



Distal tibia kırıklarının ve kaynamamış kırıkların tedavisinde kilitli intramedüller çivilemenin değerlendirilmesi

Evaluation of interlocking intramedullary nailing in distal tibial fractures and nonunions

Stamatios PARASCHOU, Huseyin BEKIR, Helias ANASTASOPOULOS, Athanasios PAPAPANOS,¹
John ALEXOPOULOS,¹ Anestis KARANIKOLAS, Nick ROUSSIS¹

Kilkis Hastanesi Ortopedi Kliniği, Kilkis; ¹Agrinio Hastanesi Ortopedi Kliniği, Agrinio, Yunanistan

Amaç: Eklemi etkilemeyen distal tibia kırıklarında ve kaynamamış kırıkların tedavisinde kilitli intramedüller çivilemenin sonuçları geriye dönük olarak değerlendirildi.

Çalışma planı: Çalışmaya, distal tibia kırığı (n=35) veya kaynamamış kırık (n=10) nedeniyle kilitli intramedüller çivileme ile tedavi edilen 45 hasta (ort. yaş 42; dağılım 27-52) alındı. Kırıkların 31'i kapalı, dördü açık kırık idi. AO sınıflamasına göre, 27 kırık A1, altı kırık A2, iki kırık A3 idi. Ayrıca, iki hastada medial malleol, 14 hastada lateral malleol kırığı vardı. Tedavide 38 hastada Gross-Kempf (Howmedica) kilitli intramedüller çivisi, yedi hastada Expert (Synthes) çivisi kullanıldı. Yirmi iki hastada dinamik çivileme, 23 hastada statik çivileme yapıldı. Hiçbir hastada greft kullanılmadı. Hastalar ortalama 37 aylık (dağılım 24-60 ay) takip süresi içinde klinik ve radyografik olarak değerlendirildi.

Sonuçlar: Tüm hastalarda ortalama 4.6 ay içinde (dağılım 3-7 ay) kaynama elde edildi. Üç hastada kaynama için dinamizasyona başvuruldu. Ortalama kaynama süresi dinamik çivileme uygulanan hastalarda 4.4 ay (dağılım 3-6 ay), statik çivileme uygulanan hastalarda 4.8 ay (dağılım 3-7 ay) bulundu. Hiçbir hastada ciddi komplikasyon görülmedi. Bir hastada (%2.2) geçici peroneal sinir felci gelişti. Dört hastada (%8.9) çivinin taşmasından dolayı ortaya çıkan diz ağrısı çivinin çıkarılmasından sonra kayboldu. Beş hastada (%11.1) ayak bileği hareketinde 5-10 derece arasında değişen azalma görüldü. Hiçbir hastada diz eklemi hareketlerinde sınırlılık gelişmedi.

Çıkarımlar: Kilitli intramedüller çivileme, distal tibia kırıkları ve kaynamamış kırıklarda, kaynama oranı yüksek, komplikasyon oranı düşük güvenilir bir tedavi yöntemidir.

Anahtar sözcükler: Kemik çivisi; kırık tespiti, intramedüller/ yöntem; tibia kırığı/cerrahi.

Objectives: The aim of this study was to evaluate the results of interlocking intramedullary nailing in the treatment of extra-articular distal tibial fractures and nonunions.

Methods: The study included 45 patients (mean age 42 years; range 27 to 52 years) who were treated with interlocking intramedullary nailing for distal tibial fractures (n=35) and nonunions (n=10). Of 35 fractures, 31 were closed and four were open. The fractures were AO A1 (n=27), A2 (n=6), and A3 (n=2). In addition, two patients had medial, and 14 patients had lateral malleolus fractures. A Gross-Kempf (Howmedica) nail was used in 38 patients and an Expert nail (Synthes) was used in seven patients. Dynamic nailing was performed in 22 patients and static nailing was performed in 23 patients. No grafting was used. The patients were assessed clinically and radiographically within a mean follow-up period of 37 months (range 24 to 60 months).

Results: Union was achieved in all the patients within a mean of 4.6 months (range 3 to 7 months). Dynamization was required in three patients. The mean time to union was 4.4 months (range 3 to 6 months) with dynamic nailing and 4.8 months (range 3 to 7 months) with static nailing. Complications were not serious. Transient peroneal nerve palsy developed in one patient (2.2%). Knee pain was seen in four patients (8.9%) due to the protrusion of the nail and it disappeared after removal of the nail. Five patients (11.1%) had limitation of ankle movements in a range of 5 to 10 degrees. None of the patients had restriction in knee motion.

Conclusion: Intramedullary interlocking nailing is a reliable method of treatment for distal tibial fractures and nonunions, with a high rate of union and low complication rate.

Key words: Bone nails; fracture fixation, intramedullary/methods; tibial fractures/surgery.

Yazışma adresi / Correspondence: Stamatios G. Paraschou, MD, Emanouil Papa, 9E Pefka Thessaloniki, B.O 57010, Greece.
Tel: 0030 231 067 5481 e-posta: iliasdoc@yahoo.gr

Başvuru tarihi / Submitted: 12.03.2009 **Kabul tarihi / Accepted:** 20.07.2009

© 2009 Türk Ortopedi ve Travmatoloji Derneği / © 2009 Turkish Association of Orthopaedics and Traumatology

Eklemi etkilemeyen distal tibia kırıkları yüksekten düşme, trafik kazası ya da kayak yaralanması sonucunda oluşur. Bu kırıkların görülmesinde araba kazalarındaki ve kar sporlarına katılımdaki artışa paralel olarak artış görülmektedir.^[1] Bu kırıklar için en çok kabul gören AO sınıflamasıdır.^[2] Üç tip kırık vardır. Tip A: eklem dışı kırıklar, tip B: kısmi eklem içi kırıklar, tip C: eklem içi kırıklar. Tip A üç alt tipe ayrılır: basit kırıklar (A1), az parçalı kırıklar (A2), çok parçalı kırıklar (A3). Bu kırıklar burulma ya da sıkıştırma kuvvetleriyle yüksek enerjili travma sonucunda oluşurlar. Bazen bu kırıklara lateral veya medial malleol kırıkları eşlik edebilir. Klinik incelemede genellikle ağrı, şişlik ve distal tibiada deformite gözlenir. Pasif ve aktif ayak bileği hareketleri ağrılı ve sınırlıdır. Hasta yürüyemez durumdadır ve nörovasküler demetin her zaman kontrol edilmesi gerekir. Distal tibia 1/3 ön-arka ve yan radyografileri tanı için son derece önemlidir. Bu kırıkların tedavisi genellikle cerrahi gerektirir. Kaynamayı engelleyen faktörlerden hastayla ilgili olanları metabolik durum, diyabet, sigara ve alkol kullanımıdır.^[3-8] Diğer faktörler, yüksek enerjili zorlamaya bağlı bölgesel kan akımı bozukluğu, çevre yumuşak dokularda oluşan zarar, kırığın parçalı olması ve kılavuzun açık olarak yerleştirilmesidir. Bölgede görülen osteoporozla bağlı oluşan instabilite ya da yanlış ameliyat tekniği psödoartroza yol açabilir.

Geriye dönük bu çalışmada, distal tibia kırıklarında ve kaynamamış kırıklarda kilitli intramedüller çivilemenin sonuçları değerlendirildi.

Hastalar ve yöntem

Kurumumuzda 1998 ve 2007 yılları arasında 45 hasta (32 erkek, 13 kadın; ort. yaş 42; dağılım 27-52) distal tibia kırığı (n=35) ve distal tibia 1/3 kaynamamış kırık (n=10) nedeniyle kilitli intramedüller çivileme yöntemiyle tedavi edildi. Kırık 38 hastada sağ, yedi hastada sol taraftaydı. Kırıkların 31'i kapalı, dördü açık kırık idi (3 Gustilo-Anderson derece I, 1 derece II). AO sınıflamasına göre kırıklar A1 (n=27), A2 (n=6), ve A3 (n=2) idi. Kemik kusuru bulunmayan üç atrofik ve yedi hipertrofik kaynamamış kırık vardı. İki hastada medial malleolusta, 14 hastada lateral malleolusta birden fazla kırık bulunuyordu. Kaynamamış kırıkların ilk tedavisi için breys (n=1), intramedüller çivileme (n=1) ve eksternal tespit (n=8) uygulanmıştı. Birinci ve ikinci ameliyatlarda ortalama süre 9.8 aydı (dağılım 9-14 ay). Kırık bir hastada kılavuz kapalı olarak yerleştirildi.

Otuz sekiz hastada Gross-Kempf (Howmedica, Rutherford, NJ, ABD) kilitli intramedüller çivisi, yedi hastada distal ucunda delikler bulunan Expert çivisi (Synthes, West Chester, PA, ABD) kullanıldı (Şekil 1). Expert çivisinin distal ucundaki delikler distal parçanın stabilitesini artırır. Oyulmuş vidanın çapı genellikle 11 mm (dağılım 9-12 mm) idi. Üç hastada çivi distaldeki vidaya kadar distal kısımdan kısaltılarak kullanıldı (Şekil 2). Yirmi iki hastada dinamik çivileme, 23 hastada statik çivileme yapıldı. Tibianın distal 1/3'ündeki zayıf vaskülarite ve kırık bölgesindeki çevre yumuşak dokulardaki hasar göz önünde bulundurularak, AO tip A1 kırıklar ile hipertrofik kaynamamış kırıklarda dinamik çivileme, A2 ve A3 kırıklar ile atrofik kaynamamış kırıklarda ise statik çivileme uygulandı. Varus, valgus, anterior ve posterior açılanmayı önlemek için, distal ucu önceden bükülmüş kılavuz yerleştirildi ve kılavuz ucunun merkezde konumlandığından emin olmak için iki düzlemde radyografik olarak kontrol edildi. Eksantrik konumlanma durumunda kılavuz zıt tarafa döndürüldü. İki medial malleol kırığından biri konservatif olarak tedavi edildi, diğeri ise iki K-teli ile tespit edildi. Lateral malleol kırıklarının çoğu (10/14) bir plaka ve vidalar yardımıyla tespit edildi. Psödoartroz durumunda her zaman fibula osteotomisi uygulandı. Hiçbir hastada greft kullanılmadı. İlk tedavi olarak eksternal tespit yapılan sekiz kaynamamış kırıkta önce eksternal fiksator çıkarıldı, bacak breys ile immobilize edildi, kültür örnekleri alındı ve antibiyotik tedavisine başlandı. Kültür örnekleri negatif çıkan yedi hastada, 10 gün süren antibiyotik tedavisinin ardından intramedüller çivileme yapıldı. Pozitif kültürü bir hastada antibiyotik tedavi dört hafta boyunca, enfeksiyon temizlenene kadar uygulandı. Tüm hastalara ameliyat sonrası 30 gün boyunca düşük molekül ağırlıklı heparin verildi. Hastalar ameliyat sonrası 8-10 gün içinde taburcu edildi. Dinamik çivileme yapılan hastalarda yük vermeye ameliyat sonrası beşinci günden itibaren izin verildi. Dinamik çivileme yapılan ve malleol kırığı olan hastalarda, üçüncü haftadan sonra kısmi yük vermeye, kaynama sürecine, osteoporoz varlığına ve hastanın ağırlığına bağlı olarak 6-8 hafta sonra da tam yük vermeye geçildi. Statik çivileme yapılan hastalarda, ameliyat sonrası beşinci günden sonra kısmi yüklenmeye, 6-8 hafta sonra da tam yüklenmeye geçildi. Statik çivileme yapılan hastalarda malleol kırığı olması kısmi yük vermeyi dört hafta geciktirdi.



Şekil 1. (a) Distal tibia kırığı. (b) Distal ucun yakınında çokyönlü delikleri olan Expert çivisiyle tedavi. (c) Kırığın cerrahiden 1.5 yıl sonraki iyileşmiş görünümü.

Hastalar kaynama tamamlanana kadar, dört hafta aralıklarla klinik ve radyografik olarak değerlendirildi. Radyografik değerlendirmede kaynama süreci, frontal ve sagittal düzlemde aksiyel dizilim, kısalma ve torsiyon varlığı kontrol edildi. Klinik değerlendirmede diz ve ayak bileğinin hareket açıklığına ve komşu eklemler ve kırık bölgesinde ağrı olup olmadığına bakıldı. Ortalama takip süresi 37 ay (dağılım 24-60 ay) idi.

Bulgular

Tüm kırıklar ve kaynamamış kırıklarda ortalama 4.6 ay (dağılım 3-7 ay) içinde kaynama sağlandı; bu süre kırıklarda 4.4 ay (dağılım 3-6 ay), kaynamamış kırıklarda 5.3 ay (dağılım 3-7 ay) idi. Üç hastada ameliyattan iki ay sonra dinamizasyon uygulandı ve iki hastada altı ayda, bir hastada ise yedi ayda kaynama sağlandı. Ortalama kaynama süresi dinamik çivileme uygulanan hastalarda 4.4 ay (dağılım 3-6 ay), statik çivileme uygulanan hastalarda 4.8 ay (dağılım 3-7 ay) idi. Ameliyat sırasında komplikasyon gözlen-

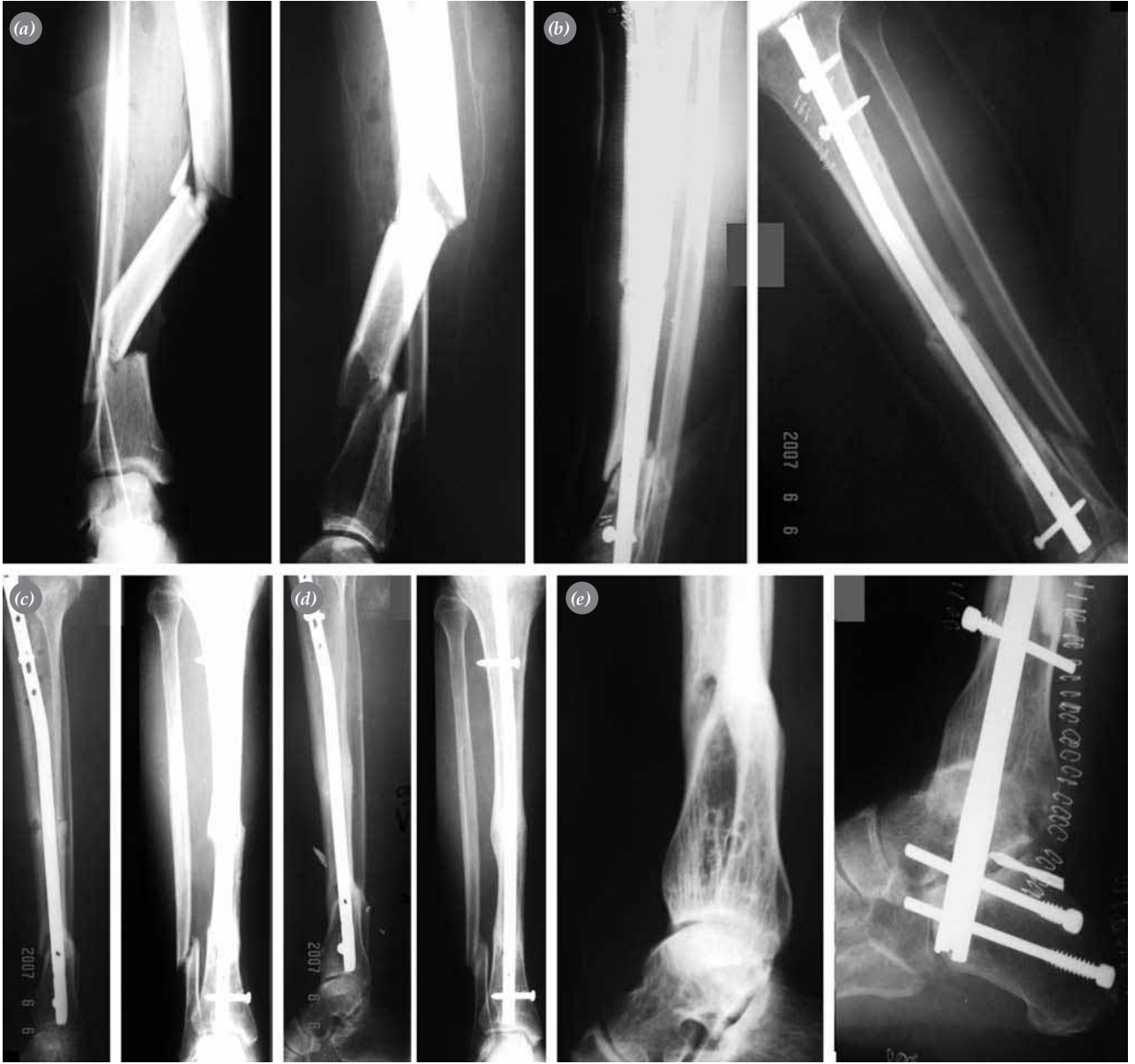
medi. Bir hastada (%2.2) görülen peroneal sinir felci üç ay sonra tamamen iyileşti. Deri nekrozu, yüzeysel veya derin enfeksiyon görülmedi. Hiçbir hastada 1 cm'den fazla kısalma ya da iki düzlemde 5 dereceden fazla aksiyel sapma gözlenmedi. Dört hastada (%8.9) çivinin proksimal ucunun taşmasından dolayı ortaya çıkan diz ağrısı çivinin çıkarılmasıyla kayboldu. Çivi ya da vida kırılması görülmedi. Beş hastada (%11.1) ayak bileği hareketinde 5-10 derece arasında değişen azalma görüldü. Bunların birinde yaralanmadan 6.5 yıl sonra travma sonrası ciddi ayak bileği artritisi gelişti ve retrograd intramedüller çivi ile ayak bileği füzyonu yapıldı (Şekil 3). Hiçbir hastada diz eklemi hareketlerinde kısıtlılık gelişmedi.

Tartışma

Eklemi etkilemeyen distal tibia kırıkları, tibianın distal 1/3'ünde görülen tüm kırıkların %14.5'ini oluşturur.^[9] Bu kırıkların prognozu birçok faktöre bağlıdır. Bunlar arasında kırığın parçalı olup olmaması, yumuşak doku hasarı, osteoporoz varlığı, cerrahi



Şekil 2. (a) Distal tibia kaynamamış kırığının eksternal tespitten sekiz ay sonraki görünümü. (b) Hastaya dinamik çivileme uygulandı. Çivinin distal ucunda yapılan kısalma görülüyor. (c) Ameliyattan dört ay sonraki kaynamış görünüm. Cerrahiden iki ay sonra uygulanan fibular osteotomi izleniyor.



Şekil 3. (a) Bipolar kırık. (b) Kilitli intramedüller çivi ile tedavi (statik çivileme). (c) Ameliyattan üç ay sonra dinamizasyon uygulandı. (d) Cerrahiden altı ay sonra kaynama elde edildi. (e) Ameliyattan 6.5 yıl sonra, ayak bileği artriti nedeniyle hastaya retrograd intramedüller çivi ile ayak bileği füzyonu uygulandı.

teknik, ameliyat sonrası bakım ve kırığın açık veya kapalı olması sayılabilir. Bazı yazarlar minimal invaziv perkütan plak osteosenteziyle kilitli plak kullanılmasını önermektedirler. Plak küçük bir kesile yerleştirilir ve vidalar bir hedefleme aygıtı yardımıyla ve kırığın devaskularizasyonuna yol açmadan yerleştirilir, böylece enfeksiyon ve kaynamama olasılığı azalır.^[10-13] Kapalı redüksiyon geçici eksternal tespit yardımıyla gerçekleştirilebilir.^[14] Minimal internal tespit (vidalar ve K-telleri) ile birlikte veya tek başına eksternal tespit uygulayanlar da vardır.^[15,16] Diğer

bir seçenek ise kilitli intramedüller çivilemedir. Bu tekniğin uygulanması zordur; çünkü, kılavuz, eklem yüzeyine zarar vermeden, ayak bileği eklemine 1 cm kadar yakınına yerleştirilmelidir.^[17] Kırık stabilitesini sağlamak için iki vida kullanılmalıdır.^[18] Bu teknik bazen çivinin distal kısmından distal deliğe kadar kısaltılmasını ya da distal ucun yakınında çok yönlü delikler bulunan Expert çivisi kullanılmasını gerektirir.^[19-21] Çalışmamızda üç hastada çivi kısaltıldı, yedi hastada ise Expert çivisi kullanıldı. Plakla fibular tespit şarttır; çünkü, rotasyonel stabilizeyi

artırır, erken yük vermeye izin verir, ayak bileği çukurlaşmasını düzeltir ve travma sonrası artrit, kalıcı şişlik ve ayak bileği hareketinde kısıtlılık gelişmesini önler.^[22-24] Fibular tespit tibial tespitten önce ya da sonra yapılabilir. Çalışmamızda önce fibula kırığına sonra tibia kırığına tespit uygulandı; böyle yapmamız tibia kırığının dizilimini ve çivi yerleştirilmesini kolaylaştırdı. Plak ve çivi tespitinin karşılaştırıldığı bir çalışmada benzer sonuçlar bulunmuştur.^[25] Bazı yazarlar plakla daha iyi anatomik redüksiyon sağlandığını; bazıları ise çivilemede ameliyat süresinin daha kısa, fonksiyonel sonuçların (ayak bileği hareketi) daha iyi ve deri nekroz oranının daha düşük olduğunu savunmaktadır.^[26-28] Her yöntemin dezavantajları vardır. Plaklamada deri nekrozu, enfeksiyon ve psödoartrit oranları görece daha yüksektir. Minimal internal tespit (vidalar veya K-telleri) ile birlikte veya tek başına yapılan eksternal tespitite ise çivi enfeksiyonu, yanlış kaynama veya kaynamama görülebilir. Çivi kullanımı bu sorunları azaltır, ancak uygulanması zor bir tekniktir.^[29,30] Bu yöntem eklemi kırıklarda (pilon) kullanılamaz, çünkü eklem yüzeyinin düzeltilmesiyle açık redüksiyon uygulanması gerekir. Kaynamamış distal tibia kırıklarının tedavisiyle ilgili az sayıda çalışma vardır. Nolting ve ark.^[31] perkütan olarak yerleştirilmiş kilitli plakla iyi sonuçlar bildirmişlerdir. Lonner ve ark.^[32] Ilizarov tekniğiyle oldukça iyi sonuçlar bildirmişlerdir. Çivileme, distal tibia kırıkları ve kaynamamış kırıkların tedavisinde, düşük komplikasyon oranı ve %100'e yaklaşan kaynama oranıyla güvenilir ve etkin bir tedavi yöntemi olarak görünmektedir. Bulgularımız literatürde bildirilen sonuçlarla uyumludur.^[21,33-35]

Çalışmamızın sonuçları, diğer serilerde bildirilen sonuçlarla benzer şekilde, kilitli intramedüller çivilemenin distal tibia kırıkları ve kaynamamış kırıkların tedavisinde, eklemi kırık ya da uyumsuzluk olmaması şartıyla, etkili bir yöntem olduğu düşüncemizi güçlendirdi. İyi cerrahi teknik zorluklar taşımaktadır ve aksiyel düzeltme, tatmin edici fonksiyonel sonuçlar, yüksek kaynama oranı elde etmek ve komplikasyon oranını azaltmak için çivinin yakın yerleştirilmesi, iki distal vida kullanılması ve erken yük vermeye başlanması şarttır.

Kaynaklar

1. Court-Brown C. Fractures of the tibia and fibula. In: Bucholz RW, Heckman JD, Court-Brown C, editors. *Rockwood and Green's fractures in adults*. 6th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2006. p. 2085-93.
2. Muller ME. The comprehensive classification of fractures of long bones. In: Muller ME, Allgower M, Schneider R, Willenegger H, editors. *Manual of internal fixation: techniques recommended by the AO-ASIF group*. 3rd ed. Berlin: Springer-Verlag; 1991. p. 146-7.
3. Gaston MS, Simpson AH. Inhibition of fracture healing. *J Bone Joint Surg [Br]* 2007;89:1553-60.
4. Brinker MR, O'Connor DP, Monla YT, Earthman TP. Metabolic and endocrine abnormalities in patients with nonunions. *J Orthop Trauma* 2007;21:557-70.
5. Pollak D, Floman Y, Simkin A, Avinezer A, Freund HR. The effect of protein malnutrition and nutritional support on the mechanical properties of fracture healing in the injured rat. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 1986;10:564-7.
6. Gandhi A, Liporace F, Azad V, Mattie J, Lin SS. Diabetic fracture healing. *Foot Ankle Clin* 2006;11:805-24.
7. Nyquist F, Berglund M, Nilsson BE, Obrant KJ. Nature and healing of tibial shaft fractures in alcohol abusers. *Alcohol Alcohol* 1997;32:91-5.
8. Chakkalakal DA, Novak JR, Fritz ED, Mollner TJ, McVicker DL, Lybarger DL, et al. Chronic ethanol consumption results in deficient bone repair in rats. *Alcohol Alcohol* 2002;37:13-20.
9. Robinson CM, McLauchlan GJ, McLean IP, Court-Brown CM. Distal metaphyseal fractures of the tibia with minimal involvement of the ankle. Classification and treatment by locked intramedullary nailing. *J Bone Joint Surg [Br]* 1995;77:781-7.
10. Borg T, Larsson S, Lindsjö U. Percutaneous plating of distal tibial fractures. Preliminary results in 21 patients. *Injury* 2004;35:608-14.
11. Oh CW, Park BC, Kyung HS, Kim SJ, Kim HS, Lee SM, et al. Percutaneous plating for unstable tibial fractures. *J Orthop Sci* 2003;8:166-9.
12. Redfern DJ, Syed SU, Davies SJ. Fractures of the distal tibia: minimally invasive plate osteosynthesis. *Injury* 2004;35:615-20.
13. Strømsøe K, Eikvar K, Løken S, Ovre S, Hvaal K. Minimally invasive plate osteosynthesis of distal tibial fractures. *Tidsskr Nor Laegeforen* 1999;119:4316-8. [Abstract]
14. Pallister I, Iorwerth A. Indirect reduction using a simple quadrilateral frame in the application of distal tibial LCP-technical tips. *Injury* 2005;36:1138-42.
15. Leung F, Kwok HY, Pun TS, Chow SP. Limited open reduction and Ilizarov external fixation in the treatment of distal tibial fractures. *Injury* 2004;35:278-83.
16. Mseddi MB, Mseddi M, Siala A, Dahmene J, Ben Hamida R, Ben Ayeche M. Ilizarov fixation of supramalleolar fractures. [Article in French] *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2005;91:58-63.
17. Faraj AA, Johnson VG. Penetration injury of the hindfoot following intramedullary nail fixation of a tibial fracture. *Acta Orthop Belg* 2002;68:178-81.
18. Mohammed A, Saravanan R, Zammit J, King R. In-

- tramedullary tibial nailing in distal third tibial fractures: distal locking screws and fracture non-union. *Int Orthop* 2008;32:547-9.
19. Pascarella R, Fravisini M, Traina F, Maresca A, Boriani S. Distal diaphyseal fractures of the tibia treated by modified Grosse-Kempf nail. *Chir Organi Mov* 2004;89:119-23.
 20. Fan CY, Chiang CC, Chuang TY, Chiu FY, Chen TH. Interlocking nails for displaced metaphyseal fractures of the distal tibia. *Injury* 2005;36:669-74.
 21. Megas P, Zouboulis P, Papadopoulos AX, Karageorgos A, Lambiris E. Distal tibial fractures and non-unions treated with shortened intramedullary nail. *Int Orthop* 2003;27:348-51.
 22. Kumar A, Charlebois SJ, Cain EL, Smith RA, Daniels AU, Crates JM. Effect of fibular plate fixation on rotational stability of simulated distal tibial fractures treated with intramedullary nailing. *J Bone Joint Surg [Am]* 2003;85:604-8.
 23. Egol KA, Weisz R, Hiebert R, Tejwani NC, Koval KJ, Sanders RW. Does fibular plating improve alignment after intramedullary nailing of distal metaphyseal tibia fractures? *J Orthop Trauma* 2006;20:94-103.
 24. Tyllianakis M, Megas P, Giannikas D, Lambiris E. Interlocking intramedullary nailing in distal tibial fractures. *Orthopedics* 2000;23:805-8.
 25. Yang SW, Tzeng HM, Chou YJ, Teng HP, Liu HH, Wong CY. Treatment of distal tibial metaphyseal fractures: Plating versus shortened intramedullary nailing. *Injury* 2006;37:531-5.
 26. Im GI, Tae SK. Distal metaphyseal fractures of tibia: a prospective randomized trial of closed reduction and intramedullary nail versus open reduction and plate and screws fixation. *J Trauma* 2005;59:1219-23.
 27. Schmidt AH, Finkemeier CG, Tornetta P 3rd. Treatment of closed tibial fractures. *Instr Course Lect* 2003;52:607-22.
 28. Janssen KW, Biert J, van Kampen A. Treatment of distal tibial fractures: plate versus nail: a retrospective outcome analysis of matched pairs of patients. *Int Orthop* 2007;31:709-14.
 29. Zelle BA, Bhandari M, Espiritu M, Koval KJ, Zlowodzki M; Evidence-Based Orthopaedic Trauma Working Group. Treatment of distal tibia fractures without articular involvement: a systematic review of 1125 fractures. *J Orthop Trauma* 2006;20:76-9.
 30. Bedi A, Le TT, Karunakar MA. Surgical treatment of non-articular distal tibia fractures. *J Am Acad Orthop Surg* 2006;14:406-16.
 31. Nolting J, Wirbel R, Seekamp A, Pohlemann T. Treatment of hypertrophic non union of the distal tibial shaft with percutaneously inserted locking plate. Initial report on experience in 4 cases. [Article in German] *Unfallchirurg* 2006;109:256-60.
 32. Lonner JH, Koval KJ, Golyakhovsky V, Frankel VH. Post-traumatic nonunion of the distal tibial metaphysis. Treatment using the Ilizarov circular external fixator. *Am J Orthop* 1995;Suppl:16-21.
 33. Richmond J, Colleran K, Borens O, Kloen P, Helfet DL. Nonunions of the distal tibia treated by reamed intramedullary nailing. *J Orthop Trauma* 2004;18:603-10.
 34. Wu CC, Shih CH. Distal tibial nonunion treated by intramedullary reaming with external immobilization. *J Orthop Trauma* 1996;10:45-9.
 35. Lindsey RW, Gugala Z. Nonunion of the distal tibia treated by reamed intramedullary nailing. *J Orthop Trauma* 2005;19:145.