

Indicaciones actuales de enclavado endomedular en las fracturas diafisarias del fémur y la tibia. Actualización.

E. J. BAIXAULI PERELLÓ.

HOSPITAL UNIVERSITARIO Y POLITÉCNICO LA FE. VALENCIA.

Resumen. Se realiza una revisión sobre las indicaciones actuales del enclavado endomedular para las fracturas diafisarias del fémur y la tibia. Se estudian las fracturas cerradas, las fracturas abiertas y las fracturas asociadas a politraumatismo. Se actualiza cuál es el punto de entrada más idóneo para el enclavado anterógrado de fémur y tibia.

Current indications of endomedullar nailing in treating diaphyseal fractures of femur and tibia.

Summary. A review is made about current indications of endomedullar nailing in treating diaphyseal fractures of femur and tibia. Closed fractures, open fractures and fractures associated with polytraumatism are studied. An update is made about ideal entry point for anterograde nailing of femur and tibia.

Correspondencia:

Dr Emilio J. Baixauli Perelló
Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología
HUP La Fe de Valencia
Bulevar sur.
46026 Valencia.
baixauli_emi@gva.es

Introducción

El enclavado endomedular (EE) es considerado como el método de elección para la estabilización de las fracturas diafisarias del fémur y la tibia, pero surgen numerosas controversias a la hora de analizar las situaciones más particulares. En el tratamiento de las fracturas aisladas diafisarias del fémur y la tibia se discute qué tipo de enclavado es el más idóneo: el fresado o el no fresado. En las fracturas abiertas se plantea la duda de si el EE es mejor o no que la fijación externa, y qué tipo de EE sería el más adecuado. En los politraumatizados se discute cuál es el momento más adecuado para realizar la estabilización de las fracturas diafisarias del fémur, y qué tipo de osteosíntesis es la más pertinente. Se analizan las situaciones especiales de politraumatismo con trauma torácico y/o TCE asociados. Se realiza un estudio crítico de los últimos trabajos publicados, poniendo especial interés en resaltar los trabajos que siguen la metodología de la Medicina Basada en la Evidencia.

Se realiza además una actualización sobre cuál es el punto de entrada más adecuado para realizar el enclavado anterógrado de estas fracturas.

¿Es el EE fresado el tratamiento de elección en las fracturas diafisarias del fémur?

Giannoudis y cols¹, en una revisión sobre el tratamiento de las fracturas de fémur, analizaron los principales estudios prospectivos randomizados y retrospectivos que comparaban el EE fresado con el no fresado en las fracturas de fémur (Tabla I). En la serie de la Sociedad Canadiense de Traumatología Ortopédica² destacaban que la tasa de consolidación en el grupo de EE fresado fue del 98.3% mientras que en el grupo de EE no fresado fue del 92.5% ($p=0.049$). Al comparar el tiempo medio de consolidación en la serie de Clatworthy y cols³ el grupo de EE fresado presentó un tiempo medio de consolidación de 28.5 semanas mientras que en el grupo de EE no fresado el tiempo medio fue de 39.4 semanas ($p=0.007$). En la serie de Giannoudis y cols⁴ el tiempo medio de consolidación fue de 20.5 semanas en el grupo de EE fresado y de 26.9 semanas en el grupo de EE no fresado. Con respecto a la tasa de reoperaciones en la serie de Clatworthy el grupo de EE fresado presentó una tasa de reoperaciones del 13.6% mientras que fue del 43.5% en el grupo de EE no fresado.

En el trabajo de Papakostidis y Giannoudis⁵ utilizando metodología de MBE encontraron que en relación al riesgo de desarrollar un retardo de consolidación los datos son estadísticamente significativos a favor del EE fresado ($p=0.01$). El EE fresado presenta un menor riesgo de retardo de consolidación (información significativa y de alta calidad general). Con relación a la tasa de no consolidación y al fallo de los implantes el EE

Tabla I. EE en las fracturas diafisarias de fémur (Giannoudis y cols¹).

	Clatworthy y cols		Sociedad Canadiense de Traumatología		Giannoudis y cols.	
	Fresado	No Fresado	Fresado	No Fresado	Fresado	No Fresado
Nº fracturas	22	23	121	107	27	24
Tasa de consolidación	100	100	98.3 (p=0.049)	92.5	96.1	95.7
Tiempo medio de consolidación (semanas)	28.5 (p=0.007)	39.4	--	--	20.5 (p=0.009)	26.9
Tasa de reoperaciones	13.6	43.5	1.7	6.6	3.7	4.1

fresado presenta un menor riesgo de no-unión y de fallo de los implantes (pero sin significación estadística, y la información general es de calidad moderada).

En el trabajo de Papakostidis y Giannoudis estudian si el EE fresado de fémur es además un método seguro de estabilización, observando que el EE fresado no presenta un mayor riesgo significativo de complicaciones pulmonares (p=0.25), aunque la calidad general de la información es moderada.

Por lo tanto, se puede concluir que el EE fresado es el tratamiento de elección de las fracturas diafisarias del fémur.

¿Es el EE fresado el tratamiento de elección en las fracturas diafisarias de tibia?

En el estudio de Klok JA⁶ con metodología de MBE observa que el EE fresado en las fracturas de tibia presenta un menor riesgo de no-unión y de fallo del implante (significación estadística, pero calidad información general moderada). El EE fresado presenta en fracturas cerradas un menor riesgo de reoperación al año (significación estadística, y calidad información general alta)⁷⁻⁹ (Tabla II).

En la revisión para la Cochrane Library, Duan y cols¹⁰ aunque no encuentran evidencias definitivas, concluyen que el EE fresado de las fracturas de tibia presenta un menor riesgo de fallo del implante (significación estadística, pero calidad general de la información moderada). El EE fresado presenta en fracturas cerradas un menor riesgo de re-operación relacionado con no-unión (significación estadística, pero calidad general de la información baja).

Por lo tanto, se puede concluir que el EE fresado es el tratamiento de elección de las fracturas diafisarias de la tibia.

¿Es el EE fresado el tratamiento de elección en las fracturas abiertas de fémur?

El fresado provoca un ensanchamiento del canal endomedular, lo que permite colocar un clavo de mayor calibre y por lo tanto se incrementa la estabilización del foco de fractura. Pero el fresado provoca así mismo una destrucción de la red vascular endóstica con lo que

Tabla II. EE fresado vs no fresado en las fracturas diafisarias de tibia (Klok JA⁶).

	Estudio	Nº	Riesgo	95% CI	Valor p
No unión	Bhandari et al 2000	646	RR 0.33	0.16-0.68	0.0019
	Forster et al 2005	291	OR 2.83	1.16-6.68	0.02
Fallo del implante	Bhandari et al 2000	358	RR 0.30	0.16-0.58	<0.001
	Forster et al 2005	291	OR 3.57	1.92-6.66	<0.001
Reoperación al año	Bhandari 2008	1319 (todas las fracturas)	RR 0.90	0.71-1.15	0.40
		826 (fracturas cerradas)	RR 0.67	0.47-0.96	0.03

se puede afectar el proceso de consolidación y podría aumentar el riesgo de infección.

En un estudio retrospectivo Baixauli y cols¹¹ sobre 28 fracturas abiertas de fémur (Grado I de Gustilo: 9, Grado II: 14 y Grado IIIA :5) tratadas mediante EE fresado refieren una tasa de consolidación del 100%, un tiempo medio de consolidación de 20 semanas (rango de 10 a 46 semanas) y una tasa de infección del 0%.

En la revisión de Giannoudis y cols¹ respecto al tratamiento de las fracturas abiertas de fémur mediante EE fresado o fijación externa observaron que las tasas de mala unión y de infección fueron mayores en las series tratadas mediante fijación externa (Tabla III).

Por lo tanto, se puede concluir que el EE fresado es un método seguro y eficaz para el tratamiento de las fracturas abiertas de la diáfisis del fémur.

¿Es el EE fresado el tratamiento de elección en las fracturas abiertas de tibia?

La tibia tiene unas características anatómicas bien diferenciadas al fémur pues carece de su envoltorio muscular circunferencial, por lo que el daño de la circulación endóstica por el enclavado y especialmente por el enclavado fresado puede suponer un mayor riesgo de infección de estas fracturas. Giannoudis y cols¹ revisa-

Tabla III. EE fresado vs fijación externa en fracturas abiertas diafisarias de fémur (Giannoudis y cols¹).

	Consolidación	Retardo	Mala unión	Infección	Reoperación	Tasa de uso injerto óseo
EE Fresado	98 %	1.9 %	6.5 %	3.3 %	13.5 %	3 %
Fijación Externa	100 %	No datos	23.3 %	13.3 %	17 %	10 %

ron las series de fracturas abiertas diafisarias de tibia. La osteosíntesis con placa se asoció con altas tasas de retardo de consolidación (38%), de infección (35%), de reoperación (69%) y de uso de injerto óseo (42%). El EE, tanto el fresado como en el no fresado, presentó mejores tasas en cuanto a retardo de consolidación, mala unión, infección, reoperación y uso de injerto óseo comparando con la estabilización mediante fijación externa (Tabla IV).

En la revisión de Bhandari y cols¹² de las fracturas abiertas de la diáfisis tibial encontraron que:

- Fij Ext vs Placa (la Fijación Externa presentó una menor tasa de reintervenciones).
- Fij Ext vs EE no fresado (el EE no fresado presentó menores tasas de reintervención, mala-unión e infección superficial).
- Fij Ext vs EE fresado (el EE fresado presentó una menor tasa de reintervenciones).
- EE fresado vs EE no fresado (el EE fresado asoció un menor riesgo de rotura del implante).

El enclavado endomedular no fresado elástico fue usado por Darder y cols¹³ para el tratamiento de 39 fracturas abiertas de tibia grados I a IIIB, refiriendo una tasa de retardo de consolidación del 12.5 %, una tasa de no unión del 2.5 %, una tasa de infección profunda del 7.7 % y una tasa de fallos del implante del 0 %.

Keating y cols¹⁴ realizaron un estudio prospectivo y randomizado en fracturas abiertas de tibia comparando el EE fresado con el no fresado. No encontraron diferencias significativas respecto: tasa de consolidación, tiempo de consolidación, tasa de infección ni rotura de los clavos (se incluían fracturas IIIB). El EE no fresado presentó una tasa mayor de rotura de tornillos (29%) frente al 9% en el EE fresado.

El EE se ha utilizado también para la estabilización de fracturas abiertas grado IIIB de Gustilo. En su estudio de meta-análisis Bhandari y cols¹¹ concluyeron que:

- EE no fresado vs Fij Ext (N=45) no diferencias en las tasas de unión ni de infección.
- EE fresado vs no fresado (N=11) no diferencias en las tasas de unión ni de infección.
- EE fresado=EE no fresado=Fij Externa.

Otro aspecto que se ha analizado es la modalidad de tratamiento de las fracturas abiertas de tibia mediante estabilización inicial con fijación externa para el manejo de la lesión de las partes blandas y posterior sustitución por un EE. Bhandari y cols¹⁵ encontraron que la tasa de infección es menor cuando se acorta el periodo con el fijador externo y cuando se acorta el periodo desde la retirada del fijador externo hasta la realización del EE. Un periodo menor de 28 días con el fijador externo asoció una $p < 0.001$. Un periodo desde la retirada del fijador hasta el EE menor de 14 días asoció una $p < 0.001$.

Por lo tanto, se puede concluir que el EE es el tratamiento de elección de las fracturas abiertas de la diáfisis tibial. El EE fresado y no fresado presentan resultados similares de consolidación e infección, pero sólo presentan diferencias en la tasa de rotura de los tornillos de bloqueo (peor el EE no fresado). En los casos de utilización de la Fijación Externa es conveniente la conversión al EE lo más precoz posible. En las fracturas abiertas grado IIIB se obtienen resultados similares de tasas de consolidación e infección con el EE fresado, el EE no fresado y con la fijación externa.

¿Cuál es el punto de entrada más adecuado para el EE anterógrado de fémur?

Se cuestiona cuál es el punto de entrada más adecuado para el EE anterógrado del fémur. La entrada a través de la fosita trocantérea tiene la ventaja de estar situada en línea con el eje longitudinal del fémur, pero tiene sus limitaciones: la difícil accesibilidad, especialmente en obesos, y el riesgo de posibles complicaciones (fractura yatrogénica de cuello femoral, necrosis avascular de la cabeza femoral).

Tabla IV. Estabilización de las fracturas abiertas diafisarias de tibia (Giannoudis y cols¹).

	Unión	Retardo	Mala unión	Infección	Reoperación	Tasa de uso injerto óseo
Fijación Externa	94%	24%	20%	16.2%	68.5%	46.2%
EE No Fresado	95%	22%	10%	7%	33.2%	14.4%
EE Fresado	97%	No datos	6%	6.4%	31.6%	15.5%
Fijación Externa seguida de EE Fresado	92%	14%	11%	17%	23%	17%
Placa Atornillada	100%	38%	4%	35%	69%	42%

Starr y cols¹⁶ realizaron un estudio prospectivo y randomizado comparando el punto de entrada a través de la fosita piriformis o a nivel de la punta del trocánter, observando que las tasas de unión y de mala-unión fueron similares. En pacientes obesos el tiempo quirúrgico y el tiempo de exposición fluoroscópica fue menor en los casos con entrada a nivel de la punta del trocánter.

El punto de entrada del EE puede ser un factor a tener en cuenta en las fracturas subtrocantéreas. En las fracturas subtrocantéreas de fémur la mala-alineación en varo se asocia con peores resultados (mayor riesgo de no-unión y de fallo de los implantes). Se ha estudiado si el uso de uno u otro punto de entrada asociaba peores resultados. Sin embargo, ambos puntos de entrada presentaron resultados similares de consolidación, duración de la intervención y mala-alineación en varo. La clave del tratamiento de las fracturas subtrocantéreas es conseguir una reducción adecuada. Si es necesario se recurrirá a la reducción abierta, puesto que se ha observado que la reducción abierta: reduce el riesgo de mala-unión, no empeora el riesgo de no-unión y no empeora el riesgo de infección.¹⁸

¿Cuál es el punto de entrada más adecuado para el EE de tibia?

Se ha estudiado si el abordaje a través del tendón rotuliano se asocia con dolor crónico de rodilla. Al comparar el abordaje transtendinoso con el paratendinoso medial, no se encontraron diferencias significativas a los 3 ni a los 8 años¹⁸. La prevalencia de dolor disminuye con el tiempo en ambos grupos (desde el 75% a los 3 años hasta el 30% a los 8 años)¹⁹.

En la actualidad está en discusión si es más conveniente realizar un abordaje suprapatelar. El abordaje suprapatelar permitiría una mejor alineación de fracturas proximales, disminuiría la aparición dolor anterior de rodilla y evitaría el riesgo de fracturas en el punto de entrada²⁰.

El EE de fémur en pacientes politraumatizados

La primera cuestión es analizar cuando se deben fijar las fracturas diafisarias del fémur en pacientes politraumatizados. Bone y cols²¹ realizaron un estudio prospectivo comparando en 87 politraumatizados con fractura de fémur la fijación inmediata (<24 horas) y la tardía (>24 horas) de dicha fractura de fémur. La fijación inmediata se asoció con una menor estancia hospitalaria, menor estancia en UCI, menores costes hospitalarios y menores complicaciones respiratorias (Tabla V).

La estabilización precoz (antes de las primeras 24 horas) de la fractura del fémur en politraumatizados se asocia con mejores resultados de tipo económico y con menores complicaciones respiratorias. En los pacientes politraumatizados se plantea entonces la cuestión de si la estabilización de la fractura de fémur debe realizarse mediante EE o mediante fijación externa. Dicha cuestión es reflejo de dos corrientes de manejo precoz del

Tabla V. Momento de la estabilización de la fractura de fémur en politraumatizados (Bone y cols²¹).

	Fijación inmediata (<24h)	Fijación tardía (>24h)
Nº casos	46	37
ISS	31.8	31.3
Estancia hospitalaria	17.3	26.6
Estancia UCI	2.8	7.6
Costes hospitalarios \$	19,854	32,915
Complicaciones respiratorias (SDRA)	16 (1)	50 (6)

ISS: Injury Severity Score.

SDRA: síndrome de distress respiratorio del adulto.

politraumatizado. El modelo de "Cirugía de control de daños" (CCD) plantea estabilizar las fracturas de los huesos largos minimizando la agresión quirúrgica en estos pacientes asumiendo por lo tanto que es probable que se tenga que reintervenir posteriormente al paciente para sustituir el tipo de estabilización inicial por uno definitivo mientras que el modelo de "Fijación precoz total" (FPT) plantea la estabilización de estas fracturas desde el inicio mediante el método de osteosíntesis que sea definitivo. Pape y cols²² estudiaron el impacto del método de estabilización inicial de la fractura diafisaria de fémur en pacientes politraumatizados con riesgo de complicaciones. Definieron pacientes borderline como aquellos pacientes politraumatizados estabilizados con las maniobras de resucitación pero que padecen lesiones que pueden provocar su rápido deterioro. Compararon los efectos de la cirugía de control de daños frente al modelo de fijación precoz total en dos tipos de pacientes politraumatizados con fractura de diáfisis femoral, los pacientes estables y los pacientes en situación borderline (Tabla VI).

El EE precoz en pacientes politraumatizados estables se asocia con un menor tiempo con ventiladores, pero no un menor tiempo en UCI, ni menor riesgo de neumonía o SDRA. El EE precoz en politraumatizados borderline se asocia con un mayor riesgo de lesiones pulmonares agudas, pero no mayor riesgo de neumonía, SDRA, ni hace referencia a mortalidad.

Estos autores recomiendan en pacientes inestables o in extremis la estabilización hemodinámica, en pacientes estables proponen el EE de entrada y en los pacientes borderline recomiendan la fijación externa inicial y posterior conversión a EE cuando el paciente se estabilice, preferentemente antes de 2 semanas desde el traumatismo (Tabla VII).

En los politraumatizados estables se recomienda el EE de entrada para la fijación de la fractura del fémur, pero se plantea qué tipo de EE es el más idóneo en estos pacientes. ¿Es seguro en estos pacientes el uso del EE fresado?. La Sociedad Canadiense de Trau-

Tabla VI. Resultados de la CCD y la FPT en politraumatizados estables o borderline (Pape y cols²²).

Complicaciones	Pacientes Estables			Pacientes Borderline		
	CCD %	FPT %	Significación	CCD %	FPT %	Significación
Neumonía	23.8	6.5	0.176	38.9	45	0.995
LPA	28.6	12.9	0.170	16.7	52.4	0.048
SDRA	9.5	6.3	0.700	11.1	16.7	0.618
FMO	0	0		16.7	22.2	0.791

CCD: Cirugía de control de daños. FPT: Fijación precoz total. LPA: Lesión pulmonar aguda. FMO: Fallo multiorgánico.

matología Ortopédica²³ estudió si el fresado asociaba mayores complicaciones pulmonares. En las fracturas aisladas cerradas de fémur el EE fresado no asoció mayor riesgo significativo de complicaciones pulmonares ($p=0.25$). En fracturas de fémur en politraumatizados con fijación precoz (<24h), el EE no fresado no presentó un menor riesgo significativo de SDRA comparando con el EE fresado ($p=0.42$).

Por lo tanto, se puede concluir que todavía existe un déficit de información de calidad para el manejo de la fractura diafisaria de fémur en los pacientes politraumatizados. La estabilización precoz (<24horas) de la fractura diafisaria de fémur en pacientes politraumatizados se asocia con mejores resultados de tipo económico (estancia hospitalaria, estancia en UCI, costes hospitalarios) y con menores complicaciones respiratorias. Sin embargo no hay estudios que demuestren una disminución de la mortalidad. El EE precoz se propone como método de fijación de elección de la fractura de fémur en pacientes politraumatizados estables porque se asocia con menor tasa de complicaciones respiratorias (neumonía, lesión pulmonar aguda, SDRA), pero los datos carecen de significación estadística. Respecto al tipo de EE, el EE no fresado no presenta menores complicaciones pulmonares que el EE fresado, pero tampoco hay estudios que demuestren un mayor beneficio con el uso del EE fresado. En pacientes politraumatizados en situación borderline se propone la estabilización inicial mediante fijación externa de la fractura diafisaria de fémur. Pero los datos sólo fueron significativos respecto a la lesión pulmonar aguda, y no lo fueron respecto al resto de complicaciones respiratorias (neumonía, SDRA) ni lo fueron en relación al fallo multiorgánico, ni se estudió su efecto en la mortalidad de estos pacientes.

El EE de fémur en pacientes politraumatizados con trauma torácico y/o TCE

Papakostidis y Giannoudis⁵ realizaron una revisión con metodología de MBE para valorar si el EE precoz de la fractura diafisaria del fémur es un método seguro en pacientes politraumatizados con un trauma torácico asociado. El EE precoz (<24horas) se asoció con un aumento de mortalidad (no significativo), una disminución de complicaciones pulmonares (no significativo), una disminución de aparición de SDRA (no significativo). Por lo tanto, persiste la duda sobre cuál es el momento óptimo para realizar el EE de fémur en politraumatizados con trauma torácico.

Tabla VII. Indicación del EE de fémur en politraumatizados (Pape y cols²²).

Situación del paciente	Método de estabilización inicial
Inestable	Estabilización hemodinámica
In extremis	Estabilización hemodinámica
Estable	Enclavado endomedular de entrada
Borderline	Fijación externa (posterior conversión a EE)

Se plantea una controversia similar en pacientes politraumatizados con fractura diafisaria de fémur y traumatismo cráneo-encefálico (TCE), pues el EE demasiado precoz podría provocar un daño cerebral adicional en pacientes con TCE. El TCE provoca una alteración en la capacidad de auto-regulación de su presión de perfusión cerebral. La intervención quirúrgica puede suponer una pérdida sanguínea, hipotensión e hipoxia. Por ello, la disminución de la perfusión cerebral podría provocar un daño cerebral secundario. El fresado de fémur provoca una disminución de la Presión de Perfusión Cerebral (PPC) en pacientes con TCE (disminución media de 17mmHg), pero no se conocen sus implicaciones neurológicas²⁴. Papakostidis y Giannoudis⁵ realizaron una revisión con metodología de MBE concluyendo que el EE precoz (<24h) en TCE se asoció con aumento de la mortalidad, aumento de las complicaciones neurológicas y disminución de las complicaciones pulmonares, pero sin significación estadística. Por lo tanto, no hay una conclusión clara sobre el momento óptimo para realizar el EE en pacientes con fractura diafisaria de fémur y TCE.

Estas controversias han llevado a algunos autores a proponer la osteosíntesis con placa atornillada de la fractura diafisaria de fémur en pacientes politraumatizados con trauma torácico y/o TCE asociados. Papakostidis y Giannoudis⁵ realizaron una revisión del tema que no encontró evidencias que apoyen la reducción abierta y fijación interna con placa atornillada frente al EE. Las tasas de mortalidad y de complicaciones pulmonares fueron similares. La tasa de complicaciones neurológicas centrales (SNC) fue mayor con la placa (3.4%) que con el EE (0%).

Por lo tanto, se puede concluir que todavía existe un déficit de información de calidad para el manejo de los pacientes politraumatizados con fractura diafisaria de fémur con trauma torácico y/o TCE.

Bibliografía:

1. **Giannoudis PV, Papakostidis C, Roberts C.** A review of the management of open fractures of the tibia and femur. *J Bone Joint Surg Br* 2006; 88:281-9.
3. **Clatworthy MG, Clark DI, Gray DH, Hardy AE.** Reamed versus unreamed femoral nails: a randomized prospective trial. *J Bone Joint Surg Br* 1998; 80:485-9.
2. **Canadian Orthopaedic Trauma Society.** Nonunion following intramedullary nailing of the femur with and without reaming: results of a multicenter randomized clinical trial. *J Bone Joint Surg Am* 2003; 85:2093-6.
4. **Giannoudis PV, Furlong AJ, Macdonald DA, Smith RM.** Reamed against unreamed nailing of the femoral diaphysis: a retrospective study of healing time. *Injury* 1997; 28:15-8.
5. **Papakostidis C, Giannoudis PV.** Femoral shaft fractures. En: Bhandari M, editor. *Evidence-Based Orthopedics*. Oxford: Blackwell Publishing Ltd; 2012. p. 504-20.
6. **Klok JA.** Tibial shaft. En: Bhandari M, editor. *Evidence-Based Orthopedics*. Oxford: Blackwell Publishing Ltd; 2012. p. 541-8.
7. **Bhandari M, Guyat Ch, Tong D, Adili A, Shaughnessy SG.** Reamed versus non-reamed intramedullary nailing of lower extremity long bone fractures: a systematic overview and metaanalysis. *J Orthop Trauma* 2000; 14:2-9.
8. **Bhandari M, Guyat G, Tornetta P3rd, Schemitsch EH, Swionkowski M, Sanders D, Walter SD.** Randomized trial of reamed and unreamed intramedullary nailing of tibial shaft fractures. *J Bone Joint Surg Am* 2008; 90:2567-78.
9. **Forster MC, Bruce AS, Aster AS.** Should the tibia be reamed when nailing? *Injury* 2005; 36:439-44.
10. **Duan X, Al-Qwbani M, Zeng Y, Zhang W, Xiang Z.** Intramedullary nailing for tibial shaft fractures in adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2012 Jan 18;1:CD008241.
11. **Baixauli F Sr, Baixauli EJ, Sánchez-Alepuz E, Baixauli F.** Interlocked intramedullary nailing for treatment of open femoral shaft fractures. *Clin Orthop* 1998; 350:67-73.
12. **Bhandari M, Guyat GH, Swionkowski MF, Schemitsch EH.** Treatment of open fractures of the shaft of the tibia: a systematic overview and meta-analysis. *J Bone Joint Surg Br* 2001; 83:62-8.
14. **Keating JF, O'Brien PJ, Blachut PA, Meek RN, Broekhuysse HM.** Locking intramedullary nailing with and without reaming for open fractures of the tibial shaft: a prospective, randomized study. *J Bone Joint Surg Am* 1997; 79:334-41.
13. **Darder García A, Darder Prats A, Gomar Sancho F.** Nonreamed flexible locked intramedullary nailing in tibial open fractures. *Clin Orthop* 1988; 350:97-104.
15. **Bhandari M, Zlowodzki M, Tornetta P 3rd, Schmidt A, Templeman DC.** Intramedullary nailing following external fixation in femoral and tibial shaft fractures. *J Orthop Trauma* 2005; 19:140-4.
16. **Starr AJ, Hay MT, Reinert CM, Borer DS, Christensen KC.** Cephalomedullary nails in the treatment of high-energy proximal femur fractures in young patients: a prospective, randomized comparison of trochanteric vs. piriformis fossa entry portal. *J Orthop Trauma* 2006; 20:240-6.
17. **Papp S, Gofton W, Liew ASL.** Subtrochanteric fractures. En: Bhandari M, editor. *Evidence-Based Orthopedics*. Oxford: Blackwell Publishing Ltd; 2012. p. 497-502.
18. **Toivanen JA, Väistö O, Kannus P, Latvala K, Honkonen SE, Järvinen MJ.** Anterior knee pain after intramedullary nailing of fractures of the tibial shaft. A prospective, randomized study comparing two different nail insertion techniques. *J Bone Joint Surg Am* 2002; 84:580-5.
19. **Väistö O, Toivanen J, Kannus P, Järvinen M.** Anterior knee pain after intramedullary nailing of fractures of the tibial shaft: an eight-year follow-up of a prospective, randomized study comparing two different nail-insertion techniques. *J Orthop Trauma* 2008; 64:1511-6.
20. **Gelbke MK, Coombs D, Powell S, DiPasquale TG.** Suprapatellar versus infra-patellar intramedullary nail insertion of the tibia: a cadaveric model for comparison of patellofemoral contact pressure and forces. *J Orthop Trauma* 2010; 24:665-71.
21. **Bone LB, Johnson KD, Weigelt J, Scheinberg R.** Early versus delayed stabilization of femoral fractures. A prospective randomized study. *J Bone Joint Surg Am* 1989; 71:336-40.
22. **Pape HC, Rixen D, Morley J, Husebye EE, Mueller M, Dumont C, y cols.** Impact of the method of initial stabilization for femoral shaft fractures in patients with multiple injuries at risk of complications (borderline patients) *Ann Surg* 2007; 246:491-501.
23. **Canadian Orthopaedic Trauma Society.** Reamed versus unreamed intramedullary nailing of the femur: comparison of the rate of ADRS in multiple injured patients. *J Orthop Trauma* 2006; 20:384-7.
24. **Anglen JO, Lubner K, Park T.** The effect of femoral nailing on cerebral perfusion pressure in head-injured patients. *J Trauma* 2003; 4:1166-70.