

Fracturas de la diáfisis del fémur en el niño Análisis estadístico mediante modelos multivariantes

M. A. MARTIN FERRERO (1) y M. M. SANCHEZ MARTIN (2)

RESUMEN

Se ha realizado un estudio prospectivo de 77 niños menores de 14 años, con fractura de la diáfisis femoral, revisados anualmente de forma clínica y radiográfica. El proceso de datos se ha llevado a cabo mediante análisis estadístico con modelos multivariantes. Hemos observado sobrecrecimiento femoral (SF) secundario a la fractura en todos los niños mayores de dos años, con un valor medio de 8'63 mm. (1-21), hallándose éste influenciado por: La edad (mayor SF en los pacientes entre 3 y 9 años), el desplazamiento inicial de los fragmentos (mayor SF en las fracturas severamente desplazadas), y el acabalgamiento de los fragmentos durante el periodo de consolidación (a mayor acabalgamiento, menor SF). El SF ocurre fundamentalmente durante el primer año de evolución de la fractura, y continúa en el 27 por 100 de los enfermos hasta los cinco años, momento a partir del cual se iguala el crecimiento de ambos fémures en todos los enfermos. La tibia del lado afecto ha sobrecrecido también en el 45 por 100 de los enfermos, con un valor medio de 0'65 mm. (1-5). Las angulaciones del foco de fractura tienden a corregirse totalmente durante el primer año de evolución, si son menores de 10 grados en el plano frontal y de 15 en el sagital, a partir de los valores fisiológicos. Las alteraciones rotatorias están influenciadas por el tratamiento realizado y el nivel de la fractura, existiendo una tendencia a la corrección con el crecimiento.

Descriptores: Fracturas de los niños, diáfisis del fémur, sobrecrecimiento, alteraciones angulares.

SUMMARY

A prospective study of femoral shaft fractures in children less than 14 years old has been practised in 71 patients annually revised clinically and radiographically. Processing of data has been carried out with multivariate models. Femoral overgrowth (SF) averaged 8'63 mm. (range 1-21), and was found to be influenced by: age (greater SF in children between 3 and 9 years); initial displacement of fracture-fragments (greater SF in fractures severely displaced), and overriding of the fragments at time of healing (overriding diminish overgrowth). SF was a universal phenomenon that occurs fundamentally along the first year of evolution, extending in the 27 per cent of the cases until the fifth year of evolution; from this moment, the growth speeds of both femurs were equalled in all cases. Ipsilateral tibial overgrowth occurs only in 45 per cent of the patients and average 0'65 mm. (1-5). Angulations in frontal and sagital planes tended to correct totally if they were under 10° on the first plane and 15° on the second, regarding physiological values. Malrotations were not very frequent, being influenced by treatment and level of fracture. It seems they have a tendency to correct with growth.

Key words: Children's fractures femoral shaft, overgrowth, angular deformities.

(1) Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Hospital Universitario. Valladolid.

(2) Catedrático de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Jefe de Servicio de C. Ortopédica y Traumatología. Hospital Universitario. Valladolid.

Las fracturas de la diáfisis femoral en el niño plantean problemas muy diferentes de las del adulto. La curación es más rápida y la pseudoartrosis prácticamente no existe, por lo que deben ser tratadas de la manera más simple, pero adaptada a las condiciones de un hueso en crecimiento para evitar las dismetrías de las extremidades inferiores y los callos viciosos residuales, que son las secuelas más frecuentes de este tipo de fracturas.

El hecho de que exista una remodelación ósea con el crecimiento ha llevado a los especialistas que tratan estas fracturas a tener a veces excesiva tolerancia en su manejo; a parte de esto, hay diversas cuestiones sin aclarar en cuanto al grado de angulaciones o de acabalgamiento que se espera pueda ser corregido y remodelado en cada caso en particular. Este estudio intenta aclarar diversas cuestiones a través de la exposición de nuestra experiencia con las fracturas de la diáfisis femoral infantil tratadas en el Hospital Clínico Universitario de Valladolid.

El tratamiento de esta fractura se realiza de las más diversas formas: la mayoría de los autores consultados (AITKEN (1), BARFOD (3), BLOUNT (5), GRIFFIN (14), MONTERO (21), REYNOLDS (24), RYAN (27), SHAPIRO (29), TACHDJIAN (31), TROGNON (32), VILJANTO (34), WEBER (36), se inclinan por el uso de algún tipo de tracción hasta la aparición del callo óseo, seguida de inmovilización en yeso pelvipédico hasta la consolidación definitiva de la fractura. Otros (ALLEN (2), DAMERON (8), IRANI (18), emplean la inmovilización enyesada desde el primer momento; por último, algunos autores (FESTGE (10), HIEMER (16), ROMER (26), VINZ (35), prefieren el tratamiento quirúrgico, sobre todo si el paciente es mayor de seis años de edad.

En la literatura de los últimos cincuenta años existen abundantes controversias en cuanto a la capacidad de corrección de las deformidades angulares en los planos frontal o sagital y la de las alteraciones rotatorias,

pues, mientras algunos autores, tales como BENUM (4), GREVILLE (13), REYNOLDS (24), WEBER (36) y YANO (38) observan que hay muy poca tendencia a la corrección con el crecimiento restante; otros (BARFOD (3), BROUWER (6), IRANI (18), LAER (19), NEER (22), NONNEMANN (23), han observado tendencia hacia la corrección de la mayoría de las deformidades.

Las dismetrías son frecuentes tras la fractura de la diáfisis del fémur en el niño. En 1921, TRUESDELL (33) manifestaba haber descubierto la existencia de sobrecrecimiento óseo después de estas fracturas, corroborando así el descubrimiento de OLLIER, en 1867, que fue el primer autor que habló de sobrecrecimiento óseo postraumático. BLOUNT (5), en 1944, consideraba que este hecho era debido a un incremento de la vascularización en el miembro fracturado, que hace que aumente la actividad en los cartílagos de crecimiento femorales. Algunos autores (HEDSTROM (15), YABSLEY (37), han confirmado el fenómeno del sobrecrecimiento óseo en cirugía experimental. En investigación clínica existen notables diferencias de opinión en cuanto a los diversos aspectos del sobrecrecimiento después de la fractura del fémur infantil, tales como cantidad, evolución temporal, factores que influyen en él, etc.

Todas estas diferencias de opinión y contradicciones nos motivaron en 1979 para iniciar un estudio prospectivo, con la intención de aclarar una serie de cuestiones, como son: 1) la cantidad de pacientes que presentan sobrecrecimiento, 2) el valor cuantitativo de éste, 3) los factores que influyen en él, 4) la evolución temporal que muestra, 5) la existencia de sobrecrecimiento en los huesos vecinos de la extremidad afecta, 6) si hay tendencia a la corrección de las deformidades angulares y rotatorias que quedan después del tratamiento y 7) si los métodos de tratamiento que hemos empleado son adecuados y sus resultados comparables con otros.

Material clínico

En el período entre 1960 y 1984 han sido tratados 121 niños con fractura de la diáfisis del fémur. Cuarenta y cuatro de ellos han tenido que ser eliminados del estudio por diversas razones, quedando en total 77 fracturas unilaterales de fémur, todos ellos completamente documentados para los propósitos de este estudio.

Setenta y un pacientes, con edades entre diez meses y trece años han sido tratados ortopédicamente y 6, entre cuatro y catorce años, lo han sido de forma quirúrgica.

El tiempo de evolución de los pacientes es de 1 a 15 años en el primer grupo y de 2 a 20 en el segundo. No obstante el 75 por 100 de los pacientes tratados ortopédicamente han sido estudiados de forma prospectiva, porque su fractura se ha producido después del comienzo del estudio (1979). Todos los pacientes han sido revisados anualmente desde el comienzo del estudio, excepto 8 que faltaron a alguna de sus revisiones después de varias citas telefónicas y 2 que se cambiaron de domicilio a otra ciudad.

Pacientes tratados ortopédicamente

Cuarenta y cuatro son varones y 27 hembras, con una proporción de 1'63:1.

La edad en el momento de la fractura ha sido clasificada para los estudios estadísticos en tres grupos: 1) menores de tres años, son 11 (15'5 por 100); 2) entre 3 y 9 años, son 46 (64'8 por 100) y 3) mayores de 9 años, son 14 pacientes (19'7 por 100).

El miembro fracturado ha sido el derecho en 30 casos y el izquierdo en 41, coincidiendo el lado de la fractura con el de la mano dominante en 32 (45 por 100).

La fractura se produjo por accidente de tráfico en 34 (47'9 por 100) pacientes (28 atropellados y 6 ocupantes de vehículo), por caída de altura en 11 (15'5 por 100), por caída a pie llano o accidente deportivo en 17 (23'9 por 100) y por traumatismo directo en 9 (12'7 por 100) pacientes.

En 27 (38 por 100) casos la fractura era transversal, en 17 (23'9 por 100) oblicua corta, en 15 (21'1 por 100) oblicua larga, en 9 (12'7 por 100) espiroidea, en 2 (2'9 por 100) casos comminuta y en 1 (1'4 por 100) «tallo verde».

La localización más común fue el tercio medio de la diáfisis con 54 (76 por 100), seguido del proximal con 11 (15'5 por 100) y, por último, el distal con 6 (8'5 por 100).

El grado de desplazamiento inicial de la fractura se ha clasificado atendiendo a la exploración física y radiográfica del momento en que el acci-

dente llega al Hospital en tres grados de severidad progresiva:

Desplazamiento inicial de Grado I (poco o no desplazamiento): Fracturas con desplazamiento lateral muy pequeño y angulaciones menores de 15° en ambos sentidos. Están incluidas en este grupo las fracturas en «tallo verde» y las subperiósticas.

Desplazamiento inicial de Grado II (desplazamiento moderado): Fracturas con desplazamiento lateral de la anchura del fémur, acabalgamiento hasta 3 centímetros, angulaciones hasta 25° en cualquier sentido y sin comminución en el foco de fractura.

Desplazamiento inicial de Grado III (desplazamiento severo): Son fracturas que presentan un gran desplazamiento de los fragmentos, acabalgamiento mayor de 3 centímetros, angulaciones mayores de 25° en cualquiera de los sentidos, se incluyen también en este grupo las fracturas abiertas y las comminutas.

La mayoría de las fracturas de nuestra serie se pueden incluir con facilidad en alguno de los grupos, aunque algunas de ellas no cumplen todos los parámetros de su grupo en particular; presentando, por ejemplo, un acabalgamiento de 5 cm. y unas angulaciones menores de 25°, en este caso se incluye en el grado superior (grado III). Cuando el estudio radiográfico de una fractura se encuentra entre dos grados, la causa que la ha producido es un hecho importante a tener en cuenta para incluirla en un grado superior o inferior, pues no se producen las mismas lesiones de partes blandas en un accidente de tráfico que en una caída a pie llano.

En nuestra serie ha habido 10 casos de grado I, 37 (52'1 por 100) de grado II, 23 (32'4 por 100) eran de grado III y en un caso no está recogido. Solamente existe un caso de fractura abierta.

El tratamiento seguido está basado en el uso de las tracciones, siendo la tracción 90-90, usada en 41 (57'8 por 100) pacientes, la que más comúnmente se ha utilizado (90 por 100 femoral y 10 tibial). La duración media de esta tracción ha sido de $21'27 \pm 3'62$ días. Le seguía en frecuencia la tracción en férula de Braun, utilizada en 14 (19'7 por 100) casos, con una duración media de $23'82 \pm 4'63$ días. La tracción de Bryant ha sido utilizada en 11 (15'5 por 100) pacientes, siempre menores de tres años, con una duración de $19'12 \pm 2'23$ días. Por último, en 5 (7 por 100) pacientes con fracturas poco desplazadas se ha colocado un yeso pelvipédico directamente, sin tracción previa.

En un número elevado de pacientes (29'7 por

100) se han presentado lesiones asociadas a la fractura del fémur, destacando por su frecuencia las lesiones craneales, otras fracturas y lesiones abdominales.

Métodos

Durante el período de hospitalización del enfermo se recogen en un protocolo todos los datos referentes al enfermo, al accidente, a la fractura y al tratamiento realizado. Después cada paciente era revisado anualmente, evaluando: 1) el estado subjetivo y la exploración física de la columna vertebral y las extremidades inferiores, y 2) estudio radiográfico completo de las extremidades inferiores, consistente en:

Una *telerradiografía* a una distancia tubo-placa de 1'82 m., en la que con poca radiación del enfermo podemos ver ambos fémures y tibias en la misma placa, lo cual nos permite, además de medir longitudes óseas, poder ver otros detalles de la diáfisis, como angulación, anchura del callo óseo, defectos de osificación, etc. Este método conserva una exactitud milimétrica para medir las diferencias de longitud entre pares de fémures y tibias de la misma placa (GREEN (11), STAHELI (30), cuando se observan las normas básicas técnicas de colocación de una regla milimetrada al lado del miembro afecto, practicar las radiografías siempre a la misma distancia, centrado en el mismo punto, etc.

Las angulaciones en el plano sagital se han valorado con una *radiografía lateral* del fémur afecto.

Para valorar la rotación que pudiera haberse producido en el foco de fractura hemos medido el ángulo de anteversión femoral según el *método de RIPPSTEIN* (25) (fig. 1). Mediante dos radiografías, una anteroposterior de pelvis en rotación neutra de las extremidades (nosotros hemos empleado la telerradiografía), y una axial del cuello del fémur con las caderas flexionadas 90° y separadas 20°, las rodillas flexionadas 90° y las piernas paralelas. Estas radiografías sirven para medir el ángulo cervicodifisario y el ángulo de la anteversión proyectado, respectivamente. Con estos datos en nuestro poder, se puede calcular el ángulo de anteversión real mediante unas tablas de conversión.

Los resultados han sido obtenidos comparando las medidas de longitud o angulaciones que presentaba el fémur afecto en cada revisión con los que mostraba al retirar el yeso pelvipédico (GRIFFIN (12).

Método estadístico

Nos han faltado algunos datos de las revisiones anuales condicionado fundamentalmente por la entrada escalonada de pacientes en el estudio y el que algunas fracturas hayan ocurrido antes de iniciarse éste. Existen también dos pacientes que abandonaron el estudio por mudarse a otra ciudad y ocho revisiones periódicas a las que no acudieron algunos pacientes.

Las maneras tradicionales de tratar con datos de tipo longitudinal asocian las técnicas univariantes y multivariantes, tales como univariantes

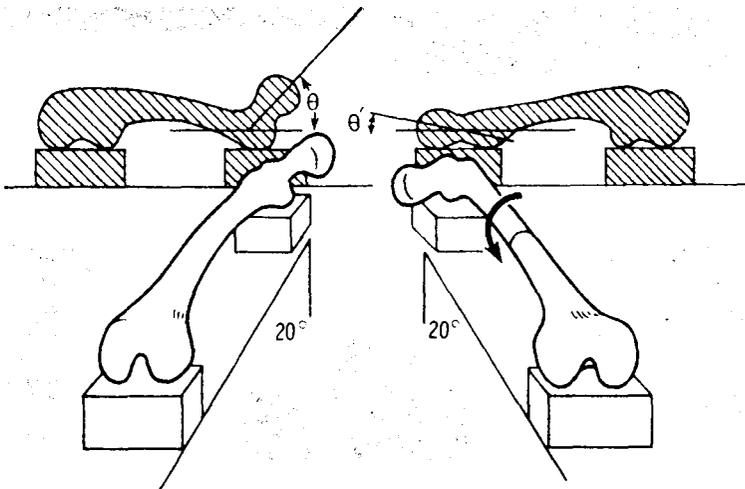


FIG. 1.— Demostración gráfica de la proyección femoral en la radiografía de la anteversión. θ representa el ángulo de anteversión proyectado del lado afecto, y θ' el del lado no afecto (tomada de YANO, S. y SAWADA, M. (1975). Zbl. Orthop., 113, 119-129).

separadas y análisis del punto final, modelos mixtos de análisis de varianza, perfil y análisis de la curva de crecimiento, como describieron BRYANT y GILLINGS (1985). Como el análisis multivariante requiere el que los datos estén completos, se han estimado los valores que faltan con modelos de regresión, siendo elevada la varianza de estas estimaciones.

Estos modelos nos permiten estudiar variables categóricas y numéricas simultáneamente, separando efectos y encontrando interacciones entre las variables, cuando existen.

Los estudios se han realizado utilizando el lenguaje y los procedimientos denominados SAS (Statistical Analysis System).

Resultados

La incidencia de la fractura de la diáfisis del fémur infantil en la población de Valladolid ha sido de 5.2 ± 0.9 fracturas por cada 100.000 habitantes al año, durante los últimos cinco años.

Los resultados a corto plazo han sido buenos, no existiendo ningún síndrome de compartimento (peor complicación del tratamiento) ni en los pacientes en que se ha utilizado la tracción al cénit. No han existido laxitudes de rodilla en los casos tratados con tracción 90-90 tibial (HUMBERGER (17) describió un caso). Por último, no ha ocurrido ninguna parálisis del n. ciático poplíteo externo, u otras complicaciones de las descritas en el tratamiento ortopédico de estas fracturas.

Todos los casos han tenido buena consolidación, no habiéndose observado ninguna pseudoartrosis. Han existido algunos casos de callos viciosos y dismetrías que comentaremos en los resultados a largo plazo. En un caso fue preciso realizar una osteoclasia por excesiva angulación anteroexterna, y en otro, se produjo una refractura por la misma causa. Las complicaciones inmediatas que han aparecido se reducen a dos casos de infección superficial de la aguja de tracción, un caso de migración distal y cuatro casos de úlceras de decúbito en el talón a causa de

los yesos. No hay ningún caso de rigidez articular secundaria a la inmovilización.

Se han estudiado estadísticamente los factores que influyen en la posición de la fractura durante el período de tracción, observándose los siguientes:

El *acabalgamiento* de la fractura, que en nuestra serie ha tenido un valor medio de 7.39 ± 7.24 mm. (máx. 33 mm. y mín. 6 mm. de distracción no deseada), está influenciado por la edad y el grado de desplazamiento inicial de la fractura. Cada año más de edad del paciente, el acabalgamiento es 0.75 mm. mayor ($p < 0.02$). Las fracturas con desplazamiento inicial moderado (grado II) tienen aproximadamente 4 mm. más de acabalgamiento que el resto ($p < 0.05$).

La *angulación en el plano sagital*, cuyo valor medio ha sido de 6.83 ± 9.89 grados (rec.: 28° anterior, 20° posterior), ha sido influenciado por el tipo de tracción utilizado. Los pacientes tratados con tracción transósea femoral, bien 90-90 o en férula de Braun presentan una angulación anterior 17° mayor ($p < 0.0002$) que el resto.

La *angulación en el plano frontal*, con un valor medio de 4.01 ± 8.49 grados (rec.: 24° externa, 20° interna), está influenciada por la edad del paciente. Los niños menores de tres años presentan una angulación externa 9° mayor ($p < 0.01$) que los mayores de esa edad. Resumen en la tabla 1.

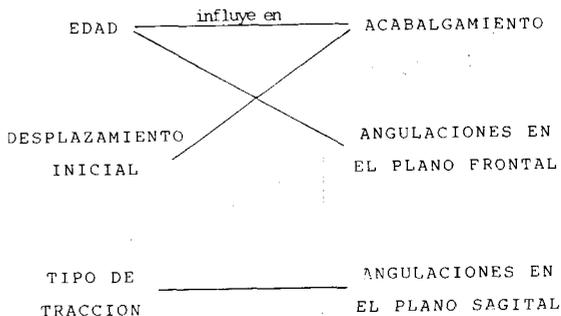


Tabla 1.- Factores que influyen en la posición de la fractura durante el período de tracción.

La fractura puede variar su posición dentro del yeso pelvipédico, pues, en cinco casos se ha observado un aumento del acabalgamiento por encima de los 2 mm. (destaca en ellos la edad elevada de los enfermos o el insuficiente tiempo de tracción). En 31 casos (43'6 por 100) la fractura se ha desplazado hacia adelante y en 8 (11'3 por 100) hacia atrás. En 27 casos (38 por 100) se ha desplazado hacia afuera y sólo en 7 (9'9 por 100) hacia adentro. La tendencia de la fractura dentro del yeso es, por tanto, a mantener el mismo acabalgamiento y a desplazarse hacia afuera (aumentando la angulación externa) y hacia adelante (aumentando la angulación anterior).

Resultados a largo plazo

Se han realizado en tres partes:

1. Estudio de la variación en longitud de las extremidades.
2. Evolución de las angulaciones en los planos frontal y sagital.
3. Estudio y evolución de las alteraciones rotatorias.

1. Variación en longitud de las extremidades

Sobrecrecimiento Femoral (SF).— Este fenómeno se ha observado en todos los pacientes mayores de dos años de edad en el momento de la fractura, excepto en dos de ellos, que sólo llevan un año de evolución. Por tanto, se le puede considerar como un fenómeno universal.

El valor medio del SF en los pacientes que llevan más de tres años de evolución (momento en el cual la mayoría de los autores consideran que ha concluido) ha sido de $8'63 \pm 4'98$ mm. (máx.: 21, mín.: 1), con gran variación individual (tabla 2).

El SF aparece a lo largo del primer año de evolución de la fractura; continúa, aunque en mucha menor cantidad, durante el segundo año en la mayoría de los casos, y después de este momento, nos encontramos con tres tipos diferentes de comportamiento en cuanto al crecimiento femoral se refiere: a) el 27 por 100 de los pacientes *continúan con sobrecrecimiento* del fémur fracturado hasta el quinto año de evolución, b) en el 35 por 100 las velocidades de crecimiento de *ambos fémures se igualan* y c) en el 38 por 100 restante la velocidad de crecimiento del

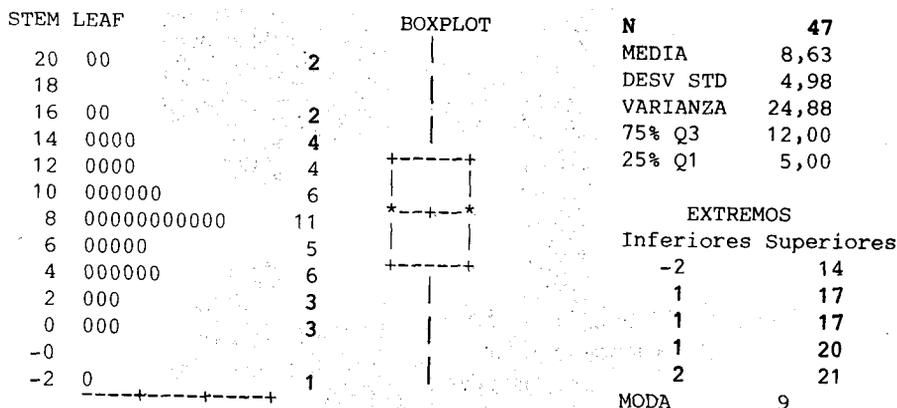


Tabla 2.— Distribución del sobrecrecimiento femoral en los pacientes con más de tres años de evolución. Los casos en los que no existe sobrecrecimiento son de pacientes menores de dos años de edad.

fémur afecto disminuye con respecto a la del sano. No ha habido variaciones mayores de 4 mm. después del segundo año, excepto en un caso de sobrecrecimiento, que fue de 7 mm. Después del quinto año de evolución, las velocidades de crecimiento de ambos fémures eran iguales en todos los pacientes. Aunque se ha llevado a cabo investigación al respecto, no hemos encontrado ningún factor que influya en estos tipos diferentes de comportamiento.

Dada la gran variación individual del SF, hemos estudiado en un modelo multivariante las variables relacionadas con la persona, el accidente, la fractura, el tratamiento, y la posición de los fragmentos durante la consolidación (angulaciones y acabalgamiento) que podrían estar influyendo en esta variación tan elevada. Se ha observado lo siguiente:

- La *edad* del paciente en el momento de la fractura ha influido en el SF de una manera constante en los pacientes de todas las revisiones. Los niños entre 3 y 9 años en el momento de la fractura han presentado un SF de $5'05 \pm 1'36$ mm. más que el resto ($p < 0'0006$).

- El *grado de desplazamiento inicial* de la fractura es otro factor con influencia clara. Su influencia se ha observado sobre todo en el grupo de pacientes con más de tres años de evolución. Las fracturas severamente desplazadas (grado III) en un principio, han tenido un SF $3'97 \pm 1'45$ mm. mayor que el resto ($p < 0'02$).

- El *acabalgamiento* de los fragmentos durante la consolidación también ha influido en el SF de la mayoría de los pacientes. El coeficiente de influencia en los pacientes que llevan más de tres años de evolución es de $-0'17 \pm 0'07$ ($p < 0'02$), lo que significa que el incremento del acabalgamiento en 1 mm. supone la disminución del SF posterior en 0'17 mm.

- Las *angulaciones* de los fragmentos du-

rante la consolidación han influido negativamente en el SF de algunos pacientes, pero al estar en el límite de la significación estadística no las hemos tomado en consideración.

Otros factores, tales como el sexo, el lado, el tipo de accidente, etc., no han mostrado ninguna influencia estadística.

La diferencia de longitud entre ambos fémures ha sido estudiada mediante un modelo multivariante de la misma manera que el SF, y hemos encontrado que estaba influenciada por los mismos factores.

Por tanto, si el sobrecrecimiento femoral y la diferencia de longitud entre ambos fémures están influenciados por los mismos factores, nosotros podremos ajustar el acabalgamiento de los fragmentos al sobrecrecimiento esperado según estos factores de influencia para que la diferencia de longitud entre los fémures al final sea lo más próxima a 0. La tabla 3 muestra los valores de sobrecrecimiento femoral esperados según la edad y el grado de desplazamiento inicial; estos valores han sido ya corregidos con respecto al coeficiente de influencia del acabalgamiento ($-0'17$). Si se usan los valores de dicha tabla, la diferencia de longitud final entre los fémures sería menor de 5 mm. en el 80 por 100, alcanzando 11'7 mm. la máxima disimetría. La tabla ha sido ajustada, naturalmente, por los valores de nuestra serie, reduciéndose la varianza de la diferencia de longitud final en un 40 por 100.

Diferencia de longitud entre las tibias.- El sobrecrecimiento tibial lo hemos encontrado solamente en el 45 por 100 de los pacientes, siendo su valor medio de $0'65 \pm 2'79$ mm., también existe gran variación individual.

El modelo estadístico construido para ver si existían factores que influyeran en el sobrecrecimiento tibial no ha sido demasiado significativo, y el único factor de influencia encontrado ha sido grosor del callo de la fractura femoral, habiendo más sobrecreci-

miento tibial en los casos de callos más gruesos.

Diferencia total de longitud entre las extremidades.—La disimetría existente en los 47 pacientes que llevan más de tres años de evolución varía entre 14 mm. de exceso de longitud en el miembro afecto y 32 mm. de acortamiento. El 44'6 por 100 de los pacientes tenían entre 0 y 5 mm. de disimetría en valor absoluto. El 38'3 por 100 tienen el miembro afecto más largo entre 5 y 14 mm., y el 17'1 por 100 lo tienen más corto entre 5 y 32 mm.

En los pacientes tratados quirúrgicamente se ha observado un SF mayor que en los de tratamiento ortopédico, cuando la edad era menor de 9 años. Se ha observado mayor SF en los casos tratados con placa atornillada. Pero dado el escaso número de enfermos no se puede sacar más que una conclusión, y es, que de los seis casos hay tres con una disimetría superior a 15 mm.

2. Evolución de las angulaciones en los planos frontal y sagital

El porcentaje de corrección de la angulación total ha sido del 60 por 100 en el plano

sagital y del 70 por 100 en el frontal ($p < 0'0001$). La mejoría ha ocurrido fundamentalmente durante el primer año de evolución. Algunos casos han mejorado después del tercer año, pero nunca más de 2 ó 3 grados.

Todas las angulaciones que excedían de 15° en el plano sagital y de 10° en el frontal, partiendo de los valores fisiológicos, no han alcanzado la corrección total y permanecen callos viciosos de diversa importancia (tab. 4).

Las angulaciones se han incrementado en 17 casos durante los primeros meses de evolución, después de retirado el yeso pelvi-pédico. Es importante tener en cuenta este hecho en los casos extremos, ya que hay una tendencia hacia la angulación anterior e interna en estos casos comentados.

3. Estudio y evolución de las alteraciones rotatorias

BENUM (4), BROUWER (6) y YANO (38) decían que entre los ángulos de anteversión (AV) de pares de fémures normales pueden existir diferencias de hasta 10-15°. Considerando estas aseveraciones, nosotros hemos tomado como alteraciones rotatorias verda-

EDAD	DESPLAZAMIENTO INICIAL	SOBRECRECIMIENTO
		ESPERADO
MENORES de 3 años	GRADO I o II	4 mm.
	GRADO III	8 mm.
ENTRE 3 y 9 años	GRADO I o II	9 mm.
	GRADO III	13 mm.
MAYORES de 9 años	GRADO I o II	4 mm.
	GRADO III	8 mm.

Tabla 3.— Valores del sobrecrecimiento femoral que se espera según la edad en el momento de la fractura y el desplazamiento inicial de ésta. Estos valores han sido corregidos por el coeficiente de influencia del acabalgamiento (-0'17).

deras aquellas en las que la diferencia excede de 15°; como casos sospechosos de alteración rotatoria, los que la diferencia está entre 10 y 15°, y las diferencias por debajo de 10° sólo se las ha dado un valor orientativo.

De los 57 pacientes de nuestra serie que tienen medidas de los ángulos AV existe un 82'5 por 100 con diferencia entre los ángulos AV de ambos fémures menores de 10°, en el 14 por 100 están entre 10 y 15°, y el 3'5 por 100 tienen diferencias superiores a 15°, siendo 28° de decalaje rotatorio interno la máxima alteración.

La rotación externa del fragmento distal es la más común de las alteraciones, apareciendo en 7 de los 10 casos con diferencias mayores de 10°.

El modelo estadístico construido para descubrir los factores de influencia en las alteraciones rotatorias no ha sido significativo, por lo que los valores estadísticos no han sido contrastados.

Con la tracción 90-90 han existido más alteraciones rotatorias que con las otras tracciones (8 de las 10). Las alteraciones rotatorias son también más frecuentes en las fracturas del tercio proximal de la diáfisis (4 de las 10), no encontrándose otros factores de influencia.

Parece que existe una tendencia a la corrección de estas deformidades con el crecimiento restante, ya que la medida de los valores absolutos de la diferencia de los ángulos AV descendiendo con los años de evolución, siendo 6'83° en el primer año de evolución y 3'33° en el quinto año.

Complicaciones a largo plazo

Comentaremos en este apartado las complicaciones observadas en el total de los pacientes que llevan más de tres años de evolución (53), tratados ortopédicamente o quirúrgicamente.

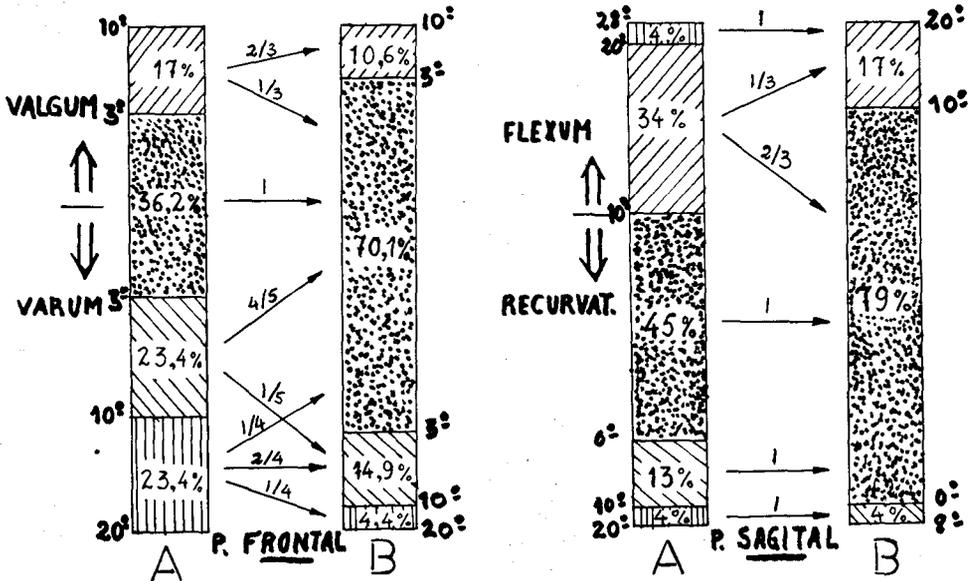


Tabla 4.- Comportamiento de las angulaciones en los 47 pacientes con más de tres años de evolución. A: angulaciones al retirar el yeso pelvipédico. B: angulaciones en los pacientes con más de tres años de evolución.

Se han observado 7 disimetrías de cuantía igual o superior a 15 mm., que es la que se considera que puede tener repercusión clínica. Cuatro se deben a acortamiento del fémur afecto y se han producido en los enfermos de la serie tratada ortopédicamente, y tres, por alargamiento, en la serie quirúrgica.

Se han contabilizado tres casos de callo vicioso en flexum y uno en recuatum en el plano sagital, junto con 4 de varum y dos de valgum, en el frontal.

También se han visto dos casos de alteración rotatoria verdadera, los dos por rotación interna del fragmento distal (fig. 2).

Las complicaciones se han presentado sobre todo en los pacientes de más edad, salvo en los casos de disimetrías secundarias al tratamiento quirúrgico y los callos viciosos en el plano frontal.

En cuatro pacientes hemos encontrado defectos quísticos en el foco de fractura, que han persistido durante tres años en un caso,

dos años en dos, y el último sólo lleva un año de evolución. Estos quistes han ocurrido durante el período de consolidación, ya que las radiografías del momento de la fractura no revelaban ninguna alteración (fig. 3).

Comentaremos, por último, el caso de un paciente de trece años de edad, con una fractura del tercio medio del fémur muy desplazada, que fue tratado con tracción transcondílea en férula de Braun, consolidando la fractura perfectamente. A los tres años de evolución, el paciente se quejaba de molestias en la rodilla del miembro afecto, que no había tenido antes. El estudio radiográfico mostró un puente de epifisiodesis entre la tuberosidad tibial anterior y la metafisis. Pensamos lógicamente que se trata de una lesión de grado V de Salter y Harris en el cartilago de crecimiento de la tuberosidad tibial anterior, que se produjo por contusión directa en el momento del accidente y que se ha manifestado clínicamente a los tres años de evolución (fig. 4).

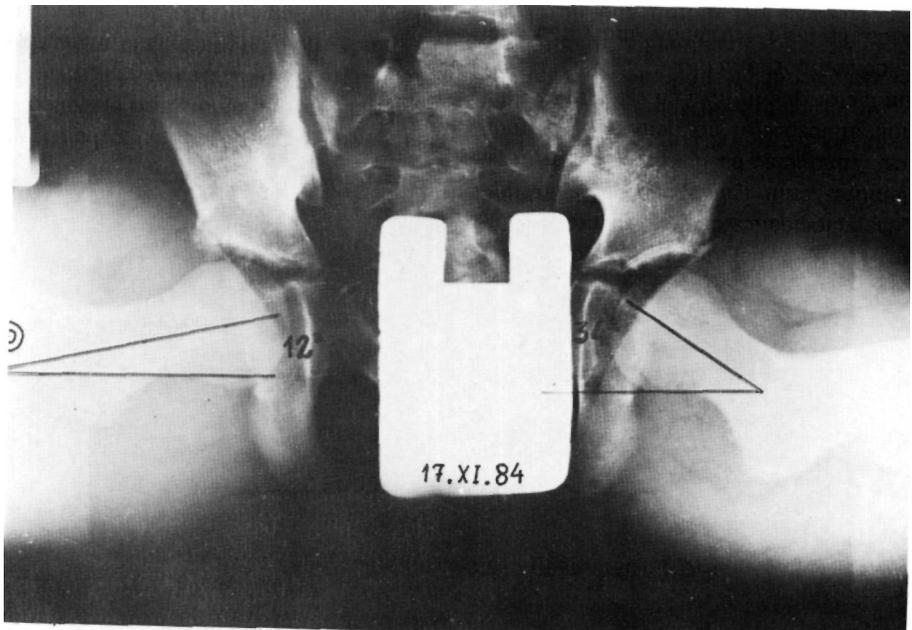


FIG. 2.— Aumento del ángulo de anteversión proyectado del fémur izquierdo por decaje rotatorio interno del fragmento distal en el momento de la fractura.

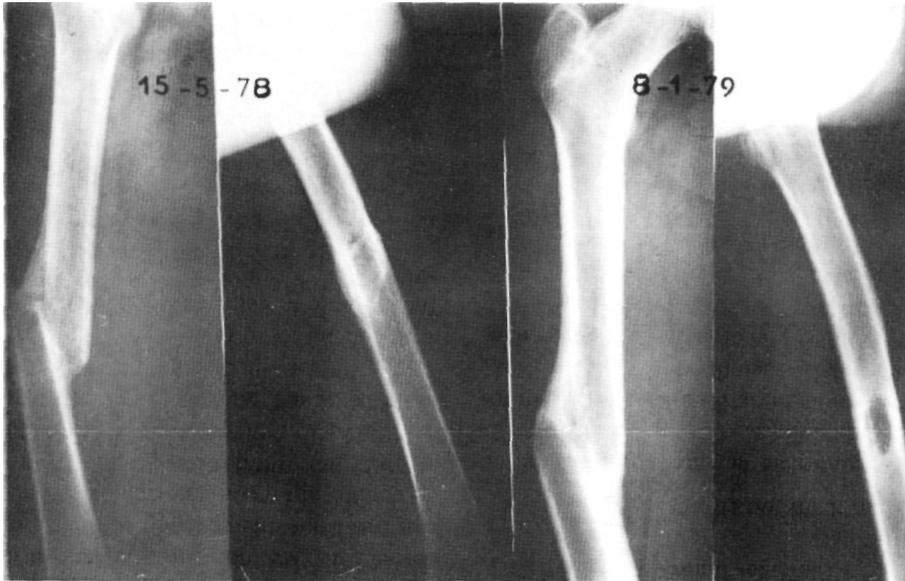


FIG. 3.- Fractura transversal en un paciente de 11 años de edad, tratado con tracción seguida de yeso pelvipédico. A la izquierda: situación al retirar el yeso. A la derecha: ocho meses después se observa un defecto quístico entre los extremos de los fragmentos, que ha persistido durante un año más.



FIG. 4.- Epifisiodesis entre la tuberosidad tibial anterior y la metafisis tibial proximal, con oblicuidad del platillo tibial.

Discusión

Los pacientes estudiados por nosotros en esta serie se corresponden bastante bien en cuanto a edad, tipo de fractura, causas que la han producido, etc. con los de otras grandes series publicadas (AITKEN (1), BARFOD y CHRISTENSEN (3), BLOUNT y SCHAEFER (5), DAMERON y THOMPSON (8), EDVARSEN y SYVERSEN (9), GRIFFIN y cols. (14), HUMBERGER y EYRING (17), IRANI y cols. (18), MEALS (20), MONTERO (21), REYNOLDS (24), RYAN (27), SHAPIRO (29), STAHELI (30), VILJANTO (34), WEBER (36), lo que significa que el estudio se ha realizado en una población que puede ser representativa del comportamiento general. La fractura de fémur es, por tanto, más frecuente en los niños que en las niñas, se localiza sobre todo en el tercio medio de la diáfisis, el trazo oblicuo es el más observado, casi la mitad de los casos se deben a accidente de tráfico, y ocurre más entre los dos y los seis años de edad. Estos pacientes, completamente documentados, han sido estudiados prospectivamente, basados en criterios radiográficos, y no clínicos, de dudosa fiabilidad (EDVARSEN (9), GREIFF (12). Además, el proceso de datos ha sido realizado mediante análisis estadístico.

Coincidimos con la mayoría de los autores en que el sobrecrecimiento femoral es un fenómeno universal después de la fractura de la diáfisis del fémur, cuando ésta ocurre en niños de más de dos años. La cantidad de sobrecrecimiento que nosotros hemos observado es próxima a los valores que aportan autores que han estudiado prospectivamente series de fracturas de larga evolución, tales como SHAPIRO (29).

BARFOD (3), GREVILLE (13), GRIFFIN (14) y STAHELI (30) mantienen que el sobrecrecimiento femoral es mayor cuando la fractura ocurre entre los cuatro y los ocho años de edad. HUMBERGER (17), REYNOLDS (24), SHAPIRO (29) y VILJANTO (34), sin embargo, piensan que la edad no influye en el

sobrecrecimiento. Nosotros, después de separar los efectos de otras variables, hemos observado que el sobrecrecimiento es notablemente mayor cuando la fractura ocurre entre los tres y los nueve años de edad.

Otro factor que se discute su influencia es el grado de desplazamiento inicial de la fractura. Solamente SHAPIRO (29), y VILJANTO (34) hablan de que influye en el sobrecrecimiento femoral, pensando de forma opuesta el resto de los autores. Nosotros hemos observado que las fracturas severamente desplazadas (grado III) inicialmente muestran un sobrecrecimiento mayor que el resto.

BARFOD (3), MONTERO (21) y REYNOLDS (24) observaron que el acabalgamiento de los fragmentos durante el período de consolidación influye positivamente en el sobrecrecimiento posterior (cuanto más acabalgamiento, mayor sobrecrecimiento). En nuestra serie, sin embargo, se observa un coeficiente negativo (-0'17) entre el acabalgamiento y el sobrecrecimiento posterior, después de separar los efectos de otras variables.

Otros factores, también investigados porque algunos autores hablan de su influencia, tales como sexo, tipo de fractura, localización, lado, etc., no han demostrado su influencia al aislarlos.

Por tanto, consideramos la edad del paciente y el grado de desplazamiento inicial de su fractura, se puede predecir el sobrecrecimiento femoral que va a haber posteriormente, con bastante precisión, usando los valores de la tabla 3. Si se ajusta el acabalgamiento todo lo que sea posible a estos valores esperados, obtendremos como resultado el que en el 80 por 100 de los pacientes la diferencia final de longitud entre los fémures será menor de 5 mm. en el 17 por 100 entre 5 y 8 mm. y en el restante 3 por 100 entre 8 y 11'7 mm., que es el máximo que puede existir.

La impresión general de la literatura consultada es que el sobrecrecimiento femo-

ral se produce durante los primeros dieciocho meses de evolución. Sin embargo, HENDSTROM (15), en un estudio prospectivo sobre fracturas del húmero en la infancia, encontró sobrecrecimiento hasta los tres años de evolución, relacionando la duración del sobrecrecimiento con el desplazamiento inicial de la fractura. REYNOLDS (24) y SHAPIRO (29), en estudios prospectivos sobre la fractura de la diáfisis del fémur en la infancia, han encontrado sobrecrecimiento en algunos pacientes después de los tres años; el primero hasta los cinco años y, el segundo, hasta el final del crecimiento en el 9 por 100 de los enfermos. En nuestra serie hemos observado que el sobrecrecimiento ocurre fundamentalmente durante el primer año de evolución, continúa durante el segundo año en casi todos los enfermos, aunque en mucha menor cantidad, y solamente en el 27 por 100 de los enfermos sigue existiendo sobrecrecimiento hasta el quinto año de evolución. Después de los cinco años las velocidades de crecimiento de ambos fémures estaban igualadas en todos los casos. No hemos encontrado ningún factor relacionado con el tiempo que se prolonga el sobrecrecimiento.

No hemos encontrado una explicación clara para los casos (38 por 100) en los que, a partir del segundo año y durante dos o tres, se produce una disminución de la velocidad de crecimiento del fémur afecto con respecto al sano. Tampoco hemos observado el cierre prematuro del cartílago de crecimiento en el fémur afecto, con lo que coincidimos con VILJANTO (34).

Pensamos que el sobrecrecimiento se produce durante el primer año de evolución por una hiperhemia que hace que aumente la actividad en los cartílagos de crecimiento del hueso fracturado; pero después, hemos observado en un modelo estadístico que existe un factor compensador, de tal forma que, la dismetría que existe en un determinado momento influye en el sobrecrecimiento que tiene la fractura durante el año

siguiente, en un intento de igualar la longitud de las extremidades, aunque en muchas ocasiones no lo consiga. Este factor podría estar desencadenado por el desequilibrio durante la marcha y el apoyo en bipedestación.

Hemos encontrado sobrecrecimiento tibial secundario a la fractura de fémur en menor número de pacientes de los que comentan GREVILLE (13) o SHAPIRO (29), siendo muy parecido el valor de éste.

El porcentaje de corrección de las angulaciones en los planos frontal o sagital es similar al observado por VILJANTO (34). Pero queremos insistir en el hecho de que las angulaciones pueden aumentar durante los primeros meses después de retirar el pelvopédico, y que casi todos los casos en los que las angulaciones excedían los 15° en el plano sagital o de 10° en el frontal, persisten callos viciosos de mayor o menor cuantía.

El número de alteraciones rotatorias que hemos encontrado es similar al de BENUM (4) y YANO (38), y bastante por debajo del que aporta BROUWER (6), como media de los valores publicados por los diferentes autores que él ha revisado. La rotación interna del fragmento distal es la que más comúnmente hemos encontrado. A la vista de nuestros resultados, coincidimos con BROUWER (6) y LAER (19) cuando afirman que las alteraciones rotatorias tienden a corregirse con el crecimiento.

Selección del tratamiento

Es interesante insistir en la posición de la fractura durante el tiempo de tracción, ya que no ha sido discutido por ningún autor. La tendencia de ésta es hacia un mayor acabalgamiento en los niños de más edad y en las fracturas moderadamente desplazadas (grado II), mientras que el mayor sobrecrecimiento femoral ha ocurrido en los pacientes entre 3 y 9 años de edad y en las fracturas muy desplazadas (grado III). Esto ha causado en nuestra serie un cierto desequilibrio

entre el acabalgamiento y el sobrecrecimiento posterior. En cuanto a angulaciones, la inserción demasiado proximal de la aguja de tracción trascondílea ha provocado un flexum exagerado de los fragmentos en algunos casos.

Las fracturas de la diáfisis del fémur en los niños, como hemos visto, presentan ciertas tendencias durante el período de tracción y algunas veces su posición no es fácilmente controlable, persistiendo algunos casos de disimetrías y de callos viciosos después de varios años de evolución. Además, las tracciones tienen el gran inconveniente de necesitar un largo período de hospitalización.

ALLEN (2), DAMERON (8) e IRANI (18) han publicado series de pacientes tratados con inmovilización en diversos tipos de yeso pelvipédico sin tracción previa. Los resultados a los que han llegado, según los autores, son comparables a los obtenidos con las

tracciones, y el período de hospitalización se ha reducido considerablemente. Por tanto, pensamos que éste es un método a tener en cuenta en el tratamiento de estas fracturas.

Nuestro propósito es comenzar el tratamiento de las fracturas de la diáfisis femoral de los niños con yeso pelvipédico sin tracción previa, eligiendo el método de IRANI (18) porque lo consideramos útil y poco complicado. Dejaremos un acabalgamiento de acuerdo con los valores esperados de sobrecrecimiento que se expone en la tabla 3. Como los valores de sobrecrecimiento femoral esperados en los niños más jóvenes (menores de tres años) y en los mayores, con fracturas poco o moderadamente desplazadas (grados I y II) es realmente pequeño (4 mm.), recomendamos que en estos casos se coloque la fractura durante la consolidación en reducción anatómica (sin acabalgamiento), manteniéndola con un yeso pelvipédico tipo IRANI

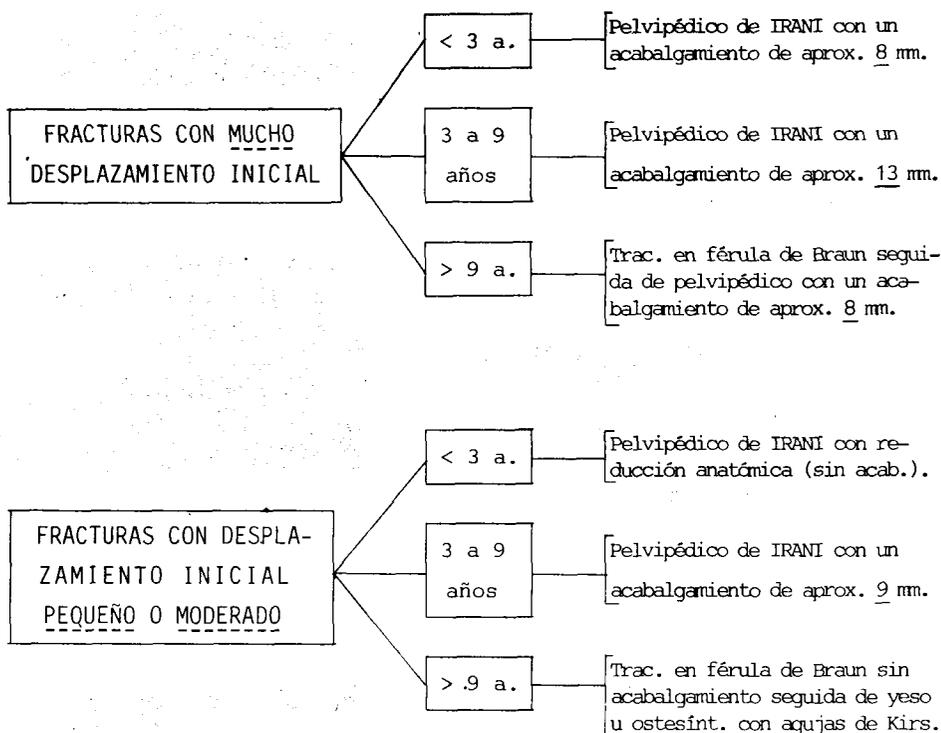


Tabla.- Pautas de tratamiento seleccionadas.

en los más pequeños y con un haz de agujas intramedulares en los mayores, ya que en éstos es más difícil controlar la fractura con yeso solamente sin haber tenido una tracción previa. La tracción la recomendamos en los pacientes mayores de nueve años con fracturas muy desplazadas (grado III), en los que se espera un sobrecrecimiento de 8 mm., por lo que es conveniente dejar un acabalgamiento similar, y en esta posición es muy difícil mantener la fractura dentro de un yeso pelvi-pédico, si no ha existido una tracción previa. La tracción que mejores resultados ha dado en los más mayores ha sido la transcondílea en férula de Braun (tabla 5).

BIBLIOGRAFIA

1. AITKEN, A. P.; BLACKETT, C. V. y CINCOTTI, J. J. (1939): Overgrowth of the femoral shaft following fractures in childhood. *J. Bone Joint Surg.*, 21, 334-338.
2. ALLEN, B. L.; KANT, A. P. y EMERY, F. E. (1977): Displaced fractures of the femoral diaphysis in children. *J. Trauma.*, 17, 8-19.
3. BARFOD, B. y CHRISTENSEN, J. (1958): Fractures of the femoral shaft in children with special reference to subsequent overgrowth. *Acta Clin. Scand.*, 116, 235-250.
4. BENUM, P.; ERTRESVAG, K. y HOISETH, K. (1979): Torsion deformities after traction treatment of femoral fractures in children. *Acta Orthop. Scand.*, 50, 87-91.
5. BLOUNT, W. P.; SCHAEFER, A. A. y FOX, G. W. (1944): Fractures of the femur in children. *South Med. J.*, 37, 481-493.
6. BROUWER, K. J. (1981): Torsional deformities after fractures of the femoral shaft in childhood. *Acta Orthop. Scand.*, Sup. 195, Vol. 52.
7. BRYANT, E. y GILLINGS, D. (1985): Statistical analysis of longitudinal repeated measure designs, in SEN, P. K. (Ed.): *Biostatistics. Statistics in Biomedical, Public Health and Environmental Sciences.* Elsevier Science Publishers BV (North-Holland).
8. DAMERON, T. B. y THOMPSON, H. A. (1959): Femoral-shaft fractures in children. *J. Bone Joint Surg.*, 41 A, 1.201-1.212.
9. EDVARSEN, P. y SYVERSEN, S. M. (1976): Overgrowth of the femur after fracture of the shaft in childhood. *J. Bone Joint Surg.*, 58B, 339-342.
10. FESTGE, A.; TISCHER, W. y REDING, R. (1975): Operative und konservative behandlung kindlicher Oberschenkelfrakturen. *Zbl. Chir.*, 100, 473-480.
11. GREEN, W. T. y WIAT, G. M. (1946): Orthoroentgenography as a method of measuring of bones of the lower extremities. *J. Bone Joint Surg.*, 28, 60-65.
12. GREIFF, J. y BERGMANN, F. (1980): Growth disturbance following fracture of the tibia in children. *Acta Orthop. Scand.*, 51, 315-320.
13. GREVILLE, N. E. e IVINS, J. C. (1957): Fractures of the femur in children: an analysis of their effect on the subsequent length of both bones of the lower limb. *Am. J. Surg.*, 93, 376-384.
14. GRIFFIN, P. P.; ANDERSON, M. y GREEN, W. T. (1972): Fractures of the shaft of the femur in children. *Orthop. Clin. Northam.*, 3, 213-223.
15. HEDSTROM, O. (1969): Growth stimulation of long bones after fracture or similar trauma. *Acta Orthop. Scand.*, Sup. 122, Vol. 40.
16. HIEMER, W.; GERSTNER, C. H.; HOPF, G.; ALEKSIC, D.; JASCHKE, W. (1980): Die operative behandlung der Oberschenkelchaftfraktur im Kindesalter durch mardnagelung nach künftlicher. *Zbl. Chir.*, 105, 1.503-1.507.
17. HUMBERGER, F. W. y EYRING, E. J. (1969): Proximal tibial 90-90 traction in treatment of children with femoral-shaft fractures. *J. Bone Joint Surg.*, 51A, 499-504.
18. IRANI, R. N.; NICHOLSON, J. T. y CHUNG, S. M. K. (1976): Long-term results in the treatment of femoral-shaft fractures in young children by immediate spica immobilization. *J. Bone Joint Surg.*, 58A, 945-951.
19. LAER, L. V. y HERZOG, B. (1978): Beinlängendifferenzen und rotationsfemler nach Oberschenkelchaftfrakturen im Kindesalter. Therapeutische beeinflussung und spontane korrektur. *Hel. Chir. Acta*, 45, 17-21.
20. MEALS, R. A. (1979): Overgrowth of the femur following fractures in children: Influence of handedness. *J. Bone Joint Surg.*, 61A, 381-384.
21. MONTERO, M. (1982): Dismetrias postfracturarias de la diáfisis del fémur en niños. *Rev. Esp. Cir. Osteoar.*, 17, 349-374.
22. NEER, C. F. y CADMAN, E. F. (1957): Treatment of fractures of the femoral shaft in children. *J.A.M.A.*, 163, 634-637.
23. NONNEMANN, H. C. (1969): Grenzen der spontankorrektur fehlgeilter frakturen bei jugendlichen. *Langenbecks Arch. Klin. Chir.*, 324, 78-86.
24. REYNOLDS, D. A. (1981): Growth changes in fractured long-bones. *J. Bone Joint Surg.*, 63B, 83-88.

25. RIPPSTEIN, I. (1955): Zur bestimmung der antetorsion des schenkelhalses mittels weier rontgenaufnahmen. *Zbl. Orthop.*, 86, 345-360.
26. ROMER, K. H. y REPPIN, G. (1973): Zur marknagelung kindlicher Oberschenkelfrakturen. *Zbl. Chir.*, 98, 170-171.
27. RYAN, J. R. (1981): 90-90 skeletal femoral traction for femoral-shaft fractures in children. *J. Trauma.*, 21, 46-48.
28. SERINGE, R. y LANCE, D. (1983): Fractures de la diaphyse fémorale chez l'enfant. *En cycl. Med. Chir. Appareil Locomoteur.* 14.078 B¹⁰. Paris.
29. SHAPIRO, F. (1981): Fractures of the femoral shaft in children. *Acta Orthop. Scand.*, 52, 649-655.
30. STAHALI, L. T. (1967): Femoral and tibial growth following femoral shaft fracture in childhood. *Clin. Orthop.*, 55, 159-163.
31. TACHDJIAN, M. O. (1972): Fracturas de la diáfisis femoral, in TACHDJIAN, M. O. (ed.): *Ortopédica pediátrica*. Interamericana. España, pp. 1.666-1.690.
32. TROGNON, B.; MASSY, E. y BOUCHEZ, Y. (1970): Les fractures de la diaphyse fémorale chez l'enfant. Resultats du traitement. *Ann. Chir.*, 24, 895-901.
33. TRUESDELL, E. D. (1921): Inequality of the lower extremities following fractures of the shaft of the femur in children. *Ann. Surg.*, 74, 498-500.
34. VILJANTO, J.; KIVILUOTO, H. y PAANANEM, M. (1975): Remodeling after femoral shaft fracture in children. *Acta Chir. Scand.*, 141, 360-365.
35. VINZ, H. (1972): Die marknagelung kindlicher Oberschenkelchaftfrakturen. *Zbl. Chir.*, 97, 90-95.
36. WEBER, B. G. (1969): Fractures of the femoral shaft in childhood. *Injury*, 1, 65-68.
37. YABSLEY, R. H. y HARRIS, W. R. (1965): The effect of shaft fractures and periosteal stripping on the vascular supply to epiphyseal plates. *J. Bone Joint Surg.*, 47A, 551-566.
38. YANO, S. y SAWADA, M. (1975): Rotationsfehler nach kindlichen femurschaftfrakturen. *Zbl. Orthop.*, 113, 119-129.