

MALUNIÓN FEMORAL EN FRACTURAS DE DIÁFISIS FEMORAL TRATADAS CON CLAVO INTRAMEDULAR

MALUNION FEMORAL AFTER INTRAMEDULLARY NAILING OF FEMORAL SHAFT FRACTURES

IZTER HEZURRAREN LOTURA OKERRA MUINBARNEKO ILTZEAREKIN TRATATUTAKO FEMUR DIAFISI HAUSTURETAN

M.A. Cabrerizo, M.J. Ereño, A. Diego, M. Otero, J.C. Rodríguez

Hospital Galdakao-Usánsolo. Galdakao. Bizkaia. España UE.

RESUMEN

El objetivo del estudio era evaluar la incidencia y grado de deformidad del fémur en fracturas de diáfisis femoral tratadas con clavo intramedular.

27 fracturas de diáfisis femoral fueron valoradas. Todos los pacientes fueron tratados con clavo de Grosse-Kempf. Se utilizó la clasificación de Winkquist y Hansen. Había 4 fracturas sin conminución, 5 fracturas tipo I, 6 fracturas tipo II, 3 tipo III, 3 tipo IV y 6 tipo V.

El estudio de la angulación se hizo con radiografías de todo el fémur y la valoración de la dismetría y malrotación mediante TAC. Hubo dismetría > 10mm en 7 pacientes (25%), deformidad angular $\geq 10^\circ$ en 2 pacientes y en 6 la deformidad rotacional era $\geq 15^\circ$ (22%).

La incidencia de deformidades puede minimizarse con una técnica rigurosa.

Palabras clave: fractura diáfisis femoral, clavo intramedular, malalineamiento óseo.

SUMMARY

Our aim was to appraise the incidence and grade of femur deformities in shaft femoral fractures treated by intramedullary nailing.

There were 27 fractures, all patient were treated with Grosse-Kempf nail. Winkquist and Hansen classification was used: there were 4 fractures without comminution, 5 type I, 6 type II, 3 type III, 3 type IV y 6 type V. Angulation was evaluated by radiographs of the whole femur, dismetria and rotational alignment were determined by computed tomography. 7 patients had dismetria > 10mm (25%), angulation deformity $\geq 10^\circ$ in 2 patients, and malrotation deformity was noted in 6 patients (22%).

The incidence of deformities could be minimised by a precise technique.

Key words: femoral fractures, nail intramedullary, bone malalignment, rotational deformities.

LABURPENA

Azterlanaren helburua femurraren deformazioa aztertzea zen muinbarneko iltzearekin tratatutako fémur diafisi hausturetan. 27 fémur diafisi haustura aztertu ziren guztira, den-denak Grosse-Kempf iltzearekin tratatuak izan zirenak. Winkquist eta Hansen sailkapena erabili zen: 4 hausturak ez zuten konminuziorik; 5 haustura I motakoak ziren; 6 haustura, II motakoak; 3, III motakoak; 3, IV motakoak; eta 6, V motakoak. Angeluazioa aztertzeke, fémur osoaren erradiografiak erabili ziren; dismetriaren eta errotazio okerraren azterketa TAC bitartez egin zen.

Dismetria > 10 mm-koa zen 7 pazientetan (%25); deformazio angeluarra $\geq 10^\circ$ -koa, 2 kasutan; eta errotazio deformazioa $\geq 15^\circ$ -koa, 6 kasutan (%22). Deformazioak teknika zorrotz baten bidez minimiza daitezke.

Hitz gakoak: fémur diafisi haustura, muinbarneko iltze, hezur lerrokatze oker.

Correspondencia:

M.A. Cabrerizo

Servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica.

Osakidetza Hospital Galdakao-Usánsolo.

Barrio de Olabeaga, s/n.

48960 Galdakao. Bizkaia. España. UE.

INTRODUCCIÓN

El enclavamiento intramedular es el tratamiento de elección para la mayoría de fracturas de la diáfisis femoral. A partir de los años 80 los clavos encerrojados han permitido extender la indicación a la mayoría de fracturas de femur incluidas las fracturas inestables y conminutas excepto las fracturas muy distales o muy proximales. Sin embargo algunas complicaciones han sido descritas entre ellas la malunión longitudinal, angular y rotacional.

MATERIAL Y MÉTODOS

El objetivo de éste estudio ha sido valorar los defectos de alineación del femur en cualquier plano después del tratamiento de las fracturas de diáfisis femoral con clavo intramedular. Es un estudio retrospectivo de las fracturas de diáfisis de fémur tratadas con clavo intramedular en nuestro hospital desde el 2002 hasta los 2006 inclusive. Se excluyeron las fracturas patológicas, fracturas periprotésicas, fracturas con trazo intraarticular, fracturas de femur bilateral, fracturas previas de femur y pacientes de mas de 80 años de edad. 31 pacientes compartían los criterios de inclusión, de ellos 1 había fallecido por causas no relacionadas y 3 no fueron localizados o no acudieron a la revisión. El resto 27 pacientes fueron revisados. Se trataba de 21 hombres y 6 mujeres de edad media de 40'4 años (15-80). La etiología era accidente de trafico en 18, caída casual desde la altura del cuerpo al suelo en 5, accidente laboral en 2 y deportivo en 2. El lado lesional era 15 veces el izquierdo y en 12 el derecho. 12 pacientes eran polifracturados y 3 politraumatizados. 23 pacientes fueron operados en las primeras 48 horas (85%), el resto durante la primera semana. En todos los casos el paciente fue operado en decúbito supino en mesa ortopédica con tracción transósea o tracción con bota. Todas las fracturas fueron tratadas con clavo intramedular de Grosse-Kempf. Todos fueron enclavamientos a cielo cerrado. En 20 fracturas se utilizó un clavo estático (66%), en 5 clavo dinámico (18%) y había 2 clavos simples. El bloqueo proximal en todos los casos fue con un tornillo y el bloqueo distal con 1 o 2 tornillos, con técnica de manos libres. El diámetro del clavo era una vez de 10mm, 2 de 11mm, 13 de 12mm, 5 de 13mm, 5 de 14mm y un clavo de 16mm. 12 traumatólogos diferentes realizaron las 27 intervenciones. La profilaxis antibiótica al menos durante 24 horas fue utilizada en todos los casos, así como profilaxis de la enfermedad tromboembólica durante un periodo de tiempo variable.

La diáfisis se dividió en 3 zonas desde justo por debajo del trocánter menor (Tm) hasta 8cm proximal a la interlinea de la rodilla, 3 fracturas se localizaban en 1/3 proximal (P), 12 en 1/3 medio (M), 5 en 1/3 distal (D) y 7 fracturas se extendían a mas de una zona. Había 21 fracturas cerradas y 6

TABLA I. COMPLICACIONES EN LAS 27 FRACTURAS DE DIÁFISIS FEMORAL TRATADAS CON CLAVO INTRAMEDULAR DE GROSSE-KEMPF.

Incremento de la conminución	1
Embolismo graso	1
Infección superficial	1
Osificación heterotópica	3
Tornillos demasiado largos o cortos	3
Rotura o aflojamiento tornillos distales	2
Rotura del clavo	2
Retraso de consolidación	3
Dismetría > 10mm	7 (25%)
Deformidad angular $\geq 10^\circ$	2 (7%)
Deformidad rotacional $\geq 15^\circ$	6 (22%)

fracturas abiertas, 4 de grado I y 2 de grado II según la clasificación de Gustilo y Anderson (13). La conminución de las fracturas se ha valorado según la clasificación de Winquist (14), había 4 fracturas tipo 0 (no tenían conminución), 5 tipo I, 6 tipo II, 3 tipo III, 3 tipo IV y 6 tipo V (fracturas largas o espiroideas). El 44% de las fracturas correspondían a grado III, IV o V.

El estudio postoperatorio ha consistido en la valoración de la disimetría, angulación y torsión femoral. La longitud de ambos fémures fue medida directamente en el topógrafo del TAC, la longitud femoral ha sido medida desde el borde superior de la cabeza femoral hasta el borde distal del condilo femoral externo. La angulación frontal y sagital ha sido valorada en radiografías de todo el fémur AP y L. Y la torsión femoral mediante TAC según el método de Murphy et al. (15), mediante cortes en extremidad proximal y distal del fémur, se escogió un corte transversal que pasaba por el centro de la cabeza femoral y otro corte a través de la base del cuello para trazar el eje del cuello femoral. Distalmente se escogió un corte a través de los cóndilos femorales donde su superficie posterior es más convexa (16,17). El ángulo de torsión femoral es medido directamente por el TAC y es el ángulo formado por el eje del cuello y la tangente a la superficie posterior de ambos cóndilos femorales. Cuando el ángulo de anteversión femoral (AVF) está aumentado se trata de malrotación interna y cuando está disminuido malrotación externa.

RESULTADOS

Las complicaciones intra y extraoperatorias están reflejadas en la **Tabla I**. Un paciente presentó fractura de la cortical medial del fragmento proximal por inserción oblicua del clavo. El único caso con embolismo graso se trataba de un varón de 22 años con fractura aislada de fémur e intervención quirúrgica en las primeras 24 horas, que se recuperó sin secuelas después de 17 días en la UCI. Un caso de infección superficial se resolvió con tratamiento antibiótico. En 2 pacientes los tornillos distales fueron retirados después de la consolidación de la fractura por

TABLA II. PACIENTES CON MALUNION FEMORAL

caso	edad (años)	tipo de fractura	localización	dismetría	malunión angulación	malrotación
1	32	V	P-M	15mm	14°	16°(I)
3	45	V	D	30mm	12°	
6	60	II	M	15mm		26°(E)
9	25	IV	M			26°(E)
11	75	III	M-D	26mm		33°(I)
13	25	III	M-D	16mm		
15	26	III	M	26mm		16°(I)
21	49	V	M-D			27°(I)
25	23	I	M	12mm		

P: 1/3 proximal, M:1/3 medio, D: 1/3 distal.

(I): malrotación interna, (II): malrotación externa.

El 75% de las disimetrías correspondían a fracturas tipo III, IV y V.

irritación de partes blandas. Se dinamizaron 2 fracturas por retraso de consolidación a los 6 y 6'5 meses de la fractura. En 3 pacientes hubo retraso de consolidación, en 2 casos hubo rotura del clavo a los 7 y 10 meses respectivamente, en el 3º paciente se dinamizó la fractura a los 6 meses y nuevo clavo a los 7'5 meses. Estas fracturas consolidaron después del nuevo enclavamiento.

Se consideró malunión: La disimetría(alargamiento o acortamiento) >10mm, la angulación en cualquier plano $\geq 10^\circ$ y la malrotación $\geq 15^\circ$ (4,18,19), **Tabla II**. Había 6 acortamientos >1cm, 3 entre 1-2cm y 3 entre 2-3cm. El acortamiento más importante fue de 3cm en una fractura de 1/3 distal oblicua larga con dinamización a los 6'5 meses y rotura del clavo los 10 meses, la misma fractura presentaba antecurvatum de 12° . Hubo 1 alargamiento de 15mm.

El 75% de las disimetrías correspondían a fracturas tipo III, IV y V. Había 2 casos de deformidad angular $\geq 10^\circ$ (antecurvatum de 12° y varización del fragmento proximal de 14°). Hubo 6 malrotaciones $\geq 15^\circ$, en 4 fracturas era > 25° . En 2 casos de 16° , 2 casos de 26° , 1 de 27° y otro de 33° en una paciente de 75 años). De las 6 malrotaciones 4 eran en rotación interna y 2 en rotación externa. El 83% de las malrotaciones pertenecían a fracturas tipo III, IV y V.

DISCUSIÓN

El clavo encerrojado hace innecesario el fresado endosteal excesivo para incrementar la distancia de trabajo del clavo. El control de la alineación axial y rotacional en las fracturas complejas y conminutas se hace mediante el bloqueo estático del clavo. La malunión femoral se debe casi siempre a reducción insuficiente intraoperatoria. Se han valorado de forma retrospectiva la deformidad angular, disimetría y malrotación en fracturas de diáfisis femoral tratadas con clavo intramedular.

Deformidad angular

La alineación en el plano frontal y sagital del fémur en las fracturas de la diáfisis tratadas con clavo intramedular depende de varios factores: La posición distal de la guía de fresado, de forma que el fresado solo debe hacerse sobre una guía centrada en la metáfisis distal en proyección anteroposterior y lateral (21,22). De la reducción del foco de fractura al paso de la guía y cada fresa, para evitar el fresado excéntrico de la cortical. En las fracturas de tercio distal y osteoporóticas es necesario el bloqueo distal con 2 tornillos, en estas fracturas un solo tornillo no evita el riesgo de rotación del fragmento distal alrededor de un único tornillo y la angulación de la fractura en el plano sagital (3,6,19,20). También es posible la angulación en varo de la fractura por rotación del clavo durante su introducción y situar su curvatura anterior en posición lateral (20). Pero sobre todo depende de la localización de la puerta de entrada, que es probablemente el detalle técnico más importante en el enclavamiento intramedular anterógrado. Inicialmente Küntscher escogió como puerta de entrada la punta del trocánter mayor(TM) para alejarse de la base del cuello y evitar el riesgo de necrosis de la cabeza femoral por lesión de la arteria circunfleja medial, para evitar la fractura del cuello femoral y también para evitar la abertura de la cápsula articular y el riesgo de artritis si aparecía infección intramedular(26). Sin embargo la entrada desde el vértice del TM se ha asociado con otras complicaciones como la varización del fragmento proximal por fresado excéntrico (**Fig. 1**), incremento de la conminución del foco de fractura por choque de la punta del clavo durante su introducción contra la cortical medial del fragmento proximal y con deformación del clavo durante su introducción con valgo del clavo y de la fractura (4,8,20,23,24).

Otros autores aconsejan diferente puerta de entrada según la localización de la fractura, en fracturas del tercio proximal y medio un punto justo medial al TM y en las fracturas del tercio distal desde la punta del TM (25). Antonelli(23) en un estudio sobre 100 fémures normales identifica un 15% de fémures en los que el eje diafisario pasaba medial a la punta del TM reflejando una varización anatómica que llama "lateralización del trocánter

Referencia	nº de fracturas	método evaluación	incidencia de malrotación		
			nº	grados	%
Alho (3)	123	clínica	1	> 20°	(0'8%)
Kempf (1)	52	clínica	0	> 5°	(0%)
Winqvist (24)	520	clínica	43	> 10°	(8%)
Wiss (4)	112	clínica	8	> 10°	(7%)
Braten (5)	120	ultrasonidos	23	> 15°	(19%)
Bonneville (7)	80	TAC	26	> 10°	(32%)
Davis (35)	42	TAC	14	> 10°	(34%)
Jaarsma (36)	76	clínica/TAC	21	> 15°	(28%)
Tornetta (34)	38	TAC	3	> 10°	(17%)

mayor". Para Brumback(6) en la mayoría de fémures el eje de la cavidad medular se proyecta medial al TM.

Numerosos estudios biomecánicos han intentado identificar el punto de entrada correcto que mejor se alinea con el canal medular, Harper(26),Georgiadis(27). Otros autores enfatizan la puerta de entrada en el plano sagital y alertan que una puerta de entrada demasiado anterior se ha asociado con fractura del cuello femoral. Johnson (28) en un estudio con fémures de cadáveres comprueba que un punto de entrada tan solo ≥ 6 mm anterior al eje del canal medular en el plano sagital incrementa significativamente el stress circunferencial con riesgo de estallido del fragmento proximal y Muller (29) resalta que el stress sobre el cuello femoral depende sobre todo de la puerta de entrada y menos del diámetro del clavo.

De forma unánime se ha indicado que el punto de entrada idóneo para reducir el riesgo de complicaciones derivadas de la puerta de entrada es el que se alinea con el eje del canal medular del fragmento proximal en proyección AP y lateral (4,5,6,20,21,22,23,24,30,31,32) y éste punto habitualmente se sitúa medial a la punta del TM. Numerosos artículos se refieren a la puerta de entrada como un punto justo medial a la punta del TM en la "fosa piriforme"(4,20,26,29,30,31). En un congreso de cirujanos ortopédicos se pidió a 100 de ellos que indicaran el punto de entrada para el enclavamiento intramedular anterógrado y localizaran ese punto en una imagen de la cara superior del cuello femoral, los residentes fueron excluidos, 80 de los 100 indicaron la fosa piriforme y 78 por un problema de terminología equivocaron la localización de la fosa piramidal en la cara superior del fémur(33). La fosa piramidal o piriforme es una depresión poco profunda situada a unos 2cm del borde posterior de la punta del TM(27).

Malunión longitudinal

Antes del empleo de los clavos encerrojados se afirmaba que debía esperarse una significativa incidencia de acortamiento en las fracturas de fémur conminutas independientemente del tipo de tratamiento(4). Sin embargo el bloqueo del clavo facilita recuperar la longitud correcta. En la valoración de la dismetría sólo se han tenido en cuenta diferencias > de 10mm para minimizar una diferencia de longitud fisiológica. En el estudio de Streker(34)

sobre 178 pares de fémures en el 95% la diferencia era ≤ 9 mm.

Mientras que el alargamiento se debe casi siempre a tracción excesiva intraoperatoria, el acortamiento puede deberse a diversas causas como valoración inadecuada de la estabilidad de la fractura, en nuestro caso nº 6 una fractura tipo II fue tratada con un clavo simple resultando un acortamiento de 15mm. El bloqueo estático es aconsejado para la mayoría de fracturas de diáfisis femoral limitando el bloqueo dinámico para algunas fracturas estables longitudinalmente, con buen contacto hueso-clavo en el segmento óseo sin bloqueo(6). También es posible la dismetría por dinamización de la fractura sin callo suficiente que impida el acortamiento. Por error al hacer el bloqueo proximal o distal si el tornillo no llega a atravesar el agujero del clavo, lo que es posible incluso después del fresado correcto a través del clavo ó por tornillos cortos no bicorticales ó por pérdida de agarre de un tornillo en la cortical y expulsión del tornillo durante la consolidación(20).

En la mayoría de nuestros casos el control de la longitud se ha hecho mediante la valoración radiológica de los fragmentos óseos durante la intervención, lo mismo en las fracturas simples en las que sí es posible el control de la longitud y rotación a partir de la interdigitación de la superficie ósea de los fragmentos, como en las fracturas conminutas y complejas, lo que explica que 1 de cada 4 pacientes en nuestra serie haya presentado dismetría mayor de 10mm.(Fig.1) en las fracturas conminutas mas severas tipo III y IV de Winqvist los problemas de longitud pueden reducirse a límites tolerables por la práctica sistemática en éstas fracturas de radiografía AP preoperatoria del fémur sano contralateral con la técnica de doble disparo con el rayo centrado en la interlínea de la cadera y de la rodilla ó mediante medición intraoperatoria con guía de la longitud del fémur sano y ésta medida se lleva sobre el fémur fracturado una vez insertado el clavo y el bloqueo distal, entonces si existe diferencia de longitud se aplica la barra de extracción y el martillo lo que permite modificar la longitud del fémur en ambas direcciones(21,22).

Deformidad rotacional

Las primeras series de malrotación femoral tras fractura de diáfisis tratada con clavo endomedular reflejaban baja

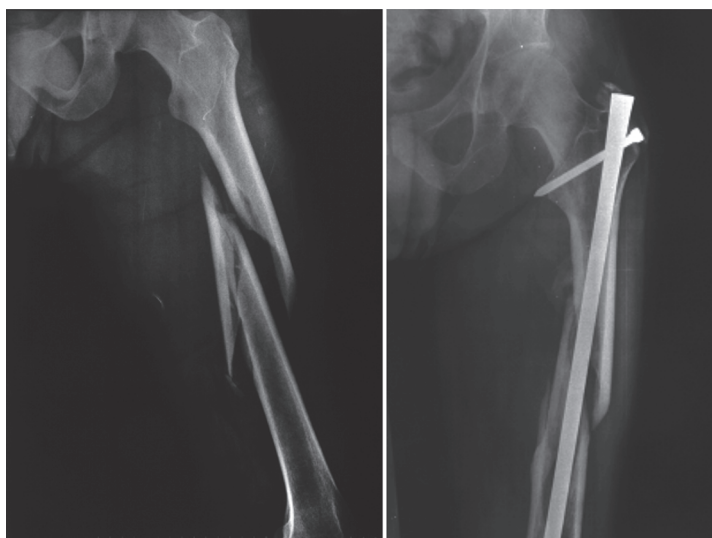


Fig. 1. Fractura tercio proximal-tercio medio de diáfisis femoral tratada con clavo intramedular desde una puerta de entrada demasiado externa resultando varización del fragmento proximal.

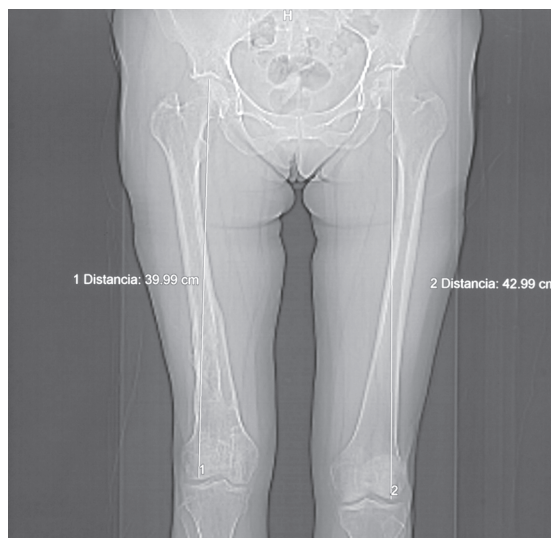


Fig. 2. La medición de la longitud de ambos fémures se hizo directamente en el topograma del TAC. La imagen corresponde al caso n° 3, una fractura del 1/3 medio y distal que presentó retardo de consolidación y rotura del clavo. El resultado final fue acortamiento de 30mm.

incidencia de malrotación y ésta baja incidencia contrastaba con dos hechos: El enclavamiento intramedular es una técnica semicerrada por lo que es imposible asegurar una reducción anatómica y que en un fémur medio de 38mm de diámetro basta una pérdida de reducción de 5mm para que resulte un ángulo de malrotación de 15°(22). En éstas series (Tabla III), la baja incidencia está relacionada con el método utilizado para su detección, la exploración clínica mediante el "test de prominencia del trocánter mayor". Mientras que la incidencia es mas elevada cuando la valoración postoperatoria es mediante ultrasonidos (5,9) ó TAC (7,35,36). En un estudio de Jaarsma (37) sobre 76 fracturas de fémur con valoración postoperatoria con TAC había 21 fracturas con malrotación $\geq 15^\circ$, pero en éstos pacientes mediante exploración clínica en decúbito supino no se detectó la malrotación en el 62% y en decúbito prono en el 48%.

La deformidad rotacional puede deberse a valoración errónea de la inestabilidad de la fractura, bloqueo insuficiente y rotación postoperatoria del fragmento distal, pero en la mayoría de casos es intraoperatoria, lo mismo después de clavos dinámicos o estáticos si la fractura es enclavada en malrotación,

También es posible la recidiva de la deformidad rotacional después de un clavo estático por torsión del propio clavo (38).

Tomar como referencia la AVF media de la población de 10°-15° no es útil por la amplia variación de la AVF entre individuos. En el estudio de Bonneville(7) la AVF varía entre -3° y 45°, según Braten (39) en mujeres entre 3° y 33° y en hombres -2° y 29°, Strecker (34) entre 1° y 48°, pero la diferencia de AVF en cada individuo entre el fémur derecho e izquierdo es pequeña, en los casos de

Bonneville era de 17°, en el estudio de Reikeras en el 95% de casos la diferencia era menor de 12°(40), de 9°8' según Braten (39), 13° en el 99% en el estudio de Strecker. Por lo que es útil tomar como referencia la AVF del lado sano.

Se han descrito numerosos métodos de control intraoperatorio de la torsión femoral en fracturas conminutas: Deshmukh (11) con el método de partes blandas y simetría de pliegues (24,41) en un grupo de sólo 5 pacientes y TAC postoperatorio la malrotación media fue de 12°5' (6°4'-17°7'). Mediante el test de rotación de ambas caderas (21,22), útil si el enclavamiento se hace en mesa sin tracción, una vez insertado el clavo con bloqueo definitivo en un extremo y en el otro bloqueo provisional se valoran las rotaciones, si no son simétricas se retira el bloqueo provisional y se modifica la rotación. Tornetta (42) hace radiografía lateral verdadera de la cadera sana, desplaza el aparato de rayos a la rodilla y rota el brazo en C hasta que ambos cóndilos estén superpuestos, el giro del brazo de C es el grado de AVF que luego reproduce en el lado fracturado una vez insertado el clavo y con el bloqueo proximal. Con éste método y TAC postoperatorio en 12 pacientes la AVF media entre ambas caderas fue de 5° (0°-8°). En el método de Yang (43) el procedimiento es similar pero mediante radiografía axial de cadera y lateral de ambos cóndilos y el bloqueo inicial es distal, en su serie de 43 fracturas la diferencia de AVF media fue de 5°9' (0°-24°) y hubo 4 casos de malrotación $> 10^\circ$.

El método utilizado en la mayoría de nuestros casos fue el control de la rotación mediante rótula al cenit, simplemente se busca colocar la rótula horizontal con el resultado de 6 casos de malrotación (22%). Éste método solo reproduce la rotación adecuada cuando el fragmento pro-

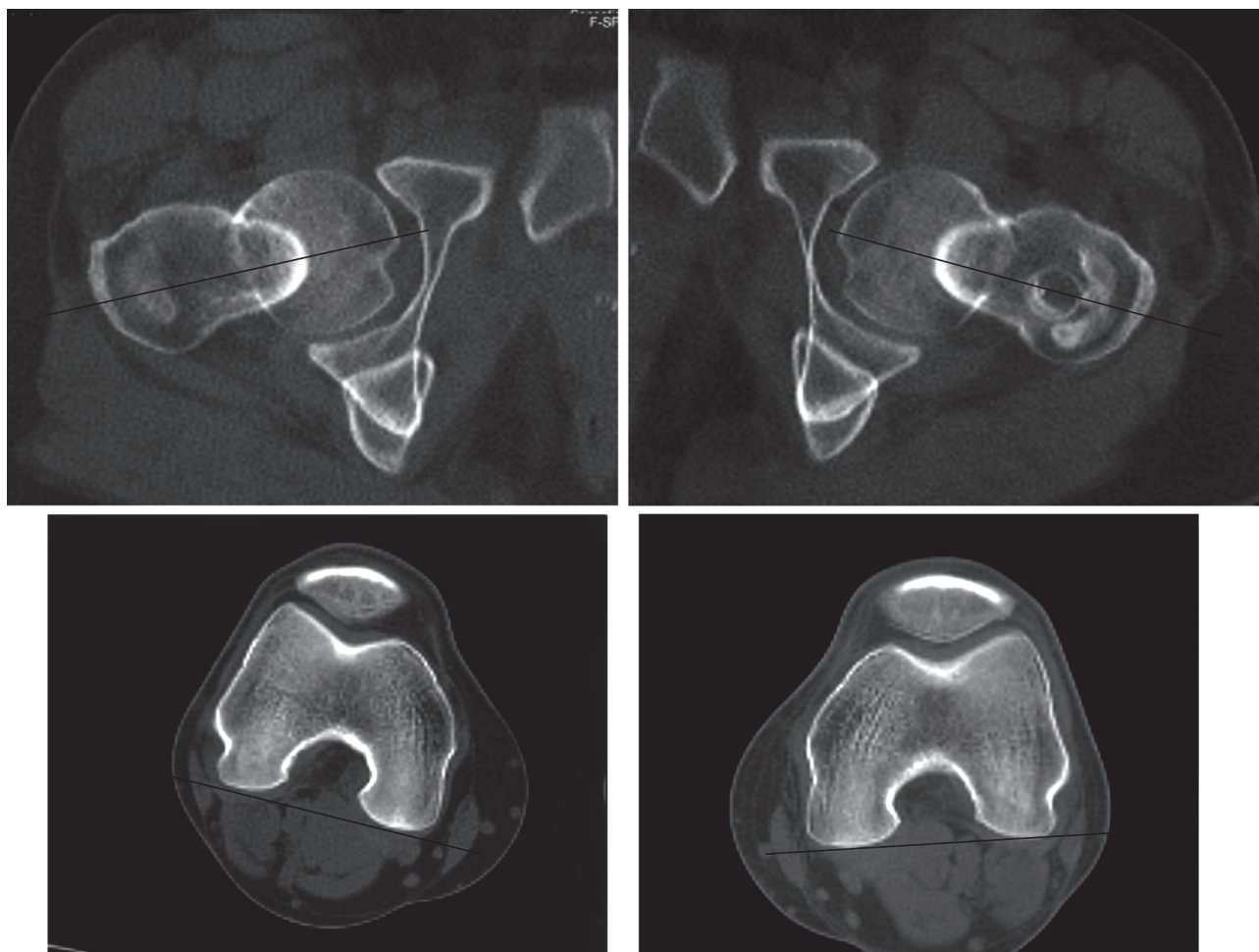


Fig. 3. Determinación de la AVF. El ángulo de AVF es el formado por el eje del cuello femoral y la tangente al dorso de ambos condilos femorales. El eje del cuello del femur resulta de la sumación de la imagen a través del centro de la cabeza femoral y la imagen a través de la base del cuello. En éste caso había malrotación de 16°.

ximal se encuentra también en rotación neutra. Tornetta (42) en 10 casos con rótula al cenit la malrotación media fue de 16° (4°-61°).

Otros métodos utilizan como referencia la imagen del Tm del lado fracturado o del lado sano. Jaarsma (45) una vez insertado el clavo y con el bloqueo proximal se mantiene el fragmento distal con la rótula al cenit y se rota el fragmento proximal hasta que la imagen del Tm sea intermedia, en un estudio experimental el error medio fue de 12° límite de 27°. Los métodos que utilizan como referencia la imagen del Tm del lado sano se basan en que la forma y tamaño del Tm es la misma en ambas caderas en cada individuo y la proyección de la imagen del Tm es diferente según el fémur se encuentre en rotación interna o externa. La fiabilidad de la imagen del Tm ha sido comprobada por Kim (44) en un estudio sobre 100 individuos toman de referencia la imagen del Tm de una cadera y la otra cadera es rotada hasta que ambas imágenes parezcan idénticas, en el 99% la diferencia de rotación estuvo dentro de 10°. En otro estudio similar de Jaarsma con

fémures humanos la malrotación media fue de 2°2', máxima de 4°(45).

En el método de Krettek (21) el perfil del Tm del lado sano, con la rótula al cenit, se almacena en el monitor y se lleva a cabo el enclavamiento y el bloqueo distal, entonces bajo radioscopia de la cadera fracturada, y rótula al cenit, se rota el fragmento proximal hasta que la imagen del Tm sea idéntica a la imagen guardada del lado sano, con éste método en 50 casos en cadáveres en el 98% la malrotación fue < de 15°. Deshmukh (11) guarda la imagen del Tm del lado fracturado, luego con radioscopia de la cadera sana, rota el pie hasta que la imagen del Tm sea idéntica a la imagen del Tm del lado fracturado y anota el grado de rotación del pie, entonces se vuelve a la cadera fracturada y rota el fragmento distal hasta que el pie esté en el mismo grado de rotación que tenía el pie de la extremidad sana y procede al enclavamiento. Con éste método la rotación media fue de 4°1' (0°-9°9')

La malrotación femoral se ha considerado un trastorno de escasa significación clínica (1), Braten sugiere que una diferencia de AVF entre ambas caderas < 10° sea considerada normal, de 10° a 14° posible deformidad rotacional y diferencias ≥ 15° deformidad rotacional verdadera (39). El grado de deformidad torsional clínicamente tolerable no está claro, el paciente se acomoda relativamente bien a moderados grados de malrotación, gracias a la amplitud de las rotaciones de la cadera, al caminar tiende a aproximar todo lo posible el ángulo de progresión del pie a la línea de avance del cuerpo, pero supone rotación funcional del cuello del femoral lo que se ha asociado a medio plazo con coxartrosis. Los pacientes capaces de compensar la malrotación y alcanzar el ángulo de progresión del pie similar al del pie contralateral tienen menos síntomas (37). Cuando existe malrotación interna el incremento de la AVF también se ha asociado a dolor de rodilla por inestabilidad de rótula con subluxación y bascula de rótula (46). La capacidad de compensación es variable para cada individuo dependiendo de diversos factores como el grado de malrotación, la amplitud de movilidad de las caderas y el grado de versión del cotilo (37,47). Por encima de 15° pueden aparecer síntomas en región lumbar, cadera o rodilla con fatigabilidad precoz con algunas actividades físicas, y por encima de 30° hay que esperar síntomas prácticamente en todos los casos. En nuestra serie el caso de mayor malrotación era de 33° en una paciente de 75 años con escasa deambulación lo que explicaría el no haber referido síntomas.

Conclusiones

Los defectos angulares son difíciles de corregir una vez realizado el fresado por lo que no debería iniciarse hasta que la puerta de entrada comprobada en radiografía ap y lateral es correcta y la punta de la guía está bien centrada en la metáfisis distal. La dismetría en fracturas complejas requiere la referencia del fémur sano contralateral y en las fracturas bilaterales utilizar un clavo de la misma longitud. El control del alineamiento rotacional requiere aplicar alguno de los métodos más fiables intraoperatorios para minimizar los defectos rotacionales a límites tolerables.

BIBLIOGRAFÍA

1. Kempf I, Grosse A, Beck G. Closed locked intramedullary nailing. Its application to comminuted fractures of the femur. *J Bone Joint Surg.* 1985; 67-A:709-719.
2. Johnson KD, Greenberg M. Comminuted femoral shaft fractures. *Orthop Clinics of North America* 1987; 18: 133-147.
3. Alho A, Stromsoe K, Ekeland A. Locked intramedullary nailing of femoral shaft fractures. *J Trauma* 1991; 31:49-59.
4. Wiss DA, Fleming CH, Matta JM, Clark D. Comminuted and rotationally unstable fractures of the femur treated with an interlocking nail. *Clin Orthop.* 1986; 212:35-47.
5. Braten M, Terjesen T, Rossvoll I. Femoral shaft fractures treated by intramedullary nailing. A follow-up study focusing on problems related to the method. *Injury* 1995; 26:379-383.
6. Brumback RJ. The Rationales of Interlocking Nailing of the Femur, Tibia and Humerus: An Overview. *Clin Orthop.* 1996; 324:292-320.
7. Bonneville P, Andrieu S, Bellumore Y, Challe JJ, Rongieres M, Mansat M: Troubles torsionnels et inégalités de longueurs après enclouage à foyer fermé pour fracture diaphysaire femorale et tibiale. *Rev Chir Orthop.* 1998; 84; 397-410.
8. Borel JC, Dujardin F, Thomine JM, Biga N. Enclouage verrouillé des fractures complexes de la diaphyse fémorale de l'adulte. A propos de 68 cas. *Rev Chir Orthop.* 1993; 79; 553-564.
9. Braten M, Terjesen T, Rossvoll I. Torsional deformity after intramedullary nailing of femoral shaft fractures. Measurement of anteversion angles in 110 patients. *J Bone and Joint Surg.* 1993; 75(B): 799-803.
10. Jaarsma RL. Rotational malalignment after fractures of the femur. *J Bone Joint Surg.* 2004; 86-B, 1100-1104. / *J Orthop Trauma* 2004; 18: 403-409.
11. Deshmukh RG, Lou KK, Neo K, Yew KS, Rozman JG. A technique to obtain correct rotational alignment during closed locked intramedullary nailing of the femur. *Injury.* 1998; 29: 207-210.
12. Krettek C, Miclau T, Grün O, Schandelmaier P, Tscherne H. Intraoperative control of axes, rotation and length in femoral and tibial fractures. Technical note. *Injury.* 1998; 29, Suppl. n°3: SC-29-39.
13. Gustilo RB, Anderson JT. Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty five open fractures of long bones: retrospective and prospective analyses. *J Bone and J Surg.* 1976; 58-A:453-458.
14. Winquist RA, Hansen ST. Comminuted fractures of the femoral shaft treated by intramedullary nailing. *Orthopedic Clinics of North America* 1980; 11:633-647.
15. Murphy SB, Simon SR, Kijewski PK, Wilkinson RH, Griscom NT. Femoral anteversion. *J. Bone Joint Surg* 1987; 69-A:1169-1176.
16. Ruwe PA, Gage JR, Ozonoff MB, Deluca PA. Clinical determination of femoral anteversion. *J Bone and Joint Surg.* 1992; 74-A:820-830.
17. Kuo TY, Skedros JG, Bloebaum RD. Measurement of femoral anteversion by biplane radiography and computed tomography imaging: comparison with an anatomic reference. *Investigative Radiology.* 2003; 38, 4: 221-229.
18. Hooper GJ, Lyon DW. Closed unlocked nailing for comminuted femoral fractures. *J Bone and J Surg.* 1988; 70-B: 619-621.
19. Howe TS. Double level fractures of the femur treated with closed intramedullary nailing. *Ann Acad Med Singapore.* 1988; 27: 188-91.
20. Browner BD. Pitfalls, Errors and Complications in the Use of Locking Küntscher Nails. *Clin Orthop.* 1986; 212:192-208.
21. Krettek C, Rudolf J, Schandelmaier P, Guy P, Könnemann B, Tscherne H. Unreamed intramedullary nailing of femoral shaft fractures: operative techniques and early clinical experience with the standard locking option. *Injury* 1996; 4:233-254.
22. Krettek Ch, Miclau T, Grün O, Schandelmaier P, Tscherne H. Intraoperative control of axes, rotation and length in femoral and tibial fractures. Technical note. *Injury* 1998; 29, Suppl. n°3: S-C29-S-C39.
23. Antonelli L. Closed intramedullary nailing of diaphyseal fractures of the femur: problems related to anatomical variations of the greater trochanter. *Italian J. Orthop. & traumatology.* 1989; 15 (1): 67-74.
24. Winquist RA, Hansen ST, Clawson DK. Closed intramedullary nailing of femoral fractures. *J Bone and J Surg.* 1984; 66-A:529-539.
25. Kempf I, Grosse A, Beck G. Closed locked intramedullary nailing. Its application to comminuted fractures of the femur. *J Bone and J Surg.* 1985; 67-A, 5: 709-719.
26. Harper MC, Carson WL. Curvature of the femur and the proximal entry point for an intramedullary rod. *Clin Orthop.* 1987; 220: 155-161.
27. Georgiadis GM, Olexa TM, Ebraheim NA. Entry sites for antegrade femoral nailing. *Clin Orthop.* 1996; 330:281-287.
28. Johnson KD, Tencer AF, Sherman MC. Biomechanical factors affecting fractures stability and femoral bursting in closed intramedullary nailing of femoral shaft fractures, with illustrative case presentations. *J Orthop trauma.* 1987; 1: 1-11.
29. Miller SD, Burkart B, Damson E, Shrive N, Bray RC. The effect of the entry hole for an intramedullary nail on the strength of the proximal femur. *J Bone and J Surg.* 1993; 75-B:202-206.
30. Dora C., Leunig M., Beck M., Rothenfluh D., Ganz R. Entry Point Soft Tissue Damage in Antegrade Femoral Nailing: A Cadaver Study. *Journal of Trauma* 2001; 15:488-493.
31. Kyle RF, Cabanela ME, Russell TA, Swiontkowski MF, Winquist RA, Zuckerman JD, Schmidt AH, Koval KJ. Fractures of the proximal part of the femur. *J Bone and J Surg.* 1994; 76-A: 924-947.

32. Christie J, Court-Brown C. Femoral neck fracture during closed medullary nailing: brief report. *J. Bone and J Surg.* 1988, 70-B:670.
33. Kale SP, Patil N, Pilankar S, Karkhanis AR, Bagaria V. Correct anatomical location of entry point for antegrade femoral nailing. *Injury* 2006, 37: 990-993.
34. Strecker W, Keppler P, Gebhard, Kinzl L. Length and torsion of the lower limb. *J. Bone Joint Surg.* 1997;79-B:1019-1023.
35. Tornetta P, Tiburzi D. Antegrade or retrograde reamed femoral nailing. *J Bone and J Surg.* 2000;82-A:652-654.
36. David JG, Stephen, Kreder HJ, Schemitsch EH, Conlan LB, Wild L, Mckee MD. Femoral intramedullary nailing: Comparison of fracture-table and manual traction. *J Bone and J Surg.* 2002, 84-A: 1514-1521.
37. Jaarsma RL, Ongkiehong BF, Grüneberg C, Verdonschot N, Duysens J, Kampen AV. Compensation for rotational malalignment after intramedullary nailing for femoral shaft fractures. An analysis by plantar pressure measurements during gait. *Injury* 2004, 35: 1270-1278.
38. Krettek C, Miclau T, Blauth M, Lindsey RW, Donow C, Tschern H. Recurrent rotational deformity of the femur after static locking of intramedullary nails: case reports. *J Bone and J Surgery.* 1997,79-B:4-8.
39. Braten M, Terjesen T, Rossvoll I. Femoral anteversion in normal adults. Ultrasound measurements in 50 men and 50 women. *Acta orthop Scand* 1992; 63 (1): 29-32.
40. Reikeras O, Hoiseth A, Reigstad A, Fønstelien E. Femoral neck angles. A specimen study with special regard to bilateral differences. *Acta Orthop Scand.* 1982;53:775-779.
41. Sojbjerg J, Eiskjaer S, Møller-Larsen F. Locked nailing of comminuted and unstable fractures of the femur. *J Bone and J Surg.* 1990; 72-B:23-25.
42. Tornetta P III, Ritz G, Kantor A. Femoral torsion after interlocked nailing of unstable femoral fractures. *J Trauma.* 1995;213-219.
43. Yang KH, Han DY, Janghng JS, Shin DE, Park JH. Prevention of malrotation deformity in femoral shaft fracture. *J Trauma.* 1998; 12:558-562.
44. Kim JJ, Kim E, Kim KY. Predicting the rotationally neutral state of the femur by comparing the shape of the contralateral lesser trochanter. *Orthopedics.* 2001; 24:1069-1070.
45. Jaarsma RL, Verdonschot N, Van der Venne R. Avoiding rotational malalignment after fractures of the femur by using the profile of the lesser trochanter: an in vitro study. *Arch Orthop Trauma Surg* 2005; 125:184-187.
46. Eckhoff DG, Montgomery WK, Kylcoyne RF, Stamm ER. Femoral morphometry and anterior knee pain. *Clin Orthop.* 302: 64-68.
47. Tönnis D, Heinecke A. Current concepts review. Acetabular and femoral anteversion: Relationship with osteoarthritis of the hip. *J Bone and J Surg.* 1999;81-A:1747-1770.