



## Tibia kırıklarının oymasız kilitli çivilerle tedavisi

### The treatment of tibial fractures with unreamed interlocking nails

Mustafa Ürgüden, Hakan Özdemir, Yetkin Söyüncü, Fırat Oruç,  
A. Merter Özenci, F. Feyyaz Akyıldız

Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı

**Amaç:** Oymasız kilitli intramedüller çivi ile tedavi edilen tibia kırıklarında klinik ve radyografik sonuçlar değerlendirildi.

**Hastalar ve yöntemler:** Otuz beş hastada (22 erkek, 13 kadın; ort. yaş 39; dağılım 18-74) saptanan 38 tibia kırığı oymasız titanyum intramedüller çivi ile tedavi edildi. Dokuz tibiada (%23.7) açık kırık (4 G I, 3 G II, 2 G IIIA) vardı. Yirmi dört kırık (%63.2) tibianın 1/3 orta bölgesinde, dokuz kırık (%23.7) 1/3 distalinde, beş kırık (%13.2) 1/3 proksimalinde idi. Yaralanma ile ameliyat arasında geçen ortalama süre 44 saat (dağılım 4 saat-13 gün) idi. On sekiz kırıkta 8 mm, 20 kırıkta 9 mm'lik intramedüller çivi kullanıldı. Sonuçlar Johner ve Wruhs ölçütlerine göre değerlendirildi. Ortalama izlem süresi 42 ay (dağılım 24-55 ay) idi.

**Bulgular:** Otuz kırıkta (%79) ortalama 22 haftada (dağılım 12-24 hafta) ek cerrahi girişim yapılmadan kaynama elde edildi. Altı kırıkta (%15.8) dinamizasyon, birinde (%2.6) dinamizasyon ve greftlemeden sonra ortalama 26 haftada kaynama sağlandı. Dinamizasyona rağmen kaynamayan bir kırık oymalı çivi ile tedavi edildi. Dört kırıkta (%10.5) gelişen yüzeysel enfeksiyon tedavi ile düzeldi. Yedi tibiada (%18.4) yanlış kaynama, dört tespit (%10.5) ise kilit vidalarının kırıldığı gözlemlendi. Johner ve Wruhs ölçütlerine göre sonuçlar 19 olguda (%54.3) mükemmel, 10'unda (%28.6) iyi, altısında (%17.1) orta olarak değerlendirildi.

**Sonuç:** Tibia kırıklarında oymasız kilitli çivileme, uygulaması kolay, ameliyat süresi daha kısa, dokulara daha az zarar vermesi nedeniyle enfeksiyon oranı daha düşük olan uygun bir tedavi yöntemidir.

**Anahtar sözcükler:** Kemik çivisi; kırık fiksasyonu, intramedüller/enstrümantasyon/yöntem; tibia kırığı/komplikasyon/cerrahi.

**Objectives:** We evaluated the clinical and radiographical results of tibial fractures treated with unreamed interlocking nails.

**Patients and methods:** Thirty-eight tibial fractures of 35 patients (22 males, 13 females; mean age 39 years; range 18 to 74 years) were treated with titanium unreamed interlocking nails. There were nine open fractures (4 G I, 3 G II, 2 G IIIA). Fractures were in the middle 1/3 (n=24, 63.2%), distal 1/3 (n=9, 23.7%), and proximal 1/3 (n=5, 13.2%) of the tibia. The mean time from injury to treatment was 44 hours (range 4 hours to 13 days). The size of the intramedullary nails was 8 mm in 18 fractures, and 9 mm in 20 fractures. The results were evaluated according to the Johner and Wruhs' criteria. The mean follow-up period was 42 months (range 24 to 55 months).

**Results:** Union was achieved in 30 fractures (79%) in a mean period of 22 weeks (range 12 to 24 weeks) without any additional surgical intervention. Six fractures (15.8%) required dynamization and one fracture (2.6%) required dynamization and grafting to heal after a mean of 26 weeks. One fracture did not unite despite dynamization and was treated with a reamed nail. Superficial infections detected in four fractures (10.5%) responded well to appropriate treatment. Malunion was encountered in seven fractures (18.4%) and interlocking screws were broken in four fractures (10.5%). The results were excellent in 19 patients (54.3%), good in 10 patients (28.6%), and fair in six patients (17.1%).

**Conclusion:** Treatment of tibial fractures with unreamed interlocking nails is an appropriate method due to its ease of application, a shorter operation time, and a lower infection rate owing to less traumatic affect on soft tissues.

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

• Geliş tarihi: 06.11.2003 Kabul tarihi: 18.06.2004

• İletişim adresi: Dr. Mustafa Ürgüden, Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, 07070 Antalya.

Tel: 0242 - 227 43 43 / 66250 Faks: 0242 - 227 43 29 e-posta: urguden@akdeniz.edu.tr

• (Ürgüden, Özdemir, Özenci) Yard. Doç. Dr.; (Söyüncü) Uzm. Dr.; (Oruç) Asist. Dr.; (Akyıldız) Doç. Dr.

Uzun kemik kırıkları günümüzde en yaygın olarak kilitli intramedüller çivilerle tedavi edilmektedir. Tibia kırıklarının oymalı kilitli çivilerle tespitinde, femur kırıklarının tedavisine göre daha fazla komplikasyon görülür. Bu komplikasyonlar, giriş yerinde kırık oluşması, patellar tendon yırtılması, patellar tendinit, diz ağrısı, ayak bileği eklemine yaralanması, nörolojik yaralanma, kompartman sendromu, derin enfeksiyon ve kemiğin yanlış kaynama ve kaynamamasını içermektedir.<sup>[1-4]</sup> Özellikle açık kırıklar ve yüksek enerji ile oluşan kırıkların tedavisinde bu sorunlara daha sık rastlanmaktadır. Oymasız kilitli çiviler ile bu sorunların önemli bir kısmını önlemek mümkün olmuştur. Günümüzde, tibianın G IIIB açık kırıklarına kadar uzanan çok farklı kırık tiplerinde, akut dönemde oymasız kilitli çivilerin kullanımı ile başarılı sonuçlar bildirilmiştir.<sup>[5-9]</sup>

Çalışmamızda, kilitli oymasız intramedüller çivileme yönteminin tibia kırıklarının tedavisindeki etkinliği klinik ve radyografik olarak değerlendirildi.

#### HASTALAR VE YÖNTEMLER

Temmuz 1998-Ocak 2001 tarihleri arasında, oymasız titanyum intramedüller çivi (UTN- Synthes, Bettlach, İsviçre) ile tedavi edilen 35 hastanın (22 erkek, 13 kadın; ort. yaş 39; dağılım 18-74) 38 tibiya retrospektif olarak değerlendirildi. Yirmi üç kırık (%60.5) araç içi trafik kazası, 10 kırık (%26.3)

araç dışı trafik kazası, beş kırık (%13.2) ise düşme sonucu oluşmuştu. Dokuz tibiada (%23.7) açık kırık (4 Gustillo I, 3 G II, 2 G IIIA) saptandı.

Yirmi dört kırık (%63.2) tibianın 1/3 orta bölgesinde, dokuz kırık (%23.7) 1/3 distalinde, beş kırık (%13.2) ise 1/3 proksimalinde idi.

AO kırık sınıflamasına göre, 11 kırık A (5 A1, 6 A2), 17 kırık B (7 B1, 8 B2, 2 B3), 10 kırık ise C (4 C1, 5 C2, 1 C3) tipi kırıktan oluşuyordu (Şekil 1).

Kısa sürede ameliyata alınamayacak olgularda, kalkaneustan iskelet traksiyonu uygulandı. Yaralanma ile ameliyat arasında geçen ortalama süre 44 saat (dağılım 4 saat-13 gün) idi. Tüm olgular standart ameliyat masasında ameliyata alındı. Manipülasyonla redüksiyonun sağlanamadığı beş olguda, kırık hattı açılarak redüksiyon sağlandı. Açık kırıklar debridmandan sonra tespit edildi. Yara, G I ve G II kırıklarda primer olarak, bir G IIIA kırıkta ise debridmanlardan sonraki yedinci günde sekonder olarak cilt grefti ile kapatıldı. Nekroz gelişen bir G IIIA kırıkta ise yumuşak doku defekti serbest doku transferi ile onarıldı. Kapalı kırıklı olgular uygun şartlar sağlandıktan sonra ameliyata alındı. Ameliyattan önce çekilen radyografilerden kullanılacak çivi çapı ve boyu hesaplandı. Patellar tendon orta noktasından yapılan kesi ile giriş noktasının yeri belirlendi. Delici yardımıyla proksimal



Şekil 1. Otuz iki yaşında kadın hastada AO sınıflamasına göre A1 kırığın (a-b) ameliyat öncesi ve (c-d) kaynama sonrası ön-arka ve yan radyografileri.

tibianın eklem yüzünün hemen altında çivi giriş noktası oluşturuldu; çivi, diz tam fleksiyonda iken proksimalden distale doğru yerleştirildi. Çivi kırık hattına geldiğinde, ayak masa dışına alınarak, skopi kontrolünde manipülasyonla distal fragmana gönderildi. Çivinin uygun olduğuna karar verildikten sonra, göndericinin üst kısmındaki distal kılavuz sistemi ile distal vidalar yerleştirildi. Distal vidaların yerleşimi skopi ile kontrol edildi. Ekstremitenin rotasyonu ayarlandıktan sonra, proksimal kilit vidaları yine kılavuz sistemi üzerinden yerleştirildi. Bütün kırıklara statik tespit uygulandı. On sekiz kırıkta (%47.4) 8 mm, 20 kırıkta (%52.6) 9 mm'lik intramedüller çivi kullanıldı. Profilaksi amacıyla, açık kırıklarda üç gün, diğer bütün kırıklarda 24 saat süreyle birinci kuşak sefalosporin; iki G III kırıkta da sefalosporine ek olarak aminoglikozid kullanıldı. Tüm olgulara antitromboembolik tedavi uygulandı.

Çalışma grubunda hiçbir hastada ameliyat sonrası dönemde kompartman sendromu ve nörolojik sorun saptanmadı. Ameliyattan sonra üçüncü günde kısmi yük verme (vücut ağırlığının %15-20'si kadar) sağlandı. Üçüncü aydaki kontrol grafilerinde yeterli kaynama dokusu bulunmayan olgularda proksimal statik vida çıkarıldı, dinamik vida yerinde bırakılarak dinamikasyon uygulandı.

Olgular son kontrolde Johner ve Wruhs ölçütlerine göre değerlendirildi (Tablo I).<sup>[10]</sup> Ortalama izlem süresi 42 ay (dağılım 24-55 ay) idi.

## BULGULAR

Radyografik olarak kaynama dokusunun görüldüğü ve yardımcı cihaz kullanmadan ağrısız olarak yürüyebilen olguların kırıkları iyileşmiş kabul edildi. Otuz kırıkta (%79) ortalama 22 haftada (dağılım 12-24 hafta) ek ameliyat yapılmadan kaynama elde edildi.

On ikinci haftada yeterli kaynama görülmeyen sekiz kırığın (%21.1) altısında dinamikasyon, birinde de dinamikasyon ve greftleme uygulandıktan ortalama 26 hafta (dağılım 18-32 hafta) sonra kaynama görüldü. Dinamikasyondan sonra kaynamayan bir A2 kırık (%2.6) ise, oymalı çivi ile tedaviden dört ay, kırık oluşumundan 42 ay sonra kaynamadı. Kaynama sorunuyla karşılaşılan kırıkların beşi AO sınıflamasına göre A2, B2, C1, C2 ve C3; üçü ise açık kırık (1 G I, 1 G II ve 1 G IIIA) idi.

Dört olguda (%10.5; 1 G I ve 1 G II, 1 G IIIA) saptanan yüzeysel enfeksiyon, debridman ve antibiyoterapiyle tedavi edildi.

Yedi tibiada (%18.4) yanlış kaynama görüldü (Tablo II). Tibia 1/3 proksimalinde kırık olan üç olguda valgus (7 ve 11 derece); tibia 1/3 ortasında kırık bulunan iki olgunun birinde 10 derece varus ve 12 derece iç rotasyon deformitesi, diğerinde ise 7 derece valgus deformitesi; tibia 1/3 distalinde kırık olan iki olguda ise 8 derece valgus deformitesi saptandı.

Olguların hiçbirinde çivi kırılmasına rastlanmadı, ancak dört olguda (%10.5) (ikisi dinamikasyon

**TABLO I**

Johner ve Wruhs ölçütlerine göre tibia diyafiz kırıklarının değerlendirilmesi<sup>[10]</sup>

Ölçütler	Mükemmel	İyi	Orta	Kötü
Kaynamama/enfeksiyon	Yok	Yok	Yok	Var
Damar-sinir yaralanması	Yok	Hafif	Orta	Ciddi
Deformite				
Varus/valgus (°)	Yok	2-5	6-10	>10
Pro/rekürvatum (°)	0-5	6-10	11-20	>20
Rotasyon (°)	0-5	6-10	11-20	>20
Kısalık (mm)	0-5	6-10	11-20	>20
Hareket				
Diz (%)	Tam	>80	>75	<75
Ayak bileği (%)	Tam	>75	>50	<50
Subtalar (%)	>75	>50	<50	
Ağrı	Yok	Zaman-zaman	Orta derecede	Şiddetli
Yürüme	Normal	Normal	Hafif topallama	Belirgin topallama
Aktivite				
Yoğun aktivite	Mümkün	Hafif sınırlanma	Orta sınırlanma	Mümkün değil

TABLO II

Kırık bölgesi ile yanlış kaynama arasındaki ilişki

Kırık bölgesi	Kırık sayısı	Açık kırık sayısı	Dinamizasyon	Yanlış kaynama
Proksimal 1/3	5	1 G I	–	3 kırıkta (valgus)
Orta 1/3	24	3 G I, 2 G II, 2 G IIIA	6	1 kırıkta varus+int. rotasyon 1 kırıkta valgus
Distal 1/3	9	1 G II	2	2 kırıkta valgus

uygulanan olgu) kilit vidalarının kırıldığı gözlemlendi. İki olguda proksimaldeki statik kilit vidasının, bir olguda distaldeki her iki kilit vidasının, bir olguda ise distaldeki tek kilit vidasının kırıldığı saptandı.

Johner ve Wruhs ölçütlerine göre sonuçlar 19 olguda (%54.3) mükemmel, 10'unda (%28.6) iyi, altısında (%17.1) orta olarak değerlendirildi (Tablo III).

### TARTIŞMA

Stabil olmayan tibia cisim kırıklarının tedavisinde, intramedüller çivileme günümüzde kabul edilen tedavi seçeneğidir.<sup>[5-9]</sup> Bununla birlikte, özellikle ciddi yumuşak doku travmalı olgularda, oymalı ya da oymasız çivilerin kullanımı hala tartışmalıdır. İntramedüller kanalın oyulması daha geniş ve daha güçlü çivilerin yerleştirilmesine olanak sağlar. Medüller kanalın oyulmasının dezavantajları ise, ameliyat süresinin ve kan kaybının artması, medüller dolaşımının bozulması, kortikal kemiğin iç tabakalarının avaskülerize olması ve oymasız çivilere göre kompartman sendromu ve nörovasküler yaralanma olasılığının daha yüksek olmasıdır.<sup>[1-4]</sup> Oymalı çivilerle benzer sonuçlar elde edilmesine karşın, ilk çalışmalarda oymasız çivilerle tedavide implant yetmezliği oranı daha yüksek bulunmuştur. Günümüzde implant teknolojisindeki gelişmeler sayesinde, 7.5 mm'lik çivilerle başarılı sonuçlar bildirilmiştir.<sup>[5]</sup> Greitbauer ve ark.<sup>[5]</sup> akut tibia kırıklarının *solid tibial nail* ile tedavisinde hiçbir olguda çivi yetmezliğiyle karşılaşmadıklarını bildirmişlerdir. Tu ve ark.<sup>[6]</sup> ise açık kırıkların tedavisinde, %5.5 oranında çivi yetmezliği,

%16.6 oranında kilit vida kırılması ile karşılaşmışlardır. Çalışmamızda 8 ve 9 mm çiviler kullanılmış, çivi yetmezliği ile ilgili bir sorun yaşanmamıştır. Dört kırıkta (%10.5) kilit vidalarının kırılması tedavi sonuçlarını olumsuz etkilememiştir. Çivi ve kilit vidaları ile ilgili yaşanan sorunlar ilgili çalışmalarla uyumlu bulundu.<sup>[6-9]</sup>

Endosteal dolaşımın korunması kırık iyileşmesini hızlandırır ve enfeksiyonu önler. Oymasız çivilerin oymalı çivilere göre kortikal kan akımına daha az zarar verdiği gösterilmiştir.<sup>[11]</sup> Ayrıca, solid ve düz yüzeyli çivilerin enfeksiyon riskini azalttığını bildiren deneysel çalışmalar da vardır.<sup>[12,13]</sup> Gregory ve Sanders,<sup>[14]</sup> kapalı kırıkların intramedüller çivilemesinden sonra enfeksiyon saptamamışlar; ancak, takip döneminde bir olguda diş apsesine bağlı, bir olguda da greftlemeden sonra enfeksiyon görüldüğünü bildirmişlerdir. İntramedüller çivilemeden sonra enfeksiyon oranı %1.6 ile %37 arasında değişmektedir.<sup>[3,15]</sup> Ciddi açık kırıklarda, oyma işleminin kortikal nekroza yol açarak kırığın kaynamamasına yol açtığı ve enfeksiyonu artırdığı saptanmıştır.<sup>[16]</sup> Birçok cerrah, ciddi yumuşak doku ve periost yaralanması bulunan açık kırıklı olgularda intramedüller oyma işleminden kaçınmaktadır. Melcher ve ark.<sup>[17]</sup> oymalı çivilerde daha yüksek enfeksiyon olasılığı olduğunu deneysel olarak göstermişlerdir. Zych ve Hutson,<sup>[18]</sup> oymasız çivilerden sonra görülen enfeksiyonun daha az sorunlu olduğunu ve tedavinin oymalı çivilere göre daha başarılı olduğunu öne sürmüşlerdir. Son yıllarda, oymasız kilitli çivi uygulaması, açık kırıklar ve ciddi yumuşak doku yaralanmalı kapalı kırıkların tedavisinde kullanılan yöntem olmuştur.<sup>[5-9,14,19-22]</sup> Schandelmaier ve ark.<sup>[7,20]</sup> yumuşak doku travmalı olgularda intramedüller çivi yönteminin, eksternal fiksatörlere göre daha başarılı olduğunu bildirmişlerdir. Tu ve ark.<sup>[6]</sup> ise, G IIIA yaralanmalarda akut olarak uygulanan oymasız çivilerle tedavi sonuçlarının eksternal fiksatörlere göre daha başarılı; G II-B kırıklarda ise, yüksek enfeksiyon oranından do-

TABLO III

Johner ve Wruhs ölçütleriyle kırık bölgesine göre klinik sonuçların dağılımı

Kırık bölgesi	Mükemmel	İyi	Orta	Kötü	Toplam
Proksimal 1/3	2	1	2	–	5
Orta 1/3	14	5	2	–	21
Distal 1/3	3	4	2	–	9



layı daha başarısız olduğunu saptamışlardır. Singer ve Kellam<sup>[19]</sup> tibia açık kırıklarında tedavi sonuçları ve komplikasyonların eksternal fiksasyon tedavisiyle benzerlik gösterdiğini bildirmişlerdir. Bununla birlikte, oymalı çivilerden sonra düşük enfeksiyon oranı bildiren yazarlar da vardır.<sup>[2]</sup> Çalışmamızda, üçü açık kırıklara bağlı olan dört kırıkta enfeksiyon görülmüş; bunlar debridman ve antibiyotik tedavisiyle iyileşmiştir. Tedavi edilen açık kırıkların ikisinin G IIIA kırık olmasına rağmen osteomyelit görülmemesi, oymasız çivilerde enfeksiyon gelişme olasılığının düşük olduğunu düşündürmektedir.

Tibia kırıklarının tedavi sonuçlarını değerlendirmek için birçok yöntem tanımlanmıştır.<sup>[10,23]</sup> Bu yöntemlerde farklı ölçütler göz önüne alındığından tedavi sonuçlarının yorumlanması da farklıdır. Olgularımızda Johner ve Wrush'un tanımladığı ölçütleri kullandık.<sup>[10]</sup> Bu ölçütlere göre 19 olgu (%54.3) mükemmel, 10'u (%28.6) iyi, altısı ise (%17.1) orta olarak değerlendirildi. İyi olarak değerlendirilen 10 olgunun dördünde yanlış kaynama, altısında rehabilitasyon eksikliğine bağlı olarak ayak bileği eklem hareketlerinde azalma ve zaman zaman zaman ağrı yakınması gözlemlendi. Sonucun orta olarak değerlendirildiği altı olguda yanlış kaynama (2 tibia), hareket kısıtlılığı (2 olguda ayak bileği ve subtalar eklem hareketlerinde %50 kayıp) ve aksama (4 olgu) görüldü. Kırığın yanlış kaynaması ve ameliyattan sonra rehabilitasyon eksikliğinin, değerlendirme sonucuna etki eden en önemli faktörler olduğu belirlendi.

Kaynama süresi, kırığın yeri, şekli ve yumuşak doku yaralanmasının derecesiyle yakından ilişkilidir. Basit kırıklarda kaynama süresi daha kısa iken, iki seviyeli ve ciddi açık ya da kapalı yumuşak doku travmalı kırıklarda daha uzundur.<sup>[5,6,8,9,14,19,20]</sup> Çalışmamızda da 30 kırıkta (%79) ortalama 22 haftada (dağılım 12-24 hafta) tekrar ameliyata gerek kalmadan kaynama görüldü. Kaynaması sorunlu olan ve ek cerrahi girişim gerektiren sekiz kırığın (%21.1) altısında dinamikasyon, birinde dinamikasyon ve greftleme, birinde de dinamikasyona rağmen kaynamama nedeniyle oymalı çivi ile tedavi uygulandı. Bu kırıkların beşinin AO sınıflamasına göre A2, B2, C1, C2 ve C3 kırık; üçünün ise açık kırık (1 G I, 1 G II ve 1 G IIIA) olması, kompleks kırıklarda kaynama süresinin daha uzun olduğunu ve ek cerrahi girişimlerin gerekli olabileceğini düşündürmektedir.

Tibia kırıklarının oymasız çivilerle tedavisinde, oymalı çivilere göre daha fazla yanlış kaynama görülmektedir. İntramedüller kilitli çivilemeden sonra yanlış kaynama oranı %0-30 arasında bildirilmiştir.<sup>[8,24]</sup> Kırıklar en sık tibianın proksimal 1/3'ünde, daha az sıklıkta da sırasıyla distal 1/3'ünde ve orta 1/3'ünde görülmektedir. Proksimal kırıklarda yanlış kaynamayı önlemek için, çivinin giriş noktasının hafif lateral olması önerilmiştir.<sup>[24]</sup> Yedi olgumuzda (%18.4) yanlış kaynama görüldü. Proksimaldeki beş kırığın üçünde (%60) valgus deformitesi görülmüş olması, bu kırıklarda giriş noktasının seçiminin önemini göstermektedir. Tibianın orta ve distal bölge kırıklarında farklı deformitelerin görülmüş olması ise, çivi yerleştirilmesi sırasında anatomik redüksiyonun önemini göstermektedir.

Oymasız tibia çivileri, seçilmiş olgularda mükemmel sonuçlar vermektedir. Otuz tibiada (%79) ortalama 22 haftada, sekiz tibiada (%21.1) ek ameliyatlar gerekmesine rağmen ortalama 28 haftada kaynama sağlanmış olması; 29 hastada (%82.9) mükemmel ve iyi sonuç elde edilmesi, oymasız kilitli çivilerin tibia kırıklarında iyi bir tedavi seçeneği olduğunu göstermektedir.

#### KAYNAKLAR

1. Bone LB, Johnson KD. Treatment of tibial fractures by reaming and intramedullary nailing. J Bone Joint Surg [Am] 1986;68:877-87.
2. Collins DN, Pearce CE, McAndrew MP. Successful use of reaming and intramedullary nailing of the tibia. J Orthop Trauma 1990;4:315-22.
3. Court-Brown CM, Christie J, McQueen MM. Closed intramedullary tibial nailing. Its use in closed and type I open fractures. J Bone Joint Surg [Br] 1990;72:605-11.
4. Ekland A, Thoresen BO, Alho A, Stromsoe K, Folleras G, Haukebo A. Interlocking intramedullary nailing in the treatment of tibial fractures. A report of 45 cases. Clin Orthop 1988;(231):205-15.
5. Greitbauer M, Heinz T, Gaebler C, Stoik W, Vecsei V. Unreamed nailing of tibial fractures with the solid tibial nail. Clin Orthop 1998;(350):105-14.
6. Tu YK, Lin CH, Su JJ, Hsu DT, Chen RJ. Unreamed interlocking nail versus external fixator for open type III tibial fractures. J Trauma 1995;39:361-7.
7. Schandelmaier P, Krettek C, Rudolf J, Tscherne H. Outcome of tibial shaft fractures with severe soft tissue injury treated by unreamed nailing versus external fixation. J Trauma 1995;39:707-11.
8. Krettek C, Schandelmaier P, Tscherne H. Nonreamed interlocking nailing of closed tibial fractures with severe soft tissue injury. Clin Orthop 1995;(315):34-47.
9. Duwelius PJ, Schmidt AH, Rubinstein RA, Green JM. Nonreamed interlocked intramedullary tibial nailing.

- One community's experience. *Clin Orthop* 1995;(315):104-13.
10. Johner R, Wruhs O. Classification of tibial shaft fractures and correlation with results after rigid internal fixation. *Clin Orthop* 1983;(178):7-25.
  11. Klein MP, Rahn BA, Frigg R, Kessler S, Perren SM. Reaming versus non-reaming in medullary nailing: interference with cortical circulation of the canine tibia. *Arch Orthop Trauma Surg* 1990;109:314-6.
  12. Cordero J, Munuera L, Folgueira MD. Influence of metal implants on infection. An experimental study in rabbits. *J Bone Joint Surg [Br]* 1994;76:717-20.
  13. Melcher GA, Claudi B, Schlegel U, Perren SM, Printzen G, Munzinger J. Influence of type of medullary nail on the development of local infection. An experimental study of solid and slotted nails in rabbits. *J Bone Joint Surg [Br]* 1994;76:955-9.
  14. Gregory P, Sanders R. The treatment of closed, unstable tibial shaft fractures with unreamed interlocking nails. *Clin Orthop* 1995;(315):48-55.
  15. McGraw JM, Lim EV. Treatment of open tibial-shaft fractures. External fixation and secondary intramedullary nailing. *J Bone Joint Surg [Am]* 1988;70:900-11.
  16. Kessler SB, Hallfeldt KK, Perren SM, Schweiberer L. The effects of reaming and intramedullary nailing on fracture healing. *Clin Orthop* 1986;(212):18-25.
  17. Melcher GA, Metzendorf A, Schlegel U, Ziegler WJ, Perren SM, Printzen G. Influence of reaming versus nonreaming in intramedullary nailing on local infection rate: experimental investigation in rabbits. *J Trauma* 1995;39:1123-8.
  18. Zych GA, Hutson JJ Jr. Diagnosis and management of infection after tibial intramedullary nailing. *Clin Orthop* 1995;(315):153-62.
  19. Singer RW, Kellam JF. Open tibial diaphyseal fractures. Results of unreamed locked intramedullary nailing. *Clin Orthop* 1995;(315):114-8.
  20. Schandelmaier P, Krettek C, Rudolf J, Kohl A, Katz BE, Tscherne H. Superior results of tibial rodding versus external fixation in grade 3B fractures. *Clin Orthop* 1997;(342):164-72.
  21. Yağmurlu MF, Muratlı HH, Aktekin CN, Çelebi L, Biçimoğlu A, Tabak AY. Açık ve kapalı tibia cisim kırıklarında oymasız kilitli çivi uygulamalarının karşılaştırılması *Artroplastisi Artroskopik Cerrahi* 2003;14:25-31.
  22. Öztürk H, Us MR, Kaya A, Önal Ç, Altay T. Tibia cisim kırıklarında medülar kanal oyulmadan intramedüller çivi uygulaması. *Acta Orthop Traumatol Turc* 1998;32:127-33.
  23. Karlstrom G, Olerud S. Fractures of the tibial shaft; a critical evaluation of treatment alternatives. *Clin Orthop* 1974;(105):82-115.
  24. Freedman EL, Johnson EE. Radiographic analysis of tibial fracture malalignment following intramedullary nailing. *Clin Orthop* 1995;(315):25-33.