

# Una revisión sistemática y meta análisis, sobre los efectos del ejercicio físico y la densidad mineral ósea en mujeres adultas.

## Trabajo final presentado para la obtención del grado de “Especialista en Programación y Evaluación del Ejercicio”

Lic. Delgado Demian P.

Argentina 2019. Universidad Nac. de la Plata.

(Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación).

E-mail: demiandelgado@hotmail.com

### Resumen

La desmineralización ósea provoca una fragilidad estructural en sus huesos, que conlleva a fracturas o lesiones que trastornan la vida cotidiana y generan grandes gastos a nivel salud. Esta situación se magnifica con una vida sedentaria, malos hábitos alimentarios y en mujeres menopaúsicas. El *objetivo* de este trabajo fue verificar los efectos de diversos programas de ejercicio físico (PEF) sobre la densidad mineral ósea en mujeres mayores de 20 años con o sin osteoporosis no medicadas, mediante una revisión sistemática sobre estudios experimentales con ensayos clínicos aleatorios. La búsqueda se realizó en 4 bases de datos (SPORTDiscus, Medline, ScienceDirect y Springer Link) entre el año 2000 y 2016, los *criterios de inclusión*: publicación en inglés o español, grupo de intervención con PEF y un grupo control, registro pre y post intervención la densidad mineral ósea (DMO) con Dual Energy X-ray Absorptiometry (DXA) a nivel del cuello del fémur o vértebras lumbares (L1, L2, L3 y L4). Se obtuvieron 872 estudios, 32 fueron incluidos en el meta análisis. Se calculó a nivel lumbar y femoral el efecto medio estandarizado (SMD), intervalos de confianza (IC) y la

heterogeneidad entre estudios mediante el ( $I^2$ ) con un P valor de 0,95. *Resultados*: Lumbares (SMD=1.315) y IC (0.855 a 1.775) con un  $I^2=94.2\%$ , fémur (SMD= 1.412) y IC (0.786 a 2.039) con un  $I^2=96.9\%$ , debido a la elevada heterogeneidad se realizó una meta regresión con variables moduladoras para comprender la variabilidad entre estudios. *Limitaciones*: El meta análisis muestra un posible sesgo de publicación, y los estudios fueron seleccionados por un solo investigador. *Conclusiones*: los PEF tienen efectos estadísticamente positivos en la DMO femoral y lumbar. La variabilidad de los resultados entre estudios es elevada, explicada en parte por la edad (a mayor edad mayor efecto del PEF) y el tipo de PEF implementado, los trabajos de fuerza explican un 24,36% de la heterogeneidad mostrando efectos negativos a nivel femoral, mientras los ejercicios con el propio peso corporal explican un 13,34% de efectos adversos a nivel de las lumbares, comparándolos con el resto de los programas de ejercicios analizados en este meta-análisis.

### Introducción

La pérdida de la densidad mineral ósea (DMO), puede derivar en osteoporosis, defendida como una enfermedad generalizada del sistema esquelético caracterizada por pérdida de masa ósea y por el deterioro de la microestructura del tejido óseo. Se diagnostica osteoporosis cuando los valores de la DMO es inferior a -2.5 desvíos estándar de la escala T (la cual toma los valores de referencia de la población joven cuando alcanza el pico máximo de masa ósea. (1,2,6). La osteoporosis afecta la población a nivel mundial, estando presente en más de 200 millones de personas. Se calcula que el 30 al 50 por ciento de las mujeres posmenopáusicas padecen dicha patología (3), la cual es asociada a una pérdida de la fuerza de su estructura ósea y una mayor predisposición a incrementar los riesgos de fractura. (4) teniendo una mayor incidencia en la población caucásica y/o asiática (3). En los E.E.U.U. aproximadamente el 40% de mujeres blancas y el 13% de hombres mayores de 50 años de edad sufren por lo menos una fractura osteoporótica clínica en la cadera, la muñeca o la columna vertebral a lo largo de su vida.

En Argentina, la expectativa de vida actualmente es de 77 años y se estima que llegará a 82 años para el 2050, proyectando una gran franja etaria con riesgos de sufrir osteoporosis. Actualmente en el país, 1 de cada cuatro mujeres presenta DMO normal, 2 presentan osteopenia (pérdida de la DMO menor a la osteoporosis) y una presenta Osteoporosis. Siguiendo las proyecciones antes mencionadas, para el 2025 se estima que habrá 3.3 millones de mujeres mayores de 50 años con osteopenia, y 1.65 millones con osteoporosis; cifras que aumentarán a 5.24 y 2.62 millones respectivamente para el 2050. Se estiman 34000 fracturas de cadera por cada año en personas mayores de 50 años, lo que representa un promedio aproximado de 90 fracturas por día. Detectándose que se ha encontrado también muchas fracturas a nivel vertebral sin atención clínica.

Los costos directos del tratamiento de una fractura de cadera en Argentina, son estimados para el 2012 en 3800 dólares estadounidenses, y para tratar una fractura vertebral en 163 dólares, de modo que por año los costos del tratamiento de fracturas de cadera y vertebrales ascienden a 130 millones y 62 millones de dólares respectivamente. (3), (5). Queda claro que el costo y perjuicios socioeconómicos producidos en la Argentina por esta patología son importantes.

A la hora de determinar causas de la osteoporosis y las fracturas óseas podemos encontrar varios factores de riesgo, pero como principales factores encontramos el género, la edad, etnia (11), y antecedentes familiares, siendo las personas de mayor

riesgo las de sexo femenino, posmenopáusica y de raza blanca. A mayor edad se encuentran la mayor cantidad de fracturas osteoporóticas de cadera, en Argentina la edad promedio de fracturas son los 80 años (3).

*Otros factores que podemos enumerar son:*

Menopausia precoz, deficiencia de estrógenos en la pre menopausia, delgadez (IMC\* < 20) o trastornos en la conducta alimentaria, tabaquismo, Bajo consumo de calcio, Inmovilización prolongada, consumo de algunos fármacos u diverso tipo de enfermedades, antecedentes familiares y el sedentarismo entre otros (3).

Este trabajo se centrará en la práctica de actividad física, ya que el ejercicio es la única intervención que puede aumentar la masa ósea o disminuir la pérdida de la misma, ganar fuerza estructural del hueso y por otro lado reducir el riesgo de caída en una población anciana (6,7).

El pico de masa ósea se alcanza a los 30 años, y el 90% del mismo se alcanza a los 18 años en mujeres y 20 años en varones. Si bien se ha identificado que entre el 50% y el 85-90% de las variaciones del pico de masa ósea son explicadas por factores genéticos. Se ha probado e identificado a la actividad física y el ejercicio durante la niñez como el primer método de prevención de la osteoporosis y desarrollo esquelético en niños y adolescencia, ya que niños que realizan más actividad física que otro, desarrolla un mayor masa ósea que los niños sedentarios (7, 8, 9). El máximo desarrollo del pico de masa ósea, es un gran determinante en la calidad del hueso en la tercera edad (10, 11, 12, 13).

Si bien está claro que estimular la osteogénesis (procesos de formación del hueso) en la niñez y adolescencia a través del ejercicio y una dieta adecuada, es una gran estrategia para evitar la fragilidad ósea después de la menopausia (21), se sabe que las mujeres a partir de la menopausia, comienzan a perder entre 1,2 o 5 por ciento de la DMO en cada año (14, 15, 16, 17, 18, 21).

Actualmente está claro que las personas adultas que realizan más actividad física tienen menos probabilidades de padecer una desmineralización ósea (21).

### ***Materiales y Métodos***

Para la realización de este trabajo se llevó a cabo una búsqueda sistemática de estudios experimentales con ensayos clínicos aleatorios, publicados entre el 2000 y 2016, que evaluaran la densidad mineral ósea luego de un trabajo de intervención con programas de actividad física en mujeres mayores de 18 años.

Para el desarrollo, búsqueda sistemática y estructura del trabajo se utilizó la guía 2009 elaborada por el grupo CRISMA 2009 (25,26)

Los criterios de inclusión para los estudios del meta análisis fueron: que tuvieran un trabajo de intervención con ejercicio físico, que se midiera la densidad mineral ósea antes y después de la intervención como parámetro de cuantificación para ver los cambios óseos, que el estudio este hecho en mujeres mayores de 18 años sin una enfermedad declarada. La herramienta utilizada para la medición de la DMO sea el instrumento DXA (Dual Energy X-ray Absorptiometry) ya que es el método estándar más común, utilizado en los estudios humanos para mensurar los efectos de la actividad física en la masa ósea (6). Por otro lado este método también es utilizado para diagnosticar a un individuo osteoporosis u osteopenia (3). Los estudios debían estar escritos en inglés o español.

*Los criterios de exclusión fueron:* que el programa de ejercicio no fuera detallado con precisión (contemplando tipos de ejercicios, intensidades y volúmenes de trabajo) o que los sujetos no sean supervisados o instruidos en la ejecución del programa de ejercicios. Que tenga una enfermedad declarada o que tome medicamentos o tratamiento hormonal (ya que puede solapar los resultados del trabajo de intervención) (3), exceptuando en estas restricción planteadas la osteoporosis, osteopenia o ingesta de calcio y vitaminas, ya que la variable osteoporosis y la ingesta de suplementación dietaria será contemplada en el estudio cuantitativo del meta-análisis. Que no presente un grupo control. Serán excluidos los trabajos donde la DMO no sea registrada en el cuello del fémur o en las vértebras lumbares (L1, L2, L3 o L4). Que el artículo no publique la media aritmética y el desvío estándar de la DMO obtenida para el grupo control e intervención en el pre y post testeo. Que no registre el tiempo de intervención del programa de ejercicios. Que la selección de sujetos para el grupo control e intervención no cumpla con los criterios de aleatoriedad.

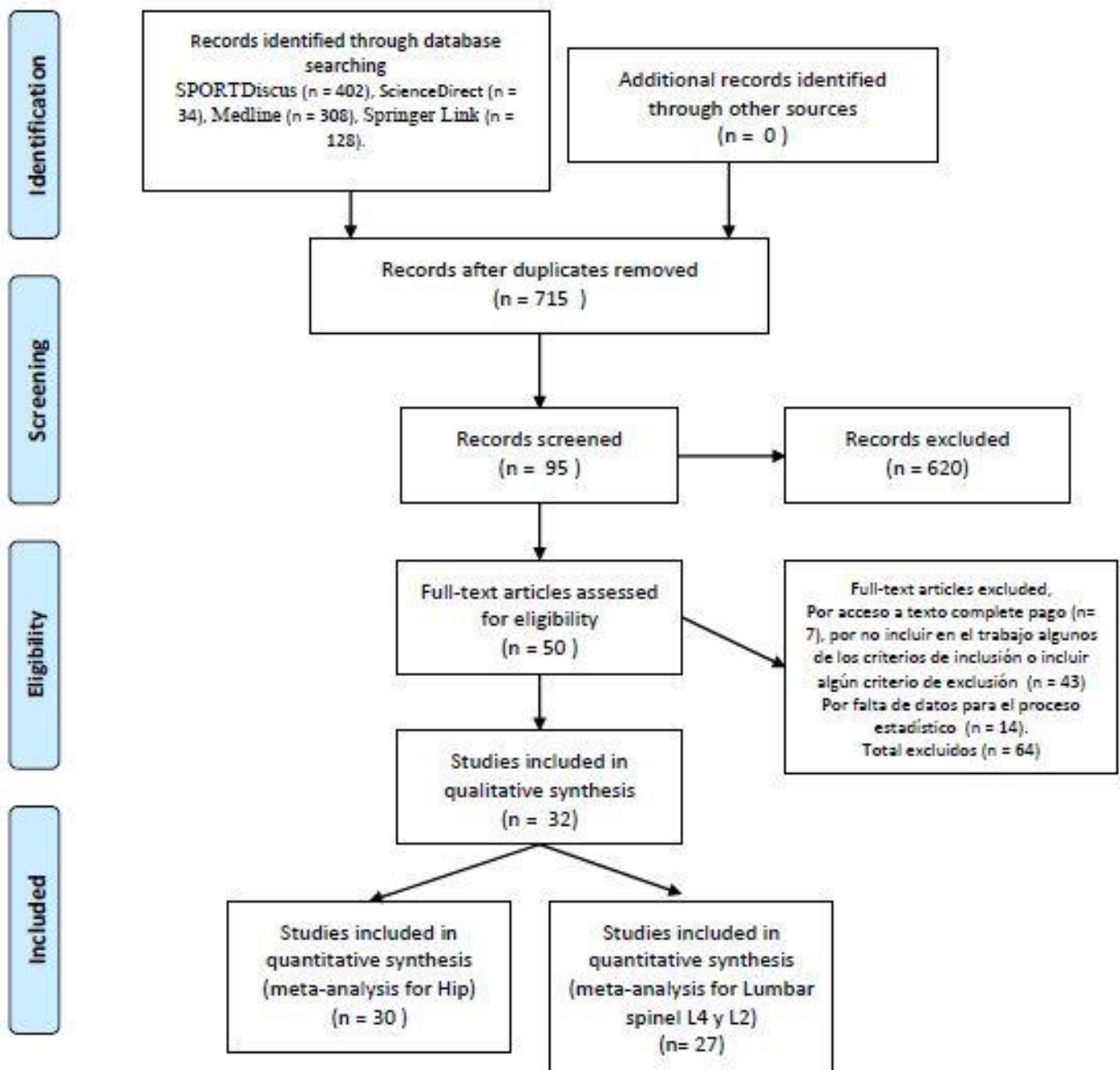
*Búsqueda:* la búsqueda preliminar para la puesta en marcha del trabajo (conocimiento sobre el estado de la cuestión y confección del armado de las palabras claves para la búsqueda sistemática) se realizó a través del buscador Google y Google Académico, obteniendo artículos de revisión sistemática, acuerdos científicos y guías de trabajo entre otros. Para la búsqueda sistematizada se utilizaron cuatro bases de datos científicas, accediendo a través de la biblioteca electrónica de ciencia y tecnología, perteneciente al ministerio de ciencia, tecnología e innovación productiva de la República Argentina, bases de datos: Medline, ScienceDirect y Springer Link y a la base de datos SPORTDiscus se accedió a través de la interface EBSCOhost.

Los parámetros para la búsqueda fueron: publicación con texto completo, en idioma inglés o español, publicado entre el año 2000 y 2016. Se confeccionó una ecuación de búsqueda utilizando operadores booleanos como AND, OR, AND NOT (19, 20), la ecuación utilizada para Medline, ScienceDirect y Springer Link, fue la siguiente: *(Bone mineral or skeletal disorders or osteopenic or Bone mineral density or osteoporosis) and (strength or exercise or Physical activity or Musculoskeletal conditions or Resistance training or weight bearing exercise) and (program or intervention or supervised or methods) and not (men\*) and*

not (cancer), para la base de datos SPORTDiscus: Bone mineral density And exercise And not animals. El proceso de búsqueda comenzó en Septiembre del 2015 y finalizó en julio del 2016. Todos los estudios identificados por la búsqueda fueron guardados en un gesto de bibliografía para su posterior análisis.

La selección de los estudios se realizó en cuatro etapas (expresadas de manera sintética en el diagrama de flujos), la primera etapa fue descartar los artículos duplicados, la segunda fue seleccionar por título y abstract de los 715 artículos filtrados, quedando seleccionados los que cumplían con los requisitos de inclusión. En un tercer momento, se seleccionaron con el abstract y la lectura del texto completo los artículos que cumplían con los criterios de inclusión y exclusión, este trabajo se realizó sobre 95 artículos preseleccionados anteriormente. En la cuarta etapa se trabajó con 50 artículos preseleccionados y se comenzó con el volcado de datos a la planilla de registro de las diversas variables, al finalizar esta etapa quedaron 32 artículos para ser incluidos en el meta análisis. Los trabajos eliminados en la 4ª etapa, no publicaban algún estadístico necesario para el meta análisis, (ver cuadro N° 1).

### Diagram de Flujo



Cuadro N° 1. Diagrama de flujo según prisma 2009.

El proceso de selección y extracción de datos fue llevado a cabo a través de una planilla confeccionada a tales fines, se registraron las variables necesarias para el desarrollo cuantitativo y cualitativo del trabajo. La extracción de datos se llevó a cabo por un solo investigador, una vez finalizada la 1ª selección y extracción de datos incluidos en la planilla se volvieron a contrastar los datos extraídos con los estudios primarios a modo de reducir errores.

Las variables extraídas de los diversos artículos revisados se registraron en una planilla y los datos fueron agrupados en 9 ítems: 1ª ítems: Nombre del artículo, autor, año de publicación; 2ª ítems: nacionalidad del trabajo, idioma de publicación, datos de publicación; 3ª ítems: Nº población, sexo, edad promedio, enfermedades, tratamiento médico, población pre o post menopáusica; 4ª ítems: índice de masa corporal (IMC), osteopenia u osteoporosis, suplementación dietaria; 5ª ítems: selección aleatoria de grupo control e intervención, cantidad de grupo/s de intervención, tiempo total de intervención, días por semana de ejercicio, horas semanales de ejercicio; 6ª ítems: descripción del trabajo de intervención y posterior clasificación del tipo de ejercicio realizado entre las siguientes variables según sea el trabajo principal de la intervención, 1: ejercicio con máquina vibratoria; 2: ejercicio aeróbico, incluye trabajos en cinta, bicicleta o bailes aeróbicos; 3: ejercicio de alto impacto, incluye trabajos con diversos tipos de saltos; 4: ejercicio de fuerza, incluye trabajos con máquinas o pesos libres con cargas dosificadas mediante repeticiones máximas o porcentajes de la fuerza máxima; 5: ejercicio con el propio peso corporal, donde la sobrecarga es su propio peso corporal, o algún elemento que permiten al sujeto realizar entrenamientos de fuerza resistencia como por ejemplo tobilleras etc.; 6: ejercicio combinado: estos incluyen dos o más de las diferentes modalidades de ejercicios descritas anteriormente; 7ª ítems: chequear si el artículo posee una descripción del ejercicio realizado, supervisión e instrucción del entrenamiento; 8ª ítems: método utilizado para la medición de la DMO, superficie ósea donde se valoró la DMO (el: Lumbares, cuello del fémur u otros); 9ª ítems: datos estadísticos para el grupo de intervención y control de los sujetos evaluados tales como Nº total de cada grupo y los datos de la media aritmética y desvío estándar de la DMO obtenida en la pre intervención y post intervención.

Para evitar el riesgo de sesgo de los estudios individuales se tomaron en cuenta la propuesta de Sanchez-Meca (20). Por lo tanto a nivel metodológico se verificaron los estudios originales incluidos en el análisis cuantitativo, analizando que cada uno de los artículos cumpliera con los criterios de inclusión.

#### *Medidas de resumen para el análisis estadístico utilizadas:*

Para realizar el análisis estadístico sobre el grado de éxito logrado por los efectos de diversos programas de ejercicio físico y la densidad mineral ósea en la población estudiada, se calculó el índice del tamaño del efecto y las diferencias de medias para cada grupo (a nivel lumbar y a nivel femoral). Para un mejor análisis de los resultados se verificó la variabilidad del índice en relación a la media, analizando el grado de heterogeneidad de los estudios, el estadístico *I Cuadrado*, fue utilizado para evaluar la heterogeneidad estadística, tomando los siguientes puntos de corte: 0-40% heterogeneidad leve, 40%-70% heterogeneidad moderada y 70%-100% alta heterogeneidad (22). Si la heterogeneidad es alta se analizarán las variables moduladoras, que serán incluidas en un modelo de regresión lineal múltiple para intentar explicar dicha heterogeneidad. El sesgo de publicación fue evaluado mediante un análisis visual con el gráfico de embudo (en inglés *funnel plot*).

## **Análisis Estadístico y Resultados**

### *Características de los estudios*

De los 32 trabajos analizados, participaron en total 1328 mujeres en los grupos de intervención y otras 1259 en los grupos control, en promedio la edad de las participantes fue de 56 años con un rango de (20 a 73 años), 114 semanas fue el tiempo promedio de intervención, con un mínimo de 12 y un máximo de 834 semanas para el estudio más longitudinal, en promedio se realizaron 3 estímulos semanales de entrenamiento, si bien esto varía dependiendo el estudio.

A continuación se muestran las características de los 32 estudios seleccionados para el meta análisis y su índice bibliográfico correspondiente (ver cuadro N°2).

#### *Tamaño del efecto:*

Para evaluar el grado de éxito de los programas de ejercicio sobre los efectos de la DMO tanto a nivel Lumbar (L1, L2, L3 o L4) y los efectos en el cuello del fémur en mujeres mayores de 20 años con o sin osteopenia u osteoporosis, se calculó el tamaño del efecto, mediante el estadístico de diferencia de medias (pretest y post-test) para cada una de las unidades de análisis y su intervalo de confianza ( $P=0.95$ ). Se estimó el tamaño del efecto medio estandarizado promedio para todos los estudios (SMD) y su intervalo de confianza, mediante el modelo de efecto fijo de Hedges. También se analizó el grado de heterogeneidad entre estudios en relación al SMD (mediante el modelo de Mantel-Haenszel). Para el análisis estadístico de este meta-análisis se utilizó el software (StataCorp. 2011. Stata: Release 12)

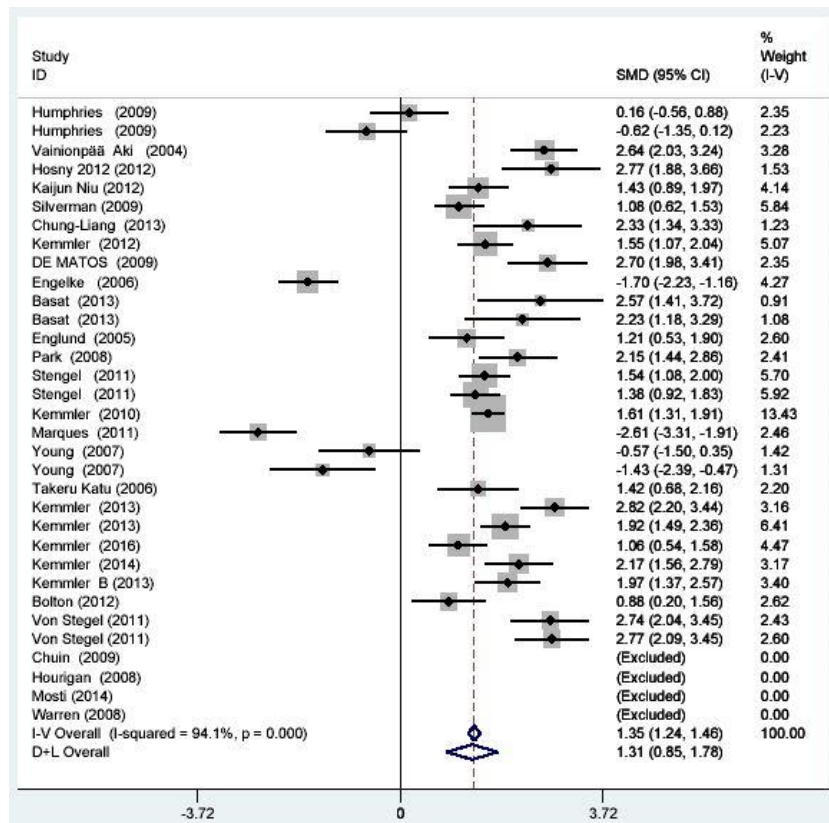
**Característica de los estudios incluidos en el meta análisis.**

Autor del Estudio	Año publicación	Nº GI	S.S	T. E. S	S int	P. entrenamient o	Meno_pausi	Edad prome dio	Obe- sida	Osteos porosis	Calcio o Vit. D	Nº bibliogr afica	Observaciones del ejercicio realizado en los programas de ejercicios.
Humphries	2009	15	2		16	1	no	21	no	no	no	28	Maq vibr. (alta frecuencia y magnitud)
Humphries	2009	15	2		16	6	no	21	no	no	no	28	Maq vibrat. + Fuerza resistencia
Vainionpää Aki	2004	39	3	180	48	3	no	38	no	no	no	29	Imp. Con setps /saltos/corror 40 min.
Hosny	2012	20	3	120	12	2	no	35	si	no	no	30	trabajo aerobica camino y troto.
Kajun Niu	2010	34	3	48	48	3	no	39	no	no	no	31	saltos en el trabajo 5x10 saltos max
Silverman	2009	46	3	180	24	2	si	60	si	no	no	32	camina/ trote 50 % a 75% FC 45 a 60 min.
Chung-Liang	2013	14	3	15	24	1	si	60	no	no	no	33	Maq vibr. (alta frecuencia y magnitud)
Kemmler	2012	41	3	160	576	6	si	55	no	si	si	34	aerobico/ saltos(GRF 3/4 pc)/ F 50% al 90% RM.
Chuin	2009	11	3	180	24	4	si	66	no	no	no	35	F con sobrecarga 80%RM.
DE MATOS	2009	30			48	4	si	57	no	si	no	36	F con sobrecarga 10 a 15 de Escala de percepcion del esfuerzo
Engelke	2006	48	4	170	144	6	si	55	no	si	si	37	Trote/ Saltos con impacto/ F Pc y F con sobrecarga 50% al 90%RM.
Hourigan	2008	50	2	120	20	5	si	61	no	si	no	38	F. PC, balance, propioceptivo/core/elongacion/relajacion
Basat	2013	11	3	160	24	5	si	56	no	no	si	39	F. PC, core y trabajo localizado
Basat	2013	12	3	160	24	3	si	56	no	no	si	39	saltos a la soga
Englund	2005	21	2	100	48	5	si	73	no	no	no	40	coordinacion/balance/ F. PC
Park	2008	25	3	180	48	5	si	68	no	no	no	41	Elongar/F. PC
Stengel	2011	47	4	160	48	5	si	68	no	no	si	42	baile aerobico y trabajo de equilibrio y F. PC
Stengel	2011	46	4	160	48	6	si	68	no	no	si	42	combina maquina vibratoria + trabajo F. PC/ impacto
Kemmler	2010	115	4	160	72	6	si	69	no	no	si	43	Aerobico/ F. isometrica c (bandas elasticas)/ alto impacto (steps).
Marques	2011	30	2	120	192	5	si	70	no	no	no	44	F Pc/ Balance/ step / caminata
Young	2007	9	3		48	5	si	70	no	no	si	45	Baile Tap mas sentadilla c PC.
Young	2007	12	3		48	5	si	70	no	no	si	45	Baile Tap, mas trabajo de STEP subo y bajo de un lado a otro.
Mosti	2014	14	3	60	12	4	no	22	no	no	no	46	Trabajn F. c maquinas < 60% FM.
Takeru Katu	2006	18	3	8	24	3	no	20	no	no	no	47	10 saltos max 3 veces x semana (sin calzado).
Warren	2008	76	2		50	4	no	36	si	no	no	48	F con maquinas 60% al 80% de FM
Kemmler	2013	36	1,6		72	6	si	69	no	no	no	49	Trote, coordinacion, fuerza isometrica, aerobicos.
Kemmler	2013	79	2,6		72	6	si	69	no	no	no	49	Trote, coordinacion, fuerza isometrica, aerobico.
Kemmler	2016	39	4	160	834	6	si	55	no	si	si	27	Trote, coordinacion, fuerza isometrica, aerobica.
Kemmler	2014	16	1,6		625	6	si	53,9	no	si	si	50	Trote, saltos, F con sobrecarga altas y F. PC.
Kemmler	2014	25	2,6		625	6	si	55,4	no	si	si	50	Trote, saltos, fuerza con cargas y con PC.
Kemmler B	2013	36	3	120	52	6	si	52	no	si	si	51	Trabajo aerobico, saltos, baile aerobico c/s impacto, F 55/ 60% y F. PC.
Bolton	2012	19	3	180	52	6	si	60	no	si	si	53	F con maquinas, F. PC, balances y alto impacto.
Von Stegel	2011	29	3	45	52	1	si	67,9	si	no	si	54	Realizan trabajos c maquina vibratoria c movimientos rotatorios
Von Stegel	2011	34	3	45	52	1	si	67,9	si	no	si	54	Realizan trabajos c maquina vibratoria c movimientos Verticales
Korpeläinen	2006	84	7		120	6	si	72	no	si	no	55	saltos, step, caidas de altura, fuerza c cargas altas yF. PC.
Hourigan	2008	50	2	120	20	5	si	61	no	si	no	56	Elongacion, F. PC, equilibrio.
TOLOMIO	2010	58	3	160	44	5	si	62	no	si	no	57	Fuerza PC, impacto, elongar y trabajo en el agua.
Bezerra	2010	24	3	180	26	5	si	63,9	si	no	no	58	Elongacion y F. PC con ejersisios de Yoga pósturas de 20 seg.

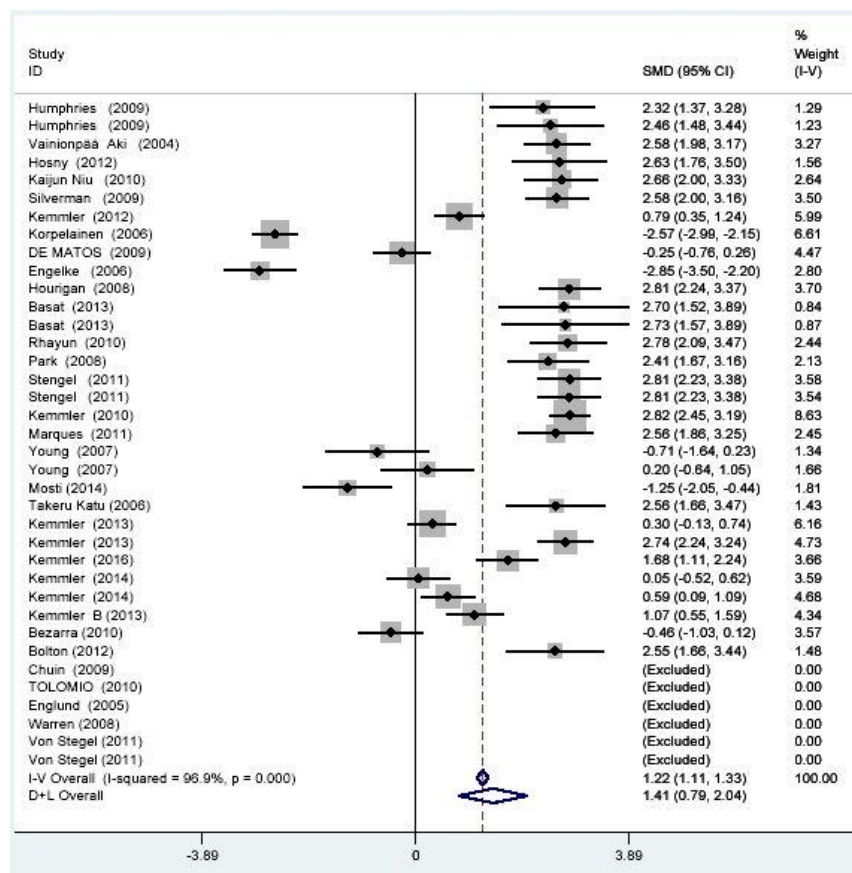
**Cuadro Nº 2: Nota;** Nº GI= Nº población del grupo control, S.S= sesiones por semana, TES= horas entrenamiento semanal, S. Int= semanas de intervención, P. Entrenamiento= Programa de entrenamiento: 1: maquina vibratoria; 2: ejercicio aeróbico; 3: ejercicio de alto impacto; 4: ejercicio de fuerza con sobrecargas; 5: ejercicio con el propio peso corporal; 6: ejercicio combinado. F. = fuerza, F. PC con el propio peso corporal.

A nivel lumbar, se estudiaron 27 publicaciones, de los cuales aportaron 32 trabajos de intervención para ser analizados en el meta análisis. El análisis se realizó con un modelo de efecto fijo, dando como resultado un SMD promedio para todos los estudios ( $SMD=1.353$ ) con intervalos de confianza ( $p=0,95$ ) de 1.243 a 1.463 con una heterogeneidad en el *I cuadrado* de 94.2%. Dado que el estudio muestra una alta heterogeneidad se procedió a estimar el tamaño del efecto estandarizado con el método variable de (*DerSimonian & Laird*) (23), obteniendo un SMD promedio para todos los estudios ( $SMD=1.315$ ) con un intervalo de confianza ( $p=0,95$ ) de 0.855 a 1.775 y una heterogeneidad en el *I cuadrado* de 94,2 % con un P-valor (de 0.00). El método variable muestra un SMD menor y un rango de confianza más amplio. El efecto de los programas de ejercicios sobre la DMO a nivel del lumbar son estadísticamente significativos, mostrando tener un magnitud de efecto alta (20), si bien se debería desconfiar de estos resultados ya que varios estudios obtuvieron resultados por debajo del valor cero mostrando efectos negativos. En ambos modelos para estimar la SMD se encontró un elevado grado de heterogeneidad (ver gráfico Nº 1).

A nivel del cuello del fémur, se estudiaron 30 publicaciones, de los cuales aportaron 37 trabajos de intervención para ser analizados en el meta análisis. El análisis se realizó con un modelo de efecto fijo, dando como resultado un SMD promedio para todos los estudios ( $SMD=1.223$ ) con intervalos de confianza ( $p=0,95$ ) de 1.114 a 1.331 con una heterogeneidad en el *I cuadrado* de 96.9%. Dado que el estudio muestra una alta heterogeneidad se procedió a estimar el tamaño del efecto estandarizado con el método variable de (*DerSimonian & Laird*)(23), obteniendo un SMD promedio para todos los estudios ( $SMD= 1.412$ ) con un intervalo de confianza ( $p=0,95$ ) de 0.786 a 2.039 y una heterogeneidad en el *I cuadrado* de 96.9% con un P-valor (de 0.00). Mostrando el método variable un SMD mayor y un rango de confianza más amplio, el efecto de los programas de ejercicios sobre la DMO a nivel del fémur son estadísticamente significativos, mostrando tener un magnitud de efecto alta (20), si bien se debería desconfiar de estos resultados ya que varios estudios obtuvieron resultados por debajo del valor cero mostrando efectos negativos. En ambos modelos para estimar la SMD se encontró un elevado grado de heterogeneidad (ver gráfico Nº 2).



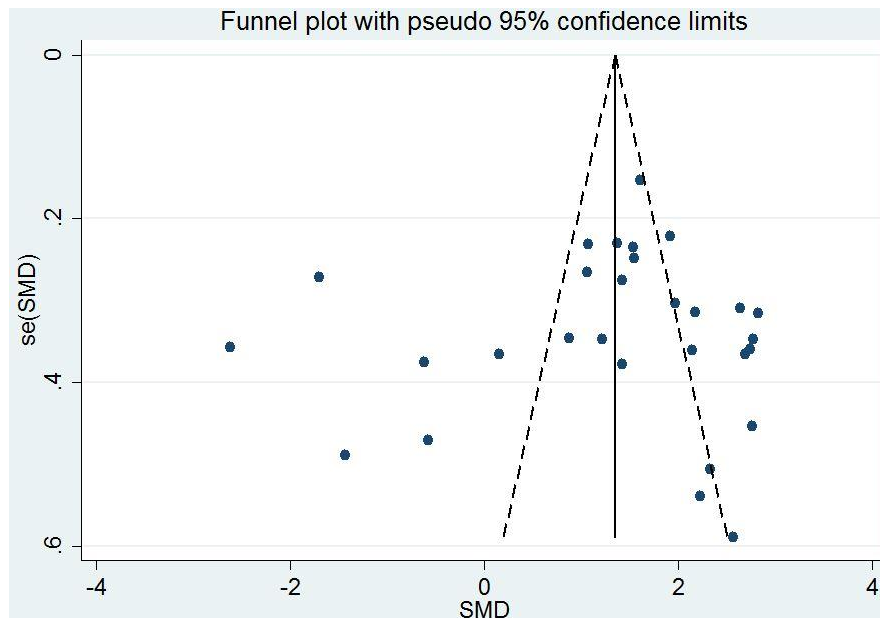
**Grafico N1:** fool plot para SMD con efecto fijo y variable a nivel lumbar. **Nota:** I-V SMD estimada con modelo de efecto fijo; D+L SMD estimada con modelo de efecto variado; línea punteada promedio de SMD y los respectivos embudos para cada modelo.



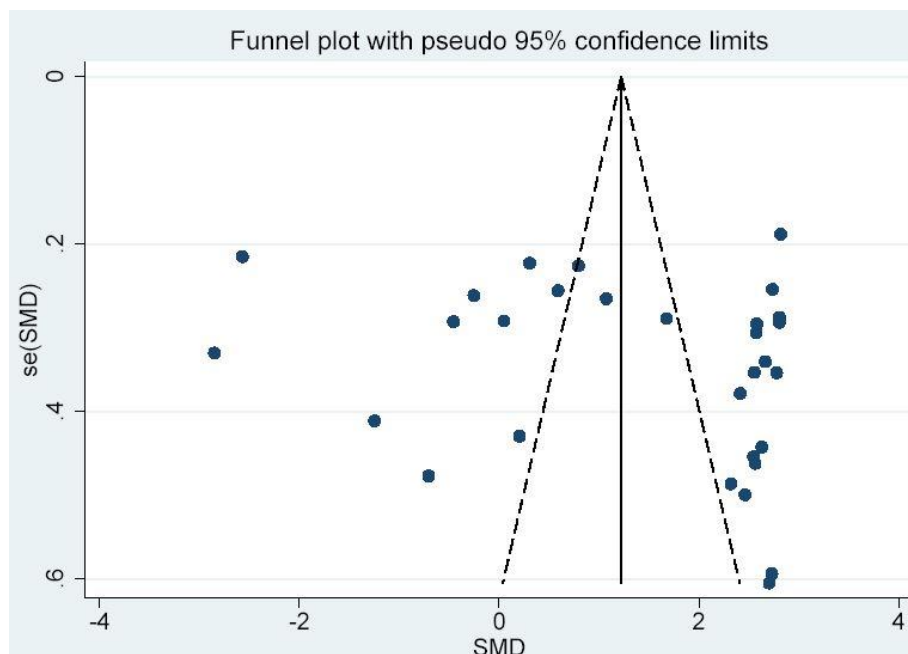
**Grafico N2:** fool plot para SMD con efecto fijo y variable a nivel del cuello del fémur. **Nota:** I-V SMD estimada con modelo de efecto fijo; D+L SMD estimada con modelo de efecto variado; línea punteada promedio de SMD y los respectivos embudos para cada modelo.

*Sesgo de publicación:*

Para el análisis del sesgo de publicación se empleó el gráfico funnel plot. A través de una inspección gráfica del *funnel plot* (gráfico de embudo) puede informarnos sobre un posible sesgo. Si no hubiera sesgo de publicación el gráfico toma la forma de un embudo invertido ancho en la parte inferior donde se ubicarían los estudios con muestras más pequeñas, reduciéndose esa base a medida que sube. Pero el concepto más importante para la detección del sesgo es la asimetría, en este sentido, si los estudios se encuentran simétricamente distribuidos a lo largo y ancho del embudo invertido se podría intuir la ausencia de sesgo, en caso contrario, el sesgo estaría presente (23, 24). En los dos gráficos analizados se encontró una gran asimetría, indicando un sesgo de publicación en dicho meta análisis (ver gráfico N° 3 y 4).



**Gráfico N° 3:** Gráfico de embudo. SE: error estándar; SMD: diferencias de medias estandarizadas. Nota: los pesos están relacionados con el análisis de efectos aleatorios en relación al efecto del ejercicio en lumbares.



**Gráfico N° 4:** Gráfico de embudo. SE: error estándar; SMD: diferencias de medias estandarizadas. Nota: los pesos están relacionados con el análisis de efectos aleatorios en relación al efecto del ejercicio en cuello del fémur.

*Análisis Adicionales:*

*Meta regresión:*

Para comprender y analizar el alto grado de heterogeneidad, se realizó un estudio de meta regresión multivariado, con el objetivo de explicar las variables que permiten comprender la variabilidad de los resultados entre estudios, con relación al SMD. Con dicho propósito se seleccionaron unas variables moduladoras para incluir en diversos análisis multivariados. Las variables moderadoras incluidas en el estudio fueron continuas y dicotómicas (verdadero o falso), tales como: el tiempo de intervención (en semanas), horas de entrenamiento semanal (en horas), cantidad de días de entrenamiento semanal (en días), tiene osteoporosis u osteopenia (verdadero o falso), si es menopáusica (verdadero o falso), la edad promedio de los participantes, si recibe suplementación de calcio o vitaminas (verdadero o falso), Obesidad o sobrepeso: si el grupo de trabajo en promedio es obeso (verdadero o falso) si tiene un Índice de masa corporal mayor a 25 puntos), tipo de trabajo: subdividido en los diferentes programas de ejercicio (1 ejercicios con máquinas vibratorias, 2 ejercicios aeróbicos, 3 ejercicios de alto impacto, 4 ejercicios de fuerza, 5 ejercicios con el propio peso corporal y 6 ejercicios combinados).

Para explicar los efectos de la DMO en el cuello del fémur encontramos dos modelos de regresión con valores significativos. El primero nos muestra un R<sup>2</sup> ajustado del 33,57 % indicando que este porcentaje de variabilidad lo explican la variable edad con un coeficiente de 0.090 y un P valor de significativo de (0.013), la variable trabajo con un coeficiente de -1.005 y un P valor significativo de (0.005) y la variable obesidad con un coeficiente de -1.98 con un P valor significativo de (0.070), ver cuadro nº 3. En un segundo modelo incluimos las variables moduladoras del tipo de trabajo y encontramos un R<sup>2</sup> ajustado del 24.36% indicando que este porcentaje de variabilidad lo explican la variable del tipo de trabajo nº 4 (trabajos de fuerza) con un coeficiente de -3.85 con un P valor de (0.055) ver cuadros 3 y 4.

Meta-regression						
REML estimate of between-study variance			Number of obs = 21			
% residual variation due to heterogeneity			tau2 = 1.552			
Proportion of between-study variance explained			I-squared_res = 92.71%			
Joint test for all covariates			Adj R-squared = 33.57%			
With Knapp-Hartung modification			Model F(4,16) = 3.27			
			Prob > F = 0.0386			
_ES	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
edadX	.0907103	.0325962	2.78	0.013	.0216093	.1598112
tipotrabajo	-1.005257	.3085722	-3.26	0.005	-1.6594	-.3511126
horassem	-.0069537	.0091421	-0.76	0.458	-.0263341	.0124267
Obesos	-1.986199	1.024956	-1.94	0.070	-4.159008	.1866112
_cons	2.864173	1.287745	2.22	0.041	.1342746	5.594072

**Cuadro Nº 3:** modelo de meta-regresión significativo para las variables (edad, y tipo de trabajo) en relaciona al efecto del ejercicio y la DMO del fémur.

Meta-regression						
REML estimate of between-study variance			Number of obs = 21			
% residual variation due to heterogeneity			tau2 = 1.767			
Proportion of between-study variance explained			I-squared_res = 93.64%			
Joint test for all covariates			Adj R-squared = 24.36%			
With Knapp-Hartung modification			Model F(7,13) = 1.84			
			Prob > F = 0.1616			
_ES	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
osteosposis	-.3950399	.8969303	-0.44	0.667	-2.33274	1.54266
edadX	.0585272	.049689	1.18	0.260	-.0488193	.1658737
trabajos4	-3.568181	1.691904	-2.11	0.055	-7.223317	.0869549
horassem	-.0063616	.0102472	-0.62	0.545	-.0284993	.015776
Obesos	-1.387753	.9980868	-1.39	0.188	-3.543989	.7684822
trabajos6	-2.322177	1.407594	-1.65	0.123	-5.363099	.718746
trabajos5	-1.647991	1.353885	-1.22	0.245	-4.572881	1.2769
_cons	1.414206	1.707095	0.83	0.422	-2.27375	5.102161

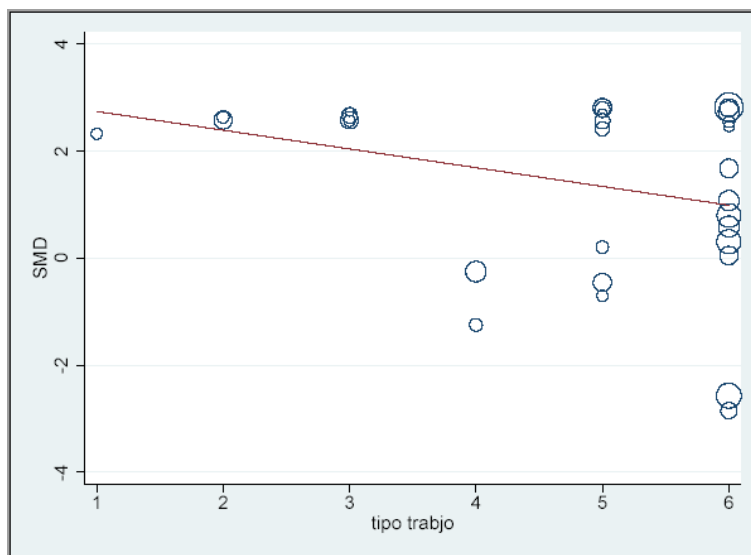
**Cuadro Nº 4:** modelo de meta-regresión significativo para la variable (trabajo 4, ejercicios de fuerza) en relación al efecto del ejercicio y la DMO del fémur.

Como podemos observar, uno de los modelos de regresión, nos indica que un 33,57% de la variabilidad lo explican de manera significativa 3 características, una tienen un coeficiente positivo, indicando que a más edad mayor será el efecto del



programa de ejercicio. Mientras que las otras dos variables tienen un coeficiente negativo, mostrando que si es obeso el programa de ejercicio tendrá menor efecto que si no fuera obeso ya que tiene un coeficiente negativo y por otro lado podemos inferir que dependiendo del tipo de programa de ejercicio utilizado los efectos podrían ser negativos. El segundo modelo de regresión muestra que un 24.36% de la variabilidad la explican los trabajos de fuerza, mostrando que el efecto de este tipo de programas de ejercicios puede tener efectos negativos en la DMO a nivel del fémur, con un coeficiente de (-3,568) con un intervalo de confianza de (-7.22 a -0.86) y un P valor significativo de (0.055). Vale aclarar que el efecto de la variable es nulo si el coeficiente es igual a cero, negativo si es menor y positivo si es mayor a cero (20).

En el gráfico N° 5 Podemos ver como se ajustan los distintos programas de intervención estratificados por el tipo de entrenamiento físico, al tamaño del efecto medio.



**Gráfico N° 5.** SMD: diferencias de medias estandarizadas, tipo de trabajo: 1= maquina vibratoria; 2 = ejercicio aerobico; 3 = ejercicio de alto impacto; 4 = ejercicio de fuerza; 5 = Ejercicio con el propio peso corporal; 6 = ejercicio combinado.

Nota: cada círculo representa un estudio incluido en el meta análisis siendo que a mayor tamaño del círculo mayor peso en el estudio.

A nivel lumbar presentamos dos modelos de regresión, en uno encontramos un  $R^2$  ajustado del 18.49% indicando que este porcentaje de variabilidad lo explica el tipo de trabajo realizado, con un coeficiente de -0.44 y un P valor significativo de (0.036) ver cuadro N°5, mientras que en el segundo modelo incluimos las variables moduladoras del tipo de trabajo por separado y encontramos un  $R^2$  ajustado del 13.34% indicando que este porcentaje de variabilidad lo explican la variable trabajos 5 (trabajos con el propio peso corporal) con un coeficiente de -2.31 y un P valor significativo de (0.030), ver cuadro N° 5 y 6.

Meta-regression		Number of obs = 21	
REML estimate of between-study variance		tau2	= 1.409
% residual variation due to heterogeneity		I-squared_res	= 93.49%
Proportion of between-study variance explained		Adj R-squared	= 18.49%
Joint test for all covariates		Model F(4,16)	= 2.06
With Knapp-Hartung modification		Prob > F	= 0.1334

_ES	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
tipotrabajo	-.4493407	.1964447	-2.29	0.036	-.8657849 -.0328965
preOposrMenopausico	-.9695549	.850606	-1.14	0.271	-2.772759 .8336493
horassem	.0035509	.0061354	0.58	0.571	-.0094556 .0165575
CalciooVitD	1.168336	.6869135	1.70	0.108	-.2878552 2.624528
_cons	2.979484	.8033617	3.71	0.002	1.276433 4.682535

**Cuadro N° 5:** modelo de meta-regresión significativo para la variable (tipo de trabajo) en relaciona al efecto del ejercicio y la DMO lumbar.

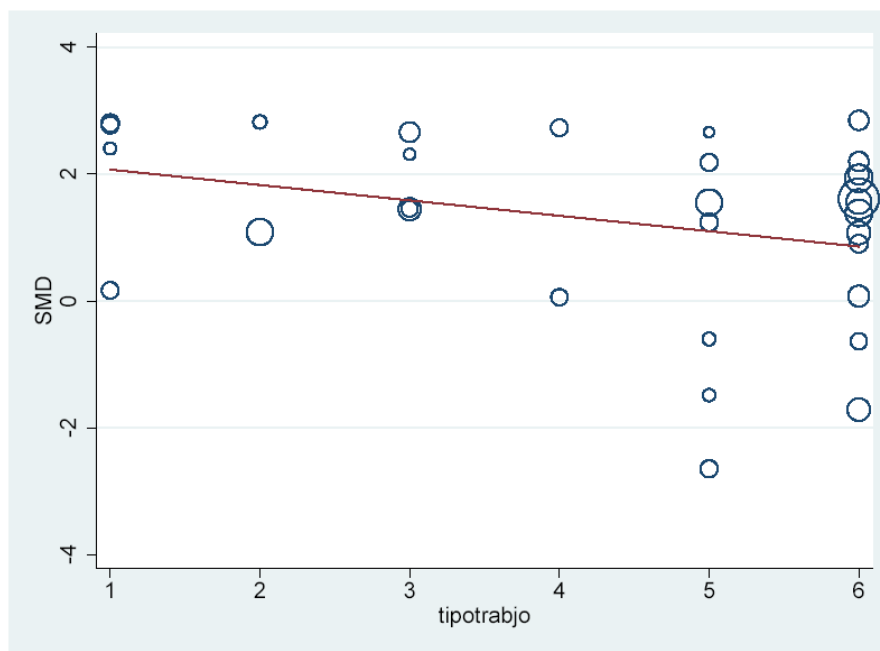
Meta-regression					Number of obs = 29	
REML estimate of between-study variance					tau2 = 1.684	
% residual variation due to heterogeneity					I-squared_res = 93.65%	
Proportion of between-study variance explained					Adj R-squared = 13.34%	
Joint test for all covariates					Model F(5,23) = 1.77	
With Knapp-Hartung modification					Prob > F = 0.1592	
_ES	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
trabajos1	-.2590002	1.040545	-0.25	0.806	-2.411531	1.893531
trabajos6	-1.170782	.8890888	-1.32	0.201	-3.010003	.6684378
trabajos3	.2004352	1.069988	0.19	0.853	-2.013004	2.413874
trabajos5	-2.311917	.998582	-2.32	0.030	-4.377642	-.2461931
edadX	.0329351	.0200451	1.64	0.114	-.0085313	.0744015
_cons	.4753437	1.287501	0.37	0.715	-2.188056	3.138743

**Cuadro N° 6:** modelo de meta-regresión significativo para la variable (trabajos 5, ejercicios con el propio peso corporal) en relaciona al efecto del ejercicio y la DMO lumbar.

Podemos decir que la variable, tipo de trabajo (con un coeficiente negativo y un P valor significativo, explica un 18.49% la variabilidad en los efectos de los programas de intervención. Esto muestra la importancia en la elección del programa de ejercicio aplicado, ya que el mismo podría explicar en parte que un programa tenga efectos nulos o negativos en los diferentes trabajos de intervención analizados.

En el segundo modelo de regresión se encuentra que el 13,34% de la variabilidad lo explican la variable en relación al tipo de trabajo N° 5 (trabajo con el propio peso corporal) muestra un coeficiente negativo sugiriendo la posibilidad de encontrar un menor efecto en el programa de intervención con este tipo de trabajos como ejercicio principal.

En el grafico N° 6 Podemos ver como se ajustan los distintos programas de intervención estratificados por el tipo de entrenamiento físico, al tamaño del efecto medio.



**Grafico N° 6 .** SMD: diferencias de medias estandarizadas, tipo de trabajo: 1= maquina vibratoria; 2 = ejercicio aerobico; 3 = ejercicio de alto impacto; 4 = ejercicio de fuerza; 5 = Ejercicio con el propio peso corporal; 6 = ejercicio combinado.

Nota: cada circulo representa un estudio incluido en el meta análisis siendo que a mayor tamaño del circulo mayor peso en el estudio.

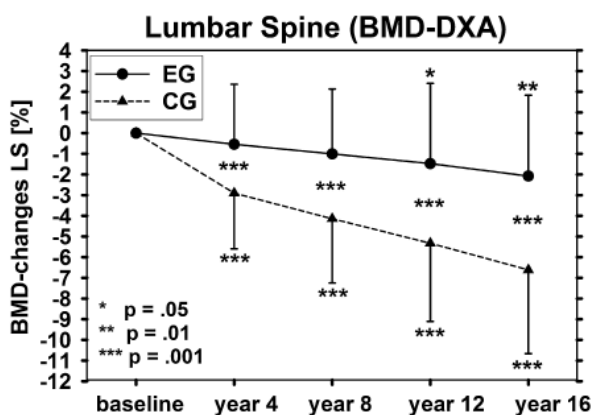
### Discusión:

Resumen de la evidencia: cómo podemos observar en este meta-análisis los programas de intervención con ejercicio físico planificado y controlado tiene un efecto positivo en relación al grupo de sujetos que no recibe el programa de ejercicio

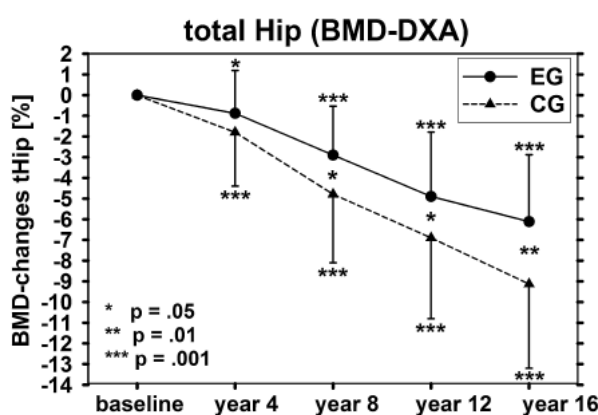
(grupo control) para mujeres mayores de 18 años con o sin osteopenia u osteoporosis, tanto a nivel del cuello del fémur como las lumbares, para el tamaño del efecto estandarizado en relación al cuello del fémur encontramos un (SMD=1.252) con un IC. (P=0.95) de 0.801 a 1703. Mientras que para los trabajos analizados a nivel lumbar encontramos un (SMD=1.314) con un IC (p=0.95) de 0.678 a 1.950. Podríamos decir que en promedio el ejercicio tiene un efecto positivo ya que el SMD es mayor a cero (siendo cero un efecto nulo, y mayor a cero un efecto positivo). Ambos meta-análisis tienen un grado de heterogeneidad elevado (superior al 90%) indicando una gran variabilidad entre los efectos de cada estudio analizado, por tal motivo estos resultados hay que tomarlos con precaución. Dichos hallazgos son congruentes con las conclusiones planteadas en la publicación especial del ACSM sobre actividad física y salud ósea (6), está claro que la evidencia proveniente de múltiples estudios con pequeñas poblaciones, muestran que altos niveles de actividad física diaria, ejercicios o prácticas deportivas sugieren una mantención o mejora de la DMO en adultos. Vale aclarar que la mayoría de los estudios revisados comparan poblaciones activas vs. Sedentarias o deportistas vs. no deportistas. Por otro lado hay una línea de investigación experimental donde se aplica la programación de un ejercicio físico, siendo difícil establecer de manera concisa que programa de actividad física es más o menos efectivo, ya que los resultados en este tipo de estudios muestran efectos ambiguos, por tal motivo creemos que este meta-análisis centrado en una población femenina y adulta con trabajos de actividad física programada tiene gran importancia ya que nos permite indagar sobre las causas de heterogeneidad, arrojando información valiosa para la programación del ejercicio y sus posibles efectos.

El análisis de las variables moduladoras explica un porcentaje de la variabilidad en los efectos del tratamiento, por un lado, los trabajos de fuerza con cargas altas indican de manera significativa un efecto negativo en relación a la DMO en el cuello del fémur, explicando un 24.36% de la variabilidad en el SMD global esto es congruente con varios estudios que utilizan programas de fuerza que no han encontrado beneficios significativos en la DMO(59, 58, 60, 61) mientras que un reciente meta análisis tampoco encontró efectos significativos en los trabajos de fuerza (62, 63) si bien un estudio muestra tener efectos positivos con mujeres adultas jóvenes (46). Por otro lado, los trabajos con el propio peso corporal mostraron una variabilidad significativa del 13.34% con un efecto negativo en relación a la DMO de las lumbares. Este aspecto nos indica claramente la importancia de seguir investigando sobre las características y cualidades de los diversos tipos de actividad física a implementar en el cuidado de la salud ósea de humanos. Estos hallazgos nos sugieren que en la programación del ejercicio no debe focalizarse en un solo tipo de actividad física.

A la hora de analizar las características del sujeto podemos decir que a nivel de fémur los efectos de un programa de intervención con ejercicios físico tienen una mayor efectividad a medida que la edad avanza en relación a una misma persona que no recibe el tratamiento. Este hallazgo no quiere decir que los programas de intervención con ejercicios físico aumenten la DMO, pero sí deja claro que logran retrasar los efectos del deterioro óseo inducido por la edad. Este resultado se ve reflejado con claridad en un excelente trabajo longitudinal presentado por Wolfgang Kemmler (27) donde siguieron los cambios en la DMO durante 16 años en mujeres menopáusicas y con osteopenia (55 años edad promedio), sometidas a un programa de ejercicio físico supervisado (programa de ejercicios combinado con una fuerte presencia de ejercicios de impacto) con un grupo control. Encontraron cambios significativos a los 4, 8, 12 y 16 años a favor del grupo de intervención, siendo la DMO del cuello del fémur la que menos respuesta al ejercicio tuvo (ver gráfico N° 7 y 8 extraído de Kemmler 2016). Nótese que este concepto se da también en mujeres con osteopenia u osteoporosis pudiendo ver que el ejercicio constante retrasa los efectos de la osteopenia u osteoporosis a lo largo del tiempo.



**Grafico N° 7** Trabajo extraído de Kemmlerque (27).



**Grafico N° 8.** Trabajo extraído de Kemmlerque (27).

Nota: Seguimiento de la DMO durante 16 años. EG: grupo experimental; CG: Grupo control. Lumbar Spine (vértebras lumbares), Hip (cuello del fémur), Asteriscos \* (probabilidad de la diferencia significativa en relación a comienzo del trabajo, Baseline); BMD Changes % (cambios porcentual de la DMO); Baseline (pretest); Year (año).

## Limitaciones

Si bien se tomaron las medidas correspondientes para realizar la búsqueda y selección de los estudios siguiendo las normas PRISMA 2009, una limitación de este meta-análisis es un posible sesgo de publicación, ya que ambos gráficos de embudo tienen una marcada asimetría en su distribución. El alto grado de heterogeneidad nos llevó a realizar un análisis de meta-regresión multivariado para encontrar una posible explicación a la variabilidad entre los efectos de cada estudio y en dicho análisis los hallazgos fueron enriquecedores. Otra posible limitación es que la selección de los estudios se realizó por un solo investigador. El incluir una búsqueda con un amplio rango de edad (mujeres <18 años) nos permitió incorporar al estudio un gran número de investigaciones, sin embargo este amplio rango etario no contemplo una gran diferencia fisiológica como es la menopausia, estadio femenino que favorece la desmineralización ósea. En este trabajo no se incluyeron análisis estratificados por edad ya que eso reduce el número de estudios analizados generando una muestra pequeña para el análisis. Un trabajo a futuro podría ser realizar un meta análisis solo con mujeres mayores a 50 años o menopáusicas ya que la edad mostro ser una explicación en la heterogeneidad del meta análisis realizado.

## Conclusiones:

Implementar programas de ejercicio físico en mujeres mayores de 21 años tiene un efecto positivo comparado con mujeres que no realizan actividad física, en relaciona a la DMO tanto a nivel del cuello del Fémur como de las vértebras lumbares. Los programas de ejercicios focalizados en trabajos de fuerza muestran efectos negativos a nivel del cuello del fémur mientras que los ejercicios con el propio peso corporal tienen efectos adversos a nivel de las lumbares, comparándolos con el resto de los programas de ejercicios analizados en este meta-analisis.

Comparando mujeres que reciben un programa de entrenamiento y otras que no lo reciben, sabemos que a mayor edad de las mujeres, el programa de entrenamiento físico tiene un mejor efecto sobre la densidad mineral ósea a nivel del cuello del fémur y las vértebras lumbares.

## Financiamiento:

*Dicho trabajo no tuvo ningún tipo de financiamiento, el mismo fue elaborado como trabajo final para obtener el título de especialista en programación y evaluación del ejercicio, título otorgado por la Universidad Nacional De La Plata (Argentina).*

## Bibliografía

- 1 Kanis, J. A. y Otros. The diagnosis of osteoporosis. *J. Bone Miner.* 1994; 9: 1137–1141.
- 2 Hermoso de Mendoza. Clasificación de la osteoporosis. Factores de Riesgo. *CLINICA y diagnostico diferencial.* An. Sist. Sanit. 2003;26 (3): 29-52.
- 3 Schurman L. y otros. Guías 2012 para el diagnóstico, la prevención y el tratamiento de la osteoporosis. *Medicina (Buenos Aires).* 2003; 73: 55-74.
- 4 He'lder Fonseca y otros. Bone Quality: The Determinants of Bone Strength and Fragility. *Sports Med.* 2014; 44: 37–53.
- 5 Spivacow FR, Sánchez A. Epidemiology, costs, and burden of osteoporosis in Argentina, 2009. *Arch Osteoporos* 2010; 5: 1-6.
- 6 Wendy m. kohrt, y otros. Special communications: physical activity and bone health. *American College of Sports Medicine.* 2004; DOI: 10.1249/01.MSS.0000142662.21767.58.
- 7 Gunter KB, Almstedt HC, Janz KF. Physical activity in childhood may be the key to optimizing lifespan skeletal health. *Exerc Sport Sci.* 2012; 40: 13–21.
- 8 McDevitt H, Ahmed SF. Establishing good bone health in children. *Pediatric Child Health.* 2010; 20: 83–7.
- 9 Saori Ishikawa, y otros. Effects of Weight-Bearing Exercise on Bone Health in Girls: A Meta-Analysis. *Sports Med.* 2013; 43; 875–892.
- 10 Hui SL, Slemenda CW, Johnston CC Jr. The contribution of bone loss to postmenopausal osteoporosis. *Ostoporos Int.* 2013; 1: 30–4.
- 11 Linda D. Wilkin, y otros. (2010). Racial/ethnic differences in bone mineral density of young adults. *Int j exerc sci.* 2010; 3 (4): 197-205.
- 12 Recker RR. Y Otros. Bone gain in young adult women. *JAMA.* 1992; 4 (17): 2403–2408.
- 13 Katp T. y Otros. Adolescent exercise associated with long-term superior measures of bone geometry: a cross-sectional DXA and MRI study. *British Journal of Sports Medicine.* 2012; 43 (12): 932-935.

- 14 Havill L. M. y Otros. Effects of Genes, Sex, Age, and Activity on BMC, Bone Size, and Areal and Volumetric BMD. 2007; 22 (5): 737-746.
- 15 Qin L, Au SK, Leung PC, et al. Baseline BMD and bone loss at distal radius measured by pQCT in peri- and postmenopausal Hong Kong Chinese women. *Osteoporos Int*. 2002; 13 (12): 962–270.
- 16 Tremollieres FA, Pouilles JM, Ribot C. Withdrawal of hormone replacement therapy is associated with significant vertebral bone loss in postmenopausal women. *Osteoporos Int*. 2001; 12: 385–390.
- 17 Riis BJ, Christiansen C. Measurement of spinal or peripheral bone mass to estimate early postmenopausal bone loss. *Am J Med*. 1988; 4:646–53.
- 18 Lui PP., Qin L, Chan KM. Tai Chi Chuan exercises in enhancing bone mineral density in active seniors. *Clin Sports Med*. 2008; 27 (1): 75 – 86.
- 19 Peinado Benito y Otros. La revisión bibliográfica sistemática en fisiología del ejercicio: recomendaciones prácticas. *International Journal of Sport Science*. 2007; 3: 1-11 .
- 20 Sánchez-Meca, Julio. (2010). Cómo realizar una revisión sistemática y un meta-análisis. *Aula Abierta*. 2010; 38 ( 2): 53-64. ICE. Universidad de Oviedo.
- 21 Weaver C. M. y Otros. The National Osteoporosis Foundation’s position statement on peak bone mass development and lifestyle factors: a systematic review and implementation recommendations. *Osteoporos Int* . 2016; 27; 1281–1386.
- 22 Higgins JPT, Green S. *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions*. Version 5.1.0. <http://handbook.cochrane.org/> (accedido el 15/Dic/2013).
- 23 Sterne J.A.C. *Meta-Analysis in Stata, An Update collection from the Stata Journal*. 2016. Edt Stata Press. ISBN -13. 978-1-59718-147-1.
- 24 Garcia C.M. Efectividad del entrenamiento de fuerza en niños y adolescentes. Un meta-análisis. *Revista Española de Educación Física y Deportes*. 2016; 414: 19-37.
- 25 Moher D, y otros. The PRISMA Group. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Med*. 2009; 6(7): e1000097. doi:10.1371/journal.pmed1000097
- 26 Moraga J. C., Cartes-Velásquez R. Pautas de cheque, Parte II: Quorum y Prisma\* *Rev Chil Cir*. 2015; 67 (3): 325-330.
- 27 Kemmler W., Engelke K. y Stengel S. Long-Term Exercise and Bone Mineral Density Changes in Postmenopausal Women—Are There Periods of Reduced Effectiveness?. *Journal of Bone and Mineral Research*, 2016; 31 (1): 215–222.
- 28 Humphries B, y otros. (2009). Whole-Body Vibration Effects on Bone Mineral Density in Women with or Without Resistance Training. *Aviation, Space, and Environmental Medicine* x. 2009; 80 ( 12).
- 29 Aki Vainionpa, y otros. Effects of high-impact exercise on bone mineral density: a randomized controlled trial in premenopausal women. *Osteoporos Int* . 2004; 16: 191–197.
- 30 Hosny I.A., y otros. Beneficial impact of aerobic exercises on bone mineral density in obese premenopausal women under caloric restriction. *Skeletal Radiology*. 2012; 41 (4): 423-427.
- 31 Kaijun Niu, y otros. Effect of office-based brief high-impact exercise on bone mineral density in healthy premenopausal women: the Sendai Bone Health Concept Study. *J Bone Miner Metab* . 2010; 28:568–577.
- 32 Silverman N., Nicklas B., Ryan A. Addition of aerobic exercise to a weight loss program increases BMD, with an associated reduction in inflammation in overweight postmenopausal women. *Calcif Tissue Int* . 2009; 84:257–265.
- 33 Chung-Liang L., y otros. Effect of 6 months of whole body vibration on lumbar spine bone density in postmenopausal women: a randomized controlled trial. *Calcif Tissue Int*. 2013; 84:257–265.
- 34 Kemmler L., y otros. Exercise and fractures in postmenopausal women: 12-year results of the Erlangen Fitness and Osteoporosis Prevention Study (EFOPS). *Osteoporos Int*. 2012; 23:1267–1276.
- 35 Chuin A., y otros. Effect of antioxidants combined to resistance training on BMD in elderly women: a pilot study. *Osteoporos Int* .2009; 20:1253–1258.
- 36 De Matos O., y otros. Effect of specific exercise training on bone mineral density in women with postmenopausal osteopenia or osteoporosis. *Gynecological Endocrinology*. September 2009; 25(9): 616–620.
- 37 Engelke K., y otros. Exercise maintains bone density at spine and hip EFOPS: a 3-year longitudinal study in early postmenopausal women. *Osteoporos Int*. 2006; 17: 133–142
- 38 Hourigan S.R. Positive effects of exercise on falls and fracture risk in osteopenic women. *Osteoporos Int*. 2008; 19: 1077–1086.
- 39 .Basta H., y Otros. The effects of strengthening and high-impact exercises on bone metabolism and quality of life in postmenopausal women: a randomized controlled trial. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*. 2013; 26: 427–435.
- 40 Englund U., y Otros. A 1-year combined weight-bearing training program is beneficial for bone mineral density and neuromuscular function in older women. *Osteoporos Int*. 2005; 16: 1117–1123.
- 41 Park H, Taiki K. Effect of combined exercise training on bone, body balance, and gait ability: a

- randomized controlled study in community-dwelling elderly women. *J Bone Miner Metab.* 2008; 26: 254–259.
- 42 Stengel V. S., y Otros. Effects of whole body vibration on bone mineral density and falls: results of the randomized controlled ELVIS study with postmenopausal women. *Osteoporos Int.* 2011; 22: 317–325.
- 43 Kemmler W., y Otros. Exercise effects on bone mineral density, falls, coronary risk factors, and health care costs in older women: the randomized controlled senior fitness and prevention (SEFIP) study. *Arch Intern Med.* 2010; 170 (2): 179-185.
- 44 Marques E., y Otros. Multicomponent training program with weight-bearing exercises elicits favorable bone density, muscle strength, and balance adaptations in older women. 2011; 88 (2): 117-129.
- 45 Young C., Weeks B., Beck B. Simple, novel physical activity maintains proximal femur bone mineral density, and improves muscle strength and balance in sedentary, postmenopausal Caucasian women. *Osteoporos Int.* 2007; 18:1379–1387.
- 46 Mosti, M.P, y Otros. Maximal Strength Training Improves Bone Mineral Density and Neuromuscular Performance in Young Adult Women. *Journal of Strength & Conditioning Research.* Octubre. 2014; 28 (10): 2935-2945.
- 47 Takeru K. y Otros. Effect of low-repetition jump training on bone mineral density in young women. *Journal of Applied Physiology,* 2006; 100 (3): 839–843.
- 48 Warren M. y Otros. Strength Training Effects on Bone Mineral Content and Density in Premenopausal Women. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* 2008; 40 (7): 1282-1288.
- 49 Kemmler W, Stengel S. V. Exercise Frequency, Health Risk Factors, and Diseases of the Elderly. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation.* 2013; 94 (11): 2046 – 2053.
- 50 Kemmler W, Stengel S. V. Dose-response effect of exercise frequency on bone mineral density in post-menopausal, osteopenic women. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports.* 2014; 24 (3):. 526 -534.
- 51 Kemmler W. y Otros. Effect of block-periodized exercise training on bone and coronary heart disease risk factors in early post-menopausal women: a randomized controlled study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports.* 2013; 23 (1): 121 – 129.
- 52 Holm L. y Otros. Protein-containing nutrient supplementation following strength training enhances the effect on muscle mass, strength, and bone formation in postmenopausal women. *Journal of Applied Physiology.* 2008; 105 (1): 274 - 281.
- 53 Bolton K. L. y Otros. Effects of exercise on bone density and falls risk factors in post-menopausal women with osteopenia: A randomised controlled trial. *Journal of Science & Medicine in Sport.* 2012; 15 (2): 102 – 109.
- 54 Von Stengel S. y Otros. Effects of Whole-Body Vibration Training on Different Devices on Bone Mineral Density. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* 2011; 43 (6): 1071 – 1079.
- 55 Korpelainen R. y Otros. Effect of impact exercise on bone mineral density in elderly women with low BMD: a population-based randomized controlled 30-month intervention. *Osteoporosis International: A Journal Established As Result Of Cooperation Between The European Foundation For Osteoporosis And The National Osteoporosis Foundation Of The USA.* 2006; 17 (1): 109 -118.
- 56 Hourigan S.R. y Otros. Positive effects of exercise on falls and fracture risk in osteopenic women. *Osteoporosis International: A Journal Established As Result Of Cooperation Between The European Foundation For Osteoporosis And The National Osteoporosis Foundation Of The USA.* 2008; 19 (7): 1077 – 1086.
- 57 Tolomio S. y Otros. The effect of a multicomponent dual-modality exercise program targeting osteoporosis on bone health status and physical function capacity of postmenopausal women. *Journal Of Women & Aging.* 2010; 22 (4): 241-254.
- 58 Bezerra L. y Otros. Effects of Yoga on Bone Metabolism in Postmenopausal Women. *Journal of Exercise Physiology Online.* 2010; 13 (4): 58-65.
- 59 Deng S.L. Muscle strength training helps to reduce bone loss in early postmenopausal women. *Science & Sports.* 2012; 28 (5): 260–266.
- 60 Warren M. y Otros. Strength Training Effects on Bone Mineral Content and Density in Premenopausal Women. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* 2008; 40 (7): 1282-1288.
- 61 Brentano M. y Otros. Physiological Adaptations to Strength and Circuit Training in Postmenopausal Women With Bone Loss. *The Journal of Strength and Conditioning Research.* 2008; 22 (6): 1816-1825.
- 62 Zhao R., Zhao M., Xu Z. The Effects of Differing Resistance Training Modes on the Preservation of Bone Mineral Density in Postmenopausal Women: A Meta-Analysis. *Osteoporosis International.* 2015; 26 (5): 1605-1618.
- 63 Marrison Martyn-St J. y Sean C. Progressive High-Intensity Resistance Training and Bone Mineral Density Changes Among Premenopausal Women: Evidence of Discordant Site-Specific Skeletal Effects. *Sports Medicine.* 2006; 36 (8): 683-704.