

Gradu Amaierako Lana
Medikuntzako Gradua

**Osteoporosiaren prebentzioa ariketa fisikoaren bitartez.
Berrikuspen bibliografikoa. Gida kliniko baten
proposamena.**

Egilea:
Nerea Unamuno Aguirregomezcorta
Zuzendaria:
Ana Lersundi Artamendi

© 2021, Nerea Unamuno

Leioa, 2021eko apirilaren 20a.

eman ta zabal zazu



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea



ZTF-FCT
Zientzia eta Teknologia Fakultatea
Facultad de Ciencia y Tecnología



Euskadi
2 0 0 6

AURKIBIDEA

LABURPENA	II
LABURDURAK	III
1. SARRERA	1
1.1. DEFINIZIOA	1
1.2. SAILKAPENA	2
1.2.1. Osteoporosi primarioa	2
1.2.2. Osteoporosi sekundarioa	3
1.3. ARRISKU FAKTOREAK	3
1.4. DIAGNOSTIKOA	4
1.5. HAUSTURA ARRISKUAREN KALKULUA	4
1.6. ARIKETA FISIKOA	5
1.7. OSTEOPOROSIAREN GARRANTZIA OSASUN PUBLIKOAN	5
2. HELBURUAK	7
3. MATERIAL ETA METODOAK	7
4. EMAITZAK	11
4.1. HDM ETA ADINA	11
4.2. ARIKETA FISIKOAREN ERAGINAK HEZUR EHUNEAN	11
4.3. ARIKETA FISIKO MOTA	13
4.4. ARIKETA FISIKOAREKIKO ATXIKIDURA	15
4.5. ARIKETA FISIKOAREN ONURAK MASA MUSKULARREAN	15
5. EZTABAIDA	16
5.1. ARIKETA FISIKO GEHIEGI EGITEAREN ARRISKUA	19
6. ONDORIOAK	20
7. BIBLIOGRAFIA	21

LABURPENA

Sarrera: Osteoporosia hezurren kalte orokor bat da, dentsitate eskasiak eta mikroarkitekturaren narriadurak osatua, hezurak hauskorragoak bihurtzen dituena. Gaixotasun oso prebalentea da, zeinen prebalentziak gora egitea espero den, populazioaren zahartzearen harira. Gaixotasun asintomatikoa denez, kasu gehienetan, hezur haustura bat gertatzearen ondorioz diagnostikatzen da. Haustura mota hauek morbi-mortalitate handia daukate, baita kostu handia osasun sistemarentzat. Kostuefektibitatea kontuan hartuta, prebentzioari garrantzia emateak aukera on bat dirudi. Lan honen helburua ariketa fisikoak hezur mineral dentsitatean eta, beraz, osteoporosiaren prebentzioan daukan eragina eta garrantzia aztertzea da, baita ariketa mota zehatz egokienak zeintzuk diren ikertzea.

Metodoa: Hipotesia ikertzeko, gaiaren inguruko errebisio bibliografiko bat egin da datu-base garrantzitsuenetan, ariketa fisikoa eta hezur dentsitate minerala erlazionatzen dituzten artikulua bilatuz. Ebidentzia zientifiko graduak jarraituz, berrikuspen sistematiko eta meta-analisiak lehenestu dira.

Emaitzak: Datu baseak arakatu ondoren, ebidentzia gradu altuena duten artikuluei garrantzia gehiago emanez eta izenburu eta abstract-ak irakurri eta gero, 10 artikulua aukeratu dira gure interesari erantzuten dietenak. Artikuluak aztertu eta irakurketa kritikoa egin ondoren, ondorioak atera eta gomendio batzuk adostu dira.

Ondorioak: Ariketa fisikoak onura ugari ditu gorputzeko sistema desberdinetan, baita hezur ehunean ere. Hala ere, azken honen kasuan badirudi ariketa fisiko mota guztiek ez daukatela eragin berdina. Hezur mineral dentsitatean galerarik eza edo irabaziren bat egon ahal izateko, ginkarga/tentsio minimo eraginkor bat gainditu behar da. Atalase hori igarotzeko, ariketa fisiko mota egokiena indar/erresistentzia motako ariketa fisikoa dela dirudi, bai gizon zein emakumeetan, edota indarra talkadun ariketekin konbinatutako ariketa programa. Aipatzekoa da ere gaztetatik ariketa fisikoa praktikatzeak etorkizunerako daukan onura ere.

Hitz gakoak: osteoporosia, ariketa fisikoa, hezur dentsitate minerala.

LABURDURAK

NIH- National Institutes of Health

HDM- Hezur Dentsitate Minerala

OME- Osasunaren Mundu Erakundea

DE- Desbiderapen Estandar

BMD- Bone Mineral Density

VEGF- Vascular Endotelial Growth Factor

HIF-1- Hipoxia-Inducible Factor 1

FGF- Fibroblast Growth Factor

MMP- Matrix Metalloproteinase

QALY- Quality Adjusted Life Year

RR- Risk Ratio

KT- Konfiantza Tarteia

1. SARRERA

1.1.DEFINIZIOA

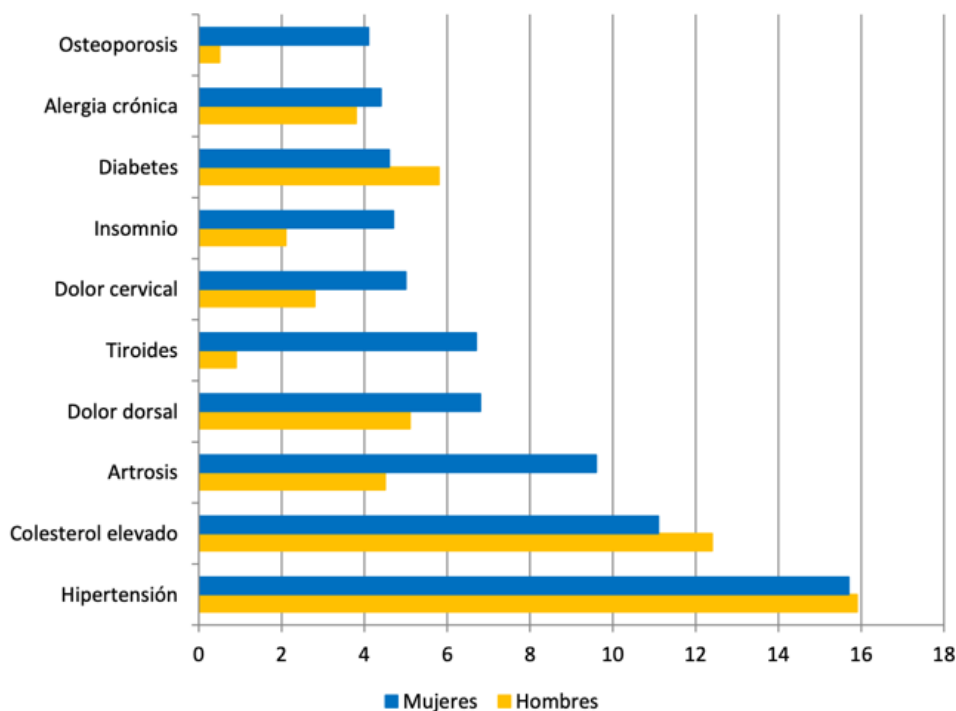
Osteoporosiaren definizioarekin adostasun bat lortzeko arazoak egon diren arren, gaur egun erabiltzen dena NIH-k 2001ean onartutakoa da eta honela dio: osteoporosia hezurren kalte orokor bat da, dentsitate eskasiak eta mikroarkitekturaren narriadurak osatua, hezurak hauskorragoak bihurtzen dituen (1).

Hezurra etengabe birmoldatzen den ehun bat da, hau da, suntsitu eta birsortu egiten da. Osteoporosia bi ekintza horien arteko balantze negatiboa dagoenean sortzen da, hots, birsortzen dena baino gehiago suntsitzen denean. Hau gertatzerakoan, hezurak porotsuagoak bihurtzen dira, erresistentziaren murrizketa eta, ondorioz, hauskortasun handiagoa dakarrena. Honek esan nahi duena da energia txikiko traumatismo baten ondorioz edo, are gehiago, traumatismorik gabe, hezuraren haustura bat gerta daitekeela.

Osteoporosiaren ondorioz sortutako hausturak, haustura patologiko mota bat dira. Haustura patologikoak deritze gaitz baten ondorioz ahulduta dauden hezurretan gertatzen direnei. Haustura mota honen beste kausen artean tumoreak, iatrogenia, osteogenesi inperfektua, osteomielitisa, hezur kisteak... aurkitzen dira.

Osteoporosiaren kasuan, hausturen kokapen ohikoenak aldakakoa, ornoetakoa eta erradiokoa dira. Hauen artean, larriena aldakakoa da, %20 arteko hilkortasunarekin eta %50eko funtzio galera iraunkorarekin lotzen baita (1).

Dentsitate eskasi hau hezurretako patologia metaboliko ohikoena da. **1. Irudian** ikus daitekeen bezala, non 2018ko Euskadiko osasun arazo kronikoak sexuaren arabera irudikatzen diren, askoz ohikoagoa da emakumeetan gizonetan baino: emakumeetan %4tik gorako prebalentzia duen bitartean, gizonetan ez da %1era iristen. Hortaz, kasu honetan, emakumeen prebalentzia gizezkoenaren laukoitza baino handiagoa dela ondoriozta daiteke.



1.Irudia. Osasun arazo kronikoen prebalentzia Euskal Autonomia Erkidegoan sexuaren arabera (ehunekotan), 2018 (2).

1.1. SAILKAPENA

Osteoporosia, orokorrean, bi taldetan banatzen da: primarioa eta sekundarioa (1. Taula).

1.Taula. Osteoporosiaren sailkapena jatorriaren arabera

Osteoporosi primarioa	I. Motakoa: Postmenopausikoa
	II. Motakoa: Zahartzarokoa
Osteoporosi sekundarioa	Beste gaixotasun edo egoera batek sortua

1.1.1. Osteoporosi primarioa (edo inbolutiboa):

Urteak pasatzearen ondorioz gertatzen dena eta mota ohikoena da. Honen barruan ere, 2 mota desberdindu daitezke:

- I. motakoa (postmenopausikoa): Emakume postmenopausikoez pairatu dezaketen mota da, gutxi gorabehera, 50 urtetik aurrera. Obulutegien funtzioaren

murriztearen ondorioz, hormonen (estrogenoak bereziki) funtzioa galtzen da, hezurrengan eragin negatiboa duelarik. Dentsitate galera asko azkartzen da garai honetan. Honek suposatzen du gaixotasun honen prebalentzia emakumeengan askoz handiagoa izatea.

- II. Motakoa (zahartzarokoa): Bi sexuetan gertatzen da, adin nagusiagoetan (70 urtetik aurrera). Kasu honetan, adinarekin lotutako dentsitate galera da. HDM murrizketa ez da horren azkarra mota honetan.

1.1.2. Osteoporosi sekundarioa:

Hala deritzo osteoporosia pairatzeko arrazoi bat dagoenean, hau da, kausa zehatz bat dagoenean atzean. Arrazoiaren artean, besteak beste, hainbat patologia (giltzurrun gutxiegitasun kronikoa, hiperparatiroidismoa...), tratamenduak (kortikoideak) edo immobilizazio luzeak sartu daitezke.

1.2. ARRISKU FAKTOREAK

Osteoporosia pairatzeko arrisku faktore garrantzitsuenetariko batzuk hauek dira (1):

2.Taula. Osteoporosia pairatzeko arrisku faktoreak aldakortasun gaitasunaren arabera.

Aldaezinak	Alda daitezkeenak
Adina	Glukokortikoideak hartzea
Sexua (emakumea)	Tabakoa
Postmenopausia	Alkohola
Estrogenoei esposizio laburra bizitzan zehar (adibidez, menopausia goiztiarra)	GMI baxua (adibidez, anorexia nerbiosoa)
Aurrekari familiarrak	Inmobilizazio luzeak
Hiperparatiroidismo primarioa	Kaltzio edo/eta D bitamina eskasia
Giltzurrun gutxiegitasun kronikoa	Sedentarismoa

2. Taulan ikus daitezkeen bezala, badaude hainbat arrisku faktore osteoporosia agerrarazi dezaketenak. Horiek bi taldetan bana daitezke: alda daitezkeenak eta aldaezinak. Aldaezinak direnekin gauza gutxi egin daitezkeen arren, alda daitezkeenen

kasuan, pazientearen eskutan dago hauetan esku hartzea edo ez, eta haietako bat sedentarismoa da.

1.4. DIAGNOSTIKOA

Diagnostikoari dagokionez, garrantzitsua da arrisku faktoreak kontutan edukitzea, historia kliniko bidez arriskuan dagoen populazioa identifikatzeko.

Froga osagarri nagusia sorta bikoitzeko hezur dentsitometria erradiologikoa da. Orokorrean bizkarrezur lunbarrean edo femur lepoan egiten da.

OME-ren arabera, osteoporosia deitu ahal izateko, bizkarrezur, femur edo besaurreko hezur dentsitate mineralak T-Score-a (emakume heldu gazteen batez bestekoa) baino 2,5 desbiderapen estandar txikiagoa izan behar du. Murrizketa 1 eta 2,5 desbiderapen tipiko artean kokatzen denean, ordea, osteopenia deritzo (1).

3.Taula. OME-ren sailkapena hezur dentsitometriaren arabera.

DIAGNOSTIKOA	DENTSITOMETRIAREN EMAITZA
Normala	HDM -1 DE baino handiagoa
Osteopenia	HDM -1 eta -2,5 DE tartean
Osteoporosia	HDM -2,5 DE baino txikiagoa

HDM neuririk gabe, osteoporosiaren diagnostiko klinikoa egin daiteke hauskortasun haustura bat gertatzen bada, bereziki bizkarrezur, pelbis, eskumutur, saihets, aldaka edo humeroan (3).

HDM Z-Score-ak (adin berdineko pertsonekin konparatuta), 2 DE txikiagoa denean, osteoporosi sekundarioetarako ebaluazio sakonagoa behar duten banakoak identifikatzeko balio du (3).

1.5. HAUSTURA ARRISKUAREN KALKULUA

2008. urtean, OME-k FRAX onartu zuen. FRAX 10 urtetara aldakako haustura edota haustura osteoporotiko nagusi bat (bizkarrezur, besaurre, aldaka edo sorbalda) gertatzeko probabilitatea kalkulatzeko tresna bat da. 40 eta 90 urte arteko populazioaren kasuan da aplikagarria. Pazientearen jatorrizko herrialdearen arabera,

arriskua desberdin estimatzen da. Kalkulua egiteko, femur lepoko HDMa erabiltzen da, sexua, altuera, pisua eta hainbat arrisku faktoreren inguruko galdeketa batez gain (4).

1.6. ARIKETA FISIKOA

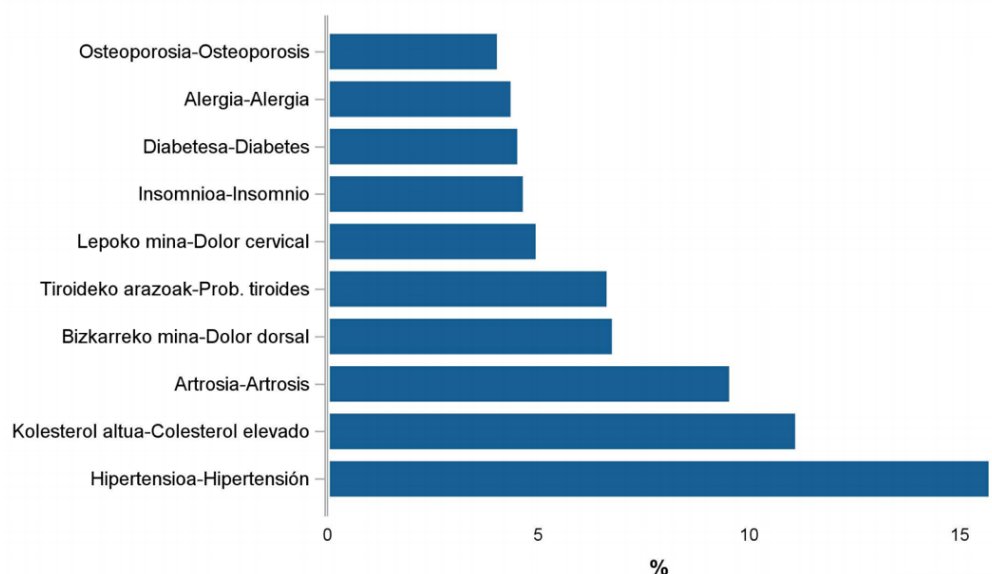
Gero eta ebidentzia gehiago dago ariketa fisikoak osasunarentzat dakartzan onuren inguruan. Izan ere, ariketa fisiko erregularki praktikatzeak osasun arazo askoren agerpena murrizten du (5). Gainera, gidek diote, pertsona bakoitzak ahal duen heinean, zenbat eta ariketa fisiko kantitate handiagoa (bai intentsitatea, bai maiztasuna baita iraupena), osasunerako onurak hobekiago izango direla. Hala ere, ariketa fisiko gutxi beti da ezer ez egitea baino hobeto (5).

Lan honetan 2 ariketa fisiko mota desberdinduko dira:

- Ariketa aerobikoa: arnasketa aerobikoa behar duen ariketa mota da, erritmikoki, denbora tarte batean praktikatzen dena eta bihotz maiztasuna igotzea eragiten duena. Adibidez, ibiltzea, korrika egitea edo patinatzea.
- Indar ariketa: Kasu honetan muskuluek erresistentzia edo pisu baten aurka egiten dute, indarra lortu ahal izateko. Bide anaerobikoa erabiltzen da ariketa mota honetan. Honen adibide dira, besteak beste, pesak, sentadillak edo dominadak.

1.7. OSTEOPOROSIAREN GARRANTZIA OSASUN PUBLIKOAN

Osteoporosiak karga handia suposatzen du osasun sistemarentzat, izan ere, hezur haustura kopurua nabarmen handitzen du. Gaixotasun isila da, asintomatikoa, baina gaitz honen ondoriozko hausturek erikortasun-hilkortasun handia dakarte. Hain da ohikoa, 2018. Urteko Euskal Osasun Inkestan, emakumeen 10 gaixotasun kroniko ohikoenen artean agertzen dela. Euskal emakumeen ia %5ak pairatzen du gaitz hau, alergia, diabetesa edo loezina bezalako patologien prebalentziaren antzekoa delarik (ikus **2. Irudia**). Inkesta honetan agertzeak gaixotasun honek daukan garrantzia islatzen du, izan ere, inkesta hau Osasun Sailak osasunaren inguruan erabaki politikoak hartzeko egiten du, gaixotasun ohikoenak osasun adierazletzat hartuz (6).



2.Irudia: Euskal Autonomia Erkidegoko emakumeen arazo kroniko sarrienen prebalentzia ehunekotan, 2018 (6).

Hauskortasun kopuru handiak izugarrizko koste ekonomikoaz gain, kaltetuen bizi kalitatean eragin oso negatiboa dauka.

“Burden of major musculoskeletal conditions” lanean, non gaixotasun muskuloeskeletiko ohikoenetarikoak ikertzen diren (osteoartritia, artriti erreumatoidea eta lunbalgiarekin batera), osteoporosia da aztertutako patologietako bat. Hauek sistemarentzat suposatzen duten pisua analizatzen da. Bertan, besteak beste, 2003ko osteoporosiaren prebalentzia orokorra, emakumeen kasuan, 50 urteko emakumetan %5etik, 85 urtetan %50era igotzen zela esaten da. Gizonen kasuan, %2,4 eta %20 izango ziren, hurrenez hurren (1). Munduan zehar, urtero 9 milioi hauskortasun haustura sortzen ditu osteoporosiak, 3 segunduro haustura bat dagoela esan nahi duena (7).

Prebalentzia altuaz gain, gaixotasun honek daukan beste puntu gatazkatsu bat haustura bat gertatu osteko garaia da.

Haustura osteoporotiko baten ondoriozko haustura-tasak izugarri handitzen dira haustura osteko berehalako garaian (4,7,8). Honek islatzen du esku-hartze azkarraren garrantzia, haustura errepikakorrak ekiditeko helburuarekin.

Hausturei lotutako karga handituz joango da hurrengo hamarkadetan. Adin nagusiarekin lotutako gaitz bat dela, eta populazioaren bizi-itzaropena gero eta handiagoa dela jakinda, gaixotasun honen prebalentzia handituz joango da datozen urteetan. Ondorioz, arazoa handituz joango da. Tratamendu egoki falta eta haustura prebentzian frogatutako koste-efektibitatea kontuan hartuta, haustura arriskuan dauden pertsonengan esku hartze azkarra beharrezkoa litzateke (7).

Askotan, gaixotasun asintomatikoa izanik, ez da diagnostikatzen haustura patologiko bat gertatzen den arte. Arazoa da, behin puntu horretara helduan, beranduegi dela. Beraz, garrantzitsua izango litzateke puntu horretara heldu aurretik hainbat neurri hartzea, hau da, tratamenduan zentratu ordez, aldagarriak diren arrisku faktoreengan eragitea: **prebentzian zentratzea**. Horretarako, beste hainbat gauzen artean (adibidez, kaltzio eta D bitamina maila egokiak mantentzea dieta edota suplementu bidez, tabakoa uztea, alkohola uztea, tratamendu farmakologikoa egokitzea, oinarrizko gaixotasuna tratatzea...), ezinbestekoa da **ariketa fisikoa praktikatzea**.

2. HELBURUAK

Lan honen helburuak hauek dira:

- HDMk bizitzan zehar daukan eboluzioa ezagutzea.
- Ariketa fisikoak hezur ehunean (eta beraz, honen dentsitate mineralean) daukan eragina aztertzea.
- Osteoporosiaren prebentzian daukan garrantzia azpimarratu eta ariketa fisiko mota egokiena zein den aztertzea.

Helburua da, ikerketaren emaitzekin, populazio orokorrari gomendioak ematerako orduan, jarraibide zehatz batzuk eduki ahal izatea.

3. MATERIALA ETA METODOAK

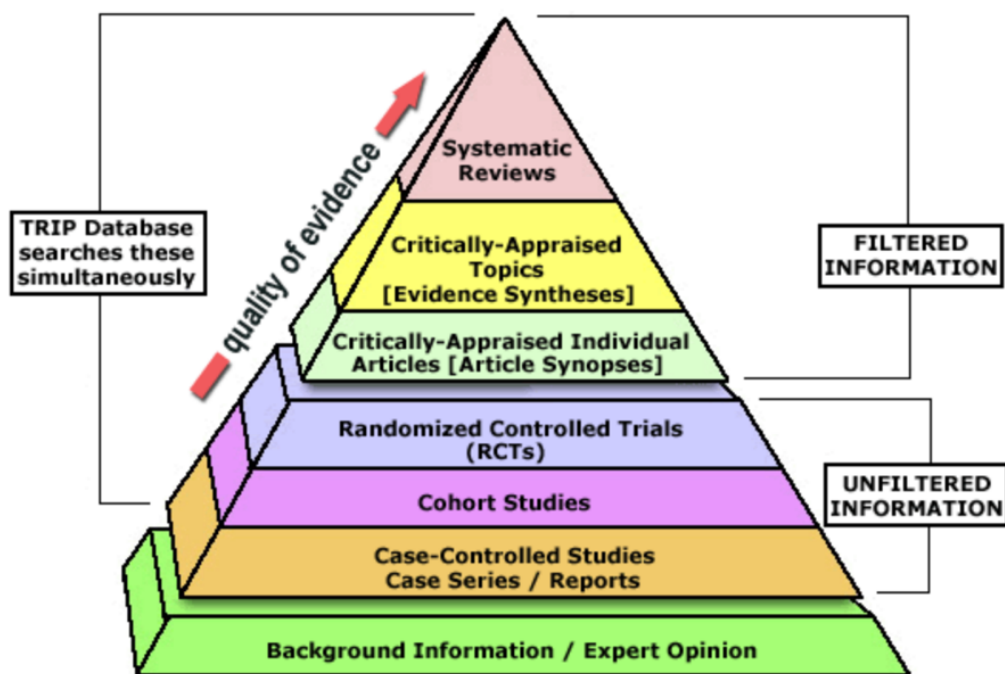
Lan honetarako, artikulua desberdinen berrikuspen bibliografiko bat egin da 2020ko urria eta 2021eko martxoa artean. Bilaketa egiteko, PubMed, Cochrane Library, Uptodate, Dynamed, Google Scholar eta Springer Link bilatzaileak kontsultatu dira.

Bilaketa egiteko, helburuarekin zerikusia duten kontzeptu nagusiak aukeratu dira, hitz gakoak. Kasu honetan, “osteoporosis”, “BMD”, “exercise” eta “prevention” izan dira. Kontzeptu horiek konbinatuz, bilaketa desberdinak egin dira, besteak beste, “Exercise AND osteoporosis”, “Exercise AND osteoporosis AND prevention”.

Bilaketa horien emaitzekin, artikulua gazteleraz edo ingelesez izatea bete beharreko beste baldintza bat izan da. Gainera, 2000. Urtetik aurrerako artikulua izatea ere kontuan hartu da.

Artikuluaren aukeraketa egiteko, ebidentzia zientifikoaren piramidea jarraituz (ikus **3. Irudia**), zientifikoki ebidentzia gradu handiena duten lan motak lehenestu dira, hala nola, metaanalisiak eta berrikuspen sistematikoak, gomendioak osatzeko ebidentzia maila ahalik eta altuena lortzeko xedearekin.

Horretarako, datu baseetan bilaketa egiterakoan, emaitza kopurua murrizte aldera, hainbat filtro jarri dira, besteak beste: “article type: Meta Analysis, Systematic Review, Review”.



EBM Pyramid and EBM Page Generator, © 2006 Trustees of Dartmouth College and Yale University. All Rights Reserved. Produced by Jan Glover, David Izzo, Karen Odato and Lei Wang.

3.Irudia: Ebidentzia zientifikoaren piramidea. (9)

Gainera, ariketa fisikoa interbentzio bakar bezala erabili behar zuten, tratamendu farmakologikorik gabe (ikerketaren baten suplementuen erabilera onartuta zegoen).

Bukatzeko, erabilitako artikuluko garrantzitsuenen bibliografia ere ikertu da, bertako artikuluko erabilgarriren bat lanerako erabili ahal izateko.

Bilaketa horien bitartez, izenburu eta abstract-ak irakurri eta gero, 10 artikuluko aurkitu dira gure interesari erantzuten dietenak.

4. Taula: Hautatutako artikuluko nagusien laburpena.

Izenburua, aldizkaria, autoreak	Urtea	Lan mota	Laburpena
Overview of the management of osteoporosis in postmenopausal women. Uptodate. Rosen et al.	2021	Berrikuspen sistematikoa	Emakume postmenopausikoen osteoporosiaren inguruko maneia aztertzen da. Diagnostikoa, ebaluazioa eta prebentzioa.
Exercise and physical activity for older adults. Medicine and Science in Sports and Exercise. Chodzko-Zajko et al.	2009	Praktika klinikorako gida (berrikuspen sistematikoa)	Lan honetan, gai kritikoaren ikuspegi bat ematen da, pertsona helduetan ariketa fisikoak daukan garrantzia ulertzeko.
Exercise effects on bone mineral density in older adults: a meta-analysis of randomized controlled trials. Official Journal of the American Aging Association (AGE) Marques et al.	2012	Meta-analisisa	Pertsona helduen bizkarrezur-lunbarraren eta femur-lepoaren HDM-n, talkadun ariketek daukaten eragin mota aztertzen da.
Masa ósea y ejercicio físico. Archivos de Medicina del Deporte. Ferragut et al.	2009	Berrikuspen bibliografikoa	Ariketa fisiko mota desberdinen eta hezur-dentsitate mineralaren arteko erlazioa aztertzen da, osteoporosian izan dezakeen eragina ikusteko.

Ejercicio y hueso: revisión bibliográfica. Revista Española de Enfermedades Metabólicas Óseas. Peña Arrébola A.	2001	Berrikuspen bibliografikoa	Ariketa fisikoa eta hezurra erlazionatzen dira lan honetan, adin tarte desberdinetan ariketa fisikoak daukan eragina ikertuz.
Exercise and bone mass in adults. Sports Medicine. Guadalupe-Grau et al.	2009	Berrikuspen bibliografikoa	Ariketa fisiko mota desberdinek HDMn daukaten eragina aztertzen da, ikerlan longitudinalak eta zeharkakoak erabiliz.
Physical activity during life course and bone mass: a systematic review of methods and findings from cohort studies with young adults. BMC Musculoskeletal Disorders. Bielemann et al.	2013	Berrikuspen sistematikoa	Literaturaren berrikuspen bat da, bizitzan zeharreko ariketa fisikoa eta HDM arteko asoziazioaren inguruko kohorte ikerketak biltzen dituena.
The effect of exercise on the prevention of osteoporosis and bone angiogenesis. BioMed Research International. Tong et al.	2019	Berrikuspen bibliografikoa	Ariketa fisikoak hezur ehunean eragiteko mekanismo posibleen inguruko teoriak aztertzen dira.
Effects of training on bone mass in older adults. A systematic review. Sports Medicine. Gomez-Cabello et al.	2012	Berrikuspen sistematikoa	Pertsona heldu eta nagusietan, ariketa fisikoak hezurretan sortzen duen efektuaren inguruan dagoen literatura zientifikoan dauden ebidentziak laburtu eta eguneratzen ditu.
Exercise for preventing and treating osteoporosis in postmenopausal women (review). Cochrane Database of Systematic Reviews. Howe et al.	2011	Berrikuspen sistematikoa	Ausazko entsegu kontrolatuen inguruko berrikuspen sistematikoa, ariketa fisiko esku-hartzeak emakume postmenopausikoen hezur masa galera eta hausturen prebentzioan daukan eragina aztertzen duena.

4. EMAITZAK

4.1. HDM ETA ADINA

Hezurren dentsitate mineral maila altuena, “hezur masa gailur maximoa” deritzona, gutxi gorabehera 35 urtetan betetzen dela uste da, sorkuntza eta birxurgapen tasa berdintzen baita adin horretan. 40 urtetatik aurrera, pixkanaka dentsitatea txikituz doa. Emakumeen kasuan, dentsitate galera hori asko azkartzen da menopausiaren ondoren, estrogenoen eragina galtzearen ondorioz.

Zahartzea osteoblastoen aktibitate murrizpenarekin lotuta dago, baita hezur muineko ama zelulen desberdintze ahalmen txikituarekin ere, faktore trofikoaren gutxitze erlatiboaren ondorioz. Horregatik zahartzaroarekin hezur ehuna gutxitzen da, hezurak ahulago bihurtuz eta osteoporosi bideratuz (10).

Gainkarga mekanikoei egokitzeko gaitasuna, gainera, askoz handiagoa da hazkuntza fasean dagoen eskeletoan, HDM irabazia handiagoa delarik adin hauetan, etorkizunerako erabakigarria izan daitekeena (10, 11, 12, 13).

Hortaz, haurtzaro eta nerabezaroan zehar lortutako hezur masa faktore garrantzitsu bat izango da behin helduarora heltzean, hezur dentsitate on batek zahartzaroak dakarren galera leuntzen lagunduko digulako (11, 12, 14).

4.2. ARIKETA FISIKOAREN ERAGINAK HEZUR EHUNEAN

Hezuraren talkak birmoldaketa sustatzen du, beraz, ariketa fisikoa osteoporosiaren prebentziorako egokia eta beharrezkoa dela esan daiteke, ariketa fisikoak hezur indartsuak sortu eta mantentzen laguntzen baitigu. Gainera, hezurretan duen eragin garrantzitsuaz gain, ariketa fisikoak mugikortasuna, oreka, indarra eta egoera fisiko orokorra hobetzen du. Hori dela eta, oso onuragarria da haustura osteoporotikoak saihesterako orduan.

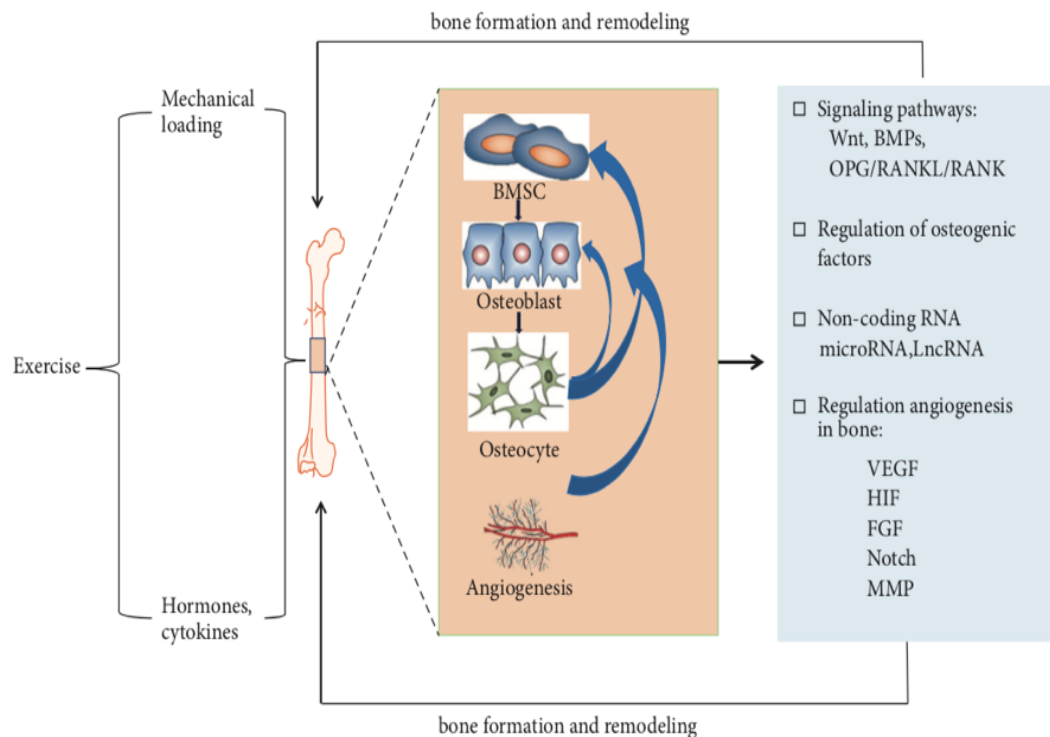
Hezuraren sortutako tentsio dinamikoek bere erantzun biologikoa baldintzatzen dute. Estimulu garrantzitsuena kargak ohi baino handiagoak direnean sortzen da, izan ere, osteogenesisia gehien estimulatzen den modua dela dirudi (12). Frost-ek proposatutako teoria mekanikoaren arabera, erantzun osteogeniko bat sortzea nahi bada, sortutako tentsioak “tentsio minimo eraginkor” bat gaintu behar du (11).

Zaharrago egiten joan ahala, atalase hori altuagoa bihurtzen da, beraz, tentsio handiagoa beharrezkoa litzateke. Horrek, gainera, azpimarratzen du gaztetan ariketa fisikoa egiteak daukan garrantzia, HDM igoera lortzea errazagoa baita, aurreko puntuan aipatu bezala. (11, 12, 14)

Hainbat mekanismo potentzial dauzka ariketa fisikoak hezur dentsitate minerala handitzeko eta beraz, osteoporosia prebenitzeko (ikus **4. Irudia**) (15):

1. Lehenengoa, ariketa fisikoak induzitutako **karga mekanikoak** sustatutako hezur formazioa da. Honen arabera, konpresioa, tentsioa edo zizailadura osteoblastoen diferentziazio eta mineralizazio prozesuan oinarri garrantzitsuak dira. Karga ezak, ordea, HDM galera dakar, astronautei egindako ikerketetan demostratu den moduan.
2. Bigarren mekanismoa **hormona eta zitokinekin** lotutakoa da. Jarduera fisikoak gorputzeko hainbat hormona erregulatzen ditu, haien artean, estrogenoen produkzioa sustatu emakumeetan eta testosteronarena gizonetan, HDM galera txikitzea eragiten dutenak. Gainera, hormonek hezur metabolismoaren erregulazioan laguntzen duten zitokinen jariora sustatu eta kontrolatzen dute.
3. Hirugarren mekanismoari dagokionez, ariketak induzitutako **seinalizazio bide** batzuek hezur formazioa sustatzen dute, osteoblastoen diferentziazioa erraztuz, osteoklastoen jarduera inhibituz eta hezur birmodelazioa hobetuz.
4. Laugarren mekanismoa **RNA ez kodifikatzaileari** dagokio: *In vitro* aurkikuntza batzuek ondorioztatu dute estres mekanikoak mikroRNA expresioa estimulatzeko dutela. Berrikuspen honen arabera, ikerketa berriek aurkitu dute RNA ez kodifikatzaile batzuk (haien artean, microRNA) hezur metabolismoaren hainbat pausutan inplikaturik daudela, haien artean, osteoblasto eta osteoklastoen proliferazio eta diferentziazioan.
5. Mekanismo horiek guztiez gain, **hezurreko angiogenesiak** ere pisu handia daukela uste da. Hezur mikrogiroan, angiogenesiaren aktibazioa osteoporosiaren prebentziorako estrategia garrantzitsu bat izan daitekeela uste da. Ariketa fisikoaren kasuan, karga mekanikoak angiogenesi-osteogenesia estimulatu du hezuraren. Bai endotelio zelulen proliferazio eta diferentziazioa erregulatu, baita hezur baskularizazio eta osteogenesi-angiogenesi akoplamenduaren sustapena hainbat faktoreren bitartez (VEGF, HIF-1, FGF, MMP eta Notch ligandoak).

Dirudienez, aurretik aipatutako mekanismoen harira, hezur kortikala gainkarga mekanikoari sentikorragoa den bitartean, hezur trabekularra aldaketa hormonalekiko sentikorragoa da (11).



4.Irudia: Ariketa fisikoaren eragin potentzialak hezur ehunean. Ariketa fisikoak hainbat prozesu pizten ditu organismoan eta hezurrean eragiteko 4 mekanismo potentzial daude: seinalizazio bideak (Wnt, BMP, OPG/RANKL/RANK), hormonak eta zitokinak, RNA ez kodifikatzailea eta karga mekanikoak. Hauek osteogenesi eta angiogenesisia sustatuz, hezur formazio eta birmodelazioa bultzatzen dute. (15)

4.3. ARIKETA FISIKO MOTA

Ariketa fisikoa onuragarria da HDM-rako, baina, edozein ariketa fisiko motak balio ez duelaren inguruan ia erabateko adostasuna dago.

HDM igoera edo mantentzea (hau da, galerarik eza) egon ahal izateko, gainkarga mekaniko minimo bat egotea beharrezkoa da, aurreko puntuan aipatu bezala, karga mekanikoek estimulatu baitituzte hezur birmodelazio prozesuak.

Bipedestazioa da gai honen gakoetako bat, aipatutako karga mekaniko horiek egoera honetan ematen direlako eta ez, adibidez, igeriketa bezalako ariketak egiterakoan,

grabitate indar txikiagoaren eraginez, eutsi beharreko pisua txikiagoa baita eta talkarik sortzen ez baita.

Talka-kargak egitean efektu osteogeniko handia sortzen da, egoera hauetan erreakzio indarrak gorputzeko pisuaren hirukoitzak izatera hel daitezkeelako. Beraz, honekin, nahikoa da tentsio/indar handiak denbora laburrean ezartzea. Horri jarraituz, garrantzitsuagoa litzateke intentsitatea iraupena baino (11).

Inpaktu txikiko ariketaren inguruan, autore batzuek diote talka maila eragin negatiboa izan dezaketela hezur formazioan (10, 11, 13).

Hala ere, grabitate indar normalarekin, talka sortzen duten ariketen inguruan ez dago guztizko adostasun bat, izan ere, indar motako ariketa onuragarria izan daitekeela uste den bitartean, ariketa aerobikoaren inguruan ez dago kontsentsurik.

Beraz, aholku orokor praktikoak ariketa fisikoaren inguruan hauek izango lirateke:

- Intentsitate atalase minimo bat beharrezkoa da (ahalmen funtzionalaren %70-80 gutxi gorabehera) (11).
- Ariketaren talka zenbat eta handiagoa, orduan eta hobeto HDM-rentzat, beti kontu handia edukiz haustura arriskuengatik (11, 13).
- Adina eta sexuaren arabera: zenbat eta nagusiagoa izan edota emakumeen kasuan, orduan eta intentsitate altuagotan entrenatu behar da, eragin osteogenikoa eman dadin (11, 13, 14).
- Indar/erresistentzia motako ariketa oso egokia da HDM ez galtzeko edo irabazteko (5, 13, 16), baita talka eta indarra konbinatzen dituzten programak ere.

Emakume postmenopausikoen kasuan, jakinda hauek arrisku populazioa direla eta haien inguruko ikerketa ugari daudela kontuan hartuta, gomendio zehatzagoak daude eta hauek izango lirateke:

- Astean 3 aldiz gutxienez, 30 minutuko ariketa fisikoa (4).
- Ariketa aniztasuna onuragarria da: korrika, erresistentzia ariketak, dantza edo saltoak, adibidez (4).
- Femur lepoan HDM gehien igotzen duen ariketa mota indar ariketa progresiboa da (4, 17).

- Bizkarrezur lunbarraren kasuan, onura gehien demostratzen duen ariketa programa konbinatua da, ariketa mota desberdinak tartekatuz (4, 10, 17).
- Ariketa fisiko aerobikoa eraginkorra izan daiteke adinarekin erlazionatutako HDM murrizketari aurre egiteko (5).

4.4. ARIKETA FISIKOAREKIKO ATXIKIDURA

Pertsona bati osteoporosia prebenitzeko ariketa fisikoa gomendatzerakoan, hainbat faktore hartu behar dira kontuan.

Haien artean, adina azpimarragarria da. Garrantzitsua da faktore hau kontutan edukitzea, adin nagusiko pertsonengan talka handiko ariketek hausturak sor ditzaketelako, batez ere, osteoporosia jada garatuta badute. Hortaz, bakoitzaren egoerara moldatutako ariketa ezinbestekoa da.

Bestalde, atxikipena garrantzitsua da helburuak lortu ahal izateko. Hainbat ikerketek demostratu dute ariketa fisikoak, praktikatzen den bitartean, eragina daukala HDM-n, baina bizitza sedentaria bueltatzerakoan, uzten den momentutik aurrera, lortutako onura galtzen hasten da (11). Hau da, ez da eragina epe luzera mantentzen (hautzaro eta nerabezaroan lortutako onurak salbu, hezuraren garapenean funtsezkoak baitira) (4).

4.5. ARIKETA FISIKOAREN ONURAK MASA MUSKULARREAN

Lehenago aipatu bezala, ariketa fisikoak hezurretan daukan onuretatik harago, masa muskularrarentzat, indarrarentzat, ere oso mesedegarria da. Honek garrantzia berezia dauka, batez ere, osteoporosia garatuta daukaten pertsonetan, izan ere, oreka eta egonkortasuna lortzen laguntzen die, erorketak ekidinez eta hezur haustura kopurua murrizten lagunduz. (4)

Erresistentzia motako ariketan parte hartzeak muskulu eta hezur masa galera murrizten du, baita indar muskularra irabaztea eragin ere. (5)

5. EZTABAIDA

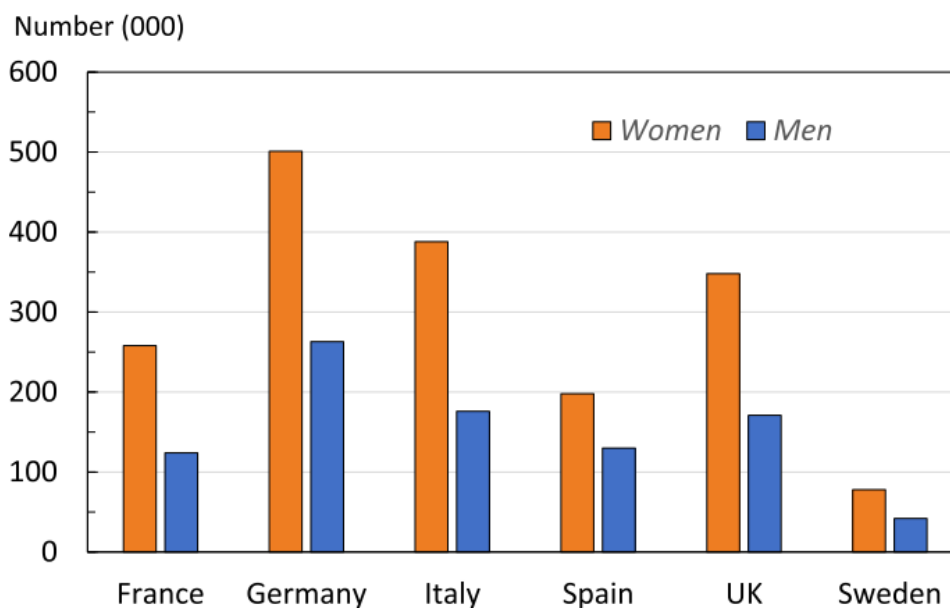
Aipatzekoa da, lan honen helburua prebentzio primarioarako ikerketa bat dela. Izan ere, osteoporosia jada garatu duten pazienteen kasuan, lehentasunezko helburua ez litzateke izango HDM zein ariketa motak igotzen duen gehien, baizik eta, erorketak ahal den heinean prebenitzea, hauek sor ditzazketen hausturak ekiditeko.

Orain arte ikusi ahal izan dugun moduan, osteoporosia oso gaixotasun ohikoa da, morbi-mortalitate handia dakarrena eta etorkizunean, gainera, gora egingo duena. Horrez gain, infradiagnostikatua dago sintomarik ematen ez dituelako eta, nahiz eta tratamendu farmakologikoak egon, diagnostikoa egiterako kaltea egina dago. Helburua, kalte horretara heldu aurretik, eskura dauden baliabideak erabiltzea da.

Beraz, mesedegarria litzateke arrisku faktoreei eta prebentzioari garrantzia ematea, kasu honetan, ariketa fisiko bitartez, merkea izateaz gain, edozeinen eskura dagoelako. Gainera, hezur osasunaz harago, organismoko beste hainbat sistemetan ere onura ugari baititu.

Ikerketa baten arabera, 2017ko Alemania, Erresuma Batua, Italia, Espainia, Frantzia eta Suedia (EU6 deritzona) arteko hauskortasun haustura kopurua 2,7 milioitan estimatzen da (ikus **5. Irudia**), ekonomikoki 37.500 milioi euroko urteroko kostuarekin. Gainera, milioi 1 QALY-ko galera ere estimatu zen (7).

QALY ebaluazio ekonomikorako tresna bat da, bizi kantitatearen eta kalitatearengan daukan eragina jasotzeko balio duena. Hilkortasun eta erikortasunari buruzko osasun esku hartzeen ondorioak adierazle bakar batean laburtzen ditu. QALY-ak, emaitza bezala, koste erabilgarritasun ikerketetan erabiltzen dira (18).



5.Irudia. 2017ko hauskortasun haustura berriak herrialdeka (milaka). (7)

Dirudienez, ez dago ariketa mota konkretu bat onura guztiak lortzen dituen, baina argi dago, garrantzitsuena, tentsio minimo bat gainditzea dela estimulu osteogenikoaren gakoa.

Rosen et al-en arabera, emakume nagusien kasuan, HDMn eragina estatistikoki esanguratsua den arren, efektu onuragarria txikia da. Hala ere, ariketa fisikoak pertsona nagusietan hausturak orokorrean murrizten ditu, kontrol taldekoen artean %10,9ko tasa batetik ariketa fisikoa egiten dutenen artean %4,8ra (RR 0.49, %95 KT 0.31-0.76). Haustura bertebralen kasuan, ez zen murrizketa estatistikoki esanguratsurik gertatu (RR 0.56, %95 KT 0.30-1.04) (4).

Artikulu berdinen arabera, emakume pre eta postmenopausikoetan, ariketa fisikoak eragin positiboa erakutsi zuen bai bizkarrezur lunbarreko HDM-n (batez besteko diferentzia 0.85, %95 KT 0.62-1.07) eta trokanterrekoan (batez besteko diferentzia 1.03, %95 KT 0.56-1.49) kontrolekin konparatuta (4).

Marques et al.-ek argitaratutako 19 ikerketaz osatutako metanalisi baten arabera, bai bizkarrezur lunbarrean baita femur lepoan eragin handiena sortzen duen ariketa fisikoa, ariketen konbinazio bat da: alde batetik, talka sortzen duen ariketak eta bestetik, erresistentzia ariketak, pisua altxatuz. Honekin bizkarrezur lunbarrean 0.011 g/cm²-ko

(%95 KT 0.003-0.020 g/cm², $p=0.007$) batez besteko igoera lortu zen eta femur lepoaren kasuan, 0.016 g/cm²-koa (%95 KT 0.005-0.027 g/cm², $p=0.004$) (10).

Ikerketa berdinean, inpaktu txikiko ariketak HDMA igotzeko eraginkorrak ez direla ere aipatzen da. Artikulu honetarako, 60 urte edo gehiagoko pertsonen ausazko entsegu kontrolatuen berrikuspen sistematiko bat egin zuten. Aipatzekoa da ere, kaltzio eta D bitamina suplementuak erabiltzea ere onartu zutela (10). Kasu honetan, aurrekoan ez bezala, gizonezkoak ere aztertu ziren.

Howe et al.-ek 2011ean argitaratutako beste berrikuspen baten arabera, 43 ausazko entsegu kontrolatu ikertu ondoren, ondorioztatutako emaitza da ariketa fisikoak estadistikoki esanguratsua den efektua daukala emakume postmenopausikoen HDMn, kontrol taldearekin konparatuta. Nahiz eta efektua handia ez izan, efektu hori garrantzitsua dela aipatzen da. Berrikuspen honen arabera, bizkarrezurrerako eraginkorra ariketa programa konbinatua izango litzateke (batez besteko diferentzia 3.22, %95 KT 1.80-4.64), kontrol taldearekin konparatuta %3ko diferentziarekin. Femur lepoaren kasuan, pisurik gabeko indar handiko ariketa motak eragin handiena daukala ondorioztatu zuten (17).

Bestalde, iritzi kontrajarriak daude ariketa aerobiko arinaren inguruan. Autore batzuek ibiltzea bezalako ariketak onuragarriak direla dioten bitartean (5), beste batzuen arabera ez dago onura esanguratsurik edo ez dago argi onurarik dagoen edo ez (16).

Hautatutako berrikuspen baten, Gomez et al.-ek (16) osatutakoa, ez zen onura argirik ondorioztatu ariketa aerobikoaren inguruan. Arrazoiak, haien arabera, ariketa mota hau kargak maximizatzeko diseinatuta ez dagoela da, beraz, ez da estresik sortzen hezurrean ezta aldaketarik HDM-n ere.

Informazioa aurkitze aldera, zailtasunak egon dira bi sexuetako informazio kantitate berdina aurkitzeko, izan ere, emakume postmenopausikoen inguruko informazioa askoz ugariagoa da, seguraski, populazio talde honetan ematen den gaitzaren prebalentzia handiagogatik. Beraz, interesgarria izango litzateke gizonen inguruko lan gehiago ikertzea.

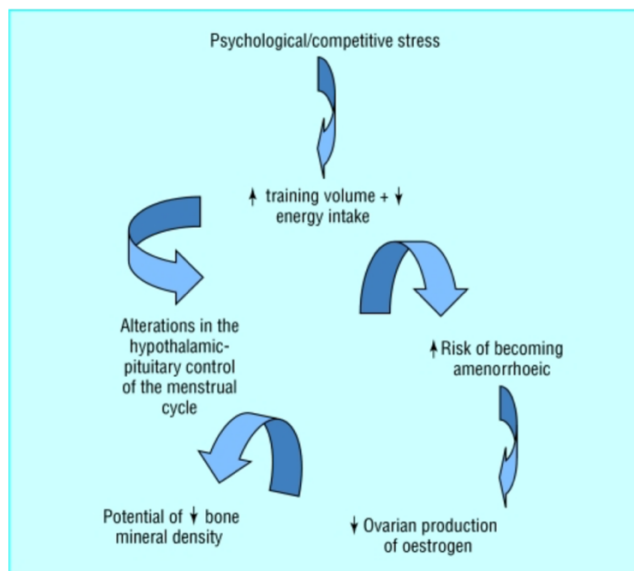
Gainera, ikerketa asko adin nagusiko pertsonetan egiten dira, baina interesgarria izango litzateke ere gaztetatik ikerketa gehiago egitea, adin honetako adaptazio hobea eta etorkizunerako HDM irabaziaz daukan garrantzia ikusita.

5.1. ARIKETA FISIKO GEHIEGI EGITEAREN ARRISKUA

Ariketa fisikoa ez da beti faktore onuragarri bat izango, ona da baina bere neurrian. Izan ere, ariketa fisikoa badago lotuta osteoporosiarekin modu negatiboan ere.

Ariketa fisiko gehiegi egiteak, batez ere emakume gazteen kasuan, “emakume atletaren triada” bezala ezagutzen dena sor dezake, energia eskuragarritasunaren, hilekoaren funtzioaren eta hezur mineral dentsitatearen arteko erlazioari erreferentzia egiten diona (4, 19). Honek sor ditzaken agerraldi klinikoak elikadura-portaeraren nahasmendua, amenorrea hipotalamiko funtzionala edo osteoporosia dira.

3 agerraldi hauek mekanismo psikologiko eta fisiologiko bitartez daude lotuta. Psikologikoki, normalean, atletek errendimendu maximoa lortzea dute helburu eta horretarako gorputz masa baxua edukitzea lagungarria da. Hau erdiesteko, entrenamendu bolumen handia beharrezkoa da. Asko entrenatu eta energia gutxi ahoratzeari, estres psikologikoak jariarazten dituzten estres hormonak gehituz, ziklo menstruala kaltetu daiteke, atletak amenorrea garatuz. Ondorioz, estrogenuko produkzioa txikitzen da, honek paper oso garrantzitsua duelarik HDM-ren erregulazio edo/eta mantenuan. Estrogenuko gutxiegitasun hau, beraz, hezur mineral dentsitate baxuarekin eta osteoporosi arrisku altuagoarekin lotzen da. (19)



6.lrudia. Emakume atletaren triadaren mekanismo fisiologikoen zikloa. Lehiakortasunak gehiago entrenatzea eta energia gutxiago ahoratzea eragin dezake. Ondorioz, hipotalamo-hipofisi alterazioen bitartez, zikloa kaltetu eta amenorrea sortzeko arriskua dago. Sortuz gero, estrogenuko ekoizpena txikitzen da, HDM kaltetuz.

Hala ere, beste autore batzuk diote batzutan, karga mekanikoak sortutako eraginak, hormona sexual murrizpenak sortutako eraginak konpentsa ditzazketela. (12)

6. ONDORIOAK

Osteoporosia oso patologia prebalentea da, zeinen intzidentzia goraka doan, populazioaren zahartzearen ondorioz. Gaitz honen neurri prebentibo ez farmakologiko eraginkorrenetako bat ariketa fisikoaren praktika da, baina edozein ariketa fisiko motak ez dauka onurarik HDMn.

Ariketa fisikoak hainbat mekanismo potentzial ditu hezur ehunean eragiteko: hormonak eta zitokinak, seinalizazio bideak, RNA ez kodifikatzailea eta karga mekanikoak.

Erantzun osteogenikoa pizteko gainkarga mekaniko minimo bat gainditu behar da, atalase osteogenikoa. Horretarako, intentsitate ertain-altuko ariketa da eraginkorrena.

Gaztetan HDM handi bat lortzea etorkizunerako oso garrantzitsua dela dirudi, bai gainkarga mekanikoei egokitzeko gaitasuna handiagoa delako adin honetan, baita pilatutako HDM hori altuagoa izanda, zahartzerakoan gertatzen den masa galera hori mantsotzen edo frenatzen eraginkorra izan daitekeelako ere. Beraz, txikitatik sustatu beharko litzateke ariketa fisikoaren praktika, bai hezurretan daukan onuragatik, baita organismoko gainerako sistema ugartan dauzkan onura guztiengatik ere.

Ariketa fisiko aerobikoaren inguruan zalantzak dauden arren, indar/erresistentzia motako ariketak onura demostratua daukala dirudi.

GIDA KLINIKOAREN PROPOSAMENA, CTFPHC gomendio graduen arabera (5.Taula):

- Indar/erresistentzia ariketak A gomendio gradua edukiko luke populazio orokorrean.
- Ariketa programa konbinatu batek (talka eta indar ariketa) A gomendio gradua edukiko luke populazio orokorrean.
- Emakume postmenopausikoen kasuan, bereziki, bai indar/erresistentzia ariketa motak baita ariketa programa konbinatuak A gomendio gradua edukiko luke ere.
- Ariketa aerobikoak C motako gomendio gradua izango luke populazio orokorrean, ebidentzia guztiak ez baitaude ados ariketa mota honen eraginarekin.

- Kargarik eustea suposatzen ez duten ariketa moten kasuan, besteak beste, igeriketa bezalakoak, D motako gomendio gradua edukiko lukete, izan ere, ebidentzia dago HDM-an eragin negatiboarekin lotzen duena.

5.Taula: CTFPHC gomendio graduen eskala prebentzio esku-hartzerako.

CTFPHC GOMENDIO GRADUAK PREBENTZIO ESKU-HARTZERAKO	
A	Ebidentzia ona dago prebentzio eskuhartze klinikoa gomendatzeko.
B	Ebidentzia ertaina dago prebentzio eskuhartze klinikoa gomendatzeko.
C	Eskuragarri dagoen ebidentzia gatazkatsua da eta ez du baimentzen alde edo kontrako gomendiorik egiten prebentzio eskuhartze klinikoa egiteko. Hala ere, beste faktore batzuek erabakian eragina eduki ahalko lukete.
D	Ebidentzia ertaina dago prebentzio eskuhartze klinikoaren kontra gomendatzeko.
E	Ebidentzia ona dago prebentzio eskuhartze klinikoaren kontra gomendatzeko.
I	Ez dago ebidentzia nahikorik (kantitate zein kalitatean) gomendioak egiteko. Hala ere, beste faktore batzuek erabakian eragina eduki ahalko lukete.

7. BIBLIOGRAFIA

1. Woolf AD, Pfleger B. Burden of major musculoskeletal conditions. Bull World Health Organ. 2003;81(9):646–56.
2. Euskal Estatistika Erakundea. Igualdad de mujeres y hombres en la C.A de Euskadi. Informe 2019. Osasun Saila. [Internet]. Eskuragarri: <https://www.eustat.eus/igualdad/2019/salud.html>
3. Rosen H, Drezner MK. Clinical manifestations, diagnosis, and evaluation of osteoporosis in postmenopausal women. UpToDate. 2018;1–19. Eskuragarri: https://www.uptodate-com.ez.sun.ac.za/contents/clinical-manifestations-diagnosis-and-evaluation-of-osteoporosis-in-postmenopausal-women/print?search=menopause&topicRef=2064&source=see_link
4. Rosen HN, Drezner MK. Overview of the management of osteoporosis in postmenopausal women. Uptodate. 2017. Eskuragarri: <https://www.uptodate.com/contents/overview-of-the-management-of->

osteoporosis-in-postmenopausal-women/print?search=Overviewofthemanagementofos...1/39OfficialreprintfromUpToDatewww.uptodate.com

5. Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh MA, Minson CT, Nigg CR, Salem GJ, et al. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(7):1510–30.
6. Euskal Osasun Inkesta. Osasun Egoera. 2018. [Internet]. Eskuragarri: https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/enc_salud_2018_graficos/eu_def/adjuntos/Osasun%20egoera.pdf
7. Borgström F, Karlsson L, Ortsäter G, Norton N, Halbout P, Cooper C, et al. Fragility fractures in Europe: burden, management and opportunities. *Arch Osteoporos.* 2020;15(1).
8. Johnell O, Kanis JA, Odén A, Sernbo I, Redlund-Johnell I, Petterson C, et al. Fracture risk following an osteoporotic fracture. *Osteoporos Int.* 2004;15(3):175–9.
9. Glover J, Izzo D, Odatto K, Wang L. EBM Pyramid and EBM Page Generator. Trustees of Dartmouth College and Yale University. 2006. [Internet]. Eskuragarri: <https://sciencebasedmedicine.org/dont-just-stand-there-do-nothing-the-difference-between-science-based-medicine-and-quackery/>
10. Marques EA, Mota J, Carvalho J. Exercise effects on bone mineral density in older adults: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Age (Omaha).* 2012 Dec;34(6):1493–515.
11. Ferragut C, Luque GT, Cárceles FA, De Baranda Andujar PS. Masa ósea y ejercicio físico. *Arch Med del Deport.* 2009;26(129):46–58.
12. Peña Arrébola A. Ejercicio y hueso: revisión bibliográfica. *REEMO.* 2001;10(4): 119-131.
13. Guadalupe-Grau A, Fuentes T, Guerra B, Calbet JAL. Exercise and Bone Mass in Adults. *Sports Med.* 2009;39(6):439-468.
14. Bielemann RM, Martinez-Mesa J, Gigante DP. Physical activity during life

- course and bone mass: A systematic review of methods and findings from cohort studies with young adults. *BMC Musculoskelet Disord.* 2013;14(1):1-16.
15. Tong X, Chen X, Zhang S, Huang M, Shen X, Xu J, et al. The Effect of Exercise on the Prevention of Osteoporosis and Bone Angiogenesis. *BioMed Research International.* Hindawi Limited; 2019. Vol. 2019.
 16. Gómez-Cabello A, Ara I, González-Agüero A, Casajús JA, Vicente-Rodríguez G. Effects of training on bone mass in older adults: A systematic review. *Sport Med.* 2012;42(4):301–25.
 17. Howe TE, Shea B, Dawson LJ, Downie F, Murray A, Ross C, et al. Exercise for preventing and treating osteoporosis in postmenopausal women. *Cochrane Database Syst Rev.* 2011;2011(7).
 18. Whitehead SJ, Ali S. Health outcomes in economic evaluation: The QALY and utilities. *Br Med Bull.* 2010;96(1):5–21.
 19. Birch K. ABC of sports and exercise medicine Female athlete triad. *BMJ.* 2005;330(7485):244-246.