

Importancia de la colocación del tornillo cefálico y de la distancia al apex en fracturas pertrocanteréas tratadas con clavo gamma

The value of screw placement and the apex distance in pertrochanteric fractures treated with gamma nail

A. BARRA, J. FERNÁNDEZ-GALLART, T. JOLÍN, F. GOMAR.

SERVICIO CIRUGÍA ORTOPÉDICA Y TRAUMATOLOGÍA. HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO DE VALENCIA.

DEPARTAMENTO DE CIRUGÍA. UNIVERSIDAD DE VALENCIA.

Resumen. Las fracturas pertrocanteréas son las más frecuentes de las fracturas de la extremidad proximal del fémur. El ortostatismo y marcha precoces son el objetivo que se busca con el tratamiento quirúrgico. Para evitar fracasos de la osteosíntesis será necesario un buen conocimiento de los factores más relacionados con la evolución de la fractura. De ellos el más dependiente del propio cirujano es la colocación del tornillo cefálico en la cabeza femoral. Presentamos un estudio retrospectivo de la colocación del tornillo cefálico de 400 fracturas tratadas con clavo Gamma en nuestro servicio. También estudiamos la distancia al ápex y la impactación de la fractura, así como sus relaciones con el éxito o fracaso de la osteosíntesis. Según nuestra serie el fracaso de la osteosíntesis se produce en un 35.7% de los casos de localización anterior-superior y en un 30.7% de los casos de localización posterior-inferior. Todos nuestros casos de "cut-out" se producen en valores de la distancia al ápex mayores de 28 mm. La impactación media es de 2.27 mm en las fracturas estables y de 8.26 mm en las inestables.

Summary. Pertrochanteric fractures are the most frequent type of proximal femur fractures. The main objectives of surgical treatment are early mobilization and full weight bearing. A good knowledge of the factors related to failure of the implant is necessary to avoid them. The most important is the cephalic screw positioning because it is most dependent on surgical technique. We present a retrospective study about the cephalic screws positioning in 400 pertrochanteric fractures treated with gamma nail. We also assessed the tip-apex distance and impaction of the fracture, looking for any relationships between them and the failure of the implant. In our series, 37.7% of screw failures occurs in the anterior-superior localization, and 30.7% in posterior-inferior localization. All cut-outs were produced in cases with a Tip Apex distance larger than 28 mm. The mean impaction in stable fractures was 2.27 mm and in unstable fractures was 8.26 mm.

Introducción. La fijación interna de las fracturas pertrocantéreas es una de las intervenciones quirúrgicas más frecuentemente realizadas en los servicios de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Existe gran variedad de resultados dependiendo fundamentalmente del tipo de fractura tratado, del sistema de fijación empleado y de la osteopenia del paciente en el momento de la caída. Es precisamente en las fracturas de mayor conminución e inestabilidad en las que el sistema de fijación y su correcta colocación tienen la mayor importancia para así evitar, en la mayor medida de lo posible, los desplazamientos secundarios de la fractura.

El fracaso de la fijación de las fracturas pertrocantéreas tratadas constituye uno de los mayores costes para los sistemas de salud. El mecanismo habitual de fracaso suele ser el colapso del ángulo cervico-diafisario (CD) en varo, conduciendo inevitablemente a la extrusión del tornillo cefálico fuera del contorno de la cabeza femoral o "cut-out". Se han intentado realizar múltiples estudios para evaluar y cuantificar las variables que afectan a este tipo de fracaso de la osteosíntesis de la fractura. Se han implicado en el proceso la edad del paciente, la calidad ósea, el patrón de la fractura, la estabilidad de la reducción, el ángulo del implante y la colocación del tornillo dentro de la cabeza femoral.

El propósito de este trabajo es demostrar el valor predictivo que tienen sobre el éxito o fracaso de la osteosíntesis la colocación del tornillo cefálico en la cabeza femoral, la impactación de la fractura, íntimamente relacionado con la estabilidad de la misma, y la distancia al ápex.

Material y métodos. En el intervalo de 1997-1999 hemos intervenido en nuestro servicio 400 fracturas pertrocantéreas empleando el clavo Gamma estándar y largo. El 75% fueron mujeres y el 25% varones, con una edad media de 80.11 años (70-88 años).

Los factores estudiados en todos los pacientes han sido: estabilidad de la fractu-

ra, reducción conseguida, osteopenia del paciente en el momento de la fractura, impactación, colocación del tornillo cefálico y la distancia al ápex.

Estabilidad de la fractura. Empleamos dos clasificaciones para las fracturas: la clasificación de Evans modificada por Jensen-Michaelsen (1) y la clasificación de la AO (2). En la primera, las fracturas tipo 1 (no desplazada) y 2 (desplazadas menos de 2 mm) se consideran fracturas estables, mientras que los tipos 3 (pérdida de apoyo posterolateral), 4 (pérdida de apoyo medial) y 5 (pérdida de apoyo posterolateral y medial) son las fracturas inestables. La clasificación de la AO las divide en pertrocantéreas simples, pertrocantéreas complejas e intertrocantéreas.

Reducción de la fractura. Se ha tenido en cuenta la reducción conseguida de la fractura analizando las radiografías de control del postoperatorio inmediato y hemos valorado tres posibles reducciones: buena, aceptable y pobre (3). Para que una reducción sea considerada como buena hemos de apreciar en la radiografía anteroposterior una alineación normal o en discreto valgo de la fractura, y en la radiografía axial deberemos apreciar menos de 20 grados de angulación entre los fragmentos principales y menos de 4 mm de separación entre los fragmentos. Para considerar una reducción aceptable sólo deberá cumplir uno de los criterios para ser considerada como buena y, para ser considerada como pobre, no cumplirá ninguno de ellos.

Osteopenia. El grado de osteopenia en el momento de la fractura también fue recogido y estudiado a raíz de la valoración del índice de Singh (4) en la cadera sana, de tal forma que el grado 6 sería el de la normalidad y el grado 1 correspondería a una osteopenia muy severa. Nosotros hemos dividido a los pacientes en dos grupos siguiendo este sistema: alta trabeculación, que serían los grados 4 a 6, y baja trabeculación que serían los grados 1 a 3 (5).

Impactación de la fractura. Para poder realizar una comprobación del mantenimiento de la reducción de las fracturas,

Correspondencia:

Dr. Amariel Barra
Servicio de Traumatología
Hospital Clínico Universitario
de Valencia
Avd. Blasco Ibáñez, 17
46010 Valencia

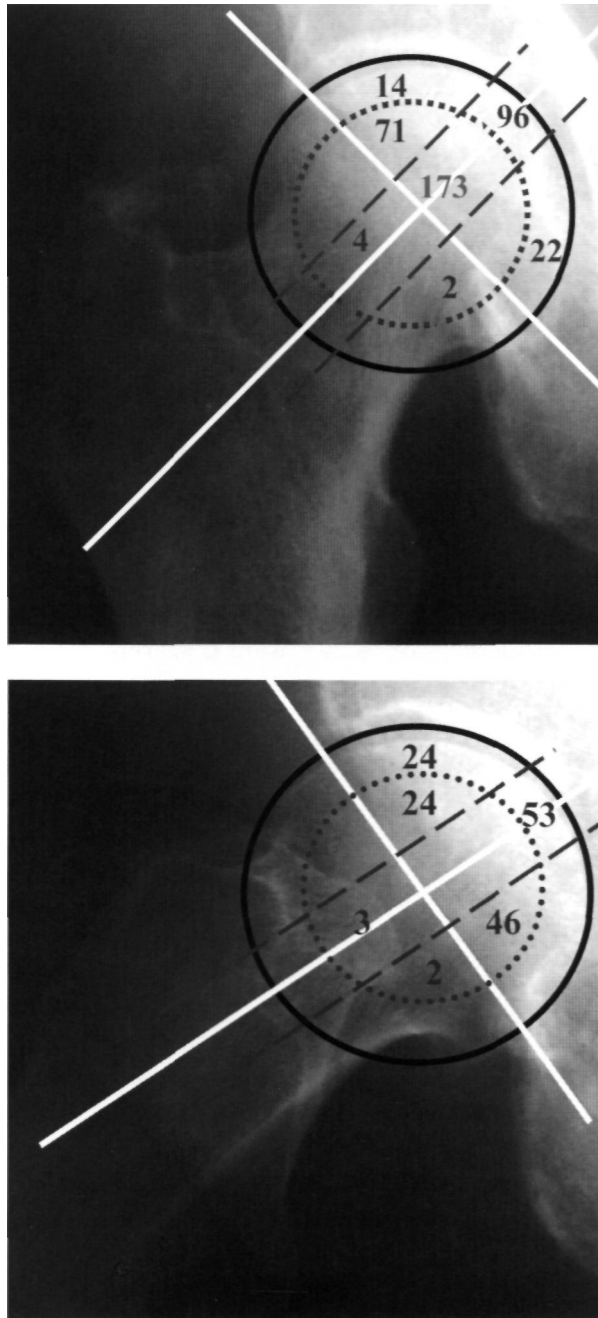


Figura 1. Cuadrantes de Larsson. Resultados sobre 400 fracturas.

debemos comparar radiografías seriadas que nunca estarán realizadas en las mismas condiciones de rotación femoral; así, las comparativas respecto a la longitud del tornillo cefálico o a la distancia del extremo del mismo al hueso subcondral no serán muy fiables. Doppelt (6) establece una forma de paliar esta fuente de error en las medidas comparativas que consiste en la aplicación de factores de corrección sobre la

primera de las radiografías estudiadas, empleándola como modelo de medida inicial. El factor de corrección (FR) se conseguiría de la división entre la medida del tornillo cefálico en la primera de las radiografías y la medida del mismo en la radiografía que estemos evaluando en ese momento. Así, la medida a tener en cuenta será la multiplicación de la medida actual por FR siendo entonces comparable a las demás medidas en las que se haya realizado el mismo proceso.

Colocación del tornillo cefálico. Existen múltiples formas de evaluar la colocación del tornillo cefálico dentro de la cabeza femoral atendiendo a las radiografías de frente y axiales postoperatorias. Nosotros hemos realizado esta medida atendiendo a los cuadrantes establecidos por Larsson et al (5), y Cleveland et al (7). Los cuadrantes de Larsson (Fig. 1) son el producto de dividir la cabeza femoral en cuatro cuadrantes empleando dos líneas: una que discurre longitudinal al eje mayor del cuello femoral pasando por el centro de la cabeza, y otra perpendicular a ésta que también pasará por el centro de la cabeza femoral. A esto se asociará una doble línea paralela a la primera de las líneas con una separación de la misma de 5 mm. También se añadirá una circunferencia concéntrica a la cabeza femoral a unos 5 mm del hueso subcondral. La visión de radiografías seriadas empleando este sistema nos proporcionará información de la migración del tornillo dentro de la cabeza femoral en aquellos casos en los que no sale del interior de la misma; además podremos incluso cuantificar dicha migración aplicando el factor de corrección radiográfico propuesto por Baumgaertner et al (3). Otra forma más sencilla de valorar la posición del tornillo cefálico será la división de la cabeza en los 9 cuadrantes de Cleveland et al (Fig. 2). En la proyección de frente se dividirá en zona superior, media e inferior, mientras que en la proyección axial se dividirá en anterior, media y posterior. Como resultado tendremos nueve posibilidades de colocación del tornillo cefálico en la cabeza femoral.

Distancia al ápex o "tip-apex distance (TAD)". Empleamos una técnica desarrollada por Baumgartner et al (3) para describir el emplazamiento del tornillo cefálico dentro de la cabeza. Con esta medida, denominada distancia al ápex (Tip apex distance, TAD), se genera una simple cifra que nos da información de la posición y profundidad del tornillo en la radiografía AP y lateral de manera conjunta. Esta medida consiste en la suma de las distancias comprendidas entre los extremos distales del tornillo cefálico al punto de corte del eje mayor de la cabeza y cuello femoral con la superficie articular coxofemoral, tras aplicarle un factor de corrección radiográfico (Fig. 3). Según este autor, sobre un estudio realizado sobre 198 fracturas (3), afirma que la distancia al ápex que tendrá menor índice de migración de tornillo cefálico fuera de la cabeza femoral será menor de 25 mm.

Resultados. Según la clasificación de Evans 122 fracturas fueron estables (30.5%) y 278 fracturas inestables (69.5%), mientras que según la de la AO 136 fueron del grupo A1 (34%), 228 del grupo A2 (57%) y 36 del grupo A3 (9%). Hemos establecido una relación entre el índice de Singh y la estabilidad de la fractura (Tabla 1) atendiendo al tipo de trabeculación según ésta sea alta o baja.

Siguiendo el método de Doppelt (6) conseguimos demostrar la impactación en el 74% de las fracturas. Se estableció la impactación en milímetros para las fracturas estables y las inestables. Como resultado apreciamos una impactación media de 2.27 mm con una desviación estándar (DS) de 3.26, mientras que en las fracturas inestables fue de 8.26 con una DS de 4.3.

La colocación del tornillo cefálico según los cuadrantes de Larsson et al (Fig. 1) no proporciona una imagen de conjunto de la tendencia en nuestro servicio a la colocación de los tornillos cefálicos en la posición inferior-media y media-media con un alto porcentaje de casos de tornillo a menos de 5 mm del hueso subcondral. Además

Tabla 1.

Relación del índice de Singh y la estabilidad de la fractura

INDICE DE SINGH	TIPOS DE FRACTURA	
	Estables	Inestables
4-6	71	93
1-3	51	185
Total	122	278

apreciamos en el estudio radiográfico seriado que en el 71% de las fracturas obtuvimos un cambio en la posición del tornillo dentro de la cabeza de menos de 2 mm, mientras que era mayor de 2 mm en un 5%, sin tener en cuenta los casos de migración del tornillo fuera de la cabeza femoral.

Del estudio de la colocación del tornillo cefálico según las zonas descritas por Cleveland et al (Fig. 2) se evidencia la relación de la misma con la migración del tornillo fuera de la cabeza femoral; así, las zonas de mayor índice de migración del tornillo serán la postero-inferior (4 casos de 13) y la antero-superior (5 casos de 14). Según nuestra serie la colocación más segura será la inferior-media y la inferior-anterior.

De las 400 fracturas, 38 fracasaron y, de ellas, 33 fueron por "cut-out" (7.5%). De ellas, 28 ocurrieron en las primeras 12 semanas tras la cirugía, y cinco no se vieron hasta los 6 meses. El TAD medio fue de 25 mm (9-63 mm). En los casos de "cut-out" la media del TAD fue de 38 mm (28-48 mm), comparado con los 24 mm de media en los casos en que no hubo "cut-out".

La edad media de los "cut-out" fue de 85 años (67-95), 9 años más viejos que los que no fracasaron (76 años de media). Esta diferencia fue estadísticamente significativa (χ^2 cuadrado). De las 176 reducciones buenas, 10 (5.4%) hicieron "cut-out", de las 163 aceptables, hubo 14 (8.5%), y de las 61 reducciones pobres, hubo 9 casos (14.7%); diferencias estadísticamente significativas.

Discusión. De los resultados apreciados

	SUPERIOR			
A N T E R I O R	14/5 35,7%	60/6 10%	11/2 18,1%	P O S T E R I O R
	26/4 15,3%	173/4 2,3%	74/8 10,8%	
	8/0 0%	21/0 0%	13/4 30,7%	
	INFERIOR			

Figura 2. Cuadrantes de Cleveland et al. Resultados de 400 tornillos cefálicos. En trama más oscura las situaciones consideradas más inseguras. En trama clara las situaciones consideradas más seguras que hay que distinguir de las más claras (centrales y superiores).

en nuestro estudio se puede afirmar que la división de los resultados del índice de Singh en valores de alta y baja trabeculación es útil para valorar la posible aparición de complicaciones técnicas en el tratamiento quirúrgico de esas fracturas (8). De todos modos, cabe decir que el propio índice de Singh, más que un índice de osteoporosis, es un índice de organización trabecular aunque existen múltiples debates sobre su capacidad o no de establecerle una relación con la osteoporosis, siendo representativos los trabajos de Kranendonck (9) y Bohr (10).

Pudimos establecer una diferencia estadísticamente significativa entre el grado de conminución, la edad y la inestabilidad de la fractura, así como entre la edad y el grado de Singh.

El acortamiento e impactación de la fractura, que se produce sobre todo en las fracturas inestables, refleja la falta de apoyo medial necesario para una fijación estable. La impactación la pudimos demostrar en un 74% de las fracturas, diferenciándonos de series en las que se demostró en un 90% (5), y otras en las que se demostró tan sólo en un 54% (11). La necesidad de restaurar en la mayor medida de los posible el apoyo medial para

recuperar la estabilidad ya viene siendo indicado desde Johnson et al (12).

La importancia de la posición del tornillo dentro de la cabeza femoral ha sido ampliamente recogido a lo largo de la historia. Schumpleick y Jantzen (13) concluyeron de su trabajo de revisión de las 25 fracturas tratadas con tornillo deslizante que el tornillo debería ser colocado en la parte inferior de la cabeza femoral y centrado en la imagen lateral debiendo quedar a una distancia de menos de 3-5 mm de la superficie articular. Clawson (14) recomendó un emplazamiento del tornillo muy profundo, hasta los 6 mm de la superficie articular. Su problemática estriba en que ninguna de las publicaciones nombradas mencionaba variabilidad alguna en la colocación del implante por lo que los datos carecen de rigor estadístico.

Revisando la literatura nos encontramos con múltiples autores abogando por una posición central del tornillo o inferior apoyados todos en severos estudios biomecánicos, existiendo prácticamente un consenso internacional en evitar la colocación superior-anterior.

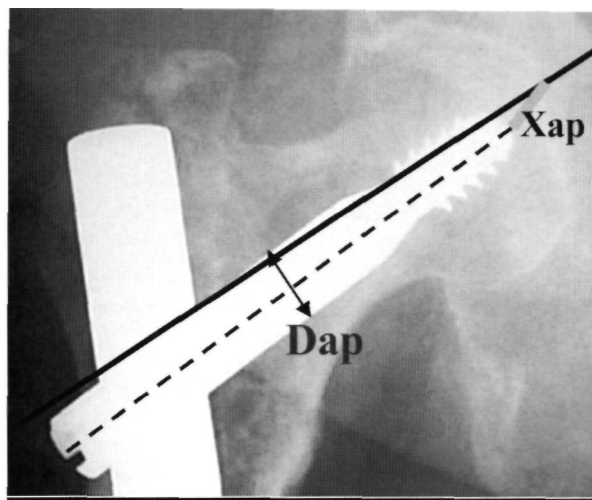
A pesar de todos los métodos empleados para caracterizar la posición del tornillo cefálico en la cabeza femoral, ninguno de ellos ha demostrado ser del todo exacto y eficaz en su labor predictiva. Brown y Court-Brown (15) en una serie de 120 fracturas tratadas con tornillo deslizante, encontraron que existía una tasa excesivamente amplia de fracasos cuando el extremo del tornillo distaba de la superficie articular más de 12 mm; este trabajo contrasta con el de Iversen (16), realizado sobre cadáveres, encontrando un mayor poder de aguante del tornillo en la posición de 12 mm de la superficie articular que la de 4 mm. Probablemente estos autores no tuvieron en cuenta el grosor del tornillo cefálico. Mulholland y Gunn (17), Doherty y Lyden (18), y Greider y Horowitz (19) describieron la localización del tornillo relativa a su distancia respecto al eje central del cuello y cabeza femorales según el número de vueltas que serían necesarias para introducir el

tornillo en la articulación. El concepto de la división en nueve zonas de Cleveland (7) o Kyle (20) no tenían muy en cuenta la colocación en profundidad del tornillo cefálico. Para ello Thomas (21) añadió dos zonas más periféricas en el sistema de Kyle para tener en cuenta la profundidad describiendo 17 posiciones posibles del tornillo en la cabeza. Larsson et al (5), en 1991, tuvo en cuenta la dirección y profundidad del tornillo en la cabeza mediante la colocación de dos ejes perpendiculares en la cabeza femoral y dividiendo entonces la cabeza en 11 zonas en ambas proyecciones radiográficas. Bridle (22) empleó un sistema similar dividiendo la cabeza en nueve partes y Parker (23), en 1994, emplea una técnica de ratios para definir la dirección (no la profundidad) del tornillo cefálico en ambas radiografías.

Mullholland et al (17) concluyen que la posición del tornillo óptima es la central y profunda en ambas radiografías además de estar a menos de 10 mm de la superficie articular. Kyle et al (20) presentaban 74 fracturas tratadas con tornillos deslizantes, pero no se aprecia en su trabajo un sistema estadístico que apoye sus conclusiones. Davis et al (24) sí que encontraron un alto riesgo, estadísticamente significativo, de "cut-out" cuando el tornillo se colocaba posterior y superior más que central.

Una posición del tornillo en zona superior o superolateral en la radiografía de frente, o una posición anterior o anteroproximal en la radiografía lateral, son las de mayor riesgo de migración del tornillo y existe prácticamente un consenso mundial en evitar esta posición.

El estudio de Baumgaertner et al (3, 25) ofrece la idea de que la colocación óptima del tornillo en la cabeza es la central y profunda; además, relaciona la posición del tornillo en la cabeza femoral según el esquema de Cleveland y su tendencia al "cut-out". De todos modos se enfatiza la mayor importancia estadística de la TAD que la propia colocación del tornillo en la cabeza femoral. Es el único estudio en el que se pone de manifiesto que sí existe una rela-



$$TAD = \left(X_{ap} \times \frac{D_{true}}{D_{ap}} \right) + \left(X_{lat} \times \frac{D_{true}}{D_{lat}} \right)$$

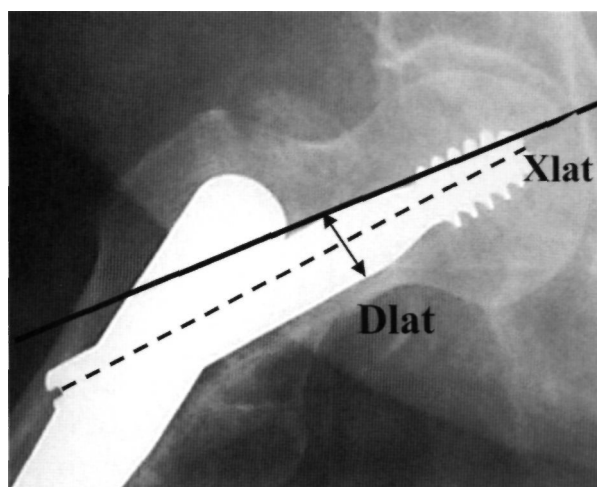


Figura 3. Estudio de la distancia del apox (Tip apex distance, TAD). Corresponde a la suma de las dos distancias tras aplicarles el factor de corrección radiológico.

ción estadísticamente significativa entre las variables de estudio (edad del paciente, calidad de la reducción y posición del tornillo) y el "cut-out" del tornillo cefálico, concluyendo que, de todos ellos, la TAD es el de mayor vigor estadístico y predictivo.

Respecto al seguimiento que se debe realizar en el estudio para valorar el "cut-out" del tornillo cefálico, Baumgaertner et al (3, 25) abogan por un seguimiento de tres meses debido a dos aspectos. Primero, la mayoría de estudios realizados tienen un seguimiento de tres meses. Segundo, la tasa de mortalidad en el primer año tras la ciru-

gía es mayor que la tasa habitual de "cut-out" por lo que se perderían muchos casos de fracturas bien consolidadas sesgando los datos a analizar.

En un estudio de 1997, Baumgaertner et al (25) implican la ventaja de tener en cuenta de forma intraoperatoria el concepto de la TAD. En este estudio se compararon los resultados de pacientes intervenidos por los mismos cirujanos antes y después de ser instruidos en el concepto de la TAD. Los resultados demuestran una TAD media

postoperatoria de 30 mm antes y de 20 mm después de ser instruidos en este concepto, así como un índice de "cut-out" del 9% antes y del 0% después de la instrucción.

Consideramos que un concepto exacto de la llamada Distancia al ápex es de considerable ayuda para evitar en una gran medida fracasos de la osteosíntesis debidos a un mal posicionamiento del tornillo cefálico. Además, se deberá evitar en lo posible la localización anterior-superior y posterior-inferior por tener un gran índice de fracasos. ■■■■■

Bibliografía

1. **Evans EM.** The treatment of trochanteric fractures of the femur. *J Bone Joint Surg* 1949; 31:190-203
2. **Miller M, Nazarian S, Koch P, editors.** Classification AO des fractures. Heidelberg: Springer-Verlag; 1987.
3. **Baumgaertner M, Curtin S, Lindskog D, Keggi J.** The value of the tip-apex distance in predicting failure of fixation of peritrochanteric hip fractures. *J Bone Joint Surg* 1995; 77A: 1058-64
4. **Singh M, Nagrath A, Maini P.** Changes in trabecular pattern of the upper end of the femur as an index of osteoporosis. *J Bone Joint Surg* 1970; 52A:457-67.
5. **Larsson S, Friberg S, Hansson LI.** Trochanteric fractures. Influence of reduction and implant position on impaction and complications. *Clin Orthop* 1990; 259:130-9.
6. **Doppelt S.** The sliding compression screw today's the best answer for stabilization of intertrochanteric hip fractures. *Orthop Clin North Am* 1980; 11:507-23
7. **Cleveland M, Bosworth D, Thompson F, Wilson H, Ishizuka T.** A 10 year análisis of intertrochanteric fractures of the femur. *J Bone Joint Surg* 1959; 41 A: 1399-408.
8. **Laros G, Moore J.** Complications of fixation of intertrochanteric fractures. *Clin Orthop* 1974; 101:110
9. **Kranendondk D, Jurist J, Lee H.** Femoral trabecular patterns and bone mineral content. *J Bone Joint Surg* 1972; 54A:1472-8.
10. **Bohr H, Schaadt O.** Bone mineral content in femoral bone and the lumbar spine measured in women with fracture of the femoral neck by dual photon absorptiometry. *Clin Orthop* 1983; 179:240-5.
11. **Jensen J.** Trochanteric fractures. An epidemiological, clinical and biomechanical study. *Acta Orthop Scand* 1981; 52(Suppl. 188):1-19.
12. **Johnson L, Lottes J, Arnot J.** The utilization of the Holt nail for proximal femoral fractures. *J Bone Joint Surg* 1968; 50A:67-78.
13. **Schumpelick W, Jantzen P.** A new principle in the operative treatment of trochanteric fractures of the femur. *J Bone Joint Surg* 1955 37A:693-98.
14. **Clawson D.** Trochanteric fractures treated by the sliding screw plate fixation method. *J Trauma* 1964; 4:737-52
15. **Brown T, Court-Brown C.** Failure of sliding nail plate fixation in subcapital fractures of the femoral neck. *J Bone Joint Surg.* 1979; 61 B:342-46
16. **Iversen B.** Screw fixation in the femoral head. *Acta Orthop Scand.* 1988;59:655-57
17. **Mulholland R, Jun D.** Sliding screw plate fixation of intertrochanteric femoral fractures. *J Trauma* 1972; 12:581-91
18. **Doherty J, Lyden J.** Intertrochanteric fractures of the hip treated with the hip compression screw. Analysis of problems. *Clin Orthop* 1979; 141:184-87
19. **Greider J, Horowitz M.** Clinical evaluation of the sliding compression screw in 121 hip fractures. *Southern Med J* 1980;73:1343-8
20. **Kyle R, Gustilo R, Premer R.** Análisis of six hundred and twenty-two intertrochanteric hip fractures. A retrospective and prospective study. *J Bone Joint Surg* 1979; 61 A:216-21
21. **Thomas A.** Dynamic hip screw that fail. *Injury* 1991; 22:45-6
22. **Bridle SH, Patel A, Bircher M, Calvert P.** Fixation of intertrochanteric fractures of the femur. A randomised prospective comparison of the Gamma Nail and the dynamic hip screw. *J Bone Joint Surg* 1991. 73 B:330-4
23. **Parker M.** Cutting-out of the dynamic hip screw related of its position. *J Bone Joint Surg* 1992; 74B:625
24. **Davis T, Sher J, Horsman A, Simpson M, Porter B, Checketts R.** Intertrochanteric femoral fractures. Mechanical failure after internal fixation. *J Bone Joint Surg* 1989;72B:26-31
25. **Baumgaertner M, Solberg B.** Awareness of tip-apex distance reduces failure of fixation of trochanteric fractures of the hip. *J Bone Joint Surg* 1997; 79 B:969-71