



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

11222  
6  
Jef

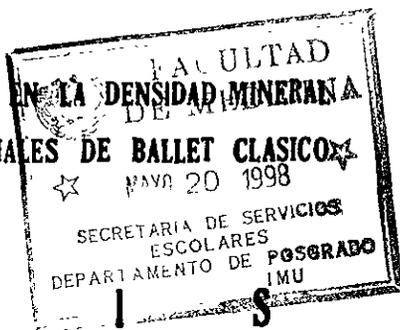
FACULTAD DE MEDICINA

División de Postgrado

SECRETARIA DE SALUD

Instituto Nacional de Medicina de Rehabilitación

EFFECTO DE LA ACTIVIDAD FISICA EN LA DENSIDAD MINERALA  
OSEA EN BAILARINAS PROFESIONALES DE BALLET CLASICO



T E S I S

para obtener el título en la especialidad de  
MEDICINA DE REHABILITACION

p r e s e n t a

DRA. LYA CONTRERAS DEL TORO

Profesor Titular: Dr. Luis Guillermo Ibarra I.

INSTITUTO NACIONAL DE  
MEDICINA DE REHABILITACION  
DEPTO. ENSEÑANZA

México, D. F. 1998



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

26/5/98



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## AGRADECIMIENTOS

Por su colaboración a la Compañía Nacional de Danza Clásica INBA y Taller Coreográfico de la UNAM, ya que sin su apoyo no hubiera sido posible la realización de este estudio.

A la Escuela de Técnicos del Instituto Nacional de Medicina de Rehabilitación y a las alumnas que fungieron como grupo control en este estudio.

A mis compañeras, médicos residentes de la especialidad de medicina de Rehabilitación que fungieron también como grupo control de este estudio.

Al Instituto Nacional de Ortopedia por su apoyo y colaboración para la elaboración de este estudio.

Muy especialmente al Dr. Alberto Vargas Ramírez, jefe de la clínica de osteoporosis por su incondicional apoyo y al Dr. Saúl Renan León Hernández, jefe de Enseñanza e Investigación por su sabiduría, paciencia y gran interés en la formación de los médicos residentes.

A mi tío, Dr. Gustavo del Toro Gallardo por su gran amor a la rehabilitación y a la familia.

A mis padres Felipe y Susana por darme la vida y enseñarme el espíritu de lucha.

A mis hermanos Felipe, Rosario, Sashya, Vannessa y Yenisei por todo su amor, apoyo y compañía.

Dedico muy especialmente esta tesis a mi sobrina Susana Iakovliev Contreras, ternura de ésta familia y luz futura de la humanidad y de la danza.

*El arte es una flor nacida  
en el camino de nuestra vida,  
que crece para endulzarla.*

*Schopenhaer*

*El que no danza  
Desconoce el camino  
De la vida*

*Viviré en ti, si tu vives en mí,  
Yo soy el señor de la Danza  
Fragmento de la canción folklórica  
Anglo-americana*

## INDICE

JUSTIFICACION	1
ANTECEDENTES	3
DISEÑO DE LA INVESTIGACION	13
MATERIAL Y METODO	14
RESULTADOS	15
DISCUSION	31
CONCLUSIONES	36
APENDICE	37
REFERENCIAS	41

## JUSTIFICACION

El hueso es un tejido metabólicamente activo con una remodelación continua que ocurre a través de la vida, proporcionando una actividad neta de las células de resorción ósea igual a las formadoras de hueso. En el adulto, la remodelación ósea da cuenta en gran medida de esta actividad. La remodelación comprende el proceso de resorción ósea seguido de la formación ósea y proporciona un mecanismo para la autorreparación y la adaptación a la tensión

La cantidad de mineral óseo presente en el esqueleto está en función de la cantidad que se logra durante la fase de desarrollo y maduración esquelética y de la que es pérdida. Para lo que la actividad física es una determinante significativa de la masa ósea pico.

La falta de ejercicio físico está asociada con una reducción del contenido mineral óseo (CMO) y de la densidad mineral ósea (DMO) por lo que el ejercicio es frecuentemente recomendado para prevenir osteoporosis. La gran mayoría de investigadores han demostrado que el ejercicio físico está asociado con el incremento DMO y CMO.

Se ha hecho notar desde hace algún tiempo que los deportistas tienen una densidad mineral ósea mayor que la población en general y que el rol del ejercicio en la mineralización ósea empieza a entenderse recientemente. El efecto del ejercicio en DMO parece estar relacionado con el mecanismo máximo de stres aplicado a determinadas regiones. Por ejemplo, estudios previos en jugadores de tenis han demostrado hipertrofia cortical y un incremento en la DMO en la extremidad utilizada para el juego.

Hay evidencias de que la DMO está en función de la fuerza muscular y se ha establecido por numerosos estudios previos que la respuesta del hueso a la carga mecánica está en el sitio específico y no generalizado a todo el cuerpo.

Por otro lado se ha considerado que la masa ósea pico en mujeres premenopausicas es una determinante importante para detectar el riesgo subsecuente de fractura osteoporótica. Modelos estadísticos muestran que 2/3 de riesgo de fractura se asocian al estado del esqueleto premenopausico y sólo 1/3 es atribuible a acelerar y/o prolongar la pérdida postmenopausica.

Algunos estudios muestran que el hueso del esqueleto axial y periférico es estable en mujeres antes de la menopausia. Sin embargo existen otros que sugieren pérdida ósea en columna vertebral y fémur en adultos jóvenes. Para ello se han considerado varios factores que contribuyen al estado esquelético del adulto joven y que afectan de alguna forma el contenido mineral óseo. Entre estos los más importantes incluyen ingesta de nutrientes incluyendo calcio, actividad física y ciclo menstrual.

Con respecto a lo anterior existen estudios donde se refiere que la actividad física especialmente relacionada con peso puede actuar en el incremento de la DMO y contrarrestar la pérdida ósea inducida en mujeres que cursan con oligomenorrea o amenorrea. Sin embargo se ha hecho referencia a la relación que existe entre las alteraciones del ciclo menstrual con un entrenamiento físico excesivo como responsables

de la disminución de la densidad mineral ósea e inclusive de la presencia de fracturas en mujeres deportistas, por lo que en la actualidad ha quedado bien establecido que atletas amenorreicas tiene baja densidad ósea vertebral

Sin embargo a pesar de demostrar en gran parte de la literatura los efectos benéficos del ejercicio sobre la densidad mineral ósea hay autores que sugieren que la actividad física puede asociarse a una reducción de la masa ósea.

Por ejemplo hay estudios que refieren el efecto positivo del ejercicio sobre la DMO pero consideran que el ejercicio vigoroso en mujeres jóvenes puede permitir osteoporosis especialmente en combinación con amenorrea.

Además reportan baja densidad mineral ósea en columna vertebral en sujetos mayores que participaron en una actividad de carga de peso extremadamente vigorosa pero sin poder explicar que este déficit mineral se deba en gran parte a la edad.

Como ya se ha mencionado está bien documentado el efecto benéfico del ejercicio sobre la densidad mineral ósea y la respuesta poco favorable de la misma ante un entrenamiento físico exhaustivo en mujeres atletas jóvenes y gimnastas. Sin embargo después de haber realizado una búsqueda extrema al respecto existe menos información en relación a la densidad mineral ósea en bailarinas de ballet clásico que son sometidas a un sobreentrenamiento físico exhaustivo. Si consideramos que un bailarín profesional inicia su carrera desde los 8 años de edad y dedica por lo menos 6 horas diarias de actividad física intensa, es factible pensar que en algún momento de su vida pueda sufrir un daño o lesión en alguna parte del cuerpo que lo limitará e impedirá la realización de un adecuado desempeño dancístico.

Por tal motivo el ballet clásico es una de los principales ocupaciones que tienen alto riesgo de lesiones semejantes a las ocurridas en atletas y deportistas profesionales lo que obliga a investigar y analizar las técnicas de entrenamiento como punto prioritario para el beneficio individual y a futuro de estos profesionales.

De acuerdo con la encuesta de lesiones en bailarines realizada por la Organización Nacional de Danza de la unidad de Kingdom se reporta que la mayoría de las lesiones se presentan por una inefectiva absorción de fuerzas de impacto durante la realización de ejercicios en el zapato de punta.

Este estudio surge ante la duda de determinar el efecto de un entrenamiento físico vigoroso en la DMO y si éste por si sólo constituye un factor predominante en la disminución de la densidad mineral ósea o no. O si es necesaria la combinación con otro u otros factores que propicien tal efecto.

## ANTECEDENTES

Existen 2 tipos de tejido óseo en el adulto: Hueso cortical o compacto y hueso esponjoso o canceloso. La mayoría de los huesos poseen una cubierta cortical externa que comprende una superficie exterior (perióstica) y una interior (endostelial cortical); esta última encierra el hueso canceloso y el espacio medular. En el adulto aproximadamente el 80% de la masa esquelética es cortical. El hueso canceloso restante comprende las placas trabeculares y barras tisulares que se conectan entre ellas y con el aspecto interno de la corteza. El ordenamiento de las trabéculas óseas le confiere un alto grado de rigidez al armazón cortical exterior y aumenta la resistencia del hueso a las fuerzas de compresión y torsión, aunque en la mayoría de los huesos comprende sólo un componente menor del tejido óseo.

El hueso comprende una matriz orgánica, una fase mineral y células óseas. La mayor parte de la matriz está compuesta por fibras de colágeno, las que dan cuenta del 90% del peso esquelético en el adulto. El colágeno es de tipo I y es producido por los osteoblastos. Existen muchas otras proteínas importantes presentes en la matriz ósea, incluyendo proteoglicanos, gliocoproteínas, osteocalcina y osteonectina, las que son incorporadas dentro de la matriz de colágeno durante su formación o después de ella.

La fase mineral del hueso es principalmente calcio, fosfato y carbonato, ordenados como cristales en forma de hidroxiapatita, predominantemente. La mineralización comienza con la precipitación del fosfato cálcico amorfo y con el tiempo ésta fase se vuelve progresivamente más cristalina. Los cristales de hidroxiapatita son de forma elongada y hexagonal, lo que se conforma estrechamente a la orientación de las fibras de colágeno. También contiene otros iones, los que incluyen sodio, magnesio y fluor.

La actividad metabólica ósea es, predominantemente, un fenómeno basado en la superficie. La superficie disponible para la remodelación ósea incluye la superficie cancelosa, la endosteal cortical y los canales vasculares dentro del hueso. A pesar de que el hueso cortical comprende las tres cuartas partes del tejido esquelético total, las superficies disponibles en los huesos corticales son mucho menores que las del tejido canceloso. Ya que la renovación ósea es un evento basado en la superficie, ésta actividad es mayor en las superficies cancelosas que en las corticales. Esta es una de las razones por las cuales la osteoporosis se expresa más florida y tempranamente en los sitios cancelosos que en el hueso cortical.

Todas las superficies óseas están cubiertas por células con características morfológicas y funcionales distintivas.

Estas incluyen los osteoblastos, los osteoclastos y los osteocitos. El osteoblasto es la célula responsable por la síntesis de colágeno y otras proteínas óseas. También juega un papel importante en la mineralización subsecuente de la matriz. Una vez que el hueso es mineralizado, algunos de los osteoblastos son retenidos en la superficie ósea y se denominan osteoblastos "en reposo" o células de revestimiento óseo. Los osteocitos son

osteoblastos que han sido atrapados dentro de la matriz ósea durante el proceso de formación ósea

El otro tipo principal de célula encontrada en los huesos es el osteoclasto. Esta es una célula multinucleada y es la responsable de la resorción ósea. Degrada al hueso completamente mineralizado al adherirse a la superficie ósea y secretar ácidos y enzimas lisosomales en el espacio provisto entre su superficie apical y la superficie ósea mineralizada.

En el adulto el hueso está siendo renovado continuamente, así que la actividad neta de las células de resorción ósea es igual a la de las formadoras de hueso. Quien coordina esta actividad es la remodelación ósea que comprende el proceso de resorción ósea seguido de la formación ósea, y proporciona un mecanismo para la autorreparación y adaptación a la tensión. Sin embargo un mal equilibrio entre la formación y resorción ósea puede resultar en una disminución de la masa ósea con un deterioro microarquitectónico del tejido óseo, con un aumento subsecuente en la fragilidad del hueso y susceptibilidad al riesgo de fractura dando lugar a la osteoporosis.

El efecto del ejercicio sobre la salud ósea es un factor de gran interés. Existen evidencias de que los individuos que realizan ejercicio con soporte de peso tiene valores de masa ósea substancialmente mayor que individuos inactivos y que este efecto es específico a la región esquelética estimulada por la actividad. Se han publicado investigaciones bien documentadas donde reportan que un programa específico de ejercicio puede ser mucho más efectivo para estimular e incrementar la masa ósea. (53)

Sinaki refiere la relación intensa entre la masa muscular y la mineralización ósea por lo que considera que el ejercicio es uno de los principales caminos para prevenir la pérdida ósea. En las mujeres ésta pérdida inicia después de la tercera década de la vida predominantemente en hueso trabecular. Por otro lado cambios hormonales se han asociado a un incremento de osteoporosis. La hormona paratiroidea incrementa la remodelación ósea y cuando hay un desequilibrio entre el evento de formación y resorción ósea la pérdida ósea se incrementa. El mayor determinante de la absorción de calcio es 1,25-dihydroxyvitam D<sub>3</sub> y la vitamina D puede incrementar la absorción de calcio y fósforo desde el intestino y riñón. Los niveles suprafsiológicos de vitamina D pueden estimular la resorción ósea como también lo ha demostrado la calcitonina.

Dietas con alta ingesta de proteínas incrementa la excreción urinaria de calcio lo que puede aumentar la ingesta diaria de calcio en la dieta. Además se ha considerado que tanto la falta de actividad física como el sobreactividad física puede conducir a osteoporosis.

El esqueleto es lo suficientemente fuerte como para resistir un stres mecánico. En 1982, Wolff postuló que cuando un hueso es doblado por una carga mecánica éste modifica su estructura. Estudios en humanos y animales han demostrado que el stres mecánico y un esfuerzo sobre el hueso da como resultado una tensión muscular y una presión que ayuda a prevenir la osteopenia.

Se considera que la carga mecánica principalmente actúa estimulando la actividad osteoblástica. El ejercicio que generalmente acompaña la carga mecánica aumenta la liberación de somatotrofina, lo que también estimula la función osteoblástica. Insistiendo en que la masa ósea está significativamente correlacionada con la masa muscular. (48)

Un incremento en la incidencia de osteoporosis es la causa del interés relacionado en estrategias de prevención y tratamiento para maximizar la masa ósea. Es bien conocido que la reducción de la masa ósea es un importante factor de riesgo para la presencia de fracturas osteoporóticas. Aunque la osteoporosis es más frecuente en mujeres postmenopausicas (mayores de 50 años) hay evidencia de mujeres jóvenes sobre todo atletas, gimnastas y bailarinas de ballet que presentan disminución de la densidad mineral ósea. Mujeres atletas activas jóvenes que pierden sus ciclos menstruales a causa de patrón fuerte de ejercicio son candidatas a pérdida ósea. Cambios en las funciones endócrinas reproductivas dan lugar a la presencia de ciclos menstruales irregulares del 2% al 51% de las atletas contra el 2% de las no atletas. (53)

Los cambios hormonales en estas mujeres son semejantes a las mujeres postmenopausicas ya que presentan bajos niveles de estrógenos y progesterona. El ciclo menstrual está regulado por el hipotálamo, mandando la liberación de gonadotropina (GnRH). Es importante notar que el hipotálamo puede estar afectado por otros órganos endocrinos (tales como glándulas adrenal y tiroidea), así como de estímulos externos y presión. La fase folicular del ciclo está caracterizada por un incremento en la estimulación de la hormona foliculo-estimulante (FSH) con una producción de estrógenos durante la primera mitad del ciclo menstrual. Las irregularidades en el ciclo menstrual incluyen amenorrea, oligomenorrea, retraso en la menarca, deficiencia en la fase lutea y anovulación. Y estas alteraciones en la función endócrina reproductiva pueden potencialmente reducir la masa ósea. Aunque en lo referente con la fase lutea y anovulación no han demostrado ser factores evidentes en la reducción de la masa ósea. (53)

Un bajo peso corporal puede reducir la carga mecánica del esqueleto y no llevarse a cabo la conversión de andrógenos como proceso que requiere de grasa corporal. Y altos niveles de cortisol como resultado del ejercicio y stres psicológico puede dañar el eje hipotálamo-pituitaria-ovario. Una elevada circulación de glucocorticoides están asociados con la reducción de la densidad mineral ósea. Las atletas que parecen estar en mayor riesgo de desarrollar oligomenorrea y amenorrea son aquellas que inician un entrenamiento físico intenso en edades tempranas sobre todo antes de la menarca. (53)

Micklesfield y colaboradores refieren que está bien establecido que atletas amenorreicas cursan con baja densidad mineral ósea. Como resultado de la asociación entre osteopenia y la incidencia de fracturas por stres. Pero han puesto gran interés en identificar los factores etiológicos asociados a la osteopenia. La densidad mineral ósea (DMO) en ésta población puede estar influenciada por muchas variables tales como ingesta de calcio, masa corporal, historia menstrual, alteraciones alimenticias y actividad física entre otros. De los cuales los 3 últimos factores constituyen los de mayor importancia ya que han demostrado ser los que

mayor efecto tienen sobre la DMO. Sin embargo complejas interrelaciones entre estas variables pueden existir. Realizaron un estudio donde relacionaron los factores de riesgo para la reducción de la densidad mineral ósea especialmente las alteraciones en los ciclos menstruales, en un grupo de corredoras de maratón premenopausicas. Y refiere el índice de historia menstrual modificado por Grimston y colaboradores para determinar el número de periodos al año. Definiéndolos de la siguiente manera:

R= Número de ciclos menstruales al año regulares (definido como 10-13 periodos menstruales por año y asumiendo un promedio de 11.5 periodos al año)

O= Número de años de oligomenorrea (definida como 4-9 periodos menstruales por año asumiendo un promedio de 7 periodos al año)

A= Número de años de amenorrea (definida como 0-3 periodos menstruales por año asumiendo un promedio de 1.5 periodos al año)

Demostaron que corredoras de largas distancias premenopausicas con historia de oligo/amenorrea presentaron disminución de la DMO de la columna lumbar la cual el algunos sujetos se mejoró en cuanto recuperaron la regularidad de los ciclos menstruales. Determinaron que la historia de oligomenorrea no puede ser considerada como menos perjudicial que la amenorrea para la densidad mineral ósea. Refieren que la combinación de entrenamiento con peso semanalmente y el aumento de masa corporal fue suficiente para contrarrestar la influencia de historia de oligo/amenorrea en la masa ósea del fémur proximal.

Drinkwater en un estudio longitudinal demostró que la recuperación de los ciclos menstruales en atletas previamente amenorreicas beneficiaron la DMO de la columna lumbar.

Se ha demostrado en diferentes estudios que ciertos factores de riesgo tales como bajo índice menstrual, ejercicio físico excesivo e ingesta baja de energía constituyen un efecto negativo para la densidad mineral ósea. Por lo que aunque la actividad con peso está asociada con un incremento en la densidad mineral ósea, un ejercicio excesivo puede estar asociado con una alta incidencia de oligo/amenorrea resultando en una reducción de DMO. Por lo que este estudio soporta el concepto de que actividad física intensa con alto gasto de energía en combinación con bajo consumo de la mismas un efecto indirecto sobre la DMO. (36,61)

Winter y cols proponen que mujeres con ciclos menstruales normales que hacen actividad física antes de la menopausia generalmente tienen mayor masa ósea que sus semejantes sedentarias y que se pudiera esperar un incremento mucho mayor de la DMO en aquellas que entrenaron vigorosamente sobre otras que realizaron una actividad física moderada. Sin embargo en su estudio demostró que las mujeres con ciclos menstruales normales que realizaron una actividad física moderada tuvieron un mejor resultado en el contenido de la DMO a nivel lumbar que en aquellas que entrenaron exhaustivamente y en quienes se reportó un número considerable de fracturas por stres. Y enfatiza que el entrenar vigorosamente puede causar inclusive cambios hormonales sutiles que son tan pequeños

que no producen amenorrea pero que de alguna manera influyen perjudicialmente a la salud ósea. (61)

Se ha sugerido que una disminución de la masa ósea constituye un prerequisite para la producción de múltiples lesiones.

Francois considera que una densidad ósea baja constituye un factor de riesgo para fracturas pero que un ejercicio extremadamente intenso puede producir una fractura por stres incluso en un hueso normal que es sometido a tensión repetitiva.

Nielens y cols observaron una asociación probable entre una masa ósea generalizada baja como la primera responsable de fragilidad ósea y productora de múltiples fracturas por stres después de un ejercicio exhaustivo. Y sugiere que en caso de DMO baja, tensiones repetidas en los huesos pudieran evitarse para prevenir lesiones futuras. (39)

Sowers y colaboradores encontraron que una mujer que había amamantado por más de 6 meses tuvo reducción de la DMO de columna lumbar la que recupero a niveles normales en los próximos 12 meses posteriores al termino de la lactancia. Sin embargo el estudio de Micklesfield no presentó ninguna relación entre los meses de lactancia y la DMO de columna lumbar y fémur proximal. (36)

Como ya se ha comentado el pico máximo de masa ósea puede reducirse o perderse antes y después de la menopausia. Hay estudios longitudinales que reportan el logro de pico de masa ósea en columna y cadera en adolescentes y adultos jóvenes. El incremento durante la adolescencia está particularmente pronunciado en los primeros años después de la menarca en mujeres y se estabiliza dramáticamente después de los 16 años.

Si después de haber logrado el máximo de masa ósea ésta se ve influenciada con la presencia de la menopausia y riesgo de sufrir fracturas osteoporóticas, estrategias para maximizar y conservar la densidad mineral ósea son puntos básicos de estudio en la adolescencia y juventud. Para ello la actividad física es una de las características más importantes que influyen sobre la densidad mineral ósea, sin embargo el efecto no está bien definido, pero se ha considerado que cargas mecánicas de alta magnitud son más osteotróficas que cargas de intensidad bajas y que la importancia del número de ciclos de carga o repeticiones son relativamente modestos. Numerosos estudios en atletas y no atletas indican que un incremento en la carga mecánica a través de la aplicación de resistencia (entrenamiento con peso) o el incremento de actividades con peso (tales como la carrera) aumentan la masa ósea.

Un modo de actividad atlética como el que desempeñan las gimnastas involucran altas cargas de impacto y tensión sobre el hueso lo que propicia un alto efecto osteogénico. Inclusive existen reportes previos donde aseguran mejor densidad ósea en mujeres gimnastas que en corredoras, nadadoras o mujeres no atletas. (55)

Robinson y colaboradores realizaron un estudio en corredoras y gimnastas demostrando un mayor incremento de la densidad mineral ósea en las gimnastas que en las corredoras a pesar de sufrir alteraciones menstruales tales oligomenorrea o amenorrea. (47% para las gimnastas y 30% para las corredoras). Demostraron que a pesar de un nivel extremo de ejercicio con carga de peso y alto entrenamiento, las mujeres corredoras exhibieron baja densidad mineral ósea comparada con las gimnastas e inclusive con el grupo control.

Aunque la distancia de entrenamiento involucre numerosos impactos de larga duración, es probable que las fuerzas generadas a través de la carrera no sean lo suficientemente efectivas. La carga específica ósea, a través del alto impacto o de la fuerza muscular dada por la contracción, puede aumentar la DMO en las gimnastas, particularmente en la cadera (cuello femoral) donde se supone se ejerce la mayor fuerza de impacto.

Datos previos entre mujeres atletas (corredoras) con ejercicio asociado a amenorrea han reportado compromiso de la DMO de columna lumbar comparado con las eumenorreicas. Sin embargo en este estudio no ocurrió así con las gimnastas ya que el tipo de entrenamiento estimula la masa ósea y contrarresta el efecto hormonal. Presentaron mejor DMO las gimnastas eumenorreicas que las oligo/amenorreicas pero los valores estuvieron muy por encima que sus semejantes con las corredoras.

Reportan también la fuerte evidencia de que el ejercicio extremo induce a sufrir de oligo/amenorrea pero que no siempre se asocia a baja DMO, ya que las gimnastas son las más susceptibles de presentar alteraciones menstruales por la edad de inicio de sus actividades, sin embargo el tipo de entrenamiento es capaz de contrarrestar tal efecto (43) Wolman reportó que las mujeres de canotaje con amenorrea tienen mayor DMO comparada con corredoras o bailarinas amenorreicas. Concluye que la acción muscular le da cierta protección a la columna. (43)

Etherington y colaboradores manifiestan que el ejercicio puede resultar en ocasiones perjudicial. Ya que estudios en atletas que realizaban ejercicio con peso y resistencia no tuvieron el efecto esperado sino por el contrario se manifestó con una deficiencia de estrógenos y por lo tanto alteraciones menstruales. Y que por el contrario ejercicio con peso pero a menor nivel influía más adecuadamente sobre la DMO.

Enfatizan que la implicación de la actividad física no se aplica a la ejecución de alto nivel, sino por el contrario al tipo de ejercicio y duración de la actividad. (18)

Con lo relacionado al tipo de ejercicio más recomendado para incrementar la densidad mineral ósea, Dook y colaboradores realizaron una investigación comparando diferentes tipos de deportes tanto de alto impacto (basquet ball), mediano impacto (hockey y carrera) y sin impacto (natación). Concluyeron que los ejercicios tanto de mediano como alto impacto se asocian con un incremento de la DMO en contraste con las actividades que no tienen impacto. Y que la ingesta de calcio no tuvo ninguna relación con la DMO. Estas asociaciones indican el efecto benéfico del ejercicio regular para proporcionar bases útiles y

recomendar programas de ejercicio a largo tiempo para mantener en las mejores condiciones la masa ósea.(17)

Sinaki considera la importancia que significa la vitamina D y la ingesta de calcio para prevenir la disminución de la masa ósea, ya que la deficiencia de vitamina D disminuye la absorción del calcio en la dieta. Las recomendaciones diarias de ingesta de vitamina D es de 400 UI. Refiere que uno de los factores de riesgo para osteopenia es la inadecuada ingesta de calcio recomendando como ingesta mínima diaria 1.5g/día. (48)

Taaffe define el entrenamiento de un atleta calculado por horas promedio a la semana. Afirma que un entrenamiento deportivo específico requiere de un entrenamiento de resistencia y actividad aeróbica en un tiempo aproximado de 3-5 hrs a la semana. Propone que la actividad física como método preventivo de disminución de la DMO debe iniciarse por lo menos durante la 3ra década de la vida (55)

Etherington propone que la valoración de la actividad física puede realizarse utilizando el método de Allied Dunbar National Fitness Survey inthe U.K. Donde la unidad de actividad dedicada a la semana puede ser calculada de la siguiente forma : 1 unidad se define como 15 min de ejercicio con carga de peso vigoroso o 30 minutos de ejercicio moderado. Las categorías de actividad vigorosa incluyen carrera, squash, tenis, hockey, badminton y aerobics asociados con transpiración y sensación de falta de aliento. Actividad moderada incluye categorías anteriores que no producen transpiración intensa o falta de aliento como el golf, baile de salón o ejercicios de estiramiento.

Categoriza los grupos de la siguiente forma : Activo (más de 4 unidades a la semana de actividad deportiva) e inactivo (menos de una unidad a la semana). (18)

Las mujeres atletas jóvenes por el interés que ponen al deporte y la necesidad de la imagen atlética corren el riesgo de desarrollar alteraciones en el patrón alimenticio. Estas alteraciones pueden permitir disfunciones menstruales y una osteoporosis prematura subsecuente.

Las alteraciones alimenticias se refieren al espectro de patrón anormal de alimentación incluyendo conductas tales como: comilonas, purgas, restricción de alimentos, uso de pastillas o laxantes para adelgazar, uso de diuréticos, preocupación importante por la imagen corporal.

La anorexia nervosa y la bulimia nervosa son los 2 últimos extremos del espectro de alteraciones alimenticias (38)

La Ban y colaboradores refieren que la anorexia nervosa es una enfermedad psiquiátrica crónica caracterizada por una severa pérdida de peso y terror a la obesidad. Que las anormalidades asociadas con la anorexia predisponen a la osteoporosis la que en la actualidad se reconoce como una complicación de la anorexia. Fracturas osteoporóticas han sido descritas en asociación con la anorexia.

Los criterios diagnóstico de la anorexia nervosa del DSM IV incluyen.

- 1 Negación para mantener el peso corporal por encima del mínimo normal para su edad y talla (mantiene el peso por abajo del 85% mínimo esperado).
- 2 Miedo intenso de ganar peso o grasa.
- 3 Disturbios en su imagen corporal. (se refieren gordas a pesar de verse delgadas en un espejo)
4. Presencia de amenorrea o ausencia consecutiva de 3 ciclos menstruales. (25)

Los criterios diagnóstico para bulimia de DSM IV incluyen:

- 1 Episodios recurrentes de comilonas (puede realizarlas en periodos de 2 horas o bien sin tener ningún control sobre el horario de las mismas les es difícil parar de comer)
- 2 Comportamiento inapropiado para compensar o prevenir la ganancia de peso tales como uso de laxantes, diuréticos, inducción del vómito o exceso de ejercicio.
- 3 Las comilonas y los comportamientos compensatorios inapropiados ocurren por lo menos 2 veces a la semana en los últimos 3 meses
4. Su propia evaluación se ve influenciada excesivamente por su forma y peso corporal
5. Las alteraciones no ocurren exclusivamente durante episodios de anorexia nervosa. (25)

La prevalencia de alteraciones alimenticias en atletas y bailarinas jóvenes se reportan de un 15% a un 62%. En general el diagnóstico se realiza bajo los criterios del DSM-IV que refiere que la anorexia nervosa se estima en un 1% y la bulimia de un 1% a un 3%. La prevalencia de ambas alteraciones se han reportado en mayor cantidad en adolescentes y mujeres jóvenes, con alto estado socioeconómico y con historia familiar de alteraciones alimenticias.

LaBan refiere que el rol del ejercicio en un tratamiento prolongado de anorexia asociada a osteoporosis es una consideración importante. Pacientes anoréxicas con ejercicio compulsivo, intenso y prolongado incrementa el riesgo de fracturas por stress inclusive en pacientes sin osteoporosis. Refiere que un ejercicio en exceso de más de 6 horas a la semana disminuye la densidad ósea femoral. Sugiere un ejercicio de moderada actividad de 4 a 6 horas a la semana para un efecto benéfico sobre la densidad ósea. Un ejercicio máximo extremo puede agravar la osteoporosis asociada a anorexia nervosa.

La anorexia predispone a osteoporosis por la elevación del cortisol y disminución de estrógenos y progesterona. El ejercicio moderado en pacientes con anorexia asociada a osteoporosis puede ser benéfico mientras que un ejercicio extremo resulta ser perjudicial. (27)

En general las atletas y bailarinas jóvenes tienden a padecer de una interrelación de 3 alteraciones básicas dependientes en cierta forma de la actividad física que realizan, involucrando alteraciones alimenticias, del ciclo menstrual y osteoporosis que permiten una morbilidad significativa e inclusive un aumento en la mortalidad (38).

La osteoporosis está definida como una enfermedad que se caracteriza por una disminución de la masa ósea y por deterioro microarquitectónico del tejido óseo, que lleva a un aumento

de la fragilidad del hueso y a un incremento consecuente del riesgo de fractura. Durante las últimas décadas, la evaluación y diagnóstico de la osteoporosis ha avanzado, a través del desarrollo y la aplicación de técnicas no invasivas sofisticadas para evaluar la masa ósea y la pérdida de hueso. Estas técnicas no sólo han incrementado nuestro entendimiento del metabolismo esquelético, sino que también nos han permitido diagnosticar y estudiar el desarrollo de la osteoporosis, así como valorar el impacto de diferentes regímenes terapéuticos.

En particular, los métodos altamente sofisticados para cuantificar la masa ósea, como a aquellos que ofrecen la absorciometría de Rayos X y fotones o la tomografía axial computarizada, nos permite valorar el grado de pérdida de hueso en áreas anatómicas clínicamente relevantes. Por lo tanto aunque el examen radiológico sigue siendo el diagnóstico de mayor valor para las fracturas osteoporóticas, éstas nuevas técnicas brindan una evaluación confiable de la progresión de la enfermedad y de la respuesta terapéutica, mucho antes de que haya ocurrido la fractura.

La densitometría ósea ofrece una ventaja significativa sobre la radiografía estándar, en la valoración y diagnóstico de la osteoporosis. Es capaz de medir la masa ósea en las áreas clínicamente relevantes, tales como la cadera, vértebras y la muñeca ya que los diferentes huesos pierden masa ósea a tasas diferentes. Debido a que la resistencia del hueso es proporcional a la masa ósea, dichas técnicas pueden ser utilizadas, no sólo para diagnosticar la osteoporosis, sino también para predecir el riesgo de fractura individual del paciente. Los métodos más comúnmente utilizados en la actualidad para medir la masa ósea son:

1. Absorciometría de fotón simple (SPA)
2. Absorciometría de fotón dual (DPA)
3. Absorciometría de Rayos X con doble energía (DEXA)
4. Tomografía cuantitativa computarizada (QCT)

Aunque, en general, estas técnicas miden el contenido mineral óseo, con frecuencia se refiere a estas técnicas como medición de la densidad mineral ósea o masa ósea, y los tres términos son utilizados en forma indistinta.

Al utilizar la fuente de rayos X, en vez de radioisótopos, la absorciometría de Rayos X de doble energía (DEXA) representa una nueva generación de técnicas para medir la masa ósea. Con una precisión mejorada y un tiempo de rastreo más rápido (dos a tres minutos), la DEXA ofrece algunas ventajas sobre la SPA y la DPA.

Las áreas más comúnmente medidas por la DEXA incluyen la columna vertebral (usualmente L2 a L4 o L1 a L4) y la cadera. También puede medir el calcio corporal total y la grasa. Sofisticados programas de computación convierten la energía transmitida en una representación de color visual, ya sea en la pantalla, o en un reporte impreso en láser. La información brindada, en los resultados del rastreo, incluyen una comparación con controles de edad similar y adultos jóvenes, así como una lectura del contenido mineral óseo ( $\text{g}/\text{cm}^2$ ). Un área puede ser valorada en varias formas diferentes. Por ejemplo, con un

rastreo de la cadera, pueden obtenerse mediciones para el cuello femoral, el triángulo de Ward y el trocánter, y un rastreo simple de la columna brindará mediciones para cada vértebra (16)

La alta precisión de las técnicas de medición de la masa mineral ósea las hace apropiadas para su empleo como una prueba diagnóstica para osteoporosis. Se ha abordado de diferentes maneras el diagnóstico de osteoporosis con base a mediciones de minerales óseos (Kanis 1990). Lo más directo es definir un umbral de fractura, es decir, un punto de corte para la DMO, el cual captura a la mayoría de pacientes con fracturas osteoporóticas. Esto puede ser definido de diferentes formas y arbitrariamente; por ejemplo, la media  $\pm 1$  ó  $\pm 2$  desviaciones estándar (DE) sobre el valor promedio de los pacientes con fractura osteoporótica, o un punto establecido de la media del rango de referencia para adultos jóvenes. La definición del umbral de la fractura depende no sólo del sitio medido y técnica utilizada, sino también de otros factores, como el sitio de interés, la edad y el sexo.

En las mujeres adultas el punto de quiebre de 2.5 DE por abajo del rango promedio para un adulto sano es apropiado para satisfacer muchos de estos criterios, particularmente para la fractura de cadera (Newton-John & Morgan 1970). Puede escogerse más de un quiebre para denotar la severidad de la enfermedad. Esto permite el establecimiento de 4 categorías de diagnóstico para la mujer adulta, y las siguientes han sido aceptadas para la Fundación Europea de Osteoporosis y Enfermedad Osea, la Fundación Nacional de Osteoporosis en los Estados Unidos y la Organización Mundial de la Salud (OMS 1994).

1. **NORMAL:** Un valor para la DMO o CMO de no más de 1 DE por debajo del promedio para adultos jóvenes.
2. **MASA OSEA BAJA (OSTEOPENIA):** Un valor para DMO o CMO de más de 1 DE por debajo del promedio de un adulto joven, pero no inferior a 2.5 DE por debajo del mismo.
3. **OSTEOPOROSIS:** Un valor para la DMO o CMO de más de 2.5 DE por debajo del promedio para un adulto joven
4. **OSTEOPOROSIS SEVERA (OSTEOPOROSIS ESTABLECIDA):** Un valor para DMO de más de 2.5 DE por debajo del promedio para el adulto joven y la presencia de una o más fracturas por fragilidad

## **DISEÑO DE LA INVESTIGACION**

### **TIPO DE ESTUDIO**

Prospectivo transversal comparativo observacional

### **OBJETIVOS**

**General.** Determinar si el sobreentrenamiento físico constituye un factor predominante en la disminución de la densidad mineral ósea.

#### **Específicos.**

- 1 Comparar la intensidad de la actividad física de las bailarinas profesionales con mujeres que realizan actividad física no profesional.
- 2 Enumerar los factores que influyen sobre la densidad mineral ósea.
- 3 Conocer cual es el efecto de la actividad física sobre la densidad mineral ósea entre los diferentes grupos de estudio.
- 4 Conocer cual es el efecto de la actividad física en combinación con otros factores sobre la densidad mineral ósea entre los diferentes grupos.
- 5 Detectar si el entrenamiento físico de los bailarines propicia un efecto negativo sobre la densidad mineral ósea y si es así determinar el riesgo de fractura.

### **HIPOTESIS ALTERNA**

Si las bailarinas de ballet clásico son sometidas a actividades de entrenamiento físico extremo entonces las probabilidades de disminución de la densidad mineral ósea se verán incrementadas.

### **HIPOTESIS NULA**

Si las bailarinas de ballet clásico no son sometidas a un sobreentrenamiento físico entonces las probabilidades de disminución en la densidad mineral ósea son menores.

### **CRITERIOS DE INCLUSION**

Grupo problema: Bailarinas profesionales de ballet clásico que llevaron a cabo hasta la fecha dicha actividad y se encontraban laborando en una compañía profesional de danza.

Grupo control: Femeninas con edades semejantes (apareadas) con las del grupo problema que ejecutaran alguna actividad física con descarga de peso por lo menos más 2 horas a la semana. Y máximo 10 horas a la semana

### **CRITERIOS DE EXCLUSION**

Para ambos grupos. Mujeres que sufrieran hipertiroidismo, hipotiroidismo, osteogénesis imperfecta, neoplasias óseas o uso de corticoides

Mujeres que únicamente se dedicaran a la natación

Mujeres sedentarias.

## **CRITERIOS DE ELIMINACION**

Falta de cooperación

## **VARIABLES**

Cualitativas: Sexo

Cuantitativas: Peso, talla, edad

Independientes. Horas de entrenamiento físico

Antecedentes de osteoporosis

Antecedentes de fractura

Dolor crónico

Menarca

Ciclo menstrual (amenorrea, oligomenorrea, eumenorrea)

Consumo de anticonceptivos orales o inyectables

Embarazo

Lactancia

Estado nutricional. (Anorexia, bulimia)

Ingesta de calcio

Tabaquismo

Consumo de lácteos

Consumo de cafeína

Consumo de secuestradores de calcio

Dependiente: Densidad mineral ósea

## **MATERIAL Y METODO**

El estudio se llevó a cabo con 30 bailarinas profesionales de la Compañía Nacional de Danza INBA y del taller coreográfico de la UNAM. Quienes fueron apareadas y comparadas con un grupo control de 30 mujeres en el mismo rango de edad que realizaban alguna actividad física con carga de peso sin exceder 10 horas a la semana.

Se les proporcionó un cuestionario para obtener datos generales y detectar los factores de riesgo que influyen sobre la densidad mineral ósea. Posteriormente se les realizó un estudio de densitometría ósea de cadera izquierda en el Instituto Nacional de Ortopedia utilizando un densitómetro QDR-2000 plus (Hologic) bajo el método de Absorciometría de rayos X con doble energía (DEXA). Obteniendo el porcentaje de la densidad mineral ósea en 4 regiones distintas de la cadera como cuello femoral, trocánter mayor, región intertrocanterica, ángulo de Ward's así como el porcentaje total de la DMO para ambos grupos.

Se procedió a la captura y análisis de resultados realizando pruebas estadísticas tipo T de Student para grupos independientes de variables cuantitativas continuas así como contraste de proporciones de Z,  $\chi^2$  o prueba exacta de Fischer según el caso y riesgo relativo o razón de momios para el grupo de variables cualitativas.

## RESULTADOS

Habiéndose apareado casos y controles en la variable edad y preestablecido la diferencia en cuanto intensidad y frecuencia de la actividad física, se encontraron diferencias significativas entre ambas en las siguientes variables:

En primer lugar, el promedio de porcentaje de DMO de las bailarinas de ballet fue de 103.1 contra 95.0 de los controles ( $P < 0.05$ ). En segundo lugar, no obstante que bailarinas y controles tuvieron similar estatura (163.2 vs 160.0) la diferencia de peso fue significativa ya que los controles tuvieron  $54.5 \pm 6.7$  Kg contra  $48.2 \pm 3.4$  ( $P < 0.001$ ) de las bailarinas. En tercer lugar las bailarinas refirieron un % tres veces mayor que los controles con respecto a la presencia de dolor crónico (66.6% contra 20%,  $P < 0.01$ ). En cuarto lugar, embarazos y lactancia fueron mayores en las bailarinas y, al contrario, hubo más fumadoras y consumidoras de secuestradores de calcio en los controles. En quinto lugar, en las bailarinas se reportó un porcentaje más elevado (33.3 %) de amenorrea y oligomenorrea que en los controles (6.6 %), siendo significativa la diferencia. Finalmente, anorexia nerviosa y bulimia se presentaron con una frecuencia del 13.3% contra un 0% del grupo control con una diferencia muy significativa ( $P < 0.0001$ )

### CUADRO 1

Datos generales de la diferencia de variables entre ambos grupos de estudio

Variables	Bailarinas (n = 30)	Controles (n = 30)	P
Edad	24.9	24.4	n.s.
Peso	$48.2 \pm 3.4$	$54.5 \pm 6.7$	$< 0.001$
Estatura	163.2	160.0	n.s.
Antecedentes Osteoporosis	6.6%	13.2%	n.s.
Hs. Entrenamiento	47.3	5.6	$< 0.0001$
Antecedentes de fractura	20%	16.6%	n.s.
Dolor crónico	66.6%	20%	$< 0.001$
Menarca	13.2	12.0	n.s.
Ciclo menstrual Ameno/Oligomenorrea	33.3%	6.6%	$< 0.05$
Ant orales	10.0%	13.3%	n.s.
Embarazos	30%	10%	$< 0.05$
Lactancia	20%	6%	$< 0.05$
Tabaquismo	40%	30%	n.s.
Ingesta leche	90%	86.7%	n.s.
Cafeína	43.3%	53.3%	n.s.
Secuestradores de calcio	36%	56.7%	$< 0.05$
Anorexia nervosa	13.3%	0%	$< 0.0001$
Bulimia	13.3%	0%	$< 0.0001$
% DMO	103.1	95.0	$< 0.05$

Con el propósito de detallar el análisis comparativo, se procedió a estratificar los porcentajes de DMO al interior de cada grupo. Así, en las bailarinas, se pudo comprobar que el porcentaje de DMO era exactamente igual (103.1) entre aquellas con un peso igual o menor al promedio (48 Kg) que aquellas con un peso mayor a los 48 Kg. Empero, por otra parte, el porcentaje de DMO varió desde  $107.0 \pm 8.6$  a  $97.5 \pm 9.1$  al pasar de bailarinas que además de las horas de entrenamiento de ballet dedicaban otras horas de actividad física extra. En este aspecto, un hallazgo importante es que las bailarinas que realizan otra actividad física iniciaron el ballet a temprana edad (7.5 años en promedio), encontrándose incluso que aquellas que iniciaron ballet antes de los 7 años de edad tienen un porcentaje de DMO mayor (111.0) que quienes lo iniciaron después de los 8 años (102.0)

### CUADRO 2

% DMO de bailarinas que realizan otra actividad física extra correlacionado con edad de inicio al ballet

Edad inicio	% DMO
7 años	111
7.5 años	107
8 años	102

Por otra parte, quienes no realizan otra actividad física iniciaron el ballet a los 9 años de edad en promedio y su porcentaje de DMO es de 101.7; más aún, dentro del subgrupo de quienes dedican 30 horas de entrenamiento el porcentaje de DMO es de 99.0 contra 102.3 y 108.0 de quienes dedican 36 horas y hasta 42 horas a la semana respectivamente.

### CUADRO 3

% DMO de Bailarinas que no realizan otra actividad física extra correlacionado con horas de entrenamiento a la semana.

Horas de entrenamiento	% DMO
42	108.0
35 - 36	102.3
34.7 (promedio)	101.7
30	99.0

En otro rubro, las bailarinas que manifiestan tener antecedentes de fracturas tuvieron un porcentaje de DMO menor (98.6) que aquellas sin antecedentes de fracturas (104.2); correlativamente, las primeras tendrían 3 veces más riesgo de tener dolor crónico que las segundas. El dolor crónico no tuvo correlación con la edad de inicio del ballet ni con las horas de entrenamiento a la semana.

#### CUADRO 4

% DMO en bailarinas según antecedentes de fracturas

Antecedentes de fracturas	% DMO
No (n = 24)	104.2
Si (n = 6)	98.6

En cuanto a las variables gineco-obstétricas y hormonales, cabe destacar lo siguiente; en general, cuando la menarca empezó a los 13 años (o menos) el porcentaje de DMO es ahora mayor que en aquellas cuya menarca empezó después de los 13 años (104.3 vs 101.2).

Cuando a la menarca igual o menor a los 13 años de edad se le suma una edad de inicio al ballet menor a los 8 años y más horas de entrenamiento por otra actividad física el porcentaje de DMO es mayor (111.0) comparados contra aquellas cuya menarca empezó después de los 13 años e iniciaron sus actividades dancísticas después de los 8 años de edad y no dedican más horas de entrenamiento extra a su actividad física (100.3 DMO).

#### CUADRO 5

% DOM en bailarinas según menarca, inicio y horas de entrenamiento

Menarca	% DMO	Inicio	Hs de entrenamiento	% DMO
≤ 13 años	104.3	< 8 años	47.3	111
> 13 años	101.2	> 8 años	36	100.3

En complemento, las bailarinas que inician su menarca después de los 13 años representan el mayor porcentaje de quienes sufren amenorrea/oligomenorrea y, correlativamente, tienen ahora un porcentaje de DMO menor que las eumenorreicas cuya menarca inició antes de los 13 años.

#### CUADRO 6

% DMO de bailarinas según ciclo menstrual correlacionado con edad de inicio, menarca y horas de entrenamiento.

Ciclo Menstrual	Edad de inicio	Hs	Menarca	% DMO
Eumenorrea (n = 20)	8.3	38.2	12.8	104.0
Amenorrea/Oligomenorrea (n = 10)	8.3	37.9	14.0	101.4

Por último, quienes empezaron el ballet antes de los 8 años, son aquellas cuya menarca fue antes de los 13 años, que en su mayor parte son eumenorreicas y que, además, tienen un porcentaje de DMO mayor (105.4) que su contraparte de no embarazadas con edad de inicio al ballet mayor de 8 años, menarca después de los 13 años, menor porcentaje de bailarinas eumenorreicas y DMO menor (102.1)

### CUADRO 7

% DMO en bailarinas según embarazos correlacionados con edad de inicio, horas de entrenamiento, menarca y ciclo menstrual

Embarazo		Edad Inicio	Horas	Menarca	DMO	Eumenorreicas	
	Si	7.7	37.7	12.4	105.4	Si	No
	No	8.5	38.2	13.5	102.1	57.1%	42.9%

El consumo de anticonceptivos orales estableció una ligera diferencia en el porcentaje de DMO, así, quienes manifestaron consumirlos tienen un porcentaje de 107.3 contra 102.6 de quienes manifestaron no consumirlos.

### CUADRO 8

% DMO en bailarinas de acuerdo al uso de anticonceptivos orales

Anticonceptivos orales	% DMO
Si (n = 3)	107.3
No (n = 27)	102.6

En relación con los factores nutricionales que influyen predominantemente sobre la DMO se encontró una diferencia significativa de un 13.3% tanto para anorexia nervosa como para bulimia. Encontrando que el porcentaje de DMO de pacientes que sufren anorexia es ligeramente menor que sus contrarias (102.7 vs 103.1). Con muy similares resultados para las pacientes bulímicas quienes presentaron un porcentaje de DMO menor (100.7) en comparación con las bailarinas no bulímicas (103.5).

### CUADRO 9

% DMO en bailarinas que padecen anorexia y bulimia

Enfermedad	No	Si
Anorexia (n = 4)	103.1%	102.7%
Bulimia (n = 4)	103.5%	100.7%

Respecto a factores de consumo, puede destacarse que las fumadoras en conjunto tienen una DMO ligeramente mayor que las no fumadoras (104.1 vs 102.4); sin embargo, las fumadoras dedican más horas de entrenamiento y corresponden al grupo del mayor porcentaje de embarazadas, eumenorreicas y con menarca antes de los 13 años. (cuadro 10).

### CUADRO 10

% DMO en bailarinas según tabaquismo y su correlación con otros factores.

Tabaquismo	Edad Inicio	Horas	% Embarazo	Menarca	% Eumenorreicas		%DMO
					Si	No	
Si (n = 12)	8.2	41.8	33	12.9	75	25	104.1
No (n = 18)	8.3	35.6	27	13.4	67	33	102.4

Finalmente, las bailarinas que consumen 2-3 vasos de leche, no consumen cafeína y no consumen secuestradores de calcio tienen siempre más porcentaje de DMO ligeramente mayor que sus contrarias.

### CUADRO 11

% DMO en las bailarinas según consumo de leche, cafeína y secuestradores de calcio.

Consumo	Cantidad	% DMO
Leche	2 - 3 vasos (n = 11)	103.4
	½ - 1 vaso (n = 16)	101.6
Cafeína	No (n = 17)	103.4
	Si (n = 13)	102.0
Secuestradores de Calcio	No (n = 19)	103.4
	Si (n = 11)	102.5

En cuanto a los controles, se encontraron los siguientes resultados: a mayor peso correspondió correlativamente un porcentaje de DMO mayor, con una diferencia muy significativa entre aquellas con un peso menor de 50 Kg (DMO de 91.6) contra aquellas con un peso mayor a los 58 Kg que tuvieron un porcentaje de DMO de 99.8%.

### CUADRO 12

% DMO de Controles según peso.

Peso	% DMO	Grupo	P
59 - 67 (n=9)	99.8	Entre 2 y 3	n.s
50 - 58 (n=13)	93.8	Entre 1 y 3	<0.05
41 - 49 (n=8)	91.6	Entre 1 y 2	n.s

La ocupación de los controles también estableció diferencias significativas entre ellas. Así, mientras que las que se dedican a la medicina tuvieron 90.0% de DMO, las estudiantes de terapia física registraron un 99.1% de DMO en promedio.

**CUADRO 13**  
% DMO según ocupación del grupo control

Ocupación	%DMO
Estudiantes (n = 14)	99.1
Otros (n = 5)	92.8
Médicos (n = 11)	90.9

Los controles, por otra parte, que manifestaron antecedentes de osteoporosis familiar tuvieron un porcentaje de DMO (87.5%) menor que aquellas sin antecedentes (96.2%).

**CUADRO 14**  
% DMO y antecedentes de osteoporosis del grupo control.

Antecedentes de Osteoporosis	%DMO
No (n = 26)	96.2
Si (n = 4)	87.5

Además se encontró una ligera diferencia en la DMO según el tipo de actividad física realizada encontrando un porcentaje de 97.0 para aquellas que refirieron realizar caminata, 95.5 de DMO para las que realizan pesas u otra actividad y 93.4 para las que manifestaron realizar aerobics.

**CUADRO 15**  
% DMO según tipo de actividad física del grupo de control.

Actividad física	% DMO
Caminata (n = 9)	97.0
Pesas (n = 4)	95.5
Otros (n = 4)	95.5
Aerobics (n = 13)	93.4

Dentro de estos controles, las que dedican más de 7 horas a la semana de ejercicio físico tienen una ligera ventaja en la DMO, la cual se incrementa cuando el tiempo de ejercicio excede a los 3 años.

**CUADRO 16**  
% DMO según horas de ejercicio y tiempo de realización del grupo de control.

Horas de entrenamiento/semana	%DMO	Tiempo ejercicio años	%DMO
≥ 7 (n = 7)	95.5	> 3 años	97.4
≤ 5 (n = 23)	94.9	≤ 3 años	93.9

Los controles con antecedentes de fractura tienen un porcentaje de DMO mayor que aquellas sin antecedentes (102.8 vs 93.4), del mismo modo que las que manifiestan dolor crónico (98.1) contra las que no manifiestan dicho dolor (94.2). Sin embargo, los controles con antecedentes de fractura tienen 11 veces más riesgo de dolor crónico que aquellas sin antecedentes de fractura. Además las que tienen antecedentes de fractura realizan más horas de entrenamiento a la semana (6.8 vs 5.2) y tienen en promedio mayor peso corporal (60.4 vs 53.4), datos que pudieran explicar el porcentaje de DMO mayor.

**CUADRO 17**

% DMO del grupo control según antecedentes de fractura.

<b>Antecedentes de fractura</b>	<b>% DMO</b>
Si (n = 5)	102.8
No (n = 25)	93.4

**CUADRO 18**

% DMO del grupo control según dolor crónico

<b>Dolor Crónico</b>	<b>% DMO</b>
Si (n = 6)	98.1
No (n = 24)	94.2

En los controles la menarca menor a los 13 años también se correlaciona con un porcentaje de DMO mayor que los controles contrarios cuya menarca empezó después de los 13 años de edad.

**CUADRO 19**

% DMO según menarca del grupo control

<b>Menarca</b>	<b>% DMO</b>
< 13 años (n = 22)	95.8
≥ 13 años (n = 8)	92.7

El consumo de anticonceptivos orales también establece una diferencia significativa, así, quienes manifestaron consumir anticonceptivos orales tienen un porcentaje de DMO de 89.5% contra 95.8 % de quienes manifestaron no consumirlos. Las embarazadas de los controles tienen también un porcentaje de DMO ligeramente mayor que las no embarazadas (97.3 vs 94.7).

**CUADRO 20**

% DMO y uso de anticonceptivos orales en grupo control.

Anticonceptivos orales	% DMO
No (n = 26)	95.8
Si (n = 4)	89.5

**CUADRO 21**

% DMO y antecedentes de embarazos en el grupo control.

Embarazos	% DMO
Si (n = 3)	97.3
No (n = 27)	94.7

Los controles que no consumen leche tienen un porcentaje de DMO significativamente menor (86.5%) que aquellas que si consumen (96.7%), siendo significativa la diferencia  $P < 0.05$ .

**CUADRO 22**

% DMO según consumo de leche en el grupo control.

Consumo de leche	Si	No
2 vasos (n = 14)	96.7%	86.5 %
1 vaso (n = 12)	95.9%	

Finalmente, los controles que no consumen leche pero además fuman y consumen secuestradores de calcio tienen un porcentaje de DMO de 87.3%, comparado contra el 93.8% de los controles que consumen leche no fuman y no consumen secuestradores de calcio.

**CUADRO 23**

% DMO según consumo de leche, tabaquismo e ingesta de sec. de calcio.

Grupo	Factores de consumo			% DMO
	Si leche	Tabaquismo -	No. sec. Calcio	
Control	No leche	Tabaquismo +	Si sec. calcio	87.3
Control	Si leche	Tabaquismo -	No. sec. Calcio	93.8

Con respecto al análisis de la DMO según la lectura de las diferentes áreas de la cadera permaneció un porcentaje de DMO mayor para el grupo de las bailarinas en comparación con el grupo control, encontrando al ángulo de Ward's como la región mejor mineralizada

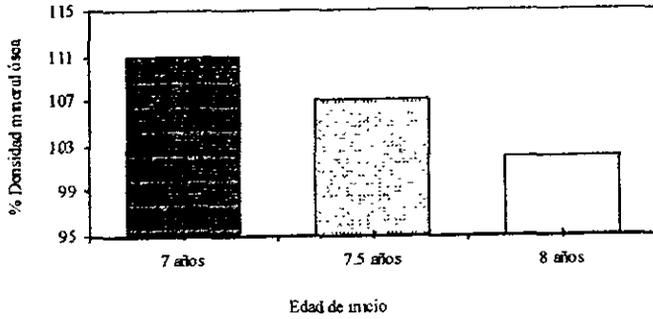
(122.3 vs 99.3%) y la región intertrocanterica la más afectada para las bailarinas con un % de DMO de 100 y para los controles el trocánter mayor con un % de DMO de 90.6.

#### CUADRO 24

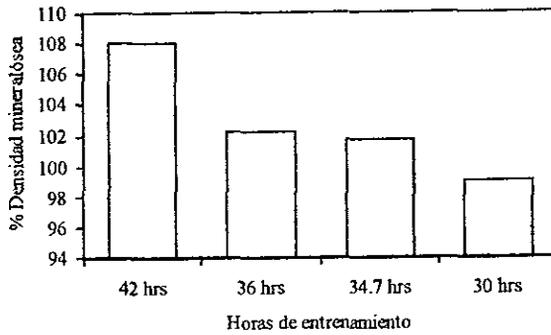
% DMO según las diferentes áreas de la cadera izquierda estudiadas para ambos grupos.

Grupo	Cuello	Trocánter	Intertroc	Ward's	Total
Bailarinas	107.5	103	100	122.3	103.1
Control	91.6	90.6	94.4	99.3	95.0

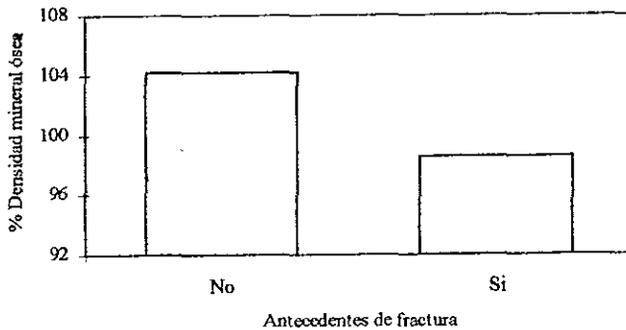
**GRAFICA 1**  
**% DMO de bailarinas que realizan otra actividad física extra correlacionado con edad de inicio al ballet**



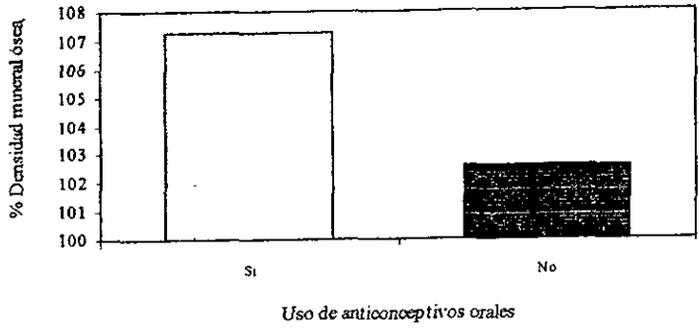
**GRAFICA 2**  
**% DMO de bailarinas que no realizan otra actividad física extra correlacionado con hrs de entrenamiento**



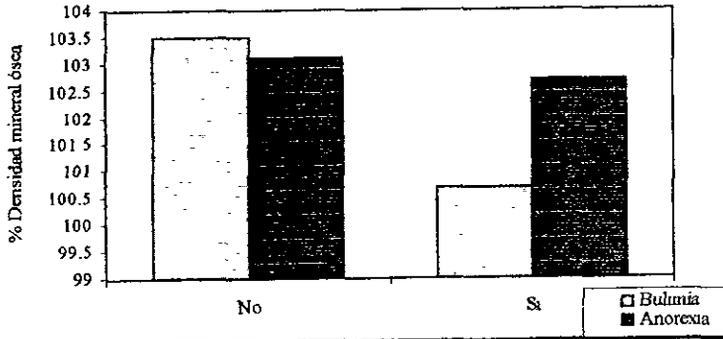
**GRAFICA 3**  
**% DOM en bailarinas según antecedentes de fractura**



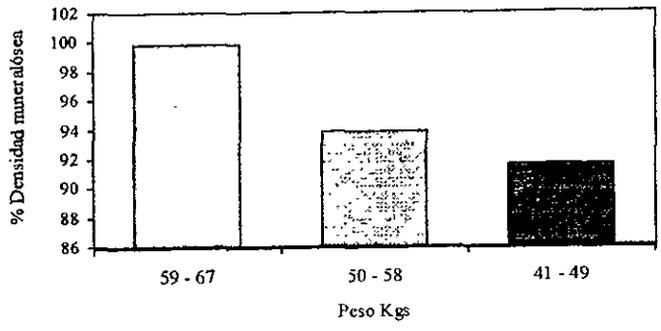
**GRAFICA 4**  
**% DMO en bailarinas de acuerdo al uso de anticonceptivos orales**

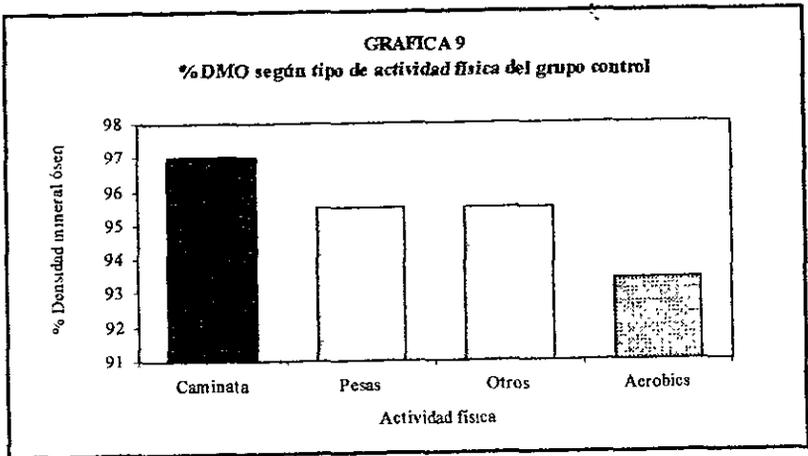
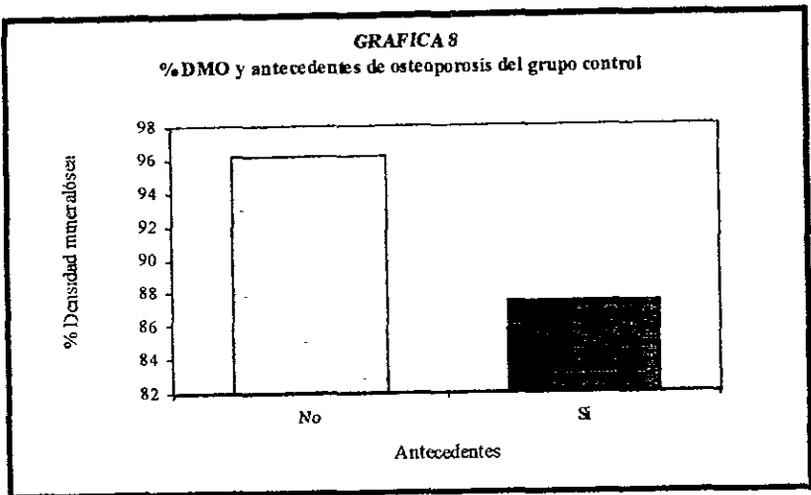
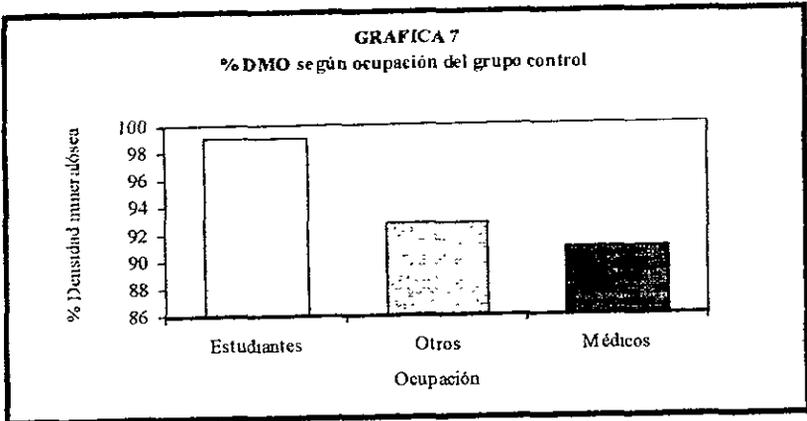


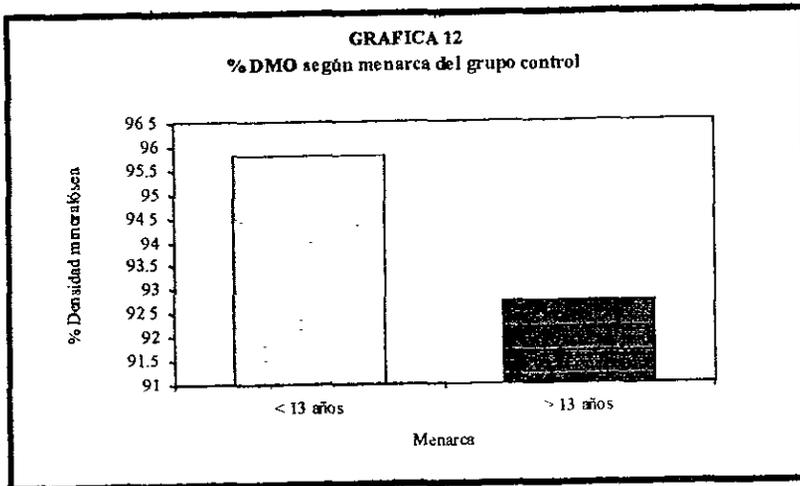
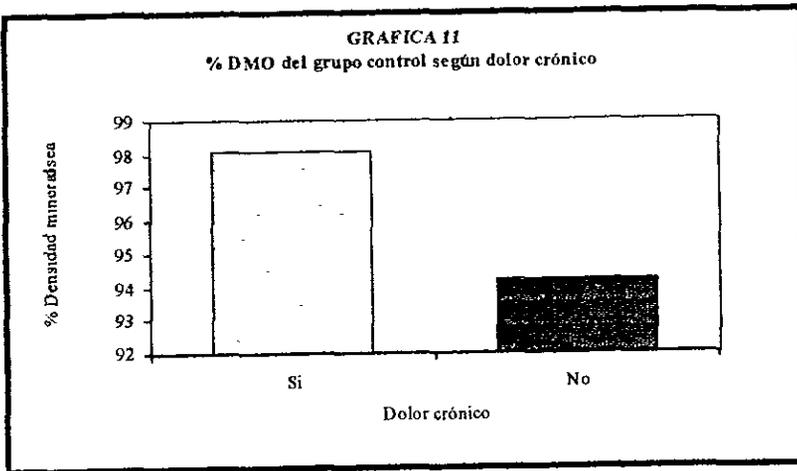
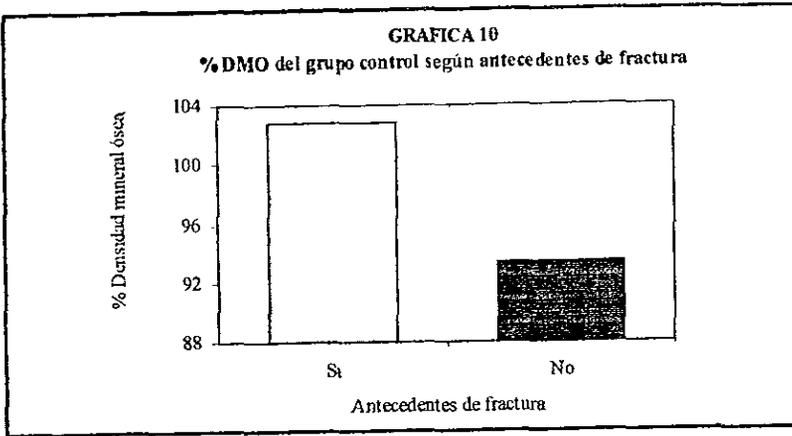
**GRAFICA 5**  
**% DMO en bailarinas que padecen anorexia y bulimia**

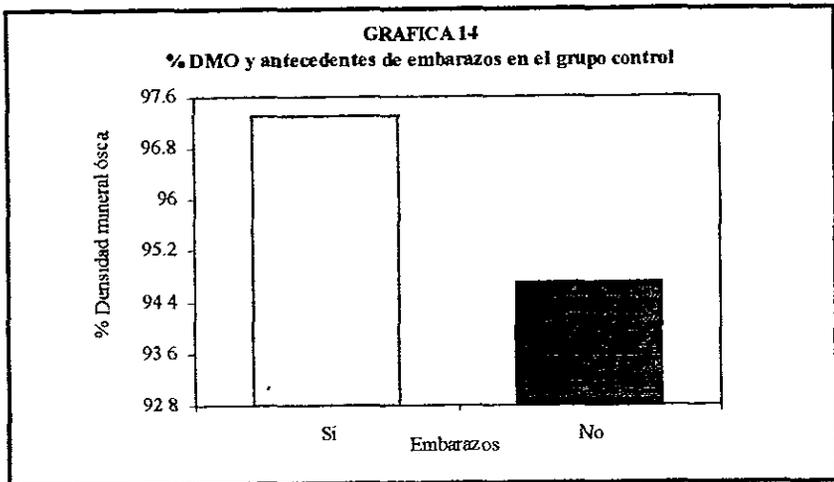
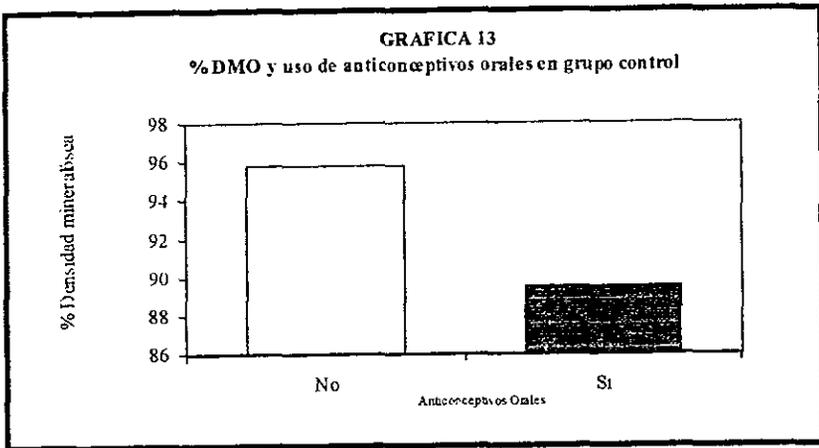


**GRAFICA 6**  
**% DMO de controles según peso**

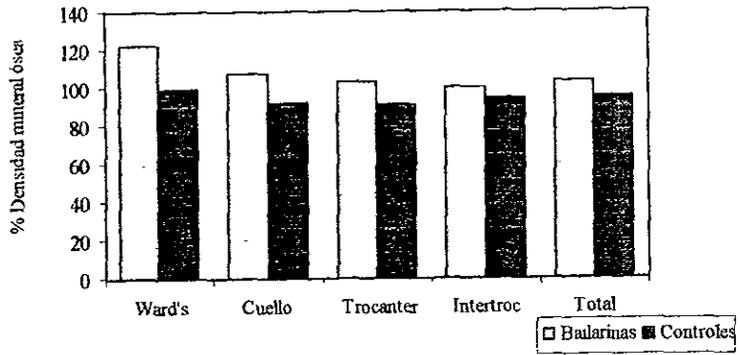








**GRAFICA 15**  
**%DMO según diferentes regiones de la cadera estudiadas para ambos grupos**



## DISCUSION

Los resultados de este estudio demostraron que el porcentaje de densidad mineral ósea (DMO) en la cadera de las bailarinas fue significativamente mayor a la encontrada en el grupo control después de un entrenamiento intenso en horas de actividad a la semana y por largo tiempo. Situación que no se esperaba ya que se consideraba que el ballet era una actividad física de extrema intensidad como para afectar directamente la masa ósea. Por tal motivo resulta indispensable determinar la variable sobreentrenamiento en las bailarinas y considerar si en ellas es posible hablar de tal efecto.

Etherington valora la actividad física según sus categorías y las divide en ejercicio vigoroso donde incluye actividades tales como carrera, squash, tenis, hockey, aerobics y ejercicio moderado como golf, baile y ejercicios de estiramiento. Y divide las actividades por unidades (1 unidad es igual a 15 min de ejercicio vigoroso), encontrando que un ejercicio de tipo vigoroso por largo tiempo con tan sólo 1 h/semana proporcionaba grandes beneficios a la DMO. Indica que en las mujeres un nivel de ejercicio de 4 hrs de actividad vigorosa por semana incrementa la DMO de manera notable. Y que los beneficios del ejercicio se relacionan con el tipo de actividad. (18)

Bourrin como muchos otros autores está de acuerdo en que hablar de intensidad de ejercicio considera el consumo máximo de Oxígeno ( $VO_2 \text{ max}$ ) lo que condiciona un tipo de ejercicio aeróbico el cual no debe ser mayor al 80%. (8)

Lo anterior nos podría hacer pensar que a pesar de que las bailarinas de este estudio dedican muchas horas de entrenamiento a la semana por un espacio muy largo de tiempo, las horas netas de actividad no son las referidas ya que durante las horas de clase y ensayos hay siempre espacios de inactividad física entre los diferentes ejercicios. Por tal motivo el ballet clásico no es considerado como una actividad aeróbica ya que un bailarín pocas veces alcanza el 80% de su frecuencia cardíaca máxima, y si lo alcanzara, ésto no se mantendría por un espacio suficiente pues se vería interrumpida por un lapso de tiempo de inactividad.

Hamdy R y colaboradores refieren que dependiendo del tipo de actividad física y de los músculos que se trabajen será el área con mayor DMO por lo que el efecto esperado al esqueleto no puede ser generalizado; ya que, la densidad mineral ósea esta en relación íntima con la masa muscular. (22). Mismo concepto que apoya Sinaki, quien también enfatiza la importancia del tipo de actividad en relación al efecto sobre la densidad mineral ósea. Nilsson y colaboradores compararon el contenido mineral óseo de 24 levantadores de pesas y 21 profesionales de ballet, obteniendo resultado de contenido mineral óseo muy semejantes entre ambos grupos. Sin embargo presenciaron un incremento ligeramente mayor en el grupo de bailarinas, sugiriendo que cuando la actividad física inicia a más temprana edad el contenido mineral ósea se verá incrementado. (48)

Resultados que se apreciaron de igual manera en este estudio, ya que la edad de inicio a la actividad física en las bailarinas correspondió a 7.5 años promedio.

Aisenbrey refiere que el hueso es un tejido dinámico y que es capaz de adaptarse a las fuerzas de stres impuestas en él. La resistencia ósea depende del stres inducido por la fuerza muscular y la actividad con carga de peso. Estudios en atletas han mostrado que el hueso se hipertrofia en respuesta al incremento de las cargas aplicadas. (2)

Wolman como la gran mayoría de los autores está de acuerdo en el efecto benéfico de la actividad física sobre la DMO, sin embargo asegura también que un ejercicio aeróbico muy intenso puede en ocasiones afectar el eje hipotálamo-pituitaria-gonada dando lugar a una alteración en el ciclo menstrual. Estas alteraciones son cada vez más frecuentes entre mujeres atletas y bailarinas de ballet. Wolman relaciona esto con la intensidad del entrenamiento y la restricción de calorías en la dieta; reduciendo la grasa corporal y aumentando la influencia a desarrollar amenorrea. Considerando también como factor importante el stres psicológico. Asegura que concentraciones bajas de estrógenos afectan severamente al esqueleto, en particular reducen la densidad ósea a pesar de altos niveles de ejercicio. (62).

Datos que se corroboran en este estudio ya que el % de DMO de las bailarinas ameno/oligomenorreicas es menor a las eumenorreicas (101.4 vs 104.0), sin embargo notese que el % de DMO del grupo control con ciclo menstrual normal es mucho menor (95.0).

Refiere también que un periodo de amenorrea de hasta 6 meses disminuye la DMO pero de forma reversible; no así, para los periodos largos de amenorrea de 2 a 3 años. Por lo que pudiera valorarse ésta condición en un futuro para este estudio.

Aloia afirma que los estrógenos son potencialmente más útiles en determinar la masa ósea que la actividad física. Y que las mujeres con amenorrea inducida por el ejercicio tienen mayor DMO que mujeres con amenorrea por otra causa secundaria o primaria. Un aumento en la actividad física es probablemente más benéfico ante la deficiencia de estrógenos. (3)

Este estudio no investigo causas de amenorrea, pero las bailarinas ameno/oligomenorreicas presentaron menos horas de entrenamiento con menor % de DMO (101.4) contra (104.0) de las eumenorreicas con más hrs de entrenamiento.

Sinaki además, menciona que, aunque es muy probable que el ejercicio promueva beneficios sustanciales al esqueleto, los estudios de ejercicios intensos asociados a amenorrea no demostraron protección en la mujer con deficiencia estrogénica. (48)

Referencias que en este estudios no pueden ser muy aclaradas ya que la amenorrea de las bailarinas parece estar relacionada más con baja ingesta calórica que con la intensidad del ejercicio; y es de origen secundario no primario como probablemente sea el caso anterior Y como mencione anteriormente el % de DMO de las ameno/oligomenorreicas es menor, con menos hrs de entrenamiento.

Wolman asegura que el entrenamiento intenso en la niñez puede retrasar el inicio de la pubertad. Algunas gimnastas y bailarinas de ballet retrasan la menarca hasta los 20 años. El retraso en la función menstrual se asocia con un efecto sobre la maduración esquelética, con un incremento de daño a la epífisis. (62)

Datos, que en este estudio no se correlacionan en su totalidad; ya que las bailarinas que iniciaron la actividad a más temprana edad, presentaron la menarca en promedio antes de los 13 años y son las que más horas de entrenamiento realizan obteniendo un % de DMO mayor (111.0), que las que iniciaron la actividad después de los 8 años y la menarca después de los 13 años. (100.3). Sin embargo el segundo dato si se correlaciona; ya que al no presentar retraso en la menarca, las posibilidades de daño a la epífisis son remotas obteniendo en las bailarinas un promedio de estatura de 163.2 cm vs 160.0 cm de los controles.

Micklesfield relacionó factores de riesgo que reducen la DMO, especialmente las alteraciones del ciclo menstrual entre un grupo de corredoras de maratón. Y encontró que un entrenamiento exhaustivo en ellas fue suficiente para influir en la historia de amenorrea/oligomenorrea y pérdida ósea en el fémur proximal, lo cual se agravaba en compañía con otros factores de riesgo como la ingesta baja de energía. Las corredoras que más actividad física realizaron tuvieron una historia más larga de amenorrea/oligomenorrea contrario a las que realizaron menor actividad presentando periodos más largos de regularidad menstrual. Concluye que aunque la actividad con carga de peso está asociada a un incremento en la DMO, el ejercicio extremo puede asociarse con alta incidencia de amenorrea/oligomenorrea con su consecuente reducción en la DMO. Este estudio fundamenta el concepto de que extrema actividad física con gran gasto de energía e ingesta calórica insuficiente tiene un efecto directo negativo sobre la DMO (36). Concepto que en este estudio no fue encontrado.

Robinson comparó la DMO entre un grupo de gimnastas, corredoras y grupo control. Encontrando que las gimnastas tuvieron mayor DMO que las corredoras a pesar de la mayor prevalencia de alteraciones en el ciclo menstrual ( amenorrea/oligomenorrea) del grupo de las gimnastas (47% para gimnastas y 30% para corredoras). Específicamente las gimnastas tenían más DMO en todos los sitios estudiados comparados con los de las corredoras y del grupo control; siendo el área más mineralizada el cuello femoral. Considera que a pesar del extremo nivel de ejercicio con carga de peso regular, la intensidad del entrenamiento en las corredoras es la causa de la menor masa ósea comparada con las gimnastas y el grupo control. La teoría es que las fuerzas de alto impacto resultantes del entrenamiento gimnástico estimulan más la formación de masa ósea que las fuerzas de bajo impacto del correr y son capaces de anular el efecto de resorción de los bajos niveles hormonales. Concluye que el ejercicio extremo puede inducir a amenorrea/oligomenorrea pero no siempre está asociada con baja masa ósea (43). Situación que se constata en este estudio ya que las bailarinas con amenorrea/oligomenorrea presentaron mayor % de DMO que los controles oligomenorreicas (101.4 vs 83)

Anderson establece el alto índice de fracturas por stres cuando la DMO está sumamente baja. Refiere el agravamiento en pacientes amenorreicas a las que se sugiere tratamiento con estrógenos en combinación con progesterona para disminuir el riesgo de cáncer. Refiere que un factor decisivo a parte de la dieta para causar alteraciones del ciclo menstrual y más tarde osteoporosis es el stres físico y mental, así como una baja ingesta de energía con el fin de permanecer extremadamente delgada. Manifestando que por lo general de todas las atletas femeninas las bailarinas son las que más se obsesionan con el aspecto físico (4)

Carbon y colaboradores valoraron la DMO del cuello femoral de mujeres atletas y no atletas, encontrando que la DMO de las atletas se encontraba en un 95% (valor estimado para mujeres sedentarias jóvenes); sugiriendo que las fracturas por stres en las mujeres atletas no son necesariamente dependientes de la DMO, sino que en ocasiones son independientes a la masa ósea. Refiere que la fatiga y las fracturas por stres están causadas por una inhabilidad del hueso a resistir el stres aplicado en un ritmo repetitivo submáximo que pudiera estar determinado no sólo por la DMO sino también por el grado de uso/sobreuso y factores biomecánicos. Concluye que las fracturas por stres se presentaron predominantemente en huesos de los miembros inferiores, sitios con alta proporción de hueso cortical y los cambios en la densidad ósea no necesariamente explican las fracturas en las atletas. (11)

Este estudio presentó menor % de DMO en bailarinas con antecedentes de fractura que en controles con antecedente de fracturas (98.6 vs 102.4). Sin embargo al compararlas entre su mismo grupo la DMO de las bailarinas con antecedente de fracturas es menor que las que no tiene antecedentes, más por el contrario, los controles con antecedentes de fracturas presentaron una DMO mayor que las que no refirieron antecedentes de fractura (102.8 vs 93.4). No se investigaron fallas biomecánicas o errores de entrenamiento en el grupo de las fracturadas ni si estas entrenaron más intensamente que el grupo de las no fracturadas.

Kadel en un estudio con bailarinas de ballet sugirió que el entrenamiento excesivo más un periodo de amenorrea largo se asociaban con el incremento de las fracturas por stres. Las horas de entrenamiento por semana fue un factor de riesgo significativo para dichas fracturas. De 31 bailarinas que entrenaban menos de 5 hrs diarias, sólo el 31% presentó fracturas. Sin embargo 18 bailarinas que entrenaron más de 5 horas diarias el 50% de ellas sufrió una fractura. (26)

Este estudio demostró lo contrario, ya que a más horas de entrenamiento (47.3), mayor % de DMO (104.0). Observando que las bailarinas con antecedentes de fractura (20%) entrenaban en promedio 37 hr a la semana, mientras que las que entrenaban 38.4 hr no presentaron fracturas (80%)

La gran mayoría de los autores que se han dedicado a evaluar la densidad mineral ósea en relación a las alteraciones alimenticias, concluyen que de estas las más graves y de mayor interés son la anorexia nervosa y la bulimia. Ya que estas han demostrado tener un efecto directo negativo sobre la densidad mineral ósea, la cual puede agravarse si se combina con otros factores como la intensidad de la actividad física y las alteraciones en el ciclo menstrual.

La Ban y colaboradores demostraron que atletas con algún tipo de alteración alimenticia, sometida a un entrenamiento intenso incrementaba el riesgo de sufrir fracturas por stres inclusive en mujeres con densidad ósea normal. Sin embargo si este tipo de mujeres realizaba únicamente un ejercicio de 1 a 6 hr/sem mejoraban la DMO del cuello femoral. La actividad física que rebasara más de 6 hr/sem incrementaba la probabilidad de disminuir la DMO del cuello femoral. Por lo que este reporte sugirió que una actividad moderada de 4 a 6 hr/sem tiene un efecto benéfico sobre la DMO para las pacientes con anorexia nervosa o bulimia. Patologías que predisponen a sufrir de osteoporosis (27)

Considerando los factores anteriores; este estudio demostró que dentro de la población dancística se sufre de cierta frecuencia de alguna de las 2 patologías (13.3%), haciendo evidencia en cuanto al efecto sobre la DMO. Las bailarinas que presentaron anorexia tuvieron una DMO menor que las sanas (102.7% vs 103.3%), así mismo ocurrió con la bulimia afectando a la DMO con un 100.7% contra un 103.5% de las sanas. Sin embargo la actividad física contrarrestó los efectos reales sobre ella, ya que a pesar de ello los controles siempre presentaron menor DMO que las bailarinas.

Con relación al dolor crónico, la frecuencia de éste se ha relacionado con el síndrome por stres, de localización frecuente en la tibia. Este síndrome es considerado como un síndrome por sobreuso que involucra muchas estructuras y que con frecuencia una de las causas es la fractura por stres. (12)

Al respecto, este estudio no consideró la incidencia de dolor crónico con posible síndrome medial tibial por stres que sería recomendable analizarlo también; sin embargo las bailarinas con antecedentes de fractura tienen 3 veces más riesgo de padecer dolor crónico que las que manifestaron no tener antecedentes de fractura.

Sinaki refiere que un factor protector para la masa ósea, es la grasa corporal; la cual, se incrementa según el peso corporal del individuo y actúa también como carga de peso directa al esqueleto para mayor protección. Por tal motivo a mayor peso corporal, mayor densidad mineral ósea (48) Aspecto que fue totalmente avalado en este estudio dentro del grupo control.

En cuanto a los factores de consumo, la gran mayoría de los autores están de acuerdo que el tabaquismo y la cafeína tienen un efecto negativo hacia la densidad ósea. Los llamados secuestradores de calcio como embutidos o alimentos que contengan conservadores tales como el benzoato o propionato de sodio afectan en la densidad mineral ósea compitiendo con el calcio a nivel renal, favoreciendo su excreción. Una ingesta deficiente de calcio o vitamina D también se ven reflejadas en la cantidad de mineralización ósea (34,37,48).

## **CONCLUSIONES**

Considerando los resultados obtenidos en esta investigación podemos concluir que el ballet clásico a nivel profesional no constituye ser un ejercicio físico de intensa actividad, sino por el contrario; resulta tener ciertas características osteogénicas importantes fundamentados principalmente en las fuerzas de impacto sobre el hueso. Ejercicio que es capaz de contrarrestar los efectos negativos sobre la densidad mineral ósea. Por lo tanto el ballet clásico no disminuye la DMO por lo que las bailarinas no presentan riesgo de fractura patológica.

Con relación a la intensidad de la actividad física entre ambos grupos es notable la diferencia, concluyendo que a más horas de entrenamiento físico mayor DMO, cosa que no se observó con la misma magnitud en los controles ya que la actividad física realizada en ellas aumenta la densidad mineral ósea pero en menor proporción que en las bailarinas.

En cuanto a factores que influyen sobre la densidad mineral ósea, se concluye que en las bailarinas los que más afectaron de forma negativa fueron las alteraciones en el ciclo menstrual y alimenticias; mientras que en forma positiva, el uso de anticonceptivos orales, embarazo, lactancia y por supuesto las horas de entrenamiento; demostraron tener siempre mayor efecto sobre la DMO que los negativos.

Por otra parte, dentro del grupo control; el factor que influyó más frecuentemente de forma negativa sobre la DMO fué el antecedente de osteoporosis familiar, así como la ingesta baja de calcio y de forma positiva el peso. Sin embargo a pesar de que en general este grupo presentó menores factores de riesgo para la DMO y se esperaba un mejor resultado en ellas; fue el tipo de actividad física el factor que de alguna manera fundamentó en este estudio la densidad mineral ósea de ambos grupos.

Si bien es verdad que la densidad mineral ósea constituye ser un factor predominante en la etiología de las fracturas por estrés; surge la interrogante del porqué, la literatura sigue refiriendo que los bailarines de ballet clásico continúan sufriendo de fracturas por estrés de predominio tibial; si de acuerdo a los datos obtenidos en esta investigación el promedio de densidad mineral ósea de las bailarinas correspondió ser mayor al 100%. Es decir, que las bailarinas no se fracturan por mala calidad ósea, sino que por el contrario; deben buscarse otros factores que influyan en esto. Por lo que es conveniente seguir investigando y analizar otras posibles causas. Considerando las características anatómicas individuales de cada bailarín y los efectos biomecánicos que sufre el hueso al someterse a dicha actividad durante varias horas de entrenamiento.

Considero que sería ideal realizar otro estudio de seguimiento del mismo grupo de bailarinas durante la edad de la menopausia y valorar el efecto de la actividad dancística previa sobre la densidad mineral ósea durante esta época en comparación con otras mujeres menopáusicas no bailarinas.

## CUESTIONARIO

Nombre \_\_\_\_\_  
Edad \_\_\_\_\_  
Fecha de nacimiento: día/mes/año \_\_\_\_\_  
Domicilio: \_\_\_\_\_  
Teléfono: \_\_\_\_\_  
Ocupación: \_\_\_\_\_  
Edo civil: \_\_\_\_\_  
Lugar de trabajo: \_\_\_\_\_  
Tiempo de antigüedad en ese trabajo: \_\_\_\_\_  
Trabajo previo: \_\_\_\_\_  
Categoría dancística (si la tiene): \_\_\_\_\_  
Peso: \_\_\_\_\_  
Talla: \_\_\_\_\_

### ANTECEDENTES HEREDOFAMILIARES

1. En su familia existen antecedentes de osteoporosis? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
Quienes \_\_\_\_\_  
Con tratamiento \_\_\_\_\_ Sin tratamiento \_\_\_\_\_

### ANTECEDENTES PERSONALES NO PATOLOGICOS

2. Realiza alguna actividad física? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
3. Qué actividad física desempeña y/o deportes? \_\_\_\_\_
4. Desde cuándo la realiza? \_\_\_\_\_
5. Con qué frecuencia la realiza? ( en horas y días a la semana) \_\_\_\_\_
6. Si es usted bailarina. Realiza usted alguna actividad física extra a la que realiza en su lugar de trabajo? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
7. Si es afirmativo. Especifique cuál? \_\_\_\_\_
8. Qué tiempo le dedica? (horas y días/semana) \_\_\_\_\_
9. Ha presentado fracturas en los últimos 5 años? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
localización \_\_\_\_\_ Hace cuánto tiempo? \_\_\_\_\_
10. Si su respuesta es afirmativa. Especifique cómo ocurrió o de qué forma se manifestó? \_\_\_\_\_
11. De qué forma se diagnóstico? (especifique si se realizó algún estudio y de qué tipo) \_\_\_\_\_
12. Qué tratamiento recibió? \_\_\_\_\_
13. Ha presentado dolor crónico óseo o muscular en alguna parte del cuerpo? Si \_\_\_\_\_  
No \_\_\_\_\_ Localización \_\_\_\_\_  
Desde hace cuánto tiempo \_\_\_\_\_ En qué momento se presenta? \_\_\_\_\_
14. Ha acudido al médico para tratar ese dolor? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
15. Qué diagnóstico le proporcionó? \_\_\_\_\_

16. Qué tratamiento le dio? \_\_\_\_\_

### ANTECEDENTES GINECOBISTETRICOS

17 A qué edad empezó a menstruar? \_\_\_\_\_

18 En relación a sus ciclos menstruales. (subraye la más adecuada para usted) Si en su historia menstrual considera usted que puede compartir 2 letra. Especifique con un 1 la previa y 2 la actual

- a) Sus ciclos menstruales varían de 10 a 13 periodos al año (promedio 11.5 periodos/año)
- b) Sus ciclos menstruales varían de 4 a 9 periodos al año (promedio 7 periodos/año)
- c) Sus ciclos menstruales van de 0 a 3 periodos al año (promedio 1.5 periodos/año)
- d) Ausencia de ciclo menstrual en los últimos 3 meses.

Si existen alteraciones en su ciclo menstrual. Considera usted que los problemas se presentaron a causa del entrenamiento físico? \_\_\_\_\_

Se ha embarazado? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Cuántas veces? \_\_\_\_\_

19. Ha tenido abortos: Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Cuántos \_\_\_\_\_

20. Sus embarazos se obtuvieron por: Partos \_\_\_\_\_ Cesárea \_\_\_\_\_

21. Le dio pecho a alguno de sus hijos? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Por cuánto tiempo? \_\_\_\_\_

22. Especifique fecha de último parto \_\_\_\_\_

23. Especifique su fecha de última menstruación \_\_\_\_\_

24. Toma anticonceptivos orales o inyectables para control prenatal? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Desde cuándo? \_\_\_\_\_

25. Si alguna vez los tomó. Especifique desde cuándo no los toma? \_\_\_\_\_

26. Le realizaron la salpingoclasia? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

27. Fuma? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Cuándo inicio? \_\_\_\_\_

Qué cantidad fuma?(número de cigarrillos/día) \_\_\_\_\_

### ESTADO NUTRICIONAL

28. Describa brevemente los alimentos que consume en las diferentes comidas. (Incluyendo cantidad de consumo de lácteos, cafeína, embutidos y comida chatarra).

DESAYUNO: \_\_\_\_\_

ALMUERZO: \_\_\_\_\_

COMIDA: \_\_\_\_\_

CENA: \_\_\_\_\_

28 Ingiere algún complemento vitamínico? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

29 Ingiere algún complemento de calcio? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

30. Su peso corporal siempre lo mantiene cómo el actual? Si  No  Si en ocasiones se encuentra más delgada. Refiera cuál es el peso mínimo que ha presentado. \_\_\_\_\_

31. Le asusta ganar peso o crear llantitas a pesar de saberse delgada? Si  No

32. Cuándo se observa al espejo. Considera que se ve gorda? Si  No

33. Consume algún tipo de laxante? Si  No  Bajo prescripción médica? Si  No

34. Consume algún diurético? Si  No  Bajo prescripción médica? Si  No

35. En ocasiones ha llegado a comer de forma compulsiva que le es difícil parar? Si  No

36. Si la respuesta anterior es afirmativa. Le asusta subir de peso? Si  No

37. Ha realizado alguna de estas actividades para reducir de peso (marque las con una x):  
Incrementar la actividad física acostumbrada  Provocarse el vomito

### **ANTECEDENTES PERSONALES PATOLOGICOS**

38. Padece alguna enfermedad importante? (hipertiroidismo, hipotiroidismo, osteogénesis imperfecta, enfermedad ósea neoplásica). Cuál? \_\_\_\_\_

39. En la actualidad bajo alguna causa. Se encuentra bajo tratamiento con corticoides? Si  No

## REFERENCIAS

1. Adachi J. Current treatment options for osteoporosis. *J Rheumatol* 1996; 23:11-14
2. Aisenbrey J. Exercise in the prevention and management of osteoporosis. *Physical Therapy* 1987; 67(7):1100-1104
3. Aloia J, Vaswani A, Yeh J and Cohn S. Premenopausal Bone Mass Is Related to Physical Activity. *Arch Intern Med* 1988;148:121-123
4. Anderson K, Oulund J. Symposium on Dance Medicine. Norwegian University of Physical Education 1992; May 21-24: 1-64
5. Arendt E. Orthopaedic Issues for Active and Athletic Women. *Clinics in Sports Medicine* 1994;13(2):483-503
6. Bauman P, Singson R, Hamilton W. Femoral Neck Anteversion in Ballerinas. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 1994; (302): 57-63
7. Bloomfield S, Williams N, Lamb D, Jackson R. Non-weightbearing exercise may increase lumbar spine bone mineral density in healthy postmenopausal women. *Am J Phys Med Rehabil* 1993; 72(4): 204-209
8. Bourrin S, Genty Ch, Palle S, Charib C. Adverse effects of strenuous exercise: a densitometric and histomorphometric study in rat. *J. Appl Physiol* 1994; 76(5): 1999-2005
9. Bunt J, Going S, Lohman T et al. Variation in bone mineral content and estimated body fat in young adult females. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1990; 22 (5): 564-569
10. Caldemeyer K, Smith R, Harris A et al. Hematopoietic Bone Marrow Hyperplasia: Correlation of Spinal MR Findings, Hematologic Parameters and Bone Mineral Density in Endurance Athletes. *Radiology* 1996; 198: 503-508
11. Carbon R, Sambrook P, Deakin V et al. Bone density of elite female athletes with stress fractures. *Med J Aust* 1990; 153: 373-376
12. Clanton T, Solcher B. Chronic Leg Pain in the Athlete. *Clinics in Sports Medicine* 1994;13(4): 743-759
13. Cohen B, Mist M, Laskey M. Effect of exercise training programme on bone mineral density in novice college rower. *British J Sports Med* 1995;29(2):85-87
14. Dalsky G, Stocke K, Ehsani A. Weight-bearing exercise training and lumbar bone mineral content in postmenopausal women. *Annals of Internal Medicine* 1988; 108(6): 824-828
15. Darzins P, Jones G, Smith B. Bone density of elite female athletes with stress fractures. *The Medical Journal of Australia* 1991; 154: 492-493
16. Delmas P. Técnicas no invasivas para la evaluación de la osteoporosis. *Health Council in Osteoporosis* 1995;1(3):1-12
17. Dook J, Henderson J, Price R. Exercise and bone mineral density in mature female athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1997; 29(3):291-296
18. Etherington J, Harris P, Nandra D et al. The Effect of Weight-Bearing Exercise on Bone Mineral Density: A Study of female ExElite Athletes and the General Population. *Journal of Bone and Mineral Research* 1996;11(9):1333-1338

19. Fehlandt A, Micheli L. Lumbar facet Stress Fracture in a ballet Dancer. *Spine* 1993;18(16):2537-2539
20. Fredericson M, Bergman G, Hoffman K et al. Tibial Stress Reaction in Runners. *The American Journal of Sports Medicine* 1995;23(4):472-481
21. Garrick J, Requa R. Ballet Injuries. *The American Journal of Sports Medicine* 1993;21(4): 586-590
22. Hamdy R, Anderson J, Whalen K et al. Regional Differences in Bone Density of Young Men Involved in Different Exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1994;26(7):884-888
23. Hardaker W. Foot and Ankle Injuries in Classical Ballet Dancers. *Orthopedic Clinics of North America* 1989;20(4):621-627
24. Harrington T, Crichton J, Anderson R. Overuse Ballet Injury of the Base of the Second Metatarsal. *The American Journal of Sports Medicine* 1993;21(4):591-598
25. Johnson M. *Disordered Eating in Active and Athletic Women*. *Clinics in Sports Medicine* 1994; 13(2):355-369
26. Kadel N, Teitz C, Kronmal R. Stress Fractures in Ballet Dancers. *The American Journal of Sports Medicine* 1992;20(4): 445-449
27. LaBan M, Wilkins J, Sackeyfio A et al. Osteoporotic Stress Fractures in Anorexia Nervosa: Etiology, Diagnosis and Review of Four Cases. *Arch Phys Med Rehabil* 1995; 76: 884-887
28. Lebrun C. The Effect of the Phase of the Menstrual Cycle and the Birth Control Pill on Athletic Performance. *Clinics in Sports Medicine* 1994;13(2):419-441
29. Lynn G. Prevention and Management of Dance Injuries 1993;12(2):52-60
30. Marcus R. Exercise and the Regulation of Bone Mass. *Arch Intern Med* 1989;149:2170-2171
31. Marotta J, Micheli L. Os Trigonum Impingement in Dancers. *The American Journal of Sports Medicine* 1992;20(5):533-536
32. Marshall L. Clinical Evaluation of Amenorrhea in Active and Athletic Women. *Clinics in Sports Medicine* 1994; 13(2):371-387.
33. Masters S, Purdman F. Stress Fractures of the Femoral Shaft. *J Sports Med* 1989;14:70-73
34. Mazess R, Barden H. Bone density in Premenopausal Women: Effects of Age, Dietary Intake, Physical Activity, Smoking and Birth-Control Pills. *Am J Clin Nutr* 1991;53:132-42
35. Michel B, Bloch D, Fries J. Weight-Bearing Exercise, Overexercise, and Lumbar Bone Density Over Age 50 Years. *Arch Intern Med* 1989;149:2325-2329
36. Micklesfield L, Lambert E, Fataar A et al. Bone Mineral Density in Mature, Premenopausal Ultramarathon Runners. *Medicine And Science in Sports and Exercise* 1995;27(5):688-696
37. Myburg K, Hutchins J, Fataar A. Low bone density is an etiologic factor for stress fractures in athletes. *Annals of Internal Medicine* 1990; 113: 754-759
38. Nattiv A, Agostini R, Drinkwater B. The Female Athlete Triad. The Inter-Relatedness of Disordered Eating, Amenorrhea and Osteoporosis. *Clinics in Sports Medicine* 1994;13(2):405-417

39. Nielens H, Devogelaer J, Mlaghem J. Occurrence of a Painful Stress Fracture of the Femoral Neck Simultaneously With Six Other Asymptomatic Localizations in a Runner. *The J of Sports Medicine and Phys Fitness* 1994;34(1): 79-82
40. Ounpuu S. The Biomechanics of Walking and Running. *Clinics in Sports Medicine* 1994;13(4):843-863
41. Quirk R. Common Foot and Ankle Injuries in Dance. *Orthopedic Clinics of North America* 1994;25(1):123-132
42. Ramel E, Moritz U. Self-Reported Musculoskeletal Pain and Discomfort in Professional Ballet Dancers in Sweden. *Scand J Rehab Med* 1994;26:11-16
43. Robinson T, Snow-Harter C, Taaffe D et al. Gymnasts Exhibit Higher Bone Mass Than Runners Despite Similar Prevalence of Amenorrhea and Oligomenorrhea. *Journal of Bone and Mineral Research* 1995;10(1):26-35
44. Rockwell J, Sorensen A, Baker S et al. Weight Training Decreases Vertebral Bone Density in Premenopausal Women: A Prospective Study. *J of Clinical Endocrinology and Metabolism* 1990;71:988-993
45. Ross Outerbridge A, Micheli L. Overuse Injuries in the Young Athlete. *Clinics in Sports Medicine* 1995;14(3):503-516
46. Sands W, Shultz B, Newman A. Women's gymnastics Injuries. *The American Journal of Sports Medicine* 1993;21(2):271-276
47. Schon L, Biddinger K, Greenwood P. Dance Screen Programs and Development of Dance Clinics. *Clinics in Sports Medicine* 1994;13(4):865-882
48. Sinaki M. Exercise and Osteoporosis. *Arch Phys Med Rehabil* 1989; 70: 220-229
49. Smidt G, Lin S, O'dwyer K, Blanpied P. The effect of high-intensity trunk exercise on bone mineral density of postmenopausal women. *Spine* 1992;17(3):280-285
50. Smith R, Rutherford O. Spine and total body bone mineral density and serum testosterone levels in male athletes. *Eur J Appl Physiol* 1993;67:330-334
51. Snead D, Stubbs C, Weltman J et al. Dietary patterns, eating behaviors, and bone mineral density in women runners. *Am J Clin Nutr* 1992; 56: 705-711
52. Snead D, Weltman A, Weltman J et al. Reproductive hormones and bone mineral density in women runners. *J Appl Physiol* 1992;72(6):2149-2156
53. Snow-Harter Ch. Bone Health and Prevention of osteoporosis in Active and Athletic Women. *Clinics in Sports Medicine* 1994; 13(2):389-404
54. Strudwick W, Goodman S. Proximal fibular stress fracture in an aerobic dancer. *The American Journal of Sports Medicine* 1992;20(4):481-482
55. Taaffe D, Robinson T, Snow Ch et al. High-Impact Exercise Promotes Bone Gain in Well-Trained Female Athletes. *Journal of Bone and Mineral Research* 1997;12(2):255-260
56. Tanner S. Preparticipation Examination Targeted for the Female Athlete. *Clinics in Sports Medicine* 1994;13(2):337-353
57. Teitz C, Harrington R. Patellar Stress Fracture. *The American Journal of Sports Medicine* 1992;20(6):761-765
58. Van de Loo D, Johnson M. The Young Female Athlete. *Clinics in Sports Medicine* 1995; 14(3):687-707
59. Van de Meulebroucke B. Stress Lesions of the Forefoot in Ballet Dancers. *Acta Orthopaedica Belgica* 1994;60:47-49

- 60 Wilson J, Wolman R. Osteoporosis and Fracture Complications in an Amenorrhoeic Athlete. *British Journal of Rheumatology* 1994;33:480-481
61. Winters K, Adams W, Meredith C et al. Bone density and cyclic ovarian function in trained runners and active controls. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1996;28(7):776-785
62. Wolman R. Osteoporosis and exercise. *BMJ* 1994; 309(6): 400-403