

Comparación de tres técnicas para la reparación de la fractura de la espina tibial anterior: modelo experimental en piezas anatómicas de terneros

Dr. Jorge Eduardo Páez García*, Dr. Fernando Medina*, Dr. Carlos Duque**

* Residente de IV año de ortopedia y traumatología, Universidad Nacional de Colombia.

** Ortopedista y traumatólogo, subespecialista en cirugía de rodilla. Instructor de posgrado, Universidad Nacional de Colombia.

Correspondencia:
cedj20032003@yahoo.com.mx

Fecha de recepción: diciembre 15 de 2007

Fecha de aprobación: octubre 10 de 2008

Resumen

La fractura de la espina tibial anterior genera controversia respecto a su tratamiento y rehabilitación. Se diseñó un estudio experimental en piezas anatómicas de terneros. Se simuló una fractura de la espina tibial anterior grado III y se comparó la resistencia de la reducción obtenida mediante tres técnicas de fijación: la osteosíntesis con uno o dos tornillos de esponjosa y la técnica de *pull out*. Posterior a la reparación, se sometieron las piezas a 10 000 ciclos en una máquina simuladora de movimiento continuo y luego se les aplicó una tracción de 20 Kg. Se midió la calidad de la reducción después de cada procedimiento. Se encontró que la técnica de *pull out* permite una reducción tan firme y estable como la de la osteosíntesis con dos tornillos de esponjosa; la colocación de un solo tornillo genera una reducción satisfactoria en el posoperatorio inmediato, pero su estabilidad y resistencia no son tan buenas como las de las otras técnicas.

Palabras clave: fracturas de la tibia, fijación interna de fracturas, biomecánica, animales.

Abstract

The fracture of anterior tibial spine generates controversy with respect to its treatment and rehabilitation. We designed an experimental study in anatomical pieces of calves. We simulated a type III fracture of the anterior tibial spine and compared the resistance of the reduction obtained by means of three techniques of fixation: the screw fixation with one or two screws and the pull out technique. After the repair, the pieces were put under 10 000 cycles in a continuous movement simulator machine and a traction of 20 Kg was applied to them. The quality of the reduction obtained with each procedure was measured. We found that the pull out technique allows a so firm and stable reduction as the screw fixation with two screws. The use of a single screw produces a satisfactory reduction in the immediate postoperative period, but its stability and resistance is not very good.

Key words: Tibial fractures, fracture fixation, internal, biomechanics, animals.

Introducción

Las fracturas de la espina tibial en los adultos son poco frecuentes en contraste con los niños o adolescentes (1). En los primeros, se observa este tipo de fractura en traumas de gran energía, especialmente en fracturas de platillos tibiales Schatzker 4, 5 y 6 (1, 2). Después de una fractura de la espina tibial, sobre todo cuando se asocia a traumas de gran energía, mantener la estabilidad de la rodilla es fundamental ya que esta fractura se acompaña frecuentemente de inestabilidad no solo por la fractura en sí sino por las lesiones del ligamento cruzado anterior y de los ligamentos colaterales (1).

El mecanismo de acción de las fracturas de la espina tibial son lesiones rotacionales con algún tipo de carga angular (3). Esto puede ocurrir en niños, por traumas en bicicleta y otras lesiones deportivas, mientras que en los adultos estos traumas suelen tener su origen en accidentes de tránsito que se acompañan de lesiones óseas mayores y de daño de otras estructuras ligamentarias (1, 3, 4).

Este tipo de lesión es rara en niños y muy rara en adultos; en los primeros, se habla de una incidencia de 3 por 100 000

niños al año, según el reporte de Skad (2). En niños, la lesión se asocia más a alteraciones de la espina y del hueso subcondral, con rara lesión del ligamento cruzado anterior. En adultos, la lesión se asocia hasta en un 70% con lesión del ligamento cruzado anterior y en un 58% con lesiones de los ligamentos colaterales (4).

Aunque en el estudio de las fracturas se tiene presente este tipo de lesión, su conocimiento no es muy fuerte por su rara ocurrencia; son pocas las series que comparan de una forma aceptable y con un seguimiento adecuado los tipos de fractura y sus tratamientos.

En 1959, Meyers y McKeever, en un intento de clasificar las fracturas para aportar elementos en la toma de decisiones para su manejo, propusieron tres tipos de fracturas de la espina tibial basados en el grado de desplazamiento de la misma (figura 1):

Fracturas tipo I: se evidencia únicamente la lesión del borde anterior de la espina, quedando íntegro y pediculado el borde posterior.

Fracturas tipo II: la lesión compromete la mitad o los dos tercios de la base de la espina tibial levantándola de la tibia, pero aún permanece adherida por una pequeña porción posterior.

Fracturas tipo III: tiene dos subgrupos. En el tipo III A, se evidencia la separación completa de la espina tibial que está totalmente elevada y separada. En el tipo III B, la eminencia se encuentra separada y rotada.

Posteriormente, el doctor Zaricnyl incluyó un cuarto tipo de fractura en el que la espina se encontraba conminuta (5).

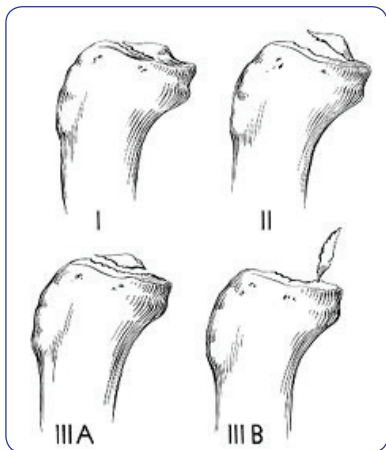


Figura 1. Clasificación de las fracturas de la espina tibial (1).

El éxito en el tratamiento de las fracturas de la espina tibial se logra, en la mayoría de los casos, con manejo cerrado. Cuando el desplazamiento es importante y se encuentran otras lesiones asociadas debe hacerse cirugía. Meyers y McKeever recomiendan realizar una artrotomía con reducción abierta en todas las fracturas desplazadas, colocando un yeso con 20 grados de flexión, ya que tuvieron complicaciones con la hiperextensión. Otros autores como Gronkvist, han reportado inestabilidad en pacientes con fractura de la espina tibial por lo que recomiendan llevar a cabo una reducción abierta con fijación en todas las fracturas desplazadas, sobre todo en pacientes mayores de 10 años, ya que a medida que aumenta la edad también aumenta la demanda del complejo espina-ligamento cruzado (1, 3, 6, 7).

A pesar de que la reducción sea anatómica, la lesión persé produce una elongación patológica del ligamento cruzado llevando a una ligera inestabilidad, por lo que algunos autores recomiendan avellanar la zona y la espina para ayudar a tensar el ligamento alargado (5).

En la literatura, hay trabajos que reportan un aumento en la inestabilidad o una inestabilidad residual posterior al tratamiento de las fracturas de la espina tibial grado III de forma cerrada y ortopédica (2, 5, 8).

Es importante conocer la anatomía de la zona para tomar decisiones en el manejo, ya que existe controversia al respecto de hacer cirugía abierta o artroscópica. El ligamento cruzado anterior se inserta en el borde anterior de la espina tibial y en la región anterior a la misma con extensión al cuerno anterior del menisco medial. Las diferencias en el desarrollo y estructura del tejido óseo entre niños y adultos hace que en los primeros sean más frecuentes las lesiones óseas mientras que en los segundos lo sean las lesiones ligamentarias.

Además de un excelente examen físico, para descartar lesiones asociadas son útiles las imágenes diagnósticas; como primera medida, los rayos X permiten ver el desplazamiento de la fractura, aunque en niños pueden dar falsas imágenes o subestimar la fractura por la falta de osificación (1, 3, 4, 6). En la literatura, los autores que han utilizado imágenes de resonancia magnética, la recomiendan en pacientes adultos para valorar las lesiones asociadas más que la propia fractura de la espina tibial (9).

En cuanto al manejo de las fracturas no desplazadas tipo I y II, la evidencia disponible actualmente menciona que el tratamiento debe ser cerrado, aunque algunos trabajos muestran la colocación de un tornillo intrafoco en fracturas tipo II con una adecuada recuperación y pobre morbilidad a largo plazo (10). El tratamiento cerrado también es controversial: algunos autores prefieren una inmovilización en estricta hiperextensión mientras que otros la realizan en flexión máxima de hasta 20

grados. Realmente no existe evidencia suficiente para preferir o rechazar uno u otro método.

Ya en los tipos III, aunque algunas series muestran resultados buenos con el tratamiento cerrado, el consenso actual recomienda el manejo quirúrgico, ya sea de forma abierta o artroscópica, mediante fijación con tornillos o mediante la técnica de *pull out* (1, 2, 4, 6, 7, 8). Actualmente no existe un consenso acerca de la técnica más adecuada para cada caso.

Cuando se decide realizar la reducción de forma abierta, se hace un abordaje parapatelar medial ligeramente distal a la patela realizando una artrotomía medial y retirando de forma cuidadosa y pobremente generosa la grasa que impide visualizar la fractura. Una vez identificada y entendida la personalidad de la misma, se procede a realizar una reducción directa mediante extensión de la rodilla. Si se realiza una fijación con la técnica de *pull out*, se utiliza sutura 1-0 no absorbible (3, 7, 11), colocando 4 lazadas muy cerca de la base del fragmento para hacer un efecto de tensión en la misma dirección de la fuerza que se aplique, para lograr una adecuada reducción anatómica de la fractura. Una vez colocados, se pasan los hilos con una guía distal en la tibia y se traccionan, luego se anudan firmemente comprobando la reducción y el desplazamiento de la fractura mediante flexión y extensión pasivas. Otra alternativa consiste en realizar una fijación directa de los pequeños fragmentos con tornillos colocados de forma oblicua, de medial a lateral, evitando el daño de la fisis en pacientes jóvenes. También se pueden realizar estos procedimientos de forma artroscópica y esta es la tendencia actual (11). Ambos métodos de tratamiento han sido exitosos en las series publicadas, pero se cuenta con pocos estudios que los comparen y muestren evidencia acerca de sus complicaciones.

Se ha reportado en la literatura lesión fisaria tipo epifisiodisis anterior en pacientes tratados con tornillos y avulsión del ligamento cruzado anterior (12). Asimismo, entre las complicaciones de la reducción abierta se encuentran la pseudoartrosis, la inestabilidad secundaria y las lesiones meniscales (1, 5, 8, 13).

Con este trabajo se pretende comparar tres técnicas de reparación de la fractura de la espina tibial anterior en piezas anatómicas animales.

Materiales y métodos

Se trata de un estudio experimental en piezas anatómicas animales en el que se comparan tres técnicas quirúrgicas para la reparación de la fractura grado III de la espina tibial anterior: osteosíntesis con un tornillo, osteosíntesis con dos tornillos y *pull out* con sutura no absorbible.

Los criterios de inclusión de las piezas anatómicas fueron: rodillas de terneros entre 3 y 4 meses de edad, raza Holstein, sin presencia de lesiones óseas y con integridad de los ligamentos cruzados anterior y posterior. Las longitudes establecidas para

los segmentos óseos fueron de 15 cm tanto en la tibia proximal como en el fémur distal. Se excluyeron del estudio las piezas con malformaciones anatómicas y/o fracturas de la espina tibial anterior.

Se incluyeron en el estudio 21 piezas anatómicas que se distribuyeron de manera aleatoria en tres grupos según la técnica quirúrgica, cada grupo con 7 especímenes. El grupo A fue tratado con osteosíntesis utilizando dos tornillos de esponjosa de 4.0 con 30 y 35 mm de longitud respectivamente. El grupo B fue manejado con osteosíntesis con un tornillo de esponjosa de 4.0 y una longitud de 35 mm. En el grupo C se realizó la técnica de *pull out* con una sutura no absorbible Ethibond® número 5 pasada en doble. Cabe anotar que para estandarizar las técnicas quirúrgicas utilizadas, los investigadores se entrenaron realizando cada una de ellas en dos piezas anatómicas previo al desarrollo del estudio.

Se registraron la edad y el sexo de las piezas anatómicas así como la presencia de lesiones antiguas en la rodilla y el estado de la espina tibial anterior y del ligamento cruzado anterior. Asimismo, se tomaron radiografías en diferentes tiempos y en ellas se determinó la calidad de la reducción mediante la medición de la longitud de la interfase entre la tibia y la espina tibial anterior. Estas mediciones se realizaron en el posoperatorio inmediato, después de someter las piezas a 10 000 ciclos de movimiento continuo y luego de soportar una tracción de 20 Kg.

Procedimiento

Una vez seleccionadas y asignadas a los grupos, se preparan las piezas anatómicas retirando el tendón patelar, la cápsula articular y otros tejidos, hasta obtener una pieza limpia manteniendo íntegros tanto los meniscos y su fijación a la tibia como los ligamentos cruzados. Posteriormente, para simular una fractura grado III de la espina tibial anterior, se realiza una osteotomía en la base de la misma, igual para todas las piezas, dejando con esta el LCA (figura 2).

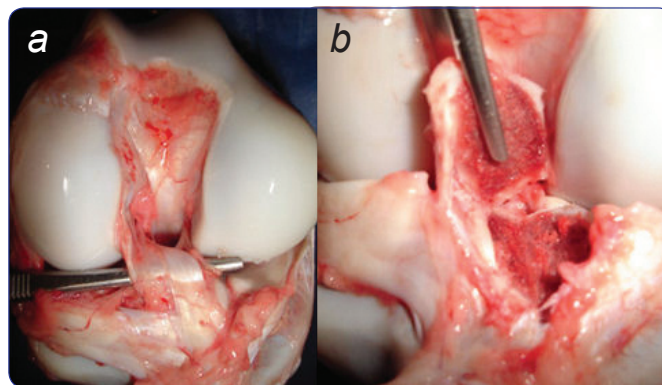


Figura 2 a, b. Osteotomía de la base de la espina tibial anterior simulando una fractura grado III.

Paso seguido, se repara la lesión en cada pieza con la técnica correspondiente según el grupo al que pertenece y, en el posoperatorio, se toman radiografías AP y lateral. Las figuras 3 y 4 muestran el resultado posoperatorio de las diferentes técnicas utilizadas.

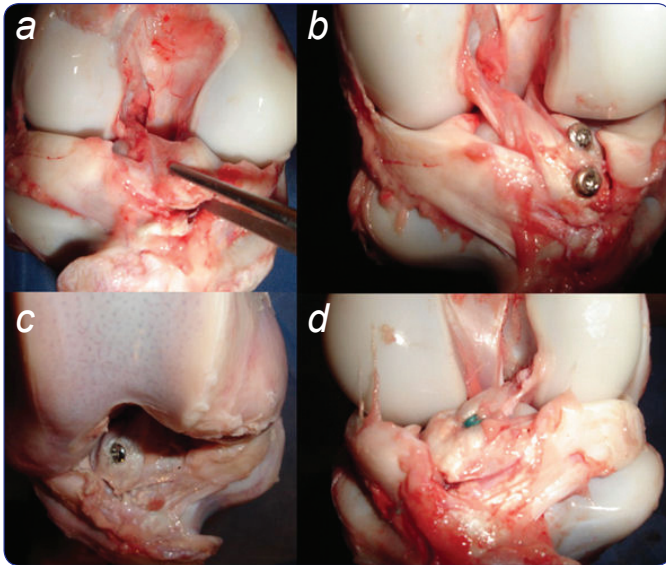


Figura 3. Fotografías posoperatorias de las tres técnicas realizadas. a) Fractura grado III de la espina tibial anterior. b) Osteosíntesis con dos tornillos. c) Osteosíntesis con un tornillo. d) Pull out con sutura no absorbible.

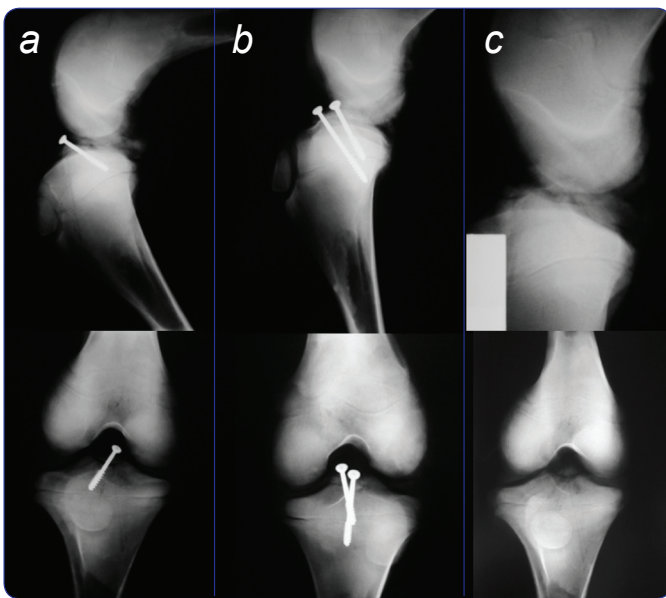


Figura 4. Radiografías (lateral y AP) posoperatorias de las tres técnicas realizadas. a) Osteosíntesis con un tornillo. b) Osteosíntesis con dos tornillos. c) Pull out con sutura no absorbible.

Para la evaluación de la calidad de la reducción, se mide en las radiografías la interfase entre la tibia y la espina tibial con una reglilla mediante observación asistida por una lupa estándar, logrando una precisión de 0,5 mm.

Para someter las piezas a la carga cíclica, deben primero adaptarse a la máquina simuladora de movimiento continuo JAP 1. Para ello, se procede a abrir un orificio que atraviesa las dos corticales tanto en la zona proximal como distal de las piezas (figura 5). Una vez adaptadas las piezas, se inician los 10 000 ciclos estipulados a una velocidad de 152 ciclos por minuto. Como solo es posible realizar un procedimiento a la vez, se van intercalando las piezas de los grupos mientras las demás son almacenadas en un refrigerador comercial a 12 grados centígrados.

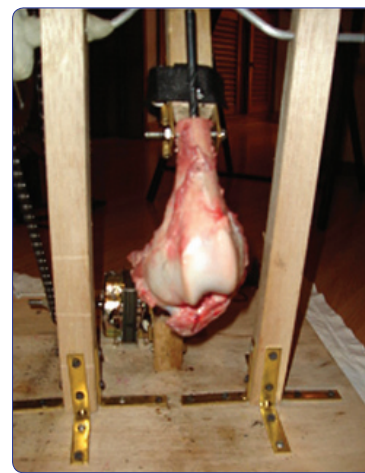
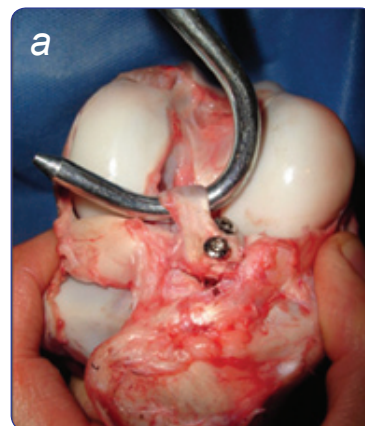


Figura 5. Pieza anatómica adaptada a la máquina simuladora de movimiento continuo.

Inmediatamente después de recibir la carga cíclica, se toman nuevamente radiografías y se mide el estado de la reducción. Luego, se somete la espina tibial anterior a una carga de 20 Kg mediante tracción sobre el ligamento cruzado anterior durante 30 segundos (figura 6). En ese momento, se toman nuevamente las radiografías para medir la interfase entre la espina y la tibia.



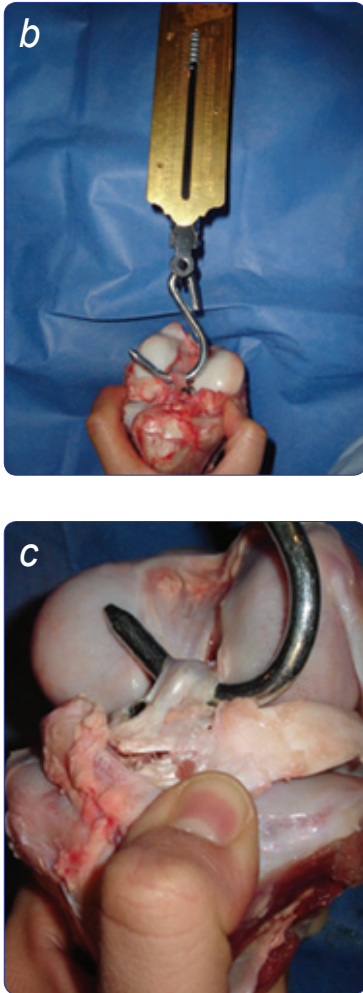


Figura 6 a, b, c. Carga de 20 Kg sobre la espina tibial anterior mediante tracción sobre el ligamento cruzado anterior.

Las mediciones obtenidas se compararon con la prueba t de Student utilizando el programa estadístico Stata 5.0.

Resultados

Al realizar la reparación de la fractura de la espina tibial anterior se lograron reducciones muy satisfactorias; se encontraron reducciones anatómicas a la valoración macroscópica, independientemente de la técnica quirúrgica empleada.

Después de la reparación, las rodillas fueron sometidas a 10 000 ciclos en la máquina simuladora de movimiento continuo. Al valorar el estado de la reducción, se encontró que en las piezas tratadas mediante osteosíntesis con dos tornillos (grupo A) y *pull out* con sutura no absorbible (grupo C) la reducción permaneció igual a la obtenida en el posoperatorio inmediato mientras que en las piezas fijadas con un tornillo (grupo B) se perdió la reducción de una manera notoria (tabla 1). Al someter

la osteosíntesis de la espina tibial a una tracción de 20 Kg, se observó un incremento en el desplazamiento en este último grupo sin que se viera cambio alguno en la reducción en los otros dos grupos.

Tabla 1. Medias del desplazamiento de la espina tibial anterior en los tres tiempos de evaluación según el grupo.

Desplazamiento (mm)	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Posoperatorio inmediato	0	0	0
Después de la carga cíclica	0	2,7	0
Después de la tracción	0	3,5	0

Al comparar las medias de desplazamiento de cada grupo en cada uno de los tiempos no se encontraron diferencias estadísticamente significativas al interior de los grupos A y C. Sin embargo, el grupo B presentó diferencias estadísticamente significativas entre la reducción obtenida en el posoperatorio inmediato y el desplazamiento de la espina tibial anterior respecto al macizo de la tibia después del movimiento cíclico y de la tracción. Se encontró una diferencia con un intervalo de confianza del 95% de 1,899 a 2,815 mm ($p < 0,0001$) entre el posoperatorio inmediato y el desplazamiento posterior a los ciclos. Esta diferencia se incrementó aún más después de la tracción con 20 Kg de peso, con intervalo de confianza del 95% de 2,026 a 3,832 mm ($p < 0,0001$).

Discusión

A pesar de ser poco común, se considera necesario conocer y familiarizarse con el manejo de la fractura de la espina tibial anterior. Como aún no existe un consenso suficiente para definir la técnica de elección para su tratamiento, se propuso con este trabajo la comparación de tres técnicas quirúrgicas conocidas en un modelo anatómico animal.

Se encontró que la técnica de *pull out* permite una reducción tan firme y estable como la de la osteosíntesis con dos tornillos de esponjosa; la colocación de un solo tornillo genera una reducción satisfactoria en el posoperatorio inmediato, pero su estabilidad y resistencia no son tan buenas como las de las otras técnicas.

Lo anterior lleva a pensar que rehabilitar un paciente al que se le realizó una reparación de una fractura de espina tibial grado III mediante un solo tornillo tiene que ser más conservadora y llevarse a cabo con mayor precaución, ya que la resistencia mecánica de la osteosíntesis no es la mejor y puede llegar a fallar.

Así, se deduce que esta técnica requiere una mejor inmovilización y un seguimiento más intenso de los pacientes.

Como no se hallaron diferencias entre la técnica de *pull out* y la osteosíntesis con doble tornillo, se puede concluir que ambas son seguras y pueden utilizarse indistintamente en cuanto a seguridad de rehabilitación. En este caso habría que considerarse otras disquisiciones como el costo del material, la edad del paciente, la familiaridad del cirujano con la técnica, su experiencia y, por supuesto, la posibilidad de realizar el procedimiento por vía artroscópica.

Por último, se considera conveniente ampliar este estudio comparativo con investigaciones in vivo para evaluar otros factores determinantes en la elección de una u otra técnica quirúrgica.

Referencias bibliográficas

1. Meyers MH, McKeever FM. Fracture of the intercondylar eminence of the tibia. *J Bone Joint Surg Am* 1970; 52A: 1677-84.
2. Canale ST. Fractures and dislocations. En Canale ST, Beaty JH, editores. *Operative pediatric orthopaedics*. 2 ed. St. Louis: Mosby Year Book; 1995. p. 947-8.
3. Janarv PM, Westblad P, Johansson C, Hirsch G. Long-term follow-up of anterior tibial spine fractures in children. *J Pediatr Orthop* 1995; 15: 63-8.
4. Reynders P, Reynders K, Broos P. Pediatric and adolescent tibial eminence fractures: arthroscopic cannulated screw fixation. *J Trauma* 2002; 53: 49-54.
5. Kocher MS, Mandiga R, Klingele K, Bley L, Micheli LJ. Anterior cruciate ligament injury versus tibial spine fracture in the skeletally immature knee. *J Pediatr Orthop* 2004; 24: 185-8.
6. McLennan JG. Lessons learned after second-look arthroscopy in type III fractures of the tibial spine. *Clin Orthop* 1995; 15: 59-62.
7. Oostvogel HJM, Klasen HJ, Reddingius RE. Fractures of the intercondylar eminence in children and adults. *Arch Orthop Trauma Surg* 1988; 107: 202-47.
8. Toye LR, Cummings DP, Armendariz G. Adult tibial intercondylar eminence fracture: evaluation with MR imaging. *Skeletal Radiol* 2002; 31: 46-8.
9. Bergstrom R, Gillquist J, Lysholm J, Hamberg P. Arthroscopy of the knee in children. *J Pediatr Orthop* 1984; 4: 542-5.
10. Willis RB, Blokker C, Stoll TM, Paterson DC, Galpin RD. Long-term follow-up of anterior tibial eminence fractures. *J Pediatr Orthop* 1993; 13: 361-4.
11. Mulhall KJ, Dowdall J, Grannell M, McCabe JP. Tibial spine fractures. An analysis of outcome in surgically treated type III injuries. *Injury* 1999; 30: 289-92.
12. Mylle J, Reynders R, Broos P. Transepiphyseal fixation of anterior cruciate avulsion in a child. Report of a complication and review of the literature. *Arch Orthop Trauma Surg* 1993; 112: 101-3.
13. Key GW, Walters J. Nonunion of intercondylar eminence fracture of the tibia. *J Trauma* 1988; 2: 870-1.