



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
THE AMERICAN BRITISH COWDRAY  
MEDICAL CENTER

CORRELACION ENTRE EL INDICE DE SINGH  
Y LA DENSITOMETRIA OSEA EN LA  
OSTEOPOROSIS DE LA CADERA

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
TRAUMATOLOGIA Y ORTOPEDIA  
P R E S E N T A  
**DR. JOSEF LORENZ SCHENK PALAO**

Asesor de tesis: Dr. Elie El-Mann Arazi.

Profesor Titular del Curso: Dr. Juan Manuel Fernández Vázquez.



México D.F.

1998



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.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**"FACULTAD DE MEDICINA"**

**DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**THE AMERICAN BRITISH COWDRAY MEDICAL CENTER**

**CORRELACION ENTRE EL INDICE DE SINGH Y LA  
DENSITOMETRIA OSEA EN LA OSTEOPOROSIS  
DE LA CADERA**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
TRAUMATOLOGIA Y ORTOPEDIA**

**P R E S E N T A**

**DR. JOSEF LORENZ SCHENK PALAO**

**ASESOR: DR. ELIE EL-MANN ARAZI**

**PROFESOR TITULAR DEL CURSO:**

**DR. JUAN MANUEL FERNANDEZ VAZQUEZ**



**MEXICO, D. F.**

**1998**

## **AGRADECIMIENTOS:**

**A ILY Y FRANZ:**

**POR EL APOYO, CARIÑO Y AMOR QUE ME HAN DADO.**

**A MIS PADRES Y HERMANOS:**

**POR LOS BUENOS CONSEJOS, DESEOS Y EL ALIENTO QUE ME HAN BRINDADO.**

**A MIS MAESTROS, ORTOPEDISTAS DEL STAFF;**

**POR SUS ENSEÑANZAS Y ORIENTACION.**

**A MIS COMPAÑEROS RESIDENTES POR SU APOYO, AMISTAD Y MOMENTOS COMPARTIDOS.**

**A LOS HOSPITALES: AMERICAN BRITISH COWDRAY MEDICAL CENTER, SHRINERS, MAGDALENA DE LAS SALINAS Y A LA ENDO-KLINIK HAMBURG-WINTERMOOR; POR DARME LA OPORTUNIDAD DE PRACTICAR Y PERFECCIONAR LOS CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS A LO LARGO DE MI CARRERA.**

## INTRODUCCION

Osteoporosis se define como la reducción de la masa ósea acompañada de un deterioro microestructural del tejido óseo, con un aumento en la fragilidad ósea y en la susceptibilidad a las fracturas, lo cual constituye un problema serio de salud ya que se asocia con fracturas de la cadera, cuerpos vertebrales y radio distal<sup>1,2,3,4</sup>. El esqueleto humano está formado por dos tipos de tejido óseo: cortical y trabecular. El cortical es compacto y predomina en huesos largos. El trabecular está compuesto por una serie de placas delgadas que forman el interior de los huesos. En general, el esqueleto adulto está formado por un 80% de hueso cortical y 20% de trabecular, ambos contribuyen a darle estructura y fuerza de sostén<sup>5</sup>. En estudios realizados en cadáver, se observó que el peso del esqueleto disminuye a partir de los 40 años<sup>3</sup>. El esqueleto de un recién nacido contiene aproximadamente 25 g de calcio y al final de la gestación la demanda aumenta hasta a 200/mg por día. Desde la concepción hasta el cierre del cartílago de crecimiento, los huesos cortical y trabecular aumentan progresivamente acelerándose este proceso durante la prepubertad, esta fase de crecimiento produce alrededor del 90% de la masa ósea requerida para la vida adulta. Después de la adolescencia, la masa ósea continúa su incremento durante aproximadamente un período de 15 años. El pico máximo de masa ósea se alcanza durante la cuarta década de la vida, esto se puede modificar por acción hormonal, nutricional o factores mecánicos<sup>2,3,4</sup>. En estudios étnicos, se ha determinado que la raza negra tiene mayor masa ósea que la blanca; y, por lo tanto, menos riesgo de osteoporosis<sup>7,8</sup>.

La actividad física y la dieta rica en calcio son muy importante para aumentar y mantener la densidad de los huesos durante la juventud y al paso de los años, el esfuerzo al que se someten los huesos influye en la ganancia o pérdida de la densidad de los mismos por los cual se ha

observado una abundante masa ósea en personas que durante toda su vida presentaron una ingesta alta de calcio, así como en individuos atléticos<sup>9</sup>. En pacientes con osteoporosis se deben realizar ejercicios que desarrollan la musculatura de sostén de huesos, aumentan la flexibilidad y mejoran el equilibrio lo que es fundamental para el buen estado de los huesos y ayuda a disminuir la pérdida ósea al mismo tiempo previene las fracturas. La pérdida de masa ósea es universal y ocurre en ambos sexos, en todas las razas.

A cualquier edad, las mujeres tienen menor masa ósea que los hombres y esto se va incrementando con la edad. En el transcurso de la vida, la mujer pierde alrededor del 35% de hueso cortical y el 50% del trabecular. Para el hueso cortical, la pérdida progresiva inicia a los 40 años en ambos sexos, el índice inicial aproximado de pérdida es de 0.3- 0.5% de masa ósea por año. En las mujeres, se presenta un aumento importante por la menopausia presentando una pérdida de masa ósea cortical de un 5-6% por año, sin embargo después de 10 años disminuye la reabsorción en forma espontánea<sup>2,3,6,9</sup>.

Hay otros factores que contribuyen a la pérdida de masa ósea, como son el tabaquismo, el sedentarismo, la dieta baja en calcio, alcoholismo y medicamentos.

## **EPIDEMIOLOGIA**

La localización más frecuente de la osteoporosis es la cadera, cuerpos vertebrales y radio distal. El riesgo durante toda la vida de padecer una fractura de cadera es de 6% para los hombres y de 17.2% para las mujeres<sup>7</sup>. La O.M.S estimó en 1985 que probablemente el 30% de las mujeres y el 18% de los varones mayores de 50 años padecen de esta enfermedad, el INEGI en 1990 en base al censo de población reporta una afección en mujeres

mayores de 50 años estimada de 1,454,090 y en hombres de 797,303.

Existe mayor información epidemiológica de afección de la cadera y probablemente se deba a que requieren de un tratamiento hospitalario.

En mujeres de raza blanca, la frecuencia de una fractura de cadera antes de los 90 años se estima en una de cada tres, y aumenta en forma importante con la edad. Después de los 50 años, la relación entre mujer y hombre es de 2.5:1.

El 50% de las fracturas ocurren en personas mayores de 80 años, y de éstas, el 80% se presentan en mujeres. En la raza negra, la frecuencia es igual para ambos sexos<sup>13,14</sup>.

## **ANATOMIA**

El tejido óseo en el extremo proximal del fémur está compuesto de hueso trabecular dispuesto en dos arcos que se interseccionan en ángulo recto. El fémur proximal está formado por dos sistemas de trabéculas. En un corte frontal, se aprecian las trabéculas formando dos arcos: uno que inicia de la corteza medial de la metáfisis, y otro en la corteza lateral, y se denominan de compresión y de tensión. Se dividen en 5 grupos.

## **HISTORIA**

En 1867 Von Meyer publicó en base a una observación realizada por Culmann, que las trabéculas óseas corresponden a líneas de máxima compresión y tensión. Unos 50 años más tarde, Koch realiza el primer análisis matemático correcto sobre estas fuerzas de tensión y compresión en el extremo proximal del fémur, y concluye que las fuerzas de transmisión de la

cabeza femoral a la diáfisis se determinan por su localización; sin embargo, no toma en cuenta la acción muscular por lo cual fue criticado. Las trabéculas óseas en el fémur proximal de un individuo normal, se organizan a lo largo de las líneas de compresión y tensión, producidas en el hueso durante la etapa de apoyo.

El presente estudio trata de los cambios progresivos del patrón trabecular hacia la osteoporosis.

**1. Trabéculas de compresión primaria:** Son las más proximales y se extienden de la corteza medial de la metáfisis a la porción más superior de la cabeza femoral, formando una ligera curva en una capa gruesa e impactada de trabéculas.

**2. Trabéculas de compresión secundaria:** Se originan por debajo de las trabéculas de compresión primaria y se dirigen en forma curva proximal y lateralmente hacia el trocánter mayor y porción superior del cuello femoral, son delgadas y se encuentran separadas.

**3. Trabéculas del trocánter mayor:** Son escasas y delgadas de tensión, y se dirigen del borde inferior del trocánter mayor proximalmente al borde superior.

**4. Trabéculas de tensión primaria:** Se dirigen de la corteza lateral, inmediatamente distal al trocánter mayor y se curvan proximal y medialmente cruzando el cuello femoral para terminar en la porción inferior de la cabeza femoral. Son las trabéculas más gruesas en el grupo de tensión.

**5. Trabéculas de tensión secundaria:** Emergen de la corteza lateral por debajo de las trabéculas de tensión primaria, se dirigen proximal y medialmente hacia la metáfisis.

En el cuello femoral, se unen las trabéculas de compresión primaria, secundaria y las de tensión formando un triángulo denominado triángulo de Ward, que contiene trabéculas muy delgadas.

Las trabéculas se pueden observar en las radiografías simples de cadera bajo una técnica de exposición suficiente que permita delinear macroscópicamente los detalles de la arquitectura interna del hueso.

Estos estudios radiológicos forman imágenes bidimensionales de una estructura compleja que es tridimensional, las trabéculas gruesas se observan como líneas continuas densas, mientras que las delgadas apenas son visibles. Todos los grupos trabeculares antes descritos pueden observarse en radiografías de caderas sanas y el triángulo de Ward como un espacio entre trabéculas delgadas <sup>312,334,35</sup>.

El Dr. Manmohan Singh<sup>31</sup> realizó un estudio de investigación para medir radiográficamente el índice de osteoporosis en base al patrón trabecular, formulando una escala de 6 grados, que correlaciona con biopsias de tejido óseo, observando su histología y presentando una correlación altamente significativa.

Se describen los seis grados de patrón trabecular

**Grado VI:** Se observan todos los grupos de trabéculas, incluyendo las del triángulo de Ward.  
Mineralización normal

**Grado V:** Aparente acentuación en la estructura de las trabéculas de compresión y tensión primarias. Las trabéculas de compresión secundaria ya no se encuentran claramente marcadas, por ello el triángulo de Ward se observa vacío y más prominente. Este patrón representa el estadio temprano de reabsorción ósea al observarse las trabéculas primarias más prominentes por la reabsorción de trabéculas delgadas, las cuales oscurecen las estructuras.

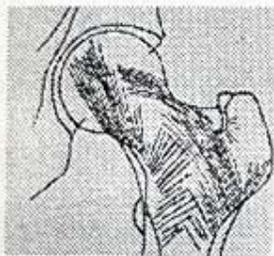
**Grado IV:** Las trabéculas de tensión se han reducido en número, observándose la reabsorción desde el centro del hueso, las trabéculas de tensión primaria se pueden observar siguiendo su trayecto de lateral a medial, mientras que las de tensión secundaria se han reabsorbido

completamente, por lo cual el triángulo de Ward se abre lateralmente. Este grado representa el límite entre osteoporosis y hueso normal (Fig. 1).

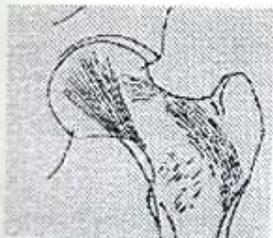
**Grado III:** Se presenta una interrupción en la continuidad de las trabéculas de tensión primaria a nivel del trocánter mayor, las de compresión primaria se observan en el cuello y cabeza femorales, este grado es indicativo de osteoporosis.

**Grado II:** En las imágenes radiográficas el único patrón que se observa son las trabéculas de compresión primaria lo cual nos indica un grado de osteoporosis avanzada.

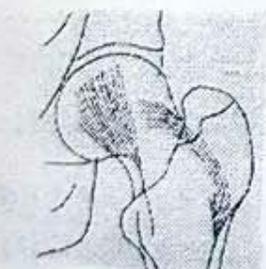
**Grado I:** Escasas trabéculas de compresión primaria apenas visibles, representando un grado severo de osteoporosis (Fig. 2).



GRADO 6

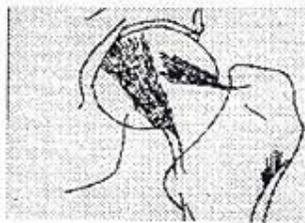


GRADO 5

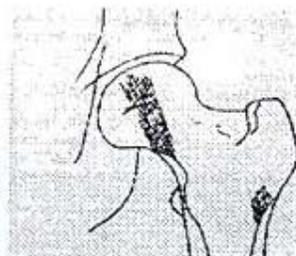


GRADO 4

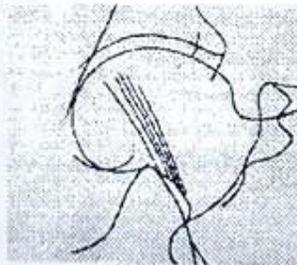
Fig. 1.- Primeros tres grados de patrón trabecular, según Singh.



GRADO 3



GRADO 2



GRADO 1

Fig. 2.- Ultimos tres grados de patrón trabecular, según Singh.

Este estudio radiológico basado en la arquitectura trabecular del tejido óseo en el extremo proximal del fémur puede ser utilizado como un índice diagnóstico y de evaluación de osteoporosis <sup>13,14,15,16</sup>.

Actualmente existen varios métodos disponibles para medir masa ósea en todo el mundo, además de la radiología; como el ultrasonido de talón, la absorciometría de fuente de un haz de rayos X, la densitometría dexta de doble haz y baja energía.

El densitómetro dexta Hologic <sup>17</sup> basa su principio en una fuente de poder que envía dos haces de rayos X, los cuales pasan a través de la región estudiada y una vez filtrados, la cantidad que pasó por el hueso es recibida por un colimador que a su vez envía esta información a una computadora, la cual con una base de datos ya instalada, determina según el sexo, la edad y la raza del paciente el valor de la densidad ósea, reportados en gramos/cm<sup>2</sup> los cuales no son equiparables entre las diferentes marcas de densitómetros. Las principales funciones de la densitometría son el poder predecir el riesgo de fractura, determinar cuantitativamente la masa ósea, evaluar de manera objetiva la respuesta de un paciente que ha sido sometido a tratamiento contra osteoporosis y evaluar epidemiológicamente a la población con osteoporosis.

De manera separada, en estudios prospectivos, Ringa <sup>18</sup>, Johnston <sup>19</sup>, y Cummings <sup>20</sup>, han podido demostrar la efectividad de este estudio para predecir el riesgo de fractura evaluando la masa ósea y la edad de los pacientes; de esta forma, cuando un paciente presenta una desviación estándar (SD) inferior a la masa ósea adquirida hasta los 30 años, el riesgo de fractura se duplica.

Existen diferentes reportes con respecto a qué porcentaje de masa ósea o qué número de

desviaciones estándar son el punto de partida entre la presencia o no de osteoporosis. El criterio más reciente es el propuesto en 1994 por la Organización Mundial de la Salud (OMS), donde se establecen 4 diferentes diagnósticos:

1. Normal Mayor a -1.0 S.D de Densidad Mineral Ósea del promedio del adulto joven.
2. Osteopenia De -1.1 a -2.4 S.D del promedio del adulto joven
3. Osteoporosis -2.5 S.D o más del promedio del adulto joven.
4. Osteoporosis establecida -2.5 S.D o más del promedio del adulto joven en presencia de una o más fracturas.

## **OBJETIVO**

El Objetivo de este trabajo es comparar la efectividad entre dos métodos para determinar el grado de osteoporosis, tomando en cuenta su especificidad contra la viabilidad de su uso en materia económica.

## JUSTIFICACION

En el estudio se comparó la efectividad entre dos metodos para determinar el grado de osteoporosis en el tercio proximal del fémur. Tomando en cuenta que las posibilidades de la población en general dificultan el uso frecuente de la densitometria, es importante saber si existe diferencia significativa entre ésta y una radiografia simple de cadera en la evaluación de la osteoporosis.

## DISEÑO DEL TRABAJO

Se realizó un estudio original, longitudinal, no experimental, estudio de casos, prospectivo básico.

## MATERIAL Y METODOS

Se valoró en dos formas la osteoporosis de la cadera. Por un lado, por medio de una radiografía anteroposterior de pelvis donde se midió el índice de Singh y por otro con la densitometría ósea ( HOLOGIC QDR). Se analizaron los estudios de todos los pacientes que acudieron al Servicio de Imagenología del Hospital ABC para densitometría ósea del 1º de marzo al 31 de julio de 1996.

Con la radiografía de pelvis, se clasificó cada cadera, de acuerdo al índice de Singh.

Se compararon ambos estudios determinando la sensibilidad para cada caso.

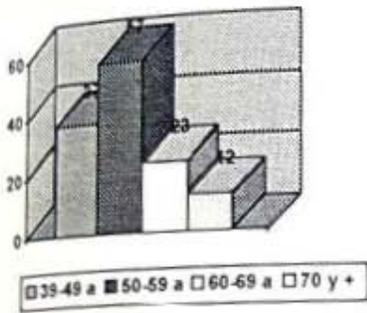
También se distribuyeron por grupos etéreos para analizar el comportamiento de la osteoporosis.

Se estudiaron variables dependientes: edad, sexo, raza y lado; y variables independientes : Índice de Singh y densitometría ósea.

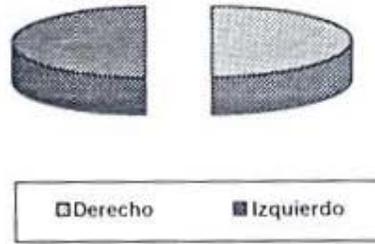
Se realizó un análisis estadístico de los resultados, excluyendo a los pacientes que tenían antecedente de fractura, ya que estos deben ser considerados según la O.M.S. como osteoporosis establecida.

## RESULTADOS

Se estudiaron 129 pacientes, 258 caderas. El rango de edad fluctuó entre los 39 y los 80 años, con un promedio de 55.11 años (Gráfica1), correspondiendo el 50% al lado derecho y el 50% al izquierdo (Gráfica2).



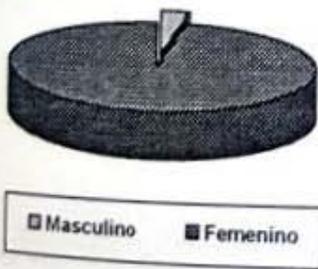
Gráfica 1.- Distribución por grupos etáreos.



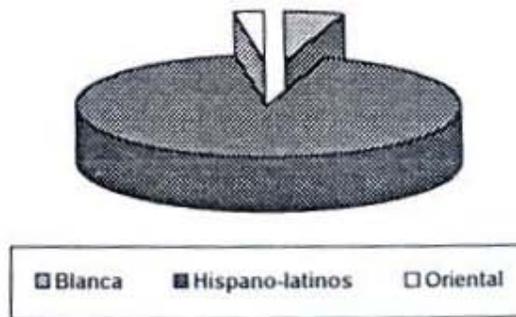
Gráfica 2.- Distribución por lado.

Fueron 4 pacientes del sexo masculino y 125 del femenino (Gráfica3).

En cuanto a la raza, pertenecieron 92 a la blanca, 36 fueron hispano-latinos y 1 oriental (Gráfica4).



Gráfica 3.- Distribución por sexo.



Gráfica 4.- Distribución por raza.

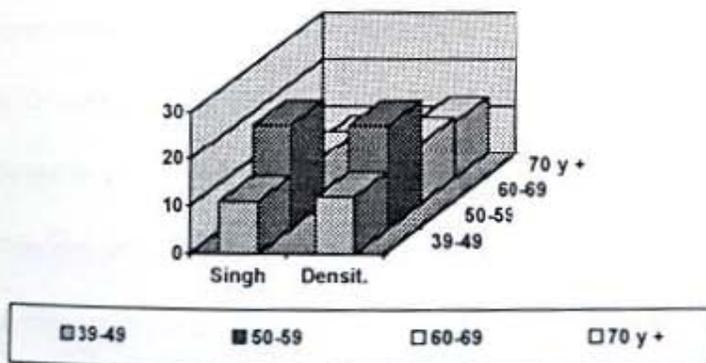
De acuerdo al índice de Singh, de 258 caderas, 51 tenían osteoporosis, (20%) y según la densitometría 59 tenían osteoporosis (23 %) del total estudiado.

De acuerdo a los grupos etáreos de 39 a 49 años hubo 74 caderas, de las cuales 11 (15%) tenían osteoporosis según el índice de Singh y 12 (16%) según la densitometría.

De 50 a 59 años hubo 114 caderas, de las cuales 22 (19%) tenían osteoporosis por índice de Singh y 22 (19 %) según la densitometría.

De 60 a 69 años hubo 46 caderas, de las cuales 10 (22 %) tenían osteoporosis según el índice de Singh y 13 (28 %) tenían osteoporosis según la densitometría.

De 70 años o más hubo 24 caderas, de las cuales 8 (33 %) tenían osteoporosis por el índice de Singh y 12 (50%) tenían osteoporosis por densitometría. La tabla 1 ilustra la correlación entre los grupos etáreos y el índice de Singh obtenidos.



Gráfica 5.- Distribución de caderas con osteoporosis según estudio.

## DISCUSION

La osteoporosis es un serio problema de salud que afecta a toda la población adulta y produce un impacto directo en la calidad de vida, la independencia de los individuos, y su predisposición para fracturarse. La prevención es el mejor tratamiento". La forma más comúnmente usada para determinar es la radiografía simple. El índice de Singh permite determinar de una forma veraz la presencia de osteoporosis evaluando las trabéculas óseas en el tercio proximal del fémur. El advenimiento de la tecnología nos permite contar con estudios más costosos y que requieran de una compleja infraestructura, como la Tomografía Computada Cuantitativa del Esqueleto", y la densitometría ósea.

El análisis estadístico reportó una sensibilidad del 100% para el índice Singh y la densitometría ósea mostró un margen de error del 31.36%, además sabemos que la densitometría tiene un costo mayor a una radiografía simple de pelvis, y no debe de considerarse como el estudio de elección.

No existen estudios que comparen a la radiografía simple con la densitometría para determinar la presencia de osteoporosis y resulta de gran valor el saber, que el uso de una radiografía de pelvis puede ser de gran utilidad para su diagnóstico.

Estos estudios nos permiten hacer la pregunta abierta de: ¿hasta dónde es válido realizar más estudios que una radiografía simple de pelvis, para determinar si un paciente adulto sano tiene o no osteoporosis?

## INDICE

AGRADEDECIMIENTOS	1
INTRODUCCION	2
EPIDEMIOLOGIA	3
ANATOMIA	4
HISTORIA	4
OBJETIVOS	10
JUSTIFICACION	11
DISEÑO DEL TRABAJO	12
MATERIAL Y METODOS	13
RESULTADOS	14
DISCUSION	16
INDICE	17
BIBLIOGRAFIA	18

## BIBLIOGRAFIA

1. Peck WA: Osteoporosis. *Am J Med*, 646-650, 1993.
2. Brazel US. The roll in acid base metabolism: Osteoporosis. New York, Grune, 1970.
3. Jowsey: Metabolic disease of bone, Vol. Y, Saunders Monografhs, 1977.
4. Newton-John HF, and Morgan DB: Osteoporosis: disease or senescence. *Lancet*, 1:232-233, 1968.
5. Ribot C, Tremollieres F, Pouilles JM: Bone involvement in endocrinopathies. *Press Med*, Jun 4, 23(21):985-950, 1994.
6. Albright-Brand: The scientific basis of orthopaedics, Appleton-Century-Crofts. New York, 1979.
7. Smith RW Jr.: Epidemiologic studies of Osteoporosis in woman. *Clin Ortop*, 45:31-48, 1966.
8. Alfram P: An epidemiologic study of cervical and throchanteric fractures of the femur in an urban population. *Acta Ortop Scand*, 65:1-109, 1964.
9. Hulley SB, Vogel JM, et al.: The effect of supplemental oral phosphate on the bone mineral changes during prolonged bet rest. *J Clin Invest*, 50:2506-2518, 1971.
10. Sheldon R, Simon MD: Orthopaedic basic science, American Academy of Orthop Surgeons, 1994.
11. Stevens J, and Abram G: Osteoporosis in patients with femoral neck fractures. *J Bone Joint Surg*, 46B:24-27, 1994.
12. Hall MC: The trabecular patterns of the neck of the femur with particular reference to changes in osteoporosis. *Can Med Ason L*, 85:1141-1144, 1961.
13. Singh M, Nagrath AR: Changes in the trabecular pattern of the upper end of the femur as

- an index of osteoporosis. *J Bone Joint Surg*, 52A 457-467, 1970.
14. Singh M, et al.: Femoral trabecular pattern index for evaluation of osteoporosis. *Am Intern Med*, 77:63-67, 1972.
  15. Koch JC: The laws of bone architecture. *Am J Anat*, 21:177-298, 1917.
  16. Ringa V: Bone mass measurement around menopause and prevention of osteoporotic fractures. *Eur J Obstet Gynecol*, May 18, 54(3):205-213, 1994.
  17. Johnston SL: Hip's fracture risk. *J Clin Invest* 81:1804, 1988.
  18. Cummings SR et al.: Densitometry prediction on femur fractures. *Lancet* 341:72, 1993.
  19. Forsbach G, Santos A: Densidad ósea y osteoporosis. *Ginecol Obstet Mex*, Jul 62:201-3, 1994.
  20. Reuther G. et al.: Diagnostic value and interpretation of imagine bone densitometry based on quantitative CT. *Rofo Fortschr Geb Rontgen, Bildgeb Verfahr*, Aug 161 (2) 99-105, 1994.