



Enfeksiyon sekeli tedavisinde unilateral eksternal fiksator ile diz artrodezi

Knee arthrodesis using a unilateral external fixator for the treatment of infectious sequelae

Levent ERALP, Mehmet KOCAOĞLU, İbrahim TUNCAY,¹ F. Erkal BİLEN,² Shady Elbeshry SAMİR

İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı;

¹Selçuk Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı; ²Serbest Hekim

Amaç: Diz bölgesinin septik sekellerinin tedavisinde monolateral eksternal fiksator kullanılarak yapılan artrodez tekniğinin sonuçları değerlendirildi.

Çalışma planı: Monolateral eksternal fiksator kullanılarak diz artrodezi uygulanan 11 hasta (4 erkek, 11 kadın; ort. yaş 60; dağılım 29-75) geriye dönük olarak değerlendirildi. Altı hastada enfekte total diz protezi, dört hastada septik artrit sekeli, bir hastada enfekte distal femur modüler tümör protezi vardı. Aktif enfeksiyon bulunan sekiz hastanın yedisinde artrodez, debridman, antibiyotikli çimento uygulaması (n=6) ve parenteral antibiyoterapi ile enfeksiyon klinik ve laboratuvar bulguları tamamen kaybolduktan sonra uygulandı. Femur ve tibiada kanayan geniş bir kemik yüzeyi oluşturmak için total diz protezi uygulama setindeki rezeksiyon kızaqları kullanıldı. Biplanar veya uniplanar monolateral eksternal fiksasyon ortalama sekiz ay (dağılım 5-12 ay) uygulandı. Hastalar ortalama 28 ay (dağılım 7-69 ay) izlendi. Komplikasyonların değerlendirilmesi için Paley sınıflaması kullanıldı.

Sonuçlar: Tüm hastalarda eksternal fiksasyon sonunda füzyon elde edildi. Enfeksiyon nüksü görülmedi. Hiçbir hastada artrodez tekniğinden kaynaklanan istenmeyen kısalık görülmedi. Geniş tümör rezeksiyonu nedeniyle belirgin kısalık oluşan ve artrodezdten sonra uzatma uygulanan bir hasta dışında, tüm hastalar desteksiz yürüyebildi. Enfekte total diz protezi olan bir hastada kısalık 3 cm bulunurken, geri kalan hastalarda 1-2 cm arasında (ort. 1.4 cm) değişiyordu. Beş hastada görülen çivi dibi enfeksiyonu oral antibiyotik ve yara bakımı ile başarıyla tedavi edildi.

Çıkarımlar: Monolateral fiksator ile uygulanan diz artrodezinin füzyon oranı yüksek, komplikasyonları daha azdır; bu yöntem, sirküler eksternal fiksatorlere göre daha konforlu bir tedavi seçeneği oluşturmaktadır.

Anahtar sözcükler: Artrodez/yöntem; eksternal fiksator; diz eklemi/cerrahi; protezle ilişkili enfeksiyon/cerrahi.

Objectives: We evaluated the results of arthrodesis using a monolateral external fixator for the treatment of septic sequelae of the knee joint.

Methods: Eleven patients (4 males, 7 females; mean age 60 years; range 29 to 75 years) underwent arthrodesis using a monolateral external fixator. Indications for arthrodesis were infected total knee prosthesis (n=6), septic arthritis sequelae (n=4), and infected distal femoral tumor prosthesis (n=1). Eight patients had active infection; of these, seven patients initially underwent complete clinical and laboratory eradication of infection with debridement, application of antibiotic-impregnated cement spacer (n=6), and parenteral antibiotics. Resection guides of total knee arthroplasty were used to create wide bleeding femoral and tibial bone surfaces. Biplanar or uniplanar monolateral external fixation was applied for a mean of eight months (range 5 to 12 months). The mean follow-up was 28 months (range 7 to 69 months). Complications were evaluated according to the Paley's classification.

Results: Fusion was achieved in all the patients. There were no recurrent infections. No remarkable shortening developed following the procedure. All the patients could walk without walking aids, except for one patient who further required lengthening for marked shortening due to previous wide tumor resection. Shortening was 3 cm in one patient with infected total knee prosthesis, while it ranged from 1 cm to 2 cm (mean 1.4 cm) in the remaining patients. Pin tract infections were seen in five patients, all of which were successfully treated with oral antibiotics and local wound care.

Conclusion: Knee arthrodesis using a monolateral external fixator is associated with a high fusion rate and a low complication rate, and provides a more comfortable treatment option compared to a circular external fixator.

Key words: Arthrodesis/methods; external fixators; knee joint/surgery; prosthesis-related infections/surgery.

Yazışma adresi / Correspondence: Dr. Levent Eralp. İstanbul Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, 34390 Çapa, İstanbul. Tel: 0212 - 635 12 35 Faks: 0212 - 635 28 35 e-posta: yeralp@superonline.com

Başvuru tarihi / Submitted: 15.04.2007 **Kabul tarihi / Accepted:** 17.02.2008

©2008 Türk Ortopedi ve Travmatoloji Derneği / ©2008 Turkish Association of Orthopaedics and Traumatology

Diz artrodezi, 1900'lü yılların başından beri, ağrı, ilerlemiş osteoartrite bağlı instabilite, travmaya bağlı osteoartrit, enfeksiyöz osteoartrit, Charcot artropatisi, poliomiyelit ve tümör rezeksiyonu sonrası rekonstrüksiyon tedavilerinde kullanılmıştır.^[1]

Modern diz artroplastisinin başarısı, diz artrodezi gerekebilecek hasta sayısında azalmaya yol açmıştır.

Günümüzde, diz artrodezi için en sık endikasyon, enfekte diz artroplastisi sonrasında rekonstrüksiyona uygun olmayan hasta grubudur.^[2]

Artrodez ayrıca, ekstansör mekanizmanın bozulduğu, kemik stokunun ileri derecede azaldığı, yumuşak doku örtüsünün ciddi oranda kayba uğradığı genç aktif hasta grubunda ve artroplastisi revizyonu sonrası tekrar eden enfeksiyon hallerinde tercih edilmektedir.^[3]

Plak veya intramedüller çivi kullanılarak internal tespit yöntemiyle yapılan artrodez rijid bir tespit sağlamaktadır. İntramedüller çivileme, erken yük vermeye olanak sağlama ve yüksek oranda füzyon oluşturma (%88-100) gibi avantajlara sahiptir.^[4] Ancak, enfeksiyonun yok edilmesini takiben uygulanma gerekliliği vardır. Bu durum ise bazı durumlarda 40 hafta gibi uzun bir süre alabilmektedir. Ayrıca, gizli enfeksiyonun yayılma riski gibi dezavantajları da vardır.^[5]

Diğer yandan, eksternal tespit, kemik füzyonunu uyarmak ve dizilimi düzeltmek için ameliyat sonrası dönemde dahi ayarlama olanağı sağlamakta, enfeksiyonun kemik medullası içine yayılması açısından çok daha az risk oluşturmakta ve implantın çok daha kolay çıkarılması avantajını sunmaktadır.^[6]

Bu çalışmada, diz artrodezinde kullanılan cerrahi teknik ve uniplanar eksternal fiksator kullanımı değerlendirildi.

Hastalar ve yöntem

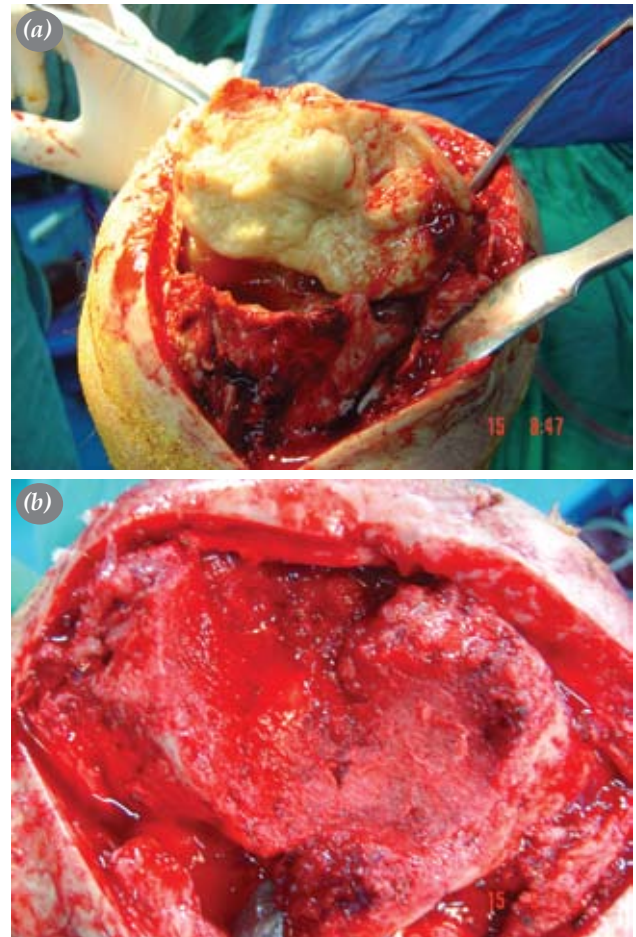
1999-2005 yılları arasında monolateral eksternal fiksator kullanılarak diz artrodezi uygulanan 11 hasta (4 erkek, 11 kadın; ort. yaş 60; dağılım 29-75) geriye dönük olarak değerlendirildi.

Diz artrodezi endikasyonu, dört hastada septik diz artrit komplikasyonu, altı hastada enfekte total diz artroplastisi, bir hastada diz eklemi sinovyal sarkomu için yapılan tümör protezinin enfeksiyonuydu.

Sekiz hastada aktif diz enfeksiyonu vardı. Enfekte total diz protezi olan altı hastaya artrodezden altı hafta önce debridman ve antibiyotikli çimento uygulandı.

Septik artrit grubundan bir hastaya, aktif enfeksiyon nedeniyle artrodez öncesinde debridman uygulandı. Düşük virülanslı mikroorganizma nedeniyle silik enfeksiyon bulguları olan tümör protezli hastaya ise tek aşamalı artrodez uygulandı.

İki aşamalı tedavi gören hastalara, debridman sırasında alınan kültür ve antibiyogram örneklerinin sonucuna göre ortalama altı hafta antibiyoterapi uygulandı ve ikinci aşama öncesinde enfeksiyonun yok edildiğinden emin olmak için laboratuvar değerleri kontrol edildi. Hastalardan altısında metisiline dirençli *Staphylococcus aureus* üredi ve parenteral teikoplanin (2 x 400 mg İV) ile tedavi edildi. Kültürde *Proteus* üreyen bir hastada ise sefoperazon kullanıldı (2 x 1 gr İV). C-reaktif protein değerleri normale geldikten iki hafta sonra tekrar kontrol edildi ve normal değerlerde kaldığı görüldü. İkinci aşama öncesinde tekrar alınan kültür örneklerinin hepsi negatif bulundu. Üç hastada klinik ve laboratuvar olarak aktif



Şekil 1. (a) Çimentonun çıkarılması. (b) Kemik defektinin antibiyotikli demineralize kemik matrisi ile doldurulması.



Şekil 2. (a, b) Diz artrodez pozisyonunun çapraz iki K-teli ile geçici tespiti. **(c)** Ekstremitte mekanik ekseninin koter kablosu kullanılarak kontrol edilmesi (femur başı merkezinden ayak bileği eklemi merkezine).

enfeksiyon bulgusu saptanmadı ve artrodez işlemi sırasında alınan kültür ve antibiyogram sonuçları hep-sinde negatifti. Bu hastaların ikisinde sırasıyla proksimal tibia açık kırığı öyküsü ve romatoid arit olmak üzere enfeksiyona yatkınlık oluşturan unsurlar vardı.

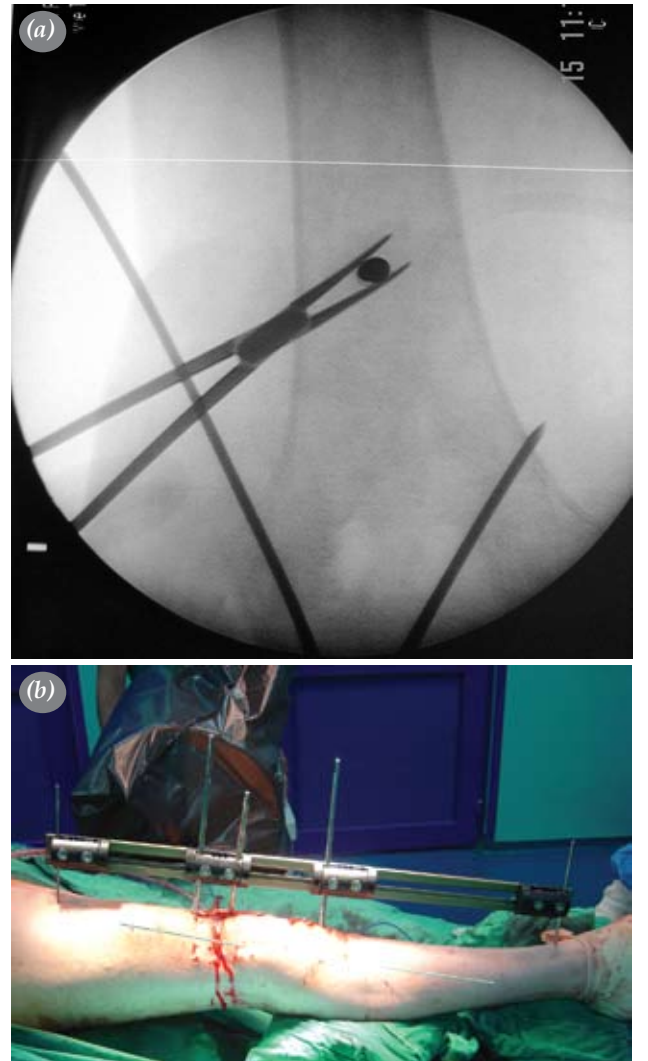
Cerrahi teknik

Tüm hastalarda girişim, daha önceki anterior cilt kesileri kullanılarak yapıldı. İki aşamalı tedavi uygulanan hastalarda ilk aşama, eğer varsa enfekte implantın ve tüm enfekte kemik ve yumuşak dokunun çıkarılması, sonrasında antibiyotikli çimento uygulanmasıydı. Kemik çimentosuna kültür sonucuna göre uygun antibiyotikler eklendi. Enfekte total diz protezi olan altı hastada kemik çimentosuna, 40 gr çimento başına 2000 mg teikoplanin eklendi. Yaradan kültür ve antibiyogram için örnekler alındı ve sonucuna göre ortalama altı hafta süreyle uygun antibiyoterapi uygulandı. İkinci aşamaya laboratuvar ve klinik olarak hiçbir enfeksiyon bulgusu kalmadığında geçildi.

Diz artrodezi, bir ve iki aşamalı tedavilerde hemen hemen aynı şekilde uygulandı. Eski skar anterior yaklaşımla eksize edildi, kemik ve yumuşak dokuda kanayan yüzey elde edilene kadar debridman uygulandı. Çimento varsa çıkarıldı (Şekil 1a) ve kemik uçları geniş kanayan yüzey elde edilecek şekilde hazırlandı.

Distal femur ve proksimal tibia yüzeylerinin hazırlığında, total diz artroplastisi setindeki rezeksiyon kızaqları kullanıldı. Karşılıklı getirilen kemik yüzeylerindeki defektler, içine antibiyotik eklenen demineralize kemik matriksi (5 ml demineralize kemik matriksine 400 mg teikoplanin) ile dolduruldu (Şekil 1b). Füzyon için dize 5-10 derece fleksiyon ve 7 derece valgus pozisyonu verilerek skopi altında çapraz iki adet K-teli ile tespit yapıldı (Şekil 2 a, b). Ameliyat sırasında dizin pozisyonu, koter kablosu ile dizilim testi yapılarak kontrol edildi (Şekil 2c). Diz uygun

pozisyonda tespit edildikten sonra ve fiksator uygulamadan önce, enfeksiyon riskini azaltmak için cilt monofilaman iplikle kapatıldı.



Şekil 3. (a) İlk Schanz vidasının distal femur merkezine frontal planda uygulanması. **(b)** Fiksator çenelerinin en üst ve alt deliklerine konan geçici Steinmann çivileriyle fiksator pozisyonunun korunması.



Şekil 4. Tibia proksimal medialine uygulanan Schanz vidasının Ilizarov sisteminden alınan yarım halka ile fiksatöre birleştirilmesi.

Dört hastada biplanar fiksasyon, yedi hastada uniplanar fiksasyon uygulandı. Biplanar fiksasyona ciddi osteoporoz ya da belirgin kemik kaybı olan hastalarda karar verildi. Eksternal fiksator uygulaması sagittal planda başlatıldı ve 6 mm çaplı hidroksiapatit kaplı Schanz vidaları kullanıldı. İlk Schanz vidası, femur distal bölümüne, frontal planda kemiğin ortasında olacak şekilde (Şekil 3a) ve sagittal planda femur anatomik eksenine dik olacak şekilde uygulandı. Eksternal fiksatorün çenesi Schanz vidasına bağlandı ve fiksatorün çenelerindeki en distal ve en proksimal deliklerden geçici Steinmann telleri uygulanarak, diğer Schanz vidaları gönderilirken fiksatorün pozisyonu korundu (Şekil 3b). Her kemik segmentine genel olarak dört adet Schanz vidası uygulandı.

Ciddi osteoporoz veya belirgin kemik kaybı varlığında, stabil fiksasyon için, frontal planda ikinci bir fiksator, her kemik segmentine ikişer Schanz vidası kullanılarak uygulandı. Gerektiğinde, frontal plan-

da tibia 1/3 proksimaline medialden uygulanan bir Schanz vidası, Ilizarov sisteminden bir yarım halka veya plak ile fiksatöre bağlanarak stabilite artırıldı (Şekil 4). Fiksator uygulandıktan sonra K-telleri çıkarıldı ve kemik uçları skopi altında intraoperatif olarak komprese edildi. Kompresyona ameliyat sonrası dönemde de iki hafta boyunca, 12 saatte bir çeyrek milimetre hızında devam edildi. Hastalar ikinci gün kanadıyla baston yardımıyla mobilize edildi. Eksternal fiksasyon ortalama sekiz ay (dağılım 5-12 ay) uygulandı. Fiksatorün çıkarılmasını takiben hastalar üç ay diz ortezi, bir ay da baston kullanarak yürütüldü.

Septik diz artrit komplikasyonu olan bir hastada ameliyat öncesi 6 cm kısalığın telafisi için, enfeksiyon debridman ve antibiyotikli çimento ile kontrol altına alındıktan sonra, eksternal fiksatorle birlikte uzun intramedüller çivi de uygulanarak, arthrodesin yanında çivi üzerinden uzatma da uygulandı. Ekstremitede istenilen uzunluk sağlandıktan ve arthrodes radyografik olarak tespit edildikten sonra eksternal fiksator çıkarılarak intramedüller çivi kilitlendi. Bu hastanın alt ekstremitesi, ayağını salınım fazında yere takılmasını önlemek için 1 cm kısa bırakıldı.

Füzyon radyografi ile takip edildi (Şekil 5). Radyografik ölçüt olarak tibia ve femur arasında trabeküler köprüleşme kullanıldı. Başarılı füzyon için, bu radyografik bulgularla birlikte, fiksator çıkarıldığında füzyon sahasında hiçbir hareket olmaması klinik ölçüt olarak kabul edildi. Hastalar ortalama 28 ay (dağılım 7-69 ay) izlendi.

Sonuçlar

Eksternal fiksasyon süresi sonunda tüm hastalarda füzyon elde edildi. Takip süresinin sonunda, belirgin



Şekil 5. Ameliyat öncesi (a) T₁-ağırlıklı manyetik rezonans görüntüsü, (b) ön-arka ve (c) yan diz grafileri; Arthrodes uygulaması sırasında eksternal fiksator ile (d) ön-arka ve (e) yan grafileri; Solid kemik kaynama sağlandıktan ve fiksator çıkarıldıktan sonra (f) ön-arka ve (g) yan grafileri.

kısalık gelişen bir hasta (enfekte tümör protezi) hariç tüm hastalar yardımsız yürüyebiliyordu.

Sekiz hastadaki enfeksiyon tedavisi sonucunda tekrarlayan enfeksiyon görülmedi.

Artrodez pozisyonu ortalama 7.8° fleksiyon (dağılım 0°-12°) ve ortalama 7.1° valgus (dağılım 4°-12°) olarak ölçüldü.

Bir hastada ameliyathaneye taşıma sırasında düşme sonrası intertrokanterik femur kırığı gelişti ve eksternal fiksator bu bölgeyi de tespit edecek şekilde modifiye edildi. Açılı çene eklenerek intertrokanterik kırık tespit edildi. Yedi ay sonrası kontrolde artrodezin başarılı olduğu ve intertrokanterik kırığın kaynadığı gözlemlendi. Sadece 3 cm kısalık kalan hasta ayakkabısına yükseltme yapılarak zorluk çekmeksizin yürüyebiliyordu. Bu hasta miyokard enfarktüsü nedeniyle 34. ayda kaybedildi.

Belirgin kısalık gelişen (15 cm) enfekte tümör protezli hastaya başarılı artrodezi takiben tibiya Ilizarov ile, femura monolateral eksternal fiksator ile uzatma uygulandı. Bu hastadaki kısalık geniş tümör rezeksiyonu sonucu geliştiğinden, diz artrodezi komplikasyonu olarak değerlendirilmedi.

Enfekte total diz artroplastisi nedeniyle artrodez uygulanan bir hastada tedavi sonunda 3 cm kısalık gelişti; bu hasta ayakkabı değişikliği ile yardımsız yürüyebiliyordu. Geri kalan hastalarda ortalama kısalık 1.4 cm (dağılım 1-2 cm) idi.

Paley'in^[7] komplikasyon sınıflamasına göre, beş hastada görülen çivi dibi enfeksiyonu antibiyoterapi ve lokal yara bakımı ile başarılı olarak tedavi edildi.

Tartışma

Olgularımızdaki diz artrodezi endikasyonu birincil olarak enfeksiyon kökenliydi. Hastaların hepsinde başarılı füzyon elde edildi ve tümü toplum içinde yardımsız hareket edebilir hale geldi (community ambulator). Bunu, cerrahi tekniğin yüksek füzyon oranına ve eksternal fiksatorün uygulanma sahası seçimine bağlıyoruz.

En yüksek derecede kemik teması ve kemik yüzeylerinin karşılıklı gelmesi diz füzyonu için çok önemlidir.^[8,9] Charnley^[11] 171 hastasının 169'unda (%99) elde ettiği füzyonu, mükemmel derecede uyumlu hale getirdiği kemik yüzeylerine ve normal kan dolaşımına bağlamıştır. Hageman ve ark.^[10] başarılı bir füzyonda en önemli faktörün iyi kemik tema-

sı olduğunu belirtmişlerdir. Olgularımızda, total diz artroplastisi setindeki rezeksiyon kızaclarını kullanarak distal femur ve proksimal tibiada en geniş kemik teması elde etmeye çalıştık.

Sadece koronal kompresyon çeneleri kullanarak fleksiyon-ekstansiyon planında stabilite elde etmek oldukça zordur.^[11] Bu nedenle, sagittal planda en yüksek stabiliteyi sağlamak amacıyla fiksatorü anteriordan uyguladık ve ciddi osteoporoz veya belirgin kemik kaybı nedeniyle kemik stoku yetersizliği olan hastalarda koronal planda ikinci bir fiksator daha uyguladık.

Diz eklemine artrodez uygulanırken 5-7 derece valgus ideal açı olarak önerilmiştir.^[12] Olgularımızda dizde ortalama fleksiyon 7.8 derece, ortalama valgus 7.1 derece idi ve bu değerler eksternal fiksator kullanılarak rahatça elde edilebilmiştir.

Aktif enfeksiyon olan sekiz hastanın altısında iki aşamalı olarak, önce debridman yapılmış ve antibiyotikli çimento yerleştirilmiş, enfeksiyonun temizlenmesini takiben artrodez uygulanmıştır (ort. 6 hafta). Bir hastada ise iki aşamalı tedavi çimentosuz uygulanmıştır.

Enfeksiyon varlığında iki aşamalı tedavinin başarılı füzyon için en iyi seçenek olduğuna inanıyoruz. Enfeksiyonun yok edilmesinden sonra yapılan artrodez oranında belirgin artış olduğunu gösteren iki çalışma da bunu desteklemektedir.^[13,14]

Eksternal fiksasyon bir hastada ameliyat öncesindeki 6 cm'lik kısalığı çivi üzerinden uzatma ile telafi etmek için, diğer bir hastada ise eşlik eden femur intertrokanterik kırığını tespit etmek için kullanılmıştır. Eşlik eden diğer patolojilerin tedavisinde kullanılabilmesini eksternal fiksasyonun bir avantajı olarak değerlendiriyoruz.

Komplikasyon sadece beş hastada yüzeysel çivi dibi enfeksiyonu şeklinde gelişti ve tümü oral antibiyotik ve lokal yara bakımı ile tedavi edildi. Geniş tümör rezeksiyonu ve debridman sonrası 15 cm kısalık gelişen bir hastaya artrodez sonrası femurdan unilateral ve tibiadan sirküler fiksatorle uzatma yapılarak kısalık telafi edildi. İntramedüller çivileme ile artrodezin, yüksek füzyon oranı (%95) ve erken yük verme avantajlarına karşın,^[12,15] enfeksiyonun yayılma riski taşınması, yeterli valgus ve fleksiyon sağlamadaki teknik zorluk, uzun ameliyat süresi gerektirmesi, ameliyat sırasında fazla kan kaybı ve kırık riski oluşturması ve ameliyat sonrasında kompresyon şansını sağlamaması gibi birçok dezavantajı vardır.^[5,16-18]

Nichols ve ark.^[19] çift plakla diz artrodezi yaptıkları 11 hastada %100 füzyon sağlamışlardır. Ancak yazarlar, aktif enfeksiyon varlığında bu teknikten kaçınması gerektiğini savunmuşlardır.^[19] Çift plakla diz artrodezi tekniğinin etkinliğini saptamak için daha fazla veri gerekmektedir.^[20] Öte yandan, eksternal fiksatorle yapılan artrodez, füzyon sahasında kompresyonun sürdürülebilmesi, ameliyat sonrası dönemde dahi ayarlama şansı vermesi ve enfeksiyonun daha az yayılması riski oluşturması avantajlarını sunmaktadır.^[17]

Ilizarov cihazının kullanılması eksternal fiksatorle yapılan diz artrodezinin füzyon başarısını belirgin olarak artırmıştır (%93-100).^[21,22] Ancak, bu uygulamanın komplikasyon oranı da yüksektir (%80-84) (çivi dibi enfeksiyonu, çivi dibi kırık gelişmesi, çivi gevşemesi ve kaynamama).^[20,22] Olgularımızda komplikasyon oranı %45'tir.

Tarif edilen tekniğin diğer internal ve eksternal uygulamalara üstünlüğü ancak ileriye dönük randomize çalışmalarla gösterilebilir. Çalışmamızın bir sonraki aşaması bu yönde olacaktır. Ancak, uniplanar uygulamada tel ve çivi sayısı azaldığı için hasta başına düşen enfekte tel / çivi sayısı da daha düşüktür. Çalışmamızda diğer komplikasyonların hiçbiri (çivi kırılması, kaynamama, vb.) görülmemiştir.

Sonuç olarak, diz artrodezinde uniplanar ve biplanar fiksatorlerle bildirilen düşük füzyon oranlarının (sırasıyla %58 ve %65),^[23] geniş kemik teması oluşturan ve sagittal planda uygulanan eksternal fiksator sayesinde daha fazla stabilite sağlayan tekniğimizle belirgin oranda artırılabilceğine inanıyoruz.

Kaynaklar

1. Charnley J . Arthrodesis of the knee. Clin Orthop Relat Res 1960;(18):37-42.
2. Hanssen AD, Trousdale RT, Osmon DR. Patient outcome with reinfection following reimplantation for the infected total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res 1995;(321):55-67.
3. Bose WJ, Gearen PF, Randall JC, Petty W. Long-term outcome of 42 knees with chronic infection after total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res 1995;(319):285-96.
4. Arroyo JS, Garvin KL, Neff JR. Arthrodesis of the knee with a modular titanium intramedullary nail. J Bone Joint Surg [Am] 1997;79:26-35.
5. Vlasak R, Gearen PF, Petty W. Knee arthrodesis in the treatment of failed total knee replacement. Clin Orthop Relat Res 1995;(321):138-44.
6. Manzotti A, Pullen C, Deromedis B, Catagni MA. Knee arthrodesis after infected total knee arthroplasty using the

- Ilizarov method. Clin Orthop Relat Res 2001;(389):143-9.
7. Paley D. Problems, obstacles, and complications of limb lengthening by the Ilizarov technique. Clin Orthop Relat Res 1990;(250):81-104.
8. Rand JA, Bryan RS, Chao EY. Failed total knee arthroplasty treated by arthrodesis of the knee using the Ace-Fischer apparatus. J Bone Joint Surg [Am] 1987;69:39-45.
9. Woods GW, Lionberger DR, Tullos HS. Failed total knee arthroplasty. Revision and arthrodesis for infection and noninfectious complications. Clin Orthop Relat Res 1983;(173):184-90.
10. Hagemann WF, Woods GW, Tullos HS. Arthrodesis in failed total knee replacement. J Bone Joint Surg [Am] 1978; 60:790-4.
11. Fidler MW. Knee arthrodesis following prosthesis removal. Use of the Wagner apparatus. J Bone Joint Surg [Br] 1983;65:29-31.
12. Puranen J, Kortelainen P, Jalovaara P. Arthrodesis of the knee with intramedullary nail fixation. J Bone Joint Surg [Am] 1990;72:433-42.
13. Knutson K, Hovelius L, Lindstrand A, Lidgren L. Arthrodesis after failed knee arthroplasty. A nationwide multicenter investigation of 91 cases. Clin Orthop Relat Res 1984;(191):202-11.
14. Bengtson S, Knutson K. The infected knee arthroplasty. A 6-year follow-up of 357 cases. Acta Orthop Scand 1991; 62:301-11.
15. Donley BG, Matthews LS, Kaufer H. Arthrodesis of the knee with an intramedullary nail. J Bone Joint Surg [Am] 1991;73:907-13.
16. Damron TA, McBeath AA. Arthrodesis following failed total knee arthroplasty: comprehensive review and meta-analysis of recent literature. Orthopedics 1995;18:361-8.
17. Rand JA. Alternatives to reimplantation for salvage of the total knee arthroplasty complicated by infection. J Bone Joint Surg [Am] 1993;75:282-9.
18. Wilde AH, Stearns KL. Intramedullary fixation for arthrodesis of the knee after infected total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res 1989;(248):87-92.
19. Nichols SJ, Landon GC, Tullos HS. Arthrodesis with dual plates after failed total knee arthroplasty. J Bone Joint Surg [Am] 1991;73:1020-4.
20. Garberina MJ, Fitch RD, Hoffmann ED, Hardaker WT, Vail TP, Scully SP. Knee arthrodesis with circular external fixation. Clin Orthop Relat Res 2001;(382):168-78.
21. David R, Shtarker H, Horesh Z, Tsur A, Soudry M. Arthrodesis with the Ilizarov device after failed knee arthroplasty. Orthopedics 2001;24:33-6.
22. Oostenbroek HJ, van Roermund PM. Arthrodesis of the knee after an infected arthroplasty using the Ilizarov method. J Bone Joint Surg [Br] 2001;83:50-4.
23. Hak DJ, Lieberman JR, Finerman GA. Single plane and biplane external fixators for knee arthrodesis. Clin Orthop Relat Res 1995;(316):134-44.