

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

Escuela Académico Profesional de Medicina Humana

Tesis

# **Utilización de bioimpedancia para el diagnóstico de osteoporosis en una clínica de Huancayo**

Jose Oscar Canessa Saenz

Para optar el Título Profesional de  
Médico Cirujano

Huancayo, 2020

---

---

---

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

## **DEDICATORIA**

A mis padres, quienes fueron los actores de nuestro desarrollo profesional, por entender mis malos momentos y por guiarme en el camino del bien.

Oscar

## **AGRADECIMIENTO**

De manera especial a mis maestros universitarios, por su esfuerzo inagotable en inculcarnos valores y amor al estudio.

A mi asesor y maestro, por sus recomendaciones profesionales en la elaboración de la presente investigación.

# ÍNDICE

Agradecimiento .....	iv
Índice.....	v
Índice de tablas .....	vii
Resumen .....	ix
Abstract .....	xii
Introducción.....	xv
<b>Capítulo I.....</b>	<b>17</b>
<b>Planteamiento del estudio .....</b>	<b>17</b>
1.1. Planteamiento del problema.....	17
1.2. Formulación del problema .....	19
1.2.1. Problema general .....	19
1.2.2. Problemas específicos.....	19
1.3. Objetivo de la investigación.....	19
1.3.1. Objetivo general.....	19
1.3.2. Objetivos específicos.....	19
1.4 Justificación de la investigación.....	20
1.4.1 Justificación teórica.....	20
1.4.2 Justificación práctica.....	20
<b>Capítulo II.....</b>	<b>22</b>
<b>Marco teórico.....</b>	<b>22</b>
2.1. Antecedentes del problema .....	22
2.1.1. Artículos científicos.....	22
2.1.2. Antecedentes locales.....	25
2.1.3. Antecedentes nacionales.....	26
2.2. Bases teóricas.....	27
2.3. Definición de términos básicos.....	53
<b>Capítulo III.....</b>	<b>54</b>
<b>Hipótesis y variables.....</b>	<b>54</b>
3.1. Hipótesis.....	54
3.1.1. Hipótesis general .....	54
3.2. Identificación de las variables.....	54
3.3. Operacionalización de las variables .....	55

<b>Capítulo IV</b> .....	<b>56</b>
<b>Metodología</b> .....	<b>56</b>
4.1. Enfoque de la investigación.....	56
4.2. Tipo de investigación.....	56
4.3. Nivel de investigación.....	57
4.4. Método de investigación.....	57
4.5. Diseño de investigación.....	57
4.6. Población y muestra .....	57
4.6.1. Población.....	57
4.6.2. Muestra.....	57
4.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	58
4.7.1. Técnicas .....	58
4.7.2. Instrumentos .....	60
<b>Capítulo V</b> .....	<b>61</b>
<b>Resultados</b> .....	<b>61</b>
5.1. Descripción del trabajo de campo .....	61
5.2. Presentación de resultados .....	62
5.3. Discusión de resultados .....	67
Recomendaciones.....	70
Referencias bibliográficas .....	71
Anexos .....	77

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características generales de los pacientes.....	60
Tabla 2. Características de los pacientes según resultados de la composición corporal medido por bioimpedancia y densidad ósea.....	61
Tabla 3. Características de los pacientes según resultados uniendo osteoporosis y osteopenia.....	62
Tabla 4. Masa ósea por bioimpedancia y riesgo de desarrollar osteoporosis u osteopenia.....	62
Tabla 5. Valor de área bajo la curva de la sensibilidad de la masa ósea para determinar osteoporosis.....	62
Tabla 6. La determinación de la sensibilidad y especificidad de los valores de masa ósea medido por bioimpedancia para diagnosticar osteoporosis u osteopenia.....	63

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Componentes vectoriales de la impedancia eléctrica ( $Z$ ). $X_c$ : reactancia; R: resistencia; $\varphi$ : ángulo de fase.....	28
Figura 2. Relación lineal entre valor de la masa ósea y T- score.....	63
Figura 3. Área bajo la curva y sensibilidad de la bioimpedancia para determinar osteoporosis u osteopenia.....	64

## RESUMEN

**Introducción:** la investigación titulada: “**Utilización de la bioimpedancia para el diagnóstico de osteoporosis en una clínica de Huancayo**”, tuvo como motivación que las balanzas de bioimpedancia (BIA) representan una alternativa efectiva, accesible y económica para cuantificar la masa grasa, peso corporal y masa ósea. Es probable sea una alternativa para diagnosticar osteoporosis, así mismo no expone a las personas a ningún tipo de radiación.

**Objetivo:** comparar la relación entre el valor de la masa ósea medido por bioimpedancia con la densitometría ósea para el diagnóstico de osteoporosis.

**Materiales y métodos:** es un estudio correlacional, con un diseño observacional, analítico y transversal. Se utilizará una ficha de recolección de datos estructurada y validada de la información solicitada a los pacientes que acudan a la Clínica Reumatológica Coset de Huancayo a realizarse prueba de densitometría ósea. El muestreo fue por fórmula con resultado de 116 pacientes. La información se clasificará en la base datos en el programa Excel 2013, para luego pasarla a STATA 13.1 en su versión portátil.

**Resultados:** se observó que de un total de 116 pacientes, donde 25 tuvieron osteoporosis, 56 osteopenia y 25 normal, donde el sexo femenino es el 78.5%, .Las ocupaciones fueron ama de casa con un 45.7% y otros con un 25%, utilización de corticoides en un 28.5%, utilización de corticoides 2.7 años en promedio, comorbilidades 45% ninguno y 24% artrosis, IMC <30 en un 74.3%, la

cantidad de masa ósea por bioimpedancia dentro de los valores normales abarcó el 30.17% de la población, la osteopenia abarcó el 48,27% y osteoporosis el 21.5%., la masa ósea tuvo relación lineal con el valor de densitometría.

**Discusión:** teniendo como presupuesto el empleo de la densitometría ósea, como herramienta en el diagnóstico de osteoporosis, predicción de fracturas y monitoreo de la densidad mineral ósea, estudio observado en pacientes de ambos sexos mayores de 35 años, así como el empleo de balanzas de bioimpedancia (BIA) representan una alternativa efectiva, accesible y económica para cuantificar la masa grasa, peso corporal y masa ósea; así pues, como se tiene este estudio que, en conceptos y trabajos desarrollados en la técnica de medición de bioimpedancia, permitió a los investigadores desarrollar un protocolo de medición y caracterización de condiciones necesarias para aplicar en pacientes la medición de impedancia utilizando un dispositivo. En la actualidad, se usa el equipo de densitometría para evaluar el diagnóstico de osteoporosis y osteopenia, es un método muy costoso, no transportable debido a que requiere de un ambiente especial e individualizado.

**Resultados:** al comparar la bioimpedancia y la densitometría ósea se pudo observar que existe una relación lineal, entre ambas variables y que el uso de la bioimpedancia nos resulta una opción viable para la osteoporosis, además la masa ósea < 11% medido mediante bioimpedancia tiene 2.6 veces más riesgo de padecer osteoporosis u osteopenia. Se pudo ver que la cantidad de pacientes que acudieron a la clínica fue de 116 de los cuales el 48.2% tuvo osteopenia, el 44.6% tuvo osteoporosis, el 35% estuvo dentro de lo normal, además el 21.5%

fue varones y el 78.5% fue mujeres. Los valores de la masa ósea menor de 11 medido por bioimpedancia, tiene sensibilidad 62.9% y especificidad de 57,1% para diagnosticar osteoporosis. El tiempo de uso de corticoides en pacientes con diagnóstico de osteoporosis fue de 4.9 años y en pacientes con osteopenia fue 1.8 años. El tiempo en tratamiento con corticoides está asociado a la presencia de osteoporosis. La presencia de alguna comorbilidad está asociada a riesgo de osteoporosis. No ha sido posible identificar un punto de corte de masa ósea medido por bioimpedancia para diferencia entre osteoporosis y osteopenia. Los pacientes que presentaron un valor óseo <11 tienen un 2.62 más veces de desarrollar osteoporosis u osteopenia con un valor p de 0,027. Al determinar la sensibilidad de la bioimpedancia para valores de masa ósea menor de 11 es 62,96%, con área bajo la curva de 58,8% (IC 95% 0,48-0,68) lo que demuestra que es significativo para el diagnóstico de osteoporosis y osteopenia, debido a que el área bajo la curva es mayor de 50%.

**Palabras claves:** osteoporosis, biompedancia.

## ABSTRACT

**Introduction:** the research entitled: "Use of bioimpedance for the diagnosis of osteoporosis in a Huancayo clinic", was motivated that bioimpedance balances (BIA) represent an effective, accessible and economical alternative to quantify fat mass, body weight and mass that is. It is likely to be an alternative to diagnose osteoporosis, it also does not expose people to any type of radiation.

**Objective:** of the study was to compare the value of bone mass measured by bioimpedance with bone densitometry for the diagnosis of osteoporosis.

**Materials and methods:** it is a correlational study, with an observational, prospective, analytical and cross-sectional design. A structured and validated data collection sheet of the information requested will be used for patients who come to the Coset Rheumatology Clinic of Huancayo to perform a bone densitometry test. Sampling was by formula with the result of 116 patients. The information will be classified in the database in the Excel 2013 program, then pass it STATA 13.1 in its portable version.

**Results:** it was observed that of a total of 116 patients, where the female sex is 78.5. Occupations were housewives with 45.7% and others 25%, use of corticosteroids in 28.5%, use of corticosteroids 2.7 years on average, comorbidities 45% none and 24% osteoarthritis, BMI <30 in 74.3%, the amount of bone mass due to bioimpedance within normal values covered 30.17% of the population, osteopenia covered 48.27% and osteoporosis 21.5%.

**Discussion:** taking as a budget the use of bone densitometry, as a tool in the diagnosis of osteoporosis, fracture prediction and monitoring of bone mineral density, a study observed in patients of both sexes over 35 years of age, as well as the use of bioimpedance balances (BIA) represent an effective, accessible and economical alternative to quantify fat mass, body weight and bone mass; Thus, as this study is, which, in concepts and works developed in the bioimpedance measurement technique, allowed researchers to develop a measurement protocol and characterization of conditions necessary to apply impedance measurement in patients using a device. Currently, densitometry equipment is used to evaluate the diagnosis of osteoporosis and osteopenia, it is a very expensive method, not transportable because it requires a special and individualized environment.

**Results:** when comparing bioimpedance and bone densitometry, it was observed that there is a linear relationship, between both variables and the use of bioimpedance was a possible option for osteoporosis, in addition to bone mass <11% measured by bioimpedance has 2.6 times more risk of osteoporosis or osteopenia. It could be seen that the number of patients who attended the clinic was 116 of which 48.2% had osteopenia, 44.6% had osteoporosis, 35% were within normal, in addition to 21.5% were male and 78.5% were female. Bone mass values less than II measured by bioimpedance have a sensitivity of 62.9% and a specificity of 57.1% for the diagnosis of osteoporosis. The time of use of corticosteroids in patients diagnosed with osteoporosis was 4.9 years and in patients with osteopenia it was 1.8 years. The time in treatment with corticosteroids is associated with the presence of osteoporosis. The presence of

some comorbidity is associated with a risk of osteoporosis. It has not been possible to identify a bone mass cut-off point measured by bioimpedance to differentiate between osteoporosis and osteopenia. Patients showing a bone value <11 have 2.62 times of developing osteoporosis or osteopenia with a p value of 0.027. When determining the sensitivity of bioimpedance for bone mass values less than 11 is 62.96%, with an area under the curve of 58.8% (95% CI 0.48-0.68) which demonstrates that it is significant for The diagnosis of osteoporosis and osteopenia, due to the area under the curve is greater than 50%.

**Keywords:** osteoporosis, biompedance.

## INTRODUCCIÓN

La osteoporosis es actualmente un problema sanitario global que va aumentando en importancia. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estableció en 1994 una definición basada en mediciones de masa ósea en columna lumbar, cadera o antebrazo, se considera como masa ósea normal dentro de los valores de densidad mineral ósea (DMO) superiores a -1 desviación estándar (DE) con relación a la media de adultos jóvenes (T-score >-1); osteopenia valores de DMO entre -1 y -2,5 DE (T score entre -1 y -2,5); osteoporosis valores de DMO inferiores a -2,5 DE (T-score inferior a -2,5) y osteoporosis establecida cuando junto con las condiciones previas se asocia una o más fracturas por fragilidad. (34) *The International Osteoporosis Foundation* (IOF) calcula que la patología mencionada afecta a una gran población, aproximadamente, unos 200 millones de personas en todo el mundo. Según la Sociedad Española de Reumatología, (SER) las mujeres menopaúsicas serían las más afectadas siendo 1 de 4 portadoras de esta patología. (35). Así mismo, se tiene como dato que un hueso afectado por la osteoporosis se fractura cada 3 segundos, 1 de cada 5 hombres de 50 años sufrirá por lo menos de una fractura. Para los países latinos, la osteoporosis y las fracturas están en aumento causado por la senectud de la población y el sedentarismo. En Latinoamérica, el número de fracturas por osteoporosis será más del doble en 2050. En la actualidad, 10 millones de brasileños sufren de osteoporosis. En Argentina, el 75% de las mujeres mayores de 50 años padece de osteoporosis u osteopenia. En México, 1 de cada 4 personas tiene osteoporosis u osteopenia. (36) Un estudio recomienda para las mediciones superficiales el uso de medio

electrolítico entre la piel y el electrodo para evitar la interferencia de tejido muerto, el vello también afecta la interface electrolito-piel generando mal contacto y provocando mediciones erróneas. Este estudio en conceptos y trabajos desarrollados en la técnica de medición de bioimpedancia permitió a los investigadores desarrollar un protocolo de medición y caracterización de condiciones necesarias para aplicar en pacientes la medición de impedancia utilizando un dispositivo. (37) La bioimpedancia actualmente se utiliza para cuantificar la composición corporal, ser bastante sencilla de utilizar, no causar efectos colaterales y ser bastante costeable, básicamente funciona entre la electricidad que emana y el choque con la composición biológica del ser humano. (38) En lo que respecta al valor óseo que nos arroja la bioimpedancia se correlaciona con la cantidad de masa libre de grasa, no cuantifica la dureza o fortaleza de los huesos ni los riesgos que podría tener de fracturarse. (39-38) Actualmente por la alta incidencia alrededor del mundo podríamos considerar a la osteoporosis como un problema de salud pública, se sabe que para diagnosticar y hacer el seguimiento del caso se utiliza la densitometría ósea, no obstante, este método es muy costoso y no transportable y que además requiere un ambiente especial y un personal calificado para la manipulación de esta. El estudio pretende comparar la bioimpedancia vs densitometría para el diagnóstico de osteoporosis.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

### 1.1. Planteamiento del problema

La osteoporosis es un problema sanitario global cuya importancia va en aumento con el envejecimiento de la población. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estableció en 1994 unas definiciones basadas en mediciones de masa ósea en columna lumbar, cadera o antebrazo en mujeres postmenopáusicas de raza blanca. Así, se considera como masa ósea normal valores de densidad mineral ósea (DMO) superiores a -1 desviación estándar (DE) con relación a la media de adultos jóvenes (T-score  $>-1$ ); osteopenia valores de DMO entre -1 y -2,5 DE (T score entre -1 y -2,5); osteoporosis valores de DMO inferiores a -2,5 DE (T-score inferior a -2,5) y osteoporosis establecida cuando junto con las condiciones previas se asocia una o más fracturas por fragilidad. En el mundo, se quiebra un hueso debido a osteoporosis cada 3 segundos, 1 de cada 3 mujeres y, 1 de cada 5 hombres mayores a 50 años, sufrirá una fractura por osteoporosis. (28)

En América Latina, la osteoporosis y las fracturas relacionadas son generalizadas y están en aumento debido al envejecimiento de la población y los cambios en el estilo de vida. En muchos países de la región, el número de fracturas por osteoporosis será más del doble en 2050. En la actualidad, 10 millones de brasileños sufren de osteoporosis. En Argentina, el 75% de las mujeres mayores a 50 años padece de osteoporosis u osteopenia. En México, 1 de cada 4 personas tiene osteoporosis u osteopenia. (29) Perú es el cuarto país más numeroso de América del Sur.

La osteoporosis es un problema que afecta principalmente a la población de edad avanzada y a las mujeres peruanas postmenopáusicas; es decir, más del 7% de mujeres entre 40 y 60 años y casi el 30% de mujeres mayores de 60 años. (22) Un estudio recomienda para las mediciones superficiales el uso de medio electrolítico entre la piel y el electrodo para evitar la interferencia de tejido muerto, el vello también afecta la interfaz electrolito-piel generando mal contacto y provocando mediciones erróneas

Este estudio en conceptos y trabajos desarrollados en la técnica de medición de bioimpedancia permitió a los investigadores desarrollar un protocolo de medición y caracterización de condiciones necesarias para aplicar en pacientes la medición de impedancia utilizando un dispositivo. (30) Actualmente, se usa el equipo de densitometría para evaluar el diagnóstico de osteoporosis y osteopenia, es un método muy costoso, no transportable debido a que requiere de un ambiente especial e individualizado. El estudio pretende comparar la bioimpedancia vs densitometría para el diagnóstico de osteoporosis.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Es útil la bioimpedancia para el diagnóstico de osteoporosis en una clínica de Huancayo?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- a) ¿Cuál es la proporción de osteoporosis y osteopenia en pacientes de una clínica de Huancayo?
- b) ¿Cuál es la sensibilidad y especificidad de la balanza de bioimpedancia para el diagnóstico de osteoporosis?
- c) ¿Cuáles son los factores asociados a la osteoporosis?

## **1.3. Objetivo de la investigación**

### **1.3.1. Objetivo general**

Comparar la relación del uso de balanza de bioimpedancia con la densitometría ósea para el diagnóstico de osteoporosis

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- a. Determinar la proporción de osteoporosis y osteopenia en pacientes de una clínica de Huancayo.
- b. Determinar la sensibilidad y especificidad de la balanza de bioimpedancia para el diagnóstico de osteoporosis.
- c. Determinar algunos factores asociados a la osteoporosis.

## **1.4 Justificación de la investigación**

### **1.4.1 Justificación teórica**

Este trabajo tiene como fin aportar y reforzar nuestros conocimientos acerca de la incidencia de la osteoporosis en nuestra región, sensibilidad y especificidad de la balanza de bioimpedancia y los factores de riesgo que están presentes en dicha enfermedad y no obstante tener una información actualizada de nuestra localidad. Esta investigación se realiza con el propósito de reconocer los problemas que se asocian a esta enfermedad, tener un método diagnóstico como tamizaje para la detección precoz de esta patología, así mismo, aportar importante información para las futuras generaciones médicas.

### **1.4.2 Justificación práctica**

La osteoporosis es una enfermedad que afecta a la masa ósea presentando una alta prevalencia en adultos mayores en ambos sexos, al aumentar la fragilidad y deterioro progresivo de los huesos aumenta el riesgo de fracturas y sus complicaciones como infecciones, dependencia del paciente, falta de recursos, pobreza.

El manejo es multidisciplinario, lamentablemente los médicos del primer nivel de atención no manejan esta enfermedad, considerándose una patología que solo la trata el reumatólogo cuando presenta complicaciones, el uso de densitometría ósea es la herramienta para el diagnóstico de osteoporosis para evitar posibles fracturas, la DXA es costosa, de acceso limitado y la necesidad de un personal capacitado para su manejo; por lo tanto, no todas las personas pueden acceder a este servicio limitándolos a ser tratados oportunamente, el uso de la balanza de bioimpedancia podría ayudar como criterio de diagnóstico;

además, de ser portátil, el costo es mucho menor a comparación de la DXA y la facilidad de uso daría como respuesta el tratamiento oportuno de osteoporosis.

(31)

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes del problema**

##### **2.1.1. Artículos científicos**

Se pudo ver que en una investigación al tratar de determinar la masa ósea por bioimpedancia y la densidad mineral ósea en este caso en pacientes con hemodiálisis , se incluyeron para este estudio 30 usuarios de los cuales a este grupo se les realizo ambas pruebas post hemodiálisis , se pudo ver una correlación entre los valores que arrojaron ambas pruebas con una significancia de 0.001 y concluyeron que la bioimpedancia es una buena herramienta para determinar alteraciones del metabolismo óseo. (39)

Por otra parte, un método para determinar la descalcificación ósea mediante el factor de disipación dieléctrica (FDD). En esta investigación se preparó 8 muestras a partir de una muestra ósea de un cerdo y fueron inducidas a la descalcificación, posteriormente se conectó a un analizador de impedancia eléctrica que permite medir el FDD a 70 MHz a 90 MHz y se pudo ver que existían variaciones cuanto más descalcificado estaba la muestra ósea. (42)

En una revisión en lo que respecta a métodos de evaluación de la composición corporal , existe un apartado donde mencionan a la bioimpedancia mencionando sus ventajas y desventajas .La impedancia presenta variaciones de acuerdo al tejido que se desea estudiar ,puesto que en este apartado mencionan que cuanto más tejido adiposo tenga nuestro paciente la conductibilidad de este estará disminuida , en lo que respecta a la parte ósea su capacidad predictiva en comparación con la densitometría es cercana  $r^2=0,84$  ,pero depende de muchos factores tales como ,nivel de hidratación ,posición de los electrodos, posibles disturbios alimenticios , temperatura todos estos deben estar correctamente para que pueda existir este acercamiento , y como la ventaja que mencionamos como en casi todo este apartado es la practicidad la facilidad y el costo de este. (43)

En un estudio acerca de la artritis reumatoide que al igual que la osteoporosis pertenece al grupo de enfermedades reumatológicas, se sabe que tiene un enlace indirecto en la superficie corporal. El IMC actualmente no es considerado un indicador de la grasa corporal en pacientes con la patología mencionada (AR). El objetivo de este estudio fue evaluar el IMC para identificar la obesidad mediante el procesador dual por rayos X (DEXA) en pacientes con AR. El método de estudio fue observacional, transversal, descriptivo y analítico. Se utilizaron tres grupos que catalogaron para la de obesidad por DEXA: >35% de grasa total, >40% de grasa total y obesidad central > 35%. Los Resultados: se incluyó a 101 pacientes. Se encontró un IMC de 24 kg/m<sup>2</sup> para obesidad >35% con una sensibilidad del 90% y una especificidad del 75%, un IMC de 25 kg/m<sup>2</sup> para obesidad >40% con una sensibilidad del 86% y una especificidad del 39% y un

IMC de 22 kg/m<sup>2</sup> para 35% de la grasa central con una sensibilidad de 97% y una especificidad del 84%. En conclusión, se sostiene que hay un subdiagnóstico de obesidad con el uso de estos valores del IMC en pacientes con AR. (5)

Un estudio tuvo como objetivo medir la sensibilidad de la bioimpedancia (BIA) en el seguimiento de los cambios corporales en adolescentes con problemas de obesidad. Entre 196 adolescentes obesos de  $14 \pm 0.9$  años, antes y después de un programa de pérdida de peso de tres meses. Encontramos inconsistencia, bajas correlaciones y concordancias entre los dos dispositivos al rastrear los cambios en el porcentaje de grasa y el peso, independientemente del grado de peso y las variaciones del peso y porcentaje de grasa). La precisión de la evaluación de la composición corporal con bioimpedancia disminuye con el aumento de la obesidad, y su confiabilidad para rastrear los cambios se reduce. (9)

Otro estudio examinó la precisión de la bioimpedancia con la máquina de rayos X de energía dual en el estudio entraron 749 adultos. En comparación con la máquina dual y la bioimpedancia subestimó significativamente el % BF en un 4.33% en los hombres ( $P < 0.001$ ), sin embargo, sobreestimó el % BF en un 0.50% en las mujeres ( $P < 0.001$ ). Por lo tanto, puede ser necesario corregir el MF-BIA) al estimar la composición corporal para adultos con obesidad. (13)

Por otra parte hubo un estudio que comparaba dos dispositivos de bioimpedancia con la máquina de rayos X dual para ver si podría predecir la grasa del grupo etaria que en este caso fueron adolescentes del país de Brasil, en el método del total de 500 adolescentes fueron divididos en grupos de sobrepeso y sin sobrepeso y a ambos se les sometió a los dos dispositivos de bioimpedancia y así como la maquina dual de rayos X; se observó que según

IMC el 19.4% tenía sobrepeso y el 47.4% según (DXA) tenía sobrepeso. El % BF tuvo relación con el DXA, pero BIA1 como BIA2 subestimaron el % BF de los adolescentes con sobrepeso, mientras que se sobreestimó el % BF en la población con peso normal; en conclusión, se pudo evidenciar que la BIA2 fue más efectiva en la evaluación del tejido adiposo de los pacientes, indistintamente del método utilizado. (16)

### **2.1.2. Antecedentes locales**

Flores, (1) "*La densitometría ósea en el diagnóstico de la osteoporosis en pacientes postmenopáusicas de la Clínica de la Solidaridad – Huancayo, enero a diciembre 2016*", por la Universidad Peruana Los Andes. La osteoporosis es un problema de salud pública cuya importancia va en aumento con el envejecimiento de la población. La osteoporosis se define como un trastorno esquelético sistémico caracterizado por masa ósea baja y deterioro de la microarquitectura del tejido óseo, con el consecuente incremento de la fragilidad ósea y una mayor susceptibilidad a las fracturas. En 2015 estimaron la prevalencia de osteoporosis según los criterios de la OMS en mujeres de raza blanca mayores de 50 años, siendo del 30% cuando se mide en una de las tres localizaciones habituales (columna, cadera y muñeca). La prevalencia aumenta con la edad desde el 15% para las edades comprendidas entre 50 y 59 años hasta una prevalencia mayor al 80% para las mujeres con una edad superior a 70 años. En el Perú en el año 2015 se detectaron 98 mil 353 casos de osteoporosis en hospitales del Minsa, siendo Lima con 20 mil 270 casos. Objetivo: identificar la prevalencia de la osteoporosis detectada por densitometría ósea completa en pacientes postmenopáusicas de la Clínica de la

Solidaridad - Huancayo durante el periodo enero a diciembre del 2016” Diseño: el estudio se basa en una investigación de método descriptivo observacional, de tipo descriptivo, de nivel descriptivo y de diseño retrospectivo transversal. Lugar: Clínica de la Solidaridad - Huancayo - Junín - Perú.

### **2.1.3. De los antecedentes nacionales:**

Chung, (2) “Factores de riesgo asociados a osteoporosis en mujeres. Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins Essalud”, por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Objetivos: determinar los factores de riesgo para osteoporosis en pacientes de sexo femenino que acuden al consultorio externo del servicio de Reumatología del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins. Determinar si existen diferencias entre el número de factores de riesgo entre las pacientes con osteoporosis y sin osteoporosis. Determinar si existen diferencias entre el número de factores de riesgo entre las pacientes con antecedente de fractura o sin ella. Métodos: se realizó un estudio transversal que incluyó a 1800 mujeres que acudieron a la consulta externa del Servicio de Reumatología del HNERM entre enero de 1998 y diciembre del 2000. A cada paciente se le realizó una densitometría ósea DEXA, evaluándose columna lumbar anteroposterior, cadera y radio ultra distal. Se elaboró una ficha de factores de riesgo en la que se consignó si la paciente presentaba algunas de las siguientes variables: edad mayor de 50 años, raza blanca o amarilla, peso menor de 50 kilos, talla menor de 1.50 metros, consumo de tabaco, alcohol o café, inmovilización prolongada, antecedentes familiares de osteoporosis, antecedente de artritis reumatoide, enfermedad tiroidea, diabetes mellitus o fracturas, postmenopausia, menopausia temprana, menopausia quirúrgica y uso de anticonvulsivantes. Posteriormente

se determinó el *Odds ratio* (OR) y los intervalos de confianza al 95% usando un modelo de regresión logística en el programa SPSS. Como resultado, se obtuvo que, mostraron significancia estadística como factores de riesgo para osteoporosis: en mujeres del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins, los siguientes: edad mayor a 50 años ( $p < 0.001$ , OR 6.63, IC 95% 5.02 – 8.77), postmenopausia ( $p < 0,001$ , OR 4.18, IC 95% 3.27 – 5.36), peso menor a 50 kilos ( $p < 0,001$ , OR 3.98 IC 95% 2.62 – 6.06), antecedente de fractura ( $p < 0,001$  OR 2.44 IC 95% 1.81 – 3.28), talla menor a 1.5 metros ( $p 0.007$  OR 2.22 IC 95% 1.74 – 2.84), poca actividad física ( $p 0.043$ , OR 1.62 IC 95% 1.3 – 2.01) y artritis reumatoide ( $p 0,001$  OR 1.4l IC 95% 1.05 – 1.88).

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1 La densitometría**

Los avances de la tecnología y ciencia en la cuantificación de la masa ósea fueron pioneros por dos hombres geniales y con visión: el Dr. Richard Cameron y el Dr. Richard Mazzes. Fomentaron básicamente métodos de suministrar rayos X de energía dual para diferenciar de mejor manera tejidos blandos del hueso y así tener mejor visión de la medición directa del borde del hueso. La física de la energía dual en principio es donde dos fuentes de energía diferentes (30–50KeV y N70 KeV) que permite el panorama ya mencionado. (3)

La Sociedad Internacional de Densitometría Clínica (ISCD) es una organización profesional sin fines de lucro enfocada a fortalecer el conocimiento de la densitometría, nos presenta una evaluación integral acerca del sistema esquelético el que básicamente indica que solicitamos una densitometría ósea a cada paciente que lo amerite, siendo el método de excelencia de la densitometría

ósea la absorción dual de rayos X, el diagnóstico de densitometría ósea es global y se establece luego de valorar todos los sitios analizados, haciendo énfasis en el lugar más afectado que viene a ser la columna, así mismo existen criterios para realizar la densitometría:

- a) Fractura vertebral radiológicamente confirmada
- b) Fractura osteoporótica después de los 45 años
- c) Antecedente materno de fractura de cadera
- d) Edad de 65 años
- e) Menopausia precoz
- f) Amenorrea prolongada
- h) Preocupación por la osteoporosis por parte del enfermo (4)

La densitometría ósea evalúa el nivel de mineral óseo en zonas específicas del cuerpo, (11) y esto puede estar sujeto a muchos sesgos, puesto que, en un estudio realizado en Polonia con mujeres postmenopáusicas determinó que muchas de ellas han tenido niveles marcadamente inferiores de densidad ósea en el cuello del fémur lo que podría predisponer a un sobrediagnóstico de la enfermedad. (12) Por su parte la bioimpedancia podría ser usada para determinar la presencia de osteoporosis puesto que a diferencia de la absorción dual de rayos X evalúa la cantidad en total de masa ósea. (13)

### **2.2.2 La Bioimpedancia**

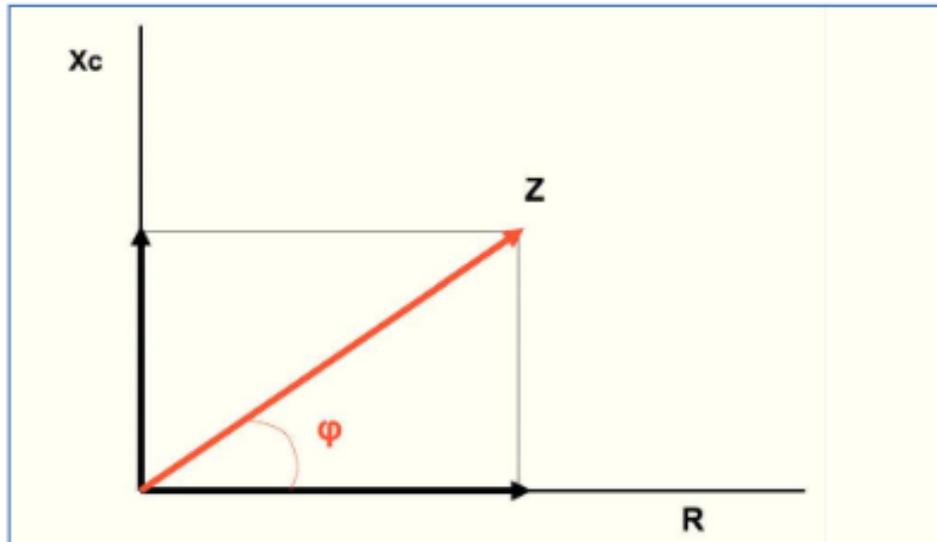
#### ***Acercamiento conceptual***

La bioimpedancia electrónica es un método versátil de evaluar la composición corporal, tiene la ventaja de ser práctico, no invasivo y de bajo costo. (6) El

funcionamiento de esta técnica depende principalmente del contenido total de agua en el cuerpo, la composición de los diferentes tejidos y las propiedades eléctricas. (7)

Gracias a este método se puede hallar con facilidad el % de grasa corporal, % de agua total, aporte calórico diario, grasa visceral y masa muscular y masa ósea (8). La BIE viene actualmente empleándose en la valoración de la composición corporal desde hace varias décadas, pero a través del tiempo, la tecnología ha aumentado mejorando su precisión muy significativamente. (10) En términos sencillos la impedancia ( $Z$ ) resulta de dos pilares: la resistencia ( $R$ ) al paso de la corriente eléctrica que es conducida por el agua, conduce adecuadamente, por eso entendemos que cuan mayor sea su contenido, menor es la  $R$  y viceversa. Esto nos da un panorama y valora tejidos con gran cantidad de agua como el tejido muscular y tejidos con poca agua, llámese tejido adiposo, el pulmón o el hueso.

El segundo pilar es la reactancia ( $X_c$ ), que ve la capacidad de nuestras células para almacenar energía, ya que se comportan como almacenadores eléctricos al contacto de una descarga eléctrica, donde las superficies celulares se almacenan en forma de corriente.



**Figura 1. Componentes vectoriales de la impedancia eléctrica (Z). Xc: reactancia; R: resistencia;  $\varphi$ : ángulo de fase**  
**Fuente: elaboración propia**

Estos dos pilares vienen con la denominación de Ohmios ( $\Omega$ ), tienen una representación vectorial y su resultante vectorial es la impedancia (Z). El ángulo que forman la R y la Xc se denomina ángulo de fase ( $\varphi$ ), que normalmente es inferior a  $10^\circ$ , ya que la R es muy superior a la Xc.

En resumen, mientras que la R determina preferentemente el estado de hidratación, la Xc determina preferentemente el estado nutricional. (14, 15)

### **2.2.3 La osteoporosis**

La osteoporosis se define como la enfermedad del tejido óseo que se caracteriza por una menor resistencia de este, que se debe tanto a una carencia en la cantidad ósea como a una alteración en la morfología de este tejido, lo que ocasiona una mayor fragilidad y tener predisposición a sufrir fracturas ante mínimos traumatismos. La osteoporosis suele ocurrir frecuentemente después de la menopausia o como parte del proceso natural del paso del tiempo en los seres humanos, (17) una definición basada en mediciones de masa ósea en

columna lumbar, cadera o antebrazo; se considera como masa ósea normal dentro de los valores de densidad mineral ósea (DMO) superiores a  $-1$  desviación estándar (DE) con relación a la media de adultos jóvenes (T-score  $>-1$ ); osteopenia valores de DMO entre  $-1$  y  $-2,5$  DE (Tscore entre  $-1$  y  $-2,5$ ); osteoporosis valores de DMO inferiores a  $-2,5$  DE (T-score inferior a  $-2,5$ ) y osteoporosis establecida cuando junto con las condiciones previas se asocia una o más fracturas por fragilidad. (53) Existen muchos factores que presentan una asociación muy fuerte entre ellos, factores genéticos que condicionan la cantidad de células osteoblásticas que va de la mano con la edad y factores no genéticos como son el sedentarismo, la nutrición que lleva el paciente, el consumo de alcohol y de cigarrillo, y algunos medicamentos. (8)

## **Clasificación de la osteoporosis**

### **1. Osteoporosis primaria o involutiva**

La osteoporosis involutiva es la más frecuente, se produce con el pasar de los años, siendo las mujeres el grupo más afectado (OP postmenopáusica o tipo I) y, en ambos géneros, en edades más avanzadas, por encima de los 70 años (OP senil o tipo II). OP postmenopáusica o tipo I: se produce en la mujer cuando deja producir hormonas estrogénicas y estando su reserva ovárica agotada por esta misma razón la descalcificación aumenta drásticamente. Presentando posteriormente fracturas.

### **2. Osteoporosis secundarias**

Se aplica aquí enfermedades asociadas como endocrinas, gástricas, hemáticas, y asociaciones con algunos fármacos. (19)

## **Epidemiología**

Sin duda, la osteoporosis es la enfermedad ósea más frecuente, afectando preferentemente a mujeres postmenopáusicas.

En Estados Unidos la osteoporosis afecta a más de 10 millones de personas y se ve que podría ir en aumento a 14 millones de adultos a los 50 años para el año 2020, por otra parte, la osteopenia afecta 34 millones de personas. Haciendo referencia que la fractura es la más incapacitante, y se incrementará de 1,7 millones en 1990 a 6,3 millones para el año 2050. En América Latina tiene una realidad muy parecida. En Brasil 10 millones de personas padecen osteoporosis, lo que corresponde a una de cada 17 personas, en tanto que en México se estiman alrededor de 24,5 millones de personas con osteoporosis u osteopenia.

(19)

## **Patogénesis**

La patogénesis de esta patología es un tanto compleja de describir, se sabe bien que participan muchos factores genéticos, inmunes y hormonales principalmente, todo lo antes mencionado favorece la desmineralización del tejido óseo (en particular, el pico de masa ósea) y los que aceleran su pérdida posteriormente.

En la fase en que el hueso pierde drásticamente es en los 5–10 años de menopausia y luego esta se vuelve más lenta, por circunstancias hormonales. En los hombres la desmineralización del tejido óseo es lineal y más lenta. Como resultado, las fracturas son de dos a tres veces mayor en la mujer que en el hombre. Sin embargo, no está bien esclarecido, se tiene hipótesis relacionadas con receptores de osteoblastos y osteoclastos que se relacionan con la

interluquina 6 y a su vez con las hormonas sexuales, y así el remodelamiento óseo por deficiencia estrogénica podría ser a causa de este aumento de osteoclastos, la deficiencia de vitamina D también es un factor importante en el desarrollo de osteoporosis ya que la vitamina D aumenta la absorción del calcio y del fósforo de la dieta, por ello una deficiencia de este micronutriente disminuye la absorción de calcio, por ende aumenta la parathormona y esto también facilita la reabsorción. (20)

### ***Factores de riesgo***

Se sabe que existen múltiples agentes que están inmersos, que pueden hacer que la paciente sea más susceptible a presentar la patología. La estimación para presentar una fractura se hace más real cuando se unen con el valor patológico de la DMO. Hoy en nuestros días, muchos de estos factores están como ítems en escalas, llámese el FRAX, entre otras. (21)

### ***Factores de riesgo clínicos principales***

- Edad (en mujeres de  $\geq 65$  años y en varones de  $\geq 70$  años). Es el factor más importante de todos. Ser una persona añosa va de la mano con un valor patológico que nos pueda arrojar la DMO y mayor riesgo de caídas. Mencionan que una persona es más propensa a sufrir de caídas cuando bordea los 50 años, y siendo el pico más alto entre los 73 y 75 años, siendo la fractura vertebral y la cadera las más frecuentes. así mismo una de estas fracturas es un enorme factor de riesgo para que pueda aparecer una nueva.
- Antecedentes familiares. La DMO personal disminuye en proporción al número de ascendientes con osteoporosis. Por otro lado, un antecedente de

fractura por fragilidad en la madre o el padre constituye un factor de riesgo independiente de fractura, hasta tal punto que para cualquier DMO el riesgo se multiplica por dos.

- Bajo peso (índice de masa corporal [IMC]  $< 20 \text{ kg/m}^2$ ) o pérdida importante de peso ( $> 10\%$  del peso habitual). Un IMC bajo confiere un riesgo sustancial para cualquier fractura por fragilidad, independientemente de la edad y el sexo, y dependiente de la DMO.
- Tratamiento con glucocorticoides (GC). Estos son el principal grupo farmacológico relacionado con el descenso de la DMO y la producción de fracturas por fragilidad y constituyen la causa más común de osteoporosis secundaria. Los GC inhiben la absorción de calcio, reducen el número y la actividad de los osteoblastos e incrementan la resorción ósea. Además, inducen debilidad muscular e hipogonadismo. La pérdida ósea es mayor durante el primer año de tratamiento y afecta especialmente al hueso esponjoso (vértebras). El riesgo de fractura es significativo incluso con dosis bajas (2,5 mg/día de prednisona o equivalente por vía oral) y una dosis  $\geq 7,5$  mg/día durante más de 3 meses logra incrementar el riesgo cinco veces. El riesgo disminuye después de interrumpir el tratamiento, normalizándose a los 2 años. La evidencia es menor para corticoides inhalados y tópicos, dada su limitada absorción, aunque se ha sugerido que tratamientos continuados con dosis elevadas podrían inducir descensos de la DMO.
- Caídas previas, especialmente si se han producido más de dos en el último año.
- Sexo femenino. Las mujeres tienen un menor tamaño óseo, sufren una mayor pérdida de masa ósea a partir de la menopausia y tienen una mayor

expectativa de vida, hechos que facilitan el desarrollo de mayor fragilidad ósea.

- Tabaquismo activo. El consumo de tabaco se correlaciona con una menor DMO, de manera dosis dependiente. El nivel de riesgo disminuye al cesar el hábito y se normaliza en un plazo de 10 años.
- Consumo de alcohol ( $\geq 3$  unidades/día o  $\geq 21$  unidades/semana, considerando 1 unidad = 8–10 g de alcohol). Los mecanismos por los que el consumo de alcohol se relaciona con un aumento de fracturas son complejos e incluyen efectos directos sobre las células óseas e indirectos sobre el sistema endocrino, el páncreas y diferentes citoquinas. Por otra parte, el consumo excesivo de alcohol puede asociarse a una nutrición deficiente, con disminución del IMC, a unos bajos niveles de vitamina D y a un mayor riesgo de caídas. La abstención del hábito enólico mejora los marcadores de recambio óseo a los dos meses.
- Riesgo de caídas. Cada año, más del 30% de las personas mayores de 65 años sufrirá al menos una caída; según diferentes estimaciones, un 6% de dichas caídas originan fracturas. Por otro lado, el riesgo de caída supera el 50% a partir de los 80 años. Las caídas tienen en su mayoría un origen multifactorial.
- Factores ginecológicos (hipogonadismo femenino). Menopausia precoz (menores de 45 años); menopausia inducida por quimioterapia, radioterapia o cirugía (ooforectomía); amenorrea prolongada (períodos superiores a 1 año); menarquía tardía (mayores de 15 años) o vida fértil inferior a 30 años.

- Raza. Las mujeres de raza blanca tienen un riesgo de sufrir fractura por fragilidad incrementado en 2,5 con respecto a otras razas. También las mujeres asiáticas padecen un riesgo de fractura incrementado.
- Factores esqueléticos. La medida ósea, la microarquitectura y la macroarquitectura, o la mineralización del hueso pueden influir en el riesgo de fractura.
- Ejercicio físico (inactividad física). La inmovilización completa prolongada produce una pérdida rápida de masa ósea, pero para grados de inmovilidad no tan graves, la evidencia de relación con osteoporosis no está tan bien documentada. (4, 5) Aunque no se dispone de evidencia sólida de la eficacia del ejercicio físico en la reducción de la pérdida de masa ósea en la menopausia, sí se ha asociado a una mejora de la movilidad y de la función muscular, lo que disminuye el riesgo de caídas en ancianos.
- Factores nutricionales y dietéticos. El calcio y la vitamina D actúan sobre el pico de masa ósea y sobre la pérdida de masa ósea relacionada con la edad. Además, un nivel bajo de vitamina D se ha asociado a menor fuerza muscular y aumento de las caídas. (21, 22)

### **Manifestaciones clínicas**

La osteoporosis es una enfermedad asintomática. Por este motivo se le ha llamado la “epidemia silenciosa”. Es un error considerar que la pérdida ósea se acompaña de dolores musculoesqueléticos, y es relativamente frecuente que los pacientes sean referidos por este motivo con la sospecha de osteoporosis, especialmente mujeres en la peri o primeros años de la menopausia. Las principales manifestaciones clínicas se deben a sus complicaciones, las

fracturas. Las fracturas por fragilidad más frecuentes se localizan en columna vertebral, muñeca y cadera. Suelen clasificarse de modo más general como vertebrales y no vertebrales. Entre las no vertebrales se incluyen además las de húmero, pelvis, costillas y otras de frecuencia menor. No suelen incluirse como osteoporóticas las fracturas de dedo, cráneo y sin duda la de los tobillos. Se producen por un traumatismo menor, como una simple caída desde la posición de bipedestación. Por ello, también se conocen como fracturas por fragilidad. Aparecen principalmente después de los 50 años lo que las diferencia de las traumáticas que predominan durante la juventud. Las manifestaciones clínicas de las fracturas son las mismas que las del resto de las fracturas de la misma localización, y se acompañan de dolor, impotencia funcional y deformidad. La fractura vertebral es la más prevalente. Su forma de presentación clínica típica es el dolor agudo, si bien no es infrecuente que sea asintomática. Puede ser consecuencia de un esfuerzo mecánico al cargar peso o agacharse, pero también puede no haber motivo aparente. (24)

### **Diagnóstico**

La importancia del diagnóstico de la osteoporosis radica en la capacidad de predecir el riesgo de fractura. La osteoporosis es una enfermedad silente, que ocasiona un progresivo deterioro y fragilidad del tejido óseo, y cuya peligrosidad está en ocasionar en quien la sufre, con una probabilidad de fractura cada vez mayor. Entre los factores que determinan una disminución de la resistencia ósea está la cantidad de hueso, traducida en masa o densidad mineral ósea (DMO). Y ha sido el progreso de las técnicas de medición de la masa ósea, concretamente la densitometría ósea, lo que ha permitido predecir el riesgo de

fractura con objetividad. Efectivamente, múltiples estudios han demostrado que existe una estrecha relación entre la DMO y el riesgo de fractura 1-6, hasta tal punto que se ha podido cuantificar esta relación, como más adelante veremos. Pero la resistencia ósea no viene determinada solo por la densidad ósea. Otros factores como la microarquitectura, el remodelado óseo, el grado de mineralización, el daño acumulado (microfracturas), y las propiedades del colágeno y la matriz ósea nos hablan de la calidad del hueso y establecen el riesgo de fractura por disminución de la resistencia tanto como la cantidad. Sin embargo, todos estos factores que engloban la calidad ósea son difíciles de objetivar mediante métodos asequibles a la práctica clínica en la actualidad; de ahí que la densitometría ósea se haya alzado como el método diagnóstico clínico por excelencia. No obstante, disponemos de otras herramientas que pueden ser útiles para de alguna manera, completar la información de la densitometría ósea (que nos habla sólo de cantidad). Así, la ultrasonografía y los marcadores de remodelado óseo, de uso amplio en la clínica, nos ofrecen aspectos del hueso.

El diagnóstico de osteoporosis debe hacerse precozmente, antes de que se produzca la fractura ósea por fragilidad. Ello se hace determinando el riesgo de fractura del individuo. Diagnóstico densitométrico. Los criterios densitométricos de la Organización Mundial de la Salud para la osteoporosis no son más que parte de un complejo entramado de factores que nos ayudan a establecer el riesgo de fractura, la valoración de los factores de riesgo de fractura y el reconocimiento de aquellos factores clínicos, densitométricos y bioquímicos específicos de la enfermedad que determinan dicho riesgo, y la adecuada valoración de los mismos son necesarios para su correcto manejo, la radiología convencional y la evaluación de los factores de riesgo obtenidos en una buena

historia clínica pueden completar el panel de métodos que nos ayuden a realizar el correcto diagnóstico de osteoporosis, y, lo que es más importante, predecir el riesgo de fracturas osteoporóticas del paciente. Se va a analizar cada uno de estos métodos para ver la importancia y el significado que tienen en el diagnóstico de la osteoporosis, y ayudar a realizar una correcta interpretación de sus resultados.

### **Densitometría ósea**

Hoy en día, cuando hablamos de densitometría ósea, estamos refiriéndonos a la absorciometría radiológica dual (DXA). Durante muchos años ha sido considerada la técnica patrón de oro, debido a sus excelentes cualidades para cuantificar la masa ósea. El establecimiento, en los años noventa, por parte de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de los criterios densitométricos de osteoporosis elevaron a esta técnica a la categoría de prueba diagnóstica, y durante mucho tiempo ha sido considerada como decisiva. Hoy en día, como más adelante se verá, se contempla como una técnica que ayuda de manera importante al diagnóstico de osteoporosis, pero sin ser definitiva. Está claro que la disminución de la masa ósea constituye parte de la patogenia de la enfermedad osteoporótica. Una baja DMO aumenta el riesgo de sufrir fracturas, principalmente en la localización medida, como es de esperar, aunque también en otras localizaciones. Así, el mejor predictor de riesgo de fractura en la cadera es la DMO en fémur proximal, pero, asimismo, puede ser indicativa de alto riesgo de fractura en antebrazo o vértebras; como una DMO baja en columna lumbar o en antebrazo es indicativa además de mayor riesgo de fractura de cadera. Estudios recientes han demostrado que incluso una mayor tasa de pérdida de

masa ósea, independientemente de la DMO basal, aumenta el riesgo de fractura en cadera y antebrazo. (25)

### ***Trabecular Bone Score***

El *Trabecular Bone Score* (TBS) es un análisis de la textura ósea obtenida mediante DXA que evalúa parámetros relacionados con la microarquitectura ósea de la columna lumbar, y que se correlaciona bien con la tomografía computarizada. (38, 39) Valores bajos de TBS están asociados con un aumento del riesgo de fractura osteoporótica mayor, con independencia de la DMO<sup>38</sup>. La combinación de TBS y DMO lumbar incrementa la predicción del riesgo de desarrollar fracturas. Además, la introducción del TBS en el algoritmo FRAX permite ajustar mejor la predicción de desarrollar futuras fracturas. (38, 40, 41) Por ello, según los estudios, el TBS podría ser una herramienta adicional para la valoración del riesgo de fractura en pacientes con osteoporosis y en algunas causas de osteoporosis secundaria (diabetes, hiperparatiroidismo, glucocorticoides). Sin embargo, su utilidad en la monitorización de la respuesta terapéutica no está aún establecida. En resumen, el panel de expertos considera que, aunque el TBS podría tener algunas ventajas en la valoración del riesgo de fractura se necesitan más estudios para recomendar su uso en práctica clínica. (28)

### **Analítica**

Se recomienda realizar un estudio analítico básico para descartar causas secundarias de osteoporosis. (GR:  $\sqrt{}$ ; GA: 100%) Las pruebas de laboratorio básicas para identificar OP secundarias y realizar el diagnóstico diferencial con

otras enfermedades óseas incluyen: hemograma, calcio y fosfato séricos, fosfatasa alcalina, proteinograma, albúmina, creatinina, pruebas de función hepática, calciuria y 25–hidroxivitamina D. (28)

## **Tratamiento**

Para disminuir el riesgo de fracturas por fragilidad o fracturas osteoporóticas, se cuenta con medidas generales no farmacológicas y con alternativas farmacológicas.

## **Medidas no farmacológicas**

Son medidas preventivas que ayudan a mantener la masa ósea, por lo que deben aplicarse a toda la población. Se debe insistir especialmente en aquellas personas con factores de riesgo de fractura y en aquellas que ya están en tratamiento.

### **1) *Eliminación de hábitos tóxicos***

Debe evitarse principalmente el consumo de tabaco y alcohol, ya que favorecen la pérdida de masa ósea.

- El tabaco tiene un efecto tóxico directo sobre las células óseas y, además, altera la absorción del calcio a nivel intestinal. Suele asociarse a otros factores de riesgo como el alcohol o la falta de ejercicio físico, lo que puede potenciar su efecto.
- El alcohol presenta una acción inhibitoria sobre los osteoblastos, además de aumentar el número de caídas por inestabilidad. El consumo de más de dos

unidades de etanol al día (una unidad = 8–10 g alcohol) se considera de riesgo.

- La cafeína produce un incremento en la pérdida urinaria de calcio, por lo que se recomienda no superar las cuatro tazas de café al día.

## **2) Actividad física**

Es útil tanto para favorecer el pico de masa ósea como para disminuir la pérdida de hueso; presenta también efectos positivos sobre la función muscular, los reflejos, el equilibrio y el alivio del dolor. Ha de ser individualizada y adaptada a cada persona según su capacidad física. Los ejercicios más útiles para evitar el riesgo de fractura son aquellos que requieren esfuerzo contra gravedad o resistencia y aquellos en los que intervienen varios grupos musculares. (1) Están contraindicados los que supongan flexión forzada o rotación de la columna. Asimismo, para que sea eficaz, es necesario que la actividad física se mantenga en el tiempo. Como criterio general, pasear durante 30–60 minutos unos tres o cuatro días por semana puede ser suficiente.

## **3) Prevención de caídas**

Aproximadamente el 35% de las personas mayores de 75 años se caen y un 4-6% de ellas presentan fractura, lo que demuestra que hay otros factores implicados en la fractura, como la absorción y la localización del impacto, la orientación de la caída o la energía absorbida por los tejidos; de ahí la utilidad de herramientas como los protectores de cadera, principalmente en sujetos institucionalizados o con alteraciones físicas. Este riesgo de caída se incrementa con la edad y si el sexo es femenino. Los factores de riesgo de las caídas pueden

clasificarse en extrínsecos al paciente e intrínsecos (por condiciones o enfermedades). Para reducir las caídas, la medida más eficaz consiste en la aplicación de programas multifactoriales centrados en una evaluación sistemática de los factores de riesgo, complementada con una intervención individualizada.

#### **4) Nutrición**

Se recomienda seguir una dieta equilibrada con una ingesta adecuada de proteínas, evitar el exceso de sal y una exposición solar moderada (grado de recomendación D).

Es importante seguir una dieta con aporte de calcio adecuado para mantener una correcta salud esquelética, aunque hay controversia sobre el hecho de que esta intervención aislada sea eficaz para prevenir la fractura por fragilidad (grado de recomendación B).

Según la guía del Sistema Nacional de Salud español del año 2010, la recomendación de ingesta diaria de calcio para las mujeres postmenopáusicas (mayores de 50 años) es de 1.000-1.200 mg/día, aunque esta aumenta a 1.500 mg/día en casos de osteoporosis establecida o antetratamiento con glucocorticoides de forma continuada. Sin embargo, un estudio reciente demuestra que el incremento gradual de la ingesta alimentaria de calcio por encima de los 750 mg/día en población femenina sueca no se asoció con una reducción de riesgo de fractura y osteoporosis. Por el contrario, otro estudio anterior realizado sobre población japonesa, (6) sí concluyó que las mujeres con ingestas más bajas (< 329 mg/día) presentaban una mayor incidencia de

fracturas vertebrales autorreferenciadas que aquellas que ingerían cantidades > 445 mg/día.

Puede concluirse, por tanto, que ingestas muy bajas de calcio sí podrían asociarse con un riesgo más elevado de fracturas por fragilidad, pero que ingestas más elevadas (> 750 mg/día) no han demostrado, por sí mismas, que se relacionen con una menor incidencia de fracturas.

Se recomienda también un aporte adecuado de vitamina D a toda la población, ya sea mediante dieta y exposición solar adecuada o recurriendo a suplementos. En pacientes con riesgo de déficit de vitamina D (mayores de 50 años, enfermos crónicos o personas institucionalizadas), la dosis de vitamina D al día recomendada es de 800 UI (grado de recomendación A).

Las fuentes principales de vitamina D en alimentos de consumo habitual en nuestro medio son el pescado azul o graso, la yema de huevo, la mantequilla y el hígado de carnes y pescados. No obstante, se considera que el origen principal de la vitamina D en el organismo humano es su síntesis cutánea por la exposición adecuada a la radiación solar. (7) Aun así, no hay evidencia suficiente sobre su efecto en la reducción de fractura por fragilidad.

### **Tratamiento farmacológico**

Existen varios grupos terapéuticos aprobados en España para prevenir las fracturas óseas, los principales fármacos son:

- Los bisfosfonatos (alendronato, risedronato, ibandronato y zoledronato)
- Los moduladores selectivos de los receptores de estrógenos (raloxífeno y bazedoxífeno)
- La teriparatida

- El ranelato de estroncio
- El denosumab

Por otra parte, existen fármacos que han sido utilizados para prevenir fracturas que carecen en la actualidad de indicación por la existencia de potenciales efectos secundarios; entre ellos, se encuentran la terapia hormonal sustitutiva (THS) y la calcitonina.

La THS es eficaz en la reducción de fracturas vertebrales, no vertebrales y de cadera, pero presenta un balance global desfavorable por aumento del riesgo de cáncer de mama, ictus y enfermedad cardíaca (estudio *Women Health Initiative* [WHI]); la calcitonina ha demostrado su eficacia en la reducción de fracturas vertebrales, pero debido al aumento de neoplasias hallado a raíz de su uso prolongado, la Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios (AEMPS) ha suspendido su comercialización intranasal, por lo que se ha dejado de indicar para el tratamiento de la osteoporosis. La evidencia en la reducción de fracturas en las diferentes localizaciones (vertebrales, no vertebrales y de cadera) es distinta.

### **1) Suplementos de calcio y/o vitamina D**

Las recomendaciones con grado A son las siguientes:

- Asociar suplementos de calcio y de vitamina D en aquellas mujeres postmenopáusicas osteoporóticas que estén en tratamiento para prevenir las fracturas por fragilidad.
- Indicar suplementos de calcio y de vitamina D en aquellas mujeres institucionalizadas cuyo aporte de calcio y de vitamina D sea insuficiente.

- Cualquiera de las opciones de actuación farmacológica para prevenir la fractura por fragilidad que se indique al paciente debe asociarse a suplementos de calcio y de vitamina D.

En los pacientes que reciben tratamiento anticatabólico se recomienda un aporte de calcio de 1.000 mg/día y de vitamina D de 800-1.000 UI/día (nivel de primer grado de evidencia (grado de recomendación A)).

Los suplementos de calcio, administrados de forma aislada, no han demostrado efecto significativo sobre la reducción de fracturas en la osteoporosis postmenopáusica, pero sí logran disminuir la pérdida de masa ósea.

## **2) Bisfosfonatos**

Forman parte del grupo de fármacos antirresortivos que reducen la resorción ósea, ya que actúan sobre los osteoclastos, disminuyendo su formación y su ciclo de vida, así como también su actividad. En este grupo se incluyen: alendronato, risedronato, ibandronato, zoledronato y etidronato.

Son fármacos de primera línea en el tratamiento de la osteoporosis y, actualmente, los más utilizados, dado que su eficacia antifractura ha quedado ampliamente demostrada y en general son bien tolerados cuando se administran correctamente (3): deben tomarse con un vaso de agua del grifo, al menos media hora antes de la ingesta de los primeros alimentos o fármacos del día; el comprimido no debe masticarse, y el paciente debe permanecer en posición sentada erguido o en bipedestación durante al menos 30 minutos después de la ingesta.

En cuanto a efectos adversos de estos fármacos, su perfil general de seguridad sigue siendo aceptable, aunque en los últimos años se han comunicado una serie de efectos adversos, potencialmente relacionados con su uso, que pueden ser graves como la osteonecrosis de los maxilares y las fracturas atípicas (subtrocantéreas y/o diafisarias de fémur).

La incidencia de osteonecrosis de maxilar que se estima es baja, en todo caso menor de un caso por cada 1.000 pacientes en tratamiento con bisfosfonatos, y se ha asociado al uso prolongado de estos. La interrupción del tratamiento durante 3–6 meses en aquellos pacientes que los estén tomando y deban hacerse un procedimiento odontológico invasivo es controvertida y debe valorarse individualmente. Si aparece una osteonecrosis de maxilar en un paciente en tratamiento con estos, se aconseja suspender dicho tratamiento y valorar la indicación de otros fármacos con mecanismo diferente al de estos.

Para los distintos bisfosfonatos de los que disponemos en nuestro país, las evidencias en cuanto a efectividad, seguridad y experiencia de uso son diversas, por lo que conviene hacer una referencia individual en cada uno de ellos:

- **Alendronato.** Junto al risedronato son los fármacos más investigados y se consideran de elección en el tratamiento de la osteoporosis. Tienen un efecto positivo en la densidad mineral ósea (DMO) lumbar y femoral. Disminuye el riesgo de fractura vertebral y no vertebral, incluida la de cadera (grado de recomendación A). En términos de coste–efectividad, este es el de coste más efectivo; no existen diferencias de efectividad entre la dosis diaria y la semanal, por lo que esta última se ha impuesto en su uso en la práctica clínica, con una dosis por vía oral de 70 mg/semana. Está contraindicado en

hipocalcemia, insuficiencia renal (aclaramiento de creatinina < 35 ml/min) o ante problemas esofágicos que retrasen su vaciamiento.

- **Risedronato.** Es eficaz en la reducción del riesgo de fracturas vertebrales y no vertebrales, incluidas las de cadera, en mujeres postmenopáusicas y osteoporosis con o sin fracturas previas. Se administra por vía oral, y puede optarse por una dosis semanal de 35 mg o por una administración mensual de 75 mg durante 2 días consecutivos. Está contraindicado en hipocalcemia e insuficiencia renal (aclaramiento de creatinina < 30 ml/min), así como en embarazo y lactancia.
- **Ibandronato.** Es eficaz en la reducción del riesgo de fractura vertebral en mujeres postmenopáusicas osteoporóticas con y sin fracturas previas. Su eficacia en fracturas no vertebrales solo se ha demostrado en un subgrupo con riesgo más alto. No ha mostrado eficacia en la fractura de cadera. En su ficha técnica aparece que está indicado en mujeres postmenopáusicas osteoporóticas con riesgo elevado de fractura. Su uso más habitual es por vía oral en una dosis mensual de 150 mg. Está contraindicado en: hipocalcemia, insuficiencia renal y anomalías esofágicas.
- **Etidronato.** Primer bisfosfonato comercializado para el tratamiento de la osteoporosis. Ha demostrado eficacia en la reducción de riesgo de fractura vertebral, pero no en fracturas no vertebrales. Se administra por vía oral en ciclos quincenales cada 3 meses, dado que su administración continuada inhibe la mineralización y puede causar osteomalacia, un problema del que carecen los bisfosfonatos más modernos. Está en desuso.
- **Zoledronato.** Es el más potente comercializado actualmente, aunque es de uso exclusivo por vía intravenosa, con una dosis anual de 5 mg en régimen

de hospital de día. Ha demostrado eficacia para reducir la incidencia de fracturas vertebrales clínicas y morfométricas, no vertebrales y de cadera. Es una alternativa que cabe tener en cuenta para pacientes con osteoporosis y riesgo elevado de fracturas o en los que no toleren o estén contraindicados los bisfosfonatos por vía oral.

### **3) Moduladores selectivos del receptor de estrógenos**

En mujeres postmenopáusicas reducen el riesgo de cáncer de mama invasivo. Su administración está contraindicada con antecedentes o factores de riesgo de enfermedad tromboembólica, insuficiencia renal grave o cáncer de mama o endometrio. Actúan uniéndose al receptor de estrógenos y realizan acciones agonistas o antagonistas sobre ellos, dependiendo del órgano diana. Comercializados con indicación en osteoporosis, existen dos, el raloxifeno y el bazedoxífeno. Los mecanismos responsables de su función no son completamente conocidos, pero presentan efectos positivos sobre la masa ósea lumbar y de cadera; asimismo, también tienen evidencia en la prevención de fracturas vertebrales en mujeres con osteoporosis con y sin fracturas vertebrales prevalentes y osteopenia (40% en el estudio MORE). No presentan evidencia en la reducción de fractura de cadera ni en las no vertebrales. La dosis utilizada es de 60 mg/día por vía oral, y está indicada en las mujeres con osteoporosis postmenopáusica, con o sin fracturas vertebrales. Entre los efectos secundarios más frecuentes se cuentan la presencia de sofocos, la aparición de edema periférico o calambres en las extremidades inferiores; los más graves son el riesgo de trombosis venosa profunda (riesgo relativo [RR] 1,5) y el embolismo pulmonar (RR 1,9). No se ha encontrado un mayor riesgo de ictus ni mayor

mortalidad global y, aunque descienden los niveles de las lipoproteínas de baja densidad (LDL), no han demostrado menor riesgo de patología cardiovascular (sí en un análisis *post hoc* en mujeres menores de 60 años), sí han demostrado menor riesgo de cáncer de mama invasivo con receptor estrogénico positivo en mujeres posmenopáusicas (una reducción del riesgo de 1,2 casos/1.000 mujeres/año). Tampoco incrementan el riesgo de hiperplasia o cáncer endometrial.

El bazedoxífeno ha demostrado reducción en el riesgo de fracturas vertebrales en mujeres en aproximadamente un 40% y de las fracturas no vertebrales en un análisis *post hoc*. Presenta un perfil de seguridad parecido al del raloxifeno.

Otras sustancias, como el lasofoxífeno o la combinación del bazedoxífeno con estrógenos conjugados, están en fase de experimentación.

#### **4) Análogos de hormona paratiroidea**

Son sustancias con efectos osteoformadores a través de un aumento tanto del número como de la actividad de los osteoblastos; están aprobadas para el uso en la osteoporosis la teriparatida y la hormona paratiroidea.

- **Teriparatida o rhPTH.** Es el fragmento de la hormona paratiroidea humana, que se administra mediante una dosis de 20 µg/día de manera subcutánea. Indicado para mujeres postmenopáusicas, ya que produce un aumento de la masa ósea y ha demostrado una reducción significativa del riesgo de fracturas vertebrales (65%) y no vertebrales (35%), pero no de cadera. Su uso, por otra parte, se ha relacionado con un descenso de los dolores lumbares. La duración del tratamiento no debe exceder los 24 meses por el riesgo de

aparición de osteosarcomas. Los efectos adversos más comunes son la hipercalcemia, la hipercalciuria, las náuseas, la cefalea y los mareos. Es útil realizar una medición del calcio en la sangre y la orina antes del inicio del tratamiento. No se debe administrar en caso de existencia de hiperparatiroidismo, enfermedad de Paget, metástasis óseas, hipercalcemia o radioterapia previa.

- **Hormona paratiroidea (PTH).** Es la molécula completa, rhPTH, de la hormona paratiroidea. Tiene evidencia en la disminución del riesgo de fractura vertebral (58%), pero no de cadera o no vertebral. Al igual que con la teriparatida, la duración máxima del tratamiento es de 2 años. También tiene los mismos posibles efectos adversos que esta, aunque la hipercalcemia es más frecuente, por lo que es necesario tanto al inicio como durante el tratamiento realizar una monitorización tanto de la calcemia como de la calciuria.

## **5) Ranelato de estroncio**

Es una molécula con acción dual que, a través de un mecanismo no del todo conocido, disminuye la actividad osteoclástica y aumenta la osteoblástica. Está indicada en mujeres postmenopáusicas, ya que produce un aumento de la masa ósea (en parte debido al depósito de estroncio que se produce en el hueso). Presentan evidencia en la reducción a los 3 años de las fracturas tanto vertebrales (41%) como no vertebrales (16%) y en subgrupos de alto riesgo (> 70 años y DXA cuello femoral T-score  $\leq$  3 DE) de cadera (estudios *post hoc* 36%) (29); este efecto se mantiene a los 8 años. (30) La dosis utilizada es de 2 g/día por vía oral.

Con su uso se ha encontrado un leve aumento del riesgo de trombosis venosa profunda y embolismo pulmonar, así como casos de síndrome DRESS, pero los efectos adversos más frecuentes son las náuseas y la diarrea.

No se debe administrar en pacientes con insuficiencia renal grave.

## **6) Denosumab**

Anticuerpo monoclonal frente al ligando de RANK (RANKL) que actúa inhibiendo la diferenciación, activación y supervivencia de los osteoclastos. Está indicado en mujeres postmenopáusicas y en varones con cáncer de próstata en tratamiento con deprivación androgénica, dado que ha demostrado un incremento de la masa ósea y una reducción a los 3 años en mujeres postmenopáusicas en el riesgo tanto de fracturas vertebrales (68%), como no vertebrales (20%) y de cadera (40%). En este sentido, cabe señalar que existen ya estudios de extensión a 5 y 6 años donde la eficacia se mantiene. (33) La pauta es de 60 mg cada 6 meses por vía subcutánea; el efecto es potente y reversible con la suspensión de la administración.

En cuanto a efectos adversos, no existen grandes diferencias con placebo, salvo un aumento leve de las infecciones cutáneas y urinarias, del dolor lumbar, del dolor en extremidades o muscular, o del hipercolesterolemia. Tampoco se ha encontrado aumento en la incidencia de tumores. Se han descrito, en cambio, casos de fracturas atípicas y osteonecrosis de mandíbula, pero con una incidencia muy baja. Debe evitarse su administración en casos de hipocalcemia. Se está evaluando la indicación de su uso en las metástasis óseas, en mujeres con cáncer de mama que reciben tratamiento inhibitorio de la aromatasa y en el mieloma múltiple. (27)

### 2.3. Definición de términos básicos

**Densitometría ósea:** estudio radiológico mediante el cual se puede medir la densidad ósea cortical y trabecular, tiene como unidad de medida  $\text{g/cm}^2$ . (31)

**Balanza de bioimpedancia:** analizador bioeléctrico de bioimpedancia, a través del contacto de los pies con unos electrodos. La balanza mide peso, % de grasa corporal, % de masa muscular y cantidad de agua corporal. (32)

**Osteopenia:** disminución de la densidad mineral ósea entre 1 y 2,5 desviaciones estándar por debajo del promedio para adultos jóvenes normales (índice T). (33)

**Osteoporosis:** disminución de la densidad mineral ósea con daño a la microarquitectura. La densidad ósea debe estar por debajo de 2,5 desviaciones estándar por debajo del promedio estándar. (33)

## **CAPÍTULO III**

### **HIPÓTESIS Y VARIABLES**

#### **3.1. Hipótesis**

##### **3.1.1. *Hipótesis general***

Existe relación del uso de balanza de bioimpedancia con la densitometría ósea para el diagnóstico de osteoporosis.

#### **3.2. Identificación de las variables**

- a) Densitometría ósea
- b) Osteoporosis

### 3.3. Operacionalización de las variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable
Edad	Años cumplidos por el/la encuestado (a)	Años cumplidos a la fecha	Cuantitativa / Discreta
Sexo	Condiciones anatómicas y fisiológicas de género	Según características fenotípicas del encuestado	Cualitativa / Nominal
Ocupación	Funciones, obligaciones o tareas que desempeña un individuo	De acuerdo a la actividad que desempeña el encuestado	Cualitativa / Nominal
Comorbilidades	Presencia de enfermedades que presenta el paciente	De acuerdo a los diagnósticos previos que presenta el paciente evaluado	Cualitativa / Nominal

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA**

#### **4.1. Enfoque de la investigación**

La presente investigación tuvo un enfoque de estudio cuantitativo, la investigación cuantitativa es aquella en la que se recogen y analizan datos cuantitativos sobre variables numéricas.

#### **4.2. Tipo de investigación**

La investigación correspondió a una investigación básica. Según Sánchez y Reyes (p.37) “este tipo de investigaciones corresponde a la aplicación de los conocimientos teóricos a determinada situación concreta y las consecuencias prácticas que de ella deriven. La investigación aplicada busca conocer para hacer, para actuar, para construir, y para modificar, le preocupa la aplicación inmediata sobre una realidad circunstancial antes que el desarrollo de un conocimiento de valor universal”. (40)

### **4.3. Nivel de investigación**

La investigación es de nivel correlacional, ya que se tuvo como motivación determinar la relación de las variables de estudio planteadas. Para Hernández et al. (p. 95), este nivel de investigación “asocia variables mediante un patrón predecible para un grupo o población, teniendo como objetivo conocer si las variables de estudio tienen algún grado de relación”. (41)

### **4.4. Método de investigación**

El método de investigación fue el método científico. Según Sánchez y Reyes (p.23) “el método científico es el camino por seguir mediante una serie de operaciones y reglas prefijadas que nos permiten alcanzar un resultado o un objetivo. En otras palabras, es el camino para llegar a un fin o una meta”. (40)

### **4.5. Diseño de investigación**

Para esta investigación se usará un diseño observacional, analítico y transversal.

### **4.6. Población y muestra**

#### **4.6.1. Población**

La población estuvo constituida por pacientes que asistirán a la consulta reumatológica en la clínica Coset y que se realizarán una densitometría ósea.

#### **4.6.2. Muestra**

#### **A. Unidad de análisis**

La unidad de análisis de la investigación fue la clínica Coset.

## **B. Tamaño de la muestra**

Usando el programa estadístico STATA versión 13.1 considerando la proporción de pacientes con osteoporosis en general fue del 4%, y la proporción de pacientes diagnosticados bajo impedancia fue de 52.5%, poder estadístico 90 % y nivel de significancia 1, obteniéndose una muestra de 287, de los cuales al aplicarles la ficha de recolección de datos 171 se negaron a brindarnos sus datos y pesarlos con nuestra balanza de bioimpedancia, resultando 116 pacientes.

## **C. Selección de la muestra**

### **Criterios de inclusión:**

- Pacientes que asisten a la clínica Coset
- Pacientes con resultados de densitometría ósea

### **Criterios de exclusión:**

- Edad menor de 18 años
- Gestantes
- Pacientes que utilicen dispositivos médicos, marcapasos
- Pacientes que no firmen el consentimiento informado

## **4.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **4.7.1. Técnicas**

Se utilizó una ficha de recolección de datos estructurada y validada de la información solicitada a los pacientes que acuden a la Clínica Reumatológica Coset de Huancayo a realizarse la prueba de densitometría ósea.

Antes de tomar la medición de masa ósea, los pacientes vaciarán su vejiga. Para la medición de bioimpedancia se utilizará el equipo de composición corporal Analizador TBF-300WA (*Tanita Multi-Frequency Corporation*, Tokio, Japón); un aparato con un estilo de la almohadilla metálica plantar conectada a ocho puntos de electrodos. La frecuencia de calibración de impedancia será de 2%.

Los pacientes subirán con los pies descalzos y estarán en contacto con las almohadillas metálicas, con los brazos colgando a cada lado. Se ingresará manualmente los datos: sexo, edad, talla.

Durante la medición el equipo genera corriente alterna de 5 mA y 50 KHz, y estos miden la resistencia y reactancia de los tejidos corporales. Los resultados de masa magra, masa grasa, composición de agua corporal y metabolismo basal se calcularán automáticamente por el Analizador de Composición Corporal TBF-300WA.

El mismo paciente fue analizado por el equipo de densitometría ósea para definir si presenta osteoporosis, osteopenia o normal.

La información recolectada se ordenó en una base datos en el programa Excel 2013, para luego ser trasladada a STATA 1.3.1 en su versión portátil.

Se realizó un análisis con estadística descriptiva; en el caso de las variables categóricas se estimará la frecuencia y porcentajes de cada una; y para las variables numéricas, se determinará si su comportamiento es normal o no, para estimar media y desviación estándar, o mediana y rangos, respectivamente.

Para el análisis de la asociación entre dos variables categóricas se utilizará la prueba de Chi<sup>2</sup> (prueba estadística paramétrica) o exacta de Fisher (prueba no paramétrica) según si los valores esperados sean menores al 20% de la distribución de frecuencias o mayores, respectivamente.

En el caso del análisis entre una variable categórica y una numérica, se evaluará la normalidad de la variable numérica con la prueba de Shapiro Wilk; y posteriormente la prueba T de Student o suma de rangos de Wilcoxon, según sea normal o no, respectivamente para estimar la asociación.

Por último, se realizó un análisis estadístico multivariado con el modelo lineal generalizado, incluyendo todas aquellas variables que hayan tenido asociación en el análisis previo. Encontrando las razones de prevalencia (RP) con sus intervalos de confianza al 95% (IC95%), así como los valores p. Se considerará un valor  $p < 0.05$  como estadísticamente significativo. Para determinar la utilidad de la bioimpedancia, para el diagnóstico de osteoporosis, se empleará la curva ROC.

#### **4.7.2. Instrumentos**

##### **A. Diseño**

Se uso una ficha de recolección de datos donde se recolectó información pertinente a nuestra investigación.

##### **B. Confiabilidad**

Podemos ver que el Alpha de Cronbach nos arroja 0.758 por lo que se puede aplicar nuestra ficha de recolección de datos.

##### **C. Validez**

En la validez del instrumento se observa que resulta 98.66%

## **CAPÍTULO V**

### **RESULTADOS**

#### **5.1. Descripción del trabajo de campo**

Luego de recolectar información en la ficha que presentamos de 116 pacientes que acudieron a realizarse la prueba de DMO en la clínica Coset de Huancayo durante el año 2018 que cumplieron los criterios de inclusión que ya mencionamos para luego pesarlas con nuestra balanza de bioimpedancia y el procesamiento que se tuvo con todos estos pacientes de todos sus datos recolectados, asimismo se comparó con el valor que nos arrojó el resultado de su DMO con el *T score* y a continuación se describen los siguientes resultados.

## 5.2. Presentación de resultados

**Tabla 1. Características generales de los pacientes**

Característica	N = 116	%	Densidad ósea normal (= 35)	Osteopenia (n= 56)	Osteoporosis (n= 25)	p
<b>Edad*</b>						
promedio (rango)	63	35-89	58.6 (35-89)	64,1(41-85)	69,4 (59-84)	0.003
35-58	42	36,8	20 (57,1%)	20(36,4%)	2(8,3%)	
59-70	38	33,3	7(20%)	19(34,6%)	12(50%)	
>70	34	29,8	8(22,9%)	16(29,1%)	10(41,7%)	
<b>Sexo</b>						
masculino	25	21,5	7(20%)	11(19,6%)	7(28%)	0,640
femenino	91	78,5	28(80%)	45(80,4%)	18(72%)	
<b>Ocupación</b>						
Ama de casa	53	45,7	19(54,3%)	22(39,3%)	12(48%)	0,855
Agricultor	9	7,7	1(2,9%)	5(8,9%)	3(12%)	
Comerciante	21	18,1	5(14,3%)	12(21,4%)	4(16%)	
Otros	29	25,0	9(25,7%)	15(26,8%)	5(20%)	
Empleado público	4	3,5	1(2,9%)	2(3,6%)	1(4%)	
<b>Utiliza corticoides</b>						
Sí	33	28,5	6(17,1%)	16(28,6%)	11(44%)	0,0079
<b>Tiempo de uso de corticoides (años)</b>						
Promedio (rango)	2,7	(0,04-20)	0,53 (0,04-1)	1,8 (1-5)	4,9 (1-20)	0,049
<b>Comorbilidad</b>						
Ninguno	45	38,8	21(60%)	17(30,4%)	7(28%)	0,023
Artrosis	24	24,7	6(17,1%)	9(16,8%)	9(36%)	
Artritis	15	15,4	3(6,7%)	9(16,8%)	3(12%)	
<b>IMC</b>						
Promedio (rango)	28,1	18,9-41,8	28,2(23,1-41.2)	28,5(18,9-38,8)	26,8 (19,1-37,3)	0,226
≥30	29	25,7	25(71,4%)	39(70,9%)	20(86,9%)	0,313
<30	84	74,3	10(28,6%)	16(29,1%)	3(13,1%)	

*\*Terciles*

*Fuente: elaboración propia*

**Interpretación:** como se muestra en la tabla precedente, se analizaron de los casos evaluados, la edad, el sexo, la ocupación, el empleo de corticoides, así como el tiempo de su uso, la comorbilidad y el factor IMC. Estos arrojaron que la edad presentó un rango promedio de 63 años con un  $p= 0.003$ , en sexo se presentó predominantemente el femenino 78.5%, y teniendo el sexo un  $p=0.640$ , la ocupación más frecuente fue ama de casa con 45.7% y presentando un  $p = 0.855$ , en la utilización de corticoides se pudo ver que el 28.5% lo utilizaron y presentando un  $p=0.079$ , en el tiempo de uso de corticoides el rango promedio es 2.7 años y presentando un  $p=0.049$ , en comorbilidad el 45% no presentó ninguna comorbilidad, así mismo esta variable presentó un  $p = 0.023$ , en la variable IMC en promedio se pudo tener un valor de 28.1% y teniendo un  $p =0.226$ .

**Tabla 1. Características de los pacientes según resultados de la composición corporal medido por bioimpedancia y densidad ósea**

Característica	Densidad ósea normal (= 35)	Osteopenia (n= 56)	Osteoporosis (n= 25)	P
Masa grasa %				
Promedio (rango)	28,9 (16,8-42,5)	32,8(15,9-55,1)	29.1(10,6-59,1)	0,053
Agua %	47,3 (32-57,2)	46,5 (32-65,2)	46,9 (20,4-62)	0,416
Músculo %	33,9 (27-40,6)	33,6 (24,8-45,5)	34,1 (24,2-43,6)	0,771
Masa ósea %	11,1(10,1-13,4)	10,9 (9-13,8)	10,8 (8,9-13,6))	0,013

*Fuente: elaboración propia*

**Interpretación:** como se muestra en la tabla precedente, se analizaron de los casos evaluados, las características de la masa, expresada en %, la densidad, osteopenia, osteoporosis, y el p valor de cada cual, teniendo el porcentaje de masa ósea bajo impedancia un  $p=0.013$

**Tabla 3. Características de los pacientes según resultados uniendo osteoporosis y osteopenia**

Característica	Osteopenia + osteoporosis (valor del coeficiente)	P
Masa ósea	-.52	0.013
Agua	-.01	0,678
Musculo	-.007	0,789
Grasa	.040	0,117

*Fuente: elaboración propia*

**Interpretación:** se pudo ver que por cada punto que disminuye la masa ósea la probabilidad de desarrollar osteoporosis u osteopenia aumenta en 0.52 con un  $p= 0.013$ .

**Tabla 4. Masa ósea por bioimpedancia y riesgo de desarrollar osteoporosis u osteopenia**

	Osteoporosis u osteopenia medida por densitometría		
Masa ósea medida por bioimpedancia	OR	IC 95%	p
Masa ósea 11-12	2.06	0.47- 8.96	0,355
Masa ósea <11	2.62	1.11-6.18	0,027

*Fuente: elaboración propia*

**Interpretación:** los pacientes que tiene masa ósea de 11-12 tienen 2.06 veces de desarrollar osteoporosis u osteopenia y presentado un p de 0.355, los pacientes que presentaron un valor óseo <11 tienen un 2.62 veces de desarrollar osteoporosis u osteopenia con un valor p de 0,027.

**Tabla 5. Valor de área bajo la curva de la sensibilidad de la masa ósea para determinar osteoporosis**

Pacientes	ROC-Área	STD-ERR	Intervalo de confianza al 95%
116	0.5882	0.0512	0.68860

*Fuente: elaboración propia*

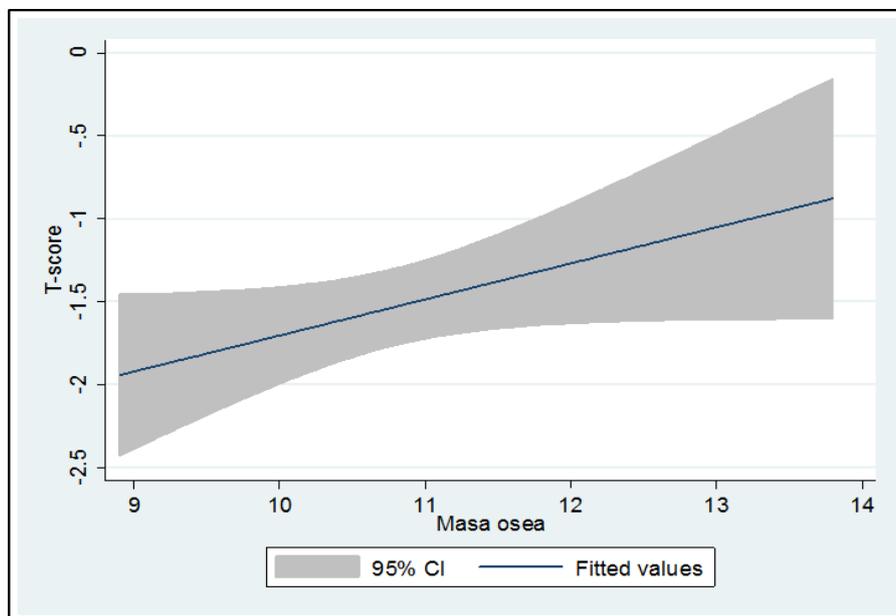
**Interpretación:** con un área bajo la curva de 58,8% (IC 95% 0,48-0,68) lo que demuestra que es significativo para el diagnóstico de osteoporosis y osteopenia.

**Tabla 6. La determinación de la sensibilidad y especificidad de los valores de masa ósea medido por bioimpedancia para diagnosticar osteoporosis u osteopenia**

% de masa ósea	Sensibilidad	Especificidad	Clasificación	LR +	LR -
11 a 12	90.12%	8.57%	65.52%	0.9857	1.1523
<11	62.96	57.4	61.21%	1.4691	0.6481

*Fuente: elaboración propia*

**Interpretación:** se puede evidenciar que los valores de la masa ósea menor de 11 medido por bioimpedancia tiene sensibilidad 62.9% y especificidad de 57,1% para diagnóstico de osteoporosis.

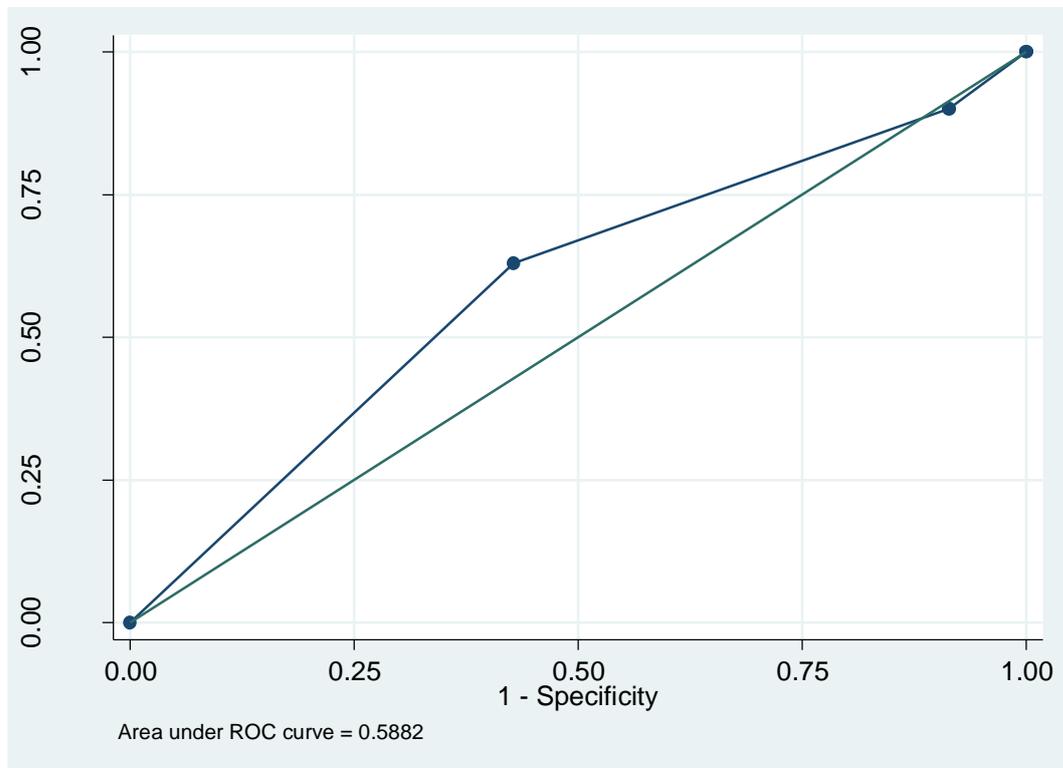


**Figura 2. Relación lineal entre valor de la masa ósea y T- score**

*Fuente: elaboración propia*

Interpretación: como se muestra en la Figura 2 se confirma la relación lineal entre el valor de la masa ósea y el número de desviaciones estándar de la DMO (T – score). Ya que, mientras las puntuaciones del T- score van en aumento, los valores de la masa ósea también van en ese sentido. Razón por lo cual se concluye que ambas variables de estudio mantienen una relación lineal. En

consecuencia, se determina que a razón que la edad del paciente va avanzando, la densidad mineral ósea va disminuyendo y la T - score se va modificando.



**Figura 3. Área bajo la curva y sensibilidad de la bioimpedancia para determinar osteoporosis u osteopenia**  
**Fuente: elaboración propia**

**Interpretación:** podemos observar que al determinar la sensibilidad de la bioimpedancia para valores de masa ósea menor de 11 es 62,96%, con área bajo la curva de 58,8% (IC 95% 0,48-0,68) lo que demuestra que es significativo para el diagnóstico de osteoporosis y osteopenia, debido a que el área bajo la curva es mayor de 50%, como se muestra en la Tabla 5. La prueba con la que se compara es la densitometría la cual se considera para el estudio como sensibilidad 100%

### **5.3. Discusión de resultados**

Teniendo como presupuesto el empleo de la densitometría ósea, como herramienta en el diagnóstico de osteoporosis, predicción de fracturas y monitoreo de la densidad mineral ósea, estudio observado en pacientes de ambos sexos mayores de 35 años, así como el empleo de balanzas de bioimpedancia (BIA) representan una alternativa efectiva, accesible y económica para cuantificar la masa grasa, peso corporal y masa ósea; se han podido obtener en los datos recolectados, un conjunto de coeficientes de correlación significativa que nos hacen precisar que el empleo de balanzas de bioimpedancia, en efecto representan un método eficiente para la detección de la osteoporosis, evitando la exposición de los pacientes a dosis considerables de rayos X.

Así pues, este trabajo de investigación, en conceptos y trabajos desarrollados en la técnica de medición de bioimpedancia, permitió desarrollar un protocolo de medición y caracterización de condiciones necesarias para aplicar en pacientes la medición de impedancia utilizando un dispositivo.

En la actualidad, se usa el equipo de densitometría para evaluar el diagnóstico de osteoporosis y osteopenia, es un método muy costoso, no transportable debido a que requiere de un ambiente especial e individualizado. El estudio pretende comparar la bioimpedancia vs densitometría para el diagnóstico de osteoporosis.

Por ello, según los datos obtenidos, existen factores significativos que pueden racionalizar de manera efectiva las variables propias en el diagnóstico de la osteoporosis, y el análisis de la masa corporal por medio del empleo de balanzas de bioimpedancia. Estos factores, en el caso de la evaluación de la osteoporosis,

son la edad ( $p=0.003$ ) y el tiempo en el empleo de corticoides ( $p=0.049$ ). Para el caso de la densidad corporal, existen factores asociativos, como el porcentaje de agua y la masa ósea. Por cada punto que disminuye la masa ósea la probabilidad de desarrollar osteoporosis u osteopenia aumenta en 0.52 ( $p=0.013$ ), además los pacientes que presentaron un valor óseo  $<11$  tienen un 2.62 veces de desarrollar osteoporosis u osteopenia valor ( $p = 0,027$ ). La balanza de bioimpedancia con un área bajo la curva de 58,8% (IC 95% 0,48-0,68) lo que demuestra que es significativo para el diagnóstico de osteoporosis y osteopenia; además, los valores de la masa ósea menor de 11 medido por bioimpedancia tiene sensibilidad de 62.9% y especificidad de 57,1% para diagnosticar osteoporosis.

## CONCLUSIONES

1. Al comparar la bioimpedancia y la densitometría ósea se pudo observar que existe una relación lineal, entre ambas variables y que el uso de la bioimpedancia nos resulta una opción viable para la osteoporosis, además la masa ósea < 11% medido mediante bioimpedancia tiene 2.6 veces más riesgo de padecer osteoporosis u osteopenia.
2. Se pudo ver que la cantidad de pacientes que acudieron a la clínica fue de 116 de los cuales el 48.2% tuvo osteopenia, el 44.6% tuvo osteoporosis, el 35% estuvo dentro de lo normal, además el 21.5 % fue varones y el 78.5 % fue mujeres.
3. La sensibilidad de la bioimpedancia fue de 62.96 % y especificidad de 57.4%
4. El tiempo de uso de corticoides en pacientes con diagnóstico de osteoporosis fue de 4.9 años y en pacientes con osteopenia fue 1.8 años.
5. El tiempo en tratamiento con corticoides está asociado a la presencia de osteoporosis.
6. La presencia de alguna comorbilidad está asociada a riesgo de osteoporosis.
7. No ha sido posible identificar un punto de corte de masa ósea medido por bioimpedancia para diferencia entre osteoporosis y osteopenia.

## RECOMENDACIONES

La osteoporosis actualmente viene siendo ya un problema de salud pública porque lamentablemente nuestra población está expuesta a muchos de los factores de riesgo en general, la peor consecuencia de esta patología vienen siendo las fracturas que por la alta incidencia que se presenta en los adultos mayores y siendo preferentemente mujeres postmenopáusicas, esta consecuencia es bastante incapacitante, por lo cual, como en casi todas las patologías, disminuir esta patología en nuestra población radica en la prevención, adoptando estilos de vida saludable, alimentación balanceada consumo de vitamina D y calcio, la práctica de ejercicio físico también se describe en todas las bibliografías como una práctica saludable que puede ayudar a prevenir la gravedad y disminuir el riesgo de fracturas, así mismo, podríamos utilizar la bioimpedancia como una alternativa económica fácil y práctica para evaluar el estado óseo de nuestro organismo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Flores Malpica E. La densitometría ósea en el diagnóstico de la osteoporosis en pacientes postmenopáusicas de la Clínica de la Solidaridad-Huancayo enero a diciembre 2016. Flores Malpica editor. Huancayo: Universidad Peruana Los Andes, 2018.
2. Chung Nakandakari P. Factores de riesgo asociados a osteoporosis en mujeres. Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Essalud. Chung Nakandakari editor. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2002.
3. Miller D. The history of bone densitometry. *Bone*. 2017;104:4–6. doi: 10.1016/j.bone.2017.06.002
4. Binkley N, Bilezikian P, Kendler L, et al. Summary of the International Society for Clinical Densitometry 2005 Position Development Conference. *J Bone Metab* 2007;22: 643-645.
5. Tello N, Vega D, García P, Esquivel J, Garza M, Arana A. Desempeño del índice de masa corporal para el diagnóstico de obesidad por medio de absorciometría de rayos X de energía dual (DEXA) en pacientes con artritis reumatoide. *Reumatología Clínica*, 2017, vol. 13, 1(20)
6. Costa Moreira O, Alonso Aubin A, Patrocinio Oliveira E, et al. Organización de la composición corporal. *Arch Med Deport [Internet]*. 2015;32(6):387–94. Available from: [http://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/revl\\_costa\\_moreira.pdf](http://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/revl_costa_moreira.pdf)
7. De Laet C, Kanis A, Odén A, Johanson H, Johnell O, Delmas P, et al. Body mass index as a predictor of fracture risk: A meta-analysis. *Osteoporos Int*. 2005;16(II):1330–8.

8. Moncada E. Dialnet. Medición de impedancia eléctrica en tejido biológico. Revi-5062987. 2010;(25):51–76
9. Thivel D, Verney J, Miguet M, et al. The accuracy of bioelectrical impedance to track body composition changes depends on the degree of obesity in adolescents with obesity. Nutr Res. 2018;54:60–68. doi:10.1016/j.nutres.2018.04.001
10. Wizemann V, Wabel P, Chamney P, Zaluska W, Moissl U, Rode C. The mortality risk of overhydration in haemodialysis patients. Nephrol Dial Transplant. 2009 enero; 24(5).
11. Densitometry B. Densitometría ósea. 2012;(1):10–2.
12. Dytfeld J, Ignaszak M, Gowin E, Michalak M, Horst W. Influence of lean and fat mass on bone mineral density (BMD) in postmenopausal women with osteoporosis. Arch Gerontol Geriatr. 2011;53(2).
13. Wang H, Yang P, Wang J, Dong H, Ma J. Comparative Analysis of the Multi-Frequency Bio-impedance and Dual-energy X-ray Absorptiometry on Body Composition in Obese Subjects. Biomed Environ Sci. 2018;31(1):72–75. doi:10.3967/bes2018.008
14. Andreoli A. Bioelectrical impedance measures in different position and vs dual-energy X-ray absorptiometry (DXA). Sports Med Phys Fitness. 2002; 42(2).
15. Van Loan M. Estimates of fat-free mass (FFM) by densitometry, dual energy X-ray absorptiometry (DXA), and bioimpedance spectroscopy (BIS) in caucasian and Chinese-American women. Appl Radiat Isot. 1998; 5-6(49).
16. De Faria R, de Faria R, Gonçalves S, et al. Prediction of body fat in adolescents: comparison of two electric bioimpedance devices with dual-

- energy X-ray absorptiometry. *Nutr Hosp.* 2014;30(6):1270–1278. Published 2014 dec 1. doi:10.3305/nh.2014.30.6.7793.
17. Peppia M, otros. Bioimpedance analysis vs. DEXA as a screening tool for osteosarcopenia in lean, overweight and obese Caucasian postmenopausal females. *Hormones (Athens)*. 2017; 6(2).
  18. Sociedad española de medicina interna, protocolos de osteoporosis España. *An Med Interna* 2002;19: 389-95.
  19. Clark P et al. Osteoporosis en América Latina: revisión de panel de expertos, *Medwave* 2013;13(8): e5791 doi: 10.5867/medwave.2013.08.5791 disponible en:  
<https://www.medwave.cl/link.cgi/medwave/enfoques/probsp/5791?ver=sindiseno>
  20. Rincón O. et al. Patogénesis de la osteoporosis: Papel de los estrógenos. *Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología* Vol. 58 (2). 2007. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/rcog/v58n2/v58n2ao8.pdf>
  21. Hermoso de Mendoza T. Clasificación de la osteoporosis: Factores de riesgo. Clínica y diagnóstico diferencial. *Anales Sis San Navarra [Internet]*. 2003 [citado 2020 feb 27]; 26 (Suppl 3): 29-52. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1137-662720o30oo60ooo4&lng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-662720o30oo60ooo4&lng=es).
  22. Per G, Peruana S, Peruana S. situación de osteoporosis en el Perú. *Of. del Censo los Estados Unidos*. 2011;1-3.
  23. Pinto G, Pieri G, Rodríguez M. Diagnóstico de osteoporosis por medio de densitometría ósea y valoración de riesgo de fractura, osteoporosis diagnosis through and valuation bone densitometry fracture risk. (2):5-10.

24. Del Pino Montes J. Osteoporosis: Concepto e importancia. Cuadro clínico Rev Osteoporos Metab Miner 2010; 2 (Supl 4): S15–S20. Disponible en: <https://www.revistadeosteoporosisymetabolismomineral.com/pdf/articulos/9201oo204ool50o20.pdf>
25. Sosa Henríquez M. Programa sistemático de actualización en medicina y protocolos de práctica clínica 9ª ed. Barcelona-España 2006. Disponible en: <https://www.fesemi.org/sites/default/files/documentos/publicaciones/extra-medicine-rovi-osteoporosis.pdf>
26. Sociedad Española de Reumatología. Recomendaciones SER sobre osteoporosis. Disponible en: [https://www.ser.es/wp-content/uploads/2018/03/Recomendaciones\\_OP\\_DEF.pdf](https://www.ser.es/wp-content/uploads/2018/03/Recomendaciones_OP_DEF.pdf)
27. Álvarez Álvarez R, Mendoza Garcés F, Torre Mollinedo F, Callejo Orcasitas A, Arizaga Maguregui A. Actualización en el tratamiento de la osteoporosis: manejo desde una unidad del dolor (1ª parte). Rev. Soc. Esp. Dolor [Internet]. 2014 dic [citado 2020 feb 27]; 21(6): 328-337. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S11348o462014ooo60ooo6&lng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S11348o462014ooo60ooo6&lng=es). <http://dx.doi.org/10.4321/S1134-8o462014ooo60ooo6>
28. Universitario H, Cecilio S. Osteoporosis, definición, epidemiología. 2010;2 (Supl 3): 7–9. Available from: <http://www.revistadeosteoporosisymetabolismomineral.com/pdf/articulos/9201oo2030oo50oo7.pdf>
29. International Osteoporosis Foundation. The global burden of osteoporosis: a factsheet. Int Osteoporos Found. 2014;1.
30. Moncada ME. Dialnet-Medición de impedancia eléctrica en tejido biológico Revi-5062987. 2010;(25):51–76.

31. Miquel J, Solé N. La densitometría ósea en el diagnóstico de la osteoporosis. :97–100.
32. Cetina M. Tesis de grado. Biomédica. 2011;31(sup 3.2).
33. Hermoso de Mendoza T. Clasificación de la osteoporosis. Factores de riesgo. Clínica. An Sist Sanit Navar [Internet]. 2003;26(3). Available from: <http://scielo.isciii.es/pdf/asisna/v26s3/original3.pdf>
34. Muñoz M, Varsavsky M, Avilés D. Osteoporosis. Definición. Epidemiología. Rev Osteoporos Metab Miner 2010; 2 (Supl 3): S5-S7 5 disponible en: <https://www.revistadeosteoporosisymetabolismomineral.com/pdf/articulos/920loo2030oo50oo7.pdf>
35. Sociedad Española de Reumatología. Se estima que 1 de cada 4 mujeres postmenopáusicas tienen osteoporosis. 2017(2)20. Disponible en: <http://www.ser.es/se-estima-l-4-mujeres-postmenopausicas-tienen-osteoporosis/>
36. International Osteoporosis Foundation. La Carga Global de la Osteoporosis en Cifras. Disponible en: [https://www.iofbonehealth.org/sites/default/files/media/PDFs/Fact%20Sheets/2014-Factsheet-Burden\\_Osteoporosis-A4-ES.pdf](https://www.iofbonehealth.org/sites/default/files/media/PDFs/Fact%20Sheets/2014-Factsheet-Burden_Osteoporosis-A4-ES.pdf)
37. Moncada M. et al. Medición de impedancia eléctrica en tejido biológico – Revisión Rev. Tecnológicas (25), ISSN 0123-7799, diciembre de 2010, pp. 51–76. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5062987>
38. 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:l-35).

39. Dorantes J. Correlación entre bioimpedancia eléctrica y absorciometría dual de rayos X en usuarios de la Uneme hemodiálisis Aguascalientes. Universidad autónoma de Aguascalientes. Disponible en: <http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/II317/344/398ool.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
40. Sánchez H, Reyes C. Metodología y diseños en la investigación científica. 2006.
41. Hernández Sampieri R, Fernández Collado C, Baptista Lucio P. Metodología de la investigación. 2010.
42. IRETA-MORENO, F. et al . Estudio de muestras óseas descalcificadas mediante factor de disipación dieléctrica. Rev. mex. ing. bioméd, México, v. 31, n. 1, p. 73-79, jul. 2010. Disponible en <[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-95322010000100006&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-95322010000100006&lng=es&nrm=iso)>. accedido en 13 marzo 2020.
43. Osvaldo Costa Moreira. Métodos de evaluación de la composición corporal: una revisión actualizada de descripción, aplicación, ventajas y desventajas. Arch Med Deporte 2015;32(6):387-394

## **ANEXOS**

## Matriz de consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
<p><b>Problema General</b> ¿Es útil la bioimpedancia para el diagnóstico de osteoporosis comparado con la densitometría ósea en una clínica de Huancayo?</p> <p><b>Problemas específicos</b> ¿Cuál es la proporción de osteoporosis y osteopenia en pacientes de una clínica de Huancayo?</p> <p>¿Cuál es la sensibilidad y especificidad de la balanza de bioimpedancia para el diagnóstico de osteoporosis?</p> <p>¿Cuáles son los factores asociados a la osteoporosis?</p>	<p><b>Objetivo General</b> Comparar la relación del uso de balanza de bioimpedancia con la densitometría ósea para el diagnóstico de osteoporosis</p> <p><b>Objetivos Específicos</b> Determinar la proporción de osteoporosis en pacientes de una clínica de Huancayo.</p> <p>Determinar la sensibilidad y especificidad de la balanza de bioimpedancia para el diagnóstico de osteoporosis.</p> <p>Determinar algunos factores asociados a la osteoporosis</p>	<p><b>Hipótesis alterna</b> Existe relación del uso de balanza de bioimpedancia con la densitometría ósea para el diagnóstico de osteoporosis</p> <p><b>Hipótesis nula</b> No existe relación del uso de balanza de bioimpedancia con la densitometría ósea para el diagnóstico de osteoporosis</p>	<p>Variables:</p> <p><b>Variable independiente</b> Densitometría ósea</p> <p><b>Variable dependiente</b> Osteoporosis</p>	<p><b>Metodología de investigación:</b> científico <b>Tipo:</b> Básica</p> <p><b>Alcance de estudio:</b> Correlacional</p> <p><b>Diseño de la investigación:</b> observacional, analítico y transversal.</p> <p><b>Población:</b> Pacientes que asistirán a la consulta reumatológica en la Clínica Coset y que se realizarán una densitometría ósea</p> <p><b>Muestra:</b> Pacientes que asistieron a la clínica Coset</p> <p><b>Técnicas e instrumentos de recolección de datos:</b> Encuesta -cuestionario</p> <p><b>Técnica de procesamiento de datos:</b> Stata</p>

## Instrumento de recolección de datos

### UTILIZACION DE BIOIMPEDANCIA PARA EL DIAGNOSTICO DE OSTEOPOROSIS.

Consideraciones: acuda al baño antes del examen, no utilice metales (monedas, correas), adjuntar la hoja de resultados de la densitometría

FECHA DE ENCUESTA:

I CODIGO:

1. Iniciales:.....
2. Edad:
3. Sexo: masculino (0) femenino (1)
4. ocupación:.....

ANTECEDENTES:

5. Otras enfermedades: NO (0) Diabetes (1)  
Artrosis (2) artritis reumatoide (3) lupus (4)  
Esclerosis (5) hipertensión (6) osteoporosis (7)  
Otras: \_\_\_\_\_
6. Antecedente compensado: no (0) si(1)
7. Que medicación recibe:.....  
.....
8. Tiempo de enfermedad de la comorbilidad:.....  
.....
- 9: Antecedente de lesión ósea: no (0) fractura (1)  
Fisura (2)
- 10: toma corticoides: no (0) si (1)
11. Hace cuánto tiempo toma corticoides:.....
12. Que tiempo de corticoides:.....

ENFERMEDAD ACTUAL

13. Diagnóstico actual:.....  
.....

14. Motivo de densitometría:.....  
.....
- 15: Realizó alguna vez ejercicios: no (0) si (1)
- 16: Que tipo de ejercicios:.....
- 17: Actualmente realiza ejercicios: no (0) si (1)
- 18: Que tipo de ejercicios:.....
- 19: Alguien en la casa padece o padeció de obesidad:  
no (0) si(1)
- 20: Quién:.....



21.talla	
22.Peso	
23.Grasa corporal (%)	
24.Agua corporal (%)	
25.Masa Muscular	
26.Masa ósea	
27.Kilocalorias Kcal	

## Validación de instrumentos

EXPERTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27		
1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	2	5	5	5	127
2	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	134
3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	125
4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	135
5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	134
	25	25	25	24	24	25	25	25	25	24	24	25	25	25	25	25	25	24	24	24	24	24	24	21	21	24	24	24	
varianza individual	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	17.2
Número de ítems	27																												
suma varianzas	4.64																												
varianza total	17.2																												
alpha de cronbach	0.758																												

# Sello de expertos

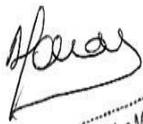
EXPERTOS:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
EXPERTO 1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
EXPERTO 2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
EXPERTO 3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
EXPERTO 4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5
EXPERTO 5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5

EXPERTO 1



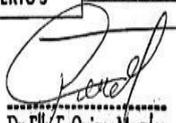
HOSPITAL REGIONAL DE SALVO - JUNÍN  
Dr. ELMER A. ACUÑA  
MÉDICO INTERNISTA  
C.M.P. N° 13667

EXPERTO 2



Dr. José A. Jordan Morales  
MÉDICO INTERNA  
C.M.P. 14345 RNE 1788

EXPERTO 3



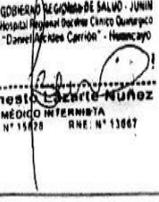
Dr. Elva E. Quispe Morales  
MÉDICO GEBRATRA  
RNE 38016 - C.M.P. 61807

EXPERTO 4



Dr. Ronald Bejarano Mirand  
MÉDICO INTERNA  
C.M.P. 4221

EXPERTO 5



GOBIERNO REGIONAL DE SALVO - JUNÍN  
Hospital Regional Duquesne Cienzo Quinteros  
"Daniel Alcides Carrón" - Huancayo  
Dr. Ernesto Espino Núñez  
MÉDICO INTERNISTA  
C.M.P. N° 13668 RNE N° 13667

## Contenido de tablas y figuras

**Tabla 1. Características generales de los pacientes**

Característica	N = 116	%	Densidad ósea normal (= 35)	Osteopenia (n= 56)	Osteoporosis (n= 25)	P
<b>Edad*</b>						
promedio (rango)	63	35-89	58.6 (35-89)	64,1(41-85)	69,4 (59-84)	
35-58	42	36,8	20 (57,1%)	20(36,4%)	2(8,3%)	0,003
59-70	38	33,3	7(20%)	19(34,6%)	12(50%)	
>70	34	29,8	8(22,9%)	16(29,1%)	10(41,7%)	
<b>Sexo</b>						
masculino	25	21,5	7(20%)	11(19,6%)	7(28%)	0,640
femenino	91	78,5	28(80%)	45(80,4%)	18(72%)	
<b>Ocupación</b>						
Ama de casa	53	45,7	19(54,3%)	22(39,3%)	12(48%)	0,855
Agricultor	9	7,7	1(2,9%)	5(8,9%)	3(12%)	
Comerciante	21	18,1	5(14,3%)	12(21,4%)	4(16%)	
Otros	29	25,0	9(25,7%)	15(26,8%)	5(20%)	
Empleado público	4	3,5	1(2,9%)	2(3,6%)	1(4%)	
<b>Utiliza corticoides</b>						
si	33	28,5	6(17,1%)	16(28,6%)	11(44%)	0,079
<b>Tiempo de uso de corticoides (años)</b>						
Promedio (rango)	2,7	(0,04-20)	0,53 (0,04-1))	1,8 (1-5)	4,9 (1-20)	0,049
<b>Comorbilidad</b>						
ninguno	45	38,8	21(60%)	17(30,4%)	7(28%)	0,023
artrosis	24	24,7	6(17,1%)	9(16,8%)	9(36%)	
artritis	15	15,4	3(6,7%)	9(16,8%)	3(12%)	
<b>IMC</b>						
Promedio (rango)	28,1	18,9-41,8	28,2(23,1-41.2)	28,5(18,9-38,8)	26,8 (19,1-37,3)	0,226
≥30	29	25,7	25(71,4%)	39(70,9%)	20(86,9%)	0,313
<30	84	74,3	10(28,6%)	16(29,1%)	3(13,1%)	

### Interpretación:

- **Edad**

Del total de 116 personas encuestadas según la variable edad se evidenció que las personas pertenecientes al grupo etario entre 35 a 58 años representa el 36.8% del total de encuestados, de los cuales: 20 personas tienen densidad ósea normal, 20 personas tienen osteopenia y 2 personas tienen osteoporosis. Además, se demostró que las personas pertenecientes a este grupo de etario tienen un p de 0.03 lo que denota significancia.

De las personas pertenecientes al grupo etario entre 59 a 70 años se evidenció que representan un 33.3% del total, asimismo de este porcentaje 7 personas tiene densidad ósea normal, mientras que 19 de los encuestados tienen osteopenia, y 12 de los encuestados tienen osteoporosis.

**TABLA 1.1**

<b>Sexo</b>						
Masculino	25	21,5	7(20%)	11(19,6%)	7(28%)	0,640
Femenino	91	78,5	28(80%)	45(80,4%)	18(72%)	

- **Sexo**

Del total de personas encuestadas en relación con la variable sexo, se observa en la siguiente tabla que 25 personas de los encuestados son masculinas, mientras que 91 personas de las encuestadas son féminas. De las personas que tienen densidad ósea normal, se evidencia que el 80% son mujeres, de las personas que tienen osteopenia el 80.4% son féminas, mientras que las personas que tienen osteoporosis un 72% son féminas y un 28% son del sexo masculino.

**TABLA 1.2**

<b>Ocupación</b>						
Ama de casa	53	45,7	19(54,3%)	22(39,3%)	12(48%)	0,855
Agricultor	9	7,7	1(2,9%)	5(8,9%)	3(12%)	
Comerciante	21	18,1	5(14,3%)	12(21,4%)	4(16%)	
Otros	29	25,0	9(25,7%)	15(26,8%)	5(20%)	
Empleado público	4	3,5	1(2,9%)	2(3,6%)	1(4%)	

- **Ocupación**

Del total de encuestados en relación a la variable ocupación, se denotó que: 53 de los encuestados son amas de casa, 9 de los encuestados son agricultores, 21 de los encuestados son comerciantes, 4 empleos públicos y 29 trabajan en otras cosas. En cuanto a las personas que tienen densidad ósea normal: 54,3% son amas de casa, un 25,7% tienen otros empleos y un 14,3% de los encuestados son comerciantes. De las personas que tienen osteopenia un

39,3% son amas de casa, mientras que un 26,8 tienen otros trabajos y 21.4% son comerciantes. De las personas que tienen osteoporosis un: 48% son amas de casa y un 20% tienen otros empleos.

En cuanto a la ocupación ama de casa se calculó un p de 0,855 el cual nos dice que no existe significancia.

**TABLA 1.3**

Utiliza corticoides						
Sí	33	28,5	6(17,1%)	16(28,6%)	11(44%)	0,079

- **Uso de corticoides**

Se pudo ver que el 33% de nuestra población usó corticoides donde el 44% presentó osteoporosis y 28.6 % osteopenia, así mismo se encontró un p de 0.079 el cual nos dice que no existe significancia.

**TABLA 1.4**

Tiempo de uso de corticoides (años)						
Promedio (rango)	2,7	(0,04-20)	0,53 (0,04-1))	1,8 (1-5)	4,9 (1-20)	0,049

- **Tiempo de uso de corticoides**

Se observó que en promedio en años fueron 2.7 años, siendo las personas que tenían osteoporosis las personas que más años las utilizaron con 4.9, así mismo se encontró un p de 0.049 lo cual es significativo.

**TABLA 1.5**

Comorbilidad						
Ninguno	45	38,8	21(60%)	17(30,4%)	7(28%)	0,023
Artrosis	24	24,7	6(17,1%)	9(16,8%)	9(36%)	
Artritis	15	15,4	3(6,7%)	9(16,8%)	3(12%)	

- **Comorbilidad**

Se encontró que el 38.8% no tuvo ninguna comorbilidad de este grupo el 60% tenía una densidad ósea normal, el 30.4% osteopenia y el 28% osteoporosis.

Se encontró además un p de 0.023 el cual es significativo.

**TABLA 1.6**

IMC						
Promedio (rango)	28,1	18,9-41,8	28,2(23,1-41.2)	28,5(18,9-38,8)	26,8 (19,1-37,3)	0,226
≥30	29	25,7	25(71,4%)	39(70,9%)	20(86,9%)	0,313
<30	84	74,3	10(28,6%)	16(29,1%)	3(13,1%)	

- **IMC**

En lo que respecta al IMC se observó que el 74.3% presentaba un IMC < 30 de los cuales 28.6% presentaban densidad ósea normal, 29.1% osteopenia y 13.1% osteoporosis, encontrándose un p de 0.313 el cual no es significativo.

**Tabla 2. Características de los pacientes según resultados de la composición corporal medido por bioimpedancia y densidad ósea**

Característica	Densidad ósea normal (= 35)	Osteopenia (n= 56)	Osteoporosis (n= 25)	P
<b>Masa grasa Kg</b>				
Promedio (rango)	28,9 (16,8-42,5)	32,8(15,9-55,1)	29.1(10,6-59,1)	0,053
Agua	47,3 (32-57,2)	46,5 (32-65,2)	46,9 (20,4-62)	0,416
Musculo Kg	33,9 (27-40,6)	33,6 (24,8-45,5)	34,1 (24,2-43,6)	0,771
Masa ósea Kg	11,1(10,1-13,4)	10,9 (9-13,8)	10,8 (8,9-13,6))	0,013

Se observó que la característica de la masa ósea, en la población encuestada, se vio que 35 personas presentaban densidad ósea normal, 56 personas presentaban osteopenia y 25 osteoporosis, encontrando un P de 0.013 el cual es significativo.

**TABLA 3. Características de los pacientes según resultados uniendo osteoporosis y osteopenia**

Característica	Osteopenia + osteoporosis (valor del coeficiente)	p
Masa ósea	-.52	0.013
Agua	-.01	0,678
Musculo	-.007	0,789
Grasa	.040	0,117

Por cada punto que disminuye la masa ósea la probabilidad de desarrollar osteoporosis u osteopenia aumenta en 0.52.

**TABLA 4. Masa ósea por bioimpedancia y riesgo de desarrollar osteoporosis u osteopenia**

	Osteoporosis u osteopenia medida por densitometría.		
Masa ósea medida por bioimpedancia	OR	IC 95%	p
Masa osea 11-12	2.06	0.47- 8.96	0,355
Masa osea <11	2.62	1.11-6.18	0,027

Los pacientes que tiene masa ósea de 11-12 tienen 2.06 veces de desarrollar osteoporosis u osteopenia y presentado un p de 0.355, los pacientes que presentaron un valor óseo <11 tienen un 2.62 veces de desarrollar osteoporosis u osteopenia con un valor p de 0,027.

**Tabla 5. Valor de área bajo la curva de la sensibilidad de la masa ósea para determinar osteoporosis.**

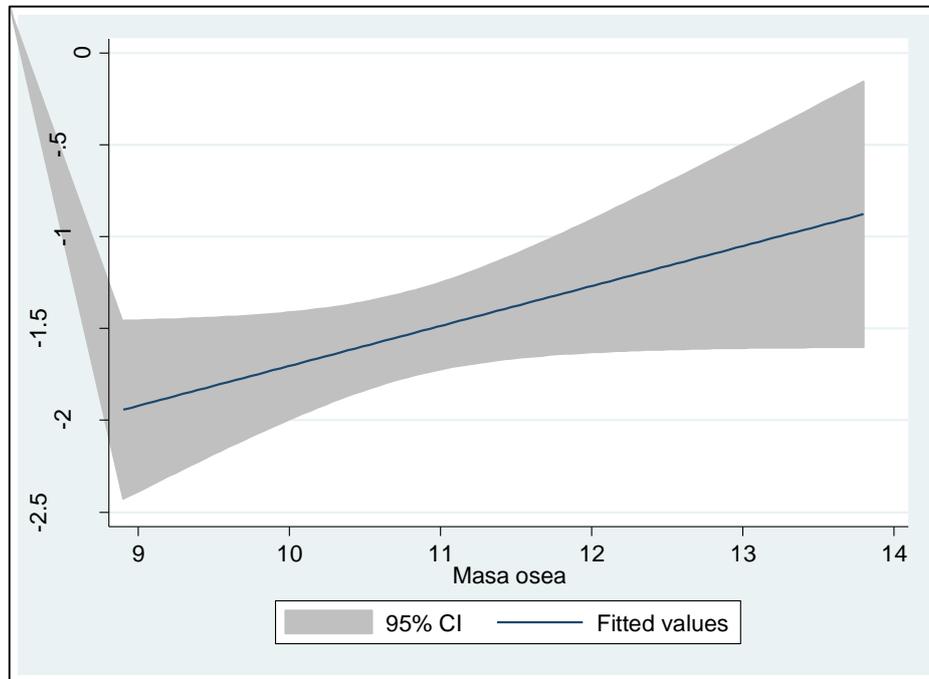
Pacientes	ROC-Área	STD-ERR	Intervalo de confianza al 95%
116	0.5882	0.0512	0.68860

Con un área bajo la curva de 58,8% (IC 95% 0,48-0,68) lo que demuestra que es significativo para el diagnóstico de osteoporosis y osteopenia.

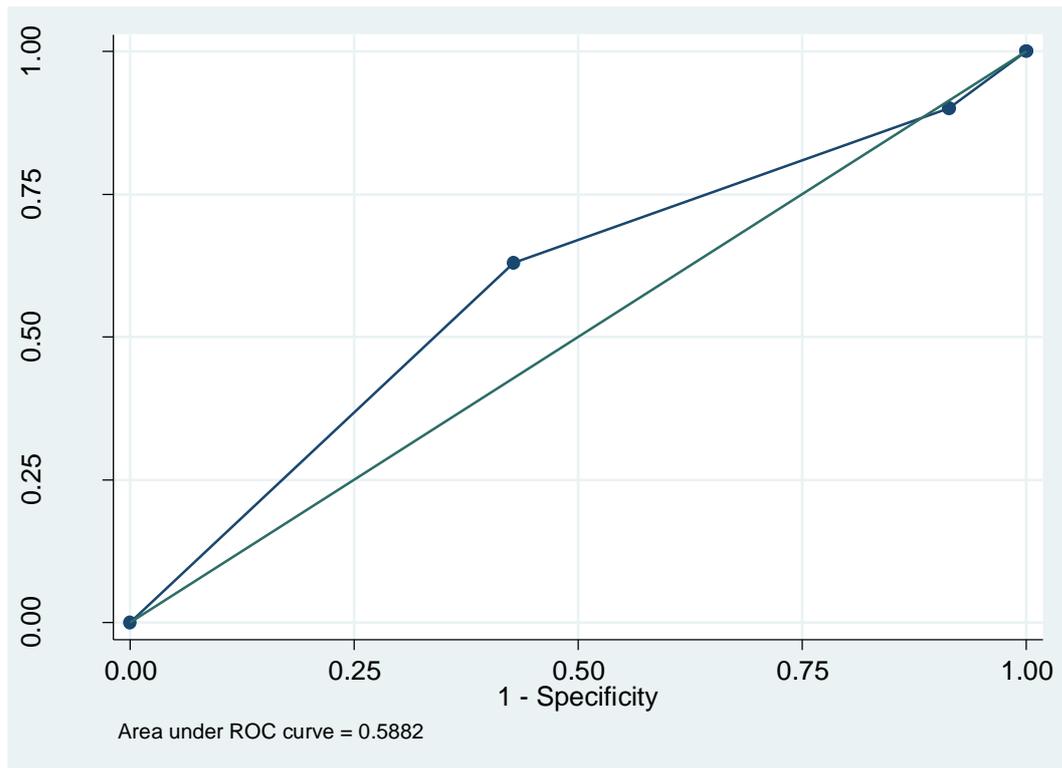
**Tabla 6: La determinación de la sensibilidad y especificidad de los valores de masa ósea medido por bioimpedancia para diagnosticar osteoporosis u osteopenia**

% de masa ósea	Sensibilidad	especificidad	Clasificación	LR +	LR -
II a I2	90.12%	8.57%	65.52%	0.9857	1.1523
<II	62.96	57.4	61.21%	1.4691	0.6481

Se puede evidenciar que los valores de la masa ósea menor de 11 medido por bioimpedancia tienen sensibilidad 62.9% y especificidad de 57,1% para diagnóstico de osteoporosis.



Se observa que los pacientes que presentaron osteoporosis y osteopenia, presentan una relación lineal con su masa ósea por impedancia, con un intervalo de confianza al 95%



Podemos observar que al determinar la sensibilidad de la bioimpedancia para valores de masa ósea menor de 11 es 62,96%, con área bajo la curva de 58,8% (IC 95% 0,48-0,68) lo que demuestra que es significativo para el diagnóstico de osteoporosis y osteopenia, debido a que el área bajo la curva es mayor de 50%. La prueba con la que se compara es la densitometría la cual se considera para el estudio como sensibilidad 100%.