

Enclavado endomedular no rimado como tratamiento de emergencia en fracturas abiertas de tibia

Dr. Rolando Useche González,* Dr. Saúl Apóstol G,** Dr. Edgar Nieto Andueza,***
Dr. Freddy Castillo R,**** Dr. José de Filippis****

Dr. Rolando Useche González, Dr. Saúl Apóstol G, Dr. Edgar Nieto Andueza, Dr. Freddy Castillo R, Dr. José de Filippis. **Enclavado endomedular no rimado como tratamiento de emergencia en fracturas abiertas de tibia.** Revista Venezolana de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Vol 34 N° 1, Marzo 2002.

RESUMEN.

Se valoró el resultado clínico radiológico de 22 pacientes con 23 fracturas abiertas diafisarias de tibia que consultaron a la emergencia del Hospital Universitario de Los Andes. Se trataron con enclavado endomedular no rimado (AO/ASIF UTN/Synthes). El promedio de seguimiento fue de 22 meses. El sexo masculino fue más afectado con un 78,9% del total de las fracturas, 14 eran fracturas abiertas grado III-A, 7 grado II, 2 grado III-B. El tiempo total de consolidación en 19 pacientes fue de 18,5 semanas; se presentaron dos retardos de consolidación, una consolidación viciosa y dos infecciones superficiales, que no ameritaron retiro del implante. En 5 pacientes se realizaron intervenciones adicionales. Se reportó un clavo roto y 9 roturas de pernos de bloqueo distales. El 90% presentó un resultado satisfactorio. Se concluyó que este procedimiento es eficaz para el manejo de las fracturas abiertas de tibia grado II, III-A y según criterio del cirujano en la grado III-B.

Palabras Clave: Fractura abierta de tibia, enclavado endomedular no rimado.

ABSTRACT

The radiological clinical result of 22 patients was evaluated with 23 open fractures of the tibia shaft that consulted to the emergency of the University Hospital (Mérida - Venezuela). The treatment applied was unreamed nail (AO/ASIF UTN/Synthes). The follow-up was 22 months the masculine sex was more affected with 78,9%, of the total of the fractures, 14 were fractures open degree III-A, 7 II, 2 degree III-B. The total time of consolidation in 19 patients was of 18,5 weeks, two consolidation retards, a one vicious consolidation and two superficial infections were presented that not necessary retirement of the one implants. In 5 patients they were carried out additional interventions. It was reported a broken nail and 9 interlocking screws bent or broke. The 90% presented a satisfactory result. We conclude that this procedure is effective for the handling of the fractures open of degree II, III-A and according to the surgeon's approach in the degree III-B.

Key words: open tibial fracture, unreamed nail

INTRODUCCIÓN

Las fracturas abiertas de tibia son emergencias quirúrgicas por el alto riesgo de infección en el hueso y tejidos blandos. El objetivo del tratamiento inicial de las fracturas

abiertas es convertir una herida contaminada en otra limpia para facilitar la curación temprana de los tejidos blandos y que una fractura potencialmente infectada, como una limpia y cerrada.

El tratamiento quirúrgico precoz dentro de las primeras 6 - 8 horas de la lesión, consiste en un exhaustivo, metódico y repetitivo desbridamiento, estabilización esquelética rígida, antibióticos por vía intravenosa, cobertura músculo cutánea precoz al tener las condiciones necesarias y aporte de injerto óseo al estar limpia y estable la herida.

En general la gran mayoría de pseudoartrosis infestadas de tibia tienen como antecedente una fractura abierta gra-

* Especialista de Ortopedia y Traumatología egresado del Postgrado del Hospital Universitario de Los Andes, Mérida, Venezuela

** Adjunto de Traumatología y Ortopedia del Hospital María de Rotondaro. Tinaquillo, Edo, Cojedes. Egresado del Postgrado del Hospital Universitario de Los Andes

*** Adjunto de la U.D.A.O.T. y Profesor titular de la ULA

**** Adjunto de la U.D.A.O.T. y Profesor de la ULA.

Aceptado Diciembre 2001

ve.¹ El Tratamiento común para estas lesiones es la fijación externa en especial en aquellas asociadas con una extensa lesión de partes blandas.^{3,19,26} El enclavamiento endomedular rimado en las fracturas abiertas de tibia se considera una contraindicación por daño del soporte sanguíneo endóstico lo cual puede incrementar el riesgo de no unión e infección profunda.^{7,14,15,24} El uso de clavos bloqueados no rimados para tibia ha ganado amplia aceptación en el tratamiento de fracturas diafisarias abiertas.^{5,6,30} Esta técnica ha sido recomendada y se han obtenido buenos resultados reproducibles con baja incidencia de complicaciones en fracturas abiertas de tibia grado II y grado III-A. El uso en fracturas abiertas grado III-B es aún controversial.^{6,18,23} Se realizó un estudio experimental clínico planteado y se trataron 22 pacientes con 23 fracturas abiertas de tibia que ingresaron a la emergencia del Hospital Universitario de Los Andes durante los años 1997 y 1998 con clavos no rimados de tibia (AO/ASIF UTNSynthes) con la finalidad de valorar su efectividad²¹.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trata de un estudio experimental clínico y radiológico en pacientes que ingresaron con el diagnóstico de fractura abierta diafisaria de tibia grado II, grado III-A y grado III-B, a la emergencia de traumatología del Instituto Autónomo Hospital Universitario de Los Andes (IAHULA) durante los años 1997 y 1998 y se trataron con clavo no rimado para tibia (AO/ASIF UTN/Synthes), con la finalidad de valorar su eficacia y efectividad.

Criterios de inclusión:

- Pacientes adultos con cartílago cerrado
- Pacientes con fractura abierta diafisaria de tibia grado II, grado III-A y grado III-B de acuerdo a clasificación de Gustilo y Anderson^{14,15}.

Criterios de exclusión:

- Pacientes psiquiátricos
- Paciente con alteraciones neurológicas previa en miembro afecto. Fracturas antiguas con consolidaciones viciosas.
- Fracturas abiertas grado I y grado III-C^{14,15}.
- Paciente con fractura con extensión articular.
- Pacientes con fracturas abiertas de tibia tratados inicialmente con fijadores externos.
- Paciente que no es posible realizar el seguimiento clínico-radiológico.

Se definió como *resultado satisfactorio* aquel paciente incluido en los parámetros excelente y bueno de los criterios de Johner y Wruh (1983) esquematizados en el cuadro No. 1. *Resultado no satisfactorio* se definió a aquel paciente que se encuentre en las categorías de regular y malo de los criterios anteriores.

Al ingresar a la emergencia de traumatología del HULA, el paciente fue evaluado por el residente de cuarto año de postgrado de traumatología, quien verificó si existía otro sistema lesionado que amerita el manejo en conjunto con otra especialidad. Se hace una exploración de la lesión en sala de choque y se clasifica la lesión de partes blandas. Se realizó un lavado previo con irrigación de abundante solución fisiológica y se cubrió la herida con apósito estéril, posteriormente se inmovilizó con férula de yeso. Se realiza la solicitud de quirófano, el tiempo entre la lesión y la cirugía depende de la distancia desde donde es referido el paciente y de la disponibilidad de quirófano de emergencia. Una vez en pabellón el cirujano procede a realizar una exhaustiva limpieza quirúrgica con detallado desbridamiento del tejido no vital y se realiza el enclavamiento endomedular no rimado de la tibia con la técnica habitual;²⁶ en todos los casos se realizó bloqueo proximal estático y dinámico y los dos bloqueos distales.

Se realizó nueva limpieza quirúrgica en los casos que lo ameritaron entre las 24 a 72 horas del postoperatorio, a comprobar clínicamente y por pruebas paraclínicas que la herida está libre de infección y estable, se procede a realizar la cobertura musculocutánea o cierre definitivo de la herida según el tipo de lesión.

El control luego del egreso se realizó a través de la consulta externa del Servicio de Traumatología a las 2, 6, 10, 16, 20, 24, 30 semanas postoperatorias, y sucesivamente dependiendo de cada caso. Aquellos pacientes de procedencia lejana y/o quienes no acudían a las consultas citadas, fueron localizados por visitas domiciliarias o por comunicación telefónica. La descarga de peso se realizó entre las seis y ocho semanas en fracturas estables, y entre las ocho y doce semanas en fracturas inestables y con pérdida ósea que necesitó de aporte biológico. La disminución que consistió en el retiro del perno de bloqueo proximal que se realizó en todos los casos después de las 10 semanas.

RESULTADOS

Se logró localizar y evaluar un total de 22 pacientes con 23 fracturas con promedio de seguimiento de 22 meses (12 - 32 meses). El Sexo masculino fue el más afectado

(78,9%. El grupo etareo más comprometido está entre los 14 y 24 años.

El accidente de tránsito fue el mecanismo de producción más importante (89,47%). Un paciente se lesionó por accidente laboral y otro por herida arma de fuego. Catorce heridas fueron abiertas grado III-A, 7 grado II y 2 grado III-B.

Cinco pacientes se operaron dentro de las primeras 6 horas del trauma y el resto dentro de las primeras 24 horas posterior a la lesión.

El tiempo quirúrgico osciló en la mayoría de los procedimientos entre los 61 y 90 minutos y se reportaron las siguientes complicaciones, una fractura proximal de tibia como complicación transoperatoria, las complicaciones postoperatoria: una infección superficial, dos retardos de consolidación, una consolidación viciosa y cinco pacientes consolidaron con un acortamiento de 1 cm. Nueve casos con rotura de los pernos distales, siete en bloqueo lateral y sólo dos casos en bloque anteroposterior. Un clavo presentó rotura a nivel del orificio de bloqueo distal. Dos pacientes ameritaron cirugía adicional para cobertura de piel, ocho casos para limpiezas quirúrgicas adicionales, cuatro casos necesitaron aporte óseo

El 68% de los pacientes consolidaron entre las 17 y 20 semanas, con promedio de 18,5 semanas. Diecinueve pacientes (20 fracturas) obtuvieron un resultado satisfactorio, encontrándose en la categoría de excelente (8) y bueno (12) de acuerdo a los criterios de Johner y Wruhn que representan el 86,36%. Tres pacientes obtuvieron un resultado no satisfactorio (13,6%): una paciente presentaba limitación importante para su actividad diaria hasta los 18 meses, edema persistente y dolor, otra paciente con dolor, moderados esfuerzos asociados a una consolidación viciosa, a los 20 meses de intervenida y un caso de limitación para la marcha por lesión nerviosa asociada a su fractura.

DISCUSIÓN

Las fracturas abiertas de tibia, en especial las grado III, resultan de traumas de alta energía, en población joven, y están asociados a hechos viales—colisión y arrollamiento— en la mayoría de los casos.^{18,23,28,31} El tratamiento y pronóstico depende de la extensión de lesión de piel, contusión muscular, daño al periostio, hueso y las lesiones asociadas.^{22,30} La fijación externa según Velasco y Fleming, 1983 y Baro, 1998 le acreditan algunos riesgos: infección en trayectos de pines en fijación prolongada y refractura tardía a retirar el montaje por falta de

dinamización.^{10,26,30,31+} Sin embargo se mantiene como tratamiento de primera línea de muchos centros.

Está demostrado que el enclavado endomedular no fresado permite la adecuada estabilización primaria rígida de la fractura y disminuye el daño vascular endóstico que ocurría al fresar el canal medular y además de disminuir el riesgo de infección^{10,16,20,22,26,30,31} por no afectar el riego sanguíneo ya comprometido con la fractura. En esta serie los pacientes se intervinieron en las primeras 24 horas, previa limpieza con irrigación de abundante solución fisiológica estéril en sala de traumatología de emergencia, cobertura de la herida e inmovilización con férula de yeso. Se realizó enclavado endomedular bloqueado no fresado considerando ventajas importantes como la segura estabilización y un cómodo manejo de las partes blandas, además de consideraciones favorables a la vascularidad del hueso.

El estado de las partes blandas es considerado el factor más importante de pronóstico,^{8,10,31} Muller en 1996 reportó en su serie que no hubo en pacientes con fracturas después de cobera inmediata de la lesión de partes blandas. Todas las infecciones estaban asociadas a deficiencia en la cobertura de la lesión de piel.^{12,13,15,16} Fisher y cols, 1991, demostraron la ventaja de cobertura con colgajo muscular y posterior injerto libre de piel, y en esto coinciden Robinson y cols, 1995, quienes consideran que la cobertura con colgajo musculocutáneo debe ser un tratamiento de rutina, en defectos de partes blandas, en fracturas abiertas en especial con defecto óseo. En esta casuística se reportaron dos pacientes con infección superficial en fracturas abiertas grado III-B con importante defecto de piel, en el cual no se realizó la cobertura inmediata. La infección se controló con limpiezas quirúrgicas sucesivas y antibioticoterapia endovenosa. No hubo afectación ósea ni necesidad de retirar el implante.

La evolución y el pronóstico de tales lesiones dependerán siempre de la severidad de la afectación del miembro. Lesiones Gustilo grado III-B con pérdida ósea tienen más retardo de consolidación y requieren más procedimientos secundarios que fracturas tipo III-A sin pérdida ósea.¹¹ La importancia del suministro sanguíneo de la parte blanda tanto para la consolidación ósea como para la incorporación del injerto óseo ha sido demostrado experimentalmente.^{16,29} Se reportan 2 retardos de consolidación, uno de ellos un paciente con fractura de tibia conminuta con herida por arma de fuego, quien se mantuvo con dolor y ausencia de signos de consolidación a la imagen radiológica, se dinamizó el clavo a las 12 semanas y consolidó a las 28 semanas. Con la dinamización del clavo reportaron disminución del promedio de unión en fracturas conminutas de 24 a 17 semanas,²⁹ y recomienda

asociarlo con injerto óseo entre las 6-8 semanas después de la lesión para disminuir el tiempo de consolidación en fracturas conminutas de tibia.

[Igualmente se recomienda la dinamización del clavo para estimular la consolidación en fracturas segmentarias de tibia con retardo de consolidación.²⁸ El otro retardo de consolidación presentaba pérdida ósea mayor de 2 centímetros que necesitó de colocación de injerto óseo, consolidando luego de 20 semanas. Fracturas con pérdida ósea circunferencial mayor de 2,5 centímetros requieren injerto óseo precoz^{4,11,19}.

Robinson y cols. 1995, aplican a todas las fracturas con pérdida ósea moderada injerto óseo electivo entre las ocho y doce semanas, y recomiendan injerto óseo repetido en pérdida ósea severa. Además es recomendado en fracturas conminutas²⁹.

Keating y cols, 1997, reportaron más tornillos rotos en clavos no rimados que en clavos rimados. Biomecánicamente, el clavo no rimado es macizo y delgado, por lo tanto, el estrés de la carga axial se concentra en los pernos de bloqueos, en especial los distales, sin embargo Gadler y Tschegg, 1999 en su estudio afirman que la fatiga de los pernos se relaciona con el diámetro del perno y sus propiedades mecánicas, y recomiendan pernos con rosca corta de más diámetro (4.9 mm) y realizar carga controlada con la mitad del peso del paciente después de la 6ª semana hasta 10ª a 12ª semanas. Se observó en la serie nueve pernos rotos y un clavo roto a nivel del orificio de bloqueo distal que no influyó en la consolidación de la fractura por lo que no se retiró el clavo, no obstante las fracturas evolucionaron a la consolidación. Tornetta y cols,³¹ excluyeron en su protocolo para tratamiento con UTN fracturas proximales a la tuberosidad anterior de la tibia y aquellas dentro de cuatro centímetros de la articulación del tobillo y no reportó clavos o tornillos, rotos. Alexandra Schmith,²⁸ excluyó de su estudio para enclavado con UTN pacientes cuyas fracturas se ubicaran dentro de ocho centímetros de cada superficie articular e igualmente no reportó clavos o pernos rotos.

Sanders y cols²⁴ contraindican el enclavado con UTN en fracturas que involucren la parte proximal o distal de la tibia, ya que hay argumentos que permiten pensar que la proximidad de la fractura al área de bloqueo incrementa el estrés y predispone la fatiga del implante, en especial al cargar peso.

Tornetta³¹ afirma que la carga puede iniciarse si hay contacto cortical y de cayo visible, sin riesgo de falla del implante. Muchos autores han reportado rotura del implante sin alterar la evolución de la consolidación^{10,16}.

De cualquier forma es claro que el cuidadoso seguimiento postoperatorio de estos pacientes son determinantes para evitar complicaciones tales como retardo de consolidación, infecciones y falla del paciente.

Los resultados de este estudio permite concluir que el enclavado endomedular no rimado es una alternativa de primera elección para el tratamiento de emergencia de fracturas abiertas diafisarias de tibia grado II y III-A, proporciona excelente estabilidad y fácil manejo de la lesión de partes blandas. En fracturas abiertas grado III-B se sugiere como tratamiento de elección si cuenta con la posibilidad de realizar tratamiento de partes blandas, como colgajos musculares libre, rotacionales, injertos cutáneos y aporte óseo, con el fin de realizar la cobertura ósea y favorecer la consolidación, para evitar el alto porcentaje de infección y pseudoartrosis que se describe con este tipo de lesión. Es necesario un cuidado postoperatorio eficiente para discriminar las complicaciones.

RECOMENDACIONES

El clavo no rimado para tibia AO/ASIF UTN/Synthes.

1. Se recomienda de primera elección en fracturas abiertas de tibia diafisarias grado II, grado III-A y para la grado III-B a juicio del cirujano tratante asociado a la posibilidad de manejo de las partes blandas.
2. Se recomienda las colocaciones de los cuatro pernos de bloqueo, e iniciar el apoyo parcial después de las 6 semanas en fracturas estables y de 8 semanas en fracturas inestables.
3. La dinamización de las fracturas con retiro de perno estático proximal, se realiza entre las 8 – 10 semanas, dependiendo de la estabilidad de la fractura, con apoyo total después de las 12 semanas.
4. Realizar colgajos musculares libres, rotacionales, injertos cutáneos y aporte biológico precoz con el fin de efectuar la cobertura ósea y evitar la infección y favorecer la consolidación de la fractura.

ANEXOS

CUADRO DE VALORACION CLINICA SEGUN JOHNER Y WRUH

CASOS CLINICOS

Cuadro No. 1
Criteria de Johner y Wruh para valoración clínica en fractura de tibia

Resultado	Excelente	Bueno	Regular	Malo
Pseudoartrosis Osteítis Amputación	Ausentes	Ausentes	Pseudeartrosis	Osteítis Amputación
Alteraciones Neuravasculares	Ausentes	Mínimas	Moderadas	Graves
Deformidad: Varo/valgo	Ausentes	2 - 5°	6 - 10°	> 10°
Ante/recurvaum	0 - 5°	6 - 10°	11 - 20°	>20°
Rotación	0 - 5°	6 - 10°	11 - 20°	>20°
Acortamiento	0 - 0,5 cm	0,5 - 1 cm	1 - 2 cm	> 2 cm
Movilidad Rodilla Tobillo	Normal	> 90%	60 - 90%	< 60%
Dolor	Ausente	Ocasional	Moderado	Importante
Marcha	Normal	Normal Insignificante	Cojera importante	Cojera
Actividades de esfuerzo	Posibles	Limitadas	Limitación importante	Imposibles

Tomado de Johner y Wruh. Classification of tibial shaft fracture and correlation with result after rigid interna fixed. Clin Orthop. 178 (7-25), 1983.

Caso Número 1

Paciente femenina de 16 años con fractura abierta de tibia Grado II



Pre-Operatorio

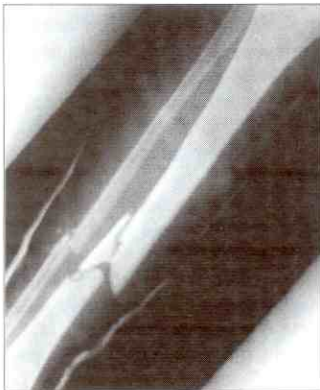


30 días Post-Operatorio



5 meses - Fractura Consolidada

Caso Número 2
Paciente masculino de 19 años, fractura abierta de tibia Grado III-A



Pre-Operatorio

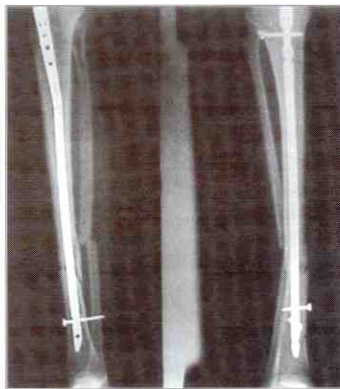


45 días de Post-Operatorio

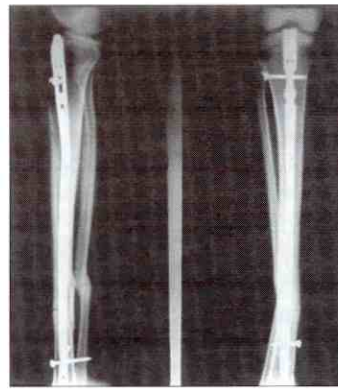


1 año de Post-Operatorio, Fractura Consolidada

Caso Número 3
Paciente masculino de 25 años. Fractura abierta de tibia Grado III-B



Fractura con 12 semanas de Post-Operatorio, inicio de dinamización con apoyo totasl



7 meses de Post-Operatorio. Fractura Consolidada

Caso Número 4
Paciente masculino de 25 años. Fractura abierta de tibia Grado II

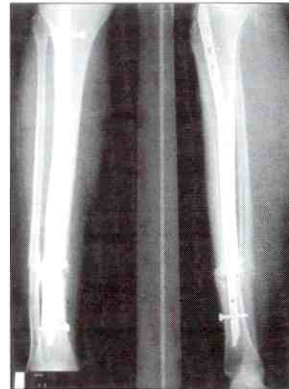
8 semanas de Post-Operatorio

Fractura con 12 semanas de Post-Operatorio

20 semanas de Post-Operatorio.



Fractura con bloqueo estático y con apoyo parcial



Inicio de dinamización con apoyo total



Fractura consolidada en anticurvaton y asintomático

BIBLIOGRAFÍA

1. Aular LM, Aquino J, Apostol-G S, Nieto E. Ausencia de consolidación en Hospital II de El Vigía y Hospital Universitario de Los Andes. Estadísticas preliminares. Jornadas Científicas de la Sociedad de Médicos del IAHULA y de la Comisión de Postgrado de Medicina, Universidad de Los Andes. Enero 1998.
2. Barry L, Riemer MD. Nonreamed nailing of closed and minor open tibial fractures in patients with blunt polytrauma. *Clin Orthop*, 1995; 320:119-124..
3. Baro D, Mora R, Alvarez H, Rebozo L. Tratamiento inicial de las fracturas expuestas de tibia. Nuestra experiencia con el fijador externo LC. *Rev Mex Ortop Traum* 1998; 12 (3): 210 –213.
4. Blick SS, Braumbach RJ, Lakatus R, Poka A, Burgers A. Early prophylactic bone grafting of high-energy tibial fractures. *Clin Orthop* 1989; 240: 21-41.
5. Boenisch UW. Unreamed intramedullary tibial nailing-fatigue of locking bolts. *Injury*, 1996; 27: 4, 265-270.
6. Bonatus T, Olson SA, Lee S, Chapman MW. Nonreamed locking intramedullary for open fractures of the tibia. *Clin Orthop*, 1997; 339, 58-644.
7. Brumback RJ. Open tibial fractures current orthopedics management. In instructional course lectures. AAOS. 1992; 41: 101-117.
8. Carpenter EB. Management of fractures of the shaft of the tibia and fibula. I. *Bone Joint Surg*. 1996; 48-A: 1640-6.
9. Christof A, Müller MD, Michael Dietrich, Ulrich Pfister. Clinical results of the biological fixation of ninney- four open and closed tibial fractures treated with the unreamed AO/ Asif tibial nail. Poster 77. Poster-tibia fracture. OTA 1996.
10. Court-Brouwn CM, Mc Queen MM, Quaba AA, Christie J. Locked intramedullary nailing of open tibial fractures. *J. Bone Joint Surg*. 73- B: 959 64, 1994
11. Fisher MD, Gustilo RB, Varecka TF. The taming of flap coverage bone-grafting and intramedullary nailing in patients who have a fractures of the tibial shaft with extensive soft-tissue injury. *J. Bone Joint Surg*. 1191; 73-A: 1316-22.
12. Gabler C, Tschegg EK, Greitbauer M; Stanzl S, Wozasek GE; Lauve W. Fatigue stability of locking screws for unreamed tibial intramedullary nailing. *Unfallchirurg*. 1999;102(1):29-34.
13. García-López MF, López-Duran L. Unreamed intramedullary locking nailing for open tibial fractures. *Int Orthop*; 1998; 22(2):97-101.
14. Gustilo R.B. Currents concepts review. The management of open fractures. *J Bone Joint Surg*. 1990; 72-A: 299-304.
15. Gustilo RB, Anderson JT. Prevention of the infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bone: retrospective and prospective analysis . *J. Bone and Joint Surg*. 1976; 58-A: 453-8.
16. Harrington P, Sharif I, Smyth H, Fenetos G, Mulcahy D, Pegum M. Unreamed nailing of tibial fractures -a prospective study of the routine use of the unreamed tibial nail-. *Ir J Med Sci*. 1996; 165: 4, 282-5.
17. Johner J, Wruh MD. Classification of tibial shaft fractures and correlations with results after rigid fixed fixation. *Clin Orthop*, 1983; 178:7-25.
18. Ketter R, Leitner A, Wittwer W. Reducing the risk of infection by use of an unreamed intramedullary nail in open tibial fractures. *Zentralbl Chir*, 1994; 119 (8): 549-55.
19. Keating JF, O'Brien PJ, Blachut PA, Meek RN, Broekhuysen HM. Locking intramedullary nailing with and without reaming for open fractures of the tibia shaft. A prospective randomized study. *J. Bone and Joint Surg*. 1997; 79 A: 3, 334- 41.
20. Mosheiff R, Safran O, Segal D, Liebergall M. The unreamed tibial nail in treatment of distal metaphyseal fractures. *Injury* 1999; 30(2): 83-90.
21. Nova Montero, Dario. Modelos básicos de investigación en medicina clínico-epidemiológica en ciencias de la salud, XXIV. Mérida 1997.
22. Robinson CM, McLauchlan G, Christie J, McQueen M. Court-Brown C. Tibial fractures with bone loss treated by primary unreamed intramedullary nailing. *J. Bone and Joint Surg*. 1995; 77-B: 906-13.
23. Sanders R, Jersinovich, Anglen J, Di Pascuale T, Herscovici D Jr. The treatment of open tibial shaft using an interlocked intramedullary nail without reaming. *J. Orthop Trauma*, 1994; 8 (6): 504 10.
24. Sanders R. The management of fractures with soft-tissue disruptions. *J Bone and Joint Surg*, 1993; 75 A: 778-89.
25. Sargeant ID, Lovell M; Casserley H, Green AD. The AO unreamed tibial nail: a 14 month follow-up of the 1992 TT experience. *Injury*; 1994; 25(7):423-5.
26. Schandelmaier P, Krettek C. Advances on the unreamed tibial nail in comparison with external fixation in treatment of grade III-B open tibial fractures. *Unfallchirurg*, 1997; 100:4, 286-93.
27. Siebenrock KA. Sequential intramedullary nailing of open tibial shaft fractures after external fixation. *Arch Orthop Trauma Surg*. 116: 1-2, 32-6.