = PS$

\* Bioimpedancia: Peso del paciente – Exceso de líquido (agua extracelular- agua extracelular ideal)  
 $\%H_2O = <65^a = 0.5\text{mujeres } 0.6\text{ hombres} / > 65^a = 0.45\text{ mujeres } 0.5\text{ hombres}$

## **Instrucciones de llenado de boleta de recolección de datos**

El instrumento estará diseñado para que sea llenado por la investigadora, posteriormente a que el paciente firme el consentimiento informado.

Esta boleta está dividida en cuatro secciones en las cuales la primera sección corresponde a los datos generales de caracterización, que serán llenados de acuerdo a las instrucciones:

### **a) Caracterización:**

1. Número de boleta se debe llenar según el orden en que se vaya realizando la entrevista con el paciente.
2. Fecha se debe colocar el día y mes en el que se realizará la entrevista y evaluación al paciente.
3. El nombre del paciente y fecha de nacimiento se deben llenar cuando se entreviste al paciente y se colocara la edad justo en el rango al que pertenece.
4. Para el género del paciente marcar con una X si es femenino o masculino.
5. En procedencia colocar el departamento o municipio al que pertenece el paciente.
6. En situación laboral marcar con una X a la profesión u oficio a la que se dedica el paciente y si no se encuentra en ninguno de los rangos, se puede especificar en otra a que profesión y oficio se dedica.
7. Tiempo de diagnóstico de la enfermedad se debe llenar cuando se entreviste al paciente y este indique cuánto tiempo lleva con falla renal crónica.
8. En tiempo que lleva el paciente con hemodialisis este se debe llenar según lo que indique al paciente.
9. En número de hemodialisis que recibe se debe tomar el dato del expediente del paciente.
10. En la sección de síntomas que el paciente ha presentado en la última semana después de terminar hemodiálisis y en el momento de la entrevista, se le debe mencionar los síntomas que se encuentran en la boleta y se marcara con una X los que indique el paciente.
11. En la cantidad de líquido extraído se colocará el dato que se encuentra en el expediente del paciente,

12. Si el paciente se encuentra internado la investigadora debe llenar solo las preguntas que se indican en esa sección como lo es diagnóstico médico de ingreso el cual se marca con una X según la enfermedad con que ingreso, también se debe escribir el servicio al que pertenece el paciente y el número de cama, estos datos se obtendrán del expediente del paciente.
13. Si el paciente es crónico ambulatorio solo se debe llenar las preguntas de turno y número de grupo, esta información se le puede preguntar al paciente o a la enfermera.
14. En estadio de la enfermedad se calculará la tasa de filtrado glomerular si es mujer o hombre y según el resultado de creatinina que se tomará del expediente del paciente para así marcar con una X en cuál de los cinco estadios el paciente se encuentra.

#### **b) Información de la composición corporal**

Después de realizar la entrevista con el paciente y que termine la terapia de hemodiálisis se llevará a cabo la evaluación antropométrica, se tomará el peso, talla, circunferencia de cintura y los datos serán llenados por la investigadora de acuerdo a lo siguiente:

- Peso: anotar las medidas en los espacios correspondientes en libras y kilogramos
- Talla: anotar las medidas en centímetros y metros.
- Circunferencia de cintura: anotas las medidas en centímetros y metros.
- IMC: anotar la medida obtenida a través de la fórmula.
- Diagnóstico de IMC: marcar con una X según el rango en el que se encuentre el paciente.

Se le realizará la evaluación con bioimpedancia para determinar la composición corporal, los resultados obtenidos por la bioimpedancia serán llenados de la siguiente manera:

- Masa muscular esquelética total, de brazo derecho e izquierdo y pierna derecha e izquierda: este dato se obtendrá a través de la bioimpedancia, el dato se colocará en la casilla que dice resultado y se marcará con una X si se encuentra en rango alto, normal o bajo. Para determinar si el diagnóstico es alto, normal o bajo, verificar en la tabla al final de las instrucciones.
- Masa grasa: este dato se obtendrá a través de la bioimpedancia, el dato se colocará en la casilla que dice resultado y se marcará con una X si se encuentra en rango alto,



normal o bajo. Para determinar si el diagnóstico es alto, normal o bajo, verificar en la tabla al final de las instrucciones.

- Masa magra: este dato se obtendrá a través de la bioimpedancia, el dato se colocará en la casilla que dice resultado y se marcará con una X si se encuentra en rango alto, normal o bajo. Para determinar si el diagnóstico es alto, normal o bajo, verificar en la tabla al final de las instrucciones.
- Agua corporal total: este dato se obtendrá a través de la bioimpedancia, el dato se colocará en la casilla que dice resultado y se marcará con una X si se encuentra en rango alto, normal o bajo. Para determinar si el diagnóstico es alto, normal o bajo, verificar en la tabla al final de las instrucciones.
- Agua extracelular: este dato se obtendrá a través de la bioimpedancia, el dato se colocará en la casilla que dice resultado y se marcará con una X si se encuentra en rango alto, normal o bajo. Para determinar si el diagnóstico es alto, normal o bajo, verificar en la tabla al final de las instrucciones.
- Ángulo de fase: este dato se obtendrá a través de la bioimpedancia, el dato se colocará en la casilla que dice resultado y se marcará con una X si se encuentra en rango alto, normal o bajo. Para determinar si el diagnóstico es alto, normal o bajo, verificar en la tabla al final de las instrucciones.

### c) Determinación del peso seco del paciente

- Para estimar el peso seco por fórmula de Chamney – Kramer se llenarán los espacios vacíos con la información requerida que es:
  - Peso pre diálisis: es el peso que toma antes de ingresar a hemodiálisis.
  - Peso post diálisis: peso que se toma al finalizar hemodiálisis.
  - Agua extracelular: Es el líquido extracelular que se obtiene a través de una regla de 3, siendo el 20% del total del peso corporal pre diálisis, de la siguiente manera:

$$Ae = \frac{100 \text{ Kg} \rightarrow 20L}{\text{Peso Kg} \rightarrow X}$$

- Hipervolemia: Este dato se obtiene del resultado de la resta del peso pre menos el peso post del paciente.

- Normovolemia: Es una constante para mujeres de 0.214 L/kg y para hombres de 0.239 L/kg.

- Al tener estos datos se aplicará la siguiente formula

$$PS = \frac{Hv * Pp - Ae}{Hv - Nv}$$

- El resultado del peso seco a través de la evaluación por bioimpedancia, se colocará en la casilla de resultado, para realizar esta fórmula se realizará primero la fórmula de exceso de líquido con los datos de agua extracelular y el agua extracelular ideal. Con este resultado se determinará el peso seco con los datos de peso del paciente y cantidad de líquido a extraer.
- Para realizar el cálculo con la fórmula de enfermería se debe utilizar el resultado de sodio del paciente, el peso pre diálisis y el porcentaje de agua corporal que en mujeres será de 0.5 y en hombres de 0.6. Utilizando la siguiente formula:

$$\text{Ref sodio} * \text{Peso Pre (kg)} = \_ * \%H_2O = \_ \%H_2O / 1000$$

Al peso pre diálisis del paciente se le deberá restar el resultado de la formula.

Composición Corporal		Normal	Bajo	Alto
Masa muscular esquelética	Brazo derecho	<b>Femenino</b> <b>IMC &lt;25:</b> 0.436 ± 0.046 <b>IMC ≥25, &lt;30:</b> 0.462 ± 0.054 <b>IMC &gt;30:</b> 0.490 ± 0.061 <b>Masculino</b> <b>IMC &lt;25:</b> 0.593 ± 0.057 <b>IMC ≥25, &lt;30:</b> 0.645 ± 0.063 <b>IMC &gt;30:</b> 0.696 ± 0.066	<b>Femenino</b> <b>IMC &lt;25:</b> igual o < 0.367 <b>IMC ≥25, &lt;30:</b> igual o < 0.382 <b>IMC &gt;30:</b> igual o < 0.399 <b>Masculino</b> <b>IMC &lt;25:</b> igual o < 0.509 <b>IMC ≥25, &lt;30:</b> igual o < 0.552 <b>IMC &gt;30:</b> igual o < 0.598	<b>Femenino</b> <b>IMC &lt;25:</b> igual o > 0.519 <b>IMC ≥25, &lt;30:</b> igual o > 0.558 <b>IMC &gt;30:</b> igual o > 0.598 <b>Masculino</b> <b>IMC &lt;25:</b> igual o > 0.694 <b>IMC ≥25, &lt;30:</b> igual o > 0.758 <b>IMC &gt;30:</b> igual o > 0.813
	Brazo izquierdo	<b>Femenino</b> <b>IMC &lt;25:</b> 0.416 ± 0.047 <b>IMC ≥25, &lt;30:</b> 0.439 ± 0.054 <b>IMC &gt;30:</b> 0.466 ± 0.063 <b>Masculino</b> <b>IMC &lt;25:</b> 0.571 ± 0.056 <b>IMC ≥25, &lt;30:</b> 0.618 ± 0.060 <b>IMC &gt;30:</b> 0.671 ± 0.072	<b>Femenino</b> <b>IMC &lt;25:</b> igual o < 0.347 <b>IMC ≥25, &lt;30:</b> igual o < 0.359 <b>IMC &gt;30:</b> igual o < 0.373 <b>Masculino</b> <b>IMC &lt;25:</b> igual o < 0.488 <b>IMC ≥25, &lt;30:</b> igual o < 0.529 <b>IMC &gt;30:</b> igual o < 0.564	<b>Femenino</b> <b>IMC &lt;25:</b> igual o > 0.499 <b>IMC ≥25, &lt;30:</b> igual o > 0.536 <b>IMC &gt;30:</b> igual o > 0.578 <b>Masculino</b> <b>IMC &lt;25:</b> igual o > 0.672 <b>IMC ≥25, &lt;30:</b> igual o > 0.726 <b>IMC &gt;30:</b> igual o > 0.801
	Pierna derecha	<b>Femenino</b> <b>IMC &lt;25:</b> 1.624 ± 0.142 <b>IMC ≥25, &lt;30:</b> 1.797 ± 0.152 <b>IMC &gt;30:</b> 2.024 ± 0.198 <b>Masculino</b> <b>IMC &lt;25:</b> 1.902 ± 0.137 <b>IMC ≥25, &lt;30:</b> 2.063 ± 0.157 <b>IMC &gt;30:</b> 2.334 ± 0.197	<b>Femenino</b> <b>IMC &lt;25:</b> igual o < 1.413 <b>IMC ≥25, &lt;30:</b> igual o < 1.561 <b>IMC &gt;30:</b> igual o < 1.730 <b>Masculino</b> <b>IMC &lt;25:</b> igual o < 1.699 <b>IMC ≥25, &lt;30:</b> igual o < 1.831 <b>IMC &gt;30:</b> igual o < 2.042	<b>Femenino</b> <b>IMC &lt;25:</b> igual o > 1.878 <b>IMC ≥25, &lt;30:</b> igual o > 2.069 <b>IMC &gt;30:</b> igual o > 2.379 <b>Masculino</b> <b>IMC &lt;25:</b> igual o > 2.146 <b>IMC ≥25, &lt;30:</b> igual o > 2.343 <b>IMC &gt;30:</b> igual o > 2.687

	<b>Pierna izquierda</b>	<b>Femenino</b> <b>IMC &lt;25:</b> 1.614 ± 0.143 <b>IMC ≥25, &lt;30:</b> 1.786 ± 0.147 <b>IMC &gt;30:</b> 2.009 ± 0.206 <b>Masculino</b> <b>IMC &lt;25:</b> 1.887 ± 0.139 <b>IMC ≥25, &lt;30:</b> 2.046 ± 0.163 <b>IMC &gt;30:</b> 2.313 ± 0.190	<b>Femenino</b> <b>IMC &lt;25:</b> igual o < 1.402 <b>IMC ≥25, &lt;30:</b> igual o < 1.568 <b>IMC &gt;30:</b> igual o < 1.704 <b>Masculino</b> <b>IMC &lt;25:</b> igual o < 1.680 <b>IMC ≥25, &lt;30:</b> igual o < 1.805 <b>IMC &gt;30:</b> igual o < 2.031	<b>Femenino</b> <b>IMC &lt;25:</b> igual o > 1.870 <b>IMC ≥25, &lt;30:</b> igual o > 2.049 <b>IMC &gt;30:</b> igual o > 2.378 <b>Masculino</b> <b>IMC &lt;25:</b> igual o > 2.136 <b>IMC ≥25, &lt;30:</b> igual o > 2.337 <b>IMC &gt;30:</b> igual o > 2.652
	<b>Todo el cuerpo</b>	<b>Femenino</b> <b>IMC &lt;25:</b> 7.11 ± 0.56 <b>IMC ≥25, &lt;30:</b> 7.89 ± 0.58 <b>IMC &gt;30:</b> 8.82 ± 0.76 <b>Masculino</b> <b>IMC &lt;25:</b> 9.20 ± 0.55 <b>IMC ≥25, &lt;30:</b> .97 ± 0.59 <b>IMC &gt;30:</b> 11.06 ± 0.72	<b>Femenino</b> <b>IMC &lt;25:</b> igual o < 6.29 <b>IMC ≥25, &lt;30:</b> igual o < 7.02 <b>IMC &gt;30:</b> igual o < 7.70 <b>Masculino</b> <b>IMC &lt;25:</b> igual o < 8.38 <b>IMC ≥25, &lt;30:</b> igual o < 9.10 <b>IMC &gt;30:</b> igual o < 9.99	<b>Femenino</b> <b>IMC &lt;25:</b> igual o > 8.11 <b>IMC ≥25, &lt;30:</b> igual o > 8.93 <b>IMC &gt;30:</b> igual o > 10.18 <b>Masculino</b> <b>IMC &lt;25:</b> igual o > 10.19 <b>IMC ≥25, &lt;30:</b> igual o > 11.02 <b>IMC &gt;30:</b> igual o > 12.35
	<b>Índice de masa magra</b>	<b>Femenino</b> <b>IMC &lt;25:</b> 15.63 ± 0.92 <b>IMC ≥25, &lt;30:</b> 16.88 ± 0.93 <b>IMC &gt;30:</b> 18.48 ± 1.27 <b>Masculino</b> <b>IMC &lt;25:</b> 18.81 ± 1.03 <b>IMC ≥25, &lt;30:</b> 20.08 ± 1.03 <b>IMC &gt;30:</b> 22.09 ± 1.24	<b>Femenino</b> <b>IMC &lt;25:</b> igual o < 14.11 <b>IMC ≥25, &lt;30:</b> igual o < 15.35 <b>IMC &gt;30:</b> igual o < 16.39 <b>Masculino</b> <b>IMC &lt;25:</b> igual o < 17.11 <b>IMC ≥25, &lt;30:</b> igual o < 18.40 <b>IMC &gt;30:</b> igual o < 20.05	<b>Femenino</b> <b>IMC &lt;25:</b> igual o > 17.14 <b>IMC ≥25, &lt;30:</b> igual o > 18.41 <b>IMC &gt;30:</b> igual o > 20.57 <b>Masculino</b> <b>IMC &lt;25:</b> igual o > 20.51 <b>IMC ≥25, &lt;30:</b> igual o > 21.77 <b>IMC &gt;30:</b> igual o > 24.12
	<b>Índice de masa grasa</b>	<b>Femenino</b> <b>IMC &lt;25:</b> 6.55 ± 1.39	<b>Femenino</b> <b>IMC &lt;25:</b> igual o < 4.27	<b>Femenino</b> <b>IMC &lt;25:</b> igual o > 8.84

	<b>IMC <math>\geq</math>25, &lt;30:</b> 10.30 $\pm$ 1.34 <b>IMC &gt;30:</b> 15.04 $\pm$ 2.65 <b>Masculino</b> <b>IMC &lt;25:</b> 4.23 $\pm$ 1.22 <b>IMC <math>\geq</math>25, &lt;30:</b> 7.08 $\pm$ 1.28 <b>IMC &gt;30:</b> 10.79 $\pm$ 1.99	<b>IMC <math>\geq</math>25, &lt;30:</b> igual o < 8.09 <b>IMC &gt;30:</b> igual o < 10.68 <b>Masculino</b> <b>IMC &lt;25:</b> igual o < 2.21 <b>IMC <math>\geq</math>25, &lt;30:</b> igual o < 4.97 <b>IMC &gt;30:</b> igual o < 7.52	<b>IMC <math>\geq</math>25, &lt;30:</b> igual o > 12.50 <b>IMC &gt;30:</b> igual o > 19.41 <b>Masculino</b> <b>IMC &lt;25:</b> igual o > 6.24 <b>IMC <math>\geq</math>25, &lt;30:</b> igual o > 9.19 <b>IMC &gt;30:</b> igual o > 14.06
<b>Agua corporal total</b>	<b>Femenino</b> <b>IMC &lt;25:</b> 55-60% <b>IMC <math>\geq</math>25, &lt;30:</b> 45-50% <b>IMC &gt;30:</b> 40-45% <b>Masculino</b> <b>IMC &lt;25:</b> 60-65% <b>IMC <math>\geq</math>25, &lt;30:</b> 55-60% <b>IMC &gt;30:</b> 45-55%	<b>Femenino</b> <b>IMC &lt;25:</b> <54.9% <b>IMC <math>\geq</math>25, &lt;30:</b> < 44.9% <b>IMC &gt;30:</b> < 40% <b>Masculino</b> <b>IMC &lt;25:</b> <59.9% <b>IMC <math>\geq</math>25, &lt;30:</b> <54.9% <b>IMC &gt;30:</b> <44.9%	<b>Femenino</b> <b>IMC &lt;25:</b> >60% <b>IMC <math>\geq</math>25, &lt;30:</b> > 50% <b>IMC &gt;30:</b> > 45% <b>Masculino</b> <b>IMC &lt;25:</b> >65% <b>IMC <math>\geq</math>25, &lt;30:</b> >60% <b>IMC &gt;30:</b> >55%
<b>Agua extracelular</b>	<b>Femenino</b> <b>IMC &lt;25:</b> 24.6-26.1% <b>IMC <math>\geq</math>25, &lt;30:</b> 20.2-22.0% <b>IMC &gt;30:</b> 17.0-20.0% <b>Masculino</b> <b>IMC &lt;25:</b> 24.0-26.0% <b>IMC <math>\geq</math>25, &lt;30:</b> 22.0-24.0% <b>IMC &gt;30:</b> 20.0-22.0%	<b>Femenino</b> <b>IMC &lt;25:</b> <24.5% <b>IMC <math>\geq</math>25, &lt;30:</b> < 29.9% <b>IMC &gt;30:</b> <16.9% <b>Masculino</b> <b>IMC &lt;25:</b> <23.9% <b>IMC <math>\geq</math>25, &lt;30:</b> <29.9% <b>IMC &gt;30:</b> <19.9%	<b>Femenino</b> <b>IMC &lt;25:</b> >26.1% <b>IMC <math>\geq</math>25, &lt;30:</b> > 24% <b>IMC &gt;30:</b> >20% <b>Masculino</b> <b>IMC &lt;25:</b> >26% • <b>IMC <math>\geq</math>25, &lt;30:</b> >24% <b>IMC &gt;30:</b> >22%
<b>Ángulo de fase</b>	<b>Femenino</b> <b>IMC &lt;25:</b> 5.00 $\pm$ 0.45 <b>IMC <math>\geq</math>25, &lt;30:</b> 5.14 $\pm$ 0.49	<b>Femenino</b> <b>IMC &lt;25:</b> igual o < 4.26 <b>IMC <math>\geq</math>25, &lt;30:</b> igual o < 4.34	<b>Femenino</b> <b>IMC &lt;25:</b> igual o > 5.74 <b>IMC <math>\geq</math>25, &lt;30:</b> igual o > 5.94

	<b>IMC &gt;30:</b> 5.13 <u>±</u> 0.49 <b>Masculino</b> <b>IMC &lt;25:</b> 5.87 <u>±</u> 0.49 <b>IMC ≥25, &lt;30:</b> 5.89 <u>±</u> 0.54 <b>IMC &gt;30:</b> 5.87 <u>±</u> 0.47 (31)	<b>IMC &gt;30:</b> igual o < 4.32 <b>Masculino</b> <b>IMC &lt;25:</b> igual o < 5.06 <b>IMC ≥25, &lt;30:</b> igual o < 5.00 <b>IMC &gt;30:</b> igual o < 5.10	<b>IMC &gt;30:</b> igual o > 5.93 <b>Masculino</b> <b>IMC &lt;25:</b> igual o > 6.69 <b>IMC ≥25, &lt;30:</b> igual o > 6.78 <b>IMC &gt;30:</b> igual o > 6.64
--	--	---	---

Fuente: Elaboración propia según cuadro de variables

**18.4 Anexo 4: Peso seco de los pacientes por fórmula de Chamney-Kramer, bioimpedancia y por enfermería.**

<b>No. de paciente</b>	<b>Peso seco por fórmula de Chamney - Kramer</b>	<b>Peso seco por bioimpedancia</b>	<b>Peso seco de enfermería</b>
1	47.99 kg	47.86 kg	47.32 kg
2	60.65 kg	60.27 kg	59.14 kg
3	40.62 kg	40.6 kg	42.04 kg
4	60.4 kg	56.6 kg	59.6 kg
5	34.38 kg	35.5 kg	35.6 kg
6	51.65 kg	48.74 kg	47.84 kg
7	48.95 kg	48.4 kg	46.48 kg
8	57.39 kg	59.51 kg	56.91 kg
9	65.49 kg	69.95 kg	69.03 kg
10	52.95 kg	52.07 kg	52.05 kg
11	74.2 kg	72.6 kg	72.05 kg
12	62.72 kg	60.75 kg	60.44 kg
13	20.85 kg	59.6 kg	57.8 kg
14	62.62 kg	51.1 kg	55.95 kg
15	53.32 kg	48.56 kg	50.71 kg
16	74.52 kg	63.63 kg	61.93 kg
17	57.23 kg	57.09 kg	57.6 kg
18	53.5 kg	53.45 kg	53.92 kg
19	60.56 kg	61.08 kg	60.9 kg
20	48.1 kg	48.79 kg	48.37 kg
21	53.38 kg	52.08 kg	50.5 kg
22	44.2 kg	43.36 kg	42.88 kg
23	52.05 kg	52.9 kg	52.3 kg
24	61.55 kg	60.53 kg	61.49 kg
25	51.16 kg	69.18 kg	66.89 kg
26	78.94 kg	68.6 kg	66.73 kg
27	46.54 kg	43.3 kg	46.58 kg
28	54.9 kg	51.58 kg	55.58 kg
29	39.16 kg	49.48 kg	50.45 kg
30	58.88 kg	56.7 kg	57 kg
31	63.64 kg	61.09 kg	60.77 kg
32	63.4 kg	66.7 kg	63.82 kg
33	54.65 kg	54.58 kg	56.2 kg
34	48.5 kg	42.84 kg	46.8 kg
35	58.8 kg	55.31 kg	55.9 kg
36	51.42 kg	50 kg	53.8 kg
37	46.86 kg	45.2 kg	46.29 kg

38	62.55 kg	59.1 kg	62.8 kg
39	42.6 kg	41.5 kg	41.4 kg
40	69.3 kg	59.4 kg	67.9 kg
41	60.1 kg	49.06 kg	57.1 kg
42	65.2 kg	44.3 kg	64.1 kg
43	63 kg	60.6 kg	59.18 kg
44	85.1 kg	81.63 kg	79.37 kg
45	45.41 kg	42.61 kg	43.15 kg
46	61.8 kg	61.78 kg	61.9 kg
47	44.08 kg	43.36 kg	42.6 kg
48	101.8 kg	105.07 kg	100.12 kg
49	62.7 kg	56.87 kg	57.8 kg
50	64.75 kg	61.8 kg	62.68 kg
51	47 kg	46 kg	45.5 kg
52	56.8 kg	54.6 kg	52 kg

Fuente: Elaboración propia, base de datos trabajo de campo, 2020