



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

THE AMERICAN BRITISH COWDRAY MEDICAL  
DEPARTAMENTO DE ORTOPEDIA

## “Patrón Trabecular y Geometría del Fémur Proximal Asociado al Tipo de Fractura”

TESIS DE POSGRADO

PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN:  
ORTOPEDIA Y TRAUMATOLOGÍA

PRESENTA:

**CARLOS ANGELES NEGRETE**

DIRECTOR DE TESIS:

**DR. JAVIER CAMACHO GALINDO**

PROFESOR TITULAR:

**DR. JUAN MANUEL FERNÁNDEZ VÁZQUEZ**

MÉXICO, D.F. FEBRERO 2010





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.

Dr. José Halabe Cherem  
Jefe de Enseñanza e Investigación

Dr. Juan Manuel Fernández Vázquez  
Profesor Titular del Curso de Ortopedia y Traumatología

Dr. José Antonio Velutini Kochen  
Profesor Adjunto del Curso de Ortopedia y Traumatología

Dr. Javier Camacho Galindo  
Asesor de Tesis

Dr. Carlos Angeles Negrete

*Gracias...*

*A ti Ana por tu amor y avanzar a mi lado*

*A mis padres y a mi hermana por su ejemplo y apoyo*

*A la vida por mostrarme desde muy temprano, que el horizonte era tan distante*

*A todos los médicos y maestros para quienes el enseñar, el arte de servir, es la vida misma*

## Índice

I. Índice	4
II. Introducción	6
III. Epidemiología	7
IV. Morbilidad y Mortalidad	8
V. Marco teórico	10
VI. Osteoporosis	10
VII. Tratamiento de la osteoporosis	12
VIII. Biomecánica ósea	14
IX. Índice de Singh y triángulo de Ward	17
X. Pérdida ósea	19
XI. Factores asociados a fracturas de cadera por osteoporosis	20
XII. Mecanismo de lesión	21
XIII. Caídas	22
XIV. Clasificación de las fracturas de cadera	23
XV. Tratamiento de las fracturas del fémur proximal	26
XVI. Diagnóstico	28
XVII. Densidad ósea y riesgo de fractura	33
XVIII. Planteamiento del problema	34
XIX. Justificación	35
XX. Material y métodos	37
XXI. Variables	45
XXII. Análisis estadístico	46
XXIII. Resultados	47
XXIV. Discusión	58
XXV. Conclusiones	61
XXVI. Bibliografía	62

## Introducción

Uno de los principales factores en las fracturas de cadera en la población mayor de 50 años es su asociación a fragilidad ósea por osteoporosis, las fracturas por fragilidad se definen como las provocadas por un trauma de baja energía, por ejemplo: la caída desde el plano de sustentación.

En el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) el 70% de la demanda de urgencias es ortopédica. La prevalencia reportada en el 2005 por el ISSSTE (Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado) y el IMSS es que por cada 10.000 personas, 169 mujeres y 98 hombres presentaron fractura de cadera; es decir, 1 de cada 12 mujeres mayores de 50 años tendrá una fractura de cadera. Esto convierte a la osteoporosis en un grave problema de salud pública, al año se registran entre 11 mil y 30 mil fracturas de fémur o cadera, que representan un gasto anual aproximado de 830 millones de pesos.<sup>1</sup>

## Epidemiología

En México se estima que para el año 2010 existirán 6.6 millones de ancianos, esta cifra ascenderá a 28 millones para el año 2050, según las estimaciones del Consejo Nacional de Población (CONAPO),<sup>2</sup> en este país ocurren más de 100 fracturas de cadera al día.<sup>3</sup>

Murillo, en un estudio multicéntrico, encontró una prevalencia en la población mexicana del 16% para osteoporosis y 57% para osteopenia; en mujeres mayores de 50 años de edad la mayor prevalencia se encuentra en aquellas situadas al sureste del país.<sup>4</sup> En otro estudio realizado en la ciudad de México, de 5,924 pacientes, se demostró que el 17.9% padece osteoporosis (79.8% mujeres y 20.1% hombres) y el 34.5% osteopenia (76.1% mujeres y 23.8% hombres).<sup>5,6</sup>

La probabilidad de padecer una fractura de cadera de por vida en mayores de 50 años, en México, es de 8.5 para las mujeres y 3.8 para los hombres; la prevalencia es muy parecida a la encontrada en Europa del Sur, ligeramente más baja que en Europa del Norte y en la población blanca de los EUA. La incidencia anual en el Reino Unido es del 18% mujeres y 6% en hombres.<sup>8</sup>

Anualmente, ocurren aproximadamente 1.7 millones de fracturas de cadera por año en todo el mundo, estas cifras pueden triplicarse en los próximos 50 años.<sup>7</sup> En Norteamérica, 10 millones de personas padecen osteoporosis y 44 millones de personas mayores de 50 años están en riesgo de padecerla. De acuerdo a las proyecciones de población de la OMS (Organización Mundial de la Salud), el número de fracturas que se registrarán en la región de Latinoamérica, en los próximos 50 años, casi igualará las cifras encontradas en Estados Unidos y Europa.<sup>9</sup>

## Morbilidad y Mortalidad

Las fracturas de cadera alcanzan una tasa de mortalidad del 20% durante el primer año, se encuentran dentro de las patologías de la población geriátrica con mayor impacto económico, social y de morbimortalidad.

Más del 60% de los pacientes con fractura de cadera presentan problemas médicos coexistentes al momento de la fractura.<sup>10</sup> Bellantonio y cols. encontraron que sólo el 13% de las mujeres con fractura de cadera, mayores de 65 años, recibía tratamiento adecuado para prevenir otra fractura; en la mayoría de los casos la osteoporosis en mujeres es idiopática y debuta con fractura de radio, cadera, o columna lumbar.<sup>11</sup>

En promedio, alrededor del mundo, el riesgo de fractura de cadera de por vida es del 6% en hombres y alcanza más del doble (18%) en mujeres.<sup>12</sup>

En las mujeres, el riesgo de una fractura de cadera aumenta de 1.4 a 1.8 veces si sufrieron una fractura de muñeca previa; en los hombres mayores, el riesgo de fractura de cadera aumenta de 2.3 a 2.7 veces. Las fracturas asociadas a osteoporosis ocurren en diversos sitios del esqueleto; principalmente en la cadera, espina dorsal y lumbar, muñeca y húmero proximal.<sup>13, 14</sup> Los pacientes con fractura en la columna toracolumbar presentan el doble de riesgo de fractura, que los individuos que no tienen fracturas vertebrales; incluso, la mitad de los pacientes con una fractura vertebral experimentará fracturas vertebrales adicionales en un plazo de 3 años. La mayoría de ellos durante el primer año, comparado con los individuos sin historia de fractura vertebral. El paciente con fractura vertebral tiene el triple de riesgo de fractura de cadera y de 2 a 4 veces el riesgo de fractura en cualquier otra parte del cuerpo.<sup>15</sup>

Más de la mitad de los pacientes con fractura de cadera sufrirá un estado de discapacidad a largo plazo, disminución de la autonomía, depresión y un 25% requerirá de cuidados especiales. Sólo del 50% a 60% de los pacientes se recuperan, llegando a su estado funcional previo a la fractura, un año después de ésta. Algunos estudios han tratado de identificar los factores que afectan la capacidad del paciente para recuperar su estado funcional previo, los factores importantes identificados son:

- Edad
- Sexo masculino
- Demencia preexistente
- Escala funcional previa.

Hasta un 30% de las fracturas de cadera ocurren en hombres y en el 50% de los casos se trata de pacientes con osteoporosis secundaria, que suele asociarse a dolor de espalda y pérdida de altura. Suele presentarse más comúnmente que en mujeres y 10 años más tarde, durante la hospitalización inicial y en el primer año, después de la fractura la tasa de mortalidad en hombres es dos veces mayor que en las mujeres.

Los pacientes con fractura de cadera alcanzan una mortalidad entre el 14% y 47% a 4 años.<sup>16</sup> Ocurren más muertes en mujeres con fractura de cadera que las muertes producidas por el cáncer de seno; de hecho, en los Estados Unidos el riesgo de fractura de cadera es igual a la suma del riesgo de cáncer de seno, útero y ovario.

La mortalidad reportada en paciente con fractura de cadera en el Centro Médico ABC es de 9.8 por 100 procedimientos quirúrgicos y 33.3% en quienes recibieron tratamiento conservador.<sup>17</sup>

## Marco teórico

### Osteoporosis

La osteoporosis se define como: "enfermedad esquelética sistémica, caracterizada por baja masa ósea y deterioro en la microarquitectura del tejido óseo, que origina fragilidad ósea aumentado el riesgo de fractura". Esta definición implica un concepto cuantitativo de alteración de la arquitectura ósea y uno cualitativo, relacionado con la densidad ósea.

Las causas de osteoporosis pueden dividirse en dos grupos:

#### Osteoporosis primarias

- Osteoporosis postmenopáusica
- Osteoporosis senil
- Osteoporosis idiopática juvenil

#### Osteoporosis secundarias

- Osteoporosis secundaria a la administración de cortisol
- Hipogonadismo, hipertiroidismo
- Anorexia
- Embarazo
- Artritis reumatoide
- Hiper calciuria idiopática
- Etilismo crónico
- Tabaquismo
- Enfermedades hepáticas y digestivas crónicas
- Hemocromatosis
- Tratamiento prolongado con anticonvulsivantes
- Inmovilización prolongada
- Mastocitosis sistémica
- Osteogénesis imperfecta
- Síndrome de Marfán

Riggs y Melton clasifican a la osteoporosis primaria basándose en los patrones de pérdida ósea, en dos tipos:

Osteoporosis postmenopáusica (tipo I) mediada por osteoclastos, caracterizada por la rápida pérdida de masa ósea, afectando frecuentemente a mujeres posmenopáusicas. Hay una rápida fase de pérdida de hueso, predominantemente hueso trabecular asociado a las fracturas vertebrales y de radio distal.

Osteoporosis senil (tipo II) o mediada por osteoblastos. Este tipo de osteoporosis afecta a las mujeres dos veces más que a los hombres; está relacionada con el envejecimiento, la deficiencia crónica de calcio, el aumento de actividad de la hormona paratiroidea (PTH) y la disminución en la formación de hueso.

La osteoporosis tipo II afecta al hueso trabecular y cortical, causando fracturas del cuello femoral, vértebras, porción proximal del húmero y la tibia, así como de la pelvis.

Los niveles séricos del fosfato de calcio, electroforesis de proteínas séricas y velocidad de sedimentación globular (VSG) son normales en la osteoporosis primaria. La fosfatasa alcalina sérica suele ser normal, pero puede estar ligeramente elevada por una fractura reciente, o muy elevada por fracturas recientes múltiples. Los niveles de PTH son normales o bajos en los pacientes con osteoporosis tipo I y elevados en el tipo II; si desciende la absorción de calcio o existe una hipercalciuria inadecuada. Aproximadamente el 20% de las mujeres posmenopáusicas con osteoporosis tienen hipercalciuria significativa, que puede provocar una elevación de la PTH sérica.

Los indicadores de recambio óseo como la hidroxiprolina, péptido de piridinio en orina, osteocalcina sérica o captación de difosfonato metileno de tecnecio-99, pueden estar elevados.

## Tratamiento de la osteoporosis

Los objetivos del tratamiento de la osteoporosis son la prevención de fracturas, reducir el dolor cuando existe y mantener la función.

### Medidas no farmacológicas

El riesgo de fractura desciende con las medidas no farmacológicas, como el mantenimiento de un peso adecuado, el aumento del hábito de caminar y otros ejercicios de apoyo y carga, la suspensión de benzodiazepinas de acción larga, reducción del consumo de café, alcohol, y el abandono del tabaco. La educación de los pacientes sobre los riesgos de caídas y el desarrollo de programas individuales para aumentar la estabilidad física son otras medidas provechosas.

### Suplementos de calcio y vitamina D

Las mujeres deben consumir al menos 1 g de calcio elemental al día, pero si existen antecedentes de osteoporosis o si ya se ha hecho el diagnóstico de osteoporosis la ingesta total de calcio debe ser de 1.500 mg/24 h. Habitualmente, se recomienda un suplemento diario de vitamina D (400 UI), a menos que el paciente presente hipercalciuria o niveles anormales de vitamina D. Se pueden utilizar tabletas de carbonato cálcico de 600 mg cuatro a seis veces al día (equivalente a 1-1,5 g/d de calcio), pero se absorbe mejor el citrato cálcico en pacientes aclorhídricos y presenta menos efectos secundarios gastrointestinales.

### Terapia Hormonal

En las mujeres puede estar indicada la terapia hormonal sustitutiva con estrógenos, el empleo de progestágenos combinados previene la hiperplasia del endometrio. Los estrógenos pueden detener o reducir la progresión de la enfermedad, son más efectivos cuando la administración se inicia en los 4 a 6 primeros años tras la menopausia, pero pueden frenar la pérdida ósea y reducir la incidencia de fracturas, aunque se instauren más tarde.

Los estrógenos también aumentan el riesgo de patología biliar, pueden prevenir la cardiopatía isquémica y los accidentes cerebrovasculares, aunque puede estar ligeramente elevado el riesgo de cáncer de seno.

#### Inhibidores de la resorción ósea

Los difosfonatos inhiben la resorción ósea mediada por osteoclastos. Se ha aprobado el uso de alendronato para el tratamiento de la osteoporosis, reduciendo el riesgo de fracturas en vértebras y cadera en mujeres posmenopáusicas con osteoporosis. También aumenta la densidad mineral ósea.

#### Andrógenos

En las fracturas graves y no controladas causadas por la osteoporosis se puede administrar andrógenos durante un período de tiempo corto (<3 meses) en mujeres, cuando fracasen las restantes medidas terapéuticas. El estanozonol y la nandrolona aumentan la densidad ósea en mujeres, pero su uso es limitado porque reducen la concentración sérica de las HDL, producen virilización y riesgo de hepatotoxicidad. Los hombres con osteoporosis también deben ser evaluados para detectar una posible deficiencia de andrógenos; en este caso, puede estar indicado el tratamiento sustitutivo.

## Biomecánica ósea

La masa ósea se define histológicamente como la cantidad de tejido óseo por unidad de volumen. La densidad mineral ósea (DMO) explica del 60 al 80% de la resistencia mecánica del hueso.

El capital óseo máximo se alcanza en ambos sexos alrededor de los 20 años de edad; el contenido mineral óseo (CMO) tiene dos picos de generación, desde el nacimiento hasta los 4 años de edad y en la adolescencia. El CMO se modifica en las niñas por la aparición de la menarca, haciendo que termine 2 años antes que en los varones. En este período, las mujeres logran el 40% de CMO.

La carga genética, la actividad física y los factores nutricionales, condicionan este pico máximo de CMO. El receptor de la vitamina D (VDR) presenta gran polimorfismo y explica la varianza de la masa ósea. Hasta el 80-85% de la densidad mineral ósea se determina genéticamente.<sup>18</sup> Experimentos biomecánicos a nivel celular han encontrado un aumento en la capacidad de degradación de los osteoclastos; en la osteoporosis, esto podría explicarse por factores genéticos relacionados<sup>19, 61, 62</sup>

La sobrecarga física tiende a aumentar la masa ósea, mientras que la inmovilización la disminuye (ley de Wolf). Este hecho hace que aumente el riesgo de fractura en pacientes con disminución de sus demandas funcionales. La obesidad se asocia con masa ósea elevada, los pacientes con osteoporosis tienden a pesar menos y a tener menos masa muscular. La ingesta insuficiente de calcio, fósforo y vitamina D en la dieta se asocia con pérdida ósea y se relaciona con la edad.<sup>18, 19</sup>

El tejido óseo está conformado por hueso trabecular y cortical, este último tiene una baja proporción de superficie por volumen; mientras que el hueso trabecular, proporcionalmente, tiene una superficie mucho mayor.

El recambio óseo es dependiente de la superficie, por lo tanto, afecta más al hueso trabecular que al hueso cortical. En consecuencia, los huesos con regiones ricas en trabéculas, como las vértebras, el calcáneo y los segmentos metafisiarios de los huesos largos (fémur proximal), están sujetos a una pérdida de integridad estructural durante el proceso de envejecimiento.<sup>29</sup>

La microarquitectura del hueso trabecular es otro factor determinante de la resistencia ósea. Se han relacionado medidas de densidad y la organización arquitectónica del hueso trabecular con su rigidez y resistencia. Los patrones trabeculares en pacientes con fractura de cadera resultaron ser más anisotrópicos, que los presentados en pacientes que murieron sin fractura de cadera.<sup>20</sup>

La capacidad biomecánica del hueso depende de la resistencia a las fuerzas que se aplican sobre su estructura, y están condicionadas por la proporción de hueso cortical, la masa ósea, su anatomía (macroarquitectura y microarquitectura), grado de mineralización y calidad del colágeno. La insuficiencia de uno de estos factores intrínsecos y el grado de estrés (trauma) al que se somete el hueso son las causas de la fractura.

El diámetro de los huesos largos aumenta gradualmente con la edad, y depende del género, lo que provoca adelgazamiento del hueso cortical. La resistencia estructural de los huesos no sólo está relacionada con la masa ósea y su distribución anatómica, sino también a un concepto conocido como la “conectividad”: grado de interconexión trabecular dentro de los huesos. Mellish ha demostrado cambios en la estructura de hueso trabecular, al probar que los osteoclastos crean discontinuidad de las trabéculas y por lo tanto, áreas de debilidad.<sup>30</sup>

El tamaño y la arquitectura del fémur son importantes en la patogénesis de las fracturas intra y extracapsulares. El grosor disminuido de la cortical diafisiaria femoral ha sido propuesto como factor predictivo de fracturas trocantéricas, así como el ancho del cuello femoral para las fracturas cervicales.<sup>21,22</sup>

Gluer y cols. en 1994 publicaron que la disminución del espesor cortical femoral se relaciona con un valor predictivo para las fracturas trocantéricas. Igualmente, la disminución del espesor cortical del cuello femoral ha mostrado ser un valor pronóstico, junto con estos hallazgos. Duboeuf y cols. en 1997 encontraron que la amplitud del ángulo cervicodiafisario se asocia a las fracturas de cuello femoral, y explicaron que las diferencias en la resistencia a la tracción y compresión. El estrés se relaciona con las diferencias en la longitud y forma del cuello femoral.

Los cambios en la geometría del fémur proximal y diáfisis son producto de la remodelación ósea. De manera natural, estos cambios suceden en la diáfisis y no cambian la integridad mecánica del cuello femoral, debido a factores como la ausencia de endostio y periostio, que participan activamente en la resorción y remodelación. La disminución del grosor cortical, propio de la edad, es compensada por la expansión perióstica y mejora la resistencia a la carga. Beck y Looker sugieren que esta pérdida de la masa ósea en el fémur proximal no produce un aumento en el riesgo de fractura, debido al factor compensador de la remodelación ósea.<sup>23, 24</sup>

Barry en 1989, encontró que los pacientes con fracturas trocantéricas tienen cuellos femorales más cortos que los pacientes con fracturas subcapitales. También señaló, que era posible que esta diferencia en la longitud del cuello del fémur estuviera relacionada con el lugar en el que una fractura de fémur proximal ocurriría.<sup>25</sup> La deficiencia mecánica en la osteoporosis se debe a la insuficiencia de tejido óseo y por lo tanto, la estructura ósea es débil, generándose las fracturas.<sup>25</sup>

## Índice de Singh y triángulo de Ward

El índice descrito por Manmohan Singh y Nagrath<sup>26</sup> se basa en el aspecto radiológico de la estructura trabecular del hueso del fémur proximal, en una radiografía anteroposterior de cadera. Ward, en 1838, describió el sistema de trabéculas del fémur proximal como líneas de carga que distribuyen las fuerzas de tensión y compresión. De acuerdo con la ley de Wolff, las trabéculas surgen sobre las líneas de fuerza a las que el hueso está sometido, las principales estructuras son: el haz arciforme, que va de la cortical externa a la parte interna de la cabeza femoral (trabéculas de compresión secundaria); el haz cefálico que va del calcar hacia la parte más superior de la cabeza (trabéculas de compresión primaria) y el haz trocántereo, del calcar al trocánter mayor (trabéculas de tensión primaria).

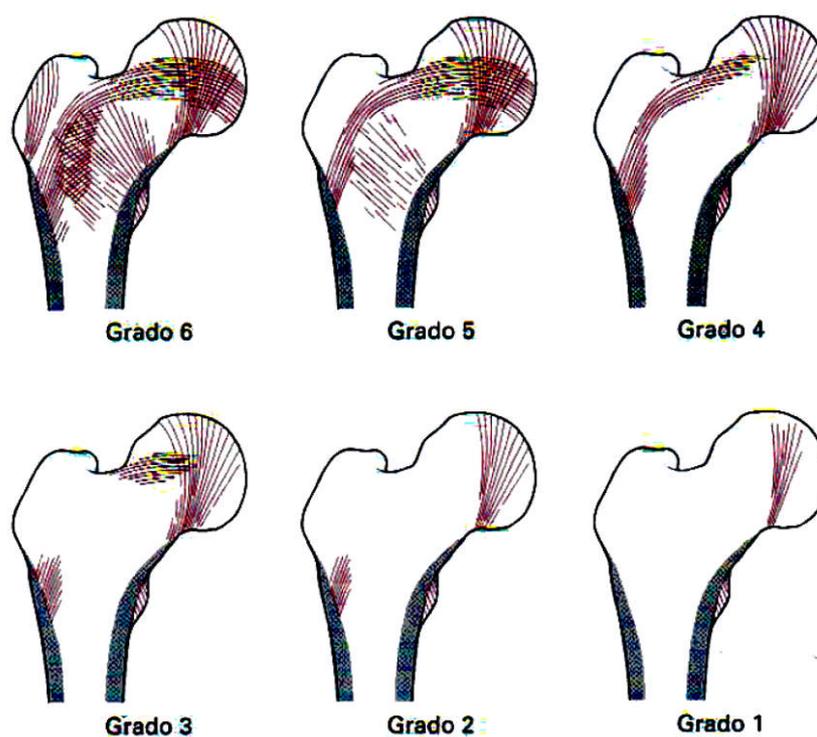


Figura 1. Índice descrito por Singh

Las trabéculas de compresión y las de tensión primaria pasan a través del cuello y se separan, dejando un área de hueso poroso: “el triángulo de Ward”. La rigidez de esta estructura tridimensional es mayor, cuanto más reforzadas se encuentran las trabéculas. El calcar es una placa densa de hueso vertical que se extiende desde la porción posteromedial de la diáfisis femoral, reforzando el cuello del fémur en su región posteroinferior.

La medición del índice de Singh, en las radiografías de cadera, es un método económico y simple que permite una valoración de la calidad mecánica del fémur.<sup>26</sup> En diversos estudios la variabilidad del índice de Singh se ha puesto en duda, al igual que su correlación con el grado de densitometría ósea (DMO), comparándola con DEXA (Dual-Energy X-Ray Absorptiometry), disminuyendo su utilidad clínica.<sup>25, 26, 27, 28</sup>

El patrón trabecular por sí sólo tiene un bajo índice predictivo de fractura. Lee y cols. hallaron que el análisis del patrón trabecular en combinación con la densitometría, edad y peso son más eficientes en conjunto, para predecir una fractura de cadera, que tratándolos como variables independientes.<sup>28</sup>

La proporción de hueso trabecular depende del sitio anatómico: el 100% corresponde al centro del cuerpo vertebral; el 95%, al centro del calcáneo; el 65%, al radio distal; 50% a la región intertrocanterica y el 40% a la región transcervical; 25% en una vértebra entera, y el 5% en el radio proximal.

Barth y Lane informaron que tres de ocho individuos que tenían una muy baja masa ósea en la columna vertebral, no presentaban fracturas vertebrales. Las vértebras y otros huesos muestran un descenso de densidad radiográfica por pérdida de estructura trabecular. Sin embargo, las impresiones subjetivas sobre el estado del hueso pueden ser confusas porque la osteoporosis no se puede diagnosticar en las radiografías hasta que no se ha perdido más del 30% de la densidad ósea. Este hecho hace que sea inespecífica la medición del índice de Singh ya que aparece un error de apreciación de 30% entre hueso sano y osteopénico.<sup>31</sup>

## Pérdida ósea

En publicaciones realizadas por Schroder y cols. se reporta que el antecedente de fractura de cadera aumenta 5 veces el riesgo de fractura contralateral y que ésta es, por regla general, clasificada del mismo tipo. Este hecho hace pensar que es de vital importancia tomar en cuenta las deficiencias mecánicas que presenta la cadera no fracturada, en la porción proximal del fémur. Adicionalmente, éste es el hecho más importante para tener en al evaluar la probabilidad de fractura en la cadera “sana”.

A partir de los 40 años, en ambos sexos, ocurre una pérdida ósea lenta y lineal, del orden del 3% por década, en el sector trabecular. En la mujer, la pérdida ósea se acelera a razón de 2% anual durante diez años y después de la menopausia. Aproximadamente en el 25% de las mujeres menopáusicas se observa una pérdida ósea de alrededor de 2.5% anual y hasta del 8%. En ambos sexos, la pérdida ósea se desacelera para los 60 años, igualándose, para acelerarse de nuevo a los 75 años al 0.9% anual.

Cuando los hombres y mujeres superan los 60 años de edad, la actividad osteoblástica desciende de manera sustancial. Los hombres, con descenso prematuro de la producción de testosterona, pueden presentar un aumento de la actividad osteoclástica. Estos cambios ocasionan una mayor pérdida neta de hueso y la cantidad de hueso disponible, como soporte mecánico del esqueleto, acaba descendiendo por debajo del umbral de fractura. El paciente puede sufrir una fractura sin traumatismo o como consecuencia de un traumatismo leve. Histológicamente, existe una reducción del grosor cortical y del número y tamaño de las trabéculas de hueso esponjoso, con dimensiones normales de los conductos osteoides.

## Factores asociados a fracturas de cadera por osteoporosis

La fractura de cadera ocasiona las complicaciones más graves de la osteoporosis, los factores asociados a la osteoporosis son: <sup>3, 6, 7, 8</sup>

- Menopausia en mujeres > 50 años
- Edad > 75 años en hombres
- IMC bajo (< 24 kg/m<sup>2</sup>)
- Inactividad física
- Fumar
- Alcohol

Factores de riesgo para fractura de cadera: <sup>8, 9, 11</sup>

- La historia materna de fractura de cadera aumenta al doble el riesgo de fractura de cadera.
- Las mujeres de 1.76 m de altura tienen dos veces más riesgo de fracturas de cadera que las mujeres de estatura más baja (1.58 m)
- Pérdida del 5% del peso corporal por más de 4 años
- Tratamiento prolongado con benzodiazepinas o anticonvulsivantes
- Pérdida visual
- Consumo elevado de cafeína
- Inactividad física

La menarca tardía, menopausia precoz, nuliparidad y el consumo elevado de cafeína son factores importantes en la reducción de la masa ósea; dentro de los factores modificables el hábito de fumar aumenta el riesgo de fractura de cadera y columna en un 40%. El consumo crónico de alcohol (> 7 onzas a la semana) suprime directamente actividad osteoblástica, en nuestra población es un factor importante a considerar. <sup>50, 51</sup>

## Mecanismo de lesión

Las fracturas del cuello cervical ocurren en la presencia de un alto cociente de carga axial y flexión. La disminución de la masa muscular y los reflejos protectores están identificados como factores productores de fractura. Otro mecanismo es la contracción muscular, ante el reflejo protector y pérdida del equilibrio; éstos pueden ser suficientemente intensos para sobrecargar el hueso y causar una fractura. El trauma directo sobre el trocánter mayor puede causar fracturas impactadas; y la rotación externa de la extremidad, que el borde acetabular actúe como fulcro. El mecanismo anterior ayuda a explicar la fragmentación del cuello femoral.

El tamaño y la arquitectura de la parte superior del fémur y la pelvis son importantes en la patogénesis de estos dos principales tipos de fractura. Greenspan en 1994, no halló diferencias significativas en la energía o las características de las caídas, entre las fracturas del cuello femoral y los pacientes con fracturas trocantéricas. Sernbo y Johnell en 1987 encontraron diferencias importantes en los estilos de vida entre pacientes con fracturas de cuello femoral y fracturas trocantéricas; pero estas diferencias fueron dependientes de la edad y no de los factores de riesgo.

En otro estudio, se concluyó que las fracturas del cuello del fémur en comparación con las fracturas trocantéricas tienen mayor relación con los factores hormonales y ambientales, tales como el tabaquismo, la duración de la menstruación y el ciclo de estrógenos exógenos (Michäelsson y cols., 1999).

Las fracturas intracapsulares (del cuello cervical) ocurren en áreas compuestas de 75% de hueso cortical. Las fracturas intertrocantéricas ocurren a través de un área compuesta por 50% de hueso cortical y 50% hueso esponjoso. Seely y cols. encontraron asociación entre una baja masa ósea apendicular y fracturas intertrocantéricas, pero no en las del cuello femoral. <sup>35, 36, 37</sup>

## Caídas

Cada año una tercera parte de las personas mayores de 65 años sufren una caída, entre el 10 y el 15% de los casos la caída ocasiona consecuencias importantes como fracturas, trauma craneal y contusiones. En las residencias para ancianos esta cifra aumenta en un 50-60% por año, con 15% a 20% de casos graves. Las mujeres presentan mayor riesgo y del 1 al 2% de las caídas generan una fractura de cadera.

Al sufrir una caída desde el plano de sustentación, se trasmite hasta 16 veces la energía necesaria para fracturar el fémur proximal; sin embargo, sólo del 10 al 15% de las caídas generan fracturas y sólo hasta el 2% generan fracturas en el área de la cadera.

Los factores relacionados con las caídas son la disminución de los reflejos propioceptivos y visoespaciales, así como la disminución del equilibrio, menor tono muscular por atrofia, comorbilidades cardiacas, neurológicas y afectivas. Igualmente, la pérdida de la masa muscular o la disminución del cojín adiposo se asocia al aumento de transmisión de energía.

## Clasificación de las fracturas de cadera

Las fracturas de cadera se dividen en tres categorías con base en su ubicación anatómica. Las fracturas de fémur proximal representan el 43.2% del total de las fracturas del fémur. <sup>32</sup>

En la bibliografía publicada, las fracturas femorales del cuello representan del 46% al 54% de todas las fracturas de la cadera y las fracturas trocantéricas 34-46%. Las fracturas basicervicales (2-8%) y las fracturas subtrocantéricas (2-7%). Las del cuello femoral son intracapsulares. Bohr y Schadt reportan que el contenido mineral de la diáfisis femoral se encuentra significativamente reducido en pacientes que presentan fracturas de cuello cervical.

Anatómicamente, se divide el extremo proximal del fémur con base en la localización intra o extracapsular y su relación con el área de los trocánteres.

### Clasificación general de las fracturas del cuello femoral

#### A. Fracturas intracapsulares

- a. Fracturas de la cabeza femoral
- b. Fracturas del cuello femoral
- c. Fracturas de la base del cuello femoral (basicervicales)

#### B. Fracturas extracapsulares

- a. Intertrocantéricas
- b. Subtrocantéricas

## Fracturas de la cabeza femoral

Las fracturas de la cabeza femoral se asocian a luxación de cadera y debido a la congruencia articular y la estabilidad ligamentaria, éstas generalmente son producto de mecanismos de alta energía afectando primariamente a adultos jóvenes.<sup>33, ver figura 2</sup>

## Cuello cervical

El cuello femoral se extiende desde el área inmediatamente distal al cartílago articular hasta la fosa piriforme y borde superior del trocánter menor. A la vez se pueden dividir en:

- Subcapitales
- Transcervicales
- Basicervicales

Garden las clasifica en cuatro tipos, según el grado de desplazamiento de las trabéculas cefálicas y las líneas de transmisión de carga de la pelvis en 4 grados.<sup>Ver figura 2</sup>

## Fracturas extracapsulares

Las fracturas intertrocantéricas, también llamadas fracturas peritrocantéricas, están localizadas a 5 cm por debajo la inserción capsular y hasta 5 cm por debajo del trocánter menor. Boyd y Griffin (1949), las clasificaron en 4 subtipos. Evans (1949) priorizó la estabilidad del patrón de fractura y la capacidad de convertir un patrón de fractura inestable en una reducción estable, al restaurar la cortical posteromedial.<sup>Ver figura 3</sup>

## Clasificación de la AO para fracturas del tercio proximal del fémur

La clasificación más usada en la literatura es la descrita por Maurice Müller, que emplea la AO. Está basada en la topografía de la lesión, se organiza en triadas jerarquizadas que señalan su gravedad, favorece la estratificación con un valor pronóstico y también sirve para evaluar las posibilidades terapéuticas. Las mujeres con fracturas trocantéricas son en promedio 5 años mayores, y su peso corporal es aproximadamente 6 kg menor, son en promedio 3 cm más bajas de estatura y tienen menos densidad mineral ósea que las mujeres con fractura de cuello femoral.<sup>34</sup>, ver tablas 4 y 5

Las fracturas en la cabeza femoral intraarticulares (31-C1) no se les analiza debido a su etiología de alta energía.

## Tratamiento de las fracturas del fémur proximal

El objetivo principal del tratamiento de las fracturas de cadera es reincorporar al paciente a su estado funcional previo. La mayoría de las fracturas de cadera requieren tratamiento quirúrgico, el tratamiento conservador (no quirúrgico) brinda resultados inaceptables de morbilidad, mal unión, y no unión. La tasa de consolidación con tratamiento cerrado no supera el 23%.

El tipo de tratamiento de las fracturas de cadera depende de la condición médica, síntomas previos, el grado de artrosis, la calidad ósea, la configuración de la fractura y el grado de conminución. La estabilidad del trazo, se relaciona con la integridad de la cortical posteromedial y es un factor decisivo para la elección del tratamiento.

### Fracturas intracapsulares

Las fracturas del cuello femoral son intracapsulares y el aporte sanguíneo generalmente está comprometido, salvo en algunos casos donde el desplazamiento es mínimo, y el aporte se preserva. (Garden I y II). El tratamiento conservador podría implementarse en pacientes muy seleccionados con alto riesgo quirúrgico. El riesgo de desplazamiento es muy alto y va del 8% al 15%. La no unión ocurre en 5% de los casos; y la osteonecrosis, entre el 8% al 30% según las series. El paciente requiere períodos prolongados de inmovilidad y marcha sin apoyo, que en la mayoría de los casos no es bien tolerado y se asocia a un alto índice de morbimortalidad.<sup>38, 39, 40, 41, 42</sup>

En las fracturas grado III y IV está indicada la sustitución protésica mediante una hemiprótisis, prótesis bipolar o artroplastía total. Sin embargo, la reducción está descrita, aunque con malos resultados generales. Una aceptable reducción se logra evitando no más de 15° de valgo y 10° de angulación posteroanterior. El riesgo de no unión va del 10% al 30%, y de osteonecrosis del 15 al 33%.

## Fracturas extracapsulares

La fijación interna de las fracturas intertrocantéricas es la base del tratamiento, aunque la sustitución protésica se indica ocasionalmente. Las fracturas con conminución posteromedial, las que presentan patrón de oblicuidad inversa y las de extensión subtrocantérica se consideran inestables, la principal dificultad deriva en la combinación de osteopenia y la biomecánica adversa de los patrones de fractura.

Las fracturas 31-A1 o fracturas pertrocantéricas simples pueden tratarse con implantes de compresión dinámica como las placas DHS (Dynamic Hip Screw). Los clavos centromedulares son aplicados para mejorar la transmisión mecánica de las fuerzas que soporta el fémur y los diseños actuales brindan excelentes métodos de reducción de fracturas altamente conminutas. <sup>43, 44, 45, 46, 47, 48, 49</sup>

## Diagnóstico

La absorsiometría dual de rayos X (DEXA), la absorsiometría fotónica simple, ultrasonido cuantitativo, la tomografía computarizada (TC) cuantitativa miden la densidad ósea de columna lumbar, cadera y radio, por lo que son útiles en el diagnóstico y seguimiento de la respuesta al tratamiento. Además, permite una evaluación de la remodelación ósea después de la artroplastía total de cadera.

La evaluación no invasiva del contenido mineral óseo de diversas regiones del esqueleto ha crecido en parte, por el reconocimiento de que las radiografías convencionales no son sensibles, para el diagnóstico de la pérdida ósea.

Existen 4 técnicas para medir la densidad ósea en la práctica clínica:

### Absorsimetría fotónica simple

La absorsiometría radiológica es una técnica para medir la densidad ósea radiográfica con el uso de radiografías estandarizadas de sitios periféricos, lo más usado es en la mano o el talón. La imagen se captura electrónicamente con el uso de una cámara de video de alta resolución y se analiza para determinar la densidad en las falanges medias del 2°, 3° y 4° dedos, comparándolas con las láminas de aluminio equivalentes.

### Absorsimetría de rayos X de fotón único

Con esta técnica se mide la densidad mineral ósea del esqueleto apendicular, generalmente en el radio y el calcáneo. Se dirige el fotón a una placa radiográfica, a través de la extremidad, midiendo la atenuación del fotón.

## La absorciometría dual de rayos X (DEXA)

También llamada densitometría, proporciona una estimación exacta de la densidad mineral del hueso.

Este estudio es considerado el “estándar de oro” para el diagnóstico, prevención y pronóstico del riesgo de fractura. La dosis de la radiación es tan baja como de 0,5 a 5,0 microsieverts y no hay necesidad de blindar las paredes o proteger al personal. Produce imágenes de alta resolución que se pueden utilizar para detectar cambios pequeños en contenido del mineral óseo, con poca exposición a la radiación. Una desventaja importante de la técnica es que no permite al examinador distinguir entre el hueso cortical y trabecular.<sup>52</sup>

Los estudios DEXA se llevan a cabo generalmente en la columna vertebral, el estudio DEXA de la cadera suele ser mejor que el de la columna porque que aporta información sobre el hueso trabecular y cortical.

La OMS define la osteoporosis según los resultados DEXA: menos de 1 desviación estándar (SD) del valor medio en controles de pacientes de 35 años (de la misma raza y sexo) se definen como osteopenia; >2,5 SD sugieren osteoporosis. No existen tablas estandarizadas para la población mexicana, las tablas publicadas por la OMS están basadas en población blanca y negra de Estados Unidos, deben compararse los resultados de la densitometría una vez se disponga de tablas validadas para la población mexicana.

En 1994, la OMS publicó un informe en el que se recomendaba el uso de la siguiente clasificación de la población en cuatro categorías, mediante los resultados de la puntuación T, los valores obtenidos en el estudio deben compararse con las tablas realizadas en grupos de edad y sexo, para así definir la deficiencia ósea con respecto a la población sana en la puntuación Z.

<b>Normal</b>	DMO superior a -1 SD respecto al valor de referencia del adulto joven
<b>Osteopenia</b>	DMO entre 1 y 2.5 SD por debajo de la medida de referencia del adulto joven del mismo sexo
<b>Osteoporosis</b>	DMO inferior a 2.5 SD respecto de la medida de referencia del adulto joven del mismo sexo. Este resultado implica un riesgo elevado de fractura
<b>Osteoporosis severa o establecida</b>	Si además de una 2.5 SD inferior respecto de la medida de referencia del adulto joven del mismo sexo, existe fractura ósea por fragilidad

## TC cuantitativa

La tomografía computada se puede utilizar para medir el contenido del mineral óseo, requiere el uso de una calibración mineral fantasma conjuntamente con un tomógrafo, explora las vértebras lumbares de los cuerpos vertebrales. Las lecturas cuantitativas se obtienen del hueso trabecular. Un software evalúa en unidades Hounsfield el contenido mineral óseo. Una unidad Hounsfield es una medida de atenuación de la radiación de las exploraciones computadas del tomógrafo y les asigna un valor en una escala, con el aire a -1000, al agua, 0 y hueso compacto, a +1000.

Las ventajas teóricas de su empleo es que permite evaluar por separado las áreas trabecular y corticales del hueso; también permitir la medida directa de un volumen del hueso, que puede expresarse directamente como densidad ( $\text{g/cm}^3$ ). Provee al examinador una medida exacta de geometría tridimensional del hueso y, específicamente, su componente trabecular. La desventaja principal es la exposición del paciente a una dosis más alta de radiación que otras técnicas

## Ultrasonido Cuantitativo

Se basa en la atenuación de la onda ultrasónica con las densidades de los materiales. El uso del ultrasonido para la medición de la densidad ósea no implica ninguna radiación; el proceso es relativamente simple, el equipo es portátil y económico, los sitios más accesibles para el ultrasonido son el calcáneo y la rótula, y en menor grado, el radio, la tibia y las falanges.<sup>52</sup> Sin embargo, la aplicación clínica en la predicción de fracturas y en el diagnóstico de osteoporosis tiene baja sensibilidad, por lo que su empleo se ha limitado.

## Radiografía AP de pelvis y gamagrafía ósea

El examen radiográfico de la cadera incluye una vista anteroposterior de cadera (AP) y una vista lateral a través de la mesa; si se sospecha una fractura de cadera, pero no resulta evidente en las radiografías estándares, la gamagrafía con Tc99m o imágenes de resonancia magnética pueden ser obtenidas, sin embargo, son positivas después de 48 ó 72 horas. La resonancia magnética ha demostrado ser útil para la evaluación de las fracturas ocultas; esta prueba es costosa y no está disponible en algunos hospitales, por lo tanto, debe considerarse sólo en casos especiales.

## Densidad ósea y riesgo de fractura

El riesgo relativo de fractura aumenta de 1.5 a 2.5 veces por cada disminución de una SD en la DMO, con respecto a controles de la misma edad. Existe una relación exponencial entre la pérdida de DMO y el incremento en el riesgo de fractura, por lo tanto, no existe un valor determinado de DMO por debajo del cual aparezcan las fracturas y por encima del cual no ocurran. La pérdida de masa ósea evaluada mediante densitometría se correlaciona como sigue: Si aumenta una SD, el riesgo se eleva de un 50% a un 150%, el desempeño de la DMO en la predicción de la fractura es tan bueno como la medición de la presión arterial en la predicción de infarto.<sup>53</sup> La densitometría ósea, por sí sola, puede predecir fracturas con una tasa de detección del 30-50% y una tasa de falso positivo aproximada de 15%, utilizando una línea de corte de 1 SD por debajo de la media.<sup>54</sup>

Ley y cols. muestran una tasa de detección de 6% y el 2% de falsos positivos con un corte de 2 SD por debajo de la media, entre el 85-95% de las mujeres blancas que tienen fractura, tienen menos de 2.5 SD por debajo de lo normal.

Un descenso del 10% de la densidad mineral ósea aumenta el riesgo de fractura por un factor de 2, es posible que la reducción de riesgo de fractura por un factor de 2 requiera más o menos de un 10% de aumento en la DMO.<sup>63</sup>

## Planteamiento del problema

En la evaluación primaria es improbable solicitar estudios específicos para evaluar la densidad mineral ósea debido al tiempo, al alto costo y al estado general del paciente, imposibilitando las mediciones cuantitativas que esclarecen la calidad ósea.

Se estima que la incidencia de fractura de cadera contralateral es del 10.6%, lamentablemente después de una fractura, no se establece tratamiento preventivo para combatir la asociación entre fractura y osteoporosis, retrasando el tratamiento de esta última.

En la mayoría de los casos, la baja densidad ósea compromete la posibilidad de una reducción anatómica debido a la conminución y desplazamiento de los fragmentos lo que hace necesario poseer herramientas que nos faciliten valorar el tejido óseo para auxiliar en la elección del tratamiento.

No existe un método económico, reproducible, sencillo ni eficiente para identificar a los pacientes con riesgo de fractura de cadera por osteoporosis. A pesar de los avances tecnológicos, las mediciones de la densidad mineral ósea pueden predecir el riesgo de fractura, pero no pueden identificar a los individuos que tendrán una fractura; estos estudios no son accesibles para la mayoría de la población, están sujetos a la adecuada interpretación del médico, además en México no tiene tablas estandarizadas para evaluar a su población.

Se deben implementar acciones encaminadas a disminuir el riesgo de fractura en la cadera aún no afectada y mejorar la selección de implantes adecuados, para los pacientes con osteoporosis.

## Justificación

El índice de Singh <sup>26, 56</sup> ha mostrado una alta sensibilidad pero una baja especificidad en la identificación de osteoporosis, careciendo de correlación clínica cuando se compara con la densitometría. Pero, ¿en realidad interesa evaluar la densidad mineral ósea?, o debe evaluarse primordialmente la estructura trabecular y su relación con insuficiencia estructural que aumente la probabilidad de fractura. Y si es así, la observación de estas estructuras en una radiografía AP de pelvis, al momento de la fractura: ¿dará más información de la probabilidad de fractura y las características a esperar de la falla ósea?

La geometría del fémur proximal, no sólo su densidad, es importante en la predicción de la resistencia ósea, la distribución de los patrones trabeculares podrían, por sí mismos, ser más trascendentales. Sin duda, el deterioro de la arquitectura trabecular es un factor contribuyente a la fragilidad ósea en la osteoporosis; encontrar una relación es el objetivo principal de esta tesis. <sup>56</sup>

Al analizar el conocimiento actual sobre el tema, se encuentra que hay pocas herramientas clínicas validadas, esto motiva a dar un "paso atrás" y revisar lo que se entiende acerca de las fracturas asociadas al envejecimiento y los factores que aumenten el riesgo de fractura (como la osteoporosis), para así tener herramientas que auxilien en la evaluación clínica.

## Objetivos

### Principal

Evaluar las caderas sanas en la radiografía anteroposterior de pelvis de pacientes con fractura unilateral de cadera mediante el triángulo de Ward.

### Secundarios

Evaluar la asociación del triángulo de Ward, con el lugar donde ocurrió la fractura de cadera.

Evaluar si el grado de conminución y gravedad de la fractura tiene relación con el triángulo de Ward.

Evaluar la relación entre la integridad del triángulo de Ward y la morfología del fémur proximal.

Determinar si la morfología del fémur proximal tiene relación con el lugar donde ocurrió la fractura de cadera.

## Material y métodos

Se realizó un estudio observacional, descriptivo, retrospectivo y transversal.

Se revisaron en el acervo radiológico del Centro Médico ABC (CMABC), todos los expedientes de pacientes con fractura unilateral de cadera ingresados entre el 1 de enero de 2004 y el 31 de mayo de 2008.

### Criterios de inclusión

- Edad: > 50 años
- Género: hombres y mujeres
- Con diagnóstico radiológico de fractura de cadera unilateral producto de mecanismos de baja energía
- Que contaran con al menos una radiografía AP de pelvis con las siguientes características:
  - Paciente en decúbito supino, la extremidad sana con rotación interna 15°, el haz dirigido al centro de la pelvis a una distancia de 110 cm con calidad digital.
  - Cuyo expediente clínico se encuentre completo
  - Que los comités de ética e investigación hayan aprobado la revisión de expedientes

### Criterios de exclusión

- Fractura secundarias a mecanismos de alta energía
- Antecedente de cirugía de cadera y pelvis previa
- Antecedente de fractura en el lado sano previa
- Características radiológicas compatibles con displasia de cadera
- Fractura producidas en terreno previamente patológico, como metástasis óseas y las generadas por tumores
- Antecedente de quimio o radioterapia
- Antecedente de tratamiento médico prolongado con esteroides
- Artritis reumatoide
- Tratamiento prolongado con anticonvulsivantes
- Inmovilización prolongada

Para el análisis radiológico se empleó el sistema Kodak DirectView Web v5.2.

Se emplearon para clasificar las fracturas el sistema AO, Garden y Boyd & Griffin. Sólo el autor clasificó las radiografías.

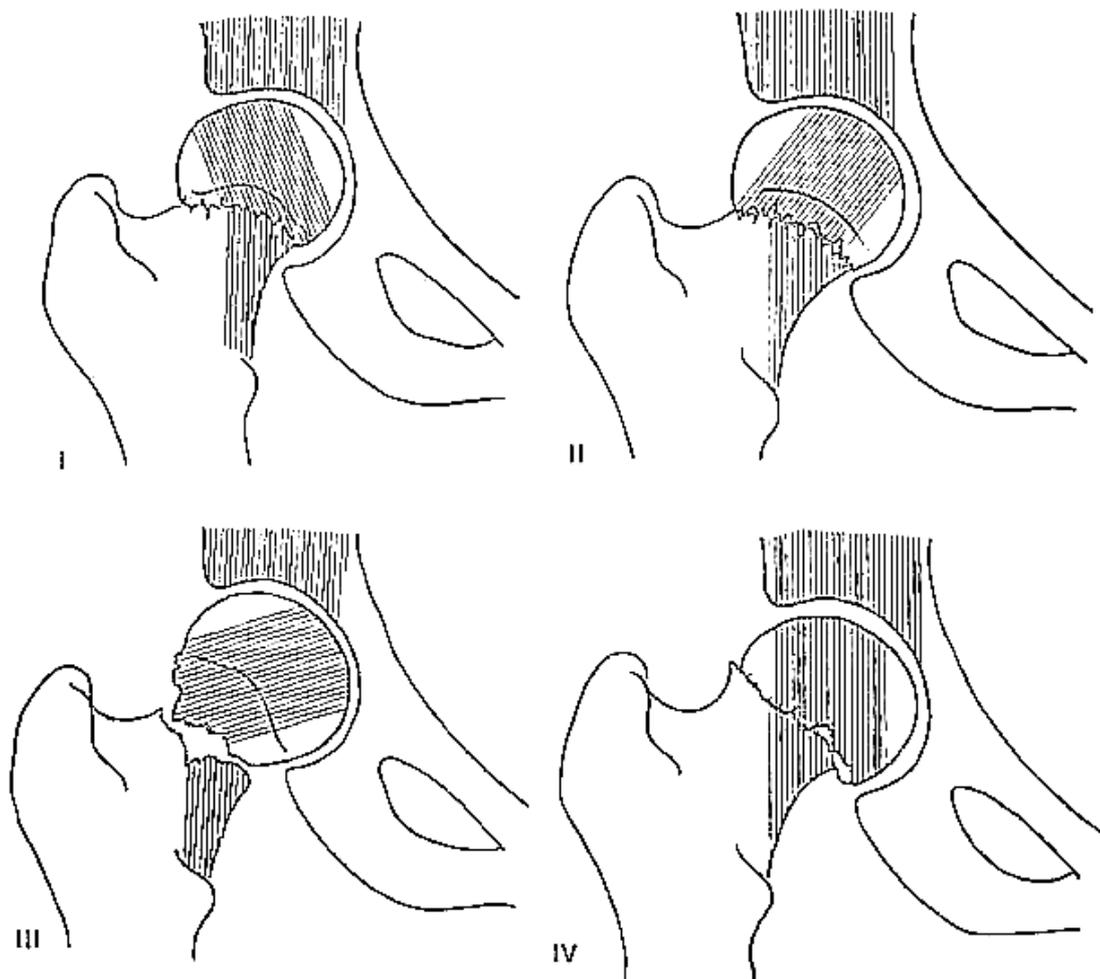


Figura 2. Clasificación de Garden.

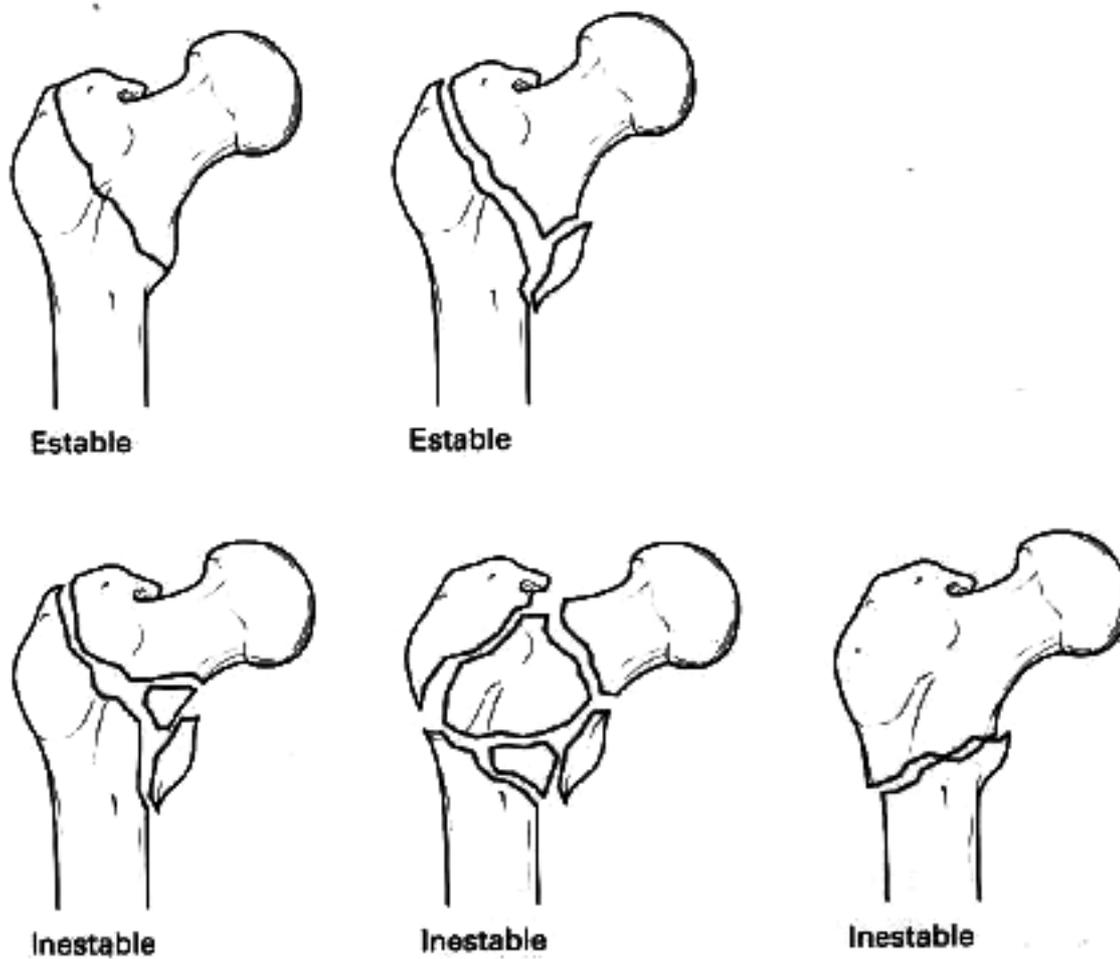


Figura 3. Clasificación de Evans y Boyd & Griffin.

Figura 4. Clasificación AO para fracturas del fémur proximal

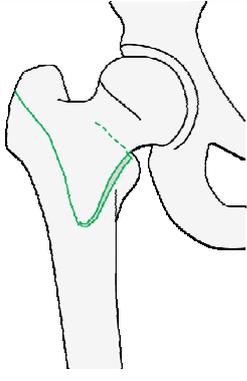
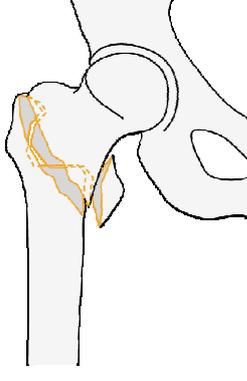
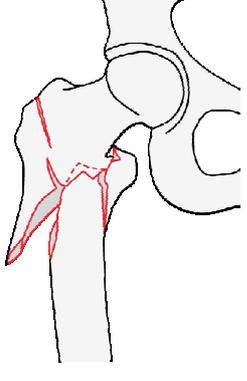
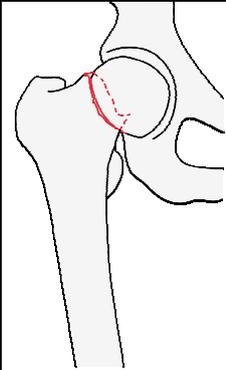
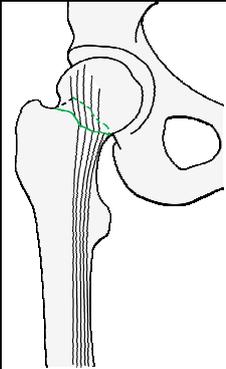
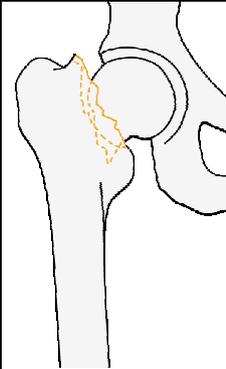
31-A1 Fractura trocantérica		
31-A1	Fracturas trocantéricas simples	 Diagrama anatómico lateral del fémur proximal que muestra una fractura simple en la línea trocantérica, representada por una línea verde.
31-A2	Fracturas pertrocantéricas multifragmentarias	 Diagrama anatómico lateral del fémur proximal que muestra una fractura multifragmentaria en la zona pertrocantérica, representada por líneas amarillas.
31-A3	Fracturas intertrocantéricas	 Diagrama anatómico lateral del fémur proximal que muestra una fractura intertrocantérica, representada por líneas rojas.

Figura 5. Clasificación de AO para Fracturas del cuello cervical

31-B1 Fracturas del cuello		
31-B1	Fracturas subcapital poco desplazada	
31-B2	Fractura desplazada	
31-B3	Fracturas subcapital no impactada no desplazada	

Se estratificó la cadera sana con base en el índice descrito por Singh. Debido a la variedad interobservador mostrada en diversos artículos, se simplificó el índice de Singh, utilizando el triángulo de Ward y sus lados: se dividió en 3 grupos según la deficiencia de lados íntegros formados por los grupos trabeculares principales, esta escala es progresiva, el grado 3 denota una mayor insuficiencia trabecular que podría traducirse en mayor fragilidad ósea.

Figura 6. Clasificación según el triángulo de Ward

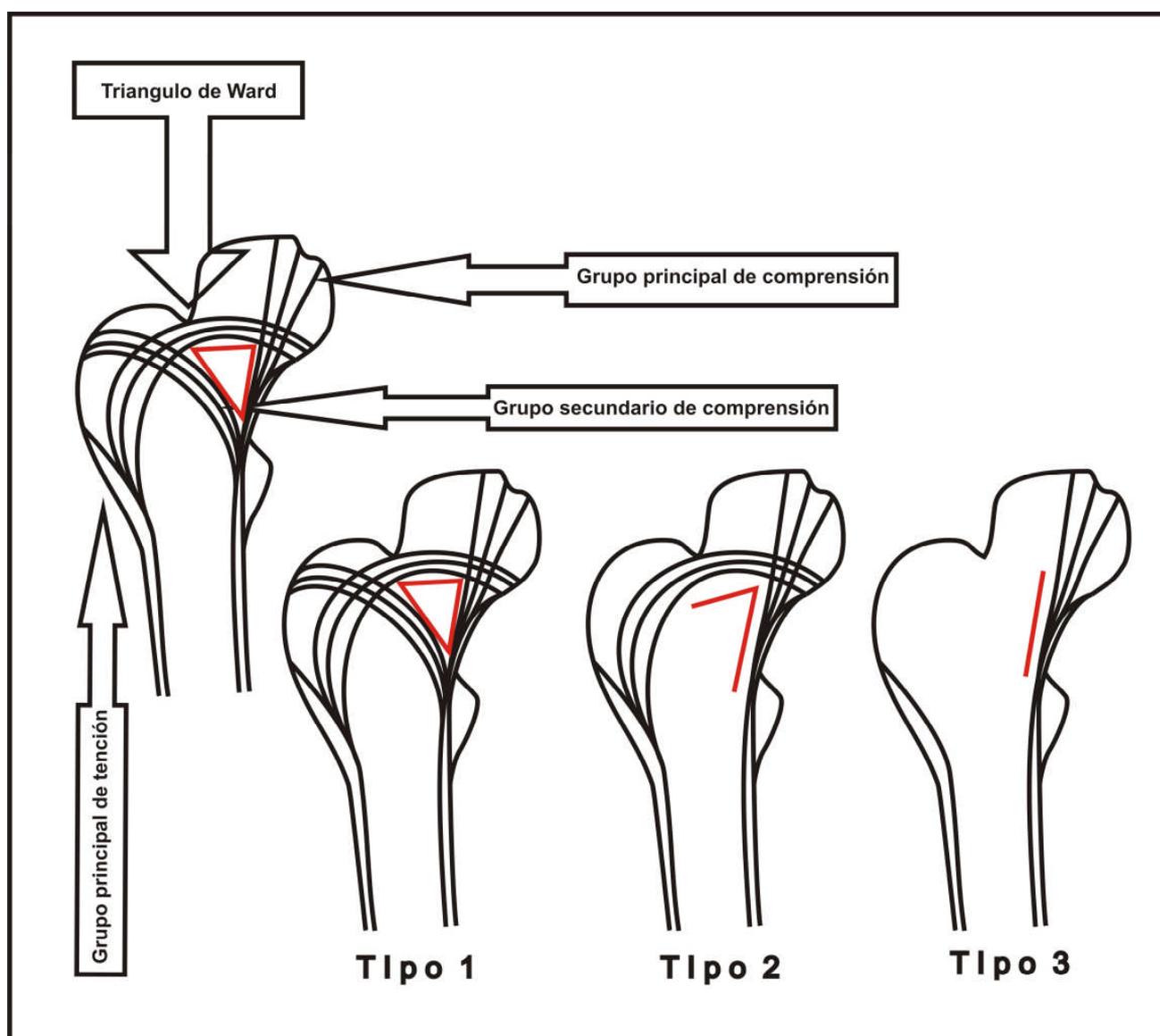
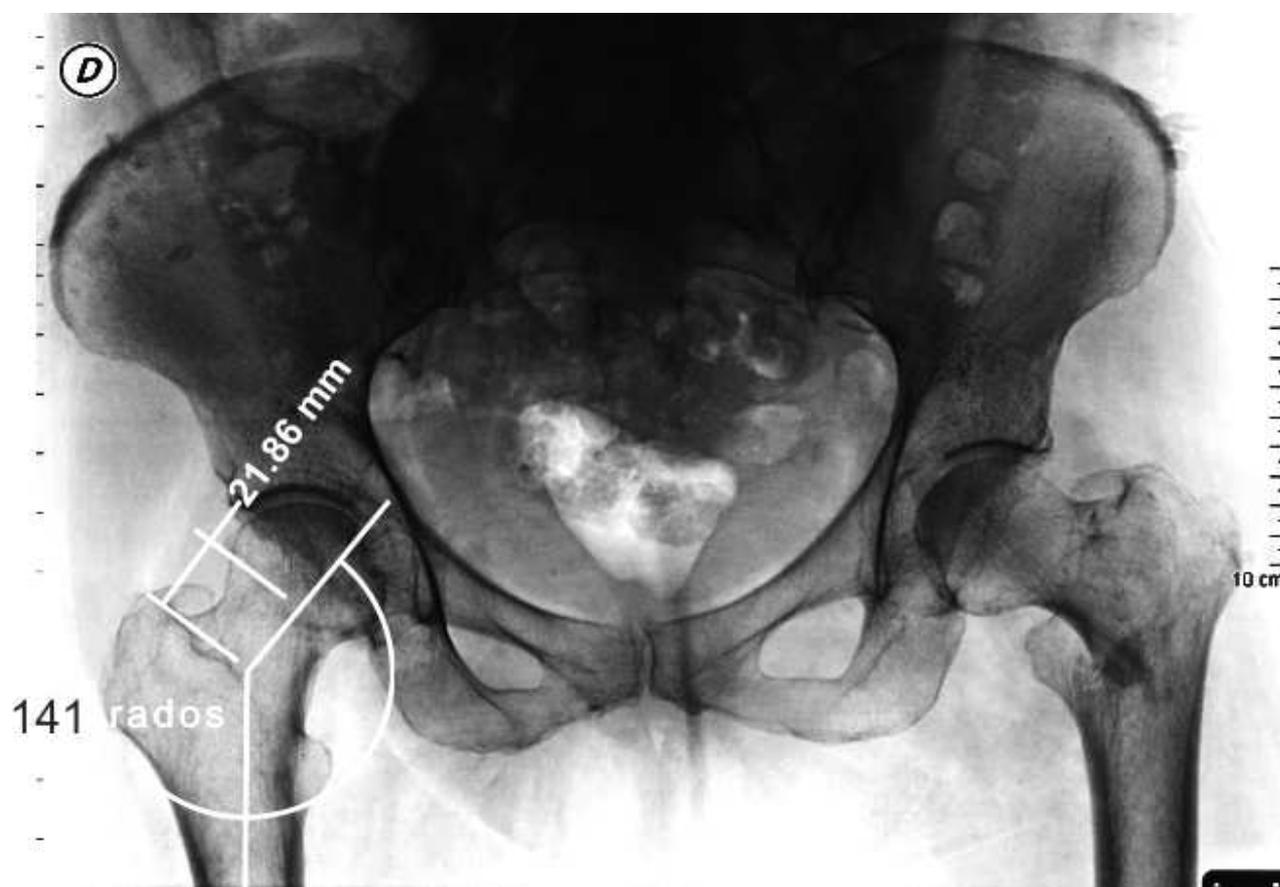


Imagen 1. Radiografía AP de pelvis: Mujer de 85 años clasificada con índice de Singh 2 y Ward 3 en la cadera sana (derecha)



Imagen radiológica en negativo para resaltar el patrón trabecular. Obsérvese la ausencia de las trabéculas de tensión primaria y de compresión secundaria.

Imagen 2. Mediciones en el sistema digital del cuello cervical y ángulo cervicodiafisiario las y mediciones realizadas en el sistema digital Kodak DirectView Web v5.2.



## Variables

Se analizaron las siguientes variables:

- Edad: En años
- Género: Masculino y femenino
- Mecanismo de lesión de baja energía: Positivo
- Clasificación Ward: Grado 1,2 y 3
- Índice de Singh: 1, 2, 3, 4, 5, 6
- Ángulo cervicodiafisario: En grados
- Longitud del cuello femoral: En centímetros
- Clasificación AO: Alfanumérica
- Clasificación de Garden: 1, 2, 3, 4
- Clasificación de Boyd & Griffin: I, II, III; IV

La información obtenida fue capturada por el investigador en una base de datos del programa Excel, creada especialmente para este protocolo.

## **Análisis estadístico**

Se realizó estadística descriptiva con medidas de frecuencia: medias, porcentajes y proporciones

Se realizó la comparación clínica entre la clasificación de Ward y Singh.

Se realizó la relación entre Índice de Singh y Ward vs. las clasificaciones de la AO, Garden y Boyd & Griffin.

Se analizó la relación entre Índice de Singh y la clasificación vs. El ángulo cervicodiafisiario y la longitud del cuello femoral.

## Resultados

Se revisaron 398 casos de pacientes que ingresaron con diagnóstico de fractura de cadera, de los cuales 63 cumplieron con los criterios de inclusión. Las fracturas fueron intracapsulares (subcapitales, transcervicales, basicervicales) y las extracapsulares (intertrocantéricas y subtrocantéricas).

En total de los 63 pacientes 37 (37.4%) fueron mujeres 26 (26.3 % hombres) mediana de edad de 77.75 años de entre 50 y 96 años

Edad	Mediana	77.7 años	Rangos de edad Entre 50 y 96 años
Sexo	F	37 años	37.4%
	M	26 años	26.3%
	Total	63	

Tabla 1. Grupos de edad y sexo

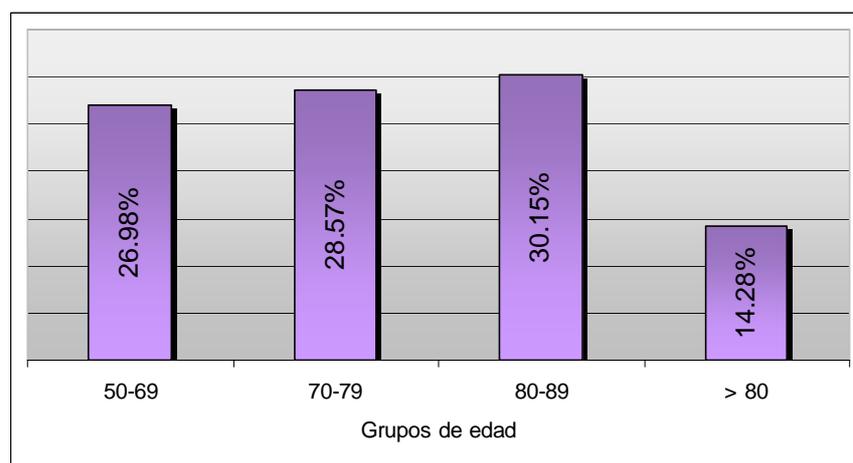
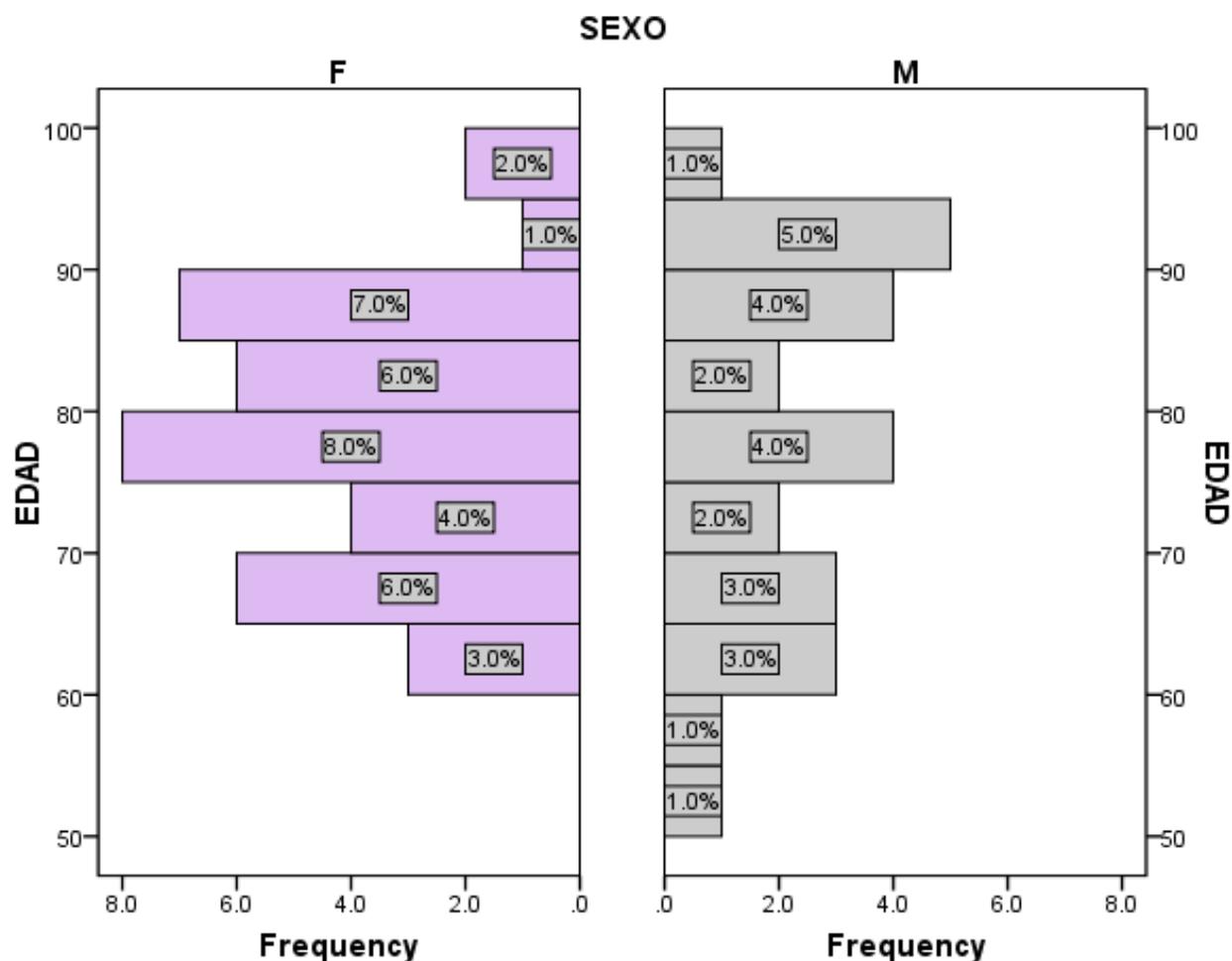


Gráfico 1. Grupos de edad

Las mujeres presentaron un aumento súbito de la incidencia de fractura por arriba de los 60 años, los hombres presentan un aumento por arriba de los 80 años.



Gráfica 2. Distribución por grupos de edad y sexo.

Se clasificaron las fracturas de los 63 pacientes según la AO, encontrando más frecuente el tipo 31A2.1 con el 22.2% (14 casos): se trata de una fractura del fémur proximal pertrocantérica multifragmentada, normalmente involucra 3 fragmentos (trocánter mayor, menor y el cuello femoral), el desplazamiento de los fragmentos y los grados de angulación y conminución de la pared posteroexterna determinan la gravedad y dificultad en la reducción. Fracturas pertrocantéricas simples 31A1.1 que conservan el contacto de la cortical interna sin pérdida de la sustancia en el muro posterointerno significó el 9.5% (6 casos). <sup>Ver tabla 2</sup>

El tipo 31B2.1 ocupó el 2° lugar en frecuencia con el 17.5% (11 casos), se trata de fracturas transcervicales situadas en la base del cuello, intracapsulares y extraarticulares, el 81.8% de las fracturas se clasificó como Garden 3 y 4, todas ocurrieron con un Ward mayor de 2. <sup>ver tabla 2</sup>

Las fracturas subcapitales 31B1.1, 31B1.2, 31B.3, <sup>ver tabla 2</sup> desplazadas en valgo e impactadas representaron el 9.6% (6 casos) las fracturas 31B3.1, 31B3.2, 31B3.3, fracturas subcapitales ligeramente desplazadas en varo y rotación externa mas graves y con peor pronostico, representaron 19% (12 casos). <sup>Ver tabla 2</sup>

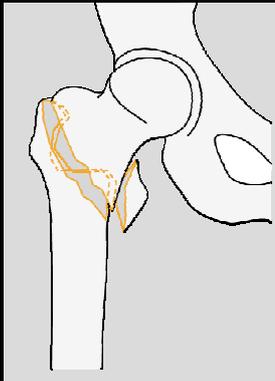
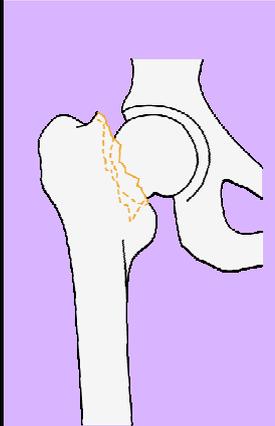
Tipo	AO	No.	%
<b>Extracapsular</b>			
	31A1.1	6	9.50%
	31A1.2	3	4.80%
	31A2.1	14	22.20%
	31A2.2	2	3.20%
	31A2.3	3	4.80%
	31A3.2	2	3.20%
<b>Intracapsular</b>			
	31B1.1	3	4.80%
	31B1.2	2	3.20%
	31B1.3	1	1.60%
	31B2.1	11	17.50%
	31B2.2	3	4.80%
	31B3.1	6	9.50%
	31B3.2	2	3.20%
	31B3.3	4	6.30%
	32B1.1	1	1.60%

Tabla 2. Clasificación de la AO y frecuencia del tipo de fractura.

Garden clasifica a las fracturas del cuello femoral en 4 tipos según su desplazamiento; sin embargo, para fines terapéuticos y pronósticos, basta la distinción entre 2: tipos las desplazadas (Garden III-IV), de las no desplazadas (Garden I-II) pues tienen los mismos índices de complicaciones 7% para tipos I y II contra 36% para los tipos III y IV. Las clasificarlas con Garden III y IV significaron el 33.3% con 21 pacientes al presentar trazos completos con desplazamiento en varo o valgo.

Respecto al patrón trabecular el 61.9% de los pacientes se asociaron a índices de Singh, más severos del 1 al 3. Al ampliar el grupo a índices de 4 y menos alcanza el 84.12%.

Clasificación de Garden del total de fracturas	No.	%
Garden I-II	3	4.80%
Garden III-IV	21	33.30%

Tabla 3. Clasificación de Garden y frecuencia.

Boyd & Griffin clasifican las fracturas intertrocántericas en 4 grupos según el trazo, conminución en el plano coronal y la extensión por debajo del trocánter menor, así como la estabilidad de la reducción. En esta serie se encuentra el tipo 1 más frecuente con trazos simples estables y fácilmente reducibles con el 27% (17 casos), seguidos del tipo 3 con extensión al trocánter menor y conminución incluido el patrón reverso oblicuo con 20.6% (13 casos).

Clasificación de Boyd & Griffin	No.	%
I	17	27.00%
II	6	9.50%
III	13	20.60%
IV	3	4.80%

Tabla 4. Clasificación de Boyd & Griffin y frecuencia.

La variabilidad entre el índice de Singh y el triángulo de Ward es muy baja, como muestra la gráfica 2; no obstante, el triángulo de Ward no se trata de una escala resumida sino de una escala que valora la integridad del área más frágil del fémur proximal, el cuello cervical y la indemnidad de las trabéculas que le dan resistencia.

Índice de Singh	No.	%		Triángulo de Ward	No.	%
1	2	2		1	11	11.1
2	11	11.1		2	37	37.4
3	26	26.3		3	15	15.2
4	14	14.1				
5	9	9.1				
6	1	1				

Tabla 5. Frecuencia del índice de Singh y triángulo de Ward.

En el 58.7% de los casos se clasificó con el triángulo de Ward como tipo 2. El 76.2% de pacientes se clasificó con grados 2 y 1; es decir, los que presentan patrón trabecular más disminuido con líneas de tensión y compresión disminuidas hacia la pared posteromedial. La más importante al soportar cargas axiales y de mayor importancia en la transmisión de fuerzas.

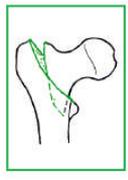
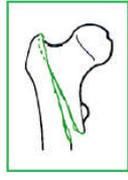
						
Ward	31A1.1	31A1.2	31A2.1	31A2.2	31A2.3	31A3.2
1	1	1	3	0	0	0
2	1	2	8	1	2	1
3	4	0	3	1	1	1
	6	3	14	2	3	2

Tabla 6. Clasificación de la AO y relación con patrón trabecular evaluado mediante la escala de Ward.

El 56.75% de las mujeres tuvieron índices de Ward menor de 2, en los hombres la diferencia fue aún mayor con el 69.23% contra el 30.70% de los varones con Ward menor de 2.

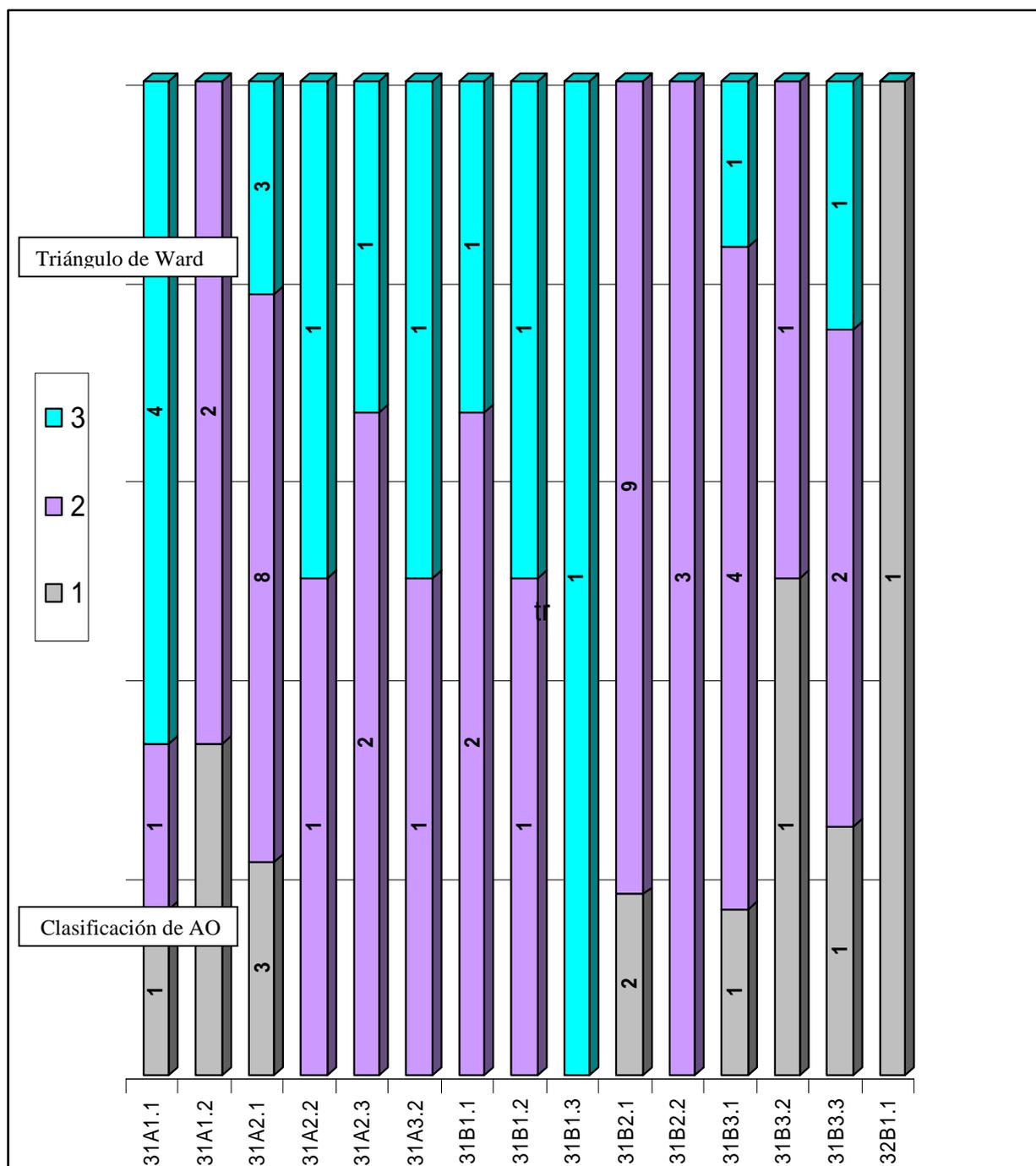
Los pacientes con índices de Singh y Ward más bajos (1-3) y menor de 2, respectivamente, presentaron el 61.90 % de las fracturas. Ninguna fractura se presentó con índices de Singh normales y sólo 4 fracturas ocurrieron con Ward de 1, siendo de la cabeza femoral. Ver tabla 5

Las fracturas intracapsulares (el doble de los pacientes 66.66%) tienen patrones de fractura más severos, asociados a conminución, rotación, desplazamiento e impactación. Es decir, Gardner III y IV, asociadas a índices de Singh de 3 y menos.

WARD	Garden 1 - 2	Garden 3 - 4
1	0	3
2	1	15
3	2	3
total	3	21

Tabla 7. Relación entre fractura intracapsular clasificada según Garden y el triángulo de Ward.

Los pacientes con índices de Singh y Ward más bajos tuvieron fracturas pertrocantéricas con mayor desplazamiento y conminución (72.72 %), fracturas 31A2.1, 31A2.2, 31A2.3 y 31A3.2 contra el 27% de fracturas con trazos simples menos de 2 fragmentos grandes y menor desplazamiento (27%), patrones 31A1., 31A1.2.



Gráfica 3. Relación con la clasificación de AO y triángulo de Ward

Respecto al ángulo cervicodiafisiario, tabla 5, se encuentra tendencias relevantes en esta serie el 76.66% (23 pacientes) de los pacientes con fracturas intertrocantericas (31A) presentaban ángulos cervicodiafisiarios  $<140^\circ$ , no hubo fracturas intertrocantericas en pacientes con caderas valgas de  $>146^\circ$ . Respecto a la fracturas intracapsulares (31B) el 60.6% tuvieron fracturas de en caderas con ángulos cervicodiafisiarios de  $<140^\circ$ .

Ángulo Cervicodiafisiario	3A	%	3B	%
121°-125°	5	76.66	3	69.69
126°-230°	8		9	
131°-135°	7		6	
136°-140°	3		5	
141°-145°	7	23.33	7	30.33
146°-150°	0		2	
151°-155°	0		1	
	30		33	

Tabla 8. Tipo de fractura según el ángulo cervicodiafisiario.

La longitud del cuello femoral tuvo relevancia en las fracturas intertrocantericas; los cuellos con una longitud entre 20 a 35 mm tuvieron una frecuencia de 33.33% contra los cuellos cervicales largos con el 66.67% de las fracturas intertrocantericas. Éste fue un factor protector para los cuellos cortos y valgos contra las fracturas intertrocantericas. En cuanto a las fracturas intracapsulares, no hubo diferencia en la longitud del cuello femoral en esta serie.

Longitud del cuello femoral	3A	%	3B	%
20 a 25 mm	7	66.66	5	50
26 a 35 mm	13		8	
36 a 40 mm	7	33.33	11	50
41 a 45 mm	3		2	
	30		26	

Tabla 9. Tipo de fractura y longitud del cuello cervical.

## Discusión

Koot y Kesselaer no encontraron ninguna relación aceptable entre el índice de Singh y el grado de osteoporosis cuando se compararon estudios radiólogos convencionales, contra la densitometría ósea. Propusieron combinar los resultados entre los 6 grados del índice de Singh en tres grados: 1 y 2 como A; 3 y 4 como B; 5 y 6 como C, esperando que esto redujera la variación interobservador. Se decidió darle más importancia al triángulo de Ward y la integridad de sus lados para estratificar en tres grados la configuración trabecular, de esta forma se disminuye la variabilidad interobservador y mejora la probabilidad de identificar en dónde ocurrirá la fractura.

Las caídas sobre el trocánter mayor pueden generar fuerzas axiales a lo largo de cuello, creando una fractura impactada. Al caer, el cuello femoral realiza una rotación externa, el borde acetabular actúa como un fulcro, aumentando la tensión hasta el punto de falla. Este mecanismo ayuda a explicar la pulverización del cuello femoral posterior, hecho que se magnifica al carecer de trabéculas arciformes y cefálicas, bien conformadas, en índices de Singh bajos.

Greenspan y cols. no encontraron ninguna diferencia significativas en la energía o las características de la caídas entre los pacientes con fractura del cuello femoral y los pacientes con fractura trocantéricas, las mujeres con fracturas trocantéricas son, en un promedio, 5 años mayores y tienen peso corporal más bajo cerca de 6 kg, son cerca de 3 cm más bajas de estatura y tienen densidad mineral ósea más bajo que mujeres con fractura femoral del cuello.

La OMS asume que la fragilidad ósea depende casi exclusivamente de la densidad mineral y su correlación con la edad, pero en realidad está influenciada por muchos factores como se ha demostrado en innumerables estudios como: el peso, talla, herencia y factores ambientales, estado hormonal y comorbilidades, así como medicamentos y geometría ósea, en este estudio se incluyeron las mediciones del ángulo cervicodiafisario, su longitud y el patrón trabecular y como describimos estos factores son decisivos en el sitio y patrón de fractura, y pueden auxiliar en la predicción de fractura.

Estudios recientes han demostrado que los factores relacionados con la biomecánica de la caída puede desempeñar un papel más importante en la etiología de la fractura de cadera relacionadas con la edad, pero indudablemente la resistencia ósea esta dada por las estructuras trabeculares que le otorgan resistencia a las demandas funcionales como evaluamos en este trabajo.<sup>57</sup>

Por desgracia, en Ortopedia parecen ser escasas las escalas que den parámetros y que puedan ser tomadas como absolutos, existe un solapamiento entre las personas con densidad normal y osteoporóticas, aun así, la relación entre la DMO y el riesgo de fractura es menos coherente para las fracturas vertebrales que para las fracturas de cadera que el accidente cerebrovascular y el colesterol sérico.<sup>58</sup> Este trabajo genera una clasificación práctica que revive el empleo de la radiografía de pelvis en la valoración primaria.

Practicar ensayos clínicos controlados en este tema, representa un alto grado de complejidad y costos elevados, debido al largo tiempo de seguimiento y al gran número de las personas necesarias para proporcionar datos estadísticamente significativos. Las variantes de cada fractura, su localización, conminución, desplazamiento, asociación a osteopenia y osteoporosis aumentan en gran número las variables a analizar, los ensayos para validar esta clasificación requieren de grandes series e idealmente deben ser multicéntricos.

Es necesario validar las mediciones radiológicas obtenidas en este estudio con el grado de densidad mineral ósea, mediante densitometría. Deben realizarse seguimientos a poblaciones sanas y realizar estudios multicéntricos aleatorios controlados. Las características de cada población tienen gran variedad, en cuanto a predisposición genética, factores ambientales, talla, peso y geometría del fémur proximal, agregando complejidad en el análisis de la información y validez de los datos.

Barrios evaluó en un estudio prospectivo aleatorizado, el pronóstico de la osteoporosis en términos de la predicción de las complicaciones debidas al fracaso o la pérdida de la reducción de la fractura. Incluyó a 113 pacientes con fracturas intertrocantericas, tratados con DHS o clavos de Ender, encontrando hasta 76% de falla en el implante en pacientes con osteoporosis. También se encontró que las fracturas inestables manejadas con clavos de Ender tenían el peor pronóstico.

La frecuencia de fallas mecánicas fue significativamente mayor en las fracturas asociadas a osteoporosis que con dispositivos colocados incorrectamente. Independientemente del dispositivo utilizado, los pacientes con fracturas de cadera inestables y hueso osteoporótico fueron el grupo con mayor riesgo de fracasos del implante. Estudios similares deben conducirse para mejorar la prescripción de implantes considerando la calidad ósea.<sup>59, 60</sup>

Evidentemente, el riesgo de fractura está relacionado con muchos factores, no sólo la densidad ósea, edad, la propensión a caer, la geometría del esqueleto o el recambio óseo acelerado (por nombrar algunos). Mediante la combinación de densitometría ósea, la evaluación geométrica y descripción del patrón trabecular podremos identificar con mayor precisión a los pacientes que presentan riesgo aumentado de fractura, e incluso predecir el sitio de falla. Estas mismas herramientas de evaluación podrían auxiliar a calcular el comportamiento de los implantes y su seguridad en cada paciente.<sup>55</sup>

Podría extraerse información adicional sobre el riesgo de fractura, analizando muestras intraoperatoriamente, por ejemplo en artroplastías de pacientes con fracturas, o en las reducciones a cielo abierto. De esta forma, evaluar la calidad ósea de manera directa y relacionar la escala propuesta, empleando el triángulo de Ward con estudios de seguimiento a largo plazo y evaluar el comportamiento de los implantes.

## Conclusiones

La escala propuesta descrita hace más de 40 años por Ward, resulta en una medición no invasiva del hueso trabecular y su arquitectura; es económica, accesible en la evaluación primaria y de urgencias, y representa una herramienta más sencilla que evalúa la integridad estructural ósea

La escala de Ward puede convertirse en una herramienta de utilidad clínica al asociar patrones trabeculares y probabilidad de fractura. Sin embargo, hace falta realizar estudios prospectivos a largo plazo, de reproducibilidad, y valor predictivo de fractura.

Al evaluar la asociación del triángulo de Ward con el lugar donde ocurrió la fractura de cadera, se encontró que la integridad estructural parece tener una relación directa con la edad y con la severidad de las lesiones, el 80% de las fracturas ocurrieron con triángulos de Ward de 2 y 3, al evaluar si el grado de conminución y gravedad de la fractura con el triángulo de Ward el 81.8% de las fracturas Garden 3 y 4 ocurrieron con un Ward mayor de 2.

Según los resultados de este estudio, las caderas varas tienen predisposición a presentar falla en el cuello cervical (31B) como en el 60.6% de esta serie, con ángulos cervicodiafisarios menores a  $<140^\circ$ .

La longitud del cuello femoral es un factor de riesgo asociado a fractura de fémur proximal, y a baja densidad ósea, la disminución del grosor cortical del cuello femoral, el aumento de la distancia intertrocantérica y la alteración de las trabéculas del arco ojival superior aumentan el riesgo de falla mecánica y fractura.

Está claro que es necesario mejorar los métodos de evaluación inicial en la población en general, con riesgo de fractura de cadera, más allá de las estimaciones de la densitometría y geometría ósea.

## Bibliografía

1. Mendoza RM, Escalante PJ, Martínez ZR, Ramírez AM. Osteoporosis en mexicanas mayores de 40 años. Determinaciones por densitometría periférica. Rev Med IMSS 2003; 41(3):193-202.
2. [http://www.conapo.gob.mx/m\\_en\\_cifras/principal.html](http://www.conapo.gob.mx/m_en_cifras/principal.html)
3. Gómez García F. Morbimortalidad de Fracturas de Cadera en el Hospital de Traumatología Magdalena de las Salinas. IMSS. Rev Mex Ortop Traum 1998; 2:48-52.
4. Murillo UA, Deleze HM. Osteoporosis en mujeres posmenopáusicas mexicanas. Magnitud del problema. Estudio multicéntrico. Ginecol Obstet Mex 1999; 67:227-33.
5. Villegas CH, Mayon GJ. Radiológico, densitométrico, morfológico y estudio de microscopia electrónica de osteoporosis y osteopenia en la tercera vértebra lumbar en hombres y mujeres de la Ciudad de México. Ginecol Obstet Mex 1998;66:187-201.16,2
6. Alberto de Lago Acosta. Prevalencia de osteoporosis en población abierta de la Ciudad de México Ginecol Obstet Mex 2008;76(5):261-6
7. Gender differences in epidemiology and outcome after hip fracture EVIDENCE FROM THE SCOTTISH HIP FRACTURE AUDITG. Holt, R. Smith J Bone Joint Surg [Br] 2008; 90-B: 480-3.
8. Clark P, Lavielle P, Franco-Marina F, Ramírez E, Salmerón J, Kanis JA, et al. Incidence rates and life-time risk of hip fractures in Mexicans over 50 years of age: a population-based study. Osteoporos Int 2005; 16(12):2025-2030.

9. National Osteoporosis Foundation: Fast Facts. Washington, DC: National Osteoporosis Foundation, 2006.. NIH Consensus Development Panel on Osteoporosis Prevention, Diagnosis, and Therapy: Osteoporosis prevention, diagnosis, and therapy Available at: <http://www.nof.org/osteoporosis/diseasefacts.htm>.
10. Scottish Hip Fracture Audit - Report 2002. Information and Statistics Division, Edinburgh
11. How Well Are Community-Living Women Treated for Osteoporosis after Hip Fracture? Journal of the American Geriatrics Society. 49(9):1197-1204, September 2001. Bellantonio, Sandra MD; Fortinsky, Richard PhD; Prestwood, Karen MD
12. Tanaka T, Latorre MR, Jaime PC, Florindo AA, Pippa MG, Zerbini CA: Risk factors for proximal femur osteoporosis in managed 50 years or older. Osteoporos Int 2001;12:942-949.
13. Cummings SR, Nevitt MC, Browner WS, Stone K, Fox KM, Ensrud KE, Cauley J, Black D, Vogt TM. Risk factors for hip fracture in White women. Study of Osteoporotic Fractures Research Group. N Engl J Med. 1995; 332:767-73.
14. Jaglal SB, Weller I, Mamdani M, Hawker G, Kreder H, Jaakkimainen L, Adachi JD. Population trends in BMD testing, treatment, and hip and wrist fracture rates: are the hip fracture projections wrong? J Bone Miner Res. 2005; 20:898-905.
15. Bellantonio S, Fortinsky R, Prestwood K: How well are community-living women treated for osteoporosis after hip fracture? J Am Geriatr Soc 2001;49:1197-1204.
16. Melton LJ, 3rd. Hip fractures: a worldwide problem today and tomorrow. Bone 1993;14 Suppl 1:S1-8.

17. Castañeda P, Cassis N. Mortalidad posterior a fracturas de cadera tratadas en el Centro Medico ABC entre 1996 y 2001. *An Med Asoc Med Hosp ABC* 2003;48:33-37.
18. Nguyen TV, Eisman JA 2000 Genetics of fracture: Challenges and opportunities. *J Bone Miner Res* 15:1253-1256.
19. Ralston SH 1999 The genetics of osteoporosis. *Bone* 25:85- 86.
20. Ciarelli TE, Fyhrie DP, Schaffler MB, Goldstein SA 2000 Variations in three-dimensional cancellous bone architecture of the proximal femur in female hip fractures and in controls. *J Bone Miner Res* 15:32-40.
21. Davison JN, Calder SJ, Anderson GH, et al (2001) Treatment for displaced intracapsular fractures of the proximal femur. A prospective, randomised trial in patients aged 65 to 79 years. *J Bone Joint Surg Br*; 83(2):206-212.
22. Parker MJ, Khan RJ, Crawford J, et al (2002) Hemiarthroplasty versus internal fixation for displaced intracapsular hip fractures in the elderly. A randomised trial of 455 patients. *J Bone Joint Surg Br*; 84(8):1150-1155.
23. Ruff CB, Sievanen H, Wahner HW 2000 Structural trends in the aging femoral neck and proximal shaft: Analysis of the Third National Health and Nutrition Examination Survey dual-energy X-ray absorptiometry data. *J Bone Miner Res Int* 15:2297-2304.
24. Perspective Biomechanics of Fracture: Is Bone Mineral Density Sufficient to Assess Risk? BARBARA R. McCREADIE and STEVEN A. GOLDSTEIN *JOURNAL OF BONE AND MINERAL RESEARCH* Volume 15, Number 12, 2000
25. MORPHOLOGY OF THE FEMUR IN PROXIMAL FEMORAL FRACTURES BARRY D. FERRIS. VOL. 71-B. No. 3. MAY 1989 *J Bone Joint Surg [Br]* 1989:71-B:475-7.

26. Manmohan Sing, Nagrath, Main: Changes in trabéculas pattern of the upper end of the Femur as a Index of Osteoporosis. The Journal of Bone and Joint Surgery Vol 52-A no.3 April 1970
27. Koot, V. C. M.; Kesselaer, S. M. M. J.; Clevers, G. J.; de Hooge, P.; Weits, T.; van der Werken, Chr. Evaluation of the Singh Index for Measuring Osteoporosis J Bone Joint Surg [Br] Volume 78-B(5), September 1996, pp 831-834
28. Lee Femoral neck trabéculas patterns predict osteoporotic fractures. SourceMedical Physics. 29(7):1391-1396, July 2002.
29. Lane, J. M.; Cornell, C. N.; and Healey, J. H.: Osteoporosis: the structural and reparative consequences for the skeleton. In Instructional Course Lectures, The American Academy of Orthopaedic Surgeons. Vol. 36, pp. 71-83. Park Ridge, Illinois, The American Academy of Orthopaedic Surgeons, 1987.
30. Mellish, R. W.; Ferguson-Pell, M. W.; Cochran, G. V.; Lindsay, R.; and Dempster, D. W.: A new manual method for assessing twodimensional cancellous bone structure: comparison between iliac crest and lumbar vertebra. J. Bone and Min. Res 1991; 6:689-696.
31. WHO study group. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis. WHO; 1994 WHO technical report series no. 843.
32. R. Orozco Atlas de osteosíntesis, Maurice E Müller ED Masson
33. Fielding J, Wilson H Zickel A continuing end - resultnstudy of intracapsular fractures neck of the fémur J BONE JOINT SRG 1962 44ª 965 - 972.
34. Meunier PJ. Prevention of hip fractures. Am J Med 1993;95(Suppl):75-8.
35. Melton LJ, 3rd. Hip fractures: a worldwide problem today and tomorrow. Bone 1993;14 Suppl 1:S1-8.

36. Melton LJ, III, Chao YS, Lane J. Biomechanical aspects of fractures. In: Riggs BL, Melton LJ, III, eds. *Osteoporosis: Etiology, Diagnosis, and Management*. New York: Raven, 1988:111-31.
37. Parker MJ, Gillespie LD, Gillespie WJ. Hip protectors for preventing hip fractures in the elderly. *Cochrane Database Syst Rev* 2004:CD001255
38. Frandsen PA, Andersen E, Madsen F, et al: Garden's classification of femoral neck fractures: An assessment of interobserver variation. *J Bone Joint Surg Br* 1988;70:588-590.
39. Bentley G: Impacted fractures of the neck of the femur. *J Bone Joint Surg Br* 1968;50:551-561.
40. Bentley G: Treatment of nondisplaced fractures of the femoral neck. *Clin Orthop* 1980;152:93-101.
41. Stappaerts KH, Broos PLO: Internal fixation of femoral neck fractures: A follow-up study of 118 cases. *Acta Chir Belg* 1987;87:247-251.
42. Stromqvist B, Hansson LI, Nilsson LT, et al: Hook-pin fixation in femoral neck fractures: A two-year follow-up study of 300 cases. *Clin Orthop* 1987;218:58-62.
43. Gamma nail (Stryker, Mahwah, NJ) vs DHS;6,17 IM nail vs SHS;7,8,18 IM nail vs DHS and side plate;9 Gamma nail vs compression hip screw;10-12 DHS vs PFN;13,19 IM hip screw vs SHS;14 IM device vs fixed-angle screw-plate;15 SHS, Gamma nail, PFN;16 SHS vs short trochanteric nail<sup>23</sup>
44. Crawford CH, Malkani AL, Cordray S, Roberts CS, Sligar W: The trochanteric nail versus the sliding hip screw for intertrochanteric hip fractures: A review of 93 cases. *J Trauma* 2006;60: 325-328.
45. Broos PL, Van Haften KI, Stappaerts KH, Gruwez JA. Hip fractures in the elderly. Mortality, functional results and social readaptation. *Int Surg* 1989;74:191-4.

46. Manninger J, Kazar G, Fekete G, et al (1989) Significance of urgent (within 6h) internal fixation in the management of fractures of the neck of the femur. *Injury*; 20(2):101-105.
47. Davison JN, Calder SJ, Anderson GH, et al (2001) Treatment for displaced intracapsular fractures of the proximal femur. A prospective, randomised trial in patients aged 65 to 79 years. *J Bone Joint Surg Br*; 83(2):206-212.
48. Parker MJ, Khan RJ, Crawford J, et al (2002) Hemiarthroplasty versus internal fixation for displaced intracapsular hip fractures in the elderly. A randomised trial of 455 patients. *J Bone Joint Surg Br*; 84(8):1150-1155.
49. Tidermark J, Ponzer S, Svensson O, et al (2003) Internal fixation compared with total hip replacement for displaced femoral neck fractures in the elderly. A randomised, controlled trial. *J Bone Joint Surg Br*; 85(3):380-388.
50. Felson DT, Kiel DP, Anderson JJ, Kannel WB: Alcohol consumption and hip fractures: The Framingham Study. *Am J Epidemiol* 1988;128:1102-1110.
51. Ward KD, Klesges RC: A metaanalysis of the effects of cigarette smoking on bone mineral density. *Calcif Tissue Int* 2001;68:259-270.
52. Current Concepts Review Bone Densitometry in Orthopaedic Practice BY ERIC C. MIRSKY, M.D.†, AND THOMAS A. EINHORN, M.D.‡, BOSTON, MASSACHUSETTS VOL. 80-A, NO. 11, NOVEMBER 1998
53. Faulkner KG 2000 Bone matters: Are density increases necessary to reduce fracture risk? *J Bone Miner Res* 15:183-187.
54. Law MR, Wald NJ, Meade TW 1991 Regular review: Strategies for prevention of osteoporosis and hip fracture. *BMJ* 303:453-459.

55. Bone Matters: Are Density Increases Necessary to Reduce Fracture Risk?  
KENNETH G. FAULKNER JOURNAL OF BONE AND MINERAL RESEARCH  
Volume 15, Number 2, 2000
56. Marshall D, Johnell O, Wedel H 1996 Meta-analysis of how well measures of bone mineral density predict occurrence of osteoporotic fractures. *BMJ* 312:1254-1259
57. Pinilla TP, Boardman KC, Bouxsein ML, Myers ER, Hayes WC 1996 Impact direction from a fall influences the failure load of the proximal femur as much as age-related bone loss *Calcif Tissue Int* 58:231-235.
58. Marshall D, Johnell O, Wedel H 1996 Meta-analysis of how well measures of bone mineral density predict occurrence of osteoporotic fractures. *BMJ* 312:1254-1259
59. Healing complications after internal fixation of trochanteric hip fractures: the prognostic value of osteoporosis BARRIOS C. ; BROSTOM Journal of orthopaedic trauma 1993, vol. 7, n°5, pp. 438-442 (14 ref.)
60. Miller PD, Bonnick SL, Rosen CJ, Altman RD, Avioli LV, Dequeker J, Felsenberg D, Genant HK, Gennari C, Harper KD, Hodsman AB, Kleerekoper M, Mautalen CA, McClung MR, Meunier PJ, Nelson DA, Peel NF, Raisz LG, Recker RR, Utian WH, Wasnich RD, Watts NB 1996 Clinical utility of bone mass measurements in adults: Consensus of an International panel. *Semin Arthritis Rheum* 25:361-372.
61. Ralston SH 1999 The genetics of osteoporosis. *Bone* 25:85-86.
62. Zmuda JM, Cauley JA, Ferrell RE 1999 Recent progress in understanding the genetic susceptibility to osteoporosis. *Genet Epidemiol* 16:356-367.
63. Current Concepts Review Bone Densitometry in Orthopaedic Practice\* BY ERIC C. MIRSKY, M.D.†, AND THOMAS A. EINHORN, M.D.‡, BOSTON, MASSACHUSETTS *J Bone Joint Surg Am.* 1998;80:1687-98