



Alt ekstremitte psödoartrozlarında Ilizarov yöntemi ve tedavi sonuçları

Results of the Ilizarov method in the treatment of pseudoarthrosis of the lower extremities

Yusuf ÖZTÜRKMEN, Cemal DOĞRUL, Mahmut KARLI

SSK İstanbul Eğitim Hastanesi 1. Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği

Amaç: Alt ekstremitte psödoartrozlarının tedavisinde kullanılan Ilizarov yönteminin sonuçları değerlendirildi.

Çalışma planı: Çalışmaya Ilizarov yöntemiyle tedavi edilen 46 hasta (34 erkek, 12 kadın; ort. yaş 39; dağılım 28-69) alındı. Sekiz olguda (%17) femur, 38 olguda (%83) tibia tutulumu vardı. Ortalama psödoartroz süresi 1.6 yıl (dağılım 6 ay-4.8 yıl) idi. Yedi olguda hipertrofik (%16), 39'unda atrofik (%84) psödoartroz görüldü. Tedavi öncesinde geçirilen ortalama ameliyat sayısı 1.4 (dağılım 0-4); ortalama kemik kaybı 7.4 cm (dağılım 3-12 cm), ortalama kısalık 6.8 cm (dağılım 0-12 cm), ortalama kemik defekti 5.2 cm (dağılım 3-12 cm) idi. Olguların 16'sında (%34) bifokal, 30'unda (%66) monofokal uygulama yapıldı. Olgular ortalama 22.6 ay (dağılım 9-54 ay) süreyle izlendi.

Sonuçlar: Dört olgu (iki monofokal, iki bifokal) dışında tüm olgularda (%92) kaynama sağlandı. Cihazda ortalama kalış süresi 208 gün (dağılım 93-750 gün) iken, bifokal grupta 286 gün (dağılım 140-496 gün), monofokal grupta ise 162 gün (dağılım 98-296 gün) idi. Paley ölçütlerine göre 26 olguda mükemmel, 12 olguda iyi, dört olguda orta, dört olguda kötü kemiksel sonuç alındı. Fonksiyonel sonuçlar 25 olguda mükemmel, 14 olguda iyi, üç olguda orta, dört olguda kötü idi. Yirmi sekiz olguda çivi dibi enfeksiyonu, üç olguda refleks sempatik distrofi görüldü; bifokal uygulamalı üç olguda cihaz çıkartıldıktan sonra yeniden kırık oluştu. Dört olguda ayak bileği sertliği, bir olguda geriye dönen peroneal sinir lezyonuna bağlı düşük ayak oluştu. Segment kaydırma olgularının dördünde (%25) hedef bölgede kaynama geciktiği için spongios greftleme yapıldı. Üç olguda 7 derecenin üzerinde angüstasyonla kaynama sağlandı. Monofokal uygulama yapılanlarda, kısalığın 1 cm'in üzerinde olmadığı görüldü. Bifokal uygulama yapılan defekt psödoartrozlarında, uygulama sonrası hiç defekt kalmadı. Rezidüel kısalık ortalama 1.5 cm (dağılım 0-4 cm) idi. İyileşme indeksi ortalama 52 gün/cm bulundu.

Çıkanmlar: Ilizarov yöntemiyle eklem kontraktürleri, angüller, translasyonel ve rotasyonel deformiteler, kısalık, kemik defektleri gibi tüm sorun ve eksiklikler aynı anda giderilebilmektedir.

Anahtar sözcükler: Kemik uzatma/yöntem; eksternal fiksatorler; femur kırıkları/cerrahi/radyografi; kırık fiksasyonu/yöntem/enstrümantasyon; Ilizarov tekniği; enfeksiyon; psödoartroz/sınıflandırma/tedavi; tibia kırıkları/cerrahi/radyografi.

Objectives: We evaluated the results of the Ilizarov method in the treatment of pseudoarthrosis of the lower extremities.

Methods: Forty-six patients (34 men, 12 women; mean age 38.6 years; range 28 to 69 years) were treated by the Ilizarov method for femoral (n=8, 17%) and tibial (n=38, 83%) pseudoarthrosis. The mean duration of the disease was 1.6 years (range 6 months to 4.8 years). Pseudoarthrosis was hypertrophic in seven patients (16%) and atrophic in 39 patients (84%). The mean number of previous operations was 1.4 (range 0 to 4); the mean bone loss was 7.4 cm (range 3 to 12 cm); the mean shortening was 6.8 cm (range 0 to 12 cm); the mean size of the defect was 5.2 cm (range 3 to 12 cm). Applications were monofocal in 30 patients (66%) and bifocal in 16 patients (34%). The mean follow-up was 22.6 months (range 9 to 54 months).

Results: Union occurred in all patients (92%) but four (2 monofocal, 2 bifocal). The fixator was applied for a mean of 208 days (range 93 to 750 days), which was 162 days (range 98 to 296 days) for monofocal, and 286 days (range 140 to 496 days) for bifocal applications. According to the Paley's criteria, the results for bone healing and function were excellent in 26 and 25 patients, good in 12 and 14 patients, fair in four and three patients, and poor in four patients, respectively. Pin tract infections developed in 28 patients, and reflex sympathetic dystrophy in three patients. Refracture occurred after the removal of the frame in three patients who received bifocal treatment. One patient developed transient peroneal nerve palsy with drop foot. Equinus rigidity of the ankle was seen in four patients. Cancellous bone grafting was performed in four patients (25%) in whom delayed healing was observed at the target site following segmental bone transport. Three patients had union with a residual deformity of more than 7 degrees. In the monofocal group, none of the patients had a residual shortening of more than 1 cm. Following bifocal applications, no bone defects were observed; the mean residual length discrepancy was 1.5 cm (range 0 to 4 cm), and the healing index was 52 days/cm.

Conclusion: The Ilizarov technique may simultaneously be successful in the treatment of joint contractures, angular, rotational, and translational deformities, shortening, and bone defects.

Key words: Bone lengthening/methods; external fixators; femoral fractures/surgery/radiography; fracture fixation/methods/instrumentation; Ilizarov technique; infection; pseudoarthrosis/classification/therapy; tibial fractures/surgery/radiography.

Yazışma adresi: Dr. Yusuf Öztürkmen. Ataköy 4. kısım, O Blok 230, Da: 16, 34750 Bakırköy - İstanbul.

Tel: 0212 - 588 44 00 / 1532 Faks: 0212 - 506 93 39

Başvuru tarihi: 03.06.2002 **Kabul tarihi:** 09.11.2002

Psödoartrozlar günümüzde daha az sıklıkla görülmekle birlikte, uzun tübüler kemiklerin kırıklarının tedavisinde pek çok ortopedik cerrahın karşılaştığı en önemli sorunlardan biridir. Kaynama zorluğunun yanında şekil bozuklukları, enfeksiyon ve ekstremitte eşitsizliği gibi ciddi sorunlar da klinik tabloya eşlik eder. Nedeni ne olursa olsun, komplikasyonun eşlik ettiği bir kaynamama tablosu, hasta açısından dramatik bir durum ve hekim açısından zor ve zahmetli bir tedavi demektir. Geçmişte Papi-neau tipi açık greftleme, fibula-protibia, çeşitli inter-nal ve eksternal fiksasyon teknikleriyle birlikte veya tek başına değişik greftleme yöntemleri, elektrik stimülasyonu, damarlı kemik greftleri gibi klasik yöntemlerle yüksek oranda komplikasyonlar bildirilmiştir. Bu klasik yöntemlerle angüler, rotasyonel ve translasyonel sorunların düzeltilebilmesine rağmen, ekstremitte eşitsizliği sıklıkla giderilememektedir. 1950'lerde distraksiyon-kompresyon osteo-histogenezisinin temel ilkelerinin ortaya konması ile, bu yöntem ortopedinin birçok alanında kullanılmıştır. Ilizarov tipi eksternal fiksatörler, tedavi süresince ekstremitte yük verilebilmesi, çok iyi stabilite nedeni ile kırık iyileşmesi süresinde mekanik ortamın sağlanması, uzun süreli eklem hareketsizliğinin önlenmesi, ekstremitenin kan dolaşımının artması, ekstremitte fonksiyonlarının kazandırılması, enfekte ve kemik kayıplı olgularda segment kaydırma ile kısalık farkının giderilmesi gibi avantajları nedeniyle, psödoartroz tedavisinde kullanılmış ve 1990'lardan sonra da pek çok merkezde en çok tercih edilen yöntem olmuştur.^[1-9]

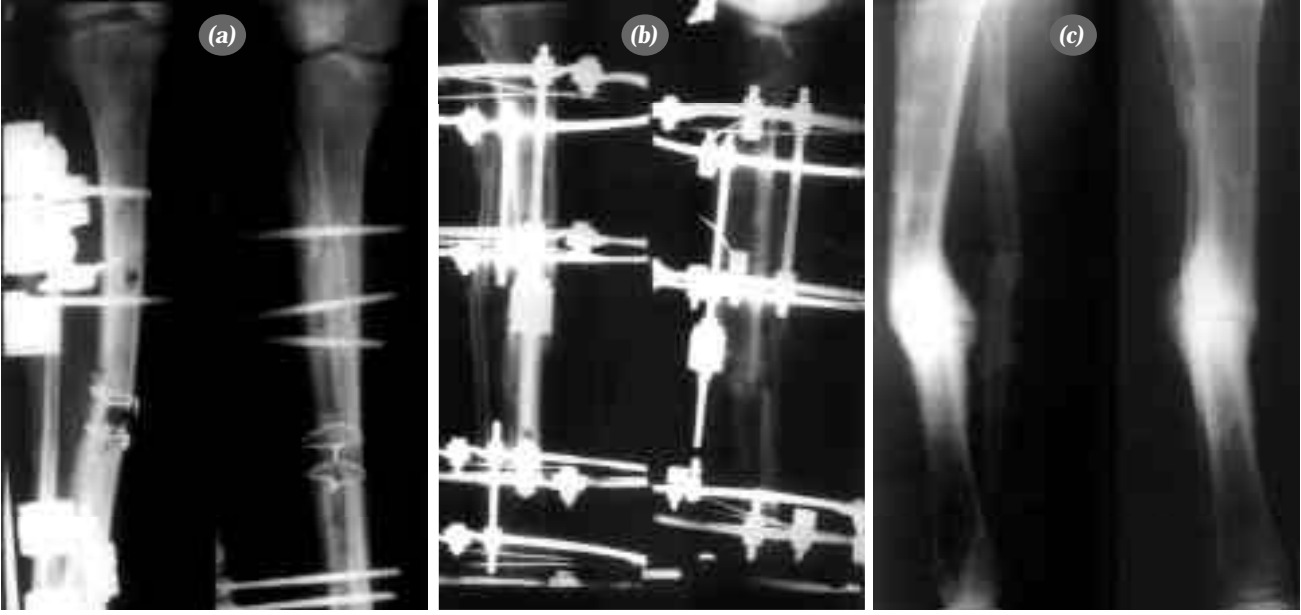
Bu çalışmada, kliniğimizde Ilizarov yöntemi uyguladığımız alt ekstremitte psödoartrozlu olguların sonuçlarını değerlendirmeyi amaçladık.

Hastalar ve yöntem

Kliniğimizde Kasım 1997 ve Ağustos 2001 tarihleri arasında, Ilizarov'un transosseöz osteosentez yöntemiyle tedavi edilip takipleri yapılan, alt ekstremitte uzun kemik psödoartrozlu 46 olgu (34 erkek, 12 kadın; ort. yaş 39; dağılım 28-66) değerlendirmeye alındı. Uygulamalar sekiz olguda (%17) femura, 38 olguda (%83) tibiaya yönelik yapıldı. Etiyoloji 28 olguda trafik kazası, dokuz olguda düşme, beş olguda ateşli silahla yaralanma, üç olguda kronik osteomyelit, bir olguda uzatma sekeli idi. Ilizarov tedavisine kadar, olgularda ortalama psödoartroz süresi 1.6 yıl (dağılım 6 ay-4.8 yıl) idi. Olgu-

ların 39'u (%81) atrofik, yedisi (%18) hipertrofik tip psödoartroz olarak değerlendirildi. Ameliyat öncesinde dokuz olguda (%19) aktif akıntılı enfeksiyon vardı. Ilizarov öncesi geçirilen ortalama ameliyat sayısı 1.4 (dağılım 0-4) idi. Dört olguda (%8) 7 derecenin üzerinde fikse deformite vardı. Ortalama kemik kaybı 7.4 cm (dağılım 3-12 cm), ortalama kısalık 6.8 cm, ortalama kemik defekti 5.2 cm (dağılım 3-12 cm) idi. Olguların 16'sına (%34) bifokal, 30'una (%66) monofokal uygulama yapıldı (Şekil 1, 2). Bifokal kompresyon-distraksiyon uyguladığımız olgularda kemik transportunu bir ara halka kullanılarak halkalar üzerinden uyguladık (Şekil 3).

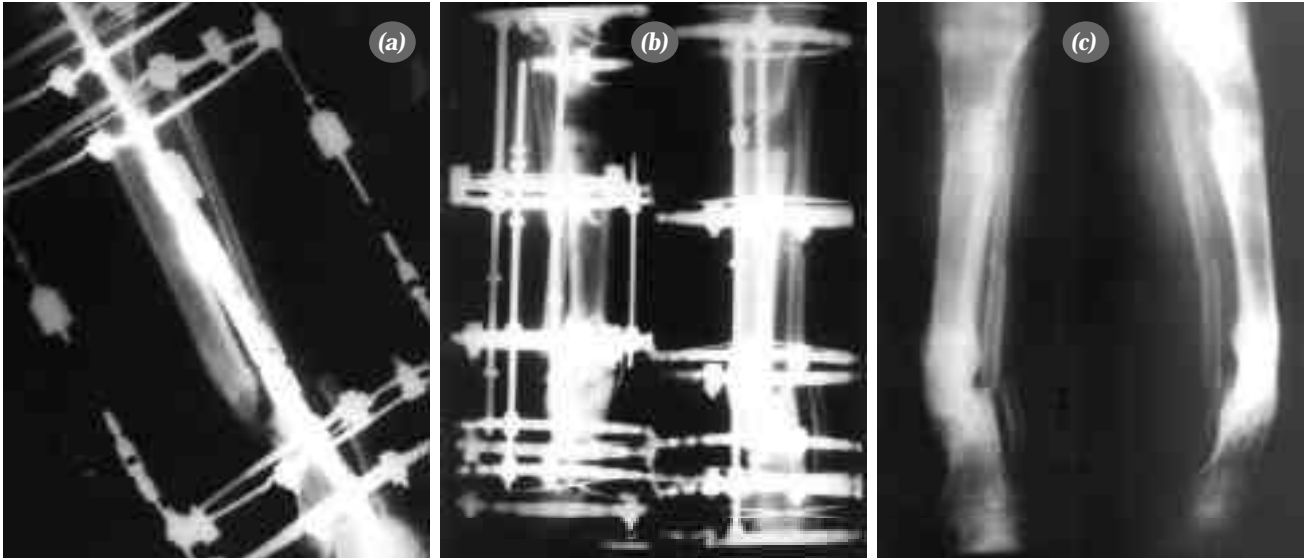
Olguların ameliyat öncesi değerlendirilmesinde, Paley ve ark.nın^[6] tibia psödoartrozları için geliştirdikleri sınıflamayı kullandık (A1, 17 olgu; A2-1, 9 olgu; A2-2, 4 olgu; B1, 3 olgu; B2, 6 olgu; B3, 7 olgu). Cerrahinin planlanmasında enfeksiyon olup olmaması, atrofi veya hipertrofi, kemik defekti ve kısalık olup olmaması dikkate alındı. Üç olguya aynı seansta kriza iliakasından alınan spongios otogreftler yerleştirildi. Tibiada hipertrofik psödoartroz olan üç olguda, psödoartroz alanı açılmadan Ilizarov fiksatör eksterni uygulayarak distraksiyona başladık. Tibiada angüler deformiteli dört olguda deformiteyi aynı zamanda düzelttik. Bifokal kompresyon-distraksiyon uyguladığımız olgularda, metafizer bölgeden 1 cm'lik küçük bir insizyonla subkutan doku, fasya ve periostu kestikten sonra, anterior korteksi osteotomi medüller kaviteye girmeden kestik. Oluşan kemiğin kalitesinin iyi olması için osteotomiden sonra 7-10 gün beklendi; daha sonra kortikotomi aralığına altı saatte bir 0.25 mm hız ile (1 mm/gün) distraksiyona başladık. Aralıkta oluşan kemik miktarına göre distraksiyonu hızlandırdık veya yavaşlattık. Monofokal kompresyon-distraksiyon yapılan olgularda 10 gün kompresyon, 10 gün bekleme, 10 gün distraksiyon şeklinde uygulama yaptık. Günlük kompresyon veya distraksiyon miktarı 0.5-1 mm x 2 idi. Oluşan yeni kemik miktarına göre distraksiyonun hızını ve frekansını ayarladık. Radyolojik olarak iyileşme görene kadar ardışık monofokal kompresyon-distraksiyon uyguladık. Cihazın çıkarılma kararını, yeni oluşan kemiğin kortikalisasyonunu ön-arka ve yan grafilerde, kemiğin en az üç korteksinde tam olarak gördüğümüz zaman verdik. Bu dönem sistemini dinamize ettik; 15-20 günlük dinamizasyon sonrasında, hastanın yüklenmesi sırasında ağrı olup olmamasına ve röntgen kontrolüne bağlı olarak yeni



Şekil 1. (a) Ilizarov uygulaması öncesinde psödoartroz süresi dokuz ay olan olgunun ameliyat öncesi grafisi. (b) Monofokal uygulama yapılan olgunun erken ameliyat sonrası iki yönlü grafisi. (c) Kaynama elde edilen olgunun cihaz çıkarıldıktan sonraki iki yönlü grafisi.

kemiği gözlemledik. Hastada ağrı görülmemesi ve rejeneratta herhangi bir değişiklik olmaması durumunda cihazı çıkarttık. Fiksatorü genel ya da lokal anestezi altında ameliyathane koşullarında çıkardık. Fiksator çıkarılan olgulara en az üç hafta süreyle breys uyguladık; hastaları 1, 2, ve 6. aylarda kontrolle çağırıp yeni kemiğin konsolidasyonunu izledik.

Bütün olgularda ameliyattan bir gün sonra başlatılan yoğun fizik tedavi programı ile eklem kontraktürlerini önlemeye çalıştık. Eklemlere aktif ve pasif hareket açıklığı içinde egzersizler yaptırıldı. İkinci günden itibaren yük vererek, yürüme egzersizlerine başladık. Olgular ortalama 22.6 ay (dağılım 9-54 ay) süreyle izlendi.



Şekil 2. (a) Daha önce cerrahi uygulanmış kemik defektli bir olgunun ameliyat öncesi grafisi. (b) Bifokal uygulama yapılan olgunun ameliyat sonrası iki yönlü grafileri. (c) Cihaz çıkarıldıktan sonra hedef bölgenin hemen proksimalinden kırık gelişen olgunun konservatif yöntemle takip sonrasında 7° üzeri angülasyon ile kaynama elde edilmesinden sonraki iki yönlü grafisi.

Sonuçlar

Hastanede kalış süresi ortalama 23 gün (dağılım 11-96 gün) idi. Bu süre, monofokal uygulama yapılanlarda daha kısa (ortalama 14 gün), bifokal uygulama yapılanlarda ise daha uzun (ortalama 38 gün) idi. Cihazda kalış süresi ortalama 208 gün (dağılım 93-750 gün) bulundu (bifokal grup 286 gün, dağılım 140-496 gün; monofokal grup 162 gün, dağılım 98-296 gün). Monofokal kompresyon-distraksiyon yapılan olguların üçünde kapalı reposizyon uygulandı. Ancak, bunların birinde kaynama sağlanamaması

üzerine, ikinci bir ameliyatta açık reposizyonla kırık uçları canlandırıldı ve otojen greft uygulandı. Diğer monofokal ve bifokal olgularda psödoartroz hattı açılarak avital dokular temizlendi.

Kırk iki olguda (%92) kaynama sağlanırken, dört olguda (%8) sağlanamadı. Kaynama görülmeyen monofokal uygulamalı iki olgunun birinde, tibia distal ucunda enfekte psödoartroz vardı. Cildi için değişik plastik ameliyatlara geçirmiş olan staz ülserli bu olgu, daha önce aynı bölgeden üç kez ameliyat edilmişti. Bu hastada cihaz çıkarıldıktan sonra yeniden



Şekil 3. (a, b) Ateşli silah yaralanması sonrası yapılan tedavilerde atrofik tipte tibia psödoartrozu gelişen olgunun ameliyat sonrası grafileri. (c, d) Bifokal uygulama yapılan kemik kayıplı olgunun segment transportu sırasındaki iki yönlü grafileri. (e, f) Cihaz çıkarıldıktan sonraki ön-arka ve yan grafileri.

Tablo 1. ASAMI^[30] tarafından modifiye edilen Paley'in^[6,33] sonuç değerlendirme ölçütleri

	Kemik sonuç ölçütleri	Fonksiyonel sonuç ölçütleri
Mükemmel	Kaynama var Enfeksiyon yok Deformite <7° Ekstremitte kısalığı <2.5 cm	Daha önceki günlük yaşam aktivitelerini yapabileme; ağrı yok; topallama yok; yumuşak dokuda sempatik distrofi yok. Diz veya ayak bileği eklem kontraktürü <5° Diz veya ayak bileği eklem hareket kaybı <15°
İyi	Kaynama var Yukardaki diğer ölçütlerden birinin olmaması	Hemen hemen bütün günlük yaşam aktivitelerini hafif zorlukla yapabileme; ağrı yok veya hafif derecede. Yukardaki diğer ölçütlerden birinin olmaması
Orta	Kaynama var Yukardaki diğer ölçütlerden ikisinin olmaması	Pek çok günlük yaşam aktivitesini hafif zorlukla yapabileme; ağrı yok veya hafif derecede. Yukardaki diğer ölçütlerden ikisinin olmaması
Kötü	Kaynama yok veya yeniden kırılma Yukardaki diğer ölçütlerden üçünün olmaması	Günlük yaşam aktivitelerinde önemli derecede kısıtlanma; İlaç kullanımını gerektiren ağrı. Yukardaki diğer ölçütlerden üçünün olmaması

kırık oluştu; yeni bir ameliyatı kabul etmeyen hasta takibimizden çıktı. Monofokal uygulamalı, osteoporotik olan, angüler tibia psödoartrozlu diğer olguda (yaş 64) deformite düzelmesine rağmen, kaynama elde edilemedi. Kendisine fiksator revizyonu önerildi; sirküler tipte fiksatorü kabul etmeyince intramedüller çivi uygulandı. Kaynamada başarısız olunan diğer iki olguda bifokal uygulama yapılmıştı. Enfekte tibia psödoartrozlu olan bir olguda hedef bölgede kaynama olduğu düşünülüp cihaz çıkarıldıktan sonra, transporte edilen fragman proksimale migre olunca, otojen greftleme yapıldı. Diğer olguda ise, tibia psödoartrozundaki enfeksiyon geçmesine rağmen, kaydırılan segmentin ana fragmanla karşılaşma yerinde psödoartroz sürüyordu. Segment kaydırma sırasında kaynama potansiyeli düşük olarak değerlendirilen dört olguda, hedef bölgeye otojen spongioplasti yapıldı.

Sonuçlar Paley ve ark.^[6] tarafından tibia psödoartrozları için ortaya konan, fonksiyonel ve kemiksel ölçütlerin modifikasyonu ile değerlendirildi (Tablo 1). Tüm enfekte olgularda, Ilizarov tedavisi ile birlikte uygun antibiyoterapi uygulaması sonrasında enfeksiyon tedavi edildi. Uygulamalar sırasında karşılaştığımız komplikasyonlar Tablo 2'te özetlendi.

Uygulama öncesinde 7.4 cm (dağılım 3-12 cm) kemik kaybı belirlenen, bifokal uygulama yapılan, defekt psödoartrozlu olgularda, uygulama sonrasında hiçbir defektin kalmadığı ve rezidüel kısalığın ortalama 1.5 cm (dağılım 0-4 cm) olduğu görüldü.

Monofokal uygulamalarda 1 cm'nin üzerinde kısalık komplikasyonu ile karşılaşılmadı. Bifokal uygulamalarda, 1 cm'lik kemik kaybının giderilmesi için gerekli fiksator kalış süresini gösteren iyileşme indeksini, ortalama 52 gün/cm olarak hesapladık.

Tartışma

Kırıkların tedavisinde değişik ve etkili yöntemlerin geliştirilmesine rağmen, psödoartrozlar ortopedik cerrahların zorlandıkları ve çekindikleri bir komplikasyon olarak güncelliğini korumaktadır. Uzun kemiklerde doğuştan, gelişimsel veya posttraumatik psödoartrozlar en sık tibiada görülür.^[4] Bütün tibia kırıklarının %2-3'ünde psödoartroz görülürken, bu oran açık kırıklarda ve yüksek enerjili travma sonrası oluşan kirli ve geniş yumuşak doku hasarlı kırıklarda çok daha yüksektir. Literatürde %13-39 arasında oranlar bildirilmiştir.^[4] Alt ekstremitte uzun kemik psödoartrozlu olgular, ekstremitelerini kullanarak basıp yürümekte zorlandıkları için uzun süreli iş ve güç kaybı oluşmakta ve bu nedenle sosyal ve ekonomik açıdan kayıplar fazla olmaktadır. Bu kişilere fonksiyonel ekstremitte kazandırmayı amaçlayan değişik tedavi yöntemleri geliştirilmiştir. Klasik psödoartroz tedavisi, kırık uçlarının canlandırılması, kemik grefti uygulaması, rijit internal ve eksternal tespit yöntemleri olarak özetlenebilir. Defektli veya defektsiz bir psödoartrozda yıllardır kabul edilen en etkili tedavi yolu, otojen kemik greftlemesidir. En yaygın greftleme tekniği, en güçlü osteojenik faktöre sahip olan otojen spongioplasti greftle-

Tablo 2. Komplikasyonların dağılımı

Komplikasyon türü	Sayı	Psödoartroz yeri veya uygulama tipi	Uygulanan veya planlanan tedavi programı	Sonuç
Refleks sempatik distrofi,	3	Bifokal 2, monofokal 1	Fizik tedavi	İyileşme
Yeniden kırılma (Cihaz çıkarıldıktan sonra)	3	Bifokal	Alçı ile konservatif tedavi	Kaynama
Ayak bileği eklem sertliği	4	Bifokal 3, monofokal 1	Fizik tedavi	3 iyileşme 1'inde kalıcı ekinizm (Bu olguya aşıloplasti + posterior kapsülotomi yapıldı.)
Peroneal sinir lezyonu, (düşük ayak)	1	Bifokal	Fizik tedavi	İyileşme
Diz fleksiyon kontraktürü	2	Bifokal	Fizik tedavi	Gerileme
Hedef bölgede kaynama gecikmesi	4	Bifokal	Spongioz greftleme	3 olguda kaynama 1 olguda yeniden kırılma
7 dereceden büyük angüstasyonla kaynama	3	Tibia 2 (enfekte), Femur 1	Düzeltilici osteotomi planlandı	Tibia olguları kabul etmedi (enfeksiyon geçmişti). Femur için birden fazla osteotomi gerekliydi, ileri dönem için planlandı.
Tel kırılması	2	Tibia	Teller çıkartıldı	Yeni tel gönderildi
Tel dibi enfeksiyonu	28	Tibia 26, femur 2	Oral antibiyoterapi	İyileşme

medir. Ancak, vücutta sayılı alanlardan alınabilmesi yöntemin dezavantajıdır. Genellikle her donör alandan alınacak miktar, ortalama 2 cm uzunluğundaki bir defekti kapatır. En fazla dört donör alan kullanılarak, 8 cm'ye kadar olan defektler kapatılabilir.^[3] Genellikle eksternal fiksatorün kullanıldığı ve kemiksel defeklerin sıklıkla Papineau tekniği ile doldurulduğu olgular, Ilizarov'un distraksiyon osteogenezisi tekniği ile tedavi edilen olgularla karşılaştırılmıştır.^[10,11] Green^[11] 15 olguyu Papineau tekniği ile, 17 olguyu Ilizarov'un kemik transportu tekniği ile tedavi etmiştir. İki grupta da 1 cm'lik defekt için geçen süre ortalama bir ay bulunmuş; tedavi süresi eşit çıkmıştır. On yedi olgunun yedisinde sekonder greftleme gerekmiştir.^[11] Cierny ve Zorn^[12] 21 olguyu Ilizarov yöntemi ile, 23 olguyu da konvansiyonel spongioz greftleme ile tedavi etmişler ve iki grupta da %95 oranında başarı sağlamışlardır. Marsh ve ark.^[13] 15 olguyu eksternal fiksator, kemik greftleme ve yumuşak doku örtünmesini sağlayan konvansiyonel yöntemle; 10 olguyu da kemik transportu ile tedavi etmişler ve kaynama açısından her iki grupta eşit sonuç almışlardır.

Greftlemede sınırlı miktarda otojen greft kaynağı bulunduğundan, doldurulacak defekt miktarı da sınırlı olur. Greftleme, fiksator kullanılmadan alçılı

tespit ile yapılırsa adalelerde atrofi, eklemlerde sertlik ve kontraktür gelişebilir. Masif spongioz greftlemenin diğer bir dezavantajı, greftin %20-40 oranında hacim kaybına uğramasıdır. Ekstremitte uzunluğunu eşitlemede, hiçbir zaman Ilizarov yöntemi kadar başarılı sonuç alınamamaktadır. Greftleme ve Ilizarov'un segment kaydırma yöntemlerinde eşit kaynama oranları bildirilmiştir.^[3] Üç aşamada gerçekleştirilen Papineau tekniği, 4 cm'ye kadar olan defektlerde uygulanabilir. Tamamlanması aylarca sürer ve hastayı hastanede kalmaya zorlar. İlk iki aşamasında açık pansumanlarla takip edildiğinden, enfeksiyon riski yüksektir.

Diğer bir tedavi yöntemi, serbest damarlı fibula grefti uygulamalarıdır. Serbest damarlı greft tekniğinin, bir mikrocerrahi ekibi gerektirmesi, ameliyatın uzun sürmesi, kanamalı olması ve buna bağlı sorunlar ortaya çıkarması ve tek damarla beslenen bacaklarda önemli komplikasyonlara neden olabilmesi gibi dezavantajları vardır. Fibulanın yük altında kalınlaşmasına kadar geçen süre içinde, yeniden kırık oluşması riskine karşı hastaya uzun süre kısmi yük verilmesi gerekmektedir. Ayrıca, greft üzerindeki fizyolojik stresin kontrolünü en üst düzeyde tutmak için en uygun tespit yönteminin, plak vida yerine eksternal fiksator olduğu bildirilmiştir. Geleneksel

yöntemlerde psödoartroz alanının kompresif plaklarla direkt tespiti amaçlanmaktadır. Ancak, Ilizarov^[14] sorunun yalnızca yeterli stabilite olmadığını, psödoartroz alanında lokal doku beslenmesinin de bozulduğunu belirtmiştir. Ilizarov yönteminde, ameliyat deneyimli bir ekip tarafından kısa sürede tamamlanabilmekte, fazla kanama olmamakta, defekt büyüklüğü açısından da teorik olarak oluşacak rejeneratta sınır bulunmamaktadır.^[14,15]

Hipertrofik psödoartrozlarda mekanik stabilite yetersiz olmasına rağmen kaynama problemleri azdır. Atrofik psödoartrozlarda ise durum farklıdır. Bu tipte kemik uçlarının rejenerasyon kapasitesi azalmıştır. Kemik uçlarının hipertrofik olduğu olgularda, herhangi bir osteosentez yöntemiyle stabilizasyon sağlanmasının yeterli olacağı bildirilmiştir.^[16] Hipertrofik olgularda kaynamayı sağlayan, kompresyonun osteogenezi uyarıcı etkisi değil, stabilizasyonun sağlanmasıdır. Mayo ve Benirschke^[17] kaynamanın geciktiği ve büyük çoğunluğunda hipertrofik psödoartroz görülen 74 tibianın osteosentezini intramedüller çivilerle yapmışlardır. İntramedüller çivileme hipertrofik olgularda etkili olabilir. Bununla birlikte, gerek kapalı gerekse açık yöntemle yapılmış intramedüller osteosentezlerin, ekstremite uzunluğunun sağlanamaması, angüler deformitelerin düzeltilmemesi ve enfekte olgularda kullanılmaması gibi dezavantajları vardır.^[18,19]

Atrofik denem avasküler psödoartrozlar, tedavide en çok tartışma yaratan konudur. Bunun nedeni, kaynama potansiyellerinin düşük olması ve beraberinde enfeksiyon, deformite, yumuşak doku veya kemik defekti gibi birçok sorunun görülmesidir. Diğer tedavi yöntemleri atrofik olgularda etkili olamamaktadır. Bu olgularda, var olan sorunların hepsini birden giderebilecek bir sistem gereklidir. İyi bir tedavi planı yapmak için kemik kaybı ve diastaz arasındaki fark belirlenmelidir. Total kemiksel kayıp, diastaz (radyolojik olarak görünen kemik defekti) ve kısalığın toplamıdır. Defektli psödoartrozlarda, submetafiz kortikotomi yapılarak defektli bölgeye segment kaydırılır. Bifokal olarak adlandırılan bu yöntemin pek çok avantajı vardır. Kemik transportu sırasında distraksiyon bölgesindeki osteoblastik aktivite artışı ve hastanın ekstremitesini fizyolojik olarak kullanması sonucu ekstremitenin kan akımı artar. Ekstremitenin aktif olarak kullanılması sonucu, uzun vadede eklem sorunları oluşmaz. Sirküler tip fiksatorler eğilme (bending) ve torsiyonel kuvvetle-

re karşı stabildir; aksiyel kompresif kuvvetlerin etkisi ile kırık bölgesinde mikro hareketlere izin verir. Hastanın ekstremitesine yük verdikçe, osteoblastik aktivitenin daha da artması sağlanır. Ekstremitede yaygın osteoporoz gelişmez.^[20-22] Kısalık farkı giderilebilir. Eğer kemik kaybı 5 cm'den küçük ise monofokal, 5-15 cm arasında ise bifokal, 15 cm'den büyük ise trifokal tedavi önerilmiştir.^[23] Alonso ve Regazzoni^[24] 4 cm'ye kadar olan kemik kaybında klasik yöntemlerin, kemik kaybı daha büyük ise segmenter kemik transport tekniğinin tercih edilmesini önermişlerdir. Tibiada 3 cm'nin altındaki, femurda 5 cm'nin altındaki defektlerde kompresyon distraksiyon; daha büyük defektlerde segment kaydırma önerilmiştir.^[25,26] Olgularımızda bifokal uygulama öncesinde kemik kaybı 7.4 cm (dağılım 3-12 cm) iken, son kontrollerde hiçbir olguda defekt saptamadık. Rezidüel kısalık ise ortalama 1.5 cm'ye (dağılım 0-4 cm) inmiştir. Ortalama 48 gün bulunan hastanede kalış süresi, literatürde bildirilen süreye (28 ve 36 gün) göre^[6,8] daha uzun idi. Bunu, olgularımızla olan kooperasyon eksikliğine bağladık. Fiksatorün kalış süresi de (ort. 9.5 ay) literatürde bildirilen süreler ile uyumludur. Fiksatorün kalış süresi/kemik kaybı miktarı olarak hesapladığımız iyileşme indeksi (ort. 52 gün/cm), Green^[11] tarafından bildirilen 58 gün/cm, Paley ve ark.^[16] tarafından bildirilen 51 cm/gün, Göğüş ve ark.^[8] bildirdikleri 54 gün/cm ile uyumlu idi. Bu çalışmalarda belirtilen ortalama kemik defektleri çalışmamızdakine yakındır.

Segmenter kemik transportunda en sık bildirilen sorunlardan biri, segment anafragman karşılaşma yerindeki (docking site) kaynama gecikmesidir. Schwartzman ve ark.^[27] defektin kapatılmasında kemik uçlarının canlandırılmasını ve greftlemeyi önermişlerdir. Alonso ve Regazzoni^[24] tek taraflı fiksatorle yaptıkları segment kaydırma çalışmasında, tedavi süresini kısaltmak amacı ile transport tamamlanınca greftlemeyi önermişlerdir. Tucker ve ark.^[28] atrofik tip veya medullanın kapalı olduğu olgularda kemik uçlarının açılarak canlandırılmasını önermişlerdir. Green^[11] tedavi süresini kısaltacağını belirttiği greftlemenin, segment temasına 2 cm kaldığında yapılmasının uygun olacağını bildirmiştir. Catagni ve ark.^[29] transport sonunda kemik uçlarının canlandırılmasını önermişlerdir. Song ve ark.^[30] defektli tibia psödoartrozu olan 27 olgunun 25'inde hedef bölgeyi greftlemişlerdir. Göğüş ve ark.^[8] ise, hedef bölgede kaynama gecikmesi saptandığında erken spondyoz

grefonaj ve kompresyon-distraksiyon periyotlarının uygulamasını önermişlerdir. Çalışmamızda, dört olguda (%25) kaynama gecikmesi nedeniyle grefonaj uyguladık.

Segment kaydırmada görülebilecek diğer bir sorun, kaydırmanın yumuşak doku tarafından engellenmesidir.^[16,31] Sadece bir olguda cilt interpozisyonu ile karşılaştık ve bu olguda iki telin revizyonunu yaparken, ciltte gevşetme yaptık. Bu komplikasyon ile birlikte segmentin aks sapmasının da görülebileceği bildirilmiştir.^[31]

Segment kaydırma için çeşitli defekt sınırları tanımlanmıştır. Cierny ve Zorn^[12] rejenerat sınırının her hastanın psikolojik ve fizyolojik profiline göre ayarlanmasını önermişlerdir. Uzun defektlerde trifokal segment kaydırma ve oblik yönde stoplu çivilerle fragman transportu önerilmiştir. Ancak, birleşme anında bu çiviler eğildiği için, hedef bölgede yeterli kompresyon yapılamamaktadır. Bu nedenle, bu aşamada çember sisteme geçilmelidir. Olgularımızda defekt miktarı çok değildi. Bütün olgularda fragman transportunu çember ile yaptık. Kemik kaybı miktarı 12 cm olan bir olguda, proksimal ve distal kemik fragmanları iki düzeyde kortikotomiye olanak vermeyecek kadar küçük olduğu için bifokal uygulama yaptık. Segment kaydırılan olgularda, sistemin rijiditesi için kaydırmanın dört rod üzerinde yapılması tartışılmaktadır. Ateşalp ve ark.^[32] sistemlerinde üç rod kullanarak yeterli rijidite elde ettiklerini bildirmişlerdir. Paley ve Maar^[33] sistemin rijiditesinin, fiksatorün kemik ile olan bağlantısını sağlam bir şekilde sağlayacak, fragman uçlarında deplasmanı önleyecek; bununla birlikte aksiyel yöndeki mikrohareketlere bir miktar izin verecek tarzda olması gerektiğini bildirmişlerdir.

Uygulamada karşılaşılan bir başka komplikasyon da rejeneratta yetersiz konsolidasyon görülmesidir. Bunun başlıca nedenleri arasında bekleme süresinin kısa tutulması, hızlı distraksiyon, yetersiz stabilizasyon ve cihazın erken çıkarılması sayılabilir.

Eksternal fiksatorlerde, hastanın vücudu dışında takılan cihaza uyum gösterememesi, sosyal ve psikolojik etkileşimler de sorunlara neden olabilir. Hastalar, her zaman cihazın erken çıkarılmasını isterler. Eksternal fiksatorü erken çıkarabilmek için intramedüller çivi üzerinden uzatma yöntemi geliştirilmiştir. Bu sayede konsolidasyon tamamlanmadan, çivi statik olarak kilitlenerek fiksator çıkarılabilmekte; böy-

lece eklem hareket kısıtlılığı, çivi dibi enfeksiyonu ve psikolojik sorunlar azaltılmaktadır. Kocaoğlu ve ark.^[34] intramedüller çivi ve eksternal fiksatorü kombine biçimde uzatma, segmenter kemik transportu ve artrodez yapılan olgularda kullanmışlardır.

Yapılan deneysel çalışmalarda 0.5 mm/gün hızında yapılan uzatmanın prematür konsolidasyona neden olduğu, 1.5 mm/gün hızında yapılan uzatmanın da lokal iskemiye yol açarak osteogenezis oluşum hızını azalttığı gösterilmiştir.^[2,3] Ilizarov,^[15] uzatmanın ne kadar sık, küçük adımlarla gerçekleştirilirse, yeni kemik kalitesinin o oranda iyi olduğunu bildirmiştir. Çalışmamızda, standart bir uygulama yapmadan hastanın ve kemiğin özelliğine bağlı olarak günde 0.5-1 mm distraksiyon uyguladık. Bu, günde dört veya iki kez, 0.25 mm distraksiyon tarzında yapılmıştır. Bu şekilde, prematür konsolidasyon veya rejeneratta kaynama gecikmesine rastlamadık.

Ilizarov yöntemi ile psödoartroz tedavisinde primer grefonaj konusu tartışmalıdır. Ilizarov primer grefonajı önermemiştir. Cattaneo ve ark.^[35] primer grefonaj uygulamamışlardır. Schwartsman ve ark.^[27] vaskülaritesi yetersiz olgularda, primer otojen spongiöz grefonajı önermişlerdir. Paley ve Maar^[33] primer grefonajı, konsolidasyonu yetersiz olan olgularda sekonder girişim olarak uygulamışlardır. Psödoartroz tedavisinde tek bir yöntem uygulanmamaktadır. Tedavi protokolü, olguların özelliğine göre saptanır.^[36] Varkülaritesi yetersiz olan olgularda, osteogenezisi canlandırmak için primer otojen spongiöz grefonaj da düşünülmelidir. Çalışmamızda, monofokal uygulamalı üç olguda primer, bifokal uygulamalı dört olguda ve monofokal uygulamalı üç olguda sekonder grefonaja başvurduk.

Bizim de sık karşılaştığımız çivi dibi enfeksiyonu, Ilizarov cerrahisinde en sık görülen komplikasyondur.^[36] Hiçbir olguda enfeksiyon nedeni ile teli veya zamanından önce fiksatorü çıkarmak zorunda kalmadık. Fiksator çıkarılan üç olgunun ikisinde hedef bölgede, birinde hedef bölge proksimalinde travmatik kırık gelişti. Kırıklar, üç olguda da konservatif yöntemlerle sorunsuz bir şekilde kaynadı. Tel uygulamalarında, hiçbir olguda nörovasküler yaralanma oluşmadı. Hiçbir olguda tibial kortikotomiye bağlı kompartman sendromu görülmedi.

Psödoartrozlar için değişik tedavi yöntemleri uygulanmıştır. Psödoartroz tedavisi komplikasyonlara

açıktır. Alt ekstremitte psödoartrozlarının tedavisinde tek bir tedavi yöntemi yoktur. Tüm tedavi yöntemleri gerektiğinde birlikte kullanılabilir. Kaynama açısından sonuçlar birbirine yakındır. Ancak, kullanılan yöntem vaskülariteyi, stabiliteyi, aksiyel dizilimi, ekstremitenin uzunluğunu ve fonksiyonlarını aynı anda sağlayabilmelidir. Ilizarov yöntemi, alt ekstremitte psödoartrozlarında aktif enfeksiyonda uygulanabilmektedir. Eklem kontraktürleri, angüler, rotasyonel veya translasyonel deformiteler, kısalık, kemik defektleri gibi tüm sorun ve eksiklikler bu yöntemle giderilebilmektedir. Psödoartrozların tipi ve özelliğine uygun ve hastayı da göz önüne alan planlama yapılabildiğinden, tedavi sırasında ortaya çıkabilecek sorunların da sistem içinde çözümü vardır. Hasta ekstremitesini kullanarak, basıp erkenden yürüyebilmekte ve bu nedenle sosyoekonomik kayıplar azalmaktadır. Bütün bunlardan dolayı, Ilizarov yönteminin tercih edilebilecek en uygun tedavi seçeneği olduğunu düşünüyoruz.

Kaynaklar

- Frank DJ, Miller EH. Complications of treatment of fractures and dislocations of the tibia and fibula. In: Epps CH, editor. Complications in orthopaedic surgery. Vol. 1, 3rd ed. Philadelphia: Lippincott; 1994. p. 587-93.
- Cornell CN, Lane JM. Newest factors in fracture healing. Clin Orthop 1992;(277):297-311.
- Tuncay İ. Uzun kemik psödoartrozlarında Ilizarov metodu ile tedavi [Uzmanlık Tezi]. İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı: İstanbul; 1997.
- Goulet JA, Templeman D. Delayed union and nonunion of tibial shaft fractures. Instr Course Lect 1997;46:281-91.
- Gülşen M. Ilizarov yönteminin biyolojik temelleri. In: Çakmak M, Kocaoğlu M, editörler. Ilizarov cerrahisi ve prensipleri. 1. baskı, İstanbul: Doruk Grafik Matbaası; 1999. s. 5-15.
- Paley D, Catagni MA, Argnani F, Villa A, Benedetti GB, Cattaneo R. Ilizarov treatment of tibial nonunions with bone loss. Clin Orthop 1989;(241):146-65.
- LaVelle DG. Delayed union and nonunion of fractures. In: Canale ST, editor. Campbell's operative orthopaedics. 9th ed. St. Louis: Mosby; 1998. p. 2614-6.
- Göğüş A, Kabukçuoğlu YS, Küçükaya M, Kuzgun Ü. Alt ekstremitte defekt psödoartrozlarının segmenter kemik transportu tekniği ile tedavi sonuçları. Acta Orthop Traumatol Turc 1996;30:347-51.
- Kocaoğlu M, Çakmak M, Baştürk S, Tuncay İ. Uzun kemiklerin psödoartroz tedavisinde Ilizarov metodu ve klinik sonuçlarımız. Acta Orthop Traumatol Turc 1996;30:120-4.
- Green SA, Jackson JM, Wall DM, Marinow H, Ishkanian J. Management of segmental defects by the Ilizarov intercalary bone transport method. Clin Orthop 1992;(280):136-42.
- Green SA. Skeletal defects. A comparison of bone grafting and bone transport for segmental skeletal defects. Clin Orthop 1994;(301):111-7.
- Cierny G 3rd, Zorn KE. Segmental tibial defects. Comparing conventional and Ilizarov methodologies. Clin Orthop 1994;(301):118-23.
- Marsh DR, Shah S, Elliott J, Kurdy N. The Ilizarov method in nonunion, malunion and infection of fractures. J Bone Joint Surg [Br] 1997;79:273-9.
- Ilizarov GA. The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues. Part I. The influence of stability of fixation and soft-tissue preservation. Clin Orthop 1989;(238):249-81.
- Ilizarov GA. The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues: Part II. The influence of the rate and frequency of distraction. Clin Orthop 1989;(239):263-85.
- Paley D, Chaudray M, Pirone AM, Lentz P, Kautz D. Treatment of malunions and mal-nonunions of the femur and tibia by detailed preoperative planning and the Ilizarov techniques. Orthop Clin North Am 1990;21:667-91.
- Mayo KA, Benirschke SK. Treatment of tibial malunions and nonunions with reamed intramedullary nails. Orthop Clin North Am 1990;21:715-24.
- Robinson CM, McLauchlan G, Christie J, McQueen MM, Court-Brown CM. Tibial fractures with bone loss treated by primary reamed intramedullary nailing. J Bone Joint Surg [Br] 1995;77:906-13.
- Giannoudis PV, MacDonald DA, Matthews SJ, Smith RM, Furlong AJ, De Boer P. Nonunion of the femoral diaphysis. The influence of reaming and non-steroidal anti-inflammatory drugs. J Bone Joint Surg [Br] 2000;82:655-8.
- Aronson J, Harrison BH, Stewart CL, Harp JH Jr. The histology of distraction osteogenesis using different external fixators. Clin Orthop 1989;(241):106-16.
- de Pablos J, Barrios C, Alfaro C, Canadell J. Large experimental segmental bone defects treated by bone transportation with monolateral external distractors. Clin Orthop 1994;(298):259-65.
- Claes L, Laule J, Wenger K, Suger G, Liener U, Kinzl L. The influence of stiffness of the fixator on maturation of callus after segmental transport. J Bone Joint Surg [Br] 2000;82:142-8.
- Shevtsov VI. Bone defects management by means of transosseous osteosynthesis after Ilizarov GA. In: Çakmak M, Kocaoğlu M, editörler. Eksternal fiksatorler. İstanbul: Damla Matbaacılık; 1995. s. 111-6.
- Alonso JE, Regazzoni P. The use of the Ilizarov concept with the AO/ASIF tubular fixateur in the treatment of segmental defects. Orthop Clin North Am 1990;21:655-65.
- Saleh M, Rees A. Bifocal surgery for deformity and bone loss after lower-limb fractures. Comparison of bone-transport and compression-distraction methods. J Bone Joint Surg [Br] 1995;77:429-34.
- Saleh M, Royston S. Management of nonunion of fractures by distraction with correction of angulation and shortening. J Bone Joint Surg [Br] 1996;78:105-9.
- Schwartzman V, Choi SH, Schwartzman R. Tibial nonunions. Treatment tactics with the Ilizarov method. Orthop Clin North Am 1990;21:639-53.
- Tucker HL, Kendra JC, Kinnebrew TE. Tibial defects. Reconstruction using the method of Ilizarov as an alternative. Orthop Clin North Am 1990;21:629-37.
- Catagni MA, Guerreschi F, Holman JA, Cattaneo R. Distraction osteogenesis in the treatment of stiff hypertrophic nonunions using the Ilizarov apparatus. Clin Orthop 1994;(301):159-63.
- Song HR, Cho SH, Koo KH, Jeong ST, Park YJ, Ko JH. Tibial bone defects treated by internal bone transport using

- the Ilizarov method. *Int Orthop* 1998;22:293-7.
31. Başbozkurt M. Psödoartrozların Ilizarov yöntemi ile tedavisi. In: Çakmak M, Kocaoğlu M, editörler. Ilizarov cerrahisi ve prensipleri. 1. baskı, İstanbul: Doruk Grafik Matbaası; 1999. s. 129-36.
 32. Ateşalp AS, Başbozkurt M, Erler E, Şehirlioglu A, Tunay S, Solakoğlu C, et al. Treatment of tibial bone defects with the Ilizarov circular external fixator in high-velocity gunshot wounds. *Int Orthop* 1998;22:343-7.
 33. Paley D, Maar DC. Ilizarov bone transport treatment for tibial defects. *J Orthop Trauma* 2000;14:76-85.
 34. Kocaoğlu M, Eralp L, Çınar M, Çakmak M. Eksternal fiksator kullanımında yeni seçenek: İntramedüller çivi eksternal fiksator kombine kullanımı. In: Alpaslan AM, editör. 17. Ulusal Ortopedi ve Travmatoloji Kongre Kitabı; 24-9 Ekim 2001; Antalya, Türkiye. İstanbul: Turgut; 2001.s. 363-4.
 35. Cattaneo R, Catagni M, Johnson EE. The treatment of infected nonunions and segmental defects of the tibia by the methods of Ilizarov. *Clin Orthop* 1992;(280):143-52.
 36. Hosny G, Shawky MS. The treatment of infected non-union of the tibia by compression-distraction techniques using the Ilizarov external fixator. *Int Orthop* 1998;22:298-302.