



İntramedüler çivileme ile tibiotalkalkaneal artrodez

Tibiototalcaneal arthrodesis using intramedullary nailing

Altuğ Tanrıöver,¹ Kaan Irgıt,¹ Uğur Şaylı,¹ Mazhar Tokgözoğlu,² Asım Kayaalp¹

¹Özel Çankaya Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Ankara

²Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Ankara

Ayak bileği ve subtalar eklemin ileri derecedeki dejeneratif artritleri intramedüler çivi kullanılarak tibiotalkalkaneal eklem füzyonu ile tedavi edilebilir. Bu işlem ağrısız ve fonksiyonel ekstremiteler beklenmesini karşılamada tercih edilen bir tekniktir. Son yıllarda geliştirilen implant teknolojilerinin paralellüğünde, biyomekanik çalışmaların desteğinde yapılan uygun klinik uygulamalar ile tibiotalkalkaneal füzyonlarda başarılı sonuçlar elde edilmektedir.

Anahtar sözcükler: İntramedüller çivileme; tibiotalkalkaneal artrodez; tibiotalkalkaneal dejeneratif artrit.

Severe degenerative arthritis of ankle and subtalar joints can be managed by tibiototalcaneal arthrodesis using an intramedullary nail. This technique offers a painless and a functional limb. In parallel with recent improvements in implant technologies, satisfactory outcomes in tibiototalcaneal fusions have been attained in appropriate clinical practices in the assistance of biomechanical studies.

Key words: Intramedullary nailing; tibiototalcaneal arthrodesis; tibiototalcaneal degenerative arthritis.

Kanal içi çivi ile tibiotalkalkaneal (TTK) artrodez, tibiotalar ve subtalar eklemlerin deforme ve artritlik olduğu durumlarda uygulanır. Bu durumlarda kanal içi çivi dışında tespit materyalleri kullanılabilir de kanal içi çivinin erken rijit tespit, artrodez bölgesinde sıkı kompresyon ve kanal içi çivinin yük paylaşım özelliği ve osteopenik kemikte daha sıkı tespit gibi avantajları vardır.

TARİHÇE

1906 yılında Lexter kaynatılmış kadavra kemiğini TTK artrodezi tespiti için kalkaneus, tibia ve talustan geçirerek kanal içi olarak kullanmış ve yapmış olduğu çalışmayı yayınlamıştır.^[1-3] Daha sonra Albee^[4] fibulayı, kalkaneustan tibiaya doğru bir çivi olarak kullanmıştır. Değişik metal çiviler, fildişi, fibula greftleri de bu amaçla kullanılmıştır. 1940 ve 1950'lerde Adams,^[5] Bingold,^[6] Kuntscher^[7] ve Leikkonen^[8] farklı TTK artrodezi teknikleri yayınlamışlardır. Kile ve ark.,^[9] 1994'de plantar insizyondan retrograd olarak yerleştirilen düz, kilitle bir kanal içi çiviye TTK artrodezi için kullanmış

ancak zaman içinde sadece bu artrodez için tasarlanmış çiviler üretilmiştir.

ENDİKASYON VE KONTRENDİKASYONLAR

Ayak arkası ve ayak bileği artrodezi için retrograd kanal içi çivi çoğunlukla ciddi deformiteler, belirgin instabilite ve kurtarma ameliyatları için kullanılır. Kanal içi çivi endikasyonları arasında; başarısız veya enfekte ayak bileği artrodezi, tümör rezeksiyonu veya travma sonrası oluşan kemik defektleri vardır. Ayak bileği artrodezinin başarısız olduğu durumlarda genellikle tibia ve talusta oluşan ciddi kemik kaybına bağlı olarak çivinin biyomekanik avantajından yararlanmak hedeflenir. Bunun dışında post-travmatik artrit, talus avasküler nekrozu, romatoid artrit, Charcot nöroartropati, ayrıca nöromusküler hastalık ve pes ekinovarus sekeline bağlı ciddi deformiteler de endikasyonlar arasındadır.^[3,9-12] Genellikle, nedenden bağımsız olarak ayak bileği ve subtalar eklemin ağrılı tüm artritlik durumlarında kullanılabilir (Şekil 1, 2). Chopart amputasyonlarını ve ekin deformitesini önlemek için

ayak arkasını stabilize etmek amacıyla TTK artrodezi önerilir.^[13]

Bu tekniğin kontrendikasyonları; ekstremitede damar dolaşım bozukluğu, aktif enfeksiyon, subtalar eklemi koruma gereksinimi, belirgin plantar yağ yastığı kaybı veya koaksiyel redüksiyonu zorlaştıran ayak arkası veya distal tibiada ciddi açısal deformite varlığıdır.^[1-3,9-12,14] Açısal deformitelerde implantın uygulanabilmesi için distal tibiaya osteotomiler gerekebilir. Daha öncesinde distal tibia açık yaralanması olan veya daha önce bu bölgede çivi dibi enfeksiyonu geçirmiş olan hastalarda osteomyelit riski yüksektir.^[15]

Kanal içi çivi tespitinin avantajları dizilim, uzunluk ve stabilitenin sağlanmasıdır.^[16] Bu yöntem, lag vidası uygulanmasından daha sağlam bir tespit sağlar.^[17,18] Stone ve Helal^[11] yaşlı ve romatoid artritli hastalarda instabil ayak bileklerinde kanal içi çivi ile TTK artrodezin tek bir cerrahi girişim ile erken yük vermeyi de sağlayarak başarılı sonuçlar verdiğini göstermiştir. Quill,^[3] ortalama 30 ay takip ettiği 40 hastalık çalışmasında en başarılı sonuçların nöropatik olmayan hastalarda alındığını bildirmiştir.

Pinzur ve Kelikian^[12] 21 Charcot nöropatili ayak bileğine retrograd kilitli çivi ile artrodez yapmış



Şekil 1. Ameliyat öncesi ayak bileği ön-arka grafisi.

ve yöntemin mükemmel bir ekstremitte koruyucu cerrahisi olduğunu göstermiştir. Ancak talusta deformasyon varsa ve talektomi gerekiyorsa Syme dezartikülasyonunun daha iyi sonuç verebileceğini belirtmişlerdir.

BİYOMEKANİK ÇALIŞMALAR

Tibiotalokalkaneal artrodezde füzyonun mekanik stabilitesini değerlendirmek ve uygun implant ve cerrahi seçenekleri oluşturmak üzere birçok biyomekanik çalışma yapılmıştır. Santangelo ve ark.^[19] 10 çift taze donmuş kadavra üzerinde retrograd kanal içi çivi ve sirküler eksternal fiksatorü, bükülme ve torsiyonel sertlik yönünden karşılaştırmışlar. Sirküler eksternal fiksator torsiyonel stabilitede daha üstün bulunmuş, ancak bükülme stabilitesinde fark gözlenmemiştir. O'Neill ve ark.^[20] 10 delikli yan kilitli plakla birlikte TTK füzyon vidasını, retrograd arka-ön kilit vidası ile konulan çivi mekanik olarak test etmişler ve stabilite yönünden plağı daha üstün bulmuşlardır. Yine O'Neill ve ark.^[21] arka-ön kilit vidalarıyla retrograd kanal içi çivi ile bu sisteme ek olarak konulan kalkaneustan tibiaya uzanan kanüllü vidayı karşılaştırmışlar ve konulan ek vidanın stabiliteyi artırdığını göstermişlerdir. Alfahd ve ark.^[22] retrograd kanal içi çivi ile kamalı plağın stabilitesini değerlendirdikleri çalışmalarında her iki yöntem arasında belirgin bir fark gözlemediklerini bildirmiş ve implant seçiminin cerrahin tercihi ve yumuşak dokunun durumuna bağlı olduğu yorumunu yapmışlardır. Chiodo ve ark.,^[23] kanal içi çivi ve kamalı plağı test ettiklerinde kamalı plaklarda daha stabil tespit gözlemlenmişler ve özellikle osteopenik hastalarda tercih edilebileceğini bildirmişlerdir. Bu bilgiler ışığında yeni nesil çivilerde daha fazla açıdan tespite izin veren ve özellikle sabit açılı kilit sistemi ve talokalkaneal tespiti de sağlayan tasarımlar geliştirilmiştir.



Şekil 2. Ameliyat öncesi ayak bileği yan grafisi.

CERRAHİ TEKNİK

Tibiotalokalkaneal artrodez için cerrahi hazırlıkta, cerrahin tercihinine ve deneyimine bağlı olarak sırtüstü, yüzüstü ya da yan yatar pozisyonda cerrahi yapılabilir. Pozisyon verilirken, ayak bileği eklemi ve tüm tibianın floroskopik olarak her iki planda rahat görülebilecek şekilde hazırlanması önemlidir. Yan yatar pozisyon, fibulaya ve subtalar ekleme, sinüs tarsiye yaklaşımı kolaylaştırır (Şekil 3). Kanamanın azaltılması ve daha rahat cerrahi için uyluk turnikesi kullanılabilir. Ancak damarsal yetmezliği olan hastalarda kullanılmaması ve özellikle tibianın oyulması sırasında turnikenin söndürülmesi uygundur.

Artrodez için birçok yöntem tanımlanmıştır. Açık, artroskopik ya da açık ve artroskopik cerrahilerin kombine edildiği yöntemlerle artrodez yapılabilir. Sıklıkla açık cerrahi yöntem uygulanmaktadır. Açık cerrahi yöntemde lateral, posterior ve anterior yaklaşım kullanılabilir. Lateral yaklaşımda fibulanın kesilerek talotibial ve talokalkaneal ekleme ulaşıldığı transfibuler yaklaşım kullanılabilir. Posterior yaklaşım arka iç ya da dış yandan yapılabilir. Bunların yanında anterior girişim ile de talotibial ve talokalkaneal ekleme ulaşılabilir. Posterior, lateral ve anterior yaklaşımların her biri gerektiğinde iç malleol osteotomisiyle kombine edilebilir.

Lateral yaklaşımda fibulanın alınması genelde daha fazla diseksiyon gerektirir ve peroneal tendonların dislokasyonuna neden olabilir. Ancak fibulada ilave deformitenin olduğu ya da fibulanın oluşturulacak füzyon için uzun olduğu durumlarda yandan fibulanın eksizyonu ve kısaltılması yardımcı olur. Bunun yanında fibulanın dolaşımının korunarak iç korteksinin alınması ile yapılan cerrahilerde fibula füzyon hattı için vaskülarize bir destek görevi görür.

Yüzüstü pozisyonda posterior yaklaşım da bazı yazarlar tarafından önerilmektedir.^[24-26] Bu yaklaşım arka iç ya da dış yandan yapılabilir. Aşil tendonu geçildikten sonra posteromedial insizyonda fleksör hallucis longus (FHL) tendonu yana alınabilir. Posterolateral insizyon ile FHL tendonu içe ekarte edilir.

Anterior yaklaşımda Tibialis anterior ve ekstansör hallucis longus (EHL) arasından ayak bileği eklemi ulaşılır. Anterior yaklaşım ile iç ve dış malleollere ulaşılabilir.

Artroskopik artrodez, cilt sorunları nedeniyle açık cerrahinin uygun olmadığı durumlarda tercih edilebilir. Kanama sorunu ve açık yara daha az olduğu için enflamatuvar artritlerde ve özellikle hemofilik artropatide tercih edilebilir. Artroskopik artrodez, ciddi

deformite varlığında, kemik defektinin fazla olduğu hastalarda ve nöropatik artropatilerde kontrendikedir.

AYAK ARKASI ÇİVİSİ İLE ARTRODEZ

Çivileme öncesinde eklem yüzleri hazırlanmalı ve artrodez için ideal pozisyon elde edilmelidir. Ayak bileğinde 5 derece valgus, nötral fleksiyon, 5-10 derece dış rotasyon ideal artrodez pozisyonudur. Tibiotalokalkaneal artrodez için tasarlanmış çok sayıda kanal içi çivi olmasa da biyomekanik prensiplerle tibiotalar, talokalkaneal kompresyona izin veren, farklı açılardan distal kilit vidaları konulmasını mümkün kılan ve sabit açılı kilit vidası özellikleri olan çiviler daha stabil tespit için geliştirilmiştir. Bu çiviler ile minimal invazif bir yaklaşım kullanılarak oldukça stabil artrodezler elde edilebilmektedir. Düz ya da açılı çivi tasarımları mevcuttur. Düz çiviler ile kalkaneal giriş yeri göz önüne alındığında ayak bileğinde 5 derece valgus elde etmek teknik olarak zor olabilmektedir. Bu nedenle giriş bölgesinde eğimi olan çivi tasarımları, hem uygun dizilimi sağlamada hem de kalkaneusta daha stabil tespit elde edilmesinde tercih nedeni olabilir.

Çivinin uygun yerleştirilebilmesi için skopi ile kontrolün her iki düzlemde yapılabilmesi önemlidir. Çünkü özellikle çivinin giriş noktasının uygunluğu ayak bileğinin pozisyonunu etkiler. Kalkaneus giriş yeri hazırlanırken plantardan yapılan cilt kesisini takiben dikkatli diseksiyon yapılmalı tibial sinirin zarar görmemesi sağlanmalıdır. Sinir kesinin medialinde kalmalıdır. Kılavuz teli mutlaka kalkaneustan tibia medullasının merkezine gitmelidir. Pozisyon skopi ile kontrol edilmelidir. Çünkü hatalı yerleşimi kalkaneusta fleksiyon-ekstansiyon ya da varus-valgus deformitelerine yol açabilir. Kılavuz üzerinden medüller kanal oyularak çivi için hazırlanır. Ayak uygun pozisyondayken çivi konulur ve kompresyon yaptırılarak kilit vidaları yerleştirilir. Eğer kemik grefti kullanılacaksa kilit vidalarından önce konulmalıdır. Tibiotalokalkaneal artrodezde greftleme için oyuncuya bağlı irigasyon aspirasyon sistemi kullanımı basit, etkin ve güvenilir bir yöntem olarak kullanılabilir.^[27]

Çivi tasarımına bağlı olarak değişse de ideal tespit distalde en az üç kilit vidası olmalıdır. İki kilit vidasının kalkaneusta bir kilit vidasının da talus gövdesinde olması gerekir. Talokalkaneal tespitte izin veren kilit vidalarının kullanıldığı sistemlerle daha stabil bir yapı oluşturulabilir.

Ameliyat sonrası dönemde hastada radyolojik kaynama bulguları belirgin hale gelene kadar kısa bacak alçı yapılır ve yüklenmeye izin verilmez. Bunun için genelde 4-6 hafta immobilizasyon yeterli olmaktadır, ancak Charcot gibi ciddi nöropatik artropati ve



Şekil 3. Ameliyat sonrası ön-arka ve yan grafiler.

instabilitesi olan olgularda bu süre üç ay ya da daha uzun olabilir (Şekil 4).

Çankaya Ortopedi grubu olarak; ayak arkasında ileri derecede deformitesi, kemik kaybı ve instabilitesi olan Charcot artropatili dört olguda açık lateral yaklaşım ile sabit açılı, talokalkaneal tespite izin veren distal kilit özelliği olan ayak arkası çivisi artrodezi uyguladık. Hastaların tümünde (3 kadın, 1 erkek; ort. yaş 61 yıl; dağılım 54-65 yıl) fonksiyonel ağrının azaldığını, instabilite ve deformitenin düzeldiğini ve takipte tüm hastalarda ortalama üç ayda kaynamanın tamamlandığını gözlemledik. Hastaların ortalama görsel analog skala (GAS) değerlendirmeleri 8.50'den 2.75'e düştü. Üç hastada 6. haftada radyolojik konsolidasyon izlenirken, diğer hastada radyolojik füzyon 12. haftada oluştu.

KLİNİK ÇALIŞMALAR

Tibiotalkalkaneal artrodez için klinik sonuçları alınmış, uzun dönem izlemleri ve ayrıntılı fonksiyonel skorlamaları yapılmış geniş ve homojen seriler bulunmamaktadır. Niinimäki ve ark.nın^[28] yayınladığı 34 hastalık çalışmada artrodez için ayak arkası çivisi kullanılmış, yüzde 76 olguda füzyon elde edilmiş ve klinik olarak iyi sonuçlar bildirilmiştir. Boer ve ark.^[29] retrograd çivi kullandıkları, tibiotalar eklemi hazırladıkları halde subtalar eklemi özel bir debridman yapmadıkları 50 hastalık çalışmalarında hastaların yüzde 96'sında ortalama 20 haftada kaynama ve iyi klinik sonuçlar elde ettiklerini bildirmişlerdir. Pelton ve ark.^[30] çalışmalarında dinamik retrograd çivi ile artrodez yapmışlar ve 33 hastanın %88'inde iyi klinik sonuçlarla füzyon elde etmişlerdir. Goebel ve ark.^[31] ve Anderson ve ark.^[32] da çalışmalarında retrograd kanal



Şekil 4. Üçüncü ay ön-arka ve yan grafilerinde kaynama gözlenmekte.

içi çivi ile benzer sonuçlar bildirmişlerdir. Kanal içi çivi ile sonuçları bildirilen yukarıdaki çalışmalarda açık, yandan transfibüler yaklaşım kullanılmıştır. Hanson ve Cracchilolo^[24] yayınladıkları 10 hastalık çalışmalarında posteriyor yaklaşım ile 95 derece açılı kamalı plak kullanmışlar ve hastaların tümünde iyi klinik sonuçlarla birlikte kaynama olduğunu bildirmişlerdir.

Sonuç

Ayak ve ayak bileğinde ciddi ağrı ve şekil bozukluğu ile birlikte olabilen tibiotalar ve subtalar artiritlerde, TTK artrodez deformitenin düzeltildiği ve ağrısız fonksiyonel bir ekstremitenin elde edildiği bir cerrahi seçenektir. Özellikle romatoid artrit gibi enflamatuvar artiritlerde, majör instabilite ile birlikte nöropatik artropatiler ve ciddi post-travmatik artiritlerde sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Tibiotalar ve subtalar eklemi birlikte füzyonu için birçok yöntem tanımlanmıştır. Bu yöntemlerin hepsinde genel prensip, ekstremitenin yumuşak dokusu ve beslenmesinin durumu, deformitenin ya da instabilitenin şeklinin değerlendirilmesi ve en uygun dizilimde, ağrısız bir ayak elde etmektir. Daha az doku diseksiyonu gerektirdiği ve çoğu zaman yeterli stabilite sağladığı için retrograd çiviler sıklıkla tercih edilir.

KAYNAKLAR

1. Fox IM, Shapero C, Kennedy A. Tibiotalkalkaneal arthrodesis with intramedullary interlocking nail fixation. Clin Podiatr Med Surg 2000;17:19-31.
2. Quill GE. Tibiotalkalkaneal arthrodesis. Tech Orthop 1996;11:269-73.
3. Quill GE. Tibiotalkalkaneal and pantalar arthrodesis. Foot Ankle Clin 1996;1:199-209.
4. Albee FH. Bone-graft surgery. Philadelphia: Saunders; 1915. p. 335.

5. Adams JC. Arthrodesis of the ankle joint; experiences with the transfibular approach. *J Bone Joint Surg [Br]* 1948;30:506-11.
6. Bingold AC. Ankle and subtalar fusion by a transarticular graft. *J Bone Joint Surg [Br]* 1956;38:862-70.
7. Kuntscher G. Combined arthrodesis of the ankle and sub-talar joints. In: *Practice of intramedullary nailing*. Springfield (IL): Charles C. Thomas; 1967. p. 207-9.
8. Leikkonen O. Astragalectomy as an ankle-stabilizing operation in infantile paralysis sequelae, with special reference to astragalectomies and total arthrodesis performed in Finland. *Acta Chir Scand* 1950;100:Suppl 152, 668-70.
9. Kile TA, Donnelly RE, Gehrke JC, Werner ME, Johnson KA. Tibiototalcaneal arthrodesis with an intramedullary device. *Foot Ankle Int* 1994;15:669-73.
10. Moore TJ, Prince R, Pochatko D, Smith JW, Fleming S. Retrograde intramedullary nailing for ankle arthrodesis. *Foot Ankle Int* 1995;16:433-6.
11. Stone KH, Helal B. A method of ankle stabilization. *Clin Orthop Relat Res* 1991;268:102-6.
12. Pinzur MS, Kelikian A. Charcot ankle fusion with a retrograde locked intramedullary nail. *Foot Ankle Int* 1997;18:699-704.
13. DeGere MW, Grady JF. A modification of Chopart's amputation with ankle and subtalar arthrodesis by using an intramedullary nail. *J Foot Ankle Surg* 2005;44:281-6.
14. Cierny G 3rd, Cook WG, Mader JT. Ankle arthrodesis in the presence of ongoing sepsis. Indications, methods, and results. *Orthop Clin North Am* 1989;20:709-21.
15. Maurer DJ, Merkow RL, Gustilo RB. Infection after intramedullary nailing of severe open tibial fractures initially treated with external fixation. *J Bone Joint Surg [Am]* 1989;71:835-8.
16. Catanzariti AR, Mendicino RW, Lamm BM. Static hindfoot alignment: a comparison of radiographic angular measures vs. clinical foot function measures. Poster presented at the American College of Foot and Ankle Surgeons National Meeting, New Orleans, LA: February 7-11, 2001.
17. Mendicino RW, Lamm BM, Catanzariti AR, Statler TK, Paley D. Realignment arthrodesis of the rearfoot and ankle: a comprehensive evaluation. *J Am Podiatr Med Assoc* 2005;95:60-71.
18. Berend ME, Glisson RR, Nunley JA. A biomechanical comparison of intramedullary nail and crossed lag screw fixation for tibiototalcaneal arthrodesis. *Foot Ankle Int* 1997;18:639-43.
19. Santangelo JR, Glisson RR, Garras DN, Easley ME. Tibiototalcaneal arthrodesis: a biomechanical comparison of multiplanar external fixation with intramedullary fixation. *Foot Ankle Int* 2008;29:936-41. doi: 10.3113/FAI.2008.0936.
20. O'Neill PJ, Logel KJ, Parks BG, Schon LC. Rigidity comparison of locking plate and intramedullary fixation for tibiototalcaneal arthrodesis. *Foot Ankle Int* 2008;29:581-6. doi: 10.3113/FAI.2008.0581.
21. O'Neill PJ, Parks BG, Walsh R, Simmons LM, Schon LC. Biomechanical analysis of screw-augmented intramedullary fixation for tibiototalcaneal arthrodesis. *Foot Ankle Int* 2007;28:804-9.
22. Alfahd U, Roth SE, Stephen D, Whyne CM. Biomechanical comparison of intramedullary nail and blade plate fixation for tibiototalcaneal arthrodesis. *J Orthop Trauma* 2005;19:703-8.
23. Chiodo CP, Acevedo JI, Sammarco VJ, Parks BG, Boucher HR, Myerson MS, et al. Intramedullary rod fixation compared with blade-plate-and-screw fixation for tibiototalcaneal arthrodesis: a biomechanical investigation. *J Bone Joint Surg [Am]* 2003;85:2425-8.
24. Hanson TW, Cracchiolo A 3rd. The use of a 95 degree blade plate and a posterior approach to achieve tibiototalcaneal arthrodesis. *Foot Ankle Int* 2002;23:704-10.
25. Russotti GM, Johnson KA, Cass JR. Tibiototalcaneal arthrodesis for arthritis and deformity of the hind part of the foot. *J Bone Joint Surg [Am]* 1988;70:1304-7.
26. Thordarson DB, Chang D. Stress fractures and tibial cortical hypertrophy after tibiototalcaneal arthrodesis with an intramedullary nail. *Foot Ankle Int* 1999;20:497-500.
27. Lehman AA, Irgit KS, Cush GJ. Harvest of autogenous bone graft using reamer-irrigator-aspirator in tibiototalcaneal arthrodesis: surgical technique and case series. *Foot Ankle Int* 2012;33:1133-8. DOI: 10.3113/FAI.2012.1133.
28. Niinimäki TT, Klemola TM, Leppilähti JI. Tibiototalcaneal arthrodesis with a compressive retrograde intramedullary nail: a report of 34 consecutive patients. *Foot Ankle Int* 2007;28:431-4.
29. Boer R, Mader K, Pennig D, Verheyen CC. Tibiototalcaneal arthrodesis using a reamed retrograde locking nail. *Clin Orthop Relat Res* 2007;463:151-6.
30. Pelton K, Hofer JK, Thordarson DB. Tibiototalcaneal arthrodesis using a dynamically locked retrograde intramedullary nail. *Foot Ankle Int* 2006;27:759-63.
31. Goebel M, Gerdesmeyer L, Mückley T, Schmitt-Sody M, Diehl P, Stienstra J, et al. Retrograde intramedullary nailing in tibiototalcaneal arthrodesis: a short-term, prospective study. *J Foot Ankle Surg* 2006;45:98-106.
32. Anderson T, Linder L, Rydholm U, Montgomery F, Besjakov J, Carlsson A. Tibio-talocalcaneal arthrodesis as a primary procedure using a retrograde intramedullary nail: a retrospective study of 26 patients with rheumatoid arthritis. *Acta Orthop* 2005;76:580-7.