

Artículo original

Tratamiento de fracturas diafisiarias en niños con clavos elásticos de titanio

René Jhonny Mendoza-Balta,* Alejandro Bello-González,** José Luis Rosas-Cadena***

Hospital Cruz Roja Mexicana Polanco

RESUMEN. Las fracturas en huesos largos en niños son producidas por mecanismos de alta energía. El enclavado intramedular flexible es una técnica quirúrgica mínimamente invasiva entre los tratamientos que existen. Brinda ventajas como técnica percutánea, no lesiona el cartílago de crecimiento, mantiene el hematoma fracturaria intacto, otorga estabilidad en tres puntos para tolerar la carga de peso precoz, rehabilitación temprana, disminución de costos y mínimo de complicaciones. **Material y métodos:** Se incluyeron todos los pacientes tratados con clavos centromedulares flexibles de titanio desde el 1 de Julio del 2006 al 1 Julio del 2007 en el Hospital Central Cruz Roja Mexicana Polanco. Bajo control fluoroscópico las fracturas de fémur, tibia y peroné, húmero estabilizados con dos clavos y antebrazo con un solo clavo. **Resultados:** La muestra fue de 27 pacientes, con mayor incidencia a los 10 años, la localización más frecuente fue en antebrazo, la cirugía cerrada predominó como su tratamiento de elección. Las fracturas consolidaron antes de las 8 semanas, la rehabilitación inició antes de las 9 semanas. Todos presentaron angulaciones permisibles y 4 pacientes mostraron acortamiento de 2 mm. El uso de clavos elásticos de titanio es un método eficaz para el tratamiento de fracturas en huesos largos que deja mínimas angulaciones y presenta pocas complicaciones, así como pronta reintegración a sus actividades.

Palabras clave: fractura, cúbito y radio, niños, clavo, osteosíntesis.

ABSTRACT. According to the statistics, long bone fractures in children are caused by high-energy mechanisms and they are the most frequent ones in the orthopedic practice. The advantage of reducing these fractures with elastic titanium nails and three buttress points is that neither the blood supply nor the physis are injured. **Material and methods:** Twenty-seven patients ages 5 - 15 years of age were analyzed. They presented at the Emergency Service, Polanco Red Cross Orthopedics and Trauma Hospital, between July 1st 2006 and July 1st 2007. **Results:** The sample size was 27 patients, the highest incidence occurred at 10 years of age, the forearm was the most frequent location, and the treatment of choice was closed surgery. Only one complication occurred, fractures healed before 8 weeks and rehabilitation started before 9 weeks. All of them had permissible angulations and 4 patients had a 2 mm shortening. The use of elastic titanium nails is an effective method to treat long bone fractures, it results in minimal angulations and few complications, and allows patients to promptly resume their activities.

Key words: fracture, nail, ulnar, radius, child, osteosynthesis.

www.medicgraphic.com

Nivel de evidencia: IV (Act Ortop Mex, 2009)

* Médico Traumatólogo y Ortopedista. Artroscopía.

** Jefe de Servicio de Traumatología y Ortopedia Cruz Roja Polanco.

*** Médico adscrito del Servicio de Traumatología y Ortopedia Cruz Roja Polanco.

Dirección para correspondencia:

Dr. René Jhonny Mendoza-Balta. Lirio Núm. 32 Depto. 302 Col. Sta. María la Rivera, Deleg. Cuauhtémoc. México, D.F. Tel. 552938-9185. Dr_reco87@hotmail.com

Introducción

En niños menores de 5 años de edad, en un principio la reducción cerrada y aplicación de aparato de yeso era el tratamiento ideal para la mayoría de las fracturas diafisiarias, con buenos resultados,¹ sin embargo con algunas complicaciones como rechazo de la movilización, mala alineación, discrepancia de longitud de las extremidades, artrosis, hipertrofia muscular, mayor tiempo de rehabilitación, limitación de movilidad articular, estancia prolongada intrahospitalaria en caso de tracción en fracturas de fémur de 2 a 3 semanas hasta obtener la longitud y aplicación de yeso, de esta manera perdiendo meses en la escuela, alterándoles también sicológica, social y económica a las familias.²⁻⁵

El tratamiento de niños de cinco años hasta los 15 años sigue siendo debatido.^{6,7}

La transición de un tratamiento conservador a uno quirúrgico en fracturas en niños ha tenido una gran aceptación desde que se tiene conocimiento de la fijación intramedular, método de estabilidad y elasticidad de fracturas a través de la ferulización interna medular como método quirúrgico.^{3,4}

El enclavado intramedular para fijar fracturas diafisiarias fue descrito por Rush,⁸ quien usó clavos que él diseñó, la técnica la hizo popular Ender y Simon – Weidner⁹ en Europa y Norteamérica por Pankovitch¹⁰ con la introducción de los clavos elásticos de titanio la estrategia terapéutica para fracturas diafisiarias en niños cambió,¹¹ la técnica del enclavado intramedular flexible adaptado a los clavos flexibles existentes fue descrito por el cirujano Nany de Francia.^{12,13}

Estos clavos elásticos de titanio (TEN) de Nany difieren de los de Ender,^{14,15} estos últimos de acero inoxidable porque son insuficientemente elásticos para las fracturas de niños.

El clavo TEN mantiene al hueso con una longitud y alineación brindando la suficiente estabilidad para su recuperación,¹⁴ el ligero movimiento en el foco de fractura que facilita este elemento induce a la formación de callo óseo prominente que a su vez permite la pronta restauración de la continuidad de las diáfisis comprometida de su resistencia habitual generalmente dos veces más rápido que los métodos conservadores.¹⁴⁻¹⁷

Las ventajas de los clavos TEN si se utilizan a cielo cerrado, es la de no hacer daño al músculo y periorbitario que rodea la fractura, así también, la circulación endóstica, manteniendo el hematoma fracturario intacto y una buena irrigación de los fragmentos óseos lo que asegura la buena formación de callo óseo, con un bajo riesgo de infección, quedando los sitios de entrada de los clavos como pequeñas cicatrices cosméticamente aceptables,^{18,19} una rehabilitación precoz, consolidación relativamente rápida, mantiene al hueso alineado, conservando la longitud, respeta la fisis de crecimiento, reincorporación del paciente a la sociedad, además disminución de la estancia hospitalaria y por lo tanto disminución de costos.^{20,21}

Los clavos TEN introducidos por la metáfisis, con basculación simétrica, cada uno de ellos con tres puntos de apoyo en la superficie interna del hueso como resultado se obtienen las siguientes propiedades biomecánicas: estabilidad frente a la flexión, axial, desplazamiento perpendicular y rotacional.^{22,23}

El propósito de este estudio es reportar nuestra experiencia y beneficios en el manejo de fracturas diafisiarias en niños con clavos TEN.

Material y métodos

Se realizó un estudio descriptivo, longitudinal, prospectivo para determinar la evolución clínica, procedimiento quirúrgico, seguimiento radiológico, días de estancia en pacientes de 5 a 15 años de edad con fracturas diafisiarias manejados con clavos TEN.

La investigación se realizó entre períodos comprendidos del 1 de Julio del 2006 al 1 de Julio del 2007 en el Servicio de Traumatología y Ortopedia del Hospital Central Cruz Roja Mexicana Polanco.

Se hizo un muestreo no probabilístico.

Se incluyeron niños entre 5 a 15 años de edad que ingresaron al servicio de Traumatología y Ortopedia del Hospital Central Cruz Roja Mexicana Polanco Distrito Federal con diagnóstico de fracturas diafisiarias de fémur, tibia, húmero y antebrazo cerrada o expuesta grados I, II que tengan menos de 8 horas de evolución que sean uní o bilaterales. Los padres aceptaron el procedimiento al firmar el consentimiento informado, además se recibió autorización del comité de ética del hospital.

Se excluyeron a niños con fracturas en terreno patológico, refracturas, que no sea posible el seguimiento del paciente, polifracturados, con problemas neurológicos, fracturas expuestas mayores de 8 horas.

Se recolectaron los datos y se realizó análisis paramétrico

Instrumental:

Se emplearon los siguientes materiales:

TEN de 1.5 mm, 2.0 mm, 2.5 mm, 3.0 mm, 3.5 mm y 4.0 mm.

Manipulador en T para introducir los clavos.

Brocas 2.0 mm, 2.5 mm, 3.5 mm y 4.5 mm o punzón iniciador.

Impactador de clavos TEN.

Cizalla para cortar clavo.

Técnica quirúrgica:

- Niño en quirófano en mesa radiolúcida con anestesia general y bajo control fluoroscópico.
- Se utilizó el diámetro TEN correspondiente al 40% del canal medular o a doble del grosor de la cortical ósea, se recomiendan los siguientes diámetros: de 5-8 años de 3 mm, 9-11 años de 3.5 mm, 12 a 15 años se usa 4.0 mm.
- Se redujo la fractura mediante manipulación y tracción comprobado bajo control fluoroscópico en proyección AP y lateral.

- Se determinó el punto de inserción de 1 a 2 cm proximal de la fisis de crecimiento, se practicaron dos incisiones una medial y otra lateral de 1 cm desde el punto de inserción y en dirección distal.
- Se realizaron dos orificios uno en cada lado, utilizando el punzón iniciador con inclinación de 45 grados con respecto al eje longitudinal de la diáfisis con el cuidado de no perforar la cortical opuesta.
- Antes de introducir los clavos es recomendable curvar su extremo distal en un ángulo de 30°, el resto del clavo se curvará en forma de C.
- El clavo se montó en el manipulador y se introdujo perpendicular en el orificio previamente hecho, se orientó el clavo en sentido ascendente de la fisis, se avanzó manualmente hasta el foco de fractura con movimientos rotatorios, se atravesó trazo hasta llegar a placa fisaria, de la misma manera el siguiente clavo.
- Los clavos se cortaron una vez definida la posición que sobresale a 1 cm a su punto de inserción para facilitar la extracción (a 1 cm de la corteza ósea).

Resultados

Se encontraron 27 pacientes con fracturas diafisiarias de huesos largos tratados con clavos TEN con edad promedio de 10 años.

Mayor frecuencia en sexo masculino con 22 que corresponde al 80% y 5 femenino que es el 18.5%. Seis niños tratados con fractura de fémur con un 22.2% con promedio de edad de 8.3, dos con fractura tibio-peroneo con porcentaje 7.4% con promedio de edad de 7.5, trece niños con fractura de antebrazo con un porcentaje de 48.1 con promedio de edad de 12.8 y con fractura de humero seis niños que corresponde a 22.2% con promedio de edad de 11 (*Tabla 1*).

De las 6 fracturas de fémur 4 fueron en su tercio proximal con 66.6%, 2 fueron de tercio medio con porcentaje de 33.3%, todas fueron unilaterales, 2 con fracturas tibio-peroneo, 1 fue tercio medio que corresponde del 50% y el otro tercio distal con porcentaje del 50%, ambos casos de las fracturas de humerales fueron tercio medio unilaterales con un porcentaje del 100%, de las 13 fracturas de antebrazo, 10 fueron tercio medio con 76.9%, 2 de tercio distal con 15.3% y 1 tercio proximal con 7.6%.

Las fracturas transversales predominaron en 18 pacientes con un porcentaje de 70%, seguidas de trazos oblicuos cortos

5 con 16.5% y oblicuo largo 4 pacientes con porcentaje de 13.5%, se intervinieron quirúrgicamente como fracturas cerradas 24 con 88.8% y abiertas 3, las cuales fueron expuestas grado I de la clasificación de Gustilo y Anderson con 11.2%.

Seis pacientes como mecanismo de lesión fue accidente de tránsito desde choque hasta volcadura con 23.0%, 17 pacientes presentaron caída de su propio plano de sustentación con porcentaje del 60.8% y 4 contusión directa con objetos con 16.2% (*Tabla 2*).

Todos los pacientes fueron intervenidos quirúrgicamente dentro de las 24 a 48 horas de admisión. El tiempo de estancia hospitalaria fue de 1 a 5 días con promedio de 2 días.

Veintidós pacientes fueron controlados con Rx en proyecciones AP y L, observando una consolidación en 6 semanas (81.5%) y 5 pacientes consolidaron en 7 a 8 semanas (18.5%) (*Figura 1*), 20 pacientes fueron enviados a terapia física y rehabilitación exclusivamente para fortalecimiento muscular y arcos de movilidad y 7 no requirieron.

Diecinueve pacientes presentaron angulación residual postquirúrgica que corresponde a 70.4%, de los cuales 6 pacientes con fractura humeral, 3 presentaron angulaciones, 2 en valgo y 1 en varo con porcentaje de 50%, entre 7° a 10° respectivamente.

Los pacientes con fracturas de antebrazo: 10 angulaciones residuales, 4 en valgo entre 2° y 6°, 3 en varo entre 2° y 20°, 1 en antecurvatum y 2 en recurvatum con angulaciones de 3° (*Figura 2*). En tibia se presentaron con angulaciones residuales en los 2 pacientes, 1 en valgo y 1 en antecurvatum, entre 3° a 5° estando dentro de los parámetros de permisibilidad (menor de 5°). En fémur se observó 4 pacientes con angulaciones residuales, 1 con 18° en varo, 1 con 10° en valgo, 1 con 10° de recurvatum y 1 con 26° de antecurvatum que ésta sería la única deformidad significativa.

Ningún paciente presentó cabalgamiento y rotaciones de los fragmentos óseos.

Siete pacientes presentaron alargamiento en algunos de los segmentos óseos analizados y 4 acortamiento de 2 mm.

Discusión

Las fracturas diafisiarias en niños son cada vez más frecuentes, es por esto que el ortopedista general, no sólo el

Tabla 2. Características de las fracturas.

Variable	Definición	No.	Pacientes %
Mecanismo de trauma	Accidente de tránsito	6	23.0
	Caída de sustentación de plano	17	60.8
	Contusión directa	4	16.2
	Transverso	18	70.0
Trazo de fractura	Oblicuo corto	5	16.5
	Oblicuo largo	4	13.5
Tipo de fractura	Cerrada	24	88.8
	Abierta	3	11.2

Tabla 1.

	No. de casos	Porcentaje	Edad promedio años
Fractura fémur	6	22.2	8.3
Fractura tibia-peroneo	2	7.4	7.5
Fractura antebrazo	13	48.1	12.8
Fractura húmero	6	22.2	11.0
Total	27	100	10.0

ortopedista pediátrico, debe estar familiarizado en su manejo, ya que las opciones actuales son múltiples y se debe decidir por la mejor.

Según Staheli, el tratamiento ideal de las fracturas diafisiarias en niños debe controlar la alineación y la longitud sin acortar o alargar la extremidad excesivamente, ser confortable para los niños y conveniente para la familia y debe causar el menor impacto sicológico posible en el paciente. El tratamiento ideal se debe hacer una valoración acuciosa de cada caso, entonces se determina de acuerdo con la edad y talla del niño, edad ósea, mecanismo de lesión, el tipo de fractura, el medio familiar, las opciones técnico-quirúrgicas disponibles y las condiciones financieras de la familia.

Varios autores han analizado aspectos económicos del tratamiento de estas fracturas en niños de edad escolar y han concluido que el tratamiento conservador es más costoso que el tratamiento quirúrgico, aunque tomando en consideración una segunda intervención para el retiro del material de fijación.^{24,25} El tratamiento incruento con tracción más colocación de espica de yeso en fracturas de fémur y la colocación de yeso en las otras fracturas diafisiarias representa una estancia hospitalaria con gran impacto emocional en el niño al recluirlo en la cama, privándolo de la posibilidad de interactuar con sus compañeros y de asistir a la escuela y representa serios disturbios del entorno familiar por los problemas de higiene, movilización y aseo de acarrear la utilización de espica de yeso. Con el uso de espica de yeso o fijadores externos que se usa como procedimiento alterno se vio que limitan los arcos de movilidad de las articulaciones y lesionan el tejido músculo-cutáneo, no así con el uso de TEN donde presenta la movilización articular íntegra a los 45 días de operado y 100% a los 3 meses.^{25,26}

La literatura reporta tasas de complicaciones bajas, con uso de TEN, tiempo de intervención quirúrgica cortos, buena aceptación por parte del paciente y de los familiares, reincorporación a la vida familiar y escolar más precoz, además de resultados clínicos y radiográficos excelentes. La disminución de la estancia hospitalaria re-

percute en los costos hasta el 70% si se compara con el método tradicional con yeso o los otros métodos como tracción, fijadores externos o placas.²⁷

Ender en 1970 describió su técnica para el uso de clavos elásticos en fracturas del trocánter más flexibles que los desarrollados anteriormente con una elasticidad de 105 GPa. La elasticidad del titanio y la conformación de los clavos limita la deformidad al introducirse en el canal medular, promueve la formación de callo óseo, por el estrés que ocasiona, tiene una excelente biocompatibilidad, no encontrándose en ningún reporte datos de rechazo o reacción a este material.

En el presente estudio todos los pacientes presentaron consolidación de sus fracturas en un promedio de 6 semanas y pudieron reiniciar la rehabilitación y movilidad de las extremidades torácicas con movilidad a los 45 días, lo cual concuerda con los reportes de pacientes tratados por fracturas únicas diafisiarias con un enclavado elástico intramedular, diferente a lo reportado en pacientes tratados conservadoramente con aparatos de yeso en los cuales la marcha se inicia posterior a la consolidación de la fractura y retiro de yeso.

En estudios previos de Flynn, Ligier y Matazieu, los resultados clínicos y funcionales de pacientes tratados con enclavado elástico intramedular son satisfactorios por arriba del 90%. Nuestro estudio arroja resultados satisfactorios en todos los pacientes, lo cual nos indica que el tratamiento con clavos elásticos de titanio es una adecuada opción en el tratamiento en este tipo de fracturas. Aun así debe tenerse en cuenta y realizarse una cuidadosa evaluación de las opciones tanto quirúrgicas como no quirúrgicas.

Flynn y Matazieu, en sus estudios sugieren el enclavado intramedular para fracturas simples de los huesos largos, mientras que Beaty, los indica como principal tratamiento en pacientes con politrauma o con alteraciones músculo-esqueléticas severas pero no contraindicándolos en fracturas simples o de baja energía. El presente estudio fue realizado con colocación de clavos elásticos de titanio en fracturas simples obteniendo resultados satisfactorios similares a estos autores.²²



Figura 1. Femenino, 9 años.



Figura 2. Masculino, 10 años.

Los clavos permiten cierta cantidad de movimiento en el foco de fractura, lo cual garantiza la formación de un callo óseo óptimo por reducir las fuerzas de cizallamiento y convertirlas en fuerzas de compresión y de tracción. El rápido desarrollo de callo óseo resulta en una consolidación temprana. En los niños rara vez se presentan casos de retraso en la consolidación o no unión. Todos las fracturas en nuestros pacientes consolidaron. No tuvimos casos de retraso en la consolidación o de seudoartrosis.^{22,23}

Ligier y sus colaboradores en 1988, reportaron una serie de 123 pacientes manejados con clavos flexibles con tasas bajas de complicaciones y un promedio de hospitalización de 4-5 días. La complicación más frecuente fue la irritación y ulceración de la piel en el sitio de entrada de los clavos en 13 pacientes (10.6%); de éstos, sólo 3 requirieron reintervención.

En nuestro estudio no se presentaron complicaciones, porque nosotros determinamos bien el sitio del corte del clavo y un buen cierre por planos de la herida.

Conclusiones

El enclavado endomedular flexible es una técnica quirúrgica intermedia, entre el tratamiento incruento y conservador y la técnica de fijación interna. Sus indicaciones principales son el tratamiento de fracturas de huesos largos en niños de 5 a 12 años de edad, aunque se ha usado en un rango de mayor edad, brinda las ventajas de ser una técnica poco invasiva, percutánea, estéticamente muy aceptable, mínimo riesgo de infección, no lesiona cartílago de crecimiento, no lesiona músculo, periostio y endostio alrededor de la fractura, mantiene el hematoma fracturario intacto, otorga la suficiente estabilidad en tres planos para tolerar carga de peso precoz, rehabilitación temprana, integración rápida del paciente a sus actividades previas y disminución de los costos, con un mínimo de complicacio-

nes. El uso de TEN es otra alternativa más en el tratamiento de las fracturas diafisiarias en niños y que nos ofrece ventajas importantes en comparación con otros métodos. El 70.4% de los pacientes presentaron una mínima angulación comparado con la literatura mundial que está dentro de los parámetros de permisibilidad.

Bibliografía

1. Hunter JB: The principles of elastic stable intramedullary mailing in children, *Injury* 2005; 36 (suppl1): 20-4.
2. Rush LV: Dynamic intramedullary fracture-fixation of the femur. Reflections on the use of the round rod after 30 years. *Clin Orthop* 1968; 60: 21-7.
3. Ender J, Simona-Weidner R: Die Fixierung der trochanteren Brücke mit Ruden, elastischen Condylenägeln. *Acta Chir Aust* 1970; 1: 40-2.
4. Armstrong PF, Joughin VE, Clarke HM, et al: Fractures of the forearm, wrist and hand. Chapter 8 in: *Skeletal trauma in children*. 3rd ed. Phil, PA: Saunders. 2003: 166-255.
5. Beaty JH: Fractures of the proximal humerus and shaft in children. AAOS Instr. *Course Lect* 1992; 41: 369-72.
6. Buckley SL, Smith G, Sponseller PD, et al: Open fractures of the tibia in children. *J Bone Joint Surg Am* 1990; 72(10): 1462-9.
7. Chambers HG: Fractures of the proximal radius and ulna, Chapter 11 in: *Rockwood and Wilkins' Fractures in children*. 5th ed. Philadelphia, PA: Lippincott, Williams and Wilkins. 2001: 483-528.
8. Davids JR: Rotational deformity and remodeling after fracture of the femur in children. *Clin Orthop* 1994; 302: 27-35.
9. Do TT, Strub WM, et al: Reduction versus remodeling in pediatric distal forearm fractures: a preliminary cost analysis. *J Pediatr Orthop B* 2003; 12(2): 109-15.
10. D'Souza S, Vaishya R, Klenerman L: Management of radial neck fractures in children: a retrospective analysis of one hundred patients. *J Pediatr Orthop* 1993; 13(2): 232-8.
11. Freiberg KSI: His classic three articles on remodeling of distal radius fractures. *Acta Chir Scand* 1979; 50: 537-46, 731-9, 741-9.
12. Gasco J, De Pablos J: Bone remodeling in malunited fractures in children. Is it reliable? *J Pediatr Orthop B* 2001; 6(2): 126-32.
13. Fractures and dislocations of the hand in children. Chapter 8 in: *Rockwood and Wilkins Fractures in Children*. 5th ed. Philadelphia, Pa: Lippincott, Williams and Wilkins 2001: 269-379.

14. Greiff J, Bergman F: Growth disturbance following fracture of the tibia in children. *Acta Orthop Scand* 1980; 51(2): 315-20.
15. Heinrich SD: Fractures of the shaft of the tibia. Chapt. 24 In: Fractures in children, Vol. III, 5th ed., Rockwood, Wilkins and Beatty eds. Lippincott Williams and Wilkins. Phila. PA. 2001: 1077-119.
16. Kasser JR, Beatty JH: Femoral shaft fractures. Chapt. 22. In: Fractures in children, Vol. III, 5th ed., Rockwood, Wilkins and Beatty eds. Lippincott Williams and Wilkins. Phila. PA. 2001: 941-80.
17. Kuokkanen HO, Mulari-Keranen SK, Niskanen RO, et al: Treatment of subcapital fractures of the fifth metacarpal bone: a prospective randomized comparison between functional treatment and reposition and splinting. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 2001; 33(3): 315-7.
18. Kwon Y, Sarwark JF: Proximal humerus, scapula and clavicle. Chapter 17. In: Rockwood and Wilkins' Fractures in children. 5th ed. Philadelphia, PA: Lippincott, Williams and Wilkins. 2001: 741-806.
19. Lewallen RP, Peterson HA: Nonunion of long bone fractures in children: a review of 30 cases. *J Pediatr Orthop* 1985; 5(2): 135-42.
20. Pauwels F: [A clinical observation as example and proof of functional adaptation of bone through longitudinal growth]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 1975; 113(1): 1-5.
21. Price CT, Mencio GA: Injuries to the shaft of the radius and ulna. Chapter 10 in Rockwood and Wilkins' Fractures in children. 5th ed. Philadelphia, PA: Lippincott, Williams and Wilkins. 2001: 443-82.
22. Ryoppy S, Karaharju: Alteration of epiphyseal growth by an experimentally produced angular deformity. *Acta Orthop Scand* 1974; 45(4): 490-8.
23. Shapiro F: Fractures of the femoral shaft in children. The overgrowth phenomenon. *Acta Orthop Scand* 1981; 52(6): 649-55.
24. Vorlat P, De Boeck H: Bowing fractures of the forearm in children: a long-term follow up. *Clin Orthop* 2001; 413: 233-7.
25. Vocke AK, Von Laer L: Displaced fractures of the radial neck in children: long-term results and prognosis of conservative treatment. *J Pediatr Orthop B* 1998; 7(3): 217-22.
26. Burgos J: Lesiones traumáticas del niño. Editorial Panamericana, México 1995.
27. Ligier JN, Metaizeau JP, Prevot J, Lascombes P: Elastic stable intramedullary nailing of femoral shaft fractures in children. *J Bone Joint Surg* 2004; 70-B: 74-7.
28. Johnstone EW, Foster BK: The biological aspects of children's fractures. Chapter 2 in: Rockwood and Wilkins Fractures in Children. 5th ed. Philadelphia, PA: Lippincott, Williams and Wilkins. 2001: 21-47.
29. Jones ET: Skeletal growth and development as related to trauma. Chapter 1 in: Skeletal Trauma in Children. 3rd ed. Philadelphia, PA: Saunders 2003: 1-15.
30. Truesdell ED: Inequality of lower extremities following fracture of the shaft of the femur in children. *Ann Surg* 1921; 74: 498-500.