

Molina, E.; Ducaud P.; Bustamante, I.; León-Prados, J.A., Otero-Saborido, F.M. y Gonzalez-Jurado, J.A. (2015) Variación en la densidad mineral ósea inducida por ejercicio en mujeres posmenopáusicas / Variation of Bone Mineral Density Induced by Exercise in Postmenopausal Women. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 15 (59) pp. 527-541. <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista59/artvariacion630.htm>

DOI: <http://dx.doi.org/10.15366/rimcafd2015.59.008>

ORIGINAL

VARIACIÓN EN LA DENSIDAD MINERAL ÓSEA INDUCIDA POR EJERCICIO EN MUJERES POSMENOPÁUSICAS

VARIATION OF BONE MINERAL DENSITY INDUCED BY EXERCISE IN POSTMENOPAUSAL WOMEN

Molina, E.¹; Ducaud P.²; Bustamante, I.³; León-Prados, J.A.⁴, Otero-Saborido, F.M.⁵ y Gonzalez-Jurado, J.A.⁶

¹ Profesor Titular. Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Santiago de Chile.
edgardo.molina@umce.cl

² Lda. Kinesiología. Asociación Chilena de Seguridad. Santiago de Chile.
pamela.ducaud@gmail.com

³ Lda. Educación Física. Laboratorios Andrómaco. Santiago de Chile.
ivonne.bustamante@gmail.com

⁴ Profesor Contratado Doctor. Universidad Pablo de Olavide de Sevilla, España.
jaleopra@upo.es

⁵ Profesor Asociado Doctor. Universidad Pablo de Olavide de Sevilla, España.
fmotero@upo.es

⁶ Profesor Titular. Universidad Pablo de Olavide de Sevilla, España.
jagonjur@upo.es

AGRADECIMIENTO

Queremos agradecer el patrocinio de la Dirección de Investigación de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación de Santiago de Chile (DIUMCE) conjuntamente con la “Clínica de Especialidades en Reumatología y Rehabilitación” de Santiago de Chile, instituciones que han permitido la culminación de este proyecto.

Clasificación UNESCO / UNESCO classification: 2411.06 Fisiología del ejercicio / Exercise physiology.

Clasificación del Consejo de Europa / Council of Europe classification: 6. Fisiología del ejercicio / Exercise physiology.

Recibido: 26 julio de 2012 **Received** July 26, 2012

Aceptado: 6 de marzo de 2013 **Accepted** March 6, 2013

RESUMEN

OBJETIVO: Evaluar la variación de la densidad mineral ósea (DMO) en columna lumbar (CL) y cuello femoral (CF). **MÉTODO:** 77 mujeres con osteopenia y menopausia, formaron cuatro grupos. Dos con ejercicio físico: uno *tratamiento de estrógeno/Calcitonina* (n=16), y otro *ingesta de Calcio/Vitamina D* (n=7). Dos sin ejercicio físico, uno *tratamiento estrógeno/Calcitonina* (n=27) y otro *ingesta Calcio/Vitamina D* (n=27). El ejercicio consistió en Fuerza Muscular (65% a 75% de 1RM) y multisaltos de baja a moderada intensidad. La DMO se midió mediante absorciometría. **RESULTADOS:** En ANOVA 2x2 se encontró homogeneidad ($p < 0,05$) en la DMO tanto en CL y CF entre los tratamientos farmacológicos y nutricionales, heterogeneidad entre los grupos activos y sedentarios (CL $p < 0,05$, CF $p < 0,01$) y heterogeneidad en la interacción ($p < 0,01$) de ambos tratamientos con el ejercicio físico. **CONCLUSIONES:** El ejercicio físico programado junto con los tratamientos habituales conduce a un mayor incremento de la DMO de en mujeres postmenopáusicas.

PALABRAS CLAVE: posmenopausia, osteopenia, densidad mineral ósea, ejercicio físico, columna lumbar, cuello femoral.

ABSTRACT

OBJECTIVE: Assess the variation of Bone Mineral Density (BMD) in Lumbar Spine (LS) and Femoral Neck (FN). **METHOD:** 77 postmenopausal women with osteopenia. Four groups, two groups with exercise: one Estrogen/Calcitonin treatment (n=16), another supplement Calcium/Vitamin D (n=7); two groups without exercise, one Estrogen/Calcitonin treatment (n=27), and another supplement Calcium/Vitamin D (n=27). The exercise program consisted of resistance training (65% to 75% 1RM) and multi-jumps of low-to-moderate intensity. The BMD was evaluated by absorptiometry. **RESULTS.** ANOVA 2x2, homogeneity ($p < 0,05$) in the BMD in both LS and FN between the pharmacological and nutritional treatments, and heterogeneity between the active and sedentary groups (LS $p < 0,05$, FN $p < 0,01$) as also in the interaction ($p < 0,01$) of the pharmacological/nutritional treatments with the physical exercise were found. **CONCLUSION.** Physical exercise program with the usual treatments, lead to a greater increase in the BMD of LS and FN in postmenopausal women.

KEY WORDS: postmenopause, osteopenia, mineral bone density, physical exercise, lumbar spine, femoral neck.

INTRODUCCIÓN

La osteoporosis se convierte en una seria amenaza de salud para las mujeres en edad posmenopáusica predisponiéndolas a un aumento en el riesgo de fractura ósea. Su prevención se obtiene al reducir o detener la pérdida ósea, manteniendo la resistencia del hueso y minimizando o eliminando los factores que la provocan (1).

La terapia sustitutiva hormonal (TSH) que una vez fue la piedra angular en la gestión clínica para la osteoporosis, hoy en día, no es la única alternativa para su adecuado tratamiento (2). Existen terapias que proporcionan beneficios similares para las mujeres que están en riesgo de tener osteoporosis. Éstas incluyen ejercicios de resistencia muscular y de suplementación dietética con Calcio y Vitamina D, a efecto de disminuir la pérdida ósea y promover la formación del nuevo hueso convirtiéndose hace tiempo en la estrategia aceptada para la prevención o retraso de la pérdida ósea (2, 3), lo que implica además la modificación de los estilos de vida y el aumento de la práctica regular del ejercicio físico (4).

Desde hace mucho tiempo se ha reportado acerca de diversos mecanismos que explican los efectos benéficos de la actividad física sobre el tejido óseo (5). Éstos se atribuyen a una influencia neurológica directa que afecta a cambios vasculares y del flujo sanguíneo asociado al ejercicio o a la tensión mecánica y muscular necesaria para soportar la carga (6).

La combinación de la farmacoterapia con los tratamientos no farmacológicos es fundamental para el éxito de la gestión clínica de la osteopenia y la osteoporosis (7). Comparable a la terapia de reemplazo hormonal, el ejercicio afecta a una multitud de sistemas, y por tanto, puede ser una opción alternativa, siendo numerosos los estudios que reportan los efectos beneficiosos del ejercicio físico sobre las osteopenia a través de diversos mecanismos fisiológicos (8-17).

El objetivo del presente trabajo fue conocer los efectos inducidos por un programa de entrenamiento físico de fuerza muscular/multisaltos, con el tratamiento de Calcio/Vitamina D y estrógeno/Calcitonina, en la variación porcentual (%) anual de la densidad mineral ósea (DMO) en mujeres posmenopáusicas, en columna lumbar (CL) y cuello femoral (CF).

MATERIAL Y MÉTODO

Se estudiaron mujeres con osteopenia en columna lumbar (CL) (en el

segmento vertebral L₂-L₄), o Cuello Femoral (CF), que no presentaban incapacidad para realizar ejercicios físicos. La muestra (Tabla 1) fue constituida por 77 mujeres, formando cuatro grupos, dos grupos activos (sometidos a un programa de ejercicio físico): uno *activo con ingesta de estrógeno/Calcitonina* (AEC) (n=16), y otro *activo con ingesta de suplemento de Calcio/Vitamina D* (ACD) (n=7); y dos grupos no activos, un grupo *no activo con tratamiento estrógeno/Calcitonina* (NAEC) (n=27), y un grupo *no activo con ingesta suplementaria de Calcio/Vitamina D* (NACD) (n=27).

Tabla 1. Promedio y DS de Edad y Años de menopausia.

GRUPOS	EDAD (Media ± DS)	AÑOS CON MENOPAUSIA (Media ± DS)
ACD	56,57 ± 6,52	8,85 ± 5,27
AEC	56,12 ± 9,43	8,18 ± 5,87
NACD	60,1 ± 10,9	14,96 ± 10,7
NAEC	55 ± 6,45	8,51 ± 6,54

ACD(actividad física y tratamiento con Calcio y Vitamina D), AEC(actividad física y tratamiento con Estrógenos y Calcitonina), NACD(No actividad física y tratamiento con Calcio y Vitamina D), NAEC(No actividad física y tratamiento con Estrógenos y Calcitonina).

Criterios de inclusión: (1) Mujeres con al menos 8 años de menopausia; (2) Diagnostico de osteopenia según criterio de la OMS. Valor T score entre (-1) y (-2,5) (18) en la columna lumbar y cuello femoral respectivamente; (3) Ser clasificadas como mujeres no activas; (4) Haber firmado consentimiento voluntario informado siguiendo las indicaciones de la Declaración de Helsinki; (5) Hacer uno de los tratamientos, ya sea con estrógeno/Calcitonina o con Calcio/Vitamina D.

Criterios de exclusión: (1) Antecedentes de fracturas; (2) Limitaciones funcionales; (3) Enfermedades cardiovasculares u otras incompatibles con el ejercicio físico.

El experimento tuvo una duración de doce meses iniciándose con una prueba de densitometría ósea basal. El tratamiento nutricional suplementario y el tratamiento farmacológico se llevaron a cabo bajo prescripción médica: Farmacológico, Calcio más Vitamina D. Consistió en 1000 mg Calcio/día y 400 UI de Vitamina D/día. Suplemento Nutricional, Estrógeno más Calcitonina. 0,625 mg de estrógeno/día y 100 UI de Calcitonina/día durante seis de los doce meses que duró el estudio.

El programa de entrenamiento de fuerza muscular y multisaltos se aplicó durante doce meses, tres veces a la semana y 60 a 75 minutos por sesión. Se inició

con un calentamiento de 20 a 25 minutos que consistió en: caminata, bicicleta o trote a ritmo uniforme a intensidad media o baja, ejercicios de flexibilidad, elasticidad muscular y movilidad articular. La intensidad del esfuerzo se ajustó a las características la muestra, osciló de 2,0 a 5,9 METs, con un Consumo de oxígeno de reserva (VO₂R) de 40% a 59% equivalente a un 55% a 69% de la FC máxima. La caminata y el trote se realizaron a una velocidad de desplazamiento sobre una cinta rodante (Tredex Universal), a una velocidad entre 4,0 y 8,5 km/h. El ejercicio sobre la bicicleta estática (Monark), se realizó con una resistencia mecánica fija de 0,5 a 1,0 Kilopondios (Kp) y a una velocidad de 50 a 60 rpm.

En la parte principal del entrenamiento se utilizaron ejercicios monoarticulares y multiarticulares de fuerza muscular a una intensidad que osciló entre el 65% y 75% de 1RM (Repeticiones Máximas) de la Fuerza Dinámica Máxima (FDM). La FDM fue estimada por medio de un test de valoración submáximo de 8-10RM. El desarrollo de la fuerza muscular se llevo a cabo con ejercicios de contracción muscular concéntrica-excéntrica; 3-5 series con 8 a 10 repeticiones por grupo muscular, con pausas de un minuto.

El trabajo físico de multisaltos fue de baja a moderada intensidad, con saltos verticales, horizontales y sobre plataforma con respuesta inmediata desde baja altura (30 cm) y sobre superficie semi blandas, sin sobrecarga, con 1 o 2 piernas alternadas y con las rodillas en un ángulo de flexión de caída entre 130° a 150°.

Programa de Entrenamiento: Multicomponentes Físicos			
	Día 1	Día 2	Día 3
INICIO	1.-Caminata (5 min).4 a 6 Km/h 2.-Flexibilidad (5 min) (grupos musculares y articulares protagonistas) 3.-Trote (10 min) (ritmo uniforme/cambios de velocidad 7,0 a 8,5 km/h)	1.-Bici estática (10 min) 50-60 rpm 2.-Flexibilidad (5 min) 3.-Trote (10 min) (ritmo uniforme/cambios de velocidad) 7,0 a 8,5 km/h	1.-Caminata (5 min) 4 a 6 Km/h 2.-Flexibilidad (5 min) (grupos musculares protagonistas) 3.-Trote (10 min) (ritmo uniforme/cambios de velocidad 7,0 a 8,5 km/h)
PARTE PRINCIPAL	1.-Leg press* 2.-Curl de bíceps* 3.-Multi-saltos (1 a 3 series de 10- 15 rep) 4.-Press de pecho con mancuernas* 5.-Leg extensión* 6.-Multisaltos (1 a 3 series de 10-15rep) 7.-Jalón de polea*	1.-Leg extensión* 2.-Curl de bíceps* 3.-Multi-saltos (1 a 3 series de 10- 20 rep) 4.-Press de pecho con mancuernas 5.-Leg press * 6.-Jalón de polea* 7.-Leg curl *	1.-Leg curl* 2.-Elevaciones laterales con mancuernas* 3.-Multi-saltos (1 a 3 series de 10- 20 rep) 4.-Curl de bíceps* 5.-Leg extensión* 6.-Jalón de polea* 7.-Multi-saltos (1 a 3 series de 10- 20 rep)
TÉRMINO	Flexibilidad	Flexibilidad	Flexibilidad
Tiempo total : 60 -75 minutos por sesión Duración: 12 meses. *65 al 75% FMD			

El grado de osteoporosis fue determinado por densitometría ósea, mediante una fuente dual de rayos X que describe las propiedades físicas del hueso y tejidos blandos. Se utilizó un Norland XR-26, absorciómetro de doble energía con doble detector de rayos X, con un sistema de filtrado de Samario para el nivel K. Las mediciones obtenidas fueron calculadas en un computador XR-26 IBM PS-2, siendo estas: la densidad ósea promedio de los cuerpos vertebrales lumbares L₂-L₄ y la densidad ósea del cuello femoral (CF) de cadera izquierda, expresadas en gramos por centímetro cuadrado (g/cm²).

El análisis estadístico consistió en la utilización de estadígrafos inferenciales, ANOVA Factorial 2x2, y prueba t de Student para comparar medias.

RESULTADOS

La Figura 1 se representa el porcentaje de variación anual en la DMO, en los dos grupos que fueron tratados con Calcio y Vitamina D, Grupo ACD y el Grupo NACD.

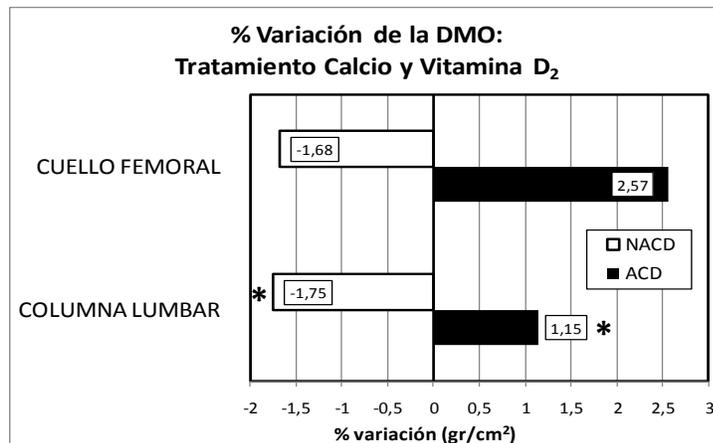
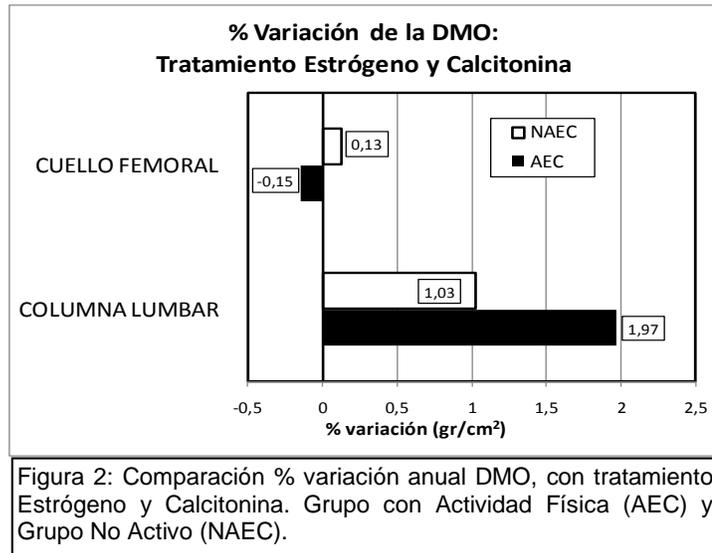


Figura 1: Comparación % variación anual DMO, con tratamiento Calcio y Vit.D Grupo con Actividad Física (ACD) y Grupo No Activo (NACD). * = Prueba t de Student $p < 0,05$.

En el grupo activo con suplemento de Calcio y Vitamina D (ACD) se observó un incremento significativo de variación anual de DMO tanto en CF como en CL, siendo en CL estadísticamente significativo ($p < 0,05$). Asimismo se aprecia una notable disminución de variación anual de la DMO en el grupo no activo con suplemento de Calcio y Vitamina D en ambas estructuras óseas, siendo en columna lumbar estadísticamente significativo.

La Figura 2 presenta los cambios comparados del porcentaje de variación anual de DMO entre el Grupo AEC y el Grupo NAEC. Ambos grupos fueron tratados con Estrógeno y Calcitonina. No se han encontrado resultados estadísticamente significativos en ninguno de los grupos en ninguna de las zonas óseas analizadas.



La Tabla 2 representa los resultados de la aplicación del ANOVA 2x2 del porcentaje de variación anual de la DMO en Columna Lumbar. En el contraste *ENTRE FILAS*, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas a un nivel de confianza de un 95%, en los porcentajes promedios de la variación anual DMO en CL (L₂-L₄), entre las mujeres tratadas con *estrógeno/Calcitonina versus Calcio/Vitamina D*, quedando en evidencia una homogeneidad en la variación de la DMO entre los diferentes tratamientos, tanto nutricionales como farmacológicos en CL.

En la comparación *ENTRE COLUMNAS* en la cual se contrastan los porcentajes de variación anual de la DMO en CL (L₂-L₄) entre los grupos con *actividad física versus los grupos sin actividad física*, se observa que independiente al tratamiento con estrógeno/Calcitonina o Calcio/Vitamina D, la diferencia estadística encontrada en los grupos fue significativa ($p < 0,05$) cuando fue considerada la actividad física del programa de entrenamiento.

Tabla 2. ANOVA FACTORIAL 2x2 de D.M.O. en Columna Lumbar.

Origen de la variable	SC	g.l.	S	F
Entre filas (Calcio-VitD/ estróg.-Calcitonina.) (VII)	10,38	1	0,38	1,73 (NS)
Entre columnas (Activos/no activos) (VI2)	35,68	1	35,68	5,94*
Interacción (VII*VI2)	48,96	1	48,96	8,16**
Error	311,90	52	6,0	
Total	407,00	55		

* (p<0,05); ** (p<0,01); (NS) no significativo

La Tabla 3 representa los resultados al comparar ANOVA 2x2 del porcentaje de variación anual de la DMO en CF. En el contraste *ENTRE FILAS* para CF no se encontraron diferencias significativas al comparar los tratamientos de *estrógeno/Calcitonina versus el suplemento de Calcio y Vitamina D*. En la comparación realizada *ENTRE COLUMNAS* del porcentaje de variación anual de la DMO en CF de las *mujeres activas versus las no activas*, independiente del tratamiento nutricional o farmacológico, los resultados fueron estadísticamente significativos (p<0,01), evidenciando heterogeneidad en la variación ósea y que la presencia de la actividad física, produjeron incrementos positivos en la DMO del CF en las mujeres estudiadas.

Tabla 3. ANOVA FACTORIAL 2x2 DMO en Cuello Femoral

Origen de la variable	SC	g.l.	S	F
Entre filas (Calcio D/ estrógeno-Calcitonina) (VII)	19,32	1	19,32	1,75 (NS)
Entre columnas (Activos/no activos)(VI2)	77,55	1	77,55	7,02**
Interacción (VII*VI2)	121,478	1	121,478	11,00**
Error	573,984	52	11,04	
Total	792,332	55		

* (p<0,05); ** (p<0,01)

DISCUSIÓN

Diferentes investigaciones indican que los suplementos de Calcio no siempre reducen significativamente el riesgo de fracturas en mujeres posmenopáusicas, como por ejemplo la fractura de cuello femoral. Cinco estudios de gran escala, aleatorizados y controlados han puesto en duda los beneficios del Calcio para reducir el riesgo de fractura, (19). Estos resultados concuerdan con los resultados referentes a los valores de DMO en el Cuello Femoral, donde los grupos sometidos a este tratamiento durante 12 meses no presentan cambios significativos (Figura 1). Si bien estos resultados no tienen una potencia estadísticamente significativa, sí

que se pone de manifiesto de modo evidente una diferencia de tendencia en el Grupo Activo (AEC), que aumentó sus valores de DMO, respecto del Grupo No Activo (NAEC). Esta misma tendencia opuesta entre los grupos activos y no activos se aprecia en los resultados referentes a la DMO en la CL (Figura 1), pero en este caso, las tendencias opuestas sí son estadísticamente significativas.

Algunos estudios han examinado el efecto de variadas dosis de Calcio y Vitamina D, solas o en combinación, para aumentar la densidad mineral ósea (20) y se ha comprobado que el Calcio más Vitamina D reducen o detienen la pérdida ósea en posmenopáusicas sanas y en posmenopáusicas con pérdida ósea sustancial o con fractura previa.

El estrógeno tiene un importante rol en la regulación del equilibrio en la formación y la reabsorción ósea, así como la estimulación de la actividad osteoblástica (21), que junto a la acción del ejercicio de fuerza, han mostrado efectos beneficioso sobre el hueso para aumentar densidad mineral ósea más aún que sólo con la THS (8, 17). En este estudio se registraron resultados que concuerdan con lo reportado en la literatura citada, aunque si bien los valores no son estadísticamente significativos, sí que se aprecia una mejora en la DMO de la Columna Lumbar en los dos grupos sometidos al THS (Figura 2).

En la comparación ANOVA 2x2 ENTRE COLUMNAS de la variación (%) anual de la DMO en CL entre los Grupos Activos versus Grupos NO Activos, considerando el programa de entrenamiento como factor diferencial, se aprecia diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$), independiente al tratamiento con estrógeno/Calcitonina o Calcio/Vitamina D (Tabla 2). Estos resultados difieren de otros estudios que han comunicado sobre el poco efecto de los programas de ejercicios sobre la masa ósea en mujeres pre y posmenopáusicas (12). No obstante, los hallazgos encontrados coinciden con los resultados de otros meta-análisis que confirman que el ejercicio físico tiene un efecto positivo en el incremento de la densidad mineral ósea (22).

Mediante el análisis de los valores de *INTERACCIÓN*, se observa una variación porcentual significativa ($p < 0,01$) en la densidad mineral ósea en CL (Tabla 2) cuando se relacionan los tratamientos de *estrógeno/Calcitonina* y el suplemento de *Calcio/Vitamina D con los niveles de actividad física*. Estas diferencias indican que los tratamientos de Estrógenos/Calcitonina y el suplemento de Calcio/Vitamina D son más efectivos cuando actúan en conjunto con el ejercicio físico, produciendo cambios significativos en el incremento de la DMO trabecular, dejando de manifiesto que el programa de entrenamiento aplicado parece tener un efecto sinérgico al tratamiento con suplemento nutricional y farmacológico para el incremento de la DMO en CL en mujeres posmenopáusicas.

En el contraste de ANOVA 2x2 *ENTRE FILAS* para el CF no se encontraron

diferencias significativas cuando se compararon los tratamientos de *estrógeno/Calcitonina versus el suplemento de Calcio y Vitamina D*, consignando en la variación de la DMO en CF homogeneidad en sus resultados (Tabla 3). Se ha comunicado que, en 36.282 mujeres de 50 a 79 años inscritas en Women's Health Initiative (WHI), que recibieron 1000 mg diarios de carbonato de Calcio con 400 IU/día de Vitamina D, durante 7 años promedios de seguimiento, se encontró pequeñas pero significativas mejorías en la densidad mineral ósea del cuello femoral (CF), aunque sin reducción proporcional en el riesgo de sufrir fractura de cadera, aumentando el riesgo de cálculos renales (23). Las evidencias en la reducción del riesgo de fractura son menos claras para el tratamiento del Calcio y la Vitamina D (24, 25). Algunos meta-análisis reportaron una reducción en el riesgo para la Vitamina D estándar en comparación con el placebo (26-29), mientras que otros no coinciden en sus conclusiones (30, 31). Del mismo modo, WHI mostró que el estrógeno redujo de manera significativa el riesgo de fractura de cadera (32). Sin embargo, en un meta-análisis que incluyó datos de la WHI mostró una reducción no significativa en el riesgo de fractura de cadera (31). Los resultados encontrados en este estudio coinciden con lo reportado por (33) donde no se avala el uso de Calcitonina en dosis de 100 UI 3 veces/semana o menos, como sucede frecuentemente en la práctica clínica, más aún si se trata de pacientes con recambio óseo elevado. Agregándose que, la Calcitonina sigue siendo un activo compuesto con excelente efecto inhibitor de los osteoclastos.

En la contrastación realizada *ENTRE COLUMNAS*, en la que se compararon la variación anual (%) de la DMO en CF de los *Grupos Activos versus los Grupos NO Activos* (Tabla 3), independiente del tratamiento nutricional o farmacológico, los resultados fueron estadísticamente significativos ($p < 0,01$), evidenciando heterogeneidad en la variación ósea y quedando demostrado que la presencia de la actividad física del programa de entrenamiento, por sí solo, produjo incrementos positivos en la DMO del CF en las mujeres estudiadas. A la luz de los resultados aquí encontrados, este tipo de ejercicio parece ser un factor importante para la prevención de la osteoporosis y la reducción del riesgo de fractura. Ya que además de mejorar la fuerza muscular, mejora el equilibrio y el ánimo en general (12).

En este estudio se ha evidenciado que la mejoría de la DMO del CF fue coadyuvado por la ejercitación de los multicomponentes físicos del programa y su efecto sobre la conservación o el incremento de la masa muscular (13). La especificidad de las cargas, medios y metodología del entrenamiento de fuerza basado de cargas de intensidad moderada a fuerte y de pocas repeticiones, junto con los multisaltos indujo a un estrés mecánico en el esqueleto más allá de las cargas propias e inherentes a las actividades de la vida diaria con el fin de promover la mayor densidad mineral ósea (34). Estos resultados contrastan con los encontrados en las actividades de bajo impacto, como es nadar, caminar etc. (35, 36). Se puede inferir que estos estímulos físicos aplicados de forma específica y controlada actuaron sobre el tejido óseo, el cual es sensible al estrés y al impacto

de moderada a alta intensidad, contribuyendo a la deformación transitoria del hueso, necesaria para proporcionar una suficiente cantidad de carga mecánica para estimular la formación del nuevo hueso (16). Hallazgos similares a los encontrados en este estudio confirman que los efectos posteriores a un programas de ejercicio de multicomponentes físicos de larga duración, de once meses, conllevó a un aumento el T-score del cuello femoral en mujeres postmenopausicas con baja densidad ósea mejorando significativamente en el grupo con ejercicio, y disminuyendo significativamente en el grupo control, sin ejercicio (11).

Por último, el valor de *INTERACCION* en la variación (%) de la densidad mineral ósea anual en CF, relacionada al tratamiento de *estrógeno/Calcitonina, suplemento de Calcio/Vitamina D con el nivel de actividad física* (Tabla 3), deja en evidencia que, las diferencias significativas ($p < 0,01$) observadas, son más bien inducidas a la influencia de esta última variable de ejercitación física, la cual incidió en los cambios de la DMO del CF mucho más que por la acción de cada tratamiento nutricional o farmacológico por sí solo, hallándose en los resultados un incremento de la variación anual en la DMO de CF en las mujeres activas con Calcio /Vitamina D. Estos resultados no concuerdan con algunos estudios, al examinar la eficacia del ejercicio de resistencia muscular en la densidad mineral ósea (DMO) en cuello femoral (CF) de mujeres premenopáusicas, cuyos resultados no apoyan la eficacia del ejercicio de resistencia muscular para aumentar o mantener la densidad mineral en CF, en mujeres premenopáusicas (14). Sin embargo, encontramos un déficit generalizado en cuanto a la descripción de la metodología empleada, por ejemplo a parámetros básicos de descripción de la carga de esfuerzo aplicada. Esta carencia en estos estudios, no permite comparar los beneficios reales del ejercicio físico.

Se ha informado sobre los efectos de la carga de diferentes protocolos físicos sobre la formación ósea, afirmándose que la carga dinámica, en lugar de la carga estática, es más eficaz en la formación de los huesos (16); que la tasa de formación ósea es positiva cuando se relaciona con la frecuencia de carga (37). También la frecuencia de las sesiones de ejercicios y la inclusión de períodos de descanso aumenta significativamente la formación ósea en comparación con los ciclos de carga continua (38), como también que, el tejido óseo se hace rápidamente insensible al ejercicio prolongado (39). Pero en la mayoría de estos estudios no se detalla el programa de ejercicio físico aplicado, ni los aspectos cualitativos y cuantitativos del mismo.

Las cargas de entrenamiento deben ser localizadas y específicas sobre la estructura osteo-muscular diana para favorecer a la osteogénesis, debido a los principios de especificidad de la estimulación (40), estimulación física que debe ser crónica y exceder a la sobrecarga habitual para la remodelación del tejido óseo (41).

CONCLUSIONES

Queda en evidencia que el tratamiento con estrógeno/Calcitonina así como el suplemento de Calcio y Vitamina D y el ejercicio físico, son componentes importantes de un tratamiento eficaz para la prevención y tratamiento de la osteopenia.

Los resultados encontrados en este estudio, apoyan el rol coadyuvante del ejercicio de multicomponentes de alto predominio de fuerza muscular/multisaltos para incrementar la DMO del CF y de modo significativo en CL independientemente del tratamiento aplicado.

Según los resultados encontrados se pone de manifiesto que los efectos del ejercicio sobre la densidad ósea, fueron más homogéneos en las regiones corporales que tienen una mayor cantidad de hueso trabecular, localizado especialmente en los cuerpos vertebrales de las vértebras lumbares.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. NAMS. Management of osteoporosis in postmenopausal women: 2010 position statement of the north American menopause society. *Menopause*. 2010;17(1):25-54. <http://dx.doi.org/10.1097/gme.0b013e3181c617e6>
2. Benton MJ, White A. Osteoporosis: Recommendations for resistance exercise and supplementation with calcium and vitamin D to promote bone health. *J Community Health Nurs*. 2006;23(4):201-11. http://dx.doi.org/10.1207/s15327655jchn2304_1
3. Barro-Belaygues N. Prevention of nonvertebral fractures with oral vitamin D and dose dependency a meta-analysis of randomized controlled trials. *Cah Annee Gerontol*. 2010;2(3):209-11. <http://dx.doi.org/10.1007/s12612-010-0061-5>
4. Gallagher JC, Levine JP. Preventing osteoporosis in symptomatic postmenopausal women. *Menopause*. 2011;18(1):109-18. <http://dx.doi.org/10.1097/gme.0b013e3181e324a6>
5. Aloia JF, Cohn SH, Ostuni JA. Prevention of involutional bone loss by exercise. *Ann Intern Med*. 1978;89(3):356-8. <http://dx.doi.org/10.7326/0003-4819-89-3-356>
6. Aubertin-Leheudre M, Lord C, Labonte M, Khalil A, Dionne IJ. Relationship between sarcopenia and fracture risks in obese postmenopausal women. *J Women Aging*. 2008;20(3-4):297-308. <http://dx.doi.org/10.1080/08952840801984964>
7. Sinaki M. Nonpharmacologic interventions exercise, fall prevention, and role of physical medicine. *Clin Geriatr Med*. 2003;19(2):337-59. [http://dx.doi.org/10.1016/S0749-0690\(02\)00111-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0749-0690(02)00111-8)
8. Chilibeck PD, Cornish SM. Effect of estrogenic compounds (estrogen or phytoestrogens) combined with exercise on bone and muscle mass in older

- individuals. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*. 2008;33(1):200-12. <http://dx.doi.org/10.1139/H07-140>
9. Dionyssiotis Y, Paspatis I, Trovas G, Galanos A, Lyritis GP. Association of physical exercise and calcium intake with bone mass measured by quantitative ultrasound. *BMC Womens Health*. 2010;10. <http://dx.doi.org/10.1186/1472-6874-10-12>
 10. Sinaki M. Musculoskeletal challenges of osteoporosis: Therapeutic exercise/strength training a review. *Osteoporoz Dnyasindan*. 2009;15(2):52-8.
 11. Tolomio S, Ermolao A, Lalli A, Zaccaria M. The effect of a multicomponent dual-modality exercise program targeting osteoporosis on bone health status and physical function capacity of postmenopausal women. *J Women Aging*. 2010;22(4):241-54. <http://dx.doi.org/10.1080/08952841.2010.518866>
 12. De Matos O, Da Silva DJL, De Oliveira JM, Castelo-Branco C. Effect of specific exercise training on bone mineral density in women with postmenopausal osteopenia or osteoporosis. *Gynecol Endocrinol*. 2009;25(9):616-20. <http://dx.doi.org/10.1080/09513590903015593>
 13. Eng JJ, Pang MYC, Ashe MC. Balance, falls, and bone health: Role of exercise in reducing fracture risk after stroke. *J Rehabil Res Dev*. 2008;45(2):297-314. <http://dx.doi.org/10.1682/JRRD.2007.01.0014>
 14. Kelley GA, Kelley KS. Efficacy of resistance exercise on lumbar spine and femoral neck bone mineral density in premenopausal women: A meta-analysis of individual patient data. *J Women's Health*. 2004;13(3):293-300. <http://dx.doi.org/10.1089/154099904323016455>
 15. Marks R, Guertin D. Postmenopausal osteoporosis and aerobic exercise: A review of the literature. *Curr Rheumatol Rev*. 2006;2(3):289-301. <http://dx.doi.org/10.2174/157339706778019638>
 16. Turner CH, Robling AG. Designing exercise regimens to increase bone strength. *Exerc Sport Sci Rev*. 2003;31(1):45-50. <http://dx.doi.org/10.1097/00003677-200301000-00009>
 17. Villareal DT, Binder EF, Yarasheski KE, Williams DB, Brown M, Sinacore DR, et al. Effects of exercise training added to ongoing hormone replacement therapy on bone mineral density in frail elderly women. *J Am Geriatr Soc*. 2003;51(7):985-90. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2389.2003.51312.x>
 18. Kanis JA, Alexeeva L, Bonjour JP, Burkhart P, Christiansen C, Cooper C, et al. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis: Synopsis of a WHO report. *Osteoporos Int*. 1994;4(6):368-81. <http://dx.doi.org/10.1007/BF01622200>
 19. Spangler M, Phillips BB, Ross MB, Moores KG. Calcium supplementation in postmenopausal women to reduce the risk of osteoporotic fractures. *Am J Health Syst Pharm*. 2011;68(4):309-18. <http://dx.doi.org/10.2146/ajhp070175>
 20. Tang BM, Eslick GD, Nowson C, Smith C, Bensoussan A. Use of calcium or calcium in combination with vitamin D supplementation to prevent fractures

- and bone loss in people aged 50 years and older: a meta-analysis. *Lancet*. 2007;370(9588):657-66. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(07\)61342-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(07)61342-7)
21. Taranta A, Brama M, Teti A, De luca V, Scandurra R, Spera G, et al. The selective estrogen receptor modulator raloxifene regulates osteoclast and osteoblast activity in vitro. *Bone*. 2002;30(2):368-76. [http://dx.doi.org/10.1016/S8756-3282\(01\)00685-8](http://dx.doi.org/10.1016/S8756-3282(01)00685-8)
 22. Kemmler W, Engelke K, Weineck J, Hensen J, Kalender WA. The Erlangen fitness osteoporosis prevention study: A controlled exercise trial in early postmenopausal women with low bone density - First-year results. *Arch Phys Med Rehabil*. 2003;84(5):673-82.
 23. Jackson RD, LaCroix AZ, Gass M, Wallace RB, Robbins J, Lewis CE, et al. Calcium plus vitamin D supplementation and the risk of fractures. *N Engl J Med*. 2006;354(7):669-83. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa055218>
 24. MacLean C, Newberry S, Maglione M, McMahon M, Ranganath V, Suttorp M, et al. Systematic review: Comparative effectiveness of treatments to prevent fractures in men and women with low bone density or osteoporosis. *Ann Intern Med*. 2008;148(3):197-213. <http://dx.doi.org/10.7326/0003-4819-148-3-200802050-00198>
 25. Reid IR, Mason B, Horne A, Ames R, Reid HE, Bava U, et al. Randomized Controlled Trial of Calcium in Healthy Older Women. *Am J Med*. 2006;119(9):777-85. <http://dx.doi.org/10.1016/j.amjmed.2006.02.038>
 26. Bischoff-Ferrari HA, Willett WC, Wong JB, Giovannucci E, Dietrich T, Dawson-Hughes B. Fracture prevention with vitamin D supplementation: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of the American Medical Association*. 2005;293(18):2257-64. <http://dx.doi.org/10.1001/jama.293.18.2257>
 27. Papapoulos SE, Quandt SA, Liberman UA, Hochberg MC, Thompson DE. Meta-analysis of the efficacy of alendronate for the prevention of hip fractures in postmenopausal women. *Osteoporos Int*. 2005;16(5):468-74. <http://dx.doi.org/10.1007/s00198-004-1725-z>
 28. Richey F, Ethgen O, Bruyere O, Reginster JY. Efficacy of alphacalcidol and calcitriol in primary and corticosteroid-induced osteoporosis: A meta-analysis of their effects on bone mineral density and fracture rate. *Osteoporos Int*. 2004;15(4):301-10. <http://dx.doi.org/10.1007/s00198-003-1570-5>
 29. Richey F, Schacht E, Bruyere O, Ethgen O, Gourlay M, Reginster JY. Vitamin D analogs versus native vitamin D in preventing bone loss and osteoporosis-related fractures: A comparative meta-analysis. *Calcif Tissue Int*. 2005;76(3):176-86. <http://dx.doi.org/10.1007/s00223-004-0005-4>
 30. Avenell A, Gillespie WJ, Gillespie LD, O'Connell D. Vitamin D and vitamin D analogues for preventing fractures associated with involutional and postmenopausal osteoporosis. *Cochrane database of systematic reviews (Online)*. 2009(2).
 31. Stevenson M, Jones ML, De Nigris E, Brewer N, Davis S, Oakley J. A systematic review and economic evaluation of alendronate, etidronate,

- risedronate, raloxifene and teriparatide for the prevention and treatment of postmenopausal osteoporosis. *Health Technol Assess.* 2005;9(22):i-310. <http://dx.doi.org/10.3310/hta9220>
32. Rossouw JE, Anderson GL, Prentice RL, LaCroix AZ, Kooperberg C, Stefanick ML, et al. Risks and benefits of estrogen plus progestin in healthy postmenopausal women: Principal results from the women's health initiative randomized controlled trial. *JAMA.* 2002;288(3):321-33. <http://dx.doi.org/10.1001/jama.288.3.321>
 33. Campusano MC, López JM, Campino JC, Cárdenas GI, Rojas OA. Effects of low calcitonin doses on bone remodeling in postmenopausal women with high bone turnover rate. *Rev Med Chil.* 2000;128(4):387-91.
 34. Beck BR, Snow CM. Bone health across the lifespan - Exercising our options. *Exerc Sport Sci Rev.* 2003;31(3):117-22. <http://dx.doi.org/10.1097/00003677-200307000-00003>
 35. Orwoll ES, Ferar J, Oviatt SK, McClung MR, Huntington K. The relationship of swimming exercise to bone mass in men and women. *Arch Intern Med.* 1989;149(10):2197-200. <http://dx.doi.org/10.1001/archinte.1989.00390100035009>
 36. Taaffe DR, Snow-Harter C, Connolly DA, Robinson TL, Brown MD, Marcus R. Differential effects of swimming versus weight-bearing activity on bone mineral status of eumenorrheic athletes. *J Bone Miner Res.* 1995;10(4):586-93. <http://dx.doi.org/10.1002/jbmr.5650100411>
 37. Hsieh YF, Turner CH. Effects of loading frequency on mechanically induced bone formation. *J Bone Miner Res.* 2001;16(5):918-24. <http://dx.doi.org/10.1359/jbmr.2001.16.5.918>
 38. Srinivasan S, Weimer DA, Agans SC, Bain SD, Gross TS. Low-magnitude mechanical loading becomes osteogenic when rest is inserted between each load cycle. *J Bone Miner Res.* 2002;17(9):1613-20. <http://dx.doi.org/10.1359/jbmr.2002.17.9.1613>
 39. Rubin CT, Lanyon LE. Regulation of bone formation by applied dynamic loads. *Journal of Bone and Joint Surgery - Series A.* 1984;66(3):397-402.
 40. Andreoli A, Monteleone M, Van Loan M, Promenzio L, Tarantino U, De Lorenzo A. Effects of different sports on bone density and muscle mass in highly trained athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(4):507-11. <http://dx.doi.org/10.1097/00005768-200104000-00001>
 41. Layne JE, Nelson ME. The effects of progressive resistance training on bone density: A review. *Med Sci Sports Exerc.* 1999;31(1):25-30. <http://dx.doi.org/10.1097/00005768-199901000-00006>

Referencias totales / Total references: 41 (100%)

Referencias propias de la revista / Journal's own references: 0 (0%)