



Kompleks alt ekstremite deformitelerinin Ilizarov - Taylor uzaysal çerçeve ile düzeltilmesi

Correction of complex lower extremity deformities with the use of the Ilizarov-Taylor spatial frame

Metin KÜÇÜKKAYA, Özgür KARAKOYUN, Raffi ARMAĞAN, Ünal KUZGUN

Şişli Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi 1. Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği

Amaç: Bu çalışmada Taylor uzaysal çerçevenin (Smith & Nephew, Memphis, TN, ABD) kompleks alt ekstremite deformitelerinin tedavisindeki etkinliği incelendi.

Çalışma planı: Taylor uzaysal çerçeve (TSF) 25 hastanın (12 kadın, 13 erkek; ort. yaş 17) 29 kemik segmentinde kullanıldı. Uygulama nedenleri, doğuştan deformite (n=12), raşitizm sekeli (n=6), fiz hasarı (n=4), sert psödoartroz (n=3), kötü pozisyonda kaynama (n=3) ve diz septik artritis sekeli (n=1) idi. Uygulamaların 15'i tibia, dokuzu femur, dördü ayak, biri de dize yönelik yapıldı. Beş TSF uygulaması osteomiz, diğerleri osteotomi yapıldı. Altı olguda TSF ile deformite akut olarak düzeltildikten sonra ameliyat sırasında internal osteosentez uygulanarak fiksator çıkartıldı. Akut düzeltme yapılan altı olguda "kronik program" ile, geri kalan olgularda "önce halkalar yöntemi" ile tedrici düzeltme yapıldı. Hastaların takip süresi 8-42 ay arasında (ort. 29 ay) değişmekteydi.

Sonuçlar: Düzeltilme uygulanan 13 tibia ve beş femur segmentinde eksternal fiksator süresi ortalama 24.5 hafta (dağılım 18-37 hafta) idi. Bütün olgularda mekanik eksen normal sınırlar içerisine gelene kadar düzeltme yapıldı. Psödoartroz nedeniyle TSF uygulanan üç olgu da dahil, osteotomi yapılan olguların hepsinde tam konsolidasyon elde edildi. Ayak deformitelerinin hepsinde plantigrad ayak elde edildi. Diz fleksiyon kontraktürü ve posterior subluksasyonu osteotomiz olarak düzeltilen bir olguda nüks görüldü.

Çıkarımlar: Veriler doğru hesaplanır ve doğru kullanılırsa, psödoartrozların ve özellikle translasyon ve rotasyon ile komplike olmuş deformitelerin tedavisinde TSF mükemmel düzeltme sağlayabilen güvenli ve pratik bir sistemdir.

Anahtar sözcükler: Eksternal fiksator; femur/anormallik; hipertrofi; Ilizarov tekniği; osteogenez, distraksiyon/enstrümantasyon; osteotomi/yöntem; tibia/anormallik.

Objectives: We evaluated the effectiveness of the Taylor spatial frame (Smith & Nephew, Memphis, TN, USA) in the treatment of complex lower extremity deformities.

Methods: The Taylor spatial frame (TSF) was applied to 29 bone segments of 25 patients (12 females, 13 males; mean age 17 years). Indications for the TSF were congenital disorders (n=12), rickets (n=6), physal injuries (n=4), stiff nonunions (n=3), malunions (n=3), and sequela from septic arthritis of the knee (n=1). Applications involved the tibia (n=15), femur (n=9), foot (n=4), and knee (n=1) with (n=24) or without (n=5) osteotomies. Following acute correction with the use of the TSF and internal osteosynthesis by plating or nailing, the fixator was removed in six cases. The chronic mode was used in six cases who underwent acute correction. The remaining deformities were gradually corrected using the "total residual mode". The follow-up period ranged from eight months to 42 months (mean 29 months).

Results: The mean duration of external fixator was 24.5 weeks (range 18 to 37 weeks) in 13 tibial and five femoral segments. In all cases, correction was applied until the mechanical axis reached normal limits. Complete consolidation was achieved in all osteotomized segments, including three cases of nonunion. A plantigrade foot was obtained in all foot deformities. Recurrence was seen in one case in which knee contracture and subluxation were treated with soft tissue distraction without osteotomy.

Conclusion: The Taylor spatial frame is a safe and practical method with excellent results in the treatment of nonunions and deformities complicated especially by translation and rotation providing correct clinical data are derived and used.

Key words: External fixators; femur/abnormalities; hypertrophy; Ilizarov technique; osteogenesis, distraction/instrumentation; osteotomy/methods; tibia/abnormalities.

Yazışma adresi / Correspondence: Dr. Metin Küçükkaya. Güzelbahçe Sok., Tuğrul Apt., Kat: 2, No: 33-35, 34365 Nişantaşı, İstanbul.
Tel: 0212 - 231 58 94 e-posta: mkucukkaya@yahoo.com

Başvuru tarihi / Submitted: 18.09.2008 **Kabul tarihi / Accepted:** 20.01.2009

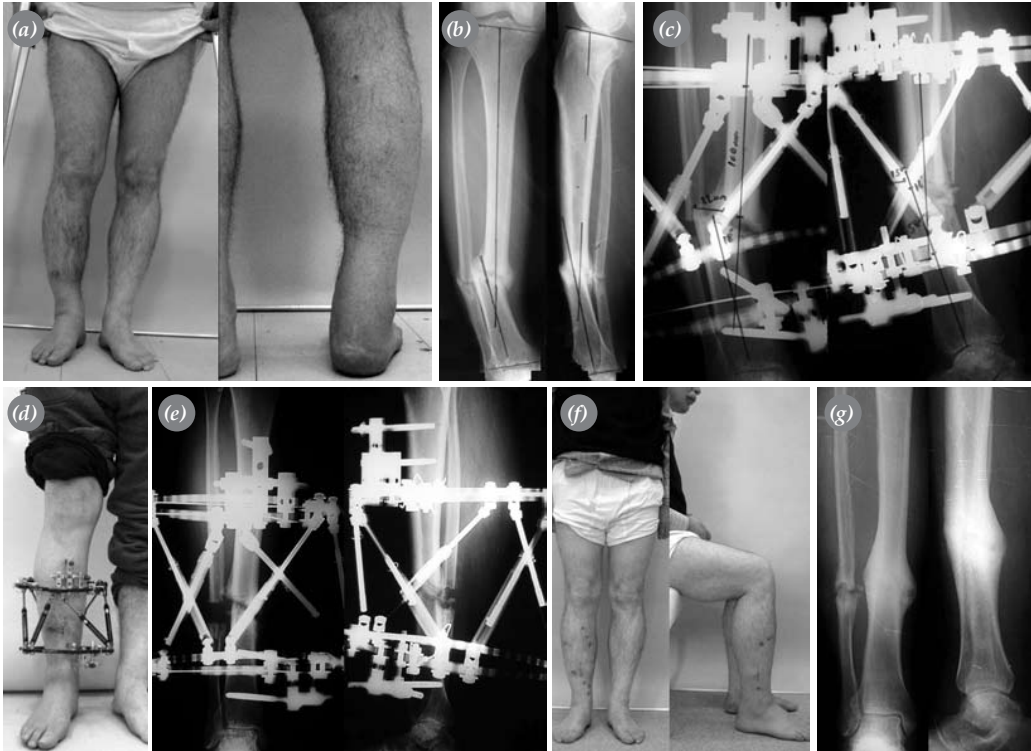
© 2009 Türk Ortopedi ve Travmatoloji Derneği / © 2009 Turkish Association of Orthopaedics and Traumatology

Ilizarov distraksiyon yöntemi ile alt ekstremitenin sınırlı açılmal deformiteleri başarı ile düzeltilebilmektedir.^[1,2] Klasik yöntemlerde kurulan menteşe sistemleri ancak açılma planındaki deformiteleri düzeltilebilir; bu plan dışındaki rezidüel translasyon-rotasyon deformiteleri düzelmez. Bu nedenle, klasik Ilizarov deformite düzeltme planlamalarında birbirinden bağımsız uzatma, açılma, translasyon ve rotasyon yapan menteşe sistemleri belirli bir sıra içerisinde veya aynı anda kullanılır. Bu durumda, kompleks deformitelerin düzeltilmesi sırasında zaman zaman fiksatorün modifikasyonu gerekebilir. Charles Taylor tarafından 1994 yılında geliştirilen ve Ilizarov prensiplerine uygun olan Taylor uzaysal çerçeve (TSF) (Smith & Nephew, Memphis, TN, ABD) klasik sirküler eksternal fiksatorlerde karşılaşılan birçok sorun için çözüm sağlamaktadır.^[3-6] Bu sistemde iki halkayı birbirine bağlayan altı teleskopik rodlu eksternal fiksator ve bilgisayar programı kullanılır. Deformiteye, kullanılan rod-halka boyutlarına ve TSF'nin ekstremitte üzerindeki konumuna ait 13 ölçüm değeri bilgisayar programına girilerek bir reçete elde edilir. Program, rodların boylarının hangi hızda ve yönde

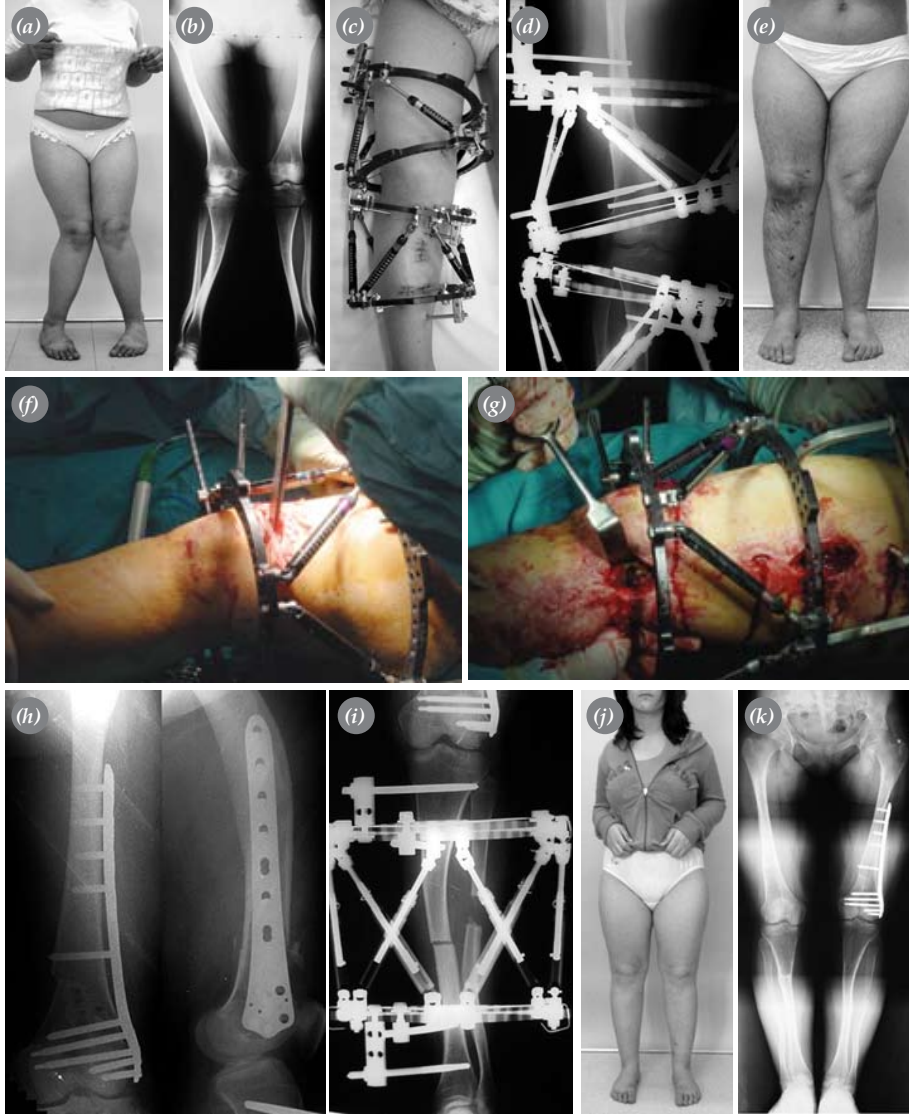
değiştirileceğini ayarlayan bir reçete yaratarak sanal ortamda menteşe sistemi oluşturur. Reçete, planlanan süre içerisinde uygulandıktan sonra gerekirse bilgisayar programı aracılığıyla yeniden planlama yapılabilir. Bu çalışmada, kliniğimizde TSF ile tedavi edilmiş kompleks alt ekstremitte deformitesi olan hastaların sonuçları ve sistemin etkinliği değerlendirildi.

Hastalar ve yöntem

Ocak 2005-Eylül 2007 tarihleri arasında 25 hastanın (12 kadın, 13 erkek; ort. yaş 17) 29 kemik segmentinde TSF kullanıldı (Şekil 1, 2). Uygulama nedenleri, kemik segmentinde doğuştan deformite (n=12), raşitizm sekeli (n=6), fiz hasarı (n=4), sert psödoartroz (n=3), kötü pozisyonda kaynama (n=3) ve diz septik artrit sekeli (n=1) idi. Uygulamaların 15'i tibia, dokuzu femura yönelik iken, dördü ayak, biri de diz eklemi için yapıldı. Bu uygulamaların 12'sinde tibia osteotomisi, dokuzunda femur osteotomisi, üçünde ayak osteotomisi yapıldı. Beş TSF uygulaması osteomizis yapıldı. Deformitenin akut olarak düzeltildiği altı olgunun beşinde kilitli plak, bir olguda ise intramedüller çivi ile osteosentez yapıldı.



Şekil 1. (a,b) Kırk sekiz yaşında, kötü kaynamaya bağlı deformitesi olan bir hastanın klinik ve radyografik görünümü. (c) Ameliyat sonrası erken dönemdeki grafiler. (d, e) Deformite düzeltildikten sonraki klinik ve radyografik görünüm. (f, g) Bir yıl sonraki klinik ve radyografik görünümde fonksiyonel ve radyografik olarak iyileşmenin tamamen gerçekleştiği izleniyor.



Şekil 2. (a, b) Raşitizm sekeline bağlı her iki alt ekstremite deformitesi olan 13 yaşındaki hastanın klinik ve radyografik görünümü. (c, d) Sağ tarafın ameliyattan sonraki klinik ve radyografik görünümü. (e) Sağ tarafın tedavisi sonlandıktan sonraki klinik görünümü. (f, g) Sol femur deformitesinin TSF yardımcı kilitli plak osteosentezi sırasındaki ameliyat görüntüleri. (h, i) Sol tarafın ameliyattan sonraki radyografileri, tibia da TSF ve osteotomi hattı görülmekte. (j, k) Ameliyattan iki yıl sonraki görüntülerde klinik ve radyografik olarak deformitelerin tüm bileşenlerinin düzeldiği görülmekte.

Ayak deformitelerinin ikisinde ayak ortası osteotomi, birinde posterior kalkaneal osteotomi yapılırken, bir ayak deformitesi osteotomisz yumuşak doku distraksiyonu tekniği ile düzeltildi.

Sert psödoartroza bağlı deformite gelişen üç tibia olgusunda fibula osteotomisi ardından deformite iki olguda TSF ile tedrici olarak düzeltildi, birinde akut düzeltilerek kilitli plak ile osteosentez yapıldı. Diz fleksiyon kontraktürü ve posterior subluksasyonu olan bir olguda kontraktür düzeltilirken subluksas-

yon da düzeltildi. Fiksator yardımcı osteosentez yapılan olguların ikisinde 4.5 mm'lik titanyum kilitli femur anatomik plağı (LISS-Synthes), ikisinde düz 4.5 mm'lik titanyum kilitli plak (Synthes), birinde 4.5 mm'lik çelik kilitli femur anatomik plağı (Smith & Nephew) kullanıldı.

Ameliyat öncesinde bütün hastaların standart ön-arka, yan grafi ve ortoröntgenograflarından yapılan ölçümler ve klinik muayene bulgularından deformite parametreleri belirlendi. Ayak dışındaki

deformitelerin 15'inde sadece frontal planda, yedi-sinde oblik planda, birinde sadece sagittal planda deformite vardı. Bu olgularda ortalama açısal deformite 20.4° (dağılım 0°-40°), rotasyonel deformite 17.3° (dağılım 0°-70°), translasyon 6.3 mm (dağılım 0-26 mm), kısalık 10.1 mm (dağılım 0-85 mm) idi. Femur ve tibiada sadece rotasyonel deformite olan bir hastada açısal deformite yoktu.

Hastalar radyolüsen masada sırtüstü pozisyonda ameliyat edildi. Sinir yaralanma riskine karşı, Kirschner telleri yerleştirilirken nöromusküler blokaj yapmayan genel anestezi veya epidural anestezi tercih edildi. Osteotomi yapılan olgularda önce turnike uygulanarak fibula osteotomisi gerçekleştirildi. Tibia osteotomisi gigli tekniği ile yapılacak ise, turnike gigli testeresi geçirildikten sonra açılarak TSF uygulamasına geçildi.

Uygulamada üç tip düzeltme programı tercih edilebilir.^[6] "Kronik program"da, ameliyat öncesindeki radyografik ölçümlere göre bilgisayar programı yardımıyla altı rodun uzunluğu hesaplanır ve deformiteyi tamamen taklit eden TSF kurulur. Bu şekilde hastaya uygulanan TSF rodları nötrale geldiğinde deformite düzelmiş olur. "Rezidüel program"da TSF hastaya nötral pozisyonda iken (tüm rodlar eşit uzunlukta) yerleştirilir, programın hazırladığı düzeltme reçetesine göre düzeltme sağlanır ve deformite düzeldiğinde fiksator deformiteyi taklit eder. "Total rezidüel program"da (önce halkalar yöntemi) ameliyat öncesinde hesaplama yapılmadan, halkalar her segmente dik veya eklemlere paralel ve fiksatorün halkalarının ekstremite üzerinde en uygun olduğu pozisyonda yerleştirilir. Bu durum "bükük kemikteki bükük çerçeve" olarak tanımlanır. Daha sonra, bilgisayar programı yardımıyla reçete hazırlanarak deformite düzeltilir. Halkalar birbirine paralel olduğunda düzeltme elde edilir. Ancak bu yöntemde, genellikle düzeltilmesi gereken bir miktar deformite kalır, kalan deformite rezidüel moddaki yöntemle tekrar hesaplanarak düzeltilir.

Deformitenin TSF ile akut düzeltilerek plak veya intramedüller çivi ile tespit edildiği altı olguda kronik program tercih edildi. Ameliyat öncesinde deformiteyi taklit eden TSF hazırlanarak hastaya uygulandı ve reçeteye göre akut düzeltme elde edildi; internal osteosentez yapıldıktan sonra TSF hasta uyandırılmadan önce çıkartıldı. Geçici olarak kullanılan bu fiksator hastaya fatura edilmedi.

Bunların dışında kalan diğer bütün hastalarda önce referans halka kemik segmente dik olacak şekilde yerleştirildi; ameliyat sonrası çekilen grafilere sonra toplam 13 ölçüm değeri belirlendi ve total rezidüel program ile hesaplama yapılarak düzeltme reçetesi çıkarıldı. Risk altındaki anatomik yapılar göz önünde bulundurularak, düzeltme hızı diz çevresi valgus deformitelerinde fibüler sinire göre, sagittal plan deformitelerinde posterior nörovasküler yapılara göre ayarlandı. Ayak-ayak bileği bölgesinde ise nörovasküler yapılar ve diğer yumuşak dokular göz önünde bulundurularak düzeltme hızı ayarlandı. Osteotomi yapılan hastalarda beşinci günde, diğer hastalarda hemen ikinci günde düzeltme işlemine başlandı. Hastalar tedavi boyunca tam yük vermeye teşvik edildi. Taylor uzaysal çerçeve, osteotomilerde tamamen konsolidasyon elde edildikten sonra, osteotomisiz olgularda güvenli bekleme süresi sonunda çıkartıldı.

Sonuçlar

Hastaların takip süresi 8-42 ay arasında değişmekteydi (ort. 29 ay). Deformitesi tedrici olarak düzeltilen 13 tibia ve 5 femur segmentinde eksternal fiksator süresi 24.5 hafta (dağılım 18-37 hafta) idi. Bütün olgularda tatminkar kozmetik sonuç elde edecek şekilde ve mekanik eksen normal sınırlar içerisinde kalana kadar düzeltme yapıldı. Osteotomi yapılan olguların hepsinde tam konsolidasyon elde edildi. İki seviyeli osteotomi yapılan bir olguda 6 cm uzatma sonrası 2.5 cm kısalık kaldı. Fiz hasarına bağlı 5 cm kısalığı ve oblik planda 18° deformitesi olan 10 yaşındaki bir hastada uzatma ve düzeltme sonrası 2 cm fazla uzunluk elde edildi. Hastanın bir yıl sonra yapılan kontrolünde, diğer tarafın uzamasına bağlı olarak tekrar 1 cm kısalık meydana geldiği görüldü. Bütün hastalarda yüzeysel tel dibi sorunları görüldü; ancak, bunların hepsi önemsizdi ve bu hastaların hiçbirinde parenteral antibiyotik tedavisi gerekmedi. Düz titanyum kilitli tibia plağı kullanılan bir hastada, TSF çıkartıldıktan sonra çekilen grafilere plağın esnemesine bağlı 3° reduksiyon kaybı görüldü.

Dört ayak deformitesinde TSF uygulaması sonucunda plantigrad ayak elde edildi. Bu hastalar nüks olasılığına karşı bir yıl süreyle alçı veya ortez ile korundu. Diz fleksiyon kontraktürü ve posterior sublüksasyonu düzeltilen olguda, kontraktürün nüks etmesi üzerine TSF çıkartıldıktan bir yıl sonra diz artrodezi uygulandı.

Tartışma

Klasik sirküler eksternal fiksatorler ile kompleks deformitelerin düzeltilmesindeki en büyük sorun, meydana gelen rezidüel deformiteler için fiksatorde gereken modifikasyonlardır. En az modifikasyon gerekmesi için önerilen düzeltme sırası önce açılma, kısalık, rotasyon ve en son translasyon deformitesinin düzeltilmesi şeklindedir.^[1] Ayrıca, klasik sistemlerde tam bir düzeltme elde edebilmek için menteşelerin hasta üzerinde mükemmel bir şekilde yerleşmiş olması gerekir. Oysa TSF uygulamasında deformitenin bütün bileşenleri aynı anda düzeltilebileceği gibi, özellikle klinik ölçümler ile saptanan rotasyonel sorunlar hasta takibi sırasında gözlenerek en iyi klinik sonucu verecek şekilde düzeltilebilir. Ayrıca, meydana gelebilecek rezidüel deformiteler tekrar tekrar programlanarak mükemmel bir düzeltme elde edilebilir. Deformitenin en az tekrar ile düzeltilmesi, ölçümlerin mükemmel yapılması ve cerrahi ekibin bu konudaki deneyimi ile ilişkilidir. Bizim ilk olgularımızda hasta başına altı kez hesaplama gerekirken, son zamanlardaki uygulamalarımızda tek bir planlama ile deformiteler mükemmel bir şekilde düzeltilebilmiştir.

Hipertrofik psödoartrozlardaki öncelikli sorun, iyileşme için gerekli olan biyolojik kapasite yeterli olmasına karşın, stabilite yetersizliğidir. Bu psödoartrozlara bağlı deformite, Ilizarov distraksiyon tedavisi ile düzeltilerek, psödoartroz hattı açılmadan ve greftlemeye gerek kalmadan iyileşebilmektedir.^[1,4,7] Ancak, deformitede translasyon ve rotasyon sorunları da varsa, klasik sirküler fiksatorler ile düzeltme işlemi zaman zaman zaman fiksator modifikasyonu gerektirmesi nedeniyle oldukça zahmetli hale gelebilir. Taylor uzaysal çerçeve ise, komplike deformitesi olan psödoartrozlarda bilgisayar programı yardımıyla mükemmel anatomik redüksiyon ve stabilite sağlayabilmektedir. Taylor uzaysal çerçeve ile tedrici düzeltme ve psödoartroz hattına kompresyon uyguladığımız hipertrofik (sert) psödoartrozlu iki olguda tam iyileşme elde edildi. Bu olgularda TSF'nin en önemli avantajları, çok stabil bir eksternal fiksator olması, deformitenin bütün bileşenlerinin düzeltilebilmesi ve en önemlisi, psödoartroz hattına dik planda kompresyon yapılabilmesidir.

Fiksator yardımıyla intramedüller çivileme tekniği femur ve tibianın sadece frontal veya sadece sagittal plan deformitelerinin düzeltilmesinde sıklıkla tercih edilir.^[8] Son yıllarda kilitli plaklar da, deformitele-

rin düzeltilmesinde eksternal fiksatorlerle birlikte kullanılmaktadır.^[9] Ancak, daha komplike olan oblik plan deformitelerinde, rotasyonel deformite varsa veya femurda kilitli plak kullanılacak ise, tek taraflı eksternal fiksatorler düzeltme için ideal teknik değildir. Taylor uzaysal çerçeve ise komplike deformiteleri mükemmel doğrulukta düzeltilemekte, fiksator hasta üzerinde iken kilitli plak veya intramedüller çivi uygulamasına izin vermektedir. Tek planlı basit deformiteleri olan olgularımızda tek taraflı eksternal fiksatorleri tercih ederken, daha komplike deformitelerde veya femurda kilitli plak kullandığımız durumlarda TSF'yi tercih etmekteyiz. Bu uygulamadaki en önemli güçlük, ameliyat sırasında internet üzerinden çalışan program ile deformiteyi düzelten reçetenin meydana getirilmesidir. Biz böyle bir sorunla karşılaşmamak için, deformite ölçümlerine göre TSF'yi ve reçeteyi ameliyat öncesinde hazırlayarak ("kronik program") eksternal fiksatorü uyguladık. Bu yaklaşım bize hem deformitenin düzeltilmesinin provasını yapmamızı sağladı, hem de ameliyat sırasına karşılaşılabileceğimiz olası teknik sorunları önledi.

Klasik Ilizarov distraksiyon yöntemiye komplike ayak deformitelerinin birçok bileşeni başarıyla düzeltilebilir.^[1,10,11] Ilizarov yönteminde rotasyonel deformiteleri düzeltilebilen menteşe sistemleri tarif edilmiş olmakla birlikte, ayağın arka kısım komplike deformitelerinde pratikte bu sistemlerden faydalanmak pek mümkün olmamaktadır. Kendi olgularımızdaki gözlemlerimize göre TSF'nin klasik Ilizarov yöntemine göre ayak deformitelerindeki en büyük üstünlüğü, ayağın arka kısmındaki rotasyonel deformitelerin, menteşe sisteminde değişiklik yapmaya gerek kalmadan tek bir fiksator ile düzeltilebilmesidir.

Sonuç olarak, TSF klasik Ilizarov sisteminin evrimleşmiş, matematik ve bilgisayar programından yararlanan bir şeklidir. Deformite düzeltilmesinde veriler doğru kullanılır ise mükemmel düzeltme elde edilebilir. Klinik gözlemlerimize göre, TSF özellikle translasyon ve rotasyon ile komplike olmuş deformite ve psödoartrozların tedavisinde oldukça pratik ve tercih edilebilir bir yöntemdir.

Kaynaklar

1. Ilizarov GA. The transosseous osteosynthesis: theoretical and clinical aspects of the regeneration and growth of tissue. Berlin: Springer-Verlag; 1992.
2. Köseoğlu E, Yıldız C, Ateşalp AS, Başbozkurt M, Gür E. Treatment of posttraumatic lower limb deformities with the

- Ilizarov method. [Article in Turkish] *Acta Orthop Traumatol Turc* 2000;34:480-7.
3. Rozbruch SR, Fragomen AT, Ilizarov S. Correction of tibial deformity with use of the Ilizarov-Taylor spatial frame. *J Bone Joint Surg [Am]* 2006;88 Suppl 4:156-74.
 4. Rozbruch SR, Helfet DL, Blyakher A. Distraction of hypertrophic nonunion of tibia with deformity using Ilizarov/Taylor Spatial Frame. Report of two cases. *Arch Orthop Trauma Surg* 2002;122:295-8.
 5. Rozbruch SR, Pugsley JS, Fragomen AT, Ilizarov S. Repair of tibial nonunions and bone defects with the Taylor Spatial Frame. *J Orthop Trauma* 2008;22:88-95.
 6. Taylor JC. Six-axis deformity analysis and correction. In: Paley D, Herzenberg JE, editors. *Principles of deformity correction*. Berlin: Springer-Verlag; 2002. p. 411-36.
 7. Kocaoğlu M, Eralp L, Şen C, Çakmak M, Dinçyürek H, Göksan SB. Management of stiff hypertrophic nonunions by distraction osteogenesis: a report of 16 cases. *J Orthop Trauma* 2003;17:543-8.
 8. Paley D, Herzenberg JE, Bor N. Fixator-assisted nailing of femoral and tibial deformities. *Tech Orthop* 1997; 12:260-75.
 9. Rogers MJ, McFadyen I, Livingstone JA, Monsell F, Jackson M, Atkins RM. Computer hexapod assisted orthopaedic surgery (CHAOS) in the correction of long bone fracture and deformity. *J Orthop Trauma* 2007;21:337-42.
 10. Küçükkaya M, Kabukçuoğlu Y, Kuzgun Ü. Management of the neuromuscular foot deformities with the Ilizarov method. *Foot Ankle Int* 2002;23:135-41.
 11. Paley D. Principles of foot deformity corrections. In: Gould JS, editor. *Operative foot surgery*. Philadelphia: W.B. Saunders; 1994. p. 476-514.