

Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

Instituto

**INSTITUTO PROFESIONAL
EN TERAPIAS Y HUMANIDADES
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA**



Instituto Profesional en Terapias y Humanidades

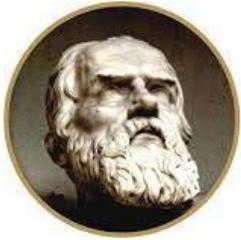
**REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LOS EFECTOS TERAPEUTICOS DE LOS
EJERCICIOS DE ALTO IMPACTO COMO BASE DEL
TRATAMIENTO TERAPÉUTICO EN PACIENTES FEMENINAS
DE 40 A 60 AÑOS DE EDAD CON DIAGNÓSTICO DE OSTEOPOROSIS**



Que Presenta

Wilson Giovanni Johnston López

Ciudad de Guatemala, Guatemala Junio 2023.



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

INSTITUTO PROFESIONAL
EN TERAPIAS Y HUMANIDADES
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA



Instituto Profesional en Terapias y Humanidades

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LOS EFECTOS TERAPEUTICOS DE LOS
EJERCICIOS DE ALTO IMPACTO COMO BASE DEL
TRATAMIENTO TERAPÉUTICO EN PACIENTES FEMENINAS
DE 40 A 60 AÑOS DE EDAD CON DIAGNÓSTICO DE OSTEOPOROSIS



Tesis profesional para obtener el Título de
Licenciado en Fisioterapia

Que Presenta

Wilson Giovanni Johnston López

Ponente

L.F.T Flor de María Molina Ortiz

Director de Tesis

Mtra. María Isabel Díaz Sabán

Asesora Metodológico

Ciudad de Guatemala, Guatemala Junio 2023

INVESTIGADORES RESPONSABLES

Ponente	Wilson Giovanni Johnston López
Director de Tesis	L.F.T Flor de María Molina Ortiz
Asesor Metodológico	Mtra. María Isabel Díaz Sabán



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

Guatemala, 6 de mayo 2023

Estimado alumno:
Wilson Giovanni Johnston López

Presente.

Respetable:

La comisión designada para evaluar el proyecto **“Revisión bibliográfica de los efectos terapéuticos de los ejercicios de alto impacto como base del tratamiento terapéutico en pacientes femeninas de 40 a 60 años de edad con diagnóstico de osteoporosis”** correspondiente al Examen General Privado de la Carrera de Licenciatura en Fisioterapia realizado por usted, ha dictaminado dar por APROBADO el mismo.

Aprovecho la oportunidad para felicitarlo y desearle éxito en el desempeño de su profesión.

Atentamente,

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

Lic. Isabel Díaz Sában
Secretario

Lic. Diego Estuardo
Jiménez Rosales
Presidente

Lic. Emanuel
Alexander Vásquez
Monzón
Examinador



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

Guatemala, 29 de noviembre 2021

Doctora
Vilma Chávez de Pop
Decana
Facultad de Ciencias de la Salud
Universidad Galileo

Respetable Doctora Chávez:

De manera atenta me dirijo a usted para manifestarle que el alumno **Wilson Giovanni Johnston López** de la Licenciatura en Fisioterapia, culmino su informe final de tesis titulado: **“Revisión bibliográfica de los efectos terapéuticos de los ejercicios de alto impacto como base del tratamiento terapéutico en pacientes femeninas de 40 a 60 años de edad con diagnóstico de osteoporosis”** Ha sido objeto de revisión gramatical y estilística, por lo que puede continuar con el trámite de graduación. Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente

Lic. Emanuel Alexander Vásquez Monzón
Revisor Lingüístico
IPETH- Guatemala



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

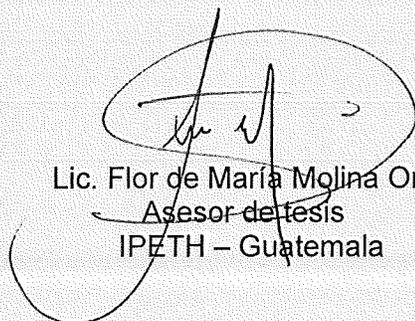
Guatemala, 26 de noviembre 2021

Doctora
Vilma Chávez de Pop
Decana
Facultad de Ciencias de la Salud
Universidad Galileo
Respetable Doctora Chávez:

Tengo el gusto de informarle que he realizado la revisión de trabajo de tesis titulado: **“Revisión bibliográfica de los efectos terapéuticos de los ejercicios de alto impacto como base del tratamiento terapéutico en pacientes femeninas de 40 a 60 años de edad con diagnóstico de osteoporosis”** del alumno **Wilson Giovanni Johnston López**.

Después de realizar la revisión del trabajo he considerado que cumple con todos los requisitos técnicos solicitados, por lo tanto, el autor y el asesor se hacen responsables del contenido y conclusiones de la misma.

Atentamente



Lic. Flor de María Molina Ortiz
Asesor de tesis
IPEETH – Guatemala



IPETH, INSTITUTO PROFESIONAL EN TERAPIAS Y HUMANIDADES A.C.
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA
COORDINACIÓN DE TITULACIÓN

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN: LISTA COTEJO DE TESINA
DIRECTOR DE TESINA

Nombre del director: Flor de María Molina Ortiz
Nombre del Estudiante: Wilson Giovanni Johnston López
Nombre de la Tesina/sis: “Revisión bibliográfica de los efectos terapéuticos de los ejercicios de alto impacto como base del tratamiento en pacientes femeninas de 40 a 60 años de edad con diagnóstico de osteoporosis”
Fecha de realización: Otoño 2021

Instrucciones: Verifique que se encuentren los componentes señalados en la Tesina del alumno y marque con una X el registro del cumplimiento correspondiente. En caso de ser necesario hay un espacio de observaciones para correcciones o bien retroalimentación del alumno.

ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA APROBACIÓN DE LA TESINA

No.	Aspecto a Evaluar	Registro de Cumplimiento		Observaciones
		Si	No	
1.	El tema es adecuado a sus Estudios de Licenciatura.	X		
2.	El título es claro, preciso y evidencia claramente la problemática referida.	X		
3.	La identificación del problema de investigación plasma la importancia de la investigación.	X		
4.	El problema tiene relevancia y pertinencia social y ha sido adecuadamente explicado junto con sus interrogantes.	X		
5.	El resumen es pertinente al proceso de investigación.	X		
6.	Los objetivos tanto generales como específicos han sido expuestos en forma correcta, en base al proceso de investigación realizada.	X		
7.	Justifica consistentemente su propuesta de estudio.	X		

8.	El planteamiento es claro y preciso. claramente en qué consiste su problema.	X		
		X		
9	La pregunta es pertinente a la investigación realizada.	X		
10.	Los objetivos tanto generales como específicos, evidencia lo que se persigue realizar con la investigación.	X		
11.	Sus objetivos fueron verificados.	X		
12	Los aportes han sido manifestados en forma correcta.	X		

13.	Los resultados evidencian el proceso de investigación realizado.	X		
14.	Las perspectivas de investigación son fácilmente verificables.	X		
15.	Las conclusiones directamente derivan del proceso de investigación realizado	X		
16.	El capítulo I se encuentra adecuadamente estructurado en base a los antecedentes que debe contener.	X		
17.	En el capítulo II se explica y evidencia de forma correcta el problema de investigación.	X		
18.	El capítulo III plasma el proceso metodológico realizado en la investigación.	X		
19.	El capítulo IV proyecta los resultados, discusión, conclusiones y perspectivas pertinentes en base a la investigación realizada.	X		
20.	El señalamiento a fuentes de información documentales y empíricas es el correcto.	X		
21.	Permite al estudiante una proyección a nivel investigativo.	X		

Revisado de conformidad en cuanto al estilo solicitado por la institución



Lic. Flor de María Molina Ortiz

Nombre y Firma Del Director de Tesina

**INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN: LISTA DE COTEJO TESINA ASESOR
 METODOLÓGICO**

Nombre del Asesor: Mtra. María Isabel Díaz Sabán
Nombre del Estudiante: Wilson Giovanni Johnston López
Nombre de la Tesina/sis: “Revisión bibliográfica de los efectos terapéuticos de los ejercicios de alto impacto como base del tratamiento en pacientes femeninas de 40 a 60 años de edad con diagnóstico de osteoporosis”
Fecha de realización: Otoño 2021

Instrucciones: Verifique que se encuentren los componentes señalados en la Tesina del alumno y marque con una X el registro del cumplimiento correspondiente. En caso de ser necesario hay un espacio de observaciones para correcciones o bien retroalimentación del alumno.

ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA APROBACIÓN DE LA TESINA

No.	Aspecto a evaluar	Registro de cumplimiento		Observaciones
		Si	No	
1	Formato de Página			
a.	Hoja tamaño carta.	X		
b.	Margen superior, inferior y derecho a 2.5 cm.	X		
c.	Margen izquierdo a 3.0 cm.	X		
d.	Orientación vertical excepto gráficos.	X		
e.	Paginación correcta.	X		
f.	Números romanos en minúsculas.	X		
g.	Página de cada capítulo sin paginación.	X		
h.	Todos los títulos se encuentran escritos de forma correcta.	X		
i.	Times New Roman (Tamaño 12).	X		
j.	Color fuente negro.	X		
k.	Estilo fuente normal.	X		
l.	Cursivas: Solo en extranjerismos o en locuciones.	X		
m.	Texto alineado a la izquierda.	X		
n.	Sangría de 5 cm. Al iniciar cada párrafo.	X		
o.	Interlineado a 2.0	X		
p.	Resumen sin sangrías.	X		
2.	Formato Redacción			
a.	Sin faltas ortográficas.	X		
b.	Sin uso de pronombres y adjetivos personales.	X		
c.	Extensión de oraciones y párrafos variado y mesurado.	X		
d.	Continuidad en los párrafos.	X		
e.	Párrafos con estructura correcta.	X		
f.	Sin uso de gerundios (ando, iendo)	X		
g.	Correcta escritura numérica.	X		

h.	Oraciones completas.	X		
i.	Adecuado uso de oraciones de enlace.	X		
j.	Uso correcto de signos de puntuación.	X		
k.	Uso correcto de tildes.	X		
l.	Empleo mínimo de paréntesis.	X		
m.	Uso del pasado verbal para la descripción del procedimiento y la presentación de resultados.	X		
n.	Uso del tiempo presente en la discusión de resultados y las conclusiones.	X		
3.	Formato de Cita	Si	No	Observaciones
a.	Empleo mínimo de citas.	X		
b.	Citas textuales o directas: menores a 40 palabras, dentro de párrafo u oración y entrecomilladas.	X		
c.	Citas textuales o directas: de 40 palabras o más, en párrafo aparte, sin comillas y con sangría de lado izquierdo de 5 golpes.	X		
d.	Uso de tres puntos suspensivos dentro de la cita para indicar que se ha omitido material de la oración original. Uso de cuatro puntos suspensivos para indicar cualquier omisión entre dos oraciones de la fuente original.	X		
4.	Formato referencias	Si	No	Observaciones
a.	Correcto orden de contenido con referencias.	X		
b.	Referencias ordenadas alfabéticamente.	X		
c.	Correcta aplicación del formato APA 2016.			
5.	Marco Metodológico	Si	No	Observaciones
a.	Agrupó, organizó y comunicó adecuadamente sus ideas para su proceso de investigación.	X		
b.	Las fuentes consultadas fueron las correctas y de confianza.	X		
c.	Seleccionó solamente la información que respondiese a su pregunta de investigación.	X		
d.	Pensó acerca de la actualidad de la información.	X		
e.	Tomó en cuenta la diferencia entre hecho y opinión.	X		
f.	Tuvo cuidado con la información sesgada.	X		
g.	Comparó adecuadamente la información que recopiló de varias fuentes.	X		
h.	Utilizó organizadores gráficos para ayudar al lector a comprender información conjunta.	X		
i.	El método utilizado es el pertinente para el proceso de la investigación.	X		
j.	Los materiales utilizados fueron los correctos.	X		
k.	El estudiante conoce la metodología aplicada en su proceso de investigación.	X		

Revisado de conformidad en cuanto al estilo solicitado por la institución



Mtra. María Isabel Díaz Sabán

Nombre y Firma del Asesor Metodológico

DICTAMEN DE TESINA

Siendo el día 29 del mes de noviembre del año 2021.

Acepto la entrega de mi Título Profesional, tal y como aparece en el presente formato.

Los C.C

Director de Tesina
Función

Lic. Flor de María Molina Ortiz

Asesor Metodológico
Función

Mtra. María Isabel Díaz Sabán PA

Coordinador de Titulación
Función

Lic. Diego Estuardo Jiménez Rosales

Autorizan la tesina con el nombre de:

"Revisión bibliográfica de los efectos terapéuticos de los ejercicios de alto impacto como base del tratamiento terapéutico en paciente femeninas de 40 a 60 años de edad con diagnóstico de osteoporosis"

Realizada por el estudiante:

Wilson Giovanni Johnston López

Para que pueda realizar la segunda fase de su Examen Privado y de esta forma poder obtener el Título y Cédula Profesional como Licenciado en Fisioterapia.



IPETH®
Titulación Campus Guatemala
Firma y Sello de Coordinación de Titulación

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecerle a Dios por darme la oportunidad de poder vivir esta experiencia de vida, profesional, por darme esa motivación de poder ayudar sin esperar nada a cambio, por darme la sabiduría para poder hacer bien mi trabajo. Quiero agradecerle a mi mamá Sandra López, porque ella me ha demostrado que a pesar de todo lo que haya pasado en nuestra vida, ella siempre estará para mí y siempre confiara en mí a pesar de lo que suceda, agradezco su amor incondicional que a lo largo de mi vida me lo ha demostrado. Quiero agradecerles a mis abuelos Federico López y Enriqueta Montenegro porque a pesar de que ya no están en esta vida terrenal conmigo, cada una de las enseñanzas que a lo largo de mi niñez me inculcaron, me han ayudado a ser la persona, el hombre, el hijo, el amigo y el profesional que soy actualmente, por haberme enseñado esos valores y principios que espero poder transmitir a las personas que me rodean. Quiero agradecer a mi padre Mohahmmed Johnston, porque me ha demostrado que a pesar de todo uno puede salir adelante sin importar los obstáculos que la vida ponga enfrente de nuestro camino, que a pesar de todo uno debe ser fuerte no solo físicamente, sino que mentalmente. Quiero agradecer a mis amigos más cercanos porque ellos son los que me han apoyado incondicionalmente y sé que si me tropiezo ellos estarán para apoyarme y ayudarme a levantarme.

DEDICATORIA

Quiero dedicarle este trabajo a Dios porque él es el que me ha dado el regalo de la vida y la oportunidad de vivir este momento tan importante de mi vida. Quiero dedicarle este trabajo a mi mamá, Sandra López porque ella ha sido incondicional en este proceso que he llevado. Quiero dedicarme a mi este trabajo, ya que esto me ha permitido demostrarme que yo soy capaz de lograr hacer lo que yo me propongo. Quiero dedicárselo a mis abuelos, que sé que en el lugar de descanso espiritual donde estén siempre me han dado su apoyo incondicional. Se lo dedico a mi papá Mohahmmed Johnston por darme la iniciativa de seguir esta carrera profesional. Se lo dedico a mis amigos incondicionales que siempre me han apoyado y han confiado en mí durante este camino profesional. También se lo dedico a las personas que no han confiado en mí y que no han creído en mí, porque esto es muestra de que todo se puede lograr a pesar de lo que las personas piensen de mí.

PALABRAS CLAVE

Osteoporosis

Ejercicios de alto impacto

Efectos terapéuticos

Tratamiento fisioterapéutico

Índice de protocolo

Portada.....	i
Investigadores responsables	ii
Hoja de autoridades y tema examinadora.....	iii
Cartas de aprobación del asesor	iv
Carta de aprobación del revisor.....	vi
Lista de cotejo metodológico.....	viii
Hoja de dictamen de tesis.....	x
Agradecimiento	xi
Dedicatoria... ..	xii

Índice de contenido

CAPITULO 1.....	1
Marco teórico.....	1
1.1 Antecedentes generales.....	1
1.1.1 Anatomía.....	3
1.1.1.1 Esqueleto humano	3
1.1.1.2 Función del esqueleto humano.....	3
1.1.1.3 Clasificación de los huesos	4
1.1.1.4 Composición del hueso.	5
1.1.1.5 Estructura del hueso.	5
1.1.1.6 Hueso compacto.	6
1.1.1.7 Hueso esponjoso.....	7
1.1.2 Fisiología.....	7
1.1.2.1 Desarrollo óseo.....	7
1.1.2.2 Metabolismo óseo.	8
1.1.3 Definición de osteoporosis.....	11
1.1.4 Etiología.....	11
1.1.5 Clasificación.....	12
1.1.5.1 Osteoporosis primaria	12
1.1.5.1.1 Osteoporosis idiopática juvenil	12
1.1.5.1.2 Posmenopáusica o tipo I.....	12
1.1.5.1.3 Osteoporosis senil o tipo II.....	12
1.1.5.2 Osteoporosis secundaria.....	12
1.1.6 Factores de riesgo	13
1.1.6.1 Menopausia	13
1.1.6.2 Edad.....	13
1.1.6.3 Genética.....	13
1.1.6.4 Masa corporal.....	13
1.1.6.5 Estilos de vida	14
1.1.7 Manifestaciones clínicas	14
1.1.8 Estudios complementarios	14
1.1.8.1 Absorciómetro dual de rayos X [DXA]	14

1.1.8.2 Estudios de laboratorio.....	15
1.1.8.3 Telopéptidos C- y N-terminales de colágeno tipo I.....	16
1.1.8.4 Fosfatasa alcalina específica para huesos.....	16
1.1.8.5 Osteocalcina sérica.....	16
1.2 Antecedentes específicos.....	17
1.2.1 Tratamiento farmacológico.....	17
1.2.1.1 Calcio y vitamina D.....	18
1.2.1.2 Terapia hormonal.....	18
1.2.1.3 Bifosfonatos.....	18
1.2.1.4 Inhibidor de RANKL.....	18
1.2.2 Tratamiento fisioterapéutico.....	18
1.2.2.1 Definición de ejercicio.....	18
1.2.2.2 Ejercicio en osteoporosis.....	19
1.1.2.3 Definición de ejercicios de alto impacto.....	19
1.1.2.4 Protocolos de ejercicios de alto impacto.....	20
1.1.2.4.1 Ejercicios aeróbicos con soporte de peso:.....	20
1.1.2.4.2 Ejercicios de fuerza o resistencia:.....	20
1.1.2.4.3 Entrenamiento de intervalos de alta intensidad [HIIT].....	20
1.1.2.4.4 El entrenamiento en suspensión [TRX].....	20
1.1.2.4.5 Ejercicios de resistencia progresivos de alta intensidad:.....	21
1.1.2.4.6 Danza aeróbica.....	21
1.1.2.4.7 Ejercicios aeróbicos en agua.....	21
1.2.3 Dosificación de ejercicios de alto impacto.....	21
1.2.4 Ejercicios de alto impacto y la ley de Wolff.....	22
CAPÍTULO II.....	23
Planteamiento del problema.....	23
2.1 Planteamiento del problema.....	23
2.2 Justificación.....	24
2.3 Objetivos.....	26
2.3.1 Objetivo general.....	26
2.3.2 Objetivos específicos.....	26
CAPÍTULO III.....	27

Marco metodológico	27
3.1 Materiales	27
3.2 Métodos Utilizados.....	28
3.2.1 Enfoque de investigación.....	29
3.2.1.1 Enfoque cualitativo.	29
3.2.2 Tipo de estudio	29
3.2.2.1 Descriptivo.....	29
3.2.3 Método de estudio	30
3.2.4 Diseño de investigación.....	30
3.2.4.1 Diseño no experimental	30
3.2.5 Criterios de selección	31
3.3 Variables.....	31
3.3.1 Definición de variable.....	31
3.3.2 Variable independiente.....	31
3.3.3 Variable dependiente.....	32
CAPITULO IV	36
Resultados.....	36
4.1 Resultados.....	36
4.2 Discusión	42
4.3 Conclusiones.....	43
4.4 Perspectiva y/o aplicaciones prácticas.....	44

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación de los huesos.....	4
Tabla 2. Estructura del hueso y descripción.....	5
Tabla 3. Criterios de selección sobre la investigación diseñada	31
Tabla 4. Operativización de las variables.....	32
Tabla 5. Resultados	37

Índice de figuras

Figura 1. Conductos de Volkmann y Havers	7
Figura 2. Proceso de crecimiento óseo.....	8
Figura 3. Esquema de remodelado del tejido óseo	9
Figura 4. Radiografía de fractura de fémur	14
Figura 5. Absorciómetro dual de rayos X.....	15
Figura 6. Exámenes de laboratorio	17
Figura 7.. Grafica sobre los porcentajes de los materiales utilizados en la investigación	28
Figura 8. Grafica sobre los porcentajes de los buscadores utilizados en la investigación.	28

Resumen

La presente investigación está basada en los efectos terapéuticos de los ejercicios de alto impacto y como pueden utilizarse para el tratamiento de pacientes femeninas que padecen osteoporosis. La cual está definida como una enfermedad que está caracterizada por la pérdida de la densidad ósea lo cual incrementa la fragilidad del hueso, esto causando fracturas por debilidad ósea en los pacientes que la padecen.

En la actualidad la osteoporosis y las fracturas por fragilidad son una de las causas de mayor gasto a nivel personal del paciente, como a nivel de sistema de salud. Es por esto que se considera una de las enfermedades crónico degenerativas de mayor importancia a nivel salud.

Es por esto que la presente investigación tiene como objetivo determinar los efectos terapéuticos de los ejercicios de alto impacto como base del tratamiento terapéutico en pacientes femeninas de 40 a 60 años con diagnóstico de osteoporosis, la cual fue recopilada de distintas bases de datos y distintas bibliografías.

Se busca evidenciar por medio de una investigación cualitativa y descriptiva la eficacia de los ejercicios de alto impacto y sus efectos terapéuticos para los pacientes que padecen osteoporosis, analizando distintos protocolos de ejercicios los cuales pueden ser beneficiosos para el tratamiento y la prevención de la osteoporosis.

Capítulo 1

Marco teórico

En este capítulo se presentarán los aspectos generales como anatomía, fisiología y clasificaciones anatómicas generales del hueso. Además, se presentará la fisiopatología, etiología, manifestaciones clínicas, clasificación y estudios diagnósticos presentes en la osteoporosis. Se especificarán los tratamientos utilizados en pacientes que padecen osteoporosis, haciendo énfasis en los ejercicios de alto impacto, su definición, clasificación, indicaciones, contraindicaciones, además de presentar el efecto terapéutico que genera en los pacientes que padecen osteoporosis.

1.1 Antecedentes generales

La osteoporosis es un problema que afecta la salud individual del paciente afectando al entorno familiar, esto además generando gastos a nivel salud y a nivel social, esto debido a que presentan altos porcentajes de incidencia y prevalencia a nivel de Latinoamérica como a nivel mundial. Es por eso que se debe conocer los aspectos generales de cómo es el proceso de la osteoporosis y de que estructuras se ven afectada para poder brindar un tratamiento eficaz para evitar estos problemas y gastos tanto de paciente como de la sociedad en general

1.1.1 Anatomía

1.1.1.1 Esqueleto humano. El tejido óseo es uno de los mayores del organismo, con funciones claras: servir de soporte y protección de las partes blandas, sustento del movimiento con el anclaje de los músculos, reservorio de minerales y almacén interactivo de la médula ósea (Lafita, 2003).

El esqueleto humano adulto tiene un total de doscientos trece huesos, excluyendo los huesos sesamoideos, el esqueleto apendicular tiene ciento veintiséis huesos, esqueleto axial setenta y cuatro huesos y huesecillos auditivos seis huesos. Cada hueso se somete constantemente a un modelado durante la vida para ayudarlo adaptarse a las fuerzas biomecánicas cambiantes, así como a remodelar para quitar el hueso viejo y micro dañado y reemplazarlo por uno nuevo hueso mecánicamente más fuerte para ayudar a preservar la fuerza ósea (Clarke, 2008).

1.1.1.2 Función del esqueleto humano. El hueso es un tejido vivo, es un tipo de tejido conectivo duro, altamente especializado que compone la mayor parte del esqueleto (Moore, 2013).

Los huesos adultos proporcionan las siguientes funciones:

- Soporte para el cuerpo y sus cavidades vitales; es el principal tejido de sostén del organismo.
- Protección para las estructuras vitales.
- Base mecánica para el movimiento (acción de palanca)
- Almacenamiento de sales (calcio, por ejemplo)

- Aporte continuo de nuevas células sanguíneas (producidas por la médula ósea en la cavidad medular de muchos huesos).

1.1.1.3 Clasificación de los huesos. Las cuatro categorías generales de huesos son: huesos largos, huesos cortos, huesos planos y huesos irregulares.

Tabla 1. Clasificación de los huesos.

Huesos largos	Huesos cortos	Huesos planos	Huesos irregulares
Clavículas	Huesos del carpo	Cráneo	Vertebras
Humeros	Huesos del tarso	Mandíbula	Sacro
Radios	Rotulas	Escapula	Cóccix
Cúbitos	Huesos	Esternón	Hueso hioides
Metacarpianos	sesamoideos.	Costillas	
Fémures			
Tibias			
Fíbulas			
Metatarsianos			
Falanges			

Nota: Esta tabla muestra la clasificación y descripción de cada tipo de hueso

Fuente: (Moore, 2003)

Los huesos planos se forman por la formación de hueso membranoso, mientras que los huesos largos están formados por una combinación de formación de hueso endocondral y membranoso (Clarke, 2008).

1.1.1.4 Composición del hueso. A diferencia de otros tejidos, la sustancia intracelular del hueso contiene sales minerales abundantes, en especial fosfato de calcio, $[Ca_3[PO_4]_2 * [OH]_2]$ y algo de carbonato de calcio $[CaCO_3]$. La denominación genérica de estas sales es la hidroxiapatita. Al depositarse estas en la estructura que forman las fibras colágenas de la sustancia intercelular, el hueso se endurece, es decir, se osifica. Las hidroxiapatitas comprenden el 67% del peso de un hueso y las fibras de colágenas, el 33% restante (Tortora, 2013).

1.1.1.5 Estructura del hueso. En un hueso largo como el humero o el fémur se pueden encontrar las siguientes estructuras anatómicas que representan a este tipo de hueso:

Tabla 2. Estructura del hueso y descripción.

Estructura	Descripción
Diáfisis	La porción principal y larga del hueso.
Epífisis	Los extremos de los huesos.
Metáfisis	Unión de la diáfisis y epífisis, se determina como un hueso en crecimiento, es la región (placa epifisiaria) en que se refuerza el cartílago calcificado y después tiene lugar la sustitución por tejido óseo.
Cartílago articular	Delgada capa de cartílago hialino que cubre la epífisis en el área en que el hueso forma una articulación con otra.
Periostio	Recubrimiento fibroso, denso y color blanco de la superficie restante del hueso. Consiste en dos capas: capa fibrosa y capa osteogénica. El periostio es indispensable para el crecimiento, reparación y nutrición del hueso. Además, es el sitio de inserción de ligamentos y tendones.

Cavidad medular	Es el espacio, dentro de la diáfisis que contiene la médula ósea amarilla
Endostio	Capa de osteoblastos que recubre la cavidad medular e incluye osteoclastos (células encargadas de la resorción o destrucción del tejido óseo) dispersos.

Nota: Esta tabla muestra la estructura y la descripción de los huesos del cuerpo humano

Fuente: Elaboración propia con información de (Tortora, 2013)

Las regiones de un hueso pueden clasificarse en esponjosa o compacta. El hueso esponjoso o trabeculado contiene espacios grandes y numerosos, llenos de médula roja. Es el presente en gran parte de los huesos cortos, planos o irregulares, así como en la epífisis de huesos largos. Además, presenta un área de almacenamiento de la médula ósea (Tortora, 2013).

El hueso compacto por el contrario incluye menos espacios, es depositado en forma de capas sobre el hueso esponjoso y se presenta de mayor manera en la diáfisis que en la epífisis. Posee funciones de protección y de sostén. En huesos largos permiten que se resista a la tensión del peso que soporta el hueso o el cuerpo en general (Moore, 2013).

1.1.1.6 Hueso compacto. Posee una estructura de anillos concéntricos. Los vasos sanguíneos y nervios provenientes del periostio penetran en el hueso compacto a través de los canales perforantes [conductos de Volkmann]. Los vasos sanguíneos de estos canales conectan con los vasos y nervios de la cavidad medular y de los canales centrales [conductos de Havers]. Estos tienen una disposición longitudinal con relación al eje del hueso (Tortora, 2013).

Los rodean laminas concéntricas, que son anillos de sustancia intercelular calcificada y dura. Entre las láminas se observan pequeños espacios, llamados lagunas, que contienen osteocitos, en

esas lagunas se originan los canalículos que contienen finas prolongaciones de los osteocitos. Los osteocitos son osteoblastos maduros que ya no producen tejido óseo y cuya función es participar en las actividades celulares cotidianas del tejido óseo.

Cada canal central, con los osteocitos, laminas, laguna y canalículos forman una osteona [sistema haversiano], que es una estructura característica de los huesos adultos.

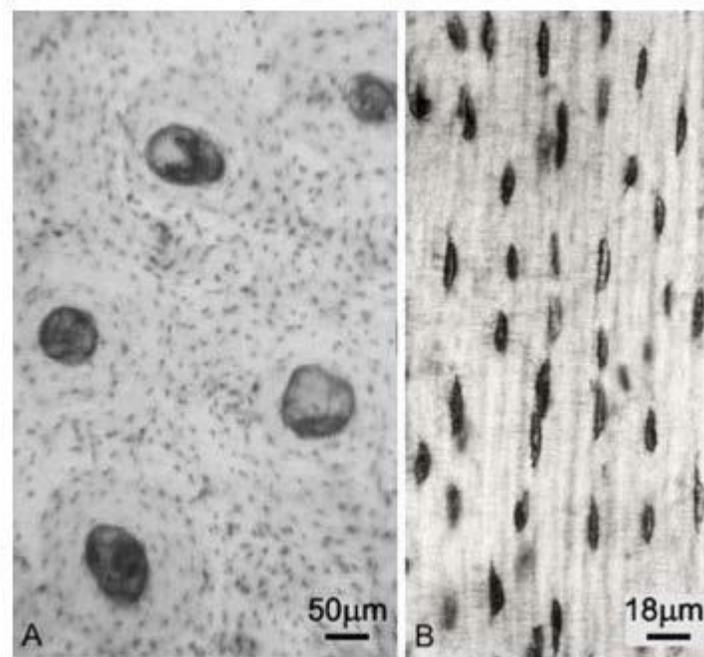


Figura 1. Conductos de Volkmann y Havers (Tortora, 2013).

1.1.1.7 Hueso esponjoso. A diferencia del hueso compacto, el esponjoso no posee osteonas verdaderas, sino es una red irregular de placas delgadas de hueso, llamadas trabéculas, entre estas se encuentra la llamada médula roja. Estas se encargan de formar la sangre (Tortora, 2013).

1.1.2 Fisiología

1.1.2.1 Desarrollo óseo. El proceso por el que se forman los huesos en el cuerpo recibe el nombre de osificación [osteogénesis], la primera etapa del desarrollo de los huesos es la

migración de las células mesenquimatosas [células del tejido embrionario] al área en que se efectuara la osificación (Salhotra y Col., 2020).

Cuando el área donde se ubican estas células es irrigada, se forman los osteoblastos los cuales son los encargados de la formación del tejido óseo. Sin embargo, si no están irrigadas las áreas, se forman condroblastos, encargados de la formación de cartílago (Longaker, 2020).

En el desarrollo óseo existen dos tipos de procesos, la osificación intramembranosa que es la más sencilla y directa. Y la osificación endocondral, la cual se caracteriza por la sustitución de cartílago con el tejido óseo (Tortora, 2013).

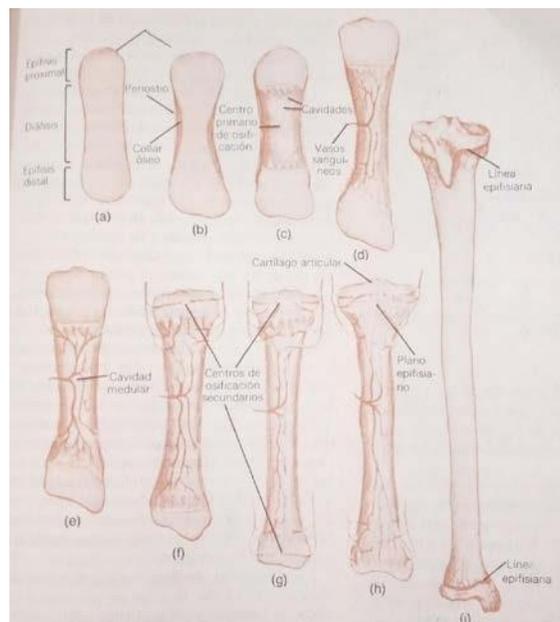


Figura 2. Proceso de crecimiento óseo (Tortora, 2013).

1.1.2.2 Metabolismo óseo. Cuando se habla de metabolismo óseo estamos hablando de como el tejido óseo posee un equilibrio, es decir, el hueso experimenta una remodelación ósea continua desde el momento de su calcificación inicial hasta que aparezca su estructura final con el fin de una homeostasis ósea (Tortora, 2013).

Los huesos tienen varios tipos de células, incluidos los osteoclastos, osteoblastos, osteocitos y células de revestimiento óseo. Básicamente, el modelado óseo y remodelación incluyen la función de los osteoclastos en la eliminación de la superficie ósea y los osteoblastos con la función de depositar nueva matriz en ellos (Capulli, et al. 2014)

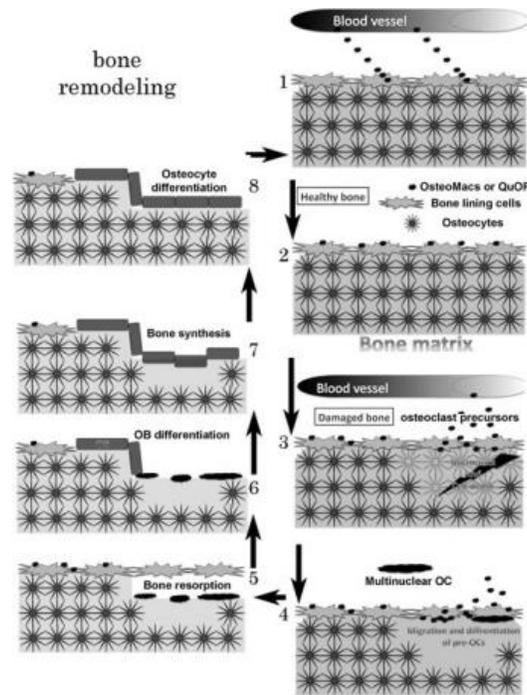


Figura 3. Esquema de remodelado del tejido óseo (Capulli, et al. 2014)

Este proceso es responsable de la protección de la función del esqueleto y la recuperación de fracturas. Algún tipo de defecto en la coordinación del recambio óseo resultaría en enfermedades óseas como la enfermedad de Paget, displasia fibrosa, osteoartritis, osteoporosis y fracturas por fragilidad (Tobeiha, et al., 2020).

El remodelado óseo es responsable del crecimiento, reparación y regeneración del tejido óseo por medio de un equilibrio entre la deposición y reabsorción de la matriz ósea durante el

desarrollo y la homeostasis. Los osteoblastos y los osteoclastos son las células responsables de la deposición, mineralización ósea y reabsorción ósea (Suzuki, et al., 2020).

RANKL / RANK / OPG. El sistema RANKL / RANK / OPG es conocido por sus funciones en la maduración de osteoclastos, modelado óseo y remodelado óseo.

Activador del receptor de NF-kB (RANK), activador del receptor del ligando NF-kB (RANKL) y osteoprotegerina (OPG) son los componentes principales de este sistema de señalización.

Curiosamente, participar en la hemostasia ósea no es el único efecto de la vía RANKL / RANK / OPG. El sistema RANKL [también conocido como OPGL, ODF y TRANCE], como una proteína homotrimérica, es producida por osteoblastos y algunas otras células, como las células T activadas (Tobeiha, et al., 2020).

RANKL, que es una secreción de preosteoblastos, osteoblastos, osteocitos y células periósticas, hacen que RANK esté activado, que es expresado por los osteoclastos y sus precursores. RANKL tiene asignaciones para estimular la diferenciación de preosteoclastos, la adherencia de los osteoclastos al tejido óseo, su siguiente activación y su mantenimiento, los preosteoclastos se combinan y forman una célula multinuclear que se ve afectado por RANKL (Tobeiha, et al., 2020).

“Probablemente el determinante concluyente en la reabsorción ósea es la relación RANKL / OPG. La mayor parte del tiempo, la elevación del sistema RANKL y la disminución del sistema OPG conducen a pérdida ósea. Hay varios factores endógenos que afectara el control del sistema RANKL / RANK / OPG, incluidas algunas citocinas [TNF-a, IL-1, IL-6, IL-4, IL-11 y IL-17], hormonas [vitamina D, estrógeno y glucocorticoides] y factores de transcripción mesenquimatosos [13, 67]” (Tobeiha, et al., 2020).

1.1.3 Definición de osteoporosis.

“La osteoporosis es una enfermedad esquelética sistémica caracterizada por una baja masa ósea y deterioro de la microarquitectura en el tejido óseo, que conduce a una mayor fragilidad ósea y un mayor riesgo de fracturas” (Ensrud, 2017).

La definición operativa de osteoporosis se basa en la medición de la densidad mineral ósea (DMO), la Organización Mundial de la Salud [OMS] la define con una puntuación T de densidad mineral ósea [DMO] inferior a -2,5 medida por absorciometría de rayos X de emisión dual [DXA] (Armas, L. A., 2012). Es una afección común que afecta al 30% de las mujeres y al 12% de los hombres en alguno punto de sus vidas. Y la osteopenia, o baja densidad ósea, se define como una puntuación T de 1,0 a 2,5 (Meenakshi, 2020).

1.1.4 Etiología

“La menopausia es el cese de la menstruación, que está precedida por 1 a 2 años de disminución gradual de la producción de estrógenos ováricos. Ocurre en la mayoría de las mujeres aproximadamente a la edad de 51 años. Los estrógenos inhiben la actividad de los osteoclastos y la privación de estrógenos elimina esta inhibición y contribuye a la pérdida de masa ósea” (Armas, 2012).

Rojas (2015), determina que alcanzado el pico de masa ósea, que se consigue hacia los 32 años de edad, la densidad mineral ósea inicia un descenso muy leve que se mantiene hasta la menopausia, cuando la carencia de estrógenos la acelera en forma notoria. La deficiencia de estrógenos se considera el mecanismo central de la osteoporosis posmenopáusica. Se estima que la pérdida de masa ósea en la premenopausia es de 0,3% al año, y se aumenta a 2-3% al año en los primeros años de la posmenopausia.

1.1.5 Clasificación

La clasificación de la osteoporosis se puede dividir en osteoporosis primaria y secundaria.

1.1.5.1 Osteoporosis primaria. Pueden ser Idiopática: Juvenil o del adulto joven, o Involutiva: Posmenopáusica o Senil.

1.1.5.1.1 Osteoporosis idiopática juvenil: Es un trastorno raro, que se inicia generalmente entre los 8 y los 14 años. Se manifiesta por la aparición brusca de dolor óseo y de fracturas con traumatismos mínimos. El trastorno remite por sí solo en muchos casos y la recuperación ocurre de forma espontánea en un plazo de 4 o 5 años (Hermoso, 2003).

1.1.5.1.2 Posmenopáusica o tipo I: Se produce en la mujer como consecuencia del cese de la función ovárica; la pérdida ósea se acelera y afecta especialmente al hueso trabecular, siendo características las fracturas vertebrales por aplastamiento y las de la extremidad distal del antebrazo (Cano, R. P., 2018).

1.1.5.1.3 Osteoporosis senil o tipo II: Se detecta en algunas mujeres y varones de más de 70 años como consecuencia de un déficit de la función de los osteoblastos (bajo remodelado óseo). Otros factores etiopatogénicos son: sedentarismo-inmovilización, peor absorción intestinal de calcio, menor insolación y trastornos nutricionales que ocasionan déficit de vitamina D e hiperparatiroidismo secundario (Hermoso, 2003).

1.1.5.2 Osteoporosis secundaria. Estas pueden ser endocrinas: por hipertiroidismo, hiperparatiroidismo, hipogonadismo, hipercortisolismo o por diabetes mellitus tipo I. También pueden ser hematológicas: en el caso de mieloma o leucemia/linfoma. También puede ser causada por enfermedades crónicas como hepatopatías, neuropatías, enfermedades del colágeno,

malabsorción o gastrectomía. El déficit nutricional también ocasiona este tipo de osteoporosis, asimismo, algunos fármacos tales como corticoides y heparina ocasionan esta osteoporosis. Por último, la inmovilización también influye en la osteoporosis secundaria (Pilchisaca, et al. 2018).

1.1.6 Factores de riesgo

Uno de los factores más relevantes para poder padecer de osteoporosis son los siguientes:

1.1.6.1 Menopausia. Supone la condición de riesgo más importante para esta enfermedad, la deprivación estrogénica supone una falta de freno a la acción de los osteoclastos y esto conlleva una pérdida acelerada y desproporcionada de hueso trabecular (alto remodelado óseo). Esta acción, junto con el hecho de que el pico de masa ósea en la mujer es más precoz y de menor cuantía que en el varón justifica, en gran medida, que la OP sea mucho más frecuente en el sexo femenino (Hermoso, 2003).

1.1.6.2 Edad. Es un factor de riesgo independiente para desarrollar una [OP], pero está intensamente relacionado con la menopausia en la mujer.

1.1.6.3 Genética. Aunque la OP es más frecuente en hijas de madres osteoporóticas, no se ha podido establecer un patrón de transmisión genética específico de la enfermedad (Bijelic, et al. 2017).

1.1.6.4 Masa corporal. Las pacientes con un IMC bajo [$<19 \text{ Kg/m}^2$] tienen menor DMO lo cual, parece estar en relación, por una parte, con un menor efecto osteoblástico debido a una menor carga mecánica sobre el hueso y por otra, con un menor freno de la actividad osteoclástica derivado de la menor producción de estrona por falta de panículo adiposo (Bijelic, et al. 2017).

1.1.6.5 Estilos de vida. Es fundamental para conservar la masa ósea. Engloba aspectos que tienen que ver con la dieta, los hábitos tóxicos y la actividad física. Son factores que influyen con poco peso específico cada uno, pero de forma persistente a lo largo de la vida y potenciándose entre sí. (Pilchisaca, et al. 2018).

1.1.7 Manifestaciones clínicas

La osteoporosis no presenta manifestaciones clínicas específicas hasta la aparición de la primera fractura. Las fracturas ocurren con mayor frecuencia en las vértebras, el radio distal y el fémur proximal. Estas fracturas causan dolor, incapacidad física y deformidades, perjudican la calidad de vida y reducen la esperanza de vida. Las fracturas de cadera son las más grave y aumentar la tasa de mortalidad en un 12-20% en 2 años de fractura (Bhandari, 2017).

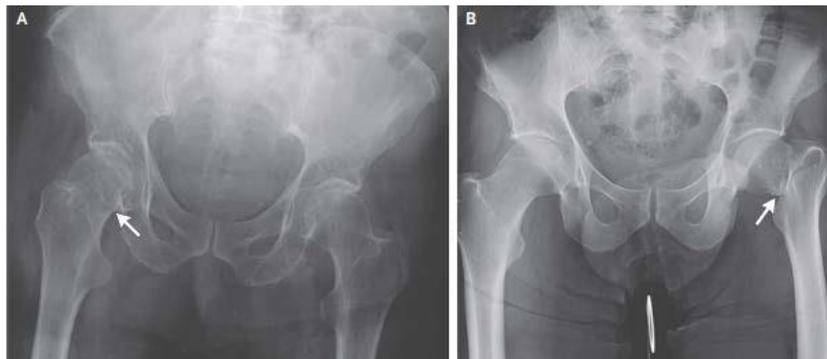


Figura 4. Radiografía de fractura de fémur (Bhandari, 2017).

1.1.8 Estudios complementarios.

1.1.8.1 Absorciómetro dual de rayos X [DXA]. La DXA se considera la prueba gold standard de métodos utilizados para diagnosticar la osteoporosis. Esta prueba es capaz de medir el contenido mineral óseo en cualquier lugar del cuerpo, pero generalmente se usa en sitios

centrales (la columna lumbar y el fémur proximal) y sitios periféricos, incluyendo el antebrazo distal (Lane, 2006).

Una puntuación T de $-2,5$ y menor, es decir, $2,5$ o más desviaciones estándar por debajo de una población de referencia normal, se define como osteoporosis, mientras que una puntuación T entre $-1,1$ y $-2,4$ se define como osteopenia. Un puntaje T de $-1,0$ y superior se considera normal (Link, 2020).

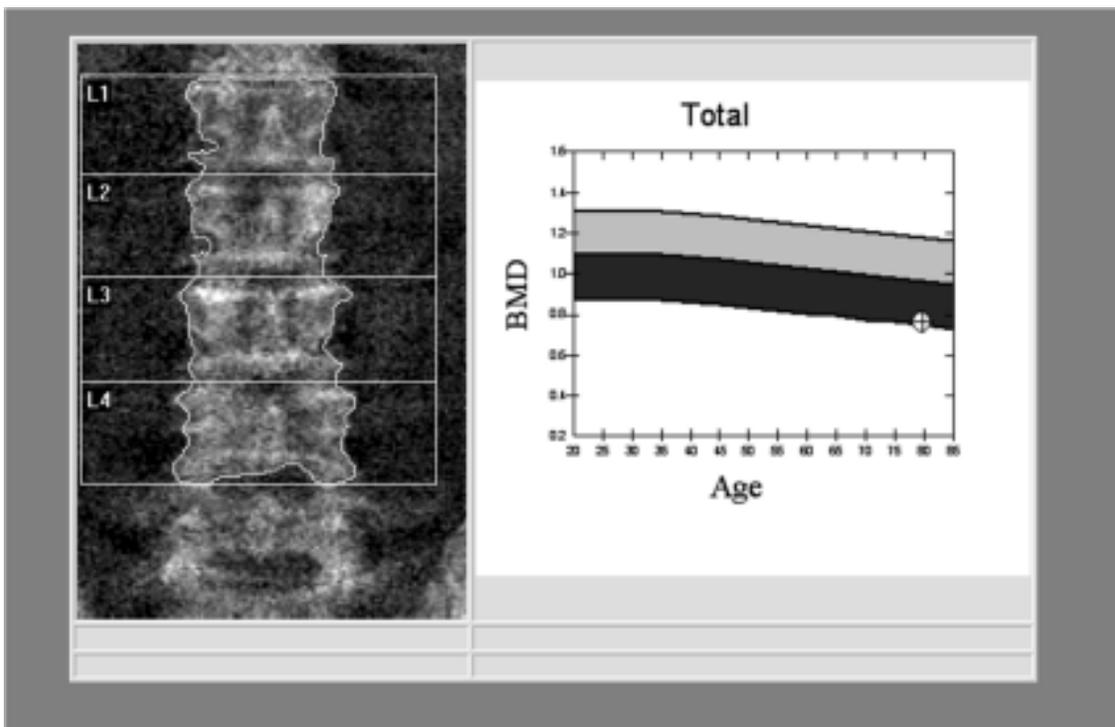


Figura 5. Absorciómetro dual de rayos X (Link, T. M., 2020)

1.1.8.2 Estudios de laboratorio. Los marcadores bioquímicos del recambio óseo son pruebas de laboratorio que contribuyen a una mejor evaluación y seguimiento terapéutico. El progresivo perfeccionamiento de estas técnicas augura el desarrollo de marcadores más sensibles para su control (Duró, 2010).

1.1.8.3 Telopéptidos C- y N-terminales de colágeno tipo I. Los osteoblastos secretan colágeno tipo I como una molécula intacta que contiene los propéptidos N- y C-terminales, que posteriormente se escinden en el espacio extracelular. Por tanto, los propéptidos-N y C-terminales de los niveles de colágeno de tipo I (PINP y PICP) son marcadores de la secreción de colágeno de tipo I por los osteoblastos. El colágeno tipo I es el componente proteico más abundante del hueso, y los telopéptidos C y N-terminales del colágeno tipo I [CTX y NTX] son ambos fragmentos de colágeno tipo I

1.1.8.4 Fosfatasa alcalina específica para huesos. Si bien los niveles de fosfatasa alcalina total [ALP] medidos por la actividad enzimática pueden mostrar una asociación con la actividad de remodelación ósea, particularmente en casos de trastornos de recambio extremadamente alto, como la enfermedad de Paget ósea, la utilidad de la ALP total en este contexto se ve atenuada por la ALP total. actividad que representa los productos de 4 genes ALP

1.1.8.5 Osteocalcina sérica. La mayor parte de la osteocalcina [OC] secretados por los osteoblastos se incorporan a la matriz orgánica que luego se osificará en el hueso; sin embargo, una pequeña fracción se secreta en la circulación. Por esta razón, la OC se considera ampliamente un marcador de formación ósea y, de hecho, las concentraciones de OC se correlacionan con las mediciones directas de la formación ósea mediante histomorfometría. Sin embargo, la fracción de OC incorporada en la matriz ósea orgánica puede liberarse durante la resorción ósea osteoclástica

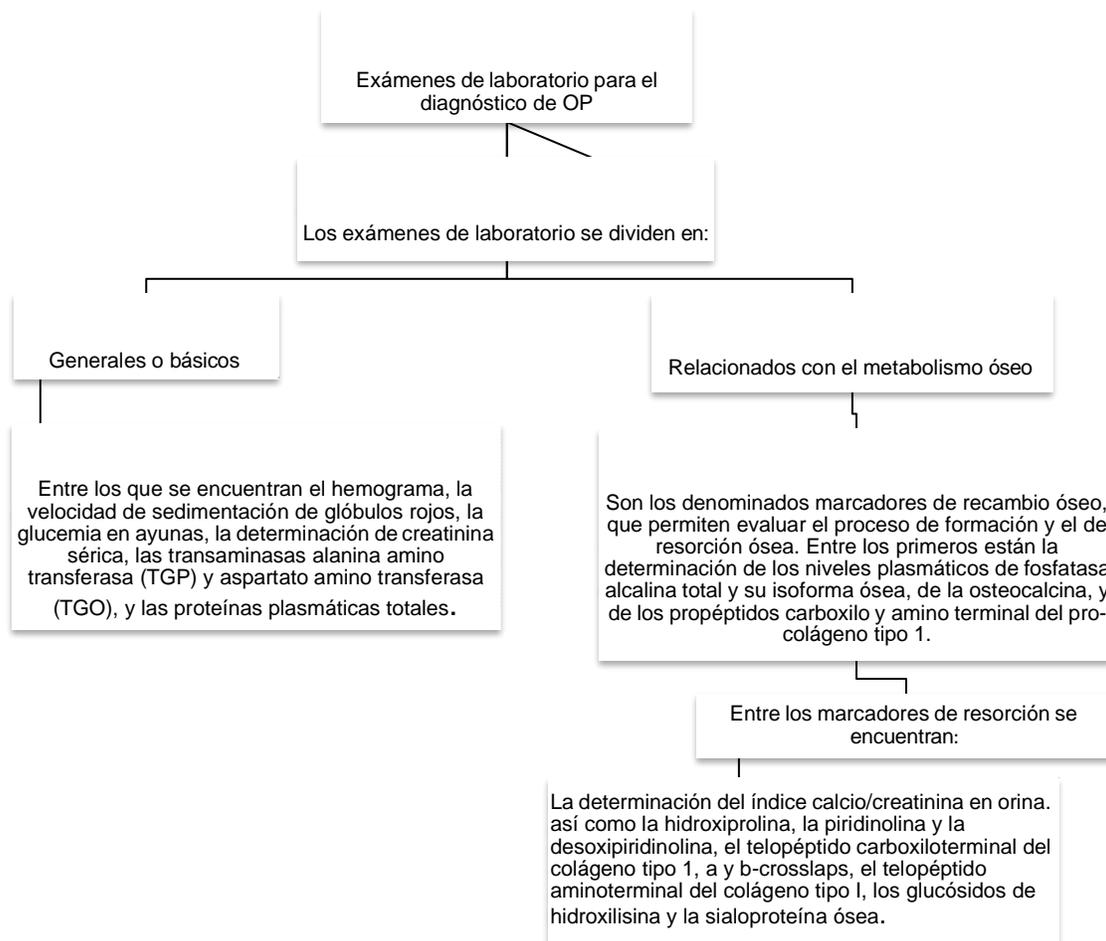


Figura 6. Exámenes de laboratorio (Navarro et al., 2019).

1.2 Antecedentes específicos

1.2.1 Tratamiento farmacológico. El tratamiento con fármacos debe ser evaluado por el médico especialista sobre la base de los beneficios por cuanto en la actualidad algunos se encuentran en estudio y presentan efectos secundarios. Asimismo, en ninguno de los casos el paciente debe automedicarse, incluso en el caso de vitaminas y minerales por cuanto las cantidades representan

un factor de gran importancia que puede beneficiar o perjudicar, según sea el caso (Pilchisaca, et al., 2018)

1.2.1.1 Calcio y vitamina D. “La suplementación adecuada de calcio y vitamina D es clave para asegurar la prevención de la pérdida ósea progresiva. Para las mujeres posmenopáusicas, se recomienda una ingesta diaria total de 1200 mg de calcio elemental de fuentes dietéticas y suplementarias y una suplementación diaria con 800 a 2000 UI de vitamina D”.

1.2.1.2 Terapia hormonal. “La terapia hormonal debe prescribirse para mujeres posmenopáusicas sintomáticas como la opción más eficaz para aliviar los síntomas de la menopausia. Representa una opción razonable para la prevención de la pérdida ósea y las fracturas en esta población de pacientes”.

1.2.1.3 Bifosfonatos. El alendronato, el risedronato y el ácido zoledrónico son agentes valiosos de primera línea de elección en el tratamiento de la osteoporosis posmenopáusica y deben considerarse para disminuir el riesgo de fracturas vertebrales, no vertebrales y de cadera

1.2.1.4 Inhibidor de RANKL. El denosumab es un agente antirresortivo eficaz, que ha demostrado reducir el riesgo de fracturas vertebrales, no vertebrales y de cadera (IA) y debe considerarse como un agente de elección de primera línea en el tratamiento de la osteoporosis posmenopáusica en mujeres con una fractura alta. Riesgo

1.2.2 Tratamiento fisioterapéutico

1.2.2.1 Definición de ejercicio. Según la [OMS] describe que la "actividad física" no debe confundirse con el "ejercicio". Este es una variedad de actividad física planificada, estructurada, repetitiva y realizada con un objetivo relacionado con la mejora o el mantenimiento de uno o más componentes de la aptitud física. La actividad física abarca el ejercicio, pero también otras

actividades que entrañan movimiento corporal y se realizan como parte de los momentos de juego, del trabajo, de formas de transporte activas, de las tareas domésticas y de actividades recreativas.

1.2.2.2 Ejercicio en osteoporosis. En los últimos años, muchos estudios han informado resultados muy consistentes sobre los efectos beneficiosos del ejercicio sobre la DMO de la columna lumbar y el fémur en mujeres menopáusicas y, en general, en la vejez. Se han descrito varios ejercicios para estimular el crecimiento óseo y preservar la masa ósea; las intervenciones óptimas son aquellas que favorecen un estímulo mecánico sobre el hueso tanto a través de la carga antigravedad como del estrés ejercido sobre los músculos (Benedetti, 2018)

Se ha propuesto el ejercicio como una estrategia potencial para controlar la osteoporosis; sin embargo, la magnitud del beneficio de la intervención con ejercicios se percibe tradicionalmente como modesta en el mejor de los casos. Se sabe que el hueso responde preferentemente a cargas mecánicas que inducen deformaciones de gran magnitud a tasas altas o frecuencias y esa carga de soporte de peso es vital (Watson, 2018).

1.1.2.3 Definición de ejercicios de alto impacto. El entrenamiento de alta intensidad, resistencia progresiva e impacto con pesas (HiRIT) se puede emplear para generar cargas mecánicas, pero los profesionales de la salud no lo han recetado de forma rutinaria en ausencia de evidencia que respalde su eficacia (Watson, 2018).

Estos ejercicios se clasifican en ejercicios de resistencia [aeróbica y muscular] y de impacto [saltos, sprints, deportes de alto impacto, ejercicios de alta intensidad]. Se han destacado como estrategias no farmacológicas importantes en el tratamiento de la osteoporosis, que influyen

directamente en la preservación o mejora de la masa ósea y la aptitud funcional (Aboarrage et al., 2018).

1.1.2.4 Protocolos de ejercicios de alto impacto. Se ha demostrado que la actividad física aumenta la fuerza muscular y la densidad mineral ósea [DMO]. Además, la actividad física mejora el control, el equilibrio y la coordinación de los músculos y reduce el riesgo de caídas (Hakestad et al., 2015).

1.1.2.4.1 Ejercicios aeróbicos con soporte de peso: Actividades de impacto o cualquier otro ejercicio en el que brazos, pies y piernas soporten el peso [es decir, caminar, subir escaleras, trotar, voleibol, tenis y deportes similares, Tai Chi y baile] (Watson, 2018).

1.1.2.4.2 Ejercicios de fuerza o resistencia: en el que las articulaciones se mueven contra algún tipo de resistencia, en forma de pesas, máquinas, tubos o el propio peso corporal (Watson, 2018).

1.1.2.4.3 Entrenamiento de intervalos de alta intensidad [HIIT]: Se caracteriza por estímulos de corta duración, entre 15 segundos a 1 min, de moderada a alta intensidad, y con pausas entre 15 segundos a 2 minutos, con la realización de patrones motores cíclicos como correr, trotar, etc.; o acíclicos, como ejercicios de fuerza con cargas externas, pudiendo utilizar bandas elásticas, mancuernas, discos, etc., (Abarzúa et al., 2019).

1.1.2.4.4 El entrenamiento en suspensión [TRX]: se ha vuelto cada vez más popular como herramienta de entrenamiento. En esta actividad se puede variar la intensidad del ejercicio según la posición del cuerpo y los efectos de la gravedad, actuando el peso corporal como resistencia. Se ha demostrado que tienen efectos beneficiosos sobre la activación y el equilibrio muscular (Jiménez, 2019)

1.1.2.4.5 Ejercicios de resistencia progresivos de alta intensidad: mejoran la función física y la fuerza muscular en los adultos mayores. La carga progresiva durante las actividades de soporte de peso puede ser eficaz para mejorar la [DMO] en pacientes con [DMO] baja (Hakestad et al., 2015).

1.1.2.4.6 Danza aeróbica: es un ejercicio de alta energía que mejora resistencia cardiovascular, consisten en impacto, movimiento, equilibrio, y agilidad. Es un ejercicio seguro con una incidencia relativamente baja de lesiones, y puede mejorar la condición física y reducir el riesgo de caídas en mujeres adultas mayores [≥ 72 años] (Yu, 2019).

1.1.2.4.7 Ejercicios aeróbicos en agua: Ejercicio realizado en el entorno acuático, a menudo conocido como ejercicio a base de agua (WBE), presenta una menor riesgos de fractura traumática, y las articulaciones están expuestas a menos estrés e impacto (Simas, 2017)

1.2.3 Dosificación de ejercicios de alto impacto

La American College of Sports Medicine sugiere que, durante la edad adulta, las actividades de resistencia con soporte de peso, actividades que implican saltos [voleibol, baloncesto] y ejercicio de resistencia levantamiento de pesas, se deben realizar con intensidad moderada o alta, 3-5 veces por semana durante 30-60 minutos, posiblemente en combinación.

Se aconseja un ejercicio en el que las pulsaciones no superen los 130 latidos por minuto, ya que debe lograr mantenerse en el peso ideal y realizar ejercicio físico aeróbico de impacto o ejercicios de resistencia periódicamente, en el cual pueden mantener o incrementar la densidad ósea en mujeres posmenopáusica (Rodríguez et al., 2018).

1.2.4 Ejercicios de alto impacto y la ley de Wolff.

Los ejercicios de alto impacto pueden describirse con la ley de Wolff, la cual indica que el hueso se adaptará a las cargas que se le apliquen, si se le aumenta la carga a un hueso, se producirá una remodelación de modo que el hueso está mejor equipado para resistir tales cargas. Asimismo, si la carga a un hueso disminuye, los mecanismos cambiarán hacia un estado catabólico, y el hueso estará equipado para soportar solo las cargas a las que está sometido.

Se ha establecido que en regiones en donde el hueso está sujeto a altos esfuerzo se genera una estimulación capaz de acelerar la formación ósea, de acuerdo con la ley de Wolff al disminuir las cargas sobre el hueso se produce una reacción adaptativa a tal estímulo, que causa una adaptación negativa en la regeneración ósea presentándose la pérdida de densidad (Flores, 2012).

Los ejercicios de alto impacto pueden describirse con la ley de Wolff, la cual indica que el hueso se adaptará a las cargas que se le apliquen, si se le aumenta la carga a un hueso, se producirá una remodelación de modo que el hueso está mejor equipado para resistir tales cargas. Asimismo, si la carga a un hueso disminuye, los mecanismos cambiarán hacia un estado catabólico, y el hueso estará equipado para soportar solo las cargas a las que está sometido (Teichtahl, 2015).

Los ejercicios de alto impacto generan cargas constantes sobre el hueso, esto causando que el hueso este en constante acción de cargas esto produciendo cambios a nivel de la estructura del hueso, esto ayuda a que exista un remodelado ósea y de esta forma poder ayudar a soportar mayores cargas a nivel de hueso y dando mayor soporte al sistema esquelético.

Capítulo II

Planteamiento del problema

Este capítulo plantea el problema de investigación a partir de datos específicos acerca de la osteoporosis teniendo en cuenta los niveles de incidencia y prevalencia tanto a nivel mundial como nacional. Se justifica este trabajo con información relevante acerca de la magnitud, el impacto, la vulnerabilidad, el alcance y la factibilidad. Este finaliza al indicar los objetivos que guiaran los procesos de investigación.

2.1 Planteamiento del problema

La osteoporosis, es considerada como un problema de salud pública muy importante, se está volviendo cada vez más frecuente con el envejecimiento de la población mundial. La osteoporosis se puede definir como un trastorno esquelético caracterizado por compromiso óseo, la cual lleva al individuo a tener un mayor riesgo de fracturas de cadera, columna, y otros sitios esqueléticos. Las consecuencias clínicas y la carga económica de esta enfermedad exigen medidas para evaluar a las personas que están en alto riesgo para permitir una intervención adecuada (Lane, N. E., 2006).

La osteoporosis puede atacar ambos sexos, aunque las fracturas relacionadas con la osteoporosis son dos a tres veces más comunes en las mujeres. A la osteoporosis como

consecuencia de la disminución de los niveles de estrógenos en las mujeres después de la menopausia, se le conoce como osteoporosis posmenopáusica [OPM] (García, J., et al. 2014).

La preocupación clínica en las mujeres con [OPM] es la fragilidad o la fractura de trauma bajo, definida como una fractura que se produce por una caída de su propia altura o menor. En mujeres de 50 años de edad con osteoporosis, el riesgo de fractura durante la vida es alto; aproximadamente una de cada dos mujeres con osteoporosis puede experimentar una fractura durante su vida (García, J. et al., 2014).

Existen tratamientos farmacológicos que se han utilizado como método preventivo o terapéutico en la osteoporosis, sin embargo, existen estudios que indican que el ejercicio terapéutico puede tener un cambio significativo a nivel de la densidad mineral ósea de los pacientes que padecen osteoporosis (García, J. et al., 2014).

De acuerdo a la previa investigación, se plantea la siguiente pregunta:

¿Cuáles son los efectos terapéuticos de los ejercicios de alto impacto como base del tratamiento en pacientes femeninas de 40 a 60 años con diagnóstico de osteoporosis?

2.2 Justificación

La presente investigación busca determinar los efectos terapéuticos de los ejercicios de alto impacto como base del tratamiento en pacientes femeninas de 40 a 60 años con diagnóstico de osteoporosis, con el objetivo de prevenir y tratar de una manera que evite mayores gastos a nivel de salud tanto para el paciente, como para la familia y a los servicios de salud del país. Además, se busca evidenciar por medio de una investigación documental la viabilidad de los ejercicios de alto impacto en la aplicación terapéutica en los pacientes que padecen osteoporosis en

Guatemala, definiendo la correcta aplicación de los ejercicios de alto impacto para poder aplicarlo como fisioterapeutas en un futuro a los pacientes que padezcan esta patología.

En todo el mundo, una persona sufre una fractura osteoporótica cada 3 segundos y una fractura vertebral cada 22 segundos. Una de cada dos mujeres mayores de 50 años sufrirá una fractura osteoporótica en algún momento de su vida; la posibilidad de que una mujer sufra una fractura de cadera o columna vertebral en toda su vida alcanza aproximadamente el 14% y 28% respectivamente, las fracturas en ambos sitios derivan en un índice importante de morbilidad y mortalidad (García, J. et al., 2014).

Las proyecciones actuales revelan un crecimiento sostenido en la población mundial, la cual se estima que aumentará de 7,5 mil millones a 10,5 mil millones para el año 2050. Las regiones de América Latina y el Caribe representan el 9% de la población mundial total, siendo Brasil el quinto país más poblado del mundo con el 32% de habitantes de la región (Zanchetta, J., 2012).

Actualmente, los datos de prevalencia para osteopenia y osteoporosis en América Latina son escasos. Es por esto que para la región de América Latina queda claro que el acceso al diagnóstico está restringido y el acceso a la atención médica es altamente variable, en especial, en entornos urbanos en comparación con entornos rurales.

Esta es una de las razones que se busca con esta investigación analizar los beneficios terapéuticos de los ejercicios de alto impacto para poder dar un tratamiento con un bajo costo económico, con un estudio previos de su funcionalidad y la aplicación correcta de los ejercicios para los pacientes que padecen osteoporosis (Zanchetta, J., 2012).

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo general:

- Determinar los efectos terapéuticos de los ejercicios de alto impacto como base del tratamiento terapéutico en pacientes femeninas de 40 a 60 años con diagnóstico de osteoporosis

2.3.2 Objetivos específicos:

- Identificar los efectos terapéuticos de los ejercicios de alto impacto como base del tratamiento terapéutico en pacientes femeninas de 40 a 60 años con diagnóstico de osteoporosis
- Analizar los efectos terapéuticos de los ejercicios de alto impacto como base del tratamiento terapéutico en pacientes femeninas de 40 a 60 años con diagnóstico de osteoporosis
- Evidenciar los efectos terapéuticos de los ejercicios de alto impacto como base del tratamiento terapéutico en paciente femeninas de 40 a 60 años con diagnóstico de osteoporosis

Variable dependiente: osteoporosis

Variable independiente: ejercicios de alto impacto

Capítulo III

Marco metodológico

La investigación documental es una técnica básica que sirve para compilar los datos por medio de libros, revistas, estadísticas, artículos, grabaciones etc. para la averiguación de respuestas específicas a partir de la búsqueda de documentos (Calderón et al., 2016).

Esta investigación es de tipo documental, ya que se realiza una búsqueda de información en distintas bases de datos, recopilando los datos que permitan analizar y determinar de mejor manera la osteoporosis como patología y los ejercicios de alto impacto como tratamiento fisioterapéutico para la osteoporosis.

3.1 Materiales

Los materiales que fueron utilizados durante la investigación se representan porcentualmente en la siguiente figura, representando los diferentes tipos de artículos que se utilizaron para recolectar información. Además de libros utilizados en la investigación:

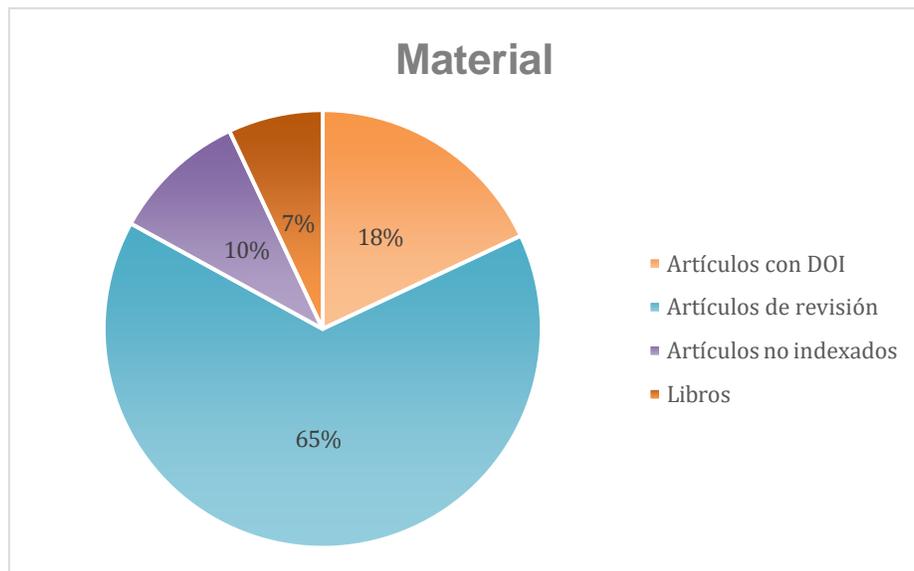


Figura 7. Gráfica sobre los porcentajes de los materiales utilizados en la investigación.

Fuente: Elaboración propia

3.2 Métodos Utilizados

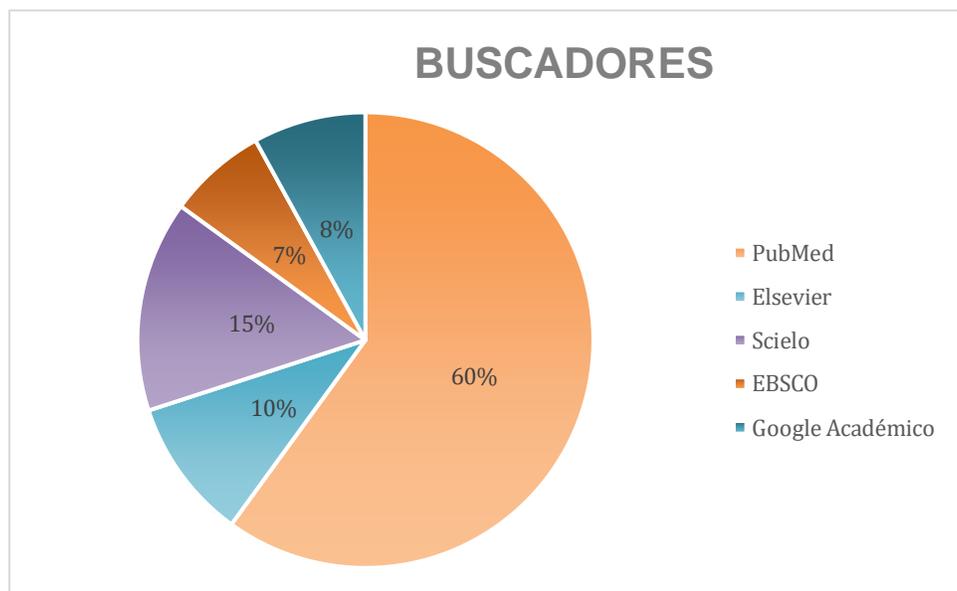


Figura 8. Gráfica sobre los porcentajes de los buscadores utilizados en la investigación.

Fuente: Elaboración propia

Palabras clave:

- Osteoporosis
- Ejercicios de alto impacto
- Efectos terapéuticos
- Tratamiento fisioterapéutico

3.2.1 Enfoque de investigación

3.2.1.1 Enfoque cualitativo. Se guía por áreas o temas significativos de investigación. Sin embargo, en lugar de que la claridad sobre las preguntas de investigación e hipótesis preceda a la recolección y el análisis de los datos (como en la mayoría de los estudios cuantitativos), los estudios cualitativos pueden desarrollar preguntas e hipótesis antes, durante o después de la recolección y el análisis de los datos (Sampieri, R., 2014).

El enfoque es cualitativo ya que se realiza una recolección y análisis de datos sobre la patología de osteoporosis, las complicaciones que esta presenta, al igual que de las técnicas de fisioterapia empleadas para poder obtener resultados beneficiosos.

3.2.2 Tipo de estudio

3.2.2.1 Descriptivo. La investigación descriptiva pretende medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, su objetivo no es indicar como se relacionan estas (Sampieri et al., 2014).

El trabajo de investigación se considera de tipo descriptivo, ya que su objetivo es recoger información sobre los conceptos o las variables que se plantean acerca de las técnicas de

fisioterapia que se utilizan para tratar las diferentes sintomatologías en paciente con OP.

Además, pretende recopilar datos de la incidencia, etiología, los signos y síntomas que llegan a tener las personas diagnosticadas con este padecimiento.

3.2.3 Método de estudio

3.2.3.1 Sintético y analítico. La síntesis es un proceso mediante el cual se relacionan hechos aparentemente aislados y se formula una teoría que unifica los diversos elementos como también el análisis que interactúa en la extracción de las partes de un todo, con el objeto de estudiarla y examinarla por separado, para ver, por ejemplo, las relaciones entre las mismas (Ferrer, 2010).

Se pretende realizar un análisis de la información encontrada acerca de los efectos terapéuticos de los ejercicios de alto impacto sobre la osteoporosis en pacientes femeninas, con el fin de explicar su función y beneficio como también determinar la influencia de estos ejercicios en la calidad de vida de los pacientes afectados y así poder hacer la síntesis buscando lo que haga mayor relevancia sobre los ejercicios y la patología.

3.2.4 Diseño de investigación

3.2.4.1 Diseño no experimental. Estudio que se observan situaciones ya existentes. Se basa en categorías, conceptos, variables, sucesos, comunidades o contextos que se dan sin la intervención directa del investigador. En la investigación se observan los fenómenos o acontecimientos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos (Corona, 2016).

Este trabajo de investigación no es experimental, ya que se tomó en cuenta estudios previamente documentados y aprobados por diferentes bases de datos.

3.2.5 Criterios de selección

Tabla 3. Criterios de selección sobre la investigación diseñada

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
<ul style="list-style-type: none">● Artículos en español e inglés.● Artículos que contengan información de osteoporosis● Artículos que hablen de ejercicios de alto impacto y alta intensidad.● Libros de anatomía, fisiología humana.● Artículos indexados	<ul style="list-style-type: none">● Artículos que sean de otro idioma que no sea español e inglés.● Artículos que no contengan información de osteoporosis● Artículos sin referencia o aceptación científica.● Artículos no indexados.

Descripción: Se encuentran los criterios más relevantes que abarca la investigación

3.3 Variables

3.3.1 Definición de variable. El término variables se define, como las cualidades, propiedades o características de los sujetos de estudio que pueden ser enumeradas o contadas [sexo, raza] o medidas cuantitativamente [peso, estatura] y cuyo valor varía de una a otra.

3.3.2 Variable independiente. Es la variable que el investigador mide, manipula o selecciona para determinar su relación con el fenómeno o fenómenos observados (Colás et al., 2001).

3.3.3 Variable dependiente. La variable dependiente es el factor que el investigador observa o mide para determinar el efecto de la variable independiente o variable causa (Colás et al., 2001).

Tabla 4. Operativización de las variables

Tipo	Nombre	Definición conceptual	Definición operacional	Fuente
Independiente	Ejercicios de alto impacto	Tipo de entrenamiento físico en el que se combinan períodos cortos de actividad física intensa alternados con períodos de descanso.	Se han destacado como estrategias no farmacológicas importantes en el tratamiento de la osteoporosis, que influyen directamente en la preservación o mejora de la masa ósea y la aptitud funcional.	(García, J. et al., 2014).

Tipo	Nombre	Definición conceptual	Definición operacional	Fuente
Dependiente	Osteoporosis	Enfermedad esquelética sistémica caracterizada por una masa ósea baja y un deterioro de la microarquitectura en el tejido óseo.	La osteoporosis se define como una puntuación T de <2,5. La osteopenia, o baja densidad ósea, se define como una puntuación T de 1,0 a 2, 5	(Ensrud, K. E., 2017).

Descripción: Se define la operativización de la variable dependiente e independiente de la investigación

Capítulo IV

Resultados

El último capítulo hace referencia a los resultados obtenidos a lo largo de la investigación, en este se podrá evidenciar toda la información que permite darle respuesta a la pregunta de investigación además de los objetivos planteados al inicio de la investigación. A continuación, se presentarán los resultados para cada uno de los objetivos planteados en el capítulo II, basado nos específicamente en la variable independiente que son los ejercicios de alto impacto. En la discusión se plantearán los distintos protocolos de ejercicios de alto impacto que se investigaron, para poder compararlos y de esta manera poder identificar, analizar y evidenciar los efectos terapéuticos de los ejercicios de alto impacto en pacientes que padecen osteoporosis.

4.1 Resultados

Se identifican los efectos terapéuticos de los ejercicios de alto impacto en pacientes con osteoporosis, tomando en cuenta los distintos tipos de protocolos de ejercicio que se pueden utilizar para el mejor tratamiento de la patología por medio de un estudio exploratorio.

Además, se analizan los efectos terapéuticos de los ejercicios de alto impacto para poder determinar cuál de todos los distintos tipos de protocolos permiten un mayor efecto tanto a nivel del hueso como también en las actividades diarias de los pacientes permitiendo tener mayor independencia.

Los efectos terapéuticos se evidencian con la suficiente bibliografía para poder determinar cuál es el protocolo de ejercicio que tiene mayor efecto para el paciente, de esta manera se puede determinar cada uno de los efectos de mejor manera.

Tabla 5. Resultados

Tabla 5: Resultados del primer objetivo

Identificar los efectos terapéuticos de los ejercicios de alto impacto como base del tratamiento terapéutico en pacientes femeninas de 40 a 60 años con diagnóstico de osteoporosis		
Autor y año	Descripción	Resultado
(Jiménez-García, et al., 2019).	Este estudio tuvo como objetivo evaluar los efectos de un programa de entrenamiento de ejercicio en intervalos de alta intensidad (HIIT) de doce semanas que incluye ejercicios de suspensión [TRX]. Un total de ochenta y dos adultos mayores fueron asignados aleatoriamente a tres grupos: un grupo de HIIT [n = 28], un grupo de entrenamiento de intensidad continua [MIIT grupo, n = 27], o un grupo de control [GC, n = 27].	Los resultados del presente estudio destacan los beneficios de una adaptación programa HIIT con ejercicios de entrenamiento de suspensión TRX en fuerza, velocidad de la marcha, IMC y calidad de vida relacionada con la salud en personas mayores adultos mayores de 60 años. Los resultados demostraron que hubo cambios significativos en la velocidad de la marcha, además de mejorar la estabilidad de CORE esto previniendo el riesgo de caídas, se mejoró la fuerza de agarre de la mano y aumento la fuerza muscular de los participantes del grupo de HIIT y de TRX.
(Watson, et al., 2018)	Se reunieron mujeres posmenopáusicas mayores de cincuenta y ocho años con baja masa ósea. El objetivo del ensayo [LIFTMOR] fue determinar la eficacia de HiRIT breve dirigido al hueso para mejorar la DMO del cuello femoral y columna lumbar en mujeres posmenopáusicas con masa ósea baja o muy baja. Además, se buscaba	Demostramos la efectividad de un protocolo de ejercicio [LIFTMOR] el cual tuvo cambios significativos en la fuerza muscular, en la prevención de caídas además presentaron aumento en la densidad mineral ósea en el área de la columna vertebral. Se observaron mejoras en las características que reducen el riesgo de

	<p>evidenciar la mejora en la geometría ósea, mejora la función física y saber si seguro en mujeres posmenopáusicas con baja masa ósea.</p>	<p>caídas, aumento de la fuerza muscular y el rendimiento funcional y neuromuscular. Las mejoras en esos puntajes de rendimiento funcional sugieren que HiRIT puede no solo reducir el riesgo de fractura al mejorar los parámetros de resistencia ósea, sino también al prevenir caídas en mujeres posmenopáusicas con baja masa ósea.</p>
<p>(Sahni, et al., 2019)</p>	<p>Se realizó un ensayo comparativo prospectivo en el que cuarenta y ocho mujeres que tenían un diagnóstico confirmado de osteoporosis se inscribieron en un grupo de ejercicio (un ejercicio de 4 semanas programa) o un grupo de control (sin ejercicio estructurado). Los ejercicios incluyen el uso de bandas de resistencia, pesas libres, pelotas de ejercicio y pasos: una combinación de ejercicios centrados en la fuerza, la flexibilidad, la corrección postural, el equilibrio, y estabilidad, con especial atención a la estabilización de la columna y la cadera.</p>	<p>El estudio mostró una mejora en el equilibrio y un aumento de la fuerza en la extremidad inferior en las mujeres con osteoporosis que asistieron al programa de ejercicios de ocho sesiones.</p> <p>Se utilizaron bandas elásticas y se utilizaron pelotas de ejercicio para trabajar el extensor de espalda y músculos de la cintura escapular para lograr la corrección postural y la estabilidad torácica. El ejercicio sit to stand mejoraron el equilibrio y la estabilidad de la cadera.</p>

Descripción: Se plantean artículos sobre técnicas fisioterapéuticas con osteoporosis

Fuente: Elaboración propia

Los tres artículos anteriores nos permiten identificar los efectos terapéuticos en general de los ejercicios de alto impacto, además nos muestran como estos ejercicios permiten que los pacientes que padecen osteoporosis mejoran muchos aspectos físicos como, lo es la fuerza muscular, equilibrio y el aumento de la densidad mineral ósea esto ayudando a que los pacientes puedan desempeñarse de mejor forma en sus actividades de la vida diaria.

Tabla: 6 Resultados del segundo objetivo

Analizar los efectos terapéuticos de los ejercicios de alto impacto como base del tratamiento terapéutico en pacientes femeninas de 40 a 60 años con diagnóstico de osteoporosis

Autor y año	Descripción	Resultado
(Yu, et al., 2019).	Se realizó un estudio con mujeres físicamente independientes, entre cuarenta y cinco y ochenta y cinco años de edad con diagnóstico de osteopenia u osteoporosis. Se dividieron en un grupo de ejercicios y uno de medicamentos. El ejercicio consistía en veinticuatro semanas de danza aeróbica realizada tres veces a la semana, con una duración de sesenta minutos cada una de las sesiones, se realizó con una intensidad del cincuenta a los setenta porcientos de cada uno de los participantes.	En los estudios previos a realizar el estudio no se encontró una diferencia de fuerza muscular, equilibrio, resistencia cardiorrespiratoria, flexibilidad, resistencia muscular y agilidad. Sin embargo, luego de las 24 semanas de realizar la danza aeróbica se encontró un cambio en la fuerza de agarre, además de mejorar a nivel de la densidad mineral ósea del cuello femoral. También se encontró una mejora en el equilibrio de los participantes que realizaron los ejercicios en comparación con los que solo tomaron medicamentos.
(Teixeira, et al., 2010)	Este estudio tiene como objetivo evaluar el efecto de 18 semanas de entrenamiento progresivo de la fuerza muscular y la propiocepción programa muscular del cuádriceps. Se incluyeron mujeres sedentarias entre cincuenta y cinco y setenta y cinco años de edad. Se evaluó la fuerza, equilibrio, movilidad funcional y calidad de vida de cada una de las participantes.	La asociación del entrenamiento de fuerza progresivo para el cuádriceps y el entrenamiento propioceptivo es eficaz para la prevención de caídas, aumentando el músculo potencia, el equilibrio estático y dinámico y el aumento de la velocidad de las respuestas motoras, mejorando así la realización de actividades diarias. Después de un entrenamiento de 18 semanas, un aumento promedio del 76% en la fuerza dinámica máxima del músculo cuádriceps (1-RM) en el grupo de intervención, que muestra aumentos del 20% al 200% en el músculo dinámico fuerza de los cuádriceps en función de los valores iniciales y duración de la contracción muscular. .
(Ramírez, et al., 2016)	Se realizó un estudio cuasiexperimental no aleatorizado durante un periodo de 24 meses. El grupo experimental participó de un programa de ejercicios	Se resalta que el programa aplicado favoreció un incremento significativo de los valores de expresión de fuerza máxima y potencia muscular

de impacto y explosividad [JG], en tanto el grupo control [CG] asistió a sesiones recreativas y deportivas sin

un objetivo particular.

Las participantes se seleccionaron considerando como criterios de inclusión: edad sesenta y cinco años o más, nivel de actividad física [entre dos a tres sesiones por semana sin ningún plan de entrenamiento específico y objetivo], autorización clínica y funcional para la práctica física [firmada por el médico]

(cuádriceps e isquiotibiales) en JG, lo cual puede ser debido en gran medida al tiempo de intervención.

Los cambios en la fuerza explosiva de miembros inferiores fueron analizados a través de indicadores de desempeño, [tiempo de vuelo, altura de salto, velocidad de despegue]. En el caso de JG, la fuerza máxima de los músculos extensores de la rodilla incrementó significativamente [$p < 0,05$ y $0,001$] para las pruebas de leg press en un $27,79 \pm 8,49\%$ y curl isquiotibial en un $19,20 \pm 7,52\%$, en contraste con el deterioro porcentual presentado por CG para la prueba de leg press de un $32,24 \pm 8,49\%$ y curl isquiotibial de un $20,77 \pm 6,49\%$.

Descripción: Se plantean artículos sobre técnicas fisioterapéuticas con osteoporosis

Fuente: Elaboración propia

En los anteriores tres artículos se puede analizar de mejor forma los resultados de estudios donde se realizaron protocolos de ejercicios de alto impacto con datos estadísticos donde se evidencia de mejor manera los porcentajes de cambio en cada una de las características estudiadas, además nos permite evidenciar de una forma más clara como estos ejercicios de alto impacto pueden tener un cambio significativo en aspectos como la densidad mineral ósea, equilibrio, fuerza, agilidad, fuerza dinámica y el desempeño de los participantes antes y después de los protocolos realizados.

Tabla 7: Resultados del tercer objetivo

Evidenciar los efectos terapéuticos de los ejercicios de alto impacto como base del tratamiento terapéutico en paciente femeninas de 40 a 60 años con diagnóstico de osteoporosis

Autor y año	Descripción	Resultado
(Giannoudis , et al., 2019).	Se realizó un estudio donde los participantes fueron hombres y mujeres de sesenta años, con historial de osteoporosis, que han realizado ejercicios de levantamiento de pesas en los últimos tres meses, fumadores, que han iniciado suplementación con vitamina D y que han utilizado tratamiento de remplazo hormonal. Este estudio fue realizado en 12 meses en el que los participantes [n = 162] fueron asignados en uno de dos grupos: la Osteo-cise: Strong Bones for Life ejercicio multimodal, educación/ concientización sobre la osteoporosis y programa de cambio de comportamiento [n = 81], o a un grupo control de autocuidado de atención estándar [n = 81].	No hubo ningún efecto sobre la masa magra corporal total o la movilidad y no hubo diferencias en la tasa de caídas [índice de tasa de incidencia [TIR], 1,22; intervalo de confianza [IC] del 95%, 0,72-2,04]. En conclusión, este estudio demuestra que el programa de ejercicio multimodal basado en la comunidad Osteo-cise: Strong Bones for Life representa un enfoque eficaz para mejorar múltiples medidas de rendimiento musculoesquelético y funcional en adultos mayores con factores de riesgo de caídas y / o baja DMO. Aunque esto no se tradujo en una reducción de la tasa de caídas.
(Aboarrage Junior, et al., 2018)	Los participantes incluidos en el estudio fueron veinticinco mujeres, de cincuenta y cinco años de edad o más, que eran capaz de entrenar tres veces por semana durante las veinticuatro semanas del protocolo de ejercicio. Se dividieron en dos grupos, quince realizaron el ejercicio y diez no lo realizaron. El programa de ejercicios a base de agua consistió en sesiones de treinta minutos, donde se realizaban diferentes tipos de saltos en intervalos de alta intensidad en treinta segundos de activación y descanso entre cada uno de los ejercicios.	Se demostró que hubo un cambio significativo en el aumento de la DMO y mejora de la aptitud funcional en mujeres postmenopáusicas. Además de aumentar DMO, y el desarrollo de la fuerza muscular también promueve la mejora de la motricidad, coordinación, estabilización postural, equilibrio dinámico y fuerza muscular, permitiendo autonomía física y mejora de la calidad de vida de las participantes. Esto debido los efectos hidrodinámicos del agua en el aumento de la resistencia a movimiento, mejorando el esfuerzo muscular y articular al caminar, saltar o mover el cuerpo segmentos en un medio acuático.
(Libardi, et al., 2015)	Este estudio fue diseñado para probar la eficacia de una alternativa	El entrenamiento de resistencia (ET) y entrenamiento de resistencia de alta

modelo de entrenamiento en el que las personas mayores realizaron BFR-RT intensidad (HI-RT) de forma continua mejora la aptitud aeróbica, la fuerza, y masa muscular en los ancianos. Los efectos de la ET combinada con la RT de baja intensidad asociado con la restricción parcial del flujo sanguíneo (RT-BFR) mejoro las aptitudes mencionadas lo cual lo hace una alternativa a los ejercicios anteriormente mencionados. Además, se demostró que estos protocolos de ejercicios permiten prevenir problemas cardiovasculares, metabólicos, además permite el aumento de la fuerza muscular.

Descripción: Se plantean artículos sobre técnicas fisioterapéuticas con osteoporosis

Fuente: Elaboración propia

Los artículos presentados anteriormente permiten evidenciar de forma clara los efectos terapéuticos que tienen los ejercicios de alto impacto en los pacientes con osteoporosis, de esta forma poder determinar si existe un cambio significativo en el equilibrio, fuerza, densidad mineral ósea, en las actividades de la vida diaria y otros aspectos evaluados en los estudios en cada uno de los participantes

4.2 Discusión

Jiménez García (2019) realizó un estudio donde se realizó un programa de entrenamiento de ejercicio en intervalos de alta intensidad [HIIT] de doce semanas que incluye ejercicios de suspensión [TRX]. Se escogieron 85 participantes los cuales se dividieron en 3 grupos uno de HIIT, uno de intensidad intermedia, y otro grupo control.

Se demostró cambios significativos en la velocidad de la marcha, además de mejorar la estabilidad de CORE esto previniendo el riesgo de caídas, se mejoró la fuerza de agarre de la mano y aumento la fuerza muscular.

Ramírez Villada (2016) realizo un estudio cuasiexperimental de 4 meses realizando un programa de ejercicios de impacto y explosividad, se determinó que este estudio cambia la fuerza muscular de los participantes mejorando de manera significativa la función de los músculos de miembro inferior, además de mejorar la extensión de miembros inferiores esto permitiendo a los participantes a mejorar la fuerza explosiva ayudando a mejorar la marcha y a realizar sus actividades de la vida diaria. Sin embargo, no mejoraba el factor de riesgo de caídas en los participantes del estudio.

Se demostró que hubo un cambio significativo en el aumento de la DMO y mejora de la aptitud funcional en mujeres postmenopáusicas en un estudio realizado por Aboarrage (2018), demostró que con un programa de ejercicios a base de agua consistió en sesiones de treinta minutos, donde se realizaban diferentes tipos de saltos en intervalos de alta intensidad mejoró la motricidad, coordinación, estabilización postural, equilibrio dinámico y fuerza muscular, permitiendo autonomía física y mejora de la calidad de vida de las participantes.

4.3 Conclusiones

Con esta investigación se buscó evidenciar los efectos terapéuticos de los ejercicios de alto impacto. Se demostró que los ejercicios de alto impacto son beneficiosos para los pacientes que padecen osteoporosis además también para la prevención de la misma, ayudan a los pacientes a mejorar la fuerza, equilibrio, estabilidad, agilidad, además de prevenir el riesgo de fractura en los pacientes que padecen osteoporosis.

Existen distintos protocolos de ejercicios de alto impacto que se pueden aplicar en pacientes con osteoporosis, sin embargo, los ejercicios con mayores beneficios según la evidencia científica que son beneficiosos para los pacientes que padecen osteoporosis u osteopenia son los ejercicios de intervalos de alta intensidad [HIIT], ejercicios realizados en un medio acuático y ejercicios con propio peso del paciente. Ya que permiten un cambio significativo en la fuerza además que permiten al paciente tener mejor control de su cuerpo y equilibrio del mismo.

Los ejercicios de alto impacto son beneficiosos para los pacientes que padecen osteoporosis, sin embargo, se necesita mayor evidencia científica para poder determinarlos como un método efectivo para prevención como para el tratamiento de la osteoporosis. Se necesita más estudios acerca de este tipo de protocolos de entrenamiento, para que la aplicación de los mismos sea completamente beneficiosa para los pacientes que presentan osteoporosis.

4.4 Perspectiva y/o aplicaciones practicas

Se busca que esta investigación sea utilizada como base para la aplicación de los ejercicios de alto impacto en pacientes con diagnóstico de osteoporosis, buscando que tengan un efecto positivo tanto en la prevención como en el tratamiento de la patología. Ampliando los conocimientos de estos protocolos combinándolos con otros entrenamientos fisioterapéuticos.

Además, que los futuros fisioterapeutas tengan evidencia científica de distintos protocolos de ejercicio para la prevención y la rehabilitación de los pacientes con osteoporosis, dejando la noción de un tratamiento poco convencional, sin embargo, con base a las evidencias bibliográficas presentan un efecto positivo para el tratamiento de la osteoporosis

Referencias

- Aboarrage Junior, A. M., Teixeira, C. V. L. S., dos Santos, R. N., Machado, A. F., Evangelista, A. L., Rica, R. L., ... & Bocalini, D. S. (2018). A high-intensity jump- based aquatic exercise program improves bone mineral density and functional fitness in postmenopausal women. *Rejuvenation research*, 21(6), 535-540.
- Armas, L. A., & Recker, R. R. (2012). Pathophysiology of osteoporosis: new mechanistic insights. *Endocrinology and Metabolism Clinics*, 41(3), 475-486.
- Benedetti, M. G., Furlini, G., Zati, A., & Letizia Mauro, G. (2018). The effectiveness of physical exercise on bone density in osteoporotic patients. *BioMed research international*, 2018.
- Bhandari, M., & Swiontkowski, M. (2017). Management of acute hip fracture. *New England Journal of Medicine*, 377(21), 2053-2062.
- Bijelic, R., Milicevic, S., & Balaban, J. (2017). Risk factors for osteoporosis in postmenopausal women. *Medical archives*, 71(1), 25.
- Buck, D. W., & Dumanian, G. A. (2012). *Bone Biology and Physiology. Plastic and Reconstructive Surgery*, 129(6), 1314–1320. doi:10.1097/prs.0b013e31824eca94
- Cano, R. P., & Temprano, R. P. Osteoporosis: concepto. Clasificación. Fisiopatología. Clínica. CAPÍTULO II Osteoporosis: concepto. Clasificación. Fisiopatología, 21.
- Capulli, M., Paone, R., & Rucci, N. (2014). *Osteoblast and osteocyte: Games without frontiers. Archives of Biochemistry and Biophysics*, 561, 3–12. doi:10.1016/j.abb.2014.05.003
- Clarke, B. (2008). Normal bone anatomy and physiology. *Clinical journal of the American Society of Nephrology*, 3(Supplement 3), S131-S139.

- Currey, J. D., Dean, M. N., & Shahar, R. (2016). *Revisiting the links between bone remodeling and osteocytes: insights from across phyla. Biological Reviews, 92(3), 1702–1719.* doi:10.1111/brv.12302
- Ensrud, K. E.; Crandall, Carolyn J. (2017). Osteoporosis. *Annals of Internal Medicine, 167(3), ITC17–.* doi:10.7326/AITC201708010
- Giannoudis, J., Bailey, C. A., Ebeling, P. R., Nowson, C. A., Sanders, K. M., Hill, K., & Daly, R. M. (2014). Effects of a targeted multimodal exercise program incorporating high-speed power training on falls and fracture risk factors in older adults: a community-based randomized controlled trial. *Journal of bone and mineral research, 29(1), 182-191.*
- Heino, T. J., Kurata, K., Higaki, H., & Väänänen, H. K. (2009). *Evidence for the role of osteocytes in the initiation of targeted remodeling. Technology and Health Care, 17(1), 49–56.* doi:10.3233/thc-2009-0534
- Hermoso de Mendoza, M. T. (2003). Clasificación de la osteoporosis: Factores de riesgo. Clínica y diagnóstico diferencial. In *Anales del sistema sanitario de Navarra (Vol. 26, pp. 29-52).* Gobierno de Navarra. Departamento de Salud.
- Jiménez-García, J. D., Martínez-Amat, A., De la Torre-Cruz, M. J., Fábrega-Cuadros, R., Cruz-Díaz, D., Aibar-Almazán, A., ... & Hita-Contreras, F. (2019). Suspension Training HIIT improves gait speed, strength and quality of life in older adults. *International journal of sports medicine, 40(02), 116-124.*
- Kanis, J. A., Cooper, C., Rizzoli, R., & Reginster, J. Y. (2019). Executive summary of European guidance for the diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women. *Aging clinical and experimental research, 31(1), 15-17.*

- Lafita, J. (2003). Fisiología y fisiopatología ósea. In *Anales del sistema sanitario de Navarra* (Vol. 26, pp. 7-17). Gobierno de Navarra. Departamento de Salud.
- Lane, N. E. (2006). Epidemiology, etiology, and diagnosis of osteoporosis. *American journal of obstetrics and gynecology*, 194(2), S3-S11.
- Libardi, C. A., Chacon-Mikahil, M. P. T., Cavaglieri, C. R., Tricoli, V., Roschel, H., Vechin, F. C., ... & Ugrinowitsch, C. (2015). Effect of concurrent training with blood flow restriction in the elderly. *International journal of sports medicine*, 36(05), 395-399.
- Link, T. M., & Kazakia, G. (2020). Update on imaging-based measurement of bone mineral density and quality. *Current rheumatology reports*, 22(5), 1-11.
- Moore, K. L., Dailey, A. F., Agur, A. M. R. (2013). Moore. *Anatomía con orientación clínica*. 7ma edición. Barcelona. Ovid Technologies.
- Nakahama, K. I. (2010). Cellular communications in bone homeostasis and repair. *Cellular and molecular life sciences*, 67(23), 4001-4009.
- Pilchisaca, C. Y. M., Alvarado, I. D. M., Haz, N. N. S., & Choez, P. M. J. (2018). Osteoporosis: Enfermedad Silenciosa. *RECIMUNDO: Revista Científica de la Investigación y el Conocimiento*, 2(3), 705-721
- Ramírez-Villada, J. F., León-Ariza, H. H., Argüello-Gutiérrez, Y. P., & Porrás-Ramírez, K. A. (2016). Efecto de los movimientos explosivos y de impacto aplicados en piscina sobre la composición corporal, la fuerza y la densidad mineral ósea de mujeres mayores de 60 años. *Revista española de geriatría y gerontología*, 51(2), 68-74.

- Salhotra, A., Shah, H. N., Levi, B., & Longaker, M. T. (2020). *Mechanisms of bone development and repair. Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 1-16.
- Simas, V., Hing, W., Pope, R., & Climstein, M. (2017). Effects of water-based exercise on bone health of middle-aged and older adults: a systematic review and meta-analysis. *Open access journal of sports medicine*, 8, 39.
- Teixeira, L. E. P. D. P., Silva, K. N. G. D., Imoto, A. M., Teixeira, T. J. P., Kayo, A. H., Montenegro-Rodrigues, R., ... & Trevisani, V. F. M. (2010). Progressive load training for the quadriceps muscle associated with proprioception exercises for the prevention of falls in postmenopausal women with osteoporosis: a randomized controlled trial. *Osteoporosis international*, 21(4), 589-596.
- Tobeiha, M., Moghadasian, M. H., Amin, N., & Jafarnejad, S. (2020). RANKL/RANK/OPG pathway: a mechanism involved in exercise-induced bone remodeling. *BioMed research international*, 2020.
- Tortora, G. J., Derrickson, B. (2013). *Principios de anatomía y fisiología*. Madrid. Editorial Médica Panamericana, S.A.
- Watson, S. L., Weeks, B. K., Weis, L. J., Harding, A. T., Horan, S. A., & Beck, B. R. (2018). High-intensity resistance and impact training improves bone mineral density and physical function in postmenopausal women with osteopenia and osteoporosis: the LIFTMOR randomized controlled trial. *Journal of Bone and Mineral Research*, 33(2), 211-220.
- Yu, P. A., Hsu, W. H., Hsu, W. B., Kuo, L. T., Lin, Z. R., Shen, W. J., & Hsu, R. W. W. (2019). The effects of high impact exercise intervention on bone mineral density, physical fitness,

and quality of life in postmenopausal women with osteopenia: A retrospective cohort study. *Medicine*, 98(11).

Yu, P. A., Hsu, W. H., Hsu, W. B., Kuo, L. T., Lin, Z. R., Shen, W. J., & Hsu, R. W. W. (2019). The effects of high impact exercise intervention on bone mineral density, physical fitness, and quality of life in postmenopausal women with osteopenia: A retrospective cohort study. *Medicine*, 98(11).

Zhang, H., Shi, X., Wang, L., Li, X., Zheng, C., Gao, B., ... & Yang, L. (2018). Intramembranous ossification and endochondral ossification are impaired differently between glucocorticoid-induced osteoporosis and estrogen deficiency-induced osteoporosis. *Scientific reports*, 8(1), 1-13. Suzuki, A., Minamide, M., Iwaya, C., Ogata, K., & Iwata, J. (2020). Role of metabolism in bone development and homeostasis. *International Journal of molecular sciences*, 21(23), 8992.