

11222

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

10



FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
UNIDAD DE MEDICINA FISICA Y REHABILITACION  
SIGLO XXI

DISEÑO DE ADITAMENTO PARA REALIZAR  
EJERCICIO ESPECIFICO QUE FAVOREZCA LA  
FORMACION DE TEJIDO OSEO EN MUJERES  
PREMENOPAUSICAS COMO METODO PREVENTIVO  
DE LA OSTEOPOROSIS

TESIS DE POSTGRADO  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
ESPECIALISTA EN MEDICINA  
DE REHABILITACION  
P R E S E N T A :  
DRA. ADRIANA GARCIA HERNANDEZ



IMSS

MEXICO, D.F.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

2002



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

adjunto a la Dirección General de Bibliotecas •  
UNAM a difundir en formato electrónico e impresa  
contenido de mi trabajo recepcional

NOMBRE: Adriana Garcia  
Hernandez

FECHA: 21 NOV 2002

FIRMA: [Firma manuscrita]

**INVESTIGADOR**

**DRA. ADRIANA GARCIA HERNANDEZ**

**Médico residente del 3er año en la especialidad de Medicina Física y  
Rehabilitación de la U.M.F.R.S XXI – I.M.S.S**

## **ASESORES**

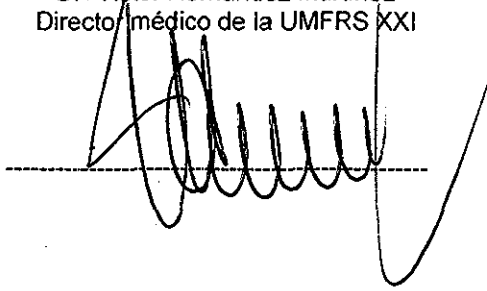
**DR VICTOR HERNANDEZ MARTINEZ**  
Médico especialista en Medicina Física y Rehabilitación  
Director de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Siglo XXI  
Instituto Mexicano del Seguro Social

**DRA. JUANA GALVAN VAZQUEZ**  
Médico especialista en Medicina Física y Rehabilitación  
Jefe de Consulta Externa de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Siglo  
XXI  
Instituto Mexicano del Seguro Social

**DR. MARIO VINICIO MEJIA BARAJAS**  
Médico especialista en Medicina Física y Rehabilitación  
Médico Adscrito de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Siglo XXI  
Instituto Mexicano del Seguro Social

HOJA DE AUTORIZACION DE TESIS

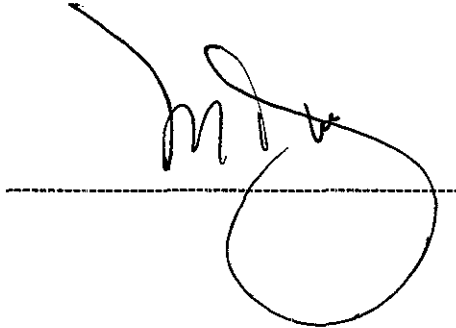
Dr. Victor Hernández Martínez  
Director médico de la UMFRS XXI



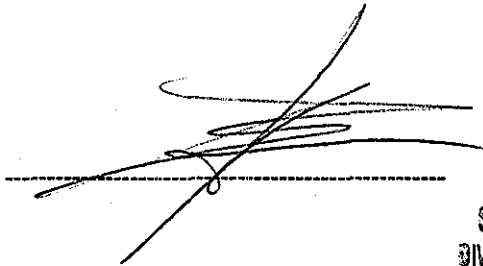
**IMSS**

**"EDUCACION E  
INVESTIGACION  
MEDICA"**

Dra Ma. Teresa Rojas Jiménez  
Subdirector médico de la UMFR S XXI



Dra Beatriz González Carmona  
Jefe de Enseñanza e Investigación de la UMFRS XXI



SUBDIVISION DE ESPECIALIZACION  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
FACULTAD DE MEDICINA  
U. N. A. M.

## **DEDICATORIA**

**A Dios:**

*Por estar aquí*

**A mis padres:**

*Por permitirme ser yo misma,*

*siempre con su apoyo incondicional.*

**A mis hermanos:**

*Por estar cerca de mí*

**A mi esposo:**

*Por su gran amor y paciencia*

**DISEÑO DE ADITAMENTO PARA REALIZAR EJERCICIO ESPECÍFICO QUE  
FAVOREZCA LA FORMACIÓN DE TEJIDO ÓSEO EN MUJERES  
PREMENOPAUSICAS COMO MÉTODO PREVENTIVO DE LA OSTEOPOROSIS**

## INDICE

1	INTRODUCCION	*****	1
2	JUSTIFICACION		3
3	OBJETIVOS	*****	4
4	MATERIAL Y METODOS		5
5	ANTECEDENTES	*****	6
6	CONCLUSIONES		23
7	TRIPTICO	*****	24
8	BIBLIOGRAFIA		25
9	ANEXOS	*****	28



## INTRODUCCION

La osteoporosis es, quizá, el ejemplo más característico de una enfermedad crónica degenerativa susceptible de prevención o detección temprana. A pesar de esas posibilidades, la osteoporosis es hoy un problema de salud pública que afecta por lo menos 30% de las mujeres mayores de 45 años. Además, ante la cada vez más amplia expectativa de vida, es de esperar que el número de ancianos aumentara notablemente (1) •

En nuestro país ha habido un gran crecimiento poblacional, en 1990 había 81 millones de mexicanos y para 1995 la cifra ascendió a 91 millones de habitantes. En 1990 había casi 5 millones de mujeres mayores de 50 años, sin embargo, en tan solo cinco años, es decir, para 1995, el número de mujeres mayores de 50 años aumentó a casi seis millones, de acuerdo con cifras proporcionadas por el INEGI (2)

En nuestro país no existen reportes de estudios epidemiológicos que permitan conocer la dimensión del problema, sin embargo el médico entra en contacto con esta enfermedad todos los días. En el Instituto Mexicano del Seguro Social esta enfermedad ocupó el duodécimo lugar dentro de las causas de demanda de consulta de medicina familiar (3). Se ha informado que las fracturas de cadera se presentan en los hospitales generales con una tasa de 3.78/ 1000 egresos, pero algunos investigadores han señalado que la frecuencia de estas fracturas va en aumento y la mayoría de las mujeres de más de 60 años tienen algún grado de osteopenia u osteoporosis

Su costo anual en Estados Unidos de Norteamérica es de 10 millones de dólares que podrían triplicarse en 30 años. En nuestro medio aún no se reconoce formalmente como un problema de salud pública, sin embargo de acuerdo con la transición epidemiológica es probable que en el futuro se considere de gran trascendencia(3,4)

La osteoporosis y sus complicaciones son causa de morbilidad y mortalidad importante, llegando a ser de un alto costo económico y deterioro de la calidad de vida de quién la sufra por lo que la frecuencia y las consecuencias de la osteoporosis indican la necesidad de un manejo apropiado en las personas que se hallan en mayor riesgo (5)

A pesar que el foco particular de esta revisión es el papel del ejercicio en el hueso, es inapropiado construir la masa ósea en términos de un solo modelador. El hueso es un órgano bifuncional con papeles estructurales primarios (resistencia gravitacional y locomoción) algunas veces en conflicto con su función como reservorio mineral. Cambios en la actividad, dieta y estado hormonal ocurren en el envejecimiento y todas contribuyen a la salud esquelética (6). Por lo tanto las estrategias de prevención para osteoporosis tienen como "blanco" a las mujeres jóvenes y premenopaúsicas e incluyen la optimización del pico de masa ósea y la reducción de la pérdida ósea relacionada con el envejecimiento (6,7).

## JUSTIFICACION

Existe actualmente suficiente evidencia en la literatura que sustentan la eficacia del ejercicio de resistencia sitio específico y ejercicio con carga de peso de forma vigorosa en el mantenimiento adecuado de la densidad mineral ósea durante la posmenopausia lo que nos permite diseñar una técnica de ejercicios de resistencia sitio específicos por medio de aditamentos de que permita realizarlos de manera simple, seguro y de manera económica en pacientes premenopausicas con la finalidad de incrementar el pico de masa ósea y prevenir el desarrollo de la osteoporosis, enfermedad de gran importancia por la transición epidemiológica que presentan nuestras poblaciones. Pretendiendo la elaboración de un tríptico para difusión de la información a derechohabientes que asisten a las unidades de primer nivel de atención.

## OBJETIVOS

- 1 - Determinar las bases físicas que permitan incidir sobre las regiones más vulnerables a desarrollar osteoporosis, presentando una síntesis de la literatura sobre el efecto del ejercicio sobre la densidad mineral ósea
- 2 - Diseñar una técnica de ejercicios sitio específicos empleando dispositivos de resistencia que incrementen la densidad mineral ósea en pacientes premenopáusicas
- 3 - Enfatizar la realización de ejercicios específico como programa preventivo para la osteoporosis durante la premenopausia
- 4 - Difundir la técnica de ejercicios utilizando dispositivos de bajo costo en unidades de atención médica de primer nivel del I.M.S.S , elaborando un tríptico dirigidos a mujeres que acudan a Unidades de primer nivel de atención

## MATERIAL Y METODO

El presente estudio se realizó en la Unidad de Medicina Física Siglo XXI del IMSS en el periodo comprendido del mes de agosto al mes de noviembre de 1999. Es un protocolo de estudio de tipo descriptivo, observacional en el que se realizó una revisión bibliográfica sobre la utilidad del ejercicio sobre la densidad ósea, estableciendo sus bases fisiológicas. Se elaboró en forma preliminar el diseño de una técnica rehabilitatoria utilizando aditamentos de resistencia (anexo 1).

Para su elaboración se utilizó la información obtenida del Centro de Documentación en Salud de la Unidad, con la base de datos tipo Medline e Internet.

Se utilizaron recursos materiales del IMSS así como los propios del investigador, no requiriendo financiamiento interno o externo.

Se difundirá en sesión general de la U.M.F.R.S XXI y por medio de un tríptico con el tema de "Técnica Rehabilitatoria para la prevención de osteoporosis" en unidades de primer nivel de atención del IMSS

## ANTECEDENTES

La actividad física es un determinante extrínseco muy importante de la densidad mineral ósea, ya que afecta la calidad y la cantidad del esqueleto humano cuando un adecuado balance nutricional y hormonal está presente (8)

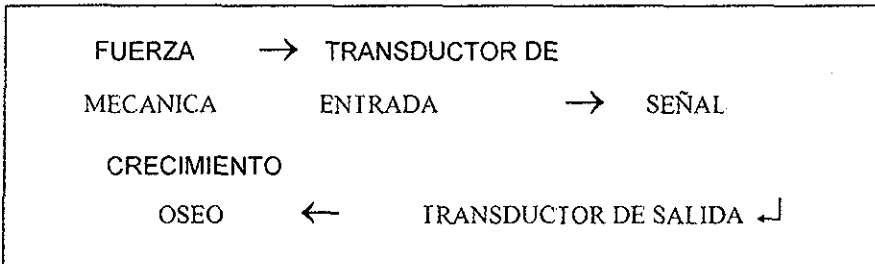
El pico de la masa ósea de una mujer con ciclos menstruales regulares (premenopausia) es un determinante mayor del riesgo subsecuente para desarrollar osteoporosis. Modelos escolásticos muestran que dos tercios del riesgo de fractura está asociado con el estado esquelético premenopausico y solo alrededor de un tercio esta asociado con la perdida acelerada o prolongada postmenopausica , no siendo significativa la pérdida ósea por envejecimiento(9)

Una de las influencias anabólicas más potentes en el esqueleto es el efecto de la carga mecánica, que puede estimular una cascada de eventos extra e intracelulares que culminan directamente en la inhibición de la resorción ósea y/o estimular la nueva formación de hueso (10)

La aplicación de los principios mecánicos al cuerpo humano (en reposo o movimiento) es tan antigua como el hombre mismo, como un intento de combinar la Ingeniería con la Anatomía y la Fisiología. Por lo tanto debe reconocerse la importancia de los factores como la acción de las palancas, el concepto centro de masa del cuerpo y sus segmentos constitutivos, y su relación con la base de soporte en posición de pie y en la locomoción (11)

El efecto de la gravedad y estrés mecánica en el hueso han sido asociados con adaptaciones funcionales del hueso (12). En otras palabras, existe un

remodelamiento continuo del hueso en respuesta a demandas funcionales aplicadas al hueso. De acuerdo con la *ley de Wolff*, simplemente constatada, el hueso crece en respuesta a la fuerza aplicada para así producir una estructura anatómica con mayor capacidad para resistir la tensión aplicada. En termino de un sistema en control, la fuerza mecánicamente aplicada causa una respuesta de crecimiento que anula la fuerza aplicada, un sistema de control de retroalimentación negativa. Tal sistema implica la presencia de transductores produciendo una señal proporcional a la fuerza e indicando su dirección. El sistema puede ser esquematizada de la siguiente manera:



En un análisis simplista, algún componente del hueso mismo podría tener la propiedad de transductor inherente a su estructura. Ahora es bien conocido que la estructura del hueso es un complejo material bifásico con una organización complejamente extendida a un nivel molecular. La fase básica es la fibra colágeno, una cadena larga de proteínas fibrosas producidas por el osteocito y depositada en un patrón altamente organizada que determina el grosor de la estructura de cada hueso. La segunda fase es un microcristal, mineral inorgánico, *hidroxiapatita*, que es depositada en un forma muy precisa directamente en la fibras colágenas preexistentes. Ambos materiales, en una

correcta relación a un nivel molecular, son necesarias para producir hueso con sus propiedades mecánicas únicas. En vida, el hueso intacto está compuesto principalmente de su material bifásico, el cual es no-viviente. La única porción viviente del hueso es la población de células óseas, *el osteocito*, que constituye aproximadamente 10% de la masa total.

En ciertos materiales inorgánicos cristalinos donde no existe un enrejado simétrico, la aplicación de fuerza mecánica resulta en el desplazamiento de cargas dentro del enrejado que pueden ser percibidos como un pulso de electricidad en la superficie exterior del cristal. Con la liberación de la fuerza mecánica, un pulso igual en magnitud pero opuesta en polaridad es producida. Esta propiedad es llamada *efecto piezoeléctrico*, y en 1954 esto ocurrió con Iwao Yasuda, médico ortopedista de Japón, demostrando este efecto en el crecimiento óseo acorde con la ley de Wolff (12)

En 1962, Bassett y Becker extendieron estas observaciones usando hueso fresco sometido a fuerza mecánica. Ellos notaron bajo estas condiciones que las señales producidas por la aplicación de fuerza es mayor en magnitud que la señal en la polaridad opuesta producida por la liberación de la fuerza, llevando al postulado que alguna rectificación de una de las señales ocurrió en la matriz ósea. En un estudio para la fuente de esta posible rectificación se estudiaron de manera separada y juntas las propiedades de cada componente de la matriz ósea en su configuración normal. Se encontró que tanto el colágeno como la apatita tenían algunas propiedades similares a la semiconductividad, con el colágeno pareciendo un material "Negativo" (N) y la apatita "Positivo" (P). La unión entre los dos en todo el hueso demostró tener algunas propiedades



eléctricas y piezoeléctricas similar a aquellas de la unión PN rectificantes. Por lo tanto en una fuerza de flexión, el lado cóncavo del hueso demostró tener una polaridad global negativa bajo fuerza, mientras que el lado convexo es primariamente de polaridad positiva. Desde que el crecimiento óseo ocurre acorde con la ley de Wolff en el lado cóncavo y la resorción ósea en el lado convexo, los potenciales negativos fueron postulados que producen estimulación tanto en el osteoblasto como en el osteocito, mientras que potenciales positivos presumiblemente facilitan la resorción ósea por la estimulación específica de células que destruyen el hueso (osteoclastos) o simplemente no producen ningún estímulo para favorecer el crecimiento óseo en el lado convexo (12). Smith y Gilligan (10) han reportado tanto plantas como animales tienen áreas en sus membranas celulares que responden a estímulos mecánicos. Estos estímulos son transducidos en estas áreas especializadas a señales intracelulares proporcionales al estímulo. Muchas células animales –células endoteliales, células musculares, fibroblastos, osteoclastos y osteocitos – demuestran áreas mecanosensitivas en sus membranas celulares. Transductores mecánicos en las membranas celulares de animales parecen responder a las cargas mecánicas en forma de estrés o presión cizallante. Lanyon(13) ha sugerido que células de revestimiento, osteocitos y osteoblastos, debido a su número y conexiones físicas, pueden estar bien situadas para sentir cargas mecánicas. Mundy (14) indica que estas células están conectadas vía uniones "gap" en un número mayor de 20,000 por mm<sup>3</sup>, respondiendo por transducción del estrés en un segundo mensajero.

Estudios realizados por Mason y col (15) han demostrado que existe la posibilidad de que aminoácidos excitatorios puedan tener un papel en la comunicación intercelular en el tejido óseo, por medio de transportadores de glutamato y/o transportadores de glutamato-aspartato como una respuesta temprana del osteocito a la carga de peso. Esto podría estar asociado con comunicación entre osteocitos y osteoblastos, especialmente si los osteoblastos muestran la posesión de receptores para aminoácidos excitadores ya que se ha sugerido que estos aminoácidos sean quimiotácticos hacia células de línea osteoclastos

La examinación de poblaciones activas y sedentarias en un solo punto del tiempo reportan una correlación entre los niveles de actividad física y densidad mineral ósea. El primer reporte que sustenta que el ejercicio influencia en el contenido mineral óseo fue realizado en 1971 con un diseño transversal. La densidad mineral ósea fue mayor en atletas comparados con pacientes sedentarios del grupo control, y aquellos atletas involucrados en actividades de carga de peso tenían la mayor densidad ósea (16).

Aunque generalmente se piensa que el ejercicio con carga de peso como el caminar tienen un efecto benéfico en la mineralización ósea, existen numerosos estudios que cambian este punto de vista. Está claro, de acuerdo a los estudios revisados, que la marcha como ejercicio puede tener un efecto psicológico positivo y beneficios circulatorios, pero no estimula la mineralización en la columna o la cadera. En un estudio el efecto del ejercicio con carga de peso estuvo asociado con el incremento en la densidad ósea solo en el pie (17,18)

Hay, sin embargo, fuerte evidencia en experimentos realizados en animales que los ejercicios contra resistencia mantienen o incrementan la densidad mineral ósea de una manera sitio-específica. Estos estudios también demuestran que grandes cargas en sitios específicos proveen un estímulo osteogénico más efectivo que cargas de baja intensidad distribuidas. Este hallazgo es de interés ya que las fuerzas que impactan las vértebras lumbares del humano durante una marcha rápida es de aproximadamente 1 vez el peso corporal, y durante el trote alcanza 175 veces el peso corporal, durante ejercicio con levantamiento de peso realizado en bipedestación, la columna lumbar ha sido reportada que carga un peso tanto como 5-6 veces el peso corporal (19).

Adicionalmente a la mejoría de la mineralización ósea resultante de ejercicios de fortalecimiento, el incremento concomitante de la fuerza muscular puede proveer una base para la mejor coordinación, balance y elasticidad como medios de protección contra las caídas y fracturas. Diversos estudios coinciden en que existe una estrecha correlación entre fuerza y masa ósea independientemente de la actividad física o trófica de los tejidos. Al respecto se han comparado la DMO y la fuerza del antebrazo, la fortaleza lumbar y la DMO lumbar y la mayoría de los estudios coinciden con una correlación positiva de ambas variables (20).

Tomando en cuenta las bases anteriores las tablas 1 y 2 describen 12 estudios prospectivos publicados entre 1990 y 1995 de los efectos del ejercicio en la osteoporosis en pacientes postmenopáusicas. Los criterios de inclusión incluyen casos aleatorios de por lo menos 20 individuos del grupo experimental

y 20 individuos del grupo control, así como el control de factores confusionales como son la medicación, ingesta de calcio y actividad física.

**TABLA 1**

**Estudios prospectivos del impacto de ejercicio de resistencia en la densidad mineral ósea (DMO).**

Año	número de Referencia	Num. Voluntarios	Meses	Método de evaluación DMO	Resultados (p<0.05)
1991	21	20	12	ADF	Columna + &
1991	22	78	12	ADF	Antebrazo + Columna + Cadera *
1992	23	49	12	ADF	Columna 0= Cadera 0
1992	24	120	12	ASF	Antebrazo 0 [ ]
1993	25	47	12	TC	Columna +
1994	26	39	12	TC	Columna +
				ADF	Columna \$ Cadera 0
				AFS	Antebrazo 0

¡ 51 hombres también fueron estudiados y mostraron un incremento en la DMO del antebrazo

& Ejercicio combinado con estrógenos y calcio incremento DMO

\$ Atenuaron la pérdida de DMO

= voluntarios en el grupo control realizaron ejercicio vigoroso

[ ] ejercicio aeróbico y de carga de peso

DMO= densidad mineral ósea ADF = Absorciometría de fotón dual. ASF= Absorciometría de fotón simple. CT= tomografía computada += incrementa la DMO 0= sin efecto

**TABLA 2**

**Estudios prospectivos del impacto del ejercicio de carga de peso en la DMO.**

Año	Número de Referencia	Número de voluntarios <sub>i</sub>	Meses	Método de evaluación	Resultados (p<0.05)
1991	27	50	14	AFS	Antebrazo 0 &
1991	22	78	12	ADX	Columna 0 Cadera 0
1991	28	36	12	TC ADF	Columna + Columna 0 Cadera 0
1993	29	168	24	AFS ADX	Antebrazo 0 Columna 0 Cadera 0
1993	30	55	12	AFS AFD	Antebrazo 0 Columna \$
1995	31	168	24	ADX	Columna 0 Cadera \$ Tibia 0 Tobillo 0

<sub>i</sub> 51 hombres fueron estudiados y mostraron un incremento en DMO del antebrazo & ejercicio aeróbico y de carga de peso

\$ atenuación de la pérdida de DMO

AFS= Absorciometría de fotón simple. ADX= Absorciometría dual de rayos X TC= Tomografía computada. AFD= Absorciometría de fotón dual. += incremento en la DMO. 0= sin efecto.

Esta claro en estos estudio reportados hasta la fecha, que el caminar como ejercicio tiene beneficios psicológicos y circulatorios pero a diferencia del correr, no estimula la mineralización ósea de manera consistente en la cadera o columna. Adicionalmente a la mejoría de la mineralización ósea resultante de los ejercicios de fortalecimiento muscular, se puede proveer una base para una mejor coordinación, balance y elasticidad como medio protector de caídas y fracturas. Si ejercicios de resistencia sitio específico proveen el mayor beneficio potencial desde el punto de vista de la mineralización ósea, el control muscular

y la prevención de las fracturas tanto de extremidades superiores como inferiores y columna, deben considerarse el empleo de estos en un programa con acción preventiva

En un reciente estudio realizado por Ramírez (32) en la U.M.F.R.R.S del I.M.S.S. donde se incluyeron un total de 34 pacientes del sexo femenino posmenopáusicas sin sintomatología musculoesquelética sometidas a un programa de ejercicios de resistencia progresiva durante siete meses se observo incremento en la densidad mineral ósea (determinado por densitometría ósea), sin necesidad de modificación del perfil hormonal que justifique el uso de estrógenos exógenos .

La resistencias utilizadas en las diversas investigaciones incluyen pesas ligeras, pelotas compresibles o almohadillas y bandas elásticas las cuales se encuentran representadas por colores de acuerdo a la resistencia que deseamos aplicar (anexo 2)

Existe actualmente suficiente evidencia en la literatura para documentar la eficacia de los ejercicios de resistencia sitio específicos y ejercicio vigoroso con carga de peso en el mantenimiento suficiente de la densidad mineral ósea, por lo que para que un ejercicios sea efectivo en la densidad mineral ósea debe ser con aplicación de carga o resistencia(21-32)

Los sitios de mayor importancia para el desarrollo de la osteoporosis y sus complicaciones son la cabeza femoral, los cuerpos vertebrales ya que del total de quienes las sufren, el 50% pierde independencia para caminar y el 30% se vuelve totalmente dependientes, incluso para realizar actividades diarias, lo que

representa una carga familiar y social, con un alto costo económico y deterioro en la calidad de vida del sujeto que sufre una fractura (33,34)

## **CADERA**

La carga sobre la cabeza femoral varía con las diferentes posiciones del cuerpo y con una carga agregada a la mano. En la posición de pie, con peso corporal balanceado sobre ambos miembros, la carga sobrepuesta actúa en una dirección puramente vertical sobre la cabeza del fémur, su equilibrio transversal se halla asegurado por la acción, simultánea y bilateral de los músculos abductores y aductores.

Cuando un sujeto se para sobre un solo miembro se presenta una situación diferente, ya que el equilibrio transversal se encuentra asegurado por la acción de los músculos abductores del lado del apoyo: la pelvis obligada por el peso del cuerpo ( $P$ ) aplicado sobre el centro de gravedad, tiende a inclinarse entorno a la cadera de apoyo. En este momento se puede considerar como una palanca de primer grado, en la que la cadera portadora ( $O$ ) constituye el punto de apoyo, el peso del cuerpo  $P$  aplicado al centro de gravedad ( $G$ ) representa la resistencia, y la fuerza del músculo glúteo mediano ( $GM$ ), aplicado a la espina iliaca anterosuperior ( $E$ ) hace las veces de potencia. Para que la línea de las caderas permanezca horizontal, en apoyo unilateral, es preciso que la fuerza del músculo  $GM$  sea suficiente para equilibrar el peso del cuerpo, teniendo en cuenta la desigualdad de los brazos de palanca  $OE$  y  $OG$ . En este equilibrio de la pelvis, los glúteos menor y mediano no están solos sino que cuentan con la poderosa ayuda del músculo tensor de la fascia lata ( $TFL$ ).

Tomando al mismo hombre con apoyo unilateral pero ahora con un peso en su mano izquierda mientras esta apoyado sobre su pie derecho, la cabeza femoral soporta una fuerza mayor con una línea de acción formando un ángulo mayor con respecto al plano de la horizontal. El grupo muscular abductor debe proporcionar una fuerza de mayor para mantener esta posición de la pelvis.

El hombre lleva un peso igual en cada mano mientras camina muy lentamente encontramos que la cabeza femoral soporta una fuerza menor con una línea de acción formando un ángulo de mayor con respecto al plano de la horizontal. El grupo muscular abductor proporciona una fuerza de menor. Estos datos indican que cuando se lleva una carga sobre un lado del cuerpo la fuerza sobre la cadera opuesta apoyada durante la marcha es mucho mayor que cuando la carga se distribuye a ambos lados; esto es cierto aún cuando la carga bilateral sea lo doble de la carga unilateral. La demanda sobre los músculos abductores de la cadera varía de la misma manera, y es extrema cuando se lleva una carga del lado contralateral. Llevar una carga en la línea media del cuerpo, como una mochila de espalda o sobre la cabeza o los hombros, es efectivo para reducir la fuerza musculoesquelética requerida(35)

## **COLUMNA**

El eje óseo del tronco, columna vertebral, debe conciliar dos imperativos mecánicos rigidez y flexibilidad. Puede hacerlo gracias a su estructura sostenida constituido por múltiples piezas superpuestas unidas entre sí mediante elementos ligamentosos y musculares.

Las estructuras musculoaponeuróticas desempeñan un importante papel en el funcionamiento de la columna y participan por un lado en la estabilidad, sobre



todo en el segmento móvil intervertebral mediante los músculos intersegmentarios y, por otro, en la función de amortiguamiento de las presiones debidas al mantenimiento de la lordosis lumbar, que actúa a modo de resorte flexible. La bipedestación solo exige una débil actividad muscular, siendo los movimientos de flexión anterior (trabajo excéntrico de los extensores) y enderezamiento del tronco (trabajo concéntrico e isométrico) los que más requieren de las cadenas musculares anteriores y posteriores (36)

La intensidad, las posiciones de partida, los brazos de palanca y la amplitud de movimientos se controlan de modo permanente y se respetan los tiempos de

A continuación se describen técnicas de ejercicios básicos de acuerdo a nociones clásicas, tanto biomecánicas como neurofisiológicas de funcionamiento de cadera, columna y antebrazo con el empleo de aditamentos de resistencia.

## **DESCRIPCION DE LA TECNICA**

**I Calistenia con carga axial, influencia sobre cuerpos vertebrales y cadera (fig.1).**

**POSTURA:** Bipedestación con apoyo bilateral de miembros inferiores

**RESISTENCIA:** Peso corporal y peso sobre la línea media correspondiente al 5% del peso corporal -mochila a los hombros- (37)

**EJERCICIO:** Marcha a pasos regulares con movimientos alternos de miembros superiores

**DURACION:** 10 minutos

**II Ejercicios de con carga de peso axial, influencia sobre cuerpos vertebrales y cadera (fig.2).**

**POSTURA:** bipedestación

**RESISTENCIA:** Peso corporal y peso sobre la línea media correspondiente al 5% del peso corporal.

**EJERCICIO:** Subir un escalón permaneciendo con apoyo unilateral con extensión completa de la rodilla, bajar escalón con apoyo unilateral contralateral con extensión completa de la rodilla.

**DURACION** Repetir 10 veces con alternancia de miembros pélvicos

### **III Ejercicios con resistencia , influencia en hombro y antebrazo (fig.3).**

**POSTURA:** Bipedestación con hombros a la neutra, codos en extensión y antebrazos en supinación

**RESISTENCIA:** Banda elástica sujeta al piso a una distancia igual a la distancia hombro-muñeca a partir de la articulación del tobillo

**EJERCICIO:** Realizar flexión de hombro llegando a 90°, extensión de codo y realizando pronación de antebrazos Regresar a la posición inicial Tener en cuenta que es necesario formar un ángulo de 90° entre el brazo y la banda de resistencia.

**DURACION:** Realizar 10n repeticiones para cada brazo

### **IV Ejercicios de resistencia, influencia en hombro y antebrazo (fig.4).**

**POSTURA:** bipedestación con hombros a la neutra, codos en extensión completa, antebrazo en supinación

**RESISTENCIA:** Banda elástica colocado a una distancia igual a la distancia hombro-muñeca a partir del maleólo lateral

**EJERCICIO:** Realizar abducción de hombro a 90°, extensión de codo, y pronación de antebrazo Regresar a la posición inicial

**DURACION:** Realizar 10 repeticiones para cada brazo

**V Ejercicios de resistencia y carga, influencia en cadera, hombro y antebrazo (fig.5).**

POSTURA: En decúbito prono, con apoyo en ambas muñecas con extensión completa de codos, apoyo sobre rodilla unilateral, la contralateral con extensión de rodilla

RESISTENCIA: banda elástica colocada a nivel de la articulación del tobillo sujeto al piso.

EJERCICIO: Realizar extensión de cadera con rodilla en extensión llegando a formar un ángulo de 90° entre el miembro inferior y la banda elástica.

DURACION : Repetir 10 ocasiones con cada miembro inferior

**VI Ejercicios de resistencia para extensores de tronco, influencia sobre cuerpos vertebrales :trabajo concéntrico, isométrico y excéntrico (fig.6).**

POSTURA: en decúbito prono con la pelvis y los tobillos firmes sobre el piso, con la cara dorsal de los dedos apoyados sobre la frente

RESISTENCIA: Peso del tronco y fuerza de gravedad

EJERCICIO: El paciente debe realizar extensión del tronco, manteniendo el mayor tiempo posible en contracción isométrico el peso del cuerpo

DURACION: Realizar 10 repeticiones

**VII Ejercicios de resistencia para extensores de tronco, trabajo isométrico (fig.7).**

POSTURA: En decúbito prono, arrodillado y el abdomen apoyado sobre un banco y tobillos apoyados sobre el piso con la cara dorsal de los dedos apoyados sobre la frente

RESISTENCIA: Peso del tronco y fuerza de gravedad.

EJERCICIO: se intentara una acción refleja sobre los músculos extensores de tronco

DURACION: 10 repeticiones

**VIII Ejercicios de resistencia para extensores de tronco: trabajo isométrico (fig 8).**

POSTURA: posición sedente y con las piernas colgando de frente a la pared

RESISTENCIA: banda elástica fijada a la pared y colocada a nivel de las escápulas

EJERCICIO: realiza extensión de tronco, manteniendo el mayor tiempo posible en contracción isométrica.

DURACION: 10 repeticiones

**IX Ejercicios para flexores de tronco: trabajo concéntrico (fig.9).**

POSTURA: En decúbito supino con extensión de rodillas y brazos cruzados sobre el pecho.

RESISTENCIA: Fuerza de gravedad y peso del tronco

EJERCICIO: Despegar las escápulas del suelo

REPETICIONES: 10 repeticiones

**X Ejercicios para flexores de tronco: trabajo concéntrico e isométrico (fig.10).**

POSTURA: En decúbito supino con las rodillas en flexión y los pies separados

RESISTENCIA: Fuerza de gravedad y peso del tronco y miembros pélvicos

EJERCICIO: Empujar con los brazos con extensión completa de codos la cara anterior de los muslos, manteniendo la fuerza 6-8 segundos

DURACION : 10 repeticiones

Se realizaran todos los ejercicios de forma sincrónica con los movimientos de respiración: el ejercicio se realizara durante la fase espiratoria y el reposo en la fase inspiratoria

Debe repetirse durante tres rutinas (tres sesiones), realizarse un mínimo de 5 veces por semana y por lo menos durante 4 meses para obtener cambios significativos. Recordar que los beneficios del ejercicio son transitorios y reversibles

Los aditamentos empleados irán incrementando su resistencia de manera paulatina, iniciando siempre con la de menor peso o resistencia, no es necesario llegar al peso o a la resistencia máxima ya que se ha demostrado que el uso de mínima resistencia pero numerosas repeticiones crea un circuito de entrenamiento-resistencia el cual ofrece una alternativa eficaz para combinar entrenamiento muscular con beneficios cardiovasculares de un ejercicio dinámico continuo

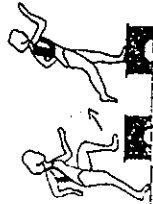
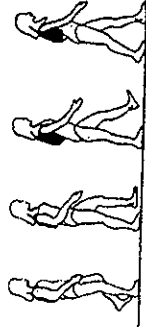
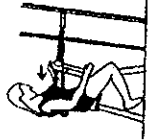
## CONCLUSIONES

Debido a la numerosa información existente relacionando ejercicios contra resistencia con aditamentos ya establecidos, se llega a la descripción de una técnica de ejercicios utilizando los aditamentos ya existentes sobre pacientes premenopáusicas con la finalidad de incrementar el pico de masa ósea sugiriendo un estudio experimental para futuros estudios

Ejercicios con carga de peso como el caminar o trotar, los cuales juegan un papel muy importante en el acondicionamiento aeróbico, pueden tener un efecto modesto en la prevención y tratamiento de la osteoporosis, mientras ejercicio contra resistencia sitio-específico parecen tener un efecto constante sobre la mineralización ósea y fortalecimiento muscular

Es fundamental el entender que el énfasis debe realizarse más en los programas de tipo preventivo que en los de tipo curativo, pues el ejercicio apropiado provee las posibilidades de construcción ósea y disminuye considerablemente las posibilidades de la presencia de esta patología.

Tomando en cuenta la importancia de este padecimiento, se diseñó un tríptico con el fin de dar difusión a este problema haciendo énfasis sobre el ejercicio como medida preventiva aplicable a toda la población de mujeres premenopáusicas



## Directorio

Instituto Mexicano del Seguro Social  
Delegación No.4 Sureste del Distrito Federal

U.M.F.R. Siglo XXI

Dr. Víctor Hernández Martínez  
*Director de la U.M.F.R. Siglo XXI*

Dra. Ma. Teresa Rojas Jiménez  
*Subdirector Médico de la U.M.F.R.  
Siglo XXI*

Dra. Beatriz González Carmona  
*Jefe de educación e Investigación  
Médica de la U.M.F.R. Siglo XXI*

Elaborado por:

Dra. Adriana García Hernández

UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y  
REHABILITACIÓN SIGLO XXI

INSTITUTO MEXICANO DEL  
SEGURO SOCIAL

DELEGACIÓN No.4 SURESTE DEL  
DISTRITO FEDERAL



TÉCNICA REHABILITATORIA  
PARA LA PREVENCIÓN DE LA  
OSTEOPOROSIS

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## ¿Qué es la osteoporosis?

Significa hueso poroso, es una enfermedad que se caracteriza por huesos débiles y frágiles que fácilmente se fracturan con un mínimo esfuerzo.

La fuerza de tus huesos se relaciona con la masa o densidad del hueso. Esto resulta en parte del calcio, fósforo y otros minerales del hueso. En la osteoporosis la fuerza del hueso disminuye porque contiene menos minerales.

## ¿Quiénes tienen la enfermedad?

Existen los llamados factores de riesgo, estos no son la causa pero contribuyen a su desarrollo:

- \* **Sexo:** más frecuente en las mujeres.
- \* **Edad:** a mayor edad, mayor riesgo.
- \* **Raza:** es más frecuente en la raza blanca que en la hispana.
- \* **Antecedente familiar:** incrementa más si es una hermana o la madre.
- \* **Tiempo expuesto a estrógenos:** un inicio de la menstruación después de los 12 años y un término antes de los 40 años así como ciclos irregulares incrementan el riesgo.
- \* **Ingesta de mas de 2 tazas diarias de café y altas cantidades de alcohol.**
- \* **Alimentación pobre en calcio y vitamina D.**
- \* **Sedentarismo:** no realizar ejercicios específicos.
- \* **Enfermedades:** como artritis reumatoide y enfermedades de la tiroidea.
- \* **Medicamentos:** esteroides (cortizona), antiácidos que contengan aluminio.
- \* **Es importante mencionar que NO SE ACUMULAN,** es decir que si una persona tiene tres factores no es 3 veces mas propensa a padecerla.

## ¿Cómo saber si tengo osteoporosis?

A continuación llene este cuestionario, lea cuidadosamente las preguntas, si es necesario pida ayuda a algún personal de salud.

1. ¿Cuál es su **sudado** actual?  años Tome el número del área sombreada, después multiplíquelo x 3 y anote.
2. ¿Cuál es su raza o grupo étnico? (marque uno)  
Afroamericano / Negro Hispano  anote 0  
Caucásico  Hispano  Asiático  anote 5  
Americano / Indio Americano  Otro  anote 5

3. ¿Ha sido Ud. Alguna vez tratado o le han dicho que tiene Artritis reumatoide?

- Si  No  si la respuesta es:  
Si, anote 4

4. ¿Desde la edad de 45 años, ha sufrido una fractura en cualquiera de los siguientes sitios?

- Si la respuesta es:  
Cadera Si  No  Si, anote 4  
Costilla Si  No  Si, anote 4  
Muñeca Si  No  Si, anote 4

5. ¿Usted actualmente toma o alguna vez ha tomado estrógenos? (Ej: Premarin, Estraderm, Climadérm, Ginecid, Oestigel, Primogyn, Syslen, Ogen y otros)

- Si  No  si la respuesta es:  
No, anote 1

Sume los puntos acumulados en las preguntas 1 al 5 y anote:

6. Su peso actual en Kg, multiplíquelo Por 2.2 y anote en la celda  y **RÉSTELO** del subtotal.

Si su calificación final es 4 o más, usted debe ser evaluada para detectar masa ósea baja. Hable con su médico.  
Si su calificación es de 3 o menos tenga en cuenta las siguientes indicaciones:

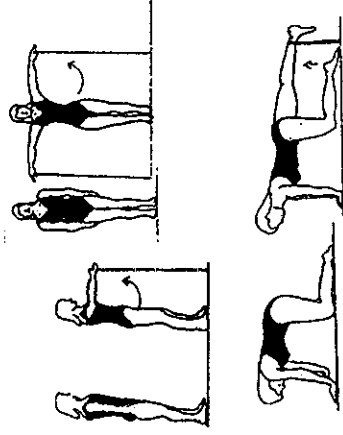
No fume y disminuya la cantidad de café (no tome más de dos tazas al día).

Coma alimentos con cantidades adecuadas de calcio (ajonjolí, quelites, charales, jaibas, sardinas, leche, queso, frijol) y vitamina D (leche fortificada, hígado, pescado y huevo).  
La exposición al sol por 15 minutos diariamente, provee cantidades adecuadas de vitamina D.

Considerar el tratamiento de reemplazo hormonal durante o después de la menopausia (acuda con su médico).

El ejercicio ayuda a construir huesos fuertes (durante la pubertad) y a disminuir considerablemente la pérdida ósea (después de la menopausia) Nunca es muy tarde para empezar un programa de ejercicios, los más útiles son los de carga de peso (que es cualquier actividad realizada en posición de pie con sus huesos soportando su peso o agregando peso). También son útiles los ejercicios de fortalecimiento muscular, los huesos reponden volviéndose más fuertes.

A continuación le mostramos algunos ejemplos:



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- Murillo, Santos E Osteoporosis postmenopáusica Climaterio, 1998:1(3)supp:1s-8s
- 2 - Delezé M. Osteoporosis. Magnitud del problema en México y a nivel mundial. Impacto socioeconómico Climaterio, 1998: 141-6.
- 3.- Anaya S, Fuentes J, et al Osteoporosis Rev Med IMSS (México) 1997: 35(6): 443-50.
- 4 -  
Goddard D, Kleerekoper M The epidemiology of osteoporosis. Post Med, 1998; 104 (4): 54-70
- 5.- Diaz J. Osteoporosis: diagnóstico, profilaxis y tratamiento. Med Int Mex, 1997 ; 13(3): 121-33
- 6.- Marcus R Endogenous and nutritional factors affecting bone. Bone, 1996: 18(1)supp: 11s-13s
- 7 - Slemenda C, Hui S, et al Predictors of bone mass in perimenopausal women. Ann Int Med , 1990: 112(2): 96-101
- 8 - Smith E, Gilligan C Dose-response relationship between physical loading and mechanical competence of bone Bone, 1996;18(1)supp: 45s-50s
- 9.- Mazers 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.
- 10.- Chow R, Harrison J, et al. Efecto of two randomised exercise programmes on bone mass of health postmenopausal women. Brit Med Jour, 1987,; 295: 1441-4.
- 11 - Le Veau M Biomecánica del movimiento humano Edit. Trillas, 1991, 1a ed.
- 12 - <http://ortho.lsumc.edu/Faculty/Marino/EL/EL2/Bone.html>
- 13.- Lanyon L Strain-related bone modeling and remodeling Topic Geriat Rehab, 1989; 4:13-24
- 14 -Mundy G Bone resorbing cells In: Favus M J,Ed Primer on metabolic on the metabolic bone disease and disorders of of mineral metabolism. Kelseyville, CA: Am Soc Bone Miner Reserch, 1990: 18-22

- 15.-Mason D. et al. Mechanically regulated expression of a neural glutamate transporter in bone: a role for excitatory amino acids as osteoporosis agents? *Bone*, 1997; 20(3): 199-205.
- 16 - Fraga A, Cons F. Avances en osteoporosis Tomo IV. Academia Nacional de Medicina, 1ª ed 1998: 27-37
- 17 - Nelson M, et al. A 1-year walking program and increased dietary calcium in postmenopausal women: effects on bone. *Am J Clin Nutr* 1991;53:1304-11.
- 18 - Sandler R., et al. The effects of walking of the cross-sectional dimensions of the radius in postmenopausal women *Calcif tissue Int* 1987;41: 65-69
- 19.- Swezey RL. Exercise for osteoporosis- is walking enough *Spine*, 1996;21 (23): 2809-2813
- 20 - Snow-Harter C, et al. Effects of resistance and endurance exercise on bone mineral status of young women: A randomized exercise intervention trial *J Bone Miner Res*,1992; 7: 761-9
- 21 -Notelovitz M, Martin D, Tear R, et al. Estrogen therapy and variable resistance weight training increase bone mineral density in postmenopausal women *J Bone Miner Res* 1991;6: 583-90
- 22- Heikkinen J, Kurttila -Matero E, et al. Moderate exercise does not enhance the positive effect of estrogen on bone mineral density in post-menopausal women. *Calcif Tissue Int* 1991;49 supp: 83-4.
- 23 - Smidt G, Shen-Yu MA, et al. The effect of high intensity trunk exercise on bone mineral density of postmenopausal women *Spine*, 1992: 17: 280-5.
- 24.- Prince R, Smith M, et al. Prevention of postmenopausal osteoporosis: A comparative study of exercise, calcium supplementation and hormone replacement therapy. *N Engl J Med* 1991; 225:1191-5
- 25 - Revel M, Mayoux M, et al. One-year psoas training can prevent lumbar bone loss in postmenopausal women: A randomized controlled trial *Calcif Tissue Int*, 1993; 53: 307-11.
- 26 - Nelson M, Fiatarone M, et al. Effects of high-intensity strength training on multiple risk factors for osteoporosis fractures: A randomized controlled trial *JAMA*, 1994; 272: 1909-14
- 27.- Blumenthal J, Emery C, et al. Effects of exercise training on bone density in older men and women *J Am Geriatr Soc*. 1991;39: 1065-71

- 28.- Nelson M, Fisher E, et al. A 1-year program and increased dietary calcium in postmenopausal women: Effects on bone. *Am J Clin Nutr* 1991; 53: 1304-11
- 29.- Prince R, Devine A, et al. A randomized trial of effects of calcium supplementation, as a tablet or milk powder, and exercise on bone density on women ten years past the menopause. *J Bone Miner Res*, 1993; 8 supp: 132.
- 30.- Martin D, Notelovitz M. Effects aerobic training on bone mineral density of postmenopausal women. *J Bone Miner Res*. 1993; 18: 931-6
- 31.-Prince R, Devine A, et al. The effect of calcium supplementation (milk powder or tablets) and exercise of bone density on women in postmenopausal women. *J Bone Miner Res* 1995; 10: 1068-75
- 32.- Ramirez V. Efecto de la densidad mineral ósea con programa de resistencia progresiva en mujeres posmenopausiadas. IMSS, 1996
- 33.- Vázquez E, Sánchez V. Osteoporosis y fracturas de cadera. *Rev Mex Reumatol*, 1994;9 (5): 163-66.
- 34.- García F, Barlow D. Fracturas de cuerpos vertebrales. *Rev Mex Reumat*, 1994: 9 (5): 166-8
- 35.-Le Veau B. Biomecánica del movimiento humano.: de Williams y Lissner. México: Trillas,1991.
- 36.- Panjabi M, et al. Spinal stability and intersegmental muscle forces. A biomechanical model. *Spine*,1989; 14:194-9
- 37.- <http://www.world-net.net/user/mwsales/page3.html>

## ANEXO I \*

### Opciones para ejercicios sitio-específicos.

Método	sitio	duración(min)	Frecuencia (días/sem)	localización (hogar y/o gimnasio)	costo
<b><u>Isotónico</u></b>					
pesas libres	- MT/MP	60	3	H/G	\$
pesas usando poleas	- MT/MP	45	2	H/G	\$\$
<b><u>Isométrico</u></b>					
-bandas elásticas	MT	45	3	H	\$
balones de reeducción	MT/MP/C/E	10-20	3-6	H	\$
-resistencia pneumática	MT/MP/C/E	60	3	G	\$\$
<b><u>Isocinético</u></b>					
Resistencia variable	MT/MP/C/E	15-20	3	G	\$\$\$

MT= miembros torácicos MP= miembros pélvicos C= cuello E= espalda  
 \$= bajo \$\$= moderado \$\$\$= alto

## ANEXO II

### Sistema de resistencia progresiva

Código de color	Tipo de resistencia	Resistencia Kg
Amarillo	suave	1 82
Rojo	media	3 4
Verde	dura	3 63
Azul	extra dura	5 55
Negro	dura especial	5 9
Plata	dura superior	10 5

Thera-band ,cintas y tubos The Hygenic Corporation

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

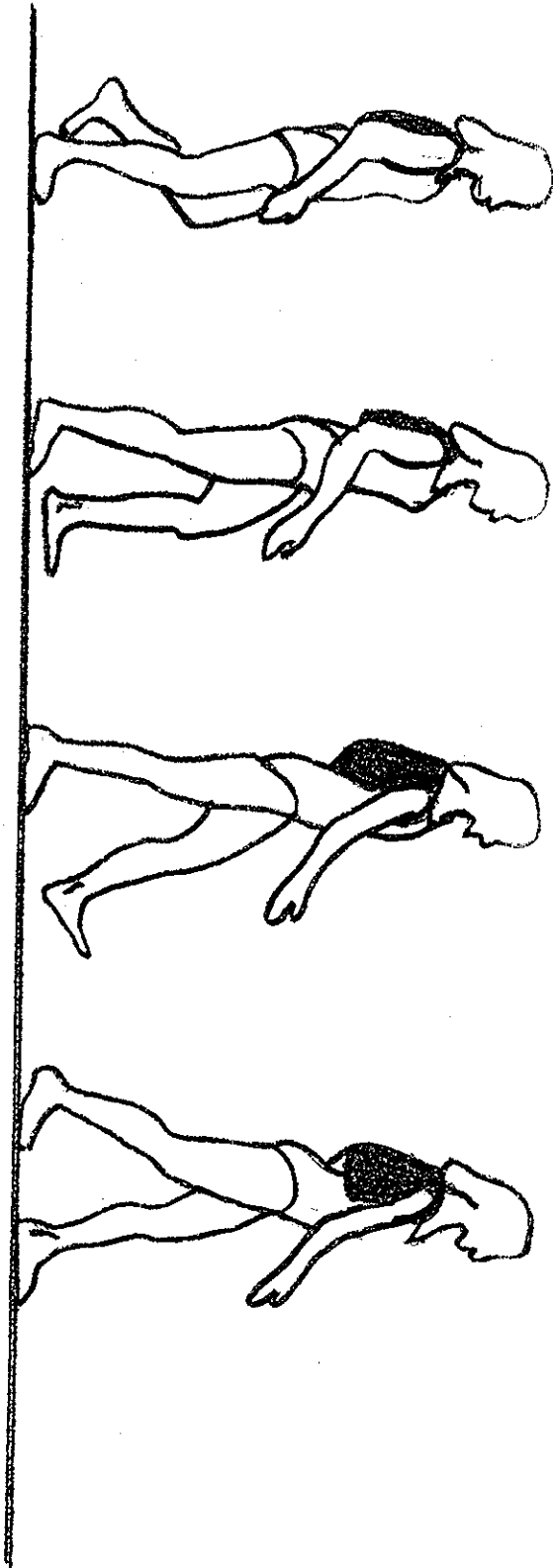


Figura 1

TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN

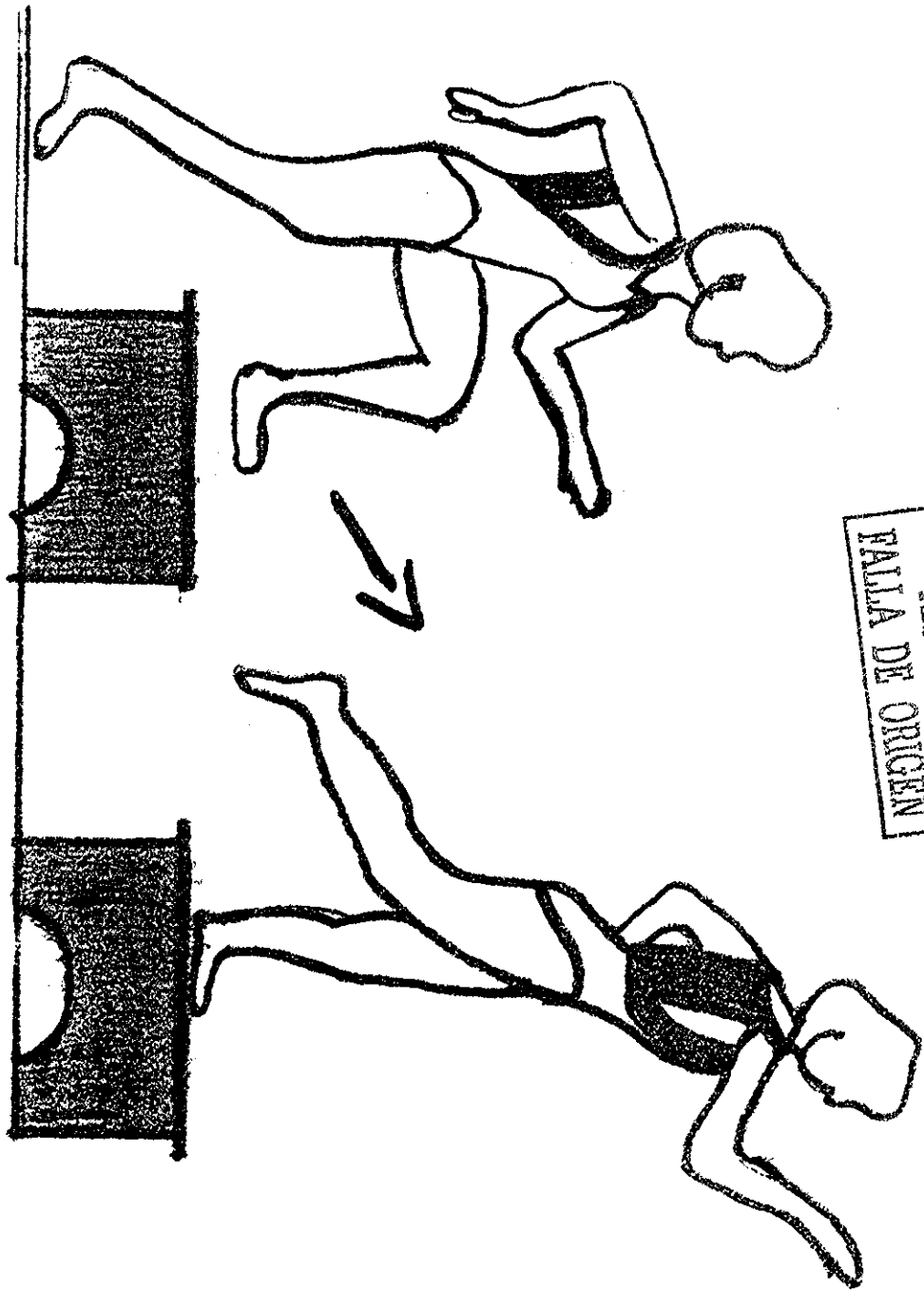


Figura 2



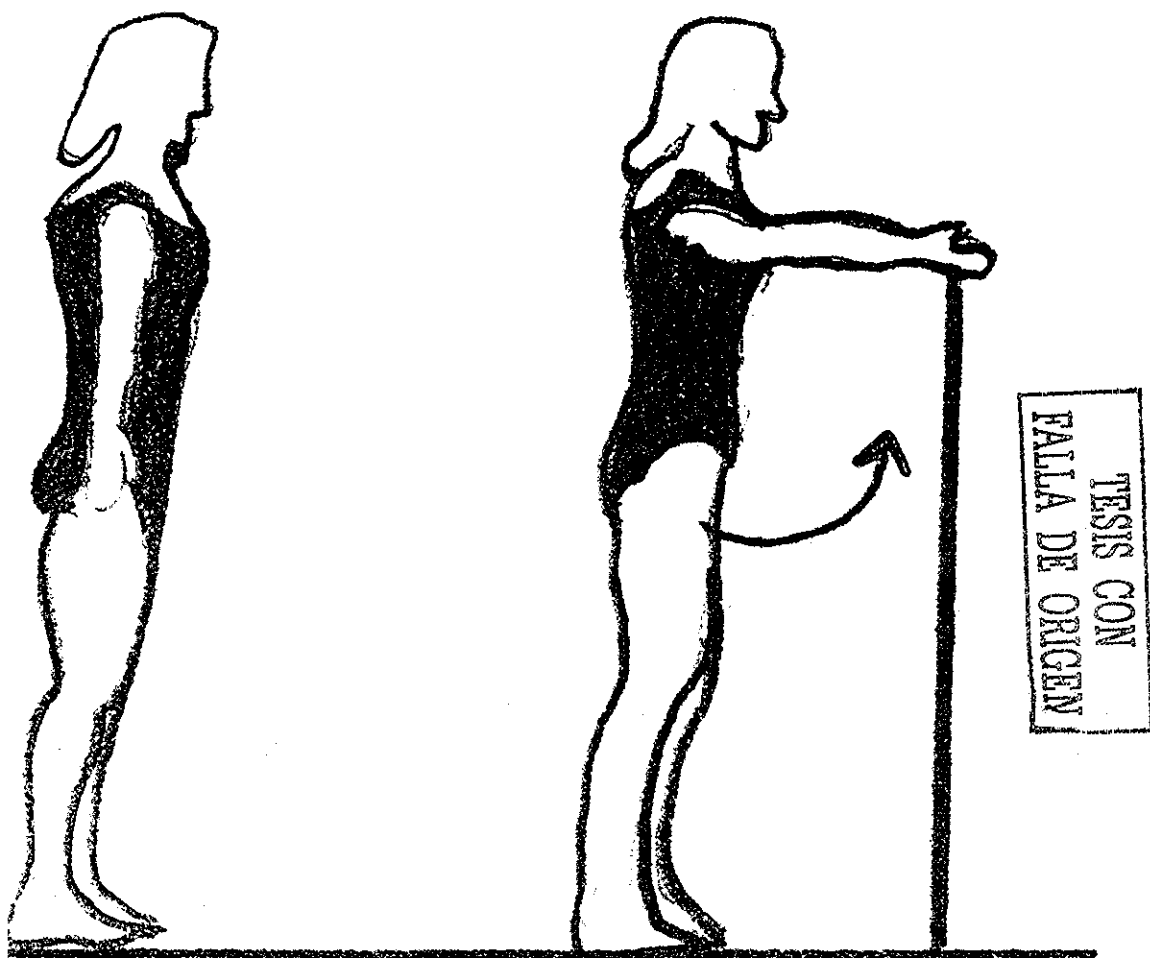


Figura 3

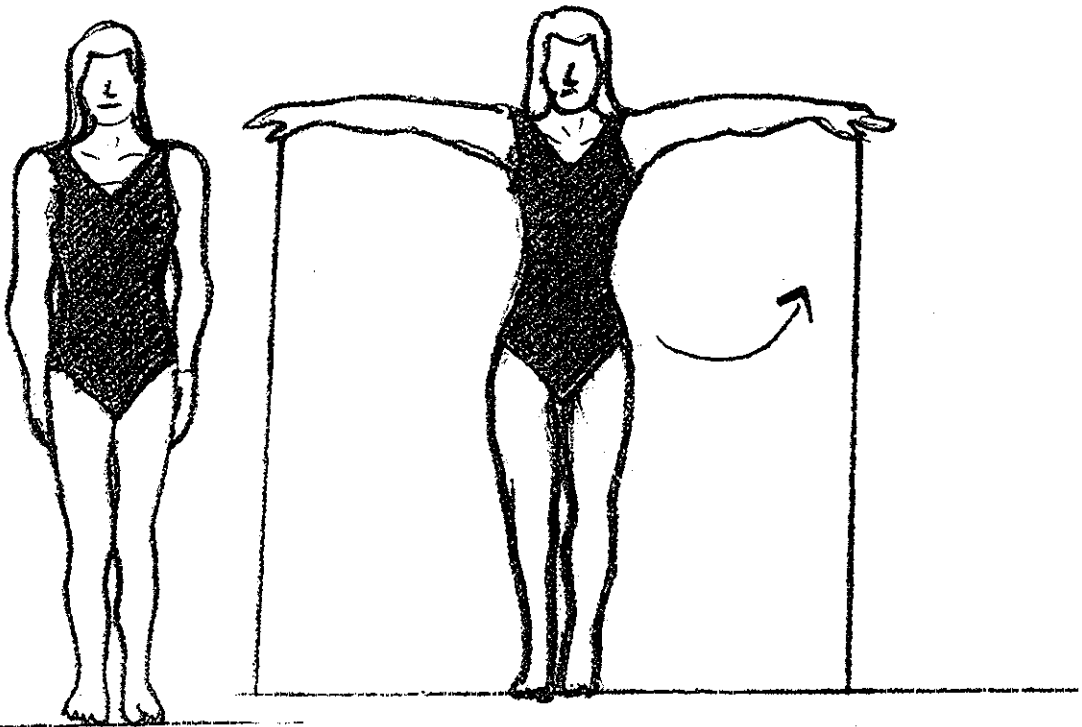


Figura 4

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

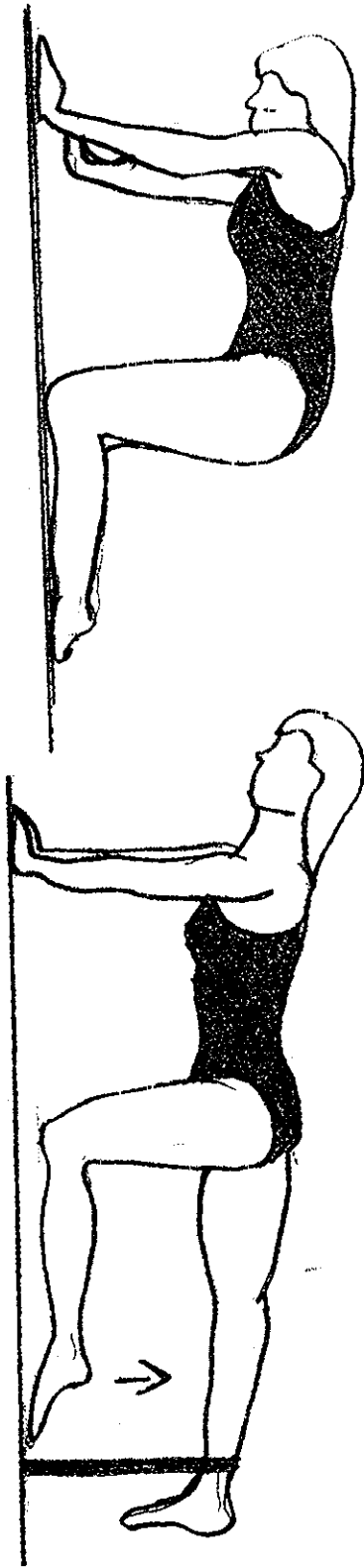
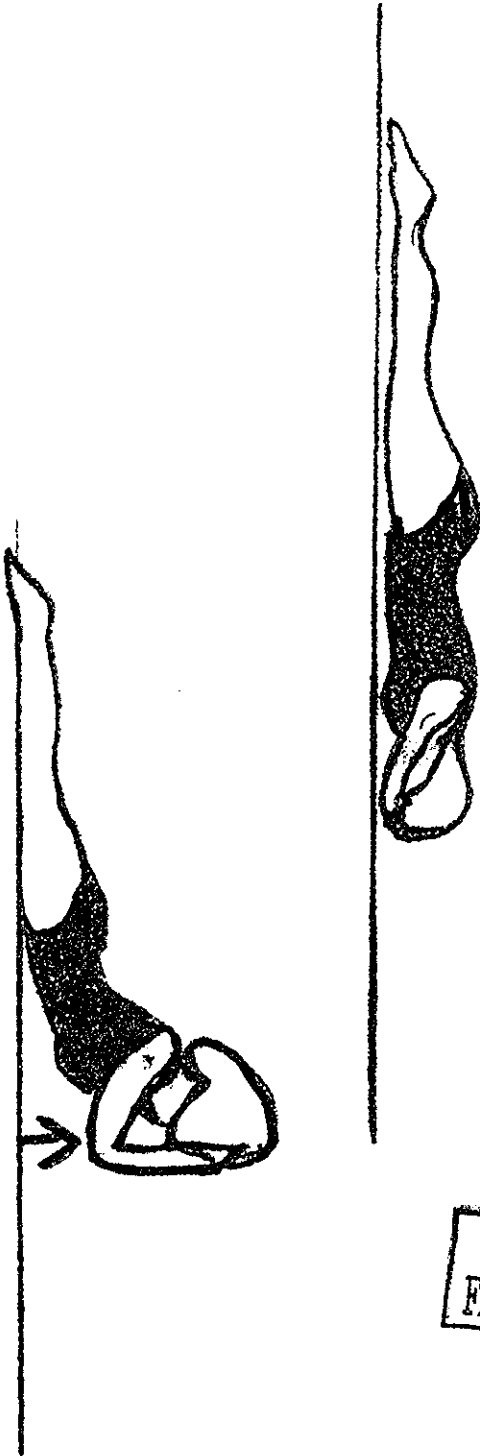


Figura 5

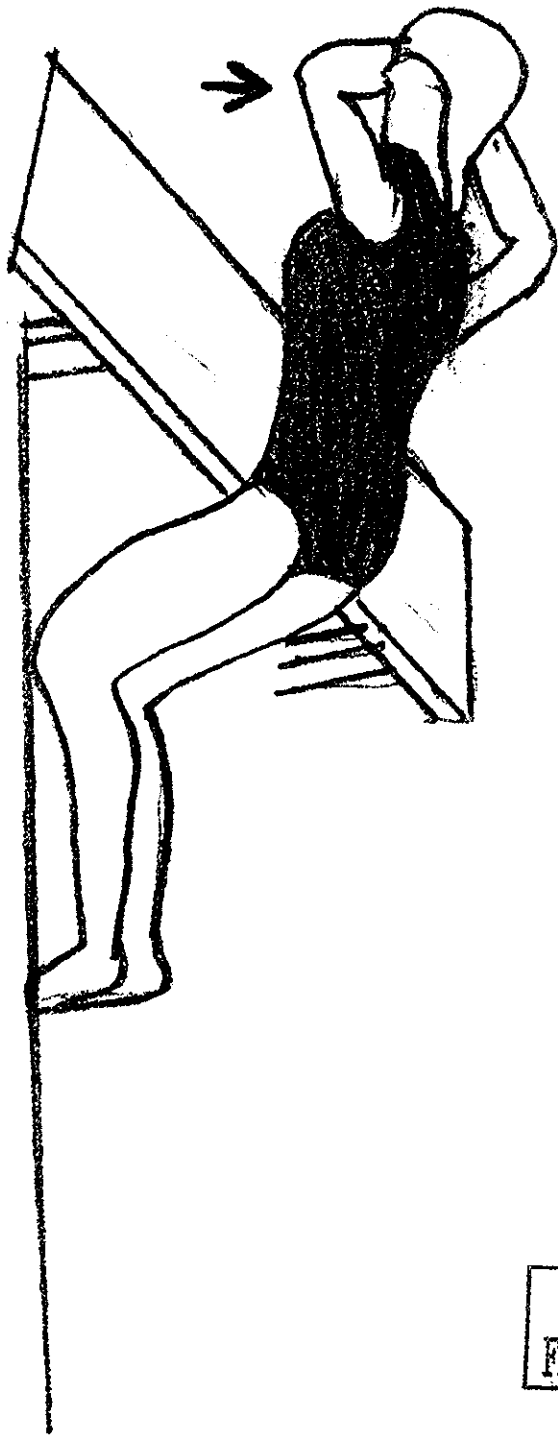
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Figura 6



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Figura 7



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

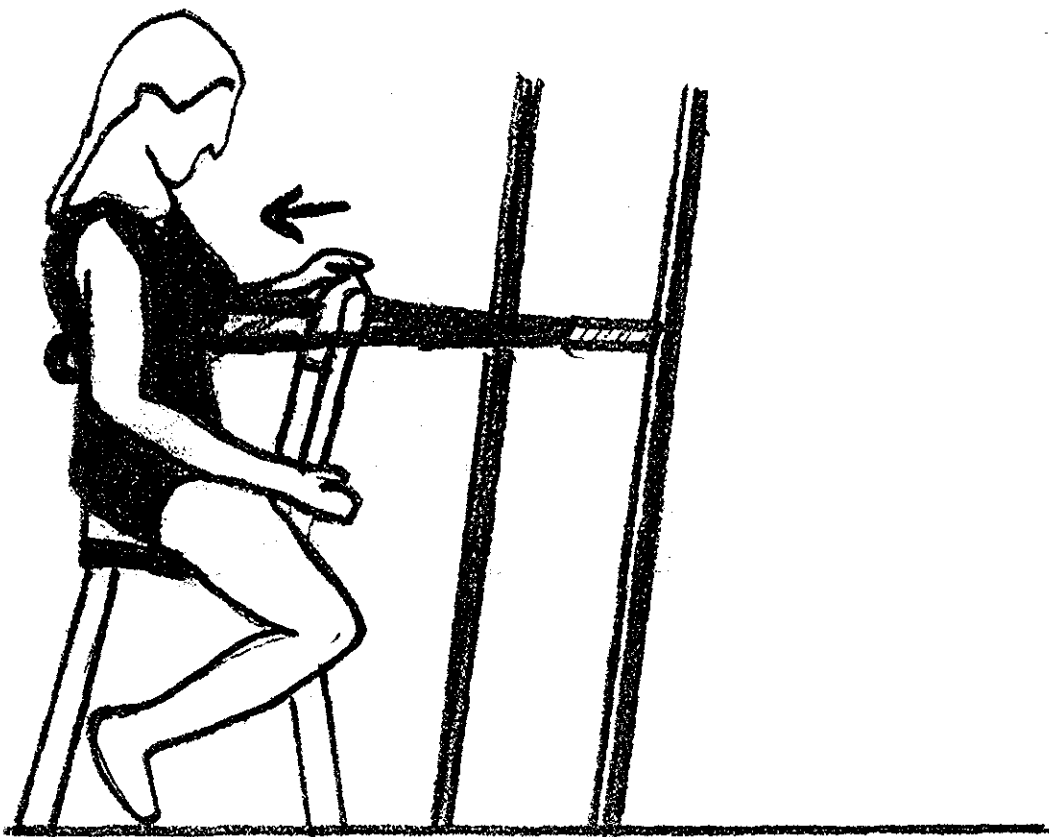


Figura 8

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

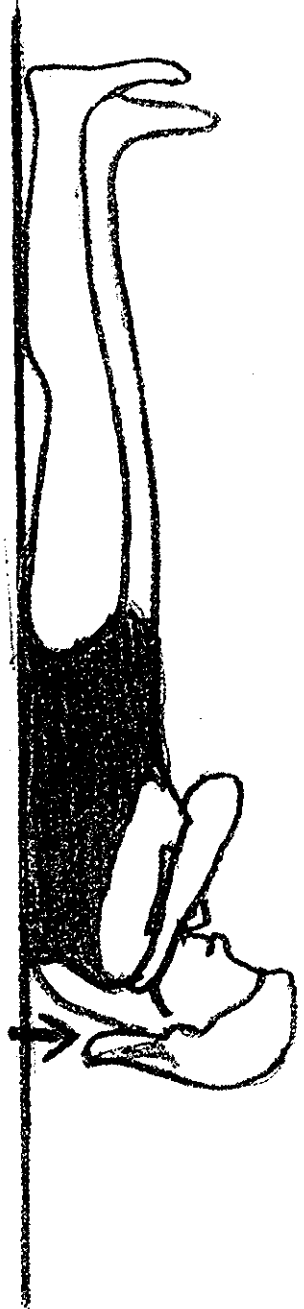


Figura 9

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Figura 10