

Gratu Amaierako Lana / Trabajo Fin de Grado

Fisioterapia Gradua / Grado en Fisioterapia

Gorputz osoko bibrazio-terapiaren eragina hezurdentsitate mineralean emakume postmenopausikoengan:

Errebisio sistematikoa

Egilea /Autor:

Maitane Alonso Pascual

Zuzendaria / Director/a:

Usue Ariz López de Castro

© 2021, Maitane Alonso Pascual
<http://es.creativecommons.org/blog/licencias/>

Leioan, 2021eko maiatzaren 3a

AURKIBIDEA

1	LABURPENA.....	ii
2	SARRERA	1
2.1	EPIDEMIOLOGIA ETA GARRANTZI SOZIALA	1
2.2	ARRISKU FAKTOREAK.....	2
2.3	FISIOPATOLOGIA.....	3
2.4	KONPLIKAZIOAK.....	3
2.5	DIAGNOSTIKOA	4
2.5.1	X izpi bidezko absortziometria dual-a (DXA).....	4
2.5.2	FRAX.....	5
2.6	TRATAMENDUA.....	5
2.6.1	Ez-farmakologikoa.....	5
2.6.2	Farmakologikoa.....	6
2.7	OSTEOPOROSIA ETA JARDUERA FISIKOA	7
3	METODOAK.....	9
3.1	DATUEN ITURRIA ETA BILAKETAREN ESTRATEGIA.....	9
3.2	ONARPEN ETA BAZTERTZE IRIZPIDEAK ETA KALITATEAREN EBALUAZIOA	9
4	EMAITZAK.....	10
4.1	IKERKETEN AUKERAKETA.....	10
4.2	KALITATEAREN METODOLOGIA	10
4.3	PARTEHARTZAILEAK.....	20
4.4	INTERBENTZIOAREN EZAUGARRIAK	21
4.5	EMAITZEN NEURKETAK.....	24
5	EZTABAIDA.....	27
6	ONDORIOAK	33
7	BIBLIOGRAFIA	34

1 LABURPENA

Emakume postmenopausikoek osteoporosia pairatzen dute maiz. Horrek hezur-dentsitate minerala galtzea dakar, eta, ondorioz, erorketak direla eta, hezur-hausturak izateko arriskua dago. Hau prebenitzeko hainbat tratamendu farmakologiko eta ez-farmakologiak gomendatzen dira eta horietako bat jarduera fisikoa da. Hala ere, gomendatzen den jarduera fisiko mota, batzuetan ez da komenigarria emakume guztientzako. Horregatik, beste hautabide eraginkorrek bilatzea garrantzitsua da, hezur-dentsitate galera prebenitzeko emakume horietarako. Errebisio sistematiko honen helburua, beraz, gorputz osoko bibrazio-terapiak (*Whole Body Vibration Therapy*, WBV) postmenopausikoak diren emakumeen hezur-dentsitate mineralean (*bone mineral density*, BMD) daukan eragina aztertzea da. Horretarako, bi datu baseetan burutu da bilaketa eta azkenik 6 artikulua aukeratu dira, onarpen eta baztertze irizpideak, eta ikerketen kalitatea kontuan izan ostean. Aukeratutako interbentzioetan WBV bakarrik edo beste entrenamendu mota bat erabili izan da, kontrol talde batekin konparatzeko. Interbentzioaren eraginkortasuna zehazteko, hezur-dentsitate minerala (BMD) aztertu izan da leku desberdinetan (gune lunbarrean, lepo femoralean, aldakan, *Ward* triangeluan, trokanter nagusian eta gune intertrokanterean) aldagai nagusi bezala. Emaitzak aztertzean, hiru ikerketek emaitza estatistikoki esanguratsu lortu zituzten, beste hirurek lortu ez zituzten bitartean, gehienbat gune lunbarrean hobekuntza nabarmenak ikusiz. Honekin, bukatzeko, nahiz eta emaitzak guztiz adierazgarriak ez izan, hauek iradokitzen dute WBV terapia erabilgarria izan daitekeela emakumeen BMD-a hobetzeko, batez ere gune lunbarrekoa; gehienbat ohiko entrenamendu multikonponentala burutu ezin duten emakumeentzat. Dena den, gehiago ikertu beharreko gaia da, benetako protokolo eraginkorrena zein den zehazteko.

2 SARRERA

Emakumearen ugalketa garaia mugatua da. Menarkiarekin hasten da (11-14 urterekin) eta menopausiarekin amaitzen da (45-55 urterekin). Menopausia 12 hilabetez ematen den amenorrea da, ugalketa ahalmenaren bukaera izanik. Egoera honek emakumearen gain bi egoera ekar ditzake: alde batetik askatasuna (amatasunaren antsietatea eta ugaltze organoen mina edo ondoeza bukatuz) eta bestetik, presio handiko egoera (zahartzearekin eta bigarren mailako sintomekin erlazionatuz) (Minkin, 2019).

Postmenopausian estrogeno murrizketa fisiologikoa dator eta horrekin batera hainbat sintoma agertzen dira maiz. Hala nola, sintoma basomotoreak (beroaldiak, itolarriak, gaueko izerdiak), sintoma urogenitalak (lehortasuna, dispareunia, erretze sentsazioak, gernu-inkontinentzia, gernu-infekzio errepikakorak, prolapsoak), libidoaren murrizketa, humore aldaketak, sintoma kognitiboak, depresioa, min muskulueskeletiko orokortua, pisu hartzea, azalaren lehortzea, ilearen erorketa, gaixotasun kardiobaskularrak, hezur-dentsitate galera, etab. (Minkin, 2019).

Sintoma horietako garrantzitsuenetako bat hezur-dentsitatearen galera da. Izan ere, horrek osteopenia eta osteoporosia ekar ditzake, emakume horrek izan dezakeen hezur haustura arriskua handituz. Hezur-dentsitatearen galeraren larritasuna zehazteko, hezur-dentsitate minerala erabiltzen da, hausturak izateko arriskuarekin lotuta baitago. Hezur-dentsitatearen galera txikia denean osteopenia deritzo, baina galera hori nabarmena bihurtzen denean, osteoporosia dela adierazten da. Bien arteko diagnostiko zehatza egiteko hezur-dentsitate minerala (*bone mineral density*, BMD) kalkulatzeko ezinbestekoa da.

2.1 EPIDEMIOLOGIA ETA GARRANTZI SOZIALA

Europar Batasunean, 2010-ean, 22 milioi emakumek osteoporosia zeukaten eta urte horretan 3.5 milioi haustura berri egon ziren (2/3 haustura horiek emakumeetan eman ziren). Horrekin batera, 2010-etik 2025-era hausturen %28-ko igoera espero da, urte horretarako 4.5 milioi haustura emanez (Kanis et al., 2019). Horrekin batera, Osasunerako Mundu Erakundeak (OME) urte gutxi barru munduan 750 milioi emakume postmenopausiko egongo direla zehaztu du (Salvador, 2008).

Espainiako Erreumatologia Sozietatearen arabera, 2010-ean 50 urte baino gehiagoko 2,4 milioi espainiar osteoporosia zeukaten (1,9 milioi emakume eta 0,5 milioi gizon). Horren ondorioz, 204 000 haustura berri eman ziren, 2842 milioi euro erabiliz (espainiako osasun kostuaren %2.8-a). Horrez gain, 2025 urterako gastu horien %30-eko igoera espero da (Hernández et al., 2019). Horrez gain, 50 urteko emakumeetan bizitzan zehar aldakako haustura izateko arriskua %9.8-22.8-koa da eta 2017-an urteroko hauskortasun hausturen intzidentzia 2,7 milioi-koa da. Dena den, datu hauek denborarekin aurrera joango direla suposatzen da, 2030 urterako Europan %23-ko eta Espainian %28.8-ko hausturen igoera emanez (*International Osteoporosis Foundation (IOF)*, 2021).

Intzidentzia ikusita, osteoporosia eta honen ondoriozko hausturak garrantzi handiko gaia dela onartu daiteke. Aldakako hausturak pertsonaren bizi kalitatearen murrizketa handia suposatzen dute zeren horrelako haustura bat izan duen 5 pertsonetatik 1 ez da urte bat baino gehiago bizitzeko gai. Horretaz aparte, haustura izandako 1/3 bakarrik haustura izan baino aurretiko egora berreskuratzen dute (Aizpurua et al., 2015).

Hori dela eta, garrantzi handiko eta ulertu beharreko gaia da, prebentzioa eta tratamendu egokia sustatzeko helburuarekin.

2.2 ARRISKU FAKTOREAK

Osteoporosia hezurreko giza gaixotasun ohikoena da, sexu eta arraza guztietan eragina daukana eta adinarekin prebalentzia handitzen duena (Kanis et al., 2019). Dena den, badaude osteoporosia izateko arriskua handitzen duten zenbait faktore, batzuk aldatu ezin daitezkeenak: genetika, etnia zuria eta asiaticoa, familian emandako hausturak, gorputz-egitura txikia, aldakaren ardatz luzea, menopausia arina (<45 urte), menarkia atzeratua, nuliparua izatea, pisu baxua, diabetes mota I, kortikosteroideen terapia kronikoa, kimioterapia, etab. Horrez gain, badaude beste arrisku faktore batzuk moldagarriak direnak: nutrizioa, bizi ohiturak, tabakoa, alkohola, immobilizazioak, jarduera fisikoaren falta, etab. (Kanis & McCloskey, 1998).

2.3 FISIOPATOLOGIA

Hezur sistema gorputzeko organo sistemarik handiena da. Osteoporosia hezuraren birmoldaketaren narriadura da eta gehienbat hezuraren balantze negatiboa dela eta ematen da. Normalean pertsona gazte eta osasuntsu baten hezuraren osteoblastoek sortzen duten hezurra eta osteoklastoek suntsitzen dutena berdina da, balantzea 0 emanez. Dena den, adina aurrera joan ahala (40 urte ingururekin), osteoblastoek sortzen duten hezurra osteoklastoek suntsitzen dutena baino txikiagoa da, balantze negatibo batean sartuz eta hezuraren degenerazioan bukatuz. Izan ere, menopausiarekin estrogenoen galera ematen da eta honekin batera, osteoblastoen apoptosia sustatzen da, hauen funtzioa galaraziz. Horrez gain, osteoklastoen aktibitatea handiagotzen da, hezuraren birxurgapena handituz. Honek hezuraren porositatea eragiten du, hezurra zulatuz doalako, honen trabekulara heldu arte. Beraz, hezur eraketaren murrizketa horren eta xurgapenaren areagotzearen emaitza osteoporosia izango da (González Macías & Olmos Martínez, 2010).

2.4 KONPLIKAZIOAK

Osteoporosiaren eragin negatibo bat hezur-dentsitatearen murrizketa da. Honen bidez, pertsona batek erorketak eta hezur hausturak izateko aukerak asko handitzen dira, menpekotasun igoz eta bizi-kalitatea murriztuz.

Hortaz, aipatu bezala, gaixotasun honetan hezur masaren eta egituraren narriadura ematen da, modu honetan hezur erresistentzia murriztuz eta hezur apurketak emateko aukera handituz. Osteoporosiaren eraginez gehien apurtzen diren gunek ornoak, femur proximala eta eskumutur distala dira (Lupsa & Insogna, 2015). Dena den, badaude zenbait faktore haustura horietan eragina izan dezaketeenak, arrisku faktore bezala: adina, sexua, hezur-dentsitate baxua izatea, aurretiko haustura izatea, aldaka haustura parentalak izatea, altueraren murriztea (> 4 cm), bigarren mailako osteoporosia izatea, glukokortikoideen erabilera, alkoholaren gehiegizko kontsumoa, eta tabakoa (Kanis et al., 2019).

Era berean, faktore hauek heriotz tasarekin estuki lotuta daude. Hain zuzen ere, Europar Batasunean 2010-ean eman ziren hausturen ondoriozko heriotzak 43000 izan ziren eta emakumeetan hausturen bidezko heriotzen %50-a aldakakoak eta %28-a ornoetakoak izan ziren (Kanis et al., 2019).

2.5 DIAGNOSTIKOA

Osteoporosiaren diagnostikoa hezur-dentsitate mineralean (BMD) oinarrituta dago. Horretarako, hezur-dentsitate minerala aztertzen da zonalde desberdinetan (aldakan, femurraren lepoan, etab.). Horretarako X-Izpi Bidezko Absortziometria Dual-a (*dual x-ray absorptiometer*, DXA) erabiltzen da, neurketa estandar moduan.

2.5.1 X izpi bidezko absortziometria dual-a (DXA)

DXA osteoporosiaren diagnostikoa egiteko, erorketen arriskua zehazteko eta pazienteen kontrola eramateko metodorik erabiliena da, aldakan (aldaka totala eta femurraren lepoa) eta bizkarrean neurtzen dena (Lupsa & Insogna, 2015).

Honen bidez hainbat parametro neurtzen dira: hezur-dentsitate minerala (BMD) hezur-mineral edukiera (*bone mineral content*, BMC) eta hezur-eremua (*bone area*, BA). Osteoporosiaren diagnostikoa egiteko T parametroa erabiltzen da. Hau kalkulatzeko hurrengo formula erabiltzen da (Lupsa & Insogna, 2015):

$$\frac{[BMD \text{ (erreferentzia gazte)} - BMD \text{ (pazientea)}]}{DE \text{ (gazte desbideratze estandarra)}}$$

Ekuaioa 1: T parametroa

Horrez gain, normalean erabiltzen den beste parametro bat Z da. Hau kalkulatzeko formula hurrengoa da (Lupsa & Insogna, 2015):

$$\frac{[BMD \text{ (erreferentzia adin, etnia eta sexu berdina)} - BMD \text{ (pazientea)}]}{DE \text{ (poblazio horren desbideratze estandarra)}}$$

Ekuaioa 2: Z parametroa

OME-k (Osasunarako Mundu Erakundeak) definizio hauek plazaratu ditu, BMD-an oinarrituta (Lupsa & Insogna, 2015):

-Normala: T balioa -1.0 edo handiagoa.

-Osteopenia: T balioa -1.0 eta -2.5 bitartean.

-Osteoporosia: T balioa -2.5 edo baxuagoa.

2.5.2 FRAX

Nahiz eta DXA osteoporosiaren diagnostikoa egiteko metodorik erabiliena izan, badauzka zenbait muga, adibidez, herrialde batzuek zailtasunak edo ezintasunak izan ditzazkete metodo hau erabiltzeko. Osteoporosiaren konplikazio nagusia hezur haustura izanik, BMD ezean, FRAX (*Fracture Risk Assessment Tool*) sortu zen 2008-an. Ordenagailuko algoritmoa da eta honen bidez, 10 urtetan zehar paziente batek haustura bat izateko arriskua kalkulatzen du, osteoporosian eragina izan dezaketen arrisku faktoreak kontuan hartuz. Metodo honetan, BMD-a izatekotan parametroen barruan sartzeko aukera dago, emaitzak zehatzagoak izanik (Kanis et al., 2019).

Dena den, tresna hau, BMD balorea ez daukan pertsonekin erabiltzea komenigarria da, izan ere, BMD baxua izateak hausturen %57-a suposatzen du, baina geratzen den %43-a beste arrisku faktoreen menpe dago, DXA-ekiko independienteak direnak (Troy et al., 2018).

Beraz, FRAX-aren bidez, BMD balorea ez daukan pertsona batean erabili daiteke eta arrisku faktoreak kontuan izanik haustura izateko arriskua badauka, DXA burutzeko aukera dago, bere hezurren egoera ikusteko eta honekin batera jarraipen bat burutzeko prebentziora bideratuz zein tratamendu bat zehaztuz (Kanis et al., 2019).

2.6 TRATAMENDUA

Gaixotasun honetan prebentzioa eta tratamendua ezinbestekoak dira eta hauek, batez ere, hezur-dentsitatea hobetzera eta erorketak prebenitzera zuzenduta egongo dira. Tratamenduaren aldetik, farmakologikoak zein ez-farmakologikoak aurkitzen dira, fisioterapeutaren helburua ez-farmakologikoa sustatzean egonda.

2.6.1 Ez-farmakologikoa

Badaude zenbait tresna BMD-a kontrolatzen lagundu dezaketenak (Lupsa & Insogna, 2015):

-Elikadura: Kaltzioa, D bitamina eta proteinak ezinbestekoak dira.

-Jarduera fisikoa: gomendatzen diren jarduera fisikoak pisua jasango dutenak dira, adibidez: ibiltzea, korrika egitea, dantzatzea, tenisean jokatzeta... Horrez gain, pisua jasaten ez duten ariketek indar muskularrean, egoera kardiobaskularrean eta

koordinazioan eragin positiboa daukate, nahiz eta hezur-dentsitate mineralean eragina mugatuagoa izan.

-**Erretzeari uztea** (arrisku faktorea delako).

-**Alkoholaren kontsumoa murriztea** (arrisku faktorea delako).

-**Fisioterapia:** fisioterapiak hezuraren osasunean eragina daukan faktore bat da; izan ere, hezur-dentsitate mineralaren galeraren prebentzioan edo behin osteoporosia dagoenean honen kudeaketan lagundu dezake (Bennell et al., 2000).

Hasteko, fisioterapeutak pazienteari balorazio egoki bat burutuko dio, bere ahultasun puntuak zeintzuk diren identifikatzeko eta horietan lan egin ahal izateko, tratamenduaren helburuak zehaztuz. Fisioterapiaren papera patologia honetan gaztetatik has daiteke, inpaktuzko jarduerak bidaliz; osteogenesisia sustatuz. Horrez gain, gaixotasunaren ondorioak tratatzeko ere baliagarria izan daiteke: pisuaren bidezko jardueren bidez hezur-dentsitatearen handipena lortzea, hausturak prebenitzeko programak sustatzea, gorputzaren estentsiorako jarrera lantzea, mina murriztea eta batez ere mugikortasuna eta funtzionalitatea lantzea; hauek hobetzeko helburuarekin (Bennell et al., 2000).

2.6.2 Farmakologikoa

Normalean tratamendu farmakologikoa ez da osteoporosiari aurre egiteko erabiltzen den lehenengo aukera, baina aurretik aipatutako bizi-ohiturak aldatuz hezur-dentsitatearen hobekuntza lortzen ez bada, tratamendu farmakologikoa ezinbestekoa bihurtzen da.

Osteoporosi postmenopausikoa tratatzeko eta prebenitzeko zenbait farmako erabiltzen dira: bisfosfonatoak, estrogenoak, estrogenoaren hartzaileen modulatzailer selektiboak (SERM), teriparatidak, denosumab eta kaltzitonina (Lupsa & Insogna, 2015).

Osteoporosi menopausikoan estrogenoen murrizketa dagoenez, hezuraren birxurgapena eraketa baino handiagoa izango da. Teriparatida izan ezik, aurreko farmako guztiak antixurgatzaileak dira. Hori dela eta, hezur birxurgapena murrizten dutenez, BMD handituko dute, hezur berriaren eraketa sustatuz. Aldiz, teriparatida farmako anabolizatzailea da eta zuzenean BMD handitzen du, hezur eraketa sustatuz.

Farmako hauek aurretik hausturaren bat izan duten paziente osteoporotikoetan erorketa arriskua murrizten dutenaren ebidentzia dago. Aldiz, haustura osteoporotikorik izan ez duten paziente osteopenikoetan ebidentzia ez da hain handia (Lupsa & Insogna, 2015).

Nahiz eta tratamendu farmakologikoa osteoporosia tratatzeko metodo bezala erabili, badaude jakin behar diren bigarren mailako efektuak: zain tronboenbolismoa, bihotzekoa, istripu zerebrobaskularra, bular minbizia, behazun-xixku patologia, birika minbizia, dementsia, etab. (Marjoribanks et al., 2012).

Dena den, tratamendu farmakologikoaren preskripzioa zein atxikimendua gero eta gehiago murriztu da azken urteetan. Hori dela eta, osteoporosiaren prebentzio zein tratamendurako farmakologikoak ez diren baliabideak bilatzeari gero eta garrantzi handiagoa ematen ari zaio (McMillan et al., 2017).

2.7 OSTEOPOROSIA ETA JARDUERA FISIKOA

Jarduera fisikoa egitea osasun eta bizi kalitate hoberekin zuzenki erlazionatuta dagoen baliabide merkea, nahien arabera aldakorra eta eskuragarria da (Troy et al., 2018). Izan ere, inaktibitate fisikoa zuzeneko moldatu daitekeen arrisku faktore garrantzitsua da hainbat patologiak garatzeko arriskua handitzen dutelako: gaixotasun kardiobaskularrak, diabetes mellitus-a, kolon eta bular minbizia, obesitatea, hipertentsioa, hezur eta giltzaduren gaixotasunak (osteoporosia eta osteoartritis), depresioa, etab. Adibidez, jarduera fisikoa gaixotasun kardiobaskularren eta gizon eta emakumeen bat-bateko heriotzaren tasa jaisteko, glukosaren homeostasia mantenduz diabetes mellitus II prebenitzeko, minbizien intzidentzia murrizteko, hezur-dentsitate mineralaren galera leuntzeko eta ongizate psikologikoa mantentzeko baliogarria dela ikusi izan da (Warburton et al., 2006).

Ohean ematen den aste bateko immobilizazioan, urte batean ematen den hezur galera ematen da eta jarduera fisikoak horretan eragin zuzena izan dezake. Izan ere, jarduera fisikoaren bidez, erorketak saihestu daitezke, indar muskularra eta oreka hobetuz. Horrez gain, hezur-dentsitatea mantentzen laguntzen du, hezur eraketa estimulatuz eta erresortzioa murriztuz (Kanis et al., 2019).

Jarduera fisikoaren bidez eman daitekeen BMD-ko %1-3-ko hobekuntzak hezur hausturaren prebentziorako nahiko izan daitezke. Beraz, honekin ondorioztatu daiteke jarduera fisikoaren bidez lortzen diren hobekuntza txiki horiek tratamendu farmakologikoarekin lortzen diren hobekuntzen antzekoak direla. Dena den, aipatu beharra dago BMD hezur hausturetan eragina daukan faktore garrantzitsu bat dela, baina ez dela bakarra; izan ere, jarduera fisikoaren bidez hezur morfologia, geometria, indar muskularra, oreka eta propiozepzioa hobetzen dira, erorketa arriskuak eta ondoriozko hezur hausturak murriztuz (McMillan et al., 2017).

Urteetan zehar egindako ikerketetan erresistentzia eta pisu bidezko ariketak BMD-a mantendu edota handitzeko baliabiderik eraginkorrenak direla ikusi da. 2004-an Rayan et al.-ek egindako ikerketa batean, sexuen arteko konparaketa egitean, indar entrenamendu baten bidez ematen den gizon eta emakumeen BMD-aren hobekuntzen artean desberdintasun estatistikoki esanguratsurik ez dagoela ikusi dute. Horrez gain, adinen arteko konparaketa ikustean, BMD-aren guneen arteko desberdintasunik ez dagoela ikusi dute, femurraren lepoan izan ezin; gazteek adinduek baino hobekuntza handiagoko joera azalduz (Ryan et al., 2004).

Dena den, denbora eta garraio baliabide falta ariketa mota hauek ez burutzeko oztopo handienak izan dira (McMillan et al., 2017). Horrez gain, emakume batzuentzat arriskutsuak izan daitezke inpaktu handiko jarduerak; oreka arazo larrietan, giltzaduren degenerazio zein minetan, arazo kardiobaskularretan etab. (Troy et al., 2018). Hori dela eta, beste ariketa mota batzuetan ikertzen hasi dira, gorputz osoko bibrazioak (*Whole Body Vibration Therapy, WBVT*)” adibidez.

WBVT-a arazo muskuluesketikoetan eragin positiboa daukan modu pasiboan burutzen den jarduera da. Honek, sistema muskuluesketikoari estimuluak bidaltzen dizkio, honek adaptazioak sortzeko (McMillan et al., 2017). Interbentzio hau burutu ahal izateko gorputz osoko bibrazio plataforma bat behar da eta pazienteak gainean zutituko da. Plataformak maiztasun altuko estimulu mekanikoak bidaliko dizkio organismoari, gorputzeko hartzaile sensorialek jasoko dituztenak. Hartzaile horiek hezuraren jarduera bultzatu egingo dute, efektu osteogenikoa sustatzeko eta beraz, hezur-dentsitate mineralaren galera leuntzeko asmoz (Marin-Cascales et al., 2018). Dena den, orain arte egindako ikerketak mugatuak dira eta emaitzak aldakorak dira.

Hori dela eta, errebisio honen helburua WBV terapiak postmenopausikoak diren emakumeen BMD-an daukan eragina aztertzea da.

3 METODOAK

3.1 DATUEN ITURRIA ETA BILAKETAREN ESTRATEGIA

Errebisio sistematiko honen artikuluen bilaketa egiteko Pubmed eta PEDro datu baseak erabili dira. Hasteko, honetan “*whole body vibration*”, “*vibration*”, “*osteoporosis*”, “*bone mineral density*” eta “*menopause*” hitzak erabili dira “AND” eta “OR” operadore bolearrak erabiliz, adibidez, “*vibration AND bone mineral density*”. Bilaketa ingelesez egin izan da eta 2000 urtea izan da erabili den dataren epea. Horrez gain, PEDro eskala erabili da ikerketen kalitatea baloratzeko; 6 puntu edo gehiagoko entseguak aukeratuz.

3.2 ONARPEN ETA BAZTERTZE IRIZPIDEAK ETA KALITATEAREN EBALUAZIOA

Ikerketen aukeraketa egiteko hainbat onarpen irizpide kontuan hartu dira. Hasteko, laginari dagokionez, 25 partehartzaile baino gehiagoko ikerketak aukeratu dira; emakumeetan bakarrik neurtzea, menopausia naturala izatea gutxienez urte batekoa eta 40 urte baino gehiagokoak izatea kontuan hartuz. Horrez gain, errebisioa egiteko aukeratutako artikulua guztietan DXA metodoaren bidez BMD neurtzea ezinbestekoa izan da, konparaketa egiteko aldagai nagusia izanik.

Horrekin batera, ingelesez eta gaztelaniaz egindako ikerketak bakarrik aukeratu dira, gehien egiten diren hizkuntzak izanik. Artikulu motaren arabera, entseguak bakarrik aukeratu dira (*clinical trial edo randomized controlled trial*).

Ikerketaren barruan, gutxienez 2 talde egotea erabaki da; horietako batean WBV terapia erabiliz eta beti kontrol talde batekin konparatuz. Dena den, aukeratutako 4 artikuluetan (Marín-Cascales 2019, Von Stengel 2011, Shin 2018, De Oliveira 2019) 3 talde ikertu egin dira, 2 interbentzio mota konparatuz kontrol taldearekin batera. Ikerketaren iraupenari dagokionez, gutxieneko denbora 3 hilabete izan da, emandako estimulu mekanikoak denbora nahiko izateko hezur-dentsitatean aldaketak eragiteko.

Baztertze irizpideei dagokienez, errebisio sistematiko zein meta-analisi guztiz aldendu egin dira. Horrez gain, partehartzaileei dagokionez, honako lagina zuten ikerketak alde batera utzi dira: gizonak, naturala ez zen menopausia, 40 urte baino emakume gazteagoak eta DXA-ren bidez BMD neurtzen ez zituzten ikerketak, emakume horiek tratamendu farmakologikoan egotea (kaltzio edo D bitamina gehigarriak izan ezik) eta ikerketan eragina izan dezakeen hasierako beste patologia nagusi bat izatea. Amaitzeko, ingelesez edo gazteleraz eginda ez zeuden eta 2000 urte baino aurretiago egindako ikerketak baztertu izan dira.

Ikerketen onarpen irizpideekin bukatzeko, kalitatearen metodologiari dagokionez, PEDro eskala erabili da parametro hau zehazteko, kalitate oneko entseguak bakarrik aukeratu. Beraz, hauek 6 edo gehiagoko puntuazioa izan beharko dute.

Azkenik, hau guztia kontuan hartuz, errebisio sistematiko hau burutzeko onarpen irizpideak bete izan dituzten 6 artikulua aukeratu dira, beti ere baztertze irizpideak kontuan hartuz.

4 EMAITZAK

4.1 IKERKETEN AUKERAKETA

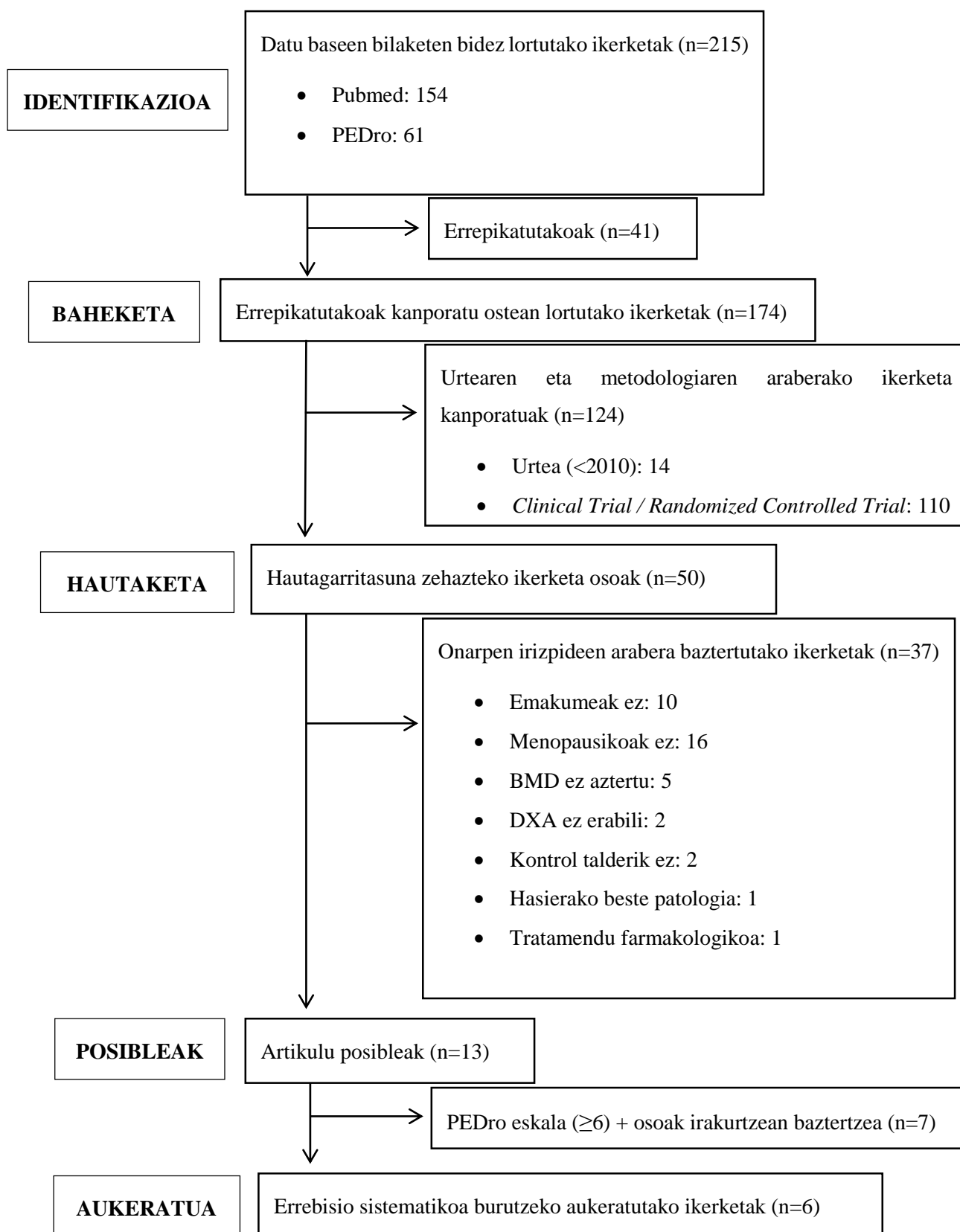
1.irudian errebisioa egiteko artikuluen aukeraketa burutzeko erabili izan den estrategia ageri da. Aipatutako 2 datu basean bilaketa egitean 215 ikerketa lortu dira, horietako 41 errepikatuta daudenak, beraz, horiek baztertuta geratu dira, 174-rekin geratuz. Horren ostean, metodologia eta datari erreparatu, 124 aukeraketatik kanpo geratu dira, 50-ekin geratuz. Amaitzeko, onarpen eta baztertze irizpideak kontuan izanik, 37 kanporatu egin dira, 13-rekin geratuz. Horiek ondo irakurri eta aztertu ostean, eta kalitate irizpideak kontuan hartuz, errebisioa egiteko aproposak izan diren 6 ikerketa aukeratu izan dira.

4.2 KALITATEAREN METODOLOGIA

PEDro eskala “*clinical trial*” edo “*randomized controlled trial*” bezalako ikerketen kalitatea neurtzeko erabiltzen den baliabidea da. Eskala honek 10 puntutik lortzen duen puntuazioa adierazten du, nahiz eta hasieratik 11 item izan. Baloratzen den item-a betetzen badu 1 puntuazioa ematen zaio eta betetzen ez badu, 0; denak pasatu

ostean, puntu guztien batuketa ematen da 10-tik zenbat lortu den adieraziz. 9-10 puntuazioko ikerketak kalitate bikainekoak, 6-8 tartekoak kalitate onekoak, 4-5 puntu lortutakoak kalitate ertainekoak eta azkenik, 4 puntu baino gutxiagokoak kalitate txarrekoak izango dira (Maher et al., 2003).

Lortu diren 6 artikuluetatik Verschueren 2011, Von Stengel 2011 eta De Oliveira 2019 ikerketek 7-ko puntuazioa bete zuten eta ElDeeb 2020, Marín-Cascales 2019 eta Shin 2018 ikerketek 6-ko puntuazioa eskuratu zuten, guztiek hasieran aipatutako gutxieneko irizpidea betez eta kalitate onekoak izanik.



Irudia 1: Errebisioa burutzeko ikerketen aukeraketaren fluxu diagrama

BMD: *bone mineral density* (hezur-dentsitate minerala). **DXA:** *dual x-ray absorptiometer* (X-Izpi Bidezko Absortziometria Dual-a).

Taula 1: PEDro eskala (Maher et al., 2003)

Erreferentzia	Onarpen irizpideak	Ausazko esleipena	Ezkutuzko esleipena	Hasierako antzeko datuak	Lagin itsua	Terapeuta itsua	Ebaluatzaile itsua	Bertan beherako < %15	"Tratatzeiko intentzio" analisia	Taldearen arteko konparaketa	Neurriak eta bariabilitatea	Puntuazioa
Verschueren 2011	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	7
EIDeeb 2020	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	6
Marín-Cascales 2019	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	6
Von Stengel 2011	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	7
Shin 2018	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	6
De Oliveira 2019	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	7

Taula 2 Aukeratutako ikerketen ezaugarriak

Erreferentzia	Lagina	Onartze irizpideak	Interbentzioaren ezaugarriak	Eraitzak	Konklusioak
Verschueren 2011	n = 113 emakume postmenopausiko. Batez besteko adina 79,6.	Emakumeak, menopausikoak, >70 urte, tratamendu farmakologikorik ez.	2 taldeek kaltzio (1000 mg) eta D bitamina (880UI tratamendu konbentzionala edo 1600 UI dosi altuko tratamendua) jaso zuten egunero. WBV astean 3 alditan, 6 hilabetez. -Kontrol taldea (n=57): eguneroko jarduerekin jarraitu + kaltzio eta bitamina D suplementazio dosi konbentzionala (n = 28) edo altua (n = 29). -WBV taldea (n=56): WBV ariketa estatiko zein dinamikoeekin + kaltzio eta bitamina D suplementazio dosi konbentzionala (n = 29) edo altua (n = 27). Parametroak (hasierakoa-amaierakoa): maiztasuna 30-40 Hz, bibrazio denbora 1-12 minutu, ariketa kopurua 2-5, anplitudea 1,6-2,2 gramo eta ariketen arteko atsedena 60- 5 segundo.	Aldakako BMD, DXA bidez.	Hobekuntza estatistikoki esanguratsuak aldakako BMD kontrol zein WBV taldeetan ($p \leq 0.001$). WBV taldea hobekuntza gehigarrik gabe, kontrol taldearekin konparatuz ($p=0.949$).

WBV: whole body vibration (gorputz-osoko bibrazioa). **Hz:** hertzio. **BMD:** bone mineral density (hezur-dentsitate minerala). **DXA:** dual x-ray absorptiometer (X-Izpi Bidezko Absortziometria Dual-a). **Mg:** miligramoak. **UI:** unitate internazionalak.

Taula 3 Aukeratutako ikerketen ezaugarrien jarraipena

EIDeeb 2020	n = 43 emakume postmenopausiko. Batez besteko adina 57,29.	Emakumeak, 50-60 urte, BMI >25 <29,9 kg/m ² , menopausia naturala 3 urtez edo gehiagoz, BMD baxua (T <-1.0), tratamendu farmakologikorik ez.	2 taldeek kaltzio (1200mg) eta D bitamina (800UI) jaso zuten egunero. WBV astean 2 alditan, 24 astez. -Kontrol taldea (n=24): eguneroko jarduerekin jarraitu. -WBV taldea (n=25): gorputz osoko bibrazio bertikaleko plataforma. Maiztasuna 25-35 Hz eta anplitudea 2,5-5 milimetro. Ariketa estatikoak eta dinamikoak. Parametroak (hasierakoa-amaierakoa): maiztasuna 25-35 Hz, anplitudea 2,5-5 milimetro, bibrazio denbora 5-10 minutu, posizio bakoitzaren denbora 30-60 segundo, ariketen arteko atsedena 45-15 segundo eta ariketen errepikapenak 3-9.	BMD gune lunbarrean (L2-L4) eta femurrean (femurraren lepoan, Ward triangeluan eta trokanter nagusian). DXA bidez.	Hobekuntza estatistikoki esanguratsuak WBV taldean gune lunbarreko, lepo femoraleko, Ward triangeluko eta trokanter nagusiko BMD-an, kontrol taldearekin konparatuz (p=0.010, p=0.001, p=0.001 eta p=0.001, hurrenez hurren).
-------------	---	---	---	--	---

BMI: *body mass index* (gorputz-masa indizea). **BMD:** *bone mineral density* (hezur-dentsitate minerala). **Mg:** miligramoak. **UI:** unitate internazionalak. **WBV:** *whole body vibration* (gorputz-osoko bibrazioa). **Hz:** hertzio. **DXA:** *dual x-ray absorptiometer* (X-Izpi Bidezko Absortziometria Dual-a).

Taula 4 Aukeratutako ikerketen ezaugarrien jarraipena

Marín-Cascales 2019	n = 65 emakume postmenopausiko. Batez besteko adina 59,8.	Emakumeak, menopausikoak duela gutxienez 3 urte, tratamendu farmakologikorik ez.	Astean 3 alditan, 24 astez. -Kontrol taldea (n=15): eguneroko jarduerekin jarraitu. -MTG taldea (n=25): bizikleta estatikoko beroketa (8minutu), luzaketa aktiboak eta beheko adarrentzako mobilizazio ariketak. Ondoren, jauzi bertikalak (altueraren eta jauzi kopuruaren progresioarekin) eta jarduera aerobikoa burutu zen ibiliz 30-60 minutuz, bihotz maiztasun maximoaren %50-75-an. -WBV taldea (n=25): MTG taldeko beroketa berdina (8minutu), ariketa dinamikoak bibrazio bertikaleko plataforman. Parametroak (hasierakoa-amaierakoa): maiztasuna 35-40 Hz, anplitudea 4 milimetro, errepikapenak 5-11, posizio bakoitzaren denbora 45-60 segundo, atsedena 1 minutu.	BMD gune lunbarrean (L1- L4) eta ezkerreko lepo femoralean, DXA bidez.	Gune lunbarreko BMD- ari dagokionez, hobekuntza estatistikoki esanguratsuak eman ziren WBV taldean, (p=0.03), baina MTG taldean (p=0.21) eta kontrol taldean (p=0.51), aldiz, ez. Lepo femoraleko BMD-ari dagokionez, ez diren inongo taldean hobekuntza estatistikoki esanguratsurik eman (p=0.43, p=0.69 eta p=0,29, hurrenez hurren).
------------------------	--	--	---	---	--

MTG: *Multitraining group* (talde multikonponentala). **WBV:** *whole body vibration* (gorputz-osoko bibrazioa). **Hz:** hertzio. **BMD:** *bone mineral density* (hezur-dentsitate minerala). **DXA:** *dual x-ray absorptiometer* (X-Izpi Bidezko Absortziometria Dual-a).

Taula 5 Aukeratutako ikerketen ezaugarrien jarraipena

Von Stengel 2011	n = 151 emakume postmenopausiko. Batez besteko adina 68,5.	Emakumeak, 65-76 urte, menopausia, tratamendu farmakologikorik ez.	<p>2 taldeek kaltzio (1500mg) eta D bitamina (400UI) jaso zuten egunero.</p> <p>Astean 4 alditan, 18 hilabetez. Astean 2 egunetan entrenamendu gidatua (60minutu) eta beste 2 egunetan etxeko entrenamendua (20minutu).</p> <p>-Kontrol taldea (n=51): jarduera fisiko arina eta erlaxatzeko ariketak (inpakturik gabe) 10 astez eta 10 asteko atsedanak errepikatuz.</p> <p>-TG taldea (n=50): dantza aerobikoa (20minutu), oreka (5minutu), entrenamendu funtzionala (20minutu) eta hankentzako ariketa dinamikoak bibrazio plataforman itzalita (15minutu).</p> <p>-TGV (n=50): TG taldeak burutako ariketa programa berdina, bibrazio plataforma piztuta izanda.</p> <p>Parametroak (hasierakoa-amaierakoa): maiztasuna 25-35 Hz, anplitudea 1,7 milimetro, bibrazio denbora 6 minutu.</p>	BMD gune lunbarrean (L1-L4) eta femur proximalean, DXA bidez.	Hobekuntza estatistikoki esanguratsuak TG eta TGV taldeetan gune lunbarreko BMD-an, ($p < 0.000$, eta $p < 0.000$, hurrenez hurren), baina, taldeen artean konparatuz, TG eta kontrol taldearen arteko desberdintasunak bakarrik izan ziren esanguratsuak ($p = 0.026$). Femur proximalean ez ziren inongo taldeetan aldaketa estatistikoki esanguratsurik ikusi.
------------------	---	--	--	---	--

Mg: miligramoak. **UI:** unitate internazionalak. **TG:** *training group* (entrenamendu taldea). **TGV:** *training group with vibration* (entrenamendu taldea bibrazioarekin).

Hz: hertzio. **BMD:** *bone mineral density* (hezur-dentsitate minerala). **DXA:** *dual x-ray absorptiometer* (X-Izpi Bidezko Absortziometria Dual-a).

Taula 6 Aukeratutako ikerketen ezaugarrien jarraipena

Shin 2018	n = 41 emakume postmenopausiko. Batez besteko adina 55,87.	Emakumeak, menopausia naturala duela gutxienez 1 urte, tratamendu farmakologikorik ez azken 6 hilabetetan, hezur-dentsitatean eragina duen jarduera fisikorik ez azken 6 hilabetetan.	Astean 5 alditan, 12 astez. -Kontrol taldea (n=13): eguneroko jarduerekin jarraitu. -WBV taldea (n=14): posizio estatikoan gorputz osoko bibrazio bertikaleko plataforman. Parametroak (hasierakoa-amaierakoa): maiztasuna 25-30 Hz, anplitudea 1.0-3.0 milimetro, bibrazio denbora 5 minutu, serieak 2-3. -WBVLS taldea (n=14): WBV taldeak egindako tratamendu berdina, pisudun txaleko bat gehituz. Txalekoaren pisua hasieran pazientearen pisuaren %5-a zen eta amaieran %10.	BMD gune lunbarrean (L2-L4) eta ezkerreko lepo femoralean, DXA bidez.	Gune lunbarreko BMD-ari dagokionez, hobekuntza estatistikoki esanguratsuak eman ziren WBVLS taldean, (p=-0.05), baina WBV taldean (p=0.01) eta kontrol taldean (p=0.00), aldiz, ez. Lepo femoraleko BMD-ari dagokionez, ez diren inongo taldean hobekuntza estatistikoki esanguratsurik eman (p=-0.15, p=0.02 eta p=0.01, hurrenez hurren).
-----------	---	---	--	---	--

WBV: whole body vibration (gorputz-osoko bibrazioa). **Hz:** hertzio. **WBVLS:** whole body vibration with load stimulation (gorputz-osoko bibrazioa pisuarekin). **BMD:** bone mineral density (hezur-dentsitate minerala). **DXA:** dual x-ray absorptiometer (X-Izpi Bidezko Absortziometria Dual-a).

Taula 7 Aukeratutako ikerketen ezaugarrien jarraipena

De Oliveira 2019	n = 51 emakume postmenopausiko. Batez besteko adina 55,4.	Emakumeak, menopausia naturala duela gutxienez 1 urte, tratamendu farmakologikorik ez azken 6 hilabetetan, hezur-dentsitatean eragina duen jarduera fisikorik ez azken 6 hilabetetan, jarduera fisikoa egiteko gai, eguneroko jarduerak egiteko independentzia, Mini-Mental galdetegian ≥ 19 puntu.	Astean 3 alditan, 6 hilabetez. -Kontrol taldea (n=17): eguneroko jarduerekin jarraitu. -VG taldea (n=17): posizio estatikoan bibrazio lateraleko plataforman. Parametroak: maiztasuna 20 Hz, anplitudea 4 milimetro, bibrazio denbora 5 minutu eta magnitudea 3,2 gramo. -PG (n=17): beheko zein goiko adarrentzako eta enborrerako muskuluak indartzeko zein luzatzeko 21 ariketa. 10 errepikapeneko serie 1, 1 minutuko atsedenaekin ariketen artean. Esfortzua kontrolatzeko Borg eskala erabili da.	BMD gune lunbarrean (L1-L4), femurraren lepoan, aldaka osoan, <i>Ward</i> triangeluan, trokanter nagusian eta gune intertrokanterean; DXA bidez.	Hobekuntza estatistikoki esanguratsu bakarrak gune lunbarreko eta trokanterreko BMD-an eman ziren; VG taldean ($p=0.00$ eta $p=0.00$, hurrenez hurren) eta PG taldean ($p=0.00$ eta $p=0.00$, hurrenez hurren).
------------------	--	--	---	--	---

VG: vibration group (bibrazio taldea). **HZ:** hertzio. **PG:** pilates group (pilates taldea). **BMD:** bone mineral density (hezur-dentsitate minerala). **DXA:** dual x-ray absorptiometer (X-Izpi Bidezko Absortziometria Dual-a).

4.3 PARTEHARTZAILEAK

Errebisio sistematikoa egiteko aukeratu diren artikuluetan guztira 464 partehartzaile egon dira, guztiak (%100) emakumeak izanik. Emakume horiek 40 urtetik 80 urterako adin tartean daude, batz bestekoa 62,74 izanik. Aukeratutako emakume guztiak postmenopausikoak dira, honen ostean ematen den hezur-dentsitate galera nabarmenagoa izateko. Izan ere, hau izan da errebisioa egiteko erabili izan den neurketa parametroa; BMD. Errebisioa egiteko aukeratutako ikerketa guztietako partehartzaileek ez zuten tratamendu farmakologikorik jarraitu, izan ere, hau izan da aukeraketa egiteko erabili izan den baztertze irizpide bat. Amaitzeko, nahiz eta tratamendu farmakologikorik ez hartu, oso tratamendu ohikoa delako, kaltzio eta D bitamina suplementazioak hartzea onartu egin da, 3 ikerketetan (Verschueren 2011, ElDeeb 2020, Von Stengel 2011) gehigarri hori erabiliz interbentzio zein kontrol taldeetan.

Verschueren-ren (2011) artikuluan, 113 emakume instituzionalizatuak aukeratu ziren, postmenopausikoak eta 70 urte baino gehiagokoak. Horrez gain, emakume hauek ez zuten inolako tratamendu farmakologikorik hartu behar ikerketan parte hartu ahal izateko, baina partehartzaile guztiek kaltzio (1000 mg) eta D bitamina (880 UI dosi konbentzionaleko taldeak eta 1600 UI dosi altuko taldeak) suplementazioak hartzen zituzten ikerketan zehar. ElDeeb-ren (2020) artikuluan, 43-49 emakume hautatu ziren, postmenopausikoak (gutxienez 3 urtekoa), 50-60 urtekoak, BMI >25 eta <29,9 kg/m² zituztenak, hasierako BMD baxua zutenak (T<1.0) eta tratamendu farmakologikorik jasotzen ez zutenak, nahiz eta kaltzio (1200 mg) eta D bitamina (800 UI) suplementazioak jaso. Marín-Cascales-en (2019) artikuluan, 65 emakume ikertu ziren, postmenopausikoak (gutxienez 3 urte), 59,8 batz besteko adinekoak eta tratamendu farmakologikorik jasotzen ez zutenak. Von Stengel-en (2011) artikuluan, aldiz, 65-76 adin tarteko 151 emakume postmenopausiko aukeratu ziren, batz besteko adina 68,5 izanik. Horrez gain, ikerketan parte hartu ahal izateko ez zuten tratamendu farmakologikorik hartu behar. Shin-en (2018) artikuluan 55,87 batz besteko adineko 41 emakume postmenopausiko aukeratu ziren, menopausia naturala zutenak gutxienez urte batez, azken 6 hilabetetan tratamendu farmakologikorik jaso ezta hezur-dentsitatean eragina izan dezakeen jarduera fisikorik egin ez zutenak. Azkenik, De

Oliveira-ren (2019) artikuluan, 51 emakume postmenopausiko aukeratu ziren, 55,4 bataz besteko adina zutenak, gutxienez urte batez menopausia naturala zeukatenak, azken 6 hilabetetan tratamendu farmakologikorik jaso ez zutenak ezta denbora tarte horretan hezur-dentsitatean eragina izan dezakeen jarduera fisikorik burutu ez zutenak. Horrez gain, emakume horiek jarduera fisikoa egiteko gai ziren, eguneroko jarduerak burutzeko independenteak eta Mini Mental test-an ≥ 19 puntu lortu behar zituzten parte hartzeko gai izateko.

4.4 INTERBENTZIOAREN EZAUGARRIAK

Errebisioa burutzeko aukeratu diren 6 ikerketetan gutxienez 2 talde burutu dira, gehienetan 3 talde izanik. Horietako batean kontrol talde bat dago eta bestea edo beste biak interbentzio taldeak, jarduera fisikoa burutuko dutenak, beti talde batean WBV terapia erabiliz.

Lehenengo ikerketak (Verschueren et al., 2011) 6 hilabeteko iraupena izan zuen. Honetan, partehartzaileak 2 taldetan banatu ziren; kontrol taldea (CG) eta bibrazio taldea (WBV). Bi taldeek kaltzio (1000 mg) eta D bitamina (880 UI) suplementazioak jaso zituzten. Kontrol taldeak ez zuen interbentziorik jaso eta WBV taldeak astean 3 aldiz bibrazio interbentzioa jaso zuen. Pazienteak bibrazio plataforman egonda zenbait ariketa burutu zituzten: *squat*, *deep squat*, *wide-stance squat*, *toe stance* eta *one-legged squat*. Bibrazioaren bolumenaren aldetik, saio bakoitzean hasierako bibrazio denbora 1 minutukoa izan zen eta bukaerakoa 12 minutukoa, burutu ziren ariketei dagokionez, hasieran 2 ariketa bakarrik burutu ziren eta bukaeran, aldiz, 5 eta atsedetik gabeko bibrazio denbora jarraia hasieran 15 segundokoa eta amaieran 60 segundokoa izan zen. Bibrazioaren intentsitateari dagokionez, hasierako maiztasuna 30 Hz-koa eta bukaerakoa 40 Hz-koa izan zen, hasierako anplitudea 1,6 g-koa eta amaierakoa 2.2 g-koa izan zen eta ariketen arteko atsedena hasieran 60 segundokoa eta amaieran 5 segundokoa izan zen.

Bigarren ikerketak (ElDeeb & Abdel-Aziem, 2020) 24 asteko iraupena izan zuen eta partehartzaileak 2 taldetan banatu ziren: kontrol taldea (CG) eta bibrazio taldea (WBV), guztiek kaltzio (1200 mg) eta D bitamina (800 UI) suplementazioak jaso zituzten. Kontrol taldeak ohiko bizitzarekin jarraitu zuen, interbentziorik jaso gabe. WBV taldeak, aldiz, bibraziozko tratamendua jaso zuen astean 2 saioetan. Honetan,

pazienteak zenbait ariketa burutu zituzten plataformaren gainean: *squat*, *half squat*, *wide-stance squat*, *deep squat*, *1-legged squat*, *1-legged stance* eta *lunge*. Bibrazioaren parametroak hurrengoak izan ziren: hasierako maiztasuna 20 Hz eta bukaerakoa 35 Hz, hasierako anplitudea 2.5 mm eta bukaerakoa 5 mm, hasierako bibrazioaren iraupena 5 minutu eta bukaerakoa 10 minutu, ariketa bakoitzean emandako hasierako denbora 30 segundo eta 60 segundo amaierakoa, ariketa bakoitzaren hasierako errepikapenak 3 eta bukaerakoak 9 eta ariketa bakoitzaren arteko atsedena hasieran 45 segundo eta amaieran 60 segundo.

Hirugarren ikerketa (Marín-Cascales et al., 2019) 24 aste iraun zuen eta partehartzaileak 3 taldetan banatu ziren: kontrol taldea, bibrazio taldea (WBV) eta entrenamendu talde multikonponentala (MTG). Kontrol taldeak ez zuen interbentziorik jaso, ohiko bizi ohiturekin jarraitu zuen. Interbentzioa burutu zuten 2 taldeek astean 3 saio burutu zuten, hasierako beroketa batekin. Honetan, 8 minutuz bizikleta estatikoan ibili ziren intentsitate moderatu batean, luzapen aktiboak eta beheko gorputz adarren giltzadurentzako mugikortasun ariketak burutu zituzten. WBV interbentzioari dagokionez, partehartzaileak bibrazio plataforman *calf raise* ariketa dinamikoa burutu zuten. Honen parametroak hurrengoak dira: hasierako maiztasuna 35 Hz eta bukaerakoa 40 Hz, anplitude konstantea 4 mm-koa, lan denbora 60 segundo, hasieran 45 segundoko 5 errepikapen eta bukaeran denbora berdineko 11 errepikapen eta horien arteko atsedena 60 segundo. Interbentzio multikonponentalari dagokionez, honetan jauziak eta jarduera aerobikoa burutu da. Jauziak hasieran 5 cm-ko altueratik eta amaieran 25 cm-tik egin dira, hasieran serie bateko 10 errepikapen eta bukatzeko 4 serieko 10 errepikapen, mesoziklotan antolatuta. Jarduera aerobikoaren harira, ibiltzea izan zen aukeratutako jarduera, 30-60 minutuz, bihotz maiztasun maximoaren %50-70-eko intentsitatean.

Laugarren ikerketak (Von Stengel et al., 2011) 18 hilabeteko iraupena izan zuen eta bertan 3 talde zeuden; kontrol taldea (CG), entrenamendu taldea (TG) eta entrenamendu + bibrazio taldea (TGV). Partehartzaile guztiek kaltzio eta D bitamina suplementazioa jaso zuten, bakoitzaren hasierako baloreak kontuan hartuz, partehartzaile guztiek 1500 mg kaltzio eta 400 UI izateko. Kontrol taldean zeuden partehartzaileek inpaktu gabeko intentsitate baxuko entrenamendua eta luzaketak egin zituzten astean behin, 10 astez, beste 10 asteko atsedenarekin; zikloa errepikatuz.

Entrenamendu taldeek interbentzioa burutu zuten astean 4 alditan; 2 egunetan entrenamendu gidatua burutuz eta beste 2 alditan, aldiz, etxeko entrenamendua. Gidatutako entrenamenduan hainbat motatako jarduerak burutu ziren: dantza aerobikoa (bihotz maiztasun maximoaren %70-80-ko intentsitatean) eta inpaktuzko ariketak (lurreko inpaktu leuna 1.6-koa edo inpaktu altua 2.6-koa) 20 minutuz, 5 minutuko koordinazio orokorra eta oreka, gimnasia funtzionala, indar isometrikoa eta luzaketak (10-15 ariketa, 6-10 segundoko esfortzu maximoarekin eta 20-30 segundoko atsedean aktiboarekin, luzaketak burutuz), goiko gorputz adarrentzako ariketak (15 errepikapeneko 3 serie; 2 segundoz kontzentrikoki, 1 segundoz isometrikoki eta 2 segundoz eszentrikoki eta Theraband-en bidez luzaketak 30-40 segundoz) eta beheko gorputz adarrentzako ariketa dinamikoak (*heel rises*, *one-legged deep squat* eta *leg abduction*) burutu zituen bibrazio plataforma baten gainean, 15 minutuz, 12 errepikapen 1RM-aren %60-70-ko intentsitatearekin eta 1 minutuko atsedean aktiboarekin, luzaketak eginez (bibrazioa itzalita zegoela). TG taldeak plataforma itzalita zeukan, TGV taldeak piztuta zeukan bitartean, hasieran 25 Hz eta bukaeran 35 Hz-ko maiztasunarekin eta 1,7 mm-ko anplitudearekin. Bukatzeko, etxean burututako entrenamenduak 15-20 minutuko iraupena zeukan eta bertan, ohiko entrenamendu programako indar eta luzaketa ariketa desberdinak burutzen zituzten, 6 hilabetero aldatzen zirenak.

Bosgarren ikerketa (Shin et al., 2018) 12 astekoa izan da eta bertan 3 talde burutu dira: kontrol taldea (CG), bibrazio taldea (WBVG) eta bibrazio + karga estimulazio taldea (WBVLSG). Kontrol taldeak ez zuen interbentziorik jaso, beste bi taldeek 10-15 minutuko 5 saio aste bakoitzeko burutu zituzten bitartean. Pazientea bibrazio plataformaren gainean zutik jarri zen, belaunen semiflexioarekin, aurrera begiratzuz eta oinen kanporako 7°-ko angeluarekin. Behar izatekotan, plataformaren heldulekua eusteko aukera eman zitzaien, baina beti ere pisua bertan bermatu gabe. Bibrazioaren parametroak ondorengoak izan ziren: hasierako maiztasuna 25 Hz-koa eta bukaerakoa 30 Hz-koa, hasierako anplitudea 1.0 mm-koa eta amaierakoa 3.0 mm-koa. Bibrazio plataforma 5 minutu pasa ondoren bakarrik gelditzeko, 1 minutuko atsedena izateko eta berriz pizteko programatuta zegoen. Lehenengo 6 asteetan 5 minutuko 2 errepikapen burutzen ziren, 25 Hz-ko maiztasunarekin eta azken 6 asteetan, aldiz, 5 minutuko 3 errepikapen burutzen ziren, 30 Hz-ko maiztasunarekin. WBVLSG taldeak,

bibrazioaz gain, kargadun txalekoa jantzita zeramaten, 4 poltsikorekin, bakoitzean 500 g-ko kargak gehitzen joateko, partehartzailearen pisuaren %10-a gehitu arte. Beraz, talde honek, WBV tratamendu berdina jasotzen zuen, pisudun jaka gainean eramanez. Azkenik, seigarren ikerketak (de Oliveira et al., 2019) 6 hilabeteko iraupena izan zuen eta bertan partehartzaileak 3 taldetan banatu ziren: kontrol taldea (CG), bibrazio taldea (WBV) eta pilates taldea (PG). Kontrol taldeko emakumeek ez zuten interbentziorik jaso eta haien ohiko bizi ohiturekin jarraitu zuten, interbentzio taldeek astean 3 saio burutu zituzten bitartean. WBV taldeak bibrazio interbentzioa jaso zuen 5 minutuz, 20 Hz-ko maiztasunarekin, 4 mm-ko anplitudearekin eta 3,2 g-ko magnitudearekin. Bertan, pazienteak zutik egon ziren plataformaren gainean, belaunen semiflexioarekin (30°), oinutsik, oinen artean 50 cm-ko tartearrekin, bizkarra zuzen izanda eta bi eskuak plataforman bermatuta izanik. PG taldeak, aldiz, 60 minutuko saioak burutu zituzten. Lehenengo saioan ariketak ezagutzeko eta ondo burutzeko azalpenak jaso zituzten eta ondorengoetan, aldiz, goiko zein beheko gorputz adarrentzako eta enborraren flexore, estentsore eta lateralizatzaileentzako 21 ariketa desberdin egin zituzten, hauek indartzeko eta luzatzeko. Ikerketarako 2 ariketa protokolo desberdin erabaki zituzten, bakoitza 3 hilabetez burutzeko. Ariketa bakoitzeko 10 errepikapeneko serie bakarra burutu zen, ariketen artean 1 minutuko atsedena utziz. Pazientearen esfortzua kontrolatzeko, Borg CR10 eskala erabili zen, 5-6 balore bitartean mantenduz.

4.5 EMAITZEN NEURKETAK

Errebisioa egiteko aukeratu diren 6 ikerketetan aldagai nagusia hezur-dentsitate minerala izan zen, DXA metodoaren bidez. Ikerketaren arabera, BMD neurtzeko gunea desberdina izan zen: aldakan (Verschueren 2011), gune lunbarrean eta femurraren gune desberdinetan (lepoan, *Ward* triangeluan eta trokanterrean) (ElDeeb 2020), gune lunbarrean eta lepo femoralean (Marín-Cascales 2019, Von Stengel 2011, Marín-Cascales 2019) eta azkenik, gune lunbarrean, lepo femoralean, aldaka osoan, *Ward* triangeluan, trokanterrean eta gune intertrokanterean (De Oliveira 2019). Horrez gain, ikerketa horietan bigarren mailako aldagaiak egon ziren: erorketak, belaunen muskulu estentsoreen indarra, goiko adarren masa muskularra, muskuluen lana, oreka dinamikoa, datu antropometrikoak (altuera, pisua, gantza, etab.) eta bitamina D-aren serum mailak.

Lehenengo ikerketan (Verschueren 2011) aldakako BMD neurtu izan da eta emaitzei dagokionez, bi taldeek hobekuntza estatistikoki esanguratsua izan zuten ($p \leq 0.001$); WBV taldeak %0.75-ko hobekuntza eta kontrol taldeak %0.88-koa lortuz. Dena den, bi taldeen arteko konparaketa egitean, aldaketak esanguratsuak izan ez zirela ikus daiteke ($p=0.949$). Horrez gain, bitamina D-aren eragina aztertzean, bai dosi konbentzionaleko zein altuko taldeek aldakako BMD-a hobetu zuten estatistikoki esanguratsuki ($p \leq 0.001$); dosi konbentzionaleko taldeak %0.86 eta dosi altuko taldeak %0.78-ko hobekuntza azalduz. Dena den, berriz ere taldeen arteko desberdintasuna ez zen estatistikoki esanguratsua izan ($p=0.887$).

Bigarren ikerketan (ElDeeb 2020) BMD leku desberdinetan neurtu da; gune lunbarrean (L2-L4), femurraren lepoan, *Ward* triangeluan eta trokanter nagusian. Emaitzei erreparatuz, WBV taldeak hobekuntza estatistikoki esanguratsuak izan zituen aztertutako gune guztietan; gune lunbarrean %8.55-koa, femurraren lepoan %8.02-koa, *Ward* triangeluan %26.67-koa eta trokanter nagusian %8.8-koa ($p=0.010$, $p=0.001$, $p=0.001$ eta $p=0.001$, hurrenez hurren). Kontrol taldean, aldiz, ez ziren aldaketa esanguratsurik eman, aldaketa portzentaiak %2.10, %2.89, %1.34 eta %1.72 izanik ($p=0.089$, $p=0.060$, $p=0.773$ eta $p=0.266$, hurrenez hurren). Taldeen arteko konparaketa eginez, WBV taldeak aztertutako gune guztietan BMD balore handiagoak azaldu ditu, estatistikoki esanguratsua izanik ($p=0.022$, $p=0.010$, $p=0.041$ eta $p=0.032$, hurrenez hurren).

Hirugarren ikerketan (Marín-Cascales 2019) BMD gune lunbarrean (L1-L4) eta ezkerreko lepo femoralean neurtu izan da. Interbentzioaren ostean, WBV taldeak hobekuntza estatistikoki zein klinikoki esanguratsuak azaldu ditu gune lunbarreko BMD-an eta BMC-an; %5.15 eta %10.58-ko portzentaiekin ($p=0.03$ eta $p=0.05$, hurrenez hurren). Ezker lepo femoralari dagokionez, ez ziren aldaketa estatistikoki zein klinikoki esanguratsurik eman, BMD-an eta BMC-an; %-1.22 eta %-0.41-ko murrizketarekin ($p=0.43$ eta $p=0.72$, hurrenez hurren). MTG taldearen baloreei erreparatuz, talde honek azaldu zuen gune lunbarreko BMC-aren aldaketa klinikoki esanguratsua izan zen, %7.78-ko hobekuntzarekin, nahiz eta estatistikoki esanguratsua ez izan ($p=0.14$). Horrez gain, talde honek ez zuen aldaketa estatistikoki zein klinikoki esanguratsurik lortu gune lunbarreko BMD-a aztertuz, %3.09-ko hobekuntzarekin ($p=0.21$). Ezker lepo femoralari dagokionez, ez ziren aldaketa estatistikoki zein

klidikoki esanguratsurik eman, BMD-an eta BMC-an, %0 eta %-1.54-ko aldaketekin ($p=0.69$ eta $p=0.33$, hurrenez hurren). Azkenik, kontrol taldearen emaitzak aztertuz, ez ziren aldaketa klinikoki zein estatistikoki esanguratsurik eman gune lunbarreko BMD-an ($p=0.51$) eta BMC-an ($p=0.76$), ezta ezker lepo femoraleko BMD-an ($p=0.29$) eta BMC-an ($p=0.31$) ere.

Laugarren ikerketan (Von Stengel 2011) gune lunbarreko (L1-L4) eta femur proximaleko BMD-a neurtu izan da. TG taldeak gune lunbarreko BMD-aren %2.1+-3.0-ko hobekuntza estatistikoki esanguratsua izan zuen ($p<0.001$), baina femur proximaleko BMD-ari dagokionez, ez zuen aldaketa estatistikoki esanguratsurik lortu ($p=0.605$). TGV taldeari dagokionez, gune lunbarrean aldaketa estatistikoki esanguratsua azaldu zuen ($p<0.001$), %1.5±2.3-ko hobekuntzarekin, femur proximaleko BMD-an aldaketa esanguratsurik izan ez zuen bitartean ($p=0.514$). Kontrol taldeari erreparaturik, %0.4-ko hobekuntza eman zen gune lunbarreko BMD-an estatistikoki esanguratsua izan gabe ($p=0.287$) eta femur proximalaren BMD-ari dagokionez, aldaketa esanguratsurik ez zen eman ($p=0.640$). Azkenik, taldeen arteko konparaketa egitean, TG eta kontrol taldearen gune lunbarreko BMD-aren arteko desberdintasuna bakarrik esanguratsua zela ikus daiteke ($p=0.026$). Femur proximalari dagokionez, ez zen taldeen arteko desberdintasun esanguratsurik eman ($p=0.996$, $p=0.720$ eta $p=0.774$, hurrenez hurren).

Bosgarren ikerketan (Shin 2018) BMD-a gune lunbarrean (L2-L4) eta ezkerreko lepo femoralean neurtu da. WBVLS taldeak gune lunbarreko BMD-a estatistikoki esanguratsuki hobetu zuen ($p<0.05$), WBV ($p\geq 0.05$) eta kontrol taldeak ($p\geq 0.05$) hobekuntza esanguratsurik izan ez zuten bitartean. Ezkerreko lepo femoraleko BMD-ari dagokionez, ez zuten WBVLS ($p\geq 0.05$), WBV ($p\geq 0.05$) ezta kontrol taldeak ($p\geq 0.05$) hobekuntza estatistikoki esanguratsurik azaldu.

Bukatzeko, seigarren ikerketak (De Oliveira 2019) gune lunbarreko (L1-L4), femurraren lepoko, aldakako, *Ward* triangeluko, trokanter nagusiko eta gune intertrokantereko BMD-a neurtzen du. Emaitzei erreparaturik, VG eta PG taldeek gune lunbarreko ($p<0.01$ eta $p<0.01$, hurrenez hurren) eta trokanter nagusiko ($p<0.01$ eta $p<0.01$, hurrenez hurren) BMD-a estatistikoki esanguratsuki hobetu zuten, kontrol taldeak hobekuntzarik jaso ez zuten bitartean ($p=0.53$ eta $p=0.80$, hurrenez hurren).

Aztertutako beste guneetan ez ziren inongo hobekuntza esanguratsurik eman talde guztietan. Horrez gain, taldeen arteko konparaketa egitean, VG eta PG artean, ez ziren aldaketa esanguratsurik eman ($p=1.00$). VG eta kontrol taldeak alderatzean, aldiz, gune lunbarrean ($p=0.018$) eta trokanter nagusian ($p=0.012$) emandako aldaketak estatistikoki esanguratsuak izan ziren. Amaitzeko, PG eta kontrol taldearen artean, bai gune lunbarreko ($p=0.008$) zein trokanter nagusiko ($p=0.005$) aldaketak estatistikoki esanguratsuak izan ziren baita ere.

5 EZTABAIDA

Gaur egun, dagoen ebidentziak osteoporosia eta honen ondoriozko erorketak zein hausturak prebenitzeko entrenamendu eraginkorrena jarduera fisiko multikonponentala dela iradokitzen du. Honek, zenbait jarduera hartzen ditu barnean: pisuaren bidezko inpaktuzko jarduerak, aldakako zein bizkarreko muskuluentzat bideratutako indarrezko jarduera progresibo gidatuak, oreka eta mobilitate ariketak, beti ere funtzionalitate bideratuta (Daly et al., 2019).

Dena den, pertsona guztiak ez dira multikonponental eratako jarduerak egiteko gai; esate baterako obesitate edo osteoporosi handiko pertsonak, galera kognitibo altukoak, gaitz neurologikoak daukatenak, etab. Hori dela eta, ezinbestekoa da beste ariketa motak aztertzea paziente hauentzako hezur-osasuna mantentzeko asmoz. Adibidez, WBV bidezko entrenamendua paziente hauentzako bigarren aukera izan daiteke; karga mekanikoaren bidez BMD-a handitzeko. Terapia mota honetan, paziente plataformaren gainean kokatuta egoten da eta gorputzeko hartzaile sensorialen bidez bibrazioen eraginez bidalitako maiztasun altuko estimulu mekanikoak jasotzen ditu. Modu horretan, ekintza oszilatzaileak bidalitako energia hori xurgatu eta moteltzeko, muskulu zein hezurren jarduera sustatu egiten da. Beraz, bibrazioen bidezko entrenamenduaren eraginez, adinarekin ematen den hezur-dentsitatearen galera moteldu daiteke honek eragiten dituen efektu osteogenikoen laguntzarekin (Marin-Cascales et al., 2018). Hori dela eta, errebisio honen helburua WBV terapiak postmenopausikoak diren emakumeen BMD-an daukan eragina aztertzea da. Horretarako, emakume postmenopausikoak aztertu izan dira, interbentzio desberdinak burutuz eta beti ere horietako bat bibrazio bidezko entrenamendua izanik. Emakume guztiei interbentzioaren hasieran eta bukaeran BMD-a neurtu zaie, toki desberdinetan:

aldakan, gune lunbarrean, femurraren lepoan, *Ward* triangeluan trokanter nagusian eta gune intertrokanterean. Aztertutako 6 artikuluetatik, 3 ikerketan (EIDeeb 2020, Marín-Cascales 2019, De Oliveira 2019) emaitza positiboak izan dira, beste 3-tan (Verschueren 2011, Von Stengel 2011, Shin 2018), aldiz, lortutako emaitzak ez dira positiboak izan.

Errebisioko ikerketetan erabilitako laginari dagokionez, nahiz eta guztiak emakume postmenopausikoak izan, horien arteko desberdintasunak zeuden. Lehenengo ikerketan (Verschueren 2011), adibidez, aztertutako emakumeak instituzionalizatuak ziren, besteetan komunitateko emakumeak ziren bitartean. Horrez gain, emakume horien adina beste ikerketekin konparatuz handiagoa zen, 79,6 batz besteko adina azalduz. Horrek eragina izan dezake WBV-aren aurreko hezuraren eragina, taldeen arteko aldaketak estatistikoki ez esanguratsuak izanik. Honekin batera, aipatzekoa da instituzionalizatuak dauden pertsonen D bitaminaren urritasun handiagoak dauzkatela ikusi egin dela, komunitatean bizi direnekin alderatuz (Boonen et al., 2007). Hori dela eta, gerta daiteke lehenengo ikerketan (Verschueren 2011) suplementazioaren eraginez emandako hobekuntza horiek arrazoi horrengatik izatea; hasieratik aztertutako emakumeek zeukaten D bitaminaren eta kaltzioaren falta handiagoa izatea, interbentzio horrek eragin handiagoa azalduz.

Horrez gain, laginaren tamainari erreparatuz, aztertu daiteke bosgarren ikerketan (Shin 2018), aukeratutako hasierako lagina 41 emakumekoa izan zela. Emakume horiek 3 taldetan banatu ziren; WBVLS (n=14), WBV (n=14) eta kontrol taldean (n=13). Ikerketaren denboran zehar, interbentzio talde bakoitzetik emakume batek eta kontrol taldetik 2 emakumek utzi zuten ikerketa, lagin osoa 37-koa izanik. Hori dela eta, talde bakoitzeko emakume kopurua oso murriztua zen eta hortaz, emaitzak estatistikoki esanguratsuak izateko lortu beharreko aldaketa beste ikerketetan baino zailagoa da. Horrengatik, benetako eragina ikusteko, interbentzio berdina lagin talde handiago batean burutzea komenigarria izan zitekeen.

Kaltzio eta D bitaminaren suplementazioari dagokionez, 3 interbentziotan (Verschueren 2011, EIDeeb 2020, Von Stengel 2011) horietako dosiak jaso zituzten partehartzaileek eta beste 3 ikerketetan (Marín-Cascales 2019, Shin 2018, De Oliveira 2019), aldiz, ez da aipatzen horren erabilerarik. Dena den, dosiak horien artean

desberdinak izan ziren. Lehenengo ikerketan (Verschueren 2011) partehartzaile guztiek kaltzio (1000mg) eta D bitamina (880 UI dosi konbentzionaleko taldeak eta 1600 UI dosi altuko taldeak) jaso zuten eta bertan, kontrol zein interbentzio taldeen aldakako BMD-aren datuak hobetu ziren, taldeen arteko desberdintasun estatistikoki esanguratsurik gabe. Dena den, pentsa daiteke hobekuntza horiek gehigarriengatik eman direla. Hori dela eta, bibrazioaren eragin isolatua aztertzea gomendagarria izango litzateke; kontrol taldearekin aztertuz eta suplementazioaren gehikuntzarekin aztertuz. Bigarren ikerketan (ElDeeb 2020), partehartzaile guztiek kaltzio (1200 mg) eta D bitamina (800 UI) suplementazioa jaso zuten baita ere, baina kasu honetan, ordea, hobekuntzak bakarrik WBV taldean eman ziren, gune lunbarreko, lepo femoraleko, *Ward* triangeluko eta trokanter nagusiko BMD-a hobetuz. Honekin, pentsa daiteke lortutako hobekuntzak interbentzioaren eraginez izan daitezkeela, ez hainbeste suplementazioa dela eta, kontrol taldeak hobekuntza esanguratsurik lortu ez zuelako, gehigarriak jaso bazituzten ere. Dena den, honek ez du esan nahi erabilitako dosiak ez zutenik eraginik izan, gerta daitekeelako suplementazio horren laguntzaz, interbentzioarekin lortutako hobekuntza horiek handitzea, bien tratamendua bateragarria izanik. Suplementazioarekin amaitzeko, laugarren ikerketan (Von Stengel 2011) partehartzaile guztiek kaltzio (1500 mg) eta D bitamina (400 UI) jaso zuten. Kasu honetan, TG zein TGV taldeek gune lunbarreko BMD-a hobetu zuten. Kontrol taldeak, aldiz, ez zuen hobekuntza esanguratsurik izan, nahiz eta suplementazioa jaso. Honekin, benetan gune lunbarreko BMD-a hobetzeko eragina izan zuen interbentzioa jarduera fisikoa egitea izan zela ondorioztatu daiteke; bibrazioarekin zein bibrazioerik gabe.

Suplementazioaren inguruan, kaltzioak rol garrantzitsua jokatzen duela hezurdentsitate baxua daukaten pertsonetan aipatu behar da, adinarekin ematen den hezurdentsitatearen galera atzeratzen duelako, hezurraren osasunerako ezinbestekoa izanik. Dena den, nahiz eta kaltzioa garrantzitsua izan, hau bakarrik jasotzea eskasegia dela ikusi izan da, D bitaminarekin konbinatzearen beharra aztertuz. Izan ere, 2007-an Boonen et al-ek burututako metanaanlisi honetan, kaltzioarekin batera ahozko D bitamina hartzen denean, aldakako hausturak prebenitu dezaketela, D bitaminaren 700-800 UI/egun eta kaltzioaren 1000-1200mg/egun hartuz (Boonen et al., 2007).

Horrez gain, ikerketa guztietan BMD-a neurtzeko gune ez da berdina izan, beraz, bibrazio entrenamenduaren emaitzak aztertuz, bigarren ikerketan (EIDeeb 2020), WBV taldeak hobekuntza esanguratsuak lortu zituen gune lunbarreko, femurraren lepoko, *Ward* triangeluko eta trokanter nagusiko BMD-an, kontrol taldeak hobekuntzarik izan ez zuen bitartean. Hirugarren ikerketan (Marín-Cascales 2019), WBV taldeak gune lunbarreko BMD-a hobetu zuen, kontrol taldeak hobekuntzarik izan ez zuen bitartean. Horrez gain, ez zen inongo taldean hobekuntzarik ikusi lepo femoralaren BMD-rako. Laugarren ikerketan (Von Stengel 2011), TG zein TGV taldeek hobekuntzak izan zituzten gune lunbarreko BMD-rako, kontrol taldearen aldaketak esanguratsuak izan ez ziren bitartean eta hiru taldeetan lepo femoralaren BMD-arentzat aldaketa esanguratsurik izan ez zuen bitartean. Bosgarren ikerketan (Shin 2018), ordea, WBV eta kontrol taldeek ez zuten ez gune lunbarreko ezta femurraren lepoko BMD-aren hobekuntzarik eman, WBVLS taldeak gune lunbarrean hobekuntza esanguratsuak izan zituen tartean. Azkenik, seigarren ikerketan (De Oliveira 2019), aztertutako gune guztietatik bakarrik gune lunbarreko eta trokanter nagusiko BMD-an ikusi ziren hobekuntza esanguratsuak, WBV taldean.

Hausnarketa moduan, ikus daiteke hobetu zuen gunerik nabarmenena lunbarra izan zela. Horrez gain, femurraren lepoa hobekuntza gutxien jaso zuen lekua izan zen. Honen arrazoa pazientearen posizioa plataformaren gainean izan daiteke. Hain zuzen ere, bibrazioaren bidez ematen den mekanotransdukzioak efektu desberdinak izan zitezake gune desberdinetan, sistema muskuluesketikoak daukan alineazioaren arabera (Ruan et al., 2008).

Normalean pentsatzen da belaunen estentsioarekin burutzen den posizio estatikoan, sistema muskuluesketiko osoan zehar ematen den uhinen igorpen kantitatea beste guneetan baino altuagoa izango dela. Dena den, 2008-ko Ruan et al.-en ikerketa batean guztiz kontrakoa ikusi izan da. Izan ere, pazienteak plataforman zutik kokatzen da eta bibrazioaren uhinak gorantz bertikalki doaz, gorputzaren ardatz longitudinalean zehar. Horren harira, orno lunbarrek bibrazioaren transmisioaren norabide berdina jarraitzen dute, hezur horiek bibrazio sendoagoa jasoz eta hortaz, hezur zelulen sintesi zein metabolismoan eragin handiagoa lortuz. Aldiz, lepo femoralaren eta bibrazioaren artean angelu bat sortu egiten da eta, hortaz, gune horretara heltzen den bibrazioaren

igorpena ahulagoa izango da, hezur zelulen estimulazioa ere txikiagoa izanik (Ruan et al., 2008).

Bestetik, aipatzekoa da ikerketa bakoitzak iraupen desberdina izan zuela, baina ikus daiteke ikerketa batek (Shin 2018) besteek baino iraupen laburragoa izan zuela, 12 astekoa. Beraz, hori izan daiteke aztertutako neurketetan emaitza estatistikoki ez esanguratsuak lortzearen mugetako bat. Izan ere, emaitza positiboak lortu zituzten ikerketetan (ElDeeb 2020, Marín-Cascales 2019, De Oliveira 2019), 6 hilabeteko interbentzioak erabili izan dira, hezuraren mineralizazioan aldaketak emateko denbora nahiko utziz. Dena den, laugarren ikerketak (Von Stengel 2011) 18 hilabeteko iraupena izan arren, ez zituen hobekuntza estatistikoki esanguratsuak lortu.

Horretaz aparte, bibrazio plataforman erabilitako parametroek lortuko diren emaitzak baldintzatuko dituzte. 2009-an De Zepetnek et al.-ek burututako errebisio batean, 20-70 Hz-tako maiztasunak erabiltzea gomendatzen da. Izan ere, gorputzeko erraiek 5-20 Hz-tako bibrazioak igortzen dituzte eta gorputzak babes mekanismo bezala, maiztasun horietako bibrazioak indargetu egiten ditu muskulu, hezur, kartilago, ehun bigunen eta likido sinobialaren bidez. Horrekin batera, 70 Hz baino gehiagoko maiztasunek muskuluengan eragin negatiboa izan dezakete, lesio arriskua handituz (de Zepetnek, Julia O Totosy et al., 2009). Kasu honetan, aukeratutako ikerketa guztietan erabilitako maiztasunak balio horien barnean daude, bosgarren ikerketan (Shin 2018) maiztasun txikiena erabiliz, 20 Hz-takoa. Baina, bestetik, ikerketa horretan beste parametro batzuk ere desberdinak izan dira, hala nola, ariketa mota, gorputzaren kokapena, ariketen iraupena, etab.

Horretaz aparte, laugarren ikerketan (Von Stengel 2011) bibrazio eta kontrol taldeetaz gain, beste entrenamendu talde bat behatu zen; jarduera aerobikoak, indarra, koordinazioa eta flexibilitatea landuz. Honetan, bi interbentzio talde zeuden (bibrazioarekin eta bibrazio gabe) eta nahiz eta biek hobekuntzak izan gune lunbarreko BMD-an, taldeen arteko konparaketa egitean bakarrik bibrazioarekin gabeko entrenamenduaren hobekuntzak esanguratsuak izan ziren kontrol taldearekin konparatuz. Honekin, ikus daiteke kasu horretan bibrazioaren eragina entrenamendu protokolo horretan ez daukala eragin gehigarririk BMD-a hobetzerako orduan. Dena,

den, komenigarria izango litzateke bibrazioaren eragin isolatua aztertzea, entrenamendu programa baten barruan egon gabe.

Bibrazio plataformaren bitartezko interbentzioak, beraz, paziente zehatz batzuentzat buruan eduki daitekeen tratamendu programak izan daitezke. Izan ere, hezur-dentsitate baxua daukaten emakume postmenopausiko guztiak ez dira jarduera fisikoko entrenamendu bat burutzeko gai eta nahiz eta eraginak mugatuagoak izan daitezkeen, hobekuntza txikiak haien egoera funtzionalean urrats handia izan daiteke. Horrez gain, nahiko ziurra den tratamendua da eta pazienteak ez dauka jarduera fisikoa burutzeko motibazio askorik behar. Izan ere, askotan pazienteak adina aurrera doan heinean, denbora faltak eta nagitasunak gora egiten dute eta plataforma hau erabiltzeko denbora mugatuagoa da. Horrez gain, plataforma honen erabilera isolatua kasu oso zehatzetan erabiltzea komenigarria izan daiteke; jarduera fisikoak izan ditzazkeen beste hainbat efektu onuragarri galdu egingo direlako, adibidez, eragin kardiobaskularrak, pisuaren kontrola, osasun mentalaren gaineko onurak, hipertentsioaren kontrola, etab. (Warburton et al., 2006). Hortaz, paziente mota zehatz batzuetan eragina duen aztertzeak ez du esan nahi ohiko jarduera fisikoaren ordezkoa izan daitekeenik.

Bukatzeko, errebisio honek zenbait muga aurkezten ditu. Hasteko, ikerketa honen laginaren heterogeneotasuna aipatu beharra dago. Izan ere, gehienetan emakume postmenopausikoak aukeratzean hasierako BMD datuak ez dira kontuan izan, beraz, honen barruan hezur-dentsitate altuagoko edo baxuagoko partehartzaileak egongo dira. Lehen aipatu den bezala, gerta daiteke hasieratik hezur-dentsitate mineral baxuagoko emakumeetan tratamendu honek efektu osteogeniko handiagoak izatea, beraz, ebidentzian oinarritutako ondorio sendoak lortzerako orduan, hasierako baloreak kontuan hartzea ezinbestekoa izan beharko litzateke. Horrez gain, gai honi buruzko ebidentzia eskasaren ondorioz, ezinezkoa da ikerketa on bat burutzeko protokolo bikaina erabakitzea. Hain zuzen ere, ikerketa bakoitzean aukeratu diren bibrazioaren parametroak nahiko aldakorrek dira, baita erabilitako ariketa protokoloa ere. Beraz, protokolo bateragarri bat zehazteko, gai honi buruz gehiago ikertzearen beharra ikustea garrantzitsua izango litzateke. Horretaz aparte, errebisioa burutzeko aukeratutako ikerketa batzuetan kaltzio eta D bitaminaren suplementazioa erabili izan da, benetan bibrazioak daukan eragin isolatua aztertzea zailduz. Amaitzeko, mota hauetako ikerketak burutzean, zaila izaten da partehartzaileakitsuak izatea, makina

baten beharra dagoelako. Nahiz eta ikerketa batzuek beste ariketa entrenamendu bat erabili laginaren itsutasuna bermatzeko, plazebo ikerketa burutu ahal izateko bi interbentzio taldeak plataformaren gainean egon beharko litzateke, hauetako bat martxan egonda eta bestea itzalita bermatuz, partehartzaileak benetan bibrazio interbentzioa burutzen duela pentsatzeko eta emaitzak benetan sendoak izateko.

Beraz, ikus daitekeen moduan, ikerketa gehiago egitearen beharra dago, WBV interbentzioa zein baldintzatan BMD-an eragin positiboa izan ditzakeen zehazteko: adin tartea, bibrazioaren parametroak (maiztasuna, anplitudea, magnitudea, bibrazio denbora, etc...), pazientearen kokapena, burutuko dituen jarduerak, interbentzioaren denbora, etc...

6 ONDORIOAK

Nahiz eta ikerketen arteko protokoloa desberdina izan, emaitzek kasu batzuetan WBV terapia erabilgarria izan daitekeela emakumeen BMD-a hobetzeko iradokitzen dute, batez ere gune lunbarrekoa. Dena den, ahal izatekotan, interbentzio honek ez luke ohiko entrenamendu multikonponentala ordezkatu behar; baizik eta honekiko osagarria izan edota entrenamendua burutu ezin dezaketen emakumeentzako aukera. Hala ere, gai honi buruz egindako ikerketak urriak dira eta emaitzak ez dira erabakigarriak, beraz, WBV terapiaren inguruko ikerketa gehiago burutu beharra dago, eragina daukan protokoloa zein den zehaztu ahal izateko.

7 BIBLIOGRAFIA

Aizpurua, I., Álvarez, M., Echeto, A., Etxebarria, I., Fernández, J., Gardeazabal, M. J., Martínez, L., Mendoza, C., Ruibal, A., Quintana, M., Samper, R., & Torre, I. (2015). CONSENSO SOBRE LA OSTEOPOROSIS POSTMENOPÁUSICA EN LA CAPVEnero 2015.

Bennell, K., Khan, K., & McKay, H. (2000). The role of physiotherapy in the prevention and treatment of osteoporosis. *Manual Therapy*, 5(4), 198-213.

Boonen, S., Lips, P., Bouillon, R., Bischoff-Ferrari, H. A., Vanderschueren, D., & Haentjens, P. (2007). Need for additional calcium to reduce the risk of hip fracture with vitamin D supplementation: evidence from a comparative metaanalysis of randomized controlled trials. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 92(4), 1415-1423.

Daly, R. M., Dalla Via, J., Duckham, R. L., Fraser, S. F., & Helge, E. W. (2019). Exercise for the prevention of osteoporosis in postmenopausal women: an evidence-based guide to the optimal prescription. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 23(2), 170-180.

de Oliveira, L. C., de Oliveira, R. G., & de Almeida Pires-Oliveira, Deise Aparecida. (2019). Effects of whole-body vibration versus pilates exercise on bone mineral density in postmenopausal women: a randomized and controlled clinical trial. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 42(2), E23-E31.

de Zepetnek, Julia O Totosy, Giangregorio, L. M., & Craven, B. C. (2009). Whole-body vibration as potential intervention for people with low bone mineral density and osteoporosis: a review. *Journal of Rehabilitation Research & Development*, 46(4)

ElDeeb, A. M., & Abdel-Aziem, A. A. (2020). Effect of Whole-Body Vibration Exercise on Power Profile and Bone Mineral Density in Postmenopausal Women With Osteoporosis: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 43(4), 384-393.

González Macías, J., & Olmos Martínez, J. (2010). Fisiopatología de la osteoporosis y mecanismo de acción de la PTH. *Rev Osteoporos Metab Miner*, 2(Supl 2), S5-S17.

Hernández, A. N., del Campo Fontecha, Petra Díaz, Acín, M. P. A., Rodríguez, L. A., Burgos, E. C., Castañeda, S., Aresté, J. F., Gifre, L., Vaquero, C. G., & Rodríguez, G. C. (2019). Recomendaciones de la Sociedad Española de Reumatología sobre osteoporosis. *Reumatología Clínica*, *15*(4), 188-210.

International Osteoporosis Foundation (IOF). (2021). <https://www.osteoporosis.foundation/facts-statistics/key-statistic-for-europe>

Kanis, J. A., Cooper, C., Rizzoli, R., & Reginster, J. (2019). European guidance for the diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women. *Osteoporosis International*, *30*(1), 3-44.

Kanis, J. A., & McCloskey, E. V. (1998). Risk factors in osteoporosis. *Maturitas*, *30*(3), 229-233. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0378-5122\(98\)00090-5](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0378-5122(98)00090-5)

Lupsa, B. C., & Insogna, K. (2015). Bone Health and Osteoporosis. *Endocrinology and Metabolism Clinics of North America*, *44*(3), 517-530. <https://doi.org/10.1016/j.ecl.2015.05.002> [doi]

Maher, C. G., Sherrington, C., Herbert, R. D., Moseley, A. M., & Elkins, M. (2003). Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Physical Therapy*, *83*(8), 713-721.

Marín-Cascales, E., Rubio-Arias, J. Á., & Alcaraz, P. E. (2019). Effects of two different neuromuscular training protocols on regional bone mass in postmenopausal women: a randomized controlled trial. *Frontiers in Physiology*, *10*, 846.

Marin-Cascales, E., Alcaraz, P. E., Ramos-Campo, D. J., Martinez-Rodriguez, A., Chung, L. H., & Rubio-Arias, J. A. (2018). Whole-body vibration training and bone health in postmenopausal women: A systematic review and meta-analysis. *Medicine*, *97*(34), e11918. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000011918> [doi]

Marjoribanks, J., Farquhar, C., Roberts, H., & Lethaby, A. (2012). Long term hormone therapy for perimenopausal and postmenopausal women. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (7)

McMillan, L. B., Zengin, A., Ebeling, P. R., & Scott, D. (2017). Prescribing physical activity for the prevention and treatment of osteoporosis in older adults. Paper presented at the *Healthcare*, , *5*(4) 85.

- Minkin, M. J. (2019). Menopause: Hormones, Lifestyle, and Optimizing Aging. *Obstetrics and Gynecology Clinics of North America*, 46(3), 501-514. [https://doi.org/S0889-8545\(19\)30051-8](https://doi.org/S0889-8545(19)30051-8) [pii]
- Ruan, X., Jin, F., Liu, Y., Peng, Z., & Sun, Y. (2008). Effects of vibration therapy on bone mineral density in postmenopausal women with osteoporosis. *Chinese Medical Journal*, 121(13), 1155-1158.
- Ryan, A. S., Ivey, F. M., Hurlbut, D. E., Martel, G. F., Lemmer, J. T., Sorkin, J. D., Metter, E. J., Fleg, J. L., & Hurley, B. F. (2004). Regional bone mineral density after resistive training in young and older men and women. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 14(1), 16-23.
- Salvador, J. (2008). Climaterio y menopausia: Epidemiología y fisiopatología. *Revista Peruana De Ginecología Y Obstetricia*, 54(2), 71-78.
- Shin, S., Lee, K., & Song, C. (2018). Effects of whole body vibration with load stimulation in postmenopausal women. *Medical Science Monitor*, 59, 4-12.
- Troy, K. L., Mancuso, M. E., Butler, T. A., & Johnson, J. E. (2018). Exercise early and often: effects of physical activity and exercise on women's bone health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(5), 878.
- Verschueren, S. M., Bogaerts, A., Delecluse, C., Claessens, A. L., Haentjens, P., Vanderschueren, D., & Boonen, S. (2011). The effects of whole-body vibration training and vitamin D supplementation on muscle strength, muscle mass, and bone density in institutionalized elderly women: A 6-month randomized, controlled trial. *Journal of Bone and Mineral Research*, 26(1), 42-49.
- Von Stengel, S., Kemmler, W., Engelke, K., & Kalender, W. (2011). Effects of whole body vibration on bone mineral density and falls: results of the randomized controlled ELVIS study with postmenopausal women. *Osteoporosis International*, 22(1), 317-325.
- Warburton, D. E., Nicol, C. W., & Bredin, S. S. (2006). Health benefits of physical activity: the evidence. *CMAJ : Canadian Medical Association Journal = Journal De L'Association Medicale Canadienne*, 174(6), 801-809. <https://doi.org/174/6/801> [pii]