



Tibia diafiz ve alt uç kırıklarında minimal invaziv perkütan plakla osteosentez (MİPPO) uygulamasının sonuçları

Mehmet Atıf Erol AKSEKİLİ¹, İsmail ÇELİK², Arslan Kağan ARSLAN³, Tuğhan KALKAN⁴, Mahmut UĞURLU⁴

¹Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi Kliniği, Ankara;

²Afşin Devlet Hastanesi, Ortopedi Kliniği, Kabramanmaraş;

³Gölbasi Hasvık Devlet Hastanesi, Ortopedi Kliniği, Ankara;

⁴Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi Anabilim Dalı, Ankara

Amaç: Çalışmamızın amacı tibia diafiz ve alt uç kırığı nedeniyle minimal invaziv perkütan plakla tespit uygulanan olgularda kaynama süreleri ve komplikasyonların değerlendirilmesi idi.

Çalışma planı: Tibia diafiz ve alt uç kırığı nedeniyle 35 olgu (23 erkek, 12 kadın) minimal invaziv perkütan plakla osteosentez (MİPPO) prensipleri ile ameliyat edildi. Kırıkların 28'i kapalı 7'si açık kırık idi. Kırık direkt ya da dolaylı olarak yerine yerleştirildikten sonra kırık hattını açmadan plak distal kesiden submusküler-ekstraperiosteal olarak ilerletildi. Sonrasında, plak proksimal ve distal kesilerden vidalanarak tespit edildi. Ameliyattan sonra 4 ila 6 hafta arayla klinik ve radyolojik kontroller gerçekleştirildi. Açık kırıklara ortalama 14.43 (dağılım: 12-20) haftada, kapalı kırıklara ise ortalama 15.39 (dağılım: 8-32) haftada tam yük verildi. Olgularda kaynama süresi ve komplikasyonlar değerlendirildi.

Bulgular: Ortalama kaynama süresi açık kırıklarda 20.7 (dağılım: 16-28), kapalı kırıklarda 17.96 (dağılım: 10-36) hafta olarak gerçekleşti. İmplant yetmezliği gelişen bir olgu dışında tüm olgularda kaynama elde edildi. Bir olguda yara yerinde nekroz, bir diğer olguda da enfeksiyon gelişti.

Çıkarımlar: Tibia diafiz ve alt uç kırıklarında MİPPO, komplikasyon oranı düşük, kaynama oranı yüksek, etkili bir tedavi seçeneğidir.

Anahtar sözcükler: Kilitli kompresyon plağı (LCP), minimal invaziv perkütan plakla osteosentez (MİPPO), tibia diafiz ve alt uç kırığı.

Ekleme uzanım gösterebilir veya göstermesin, denge-siz tibia alt uç kırıklarının tedavisine yönelik tartışma devam etmektedir.^[1] Geleneksel olarak birçok tedavi yöntemi tanımlanmıştır ve yüksek oranda komplikasyon bildirilmiştir. Konservatif tedavi, ekleme uzanmayan, eklemde basamak oluşturmeyen veya minimal kısalık gelişen dengeli kırıklarda uygulanabilmekteyse de, bu kırıkların tümünde ve özellikle pilon kırıklarında

kötü kaynama, kısalık, hareket kısıtlılığı ve osteoartrit bildirilmiştir.^[2-4] Dışarıdan tespit yumuşak doku hasarı bulunan ve plakla tespit ve intramedüller çiviye (İMÇ) izin vermeyen açık kırıklarda uygulanabilir. Fakat bu tespitlerde de yetersiz dizilim (%1-4), kötü kaynama (%5-25)^[5,6] kaynamama (%2-17.6)^[6] ve çivi dibi enfeksiyonu (%10-100)^[6,7] gibi komplikasyonlar bildirilmiştir.

Yazışma adresi: Dr. Mehmet Atıf Erol Aksekili. 1597 Cadde Küme Evleri, Üniversiteler Mh, Çamlık Sitesi, E6-39 Bilkent-1, Çankaya, Ankara.

Tel: 0364 - 611 68 77 e-posta: atifaksekili@yahoo.com

Başvuru tarihi: 04.01.2011 **Kabul tarihi:** 12.01.2012

©2012 Türk Ortopedi ve Travmatoloji Derneği

Bu yazının çevrimiçi İngilizce versiyonu
www.aott.org.tr adresinde
doi:10.3944/AOTT.2012.2597
Karekod (Quick Response Code):



Geleneksel yöntemlerle, yani anatomik redüksiyonun amaçlandığı durumlarda uygulanan açık yerine yerleştirme ve iç tespit (AYYİT) yönteminde geniş yumuşak doku sıyırması ve periost kaldırılması gerekmektedir. Bu teknikle enfeksiyon (%8.3-23),^[8,9] gecikmiş kaynama ve kaynamama (%8.3-35)^[8-12] gibi yüksek oranlarda komplikasyonlar rapor edilmiştir.

Son 10 yılda dolaylı yerine yerleştirme yapılarak uygulanan minimal invaziv perkütan plakla osteosentez (MİPPO), alt ekstremitenin karmaşık kırıklarında başarılı bir tedavi yöntemi olmuştur.^[13-15] MİPPO'nun amacı osteojenik kırık hematomunu korurken iatrojenik yumuşak doku hasarını ve kemiği besleyen besleyici arterleri korumaktır.^[16] MİPPO yapılan olgularla klasik açık yöntemle ameliyat edilen olgular vasküler enjeksiyon çalışmalarında karşılaştırılmış ve MİPPO uygulanan olguların kemik kan desteğinin daha iyi korunduğu gözlenmiştir.^[16-18]

Kırık tespitlerinde kilitli kompresyon plaklarına giderek artan bir eğilim mevcuttur. Kilitli kompresyon plağı (*locking compression plating*, LCP) ile dengeli, vida-plak arası sabit açılı bir tespit materyali elde edilir.^[15,19] Kilitli vida plağın kemik üzerine sıkıca oturmamasını sağlayarak kemik üzerindeki kan dolaşımının bozulmasını engeller.^[13,20-22] Bu sistem esnek elastik tespit sağladığı için kallus formasyonunu uyarır. Plağın anatomik şekli kırığın ayrışmasını engeller ve plağın üzerindeki açıl ve aksiyel yükün dağılmasına olanak sağlar.^[16,21] Tibia alt uç ekleme uzanan kırıklar için öncelikle eklem içi kırığın anatomik yerleştirilmesi sonrası MİPPO yöntemi metafizer bölgedeki küçük bir kesiden uygulanabilir.^[7]

Bu geriye dönük çalışmada tibia diafiz ve alt uç kırıklarında LCP plak kullanılarak uygulanan MİPPO yönteminin sonuçlarının değerlendirilmesi amaçlandı.

Hastalar ve yöntem

2005-2009 yılları arasında dengesiz tibia alt uç kırığı gelişen, MİPPO ile tedavi edilmiş 35 olgu (23 erkek, 12 kadın; ortalama yaş: 41.9; dağılım: 20-80) geriye dönük olarak incelendi. Olguların tıbbi kayıtları, çıktıları ve radyoloji sonuçları kaydedildi. Olgularımız arasında ekleme uzanım gösteren ya da göstermeyen tibia alt uç açık ve kapalı kırıkları bulunmaktaydı.

Olgular ameliyat öncesi atele alınıp yumuşak dokular uygun olduğu zaman ameliyata alındı. Ayak bileğinde kırık ve çıkık bulunuyorsa ve/veya yumuşak doku hasarı ciddi ise geçici dışarıdan tespit yapıp, yumuşak doku iyileşmesi sağlandıktan sonra ameliyat edildi.

Kırıklar AO ve ekleme uzanım gösterenleri de Ruedi ve Allgower kırık sınıflamasına göre sınıflandırıldı.

Açık kırıklar Gustilo ve Anderson'a göre, kapalı kırıklar Tscherne'ye göre gruplandırıldı. Açık kırıklara standart yıkama ve debridman uygulandı. Cilt defekti olan olgular plastik cerrahi ile konsülte edildi. Anestezi induksiyonu esnasında sefazolin ile birlikte antibiyotik profilaksisi uygulandı. Gustilo ve Anderson Evre 1 ve 2 açık kırıklarda sefazolinle birlikte gentamisin, Evre 3 kırıklarda ise sefazolin+gentamisin+metronidazol üç gün boyunca uygulandı. Olgular standart ameliyat masasında, sırtüstü ve ekstremiteler elevasyonundan sonra havalı turnike uygulanarak ameliyat edildi.

Perkütan plaklama, yeterli kapalı, dolaylı yerine yerleştirme ya da perkütan direkt yerine yerleştirme elde edildikten sonra yapıldı. LCP medial malleolun üzerinden kısa kesi yapıldıktan sonra submusküler ve ekstraperiosteal olarak yerleştirildi. Plakla kemik arasındaki açıklık fazla ise çekirtme vidası kullanılarak plak kemiğe yaklaştırıldı. Ekstraperiosteal kan dolaşımının bozulmaması için plağın kemiğe sıkıca oturmamasına özen gösterildi. LCP plağı köprüleme plağı olarak kullanıldı. Eklem yüzleri ayrı kesi kullanılıp yerine yerleştirildikten sonra rijit olarak tespit edildi. Ayak bileği anatomisinin ve stabilitesinin restore edilmesi gereken olgularda fibula tespit edildi. İlk fibulanın tespit edilmesi uzunluğu sağlayarak tibianın yerine yerleştirilmesine yardımcı olur.^[23] Bazı seçilmiş olgularda fibula yerine yerleştirilip tespit edildikten sonra tibia, fibulayı baz alarak yerine yerleştirildi.

Kırıkların yerine yerleştirilmesi ve tespiti ameliyat içi C-kollu skopi ile değerlendirildi. Derin dokular örgülü dikiş materyali ile, cilt ise monofilaman dikiş materyali ile kapatıldı. Olgular ameliyat sonrası 10-15 günde yara yerinin, ameliyat sonrası 30 günde de radyolojik ve klinik gelişimin değerlendirilmesi için poliklinik şartlarında muayene edildi. Olgular klinik ve radyolojik olarak kaynama sağlanıncaya kadar ortalama 4 ila 6 hafta aralıklarla kontrol edildi.

Kaynama, radyolojik olarak olgunun kallus dokusunun 3 veya 4 planda görülmesi ve klinik olarak tam yük verildiğinde ağrı olmaması şeklinde tanımlandı. Yumuşak dokular yara enfeksiyonu, nekroz, plağın hassasiyet oluşturması ve plak çıkarılması öyküsüne göre değerlendirildi.

Bulgular

Olgular AO sınıflamasına göre incelendiğinde 5 olgu (%14.3) 42A1, 15 olgu (%42.9) 42A2, 1 olgu (%2.9) 42B2, 1 olgu (%2.9) 43A1, 4 olgu (%11.4) 43A2, 1 olgu (%2.9) 43A3, 2 olgu (%5.7) 43C1 ve 6 olgu (%17.1) 43C2 tipi olarak sınıflandırıldı. Gustilo ve Anderson

Tablo 1. Açık kırıkları takibi.

Olgular	Yaralanma nedeni	AO sınıflaması	Gustilo	Tam yük verme zamanı	Kaynama zamanı	Komplikasyon
2	Araç içi trafik kazası	43A1	1	13 hafta	16 hafta	
33	Yüksekten düşme	42A1	1	16 hafta	19 hafta	
3	İş kazası	42A2	2	14 hafta	20 hafta	
10	Ateşli silah yaralanması	42B2	2	14 hafta	16 hafta	Yan planda radyolojik kaynama yok
23	İş kazası	43A3	2	12 hafta	22 hafta	
25	Araç dışı trafik kazası	42A2	2	20 hafta	24 hafta	
26	Yüksekten düşme	43C1	3	12 hafta	28 hafta	Yüzeysel enfeksiyon

kırık sınıflamasına göre olguların 2'si (%5.7) Evre 1, 4'ü (%11.4) Evre 2 ve 1'i (%2.9) Evre 3 olarak tanımlandı. Ruedi ve Allgower kırık sınıflamasına göre 3 olgu (%8.6) Evre 1, 6 olgu (%17.1) Evre 2 ve 1 olgu (%2.9) Evre 3 idi. Kırıkların oluş nedenleri 3 olguda (%8.6) araç dışı trafik kazası, 4 olguda (%11.4) araç içi trafik kazası, 1 olguda (%2.9) ateşli silah yaralanması, 1 olguda (%2.9) darp, 6 olguda (%17.1) iş kazası ve 20 olguda (%57.1) yüksekten düşme idi (Tablo 1).

Otuz beş olgunun 7'sinde (%20) açık kırık tespit edildi. Açık kırık tespit edilen olgularda kırık oluşma nedenleri; 2 olguda iş kazası, 2 olguda yüksekten düşme ve 1 olguda araç içi trafik kazası, 1 olguda araç dışı trafik kazası ve 1 olguda da ateşli silah yaralanması idi. AO sınıflamasına göre 1 olgu 42A1, 1 olgu 43A1, 2 olgu 42A2, 1 olgu 43C1, 1 olgu 43A3 ve 1 olgu da 42B2 olarak sınıflandırıldı. Açık kırık tespit edilen 7 olguya ortalama 14.43 (dağılım: 12-20) haftada tam yük verildi. Açık kırıklı olgularda kırık iyileşme zamanı ortalama 20.7 (dağılım: 16-28) hafta idi. Olguların birinde radyolojik kaynamama varken, bir diğer olguda oral antibiyotige yanıt veren yüzeysel enfeksiyon gelişti. Bir olguda (Olgu 10) ameliyattan 11 ay sonra radyolojik kaynamama mevcuttu. Bu olguda açık kırığın nedeni ateşli silah yaralanması idi. Başka bir merkezde 45 gün konservatif tedavi uygulanan olgunun 5 yıl önce akut lenfosit lösemi tedavisi aldığı saptandı. Olguya distal medial anatomik plak MIPPO yöntemiyle uygulandı. Olguya ameliyattan 14 hafta sonra tam yük verdirilip, 16. haftada kaynama elde edildi (Şekil 1).

Otuz beş olgunun 28'inde (%80) kapalı kırık gerçekleşti. Kapalı kırık gerçekleşmiş olan olgular ortalama 15.93 (dağılım: 6-28) ay takip edildi. Ortalama 15.39 (dağılım: 8-32) haftada tam yük verdirildi ve ortalama 17.96 (dağılım: 10-36) hafta arasında kaynama gerçekleşti. Kırıkların oluşma nedeni 2 olguda araç dışı trafik kazası, 3 olguda araç içi trafik kazası, 1 olguda darp, 4 olguda iş kazası, 18 olguda da yüksekten düşme

idi. AO sınıflamasına göre 4 olguda 42A1, 13 olguda 42A2, 4 olguda 43A2, 1 olguda 43C1 ve 6 olguda 43C2 AO tip kırık vardı. Tscherne kırık sınıflamasına göre 13 olguda Evre 0, 11 olguda Evre 1, 3 olguda Evre 2 ve 1 olguda Evre 1 kırık oluşmuştu.

Olguların %11.4'üne (4 olgu) geçici tespit yapıldı. Bu amaçla unilaterale dış fiksator kullanıldı (Şekil 2). Olgularda çivi dibi enfeksiyonu görülmedi. Olgular ortalama 14.37 (dağılım: 6-28) ay takip edildi. Olguların %11.4'ünün implantı çıkarıldı. Olguların %8.6'sı (3 olgu) debride edildi.



Şekil 1. Olgu 10'un ameliyat sonrası 11. aydaki radyolojik görüntüsü. Radyolojik psödoartroz olmasına rağmen, olgu 30 haftadır tam yükü taşıyabilmektedir.

Tartışma

Tibia alt uç kırıkları ciddi yumuşak doku problemleriyle beraber görülür. Bunun nedeni, gerek ilk travma esnasındaki yüksek enerji gerekse takibindeki dolaşımın bozulmasıdır. Borrelli ve ark.,^[17] tibianın distal metafizyel bölgesinin anterior ve posterior tibial arterden beslenen, göreceli olarak zengin bir kanlanmaya sahip olduğunu göstermiş ve bu bölgedeki açık plaklama yöntemlerinin, MİPPO yöntemiyle karşılaştırıldığında, kemik dışı kan dolaşımını ciddi oranda bozduğunu bildirmişlerdir. Bu tip kırıklarda prognozun en önemli belirleyici unsurlardan biri yumuşak doku hasarının tedavisi ve şiddetidir. Yumuşak doku durumu ihmal edildiği zaman yara açılması, enfeksiyon ve kaynamama gibi komplikasyonlar görülebilir. Helfet ve ark.,^[9] MİPPO tekniğiyle 20 kapalı pilon kırığını içeren çalışmalarında rutin olarak geçici dışarıdan tespit uygulanmasını

savunmuşlar ve yumuşak dokudaki ödem geçtikten sonra kalıcı tedavi uygulamışlardır. Bizim çalışmamızda dışarıdan tespit ciddi yumuşak doku problemi olan dört pilon kırığına uygulandı ve ameliyat sonrası takiplerde herhangi bir problemle karşılaşmadı. Pilon kırığı olup geçici dışarıdan tespit uygulamadığımız bir olguda ameliyat sonrası erken dönemde yara açıldı ve hastaya serbest vaskülarize kas flebi uygulandı.

Tibia alt uç kırıklarının cerrahi tedavisinde enfeksiyon oranı %0 ila 50 arasında değişmektedir.^[8,19,24-26] En yüksek enfeksiyon oranı AYYİT uygulanan olgularda görülmektedir.^[27] Dışarıdan tespit tekniği uygulanan olgularda enfeksiyon oranlarında ciddi düşüş görülmüştür.^[23,28] MİPPO uygulamalarında görülen enfeksiyon oranı AYYİT uygulanan olgulardan daha düşük, dışarıdan tespit tekniği uygulanan olgulardakine ise yakındır.^[9,19,26,29-32] Çalışmamızın sonuçları da bu verileri



Şekil 2. (a) Olgu 26'nın geçici dışarıdan tespit sonrası radyolojik görüntüsü. Kalıcı tespit sonrası (b) 1. ay ve (c) 4. ay görünüşleri. (d) Ameliyat sonrası 6. ayda matur kallus dokusu görülmektedir.



Şekil 3. Olgu 18'in (a) ameliyat öncesi, (b) ameliyat sonrası 1. gün, (c) 2. ay, (d) 3. ay ve (e) 6. ay görüntüleri. Ameliyat sonrası 3. ayda olguda implant yetmezliği gelişmiştir.

doğrular niteliktedir. İki olguda yüzeysel, bir olguda da derin enfeksiyon gelişti. Yüzeysel enfeksiyon gelişen bir olgu ağızdan antibiyotik tedavisine yanıt verdi. Derin enfeksiyon gelişen olgunun (Olgu 34) implantı çıkarıldı ve ameliyattan 36 hafta sonra tam kaynama elde edildi.

Osteopeni yaşlı popülasyonunda sık karşılaşılan bir problemdir. Kırık tedavi ve iyileşmesini karmaşık hale getirir. Kırık dizilimini koruyarak dengeli iç tespit uygulayıp erken hareket ve yük verme ortopedinin mevcut kurallarından biridir.^[33] Bununla birlikte, osteopenik kemikte implant kullanılarak dengeli iç tespit elde etmek zordur. Vida kemiğe zayıfça tutulduğundan geri çıkma ihtimali yüksektir. Bu durum da implant yetmezliğine yol açabilir.^[34,35] Osteoporozu olan 18 numaralı olgumuzda implant yetmezliği ile karşılaştık. Kırık yerine yerleştirilip plakla osteosentez sağlandıktan sonra oluşan defekt medial kesi proksimale uzatılarak spongioz allogreftle greftlendi. İkinci ayında kısmi yük verdirilen olguda 3. ayda implant yetmezliği gelişti. Olgu, 7. ayda başka bir merkezde ameliyat oldu (Şekil 3).

Açık kırıklar yıkama, debridman ve uygun antibiyotik uygulandıktan sonra enfeksiyon lehine bir bulgu olmadığı zaman ameliyat edildi. Olgu 26'da oral antibiyotiğe cevap veren yüzeysel enfeksiyon, Olgu 10'da da klinik problem olmadan radyolojik kaynamamaya yol açan komplikasyon gelişti.

Geçirilmiş uzun kemik kırığı olan olgularda özellikle dizilim bozukluğu mevcutsa İMÇ uygulanamayabilir. Diğer seçenekler dış tespit, klasik plaklama ve MIPPO'dur. Yedi numaralı olgumuzda aynı tarafta geçirilmiş tibia ve femur kırığı mevcuttu. Olguya MIPPO uygulandı. Ameliyat sonrasında dizilim bozukluğu göz-

lendi. Ameliyat sonrası 6. haftadan itibaren kısmi yüklerle mobilize edilmeye başlandı ve 18. haftada kaynama sağlandı.

Redfern ve ark., klinik değerlendirme ve kallusun radyolojik olarak görülmesi sonrası olgulara tam yük verdimişlerdir.^[1] Bu çalışmada da benzer bir yöntem kullanıldı. Fakat bazı olgulara eklem içi karmaşık kırık



Şekil 4. Olgu 32'de görülen ikincil kaynamanın radyolojik görüntüsü.

olduğundan dolayı ameliyat sonrası 6-7 hafta boyunca yük verdirilmedi. Osteoporozu olan 18 numaralı olguda kısmi yük verilmeye başlandıktan sonra ameliyat sonrası 3. ayda implant yetmezliği gelişti. Bazı osteoporotik kırıklara kemik kaybı da eşlik eder. Böyle bir durumda iki parça arasında temasın sağlanması esas alınmalıdır. Plak kullanılacaksa yükü geniş bir alana dağıtıp kemikte yetmezlik oluşturmayacak şekilde tespit sağlanmalıdır.^[28] Bu prensiplerin takip edilmesi ve kırık yerine yerleştirildikten sonra oluşan kemik kaybı greftlenmesine rağmen olguda implant yetmezliği gelişti. Tüm olgulara kaynamaya ait bulgular gözlemlendikten sonra klinik olarak olguda ağrı ve hassasiyet yok ise tam radyolojik iyileşme gözlenmesine gerek olmadan ağırlık verdirildi. Tam yük vermenin kırığın sekonder iyileşmesine katkıda olacağını düşünüyoruz. Olguların büyük bir kısmı bu bulgularımızı desteklemektedir. Çalışmamızdaki 32 numaralı olgu, böyle olgulara tam yük vermenin güvenli olduğuna dair örnek teşkil etmektedir (Şekil 4).

Sonuç olarak MİPPO, cerrahi travmayı azaltmayı, vasküler bütünlüğü ve osteojenik kırık hematomunu korumayı amaçlayan ve tibia diafiz ve alt uç kırıklarında uygulanabilecek, düşük komplikasyon ve yüksek kaynama oranı ile, etkili bir alternatif tedavi yöntemidir.

Çıkar Örtüşmesi: Çıkar örtüşmesi bulunmadığı belirtilmiştir.

Kaynaklar

- Redfern DJ, Syed SU, Davies SJ. Fractures of the distal tibia: minimally invasive plate osteosynthesis. *Injury* 2004;35:615-20.
- Othman M, Strzelczyk P. Results of conservative treatment of "pilon" fractures. *Ortop Traumatol Rehabil* 2003;5:787-94.
- Kai H, Yokoyama K, Shindo M, Itoman M. Problems of various fixation methods for open tibia fractures: experience in a Japanese level I trauma center. *Am J Orthop* 1998;27:631-6.
- Perren SM. Evolution of the internal fixation of long bone fractures. The scientific basis of biological internal fixation: choosing a new balance between stability and biology. *J Bone Joint Surg Br* 2002;84:1093-110.
- Sarmiento A, Latta LL. 450 closed fractures of the distal third of the tibia treated with a functional brace. *Clin Orthop Relat Res* 2004;(428):261-71.
- Bahari S, Lenehan B, Khan H, McElwain JP. Minimally invasive percutaneous plate fixation of distal tibia fractures. *Acta Orthop Belg* 2007;73:635-40.
- Ağuş H, Kıran yaz Y, Sezen H, Eryanılmaz G. Treatment of distal tibia fractures by biological plating. [Article in Turkish] *Acta Orthop Traumatol Turc* 1999;33:173-8.
- Frigg R. Locking Compression Plate (LCP). An osteosynthesis plate based on the Dynamic Compression Plate and the Point Contact Fixator (PC-Fix). *Injury* 2001;32 Suppl 2:63-6.
- Helfet DL, Shonnard PY, Levine D, Borrelli J Jr. Minimally invasive plate osteosynthesis of distal fractures of the tibia. *Injury* 1997;28 Suppl 1:A42-8.
- Drosos G, Karnezis IA, Bishay M, Miles AW. Initial rotational stability of distal tibial fractures nailed without proximal locking: the importance of fracture type and degree of cortical contact. *Injury* 2001;32:137-43.
- Skoog A, Söderqvist A, Törnkvist H, Ponzer S. One-year outcome after tibial shaft fractures: results of a prospective fracture registry. *J Orthop Trauma* 2001;15:210-5.
- 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.
- Field JR, Hearn TC, Caldwell CB. Bone plate fixation: an evaluation of interface contact area and force of the dynamic compression plate (DCP) and the limited contact-dynamic compression plate (LC-DCP) applied to cadaveric bone. *J Orthop Trauma* 1997;11:368-73.
- Frigg R. Development of the Locking Compression Plate. *Injury* 2003;34 Suppl 2:B6-10.
- Ramsey P, Hamilton W. Changes in tibiotalar area of contact caused by lateral talar shift. *J Bone Joint Surg Am* 1976;58:356-7.
- Farouk O, Krettek C, Miclau T, Schandelmaier P, Guy P, Tscherne H. Minimally invasive plate osteosynthesis and vascularity: preliminary results of a cadaveric injection study. *Injury* 1999;28 Suppl 1:A7-12.
- Borrelli J Jr, Prickett W, Song E, Becker D, Ricci W. Extraosseous blood supply of the tibia and the effects of different plating techniques: a human cadaveric study. *J Orthop Trauma* 2002;16:691-5.
- Bourne RB. Pylon fractures of the distal tibia. *Clin Orthop Relat Res* 1989;(240):42-6.
- Blauth M, Bastian L, Krettek C, Knop C, Evans S. Surgical options for the treatment of severe tibial pilon fractures: a study of three techniques. *J Orthop Trauma* 2001;15:153-60.
- 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.
- CY Fan, Chiang CC, Chuang TY, Chiu FY, Chen TH. Interlocking nails for displaced metaphyseal fractures of the distal tibia. *Injury* 2005;36:669-74.
- Kneifel T, Buckley R. A comparison of one versus two distal locking screws in tibial fractures treated with unreamed tibial nails: a prospective randomized clinical trial. *Injury* 1996;27:271-3.
- Piper KJ, Won HY, Ellis AM. Hybrid external fixation in complex tibial plateau and plafond fractures: an Australian audit of outcomes. *Injury* 2005;36:178-84.
- Bonar SK, Marsh JL. Tibial Plafond Fractures: Changing Principles of Treatment. *J Am Acad Orthop Surg* 1994;2:297-305.
- Bone LB. Fractures of the tibial plafond. The pilon fracture. *Orthop Clin North Am* 1987;18:95-104.
- Borg T, Larsson S, Lindsjö U. Percutaneous plating of distal tibia fractures. Preliminary results in 21 patients. *Injury* 2004;35:608-14.

27. Teeny SM, Wiss DA. Open reduction and internal fixation of tibial plafond fractures. Variables contributing to poor results and complications. *Clin Orthop Relat Res* 1993;(292):108-17.
28. Özkoç G, Tandoğan RN. Orthopaedic approach in osteoporetic fractures. [Article in Turkish] *TOTBİD Dergisi* 2006;5:1-2.
29. Helfet DL, Shonnard PY, Levine D, Borelli J Jr. Minimally invasive plate osteosynthesis of distal fractures of the tibia. *Injury* 1997;28 Suppl 1:A42-8.
30. Perren SM. Minimally invasive internal fixation history, essence and potential of a new approach. *Injury* 2001;32 Suppl 1:SA1-3.
31. 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.
32. Sirkin M, Sanders R, DiPasquale T, Herscovici D Jr. A staged protocol for soft tissue management in the treatment of complex pilon fractures. *J Orthop Trauma* 2004;18:S32-8.
33. Koval KJ, Meek R, Schemitsch E, Liporace F, Strauss E, Zuckerman JD. An AOA critical issue. Geriatric trauma: young ideas. *J Bone Joint Surg Am* 2003;85:1380-8.
34. Kim WY, Han CH, Park JI, Kim JY. Failure of intertrochanteric fracture fixation with a dynamic hip screw in relation to pre-operative fracture stability and osteoporosis. *Int Orthop* 2001;25:360-2.
35. Spangler L, Cummings P, Tencer AF, Mueller BA, Mock C. Biomechanical factors and failure of transcervical hip fracture repair. *Injury* 2001;32:223-8.