

# Estudio clínico de la osteosíntesis intra y extramedular en las fracturas trocantéreas de cadera

## Clinical study of intramedullary and extramedullary osteosynthesis in trochanteric fractures of the hip

SERAL, B.; ALBAREDA, J.; LASIERRA, J. M., y SERAL, F.

*Servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica. Hospital Clínico Universitario «Lozano Blesa». Zaragoza.*

**RESUMEN:** Se ha realizado un estudio comparativo de las fracturas trocantéreas tratadas con sistema extramedular modelo placa con tornillo-deslizante DHS de AO (Synthes®) y sistema intramedular modelo clavo Gamma de 2ª generación (Howmedica®) desde 1996 hasta julio de 1998. Se trata de un estudio retrospectivo de 95 pacientes tratados con ambos sistemas (56 pacientes con Gamma y 39 con DHS), sobre un total de 250 historias clínicas revisadas.

El objeto de este estudio clínico ha sido el corroborar en la clínica los resultados biomecánicos observados en el estudio de ambas técnicas mediante elementos finitos.

Con relación al sistema DHS, el clavo Gamma consigue resultados similares en las fracturas estables. En las fracturas inestables, el clavo Gamma permite una reanudación más precoz de la marcha. Las dificultades y los errores técnicos determinan con el clavo Gamma estático una mayor incidencia de complicaciones en la evolución del tornillo cefálico.

**PALABRAS CLAVE.** Gamma, DHS, fémur, fractura trocantérea.

**ABSTRACT:** A comparative study was made of trochanteric fractures treated with the extramedullary DHS of AO (Synthes®) plate with sliding screw and second-generation intramedullary Gamma nail (Howmedica®) from 1996 to July 1998. A retrospective study was made of 95 patients treated with these systems (56 patients with Gamma and 39 with DHS), in a total of 250 clinical records reviewed.

The purpose of this clinical study was to corroborate in clinical practice the biomechanical results obser-

ved by studying both techniques by finite-element analysis.

In comparison with the DHS system, the Gamma nail achieved similar results in stable fractures. In unstable fractures, the Gamma nail made earlier walking possible. However, inherent technical difficulties and errors with the static Gamma nail lead to a higher incidence of complications in the evolution of the cephalic nail.

**KEY WORDS:** Gamma. DHS. Femur. Trochanteric fracture.

### Introducción

Luitse y cols.<sup>32</sup> consideran que en las fracturas trocantéreas estables el sistema extramedular de tornillo deslizante modelo DHS (Dynamic Hip Screw) es el patrón oro. En fracturas trocantéreas inestables, como las 3.1-A.2 y 3.1-A.3 de la clasificación A.O., hay gran controversia sobre las ventajas e inconvenientes de los sistemas extramedulares tipo DHS o los sistemas intramedulares encerrojados como el clavo Gamma.<sup>21</sup> Estudios biomecánicos y clínicos han puesto de manifiesto que estas técnicas tienen limitaciones en el tratamiento de las fracturas inestables. Ello ha motivado la aportación de nuevos implantes y la modificación de los anteriores. El clavo Gamma con la ventaja de ser una técnica a foco cerrado, no ha demostrado ser mejor que la placa-tornillo deslizante DHS en las fracturas peritrochantéreas inestables. Sin embargo tendría ventajas en las fracturas peritrochantéreas complejas con extensión subtrochantérea.

Las ventajas teóricas del sistema Gamma frente al DHS no ofrecen grandes mejoras. Parece ser más importante la colocación adecuada del tornillo cefálico y la reconstrucción de la columna medial que la elección del tipo de implante.<sup>3</sup>

En el presente trabajo se ha realizado un estudio clínico comparativo de dos sistemas de osteosíntesis:

#### Correspondencia:

BELEN SERAL.  
Pº Constitución 25, 2º dcha.  
50001 Zaragoza

Recibido: Noviembre de 2000.  
Aceptado: Marzo de 2001.

el sistema Gamma y el sistema placa con tornillo deslizante DHS.

Tomando como referencia los resultados obtenidos con el sistema DHS estudiaremos:

1. Que el tratamiento con el sistema Gamma permite la marcha precoz sin perjudicar la consolidación en fracturas inestables.

2. Que las complicaciones del sistema Gamma guardan relación con la morfología del fémur del anciano.

3. Que se puede proponer una indicación selectiva según la edad y tipo de fractura.

### Material y Método

Se ha realizado un estudio comparativo de las fracturas trocántereas tratadas con sistema extramedular modelo placa con tornillo-deslizante DHS de AO (Synthes®) y sistema intramedular modelo clavo Gamma de 2ª generación (Howmedica®) desde 1996 hasta julio de 1998. Se trata de un estudio retrospectivo de 95 pacientes tratados con ambos sistemas (56 pacientes con Gamma y 39 con DHS), sobre un total de 250 historias clínicas revisadas.

Los criterios de inclusión han sido: 1. Edad superior a 65 años. 2. Ser una fractura reciente, no patológica. 3. Ser una fractura que pudiera clasificarse según la clasificación de AO, 31. A.1, A.2 ó A.3. 4. No tener antecedentes de fractura ó cirugía en la cadera a estudio. 5. Tener una morfología femoral que permitiera la osteosíntesis con cualquiera de los dos sistemas. 6. Tener un seguimiento clínico-radiológico hasta la consolidación.

Para el estudio se diseñó una hoja de recogida de datos, igual en ambas series excepto lo referido al implante, en la que se hizo constar:

*Características del paciente:* edad, sexo, antecedentes, riesgo ASA,<sup>2</sup> marcha previa, Índice de Singh, etiología, tipo de fémur.<sup>38</sup>

*Características de la fractura:*

• Clasificación de las fracturas:

— Según la clasificación de Evans modificada por Jensen<sup>20</sup> en estables (tipo I y II) e inestables (III y IV), para poder predecir la posibilidad de una reducción anatómica así como de los desplazamientos secundarios de la fractura tras la osteosíntesis. También se siguieron los conceptos de fractura estable e inestable de Kyle.<sup>25</sup> Fractura estable, cuando el fragmento posteromedial permanece intacto ó mínimamente conminuto, el colapso de los fragmentos es mínimo y la estabilidad se obtiene con la reducción y restablecimiento del contacto de la cortical medial. Fractura inestable, cuando una gran parte de la pared postero-medial está rota y suelta, con conminución posterior.

— Según la clasificación de AO<sup>33</sup> en 31-A.1, A.2 y A.3, con sus correspondientes subgrupos y clasificaciones.

• Fractura previa de la cadera contralateral

*Características de la cirugía e implante:* tipo de anestesia, tiempo desde la fractura hasta la intervención, tipo de reducción siguiendo el trabajo de Hardy y cols.:<sup>18</sup> reducción anatómica, «Wayne-County», con telescopaje, y con pérdida de contacto; estabilidad postreducción, tiempo quirúrgico, y complicaciones técnicas.

Respecto a las características del tipo de clavo: localización del tornillo cefálico, distancia A desde la punta del tornillo hasta el hueso subcondral y distancia desde el clavo a la rosca para estudiar la impactación del cuello, tornillos distales, montaje en estático o en dinámico, ángulo cervicodiafisario en el postoperatorio y en la última revisión.

En cuanto al DHS: tipo de placa, localización del tornillo cefálico, distancia A, distancia desde el barril a la rosca, ángulo cervicodiafisario.

La distancia «A» en mm, es decir la distancia desde la punta del tornillo al apex de la cabeza femoral, se ha medido siguiendo los trabajos de Baumgaertner y cols.<sup>8</sup> Cuando esta distancia disminuye de manera que el tornillo perfora la cabeza femoral y se introduce en la articulación se denomina protrusión, y si además el tornillo asciende perforando cabeza y cuello femoral se denomina extrusión. La distancia clavo-rosca es la distancia en mm desde la punta de la rosca del tornillo al orificio de entrada de éste en el clavo. Cuando esta distancia disminuye se observa un acortamiento del cuello femoral por impactación o un retroceso del tornillo.

*Evolución postoperatoria:* tiempo de seguimiento, complicaciones locales y generales, estancia hospitalaria, inicio y tipo de carga, complicaciones tardías, tiempo y calidad de la consolidación, evolución radiológica en cuanto a retroceso del tornillo, acortamiento del cuello, extrusión ó protrusión del tornillo, y medialización o lateralización de la diáfisis. Para la valoración funcional se han seguido los criterios de Kyle y cols.<sup>26</sup> en función del rango de movilidad, cojera, dolor y uso de bastones ó andador.

El instrumental utilizado en el clavo Gamma es el descrito en la técnica original de Kempf, Grosse y Taglang.<sup>22</sup> El tamaño del clavo utilizado tiene un diámetro distal de 11 mm y proximal de 17 mm, un ángulo cervicodiafisario de 130°, una longitud de 20 cm y una angulación en valgo de 10°. Siguiendo la técnica original de Regazzoni,<sup>36</sup> el implante que hemos utilizado ha sido la placa DHS con tornillo deslizante de 135° de angulación, con 2 o más tornillos.

La valoración estadística descriptiva se ha realizado calculando las medidas de tendencia central y de dispersión. Para la estadística inferencial se han utilizado tablas de contingencia, chi cuadrado, la U de Mann-Withney-Wilcoxon para datos independientes y la T de Wilcoxon para datos apareados, con un intervalo de confianza de 95%.

### Resultados

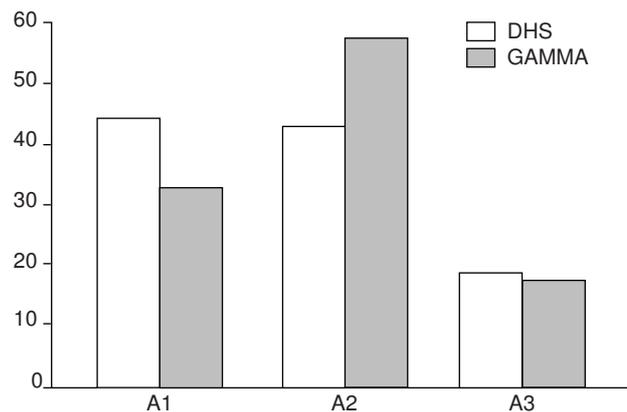
Se han revisado 250 pacientes intervenidos con técnica DHS y Gamma, de los cuales cumplían criterios para ser incluidos en este estudio 95: 39 casos tratados con sistema DHS y 56 casos tratados con sistema Gamma. Había un claro predominio del sexo femenino, con una relación mujer/hombre de 8/1,5. La edad media fue de 79,1 años ( $r = > 65$  y  $< 94$ ). Los antecedentes médicos y ASA de ambos grupos se muestran en la Tabla 1. En un 98% de los casos la fractura se produjo por un mecanismo de baja energía. Se intervinieron de manera programada un 75% de los pacientes, y en un 89% la anestesia realizada fue general. En todos los pacientes se realizó profilaxis antibiótica con tres dosis de cefuroxima intravenosa y profilaxis antitrombótica con una heparina de bajo peso molecular. La estancia preoperatoria media ha sido de 4,09 días (mínimo: 0 y máximo: 15). Para ambos grupos, el tipo de reducción «anatómica» fue el más frecuente (65%), seguido de la reducción «con pérdida de contacto» (15%), «con telescopaje» (10%) y «Wayne-County» (10%) (Tabla 2). El tiempo quirúrgico medio fue de 1,37 horas ( $r = > 1$  y  $< 2$ ). La estancia hospitalaria media fue de 15 días ( $r = > 7$  y  $< 40$ ).

**Tabla 1.** Antecedentes patológicos en ambos grupos.

	DHS	Gamma
Patol. cerebrovascular	11%	18%
Patol. cardíaca	32%	39%
Demencia	27%	11%
Patol. respiratoria	3%	18%
Diabetes	3%	14%
ASA I	24,32%	14,29%
ASA II	32,43%	58,93%
ASA III	35,14%	23,21%
ASA IV	8,11%	3,57%

**Tabla 2.** Tipo de reducción de la fractura.

	DHS	Gamma
Anatómica	75%	57%
Wayne-County	11%	11%
Pérdida de contacto	7%	18%
Con telescopaje	7%	14%



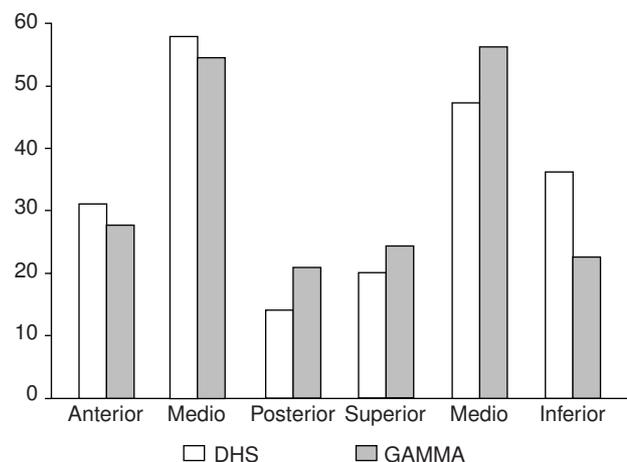
**Figura 1.** Distribución de las fracturas según la clasificación de AO.

El tiempo de consolidación medio fue de 3,63 meses ( $r = > 2$  y  $< 12$ ), con un seguimiento medio de 6,77 meses ( $r = > 2$  y  $< 22$ ).

La Figura 1 recoge la distribución de las fracturas de toda la muestra, según la clasificación AO: las A1: 35%, las A2: 50%, y las A3: 15%. Siguiendo la clasificación de Evans modificada por Jensen, las más frecuentes han sido el tipo II, seguidas del tipo III y tipo I. Siguiendo el concepto de estables e inestables, había un predominio de las fracturas estables (64,52%), con un 35,48% de inestables.

Respecto al tipo de fémur había un predominio del fémur tipo 1 (58%), seguido del tipo 2 (28%) y del tipo 3 (14%). La localización más frecuente del tornillo cefálico era central tanto en el plano frontal como en el axial, en ambos sistemas (Fig. 2). Se produjeron fracturas peroperatorias en tres de los pacientes, en 1 caso de DHS y en 2 casos de Gamma, con fractura de la cortical lateral.

En los casos intervenidos mediante sistema DHS, se produjo una fractura trocántrea de la cadera con-



**Figura 2.** Localización del tornillo cervical.

tralateral en 3 casos, todos a los 4 meses de la primera fractura, y se trataron con clavo Gamma en 2 casos y con clavos Ender en un caso. Se produjo una fractura subcapital de la cadera contralateral en 2 casos, ambos a los 6 meses de la primera fractura, y fueron tratados con osteosíntesis mediante tornillos canulados de manera percutánea. En los casos intervenidos mediante clavo Gamma, se produjo una fractura trocántrea contralateral en un caso, a los 6 meses de la primera fractura, que fue tratada mediante clavo Gamma estándar. Fractura subcapital se había producido en 3 pacientes en un tiempo medio de 12,4 meses (mínimo: 10 y máximo: 36). Dos casos se trataron mediante tornillos canulados percutáneos y en un caso se implantó una prótesis parcial de Thompson.

Se produjo mortalidad intrahospitalaria en 11 casos con clavo Gamma y 4 casos con DHS. En ambos la edad media fue de 83,8 años (> 71 y < 106) y el riesgo anestésico ASA II o III. El tiempo desde la intervención quirúrgica hasta el exitus varió desde las 24 horas del postoperatorio a los 25 días. Las causas más frecuentes fueron insuficiencia respiratoria y fracaso multiorgánico.

La calidad de la consolidación en esta serie no muestra una relación significativa con respecto al tipo de técnica aplicada, aunque se medializaron más los DHS en un 32,43% frente a un 21,43% de Gamma. Como era de esperar, había una relación significativa entre la medialización diafisaria, el acortamiento del cuello (p, 0002) y el retroceso del tornillo (p, 001) (Tabla 3).

No se encontró relación entre el tipo de fémur, tipo de fractura y tratamiento aplicado. Seleccionando exclusivamente los clavos Gamma tampoco influyó la morfología del fémur en la aparición de dolor en el muslo (efecto punta).

**Tabla 3.** Calidad de la consolidación.

	DHS	Gamma	P
Valgo	21,62%	10,71%	NS
Varo	27%	32,14%	NS
Neutro	51,38%	57,15%	NS
Medialización	32,43%	21,43%	NS
Lateralización	5,41%	14,29%	NS
Retroceso	35,14%	—	NS
	X= 2,84 mm (0-20)		
Extrusión	5,41%	21,43%	0,03
Protrusión	5,41%	19,64%	0,05
ACD postop.	132,41° (115-150)	124,05 (100-140)	NS
ACD revisión	131,3° (110-150)	122 (100-140)	NS
Acostm. cuello	54,05%	29,93%	0,01
	X= 4,19 mm (0-22)	X= 2,36 mm (0-20)	
Calcif. trocánter	8,11%	9%	NS
Efecto punta	—	3,6%	NS

NS = No significativa.

La Tabla 4 recoge la relación entre ambos grupos en cuanto a tiempo quirúrgico, estancia hospitalaria, inicio de la carga, tasa de infección precoz, necesidad de transfusión, incidencia de pseudoartrosis, mortalidad y tiempo de consolidación. Con respecto al tiempo quirúrgico, hubo diferencias significativas encontrando un 32,43% de DHS cuya intervención duró menos de una hora frente a un 83,93% de los clavos Gamma. En cuanto al tiempo de consolidación, también hubo diferencias a favor del Gamma con un tiempo medio de 3,18 meses frente a 4,32 meses en los DHS. El tiempo de hospitalización guarda relación con la edad (p, 0001), con el riesgo anestésico (correlación de 0,1) y con el tipo de complicaciones generales (p, 02). Sin embargo es independiente del tipo de tratamiento.

Respecto a los casos en los que no se colocaron tornillos distales en el clavo Gamma, el 96,15% correspondían a fracturas tipo A1 y A2. El efecto punta no guardaba relación con la colocación de tornillos distales.

En el grupo de los DHS hubo movilización del material y rotura en un 2,7% de los casos. En 2 casos que evolucionaron con retardo de consolidación con movilización de la placa, fue necesario su retirada y la colocación de una segunda placa DHS con autoinjertos asociados. En el grupo del Gamma no hubo ningún caso de movilización ni rotura del material.

Los resultados funcionales fueron independientes de la edad y sexo. Sin embargo el 100% de los hombres tuvieron un resultado excelente-bueno. En el 78,75% de las mujeres el resultado fue excelente-bueno y en el 21,25% fue regular-malo.

## Discusión

Se trata de una muestra de población anciana, con una edad media muy elevada que impide ó dificulta un seguimiento clínico radiológico suficiente-

**Tabla 4.** Características de la cirugía y el postoperatorio.

	DHS	Gamma	P
Tiempo quirúrgico < 1 hora	32,43%	83,93%	0,001
Estancia hospitalaria (días)	15,68 (8-38)	14,5 (7-40)	NS
Carga (semanas)	6,76 (0-24)	1,73 (0-16)	0,0001
Infección precoz	2,7%	0%	NS
Transfusión	64,86%	62,5%	NS
U. hematias	1,65 (0-8)	1,59 (0-8)	NS
Pseudoartrosis	2,7%	1,85%	NS
Exitus	2,7%	5,56%	NS
Tiempo consolidación (meses)	4,32(2-11)	3,18(2-12)	NS

NS = No significativa.

mente largo de los que una parte de estos pacientes fallecen en los primeros meses o en el primer año de evolución. En la serie de 2000 clavos Gamma de Taglang y cols.,<sup>41</sup> de 498 pacientes intervenidos con clavo estándar o trocánterico durante un periodo de 8 años, un 31% de ellos fallecían o se perdía su seguimiento en ese periodo de tiempo. En la serie de 1500 clavos de la serie de Boriani y cols.<sup>9</sup> sólo pudieron estudiar el seguimiento de 734 casos (62%), hecho que también se ha corroborado en nuestro servicio en estudios realizados sobre el Gamma con cifras similares de pérdida de pacientes.

En la literatura hay dos estudios multicéntricos que comparan ambos tipos de implantes. Boriani y cols.<sup>9</sup> presentan un estudio de 1181 pacientes con fracturas trocántreas y subtrocántreas intervenidos mediante clavo Gamma desde 1987 hasta 1992. Se trata de un estudio retrospectivo, en el que no aplican criterios de exclusión, y en el que han participado un total de 107 cirujanos de distinta experiencia. Parker<sup>34</sup> presenta un metaanálisis de todos los trabajos comparativos DHS-Gamma publicados hasta 1996. Se trata de 10 trabajos prospectivos randomizados de 9 países diferentes. La muestra era de 1794 pacientes con 1797 fracturas. A pesar de tratarse de estudios randomizados este autor afirma que la metodología es pobre. De todos ellos, sólo Hoffman y Lynskey<sup>19</sup> aportan un estudio a doble ciego de 69 pacientes con edades superiores a los 50 años. Piensan que se debe de prestar más atención al diseño de los trabajos.

Kukla y Berger<sup>23</sup> hacen un estudio prospectivo con 120 pacientes a doble ciego. El tipo de implante a colocar se escogía a sobre cerrado. Se trata de un trabajo metodológicamente correcto, pero uno se plantea si este tipo de trabajo es éticamente correcto.

Respecto a la edad son diferencias pequeñas, similares a las encontradas en la literatura y matizadas por los criterios de inclusión. Como en las series publicadas, existe un claro predominio del sexo femenino.<sup>4,10,18,23,29,35</sup>

El objetivo de las clasificaciones de las fracturas trocántreas debe de ser el indicar por el trazo de fractura, si es posible realizar una reducción estable y el tratar de predecir la evolución y posibles complicaciones tras el tratamiento. Dada la variedad de métodos de estabilización de estas fracturas sería un objetivo añadido de la clasificación el indicar en dependencia del tipo de fractura el tipo de osteosíntesis a realizar. En esta serie se ha seguido la clasificación de Evans y Jensen,<sup>20</sup> y la de AO<sup>33</sup> pues nos parecen las más representativas. Respecto a la clasificación de AO había una gran variabilidad, lo que nos obligó a hacer una redistribución en los 3 tipos de la 31-A.

No se han encontrado diferencias estadísticas entre el tipo de fractura y el tipo de tratamiento. Kukla y Berger<sup>23</sup> también encuentran que la mayoría de las fracturas son tipo A1 y A2, con un pequeño aumento de las fracturas multifragmentarias inestables (A3) para el DHS, sin ser estadísticamente significativo.

Pensamos que no se puede indicar un tratamiento determinado para cada tipo de fractura. Mientras que en la mayoría de las series la proporción de fracturas inestables es superior a las fracturas estables<sup>4,10,18,23,29</sup> no ha ocurrido así en esta serie, lo cual hace reflexionar sobre la dificultad de unificar criterios en la catalogación de la estabilidad de las fracturas, encontrando en la literatura cifras dispares que indican como fracturas inestables desde el 20 hasta el 70% de ellas.<sup>29</sup> Con los conceptos de estabilidad de Evans<sup>15</sup> no hay homogeneidad en las cifras publicadas. La estabilidad de la fractura debe de realizarse no solamente por el trazo fracturario, sino tras la reducción y estabilización de la misma. El método de osteosíntesis y la técnica empleada también son importantes a la hora de establecer la estabilidad de la fractura. La determinación de la estabilidad debe hacerse en el quirófano. Con los métodos actuales de osteosíntesis que presentan gran solidez, se tienden a clasificar como estables más tipos de fracturas, siendo el factor más importante para determinar la estabilidad el grado de osteoporosis, pues puede producir un fracaso en la osteosíntesis, no porque falle esta sino porque se produzca un fracaso del hueso con la carga.

En esta serie se produjeron fracturas en la cadera contralateral en 9 pacientes (9,68%). En 4 casos la fractura era intertrocántrea (44,4%) y en 5 casos se trataba de una fractura subcapital (66,6%). A diferencia de lo expuesto en la literatura por Ferris y cols.<sup>16</sup> hubo un ligero predominio de fracturas subcapitales, pero la diferencia es tan pequeña que no se pueden sacar conclusiones. Ferris y cols. afirman que un paciente que presenta una segunda fractura de la cadera contralateral, tiene un 83% de posibilidades de que se produzca una fractura del mismo tipo que la primera. En esta serie, como en el trabajo de Ferris, no se han encontrado diferencias en las mediciones radiológicas (longitud del cuello femoral, ACD, Offset, diámetro de la cabeza) con la dificultad que ello entraña, pues las proyecciones radiológicas no son siempre iguales.

El porcentaje de reducciones anatómicas es superior en el grupo de DHS por dos razones. Al realizarse a foco abierto, puede conseguirse la reducción y estabilización de un fragmento posteromedial, lo que produce un aumento de la estabilidad de la osteosíntesis. Con el clavo Gamma, al realizarse a foco cerrado, la reducción anatómica es menos frecuente, con un porcentaje mayor de pérdidas de contacto ó dife-

rencia de más de 5 mm entre el cuello y la columna medial. Además, una vez reducida la fractura durante la intervención quirúrgica es más fácil que se produzca un desplazamiento durante la introducción intramedular manual del clavo. Sin embargo este factor no parece influir en la serie de Hardy y cols.<sup>18</sup> (N = 100) donde consiguen una reducción aceptable en 48 casos de DHS (96%) y en 45 casos de clavo centromedular (90%). En solo 3 casos había una diferencia de contacto superior a 1 cm entre el cuello y la pared medial.

La reducción se realiza a foco cerrado, pero de no ser satisfactoria, puede necesitarse realizarla a foco abierto como ha ocurrido en un 5,41% de esta serie. La fractura presentaba integridad del trocánter menor y era imposible la reducción por interposición del pico medial del fragmento distal de la fractura entre el trocánter menor y el tendón del psoas, siendo necesaria la apertura y liberación del tendón para conseguir la reducción. Carrillo y cols.<sup>11</sup> tienen un fracaso de reducción cerrada de un 1,2%.

El problema de la reducción radica sobre todo en las fracturas inestables, pues en las estables suele ser sencilla una reducción anatómica y suelen evolucionar bien con ambas técnicas quirúrgicas. La diferencia fundamental de ambas técnicas es su carácter permanente dinámico en el DHS y la posibilidad de osteosíntesis estática del clavo Gamma. Una incorrecta reducción en una fractura inestable tratada con un DHS va a evolucionar hacia la impactación del foco y autoestabilización de la fractura produciéndose un importante acortamiento del cuello y en ocasiones el fracaso de la osteosíntesis. Si esta fractura inestable reducida incorrectamente se trata con un clavo Gamma el montaje del tornillo del cuello deberá ser estático con el objeto de que no se produzcan las complicaciones habituales del DHS, pero en este caso, al tener que soportar todas las cargas el material de osteosíntesis por no existir continuidad a nivel del calcar femoral, su fracaso puede producirse por hundimiento óseo debido a la osteoporosis, exteriorizándose el tornillo del cuello por la parte superior de éste (extrusión). El tipo de fractura y la reducción son fundamentales en la evolución de la fractura.

La patología asociada del enfermo influye en el tiempo desde la caída hasta la intervención quirúrgica. Es importante identificar una serie de características del paciente a su ingreso. En la serie de Taglang y Schenck<sup>41</sup> los pacientes se operaban en las primeras 24 horas. En la serie de Boriani y cols.<sup>9</sup> en 5 días (0-24). En la serie de Kukla y Berger<sup>23</sup> se operaron con carácter de urgencia el 86% de los pacientes.

La mortalidad intrahospitalaria, durante los primeros 30 días, es debida al tipo de paciente y no a la

técnica en sí. En la bibliografía no existen diferencias en la mortalidad entre los dos implantes<sup>10,18,28,35</sup>. Las cifras de la mortalidad intrahospitalaria varían desde un 5,3%<sup>28</sup> hasta un 19%.<sup>10</sup> Las variables asociadas con la mortalidad sugieren que las condiciones del paciente son predeterminadas por su funcionalidad e independencia antes de la fractura.<sup>42</sup>

En los estudios clínicos publicados, al ser revisiones de primeros de los años 90, emplearon todo tipo de clavos, desde 12 mm hasta 16 mm, aunque estos últimos con menos frecuencia.<sup>9,28</sup> En la actualidad existe una tendencia a la cirugía mínimamente invasiva, colocando la placa DHS a través de mínimas incisiones, con las ventajas que ello supone. Estaría indicado en las fracturas estables tipo A1 y A2-1. En el caso del clavo Gamma, la tendencia actual es a colocar el clavo de 11 mm de sección, fresando lo mínimo posible.<sup>28,41</sup> Así se evitan problemas y complicaciones producidas por el mayor fresado que implica una mayor debilidad femoral, pudiendo ser la causa de fracturas evolutivas. Se trata de pacientes ancianos con gran osteoporosis y canales medulares diafisarios amplios. Esta técnica ofrece la ventaja de permitir la carga de forma inmediata en todo tipo de fracturas trocántreas, incluso en las inestables, hecho que no es posible con el DHS, además de presentar una baja tasa de infección y buena consolidación de la fractura. Problemas como las pseudoartrosis son excepcionales. En cambio se trata de una técnica debatida<sup>4,7,10,35</sup> pues precisa un aprendizaje más largo que las técnicas de foco abierto. Con el clavo Gamma el tiempo quirúrgico es menor en nuestra experiencia, con una menor tasa de infecciones, debido sobre todo a ser una técnica a foco cerrado. Sin embargo en estudios randomizados no se han corroborado estas ventajas.

La mayoría de los tornillos cefálicos en esta serie estaban bien colocados en ambos grupos, como en las series de Boriani y cols.<sup>9</sup> y Leung.<sup>28</sup> La localización del tornillo del cuello es algo mejor en el grupo del DHS pues es el primer paso que se realiza y posteriormente se coloca la placa. Mientras que en el clavo Gamma, primero se coloca el clavo centromedular y lo último va a ser el tornillo del cuello. En la serie de Bridle y cols.<sup>10</sup> en los DHS el tornillo estaba más inferior y más cerca del hueso subcondral. Hay otros trabajos donde en el grupo de los Gamma hay mayor número de malposiciones del tornillo cefálico.<sup>39</sup> Albareda y cols.<sup>1</sup> publican un 19,1% de casos con una colocación del tornillo cefálico en posición no ideal.

El porcentaje de fracturas peroperatorias es escaso, tanto en el DHS (2,57%) como en el Gamma (3,57%). Se trataban de fracturas de la cortical late-

ral, sin repercusión clínica. En el caso del DHS se producen al introducir el tornillo cervical, pero en el caso del Gamma pensamos que se ve favorecido por el valgo que tiene el clavo. Este tipo de fracturas, sobre todo las fracturas diafisarias del fémur tras el fresado ó al introducir el clavo, han disminuido de manera considerable y esto es debido a varios factores. La experiencia de los cirujanos ha aumentado, la sección del clavo es menor, y la técnica y el instrumental también ha mejorado. No hubo ningún caso de estallido femoral con el clavo de 11 mm de diámetro.

Las fracturas peroperatorias diafisarias del fémur tras el enclavado centromedular con clavo Gamma se producen por tres motivos principalmente: defecto de técnica,<sup>1,4,10,11,19,28,43</sup> diseño del clavo<sup>4,7,10,11,18,30,31,35</sup> y por fracaso de los tornillos distales.<sup>1,3,27</sup> Han sido motivo de controversia en la literatura, por lo que no recomendaban este tipo de implantes. Leung y cols.<sup>29,31</sup> afirman que se trataba de un problema único del clavo Gamma, aconsejando el empleo del clavo más estrecho y evitando un excesivo fresado del canal. Los 10° de valgo no encajaban en la morfología del fémur proximal, por lo que recomendaban un clavo de 4° de valgo. Con una técnica cuidadosa, fresando el canal 2 mm más de la sección del clavo y la parte proximal a 17 mm, e insertando el clavo de manera manual sin martillar, se pueden obtener buenos resultados. La localización exacta de la entrada de la guía es importante también. En el clavo Gamma debe ser justo lateral al vértice del trocánter mayor entre el tercio anterior y los dos tercios posteriores.<sup>3</sup> En la placa DHS la localización del barrilete de la placa debe ser a la altura del trocánter menor.<sup>36</sup>

Respecto a la utilización de los tornillos distales éstos se deben colocar en casos específicos, cuando se trata de una fractura inestable rotacionalmente, evitando debilitar el hueso. Coincidimos con otros autores<sup>1,8,10,35,37</sup> que su empleo rutinario en todas las fracturas trocántreas no es necesario, pero sí está indicado si el trazo es subtrocántreo. El brocar agujeros para los tornillos distales disminuye las fuerzas torsionales del fémur hasta en un 50%, localizándose en esa zona una concentración de fuerzas de compresión.<sup>4</sup> Hardy y cols.<sup>18</sup> afirman que en fracturas intertrocántreas el clavo debería colocarse sin tornillos distales. Si hay una extensión subtrocántrea ó es un trazo oblicuo reverso ó si se anticipa una inestabilidad rotacional, el bloqueo distal está indicado y se debe poner 1 tornillo distal. Para Valverde y cols.<sup>43</sup> la dificultad en su colocación se trata de la complicación intraoperatoria más frecuente. Se debe a un deterioro progresivo del instrumental. La vigilancia del mismo junto con una indicación precisa de la necesidad del encerrojado distal, disminuye de forma evi-

dente esta dificultad.

La calidad de la consolidación varía con ambos sistemas. Con el tornillo deslizante de cadera la fractura se va impactando buscando su estabilización, hecho que es posible por la posibilidad de deslizamiento del tornillo, pero implica un acortamiento del cuello con efecto de medialización de la diáfisis. El clavo Gamma presenta otros problemas específicos del montaje. La medialización de la diáfisis que se produce en algunas fracturas y es motivo de fracaso del tratamiento en el tornillo deslizante de cadera, no se produce en el clavo Gamma por su situación endomedular, además de por la posibilidad de realizar un montaje estático, es decir bloquear el deslizamiento del tornillo del cuello sobre el clavo endomedular. Se ha considerado como pseudoartrosis la no consolidación por encima de 6 meses. Esta complicación fue más frecuente en el grupo de DHS, siendo motivo de reintervención en 2 casos. Estos criterios no son lo suficientemente exactos ya que no se puede basar la pseudoartrosis única y exclusivamente en parámetros cronológicos, sino que hay que tener en cuenta criterios clínicos y radiológicos como son el dolor en el foco de fractura al cargar y la no evolución radiológica del callo. Si se tienen en cuenta estos parámetros habría que considerar como pseudoartrosis únicamente los dos casos de DHS en los que fue necesario hacer un aporte de injertos para conseguir la consolidación de la fractura. En la literatura existen series donde no hay diferencias en los retardos de consolidación.<sup>7,28</sup>

En la literatura hay autores que también señalan la mayor frecuencia de deformidad en varo en los casos de Gamma.<sup>1,39</sup> Radford y cols.<sup>35</sup> señalan una proporción similar de colapso en varo en ambos grupos. Todos fueron reintervenidos. Leung y cols.<sup>29</sup> afirman que la consolidación radiológica era similar en ambos grupos, con un caso de no-unión en los Gamma, sin diferencias significativas en la incidencia de desplazamiento en varo en los fragmentos proximales. En la serie de Albareda y cols.<sup>1</sup> con 5 casos de varización del foco, explican que en 3 casos estaba asociado a un tornillo cervical corto y alto. No encontraron relación entre la varización y la estabilización de la fractura. Ningún paciente se reintervino, consolidando todos los casos. Boriani y cols.<sup>9</sup> señalan que la deformidad en varo es más frecuente en las fracturas inestables A2-3. En su serie había 22 casos (2%) con una deformidad tardía en varo. En 4 casos el varo era superior a 15°. Pensamos como Boriani y cols.,<sup>9</sup> que el varo no parece depender del tipo de fractura, sino que se produce por una incorrecta colocación del tornillo cefálico.

En el grupo de DHS se detectó un retroceso del

tornillo en un 35,14%. En el grupo de Gamma no se produjo retroceso del tornillo, como se ha visto en otras series.<sup>10,18,19</sup> Puede ser debido a que la mayoría de los clavos estaban en estático. En la serie de Leung,<sup>28</sup> el retroceso medio del tornillo cervical del clavo Gamma fue de 5,96 mm (0-18,9). En la serie de Hardy y cols.<sup>18</sup> el tornillo cervical de la placa deslizaba significativamente más que el tornillo del clavo.

Pensamos como Wolfgang y cols.<sup>44</sup> y Bridle y cols.,<sup>10</sup> que el fracaso en el telescopaje del tornillo cervical en la placa DHS es un denominador común de muchos de los fracasos mecánicos. Se debe reducir la fractura de manera que se pueda producir el deslizamiento del tornillo. También es importante introducir el barril de la placa a una altura adecuada, que sería a la altura del trocánter menor. Si no, pueden aparecer complicaciones como la extrusión ó la rotura del tornillo.

El fracaso del tornillo deslizante de cadera se ha calculado con tasas de 5 a 10% de los casos.<sup>5,13,24,40,44</sup> La incidencia de extrusión se determina por el subtipo de fractura,<sup>40</sup> la calidad de la reducción y el tipo de implante. La baja densidad ósea es también un factor relevante. El hecho de que sea un fenómeno más frecuentemente hallado en los clavos Gamma se explica porque el montaje del 96,5% de los Gamma fue en estático, con una mayor rigidez del sistema. Ni en los DHS ni en los Gamma había relación entre la extrusión y el tipo de fractura. Bridle y cols.<sup>10</sup> y Baumgaertner y cols.,<sup>6,8</sup> opinan que la extrusión es un error técnico. Si fracasa el deslizamiento del sistema, comportándose el DHS como un implante fijo, predispone a la extrusión, y puede ocurrir en el 50% de las fracturas.<sup>10</sup> A diferencia de lo que apuntan algunos autores,<sup>6,8,24,40</sup> no se encontró una relación entre la extrusión y la distancia A, tampoco se ha visto una relación entre la extrusión, la desviación anteroposterior del tornillo en el plano axial y el ángulo cérvicodifisario en el postoperatorio.

Aunque gran número de autores creen que la tasa de extrusión viene determinada por la posición del tornillo en la cabeza femoral, la localización ideal es controvertida. La localización central del tornillo es recomendada por algunos autores<sup>10,13,14,24,44</sup> mientras que otros recomiendan su localización posterior ó inferior.<sup>9,28</sup> Existen trabajos biomecánicos que aconsejan estas posiciones<sup>14</sup> y hay una opinión unánime de que se debe evitar la localización anterior y superior,<sup>9</sup> porque la extrusión se produce prácticamente siempre por la zona anterior y superior. Por tanto, el éxito de la fijación depende más de la técnica quirúrgica que de la calidad ósea del paciente.<sup>6,8,13</sup>

En esta serie, la causa más frecuente de reintervención en el grupo de los Gamma fue por extrusión

del tornillo del cuello. En la serie de Radford y cols.<sup>35</sup> se produjo un colapso en varo y extrusión del tornillo en 3 casos de DHS (3%) y en 2 clavos Gamma (2%). Todos fueron reintervenidos y todos estaban mal colocados en el tercio superior y anterior. En la serie de Leung<sup>28</sup> hubo extrusión en 6 casos (1,72%): uno precoz, tres a los 6 meses y dos al final del seguimiento. Boriani y cols.<sup>9</sup> afirman que esta complicación se puede producir desde pocos días tras la intervención quirúrgica hasta varias semanas después de iniciar la carga y piensan que se deben reintervenir todos los casos.

El inicio de la carga fue diferente: en el grupo DHS la carga se inició a partir de la 6ª semana, mientras que en el grupo Gamma fue a partir de la 1ª semana. En la literatura hay trabajos donde no ven diferencias significativas en cuanto al inicio de la marcha.<sup>17</sup> Otros en cambio, al igual que en esta serie, inician la carga de manera más precoz en los casos tratados con clavo Gamma<sup>11,23,28</sup> en proporción de un 70%. Los que no caminaron se debía a un deterioro psicofísico importante. A nuestro juicio esta es la mayor ventaja del clavo Gamma respecto a las técnicas del tornillo dinámico de cadera. La rigidez del montaje y la posibilidad de realizarlo estático permite la deambulación en carga de forma inmediata en todos los casos, con independencia del tipo de fractura. Solamente en los casos en los que se observe una muy importante osteoporosis y el ó la paciente presente un sobrepeso importante habrá que diferir la carga por el riesgo de fracaso óseo a nivel de cabeza y cuello femoral pudiendo exteriorizarse el tornillo por su parte superior.

No se produjeron fracturas postoperatorias ni en el grupo del clavo Gamma ni en el DHS. En la serie de Albareda y cols.<sup>1</sup> había 4 casos de fractura diafisaria por debajo del clavo (2,9%), en tres casos con la fractura ya consolidada y deambulando correctamente. Se trataron con la retirada del clavo y la colocación de un enclavamiento centromedular encerrojado de Grosse-Kempf; el cuarto caso fue a las 4 semanas de la intervención quirúrgica. En la serie de Radford y cols.<sup>35</sup> hubo cinco casos de fractura en el grupo de Gamma (5%), que ocurrieron a los 12-16 días del postoperatorio y ninguna se produjo por un traumatismo importante; presentaban un trazo espiroideo extendiéndose proximalmente desde la punta del clavo, piensan que eran debidas a una desproporción entre la morfología del clavo y la morfometría del fémur.

El fracaso del material es una complicación extremadamente rara en la bibliografía. El punto débil del clavo Gamma es alrededor del orificio de entrada del tornillo cefálico, lugar donde la sección del clavo se reduce aproximadamente un 73%. Su rotura de cualquier forma es excepcional y los casos descritos

probablemente han podido deberse a problemas técnicos intraoperatorios con dificultad en el fresado e introducción del tornillo cefálico que haya producido una erosión del clavo en el orificio cervical. El modo de fallo del sistema DHS es por rotura de los tornillos corticales de la placa o por arrancamiento al deformarse la placa en flexión. También puede fallar en el ángulo entre la placa y el barril pero este tipo de fracaso en la clínica es menos frecuente.

En esta serie se han encontrado sólo dos casos de dolor en el muslo (3,6%). Leung<sup>28</sup> dice que el dolor de muslo se produce durante los 3 primeros meses, pero posteriormente disminuye de manera espectacular tras la consolidación de la fractura, sin diferencias entre los dos grupos al final del control. En la serie de Hardy y cols.<sup>18</sup> había 8 casos de dolor de muslo al caminar tras un Gamma (16%). El dolor desapareció tras la retirada del material. Seis tenían una hipertrofia cortical a nivel de la punta del clavo. Cinco de ellos estaban con tornillos distales y uno sin tornillos. El dolor en el muslo era más frecuente si tenían los dos tornillos distales. En la serie de Chevalley y Gamba<sup>12</sup> había 8 casos de dolor en el muslo (12,7%), de los cuales en tres fue motivo de dinamización del clavo. En la serie de Boriani y cols.<sup>9</sup> refieren 8 casos de osteoporosis asociada a dolor en la marcha (1,08%), en pacientes de edad inferior a 50 años. La dinamización del implante ó su retirada de manera precoz resuelven los problemas tanto clínicos como radiológicos y debe considerarse en pacientes mayores con dolor y osteoporosis. Pensamos que la frecuencia encontrada en esta serie, aunque coincide con la publicada en otras, es pequeña. Los pacientes se quejan de dolor en el muslo al caminar, sobre todo si el clavo está con tornillos distales. Pero se trata de un dato subjetivo por parte del paciente y por parte del

cirujano que realiza el seguimiento, por lo tanto es difícil de valorar y de medir. Es probable que el empleo de un clavo más pequeño resuelva el problema.

La morfología del fémur proximal es un aspecto sobre el que ningún autor, salvo Leung y cols.,<sup>28,30</sup> hace referencia y creemos que es muy importante para comprender los problemas que se plantean en nuestra población con este tipo de patología. En esta serie no se han encontrado una relación estadísticamente significativa entre el tipo de fémur y el tipo de tratamiento, si bien en los casos en los que la diáfisis era muy estrecha (tipo 3) se indicó un DHS. Como afirman Leung y cols., creemos que existe un desajuste geométrico importante entre la morfometría del fémur proximal y el diseño del clavo. Se tenía que fresar mucha cortical, debilitando un hueso ya de por sí osteoporótico, para poder colocar un clavo de gran diámetro. En los controles radiológicos, pese a que el paciente no se quejara de dolor en el muslo, se ha podido observar una desproporción anatómica importante con un gran contacto («impingement») del clavo en la cortical lateral femoral de muchos de nuestros pacientes.

La evaluación del resultado clínico tras la resolución de las complicaciones fue satisfactoria (excelente-buena) en el 81% de los casos tratados con DHS y en el 75% de los casos tratados con clavo Gamma. Por tanto, los resultados son similares, con reducciones equivalentes en la movilidad, función similar del miembro y curación de las fracturas, como para otros autores.<sup>11,28</sup> La valoración de los resultados funcionales mediante la escala de Kyle<sup>25</sup> tiene importantes limitaciones puesto que va a influir el tipo de movilidad previa a la fractura. Enfermedades asociadas como enfermedad de Parkinson, demencia o gonartrosis asociada, va a impedir que en muchos casos la movilidad y la independencia del paciente sean posibles, quedando

do muchos de ellos limitados a una silla de ruedas.

### Bibliografía

1. Albareda, J; Laclériga, A; Palanca, D; Paniagua, L, y Seral, F: Complications and technical problems with the Gamma nail. *Int Orthop*, 20: 47-50, 1996.
2. ASA: American Society of Anesthesiologists. New classification of physical status. *Anesthesiology*, 23: 111, 1963.
3. Asche, G, y Asche, H: El clavo Gamma. Una nueva técnica para estabilizar las fracturas pertrocántreas del fémur. *Operat Orthop Traumatol*, 2: 149-160, 1993.
4. Aune, A; Ekeland, A; Odegaard, B; Groggaard, B, y Alho, A: Gamma nail vs Compression screw for trochanteric femoral fractures. *Acta Orthop Scand*, 65: 127-130, 1994.
5. Bannister, GC; Gibson, AGF; Ackroyd, CE, y Newman, JH: The fixation and prognosis of trochanteric fractures. *Clin Orthop*, 254: 242-246, 1990.
6. Baumgaertner, M; Curtin, S; Lindskog, D, y Keggi, J: The value of the tip-apex distance in predicting failure of fixation of peritrochanteric fractures of the hip. *J Bone Joint Surg*, 77-A: 1058-1064, 1995.
7. Baumgaertner, MR; Curtin, SL, y Lindskog, DM: Intramedullary versus Extramedullary Fixation for the treatment of intertrochanteric hip fractures. *Clin Orthop*, 348: 87-94: 1998.
8. Baumgaertner, MR, y Solberg, BD: Awareness of tip-apex distance reduces failure of fixation of trochanteric fractures of the hip. *J Bone J Surg*, 79-B: 969-971, 1997.
9. Boriani, S; De Iure, F; Campanacci, L; Specchia, L; Bungaro, P; Regnoli, R; Triscari, C; Giacomelli, M; Dorigotti, P; Costa, P;

- Carretti, P; Carfagni, A, y Giacomi, R:** A technical report reviewing the use of the 11- mm Gamma nail: interoperative femur fracture incidence. *Orthopedics*, 19: 597-600, 1996.
10. **Bridle, SH; Patel, AD; Bircher, M, y Calvert, PT:** Fixation of intertrochanteric fractures of the femur. *J Bone Joint Surg*, 73-B: 330-334, 1991.
  11. **Carrillo, F; Piñero, A; Jimenez, A; Vega, A, y Perez Sicilia, JE:** Complicaciones técnicas del clavo Gamma. Tratamiento y prevención. *Rev Ortop Traumatol*, 41: 2-8, 1997.
  12. **Chevally, F, y Gamba, D:** Gamma nailing of pertrochanteric and subtrochanteric fractures: Clinical results of a series of 63 consecutive cases. *J Orthop Trauma*, 11: 412-415, 1997.
  13. **Davis, TRC; Sher, JL, Horsman, A, Simpson, M; Porter, B, y Checketts, R:** Intertrochanteric femoral fractures. *J Bone Joint Surg*, 72-B: 26-31, 1990.
  14. **Den Hartog, BD; Bartal, E, y Cooke, F:** Treatment of the unstable intertrochanteric fracture. *J Bone Joint Surg*, 73-A: 726-733, 1991.
  15. **Evans EM:** The treatment of trochanteric fractures of the femur. *J Bone Joint Surg*, 31: 190-203, 1949.
  16. **Ferris, BD; Kennedy, C; Bhamra, M, y Muirhead-Allwood, W:** Morphology of the femur in proximal femoral fractures. *J Bone Joint Surg*, 71-B: 475-477, 1989.
  17. **Goldhagen, P; O'Connor, D; Schwarze, D, y Schwartz, E:** A prospective comparative study of the compression hip screw and the Gamma nail. *J Orthop Trauma*, 8: 367-372, 1994.
  18. **Hardy, D; Descamps, P; Krallis, P; Fabeck, L; Smets, P; Bertens, C, y Delince, P:** Use of an intramedullary hip- screw compared with a compression hip- screw with a plate for intertrochanteric femoral fractures. *J Bone Joint Surg*, 80-A: 618-630, 1998.
  19. **Hoffman, CW, y Lynskey, TG:** Intertrochanteric fractures of the femur. A randomised prospective comparison of the Gamma nail and the ambi hip screw. *J Bone Joint Surg*, 75-B Supl I: 50, 1993.
  20. **Jensen JS:** Classification of trochanteric fractures. *Acta Orthop Scand*, 51: 803-810, 1980.
  21. **Kempf, I, Grosse, A, y Beck, G:** Closed Locked Intramedullary Nailling. *J Bone Joint Surg*, 67-A: 709-719, 1985.
  22. **Kempf, I; Grosse, A; Taglang, G, y Favreul, E:** Le clou Gamma dans le traitement à foyer fermé des fractures trochantériennes. Résultats et indications à propos d'une serie de 121 cas. *Rev Chir Orthop*, 79: 29-40, 1993.
  23. **Kukla, C, y Berger, G:** Randomized comparison of the Gamma nail and the Dynamic Hip Screw in 120 patients over 60 years of age. En: RH Gahr, KS Leung, MP Rosenwaser, W Roth (Eds): The Gamma locking nail. Ed. Reinbeck: Einhorn-Press Verlag GmbH, 294-302, 1999.
  24. **Kyle, R, Wright, T, y Burstein, Ph:** Biomechanical analysis of the sliding Characteristics of compression hip screws. *J Bone Joint Surg*, 62-A: 1308-1314, 1980.
  25. **Kyle, RF:** Fractures of the proximal part of the femur. *J Bone Joint Surg*, 76-A: 924-950, 1994.
  26. **Kyle, RF; Gustilo, RB, y Premer, RF:** Analysis of six hundred and twenty-two intertrochanteric hip fractures. *J Bone Joint Surg*, 61-A: 216-221, 1979.
  27. **Lacroix, H, Arwert, H; Snijders, CJ, y Fontijne, W:** Prevention of fracture at the distal locking site of the Gamma nail. A biomechanical study. *J Bone Joint Surg*, 77-B: 274-276, 1995.
  28. **Leung, KS:** Multicenter Trial of a Modified Gamma Nail in East Asia. En: RH Gahr, KS Leung, MP Rosenwaser, W Roth (Eds): The Gamma locking nail. Ed. Reinbeck: Einhorn-Press Verlag GmbH, 316-324, 1999.
  29. **Leung, KS, So, WS, Shen, WY, y Hui, PW:** Gamma nail and Dynamic hip screw for pertrochanteric fractures. *J Bone Joint Surg (Br)*, 74-B: 345-351, 1992.
  30. **Leung, KS, Chen, CM; So, WS; Sato, K; Lai, CH; Machaisavariya, B, y Suntharalingam, S:** Multicenter trial of modified Gamma nail in east Asia. *Clin Orthop*, 323: 146-154, 1996.
  31. **Leung, KS; Procter, P; Robioneck, B, y Behrens, K:** Geometric mismatch of the Gamma nail to the chinese femur. *Clin Orthop*, 323: 42-48, 1996.
  32. **Luitse, J; Dunki Jacobs, PB, y Van der Hart, CP:** The dynamic hip screw; «Golden standard» in the treatment of pertrochanteric fractures? En : Marti R, Dunki Jacobs P (Eds): Proximal femoral fractures. Ed. London: Medical Press, 409-422, 1993.
  33. **Müller, ME; Nazarian, S; Koch, P, y Schatzker, J:** The comprehensive classification of fractures of long bones. Ed. Springer- Verlag, Berlín. Heidelberg. New York, 1990.
  34. **Parker MJ.** Gamma versus DHS nailing for extracapsular femoral fractures. Meta-analysis of ten randomised trials. *Int Orthop*, 20 (3): 163-168, 1996.
  35. **Radford, P; Needoff, M, y Webb, J:** A prospective randomised comparison of the dynamic hip screw and the Gamma locking nail. *J Bone Joint Surg*, 75-B: 789-793, 1993.
  36. **Regazzoni, P; Rüedi, Th; Winquist, R, y Allgöwer, M:** The Dynamic Hip Screw Implant System. Ed. Springer-Verlag, Madrid, 1985.
  37. **Rosenblum, S; Zuckerman, J; Kummer, FJ, y Tam, BS:** A biomechanical evaluation of the Gamma nail. *J Bone Joint Surg*, 74-B: 352-357, 1992.
  38. **Rubin, PJ; Leyvraz, PF; Aubaniac, JM; Argenson, JN; Estève, P, y De Roguin, B:** The morphology of the proximal femur. A three-dimensional radiographic analysis. *J Bone Joint Surg*, 74-B: 28-32, 1992.
  39. **Sabharwal, S; O'Brien, PJ; Meek, RN; Blachut, PA, y Broekhuysse, HM:** Intertrochanteric hip fracture fixation- Gamma versus dynamic hip screw. A randomized, prospective study. *J Bone Joint Surg*, 74-B Supl III: 281, 1992.
  40. **Steen Jensen, J:** Mechanical strength of sliding screw-plate hip implants. *Acta Orthop Scand*, 51: 625-632, 1980.
  41. **Taglang, G, y Schenck, B:** 2000 Gamma Nails at Strasbourg CTO. 25 years of locking nailing and 13 years AIOD, Estrasburgo, 1999.
  42. **Thorngren, KG:** Epidemiology of fractures of the proximal femur. En: Kenwright J, Duparc J, Fulford P. European Instructional Course Lectures. Ed. London: The British Editorial Society of Bone and Joint Surgery, 144-153, 1997.
  43. **Valverde, J; Garcia Alonso, M; Alvarez Ramos, A, y Gutierrez, J:** Complicaciones del clavo Gamma corto. *Rev Ortop Traumatol*, 42: 131-134, 1998.
  44. **Wolfgang, GL; Bryant, MH, y O'Neill, JP:** Treatment of intertrochanteric fracture of the femur using sliding screw plate fixation. *Clin*