



# **UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**

FACULTAD DE MEDICINA HUMANA

ESCUELA DE RESIDENTADO MÉDICO Y ESPECIALIZACIÓN

**Densidad ósea evaluada en tomografía con unidades de Hounsfield en comparación con densitometría ósea, desde el año 2016 al 2019 en el Hospital Emergencias Grau III.**

## **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

Para optar el Título de Especialista en Radiología

### **AUTOR**

Monteverde Rodriguez, Maria Pia

(ORCID: 0000-0003-3157-5117)

### **ASESOR**

Sanchez Lara, Henry Israel

(ORCID: 0000-0001-6447-5839)

**Lima, Perú**

**2021**

## **Metadatos Complementarios**

### **Datos de autor**

Monteverde Rodriguez, Maria Pia

Tipo de documento de identidad del AUTOR: DNI

Número de documento de identidad del AUTOR: 72647011

### **Datos de asesor**

Sanchez Lara, Henry Israel

Tipo de documento de identidad del ASESOR: DNI

Número de documento de identidad del ASESOR: 09324802

### **Datos del Comité de la Especialidad**

PRESIDENTE: Martinez Lozano, Oscar Emilio

DNI: 08198784

Orcid: 0000-0001-8760-519X

SECRETARIO: Espejo Garcia, Elmer Martin

DNI: 07748793

Orcid: 0000-0003-1398-6051

VOCAL: Revilla Vásquez, Silvia Roxana

DNI: 07602854

Orcid: 0000-0003-4408-0121

### **Datos de la investigación**

Campo del conocimiento OCDE: 3.02.12

Código del Programa: 915159

## INDICE DE CONTENIDO

1.) PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	4
1.1.) Descripción de la realidad problemática.....	4
1.2.) Formulación del problema .....	4
1.3.) Objetivos .....	5
1.3.1.) Objetivo general .....	5
1.3.2.) Objetivos específicos .....	5
1.4.) Justificación .....	5
1.5.) Limitaciones.....	6
1.6.) Viabilidad .....	6
2.) MARCO TEÓRICO .....	7
2.1.) Antecedentes de la investigación.....	7
2.2.) Bases teóricas .....	10
2.3.) Definiciones conceptuales .....	11
2.4.) Hipótesis .....	11
3.) METODOLOGÍA .....	12
3.1.) Diseño .....	12
3.2.) Población y muestra .....	12
3.2.1.) Población .....	12
3.2.2.) Muestra .....	12
3.3.) Operacionalización de variables .....	12
3.4.) Técnicas de recolección de datos. Instrumentos .....	13
3.5.) Técnicas para el procesamiento de la información.....	14
3.6.) Aspectos éticos .....	14
4.) RECURSOS Y CRONOGRAMA.....	15
4.1.) Recursos.....	15
4.2.) Cronograma.....	15
4.3.) Presupuesto .....	15

## CAPITULO I

### 1.) PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1.) Descripción de la realidad problemática

Con la mayor expectativa de vida en las últimas décadas, el diagnóstico de osteoporosis ha ido en aumento (1). Sin embargo, muchas veces se diagnostica al ocurrir fracturas patológicas cuando podría haberse evitado (2).

El diagnóstico de osteoporosis es prevenible, tratable y tiene complicaciones severas que pueden complicar la calidad de vida a largo plazo, por lo que es importante el diagnóstico a tiempo (3, 4).

La herramienta diagnóstica utilizada suele ser la densitometría ósea (5) , sin embargo, la mayoría de pacientes deben ser enviados desde consulta externa para sus citas en dicha área.

En nuestro país la atención de consulta externa suele tener poca disponibilidad y la demanda es mayor, por lo que muchas veces demora en darse el diagnóstico, ya que no es sólo esperar a la cita, sino la cita del procedimiento y la cita de resultados, lo que agrava el diagnóstico y tratamiento de los pacientes (6, 7). Si por el contrario, lográramos intervenir a estos pacientes, mejorando su estilo de vida y dando medicación para cuando es necesario, tendríamos mejores resultados así como una disminución de las complicaciones asociadas a esta enfermedad (8, 9).

Por todas estas razones, utilizar las tomografías indicadas en emergencia en base a otros problemas, tanto de abdomen como de pelvis, incrementaría el diagnóstico temprano de esta patología (10, 11, 12).

#### 1.2.) Formulación del problema

¿Cuál es la utilidad de la valoración de densidad ósea con unidades de hounsfield en tomografía, en comparación al estudio de densitometría ósea en pacientes adultos mayores del Hospital Emergencias Grau III en el 2016-2019?

### **1.3.) Objetivos**

#### **1.3.1.) Objetivo general**

Determinar la correlación entre el uso de medición de Unidades de Hounsfield por tomografía y valores de densitometría ósea para evaluación y diagnóstico precoz de osteoporosis.

#### **1.3.2.) Objetivos específicos**

1. Determinar la utilidad de la medición de las unidades de Hounsfield por tomografía para evaluar densidad mineral ósea.
2. Comparar la medición de UH por tomografía y su relación con la densitometría ósea.
3. Determinar la sensibilidad, especificidad, valor predictivo negativo y valor predictivo positivo de la tomografía para evaluar densidad ósea.
4. Determinar la sensibilidad, especificidad, valor predictivo negativo y valor predictivo positivo de la densitometría para evaluar densidad ósea.

### **1.4.) Justificación**

La tomografía es un examen utilizado con alta frecuencia debido a su alto poder diagnóstico tanto en emergencia como solicitado por consulta externa (13, 14, 15). Es altamente utilizado también por el alcance que tiene en los hospitales tanto de MINSA como de EsSalud, y la facilidad del mismo de darnos datos adicionales al diagnóstico que se estudia. Es por esto que será la herramienta utilizada para el diagnóstico precoz de osteoporosis (11, 12).

La utilización de la tomografía se interpreta a base de la imagen de la columna vertebral y la cantidad de Unidades de Hounsfield medidas en el ROI adquirido (11, 16, 17). Con esto se realiza la comparación con las escalas BMD y T-score, para poder clasificar a los pacientes en normal, osteopenia, osteoporosis (12, 18). Con esto, se lograría dar un diagnóstico precoz y oportunista durante una atención en emergencia por otro problema y acelerar el tratamiento, mejorando la calidad de vida y el pronóstico del paciente (19, 20).

### **1.5.) Limitaciones**

Debido a que este estudio es innovador, no se puede comparar con hallazgos previos de población peruana. Asimismo, se tiene en cuenta que durante el periodo de tiempo entre ambas pruebas diagnósticas no es posible controlar los factores externos a los que la población puede estar expuesta.

### **1.6.) Viabilidad**

Este estudio necesita de la disponibilidad de realizar ambos exámenes, así como la base de datos estadística que permita ubicar a la población en mención, así como sus diagnósticos según codificación de CIE-10. Todas estas herramientas se encuentran en el Hospital III Emergencias Grau por lo que se asegura la viabilidad de este estudio

## CAPITULO II

### 2.) MARCO TEÓRICO

#### 2.1.) Antecedentes de la investigación

Yan-Li Li relacionó los resultados de la densitometría y tomografía de pacientes y estableció puntos de corte para el diagnóstico de osteoporosis, siendo  $<97\text{UH}$  osteoporosis,  $>135\text{UH}$  osteopenia y exclusión  $>175\text{UH}$  en planos de reformateo sagital. Se utilizó la media de las mediciones de las vértebras lumbares L1 a L5. Este estudio establece valores predictivos negativos de 98.9% y valores predictivos positivos de 81.2% (21).

Perry J. Pickhardt et al indica que en EEUU hay más de 80 millones de tomografías adquiridas en 1 año, con toda la información que se obtiene de las mismas se puede analizar las UH de L1 (que sería la primera vertebra afectada por compresión) o la medida que resulta de la media de las vertebra T2 a L5. La medición de L1 con  $<160\text{UH}$  tiene 90% de sensibilidad y 90% de especificidad para distinguir osteoporosis de osteopenia y normal. Además, este estudio ofrece valores predictivos positivos de 68% para L1 con  $<100\text{UH}$ . Asimismo, muestra un valor predictivo negativo de 99% para  $>200\text{UH}$ . En el caso de fracturas patológicas nos da sensibilidad de 97% para valores de densidad ósea  $<145\text{UH}$ . En resumen, es beneficioso realizar el diagnóstico oportunista mediante TC por que no tiene radiación adicional ni mayor costo adicional (12, 22)

Perry J Pickhardt, et al en otro artículo estudia la frecuencia de fracturas por fragilidad. En este articulo menciona que se recogió data promedio de pacientes normales en TC para hueso (nivel de vertebra L1), musculo (nivel de vertebra L3) y grasa (nivel de vertebra L1) en todos los pacientes de una cohorte desde 2004 al 2016. Se calculó el HR. Se evaluó 9223 adultos con media de edad 57 años. En el presente estudio define fracturas por fragilidad como fracturas insuficientes no relacionadas a trauma de alto impacto. Lo compara con el estudio FRAX y recomienda dar tratamiento para pacientes con más de 20% de riesgo para fracturas osteoporóticas. Las densidades calculadas alcanzan valores AUC similares, incluso para la densidad muscular aislada (17).

Annette L Adams et al menciona lo costoso del tratamiento de fracturas patológicas, como ejemplo, la de cadera. Resalta que hay poca rutina de diagnóstico de osteoporosis, entonces mencionan la eficacia de biomecánica CT, software que puede predecir el estrés necesario para romper el hueso mediante las UH de CT. Se relaciona la fuerza del fémur con la posibilidad de diagnóstico de osteoporosis (23).

Hyun Kyung Lim, et al compara el diagnóstico por densidad en UH comparando los estudios de densitometrías y CT con máximo periodo de intervalo de 1 mes de diferencia. Se utilizó un análisis de histograma de Unidades de Hounsfield, y la lectura de las imágenes reformateadas en coronal, precontraste, con el ROI ("region of interest") en cuello femoral (que abarca región intertrocanterica y cuello femoral). También relaciona la medida en UH del reemplazo óseo por medula grasa que es proporcional al diagnóstico de osteoporosis (UH >130). Como resultado, da un valor predictivo negativo (VPN) de 91.5% para densidades <108 UH para el diagnóstico de osteoporosis (6).

Harry K Genant menciona la forma de medir el ROI en el examen y cómo usar la información que otorga la TC de forma cuantitativa. Se busca abarcar desde el área de las vértebras L1-L3 para poder evaluar el ROI en hueso trabecular y cortical con cortes de 1cm de grosor, que son procesados por software explicado en el estudio. La densitometría ósea (DXA) mide BMD (body mass density) en varios lugares, siendo estos: columna lumbar, cadera, cuerpo entero, y antebrazo. Este método incluso supera en sensibilidad a DXA según el análisis del presente estudio. También hay formas de medir y analizar los datos con TC periféricas, ubicando el ROI radio distal. Estos hallazgos son encontrados en múltiples estudios que el investigador realizó durante muchos años (24, 25, 26, 27).

Alan D. Brett, et al menciona que antes Quantitative Computed Tomography (QCT) se utilizaba con cortes de 10mm para evitar platillos terminales de vertebras y la región cortical, pero que ahora han sido reemplazados por ROI de imágenes con volumetría. Este estudio resalta los beneficios de menor radiación, tiempo del paciente e imágenes adicionales que se ahorrarían haciendo un diagnóstico



oportunista. También demuestra que QCT volumétrico tiene formato en 3D dando cortes de 1-3mm entre vértebras T11 y L4. Principalmente a nivel de vértebras L1 y L2, se suele aislar con ROI el hueso trabecular y esto permite un análisis con más sensibilidad. Este estudio diagnóstico de TC no solo da beneficios anteriormente mencionados si no que también permite diagnosticar fracturas que clínicamente no se muestran, como por ejemplo las fracturas por compresión. Se debe tomar en cuenta la estabilidad del scanner y la sincronización calibrada de los equipos para uniformizar la información (28)

Ashley A Weaver et al, menciona que la medida del ROI que analiza BMD mide el contenido mineral y cálcico de la columna lumbar o cuello femoral para predecir, según los valores encontrados, fracturas por fragilidad en sitios específicos. Se realizó regresión lineal, la cual resultó altamente significativa para calibración de QCT y Phantom-less software. Este último se calibró a partir de las mediciones de densidades (UH) de grasa y musculo fueron sometidas a regresión lineal con respecto a la densidad de la grasa. Además, un análisis multivariado con regresión lineal para fracturas costales y esternales (UH <145 para osteopenia). Los resultados de ambos análisis sobre fracturas vertebrales fueron limitados por bajo número de muestra (29).

Andrea Toelly et al analiza imágenes de cuerpos vertebrales T12 a L4 para evaluar la variación de BMD en imágenes de tomografía con contraste. Según los resultados no hay variación entre los valores obtenidos en fase arterial y venosa, pero en estas fases, debido a que aumenta la densidad ósea y puede dar BMD con falsos negativos, la fórmula de adquisición es ajustable para estandarizar la data. La ACR delimita como punto de corte para osteoporosis los valores de UH <80UH y para osteopenia <120 (30).

Wei Liang Tay et al analizó los datos de 44 hombres para relacionar los valores obtenidos de los exámenes DXA con CT. Los autores utilizan un software con tres pasos, dos para segmentar la vertebra y uno para medir las UH, luego comparan los errores de cada estimación, siendo los siguientes: CT error de 8.7% y DXA 5.3%. Concluyen que debe usarse como diagnostico oportunistico y en todo caso, confirmarse con un DXA el diagnóstico de osteopenia (10).

Josephine Therkildsen utiliza población que fue evaluada por tomografía cardiaca y evaluación de isquemia coronaria entre 2014 y 2016. Se utilizaron en tres vértebras torácicas con TC cuantitativa. Se buscaron fracturas incidentales en relación a osteoporosis. La medición de las vértebras fue ubicada a la altura del nacimiento de la arteria coronaria izquierda y los dos siguientes caudales. Se categorizó en normal >120UH, bajo 80-120UH y muy bajo <80. Se relacionó las fracturas como osteoporóticas si estaban ubicadas en cadera, columna, antebrazo y humero. Este estudio tuvo la mitad de la población como mujeres y la mayoría post menopáusicas, media de edad 57 años. Dentro de los resultados se puede correlacionar bien la medida de bajo BMD para riesgo alto de fracturas (31).

## **2.2.) Bases teóricas**

La enfermedad de osteoporosis como un problema mayor de salud pública (6). La incidencia es mayor en mujeres, pero está aumentando en hombres en los últimos años (2,3). El costo de morbilidad aumenta con el envejecimiento de la población por lo que es necesario prevenir y tratar a tiempo (3, 5). Según su definición es la enfermedad caracterizada por baja masa ósea y deterioro de la arquitectura del tejido óseo, que causa fragilidad y aumento de fracturas patológicas (1). Es importante recordar que la masa ósea y densidad es un factor de riesgo medido en un momento en el tiempo (1, 2). El pico de fracturas de cadera es a los 85 años (5). Sobre las fracturas vertebrales es difícil de marcar con la edad por que las de dos tercios son asintomáticas. Aproximadamente se encuentra un riesgo de 25% entre 74-79 años (4, 7).

Existen muchos factores de riesgo, pero por sobre todo se debe realizar actividad física y asegurar una buena nutrición, evitar el tabaco y el exceso de consumo de alcohol. Sobre la nutrición, debe recomendarse el consumo adecuado de vitamina D y calcio (8, 9, 10).

Además, sobre el screening debería empezar en mujeres a los 65 años (8). En hombres se debe considerar los factores de riesgo para evaluar screening (8, 9).

### **2.3.) Definiciones conceptuales**

- Densidad ósea: es una medición en un determinado momento de tiempo para evaluar y comparar la cantidad de tejido óseo dentro de un hueso
- Densitometría ósea: prueba diagnóstica por imagen que permite evaluar la cantidad y concentración de calcio y otros minerales en los huesos, además permite la evaluación numérica de la densidad ósea.
- Tomografía computarizada: técnica exploratoria radiográfica que permite reconstrucciones en 3D a través de operaciones matemáticas logrando la evaluación de los órganos del cuerpo humano en planos.
- Unidades de Hounsfield: medición numérica en escala de grises internacional para la densidad de atenuación de los píxeles en tomografía

### **2.4.) Hipótesis**

La tomografía es útil para evaluar la densidad ósea como diagnóstico oportunista en comparación con la densitometría ósea

## CAPITULO III

### 3.) METODOLOGÍA

#### 3.1.) Diseño

El presente estudio es un estudio transversal, donde se van a asociar los resultados de ambos métodos de estudio para evaluar sensibilidad y especificidad de estos, así como la relación de los valores de unidades de hounsfield para evaluar densidad ósea y los valores de T score de densitometría ósea por medio de la curva de ROC.

Es retrospectivo, debido a que tomará datos de los años 2016 a 2019; observacional, porque no presenta ninguna manipulación de variables ni intervenciones; analítico, ya que demuestra una relación entre ambas mediciones y a su vez, compararlas, haciendo uso de la estadística inferencial, ya que utilizará las curvas de ROC

#### 3.2.) Población y muestra

##### 3.2.1.) Población

Todos los pacientes atendidos en el Hospital III Emergencias Grau durante los años 2014-2019 adultos y adultos mayores, que hayan sido sometidos en menos de 6 meses de intervalo a una tomografía y un examen de densitometría ósea DXA.

##### 3.2.2.) Muestra

Pacientes adultos y adultos mayores que se hayan realizado una tomografía computarizada y una densitometría ósea en el intervalo de 6 meses durante los últimos 5 años (2014-2019) en el Hospital III Emergencias Grau.

#### 3.3.) Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	ESCALA DE MEDICION	TIPO DE VARIABLE, RELACION Y NATURALEZA	CATEGORIA O UNIDAD
Densidad ósea por UH	Número de unidades de Hounsfield medidas en tejido óseo de la	Número de unidades de hounsfield en la medición del tejido óseo en la 1era vertebral	Ordinal politómica	Independiente cualitativa	0= normal 1= osteopenia 2= osteoporosis

	1era vértebra lumbar				
Densidad ósea por Z Score	Cantidad numérica de densidad ósea según Z Score	Número determinado por la escala Z score	Ordinal politómica	Independiente cualitativa	0= normal 1= osteopenia 2= osteoporosis
Edad	Número de años del paciente al momento del examen	Número de años indicado en la historia clínica	Razón discreta	Independiente cuantitativa	Años cumplidos
Sexo	Género orgánico	Género señalado en la historia clínica	Nominal dicotómica	Independiente cualitativa	0 = femenino 1= masculino
Diagnóstico de patología osteoporosis previo	Se dará un diagnóstico en base la patología ósea	Diagnostico validado en la historia clínica	Nominal politómica	Independiente cualitativa	0= normal 1= osteopenia 2= osteoporosis
Fracturas	Fracturas patológicas no traumáticas no reportadas antes del examen, reportadas en el informe de la tomografía	Fracturas reportadas en el informe de la tomografía	Nominal dicotómica	Independiente cualitativa	0= no 1= si

### 3.4.) Técnicas de recolección de datos. Instrumentos

Para la recolección de datos se buscarán los datos de historias clínicas e informes de tomografía y densitometría ósea, todos consignados en el sistema de historias clínicas virtuales SGSS de EsSalud.

Se evaluarán los datos de las tomografías y densitometría con un intervalo máximo de 6 meses.

Se excluirán todos los pacientes que no cumplan con el requisito de tiempo.

### **3.5.) Técnicas para el procesamiento de la información**

Se tiene las variables cuantitativas densidad ósea por UH y se definirá en 0=normal, 1=osteopenia, 2=osteoporosis según la clasificación que se encuentre entre Unidades de Hounsfield.

De igual manera se aplica esta evaluación para el diagnóstico de densitometría con el Z score, y se dividirá en los mismos intervalos. Si es que el paciente tenía diagnóstico previo, se clasificará de la misma forma

Además, se expresará también las fracturas, con valores dicotómicos 0=no y 1=si, no diagnosticadas previamente y diagnosticadas de forma incidental, es decir, las fracturas que no tuvieron clínica aguda y/o pasaron desapercibidas.

Se elaborará una matriz con estos datos y se agregará datos de la población sobre edad y sexo, con sus códigos respectivos, para análisis epidemiológico.

El plan de análisis utilizará las tablas de los datos recogidos en densidad ósea de ambos métodos de imagen y se correlacionará con la curva de ROC, utilizando el sistema SPSS.

Posteriormente se evaluará por regresión múltiple para evaluar la asociación de los mismos.

Para tener una mejor descripción de la población se evaluarán los datos epidemiológicos mediante Chi<sup>2</sup>.

### **3.6.) Aspectos éticos**

Durante esta investigación no se tendrá interacción directa con los pacientes. Se sacará información de forma secundaria a través de las historias clínicas virtuales por el sistema SGSS. Es por esto que se solicitará el acceso a la dirección del hospital, como es requerido, para lograr la recaudación de los datos.

## CAPITULO IV

### 4.) RECURSOS Y CRONOGRAMA

#### 4.1.) Recursos

El proyecto es realizado con recursos propios de la residente.

#### 4.2.) Cronograma

Actividad/periodo		AÑO 2021							
N°	ACTIVIDAD	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV
1	Revisión de literatura	x							
2	Planteamiento del problema, objetivos y justificación	x							
3	Construcción del marco teórico	x							
4	Elaboración del marco metodológico		x						
5	Diseño muestral		x						
6	Elaboración de proyecto de tesis			x					
7	Presentación, evaluación y aprobación de proyecto				x				

#### 4.3.) Presupuesto

RUBRO	SUB-TOTAL	IMPORTE (S/.)
<b>1. Personal</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Dirección		
<b>2. Equipos y Materiales</b>	<b>15</b>	<b>15</b>
Útiles de escritorio		
<b>3. Búsqueda bibliográfica</b>	<b>0</b>	
Internet		
<b>4. Viajes</b>	<b>30</b>	<b>30</b>
Pasajes nivel local		
<b>5. Impresiones</b>	<b>15</b>	<b>15</b>
Impresión y anillado de proyecto de investigación		
<b>5. Trámites</b>		
Trámite de registro de proyecto de investigación	Por definir	<i>Por definir</i>
<b>T O T A L</b>		<b>30</b>

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Ballane, G., Cauley, J.A., Luckey, M.M. et al. Worldwide prevalence and incidence of osteoporotic vertebral fractures. *Osteoporos Int* 28, 1531–1542 (2017). <https://doi.org/10.1007/s00198-017-3909-3>
2. Gillespie CW, Morin PE. Osteoporosis-Related Health Services Utilization Following First Hip Fracture Among a Cohort of Privately-Insured Women in the United States, 2008-2014: An Observational Study. *J Bone Miner Res.* 2017 May;32(5):1052-1061. doi: 10.1002/jbmr.3079. Epub 2017 Feb 23. Erratum in: *J Bone Miner Res.* 2018 Mar;33(3):549. PMID: 28229485.
3. Andrich S, Haastert B, Neuhaus E, Frommholz K, Arend W, Ohmann C, Grebe J, Vogt A, Brunoni C, Jungbluth P, Thelen S, Dintsios CM, Windolf J, Icks A. Health care utilization and excess costs after pelvic fractures among older people in Germany. *Osteoporos Int.* 2021 Apr 10. doi: 10.1007/s00198-021-05935-1. Epub ahead of print. PMID: 33839895.
4. Srivastava M, Deal C. Osteoporosis in elderly: prevention and treatment. *Clinics in Geriatric Medicine.* 2002 Aug;18(3):529-555. DOI: 10.1016/s0749-0690(02)00022-8.
5. Johnell O, Kanis JA, Odén A, Sernbo I, Redlund-Johnell I, Petterson C, De Laet C, Jönsson B. Mortality after osteoporotic fractures. *Osteoporos Int.* 2004 Jan;15(1):38-42. doi: 10.1007/s00198-003-1490-4. Epub 2003 Oct 30. PMID: 14593451.
6. Lim HK, Ha HI, Park SY, Lee K. Comparison of the diagnostic performance of CT Hounsfield unit histogram analysis and dual-energy X-ray absorptiometry in predicting osteoporosis of the femur. *Eur Radiol.* 2019 Apr;29(4):1831-1840. doi: 10.1007/s00330-018-5728-0. Epub 2018 Sep 25. PMID: 30255256.
7. Halpern R, Becker L, Iqbal SU, Kazis LE, Macarios D, Badamgarav E. The association of adherence to osteoporosis therapies with fracture, all-cause medical costs, and all-cause hospitalizations: a retrospective claims analysis of female health plan enrollees with osteoporosis. *J Manag Care Pharm.* 2011 Jan-Feb;17(1):25-39. doi: 10.18553/jmcp.2011.17.1.25. PMID: 21204588.
8. US Preventive Services Task Force, Grossman DC, Curry SJ, Owens DK, et al. Vitamin D, calcium, or combined supplementation for the primary prevention



- of fractures in community-dwelling adults: US preventive services task force recommendation statement. *JAMA* 2018;319:1592–9.
9. Cosman F, de Beur SJ, LeBoff MS, et al. Clinician's guide to prevention and treatment of osteoporosis. *Osteoporos Int* 2014;25:2359-81.
  10. Tay WL, Chui CK, Ong SH, Ng AC. Osteoporosis screening using areal bone mineral density estimation from diagnostic CT images. *Acad Radiol.* 2012 Oct;19(10):1273-82. doi: 10.1016/j.acra.2012.05.017. PMID: 22958722.
  11. Jang S, Graffy PM, Ziemlewicz TJ, Lee SJ, Summers RM, Pickhardt PJ. Opportunistic Osteoporosis Screening at Routine Abdominal and Thoracic CT: Normative L1 Trabecular Attenuation Values in More than 20 000 Adults. *Radiology.* 2019 May;291(2):360-367. doi: 10.1148/radiol.2019181648. Epub 2019 Mar 26. PMID: 30912719; PMCID: PMC6492986.
  12. Pickhardt PJ, Pooler BD, Lauder T, del Rio AM, Bruce RJ, Binkley N. Opportunistic screening for osteoporosis using abdominal computed tomography scans obtained for other indications. *Ann Intern Med.* 2013 Apr 16;158(8):588-95. doi: 10.7326/0003-4819-158-8-201304160-00003. PMID: 23588747; PMCID: PMC3736840.
  13. Rosen MP, Siewert B, Sands DZ, Bromberg R, Edlow J, Raptopoulos V. Value of abdominal CT in the emergency department for patients with abdominal pain. *Eur Radiol.* 2003 Feb;13(2):418-24. doi: 10.1007/s00330-002-1715-5. Epub 2002 Oct 16. PMID: 12599010.
  14. Kocher KE, Meurer WJ, Fazel R, Scott PA, Krumholz HM, Nallamothu BK. National trends in use of computed tomography in the emergency department. *Ann Emerg Med* 2011;58(5):452–62.e3.
  15. Indications for abdominal imaging: When and what to choose? Cosmin Caraiani, Dong Yi, Bianca Petrescu, Christoph Dietrich *J Ultrason.* 2020 Apr; 20(80): e43–e54. Published online 2020 Mar 31. doi: 10.15557/JoU.2020.0008 PMCID: PMC7266076
  16. Anderson PA, Polly DW, Binkley NC, Pickhardt PJ. Clinical Use of Opportunistic Computed Tomography Screening for Osteoporosis. *J Bone Joint Surg Am.* 2018 Dec 5;100(23):2073-2081. doi: 10.2106/JBJS.17.01376. PMID: 30516631.

17. Pickhardt, P.J., et al., Automated abdominal CT biomarkers for opportunistic prediction of future major osteoporotic fractures in asymptomatic adults. *Radiology*, 2020 Aug 11 (Epub ahead of print).
18. Alacreu E, Moratal D, Arana E. Opportunistic screening for osteoporosis by routine CT in Southern Europe. *Osteoporos Int*. 2017 Mar;28(3):983-990. doi: 10.1007/s00198-016-3804-3. Epub 2017 Jan 20. PMID: 28108802.
19. Lips P, van Schoor NM. Quality of life in patients with osteoporosis. *Osteoporos Int*. 2005 May;16(5):447-55. doi: 10.1007/s00198-004-1762-7. Epub 2004 Dec 18. PMID: 15609073.
20. Qaseem A, Forcica MA, McLean RM, Denberg TD, for the Clinical Guidelines Committee of the American College of Physicians. Treatment of low bone density or osteoporosis to prevent fractures in men and women: a clinical practice guideline update from the American College of Physicians. *Ann Intern Med* 2017;166: 818-39.
21. Li YL, Wong KH, Law MW, Fang BX, Lau VW, Vardhanabuti VV, Lee VK, Cheng AK, Ho WY, Lam WW. Opportunistic screening for osteoporosis in abdominal computed tomography for Chinese population. *Arch Osteoporos*. 2018 Jul 9;13(1):76. doi: 10.1007/s11657-018-0492-y. PMID: 29987388.
22. Lee SJ, Binkley N, Lubner MG, Bruce RJ, Ziemlewicz TJ, Pickhardt PJ. Opportunistic screening for osteoporosis using the sagittal reconstruction from routine abdominal CT for combined assessment of vertebral fractures and density. *Osteoporos Int*. 2016 Mar;27(3):1131-1136. doi: 10.1007/s00198-015-3318-4. Epub 2015 Sep 29. PMID: 26419470.
23. Adams AL, Fischer H, Kopperdahl DL, Lee DC, Black DM, Bouxsein ML, Fatemi S, Khosla S, Orwoll ES, Siris ES, Keaveny TM. Osteoporosis and Hip Fracture Risk From Routine Computed Tomography Scans: The Fracture, Osteoporosis, and CT Utilization Study (FOCUS). *J Bone Miner Res*. 2018 Jul;33(7):1291-1301. doi: 10.1002/jbmr.3423. Epub 2018 Apr 17. PMID: 29665068; PMCID: PMC6155990.
24. Genant HK, Jergas M. Assessment of prevalent and incident vertebral fractures in osteoporosis research. *Osteoporos Int*. 2003;14 Suppl 3:S43-55. doi: 10.1007/s00198-002-1348-1. Epub 2003 Mar 12. PMID: 12730798.

25. Genant HK, Engelke K, Prevrhal S. Advanced CT bone imaging in osteoporosis. *Rheumatology (Oxford)*. 2008 Jul;47 Suppl 4(Suppl 4):iv9-16. doi: 10.1093/rheumatology/ken180. PMID: 18556648; PMCID: PMC2427166.
26. Genant HK. Current state of bone densitometry for osteoporosis. *Radiographics*. 1998 Jul-Aug;18(4):913-8. doi: 10.1148/radiographics.18.4.9672976. PMID: 9672976.
27. Prevrhal S, Genant HK. Quantitative Computertomographie [Quantitative computer tomography]. *Radiologe*. 1999 Mar;39(3):194-202. German. doi: 10.1007/s001170050496. PMID: 10218212.
28. Brett AD, Brown JK. Quantitative computed tomography and opportunistic bone density screening by dual use of computed tomography scans. *J Orthop Translat*. 2015 Sep 15;3(4):178-184. doi: 10.1016/j.jot.2015.08.006. PMID: 30035056; PMCID: PMC5986997.
29. Weaver AA, Beavers KM, Hightower RC, Lynch SK, Miller AN, Stitzel JD. Lumbar Bone Mineral Density Phantomless Computed Tomography Measurements and Correlation with Age and Fracture Incidence. *Traffic Inj Prev*. 2015;16 Suppl 2(0 2):S153-60. doi: 10.1080/15389588.2015.1054029. PMID: 26436225; PMCID: PMC4602406.
30. Toelly A, Bardach C, Weber M, Gong R, Lai Y, Wang P, Guo Y, Kirschke J, Baum T, Gruber M. Influence of Contrast Media on Bone Mineral Density (BMD) Measurements from Routine Contrast-Enhanced MDCT Datasets using a Phantom-less BMD Measurement Tool. *Rofo*. 2017 Jun;189(6):537-543. English. doi: 10.1055/s-0043-102941. Epub 2017 Apr 26. PMID: 28445910.
31. Toelly A, Bardach C, Weber M, Gong R, Lai Y, Wang P, Guo Y, Kirschke J, Baum T, Gruber M. Influence of Contrast Media on Bone Mineral Density (BMD) Measurements from Routine Contrast-Enhanced MDCT Datasets using a Phantom-less BMD Measurement Tool. *Rofo*. 2017 Jun;189(6):537-543. English. doi: 10.1055/s-0043-102941. Epub 2017 Apr 26. PMID: 28445910.

## **ANEXOS**

1. Instrumentos de recolección de datos
2. Solicitud de permiso institucional
3. Reporte de Turnitin (Mínimo <25%)