



ORIGINAL

Placas mediales versus laterales para las fracturas de pilón tibial: estudio prospectivo de 40 fracturas

C.A. Encinas-Ullán*, R. Fernandez-Fernandez, J.C. Rubio-Suárez y E. Gil-Garay

Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Hospital Universitario La Paz, Madrid, España

Recibido el 12 de septiembre de 2012; aceptado el 25 de noviembre de 2012

Disponible en Internet el 22 de febrero de 2013

PALABRAS CLAVE

Fracturas pilón tibial;
Fracturas tibia distal;
Reducción abierta y
fijación interna

Resumen

Objetivo: Las fracturas de pilón tibial constituyen una de las lesiones más difíciles de tratar en cirugía ortopédica. Los nuevos protocolos y las modernas placas pueden mejorar los resultados. Comparamos los resultados y la tasa de complicaciones entre el abordaje anteromedial y anterolateral para la reducción abierta y fijación interna.

Material y métodos: Se estudiaron de forma prospectiva 40 pacientes tratados mediante reducción abierta y fijación interna entre 2007 y 2008. El abordaje fue seleccionado por el cirujano, dependiendo del patrón de fractura y de la situación de la piel. Los pacientes fueron evaluados clínica y radiológicamente por un cirujano independiente, utilizando criterios clínicos (puntuación de la Sociedad Americana de Ortopedia de Pie y Tobillo) y radiológicos a un mínimo de 2 años. Se registró la aparición de complicaciones de ambos abordajes.

Resultados: Cuarenta pacientes fueron incluidos. La media de edad fue de 53 años, había 24 hombres y 16 mujeres, 17 fracturas fueron de alta energía y hubo 8 abiertas (3 de tipo I, 4 de tipo II y una de tipo III), y 12 de las lesiones cerradas eran de grado II o III de la clasificación de Tscherne. Seis pacientes (15%) presentaron lesiones asociadas. Al final del seguimiento hubo 33 (82%) resultados excelentes o buenos. No se encontraron diferencias estadísticas entre ambos abordajes con respecto al tiempo de consolidación, tasa de retardo de consolidación y tasa de infección. Fueron extraídas tres placas anteromediales y ninguna anterolateral.

Conclusión: La reducción abierta y fijación interna de la fractura de pilón tibial proporciona buenos resultados; no se pudo encontrar diferencias estadísticas entre los abordajes anteromedial y anterolateral. Los resultados clínicos y radiológicos y la tasa de complicaciones se relacionan principalmente con el tipo de fractura.

© 2012 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: nzinas@hotmail.com (C.A. Encinas-Ullán).

KEYWORDS

Plafond tibial fractures;
Distal tibia fractures;
Open reduction with internal fixation

Medial versus lateral plating in distal tibial fractures: A prospective study of 40 fractures

Abstract

Objective: Tibial plafond fractures are one of the most challenging injuries in orthopaedic surgery. Their results could be improved by following the new guidelines for the management, and modern plating techniques. The results and complication rate between anteromedial and anterolateral approach for open reduction and internal fixation of these fractures were compared.

Material and methods: A study was conducted on 40 patients treated by open reduction and internal fixation between 2007 and 2008. The surgical approach was selected by the surgeon in charge, depending on fracture pattern and skin situation. Patients were evaluated clinically and radiographically by an independent orthopaedic surgeon, not involved in the surgical procedure, using clinical (American Orthopaedic Foot and Ankle Society score) and radiological criteria at a minimum of two years. The appearance of complications after both approaches was recorded.

Results: Forty patients were included. The mean age was 53 years, with 24 males and 16 females. Seventeen of the injuries were of high energy, and there were 8 open fractures (3 of type I, 4 type II and one type III), and 12 of the closed injuries were grade II or III in the Tscherne classification. Six patients (15%) had associated injuries. At final follow-up there were 33 (82%) excellent or good results. No statistical differences were found between either surgical approach regarding time to bone union, rate of delayed union and infection rate. Three plates of the anteromedial group and none of the anterolateral group needed to be removed.

Conclusion: Open reduction and internal fixation of distal tibia fractures produced reliable results, with no statistical differences found between anteromedial and anterolateral surgical approaches. Clinical and radiological results and complication rate were mainly related to the fracture type.

© 2012 SECOT. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

El tratamiento de las fracturas de pilón tibial es un reto debido a la dificultad de lograr una reducción anatómica sin complicaciones¹. Las nuevas placas con bajo perfil, anatómicamente precontorneado y con estabilidad angular son prometedoras. Sin embargo, existe controversia en la literatura sobre el abordaje ideal para manejar estas fracturas.

El abordaje anteromedial ofrece una buena visualización de los tercios central y medial del pilón tibial, pero hay una pobre cobertura de tejidos blandos y la tasa de complicaciones de la herida es alta². Las técnicas mínimamente invasivas pueden ser utilizadas para la reducción indirecta de la fractura, preservando la biología y así evitar los problemas de los tejidos blandos²⁻⁴. Sin embargo, esto es técnicamente exigente, especialmente en fracturas más complejas⁴⁻⁶.

Cuando hay una fractura de la columna lateral del pilón tibial asociada con una fractura de peroné y lesión de la sindesmosis, se prefiere el abordaje anterolateral. La superficie lateral de la tibia distal presenta una cubierta de tejidos blandos mejor, y el peroné o el tubérculo de Chaput pueden ser desplazados para permitir la reducción de los fragmentos posteriores⁷. La modificación de Bohler del abordaje anterolateral permite la exposición de todo el fragmento de Chaput⁸. Algunas fracturas complejas requieren llevar a cabo un enfoque extendido para reducir y fijar ambas columnas⁹.

El objetivo del estudio es comparar los resultados y las tasas de complicación entre el abordaje anteromedial y el

anterolateral para la reducción abierta y fijación interna de fracturas de pilón tibial.

Material y métodos

Fueron evaluados prospectivamente 40 pacientes consecutivos con una fractura de pilón tibial entre enero de 2007 y diciembre de 2008. Los criterios de inclusión comprendían todas las fracturas pilón tibial atendidas en nuestro servicio durante el período de estudio. La fractura de pilón tibial se definió como una fractura que tenía algún trazo a menos de 4 cm de la articulación. Todos los pacientes fueron tratados mediante reducción abierta y fijación con placas. El cirujano principal en cada caso decidió qué abordaje y diseño de la placa usar.

El protocolo postoperatorio consistió en inmovilización con una férula suropédica en 90° de flexión dorsal hasta la cicatrización de los tejidos blandos. La carga no se permitió durante un período de 8–12 semanas. Se utilizó tromboprolifaxis con heparina de bajo peso molecular durante 4 semanas y profilaxis antimicrobiana con cefazolina (vancomicina si el paciente era alérgico) durante 48 h.

Las fracturas abiertas se clasificaron de acuerdo a la clasificación Gustilo y Anderson tratadas con desbridamiento precoz e irrigación¹⁰. El daño de los tejidos blandos en las fracturas cerradas se clasificó de acuerdo a la clasificación de Tscherne¹¹. Para aquellos casos con problemas de los tejidos blandos, se utilizó un fijador externo temporal. El tratamiento definitivo con reducción abierta y fijación con placas se retrasó hasta la cicatrización de los tejidos blandos.

Los pacientes fueron evaluados clínica y radiológicamente por un cirujano ortopédico independiente, que no participó en la operación, un mes, 3 meses, 6 meses, un año y 2 años después de la cirugía. Para la valoración clínica se utilizó la escala de la Sociedad Americana de Ortopedia de Pie y Tobillo (AOFAS)¹². También se recogió información sobre la presencia de necrosis de los tejidos blandos y de infección. Las complicaciones de la herida o tejidos blandos se consideraron una complicación mayor si el tratamiento requería cirugía. Se consideró la extracción de material después de la consolidación de fracturas si provocaba síntomas.

Se usaron radiografías anteroposteriores y laterales del tobillo con una técnica estándar en el momento de la fractura para evaluar el patrón de la misma. Las fracturas se clasificaron según la clasificación AO/OTA¹³. Durante el seguimiento se utilizaron las radiografías anteroposteriores y laterales del tobillo para evaluar la calidad de la reducción, el desplazamiento secundario, la consolidación y la presencia de cambios degenerativos en la articulación del tobillo.

La fractura se consideró consolidada cuando las radiografías mostraron 3 corticales de puente óseo y la carga de peso era posible sin dolor significativo. Se consideró retardo de consolidación si el tiempo de esta fue superior a 6 meses desde la lesión. Se consideró pseudoartrosis si la consolidación del hueso no se había producido después de 9 meses desde la lesión. Las pseudoartrosis sépticas se manejaron con retirada de la placa y el uso de un fijador externo. Las pseudoartrosis asépticas fueron tratadas con autoinjerto de cresta ilíaca y la fijación con nuevas placas de la fractura. La consolidación viciosa se definió como un escalón articular de más de 1 mm, una angulación superior a 5° en cualquier plano o acortamiento de más de 1 cm^{14,15}. La presencia de artrosis de tobillo se evaluó de acuerdo con los criterios de Kellgren y Lawrence¹⁶.

Para el análisis en este estudio se utilizó el paquete estadístico para ciencias sociales (SPSS 12.0, Chicago, IL, EE. UU.). El nivel de significación estadística fue de $p < 0,05$.

Resultados

La edad media en el momento de la fractura fue de 53 años (rango 22,9 a 92,1). Hubo 24 hombres y 16 mujeres; 17 fracturas de pierna derecha y 23 fracturas de pierna izquierda; y 17 fracturas de alta energía y 23 de baja energía. Seis (15%) pacientes presentaron lesiones asociadas (una fractura de la columna lumbar, 2 fracturas de diáfisis tibial contralateral, una fractura de calcáneo contralateral, una fractura de tobillo y una fractura del húmero).

La clasificación radiológica incluyó: 22 fracturas de tipo A (5 A1, 5 A2 y 12 A3), 9 fracturas de tipo B (1 B1 y 8 B3) y 9 fracturas de tipo C (una C1, una C2 y 7 C3). Treinta y tres (82,5%) casos presentaron una fractura de peroné asociada. Había 8 fracturas abiertas que fueron clasificadas según la clasificación de Gustilo: 3 como tipo I, 4 tipo II y una tipo III¹⁰. En las fracturas cerradas, el daño de tejido blando estaba presente en 12 pacientes (grado II o III de la clasificación Tscherné)¹¹ (tabla 1).

El tiempo medio de cirugía desde el accidente fue de 7,5 días (rango 0 a 40 días). En 9 (22,5%) pacientes sin lesión



Figura 1 Visión anteroposterior y lateral de fractura de pilón tibial tratada mediante reducción abierta y osteosíntesis con placa anterolateral.



Figura 2 Visión anteroposterior y lateral de fractura de pilón tibial tratada mediante reducción abierta y osteosíntesis con placa anteromedial.

importante de tejidos blandos, la cirugía se realizó dentro de las primeras 24 h. Once fracturas fueron manejadas inicialmente con fijación externa debido a problemas en los tejidos blandos. El fijador externo se mantuvo durante una media de 13,45 días (rango 8-40 días). Veintisiete pacientes fueron tratados con una placa distal de tibia LCP (Synthes, Paoli, PA, EE. UU.) mediante un abordaje anteromedial (en 6 casos sin afectación intraarticular las placas se colocaron percutáneamente). Doce fracturas fueron tratadas mediante placa anterolateral (Synthes) (figs. 1 y 2).

Una fractura con gran conminación requirió placa en ambas columnas mediante un abordaje extensible. El injerto óseo se utilizó en 8 fracturas. No hubo diferencias estadísticamente significativas en cuanto al tipo de fractura (tipo, mecanismo, lesiones asociadas) o en cuanto a los pacientes entre los grupos anterolateral y anteromedial.

Al final del seguimiento hubo 33 (82%) excelentes y buenos resultados. La puntuación AOFAS media fue de

Tabla 1 Resultados

	Alta energía	Clasificación de Gustilo	Clasificación AO de fracturas	Placa medial	Placa anterolateral	Consolidación viciosa	Desplazamiento secundario	Infección	Seudoartrosis	EMO	AOFAS
1		II	43C3		+						92
2			43C3		+						97
3			43A3	+		+					95
4			43B3	+							74
5		II	43B3	+							97
6	+		43A3	+					+		87
7	+		43A3	+							88
8			43B3		+						58
9			43A1	+							97
10	+		43C3	+		+					73
11			43A3	+				+		+	84
12			43C3		+						78
13	+		43A1	+			+			+	87
14			43A3	+							97
15	+		43B3	+		+	+			+	70
16			43C2	+							97
17	+	II	43B3	+					+	+	69
18			43C1		+		+			+	83
19			43A2	+				+		+	95
20			43A3	+							97
21			43C3		+						97
22			43A1		+		+			+	97
23	+	II	43B3		+						97
24			43A2		+						95
25			43A3	+		+	+				83
26	+		43C3	+			+				83
27		I	43A3		+	+		+			69
28	+		43A1	+							97
29	+	I	43C3	+		+	+				73
30			43A3	+							90
31			43B1	+							84
32	+	I	43A3	+							97
33	+		43B3	+	+						50
34	+		43A3		+	+			+	+	46
35	+		43B3		+						97
36			43A2	+						+	70
37	+		42A2	+							90
38		III A	43A3	+							92
39	+		43A1	+							88
40	+		43A2	+							83

84,9 (rango 46-97) puntos. En 33 (82,5%) de los casos se obtuvo una reducción anatómica. Hemos encontrado una mayor tasa de reducciones anatómicas en tipo A (81,8%) y en tipo B (88,9%) que en las fracturas de tipo C (77,8%).

Hubo 7 (17,5%) pérdidas secundarias de reducción durante el seguimiento (5 después de una placa anteromedial, 2 después de una placa anterolateral). No hemos podido encontrar diferencias estadísticamente entre las placas anteromedial y anterolateral respecto a la calidad de la reducción ($p=0,88$) o el desplazamiento secundario de la fractura ($p=0,88$). Al final del seguimiento, 5 (12%) tobillos mostraron cambios degenerativos leves sin síntomas clínicos que hicieran necesarios procedimientos adicionales.

El tiempo medio de consolidación fue de 18,1 semanas (rango de 8 a 32). Se observó retraso de consolidación en 5 (12%) casos; tres casos habían sido tratados con una placa anteromedial y los otros 2 con una placa anterolateral. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la tasa de retardo de consolidación entre ambos grupos ($p=0,63$). Cuatro de los casos fueron fracturas de alta energía, pero no hemos podido encontrar una diferencia estadísticamente significativa en relación con el mecanismo de fractura. Tres casos estaban infectados y se requirió la fijación externa hasta la consolidación de las fracturas. Los casos de pseudoartrosis asepticas fueron tratados con autoinjerto de cresta ilíaca y nueva placa.

En 3 fracturas (7,5%), se produjo infección profunda (2 eran fracturas abiertas y una cerrada), 2 después de una placa anteromedial y otra después de una placa anterolateral. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la tasa de infección entre ambos métodos ($p=0,92$) o entre las fracturas abiertas o cerradas ($p=0,54$), que probablemente no sea significativo por el tamaño de la muestra. Todas las infecciones fueron tratadas con éxito con el desbridamiento quirúrgico, la extracción del implante, la fijación externa y la terapia antibiótica.

Cinco (12,5%) pacientes requirieron un injerto; cuatro pacientes debido a la necrosis de la piel con dehiscencia de la herida y la exposición de material. Otro paciente presentó un síndrome compartimental y fue necesario una cirugía para cerrar la fasciotomía medial. Tres placas anteromediales produjeron molestias y se retiraron después de la consolidación de las fracturas.

Discusión

Los pacientes que sufren una fractura de pilón tibial presentan pobres puntuaciones en escalas funcionales y de salud general respecto a los controles^{17,18}. En nuestra serie, los resultados funcionales de la articulación de tobillo fueron buenos en la mayoría de los pacientes; la puntuación media AOFAS fue de 85 puntos, similar a otras series de tratamiento con placas modernas^{5,6}. Los pacientes tratados mediante fijación externa presentan más dolor y menor rango de movimiento que los pacientes tratados con reducción abierta y fijación interna¹⁸. Las complicaciones son más frecuentes después de las fracturas de tipo C3¹⁹. Se pudo obtener una reducción anatómica en solo el 78% de las fracturas de tipo C y estos pacientes presentaron un peor resultado clínico. La calidad de la reducción estaba más relacionada con el tipo de fractura que con el abordaje.

Hay dificultades para lograr y mantener una adecuada reducción y la alineación después de fractura de pilón tibial, dependiendo del método de fijación utilizado. Las fracturas tratadas mediante enclavado intramedular tienen problemas de alineación en el 7-35% de los casos^{15,20}, y en las fracturas tratadas mediante fijación externa en el 19-25% de los casos^{21,22}. Las placas de tibia distal permiten una reducción más precisa de las fracturas. Las placas bloqueadas proporcionan una mayor rigidez y carga al fracaso que las placas estándar.²³ Sin embargo, hay publicadas altas tasas de consolidaciones viciosas, y una larga curva de aprendizaje cuando se emplean placas percutáneamente^{4,6,24,25}. Las placas modernas proporcionan una buena estabilidad axial, sin embargo Collinge et al. encuentran un desplazamiento secundario en el 7%⁵.

La pseudoartrosis y el retardo de consolidación son una complicación común después de las fracturas de tibia distal tratadas con abordajes tradicionales²⁶. Las técnicas mínimamente invasivas tienen excelentes tasas de consolidación, con disminución de las necesidades de injerto óseo²⁷. Sin embargo, en las fracturas de alta energía tratadas por MIPO, el 35% requiere una segunda cirugía para lograr la consolidación⁵. Nuestra serie, como la mayoría de los estudios, combina fracturas de baja y de alta energía. No se encontró ninguna diferencia en la tasa de consolidación entre placa medial y lateral. Esto apoya que la tasa de consolidación depende más del mecanismo de lesión que del abordaje.

Desde el establecimiento del protocolo de tratamiento en 2 etapas la tasa de complicaciones de tejidos blandos ha disminuido^{1,28}. En nuestro estudio la tasa de problemas de tejidos blandos era de 12,5%, y esto parece estar más relacionado con la lesión en sí que con la técnica. Collinge et al. encuentran complicaciones de tejidos blandos en el 19% de los pacientes con traumatismo de alta energía, a pesar de emplear las técnicas mínimamente invasivas. Se encontró una tasa similar de problemas de la herida con ambos abordajes. Chen et al. informaron de una tasa de complicación de heridas del 8%, utilizando un abordaje medial o lateral²⁹. La edad media de nuestra serie es elevada y, aunque la fijación externa se utilizó ampliamente, la aparición de complicaciones era común. La baja tasa de complicaciones es similar a otras series, y se puede atribuir a la utilización de la fijación externa hasta la recuperación de los tejidos blandos y a la tasa de fracturas de baja energía. Hubo 3 infecciones (7,5%). La aparición de la infección fue similar con ambos métodos y similar a otras series publicadas³⁰.

Las limitaciones de este estudio fueron el número limitado de pacientes y la participación de varios cirujanos diferentes. El tipo de método empleado fue decidido por el cirujano, dependiendo del patrón de fractura y no fue aleatorizado. El estudio incluyó fracturas de baja y alta energía en los grupos de edad. Los puntos fuertes son que es un estudio prospectivo, que ningún paciente se ha perdido durante el seguimiento, y que el seguimiento es superior a 2 años.

En resumen, la reducción abierta y fijación interna de las fracturas de tibia distal proporciona resultados fiables. No se encontró diferencias entre ambos enfoques en cuanto a resultados clínicos o radiológicos. La aparición de complicaciones depende más de la lesión en sí misma que del abordaje utilizado para gestionar estas fracturas.

Nivel de evidencia

Nivel de evidencia IV.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes y que todos los pacientes incluidos en el estudio han recibido información suficiente y han dado su consentimiento informado por escrito para participar en dicho estudio.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Sirkin M, Sanders R, DiPasquale T, Herscovici Jr D. A staged protocol for soft tissue management in the treatment of complex pilon fractures. *J Orthop Trauma*. 2004;18 8 Suppl:S32-8.
2. Collinge C, Sanders R. Minimally-invasive plating. *J Amer Acad Orthop Surg*. 2000;8:211-6.
3. Collinge C, Sanders R, DiPasquale T. Treatment of complex tibial periarticular fractures using percutaneous techniques. *Clin Orthop Relat Res*. 2000;375:69-77.
4. Helfet DL, Shonnard PY, Levine D, Borrelli Jr J. Minimally invasive plate osteosynthesis of distal fractures of the tibia. *Injury*. 1997;28:A42-7.
5. Collinge C, Kuper M, Larson K, Protzman R. Minimally invasive plating of energy metaphyseal distal tibia fractures. *J Orthop Trauma*. 2007;21:355-61.
6. Oh CW, Kyung HS, Park IH, Kim PT, Ihn JC. Distal tibia metaphyseal fractures treated by percutaneous plate osteosynthesis. *Clin Orthop Relat Res*. 2003;615-20.
7. Grose A, Gardner MJ, Hettrich C, Fishman F, Lorich DG, Asprinio DE, et al. Open reduction and internal fixation of tibial pilon fractures using a lateral approach. *J Orthop Trauma*. 2007;21:530-7.
8. Herscovici Jr D, Sanders RW, Infante A, DiPasquale T. Bohler incision: an extensile anterolateral approach to the foot and ankle. *J Orthop Trauma*. 2000;14:429-32.
9. Assal M, Ray A, Stern R. The extensile approach for the operative treatment of high-energy pilon fractures: surgical technique and soft tissue healing. *J Orthop Trauma*. 2007;21:198-206.
10. Gustilo RB, Anderson JT. Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones. *J Bone Joint Surg Am*. 1976;58:453-8.
11. Tscherne H, Gotzen L. Fractures with soft tissue injuries. Berlin: Springer-Verlag; 1984.
12. SooHoo NF, Shuler M, Fleming LL, American Orthopaedic Foot and Ankle Society. Evaluation of the validity of the AOFAS Clinical Rating System by correlation to the SF-36. *Foot Ankle Int*. 2003;24:50-5.
13. Marsh JL, Slongo TF, Agel J, Broderick JS, Creevey W, DeCoster TA, et al. Fracture and dislocation classification compendium-2007: Orthopaedic Trauma Association classification, database and outcomes committee. *J Orthop Trauma*. 2007;21 10 Suppl:S1-163.
14. Marsh JL, Weigel DP, Dirschl DR. Tibial plafond fractures. How do these ankles function over time? *J Bone Joint Surg Am*. 2003;85-A:287-95.
15. Nork SE, Schwartz AK, Agel J, Holt SK, Schrick JL, Winquist RA. Intramedullary nailing of distal metaphyseal tibial fractures. *J Bone Joint Surg Am*. 2005;87:1213-21.
16. Kellgren JH, Lawrence JS. Radiological assesment of osteoarthritis. *Ann Rheum Dis*. 1957;16:494-502.
17. Sands A, Grujic L, Byck DC, Agel J, Benirschke S, Swiontkowski MF. Clinical and functional outcomes of internal fixation of displaced pilon fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 1998;347:131-7.
18. Pollack AN, McCarthy ML, Bess RS, Agel J, Swiontkowski MF. Outcomes after treatment of high-energy tibial plafond fractures. *J Bone Joint Surg Am*. 2003;85-A:1893-900.
19. Harris AM, Patterson BM, Sontich JK, Vallier HA. Results and outcomes after operative treatment of high-energy tibial plafond fractures. *Foot Ankle Int*. 2006;27:256-65.
20. Vallier HA, Le TT, Bedi A. Radiographic and clinical comparisons of distal tibia Shaft fractures (4 to 11 cm proximal to the plafond) plating versus intramedullary nailing. *J Orthop Trauma*. 2008;22:307-11.
21. Bone L, Stegemann P, McNamara K, Seibel R. External fixation of severely comminuted and open tibial pilon fractures. *Clin Orthop*. 1993:101-7.
22. Court-Brown CM, Walker C, Garg A, McQueen MM. Half ring external fixation in the management of tibial plafond fractures. *J Orthop Trauma*. 1999;13:200-6.
23. Hoenig M, Gao F, Kinder J, Zhang LQ, Collinge C, Merk BR. Extra-articular distal tibia fractures: a mechanical evaluation of 4 different treatment methods. *J Orthop Trauma*. 2010;24:30-5.
24. Redfern DJ, Syed SU, Davies SJ. Fractures of the distal tibia: minimally invasive plate osteosynthesis. *Injury*. 2004;35:615-20.
25. Hazarika S, Chakravarthy J, Cooper J. Minimally invasive locking plate osteosynthesis for fractures of the distal tibia-results in 20 patients. *Injury*. 2006;37:877-87.
26. Pugh KJ, Wolinsky PR, McAndrew MP, Mark P, Johnson KD. Tibial pilon fractures: a comparison of treatment methods. *J Trauma*. 1999;47:937-41.
27. Zelle BA, Bhandari M, Espiritu M, Koval KJ, Zlowodzki M. Treatment of distal tibia fractures without articular involvement: A systematic review of 1125 fractures. *J Orthop Trauma*. 2006;20:76-9.
28. Patterson MJ, Cole JD. Two-staged delayed open reduction and internal fixation of severe pilon fractures. *J Orthop Trauma*. 1999;13:85-91.
29. Chen L, O'Shea K, Early JS. The use of medial and lateral surgical approaches for the treatment of tibial plafond fractures. *J Orthop Trauma*. 2007;21:207-11.
30. Gao H, Zhang CQ, Luo CF, Zhou ZB, Zeng BF. Fractures of the distal tibia treated with polyaxial locking plating. *Clin Orthop Relat Res*. 2009;467:831-7.