



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

FACULTAD DE MEDICINA

**DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO E
INVESTIGACION**



HOSPITAL REGIONAL DE ALTA ESPECIALIDAD DEL BAJIO

**DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD MINERAL ÓSEA CON BASE EN LA
ATENUACIÓN EN UNIDADES HOUNSFIELD DEL CUERPO VERTEBRAL DE L1
MEDIDA POR TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA MULTICORTE EN PACIENTES
ADULTOS (≥ 18 AÑOS) ATENDIDOS EN EL HRAEB EN EL AÑO 2021.**

TESIS

**PARA OPTAR POR EL GRADO DE MÉDICO
ESPECIALISTA EN IMAGENOLOGIA DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA**

**PRESENTADA POR:
JUAN ANDRÉS CASTILLO LÓPEZ.**

**LEÓN, GUANAJUATO, MÉXICO.
AGOSTO 2022.**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ASESORES:

Dr. Fernando Bravo Ontiveros. Médico Radiólogo con Alta Especialidad en Musculoesquelético.

Responsable Técnico.

M.S.P. Edel Rafael Rodea Montero. Investigador en Ciencias Médicas “B” del HRAEB.

Asesor Metodológico.

JURADO:

Dr. Omar Sánchez Figueroa; Neurorradiólogo.

Presidente.

Dr. Jesús Eduardo Rodríguez González; Médico Radiólogo con Alta Especialidad en Resonancia Magnética.

Secretario.

Dr. Jaime Hernández Rojas; Médico Radiólogo.

Vocal.

INDICE:

1	AGRADECIMIENTOS – RECONOCIMIENTOS:	4
2	RESUMEN:	6
3	ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS:	7
4	MARCO TEORICO:	8
5	JUSTIFICACIÓN:	13
6	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:	14
7	OBJETIVOS:	15
7.1	OBJETIVO GENERAL:	15
7.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	15
8	HIPÓTESIS:	16
9	METODOLOGÍA CLÍNICO – IMAGENOLÓGICA:	17
	DISEÑO:	17
9.1	- VARIABLES (DEPENDIENTE E INDEPENDIENTE):	19
	<i>De desenlace o dependiente:</i>	19
	<i>De intervención o independientes:</i>	19
10	CONSIDERACIONES ÉTICAS:	22
11	ANÁLISIS ESTADÍSTICO:	24
12	RESULTADOS:	25
13	DISCUSIÓN:	32
14	CONCLUSIONES:	34
15	ANEXOS:	36
	ANEXO 1:	36
	ANEXO 2:	37
16	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:	38
16.1	BIBLIOGRAFIA:	40

1 AGRADECIMIENTOS – RECONOCIMIENTOS:

Agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y al Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío (HRAEB), el haberme permitido cursar durante cuatro años la especialidad de Imagenología Diagnóstica y Terapéutica, experiencia que me ha formado como médico especialista, además de permitirme la experiencia de aprender nuevos conocimientos que me serán útiles en mi práctica profesional.

Agradezco al Maestro Edel R. Rodea Montero el gran apoyo en la elaboración y construcción de esta tesis, así como todo el tiempo que dedico e invirtió en explicarme de la metodología en la investigación.

De igual forma al Dr. Fernando Bravo Ontiveros por todo el apoyo, entusiasmo; así como las palabras de ánimo para la elaboración de esta tesis, además de todo el apoyo académico y la disponibilidad en mi formación.

A mi esposa (Berenice Guerrero) agradezco infinitamente todo el apoyo y tolerancia, ya que me permitió ausentarme del hogar y de las festividades. Así como sacrificar tiempo y planes personales para permitirme desarrollar en el ámbito profesional. Fuiste un motor importante para mantener el sueño, ya que siempre estuviste a mi lado en la distancia. Realmente estas líneas son escasas para poder expresar mi agradecimiento y amor hacia ti.

A mis amados padres (Paty López y Juan Castillo) les agradezco la fe y el apoyo infinito que han tenido hacia mí. A mis suegros (Rubén Guerrero y Socorro López) de igual forma les debo el apoyo inigualable que me han brindado todo este tiempo. Sin lugar a duda cada uno de mis hermanos (Daniel, Paulino y en especial a Cesar Q.E.P.D.), así como mi cuñada Gabriela; mis sobrinos Iván y Cesarín les agradezco su amor y apoyo incondicional.

A mis profesores (Dr. O. Sánchez, Dra. Retamoza, Dr. J. E. Rodríguez, Dr. J. Hernandez, Dr. L. Guaso, Dr. M. Alcaraz, Dr. L. Requena, Dr. D. Vazquez y Dr. R. Casillas) agradezco por todo el tiempo que me apoyaron, por el aporte de sus conocimientos profesionales y experiencias. Les agradezco su paciencia, su dedicación, perseverancia y tolerancia.

Mi maestro y amigo Natanael Vázquez le agradezco todo su tiempo, dedicación, paciencia y sabiduría; así como las palabras de apoyo que siempre me brindo.

Mis compañeros y amigos de viaje Héctor P. Rivera, Carlos Muñoz, Jose Fajardo, Delia López y Barbara Zaragoza les agradezco haber compartido esta experiencia, se aproxima el fin de esta agradable aventura; ya nos toca cerrar el capítulo de esta etapa de nuestras vidas y los recordare con mucho agrado. Gracias por compartir sus experiencias de vida.

Sin duda agradezco a Dios y a la energía universal por esta experiencia de vida. Indudablemente que el destino está marcado, solo nos toca disfrutar y aprender en el viaje.

2 RESUMEN:

Objetivo: Describir la DMO con base en la atenuación en Unidades Hounsfield del cuerpo vertebral de L1 medida por TC multicorte de abdomen o tórax-abdomen de los pacientes adultos atendidos en el HRAEB en el año 2021.

Metodología y resultados: Estudio transversal, retrospectivo, observacional, en pacientes mayores o igual de 18 años sexo indistinto, que cuenten con estudio de Tomografía computarizada multicorte en el Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío (HRAEB), en el periodo de 01 enero a diciembre 2021, de las regiones de Abdomen o Tórax-Abdomen simple o simple y contrastadas, adquiridas a un voltaje de 120 KV, por cualquier indicación médica, en la cual se puedan medir en el plano axial, a nivel del cuerpo vertebral de L1 las unidades Hounsfield mediante la herramienta ROI de manera manual; exceptuando la presencia de fractura o metastasis en dicho nivel, o uso de esteroides al momento de la adquisición.

El tamaño de la muestra fue consecutivo por disponibilidad y no probabilístico. Se incluyó la primera tomografía realizada en los pacientes, en la cual se visualizará adecuadamente L1, solo pacientes con expedientes completos del hospital y que no contaran con criterios de exclusión. Se obtuvo una muestra total de 454 estudios de pacientes que contaban con los criterios de inclusión, se midió las unidades Hounsfield en ventana de tejidos blandos y ventana ósea del cuerpo vertebral mediante la herramienta ROI; se categorizó por sexo y grupo de edad, se realizaron box plots, medias, medianas y rangos intercuartiles.

Conclusiones: La evidencia recolectada en el presente estudio sugiere que la medición de la atenuación trabecular de L1 mediante la herramienta ROI de manera manual, en los estudios de Tomografía computada multicorte en los que sea adecuadamente visible el cuerpo de vertebral L1, tiene potencial utilidad para seleccionar pacientes con disminución de la densidad mineral ósea y a su vez puedan ser referidos para una confirmación diagnóstica, así como diagnosticar oportunamente pacientes con riesgo de osteoporosis; como lo observable en múltiples estudios con diferentes diseños reportados en la literatura. Estudios posteriores podrían explorar su sensibilidad y especificidad como prueba diagnóstica para la detección oportuna / prevención de osteoporosis en pacientes en riesgo.

3 ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS:

TC: Tomografía Computarizada.

EMI: Electrical and Musical Industries

DMO: Densidad Mineral Ósea.

QTC: Tomografía Computarizada Cuantitativa.

HR-p QCT: TC cuantitativa periférica de alta Resolución.

RM: Resonancia Magnética.

DXA: Densitometría de rayos X de energía.

HRAEB: Hospital de Alta Especialidad del Bajío.

uH: Unidades Hounsfield.

IMC: Índice de masa corporal.

kV: Kilo Voltaje.

PACS: Sistema de comunicación y archivo de imágenes (por sus siglas en inglés).

ROI: Region of interest.

4 MARCO TEORICO:

La historia de la **tomografía computarizada (TC)** clínica comienza con el escáner EMI, inventado por Godfrey N. Hounsfield, Premio Nobel en 1979 (1). La TC ha tenido un profundo efecto en la práctica de la medicina. Tanto el espectro de aplicaciones clínicas como el papel que ha jugado la TC en la mejora de nuestra comprensión de las enfermedades (2). Es amplio el uso de la TC como herramienta auxiliar diagnóstica y terapéutica en el manejo de múltiples enfermedades; por ejemplo, en diversas patologías de comportamiento benigno (pulmonares, neumonías, colecistitis, pancreatitis, etc.) (3,4), en patologías oncológicas (cáncer de pulmón, ovario, próstata, renal, a nivel de sistema nervioso central, etc.) (5). Por otro lado, la TC también se ha utilizado en valoración de los pacientes tanto en los servicios de urgencias, sobre todo en pacientes politraumatizados (6), como en los servicios hospitalización; específicamente en las valoraciones prequirúrgicas en cirugías electivas de traumatología, neurocirugía y trasplante (7). Todo ello ha posicionado la TC como una herramienta vital en la valoración clínica y terapéutica de los pacientes.

Estudios recientes han descrito un gran uso y aumentos sustanciales en la utilización de TC médica en los últimos diez años en países como Inglaterra, Canadá y Estados Unidos (8,9). En México no existen cifras exactas para determinar el número de estudios de TC en la población en general, ni tampoco el número de tomografías por densidad poblacional. En dicho periodo de tiempo, se ha aprovechado el uso de la TC para diagnosticar patologías consideradas como “oportunistas” (termino dado así, ya que no son la indicación principal del estudio de la TC, sino un hallazgo secundario o terciario), dentro de ellas se encuentran principalmente aterosclerosis, esteatosis/cirrosis hepática, grasa visceral abundante, atrofia muscular, osteoporosis (10) y los procesos infecciosos micóticos pulmonares (11), pero existe un incremento en el estudio de las patologías que afectan el metabolismo óseo (12) donde la valoración de la estructura ósea y la medición de la densidad mineral ósea (DMO) son de gran relevancia.

Respecto a la estructura ósea, el esqueleto está compuesto de hueso cortical y trabecular, ambos contribuyen a la fortaleza del hueso y la resistencia del hueso contra la fractura. Existen diferentes mecanismos de regulación metabólica y gravitacional que permiten el desarrollo o patología de hueso (13). Respecto a la DMO, existen múltiples métodos indirectos de imagen para evaluarla, desde la radiografía simple, pasando por el ultrasonido, por la TC en sus diferentes modalidades (TC cuantitativa periférica, TC cuantitativa a nivel de columna y TC multicorte), hasta la resonancia magnética pero el estándar de oro lo constituye la densitometría ósea (14).

A manera de resumen a continuación se presentan las diversas técnicas para determinar la DMO y sus características principales:

1. Radiografía: es una técnica de proyección de imagen en la que se superpone hueso cortical y trabecular en un formato bidimensional. Es capaz de detectar pérdida de hueso solo cuando esta excede el 30%-50%, por lo que no es suficientemente sensible ni específica para el diagnóstico temprano en la pérdida de DMO (15).
2. Ultrasonido cuantitativo (ecografía cuantitativa): la ecografía cuantitativa sólo del calcáneo podría usarse para predecir fracturas, permitiendo diferenciar a las personas con fracturas por fragilidad de las que no las tienen, similar a la densitometría, pero el uso de esta técnica es limitado sólo a dicha zona y cuenta con baja correlación con los resultados obtenidos mediante la densitometría (16).
3. TC cuantitativa (QCT) por sus siglas en inglés: es una técnica establecida para medir la DMO en la columna axial y el esqueleto periférico (antebrazo y tibia). Se ha empleado principalmente para determinar la DMO trabecular en el cuerpo vertebral. También se ha utilizado para la evaluación del riesgo de fractura vertebral, la medición de la pérdida ósea relacionada con la edad y el seguimiento de la osteoporosis y otras enfermedades óseas metabólicas. Pero las desventajas QCT

son que implica una dosis de radiación más alta que la densitometría y el requerimiento de un software licenciado para el análisis de la densidad mineral (17,18).

4. TC cuantitativa periférica de alta Resolución (HR-p QCT) por sus siglas en inglés: es un sistema de imágenes de extremidades diseñado para identificar la arquitectura del hueso trabecular y cortical, actualmente sólo está disponible por un solo fabricante y está desarrollada con base en la tecnología experimental de micro-TC. Tiene la ventaja de una relación señal/ruido y una resolución espacial sustancialmente más altas en comparación con las imágenes de RM y TC multicorte, pero se limita a los sitios esqueléticos periféricos y por lo tanto, no puede proporcionar información directa sobre la calidad del hueso en la columna lumbar o el fémur proximal, sitios comunes para las fracturas por fragilidad osteoporótica (17).
5. TC multicorte: es la técnica de imagen más utilizada y con mayor disponibilidad a nivel hospitalario para el diagnóstico y seguimiento de múltiples patologías, cuenta con una resolución espacial alta en comparación a la densitometría. Una ventaja de la TC multicorte en comparación con la TC HR-p QCT es el acceso a las regiones centrales del esqueleto, como la columna vertebral y el fémur proximal, sitios con riesgo de fracturas por fragilidad, donde la monitorización del tratamiento puede ser más eficaz. Sin embargo, para lograr una resolución espacial y calidad de imagen adecuadas, la exposición a la radiación requerida es sustancialmente mayor que la densitometría, lo que contrarresta la aplicabilidad de la técnica cuando sólo se requiere evaluar la DMO (19).
6. Resonancia Magnética (RM): es una técnica que permite obtener una imagen de la arquitectura del hueso trabecular de alta resolución respecto a todas las otras técnicas de imagen. La ausencia de radiación hace que las imágenes de RM sean atractivas para su uso masivo pero debido a los altos costos, su disponibilidad es limitada, sumado a los largos tiempos de adquisición de imágenes y la falta de un software que permita determinar de manera cuantitativa la DMO, actualmente sólo

es posible realizar dicha evaluación de manera cualitativa y dependiente de la interpretación del personal que analice el estudio de imagen (19).

7. Densitometría de rayos X de energía (DXA): por sus siglas en inglés: es una técnica radiográfica bidimensional basada en proyección que mide la DMO integral tanto de la cortical como del hueso trabecular, constituye la técnica de la evaluación clínica de la salud del esqueleto por excelencia y el mejor método para medir la DMO in vivo, presenta una baja dosis de radiación comparada con la radiografía y la TC en sus diversas versiones. Pero la DXA tiene algunas desventajas; es una medición bidimensional (2D), que solo mide densidad/área (en gramos por centímetro cuadrado) y no la densidad volumétrica (en miligramos por centímetro cúbico) como con la TC cuantitativa. Además, ante la presencia de cambios degenerativos sustanciales puede presentar mediciones de DMO aumentadas, lo que sugerirá un riesgo de fractura menor del que realmente existe (13).

Ahora, existen diversas enfermedades relacionadas con un déficit en la DMO, identificadas como enfermedades óseas metabólicas que pueden provocar anomalías en uno o más de los siguientes componentes óseos: (a) la masa ósea, (b) la homeostasis mineral estructural, (c) el recambio óseo y/o el (d) crecimiento óseo. A continuación, se mencionan las patologías más comunes asociadas al déficit de la DMO: osteoporosis, osteomalacia, hipofosfatasa, hiperparatiroidismo, osteodistrofia renal e hipoparatiroidismo (20).

Sería ideal contar unas tablas de referencia de la DMO a nivel internacional o en su defecto a nivel nacional, abarcando los distintos grupos de edad, agrupando por sexo y poder contar valores percentilares pero ello no es posible debido a que para poder determinar la DMO en una muestra representativa a nivel nacional se exigiría una gran cantidad de recursos y se incurriría en un exposición radiológica injustificada en la población.

Por todo lo anterior pero con la necesidad de poder diagnosticar con objetividad la disminución de la DMO en los pacientes, se han desarrollado estudios de investigación; estandarizando la medición de la DMO dada por la TC multicorte (mediante la evaluación cuantitativa de la densidad del hueso en la columna vertebral lumbar) y presentando buena correlación con la DXA, esto es, existe una manera protocolizada y cuantitativa para determinar la DMO usando la TC multicorte a un voltaje de 120kV (21).

Existen diversos estudios que favorecen la identificación de patologías oportunistas (hallazgos secundarios o terciarios) relacionadas con un déficit en la DMO que se basan en la determinación de la DMO por medio de TC multicorte (12,22,23).

Consideramos que es importante analizar las tomografías computarizadas multicorte de abdomen, tórax-abdomen de los pacientes del HRAEB ya que la identificación de una disminución en la DMO puede favorecer el diagnóstico oportunista de alguna de las diversas patologías óseas metabólicas.

En este estudio nos enfocamos en el uso de la TC multicorte del cuerpo vertebral de L1 para identificar la disminución de la DMO, no en el diagnóstico preciso de alguna de las enfermedades relacionadas a dicha disminución. El objetivo del estudio es describir los valores de la DMO, con base en la medición de la atenuación trabecular en Unidades Hounsfield (UH) del cuerpo vertebral de L1 mediante TC multicorte de abdomen o tórax-abdomen (en ventana de tejidos blandos y ventana ósea), en pacientes adultos para poder identificar una disminución en su DMO. Nosotros hipotetizamos que la identificación de la disminución de DMO mediante el uso de TC multicorte en ventana de tejidos blandos no difiere de la que resulta en ventana ósea.

5 JUSTIFICACIÓN:

No existen tablas o valores de referencia internacionales o nacionales de la DMO y menos aún en población mexicana, idealmente en el mundo debería haber valores de referencia de la DMO basados en personas sanas, pero no es factible realizar estudios de este tipo en población sana debido al grado de exposición radiológica y/o a los costos de los estudios asociados. Por otro lado, cuando se realiza la determinación de la DMO en un paciente por TC multicorte, típicamente se utilizan valores de referencia reportados en estudios de grupos pequeños de pacientes con múltiples comorbilidades en otras poblaciones para contrastar los resultados de la determinación realizada y a su vez poder reportar la posible disminución de la DMO, todo ello se plasma en la impresión diagnóstica del reporte del servicio de imagenología, con el fin de favorecer el diagnóstico oportunista de alguna de las diversas enfermedades del metabolismo óseo.

En el HRAEB se realizan aproximadamente 6 mil 500 TC multicorte al año (tórax, abdomen, tórax-abdomen, cráneo, cuello y otras regiones) todas ellas como parte del manejo habitual de los pacientes para fines de diagnóstico y seguimiento en los diversos servicios del HRAEB (Oncología, Urología, Cirugía, Traumatología, Trasplante, Medicina Interna y Admisión Continua, etc.) de ellas aproximadamente el 50% incluyen la región lumbar a nivel de L1 bien definida, esto es, en aproximadamente 3 mil 250 TC multicorte al año es posible determinar la DMO del cuerpo vertebral de L1.

Consideramos, por un lado que las tomografías computarizadas multicorte de abdomen, tórax-abdomen de los pacientes del HRAEB pueden tener gran utilidad para favorecer el diagnóstico “oportunisto” (termino dado así, ya que no son la indicación principal del estudio de la TC, sino un hallazgo secundario o terciario) de alguna de las diversas patologías óseas metabólicas, es importante la determinación de la DMO del cuerpo vertebral de L1 en ellas, para contar con una medida cuantitativa de la DMO en los pacientes y poder identificar oportunamente (lo antes posible) pacientes con DMO disminuida. Por otro lado, realizar dichas evaluaciones, describirlas, analizarlas y reportarlas en general y agrupando por edad y sexo, sumaría en el esfuerzo nacional de la construcción de unos valores de referencia de la DMO en población mexicana con múltiples comorbilidades (similar a lo que cuentan en otras poblaciones).

6 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

¿Cuáles son los valores de la DMO medida mediante la determinación de la atenuación en Unidades Hounsfield del cuerpo vertebral de L1 de los pacientes adultos atendidos en el HRAEB y sometidos a estudios de TC multicorte de abdomen o tórax-abdomen?

7 OBJETIVOS:

7.1 Objetivo general:

Describir la DMO con base en la atenuación trabecular del cuerpo vertebral de L1 medida en Unidades Hounsfield en estudios de TC multicorte de abdomen o tórax-abdomen de los pacientes adultos atendidos en el HRAEB en el año 2021.

7.2 Objetivos Específicos:

1. Medir el valor de atenuación en unidades Hounsfield de la porción trabecular del cuerpo vertebral de L1, en estudios de TC multicorte de abdomen o tórax-abdomen de rutina realizados a pacientes atendidos en el HRAEB en el año 2021.
2. Determinar las características clínicas de los pacientes sometidos a medición de la DMO de L1, por TC multicorte (edad, sexo, servicio que solicita la tomografía, patología de base del paciente, comorbilidades, presencia de diabetes mellitus y/o hipertensión, alcoholismo, tabaquismo, peso, talla e IMC).
3. Describir las características clínicas de los grupos de pacientes.
4. Describir los valores de la DMO del grupo de pacientes y generar una representación gráfica de dichos valores.
5. Describir y comparar los valores de la DMO agrupando por sexo.
6. Describir y comparar los valores de la DMO agrupando por edad.

8 HIPÓTESIS:

El estudio que se pretende realizar al ser de carácter retrospectivo y descriptivo por lo cual no necesita de la formulación de una hipótesis estadística.

Mas sin embargo hipotetizamos que la identificación de la disminución de DMO mediante el uso de TC multicorte en ventana de tejidos blandos no difiere de la que resulta en ventana ósea.

9 METODOLOGÍA CLÍNICO – IMAGENOLÓGICA:

Diseño: Transversal, retrospectivo, observacional.

- Criterios de inclusión:

Pacientes (mujeres y hombres) adultos (≥ 18 años) que cuenten con un estudio de TC multicorte de abdomen o tórax-abdomen, adquiridas con un voltaje de 120 kV, con otro fin diagnóstico realizado en el servicio de Imagenología del HRAEB, en el periodo de enero a diciembre del año 2021.

- Criterios de no inclusión:

Pacientes que cuenten con TC multicorte de abdomen o tórax-abdomen tomada a un voltaje distinto a 120kV.

Pacientes en los que se identifique la presencia de una fractura o metástasis a nivel del cuerpo vertebral de L1.

Pacientes en los que se identifique que están recibiendo o recibieron tratamiento con esteroides en el último año al momento de la TC.

- Criterios de eliminación

Pacientes que cuenten con estudio de TC multicorte de abdomen o tórax-abdomen que no permitan visualizar completamente el cuerpo vertebral de L1.

Pacientes en los que se identifique que cuentan con registros duplicados.

- Tamaño de muestra:

Realizamos un muestreo consecutivo por disponibilidad y no probabilístico de pacientes que consideró un total de 5,080 pacientes a los que se les realizó TC multidetector en el servicio de Radiología del HRAEB en el periodo de estudio, de los cuales solamente $n = 454$ (hombres y mujeres entre 18-88 años) cumplieron los criterios de inclusión y constituyeron nuestra muestra. En la **Figura 1** se muestra un diagrama de flujo donde se detalla la selección de los pacientes.

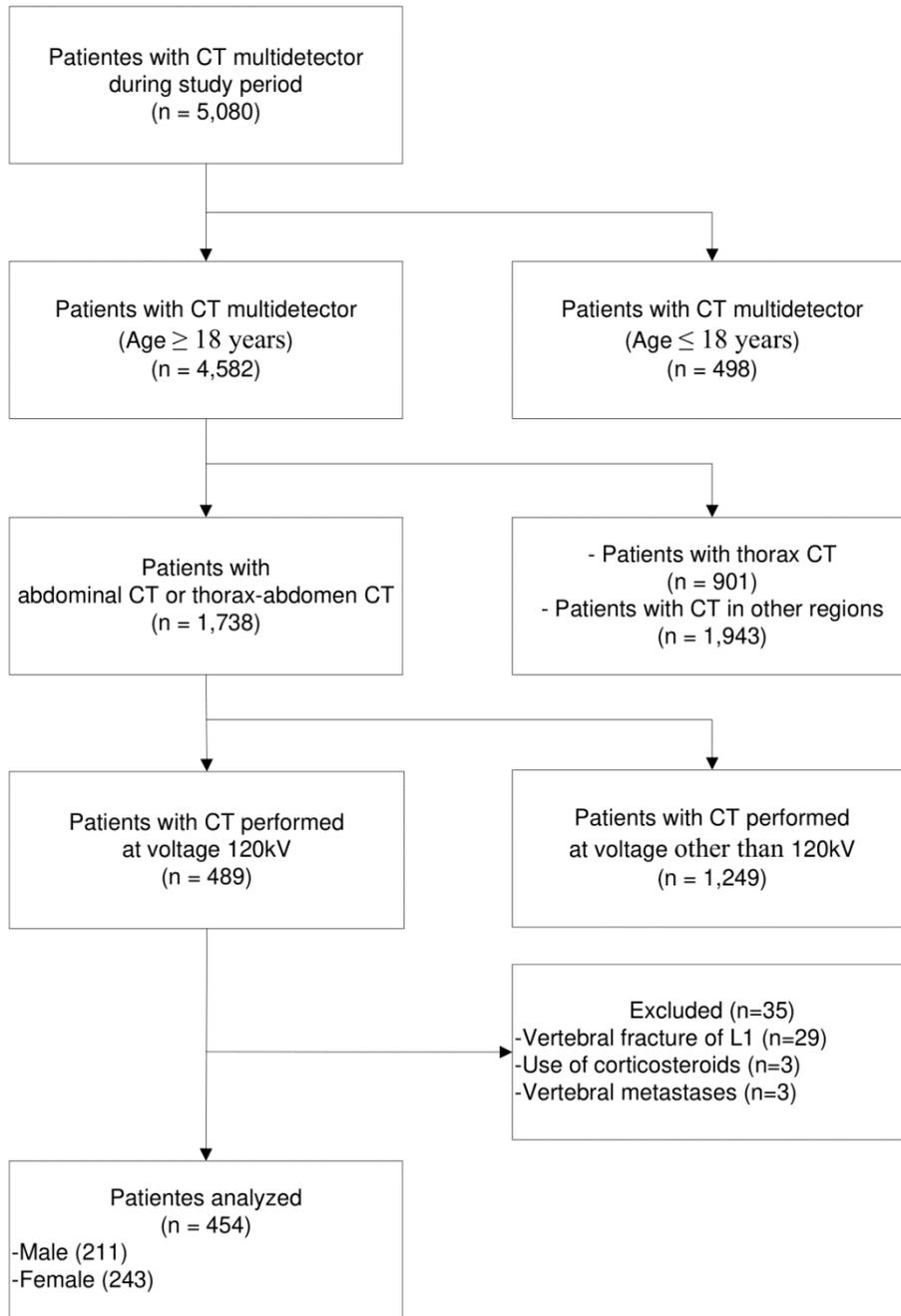


Figura 1. Diagrama de flujo de la selección de pacientes.

9.1 - Variables (dependiente e independiente):

De desenlace o dependiente: DMO (con base en la atenuación en Unidades Hounsfield del cuerpo vertebral de L1 medida por TC multicorte de abdomen o tórax-abdomen).

De intervención o independientes: edad, sexo, servicio que solicita la tomografía, patología de base del paciente, comorbilidades, diabetes mellitus y/o hipertensión, alcoholismo, tabaquismo, peso, talla e IMC.

El restante de las variables sociodemográficas e imagenológicas se enlistan en la tabla de variables junto con su operacionalización.

- Operacionalización de las variables

Variable	Tipo	Escala de Medición
Edad	Continua/Ordinal	Años/Década de la vida
Sexo	Dicotómica	Masculino / Femenino
Servicio que solicita la tomografía	Nominal	Oncología, Cirugía, Urología, Admisión Continua, Medicina Interna, Traumatología, Trasplante, Cardiología.
Patología de base	Nominal	Código de la CIE-10
Comorbilidades	Nominal	Códigos de la CIE-10
Diabetes	Dicotómica nominal	Si / No
Hipertensión	Dicotómica nominal	Si / No
Alcoholismo	Dicotómica nominal	Si / No
Tabaquismo	Dicotómica nominal	Si / No
Peso	Continua	Kilogramos
Talla	Continua	Metros
IMC	Continua	Kg/m ²
Densidad mineral ósea (en ventana para tejidos blandos)	Continua	Unidades Hounsfield en ventana para tejidos blandos
Densidad mineral ósea (en ventana ósea)	Continua	Unidades Hounsfield en ventana ósea

PROCEDIMIENTOS:

1.- Se revisaron los expedientes de los pacientes atendidos en el servicio de imagenología a los que previamente se les había realizado estudios de TC multicorte de abdomen o tórax-abdomen con un tomógrafo de 64 detectores (CT Systems Somatom. Siemens Healthcare. Germany GmbH 64 slice) en el periodo de enero a diciembre del 2021 y que cumplieron con los criterios de inclusión. A el tomógrafo se le realizo prueba de calibración diariamente para el control de calidad durante todo el periodo del estudio.

2.- Se revisaron las tomografías de los pacientes en una de las estaciones de trabajo con sistema computarizado para análisis de estudios de tomografía en el Sistema de comunicación y archivo de imágenes (PACS por sus siglas en inglés) y mediante el uso del software Indra Alma 3D Visualizador Radiológico 2018 (versión 4.2.4.10) se realizaron las mediciones de la atenuación trabecular del cuerpo vertebral de L1 en uH usando la herramienta ROI ovalada (Region of interest por sus siglas en ingles) de manera manual procurando un área de 1 cm², en cortes axiales, tanto en ventana para tejidos blandos como en ventana ósea, ambas como medidas cuantitativas de la DMO; evitando contactar la cortical ósea, las plataformas vertebrales, la vena basivertebral y 2-5 mm por debajo de la plataforma discal (**Fig. 2**).

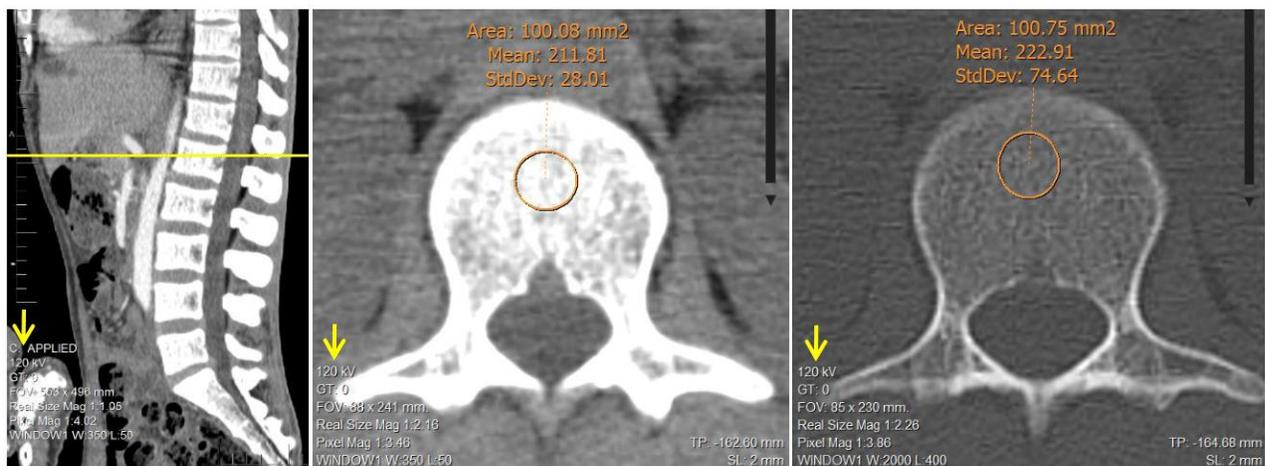


Figura 2. Medición utilizando herramienta ROI ovalada a nivel del cuerpo vertebral de L1; se usa como referencia la reconstrucción sagital para lograr identificar adecuadamente L1. Ejemplo: paciente masculino de 30 años, con antecedente de neoplasia testicular, observando valores de atenuación de 211 uH en ventana para tejidos blandos y de 222 uH en ventana ósea.

3.- Se obtuvieron los datos clínicos de los pacientes y se llenaron los formatos de captura de datos para este protocolo (Anexo 1: Formato de captura de datos).

4.- En el caso de los pacientes que se identificó densidad mineral ósea por debajo de 100 Unidades Hounsfield (Osteoporosis tentativa), se realizó un listado de ellos y dicho listado se remitió a los jefes de los servicios tratantes del HRAEB para la confirmación del diagnóstico de osteoporosis y el manejo respectivo.

5.- Se descartaron aquellos pacientes que incurrieron en los criterios de exclusión o eliminación.

6.- Se creó una base de datos electrónica con las variables clínicas de los pacientes y las mediciones obtenidas en la TC multicorte.

7.- Se implementó el análisis estadístico descriptivo.

8.- Los resultados obtenidos se compararon con los reportados en la literatura internacional.

9.- Se realizó una discusión de los resultados obtenidos y se emitieron conclusiones.

10 CONSIDERACIONES ÉTICAS:

El estudio se considera sin riesgo, ya que utiliza datos retrospectivos que se encuentran en los expedientes clínicos de los pacientes y el protocolo asociado fue sometido para su revisión y aprobación ante los comités de Investigación y de Ética en Investigación del HRAEB, con numero de aprobación No. CI/HRAEB/025/2022.

El estudio se llevó a cabo de conformidad con el protocolo, los principios establecidos en la Declaración de Helsinki, versión Fortaleza-Brasil 2013 (24) y del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la salud título segundo de los aspectos éticos de la investigación en seres humanos, capítulos I al V (25).

Documentos fuente:

Los documentos fuente (**Anexo 1:** Formato de captura de datos) proporcionan evidencia de la existencia del paciente y confirman la integridad de los datos recopilados. Los documentos fuente se archivan en el sitio del investigador.

Acceso directo a los datos / documentos fuente:

El investigador / institución permitió el monitoreo, auditorías, revisiones del Comité de Ética e inspecciones normativas con relación al estudio proporcionando el acceso directo a todos los datos / documentos fuente relacionados. Todos los documentos fuente están disponibles en todo momento para la revisión del comité y la inspección por parte de las autoridades de salud.

Comité de Ética Independiente o Consejo de Revisión Institucional

El estudio no inicio antes de que el protocolo fue revisado y recibió la aprobación de la comisión de investigación y el comité de ética en investigación del HRAEB.

Consentimiento Informado:

Al tratarse de un estudio retrospectivo que no involucra riesgo, ya que los datos retrospectivos de los pacientes que se utilizaron se encuentran en los expedientes clínicos y se resguardará la confidencialidad de dichos datos, no se requiere el llenado de consentimiento informado y se incluye carta de confidencialidad y resguardo de datos (**Anexo 2:** Carta de confidencialidad y resguardo de datos).

11 ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

Los datos obtenidos de las variables a evaluar fueron compilados en una base de datos electrónica en el programa informático Excel® de Microsoft® versión Profesional Plus 2019 para su posterior análisis.

Todos los datos fueron analizados mediante el uso del lenguaje de programación R versión 3.6.0 (26). Se calculó estadística descriptiva de las características clínicas, enfermedades sistémicas y condiciones relevantes de los pacientes.

Se implementó un análisis de frecuencia de los pacientes para cada categoría de su sexo y su grupo de edad. Para la variable DMO (en ventana de tejidos blandos y en ventana ósea) se construyeron intervalos de confianza del 95% agrupando por sexo y por edad.

Además, se compararon los valores de DMO entre las dos ventanas (tejidos blandos y ósea) mediante la prueba U de Mann-Whitney utilizando un nivel de significancia $\alpha = 0.05$. Adicionalmente se construyeron Box-Plots de la variable DMO (en ventana de tejidos blandos y en ventana ósea) agrupando por sexo y grupo de edad que permitieron identificar los cuartiles asociados.

12 RESULTADOS:

A un total de 5,080 pacientes se les realizó TC multidetector en el servicio de Radiología del HRAEB en el periodo de estudio (**Figura 1**). De ellos, 454 pacientes fueron incluidos en el análisis final; 243 (53.53%) mujeres y 211 (46.47%) hombres. La media (\pm SD) de la edad de los pacientes fue 51.30 años (\pm 15.89, rango 18-88 años). La distribución por grupo de edad fue <30 años (12.11%), 30-39 años (13.44%), 40-49 años (18.72%), 50-59 años (25.33%), 60-69 años (17.62%), 70-79 años (10.57%) y 80-89 años 2.20%. A los pacientes se les realizó la TC multicorte por sospecha o seguimiento de padecimientos: oncológicos (47.79%), relacionados con neurocirugía (19.16%), genitourinarios (16.51%), tratados por medicina interna (5.98%), en protocolo de trasplante (5.50%) y relacionados con cirugía general (5.06%).

Las prevalencias de Diabetes Mellitus Tipo 2 e Hipertensión arterial sistémica fueron 12.11% y 19.16% respectivamente. Entre todos los pacientes, 15.20% fumaban tabaco y 12.11% tomaban alcohol. Además, 23 (5.07%) pacientes presentaban enfermedad neoplásica activa al momento del estudio, 5 (1.10%) enfermedad renal crónica, 1 (0.22%) artritis reumatoide y ningún paciente contaba con diagnóstico de osteoporosis. Usando el IMC, la distribución de los pacientes por categoría de estado nutricional fue la siguiente: desnutrición (1.54%), normo-peso (24.67%), sobrepeso (38.33%) y obesidad (35.46%).

En general, la **media** (\pm SD) de la DMO medida en **ventana de tejidos blandos fue 163.90 HU** (\pm 57.13, rango 28-312) y la **media** (\pm SD) de la DMO en **ventana ósea fue 161.86 HU** (\pm 55.80, rango 37-305). Al comparar las mediciones de la DMO en todos los pacientes por tipo de ventana, no se encontró diferencia significativa ($p = 0.625$). En la **Figura 3** se muestran los intervalos de confianza del 95% para las mediciones de la atenuación trabecular de L1 en unidades Hounsfield (HU) en ventana de tejidos blandos (ST) y ventana ósea (B) agrupadas por edad, donde se observa que no se presentan diferencias entre las mediciones entre ventanas y por grupo de edad. Adicionalmente, en las Tablas 1 y 2, se detallan los valores de la media, mediana, desviación estándar e intervalos de confianza del 95% para la DMO en ventana de tejidos blando y en ventana ósea respectivamente.

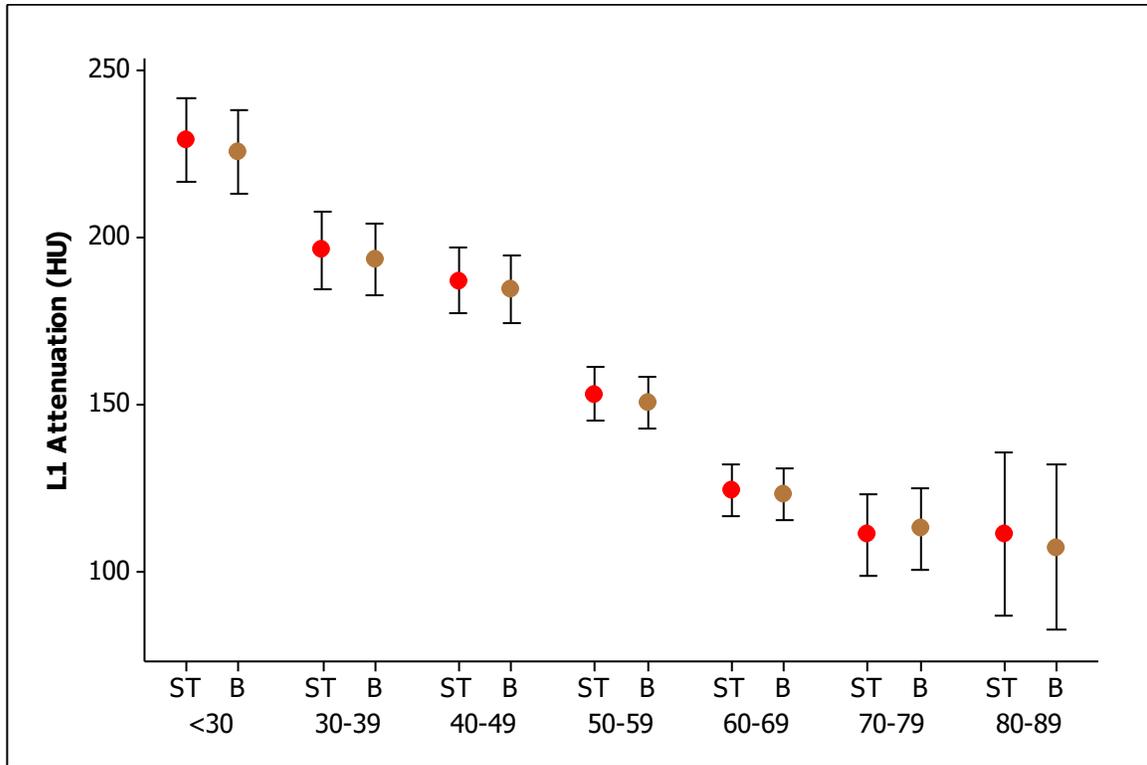


Figura 3. Intervalos de confianza del 95% para las mediciones de la atenuación trabecular de L1 (HU) en ventana de tejidos blandos (ST) y ventana ósea (B) de la población de estudio (n = 454) agrupadas por edad.

Tabla 1. Mediciones de la atenuación trabecular de L1 (HU) en ventana de tejidos blandos de la población de estudio (n = 454) agrupadas por edad.

Edad	Media	Mediana	SD	Intervalo de confianza 95%		n
				Inferior	Superior	
<30	229.27	223.00	47.29	216.49	242.05	55
30-39	196.13	195.00	44.90	184.63	207.63	61
40-49	187.11	185.00	46.53	177.08	197.15	85
50-59	152.90	149.00	43.14	144.93	160.86	115
60-69	124.08	123.00	35.59	116.16	132.00	80
70-79	110.68	107.50	42.00	98.49	122.88	48
80-89	110.90	105.50	34.17	86.46	135.34	10

HU: Hounsfield units; SD: Standard deviation.

Tabla 2. Mediciones de la atenuación trabecular de L1 (HU) en ventana ósea de la población de estudio (n = 454) agrupadas por edad.

Edad	Media	Mediana	SD	Intervalo de confianza 95%		n
				Inferior	Superior	
<30	225.61	220.00	46.93	212.93	238.3	55
30-39	193.56	194.00	42.19	182.75	204.37	61
40-49	184.45	180.00	45.86	174.55	194.34	85
50-59	150.46	148.00	42.09	142.69	158.24	115
60-69	122.76	123.50	34.84	115.01	130.52	80
70-79	112.45	106.00	42.95	99.99	124.93	48
80-89	106.90	103.50	34.50	82.21	131.56	10

HU: Hounsfield units; SD: Standard deviation.

Respecto a la DMO en ventana de tejidos blandos, en la **Figura 4** se muestran los Box-Plots para las mediciones de la atenuación trabecular de L1 (HU) en ventana de tejidos blandos agrupadas por sexo y por edad, en las **Tablas 3 y 4**, se detallan los valores de la media, mediana, desviación estándar, cuartil 1 y cuartil 3 para la DMO en ventana de tejidos blandos para hombres y mujeres respectivamente.

Además, respecto a la DMO en ventana ósea, en la **Figura 5** se muestran los Box-Plots para las mediciones de la atenuación trabecular de L1 (HU) en ventana ósea agrupadas por sexo y por edad, en las **Tablas 5 y 6**, se detallan los valores de la media, mediana, desviación estándar, cuartil 1 y cuartil 3 para la DMO en ventana ósea para hombres y mujeres respectivamente.

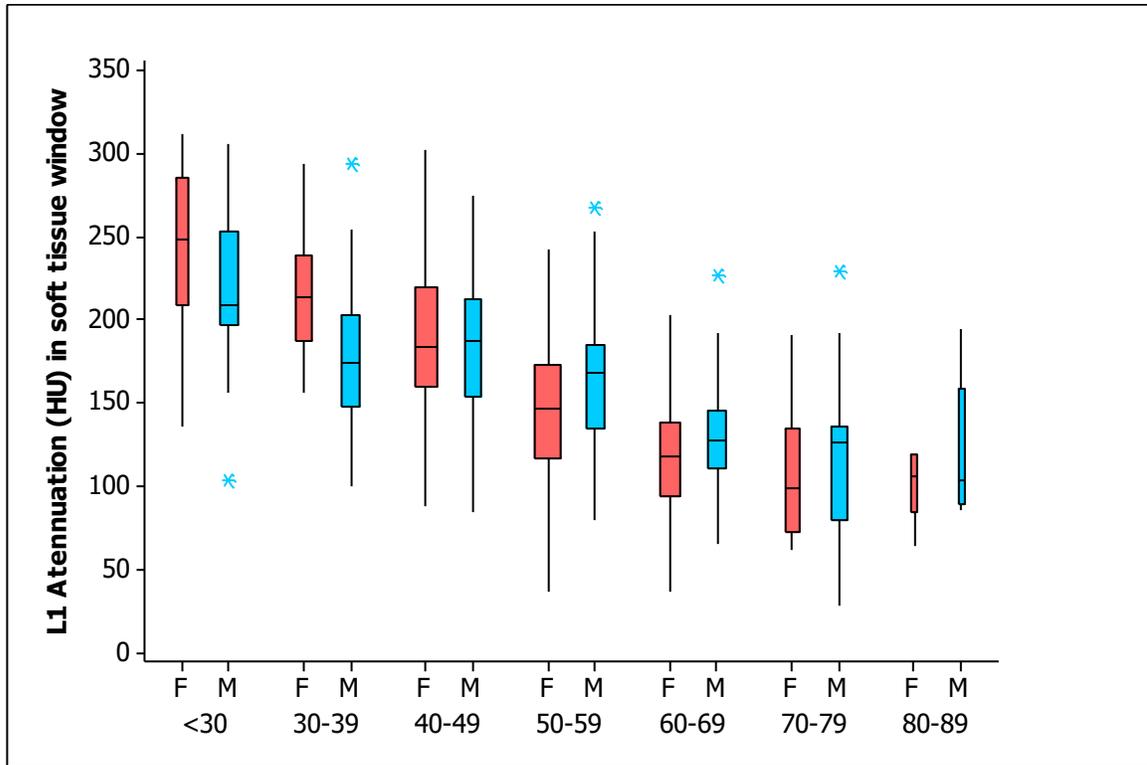


Figura 4. Blox-Plots para las mediciones de la atenuación trabecular de L1 (HU) en ventana de tejidos blandos (ST) de la población de estudio (n = 454) agrupadas para sexo y por edad (el ancho de las cajas es proporcional al tamaño de muestra en cada grupo).

Tabla 3. Descripción de las mediciones de la atenuación trabecular de L1 (HU) en ventana de tejidos blandos para **hombres** (n = 211) agrupados por edad.

Edad	Media	SD	Q1	Mediana	Q3	n
<30	219.79	44.80	198.00	208.50	244.00	34
30-39	179.50	43.11	147.25	173.50	199.50	34
40-49	185.26	46.01	157.50	187.00	212.00	31
50-59	166.08	45.18	135.50	168.00	183.00	40
60-69	129.72	33.40	110.00	127.00	144.50	39
70-79	113.68	44.12	81.25	126.00	136.00	28
80-89	119.20	44.09	92.00	103.00	122.00	5

HU: Hounsfield units; SD: Standard deviation; Q1: First quartile; Q3: Third quartile.

Tabla 4. Descripción de las mediciones de la atenuación trabecular de L1 (HU) en ventana de tejidos blandos para **mujeres** (n = 243) agrupadas por edad.

Edad	Media	SD	Q1	Mediana	Q3	n
<30	244.62	48.23	213.00	248.00	279.00	21
30-39	217.07	38.43	190.50	213.00	235.50	27
40-49	188.19	47.23	160.25	183.50	217.75	54
50-59	145.87	40.59	116.50	146.00	172.00	75
60-69	118.71	37.16	94.00	118.00	137.00	41
70-79	106.50	39.57	72.00	99.00	132.75	20
80-89	102.60	22.61	105.00	106.00	119.00	5

HU: Hounsfield units; SD: Standard deviation; Q1: First quartile; Q3: Third quartile.

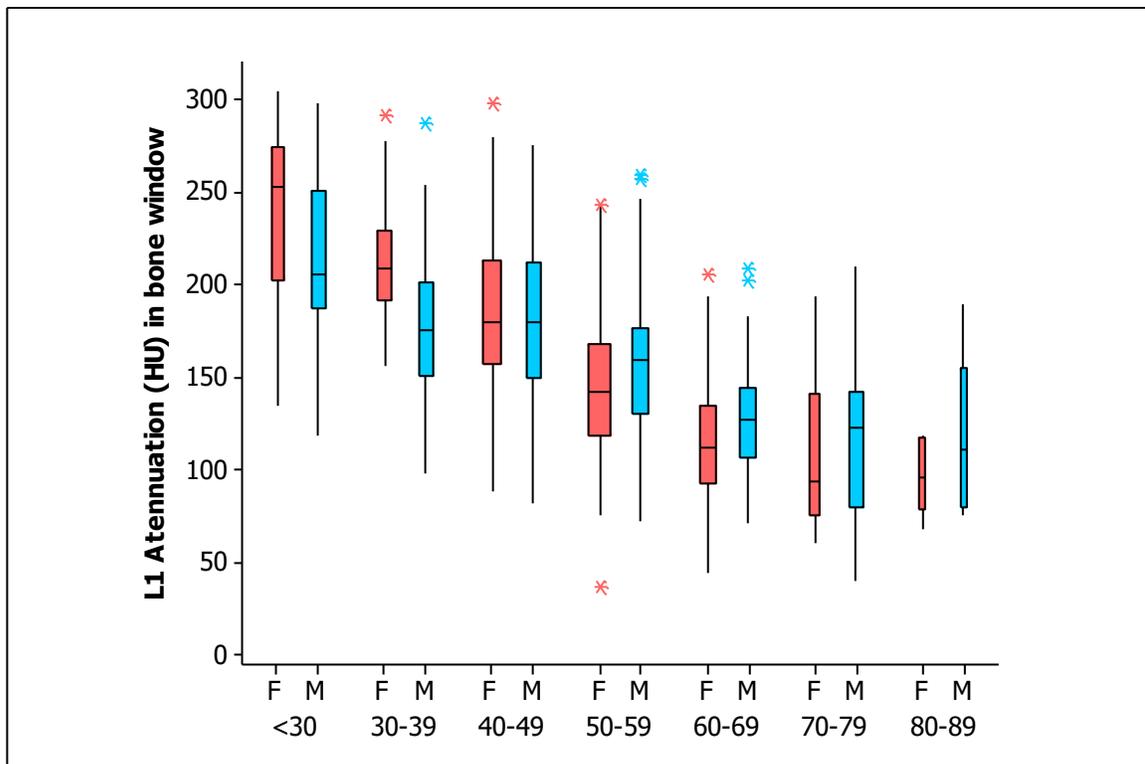


Figura 5. Blox-Plots para las mediciones de la atenuación trabecular de L1 (HU) en ventana ósea (B) de la población de estudio (n = 454) agrupadas para sexo y por edad (el ancho de las cajas es proporcional al tamaño de muestra en cada grupo).

Tabla 5. Descripción de las mediciones de la atenuación trabecular de L1 (HU) en ventana ósea para **hombres** (n = 211) agrupados por edad.

Edad	Media	SD	Q1	Mediana	Q3	n
<30	216.41	44.65	188.50	206.00	246.75	34
30-39	177.59	40.98	151.25	175.50	198.00	34
40-49	182.74	46.60	152.50	180.00	212.00	31
50-59	163.10	44.02	130.75	160.00	175.75	40
60-69	128.90	32.08	108.00	127.00	142.00	39
70-79	115.89	44.54	82.50	122.50	142.00	28
80-89	116.20	45.16	85.00	111.00	120.00	5

HU: Hounsfield units; SD: Standard deviation; Q1: First quartile; Q3: Third quartile.

Tabla 6. Descripción de las mediciones de la atenuación trabecular de L1 (HU) en ventana ósea para **mujeres** (n = 243) agrupadas por edad.

Edad	Media	SD	Q1	Mediana	Q3	n
<30	240.52	47.74	205.00	253.00	270.00	21
30-39	213.67	34.96	193.00	209.00	227.50	27
40-49	185.43	45.84	158.00	179.50	210.75	54
50-59	143.72	39.70	118.50	142.00	166.50	75
60-69	116.93	36.71	95.00	112.00	134.00	41
70-79	107.65	41.27	77.00	94.00	137.00	20
80-89	97.60	20.56	90.00	96.00	116.00	5

HU: Hounsfield units; SD: Standard deviation; Q1: First quartile; Q3: Third quartile.

En el siguiente gráfico se muestran algunos de los pacientes en los que se realizó las mediciones de la atenuación trabecular del cuerpo vertebral de L1 (**Figura 6**), se puede observar cualitativamente tanto en los cortes axiales de ambas ventanas, como en los cortes sagitales la disminución en la atenuación trabecular; de igual forma se muestra de forma cuantitativa el descenso paulatino en unidades Hounsfield en relación con el incremento en la edad.

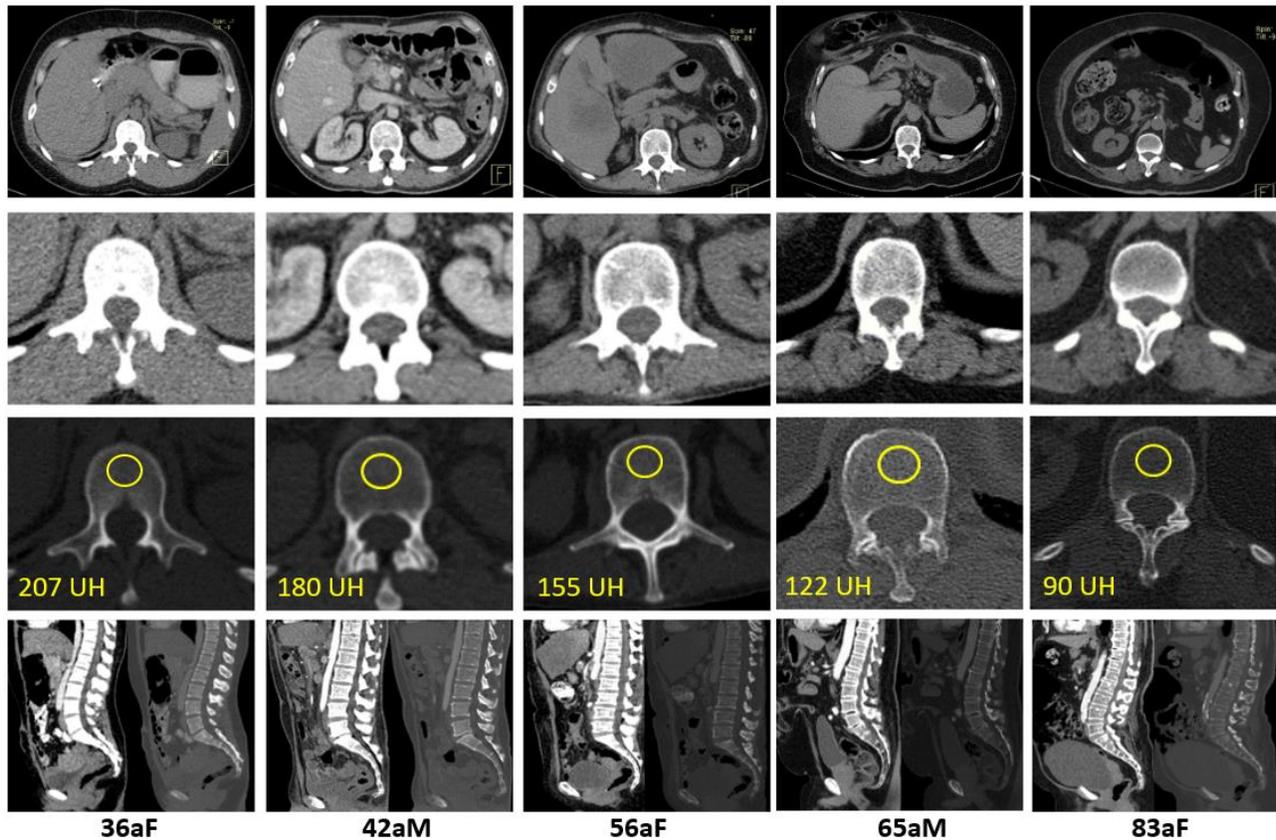


Figura 6. Ejemplos de medición de la atenuación trabecular del cuerpo vertebral en L1, mediante TC multicorte en cinco de los pacientes. La primera línea de imágenes muestra los cortes axiales de las TC multicorte en región abdominal a nivel del cuerpo vertebral de L1. La segunda línea muestra ampliificaciones en corte axial en ventana de tejidos blandos de dicho cuerpo vertebral. La tercera línea muestra las adquisiciones en ventana de tejidos blandos de los mismos cuerpos vertebrales. La cuarta línea muestra las reconstrucciones en el plano sagital, útiles para poder identificar con mayor facilidad el cuerpo vertebral de L1; de bajo de cada columna de imágenes se identifica la edad en años y el sexo de cada paciente.

13 DISCUSIÓN:

Los valores de atenuación trabecular medidos en unidades Hounsfield en el cuerpo vertebral de L1 en estudios de TC multicorte entre las distintas poblaciones y grupos de edad aun no estan totalmente descritas, por lo mismo nuestro estudio podría servir como referencia; ya que utiliza metodologías de medición semejantes a las realizadas por estudios como los de Pickhardt et (21), Link et al (22), Jang et al (23), Hopper et al (27), Abbouchie et al (28), Cohen et al (29), Alacreu (30), Li et al (31) y Perrier-Cornet et al (32), con resultados semejantes a los reportados por ellos. Si bien nuestro estudio fue realizado en una población no sana, replica poblaciones parecidas a las estudiadas por Link et al (21), Alacreu (30) y Perrier-Cornet et al (32) (pacientes con padecimientos oncológicos y con artritis reumatoidea).

Existen estudios que reportan adecuada correlación entre los distintos métodos de imagen en cuanto a los valores umbrales de L1 para el diagnóstico de osteoporosis mediante DXA, TC cuantitativa y TC multicorte en distintas poblaciones Hopper et al (27), Abbouchie et al (28), Cohen et al (29), Li et al (31); nuestros resultados obtuvieron medias semejantes a las poblaciones estudiadas, por lo que consideramos que nuestros resultados podrían ser útiles aún sin contar con estudio de DXA.

Nuestro estudio muestra valores de medición en uH de la atenuación trabecular de L1 entre los distintos grupos de edad y sexo, observando que no existe diferencia significativa entre las mediciones de L1 tanto en ventana para tejidos blandos como en ventana ósea. Observamos disminución en los valores de atenuación de aproximadamente 2 uH por año. Además, encontramos valores de atenuación por grupos etarios y medias tanto en ventana de tejidos blandos de 163.90 uH, como en ventana ósea de 161.86 uH, muy similares a las descritas por Jang et al (23).

Revisando nuestros resultados y en comparación con los de Pickhardt et al. (21); encontramos que más del 25% de nuestra población se encontraría con valores de atenuación ≥ 200 UH, considerándolos dentro de la normalidad o con un 99% del valor predictivo negativo para osteoporosis; un 52.63% con valores ≤ 160 UH con una sensibilidad del 90% para osteoporosis y 15.41% de los pacientes con valores de atenuación ≤ 100 UH

(en alto riesgo de osteoporosis). Cabe resaltar que sería mas útil en el caso de nuestro estudio la utilización del cuartil 1 para la edad como parámetro de cohorte para identificar a pacientes con disminución de la DMO, que requieren estudio confirmatorio. Y aunque queda por determinar la implementación óptima de este método de detección de osteoporosis por TC multicorte, nuestros datos sugieren formas en que podría usarse en la práctica, según los objetivos clínicos. La identificación de personas con DMO muy baja por TC multicorte (por ejemplo, <100 HU en L1) podría permitir la identificación rápida de cohortes de alto riesgo en las que se justifica una evaluación o tratamiento adicional. Todo lo contrario, al determinar personas con DMO normal-alta por TC (por ejemplo, >200 HU en L1) podría excluir efectivamente la osteoporosis y probablemente haría innecesaria la DXA.

LIMITACIONES:

Este estudio tiene ciertas limitaciones. Primero, este estudio su diseño fue transversal por lo tanto, la causalidad no puede ser inferida. Segundo, la muestra del estudio sólo incluyó pacientes adultos mexicanos, lo que puede limitar la generalización a otros grupos étnicos. Tercero, los resultados están basados en un estudio unicentrico con un número pequeño (n = 454) de pacientes adultos con TC multidetector, entonces su interpretación debe ser cuidadosa. Cuarto, factores confusores como el nivel de actividad física, el estado nutricional, el nivel de exposición solar, el consumo de tabaco que pudieran considerarse como posibles contribuyentes en la disminución de la DMO pudieran haberse controlado de mejor manera. Por último, los sujetos de estudio no fueron reclutados de la población general, ellos se encontraban en diagnóstico, manejo ó seguimiento por alguno de los servicios en un hospital de tercer nivel. Algunos podrían criticar que el estudio no está formado por sujetos sanos y/o que los sujetos de estudio no fueron evaluados con DXA. Sin embargo el objetivo del estudio es identificar una disminución en la DMO de manera oportunista (hallazgo secundario o terciario) mediante TC multidetector tomada con otros fines diagnósticos para poner especial atención en aquellos pacientes en los que se identifique una disminución en la DMO y poder diseñar mejores esquemas de diagnóstico de las enfermedades metabólicas óseas asociadas a un déficit en la DMO.

FORTALEZAS:

Sin embargo, las fortalezas del estudio incluyen el uso de protocolos estandarizados de adquisición de imágenes y de determinación cuantitativa de la DMO mediante un tomógrafo computarizado de 64 detectores que es el mejor para fines de reproducibilidad y disponibilidad, sumado al enfoque en la caracterización de la disminución en la DMO mediante ambas ventanas (tejidos blandos y ósea) por sexo y edad.

14 CONCLUSIONES:

El uso de la TC multicorte de rutina como una oportunidad para detectar la osteoporosis es un concepto emergente que aún no se ha convertido en una práctica estándar. Otros estudios han demostrado que la DMO de la columna lumbar se puede estimar indirectamente a partir de las Unidades Hounsfield (HU) medidas en tomografías computarizadas (TC) del abdomen o la columna lumbar que se obtienen para otras indicaciones ("detección oportunista").

Este estudio debe centrar el interés del radiólogo en una técnica de medición de la DMO, que puede proporcionar información importante para cada paciente individual. Tenemos que ser conscientes de que la TC contiene información de DMO y que debemos utilizarla en la evaluación de pacientes con riesgo de osteoporosis. La osteoporosis es una enfermedad con una importancia creciente y una morbimortalidad creciente.

Aunque se han realizado estudios con criterios de inclusión y prevalencia de osteoporosis variables en toda Europa, Asia y América del Norte, aún no se ha establecido la precisión diagnóstica de la radiodensidad de L1 dentro de una cohorte mexicana considerable. El presente estudio informa los valores de atenuación trabecular del cuerpo vertebral de L1 en estudios de TC multicorte de abdomen o tórax-abdomen en un hospital de referencia oncológica.

En conclusión, demostramos cómo las tomografías computarizadas abdominales de rutina obtenidas para otras indicaciones clínicas pueden usarse para la detección de disminución de la DMO y detección oportunista de pacientes con alto riesgo de osteoporosis, sin la necesidad de imágenes adicionales, exposición a la radiación, costo, equipo o tiempo del paciente.

También informamos varios valores de atenuación de TC multicorte, cuyo uso variaría según los objetivos clínicos y de detección de la población. El refinamiento de nuestras técnicas y la confirmación de estos hallazgos podrían justificar un informe más rutinario de la atenuación trabecular vertebral con lecturas de evaluaciones de TC abdominales realizadas por cualquier otro motivo.

15 **ANEXOS:**

Anexo 1: Formato de captura de datos



Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío
Imagenología Diagnóstica y Terapéutica



ANEXO I: Formato de captura

Título del Protocolo: Determinación de la densidad mineral ósea con base en la atenuación en Unidades Hounsfield del cuerpo vertebral de L1 medida por tomografía computarizada multicorte en pacientes adultos (>18 años) atendidos en el HRAEB en el año 2021.

Información de identificación

Número de expediente (HRAEB)	Número de Identificación para el protocolo (ID)
Nombre del paciente (paterno, materno, nombre(s))	
Sexo	<input type="checkbox"/> Femenino <input type="checkbox"/> Masculino
Fecha de Nacimiento (día/mes/año)	Fecha de realización de TC en el HRAEB (día/mes/año)
Servicio que solicita la tomografía	Patología de base

Información sociodemográfica

Peso en Kg	Talla en metros

Antecedentes Clínicos

Diagnósticos

<input type="checkbox"/> Diabetes Mellitus	Osteoporosis diagnosticada	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Hipertensión arterial	Artritis reumatoidea	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Alcoholismo	Enfermedad renal crónica	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Tabaquismo	Enfermedad neoplásica	<input type="checkbox"/>

Valor de las mediciones en unidades Hounsfield

Unidades Hounsfield en ventana tejidos blandos/corte axial		UH
Unidades Hounsfield en ventana ósea/corte axial		UH

Comentarios

Anexo 2: Carta de confidencialidad y resguardo de datos.

León, Guanajuato a 01 del mes de junio del 2022.

A quien corresponda,

Por medio de la presente, hago constar, en relación con el protocolo titulado: “Determinación de la densidad mineral ósea con base en la atenuación en Unidades Hounsfield del cuerpo vertebral de L1 medida por tomografía computarizada multicorte en pacientes adultos (≥ 18 años) atendidos en el HRAEB en el año 2021” en el que funjo como autor.

Que los participantes de este protocolo: Dr. Juan Andrés Castillo López (Residente del cuarto año de la especialidad médica en Imagenología Diagnóstica y Terapéutica del HRAEB), Dr. Fernando Bravo Ontiveros, (Médico Radiólogo con alta especialidad en Musculoesquelético del HRAEB) y Mtro. Edel Rafael Rodea Montero (Investigador en Ciencias Médicas B del HRAEB).

Nos comprometemos a resguardar, mantener la confidencialidad y no hacer mal uso de documentos, expedientes, reportes, estudios, oficios, correspondencia, archivos físicos y/o electrónicos de datos, así como de cualquier otro registro o información relacionada con el estudio mencionado a nuestro cargo, así como a no difundir distribuir o comercializar con los datos personales contenidos en los sistemas de información, desarrollados en la ejecución del mismo.

Estando en conocimiento de que en caso de no dar cumplimiento se procederá acorde a las sanciones civiles, penales o administrativas que procedan de conformidad con lo dispuesto en la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental, la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Servidores Públicos y demás disposiciones aplicables en la materia.

ATENTAMENTE

Dr. Fernando Bravo Ontiveros

(Médico Radiólogo con alta especialidad en

Musculoesquelético del HRAEB).

16 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. Hounsfield GN. Computerized transverse axial scanning (tomography): Part 1. Description of system. *Br J Radiol.* 1973;46(552):1016–22.
2. Rubin GD. Computed tomography: Revolutionizing the practice of medicine for 40 years. *Radiology.* 2014;273(2):S45–74.
3. Raju S, Ghosh S, Mehta AC. Chest CT Signs in Pulmonary Disease: A Pictorial Review. *Chest.* 2017;151(6):1356–74.
4. Coursey CA, Nelson RC, Boll DT, Paulson EK, Ho LM, Neville AM, et al. Dual-energy multidetector CT: How does it work, what can it tell us, and when can we use it in abdominopelvic imaging? *Radiographics.* 2010;30(4):1037–52.
5. Liguori C, Frauenfelder G, Massaroni C, Saccomandi P, Giurazza F, Pitocco F, et al. Emerging clinical applications of computed tomography. *Medical Devices: Evidence and Research.* 2015;8:265–78.
6. Romano S, Romano L. Utilization Patterns of Multidetector Computed Tomography in Elective and Emergency Conditions: Indications, Exposure Risk, and Diagnostic Gain. *Seminars in Ultrasound, CT and MRI.* 2010;31(1):53–6.
7. Al-Katib S, Shetty M, Jafri SMA, Jafri SZH. Radiologic assessment of native renal vasculature: A multimodality review. *Radiographics.* 2017;37(1):136–56.
8. Berdahl CT, Vermeulen MJ, Larson DB, Schull MJ. Emergency department computed tomography utilization in the United States and Canada. *Ann Emerg Med.* 2013;62(5):486-494.e3.
9. Mettler FA, Bhargavan M, Faulkner K, Gilley DB, Gray JE, Ibbott GS, et al. Radiologic and nuclear medicine studies in the United States and worldwide: Frequency, radiation dose, and comparison with other radiation sources - 1950-2007. *Radiology.* 2009;253(2):520–31.
10. Pickhardt PJ. Value-added Opportunistic CT Screening: State of the Art. Vol. 303, *Radiology.* Radiological Society of North America Inc.; 2022. p. 241–54.
11. Franquet T, Giménez A, Hidalgo A. Imaging of opportunistic fungal infections in immunocompromised patient. *Eur J Radiol.* 2004;51(2):130–8.
12. Boutin RD, Lenchik L. Value-added opportunistic CT: Insights into osteoporosis and sarcopenia. *American Journal of Roentgenology.* 2020;215(3):582–94.
13. Poundarik AA, Boskey A, Gundberg C, Vashishth D. Biomolecular regulation, composition and nanoarchitecture of bone mineral. *Sci Rep.* 2018;8(1):1–8.

14. Burghardt AJ, Link TM, Majumdar S. High-resolution computed tomography for clinical imaging of bone microarchitecture. *Clin Orthop Relat Res*. 2011;469(8):2179–93.
15. Griffith JF, Engelke K, Genant HK. Looking beyond bone mineral density: Imaging assessment of bone quality. *Ann N Y Acad Sci*. 2010;1192:45–56.
16. Glüer CC. A new quality of bone ultrasound research. *IEEE Trans Ultrason Ferroelectr Freq Control*. 2008;55(7):1524–8.
17. Link TM. Osteoporosis imaging: State of the art and advanced imaging. *Radiology*. 2012;263(1):3–17.
18. Guglielmi G, Lang TF. Quantitative computed tomography. In: *Seminars in musculoskeletal radiology*. Copyright© 2002 by Thieme Medical Publishers, Inc., 333 Seventh Avenue, New ...; 2002. p. 219–28.
19. Link TM, Majumdar S, Lin JC, Newitt D, Augat P, Ouyang X, et al. A comparative study of trabecular bone properties in the spine and femur using high resolution MRI and CT. *Journal of Bone and Mineral Research*. 1998;13(1):122–32.
20. Chang CY, Rosenthal DI, Mitchell DM, Handa A, Kattapuram S V., Huang AJ. Imaging findings of metabolic bone disease. *Radiographics*. 2016;36(6):1871–87.
21. 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;158(8):588–95.
22. Link TM, Koppers BB, Licht T, Bauer J, Lu Y, Rummeny EJ. In vitro and in vivo spiral CT to determine bone mineral density: Initial experience in patients at risk for osteoporosis. *Radiology*. 2004;231(3):805–11.
23. Jang S, Graffy PM, Zierniewicz 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;291(2):360–7.
24. World Medical Association. World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA*. 2013;310(20):2191–4.
25. Congreso-de-la-Unión-LIX-Legislatura. Ley General de Salud. *Diario Oficial de la Federación*. 1984;
26. R Core Team. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing; 2019.
27. Hopper KD, Wang MP, Kunselman AR. *The Use of Clinical CT for Baseline Bone Density Assessment*. 2000.

28. Abbouchie H, Raju N, Lamanna A, Chiang C, Kutaiba N. Screening for osteoporosis using L1 vertebral density on abdominal CT in an Australian population. *Clin Radiol*. 2022 Jul 1;77(7):e540–8.
29. Cohen A, Foldes AJ, Hiller N, Simanovsky N, Szalat A. Opportunistic screening for osteoporosis and osteopenia by routine computed tomography scan: A heterogeneous, multiethnic, middle-eastern population validation study. *Eur J Radiol*. 2021 Mar 1;136.
30. Alacreu E, Moratal D, Arana E. Opportunistic screening for osteoporosis by routine CT in Southern Europe. *Osteoporosis International*. 2017 Mar 1;28(3):983–90.
31. Li YL, Wong KH, Law MWM, Fang BXH, Lau VWH, Vardhanabuti VV, et al. Opportunistic screening for osteoporosis in abdominal computed tomography for Chinese population. *Arch Osteoporos*. 2018 Dec 1;13(1).
32. Perrier-Cornet J, Omorou AY, Fauny M, Loeuille D, Chary-Valckenaere I. Opportunistic screening for osteoporosis using thoraco-abdomino-pelvic CT-scan assessing the vertebral density in rheumatoid arthritis patients. *Osteoporosis International*. 2019;

16.1 BIBLIOGRAFIA:

1. García-Concha A et al. Medición de la densidad mineral ósea y los factores de riesgo asociados. *Anales de Radiología México* 2015; 14:154-159.
2. Andrew J. et al. High-resolution Computed Tomography for Clinical Imaging of Bone Microarchitecture. *Clin Orthop Relat Res* (2011) 469:2179–2193.
3. Mettler et al. Radiologic and Nuclear Medicine Studies in the United States and Worldwide: Frequency, Radiation Dose, and Comparison with Other Radiation Sources—1950–2007. *Radiology*: Volume 253: Number 2—November 2009.