



HOSPITAL GENERAL TERCER MILENIO

CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD

DEPARTAMENTO DE MEDICINA

TESIS

**CORRELACIÓN ENTRE BIOIMPEDANCIA ELÉCTRICA Y
ABSORCIOMETRÍA DUAL DE RAYOS X EN USUARIOS DE LA
UNEME HEMODIÁLISIS AGUASCALIENTES**

PRESENTA

Perla Judith Dorantes Reyna

**PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALIDAD EN
MEDICINA INTEGRADA**

TUTOR:

Dr. Jesús Ricardo González González

COMITÉ TUTORIAL:

Dr. Francisco Javier Serna Vela

Aguascalientes, Ags. Febrero 2015

PERLA JUDITH DORANTES REYNA
ESPECIALIDAD EN MEDICINA INTEGRADA
P R E S E N T E

Por medio de la presente se le informa que en cumplimiento de lo establecido en el Reglamento General de Docencia en el Capítulo XVI y una vez que su trabajo de tesis titulado:

“CORRELACIÓN ENTRE BIOIMPEDANCIA ELÉCTRICA Y ABSORCIOMETRÍA DUAL DE RAYOS X EN USUARIOS DE LA UNEME HEMODIÁLISIS AGUASCALIENTES”

Ha sido revisado y aprobado por su tutor y consejo académico, se autoriza continuar con los trámites de titulación para obtener el grado de:
Especialista en Medicina Integrada

Sin otro particular por el momento me despido enviando a usted un cordial saludo.

ATENTAMENTE
“SE LUMEN PROFERRE”
Aguascalientes, Ags., 27 de Enero de 2015.

DR. RAÚL FRANCO DÍAZ DE LEÓN
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD

CARTA DE ACEPTACIÓN PARA IMPRESIÓN DE TESIS
Tesis para obtener el Título de

ESPECIALISTA EN MEDICINA INTEGRADA

TITULO DE TESIS:

**CORRELACIÓN ENTRE BIOIMPEDANCIA ELÉCTRICA Y
ABSORCIOMETRÍA DUAL DE RAYOS X EN USUARIOS DE LA
UNEME HEMODIÁLISIS AGUASCALIENTES**

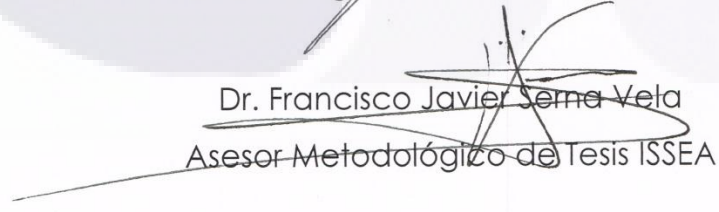
PRESENTA:

Perla Judith Dorantes Reyna

Residente de segundo año de la Especialidad en Medicina Integrada


Dr. Jesús Ricardo González González

Médico Endocrinólogo Adscrito a la UNEME Hemodiálisis


Dr. Francisco Javier Serna Vela

Asesor Metodológico de Tesis ISSEA



**PROGRESO
para
todos**

GOBIERNO DE AGUASCALIENTES

DEPENDENCIA:	INSTITUTO DE SERVICIOS DE SALUD DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES.
SECCIÓN:	SUBDIRECCIÓN DE ENSEÑANZA, CAPACITACIÓN E INVESTIGACIÓN.
Nº DE OFICIO:	5000-
EXPEDIENTE:	5000/

COMITÉ LOCAL DE INVESTIGACIÓN

Aguascalientes, Ags, 26 de Enero de 2015

A quien corresponda:

El comité estatal de investigación en salud, basado en los estatutos contenidos en el manual de investigación en salud, ha tenido a bien revisar el protocolo de investigación intitulado **“Correlación entre Bioimpedancia Eléctrica y Absorciometría Dual de Rayos X en usuarios de la UNEME Hemodiálisis Aguascalientes”**

Otorgando el Dictamen de **“ACEPTADO”** número de registro: **ZISSEA-04/15**

Investigador (s) de proyecto:
Dra. Perla Judith Dorantes Reyna

Investigador principal (es) y Asesor (es) del proyecto:
Dr. Jesús Ricardo Gonzalez Gonzalez
Dr. Francisco Javier Serna Vela

Lugar de desarrollo de la Investigación
Unidad de Especialidad Médica (UNEME) Hemodiálisis, Aguascalientes, Ags. ISSEA

Clasificación:
Trabajo de Investigación: Tesis de Especialidad Médica.

Esperando que este proyecto de investigación redunde en beneficio a nuestra población, nos ponemos a sus órdenes.

ATENTAMENTE


Dr. Javier Góngora Ortega
Secretario Técnico



**UNIDAD
DE INVESTIGACION
EN SALUD**

C.c.p.- Archivo.



www.aguascalientes.gob.mx
Margil de Jesús No. 1501 Fracc. Las Arboledas.
Aguascalientes, Ags.C.P. 20020 | Tel: 910 79 00 |



Secretaría de
SALUD
ISSEA



AGRADECIMIENTOS

Al culminar este proyecto, agradezco a Dios por haber elegido hace años esta profesión, la cual es maravillosa día a día.

Agradezco al Hospital General Tercer Milenio por ser mi casa; a cada uno de los pacientes del área de Medicina Interna, quienes a lo largo de estos 2 años han engrandecido mis conocimientos.

Expreso mi eterno agradecimiento a todas aquellas personas que con hechos y palabras, me dieron más que una enseñanza: Dra. Ericka Imelda Pacheco Aranda, Dr. Felipe de Jesús Flores Parkman Sevilla.

Doy gracias a todos mis maestros por su tiempo, su aprendizaje y los momentos inolvidables: Dra. González, Dr. González, Dr. Aguayo, Dr. Cárdenas, Dra. Fuantos, Dr. Alvizo, Dra. Martínez, Dr. Dávila, Dr. Topete, Dr. Monroy.

Gracias a las personas que desde el primer día de mi ingreso a este hospital y hasta el día de hoy confiaron en mí como médico: Dr. Adolfo Tello y Dr. José Malrubbio Quintero.

Agradezco al tiempo que eligió a 6 excelentes personas para compartir con ellos esta hermosa experiencia, con quienes viví risas, llanto, enojo, despedidas y reencuentros; jamás los olvidare. Cada uno de ustedes son maravillosas personas, especiales cada una, con un toque genial, con una vida plena: Elizabeth Aguilar Pérez, Ana Liliana Cortez Ortiz, Gilda Eunice Pérez Escareño, Ma. Guadalupe Rocio Vásquez, Cesar Alejandro Ramírez Escobedo y Adrián Reyes Alonso.

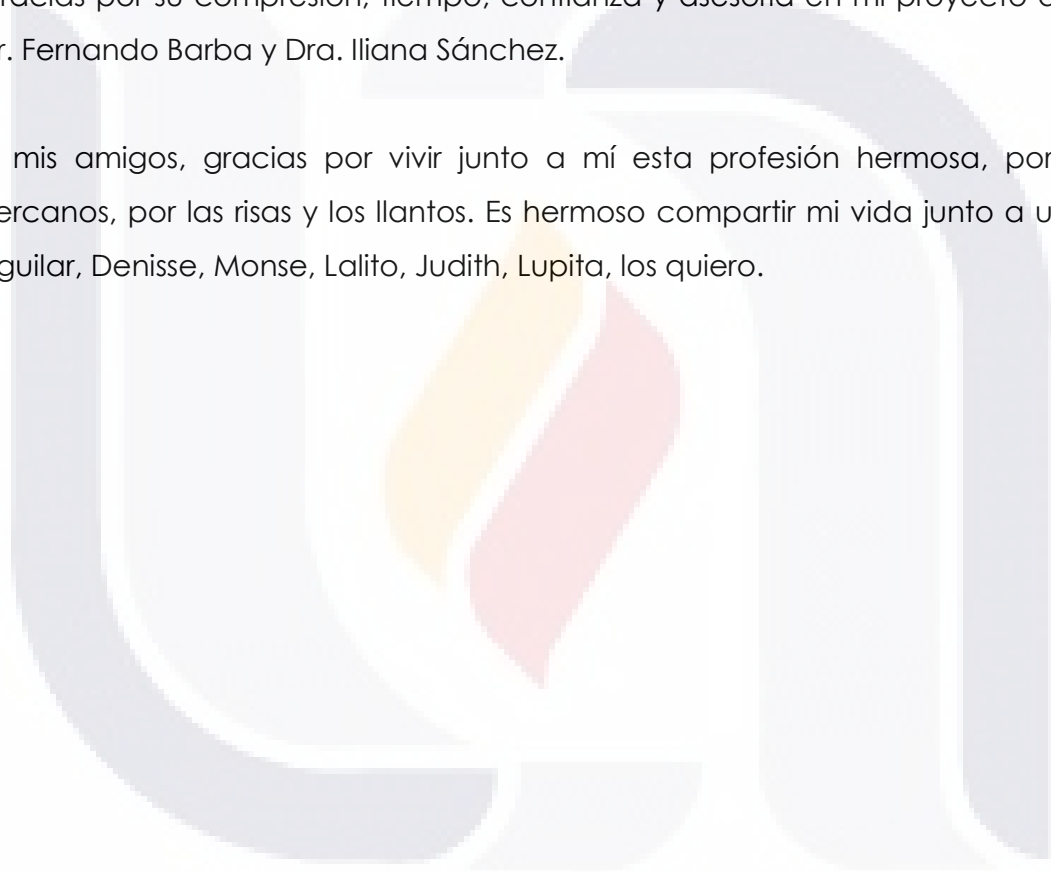
Me siento afortunado y agradecido por mis Asesores de Tesis, por su excelente asesoría, sin horario, sin medida; por la gran dedicación, esmero e invaluable

apoyo en los momentos álgidos: Dr. Ricardo de Jesús González y Dr. Francisco Serna.

Agradezco a todo el personal que labora en la UNEME Hemodiálisis, gracias Dra. Olivia Clavillo Delgado Directora de la UNEME Hemodiálisis Aguascalientes, quien en todo momento me brindó su apoyo para la realización de esta investigación.

Gracias por su comprensión, tiempo, confianza y asesoría en mi proyecto de tesis: Dr. Fernando Barba y Dra. Iliana Sánchez.

A mis amigos, gracias por vivir junto a mí esta profesión hermosa, por seguir cercanos, por las risas y los llantos. Es hermoso compartir mi vida junto a ustedes: Aguilar, Denisse, Monse, Lalito, Judith, Lupita, los quiero.



DEDICATORIA:**A mi Familia:**

A mi Madre: Mujer inteligente, fuerte y bella; cuya palabra es fuente de optimismo, confianza y seguridad para mí. Gracias por tu apoyo incondicional, por estar junto a mí aun en los momentos más difíciles; gracias por seguir siendo mi luz. Te Amo.

A mi Padre: Hombre generoso, noble y valiente; quien con una palabra abre las puertas, borra mis temores y miedos. Gracias por ser siempre mi ejemplo, mi guía, mi ayuda: gracias por seguir siendo mi fortaleza. Te Amo.

A mis Hermanos: Hombres solidarios, quienes han extendido un abrazo, una palabra de aliento, un te quiero. Gracias por su apoyo incondicional y horas de convivencia postergadas. Los Amo.

A mis Sobrinos: Hombres alegres, fuertes, divertidos y entusiastas; quienes me han dado inmensos momentos de felicidad mientras los he visto crecer y aprender del mundo. Los Amo.

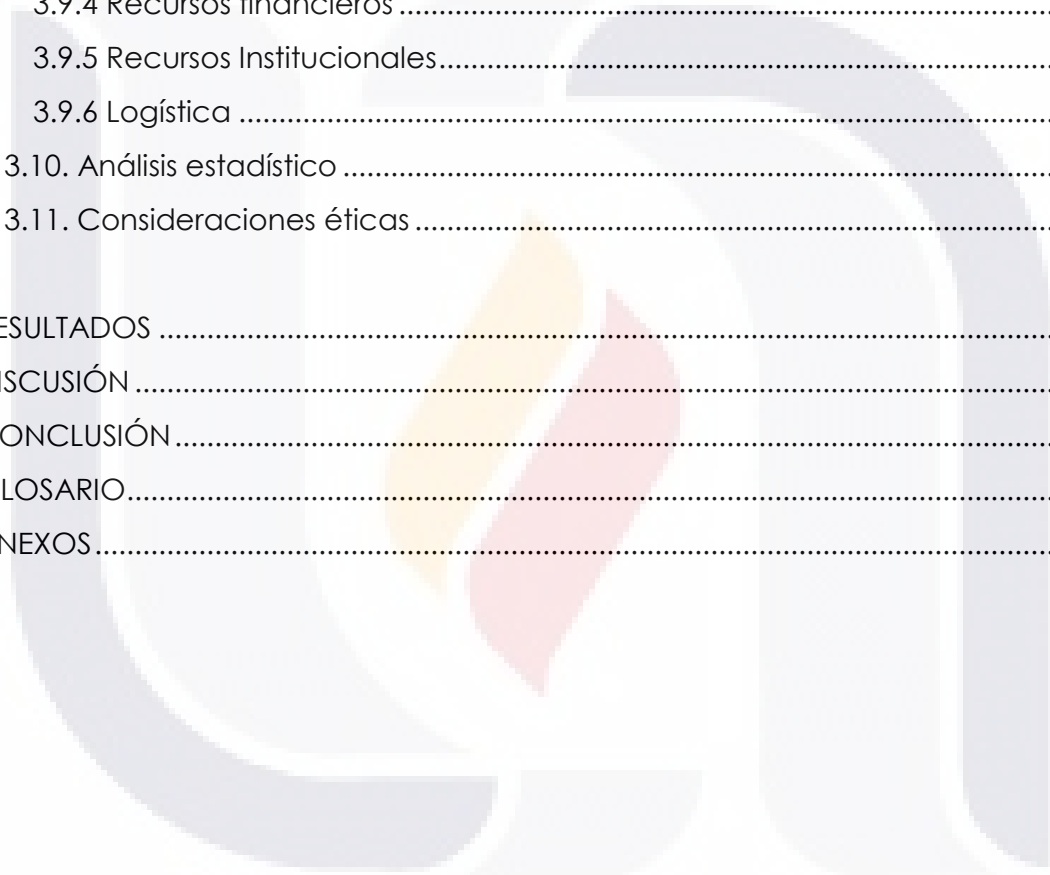
A mi Cuñada: Mujer amiga, quien me ha ofrecido su compañía y respaldo incondicional durante esta etapa de mi formación. Te Quiero.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	1
ÍNDICE DE TABLAS	4
ÍNDICE DE GRÁFICAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	6
RESUMEN.....	7
ABSTRACT.....	8
INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO.....	13
1.1 Marco Histórico	13
1.2 Marco Científico	15
1.2.1 Epidemiología	15
1.2.2 Incidencia y prevalencia de la ERC y Osteoporosis.....	15
1.2.3 Impacto en salud de la ERC	16
1.2.4 Impacto económico de la ERC y osteoporosis.....	17
1.2.5 Enfermedad Renal Crónica	17
1.2.6 Etiología de la Enfermedad Renal Crónica.....	18
1.2.7 Clasificación de la Enfermedad Renal Crónica	20
1.2.8 Fisiopatología de la Enfermedad Renal Crónica.....	20
1.2.7 Manifestaciones Clínicas de la Enfermedad Renal Crónica	23
1.3 Trastorno del metabolismo óseo mineral asociada a Enfermedad Renal Crónica	24
1.4 Osteoporosis	27
1.5 Densidad mineral ósea.....	28
1.6 Absorciometría dual de rayos X (DXA).....	31
1.6.1 Generalidades	31
1.6.2 Principios físicos.....	32
1.6.3 Interpretación.....	32
1.7 Bioimpedancia eléctrica (BIA)	33

1.7.1 Generalidades	34
1.7.2 Principios y propiedades bioeléctricas	35
1.7.3 Metodología de la Bioimpedancia Eléctrica.....	36
1.7.4 Interpretación de la composición corporal mediante Bioimpedancia Eléctrica.....	38
1.8 Pruebas diagnósticas.....	39
1.8.1 Generalidades	39
1.8.2 Características de una pruebas diagnósticas	40
1.8.3 Validez de una prueba diagnóstica: sensibilidad y especificidad	40
1.8.4 Seguridad de una prueba diagnóstica: valores predictivos	42
1.8.4 Razones de probabilidad	42
1.9 Marco normativo.....	44
1.10 Marco conceptual.....	45
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	48
2.1 Planteamiento y Justificación del problema	48
2.1.1 Justificación.....	48
2.3 Naturaleza del Problema	49
2.4 Pregunta de Investigación.....	52
2.5 Objetivos.....	52
2.5.1 Objetivo General	52
2.5.2 Objetivos Específicos.....	52
2.3 Hipótesis	53
2.3.1 Hipótesis Verdadera	53
2.3.2 Hipótesis Nula	53
CAPÍTULO III. MATERIAL Y MÉTODOS.....	54
3.1 Tipo de estudio.....	54
3.2 Población de estudio.....	54
3.3 Tamaño de la muestra.....	54
3.4 Descripción de las variables	54
3.4.1 Variables del estudio	54
3.4.2 Operacionalización de las variables	55

3.5 Criterios de inclusión.....	59
3.6 Criterios de exclusión	59
3.7 Criterios de eliminación	59
3.9 Recursos para el estudio	60
3.9.1 Recursos humanos	60
3.9.2 Recursos técnicos.....	60
3.9.3 Recursos materiales.....	60
3.9.4 Recursos financieros	60
3.9.5 Recursos Institucionales.....	61
3.9.6 Logística	61
3.10. Análisis estadístico	63
3.11. Consideraciones éticas	63
RESULTADOS	65
DISCUSIÓN	71
CONCLUSIÓN.....	73
GLOSARIO.....	76
ANEXOS.....	84

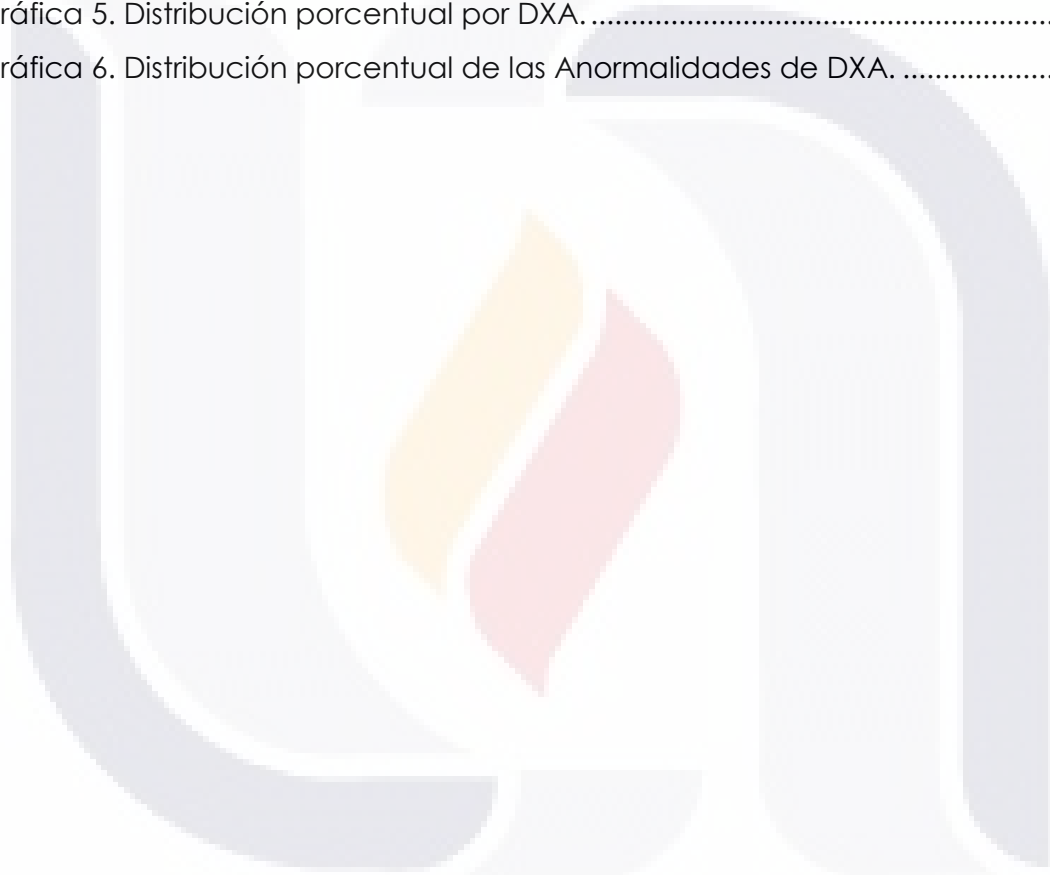


ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principales causas de Enfermedad Renal Crónica. VIH: Virus de Inmunodeficiencia Humana.	19
Tabla 2. Categorías de la Enfermedad Renal Crónica de acuerdo a la tasa de filtrado glomerular.	20
Tabla 3. Categorías de la Enfermedad Renal Crónica de acuerdo a la albuminuria.	21
Tabla 4. Métodos de evaluación de la densidad mineral ósea.	30
Tabla 5. Criterios diagnósticos de osteoporosis basados en la masa ósea.	33
Tabla 6. Operacionalización de las variables.	55
Tabla 7. Características de la población.	66
Tabla 8. Distribución por Tiempo de Evolución de la Enfermedad.	67
Tabla 9. Distribución de IMC de acuerdo a BIA y DXA.	67
Tabla 10. Distribución por Género para BIA y DXA.	70
Tabla 11. Correlación entre Bioimpedancia eléctrica (BIA) y Absorciometría dual de rayos X (DXA).	70

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Distribución porcentual por Género.....	65
Gráfica 2. Distribución porcentual por Etiología de la Enfermedad Renal Crónica.....	66
Gráfica 3. Distribución porcentual por IMC.	68
Gráfica 4. Distribución porcentual por Bioimpedancia Eléctrica.	68
Gráfica 5. Distribución porcentual por DXA.....	69
Gráfica 6. Distribución porcentual de las Anormalidades de DXA.	69



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mecanismos de las alteraciones del metabolismo del calcio, fósforo y hormona paratiroidea en la ERC.....	26
Figura 2. Representación gráfica y cálculo de las puntuaciones T-score y Z-score.	34
Figura 3. Metodología de la BIA: a) <i>Bioimpedanciometro</i> . B) <i>Posición para la medición de la composición corporal</i>	37
Figura 4. Porcentaje de Agua Corporal Total (ACT).....	38
Figura 5. Masa ósea en Mujeres: estimada en Kg	38
Figura 6. Masa ósea en Hombres: estimada en Kg	38
Figura 7. Niveles de Grasa Visceral.....	39
Figura 8. Estimación de sensibilidad y especificidad de la rigidez de nuca en el diagnóstico de la hemorragia subaracnoidea.....	41
Figura 9. Estimación de los valores predictivos (positivo-negativo) de la rigidez de nuca en el diagnóstico de la hemorragia subaracnoidea.....	43
Figura 10. Posición correcta para la realización de Bioimpedancia Eléctrica.....	62

RESUMEN

Antecedentes y Objetivo: La Bioimpedancia Eléctrica (BIA) y Absorciometría Dual de Rayos X (DXA), son dos técnicas comunes en la medición de la masa ósea. El objetivo de esta investigación fue determinar la correlación entre los valores de la masa ósea medida por BIA y la densidad mineral ósea medida por DXA, en usuarios de la UNEME Hemodiálisis.

Material y Métodos: Se incluyeron en estudio 30 usuarios (20 del género masculino y 10 del género femenino); a los cuales se les realizó post-hemodiálisis la medición antropométrica, BIA y DXA.

Resultados: De los 25 usuarios incluidos en la investigación 17 correspondían al género masculino y 8 al femenino. La edad media fue de 35.5 años; 16 usuarios obtuvieron baja masa ósea para su edad y género (BIA); en 14 usuarios los valores de DXA para T-score (cadera) fueron bajos. Se encontró una correlación $r = 0.875$ entre anomalías de la masa ósea por BIA y baja densidad mineral ósea por DXA, con una significancia de $p: 0.001$.

Conclusiones: Según los resultados obtenidos el uso de BIA es una buena herramienta de escrutinio para determinar las alteraciones del metabolismo óseo mineral.

ABSTRACT

Background and Objective: Bioelectrical impedance analysis (BIA) and dual energy X-ray absorptiometry (DXA) are two common techniques for measuring bone mass. The objective of this research was to determine the correlation between the values measured by BIA bone mass and bone mineral density measured by DXA in Hemodialysis UNEME users.

Material and Methods: 30 users (20 male and 10 female) were included in the study; we evaluated DXA, BIA and simple anthropometry after hemodialysis.

Results: Of the 25 users included in the investigation corresponded to 17 male and 8 female the mean age was 35.5 years old; 16 users got low bone mass for age and gender (BIA); 14 users DXA values for T-score (hip) were low. A correlation $r = 0.875$ was found between abnormalities in bone mass by BIA and low bone mineral density by DXA, with a statistical significance ($p: 0.001$).

Conclusions: According to the results obtained using BIA is a good screening tool for determining alterations in bone mineral metabolism.

ACRÓNIMOS:

ACD: *Aporte Calórico Diario*

ACT: *Agua Corporal Total*

AMOM: *Área de Masa Ósea Mineral*

BIA: *Bioimpedancia eléctrica*

BIVA: *Bioimpedancia Eléctrica Vectorial*

Car: *Receptor Sensor de Calcio*

CENETEC: *Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud*

cm²: *Centímetro cuadrado*

CC: *Composición Corporal*

CMOT: *Composición Mineral Ósea Total*

DXA: *Absorciometría dual de rayos X*

DMO: *Densidad Mineral Ósea*

EE.UU: *Estados Unidos de Norteamérica*

ERC: *Enfermedad Renal Crónica*

FG: *Filtrado Glomerular*

FGF: *Factor de Crecimiento de Fibroblastos*

GBD: *Carga Global de Enfermedades*

gr: *Gramo*

IMC: *Índice de Masa Corporal*

IMSS: *Instituto Mexicano del Seguro Social*

KDIGO: *Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease.*

K/DOQI: *Practice Guidelines For Chronic Kidney Disease: Evaluation, Classification and Stratification For Chronic Kidney Disease.*

Kg: *Kilogramo*

MOM: *Masa Ósea Mineral*

Mt: *Metro*

OMS: *Organización Mundial de la Salud*

PTH: *Hormona Paratiroidea*

PD: Prueba Diagnóstica

RPN: La razón de probabilidad negativa

RPP: Razón de probabilidad positiva

SRAA: Sistema Renina Angiotensina Aldosterona

TGF: Factor de Crecimiento Transformante

TGF: Tasa de Filtrado Glomerular

TMO: Trastorno Mineral Óseo

UNEME: Unidad de Especialidad Medica

VPP: Valor Predictivo Positivo

VNP: Valor Predictivo Negativo

25(OH)D3: 25-hidroxitamina D

1,25 (OH) 2D: 1,25-dihidroxitamina D



INTRODUCCIÓN

La Enfermedad Renal Crónica (ERC) es una condición clínica cada vez más frecuente, actualmente representa un problema de salud pública global por su carácter epidémico, debido al número creciente de casos, por los altos costos de inversión, recursos de infraestructura y humanos limitados, la detección tardía y altas tasas de morbilidad y mortalidad en programas de sustitución. La Organización Mundial de la Salud en el año 2001 la ubicó en el noveno lugar en Latinoamérica y el mundo, en el año 2006 la Secretaría de Salud en México, el INEGI y el Censo Nacional de Población reportaron la nefritis y la nefrosis en el octavo lugar como causa de defunción. (1)

La ERC se encuentra entre las primeras 10 causas de mortalidad general en el IMSS, ocupa la octava causa de defunción en el varón de edad productiva y la sexta en la mujer de 20 a 59 años¹, mientras que para la Secretaría de Salud el costo de ofrecer una cobertura universal sería de más de 10 000 millones de pesos, lo cual corresponde a casi 20% del presupuesto anual del Seguro Popular. (2)

Conforme declina la función renal, se presenta un deterioro progresivo en todo el organismo; la afección en la homeostasis mineral y ósea no es la excepción; trastornos del metabolismo mineral y óseo asociado a la enfermedad renal crónica (TMO-ERC) incluyen: a) alteraciones bioquímicas (calcio, fósforo, hormona paratiroidea (PTH) y vitamina D); b) alteraciones del recambio, mineralización, volumen, crecimiento lineal y resistencia óseas; c) presencia de calcificaciones vasculares y de tejidos blandos. (3)

La incidencia de fractura de cadera aumenta de manera inversa a la tasa de filtrado glomerular (TFG) estimada, habiéndose observado un riesgo relativo frente a controles sanos de 2,12 cuando la TFG es inferior a 60 ml/min/1.73 m² y del 2,32 con TFG por debajo de 45 ml/min/1.73 m² (4) . Estos valores se duplican en

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

pacientes con una TFG por debajo de 15 ml/min/1.73 m². Cerca del 50% de los pacientes con ERC en terapia sustitutiva (diálisis), ha sufrido al menos, una fractura por fragilidad ósea (5); observándose además signos histológicos de hiperparatiroidismo secundario en los huesos en más del 50% de pacientes con ERC en hemodiálisis. (6)

El desarrollo de los métodos de cuantificación de la masa ósea ha marcado la evolución conceptual para el diagnóstico oportuno de la osteoporosis; la absorciometría dual de rayos X (DXA) es una técnica que presenta buenos resultados, tanto en términos de precisión como de fiabilidad; en el año de 1994, la OMS estableció los criterios densitométricos (T-Score de -2.5) para establecer el diagnóstico de esta patología, considerando desde ese momento DXA como estándar de oro para su diagnóstico. (7)

La Bioimpedancia Eléctrica (BIA) es un método ampliamente utilizado para la estimación de la composición corporal; por la inocuidad, facilidad de uso, bajo costo y portabilidad; la evaluación se basa en la estrecha relación que hay entre las propiedades eléctricas del cuerpo humano, la composición corporal de los diferentes tejidos y del contenido total de agua. (8) El valor de masa ósea por este método se realiza en base a su correlación con la cantidad de masa libre de grasa, no ofrece un criterio de dureza o fortaleza de los huesos, ni los riesgos de fracturas óseas. (9)

La detección precoz en las alteraciones en la masa ósea tiene como beneficios la implementación de intervenciones potenciales de prevención, además de la reducción en los costos e impacto en la atención integral para nuestros usuarios y el resto de la población con factores de riesgo para el desarrollo de osteoporosis.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1 Marco Histórico

La enfermedad renal ya era conocida desde el siglo V A.C., donde Hipócrates en su libro *Epidemics*, describe aquel joven de 20 años de edad, alcohólico crónico, presenta fiebre, ascitis, orina oscura y escasa, seguida de anuria, con pérdida de la conciencia y muerte; a la luz de los conocimientos en la actualidad, la presencia de un Síndrome Hepatorrenal.(10) Frederich Frerish (1819-1885) en compañía de Luwdig Traube (1818-1876) escribieron una monografía sobre la función renal así como la correlación entre las enfermedades del corazón y riñón. (11)

El francés Ambard (1912) fue el primero en incluir la excreción urinaria de urea y volumen urinario en un intento de relacionar la excreción cuantitativa de urea con el contenido de urea en la sangre. (12) El Dr. Homer W. Smith (1895-1962) medio la función renal mediante técnicas de depuración utilizando la insulina, glucosa y ácido paraaminohipúrico; midiendo así la filtración glomerular, el flujo sanguíneo y la capacidad máxima de reabsorción y secreción renal. (13)

Tomas Graham acuñó en 1861 el término diálisis, demostrando que un “parche” vegetal podía actuar como membrana semipermeable, pasaron más de 50 años hasta que en 1913 John J. Abel desarrolló el primer “riñón artificial”, usando una membrana de celoidina (nitrocelulosa). En 1924, Georg Haas realiza en Alemania la primera hemodiálisis en humanos. (14) Merrill, Hume y Miller, de la Universidad de Harvard, fueron los primeros en publicar, en 1952, su experiencia preliminar sobre una serie de trasplantes de riñón cadavérico en pacientes urémicos. (12)

En 1550, el papiro de Edwin Smith describe la presencia de fracturas vertebrales, (14)hacia el siglo IV Paulus Aegineta describe por primera vez la enfermedad ósea.(15) Harvey Cushing observó que el exceso de glucocorticoides

(endógenos) estaba relacionado con deterioro de la estructura ósea y fracturas vertebrales (osteoporosis secundaria). (16) Durante el siglo XIX el término osteoporosis fue acuñado Johann Lobstein, al describir lo que hoy conocemos como osteogénesis imperfecta; hacia 1940, el médico estadounidense y endocrinólogo Fuller Albright describe la osteoporosis postmenopáusica y propuso que era la consecuencia de la formación de hueso deteriorado debido a la deficiencia de estrógeno. (17)

A fines de los 80, era evidente que la densitometría ósea tenía un impacto substancial en el estudio de las enfermedades óseas en general; comenzó a surgir el conocimiento de la composición corporal; empleando diversas técnicas entre ellas DXA; es hasta 1986 cuando Kushner describe y valida a la Bioimpedancia vectorial como herramienta diagnóstica de los cambios de la composición corporal (CC). (18) Sin embargo esta herramienta diagnóstica ya era empleada desde los años 50' (Nyboer) con el fin de medir el flujo sanguíneo; (19) posteriormente en el año de 1980 Lunar, produjo y comercializó el equipo denominado sp2; el cual permitía con razonable exactitud medir el contenido mineral del antebrazo. Integrado al mercado el analizador de la composición corporal, conocido como "Tanita" hacia el año de 1992. (20) Durante el año 2002 la Sociedad Española de Nefrología fundamentó la Bioimpedancia Eléctrica Vectorial (BIVA) como técnica para el establecimiento de la composición corporal a través vectores gráficos derivados de la resistencia-reactancia (R/X_c) sin ecuaciones; la Agencia Estatal de Evaluación Tecnológica (avalia-t) consideró a la BIVA como una herramienta útil en la evaluación de la CC de los pacientes con enfermedad renal crónica. (18)

1.2 Marco Científico

1.2.1 Epidemiología

1.2.2 Incidencia y prevalencia de la ERC y Osteoporosis

La enfermedad renal crónica (ERC) afecta aproximadamente al 13% de la población adulta, lo que resulta en costos significativos de morbi-mortalidad a nivel mundial. (21) A finales del año 2003 se estimaba en la población mundial 1.7 millones de pacientes con ERC terminal en terapia sustitutiva, de los cuales 1.3 millones fueron sometidos a diálisis y más de 300.800 personas recibieron un trasplante renal. (22) Durante el año 2011 la prevalencia para los Estados Unidos de Norteamérica (EE.UU.) formulaba en 615,889 casos de ERC por millón de habitantes (430,273 en diálisis y 185,626 con trasplante renal funcional). (23)

La Asociación Renal Europea estima que existen cerca de 63,000 nuevos casos por año de pacientes con ERC, existiendo aproximadamente 360,000 pacientes en terapia sustitutiva renal, 66% de ellos en diálisis. (22)

En México la ERC es una patología dramática, considerada un problema de salud pública debido al número creciente de casos, la detección tardía, altos costos, recursos de infraestructura y humanos limitados; se estima una incidencia de 377 casos por millón de habitantes y una prevalencia de 1,142; contando con cerca de 52,000 pacientes en terapias sustitutivas, de los cuales el 80% de los pacientes son atendidos en el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). (1)

De acuerdo con la definición operativa de osteoporosis de la Organización Mundial de la Salud (OMS), el 17% de las mujeres mexicanas y el 9% de los hombres mexicanos mayores de 50 años padecen osteoporosis en la columna lumbar y 16% de las mujeres mexicanas y 6% de los hombres mexicanos sufren

osteoporosis en el fémur proximal; se estima que la cantidad anual de fracturas de cadera aumentará de 29.732 en 2005 a 155.874 en 2050. (24)

La incidencia de fractura de cadera aumenta de manera inversa a la cifra de filtrado glomerular estimado; estudios realizados se ha observa un riesgo relativo frente a controles sanos de 2,12 cuando la TFG es inferior a 60 ml/min y de 2,32 por debajo de 45 ml/min; (4) estos valores se duplican en pacientes con FG por debajo de 15 ml/min. En la población de pacientes en diálisis, cerca del 50% ha sufrido al menos, una fractura por fragilidad ósea; (5) observándose además signos histológicos de hiperparatiroidismo secundario en los huesos en más del 50% de pacientes con ERC en terapia sustitutiva modalidad hemodiálisis. (6)

1.2.3 Impacto en salud de la ERC

La Organización Mundial de la Salud en el año 2001 ubicó a la nefritis y la nefrosis en el noveno lugar de mortalidad en Latinoamérica y en el mundo. (1) Alrededor del 44% de las muertes que ocurren en pacientes con enfermedad renal crónica avanzada son de origen cardiovascular; siendo 10 a 20 veces más frecuente en la población urémica que en la población general. (25)

De acuerdo al Reporte de la OMS 2002 y la Carga Global de Enfermedades (GBD), las enfermedades renales y del tracto urinario contribuyen con aproximadamente 850,000 muertes cada año y 15,010,167 años de vida saludable ajustados por discapacidad; representando la 17° causa de discapacidad mundial. (26)

En México, la ERC ocupa el décimo primer lugar de mortalidad para la población total, con más de 13 mil muertes en el 2009. (27)

1.2.4 Impacto económico de la ERC y osteoporosis

Los pacientes con enfermedad renal terminal consumen una parte desproporcionada de los recursos sanitarios. El costo total del programa de ERC en los EE.UU. fue de aproximadamente \$ 49.3 mil millones en el año 2011 en el sistema *Medicare*; con un costo \$ 75,000 persona/año; \$ 32.922 para los que reciben tratamiento de hemodiálisis y para los pacientes con trasplante de \$ 87,945. (9) En Europa, la proporción del presupuesto sanitario total absorbida por la terapia sustitutiva renal es cercano al 0,7%, mientras que en Reino Unido su incremento es cercano al 1,8%. (26)

En México el costo anual promedio directo en el sector público por el tratamiento de un individuo en hemodiálisis es de \$158,964.00 de pesos, y el costo de atender a la población que podría demandar terapia de reemplazo renal se estima en \$10, 921,788, 072.00 de pesos. Así mismo para poder alcanzar una cobertura universal, mediante el crecimiento de las unidades públicas, se necesitaría invertir 10, 333 millones de pesos; mientras que la inversión asciende a 10,952 millones de pesos para la contratación de unidades subrogadas. (2)

En el sistema de salud de nuestro país; durante el año 2006 el consumo de más de 97 millones de dólares en concepto de gastos directos para atención médica especializada de fracturas de cadera; los costos podrían variar de 213 a más de 466 millones de dólares para 2025 y de 555 millones a 4,1 millones de dólares para 2050 de acuerdo a las diferentes proyecciones. (24)

1.2.5 Enfermedad Renal Crónica

En México, la enfermedad renal crónica es una enfermedad catastrófica, representa un problema de salud pública debido al impacto en la calidad de vida de los pacientes, sus familiares y el entorno a ellos; además de producir altos costos de inversión, recursos de infraestructura y humanos limitados; siendo parte

esencial la detección tardía que conlleva a altas tasas de morbilidad y mortalidad.

La enfermedad renal crónica es caracterizada por una disminución en la función renal, expresada por una tasa de filtrado glomerular (TFG) menor a 60 ml/min/1.73 m² o la presencia de daño renal (alteraciones histológicas, albuminuria-proteinuria, alteraciones del sedimento urinario o alteraciones en las pruebas de imagen) de forma persistente durante al menos 3 meses. (28) (29)

1.2.6 Etiología de la Enfermedad Renal Crónica

La etiología de la ERC es diversa (Figura 1), se designa de acuerdo a la presencia o ausencia de una patología sistémica subyacente; las enfermedades renales primarias surge el proceso patológico que es delimitado a la afección renal; mientras que en enfermedades sistémicas, el riñón es sólo una víctima de un proceso específico, (28) representando un 70% de los casos de enfermedad renal crónica en etapa avanzada; la nefropatía diabética es la primera causa de nuevos casos de ERC con un 50%, (30) ciertas enfermedades genéticas cruzan esta frontera afectando a diferentes tejidos, por ejemplo, enfermedad poliquística renal. (29)

Tabla 1. Principales causas de Enfermedad Renal Crónica. VIH: Virus de Inmunodeficiencia Humana. (30)

Glomerulopatías
<p>Enfermedades glomerulares primarias</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Glomeruloesclerosis focal y segmentaria 2. Glomerulonefritis membranoproliferativa 3. Nefropatía por IgA 4. Nefropatía membranosa <p>Enfermedades glomerulares secundarias</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Nefropatía diabética 2. Amiloidosis 3. Glomerulonefritis post-infecciosa 4. Nefropatía relacionada con VIH 5. Colagenopatías vasculares 6. Nefropatía por células falciformes 7. Glomerulonefritis membranoproliferativa relacionada con VIH
Nefritis tubulointerstical
<p>Hipersensibilidad farmacológica Metales pesados Nefropatía por analgésicos Reflujo/Pielonefritis crónica Idiopática</p>
Enfermedades hereditarias
<p>Poliquistosis renal Enfermedad quística medular Síndrome de Alport</p>
Nefropatías obstructivas
<p>Enfermedad prostáticas Nefrolitiasis Fibrosis o tumor retroperitoneales Congénitas</p>
Enfermedades vasculares
<p>Nefroesclerosis hipertensiva Estenosis de la arteria renal</p>

1.2.7 Clasificación de la Enfermedad Renal Crónica

El riñón cuenta con diversas funciones, como endocrinas, metabólicas y excretoras; la tasa de filtrado glomerular es un componente de la función excretora, pero es ampliamente aceptado como el mejor índice general para evaluar la función renal, ya que este índice se reduce posterior al daño estructural generalizado; además de existir marcadores de daño renal, los cuales a menudo proporcionan una pista sobre el sitio probable de daño en el renal y en asociación con otros hallazgos clínicos, la causa de la enfermedad. En la actualidad la ERC se clasifica de acuerdo TFG y albuminuria (Figura 2 y 3). (29)

1.2.8 Fisiopatología de la Enfermedad Renal Crónica

Independientemente de la etiología, el número de nefronas disminuye durante la progresión de la ERC. El espacio anteriormente ocupado por los glomérulos y túbulos se reemplaza con matriz extracelular a través de un proceso fibrótico que se asemeja en gran medida a la cicatrización; de forma inicial las nefronas aumentan su tasa de filtración a fin de mantener la necesidad de excreción del organismo. La disfunción renal aparece cuando las nefronas restantes no pueden hacer frente con la carga extra sostenida. Sin embargo, con el tiempo los mecanismos adaptativos iniciales se pierden, lo que contribuyen al deterioro de los nefronas remanentes. (30)

Tabla 2. Categorías de la Enfermedad Renal Crónica de acuerdo a la tasa de filtrado glomerular. (29)

Categoría	Tasa de filtrado glomerular	Términos
G1	90 ml/min/1.73 m ²	Normal o alta
G2	60-89 ml/min/1.73 m ²	Levemente disminuida
G3 a	45-59 ml/min/1.73 m ²	Leve a moderadamente disminuida
G3 b	30-44 ml/min/1.73 m ²	Moderada a severamente disminuida
G4	15-29 ml/min/1.73 m ²	Severamente disminuida
G5	< 15 ml/min/1.73 m ²	Falla renal

Tabla 3. Categorías de la Enfermedad Renal Crónica de acuerdo a la albuminuria. (29)

Categoría	Tasa de excreción de albumina	Albumina/Creatinina (mg/mmol)	Albumina/Creatinina (mg/g)	Términos
A1	< 30	3	<30	Normal o ligeramente elevado
A2	30-300	3-30	30-300	Incremento moderado
A3	>300	>30	>300	Incremento severo

La nefropatía diabética es la glomerulopatías más frecuente, y la principal causa de enfermedad renal terminal; (29) la historia clínica comienza con síntomas de hiperfiltración (valores elevados de la TFG) y microalbuminuria ocasionales, que pueden durar aproximadamente 5 años. Durante los próximos años, la microalbuminuria se convierte en proteinuria cada vez más elevados, mientras que la TFG disminuye. Con la aparición de picos de hiperglicemia, no se sintetiza óxido nítrico, expresado en arterias aferentes y capilares glomerulares; lo que conduce a la vasodilatación y el aumento de la TFG. De forma progresiva aparece distensión glomerular, que provoca la disfunción endotelial, pérdida de la membrana basal glomerular, disminución en el número de podocitos y expansión mesangial, lo que representa la base de la lesión glomerular inicial, que conducirá a la glomeruloesclerosis. Además de los efectos directos de la hiperglucemia en las células tubulares; el daño glomerular provoca lesión tubular, lo que resulta en la muerte celular tubular, daño al epitelio mesangial, infiltración de células, degeneración túbulo y la fibrosis intersticial. (31)

La proteinuria deriva de alteraciones membrana basal glomerular, la cual activa las células tubulares para producir mediadores (TGF-β, la angiotensina-II, etc.) y las citocinas proinflamatorias; factores de crecimiento derivados de células glomerulares (TGF-β, factor de crecimiento IGF-1, angiotensina II, etc.) estimula la captación de proteínas, que amplifica el efecto de la proteinuria, y activa la muerte celular; la microangiopatía resultados en la reducción del flujo de sangre a capilares peritubulares. (32)

La nefropatía hipertensiva representa la segunda causa de ERC (glomerulopatía nefrosclerótica), (29) caracterizado por la vasculopatía renal que afecta a las arterias y arteriolas preglomerulares, principalmente como resultado de la aterosclerosis, la disfunción endotelial, engrosamiento de la pared y fibrosis. En general, el flujo sanguíneo renal disminuye como consecuencia de vasculopatía arteriolar, obstrucción vascular y la disminución de la densidad vascular. En un inicio la TFG es relativamente constante, debido al aumento de la presión capilar glomerular, resultando de forma inicial un incremento en la permeabilidad; posterior a ello la TFG disminuye como consecuencia de una pérdida progresiva de la superficie, hipertrofia glomerular mesangial y la fibrosis peritubular; de forma concomitante, debido a las alteraciones de la membrana basal aparece albuminuria e hiperfiltración proteínica. (32)

La obstrucción de la vía urinaria (principalmente como resultado de bloqueo de una o, excepcionalmente, ambos uréteres) causa deterioro de las estructuras renales que conducen a la disfunción crónica; (31) lo que desencadenará la aparición del síndrome hidronefrótico, caracterizado por la ampliación del riñón debido a la recolección de orina en pelvis renal o cálices; presentando un descenso progresivo de la perfusión renal y la TFG, con el aumento de la presión intratubular, extendiéndose hacia las paredes de los túbulos. Como resultado, se activa el sistema renina-angiotensina-aldosterona (SRAA), que determina alteraciones patológicas posteriores a través de la activación de TGF- β , infiltración de células inmunes, fibrosis y la hipoperfusión renal. El aumento de la presión ureteral se traduce en el incremento de la presión tubular, que disminuye el gradiente de presión hidráulica a través de la barrera de filtración glomerular. Sin embargo la tasa de filtración glomerular sigue cayendo debido a la reducción en el flujo sanguíneo renal (secundaria a la vasoconstricción renal) lo que traduce daño renal irreversible. (32)

1.2.7 Manifestaciones Clínicas de la Enfermedad Renal Crónica

Al paso del tiempo, comienzan a surgir una serie de manifestaciones clínico-bioquímicas en los pacientes con afección renal. Generalmente se identifica en pacientes con enfermedad renal el desarrollo de anemia, secundario a la deficiencia de producción de eritropoyetina, siendo esta condición clínica potencialmente reversible, con un manejo farmacológico claramente establecido. En las etapas avanzadas de la enfermedad renal es común la acidosis debido a que disminuye la capacidad de excretar hidrogeniones en forma de amonio, causando un balance positivo de ácido en el organismo; la acidosis metabólica crónica se asocia con mayor catabolismo proteico, enfermedad ósea urémica, pérdida de masa muscular, inflamación crónica, alteración de la homeostasis de la glucosa, alteración de la función cardíaca, la progresión de la ERC, y el aumento en la mortalidad. (31)

Conforme disminuye la función renal, se presentan alteraciones del balance hidroelectrolítico que se traducen en retención de sodio, disminución de la capacidad de concentrar la orina y posteriormente se ve afectada la capacidad de excretar agua en orina, disminuyendo el volumen urinario diario con retención hídrica por consiguiente. La Regulación de la presión arterial mediante la secreción renina; con la activación del sistema renina angiotensina; se encuentra alterada en la enfermedad renal; siendo posible que no solo sea la causa de la ERC la hipertensión arterial sistémica sino consecuencia de la disrupción del sistema renina, provocando incremento en las cifras tensionales. Las alteraciones del metabolismo mineral y óseo se inician tempranamente en el desarrollo de la enfermedad renal crónica, aunque las modificaciones en los niveles séricos de calcio y fósforo sólo se pueden apreciar en las etapas finales de la ERC debido a los mecanismos adaptativos que ocurren inicialmente. (30)

1.3 Trastorno del metabolismo óseo mineral asociada a Enfermedad Renal

Crónica

Conforme declina la función renal, se presenta un deterioro progresivo en todo el organismo; la afección en la homeostasis mineral y ósea no es la excepción. Con la interrupción normal de las concentraciones tisulares de fósforo y calcio, aunado al cambio en los niveles de hormonas circulantes como lo son la hormona paratiroidea (PTH), 25-hidroxivitamina D (25 (OH) D), 1,25-dihidroxivitamina D (1,25 (OH) 2D), factor de crecimiento de fibroblastos-23 (FGF-23), y hormona de crecimiento; comienzan a surgir una serie de cambios patológicos en el recambio óseo y mineral, que desencadenan un sinnúmero de manifestaciones clínicas en los pacientes con enfermedad renal crónica (Figura 4).

En la actualidad los trastornos del metabolismo mineral y óseo asociado a la enfermedad renal crónica (TMO-ERC) incluyen: a) alteraciones bioquímicas (calcio, fósforo, hormona paratiroidea (PTH) y vitamina D; b) alteraciones del recambio, mineralización, volumen, crecimiento lineal y resistencia óseas; c) presencia de calcificaciones vasculares y de tejidos blandos. (3)

A medida que progresa la ERC, disminuye la excreción renal de fósforo (fosfaturia), lo cual lleva a su retención en el organismo (hiperfosfatemia). Sin embargo, bajo condiciones clínicas la carga de fósforo estimula la producción del factor de crecimiento de fibroblastos 23 (FGF-23) por los osteocitos, el cual a su vez inhibe al cotransportador Na/P del túbulo contorneado proximal y resulta en un aumento de la excreción renal de fósforo, con lo que logra la normofosfatemia. (33)

El FGF-23 inhibe la 1- α -hidroxilasa, impidiendo la hidroxilación del calcidiol (25(OH)D₃); lo cual reduce la producción de calcitriol (1,25(OH)₂ D₃) a nivel renal, como consecuencia se eleva la producción de PTH. (34) El

hiperparatiroidismo resultante incrementa la excreción renal de fósforo. Aunque el FGF-23 actúa en las paratiroides suprimiendo la producción de PTH, la elevación de esta última, a pesar de niveles altos de FGF-23 en pacientes con uremia, sugiere resistencia de las paratiroides al efecto supresor de PTH por parte del FGF-23. (3)

Debido a la persistencia la ERC los niveles séricos de calcitriol disminuyen aún más, lo cual lleva a una disminución en la absorción intestinal de calcio (hipocalcemia), constituyendo así un estímulo adicional para la sobresíntesis de PTH. La disminución del calcitriol es también el resultado de la reducción del número de nefronas funcionales y el efecto directo de la sobrecarga de fósforo en el túbulo proximal. Otros mecanismos adicionales que contribuyen a la producción excesiva de PTH incluyen una reducción del número de receptores de vitamina D y del receptor sensor de calcio (CaR) en las paratiroides. (34)

El término osteodistrofia renal, hace mención al conjunto de lesiones histológicas óseas que resultan de las alteraciones del metabolismo mineral en la ERC, y que incluyen: a) hiperparatiroidismo secundario, b) osteomalacia, c) enfermedad ósea adinámica y d) enfermedad mixta. (33)

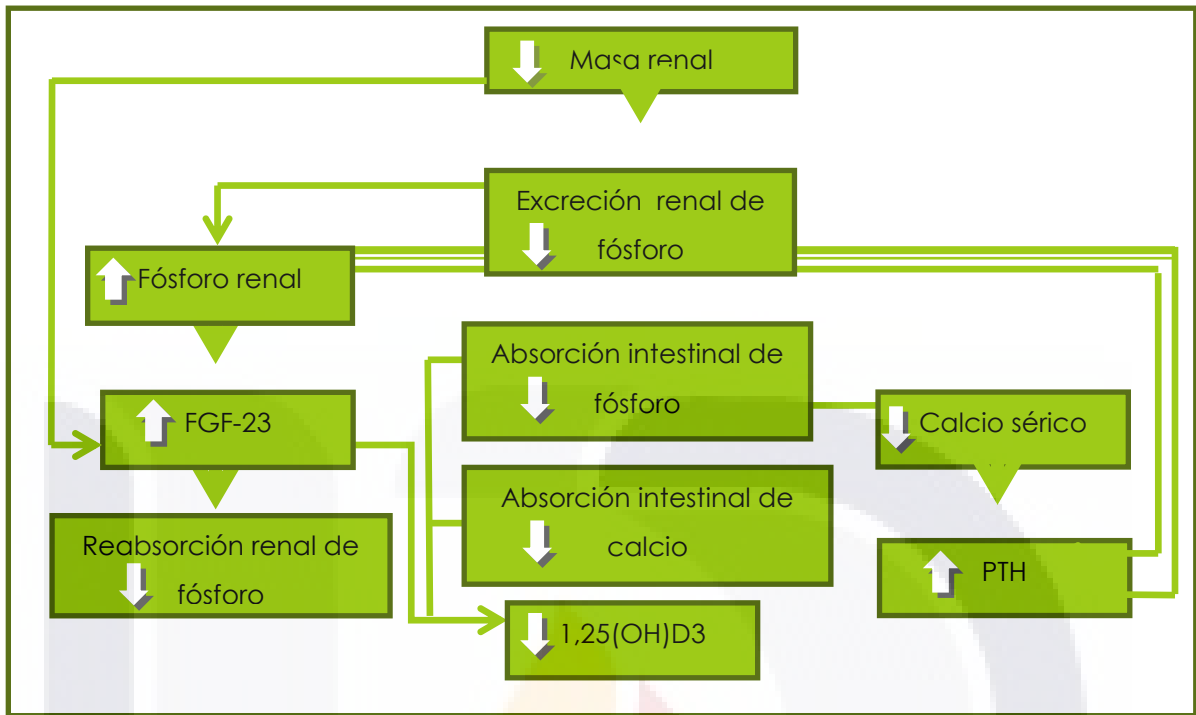


Figura 1. Mecanismos de las alteraciones del metabolismo del calcio, fósforo y hormona paratiroidea en la ERC. FGF-23: factor de crecimiento de fibroblastos 23; PTH: hormona paratiroidea; 1,25(OH)D3: dihidroxivitamina D o calcitriol. (33)

El hiperparatiroidismo secundario tiende a mantener la calcemia a expensas del hueso al estimular la reabsorción subperióstica, la producción renal de 1,25(OH)₂D₃; esta entidad clínica se caracteriza por un recambio óseo acelerado, aumento del número y actividad de los osteoclastos los cuales incrementan de la resorción ósea, lo que resulta en las típicas lesiones de osteítis fibrosa quística; clínicamente se puede manifestar por dolor óseo, y en las radiografías se puede observar reabsorción subperióstica, la cual es más evidente en el borde radial de las falanges medias de los dedos índice y medio, en el extremo distal de las clavículas y en la sínfisis púbica. En casos graves pueden observarse quistes en los huesos largos o planos, así como lesiones escleróticas en la parte superior e inferior de las vértebras. También se pueden observar lesiones de «sal y pimienta» en el cráneo debido a la combinación de áreas de osteopenia y osteoesclerosis. (33)

La osteomalacia en la ERC se caracteriza por bajo recambio óseo, disminución del número de osteoblastos y osteoclastos, y aumento del volumen de osteoide debido a un defecto en la mineralización, los pacientes pueden presentar dolor óseo y fracturas. La enfermedad ósea adinámica es otro tipo de osteodistrofia renal de bajo recambio óseo, (35) clínicamente se puede manifestar por hipercalcemia, debido a la captación disminuida de calcio en el hueso, bajas concentraciones séricas de PTH y fosfatasa alcalina, así como por un mayor riesgo de fracturas y calcificación vascular. (33)

Además de anomalías en el metabolismo óseo, el metabolismo anormal de calcio-fósforo puede conducir a la calcificación o calcifilaxis extraósea, vascular y tejidos blandos, esta complicación en su manifestación completa se ha informado que afecta aproximadamente 1% de pacientes en diálisis; (35) caracterizada esta patología por la presencia de calcificación en la capa media de las arterias, isquemia distal y desarrollo progresivo de necrosis; observándose úlceras en la piel de los dedos de los pies y manos, muslos, piernas y tobillos. (33)

1.4 Osteoporosis

La osteoporosis es una enfermedad sistémica, progresiva, metabólica, multifactorial que se caracteriza por el deterioro de la microarquitectura del hueso, consecuentemente con aumento de la fragilidad ósea y susceptibilidad a fracturas. Los factores de riesgo asociados a baja densidad ósea incluyen el género femenino, la edad, tabaquismo, historia familiar de osteoporosis y fracturas, raza blanca, bajo peso e IMC menor de 18. El uso de esteroides, menarquia tardía, menopausia y sedentarismo también son factores asociados a esta entidad clínica. (36)

La fragilidad esquelética puede ser resultado de: a) falta de presentación de un esqueleto de óptimo de masa y fuerza durante el crecimiento; b) resorción ósea excesiva lo que resulta en la disminución de la masa ósea y deterioro de la

microarquitectura del esqueleto: c) respuesta inadecuada de formación con aumento de la resorción ósea durante la remodelación. (17)

Los criterios establecidos en 1994 por la Organización Mundial de la Salud; no solo ofrecieron la definición operativa de la osteoporosis, sino la aplicar de este término tanto en hombres y mujeres, así como en los jóvenes, pacientes con condiciones médicas asociadas con un mayor riesgo de fracturas; aun cuando el propósito inicial de estos criterios, era asesorar a las autoridades internacionales de salud sobre el impacto en un futuro relacionado a esta entidad; la puntuación T score también se convirtió en el método diagnóstico "estándar de oro" para la definición de la densidad mineral ósea normal, osteopenia y osteoporosis en la práctica clínica. (37)

En base en la recomendación de un comité de la OMS, la osteoporosis se define desde el punto de vista operativo como densidad ósea ubicada 2.5 desviaciones estándar por debajo de la media observada en adultos jóvenes sanos de raza y género similares: también se hace referencia a este valor como *puntuación T score* menor de 2.5. Los casos que se encuentran en el extremo más bajo de los límites de lo normal para personas jóvenes (*puntuación T* mayor de 1 por debajo de la media) se definen como individuos con densidad ósea baja, y se consideran con riesgo incrementado de osteoporosis. (31)

1.5 Densidad mineral ósea

La masa ósea representa la cantidad de hueso que posee un individuo en un momento dado de su vida. La máxima cantidad de hueso que alcanza un individuo en su desarrollo es denominada como pico de masa ósea, el cual corresponde con la mayor cantidad de hueso por cm^2 (DMO) que alcanzamos en nuestra vida. Durante el crecimiento la masa ósea se incrementa progresivamente y alcanza el valor máximo en un adulto joven a la edad de 25 años, momento en que la tasa de síntesis es equivalente al de reabsorción.

Pasada la etapa media del adulto, comienza una declinación progresiva de la masa ósea total en hombres y en mujeres, perdiendo anualmente entre el 0,5 y el 1% de la masa ósea y continúa durante toda la vida. (38)

Los valores normales de masa ósea (o densidad mineral ósea) varían con la edad; el valor de la masa ósea se expresa como gr/cm^3 . La densidad mineral ósea generalmente se reporta como densidades estándar por arriba o por abajo del promedio de la aprobación de referencia; a esto se le ha denominado T-score y Z-score. (39)

El desarrollo de los métodos de cuantificación de la masa ósea ha marcado la evolución conceptual de la osteoporosis. Durante más de un siglo, era una entidad exclusivamente anatomopatológica, definida como “disminución de la masa ósea por unidad de volumen de hueso, siendo la mineralización del mismo normal”. (40)

Con la aplicación de los Rayos X, se produce una serie de métodos diagnósticos capaces de proveer de características específicas en relación a su método de realización, los cambios en la densidad mineral del hueso.

Desde un punto de vista operativo, estas técnicas pueden ser clasificadas en dos tipo: a) las que pueden medir la DMO en cualquier región del esqueleto (o incluso en el esqueleto completo), con aplicación al análisis de la composición corporal, lo que se conoce como densitometría central o axial; b) aquellas que miden la masa ósea en una única región ósea, y localizada en el esqueleto periférico (extremidades), que son los métodos de densitometría periférica. (38) Bajo la denominación de densitometría ósea se incluyen varias técnicas que permiten de forma incruenta el cálculo preciso y fiable de la masa ósea. Figura 5.

Para estimar la masa ósea, los distintos equipos determinan una serie de parámetros que conviene conocer a la hora de interpretar los resultados; de ellos debemos considerar: a) *masa ósea mineral*: cantidad de hueso mineralizado expresado en gramos (gr); b) *área de masa ósea mineral*: cantidad de hueso mineralizado por unidad de área expresado en gr/cm², c) *densidad mineral ósea*: cantidad de hueso mineralizado por unidad de volumen expresado en gr/cm³. (38)

Tabla 4. Métodos de evaluación de la densidad mineral ósea. (40)

<p>Método Directo</p>	<p>Histología/Histomorfometría Micro tomografía (m QCT) Micro resonancia magnética (mRMN)</p>
<p>Método Indirecto</p>	<p><u>Cualitativa:</u> Radiología simple <u>Semicuantitativa:</u> Índices radiológicos (Shing, Meunier) <u>Radiogrametría:</u> Índices de Nordin-Barnet, Morgan <u>Cuantitativas:</u> a) <i>Técnicas axilares</i> Densitometría fotónica dual (DPA) Tomografía axial cuantitativa (QCT) Densitometría radiológica de doble energía b) <i>Técnicas periféricas:</i> Densitometría radiológica monoenergética (SXA) Densitometría fotónica simple (SPA) DXA DXA periférica (pDXA) (radio, calcáneo, falanges) Tomografía periférica cuantitativa (QCTp) Ultrasonidos cuantitativos (QUS) Radiogrametría digital cuantitativa (QDR)</p>

1.6 Absorciometría dual de rayos X (DXA)

El progreso tecnológico ha permitido el desarrollo de instrumentos capaces de cuantificar la masa ósea en diferentes áreas esqueléticas con una mayor precisión y exactitud. En los 20 últimos años la densitometría ósea ha convertido en una técnica diagnóstica esencial para la valoración indirecta de la resistencia de los huesos y el análisis del riesgo de fractura individual. Desde las fases más precoces de su desarrollo, esta fascinante técnica ha combinado aspectos relacionados con la física, el análisis cuantitativo, la estadística y la imagen.

La evaluación indirecta cuantitativa se puede llevar a cabo mediante diferentes técnicas densitométricas que se fundamentan en la alteración que produce el tejido óseo mineralizado sobre agentes físicos; por su aplicación clínica, se pueden clasificar entre las que permiten evaluar hueso axial y las que exploran huesos periféricos.

1.6.1 Generalidades

La absorciometría dual de rayos X (DXA) es una técnica axial (se realiza a nivel lumbar L1-L4 o L2- L4 y/o femoral (el cuello, el trocánter o el triángulo de Ward), no invasiva, rápida, baja radiación (en torno al 10% de una radiografía de tórax), representa buenos resultados, tanto en términos de precisión como de fiabilidad (coeficiente de variación: 0,5–3%; error de exactitud: 3–5%); (7) la especificidad y sensibilidad de la prueba es acorde a los sitios donde esta se realice.

En un estudio realizado a 119 pacientes femeninas de edad entre 33 y 76 años, se observó una sensibilidad del 73% y especificidad 100% en mujeres menores de 65 años, en quienes se realizó la DXA en región de cuello femoral; disminuyendo los valores de al 50% respecto a la sensibilidad y especificidad del 93% (con un valor predictivo positivo del 100% valor predictivo negativo del 75%) en mujeres con edad menor a 40 años, (41) otro estudio realizado en 202 mujeres en edades

comprendida entre 55.2 años, en quienes se comparó la sensibilidad y especificidad de la DXA aplicada a diversas áreas corporales, determinado una sensibilidad del 97% en calcáneo, cadera total y columna vertebral, en cuello femoral fue del 96.5%; mientras que la especificidad era pobre con un 58.8% , 36.4%, 21.8% y 20.3% respectivamente. (42)

1.6.2 Principios físicos

Los diferentes densitómetros DXA se basan en el mismo principio: generación de una imagen digitalizada en función de la atenuación de dos haces colimados de rayos X, de alta y baja energía, de un determinado sector anatómico; (40) dicho de otra forma, el haz de radiación experimenta una atenuación, que depende de la energía de los rayos, de la naturaleza (número atómico) de los componentes que atraviesan y del grosor del material. El cálculo de la densidad se realiza a través de un proceso matemático que se inicia con la diferenciación del tejido óseo respecto a los tejidos blandos (diferencial de la captación del haz de baja y alta energía), determinación del área explorada (cm^2), determinación del contenido mineral (g) y con el cociente de ambos se obtiene la densidad por unidad de superficie (g/cm^2) en cada subsector de la región ósea explorada. (38)

La densitometría lumbar, con un hueso predominantemente trabecular, sería la técnica de elección en pacientes por debajo de 60-65 años (ya que las fracturas más incidentes son las vertebrales); por el contrario, por encima de esa edad, la prevalencia de los trastornos artrósicos y la importancia de la fractura de cadera como complicación más importante hace más recomendable la densitometría en la extremidad proximal del fémur. (40)

1.6.3 Interpretación

En 1994, la OMS estableció los criterios densitométricos que utilizan como los valores de la T-Score (Tabla 5) y que estratifican el riesgo de fractura. Se define

como umbral de fractura el valor de densidad ósea por debajo del cual aumenta el riesgo de fractura no traumática; existiendo diversos estudios que han verificado que por cada desviación estándar que disminuye el T-Score de la masa ósea, el riesgo relativo de sufrir una fractura aumenta aproximadamente 1,5–2 veces. (7)

Tabla 5. Criterios diagnósticos de osteoporosis basados en la masa ósea. (7)

Descripción	Criterios
Normal	T-score -1
Osteopenia	T-score entre -1 y -2
Osteoporosis	T-score -2.5
Osteoporosis Grave	Osteoporosis con una o más fracturas por fragilidad

Para el T-score la población de referencia son los adultos jóvenes, del mismo sexo del paciente, mientras que para el Z-score la población de referencia es la correspondiente a su misma edad y sexo. Los datos de referencia de población habitualmente son generados con el mismo equipo y en la misma región esquelética que con el que se evalúa el paciente. (39) Figura 2.

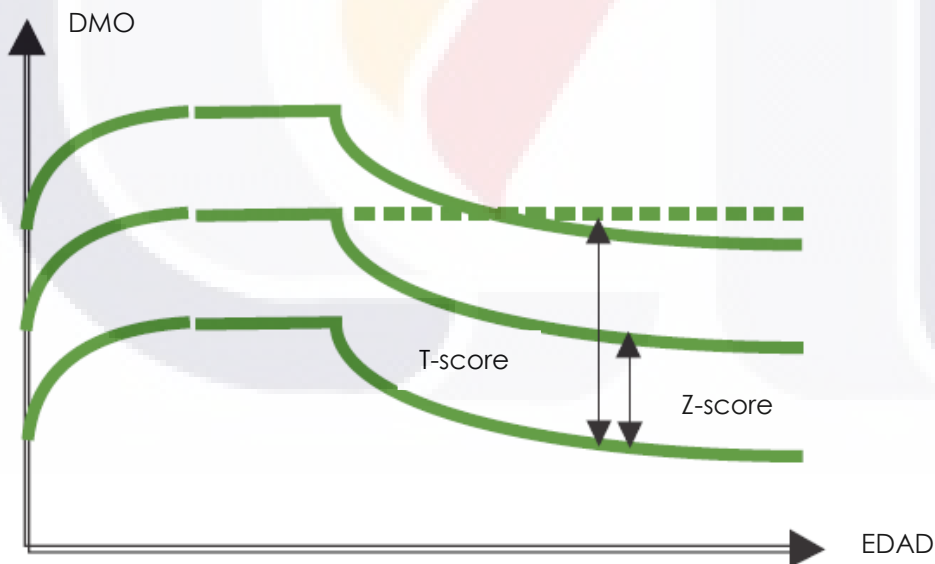
1.7 Bioimpedancia eléctrica (BIA)

En la actualidad existen numerosos métodos de estimación de la composición corporal entre los que destacan: dilución de isótopos, densitométricos (peso bajo el agua o pletismografía), antropometría, DXA (*absorciometría dual de rayos X*), imagen corporal (resonancia magnética, tomografía computarizada) y Bioimpedancia eléctrica (BIA). (43)

1.7.1 Generalidades

La Bioimpedancia Eléctrica (BIA) es un método ampliamente utilizado para la estimación de la composición corporal; por la inocuidad, facilidad de uso, bajo costo y portabilidad, la BIA es el método de estimación de la composición corporal más extendido; utilizado en diversas unidades clínicas, centros de salud y hospitales; aplicándose este estudio en diferentes edades, pesos corporales y estados de enfermedad.

Esta técnica de evaluación se basa en la estrecha relación que hay entre las propiedades eléctricas del cuerpo humano, la composición corporal de los diferentes tejidos y del contenido total de agua en el cuerpo. Como todos los métodos indirectos de estimación de la composición corporal, la BIA depende de algunas premisas relativas a las propiedades eléctricas del cuerpo, de su composición, así como el nivel de hidratación, la edad, el sexo, la raza y la condición física. (8)



Puntuación T =	$\frac{\text{DMO sujeto} - \text{DMO "pico de masa ósea"}}{\text{Desviación estándar del "pico de masa ósea"}}$
Puntuación Z =	$\frac{\text{DMO sujeto} - \text{DMO media para su edad y sexo}}{\text{Desviación estándar de la DMO media para su edad y sexo}}$

Figura 2. Representación gráfica y cálculo de las puntuaciones T-score y Z-score. (39)

En la actualidad la Bioimpedancia eléctrica realiza diversas mediciones entre las que destacan: % de grasa corporal, % agua corporal total, aporte calórico diario (ACD), grasa visceral, masa muscular y masa ósea; (9) representando para la medicina una ventana diagnóstica, aplicado no solo a la vida diaria sino a diversas patologías entre ellas el estado nutricional e hídrico ampliamente estudiado por esta técnica. (18)

1.7.2 Principios y propiedades bioeléctricas

La impedancia corporal (Z) está en función de 2 componentes o vectores: resistencia (R) y reactancia (X_c). Estos 2 vectores estarían de acuerdo a la ecuación $Z^2 = R^2 + X_c^2$. La R representa la resistencia de los tejidos al paso de una corriente eléctrica y X_c es la oposición adicional debida a la capacitancia de esos tejidos y las membranas celulares (es el llamado componente dieléctrico), y estos valores dependen de la frecuencia de la corriente eléctrica. La reactancia se debe al efecto eléctrico de la carga ofrecida durante periodos cortos, por el componente lipídico de las membranas de la masa celular. (8) La resistencia es proporcional a la longitud del cuerpo (generalmente se considera su longitud o altura) e inversamente proporcional al área de sección (generalmente las medidas que representan los perímetros de los segmentos del tronco y de las extremidades). Por ello, un cuerpo largo tendrá una gran resistencia en relación con uno más corto, y un cuerpo con un área de sección pequeña tendrá una resistencia menor. (44)

Matemáticamente, el volumen del conductor puede estimarse con la ecuación: volumen del conductor (V) = longitud (L) × área (A)

- $A = V/L$
- $R = \rho (L/A)$
- $R = \rho L (L/V)$
- $V = \rho L^2/R$
- ρ =constante de resistividad del cuerpo. (44)

La constante de resistividad del cuerpo (ρ) en ohms/cm es independiente del tamaño y la forma, y es similar a la gravedad específica. Si se sustituye la longitud por la estatura, obtenemos el cociente del cuadrado de la estatura por la resistencia ($\text{estatura}^2/R$), en cm^2/Ω , y este es el conocido índice de impedancia, que es proporcional al volumen corporal. (45)

Los aparatos de impedancia eléctrica introducen generalmente en el cuerpo una corriente alterna de amperaje muy bajo (imperceptible), que discurre por el cuerpo, actuando el agua corporal como elemento conductor y la resistencia que ofrece el fluido al paso de esa corriente es medida por el impedanciometro; la resistencia en el cuerpo no es la misma que la de los conductores no biológicos. (44)

La reactancia está causada por la resistencia ofrecida por las membranas celulares, los tejidos de sostén y los tejidos no-iónicos que retardan el paso de la corriente. Los flujos eléctricos de corriente atraviesan de forma diferente tanto los líquidos extracelulares, como los intracelulares, y son dependientes de la frecuencia de la corriente. (45)

Debido a que el tejido vivo constituye un conductor de volumen, los portadores físicos de la corriente son predominantemente iones cargados, tales como iones de sodio o potasio, que son capaces de moverse dentro del volumen; como ejemplo la conductividad dentro de los materiales tales como la sangre y la orina es alta, la del músculo es intermedio, y la de materiales tales como hueso, grasa o aire es baja. (8)

1.7.3 Metodología de la Bioimpedancia Eléctrica

El método más utilizado para realizar una BIA de cuerpo entero es la tetrapolar, que consiste en la colocación de 4 electrodos: dos a través de los cuales se introduce una corriente alterna (generada por el impedanciometro) y otros dos

que recogen esta corriente midiéndose, entre estos, los valores de impedancia, resistencia y reactancia corporal. Estos electrodos deben hallarse a una distancia mayor de 4-5 cm, ya que, si no, puede haber interferencias y, por tanto, valores erróneos de la resistencia y la reactancia. Las medidas de impedancia deben tomarse en posición de decúbito supino y los electrodos deben disponerse en la mano-muñeca y el pie-tobillo. La posición de decúbito supino es para disminuir los efectos de la gravedad en la tendencia de remansar el agua en las extremidades inferiores después de la bipedestación. (39)

Actualmente, los impedanciometros segmentales realizan mediciones con electrodos mano-mano o pie-pie, normalmente con el individuo en posición de bipedestación; (figura 8) sin uso de calcetines/medias (lo ideal es desnudo) y bajo condiciones de hidratación; alineando los talones correctamente con los electrodos de la báscula. (9)

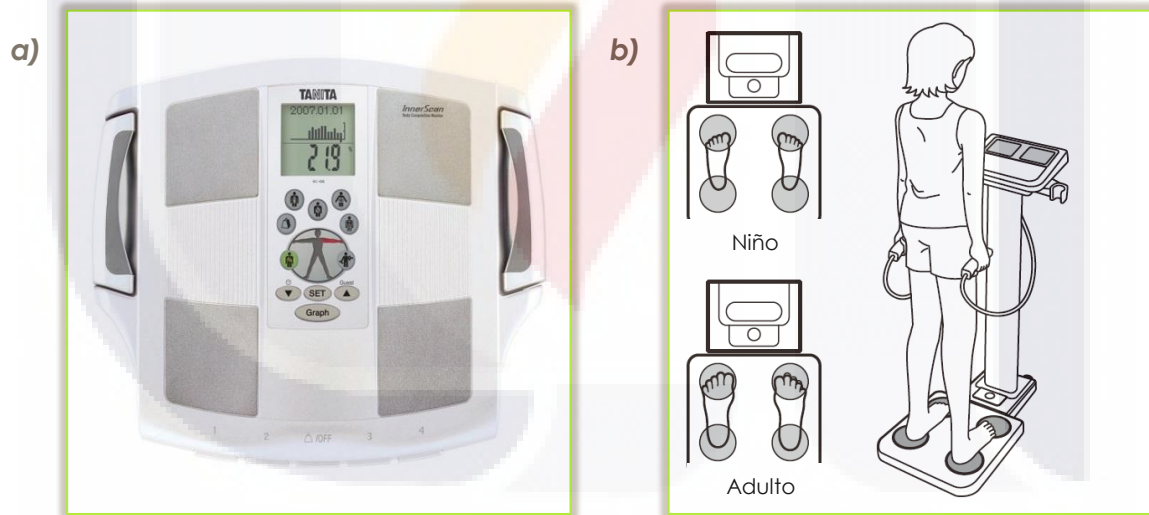


Figura 3. Metodología de la BIA: a) Bioimpedanciometro. B) Posición para la medición de la composición corporal. (9)

1.7.4 Interpretación de la composición corporal mediante Bioimpedancia

Eléctrica

Los bioimpedanciometros pueden monitorizar la composición corporal en adultos de 18 a 90 años; los niños entre 7 y 17 años solo pueden ser monitorizados por esta técnica para realizar lecturas de peso y porcentaje de grasa corporal, así como indicador de índices saludables, el resto de las funciones no son aplicables para este grupo etario. (19) (8)

1. Porcentaje de agua corporal total:

Cantidad de líquido que hay en el cuerpo de una persona expresada en porcentaje de su peso total (figura 4). Este resultado varía de persona en persona, sin embargo los valores para un adulto saludable son:

Mujer	45 a 60%
Hombre	50 a 65%

Figura 4. Porcentaje de Agua Corporal Total (ACT). (9)

2. Masa ósea:

Esta función indica la cantidad de huesos (nivel de minerales óseos, calcio u otros minerales) en el cuerpo; (figura 5 y 6) la masa ósea es un valor estimado estadísticamente en base a su correlación con la cantidad de masa libre de grasa, no ofrece un criterio de dureza o fortaleza de los huesos, ni los riesgos de fracturas óseas.

Menos de 50 Kg	50 - 75 Kg	75 Kg y más
1.95 Kg	2.4 Kg	2.95 Kg

Figura 5. Masa ósea en Mujeres: estimada en Kg (9)

Menos de 65 Kg	65 - 95 Kg	95 Kg y más
2.66 Kg	3.29 Kg	3.69Kg

Figura 6. Masa ósea en Hombres: estimada en Kg (9)

3. *Grasa visceral:*

Indica el nivel de grasa visceral de su cuerpo, esta se localiza en el interior de la cavidad abdominal, rodeando los órganos vitales de la zona del tronco; el bioimpedanciometro proporciona una medición del nivel de grasa en una escala que va del 1 al 59 (figura 7).

1 a 12 (-)	Nivel saludable de grasa visceral
13 a 59 (+)	Nivel excesivo de grasa visceral

Figura 7. Niveles de Grasa Visceral (9)

1.8 Pruebas diagnósticas

1.8.1 Generalidades

En la práctica clínica cotidiana, cuándo tenemos ante nuestros ojos una prueba diagnóstica normal o anormal, nos preguntamos de forma constante qué significado representa este resultado para el paciente en cuestión; pues de eso depende muchas veces la indicación, corrección o suspensión de un tratamiento; o bien la necesidad de un procedimiento quirúrgico; e incluso podemos establecer el pronóstico de un paciente. (46)

Consideramos una prueba diagnóstica a cualquier procedimiento realizado para confirmar o descartar un diagnostico o para incrementar o disminuir su verosimilitud. Una prueba diagnóstica tiene como fin establecer la presencia de salud o enfermedad, en cuyo caso puede, incluso, graduar el grado de afección; estas pruebas suelen evaluarse matemáticamente; (47) (48) por ello es indispensable conocer o definir el "estándar de oro", que se utilizará para compararla prueba en estudio; escoger los grupos de sujetos a estudio; categorizar a los sujetos en estudio como positivos o negativos para el evento de interés en estudio; y construir validez (sensibilidad y especificidad) y de seguridad (valores predictivos) de la prueba; con los que posteriormente se podrá determinar las razones de probabilidad. (46)

1.8.2 Características de una pruebas diagnósticas

La forma de evaluar la eficacia de una prueba diagnóstica (PD) depende del tipo de dato (variable) a utilizar; las variables básicas son las que conocemos como *cualitativas de tipo nominal* o *dicotómicas*, y se refiere a aquellas en las que solo nos percatamos de su presencia o en las que solo existen dos opciones (por ejemplo: hombre o mujer).

Las variables *cualitativas ordinales* son aquellas en las que solo se puede identificar qué lugar ocupan en el grupo pero no conocemos de qué tamaño es la diferencia entre unas y otras (por ejemplo: el grado de afección de una enfermedad -leve, moderada o grave-); finalmente, las *variables cuantitativas*, aquellas en las que se conoce la distancia entre una intensidad y otra; se denominan *discretas* o *discontinuas* cuando no pueden fraccionarse (por ejemplo: cuántos hijos tiene una familia -0, 1, 2, 3-), y *continuas* cuando pueden identificarse fracciones entre uno y otro valor (por ejemplo: peso de 52.0 kg, 52.2 kg o 52.250 kg). (48)

1.8.3 Validez de una prueba diagnóstica: sensibilidad y especificidad

La evaluación del desempeño de una prueba diagnóstica comienza por la cuantificación (estimación) de la magnitud de los errores que pueden cometerse o, su inverso, la magnitud de los aciertos, a partir de los resultados que brinde la misma. La sensibilidad y la especificidad son las medidas tradicionales y básicas del valor diagnóstico de una prueba. Miden la discriminación diagnóstica de una prueba en relación a un criterio de referencia, que se considera la verdad. (49)

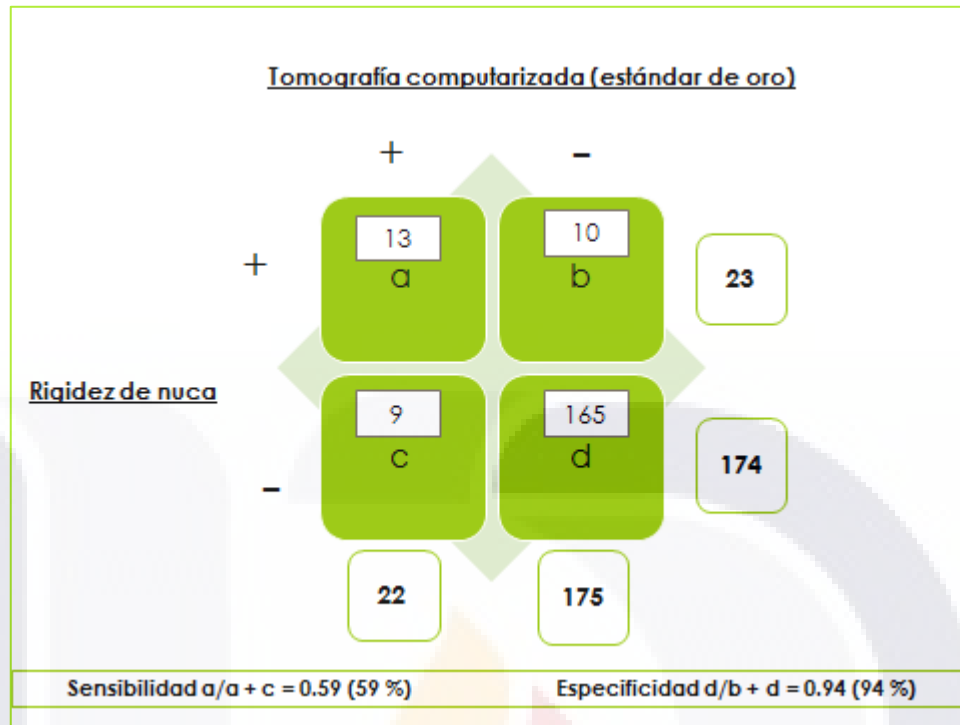


Figura 8. Estimación de sensibilidad y especificidad de la rigidez de nuca en el diagnóstico de la hemorragia subaracnoidea. (47)

La *sensibilidad* se refiere a la proporción de individuos enfermos que tienen la prueba positiva “positividad para enfermedad o evento de interés”. La *especificidad* se refiere a la proporción de individuos no enfermos que tienen la prueba negativa “negatividad para enfermedad”. (46) (47) (48)

El cálculo de sensibilidad y especificidad utiliza *datos nominales o dicotómicos* y se basa en el uso de una tabla de 2 x 2 (Figura 8); en la que se contrasta el dato a prueba contra el diagnóstico definitivo obtenido a través de un parámetro ideal llamado *estándar de oro*, que representa la prueba con mayor confiabilidad para demostrar una enfermedad, por ejemplo: el resultado histopatológico (seminoma de testículo), los hallazgos quirúrgicos (colecistitis) o clínicos (rigidez de nuca en hemorragia subaracnoidea) o la interpretación de los estudios de imagen (accidente vascular cerebral por tomografía o resonancia magnética) o de laboratorio (insuficiencia renal por depuración de creatinina). (47)

1.8.4 Seguridad de una prueba diagnóstica: valores predictivos

Los cálculos de sensibilidad y especificidad se dirigen a partir de la presencia o ausencia de una determinada enfermedad, hacia la probabilidad de presentar o no cierto dato. Sin embargo, en la clínica, el acercamiento suele ser a la inversa: se parte del resultado de la prueba positiva o negativa hacia la probabilidad de tener o no determinada enfermedad. Este tipo de orientación corresponde a lo que conocemos como valores predictivos (Figura 9). (47)

El *valor predictivo positivo (VPP)* representa la probabilidad que tiene un paciente con cierta prueba positiva (signo, síntoma, resultado de laboratorio, de gabinete o algún índice) de cursar con una enfermedad determinada; para calcular el VPP de una PD se ha de dividir el número enfermos con prueba positiva por la sumatoria de los enfermos con prueba positiva y los sujetos "no enfermos" con prueba positiva; es decir $a / (a + b)$; ó $VP / VP + FP$. (46) (47) (48)

El *valor predictivo negativo (VPN)* representa la probabilidad que tiene un paciente con cierta prueba negativa de estar libre de una enfermedad determinada; para calcular el VPN de una PD se ha de dividir el número enfermos con prueba negativa por la sumatoria de los enfermos con prueba negativa y los sujetos "no enfermos" con prueba negativa; es decir $d / (c + d)$; ó $VN / FN + VN$. (46) (47) (48)

1.8.4 Razones de probabilidad

El concepto de valor predictivo, a pesar de ser de enorme utilidad a la hora de tomar decisiones clínicas y transmitir a los pacientes información sobre su diagnóstico, presenta la limitación que depende en gran medida de lo frecuente que sea la enfermedad o el evento de interés a diagnosticar en la población objeto de estudio. Es decir, cuando la prevalencia de una enfermedad o evento de interés es baja, un resultado negativo permitirá descartar la enfermedad con

mayor seguridad, siendo así el VPN mayor. Por el contrario, un resultado positivo no permitirá confirmar el diagnóstico, resultando en un bajo VPP. (50)

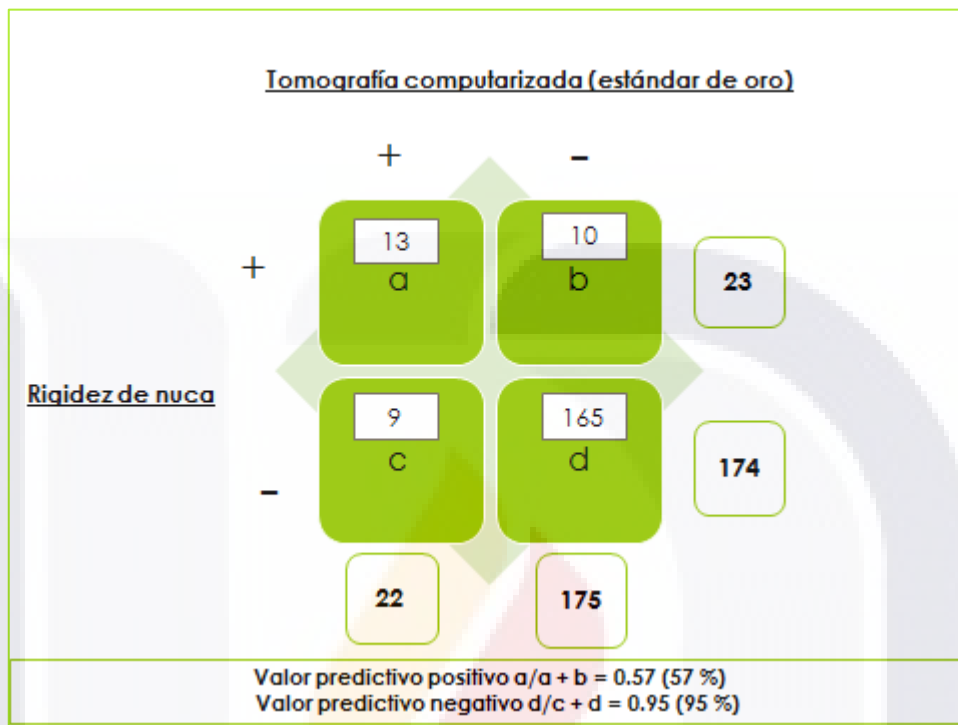


Figura 9. Estimación de los valores predictivos (positivo-negativo) de la rigidez de nuca en el diagnóstico de la hemorragia subaracnoidea. (47)

Queda claro entonces cómo la prevalencia del evento de interés en estudio puede influir en los valores predictivos de una PD. Por lo tanto, éstas, no pueden ser utilizadas como índices a la hora de comparar dos métodos diagnósticos diferentes, ni tampoco a la hora de extrapolar los resultados de otros estudios en datos propios de cada clínico o de un centro en particular. Por ello, resulta necesario determinar otros índices de valoración que sean a la vez clínicamente útiles y no dependan de la prevalencia de la enfermedad. Así, además de los conceptos de sensibilidad, especificidad y valores predictivos, se suele hablar del concepto de razón de probabilidad, de verosimilitud o cociente de probabilidades. Calcular las razones de probabilidad permite conocer mayor precisión en la información de una PD. (46) (51)

La *razón de probabilidad positiva* (RPP) de una PD describe la probabilidad de tener la enfermedad en oposición a no tenerla, teniendo un resultado positivo de la prueba en estudio. Corresponde a la relación entre el porcentaje de enfermos que presentan una prueba diagnóstica positiva y el porcentaje de “no enfermos” que presentan una prueba diagnóstica positiva. Se calcula dividiendo la probabilidad de un resultado positivo en los pacientes enfermos entre la probabilidad de un resultado positivo entre los sanos. Es, en definitiva, el cociente entre la fracción de VP (sensibilidad) y la fracción de FP (1-especificidad); o la relación entre la sensibilidad y el complemento de la especificidad (Figura 16).

La *razón de probabilidad negativa* (RPN) de una PD describe la probabilidad de no tener la enfermedad en oposición a tenerla, teniendo un resultado negativo de la prueba en evaluación. Corresponde a la relación entre el porcentaje de enfermos que presentan una PD negativa y el porcentaje de no enfermos que presentan una PD negativa. Se calcula dividiendo la probabilidad de un resultado negativo en presencia de enfermedad entre la probabilidad de un resultado negativo en ausencia de la misma. Es decir, corresponde al cociente entre la fracción de falsos negativos (1-sensibilidad) y la fracción de verdaderos negativos (especificidad); o en otras palabras, constituye la relación entre el complemento de la sensibilidad y la especificidad. (46) (47) (48)

1.9 Marco normativo

- **Norma Oficial Mexicana NOM-004-SSA3-2012**, del expediente clínico. (52)
- **Norma Oficial Mexicana NOM-003-SSA-3-2010**, para la práctica de la Hemodiálisis. (53)
- **Norma Oficial Mexicana NOM-035-SSA2-2002**, prevención y control de enfermedades en la perimenopausia y postmenopausia de la mujer. Criterios para brindar la atención médica. (54)
- **Guía de Práctica Clínica** para la prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de la Enfermedad Renal Crónica Temprana, 2009 (28)

- **Guía de Equipamiento:** Diálisis y Hemodiálisis (CENETEC), 2005. (55)
- **Programa Nacional de Salud 2007-2012.** Unidades de Especialidades Médicas (UNEMES), 2006 (56).
- **Guías de práctica clínica** para la prevención, diagnóstico, evaluación y tratamiento de los trastornos minerales y óseos en la Enfermedad Renal Crónica (TMO-ERC), 2013. (33)
- **KDIGO:** Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease, 2012. (29)
- **KDIGO:** Clinical Practice Guideline for the Diagnosis, Evaluation, Prevention, and Treatment of Chronic Kidney Disease-Mineral and Bone Disorder (CKD-MBD, 2009. (3)
- **K/DOQI:** PRACTICE GUIDELINES For Chronic Kidney Disease: Evaluation, Classification and Stratification For Chronic Kidney Disease.2002. (35)

1.10 Marco conceptual

Atención médica: conjunto de servicios, que se proporcionan al individuo, con el fin de proteger, promover y restaurar la salud. (52)

Atención primaria a la salud: servicios que se otorgan al individuo, la familia y la comunidad para preservar la salud y atender las enfermedades en sus etapas iniciales de evolución. (57)

Cartas de consentimiento bajo información: documentos escritos, signados por el paciente o su representante legal, mediante los cuales se acepte, bajo debida información de los riesgos y beneficios esperados, un procedimiento médico o quirúrgico con fines de diagnóstico o, con fines diagnósticos, terapéuticos o rehabilitatorios. (52)

Densitometría ósea: Estudio de gabinete mediante el cual se puede medir la densidad mineral ósea cortical y trabecular. Se expresa en g/cm². (57)

Expediente clínico: conjunto de documentos escritos, gráficos e imagenológicos o de cualquier otra índole, en los cuales el personal de salud, deberá hacer los

registros, anotaciones y certificaciones correspondientes a su intervención, con arreglo a las disposiciones sanitarias. (52)

Educación para la Salud: al proceso de enseñanza-aprendizaje que permite mediante el intercambio y análisis de la información, desarrollar habilidades y cambiar actitudes, con el propósito de inducir comportamientos para cuidar la salud individual, familiar y colectiva. (57)

Factor de riesgo: Característica o circunstancia personal, ambiental o social de los individuos o grupos, asociada con un aumento de la probabilidad de ocurrencia de un daño. (57)

Hemodiálisis: procedimiento terapéutico especializado que utiliza como principio físico-químico la difusión pasiva de agua y solutos de la sangre a través de una membrana artificial semipermeable y que se emplea en el tratamiento de la insuficiencia renal y otras patologías, aplicando los aparatos e instrumentos adecuados. (53)

Índice de masa corporal o índice de Quetelet: al peso corporal dividido entre la estatura elevada al cuadrado (kg/m^2). (57)

Instrumento de detección: al procedimiento o prueba para identificar sujetos sospechosos de padecer la enfermedad, cuya sensibilidad y especificidad han sido debidamente establecidas en una prueba de validación, tomando como parámetro de referencia el método o métodos aceptados como pruebas diagnósticas. (57)

Manejo integral: al establecimiento de metas del tratamiento, manejo no farmacológico y farmacológico, educación del paciente, seguimiento médico y vigilancia de complicaciones. (57)

Osteomalacia: Alteración en el metabolismo óseo que consiste en una deficiente mineralización en la matriz ósea, ocasionada principalmente por una deficiencia de vitamina D. (54)

Osteopenia: Disminución en la densidad mineral ósea entre 1 y 2.5 desviaciones estándar por debajo del promedio para adultos jóvenes normales (índice T entre -1 y -2.4). (54)

Osteoporosis: Disminución en la densidad mineral ósea con daño a la microarquitectura y aumento en la frecuencia de fracturas con trauma mínimo. La densidad mineral ósea se encuentra 2.5 o más desviaciones estándar por debajo del promedio para adultos jóvenes normales (índice T < a -2.5). (54)

Prevención primaria: Todas aquellas actividades o acciones de promoción, educación o fomento de la salud, así como las de protección específica para la prevención de las enfermedades. (54)

Prevención secundaria: Todas aquellas actividades o acciones que están encaminadas a disminuir un daño. (54)

Prevención terciaria: Todas aquellas actividades o acciones que están encaminadas a evitar la progresión de la enfermedad y las secuelas. (54)

Promoción de la Salud: proceso que permite fortalecer los conocimientos, aptitudes y actitudes de las personas para participar corresponsablemente en el cuidado de su salud y para optar por estilos de vida saludables, facilitando el logro y la conservación de un adecuado estado de salud individual, familiar y colectivo mediante actividades de Participación Social, Comunicación Educativa y Educación para la salud. (57)

Riesgo: Probabilidad de ocurrencia para una enfermedad, un accidente o un evento dañino. (54)

UNEME: Unidad de Especialidad Médica. (56)

Usuario: a toda aquella persona, que requiera y obtenga la prestación de servicios de atención médica. (52)

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Planteamiento y Justificación del problema

2.1.1 Justificación

La Enfermedad renal crónica (ERC) actualmente representa un problema de salud pública global por su carácter epidémico, de alto costo y elevada morbi-mortalidad. Cerca del 13% de la población mundial padece ERC, (21) cifra que incrementa hasta un 50% en la población Geriátrica. (58)

Desde hace más de 8 años en el país, existen diversas Unidades de Especialidades Médicas denominadas en su conjunto UNEMES, cuyo diseño pretende alcanzar una cobertura integral, particularmente en el rubro de alta especialidad y prevé un programa médico de servicios ambulatorios de salud para disminuir la demanda y los costos de operación en los hospitales. (56)

Nuestra población de estudio incluye a usuarios de la UNEME Hemodiálisis Aguascalientes; centro ambulatorio dedicado al tratamiento de pacientes con Enfermedad Renal Crónica Terminal, de tipo ambulatorio, autónoma en su administración e independiente del hospital, autosuficiente en su operación, que permita otorgar una atención personalizada, integral y de fácil accesibilidad acercando la atención especializada a la comunidad; conformado por un equipo multidisciplinario (recepción, administración, trabajo social, nutrición, psicología, médico, enfermeras); otorgando semanalmente 88 sesiones de hemodiálisis (2 turnos diarios, uso de 10 máquinas de hemodiálisis, horario continuo de 8 horas) cuyo costo por usuario es de 350.00 pesos, siendo el resto subsidiado por el gobierno estatal y federal. . En este momento se presta atención a 30 usuarios, cuyas características sociodemográficas incluyen: dependencia familiar en un 97%; 100% recursos económicos bajos; 27% de ellos son foráneos.

2.3 Naturaleza del Problema

Uno de los problemas más relevantes es la alteración del metabolismo óseo y mineral que provoca la ERC. Las alteraciones aparecen desde estadios tempranos, como se observó en el estudio *Taiwan*, en el cual se incluyeron 146 pacientes (81 mujeres y 46 pacientes), cuya edad promedio fue de 65.6 años; observando una disminución de la densidad mineral ósea (DMO) en hombres con disfunción renal leve; mientras que el grupo de mujeres la DMO disminuyó a partir del estadio III de la tasa de filtrado glomerular (TFG). (59) La incidencia de fractura de cadera aumenta de manera inversa a la tasa de filtrado glomerular (TFG) estimada, habiéndose observado un riesgo relativo frente a controles sanos de 2,12 cuando la TFG es inferior a 60ml/min/1.73 m² y del 2,32 con TFG por debajo de 45 ml/min (4) . Estos valores se duplican en pacientes con una TFG por debajo de 15 ml/min/1.73 m². Cerca del 50% de los pacientes con ERC en terapia sustitutiva (diálisis), ha sufrido al menos, una fractura por fragilidad ósea (5); observándose además signos histológicos de hiperparatiroidismo secundario en los huesos en más del 50% de pacientes con ERC en hemodiálisis. (6)

Las implicaciones socioeconómicas de la osteoporosis adquiere trascendencia clínica, al considerar las fracturas de cadera en la población general mayor de 50 años, que representan una tasa de mortalidad del 20% al primer año; la afección aparece hasta en un 25-50% a la edad de 80 años y la prevalencia en México de esta enfermedad es del 16%. (54)

Al reconocer a la Enfermedad Renal Crónica como una patología catastrófica para la población Mexicana; no solo por sus implicaciones anatomopatológicas, sino aquellas que afectan al individuo en el ámbito biopsicosocial; nuestros usuarios son portadores de una carga creciente de patologías crónicas y degenerativas, discapacitantes muchas de ellas; como lo son los trastornos del metabolismo mineral óseo. En México aún son insuficientes los programas nacionales orientados a la detección y el tratamiento de la osteoporosis en

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

grupos de alto riesgo; además la disponibilidad de herramientas de diagnósticas no es accesible a toda la población Mexicana, especialmente en la población sin seguridad social.

Como Médico Integrista es necesario poder implementar acciones de prevención, con el fin de evitar la aparición de los trastornos óseos minerales en pacientes con ERC; proporcionar promoción de la salud a los mismos; realizar un diagnóstico oportuno, que sea de bajo costo, accesible y duplicable a toda la población derechohabiente; además ofertar un tratamiento individualizado y rehabilitación en caso de ser necesario; asegurando de ser así posible la reintegración de nuestros usuarios a la economía; proporcionando una calidad de vida aceptable a lo largo de su enfermedad. Lo anterior resolvería la gran fragmentación del sistema de salud actual a la que diariamente nuestros usuarios se enfrenta, repercutiendo en la calidad, eficiencia y acceso a la salud, que se traduce diariamente en insatisfacción y que adicionalmente ha producido, un médico que atiende sólo una condición de salud del paciente, sin reconocer otras condiciones y necesidades de un solo usuario; por tanto debemos ser resolutivos en la prestación de servicios de salud de primer contacto y establecer de forma oportuna la vinculación con los servicios de medicina de alta especialidad; lo que impactara en los costos relacionados con la atención de los pacientes portadores de ERC con trastornos del metabolismo óseo y mineral.

En la actualidad los costos para la realización de densitometría mineral ósea para nuestra Institución son cercanos a \$ 1000.00 (MN) por usuario (programa de subrogación); ya que no se cuenta con densitómetro en los Servicios de Salud del Estado; el uso de la BIA es considerada una herramienta útil en la evaluación de la composición corporal; siendo esta técnica de bajo costo, duplicable, práctica; lo que ha permitido a deportistas, nutriólogos y médicos el uso de esta técnica para estimar el estado nutricional o la monitorización de los estados inflamatorios, así como el riesgo cardiovascular; incluso el valor pronóstico de supervivencia en diferentes patologías como lo es la enfermedad renal, cardíaca o cáncer. (18)

En la enfermedad renal crónica el uso de la BIA, ha permitido establecer medidas para retrasar la progresión de la enfermedad renal en estadios iniciales y disminuir el riesgo cardiovascular asociado; mediante la evaluación del peso, la sobrecarga de volumen, cambios en las cifras de tensión arterial, masa muscular (malnutrición) e incluso la sarcopenia en ancianos traducida en cambios de la composición corporal detectados mediante BIVA. (18)

En múltiples estudios se han evaluado estas dos técnicas obteniendo resultados que cada vez son de mayor ayuda, en la estimación de la masa ósea y densidad mineral. Un estudio realizado en población de 27 adultos sanos, 11 varones y 16 mujeres) con edades 19-23 años, encontraron una correlación entre los resultados del BIA y la DMO (DXA); (60) Hoxha en el año 2014 realizó la comparación entre estas dos técnicas en una población de 64 hombres sanos; en donde mostró una correlación positiva significativa entre el peso y el IMC y la DMO en cuello femoral y en total cadera, y una correlación negativa significativa entre la edad y el cuello femoral DMO . (61) En poblaciones con ERC en hemodiálisis se han reportado que el uso DXA ofrece análisis de la composición precisa con una exposición a la radiación de baja, (62) además de parecer ser superior DXA parece superior a otros métodos no invasivos simples para determinar la composición corporal; tras lo mostrado en el año Hansen y colaboradores, en cuyo estudio incluyeron 19 pacientes (9 mujeres y 10 hombres , con una edad media 46 años), en quienes realizaron medición de BIA y DXA antes y después de la hemodiálisis , encontrando un reducción de la masa libre de grasa medida por DXA, estimó en un 0,6 % el contenido mineral óseo fue inferior después de la sesión de hemodiálisis. (63)

Durante la presente investigación se pretende determinar si existe correlación entre los valores de masa ósea medida por Bioimpedancia eléctrica (BIA) y densidad mineral ósea medida mediante Absorciometría dual de rayos x (DXA) en usuarios de la UNEME Hemodiálisis.

2.4 Pregunta de Investigación

¿Cuál es la correlación que existe entre los valores de masa ósea por Bioimpedancia eléctrica (BIA) y la densidad mineral ósea medida por Absorciometría dual de rayos X (DXA)?

2.5 Objetivos

2.5.1 Objetivo General

Determinar la correlación entre los valores de la masa ósea medida por BIA y la densidad mineral ósea medida por DXA en los pacientes con ERC usuarios de la UNEME Hemodiálisis Aguascalientes.

2.5.2 Objetivos Específicos

- Analizar la correlación entre el género y los valores de masa ósea por BIA y densidad mineral ósea por DXA.
- Analizar la correlación entre la edad y los valores anormales de masa ósea por BIA y densidad mineral ósea por DXA.
- Analizar la correlación entre las medidas antropométricas y los valores anormales de masa ósea por BIA y densidad mineral ósea por DXA.
- Identificar el valor predictivo positivo y negativo de un valor anormal medido por BIA y densidad mineral ósea anormal medida por DXA.
- Identificar la sensibilidad y especificidad de BIA y DXA.

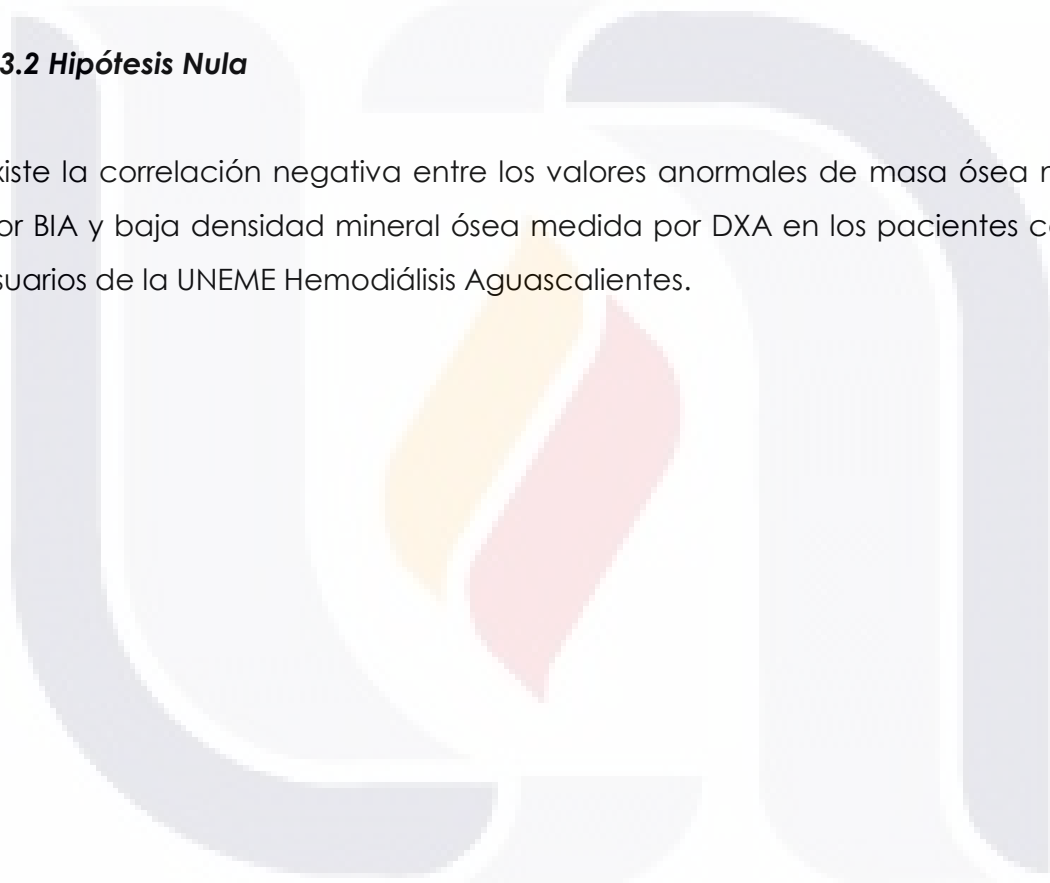
2.3 Hipótesis

2.3.1 Hipótesis Verdadera

Existe la correlación positiva entre los valores anormales de masa ósea medida por BIA y baja densidad mineral ósea medida por DXA en los pacientes con ERC usuarios de la UNEME Hemodiálisis Aguascalientes.

2.3.2 Hipótesis Nula

Existe la correlación negativa entre los valores anormales de masa ósea medida por BIA y baja densidad mineral ósea medida por DXA en los pacientes con ERC usuarios de la UNEME Hemodiálisis Aguascalientes.



CAPÍTULO III. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 Tipo de estudio

Observacional, analítico (correlacional).

3.2 Población de estudio

Se incluyeron a todos pacientes con Enfermedad Crónica Terminal, usuarios de la UNEME Hemodiálisis Aguascalientes. En el periodo comprendido de Enero del 2014-Septiembre del 2014.

3.3 Tamaño de la muestra

No se realiza muestra, ya que la se incluirán en el estudio a 100% de los pacientes con ERC usuarios de la UNEME Hemodiálisis Aguascalientes.

3.4 Descripción de las variables

3.4.1 Variables del estudio

- Edad
- Género
- Peso
- Talla
- Superficie corporal
- Índice de masa corporal (IMC)
- Años de enfermedad
- Etiología de la ERC
- Masa ósea por BIA
- Densidad mineral ósea por DXA

- Osteopenia
- Osteoporosis
- Sensibilidad
- Especificidad
- Valor predictivo positivo
- Valor predictivo negativo

3.4.2 Operacionalización de las variables

Tabla 6. Operacionalización de las variables.

Variable	Tipo de variable	Definición operacional	Unidad de medida	Escala de medición	Cuando obtener
Edad	Cualitativa ordinal	Tiempo que ha vivido una persona, contado desde su nacimiento.	Años de vida	1: < 18 años 2: 18-35años 3: >35 años	Primera entrevista
Sexo	Cualitativa nominal	Característica natural o biológica	Anamnesis	1:Masculino 2:Femenino	Primera entrevista
Talla	Cuantitativa continua	Longitud de la planta de los pies a la parte superior del cráneo	mt	Metros y centímetros	Primera entrevista
Peso	Cuantitativa continua	Volumen del cuerpo expresado en Kg	Kg	Kilogramos Gramos	Primera entrevista
IMC	Cualitativa Ordinal	Peso corporal dividido entre la estatura, elevada al	Kg/cm ²	1: Bajo 2: Normal 3: SBP 4: OBS I 5: OBS II 6: OBS III	Primera entrevista

		cuadrado			
Evolución de la enfermedad	Cualitativa ordinal	Tiempo que ha vivido con la enfermedad, desde su diagnóstico	meses	1: 12-24 meses 2: 25-48 meses 3: mayor 49 meses	Primera entrevista
Densidad mineral ósea por DXA	Cualitativa Nominal	Cantidad de minerales que contiene cierta porción del hueso	gr/cm ²	1: Normal 2: Baja	Exploración Centro de Diagnóstico Médico Integral Siglo XXI, mediante Densitometría Lunar DPX-alpha Exploración
Masa ósea por BIA	Cualitativa Nominal	Calculo de la composición corporal	% masa	1: Normal 2: Baja	Exploración UNEME Hemodiálisis, mediante TANITA Inner Scan

					model: BC-568
Etiología de la ERC	Cualitativa nominal	Origen de la enfermedad		1: Hipoplasia renal 2: Nefropatía diabética 3: Nefropatía por hiperuricemia 4: Poliquistosis renal 5: Nefropatía hipertensiva	Primera entrevista
Osteopenia	Dependiente Nominal	Disminución en la densidad mineral ósea entre 1 y 2.5 desviaciones estándar por debajo del promedio para adultos jóvenes normales	gr/cm ²	2: Osteopenia	Exploración Centro de Diagnóstico Médico Integral Siglo XXI, mediante Densitometría Lunar DPX-alpha

Osteoporosis	Dependiente Nominal	Disminución en la densidad mineral ósea con daño a la microarquitectura y aumento en la frecuencia de fracturas con trauma mínimo	gr/cm ²	3: Osteoporosis	Exploración Centro de Diagnóstico Médico Integral Siglo XXI, mediante Densitómetro GE Lunar DPX-alpha
Sensibilidad		Capacidad de una prueba para detectar la enfermedad	% verdadero positivo	$\frac{VP}{VP+FN}$	Paquete estadístico SPSS
Especificidad		Probabilidad de que un sujeto sano tengo un resultado negativo en una prueba	% verdadero negativo	$\frac{VN}{VN+FP}$	Paquete estadístico SPSS
Valor predictivo positivo		Probabilidad de tener la enfermedad su el resultado de la prueba diagnóstica es positiva.	Resultados positivos en enfermos $\frac{\text{Total de resultados positivos}}{\text{Total de resultados positivos}}$	$\frac{VP}{FP+VP}$	Paquete estadístico SPSS

Valor predictivo o negativo		Probabilidad de no tener la enfermedad si el resultado de la prueba diagnóstica es negativo	Resultados negativos sanos <hr/> Total de resultados negativos	$\frac{VN}{VN+FN}$	Paquete estadístico o SPSS
------------------------------------	--	---	---	--------------------	----------------------------

3.5 Criterios de inclusión

- Usuarios de la UNEME Hemodiálisis que acepten ingresar al estudio y firmen el consentimiento informado
- Usuarios de la UNEME Hemodiálisis en el periodo comprendido de Enero-Septiembre del 2014
- Usuarios con el diagnóstico de ERC
- Usuarios con un año de evolución de la enfermedad

3.6 Criterios de exclusión

- Usuarios de la UNEME con uso de crónico de glucocorticoides
- Usuarios de la UNEME con enfermedad sistémica no renal, que afecte el metabolismo mineral óseo

3.7 Criterios de eliminación

- Usuarios en quienes, en quienes no pueda ser posible la realización de Bioimpedancia eléctrica.
- Usuarios en quienes se realizó la medición de densidad mineral ósea por otro método diagnóstico (Ultrasonido, ICQ, Resonancia, Radiografía).
- Usuarios ya incluidos en él estudio, egresen de la UNEME Hemodiálisis.

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- Usuarios ya incluidos en el estudio cambien de terapia sustitutiva renal (diálisis peritoneal o trasplante)

3.9 Recursos para el estudio

3.9.1 Recursos humanos

Médicos (Nefrólogo, Endocrinólogo, Radiólogo e Integrista)
Nutrióloga.

3.9.2 Recursos técnicos

- TANITA (INNER SCAN BC-568) ®.
- Densitómetro (GE Lunar DPX A ALPHA®)
- Bascula de pedestal con estadímetro (BAME ®)

3.9.3 Recursos materiales

- Computadora (Toshiba ®), programa operativo Windows 8 ®; siendo utilizada para la redacción, análisis de resultados y respaldo de los mismos.
- USB de 16 GB (HP ®) como memoria de almacenamiento.
- Impresora (HP officejet 4000®), para la impresión de trabajo final.
- Plumaz, lápices, papel, marcador.

3.9.4 Recursos financieros

Se realizó mediante el programa de subrogación, la realización de DXA en el Centro de Diagnóstico Médico Integral Siglo; sin costo alguno para nuestros usuarios.

3.9.5 Recursos Institucionales

UNEME Hemodiálisis Aguascalientes. ISSEA.

3.9.6 Logística

Se revisó el expediente clínico de todos los pacientes inscritos en la UNEME Hemodiálisis, en el momento actual del estudio (periodo Enero-Septiembre 2014); haciendo la selección de los pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión para el grupo de estudio.

Se citó al usuario en el consultorio de Nutriología (posterior a sesión de hemodiálisis), donde se le informó las mediciones que se tomaría y firmó el consentimiento bajo información, una vez que acepto se procedió a realizar las siguientes mediciones:

- La licenciada en Nutrición se presentó con el paciente, indicándole su nombre y profesión; indicándole la necesidad de pasar al sanitario para despojarse de su ropa y posteriormente colocarse bata clínica para iniciar proceso de medición. Le indicó a cada usuario, que subiera a la báscula de pedestal con estadímetro (BAME ®) mirando hacia el frente, pegando ambos talones, con las manos hacia los costados; posteriormente procedió a pesar y medir a cada usuario, de acuerdo al cronograma de
- Posteriormente para la realización de la Bioimpedancia eléctrica (BIA), se informó al usuario el procedimiento a seguir, solicitándole a cada usuario quedarse sin ropa conservando el uso de bata clínica, con la vejiga vacía, adecuadas condiciones de hidratación; indicándole subir al bioimpedanciometro (INNER SCAN BC-568) ®, alineando los talones correctamente con los electrodos (pies) de la báscula, tomando entre sus manos ambos electrodos (manos), manteniendo una posición erguida, sin moverse durante la medición. Figura 10.

- Para la realización de la densitometría mineral ósea, se realizó mediante vía telefónica la cita de cada uno de los usuarios en el Centro de Diagnóstico Médico Integral Siglo XXI, localizado en la ciudad Aguascalientes. Los usuarios acudieron por sus propios medios; el día de la cita, la cual correspondía (posterior a sesión de hemodiálisis). Para la realización de la absorciometría de rayos X, se le explicó al usuario el procedimiento a seguir por parte del médico radiólogo; el cual pidió al usuario que pasaría al sanitario se despojara de su ropa y colocara bata clínica; posteriormente se le indicó que subiera al Densitómetro (GE Lunar DPX A ALPHA®), se colocara en posición decúbito supino, con las extremidades en aducción a lo largo del cuerpo; manteniendo dicha postura durante un tiempo de 8 minutos.

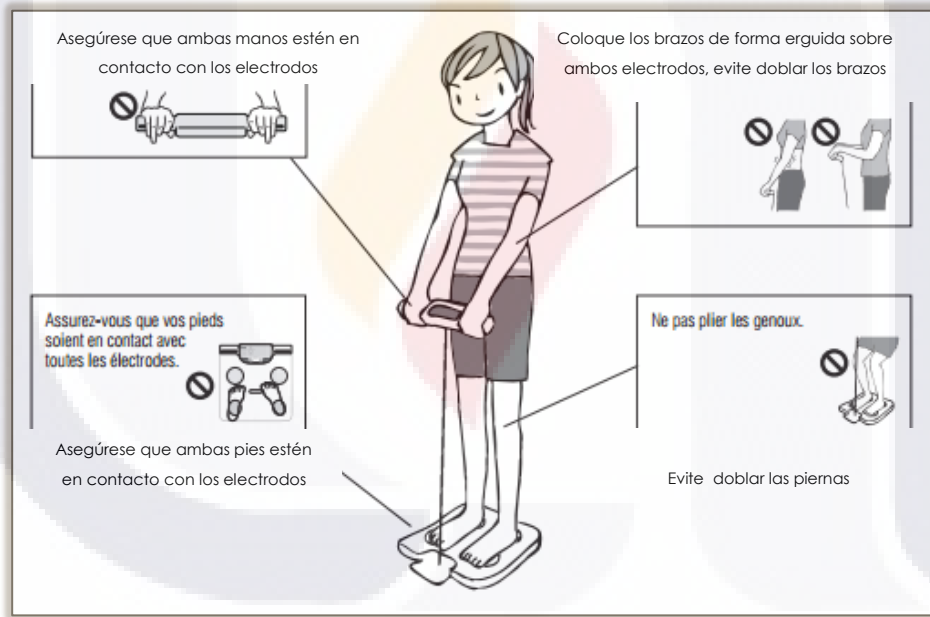


Figura 10. Posición correcta para la realización de Bioimpedancia Eléctrica. (9)

3.10. Análisis estadístico

La información obtenida en el presente estudio se vació en hoja de cálculo del programa Excel 2010, para su análisis estadístico mediante el paquete IBM SPSS Statistics Versión 20 para la obtención de resultados, y poder generar conclusión y discusión.

Se realizó estadística descriptiva de frecuencias simples y porcentajes para variables cualitativas, media y desviación estándar para las variables cuantitativas. Los resultados se presentaron en tablas de frecuencias, gráfico de sectores e histogramas.

Para comprobar la hipótesis se realizaron pruebas de Chi-cuadrada (χ^2). Se realizaron pruebas con las formulas preestablecidas para sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y negativo.

3.11. Consideraciones éticas

En el presente estudio se realizó la investigación sin riesgo alguno para la integridad de la persona, realizando entrevista de forma individual, toma de medidas antropométricas y de la composición corporal; los datos recolectados se mantuvieron en confidencialidad y anonimato.

De acuerdo al reglamento de la Ley General de Salud de los Estados Unidos Mexicanos en materia de Investigación para la Salud vigente en nuestro país, el presente trabajo se realizó conforme al Título Segundo, capítulo 1, artículo 12, categoría "I" que dice: "Investigación sin riesgo: Son estudios que se emplean técnicas y métodos de investigación documental y aquellos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada en las variables fisiológicas, psicológicas y sociales de los individuos que participan en el estudio, entre las que consideran: cuestionarios, entrevistas, revisión de expedientes

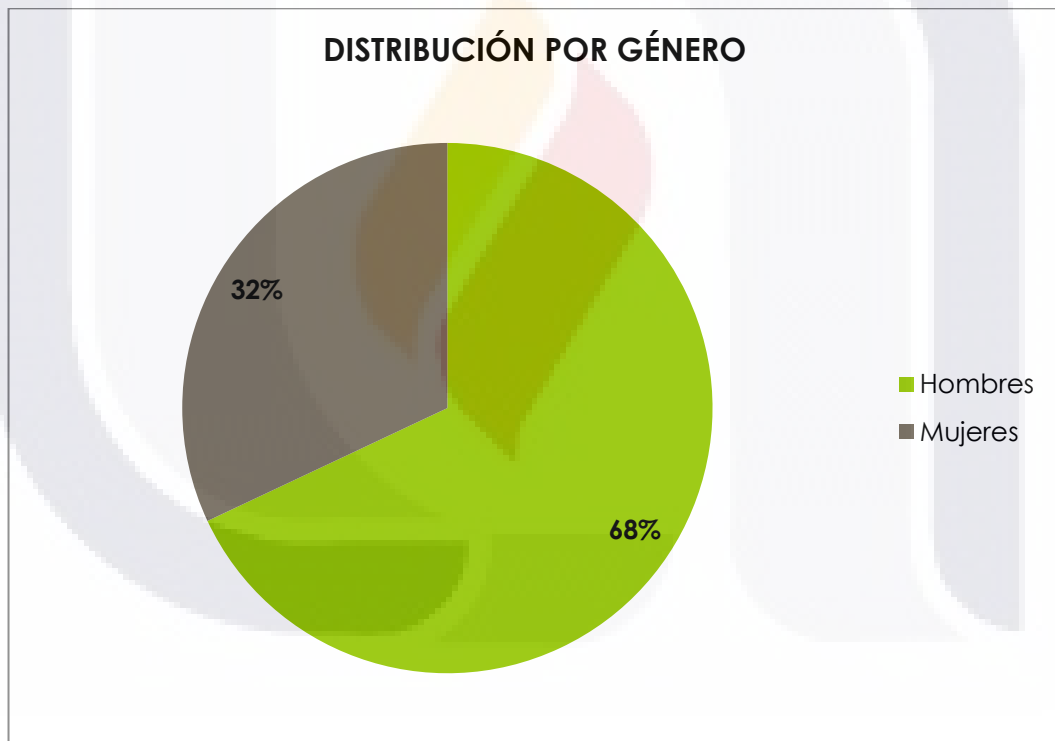
clínicos y otros en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta, lo cual no provoca ningún daño. Así mismo, la investigación no viola ninguna recomendación y está de acuerdo con éstas para guiar a los médicos en la investigación biomédica, donde participan seres humanos contenida en la declaración de Helsinki, enmendada en la 41° Asamblea Médica Mundial en Hong Kong en Septiembre de 1989 y Edimburgo, Escocia, Octubre 2000 y la nota de Clarificación del párrafo 29, agregada por la Asamblea General de la AMM, Washington 2002.



RESULTADOS

El estudio realizado contemplo la población de usuarios de la UNEME hemodiálisis Aguascalientes, con un universo de 30, de los cuales 25 fueron incluidos en el estudio al cumplir con los criterios de establecidos para, 5 usuarios fueron eliminados, 3 de ellos por haber sido realizado la densitometría ósea por otro método no DXA, 2 fueron eliminados por imposibilidad para la medición de BIA.

De los 25 usuarios incluidos en el estudio, 17 eran del género masculino y 8 femeninos (68% y 32% respectivamente), con una relación 2:1 (Grafica 1).



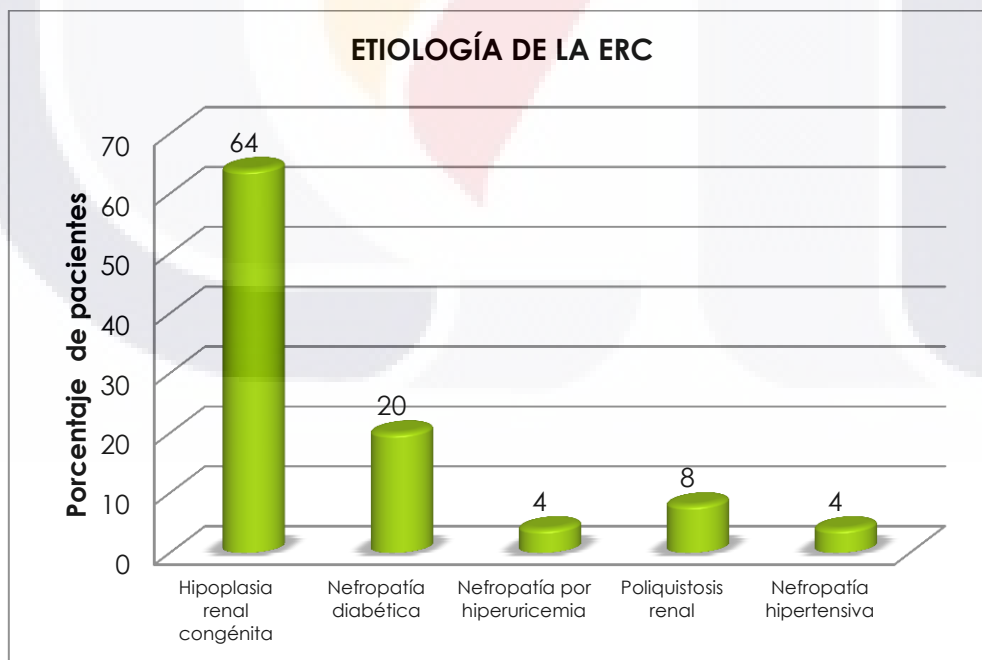
Gráfica 1. Distribución porcentual por Género.

La edad media de los usuarios fue de 35.5 años, con una mínima de 19 y máxima de 69 años. En la valoración antropométrica de la población, se observó que la talla media 1.61 metros, el peso seco medio de 60.5 kg. La superficie corporal media de 1.64 m³. (Tabla 7).

Tabla 7. Características de la población.

Estadísticos descriptivos					
Edad	25	19	69	35.48	16.138
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Peso Seco(Kg)	25	39	88	60.472	11.8726
Talla (mts)	25	1.44	1.83	1.6164	0.10862
Superficie corporal (m3)	25	1.29	2.07	1.6451	0.18512
N válido (según lista)	25				

La etiología de enfermedad renal más frecuente en nuestra población fue la hipoplasia renal congénita (64%); las enfermedades crónicas degenerativas representan el 24% de la etiología de la ERC. (Gráfica No. 2).



Gráfica 2. Distribución porcentual por Etiología de la Enfermedad Renal Crónica.

El tiempo de evolución de la ERC en estadio V (KDIGO), desde el inicio de la terapia sustitutiva a la fecha del estudio, encontramos tiempo de evolución promedio de 1.55 años, con tiempo de evolución máximo de 3 años. (Tabla No. 8).

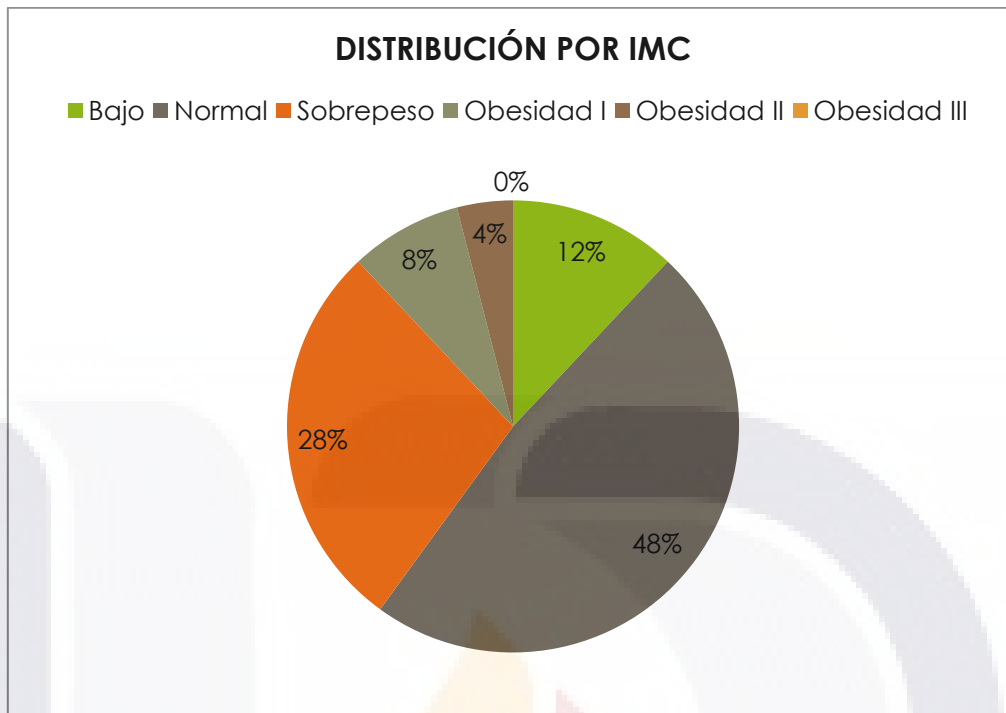
Tabla 8. Distribución por Tiempo de Evolución de la Enfermedad.

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Tiempo ERC	25	1	3	1.32	0.748
N válido (según lista)	25				

Observamos que el 12% de los usuarios presenta bajo peso por IMC, contrario a lo anterior 40% de nuestros usuarios son portadores de sobrepeso y obesidad. (Grafica No. 3) No se observó significancia estadística entre los valores de IMC y compararlas con BIA y DXA. (Tabla No. 9)

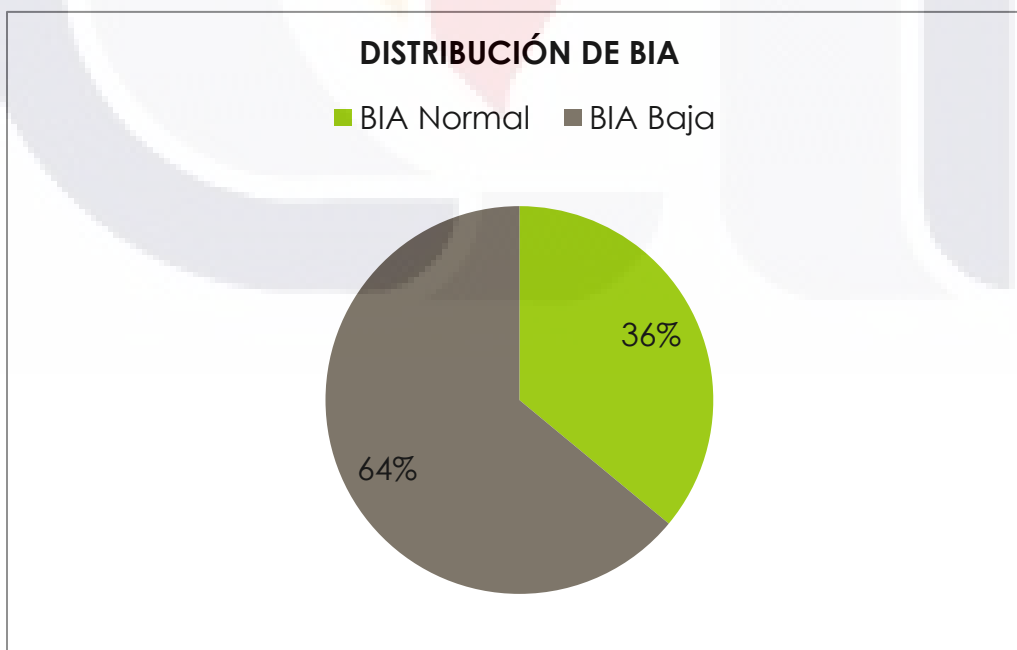
Tabla 9. Distribución de IMC de acuerdo a BIA y DXA.

Tabla de contingencia							
		IMC					Total
		Bajo peso	Normopeso	Sobrepeso	Obesidad I	Obesidad II	
BIA	Normal	2	5	2	0	0	9
	Baja	1	7	5	2	1	16
DXA	Normal	2	6	2	1	0	11
	Baja	1	6	5	1	1	14
Total		3	12	7	2	1	25



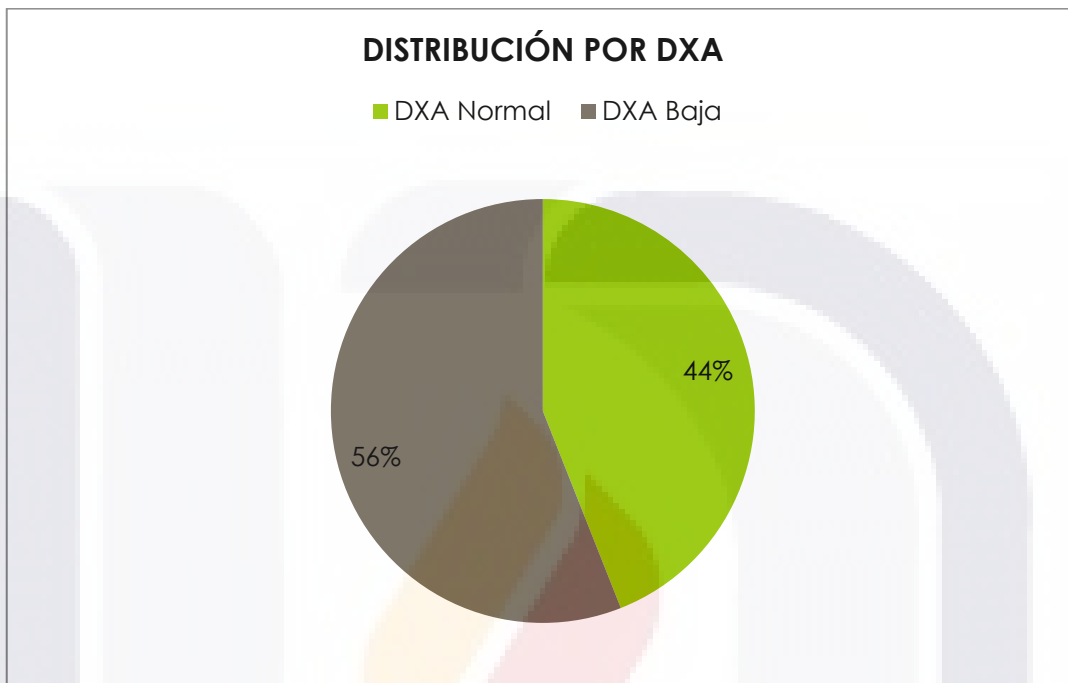
Gráfica 3. Distribución porcentual por IMC.

En el hallazgo de masa ósea valorada por BIA, observamos que en 16 (64%) pacientes existe baja masa ósea para su edad y género (Gráfica No. 4)

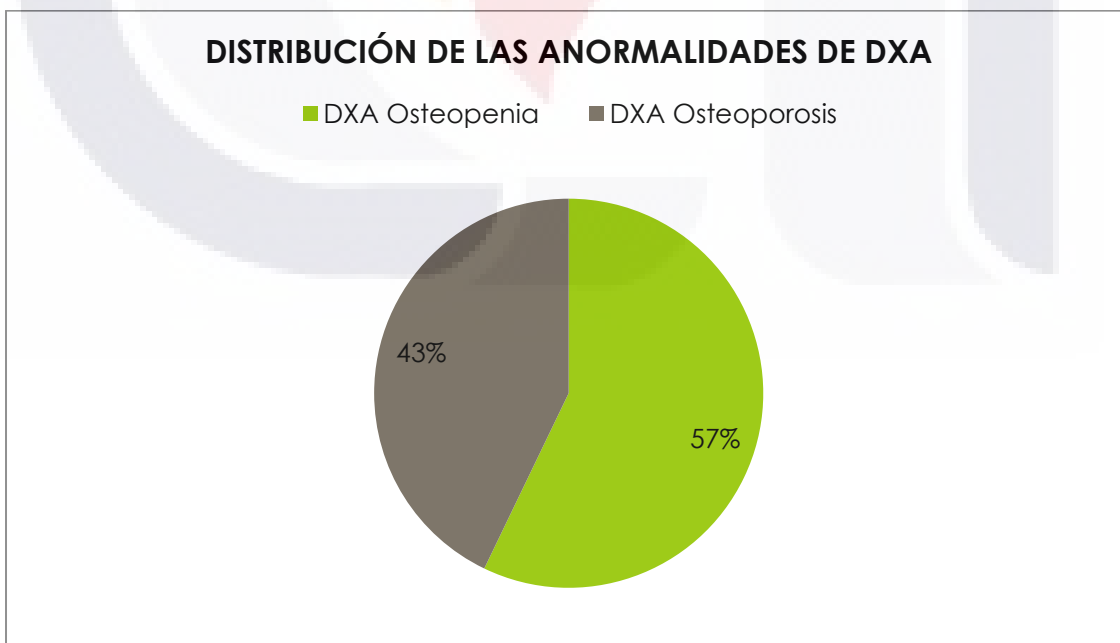


Gráfica 4. Distribución porcentual por Bioimpedancia Eléctrica.

En la evaluación de la densidad mineral ósea por DXA, observamos que el T-score de cadera en 14 usuarios se encuentra baja, 8 usuarios presentaron osteopenia (57%) y 6 osteoporosis (43%). (Grafica No. 5 y 6)



Gráfica 5. Distribución porcentual por DXA.



Gráfica 6. Distribución porcentual de las Anormalidades de DXA.

Las variables de género, edad, tiempo de evolución de la ERC, etiología de la ERC, peso, talla, SC; no presentaron diferencia estadísticamente significativa al compararlas con BIA y DXA.

Tabla 10. Distribución por Género para BIA y DXA.

Tabla de contingencia				
Recuento		Sexo		Total
		Masculino	Femenino	
BIA	Normal	5	4	9
	Baja	12	4	16
DXA	Normal	7	4	11
	Baja	10	4	14
Total		17	8	25

Existe una correlación $r = 0.875$ entre anomalías de la masa ósea por BIA y baja densidad mineral ósea por DXA, con una significancia de $p: 0.001$.

Tabla 11. Correlación entre Bioimpedancia eléctrica (BIA) y Absorciometría dual de rayos X (DXA).

TABLA DE CONTINGENCIA BIA * DXA					
		DXA		Total	
		Normal	Baja		
BIA	Normal	Recuento	8	1	9
		% del total	32.00%	4.00%	36.00%
	Baja	Recuento	3	13	16
		% del total	12.00%	52.00%	64.00%
Total		Recuento	11	14	25
		% del total	44.00%	56.00%	100.00%

La sensibilidad de BIA encontrada del estudio fue de 0.85, con una especificidad de 0.63, el Valor Predictivo Positivo de 0.75 y un Valor Predictivo Negativo de 0.77.

DISCUSIÓN

En el presente capítulo se discuten los resultados obtenidos en el estudio de acuerdo al objetivo e hipótesis planteada para el mismo, apoyadas en la revisión previa de la literatura. El estudio se realizó en la Unidad de Especialidad Médica (UNEME) Hemodiálisis Aguascalientes, con la participación de 25 usuarios los cuales cumplieron con los criterios de inclusión para el estudio; donde prevaleció el género masculino (64%), la edad promedio de 35.5 años, 40% con edad menor a los 40 años; representando la nefropatía diabética e hipertensiva solo el 24% de las causas de la ERC en nuestro grupo de estudio; estos resultados son diferentes a lo reportado a nivel nacional, donde las enfermedades crónico-degenerativas representan al 75% de las causas de ERC (nefropatía diabética 54% e hipertensiva 21%).(15)

Chatlert y colaboradores encontraron en pacientes con ERC en diálisis peritoneal, una relación entre disminución de la densidad mineral ósea en cadera, de acuerdo a la edad avanzada tanto en género masculino como en el femenino (64); similar a lo reportado por Sánchez quien ha descrito una relación lineal significativa entre DMO y edad ($p: 0.001$) en 51 pacientes en hemodiálisis; (65) en esta investigación no se encontró significancia estadística entre los valores de masa ósea (BIA) y densidad mineral ósea (DXA) para la edad y género.

El bajo peso (12%) en nuestra población de estudio no muestra relación significativamente estadística para las alteraciones de los valores de BIA O DXA; la obesidad grado I se encontró en el 8%; similar a lo reportado por Soares; quien compara la composición corporal de pacientes en hemodiálisis con sujetos sanos encontrando para su población (hemodiálisis) un 6.4% de pacientes con un IMC > 30 (66) . El normopeso entre nuestros usuarios fue menor al 50% (48%).

La comparación de la BIA y la DXA se describe en numerosos papeles, la idea de esta investigación era averiguar si existe una relación entre la masa ósea (BIA) y

la densidad mineral ósea (DXA); nuestros resultados están de acuerdo con los resultados de Miyatake y Davidović Cvetko (población sana) encontrando una relación significativa ($r= 0.759$; $p= 0.001$) entre estas dos mediciones; además una correlación positiva entre T-score en cadera (DXA) y BIA. (60). En nuestro estudio, se determina una correlación positiva del $r= 0.875$ entre la masa ósea (BIA) y densidad mineral ósea (DXA), siendo significativamente estadísticas ($p: 0 .001$); no encontrando significación estadística entre estas dos variables y el género, la edad, etiología o tiempo de evolución de la ERC. Fürstenberg y Davenport, observaron que el contenido mineral óseo medido por BIA sobreestima los casos en relación a DXA en hemodiálisis. (67). En nuestro caso, obtuvimos un 8% de sobreestimación en los casos de BIA en comparación a DXA.

No se cuenta con estudios en quien se pueda comparar los resultados de especificidad y sensibilidad mostrados en nuestra investigación. Los resultados en nuestra investigación arrojan una sensibilidad del 85% y especificidad del 63% para BIA; respecto a la detección de las alteraciones de la masa ósea.

CONCLUSIÓN

- Rechazamos hipótesis nula debido a que nuestros resultados mostraron que existe la correlación positiva entre los valores anormales de masa ósea medida por BIA y densidad mineral ósea baja medida por DXA en los pacientes con ERC usuarios de la UNEME Hemodiálisis Aguascalientes.
- No existió correlación entre el género y los valores anormales de masa ósea por BIA y densidad mineral ósea por DXA.
- No existió correlación entre la edad y los valores anormales de masa ósea por BIA y densidad mineral ósea por DXA.
- No existió correlación entre los años de evolución de la enfermedad con los valores anormales masa ósea por BIA y densidad mineral ósea por DXA.
- No existió diferencia al correlacionar la etiología de la ERC con estas dos técnicas.
- No existió diferencia al correlacionar las medidas antropométricas y los valores anormales de masa ósea por BIA y densidad mineral ósea por DXA.
- Como conclusión final, esta revisión proporciona evidencia científica para afirmar que el uso de la Bioimpedancia eléctrica (medición de masa ósea); es una herramienta de escrutinio para determinar alteraciones en la densidad mineral ósea; siendo esta técnica accesible a toda la población, duplicable, de bajo costo, no invasiva; mediante la cual se pretende mejorar la atención a nuestros usuarios, reducir costos de subrogación (Absorciometría dual de rayos X); mediante la identificación de forma oportuna las alteraciones óseas, contribuyendo a una prevención eficaz y un tratamiento individualizado en cada usuario.

RECOMENDACIONES

Las recomendaciones generales para cada uno de nuestros usuarios, portadores de Enfermedad Renal Crónica en terapia sustitutiva renal modalidad Hemodiálisis; están en relación a la necesidad de una atención individualizada e integral (médico, enfermería, nutriología, trabajo social); con el fin de realizar entre nuestros usuarios prevención secundaria, detección temprana de las alteraciones del metabolismo óseo mineral en ERC, diagnóstico de los grados de alteración en la masa ósea (osteopenia y osteoporosis) y un tratamiento oportuno para evitar riesgo de fractura en pacientes con alteración metabolismo óseo mineral en ERC; deberá incluirse la realización de exámenes paraclínicos (biometría hemática, química sanguínea, electrolitos séricos, pruebas de funcionamiento hepático), composición corporal (Bioimpedancia eléctrica) y de ser necesarios estudios de gabinete (Absorciometría dual de rayos X).

Al conocer la existencia de alteraciones en el metabolismo óseo mineral en nuestros usuarios, como médicos integristas debemos iniciar medidas de prevención, con el fin de disminuir las complicaciones relacionadas a esta patología y ofertar así mayor calidad de vida; entre las medidas incluirán la supresión de hábitos nocivos como el tabaquismo y alcoholismo; exposición diaria al sol durante 15 minutos; dieta rica en calcio (1000-1500 mg) diarios; evitar el sedentarismo, ejercicio aeróbico.

También es necesario que al establecer el diagnóstico de osteoporosis; se deberá implementar el uso de tratamiento farmacológico; de acuerdo a las condiciones clínicas del usuario y lo recomendado por la GPC Prevención, Diagnóstico y Tratamiento de la Enfermedad Renal Crónica, Guías K/DOQI y KDIGO para los trastornos del metabolismo óseo mineral; considerando además el costo-beneficio de la terapéutica a emplear en cada usuario.

Considero que continua siendo necesario la pesquisa precoz de ERC, teniendo como beneficios la implementación de intervenciones potenciales que reducen la progresión del daño renal y disminuyen la tasa morbi-mortalidad, relacionadas a la misma.

Es importante que el personal de salud que atiende a población de riesgo para el desarrollo de alteraciones en el metabolismo óseo mineral, conozca el uso y las aplicaciones del estudio de la composición corporal; mediante la utilización de bioimpedanciometros localizados en las Unidades de Atención Medica (UNEMES). Con la finalidad de identificar las alteraciones de la masa ósea (osteopenia/osteoporosis) en la evaluación de rutina mediante BIA; cuya técnica presenta una alta sensibilidad para la detección de las alteraciones de la masa ósea, sirviendo como método de screening para la detección oportuna de las alteraciones en la densidad mineral ósea. Determinando, en que usuarios es necesario la realización de Absorciometría Dual de Rayos X; lo que influirá en la reducción de los costos para nuestra institución, proporcionando calidad, eficiencia y acceso a la salud a todos nuestros usuarios.

GLOSARIO

Atención médica: conjunto de servicios, que se proporcionan al individuo, con el fin de proteger, promover y restaurar la salud. (52)

Densitometría ósea: Estudio de gabinete mediante el cual se puede medir la densidad mineral ósea cortical y trabecular. Se expresa en g/cm². (57)

Factor de riesgo: Característica o circunstancia personal, ambiental o social de los individuos o grupos, asociada con un aumento de la probabilidad de ocurrencia de un daño. (57)

Hemodiálisis: procedimiento terapéutico especializado que utiliza como principio físico-químico la difusión pasiva de agua y solutos de la sangre a través de una membrana artificial semipermeable y que se emplea en el tratamiento de la insuficiencia renal y otras patologías, aplicando los aparatos e instrumentos adecuados. (53)

Manejo integral: al establecimiento de metas del tratamiento, manejo no farmacológico y farmacológico, educación del paciente, seguimiento médico y vigilancia de complicaciones. (57)

Osteomalacia: Alteración en el metabolismo óseo que consiste en una deficiente mineralización en la matriz ósea, ocasionada principalmente por una deficiencia de vitamina D. (54)

Osteopenia: Disminución en la densidad mineral ósea entre 1 y 2.5 desviaciones estándar por debajo del promedio para adultos jóvenes normales (índice T entre -1 y -2.4). (54)

Osteoporosis: Disminución en la densidad mineral ósea con daño a la microarquitectura y aumento en la frecuencia de fracturas con trauma mínimo. La densidad mineral ósea se encuentra 2.5 o más desviaciones estándar por debajo del promedio para adultos jóvenes normales (índice T < a -2.5). (54)

Prevención primaria: Todas aquellas actividades o acciones de promoción, educación o fomento de la salud, así como las de protección específica para la prevención de las enfermedades. (54)

Prevención secundaria: Todas aquellas actividades o acciones que están encaminadas a disminuir un daño. (54)

Prevención terciaria: Todas aquellas actividades o acciones que están encaminadas a evitar la progresión de la enfermedad y las secuelas. (54)

UNEME: Unidad de Especialidad Médica. (56)

Usuario: a toda aquella persona, que requiera y obtenga la prestación de servicios de atención médica. (52)



BIBLIOGRAFÍA

1. Méndez Durán A, Méndez Bueno A, et al. Epidemiología de la insuficiencia renal crónica en México. *Diálisis y Trasplante*. 2010 Noviembre; 31(1): 7-11.
2. Durán Arenas L, Ávila Palomares P, et al. Costos directos de la hemodiálisis en unidades públicas y privadas. *Salud Publica México*. 2011; 53 (4): S516-S524.
3. Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) CKD-MBD Work Group. KDIGO clinical practice guideline for the diagnosis, evaluation, prevention, and treatment of chronic kidney disease-mineral and bone disorder (CKD-MBD). *Kidney International* 2009; 76 (Suppl 113): S1-S130.
4. Arboleya L. Trastorno mineral y óseo asociado a la enfermedad renal crónica. *Reumatología Clínica*. 2011 Agosto; 7(S2): S18-S21.
5. Dooley A, Weiss N, Kestenbaum B. Increased risk of hip fracture among men with CKD. *Am J Kidney Dis*. 2008 Jan; 51(1): p. 38-44.
6. Polymeris A, Doumouchtsis K, Grapsa E. Bone mineral density and bone metabolism in hemodialysis patients. Correlation with PTH, 25OHD3 and leptin A. *Nefrología*. 2012 Julio ; 32(1): p. 73-8.
7. Orueta R, Gómez S. Interpretación de la densitometría ósea. *Semergen*. 2010 Enero ; 36 (1): p:27-30.
8. Committee of the National Institutes of Health . Bioelectrical Impedance Analysis in Body Composition Measurement. National Institutes of Health; Technology Assessment Conference Statement; 1994, December; 12 (14): p: 1-35).
9. TANITA: Inner Scan model: BC-568. Hoofdd orp, the Netherlands patent BC5687801(2). 2007. ® www.tanita.com
10. Cantú D. NefroMex. [Online]; 1999 [cited 2014 Septiembre 18]. Available from: <http://nefromex.drupalgardens.com/content/nacimiento-y-evoluci%C3%B3n-de-la-nefrolog%C3%AD>
11. Berndt H. Ludwig Traube's contribution to nephrology. *Zeitschrift fur Urologie und Nephrologie*. 1986; 79 (3): p. 171-174.

12. Zamudio T. Apuntes sobre la historia de la nefrología en los últimos 50 años. Rev Med Hered 10. 1999; 10 (1): p. 1-8.
13. Berliner R, Giebisch G. Robert Franklin Pitts 1908-1977. National Academy of Sciences. 1987 October; p. 323-344.
14. Álvarez F. Hemodiálisis: Evolución histórica y consideraciones generales. Nefrología. 1996; 16 (4): p. 25-36.
15. Little K. Osteoporotic Mechanisms. The Journal of International Medical Research. 1973 September ; 1: p. 509-529.
16. Huerta G, Arce C, Casas E. Osteoporosis Inducida por Corticoesteroides. Revista Metabolismo Óseo y Mineral. 2003; 1 (2): p. 67-72
17. Raisz L. Pathogenesis of osteoporosis: concepts, conflicts, and prospects. The Journal of Clinical Investigation. 2005 December; 115 (12): p. 3318-3325.
18. Cigarrán S. Aplicaciones futuras de la bioimpedancia vectorial. Nefrología. 2011 Octubre; 31 (6): p. 635-43.
19. Cornejo J, Llanas J, Velasco A, et al. Composición corporal por impedancia bioeléctrica y prevalencia de sobrepeso y obesidad en escolares de Ciudad Victoria, Tamaulipas. Revista de Endocrinología y Nutrición. 2008 Julio ; 16 (3): p. 109-113.
20. Clarke. Hologic Bone Densitometry and the Evolution of DXA. Clinical Science Manager.
21. Coresh J, Selvin E, Stevens L, et al. Prevalence of chronic kidney disease in the United States. Jama. 2007; 298(17)(2038–2047.): p. 2038–2047.
22. Lameire N, Jager K, et al. Chronic kidney disease: A European perspective. International Society of Nephrology. 2005; 68 (99): p. S30–S38.
23. System USRD. USRDS 2010 Annual Data Report: Atlas of Chronic Kidney Disease and End-Stage Renal Disease in the United States. USRDS Annual Data Report. National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases, National Institutes of Health; 2010. Report No.: 1.
24. Consejo de Expertos Latinoamericanos de la I.O.F. Osteoporosis: epidemiología, costo e impacto en América Latina. Evidencias en la Medicina, 2012. 20 (41): p. 50-56.

25. Rodríguez C, Sánchez J. Paciente con insuficiencia renal crónica moderada y descompensación cardíaca sobreañadida. *Nefrología*. 2012 Febrero; 3 (3): p. 43-6.
26. Schieppati A, Remuzzi G. Chronic renal diseases as a public health problem: Epidemiology, social, and economic implications. *Kidney International*. 2005; 68 (98): p. S7–S10.
27. Fernández B, Hernández A, et al. Mortality due to kidney diseases in children under 15 years of age (México 1998-2009). *Bol Med Hosp Infant Mex*. 2011; 68 (4): p. 304-306.
28. GPC prevención, diagnóstico y tratamiento de la Enfermedad Renal Crónica Temprana. Guía de Práctica Clínica. Secretaría de Salud, CENETEC; Mexico D.F.; 2006.
29. Improving Global Outcomes (KDIGO) CKD Work Group. KDIGO 2012 Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease. *Kidney inter., Suppl*. 2013; 3: 1–150.
30. McPhee S, Papadaks M. *LANGE: Diagnóstico Clínico y Tratamiento*. 50th ed. Mc Graw Hill; 2002.
31. Kasper H, Braunwald L, Fauci J. *Harrison. Principios de Medicina Interna*. 16th ed. Mc Graw Hill; 2005.
32. López J, Martínez C, et al. Common pathophysiological mechanisms of chronic kidney disease: Therapeutic perspectives. *Pharmacology & Therapeutics*. 2010; 128: p. 61-81.
33. Comité de Metabolismo Mineral y Óseo, SLANH. Guías de práctica clínica para la prevención, diagnóstico, evaluación y tratamiento de los trastornos minerales y óseos en la enfermedad renal crónica (TMO-ERC) en adultos. *Nefrología*. 2013 Febrero; 33 (1): p. 1-28.
34. Jara A. Alteraciones del metabolismo óseo y mineral en Enfermedad Renal Crónica, Pre-diálisis. *Revista Medica Clínica Condes*. 2010; 21 (4): p. 530-540.
35. National Kidney Foundation. K/DOQI Clinical Practice Guidelines for Chronic Kidney Disease: Evaluation, Classification and Stratification. *Am J Kidney Dis* 39:S1-S266, 2002 (suppl 1)

36. GPC Diagnóstico y Tratamiento de Osteoporosis en el Adulto. Guía de Practica Clínica. Secretaría de Salud , CENETEC; México D.F., 2009.
37. Miller P. Fragility fractures in chronic kidney disease: an opinion-based approach. *Cleveland Clinic Journal of Medicine*. 2009 December ; 76 (12): p. 715-23.
38. Riancho J, González J. Manual Práctico de Osteoporosis y Enfermedades del Metabolismo Mineral. Madrid, España; 2004.
39. Molina C. Métodos de Evaluación de la Masa Ósea para el Diagnóstico de Osteoporosis. *Revista Metabolismo Óseo y Mineral*. 2004; 2 (1): p. 137-146
40. Sosa M. Protocolos Osteoporosis.: Sociedad Española de Medicina Interna. Madrid, España. 2002.
41. Sweeney A, Malabanan O, et al. Bone mineral density assessment: comparison of dual-energy X-ray absorptiometry measurements at the calcaneus, spine, and hip. *Journal of Clinical Densitometry*. 2002; 5 (1): p. 57-62 .
42. Pacheco E, Harrison E, et al. Detection of osteoporosis by dual energy X-ray absorptiometry (DXA) of the calcaneus: is the WHO criterion applicable? *Calcified Tissue International*. 2002 Junio; 70 (6): p. 475-82.
43. Sendín F. ESTUDIO COMPARATIVO INTERMETODOLÓGICO & LA COMPOSICIÓN CORPORAL (ANTROPOMETRÍA, BIA Y DEXA). 2008. Tesis Doctoral.
44. Alvero J, Correas L, et al. La bioimpedancia eléctrica como método de estimación de la composición corporal: normas prácticas de utilización. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*. 2011 Diciembre; 4 (4): p. 167-174.
45. Kyle U, Bosaeus I, et al. Bioelectrical impedance analysis-part I: review of principles and methods. *Clinical Nutrition*. 2004; 23: p. 1226–1243.
46. Manterola C. Cómo Interpretar un Artículo sobre Pruebas Diagnósticas. *Revista Médica Clínica Las Condes*. 2009; 20 (5): p. 708 - 717.

47. Talavera J, Wachter N, Rivas R. Investigación clínica II. Estudios de proceso (prueba diagnóstica). Revista Mexicana Rdel Instituto Mexicano del Seguro Social. 2011; 49 (2): p. 163-170 .
48. Ochoa C. Estudios sobre pruebas diagnósticas. Asociación Española de Pediatría de Atención Primaria. 2006 Octubre . p. 43-55.
49. Riegelman R, Hirsch R. Cómo estudiar un estudio y probar un prueba diagóstica: lectura crítica de la literatura médica. Washington, D.C: Organización Panamericana de la Salud; 1995.
50. Gómez A. Caracterización de pruebas. Medicine. 1998; 7 (14) : p. 872-4877.
51. Deeks J, Altman D. Diagnostic tests 4: likelihood ratios. British Medical Journal. 2004 July; 329: p. 168-169.
52. Norma Oficial Mexicana NOM-004-SSA3-2012, Del expediente clínico. Norma. Secretaría de Salud, Diario Oficial de la Federación; México D.F. 2012.
53. Norma Oficial Mexicana NOM-171-SSA1-1998, Para la práctica de hemodiálisis. Secretaría de Salud. Diario Oficial de la Federación; México D.F. 2010.
54. Norma Oficial Mexicana NOM-035-SSA2-2002, Prevención y control de enfermedades en la perimenopausia y postmenopausia de la mujer. Criterios para brindar la atención médica. Secretaría de Salud. Diario Oficial de la Federación; México D.F. 2000.
55. Guía de Equipamiento: Diálisis-Hemodiálisis. Secretaría de Salud; CENETEC. México D.F. 2005.
56. Unidades de Especialidades Médicas (UNEMES). Secretaría de Salud. Programa de Acción Específico 2007-2012. México D.F. 2006.
57. Norma Oficial Mexicana NOM-030-SSA2-2009, Para la prevención, detección, diagnóstico, tratamiento y control de la hipertensión arterial sistémica. Secretaría de Salud. Diario Oficial de la Federación; México D.F. 2009.
58. Filippo A. Epidemiologic and clinical challenges of geriatric nephrology. J Nephrol. 2010; 23 (15): p. S1-4.

59. Tseng T, Mu C, Hsu C. The correlation between renal function and bone mineral density. *Minerva urologica e nefrologica*. 2014 Septiembre ; 66(3): p. 153-7.
60. Davidović E, Drenjančević I, et al. Possibilities of use bioelectrical impedance analysis as measuring technique in prevention of osteoporosis. *Periodicum Biologorum*. 2014; 16 (1): p. 65–70.
61. Hoxha R, Islami H, et al. Relationship of Weight and Body Mass Index with Bone Mineral Density in Adult Men from Kosovo. *Mater Sociomed*. 2014 October; 26 (5): p. 306-308.
62. Mazess R, Barden H, et al. Dual-energy x-ray absorptiometry for total-body and regional bone-mineral and soft-tissue composition. *American Society for Clinical Nutrition*. 1990; 51: p. 1106-1112
63. Hansen T, Högsber I, et al. Impact of hemodialysis on dual X-ray absorptiometry, bioelectrical impedance measurements, and anthropometry. *American Society for Clinical Nutrition*. 1996; 63(80-6).
64. Pongchaiyakul C, Pongskul C, Bone Mineral Density among Patients Undergoing Continuous Ambulatory Peritoneal Dialysis (CAPD). *J Med Assoc Thai*. 2005; 88 (5): p. S40-5.
65. Sánchez A. Valor de la Densitometría Ósea en Hemodiálisis: Estudio Preliminar. *Sociedad Española de Diálisis y Trasplante*. 1991; 13 (2): p. 101-104.
66. Soares V, Silveira I, et al. Composición corporal de pacientes renales crónicos en hemodiálisis: antropometría y análisis vectorial por impedancia bioeléctrica. *Rev. Latino-Am*. 2013 Noviembre; 21(6): p.1240-7.
67. Fürstenberg A, Davanport A. Comparison of Multifrequency Bioelectrical Impedance Analysis and Dual-Energy X-ray Absorptiometry Assessments in Outpatient Hemodialysis Patients. *Am J Kidney Dis*. 2011; 57 (1): p. 123-129.

ANEXOS

Anexo A. Cronograma


Anexo B. Consentimiento Informado



Anexo A. Cronograma

Actividad	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F
Diseño del estudio		X	X											
Marco teórico				X	X	X	X	X						
Absociometría Dual de Rayos X									X	X				
Bioimpedancia eléctrica									X	X				
Captación de resultados											X			
Análisis de los resultado												X	x	
Revisión de tesis													X	
Entrega de tesis													X	
Examen de grado (presentación Tesis)														X

Anexo B. Consentimiento Informado


INSTITUTO DE SERVICIOS DE SALUD DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES
UNEME HEMODIALISIS
CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO
(Autorización para recibir procedimiento de Hemodialisis)

Por este medio con toda libertad y sin ningún tipo de presión la _____ que suscribe paciente de _____ años de edad, con domicilio en _____

Por este medio, solicito y autorizo al personal de la UNEME Hemodiálisis a que se me realice el **PROCEDIMIENTO DE HEMODIÁLISIS**, que tiene como objetivo dar continuidad a mi terapia sustitutiva por insuficiencia renal crónica terminal, el cual será efectuado por el quipo de médicos y enfermeras de la UNEME HEMODIALISIS.

Declarando que se me ha informado y entiendo de que el procedimiento por sí mismo es de un alto riesgo para la vida y que durante el procedimiento pueden presentarse complicaciones como : náuseas, vómitos, calambres, dolor de cabeza, crisis convulsivas, infecciones, sangrado baja de presión arterial, elevación de presión arterial, coagulación de la sangre, ruptura de catéter, alergias, falla cardíaca, embolia aérea insuficiencia respiratoria, desequilibrio osmolar, paro cardiorrespiratorio y muerte .
 También se _____ que es posible se requiera el uso de sangre y/o derivados (si no acepta notificar al médico y cancelar esta opción).

Autorizo a que de presentarse dichas complicaciones en el curso del procedimiento de hemodiálisis, el personal médico y paramédico la aplicación de procedimientos médicos adicionales, que fueran necesarios. He sido enterado que este consentimiento bajo información que otorgo, no excluye la necesidad de recabar otro que corresponda a cada procedimiento que atañe un alto riesgo.
 Este consentimiento puede ser revocado antes de iniciado el procedimiento.

Llenar con puño y letra los siguientes párrafos

Condición Clínica del paciente antes del inicio del procedimiento:
 Estable _____
 Inestable _____
 Grave _____

Fecha del Procedimiento: Aguascalientes, Ags. ____ de _____ de 2015

Atentamente

 Nombre y Firma del Paciente

 Personal a cargo del Procedimiento

Testigos

 Nombre y Firma del familiar ó acompañante

 Nombre y Firma del familiar ó acompañante