

Cambios en la masa ósea femoral tras enclavado endomedular de Grosse-Kempf

J. M. CARDONA, M. SÁNCHEZ, M. ROCHA, A. ESCUDERO, A. GÓMEZ, J. C. SALO,
J. ORAN y J. J. FERNANDEZ

Hospital Universitario Arnau de Vilanova. Lleida.

Resumen.—El enclavamiento centromedular encerrojado es en la actualidad uno de los tratamientos de elección en las fracturas conminutas de la diáfisis femoral ya que permite controlar los acortamientos y las rotaciones interfragmentarias. Tras el tratamiento con este tipo de osteosíntesis y al encontrarse la fractura consolidada es habitual encontrar en las radiografías de control una imagen de porosidad o esponjialización femoral. Con este trabajo hemos pretendido cuantificar, mediante un procedimiento no invasivo, cómo es la densitometría ósea, la pérdida de masa ósea femoral producida tras la consolidación de las fracturas. Hemos estudiado 20 pacientes con fracturas conminutas de la diáfisis femoral tratadas mediante clavo intramedular encerrojado de Grosse-Kempf, a los que se les ha practicado densitometrías óseas a los 10 y 24 meses de las fracturas, encontrando que se produce una importante pérdida de masa ósea femoral proximal y distalmente al lugar de la fractura, siendo esta persistente en el tiempo, tal vez indefinidamente y que por contra se produce un aumento de la masa ósea en el lugar de la fractura.

CHANCES IN BONE MINERAL CONTENT AFTER GROSSE-KEMPF INTRAMEDULLARY NAILING

Summary.—Locked intramedullary nailing for treatment of comminuted femoral shaft fractures is actually one of the best treatment for this fractures. After intramedullary nailing and when the fracture is healed, we have observed an important osteopenia in femoral shaft. With this work we have tried to know the loss of bone mineral content in the femur by a non-invasive method as dual X-ray absorptiometry. We have reviewed twenty patients with comminuted femoral shaft fractures treated by Grosse-Kempf locked intramedullary nailing. We performed dual X-ray absorptiometry 10 and 20 months after injury, finding a important loss of bone mineral content proximal and distal to the site of the fracture and an increase of bone mineral content at the fracture's site.

INTRODUCCIÓN

El enclavamiento endomedular en el tratamiento de las fracturas diafisarias femorales representó un gran avance terapéutico, siendo el responsable de su popularización Gerhard Kuntscher desde la publicación en 1940 de su artículo «Intramedullary nailing of bone fractures» (1). Sin embargo, no es hasta la década de los setenta cuando se introdujeron los clavos encerrojados, con diferentes modelos,

lo que hizo ampliar las indicaciones de este tipo de tratamiento (2).

Desde entonces han sido muchas las series publicadas (Tabla I) en las que los resultados obtenidos han sido excelentes o buenos en porcentajes que oscilan entre el 75-95%, con bajas tasas de pseudoartrosis, infecciones casi nulas y con correcciones anatómicas (5 mm. de disimetría y 10° de alteraciones de eje) en una de cada 3 indicaciones, siendo éstas cada vez más amplias: fracturas desde el trocánter menor a fracturas situadas a 7 cm. de los cóndilos y fracturas de gran conminución.

Cuando se efectúa el fresado de la cavidad medular para la colocación del clavo existe una alteración de la vascularización (16,17), que unido a la dis-

Correspondencia:
Dr. J. M. CARDONA VERNET
Servicio de Traumatología.
Hospital Arnau de Vilanova
Avda. Rovira Roure, 80
25006 Lleida

Tabla I: Resultados clínicos del enclavado centromedular de Grosse-Kempf

Autor	Núm. de casos	Seguimiento medio (meses)	Buenos resultados (%)	Núm. de casos infección	Núm. de casos pseudo.	Núm. de casos malrotación y acortamiento
Moscato et al. (3)	67	—	92,5	1	2	3
Sim y Hocker (4)	80	18	42	—	—	33
Wu y Shih (5)	274	23	93,5	—	3	21
Stambough et al. (6)	99	12	96	—	2	3
Wiss et al. (7)	46	16	79	—	2	7
Alho et al. (8)	123	20	78	4	—	19
Wiss et al. (9)	33	14	85	—	—	2
Klinger et al. (10)	63	25	85	3	3	10
Wiss et al. (11)	112	20	89	1	—	11
Thorensen et al. (12)	48	16	72	—	2	9
Malossini et al. (13)	36	—	—	—	—	—
Bonnevialle et al. (14)	32	22	80	—	2	4
Sánchez Gimeno (15)	80	40	85	2	+	21

minución de las solicitaciones mecánicas por falta de carga, que no se permite hasta la visualización de un puente óseo, conduce al fenómeno de porosis o espongiolización femoral.

La hipótesis de nuestro trabajo es cuantificar, mediante un método no invasivo del tejido óseo *in vivo*, la densitometría ósea (DMO), la espongiolización que sufre el fémur comparado con áreas simétricas del fémur contralateral en pacientes afectados de fractura conminuta, estabilizados con clavo enrojado tipo Grosse-Kempf y su posible relación con el tipo de fractura y el tiempo de descarga hasta la consolidación ósea.

MATERIAL Y MÉTODOS

En el período comprendido entre 1992 y 1994 se han realizado un total de 50 enclavados endomedulares tipo Grosse-Kempf en 49 pacientes, con una edad media de 33,5 años (r: 16-70), predominando los hombres, 41 (83%), sobre las mujeres. 8 (17%).

De esta serie se han escogido 20 casos (17 hombres y 3 mujeres) afectados de fractura conminuta de fémur para efectuar un estudio de la masa ósea femoral en el momento en que se ha considerado como consolidada la fractura siguiendo los criterios de Wiss (11), es decir, cuando el paciente puede realizar una carga total sin dolor y se observe imagen de callo óseo en 2 radiografías en diferentes proyecciones (Fig. 1).

Para clasificar las fracturas conminutas hemos adoptado los criterios de Winquist (18), quien las clasifica en 4 grados:

1. *Grado I* Con un pequeño fragmento en ala de mariposa que afecta a menos del 25% de la circunferencia ósea: 4 casos (20%).

2. *Grado II* Con fragmento en ala de mariposa que afecta al 50%: 3 casos (15%).

3. *Grado III* Con gran fragmento óseo de más del 50% de la circunferencia del hueso: 9 casos (45%).

4. *Grado IV*. Con gran conminución segmentaria y sin imagen de contacto entre los 2 fragmentos mayores proximal y distal: 4 casos (20%).

Asimismo hemos realizado una clasificación de las fracturas en dependencia de la zona topográfica a la que afectan, siguiendo los criterios de Wiss y Thorensen (11, 16):

Zona 1. Proximal: 0 casos (0%).

Zona 2. Proximal-media: 4 casos (20%).

Zona 3. Media: 4 casos (20%).

Zona 4. Media: 5 casos (20%).

Zona 5. Media-distal: 7 casos (35%).

Zona 6. Distal: 0 casos (0%).

Existía un caso de fractura abierta grado II de distilo.

Se ha realizado un estudio densitométrico a los 10 y 24 meses con el densitómetro radiológico de doble fotón del tipo DPX-L.

Este estudio consta de 2 partes:

1. La fuente emisora de radiación consiste en un tubo de rayos X que se somete a una intensidad de 300 microamperios, con lo que mediante un filtrado se consiguen los 2 picos de energía 38/70 kiloelectrovoltios, lo que nos permite estudiar la masa ósea independientemente de los tejidos blandos.

2. El detector de centelleo sólido, colimado y enfriado al haz de radiación.

Emisor y detector forman un conjunto que se desplaza simultáneamente. La fuente emisora está protegida en el interior de un sistema que permite la apertura automática de un pequeño orificio, a través del cual se emite un haz de radiación, momento en el que se inicia la exploración. El aparato realiza un rastreo rectilíneo del sector a estudiar con un desplazamiento longitudinal y lateral.



Figura 1. Fractura de fémur tratada con clavo de Grosse-Kempf.

La dosis de radiación recibida por el paciente es notablemente inferior a la del resto de métodos radiológicos de valoración de la masa ósea, 24 mrem en piel, 2 en médula ósea y prácticamente despreciable en el resto del organismo.

Se ha practicado una densitometría ósea a todos los pacientes revisados, que consistía en explorar:

1. Columna lumbar.
2. Triángulo de Ward (zona comprendida entre los fascículos de trabéculas descendentes y arciformes del cuello femoral).
3. Zona femoral que afectaba la fractura 3 cortes de proximal a distal).

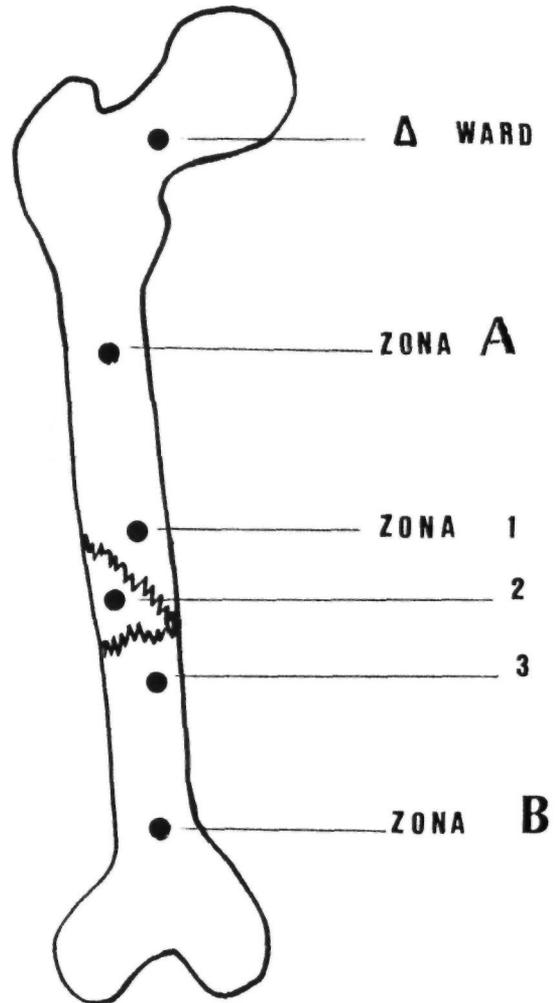


Figura 2. Diagrama de las zonas estudiadas mediante densitometría ósea.

4. Zona femoral a 4 cm. en dirección proximal a la fractura (zona A).

5. Zona femoral a 4 cm. en dirección distal a la fractura (zona B).

6. Misma correspondencia en el lado contralateral sano (Figs. 2 y 3).

Para su realización se requiere un tiempo de 5-10 minutos en cada exploración. El paciente se coloca en decúbito supino cuando se explora la columna lumbar, con un apoyo por debajo de las piernas que ayuda a rectificar la lordosis fisiológica, facilitando la identificación posterior de las vértebras y los espacios intervertebrales. Los datos obtenidos son almacenados y analizados por medio de un ordenador. El tratamiento informático de estos datos permite conseguir unos perfiles densitométricos e imágenes en las que se definen los contornos de los huesos y las áreas de interés eliminando si es necesario los detalles anatómicos cuya valoración no interesa. Las unidades se expresan como masa por región de interés (gramos) o como masa dividida por el área de la región de interés ($\text{gramos}/\text{cm}^2$) que traduce la densidad mineral ósea

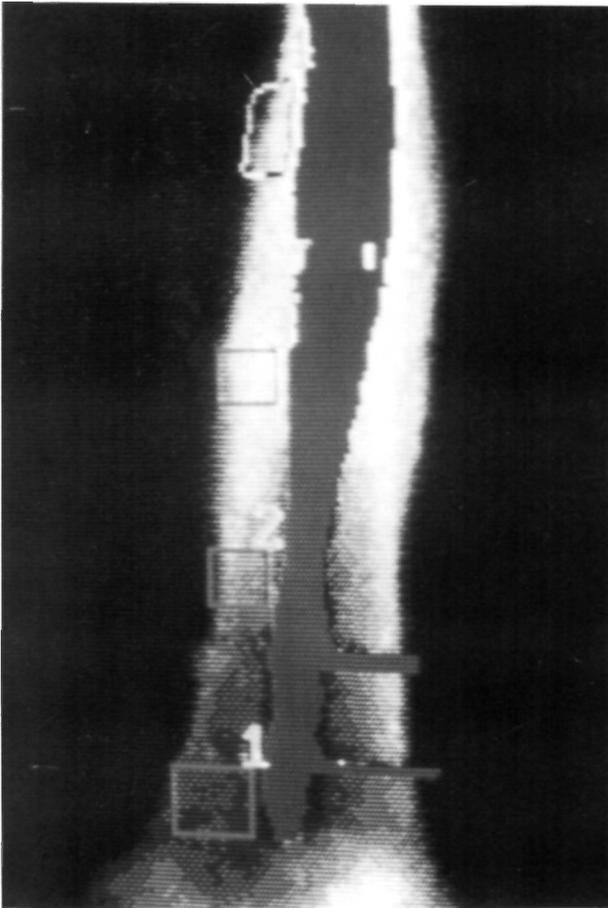


Figura 3. Zonas de estudio densitométrico correspondientes a un fémur enclavado.

(DMO). La precisión de la técnica es distinta según el sector en que se estudie y dependerá de varios factores, entre los que debe destacarse la exactitud en la colocación del paciente. En las exploraciones de la columna la precisión es de un 2-3% y en los estudios de fémur de un 3-5%.

Para el estudio estadístico se ha utilizado el paquete informático SPSS/PC. Las pruebas utilizadas han sido:

— Para comparar los valores del fémur sano con el fémur afecto de fractura, la comparación de medias.

— Para estudiar la influencia de un posible factor, por ejemplo, el grado de conminución, con el valor de la DMO se ha aplicado el análisis de la varianza y posteriormente la prueba de comparación múltiple de Scheffe en caso de existir más valores significativos.

— El nivel de significación ha sido de $p < 0,005$.

RESULTADOS

El tiempo medio desde el ingreso hasta la intervención fue de 6,9 días (r: 0-20). El tiempo medio hasta la carga en pacientes con clavos colocados en estático fue de 8,4 semanas (r: 6-12).

La consolidación de las fracturas se produjo en todos los pacientes, con una media de 19,6 semanas (r: 10-54).

Como complicaciones médicas hemos tenido un caso de infección urinaria y como complicaciones quirúrgicas un caso de infección profunda que fue tratada mediante desbridamiento y tratamiento antibiótico.

Los resultados obtenidos fueron excelente o buenos en un 85%, regulares en un 12% y malos en un 3%.

En el fémur sano se mantienen los valores considerados como normales según edad y sexo.

En el fémur afecto de fractura existe un descenso significativo de la masa ósea en la zona 1 (zona proximal a la fractura) y en la zona 3 (zona distal a la fractura) en relación a la zona 2 (zona periférica a la fractura).

En comparación con el fémur sano, las cifras de densidad mineral ósea son más elevadas en estas zonas con respecto al fémur con fractura, excepto en la zona periférica al foco fracturario en que existe una elevación de la masa ósea en el fémur fracturado, pero no significativa ($p > 0,05$).

Existe una disminución de la masa mineral ósea significativa tanto a nivel proximal (zona A) como distal (zona B) de la fractura (a 4 cm. del foco de fractura) del 16 ± 5 y $60 \pm 7\%$, respectivamente, en relación al fémur contralateral, tanto a los 10 como a los 24 meses, no variando los valores de forma significativa.

En relación a la zona en que asentaba la fractura, hemos comprobado una disminución significativa de la masa ósea tanto en la zona proximal como distal, siendo ésta mayor cuanto más distal era la fractura.

No hemos encontrado diferencias significativas entre el grado de conminución con la densidad mineral ósea proximal o distal a la fractura.

Existe una disminución de la masa ósea en relación con el número de semanas que ha tardado en apoyar, pero el valor no es significativo ni decreciente gradual.

El tiempo de consolidación no tiene influencia sobre los valores de la densidad mineral ósea tanto a nivel proximal como distal.

DISCUSIÓN

Parece completamente aceptado la gran ventaja que ofrece el enclavamiento centromedular, capaz

de soportar fuerzas entre un 300 y 400% del peso del cuerpo en relación con la fijación interna que únicamente acepta solicitaciones de entre un 100 y 200% (19, 20). Se ha comprobado por estudios biomecánicos que el clavo de Grosse-Kempf es el que proporciona una mayor estabilidad en las fracturas de fémur con defecto óseo, teniendo únicamente una menor resistencia a las fuerzas rotacionales respecto a los clavos no canillados (21, 22).

No tenemos que apresurar la carga precoz en los pacientes afectados de fracturas femorales, más o menos conminutas, para evitar la fractura por fatiga del material. Bucholz (23) asegura que se necesita una recuperación del 50% de su rigidez original mediante la consolidación para evitar la rotura, siendo el lugar más frecuente de la misma, cuando ocurre, alrededor del primer orificio de los 2 distales (5, 24-26).

Los últimos trabajos de la literatura no creen necesaria la dinamización temprana del clavo, prefiriendo la fijación estática de bloqueo en una fractura femoral, aunque sea aparentemente estable (27-29). La visualización de la consolidación circunferencial de la cortical femoral no será posible hasta la retirada del clavo.

Tanto si se efectúa con bloqueo estático o dinámico, Brumback (28, 29) no encuentra en sus 214 casos (111 colocados en estático y 103 en dinámico) ningún fémur con pérdida de masa ósea, si bien no especifica el método de valoración.

Existe la evidencia de que cuando realizamos el

fresado del canal femoral se produce una destrucción de la circulación medular similar al producido tras la ligadura de la arteria nutricia y de los vasos metafisarios, ocasionando una necrosis del 50-70% del cortex, dependiendo la formación del callo de la actividad periférica del resto de la cortical bien perfundida, propagándose en dirección centripeta (16, 30-34). Todo ello va a ser la base del callo perióstico, que se inicia por un callo proximal formado por hueso inmaduro que sufre un proceso de remodelación y reorientación osteonal, que precisa el estímulo de fuerzas compresoras favorecido por el clavo centromedular como conductor de las mismas.

Algunos investigadores han descrito una reducción significativa de la masa ósea después de una fractura en un hueso largo, no solamente en el foco, sino a nivel proximal y distal, persistiendo después de la consolidación, pero variando el porcentaje de pérdida probablemente por usar técnicas de medición en diferentes ubicaciones (Tabla II).

Las pérdidas de densidad mineral ósea van del 7 al 50%, pero el uso del DEXA revela un incremento en estas cifras.

Parece ser que la pérdida de densidad ósea no está relacionada con el traumatismo, el método de fijación o la duración de la inmovilización (5). En nuestro estudio los pacientes que habían retrasado la carga no tenían una pérdida de masa ósea significativa en relación a los que habían efectuado una carga precoz.

Tabla II: Pérdida ósea tras lesiones en extremidades

Autor	Lugar de la fractura o lesión	Localización de la medición	Tiempo (años)	Pérdida ósea (%)	Técnica
1. Nilsson (35)	Tibia	Fémur distal	15	25	DPA
2. Björk y Lemperg (36)	Bajo amputación de rodilla	Tibia proximal	—	50	CW
3. Nilsson y Westlin (37)	Postmeniscectomía	Fémur distal	5	7	DPA
4. Westlin (38)	Frac. de Colles	Diáfisis radio y cúbito	1	18	SPA
4. Westlin (38)	Frac. de Colles	Radio distal	1	18	SPA
5. Nilsson y Westlin (39)	Diáfisis cúbito y radio	Radio distal	5	15	SPA
6. Andersson y Nilsson (40)	Tibia	Tibia proximal	1	25	DPA
7. Nilsson y Obrant (41)	Tibia	Córtex femoral	10	10	CW
8. Finsen y Benum (42)	Frac de Colles	Radio distal	2,5	+36	SPA
9. Finsen y Haave (43)	Tibia	Tibia distal	2,5	7	SPA
		Fémur distal	2,5	8	SPA
10. Ahl, Sjoberg y Dalen (44)	Tobillo	Calcáneo	3	7	SPA
11. Finsen (45)	Ostotomía tibial	Tibia distal	2	10	SPA
12. Finsen et al. (46)	Fémur	Fémur	2	12	DPA
13. Olivieri et al (47)	Tibia	Tibia distal	0,3	50	DPA
14. Bickerstaff et al. (48)	Frac. de Colles	Metacarpianos	1	25	SPA
15. Eyres et al. (49)	Alargamiento extr. inf.	Tibia distal	1,5	50	DEXA
16. Eyres y Kanis (50)	Tibia	Tibia distal	5-11	50	DEXA

Nuestros resultados son parecidos al estudio de Eyres (49, 50), en un seguimiento a largo plazo (5-11 años), en fracturas de tibia tratadas mediante enclavado centroneudular y medida la densidad ósea en DEXA. Si bien en los adultos no se recupera esta pérdida, en los niños se normaliza a largo plazo.

La pérdida de masa ósea es mayor en pacientes con algodistrofia (51); ninguno de los pacientes incluidos en nuestro estudio presentó datos clínicos que nos hiciera sospechar esta complicación.

La osteoporosis regional persistente distal a la fractura puede incrementar el riesgo de futuras fracturas (52), siendo tasado en el estudio de Finsen y Benurn (42) entre un 1,5 y 13,9%, comparado con la extremidad inferior contralateral. El incremento de la densidad mineral ósea en el foco de fractura, una vez consolidada, tendrá un efecto protector en las posibles fracturas de estrés.

Tras este estudio, las causas de la pérdida de la

masa ósea en una fractura conminuta de fémur tratada con enclavado endomedular no pueden ser especificadas, siendo posible 3 orígenes: cambios en la remodelación ósea secundaria a cambios en la irrigación local de la extremidad, alteraciones mecánicas o debido a un efecto de protección de las sollicitaciones (53).

CONCLUSIONES

Las fracturas conminutas de fémur tratadas con enclavamiento endomedular de Grosse-Kempff están asociadas a una pérdida importante de masa ósea a nivel proximal y distal a la fractura. Esta pérdida es persistente en el tiempo, quizá indefinidamente, a pesar de efectuar estimulaciones mecánicas con la carga.

El riesgo de refractura distal a la fractura inicial enfatiza la importancia de la investigación de sus causas y la posible modificación con un nuevo tratamiento.

Bibliografía

1. **Kuntseher G.** Die marknagelung von knochenbruchen. Teil Klin Schur 1940; 19: 6-10.
2. **Kempf I, Crosse A, Lafforfe D.** L'apport de verrouillage dans l'enclouage centromedullaire des os longs. Rev Chir Orthop 1978; 64: 635-51.
3. **Moscato M, Tigani I, Andreoli I, Specchia L, Boriani S.** Intramedullary osteosynthesis with Grosse-Kempff nailing for the treatment of distal fractures of the femur. Chir Organi Mov 1992; 79: 205-11.
4. **Sim E, Hooker K.** Interlocking nailing of the femur. Analysis of problems and errors based on 80 fractures. Unfallchirurg 1992; 95: 626-33.
5. **Wu CC, Shih CH.** A small effect of weight bearing in promoting fracture healing. Arch Orthop Trauma 1992; 20: 28-32.
6. **Stambough JL, Hopson CN, Cheeks ML.** Stable and unstable fractures of the femoral shaft. Orthop Rev 1991; 20: 855-61.
7. **Wiss DA, Brien WW, Becker V.** Interlocking nailing for the treatment of femoral fractures due to gunshots wounds. J Bone J Surg 1991; 73:598-606.
8. **Alho A, Stromsoe K, Ekeland A.** Locked intramedullary nailing of femoral shaft fractures. J Trauma 1991; 31: 49-59.
9. **Wiss DA, Brien KW, Stetson WB.** Interlocking nailing for treatment of segmental fractures of the femur. J Bone J Surg 1990; 72: 724-28.
10. **Klinger K, Kach K, Eberle H.** Indications and results of interlocking of the femur. Helv Chir Acta 1989; 56: 79-83.
11. **Wiss DA, Fleming CH, Matta JM, Clark D.** Conminuted and rotationally unstable fractures of the femur treated an interlocking nail. Clin Orthop 1986; 212: 35-47.
12. **Thorensen BO, Alho A, Ekelund A, Stromsoe K, Folleras C, Haukebo A.** Interlocking intramedullary nailing in femoral shaft fractures. A report of 48 cases. J Bone J Surg 1985; 67A: 1313-20.
13. **Malossini L, Scarponi R, Blanchetti M, Fiore AM.** Experience with treatment of femoral shaft fractures by the method of Kempff e. a. Orthop Traumatol Oggi 1984; 4: 271-78.
14. **Bonnevialle P, Blazy O, Determe P, Assoun J, Samaran P, Manjat M.** Evaluation clinique, radiologique et tomodensitométrique d'une serie continue de 39 fractures conminutas du fémur traitées par enclouage de Grosse et Kempff. Revue Ortop Traum SOFCOT 1985; 68: 132-40.
15. **Sánchez Gimeno M.** Estudio clínico-experimental del clavo centroneudular en cerrojo de fémur. Tesis doctoral. Universidad de Zaragoza, 1993.
16. **Rhineland FN.** Tibial blood supply in relation to fracture healing. Clin Orthop 1974; 105: 34-7.
17. **Kessler SB, Hallfelot KJ, Perren SM, Schweiberer L.** The effects of reaming and intramedullary nailing in fracture healing. Clin Orthop 1986; 212: 18-25.
18. **Winquist RA, Hansen ST.** Conminuted fractures of the femoral shaft treated by intramedullary nailing. Orthop Clin North Am 1980; 11: 633-48.
19. **Tencer AF, Johnson KD, Johnston DW, Gill K.** A biomechanical comparison of various methods of stabilization of subtrochanteric fractures of the femur. J Orthop Res 1984; 2: 297-305.
20. **Wu CC, Shih CH.** Treatment of 84 cases of femoral nonunion. Acta Orthop Scand 1992; 63: 57-60.

21. **Covey DC, Saha S, Lipka JM, Albright JA.** Biomechanical comparison of slotted and noslotted interlocking nails in distal femoral shaft fractures. *Clin Orthop* 1990; 250: 246-51.
22. **Johson KD, Tencer AF, Blumenthal S, August A, Johnston DW.** Biomechanical performance of locked intramedullary nail systems in comminuted femoral shaft fractures. *Clin Orthop* 1986; 212: 151-61.
23. **Bucholz QW, Ross SE, Lawrence KL.** Fatigue fracture of the interlocking nail in the treatment of fractures of the distal part of the femoral shaft. *J Bone Joint Surg* 1987; 69A: 1391-99.
24. **Wu CC, Shih CH.** Biomechanical analysis of the mechanism of interlocking nail failure. *Acta Orthop Traum Surg* 1992; 111: 268-72.
25. **Wu CC, Shih CH.** Distal femoral nonunion treated with interlocking nailing. *J Trauma* 1991; 31: 1659-62.
26. **Franklin JL, Winqvist RA, Benirschke SK, Hansen ST.** Broken intramedullary nails. *J Bone Joint Surg* 1998; 70A: 1463-71.
27. **Costa P, Carretti P, Giancetti F, Pignedoli P, Rotini R, Tartaglia I.** The locked G-K intramedullary nail in the treatment of diaphyseal and metaphyseal fractures of the femur and tibia. *Ital J Orthop Traum* 1988; 14: 475-82.
28. **Brumback RJ, Fllison S.** Intramedullary nailing of femoral shaft fractures. Part III: Long-term effects of static interlocking fixation. *J. Bone Joint Surg* 1992; 72A: 106-12.
29. **Brumback RJ, Reilly JP, Lakatos RP, Bathon CH, Burgess AR.** Intramedullary nailing of femoral fractures. Part I: Decision, making errors with interlocking fixation. *J Bone Joint Surg* 1988; 70A: 1441-52.
30. **Trueta J, Cavadias AX.** Vascular changes caused by the Kuntscher type of nailing: An experimental study in the rabbit. *J Bone Joint Surg* 1975; 37B: 492-505.
31. **Trueta J.** Blood supply and the rate of healing of tibial fractures. *Clin Orthop* 1974; 105: 11-26.
32. **Klein MP, Rahn BA, Frigg R, Kessler S, Perren SM.** Reaming *versus* non-reaming in medullary nailing: Interference with the cortical circulation of the canine tibia. *Acta Orthop Trauma Surg* 1990; 109: 314-8.
33. **Crundnes O, Reikera SO.** Acute effects of intramedullary reaming on bone blood flow in rats. *Acta Orthop Scand* 1993; 64: 203-6.
34. **Johnson R.** A physiological study of the blood supply of the diaphysis. *J Bone Joint Surg* 1927; 9: 153-84.
35. **Nilsson BE.** Post-traumatic osteopenia: A quantitative study of the bone mineral mass in the femur following fracture of the tibia in man using Americium-241 as photon source. *Acta Orthop Scand* 1966; 37: suppl. 91.
36. **Björk L, Lemperg R.** Radiographic determination of bone mineral content in amputation stumps. *Acta Radiol Diagn Stockholm* 1967; 6: 575-8.
37. **Nilsson BE, Westlin NE.** Osteoporosis following injury to the semilunar cartilage. *Calcif Tissue Res* 1969; 4: 185-7.
38. **Westlin NE.** Loss of bone mineral after Colles' fracture. *Clin Orthop* 1974; 102: 194-9.
39. **Nilsson BE, Westlin NE.** Bone mineral content in the forearm after fracture of the upper limb. *Calcif Tissue Res* 1977; 22: 329-31.
40. **Andersson SM, Nilsson BE.** Changes in bone mineral content following tibial shaft fractures. *Clin Orthop* 1979; 144: 226-9.
41. **Nilsson BE, Obrant K.** Post-fracture changes of the femur cortex. *Acta Orthop Scand* 1983; 54: 862-4.
42. **Finsen B, Benum P.** Regional bone density changes after Colles' and forearm fractures. *J Hand Surg* 1986; 11B: 357-9.
43. **Einsen V, Haave O.** Changes in bone-mass after tibial shaft fracture. *Acta Orthop Scand* 1987; 58: 369-71.
44. **Ahl T, Sjoberg HE, Dalen N.** Bone mineral content in the calcaneus after ankle fracture. *Acta Orthop Scand* 1988; 59: 173-5.
45. **Finsen V.** Osteopenia after osteotomy of the tibia. *Calcif Tissue Int* 1988; 42: 1-4.
46. **Finsen V, Svenningsen S, Harnes OB, Nesse O, Benum P.** Osteopaenia after plated and nailed femoral shaft fractures. *J Orthop Trauma* 1988; 2: 13-7.
47. **Ulivieri FM, Bossi E, Azzoni R et al.** Quantification by dual photon-absorptiometry of local bone loss after fracture. *Clin Orthop* 1990; 250: 291-6.
48. **Bickerstaff DR, Charlesworth D, Kanis JA.** Changes in cortical and trabecular bone in algodystrophy. *Br J Rheumatol* 1993; 32: 46-51.
49. **Eyres KS, Bell MJ, Kanis JA.** New bone formation during lengthening: Evaluated by dual energy X-ray absorptiometry during limb lengthening. *J Bone Joint Surg* 1993; 75B: 96-106.
50. **Eyres KS, Bell MJ, Kanis JA.** Methods of assessing new bone formation during limb lengthening: Ultrasonography, dual energy X-ray absorptiometry and radiography compared. *J Bone Joint Surg* 1993; 75B: 358-64.
51. **Bickerstaff DR, O'Doherty DP, Kanis JA.** Radiographic changes in algodystrophy of the hand. *J Hand Surg* 1991; 18B: 47-52.
52. **Cummings SR, Black DM, Nevitt MC.** Bone density at various sites for prediction of hip fractures. *Lancet* 1993; 341: 72-5.
53. **Minaire P, Neunier P, Edouard C.** Quantitative histological data on disease osteoporosis: Comparison with biological data. *Calcif Tissue Res* 1974; 17: 57-73.