

49899

T.C.  
GENELKURMAY BAŞKANLIĞI  
GÜLHANE ASKERİ TIP AKADEMİSİ  
ASKERİ TIP FAKÜLTESİ  
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ  
ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI

**İLİZAROV TEKNİĞİ İLE  
AYAK DEFORMİTELERİNİN  
DÜZELTİLMESİ**

T 49899

UZMANLIK TEZİ

MUSTAFA AYAS  
Tbp.Yzb.

ANKARA - 1996

## ÖNSÖZ

İlizarov cihaz ve yöntemi ile ayak deformitelerinin düzeltilmesi adlı tez konum Gülhane Askeri Tıp Akademisi ve Askeri Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı Başkanlığı'nın 25 Aralık 1993 tarih ve 0530-18-93 sayılı yazısı ile bana bildirilmiştir. Konjenital ve akkiz ayak deformiteleri yıllar boyu ortopedik cerrahların en önemli sorunlarından birisi olmuştur. Uzun yıllar özellikle konjenital ayak deformiteleri germe egzersizleri ve takiben açık tekniklerle düzeltilmeye çalışılmıştır. Fakat bu teknikler ile yapılan çalışmaların sonuçları her zaman yüz güldürücü değildir. Daha çok küçük yaşlarda uygulama rahatlığı olmasına rağmen, ileri yaşlarda yapılan ameliyatlarda düzeltme sağlamada tatminkar sonuçlar alınmamaktadır. Günümüzde özellikle yurdumuzda ateşli silah yaralanmaları, mayına basma olayları ve sonuçta oluşan ayak deformiteleri ile ne yazık ki sıklıkla karşılaşmaktayız.

İlizarov son 40 yıldır kendi adıyla anılan tekniği ile başlangıçta kırıkların tedavisinde takiben de deformitelerin düzeltilmesinde yaptığı başarılı çalışmalar ile dikkati çekmiştir. Batı dünyasının bu tekniği 1980'li yılların başında tanıması ve uygulamalardaki gelişmeler sonucu İlizarov tekniğinin mükemmel sonuçlarını ortopedi dünyasına sunmuştur. Bu teknik; kırıkların tedavisinin yanısıra, ekstremitte uzatılması ve deformite düzeltilmesinde sınırsız olanaklar sağlamaktadır.

Ortopedi ve Travmatoloji'yi çok daha fazla sevmeme neden olan bu konuda bana çalışma fırsatı veren, cerrahi bilgi ve becerimi arttırmam için bana yol gösteren, ilgi ve yardımlarını hiçbir zaman unutamayacağım sayın hocam Prof. Tbp. Kd. Alb. Ethem GÜR başta olmak üzere, ihtisas dönemim süresince her konuda bana destek olan sayın hocalarım Prof. Tbp. Kd. Alb. Nuri GÜLTEKİN, Doç. Tbp. Kd. Alb. Mehmet ALTIMAKAS, Doç. Tbp. Kd. Alb. Mustafa Başbozkurt, Doç. Dz. Tbp. Kd. Bnb. A. Sabri ATEŞALP, Doç. Dr. Nevres AYDOĞAN ve Doç. Dr. Metin L. BAYDAR'a, Yardımcı Doçent Ağabeylerim Yrd. Doç. Dz. Tbp. Kd. Bnb. Vecihi KIRDEMİR, Yrd. Doç. Tbp. Bnb. Ali ŞEHİRLİOĞLU, Yrd. Doç. Tbp. Kd. Yzb. Kaan ERLER, Yrd. Doç. Dz. Tbp. Kd. Yzb. Servet TÜMAY ve Yrd. Doç. Tbp. Kd. Yzb. Can SOLAKOĞLU'na, Uzm. Dr. Hv. Tbp. Kd. Bnb. Mustafa DİKER'e, Anabilim Dalımızda görevli tüm uzmanlık öğrencisi arkadaşlarıma ve klinik, poliklinik ve suni azada görevli tüm hemşire, fizyoterapist, sekreter ve çalışanlarına ve her türlü katkılarından dolayı eşim Meral AYAS'a en içten saygılarımı ve sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Mustafa AYAS

Tbp. Yzb.

## İÇİNDEKİLER

|                                     | SAYFA |
|-------------------------------------|-------|
| I. GİRİŞ                            | 1     |
| II. GENEL BİLGİLER                  |       |
| A. Tarihçe                          | 2     |
| B. Anatomi ve Biomekanik            | 3     |
| C. Embriyoloji                      | 8     |
| D. Ayağın Konjenital Deformiteleri  | 10    |
| E. İlizarov Ekipmanı ve Tekniği     | 17    |
| 1-İlizarov tekniği                  | 25    |
| 2-İlizarov kortikotomisi            | 27    |
| 3-Ayakta distraksiyon osteotomileri | 32    |
| F. İlizarov Tekniği Biomekaniği     | 40    |
| 1-Distraksiyon Osteogenesisi        | 43    |
| G. Komplikasyonlar                  | 45    |
| H. Postoperatif Rehabilitasyon      | 49    |
| III. GEREÇ VE YÖNTEM                | 53    |
| IV. BULGULAR                        | 73    |
| V. TARTIŞMA VE SONUÇ                | 85    |
| VI. ÖZET                            | 91    |
| VII. SUMMARY                        | 92    |
| VIII. KAYNAKLAR                     | 93    |

## I.GİRİŞ

“Life is movement, movement is life”(55) deyimi, ortopedinin temelini oluşturmaktadır. Hastanın herhangi bir şekilde hareketinin engellenmesi yaşama desteğinin önemli bir unsurunu ortadan kaldırır. Hareketi sağlayan en önemli bölümün de alt ekstremité ve özellikle ayak olması konumuza daha bir incelik kazandırmaktadır.

Konjenital ayak deformiteleri insanlığın varoluşundan bu yana sıkıntı kaynağıdır. Hipokrat'ın bulunan yazılarında konjenital pesquino varus'a ve tedavisine ait çeşitli dökümanlara rastlanmıştır. Ortopedik cerrahideki son ilerlemeler bu konudaki gerek konservatif gerekse cerrahi birçok tekniğin gelişmesine olanak sağlamıştır. Fakat bu tekniklerin değişik komplikasyonları olması ve çoğunda mükemmel sonuçlar sağlanamaması sonucu ortopedik cerrahın seçimi zorlaşmaktadır. Küçük yaştaki olgularda yumuşak doku serbestleştirme ve kemik ameliyatlarından başarılı sonuçlar elde edilse de aynı olguların ileri yaşlarda nüks etme durumlarında veya ihmal edilmiş olgularda; konservatif yöntemlerin başarısız olduğu, cerrahi yöntemlerin ise yetersiz kaldığı bilinen bir gerçektir.

Konjenital deformitelerin yanında, akkiz nedenlere bağlı gelişmiş ayak deformitelerinin düzeltilmesi de ortopedik cerrahın önemli problemlerindedir. Poliomyelit komplikasyonları ve değişik nedenlerle gelişen sinir lezyonlarına bağlı olarak gelişen pes kavus ve pes ekinus gibi ayak deformiteleri ile günümüzde sıklıkla karşılaşmaktayız. Ayrıca 1984'den bu yana yurdumuzda ateşli silah yaralanmaları ve mayına basma sonucu oluşan multipl ayak kırıklarına bağlı ayak deformiteleri de önemli sayıdadır.

Anabilim Dalımızda 01.01.1993 ile 30.07.1996 tarihleri arasında ayak deformitesi olan 32 hastanın 34 ayağına İlizarov sirküler eksternal fiksatorü ve tekniği kullanılarak düzeltme uygulanmış olup, çalışmamda kısa dönem sonuçlarımız değerlendirilmiştir.

## II.GENEL BİLGİLER

### A. TARİHÇE

Profesör Gavriil Abramovich İLİZAROV çalışmalarına 35 yıl önce Kurgan'da başlamıştır (40). Sadece Sovyetler Birliği'nde bilinen çalışmaları son 10 yıl sırasında batı yayınlarında görülmeye başlanmıştır. Kasım 1980'de İtalyan araştırmacı Carlo MAURI, Sibiry'a ziyareti sırasında İlizarov'un enfekte tibial nonunionları tedavisini izlemiştir(51). Haziran 1981'de İtalya'da, Bellagio'da yapılan XXII. İtalyan AO toplantısına İlizarov'u davet etmiştir. İlizarov ilk batı Konferansını Lecco General Hospital'ın Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği direktörü olan Prof. Robert CATTANEO'nun başkanlık ettiği bu kongrede vermiştir. Kemik enfeksiyonlarının proflaksisi ve tedavisi konulu konferansta İlizarov 3 majör konuya değinmiştir;

- Açık kırıkların tedavisi
- Post-travmatik osteomyelitlerin tedavisi
- Kemik Uzatması

Haziran 1981'deki bu konferansın etkisi ile Prof.CATTANEO ve arkadaşları Dr.A.Villa, Dr.M.Catagni, ve Dr.L.Tentori, aparatın hazırlanması için İlizarov tarafından tanımlanan enstrümanların tümünü kullanarak transosseoz sentez ile kendi ilk klinik deneyimlerine başlamışlardır. Nisan 1982'de Kurgan'ı ziyaret etmişler, metodun ortopedinin tüm alanlarında uygulanabileceğini görmüşlerdir.

İlizarov metodunu 1951'de uyguladığı bir hastasında, vidaların yanlış döndürülerek kompresyon yerine halkaların distrakte edilmesi sonucu radyolojik olarak bu alanda yeni kemik formasyonunu gözlemiştir. Kemığın bu potansiyelinin belirlenmesiyle hayvanlarda bir seri deneysel çalışmalara başlamıştır. 1969'da Leningrad'da İlizarov'un direktörlüğünde kendisine küçük bir hastane açılmış. 1982'de Kurgan'da zamanının en geniş araştırma merkezi olarak yapılan enstitü İlizarov'a verilmiştir. Enstitünün klinik bölümleri; uzatma, deformite düzeltilmesi, nonunionlar, kalça, ayak ve enfeksiyonları içine alan birçok alt grup şeklinde organize edilmiştir. Çalışanlar, kendilerini A.S.A.M.I. (Association for the Study and Application of the Methods of Ilizarov) olarak tanıtmışlardır.

Sovyetler Birliği'nde bu model ile yaklaşık bir milyon hasta tedavi edilmiştir. İtalya bu konudaki çalışmaları 1981'de ilk olarak başlatan batı ülkesidir. Haziran 1984'de Lecco ve

Bergamo'da İlizarov metodu ile tedavi edilen 600 hastasının sunumu Prof.Benedetti başkanlığındaki konferansta yapmıştır. Mayıs 1987'de Lecco yakınlarındaki Langone al Segrino'da İlizarov tekniğinin teori ve klinik uygulamaları hakkında ikinci bir toplantı yapılmıştır.

Kuzey Amerika Ortopedik Cerrahları 1970'in ortalarında Sovyetler Birliği'ne yapmış oldukları ziyarette, VOLKOV'un sirküler aparatı ve uygulamalarını incelemişlerdir. Kendilerine İlizarov metodu hakkında bilgi verilmemiştir. Dr.James ARANSON bu tekniği 1983'de Mc Ewen'dan öğrenmiştir. 1984'de ülkesine döndükten sonra bu konuda seri çalışmalara başlamış ve distraksiyon osteogenesisinin temel biolojik modelini ortaya atmıştır.Dr. Dror PALEY ile Dr.Victor FRANKEL Kasım 1987'de New York'da, ve Mayıs 1988'de Washington, D.C.'de İlizarov tekniği hakkında Kuzey Amerika'daki uluslararası ilk konferansları organize etmişlerdir.

Bu teknikteki önemli diğer bir gelişme Dr. Stuart GREEN'in full-pin eksternal fiksasyon için anatomik güvenlik zonları hakkındaki çalışmalarını yayınlamasıdır. Green, Frankel ile Kurgan'ı ziyaretlerinden sonra İlizarov tekniğinin orijinal temel noktalarını 1989'da Clinical Orthopaedics and Related Research dergisinde yayınlamıştır.

## **B. ANATOMİ VE BİOMEKANİK**

Vücut ağırlığını taşıyan ayak, 26 kemikten oluşur. Bu kemikler, tarsus, metatarsus ve falanks olmak üzere 3 ana segment içinde incelenir (44).Biz burada klasik anlamda ayağın bölümlerini sıralayacak olursak;

1.Arka Ayak: Talus, kalkaneus ve naviküler kemikten oluşur.Vücut ağırlığını taşıyan kuvvetli, kapalı eklemler kemiklerdir.

2.Orta Ayak: Kuboid ve kuneiform kemiklerden oluşur.

3.Ön Ayak: Metatarsallar ve falankslardan oluşur.

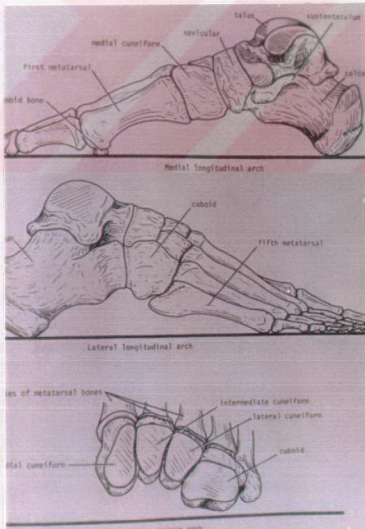
Bazı anatomistler naviküler kemiği orta ayağa dahil ederler(71). Ön,orta ve arka ayak eklemleri fonksiyonel bir bütündürler. Tarsusun plantar yüzü ve proksimal metatarslar yük taşıma sırasında oluşan baskı ve gerilimleri absorbe edebilen transver arkı oluştururlar.Bu ark, ayak sırtının dışbükeyliğine uygundur.Longitudinal ark tarsal ve metatarsal eklemlerden oluşur. Fakat primer olarak aponöz ve ligamentlerle şekillenir.(Şekil:1).

Ayak bileği eklemi kısaca inceleyecek olursak; tibia ve fibulanın distal ucunun oluşturduğu derin soket eklem yüzü ile bu boşluğu dolduran talus üst ucu bölgesi tarafından

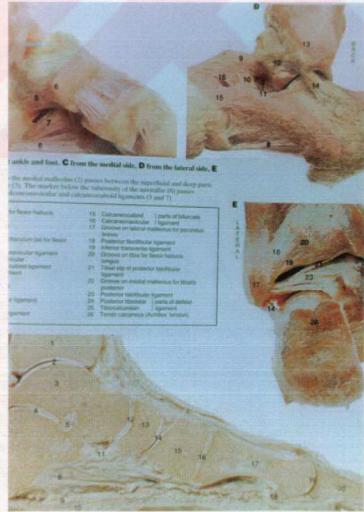
oluşturmuştur(69).Deltoid, anterior talofibular, kalkaneo fibular ve posterior talofibular ligamentler ile desteklenmiştir. Synovial ginglimus tipi bir eklemdir.Yalnızca bir eksen üzerinde dorsal ve plantar fleksiyon hareketi yapabilir.Buna talo-krural eklem de denir.(Şekil:2).

Trochlea talinin ön bölümü arkaya oranla biraz daha geniş olduğundan ayak bileğinin dorsifleksiyonu anında fibulanın alt ucu tibiadan 2-3 mm. kadar uzaklaşarak trochlea tali'nin ayak bileği çatalına girmesine izin verir.

Diğer önemli bir ayak eklemi olan talo-kalkaneo-naviküler eklem anatomik bakımdan birkaç eklemden meydana gelmiş olduğu halde fonksiyon olarak tek bir eklem gibi hareket eder(57).Bu eklem diğer baş ve yuva eklemlerinden farkı; yuva baş çevresinde hareket eder ve içindeki fibroclastik bağlar nedeni ile genişler ve daralır.Sinüs tarsi içerisinde talus ile kalkaneus arasında interosseöz talokalkaneal ligament adı verilen bağ vardır. Kuneonaviküler eklem ve cuboideo naviküler eklemler orta ayaktadır. kuboido-naviküler eklem dorsal, plantar ve interosseöz ligamentler tarafından sarılmıştır.



Şekil: 1, Ayakın kemiksel anatomisi



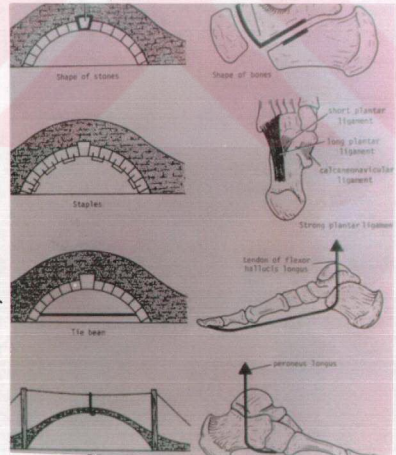
Şekil:2, Kadavrada ayak

Ayak kubbesinin ön arka yöndeki kavsinin yedi tarsal ve beş metatarsal kemik ile bunları birbirine bağlayan bağlar oluşturur(46). Talokalkaneonaviküler eklem aracılığı ile yapılan hareketlerde bu eklem bütünü bütün yüzleri aynı zamanda harekete katılırlar ve hareket genel bir eksen etrafında yapılır. Eksen önden arkaya, içten dışa ve yukarıdan aşağıya uzanmaktadır.

**Ayakta ağırlığın dağılımı:**Normal ayakta durmada ekstremitenin ağırlığının yarısı kalkaneus tarafından karşılanır, diğer yarısı beş metatars başına düşer ve sırasıyla 2-1-1-1-1 şeklindedir. 1. metatars başı diğerlerinin taşıdığı yükün iki katını taşır(31). Bu dağılım, kaslar kontraksiyonla sağlanırsa da pozisyon ve yük dağılımı ile değişir. Tüm kaslar gevşek olduğu, dize yüklenildiği zaman ağırlığın %80'i kalkaneus, %20'si metatars başları ile karşılanır. Hem Jones, hem de Manner tibianın talus üzerindeki hafif öne ağırlık dağılımı hareketi ile, ağırlığın metatars başlarına kaydırıldığını tarif etmişlerdir.

Yürüme sırasında ağırlığın yeri sürekli olarak topuktan öne doğru değişir. Bu hat önden arkaya çizilen düz bir çizgi şeklindedir. Önce 1.metatars başı hafifçe dışa doğru kayar, başta topuğun lateralinde olan ağırlık merkezi 1.metatars başına doğru hafif bir düz çizgi ile gider ve başparmak hafifçe içe döner. Eğer önce başparmak hafifçe içe dönerse maksimal ağırlık topuğun iç yüzünde oluşur ve ayağın lateral yüzüne yönelir.

**Arkın Destekleri:**Ayak bileğinden dağılan yük orantılı olarak arklara etki yapar.Normal ayakta dururken bu stres vücut ağırlığının %25'idir. Bununla birlikte yürürken ayak bileğinde ağırlık değiştiği zaman artan stres vücut ağırlığının tümünü kapsar. Normalin yaklaşık 4 katıdır. Değişik egzersizlerde bu ağırlık 8-10 kez artabilir. Arklar bazı streslere adapte olmayabilirler. bu durumda kasların aktif olarak desteği gerekir. Kaslar çalışana kadar bu gereksinim kalın plantar ligamentler ile sağlanır. Ligamentler boyunca aşırı



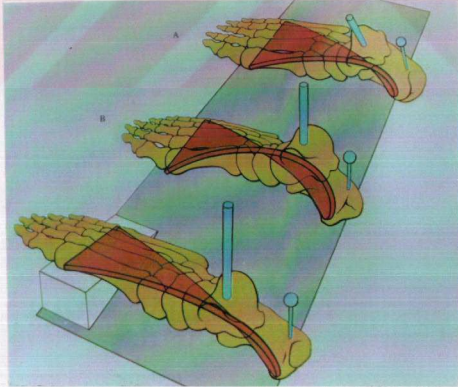
Şekil:3,Ayak arkı'nın destekleri

gereksiz gerilmeler stabilitenin azalmasına neden olur ve flat-foot oluşur. Normalde plantar ligamentler arkı desteklemek için yeterince güçlüdür ve teorik olarak uzun kaslar bu yapıları destekler.(Şekil:3).

Yürüme sırasında Tibialis anteriorun kasılarak ayağı dorsifleksiyona getirir. Fakat topuk yere değdikten sonra gevşer. Plantar fleksiyon sırasında tamamen gevşektir ve arka hiçbir desteği yoktur.Bu çalışma kasların arkı desteklediği fikrini çürütmüştür. Anestezi altındaki ve paraplejik kişilerde arkın varlığı gibi..

Ayağın cildi (54):Ayağın dorsal yüzünün cildi ince ve oynaktır. Kıl dağılımı ve relatif olarak subkutanöz yağı azdır. Özellikle dorsifleksiyonda tendonlar rahatlıkla görülür. Ayağın plantar yüzünde parmaklardaki deri incedir. Ancak topuk yağ dağılımı ve fibröz konnektif doku bakımından vücudun en kalın bölgesidir.

Ayağın hareketleri(76):Ayağın en büyük ve güçlü hareketleri tibia üzerinde ayak bileği seviyesindedir. Daha distaldeki bölümlerin hareketleri çok kısıtlıdır. Kas kontraksiyonları ve ağırlık taşıma yönünden sınırlıdır. Aktif hareketler talokrural, talokalkaneonaviküler ve subtalar eklemlerdedir.Talokrural eklem hareketlerinde dorsi ve plantar fleksiyon hareketleri kısıtlıdır. Fakat plantar fleksiyonda hafif rotasyon olabilir. Talokalkaneonaviküler eklemden ve subtalar eklemden hareket fazladır ve inversiyon, eversiyon geniş oranda oluşur.



Şekil: 4, Ayağın arkları'nın şematik görünümü

Ayağın yere basması ve vücut ağırlığı ile longitudinal arkın düzleşmesi süpinasyonu oluşturur. Ağırlığın 1/3'ü ön ayağa, 2/3'ü 1.metatars başına yüklenir. Dinlenme pozisyonundan aktif duruma geçerken, yürümeye başlangıçta ayak muskuler gerilme ile prone

pozisyonuna geçer. 1.metatars başına baskı artar ve medial longitüdüal ark maksimum seviyesine erişir.(Şekil:4).

Ayağın iki major fonksiyonu vardır;

1-Ayakta dururken vücudu desteklemek,

2-Yürürken, koşarken ve atlarken ileriye doğru kaldıraç görevi yapmak.

İnfant ve genç çocukta, plantarde biriken yağ ve konnektif doku ayağa düz görüntü kazandırabilir. Yumuşak doku değişiklikleri ileri yaşlarda da saptanabilir (görünür bir konveksite eğimleri gibi).

Bu kurvaturlar, longitüdüal ve transvers arklar olarak incelenir. Arkların osseoz kesitlere, ligamentöz dokulara ve kasların sekonder desteğine bağlı oluştuğunu daha önce belirtmiştik. Medial ark kalkaneus, talus, naviküler, kuneiform ve medialdeki üç metatars kemik ile oluşturulur. En üst noktası superior talar artiküler yüzdendir.Tibiadan tüm yükü alarak kalkaneusa geçirir.Ayak yerde iken bu kuvvetler üç metatars başına ve kalkaneusa yayılır. Tibialis posterior, fleksör digitorum longus, fleksör hallusis longus ve intrinsik kasların hepsi medial arkın kurvaturuna etki eder.

Lateral ark kalkaneus, kuboid ve lateral iki metatars kemiğinden oluşur. Tepe noktası subtalar eklemidir. Medialde daha alçaktır. Ana eklemi transvers tarsal eklemi kalkaneo-kuboid bölümüdür. Sınırlı hareketi vardır, daha az mobildir, kuvvetleri absorbe etmek yerine ağırlığı transfer eder. Özel kasları peroneus longus ve beş parmağın intrinsik kaslarıdır. Medial arktan daha yaygın olarak yer ile temas eder.

Anlaşılaacağı üzere gerek ayakta durmada, gerekse yürüme, atlama, koşma ve benzeri aktivitelerde arkların görevi yüksektir. Dolayısı ile klinik olarak rahatsızlık oluşturabilecek en önemli faktörlerdir. Ayağa cerrahi girişim planlanırken bu arkları düzenlemek ve mümkün olduğunca anatomik pozisyona yakın hale getirerek hastaya ağrısız bir ayak sağlamak esastır.

Ayağın damar ve sinirleri (68):Ayağın arteriel yapısını iki majör damar karşılar;

1.Posterior tibial arter;medial ve lateral plantar dallarını verir

2.Arteria dorsalis pedis;ayak sırtını geçtikten sonra lateral plantar arter ile ark yapar.

Venöz yapıyı, medial ve lateral plantar venlerin birleşerek oluşturduğu posterior tibial ven oluşturur.

Ayak sinirlerini tibial sinirin terminal dalı olan medial plantar sinir ile lateral plantar sinir oluşturur. İkisinin de muskuler ve kutanöz dalları vardır.

## C. EMBRİYOLOJİ

Embriyolojik periyotta postovulatar ilk 7 hafta organogenezis basamağıdır. Alt ekstremite tomurcukları 4. haftada görülür (3-6 mm.lik embriyoda) proksimalden distale doğru uzar ve gelişir. Ayak ilk kez 4-4.5 haftada görülür takiben hemen 3 veya 4 digital uzantı tespit edilebilir(72). Bu oluşan segment ektoderm ile kaplanmış mezodermdir. 8. haftada ayağın bacak ile geniş bir çizgi oluşturduğu görülür(44).

Tarsus ilk olarak 5-6. haftalarda kondense mezenşim olarak ayrılır (9-14 mm.lik embriyoda). Birkaç gün sonra (12-21 mm.lik embriyoda) her yeni oluşan elementin merkezinde kondrifikasyon başlar. Ayak kemiklerinin kondrifikasyonunun kesin sırası şöyledir; İkinci ve dördüncü metatarsaller - kuboid ve takiben beşinci metatarsaldir. Naviküler kemik en son kondrifiye olan tarsal elemandır. Parmaklarda kondrifikasyon proksimalden distale doğru ilerler. Küçük parmağın distal falanksı en son kondrifiye olur. Embriyolojik periyodun en sonunda ayağın kemik elementlerinin dağılımı ve yapısı yetişkindeki ile aynıdır. Ayağın ossifikasyonu embriyolojik periyod sırasında gerçekleşir, synovial eklem çeşitli eklemler arasında gelişmeye başlar(72). Belirgin ossifikasyon 9. hafta civarında görülür(44).

Ossifikasyonun başladığını gösteren Tarsusun vasküler invazyonu ilk önce talusta başlar. Talusun kartilagenöz yapısında vasküler kanallar 43 mm.lik embriyoda görülür ve 7-8 mm.lik embriyoda mutlaka vardır. Kanallardaki sinüs tarsi ve tarsal kanalın anteriorundan temel olarak orijin alır. Şu unutulmamalıdır ki bu damarlar yetişkindeki talusa kan akımının ilk kaynağıdır. Vasküler invazyonun ilerlemesi kalkaneusta- navikülerde- kuboidde- kuneiformlarda- metatarslarda ve falanksalarda devam eder.

Ayakta ossifikasyon ilk olarak distal falankların uçlarından başlar ve proksimale doğru ilerler. Takiben periostal kemik boyunları metatarsal shaft etrafında oluşmaya başlar, daha sonra proksimal ve distal falankların etrafında başlar.

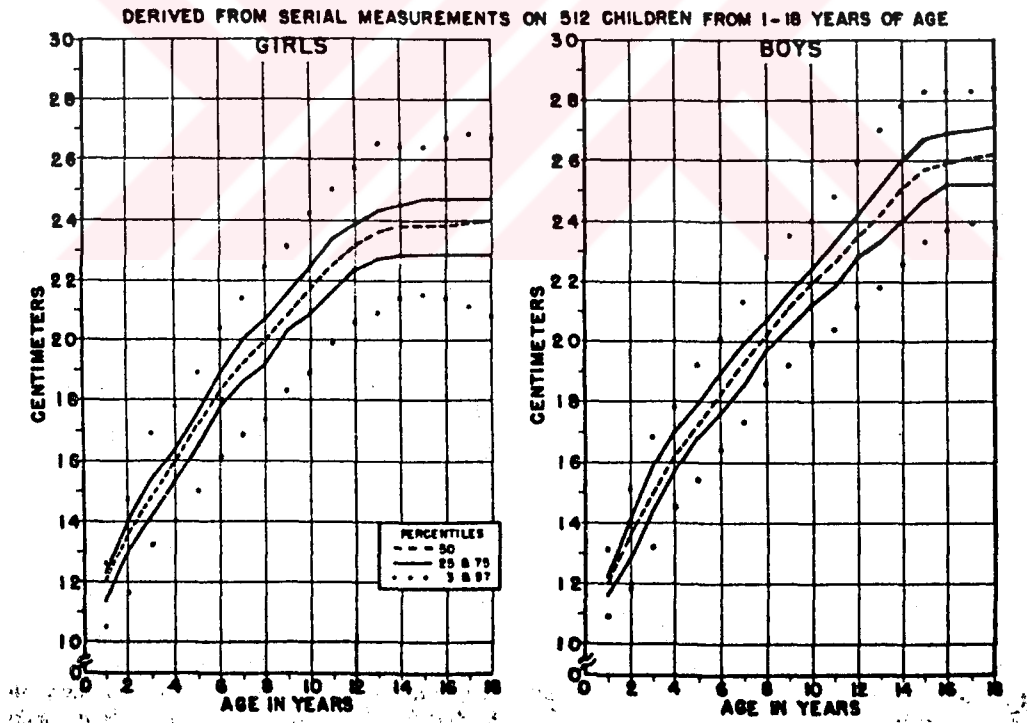
Kalkaneus tarsal kemikler içinde ossifikasyonun başladığı ilk kemiktir. Primer ossifikasyon merkezi 1. ve 6. fetal aylarda görünür. Aşkar olarak kalkaneus cisminde 2 adet merkez görülür. Apofizin kalsifikasyonu kızlarda 4-6 yaşta, erkeklerde 5-9 yaşta başlar. Füzyon kızlarda 16, erkeklerde 20 yaşında oluşur. Talus ikinci ossifiye olan tarsal kemiktir genelde 8. fetal ayda başlar. Kuboid kemiğin ossifikasyonu doğumla birlikte oluşur, bazen 21. güne dek sürebilir. Tarsusda doğum ile kalkaneus, talus ve kuboid kemikler genellikle primer ossifikasyon merkezine sahiptirler.

Tibia ve fibula 5. haftada (11-13.5 mm.lik embriyoda) mezenşimal kondansasyon olarak görülür. Erken basamaklarda fibula kalkaneus ile temas halindedir. 8.haftada malleol kondrifikasyonu başlar. Tibianın primer ossifikasyon merkezi 9. haftada görülür fetal hayatın 8-9. haftasında proksimal tibial epifiz ossifiye olmaya başlar. Distal tibial epifiz ise post-natal 6-10 ay arası görülmez.

#### NORMAL AYAĞIN GELİŞİMİ:

Ayağın longitudüenal gelişimi, cerrahi girişimi planlarken önemli bir noktadır. Blais-Green ve Anderson büyüyen ayağın uzamasının normal standartlarını saptamışlardır (Tablo:1). Hem erkek hem de kızların ayakları infanttan 5 yaşına doğru kesin olarak azalan bir oranla büyüme gösterir.Kızlarda 5-12 yaşlarında, erkeklerde 5-14 yaşlarında ayakların ortalama yıllık büyüme oranları 0.9cm/yıl'dır.Bu oran kızlarda 12,erkeklerde 14 yaştan sonra belirgin olarak azalır (10).

Tablo:1, Erkek ve kız çocukta normal ayağın gelişimi



Blais, Green ve Anderson aynı zamanda femur ve tibianın total uzunluğu ve ağırlığına göre ayakların büyümesinin durabildiğini göstermişlerdir. Kızlarda 1, erkeklerde 1.5 yaşında ayağın matür uzunluğunun yarısı kadar olduğunu saptamışlardır(10).

## D. AYAGIN KONJENİTAL DEFÖRMİTELERİ

### I-AYAK VE BACAĞIN POSTÜREL DEFÖRMİTELERİ (72):

Fetus intrauterin olarak doğal olmayan pozisyonlarda duruyor ise ayak ve bacakta birçok postürel deformite oluşabilir. İntrauterin malpostürel deformiteler, talipes valgus, metatarsus adduktus ve postürel clubfoot'dur. İntrauterin malpozisyonlara bağlı diğer sık sekeller; dizde ekstansiyon kontraktürü, kalçaların birinde abduksiyon, diğerinde adduksiyon kontraktürü ile gözlenen konjenital oblik pelvis, omurgada infantil skolyoz, baş ve boyunda tortikolis ve plagicephalidir.

Postürel deformiteler; nonteratolojik patolojilerdir. Organogenesi takiben postembrionik periyotta olaylanır. Normal bölümün deformasyonunun sonucudurlar. Tersine malformasyonlar organogenesis periyodu sırasında gelişen defektlerdir. Bu iki grubun ayrımı Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo:2, Konjenital Malformasyonlar ile Konjenital postürel deformitelerin karakteristikleri

|                          | Malformasyon                        | Postürel Deformasyon                                 |
|--------------------------|-------------------------------------|--|
| Gelişme periyodu         | Embriyonik, organogenesis sırasında | Postembriyonik, bölümlerin normal formasyonu sonrası |
| Doğumda insidansı        | % 3.6                               | % 2  |
| Yapısal değişiklikler    | Sıradan                             | Nadiren  |
| Pasif manüplasyona cevap | Düzeltilemez                        | Düzeltilbilir  |
| Spontan düzelme          | Yok                                 | Genelde var  |

Dunn tarafından postürel deformitelerin insidansı araştırılmıştır (71). Birmingham Maternity hastanesinde 4754 infant üzerinde yapılan araştırmada;

- 4486 (%94,4) normal,
- 170 (%3,6) malforme (ilave deformiteli veya deformitesiz),
- 98 (% 2) Postürel deformiteye sahip, şeklinde bir dağılım saptanmıştır.

Multiple deformite (2 veya daha fazla) vakaların %33'ünde saptanmıştır. 98 infant içinde 151 ayrı deformite görülmüştür. Dunn aynı zamanda postürel deformitelerin esas grupları arasında çok belirgin klinik ilişkileri göstermiştir.

Normal insan fetal postürü nöromusküler fonksiyonun sırasıyla gelişmesine bağlıdır. Periferik ve merkezi sinir sistemi cranio-kaudal yönde gelişir. Kas gruplarının inervasyonları anatomik seviyeler ile distale doğru ilerler. Alt ekstremitelerin postürleri sırasıyla; ilk kalça fleksiyonu ve medial rotasyonu (L1 -L2 iliopsoas kasının inervasyonu), ikinci kalça adduksiyonu (L2 -L3 kalça adduktörlerinin inervasyonu), üçüncü diz ekstansiyonu (L3 -L4 Quadriceps kasının inervasyonu) şeklindedir. Alt ekstremitelerin postürü, insan fötüsü 20. haftasında iken kalçada fleksiyon, içrotasyon, addüksiyon ve dizde ekstansiyon şeklindedir (Şekil 5).



Şekil:5, İntrauterin postürün gelişimi

Takiben kalçada kısa lateral rotatorların kontraksiyonları başlar (L4, L5, S1) ve alt ekstremiteler laterale rotasyona olur ve patella dışa döner. Harmstringlerin kontraksiyonları ile diz fleksiyonu oluşur (L5, S1, S2). Gluteus maximusun inervasyonu ile kalça dış rotasyona gider (L5, S1, S2). Peroneallerin aktivasyonu ile başparmak ekstansörleri ve anterior tibial kas, ayağı dorsifleksiyon ve eversiyon pozisyonuna getirir. Sonuçta triceps surae'nin ve posterior tibial kasını inervasyonu ile (L5, S1, S2). ayak plantar fleksiyona ve inversiyona döner.

Gelişmede herhangi bir seviyede aksama; alt ekstremitede ve ayaklarda o seviyedeki pozisyona uyan bir anomaliye neden olur.

## II-TALİPES KALKANEOVALGUS:

Postural bir deformite olup ayağın tümünün dorsifleksiyonu ve eversiyonu ile karakterizedir. Dorsal ve lateral yüzdeki yumuşak dokular kontrakte dir, sınırlı plantar

fleksiyon ve inversiyon mevcuttur. Deformitenin ağırlığına göre ayak sırtı tibia ön yüzü ile temasta olabilir. Ayak eklemlerinde dislokasyon veya subluksasyon yoktur. Sekonder kemik değişiklikleri veya ossifikasyon merkezlerinde hipoplazi görülmez.

Talipes kalkaneovalgus en sık görülen ayak deformitesidir. Welzenstein ayak deformiteleri içindeki insidansını % 30 ile % 50 arasında tanımlamıştır (72). Her 1000 doğumda 1 görülebilir. Kız / erkek oranı 0.61 / 0.1'dir. İntrauterin malpostür, çevresel faktörlerin yanında, gecikmiş gebelikteki uterin basınç artışı etyolojide sorumlu tutulan faktörlerdir. Özellikle ilk doğumda küçük uterus ve kuvvetli abdominal kaslar sonucu oluşur.

Konjenital konveks pes valgustan ayırd edilmelidir; talokalkaneonaviküler eklem dorsolaterale disloke olur, talus vertikal pozisyonda kilitlenir, ön ayak eversiyon ve abdüksiyondadır. Arka ayak ekin pozisyonunda fiksedir. Sonuçta rocker bottom deformitesi gelişir. Özellikle spina bifida occulta olmak üzere nöromusküler hastalıklar ekarte edilmelidir.

Prognozu iyidir, hafif deformiteler manuplasyon ile tedavi edilir, ayak 3-6 ay arasında normal şeklini alır. Orta dereceli deformitelere günlük pasif germe egzersizleri yapılır. Günde 4 defa 20-30 kez germe egzersizi yapılmalıdır. Ağır deformiteler ise takip altına alınmalıdır. 3-11 yıl sonra hastaların büyük bir çoğunluğu müdahalesiz normale dönebilir. Hasta yürümeye başlayınca residüel bulgular görülmüştür.

### III-TALİPES VARUS

Postürel Talipes Varus'ta ön ayak addukte ve invertedir, arka ayak invertedir, ayak bileğinin ve ayağın dorsifleksiyonu normaldir. Talokalkaneonaviküler eklem mediale sublukse değildir. Adaptif ossöz yapısal değişiklikler yoktur. Deformite rijit değildir, karşı ayak valgus pozisyonunda olabilir. Kalça konjenital oblik pelvis açısından muayene edilmelidir. Talipes valguslu taraf ekstremitede abdüksiyon kontraktürü bulunabilir. Postürel deformitelerin bu kombinasyonlarının arasında sıkı ilişki vardır. DKÇ, postürel skolyoz ve tortikolis bu kuralın dışındadır.

Tedavi alçı korreksiyonları ile yapılır, dizaltı alçılar uygulanır, haftada bir yenilenir. Prognozu iyidir, deformite 2-4 hafta içinde düzelir. İnfantlar splintleri sadece gece takarlar.

#### IV-POSTÜREL TALİPES VALGUS

Bu tip deformitede hem ön ayak hemde arka ayak evertedir ve abduktedir. Ayak bileğinin dorsifleksiyonu ve plantar fleksiyonu normal ölçülerindedir. Tedavide pasif germe egzersizleri ve dizaltı korrektif alçılar uygulanır. 3-6 hafta içinde tam düzelme sağlanır.

#### V-KONJENİTAL METATARSUS ADDUKTUS

Ön ayak adduktedir, arka ayağın pozisyonu nötral veya hafifçe valgustadır. Tarsometatarsal eklemlerin artiküler ilişkileri normaldir. Yapısal deformite yoktur. Konjenital metatarsus varustan ayırt edilmesi önemlidir. Postürel metatarsus adduktusta ayak nötralpozisyona kolayca getirilebilir. Konjenital metatarsus varusta tarsometatarsal eklemdede medial sublüksasyon vardır. Ön ayakun konjenital metatarsus varusu rijittir pasif manüplasyonlara dirençlidir. Genelde tedaviye gerek yoktur 3-4 hafta içinde spontan iyileşme gözlenir.

#### VI-POSTÜREL CLUBFOOT

Ön ayak addukte, ön ayak ve arka ayak invertedir. Ayağın tümü ayak bileğinden plantar fleksiyonda, başparmaklar aşağı pozisyonudadır. Bu durum intrauterin malpozisyondan dolayı oluşur. Anatomik olarak talokalkaneo naviküler eklem normal artiküler ilişkiler içindedir. Medial ve plantar sublüksasyon göstermez. Talusun boynu ve başı mediale yönelmemiştir. Talus boyun açısı normaldir, cilt çizgileri normaldir, uyluk atrofisi yoktur. Deformite rijit değildir. Postürel clubfoot, konjenital talipes ekinovarusun ekstrinsik bir tipidir.

Tedavide ayağı valgusa ve dorsifleksiyona zorlayan germe egzersizleri yapılır. Korrektif alçılar uygulanabilir, prognoz iyidir, normal ayak 2-3 ay içinde elde edilebilir.

#### VII-KONJENİTAL TALİPES EQUINOVARUS

Genelde Pes equino varusun tarifi tanıtımsaldır. Topuk invertedir, ön ayak ve orta ayak invertede ve abduktedir (varus), ayak bileği ekin pozisyonunda ve plantar fleksiyonudadır, başparmaklar topuk seviyesinin altındadır. PEV, talokalkaneo naviküler eklem ile kalkaneo kuboid eklem dözgün olmayan pozisyonu ile oluşur. Talus ön ucu laterale, baş ve boynunun mediale ve plantare yönlenmesi görülür. Kalkaneus plantar fleksiyonudadır, ön ucu mediale dönüktür, arka ucu dış malleole bağlanmıştır. Naviküler mediale ve dorsale displasedir, kuboid

mediale displacedir kalkaneus ile irtibattadır. Bu artiküler malalignmentler kapsüller- ligamentler ve muskulo tendinöz kontraktürler tarafından sıkıca fikse edilmiştir.

İnsidensi: PEV ayağın en sık görülen 1. deformitesidir. İlk kez Hipokrat tarafından tanımlanmıştır. Genelde 1000 doğumda 1,2 sıklıkla izlenir. Erkek / kız oranı 2 /1'dir. Görülme sıklığı erkek çocuklarda binde 1,6 kız çocuklarda binde 0,8 dir. Olguların %50'si bilateraldir, tek taraflı olgular solda biraz fazlaca izlenir.

Heredite: PEV'in kalıtım paterni başlangıç etkisi ile poligeniktir. Tek genetik faktör veya ünifaktöriyel hastalıklar hesaplanmayan varyasyonlar gösterirler. Ünifaktörel etkilerin kalıtım paterni basittir. Dominant resesif veya seks kromozomuna bağlı olabilir, Tek mutant genli malformasyonla da olabilir.

Etyoloji:

1-İntrauterin mekanik faktörler: Hipokrat tarafından ortaya atılmış en eski teoridir. Hızlı iskelet gelişimi sırasında ayaklar PEV'e doğru dış mekanik faktörler tarafından zorlanır. Yüksek doğum ağırlıklı bebeklerde, primipar uteruslarda, hidramniosta ve oligo hidramniosta PEV gelişimi bu teoriyi destekler.

2-Nöromusküler defekt: Özellikle peroneal sinir lezyonu intrauterin devrede PEV' e neden olur. Peroneal displazi sonucu gelişen muskuler imbalans bu olayı artırır.

3-Fetal gelişiminin durması: Embriyonik hayatın fizyolojik fazının birinde ayağın gelişimindeki defekt sonucu PEV geliştiği Hüter tarafından ileri sürülmüştür (71). Böhn tarafından prenatal hayatın ilk yarısında insan ayağının değerlendirmelerinde 4 basamak tanımlanmıştır (72).

a. Birinci basamak; (İkinci ay) Ayak 90 derece plantar fleksiyonda, arka ayak ve ön ayak ağır adduksiyondadır. Naviküler medial malleole yatmış vaziyettedir.

b. İkinci basamak; (Üçüncü ayın başlangıcı) Ayak süpinasyona doğru dönmeye başlar. 90 derece plantar fleksiyondadır. 1. metatars addukte, diğer dört metatars daha az adduktedir.

c. Üçüncü basamak; (Üçüncü ayın ortalarında) Ekinus hafif derecededir, fakat süpinasyon ve metatarsus varus halen vardır. Bu basamakta ayağın uzun aksı crurise dikdir.

d. Dördüncü basamak; (dördüncü ayın başları) Ayak orta derecede süpinasyondadır ve hafifçe metatarsus varus vardır.

Bu gelişim basamakları sırasında bir duraklama olursa PEV gelişimi ortaya çıkacaktır.

4-Primer germ plasma defekti;Genelde hamileliğin ilk trimestrindeki gelişen germ-plasma defektinin yarattığı defektif kartilaj gelişimi sonucunda PEV oluşur.

### VIII-KONJENİTAL KONVEKS PES VALGUS

Talokalkaneonaviküler eklem dorsal ve laterale primer dislokasyonudur. Naviküler kemik talusun dorsal yüzü ile eklem oluşturur, vertikal pozisyonda talusu plantar fleksiyona kilitler. Konjenital vertikal talus veya basit vertikal talus olarak da bilinir. Diğer sinonimleri vertikal talus yüzünden oluşan konjenital flat-foot, konjenital rocker-bottom flat-foot, talusun konjenital subluksasyonu yüzünden oluşan rocker-foot, konjenital flat-foot'dur.

Santral sinir sistemi ve muskuloskeletal sistemin anomalileri ile birlikte ya da izole primer deformite olarak görülebilir. Myelomeningoselli olguların %10'unda görülür, trizomi 13-15 ve trizomi 18'li olguların çoğunda rastlanır. Ayağın prenatal gelişiminin durması ile oluşur. İki tip vertikal talus oluşur; anterior tibial tip - ekstansör digitorum tipi.

### IX-TARSAL KOALİSYON

İki veya daha fazla tarsal kemik arasında değişik derecelerde birleşme olmasıdır, görülme oranı %1 ve daha azdır. İzole anomali olarak yada diğer vücut kemikleri arasındaki birleşmelerle birlikte görülebilir. En sık birleşme tarsusta kalkaneus ve naviküler arasında ve talus ile kalkaneus arasında rastlanır. En belirgin kliniği medial talokalkaneal köprü ve kalkaneonaviküler bardır. Talonaviküler koalisyon çok nadirdir. Bilateral veya unilateral olarak saptanırsa da kural olarak talonaviküler füzyonlar her iki ayakta da oluşur. Kalkaneonaviküler koalisyon olguların %60'ında, talonaviküler koalisyon %50'sinde bilateraldir.

### X-KONJENİTAL METATARSUS VARUS

Beş metatarsal kemiğin adduksiyon ve inversiyon deformitesi ile birlikte tarsometatarsal eklemlerin medial subluksasyonudur. Arka ayak hafifçe valgus veya nötral pozisyonadadır. metatarsus adduktus mükemmel bir prognoz ile ön ayağın postürel deformitesidir. 1000 canlı doğumdan birinde gözlenir.Kız / erkek oranı 100/76'dır. Tutulum bilateral veya unilateral olabilir.

## XI-KONJENİTAL BALL AND SOCKET AYAK BİLEĞİ EKLEMİ

Ayak bileği eklemi konturları anormaldir. Normal talusun proksimal artiküler yüzü lateralden kubbe şeklindedir. AP grafide bu yoktur KBSAJ 'de ise bu kubbe görüntüsü iki yönlü grafide de vardır, dış malleol bu deformiteye bazen katılabilir. Subtalar eklemnin hareketinin azaldığı görülür zamanla ayak bileğinde dejeneratif artrite gidiş olur.

## XII-PES KAVUS

Pes kavus; ön ayağın arka ayak üzerinde fikse ekinusudur, eğer pençe başparmak ile birlikte ise pençe ayak olarak isimlendirilir. Genelde nöromusküler hastalıklarla birlikte görülür. Bu lezyon kaslardaki periferik sinir sistemi, spinal kordun ön boynuz hastalıkları, spino serebellar yol hastalıkları, piramidal ve ekstra piramidal sistem hastalıkları veya serebellar korteks hastalıkları sonucu gelişir. Muskuler distrofi, Charcot Marie Tooth hastalığı, polinöritis, poliomyelitis gibi hastalıklarda da görülebilir.

Pes kavusun değişik tipleri vardır:

Basit tipde hem medial hem lateral kolonun plantar fleksiyonu eşittir. Ağırlık 1. ve 5. metatars başları üzerine dağılmıştır, topuk nötral pozisyonudur veya hafif derecede valgustadır.

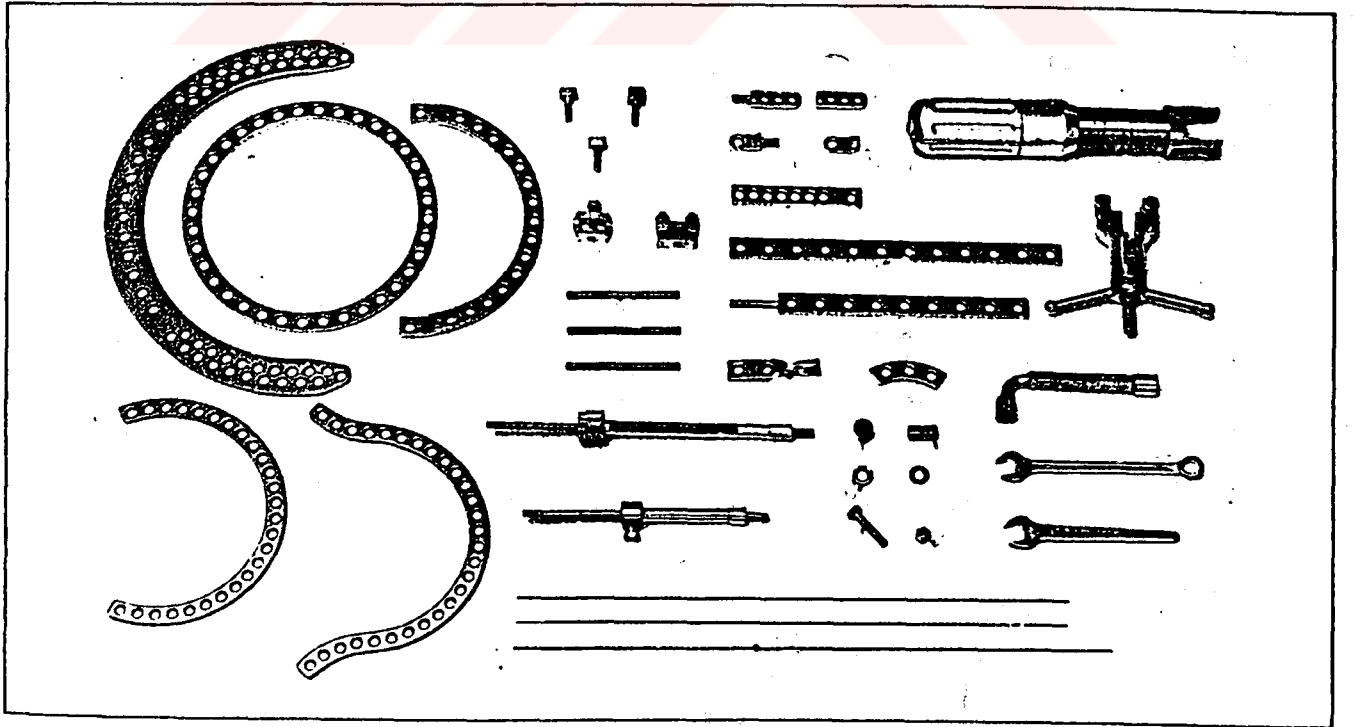
Pes cavovarusta sadece medial kolon plantar fleksiyondadır. 5. metatars normal horizontal pozisyonunda iken, 1. metatars ve daha az derecede olmak üzere 2. metatarsın longitudinal aksı ekindedir.

Kalkaneusun deformitesi flask paralizde gerçekleşir, poliomyelit ve myelomeningoselde oluşur. Triseps surae kası da paralizedir, arka ayakda kalkaneus pozisyonu ve ön ayak fikse ekin deformitesi görülür. Pes equino cavus PEV'e sekonder oluşur. Başparmak normal olabilir fakat zamanla retraksiyonla pençe şeklini alır.

## E.İLİZAROV EKİPMANI VE TEKNİĞİ:

İlizarov Sircüler Eksternal Fiksatorü (CEF), sayısız konfigürasyonlarda biraraya getirilebilen parçalardan oluşur. Çerçeve, her bir kemik fragmanına tespit edilen bir veya daha fazla halka ile kemik fragmanlarını komprese etmek, angule etmek ve rotasyonu sağlamak için kullanılabilir. Dolayısı ile eksternal fiksatörler içinde sadece CEF ile postoperatif dönemde ekstremiteye her üç düzlemde hakim olma şansımız vardır. Böylelikle uyguladığımız ekstremiteye ağırlık verilip, fonksiyonel kullanım sağlanırken deformiteler de rahatlıkla düzeltilebilir.

İlizarov kompresyon-distraksiyon aparatının elemanları; primer ve sekonder komponentler olmak üzere iki ana başlık altında toplanabilir (5).Primer komponentler; bitmiş aparatda iskelete uygulanan standart bölümlerdir, bunların içinde transossöz teller, halkalar, tel tutucular söylenebilir. Sekonder komponentler aparatı hazırlamada kullanılan özel elemanlardır; rodlar, bağlantı plakları, menteşeler, vida ve somunlar bunların bazılarıdır. Bu sistemi kullanmak için; osteotomlar, güçlü driller, çekiçler ve penseler dahil kemiğin standart osteosentezi için ihtiyaç duyulan ekipman da elde bulundurulmalıdır. Değişik anatomik ihtiyaçlar için iki temel set düzenlenmiştir.Tibia, humerus ve önkol'a uygulamak için teller ve tüm halka komponentleri SET A olarak , Femur uygulamaları için delikli arklar ve yarım halkalar SET B olarak düzenlenmiştir.



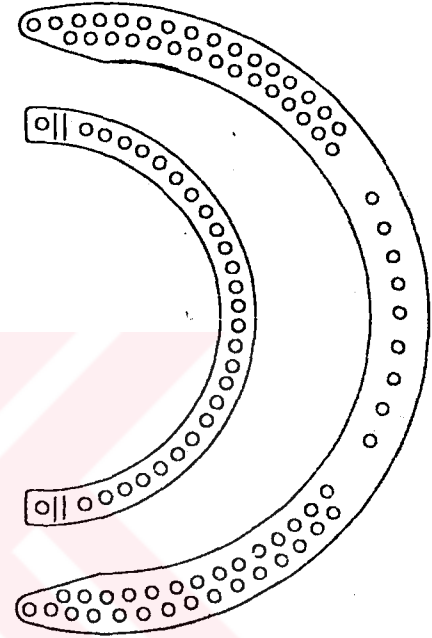
Şekil:6, İlizarov sisteminin elemanları

Uygulamanın mekanik prensiplerinin tam olarak anlaşılmasından sonra, sisteme yeni ilaveler getirilerek, optimal biyolojik ve mekanik şartlar ile lökomotor sistemin değişik hastalıklarına müdahale imkanı doğmuştur (37).Şekil:6'da İlizarov sisteminin tüm elemanları birarada gösterilmiştir.

Bu sistemdeki tüm vidalar, somunlar 10 mm.lik anahtara uygundur. İlk önce genel olarak İlizarov tekniğinin elemanlarını ve fonksiyonlarını kısaca inceleyerek tekniğin kullanım alanlarını ve uygulamalarını gözden geçirmiş olacağız.

#### İLİZAROV SİSTEMİNİN KOMPONENTLERİ(5);

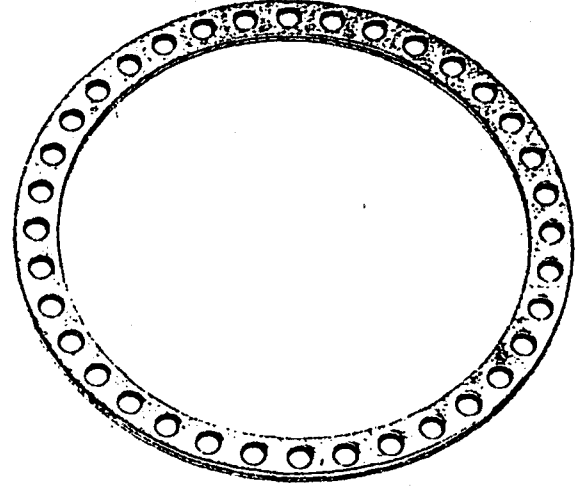
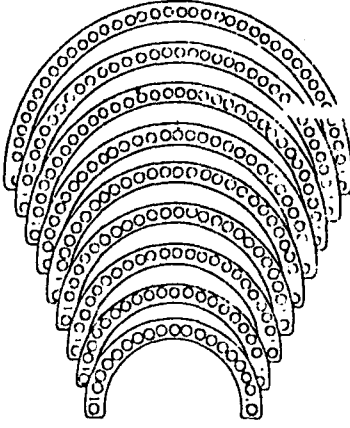
1-Delikli Arklar:Femur ve humerusun proksimal seviyelerinde kullanılır, ekstra delikleri vardır, yarım halkalardan daha geniş aplıdırlar.Femur ve humerusun proksimal seviyeleri karmaşık anatomik yapısı, nörovasküler yapı zenginliği nedeniyle tam pin geçişine müsade etmediğinden arklara bağlanabilen yarım pinler ile stabilizasyon sağlanabilmektedir. Arklar aynı zamanda bu eklemlerin yakınına fikse edildiği zaman eklem hareketlerine engel olmaz.(Şekil:7).



Şekil:7, Arklar

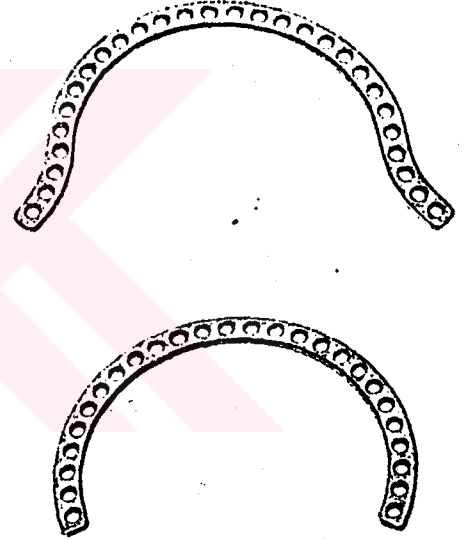
2-Tam Halkalar:Kendiliğinden tam halkalar bulunabildiği gibi iki adet yarım halkanın birleştirilmesi sonucu da elde edilebilir. Genellikle bacağa ve  nkola uygulanan aparatların en distal halkası olarak kullanılarak; ayak ve el için uygulanması muhtemel kompleks teller için ekstra delik imkanı sağlamaktadır. Tam halkalar ayak deformitelerinde uygulanan distal tibia halkası için idealdirler.

3-Yarım Halkalar:İki yarım halka birleştirildiği zaman tam halka çapı elde edilebilir. Uygun aparat ilaveleri için kullanılabilir. Uygun çapta kullanıldığında;önkol, humerus, tibia ve femurun 1/3 distal veya ortasına uygulanabilir.Ayrıca aynı çaptaki yarım halkalar bağlantı plakları yardımıyla "oval halka" elde etmekte yararlanılabilir.(Şekil:8).



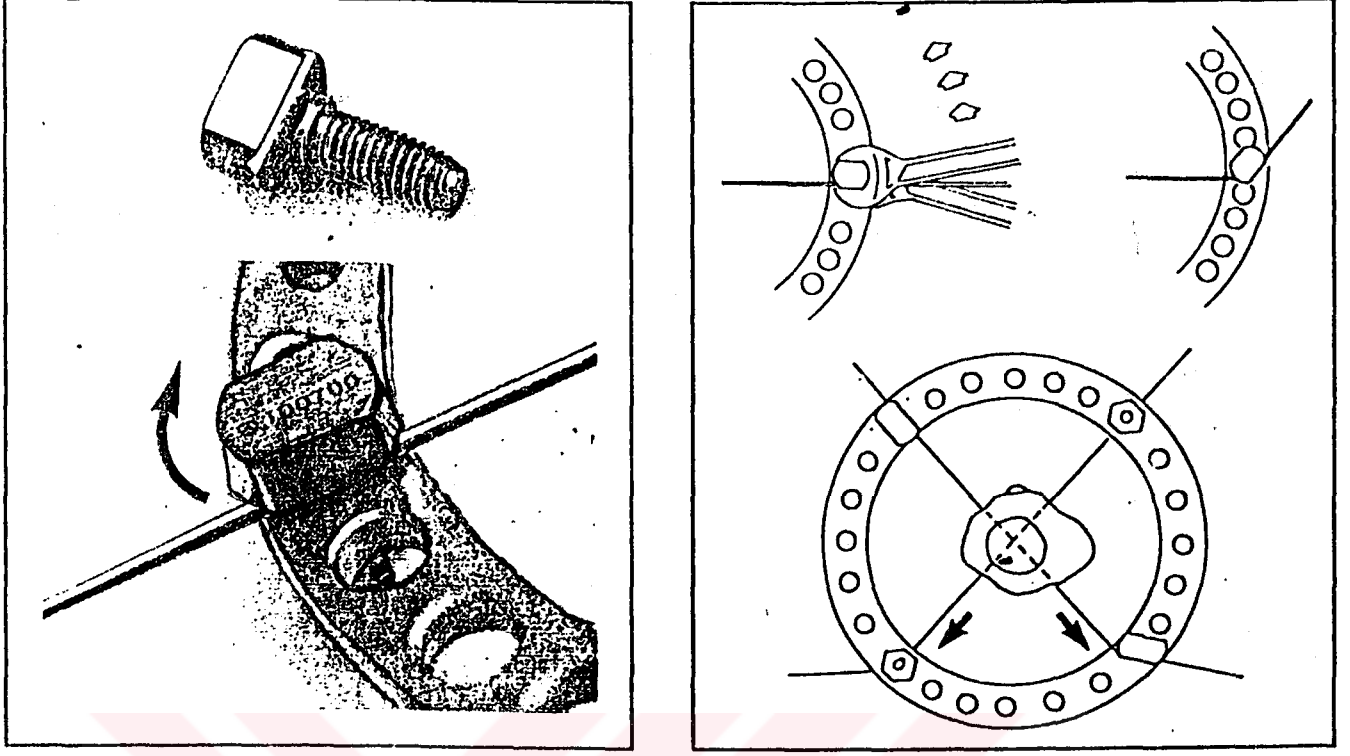
Şekil:8, Tam ve yarım halkalar

4-Omega halkalar ve 5/8'lik halkalar:Omega halkalar proksimal humerus için kullanışlıdır. Aparatın takılmasından sonra omuz hareketlerine müsaade eder. 5/8'lik halkalar distal humerusta serbest dirsek hareketlerine izin verir.Diz ve ayak bileğine yakın bölümlerinde tibia ve femurun kompleks kırıklarında kullanılabilir. CEF'in ayak deformitelerinde kullanımında ise kalkaneusa uygulandığında, kalkaneusa değişik açılardan tel geçişine izin verir. (şekil:9)



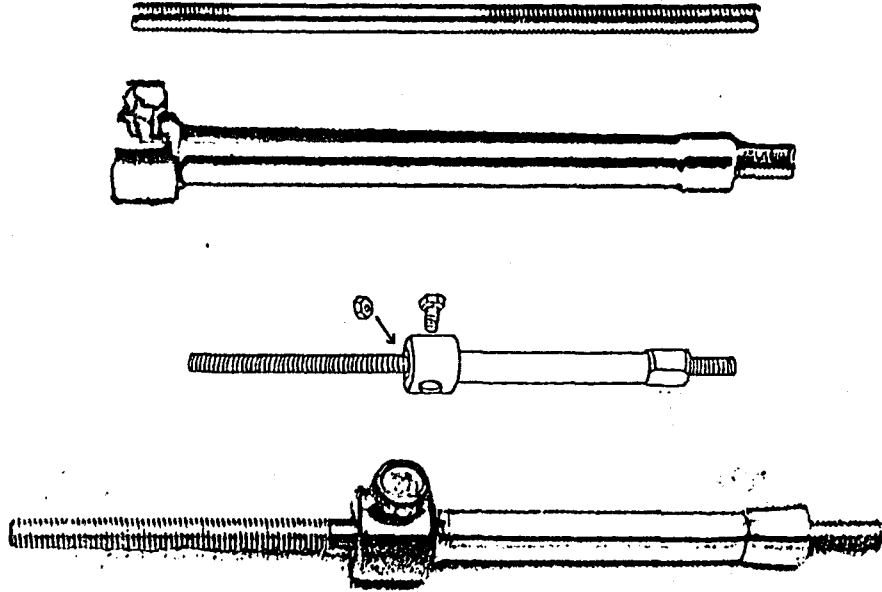
Şekil:9, Omega ve 5/8'lik halka

5-Tel Tutucular (wire fixer):Delikli ve yarıklı olmak üzere iki tipi vardır. Tel halkadaki deliğin tam ortasından geçiyor ise delikli tipi, eğer tel halkadaki deliği merkezlemiyorsa yarıklı tipi kullanılmalıdır. Telleri halkaya gergin şekilde tutturmayı sağlarken gerekirse gerilmeden sonra yapılabilecek uygun rotasyon hareketleri ile ekstremitenin rotasyonu gerçekleştirilebilir.(Şekil:10).



Şekil: 10, Tel tutucular ve uygulamaları

6-Vida ve somunlar: Vidaların yivli bölümleri 6 mm. çapında olup, cm.sinde 10 yiv bulunur. Tam bir tur vidayı 1 mm.hareket ettirir. 10-16 ve 30 mm.uzunluğunda olabilen vidaların kafaları ve somunlar 10 mm.lik anahtara uygundur.



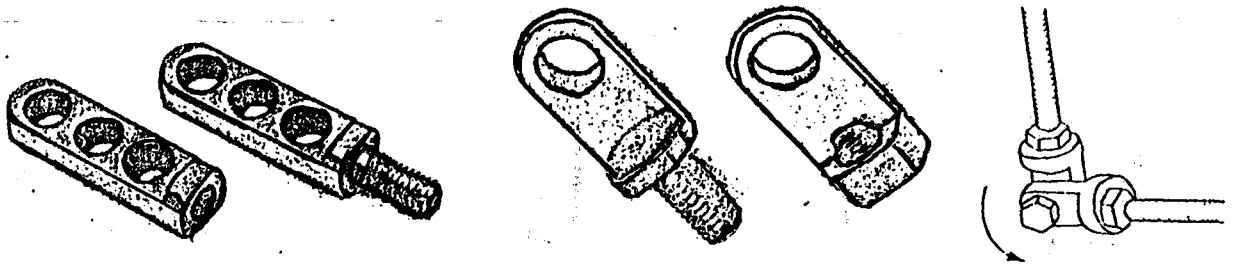
Şekil: 11, Rodlar

7-Yivli Rodlar:Kontrollü mekanik kuvvetlerin uygulamasında gerekli komponentlerdir. Bağlandığı halkalardaki nutların döndürülmesi ile istenilen yönde kompresyon veya distraksiyon yaratılabilir. Somun'un 360 derece döndürülmesi ile rod üzerinde 1 mm.yol alınır. Bazı rodların bir ucunda tel fiksasyonu sağlayabilecek yarıklar vardır,bu uca tel iki adet somun ile sıkıca tutturularak diğer uç ile distraksiyon sağlanabilir. Yarıklı rodlar sayesinde, boncuklu teller yardımı ile internal uzatma da sağlanabilir.(Şekil:11).

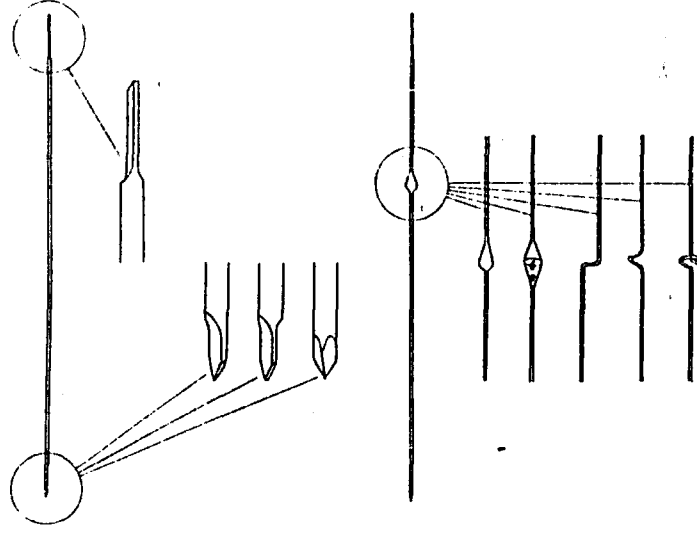
8-Teleskopik Rodlar:İki ucu delik boru gibidir, bu uçlara yivli rodlar konarak distraksiyon sırasında stabiliteyi arttırmak için kullanılırlar. 150-200 mm.den fazla olan mesafelerde yivli rodların eğilmesi stabiliteyi azaltır. Bazı teleskopik rodların üzerinde bulunan milimetrik ölçü işaretleri ile yapılan distraksiyon gözlenebilir.(Şekil: 11).

9-Klemler:Erkek ve dişi olmak üzere iki tipi vardır. Erkek tipinin alt tarafında bir somun ile halkaya tutturulabilecek yivli rodu vardır. Dişi tipinde ise bir vida ile halkaya tutturulabilecek yivli bir delik mevcuttur. 25- 35- 45 mm. gibi değişik boylardadır. Halkadaki tellere ilave olarak başka bir seviyeden tel geçirmekte veya deformite düzeltilmesinde menteşe olarak kullanılabilirler.(Şekil: 12).

10-Transfiksasyon telleri:Eğilebilen çelik kirschner telleridir. 1.5mm ve 1.8 mm. çapındadırlar.Son zamanlarda 2 mm.lik teller de kullanılmaya başlanılmıştır. Telin sertliği çapının dördüncü kuvvetiyle orantılıdır. Tellerin ucu süngü şeklinde olup kortikal ve kansellöz kemiği kolayca geçebilir. Kullanılacak telin çapına karar verirken uygulama yapılacak kemiğin dansitesi önemlidir (37). Pediatrik ve üst ekstremité uygulamalarında 1.5 mm.lik tellerin kullanımı uygundur.Transfiksasyon teli yerleştirildikten sonra telin bir ucu halka ile fikse edilerek, diğer ucu kalıcı fiksasyondan önce gerdirilir (28).(Şekil:13)



Şekil:12, Klemler



Şekil:13, Transfiksasyon telleri

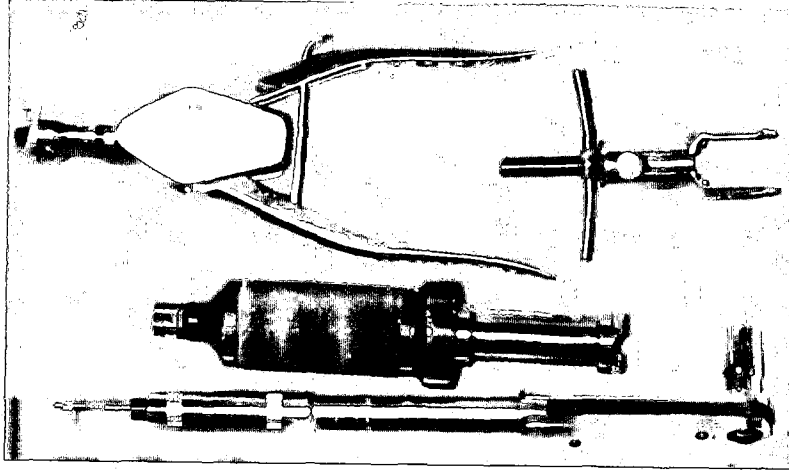
Kemik segmentleri stabilize etmek veya çekmek için kortikal kemiğe dayanan boncuklu teller kullanılır. Bu teller üç amaç için uygulanırlar; Birincisi, deformite düzeltilmesi sırasında kemiğin tel boyunca kaymasını önleyerek konfigürasyonun stabilitesini sağlamaktır. İkincisi, deformite düzeltilmesi için dayanak noktası görevini görürler. Üçüncüsü, kemiği istenilen yönde çekmek için traksiyon elemanı olarak kullanılırlar.

Boncuklu teller gibi konikal teller de aynı amaçlar ile kullanılabilir. Stoplu diye anılan tellerin boncuklu tellerden üstünlüğü; porotik kemiklerde konikal geniş zemini ile kemiğe penetre olmadan istenilen yönde kemiğe kuvvet uygulamaktır. Ayrıca düz tellere kemiği geçtikten sonra sirküle, twisting veya bayonet şekilleri verilerek fragmanların stabilizasyonu için kullanılabilir.

11-Tel gerdiricileri:Standart tel gerdiricileri birbiri içine geçmiş iki boru gibidir. Dıştaki boru halkaya otururken içteki boruya tel tutturulur ve buna bağlı kol ile gerdirme sağlanır. Son zamanlarda geliştirilen otomatik yay sistemli gerdiriciler ile gerilim kuvveti de ölçülebilmektedir.(Şekil:14).

Bagnoli ve ark. yaptığı çalışmada 1.5 mm.lik tellerin 210 kg'a, 1.8 mm.lik tellerin ise 305 kg'a kadar kuvvete dayanması gerektiğini göstermişlerdir. İdeal tel gerilimini karar vermede Bagnoli ve ark. yaptığı çalışmalarda 1.5mm.lik tellerde 105 kg., 1.8 mm.lik tellerde 150 kg. olarak saptamışlardır(60).Son zamanlarda ise aşağıdaki tabloda görüldüğü gibi telin

gerilimine karar vermede telin ve halkanın çapı önemlidir(73). Tellerin gerilimi yarım halkalarda ve klempelerde mekanik yetersizlik yaratmaması için azaltılmalıdır.



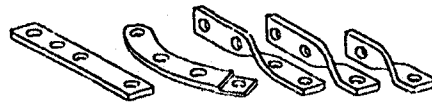
Şekil: 14, Otomatik ve mekanik gerdiriciler

GERİLİM (KG)

Tablo:3, Tel çapı ve halka boyutuna göre telin gerilim miktarı

| TEL ÇAPI<br>(mm.) | TAM<br>HALKA | YARIM<br>HALKA | KLEMP |
|-------------------|--------------|----------------|-------|
| 1.5               | 110          | 70             | 50    |
| 1.8               | 130          | 70             | 50    |

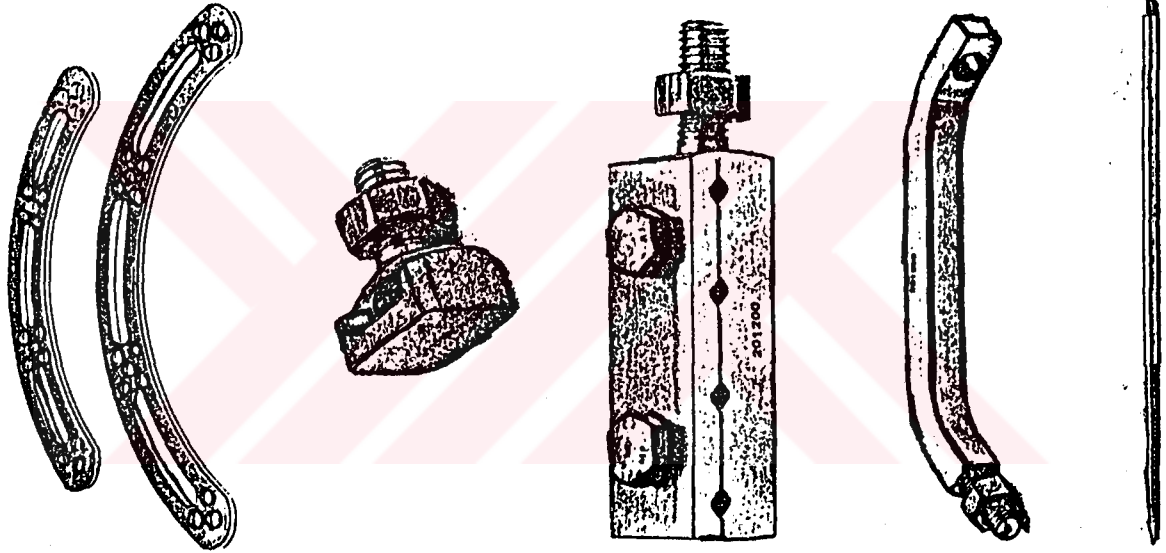
12-Plaklar:Düz ve bükülmüş olarak iki ayrı tipi vardır.Düz tipleri basit iki delikliden 14 delikliye kadar değişen uzunluktadır. Lateral distraksiyon ile kemik genişletilirken tel tespit noktaları olarak görev görür (28). Halkaların birbirleriyle açılanmasını ve yer değiştirmesini aynı anda sağlayan stabil destek elemanlarıdır. Kısa plaklar ile küçük halka çapları büyütülebilir. Fiksasyon düzleminin 90 derece rotasyonu için bükülmüş plaklar kullanılmalıdır.(Şekil:15).



Şekil: 15, Plaklar

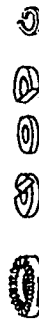
13-Proksimal femur için özel aparatlar:Proksimal femura standart Ilizarov uygulamalarında, hastaların aparatı tolare etmede ve anatomik özelliği nedeniyle aparatı uygulamada bazı zorluklar görülmesi nedeniyle bu bölgeye özel komponentler dizayn edilmiştir. Pinlerin posteriordan gluteal adalelerden çıkışı birçok yüzeysel ve derin enfeksiyonlara neden olmaktadır. Proksimaldeki ringler de aynı zamanda hastanın oturması, yürümesi ve diğer fizyolojik fonksiyonlarını kısıtlamaktadır.

Tüm bu sebeplerden dolayı bu bölgeye yarım pin fiksasyonu için özel komponentler dizayn edilmiştir. Delikli arklar, bunlara uygulanabilecek 4-5 ve 6 mm.lik yarım pinler ve bu pinleri arklara fikse edebilecek tutucular geliştirilmiştir (Şekil:16).



Şekil:16, Proksimal femur için aparatlar

14-Rondelalar:Düz,oluklu ve çift sferik olmak üzere üç gruptur.Düz olanlar tel uygulamalarında mesafe korumaya yarar. Oluklu rondelalar konfigürasyonun herhangi bir yerinde tel fiksasyonu için kullanılır. Çift sferik rondelalar ise halka ile yivli çubuk arasındaki açının kompanse edilmesi ve yivli çubuğun 7.5 derece açılanmasını sağlar.



Şekil:17, Rondelalar

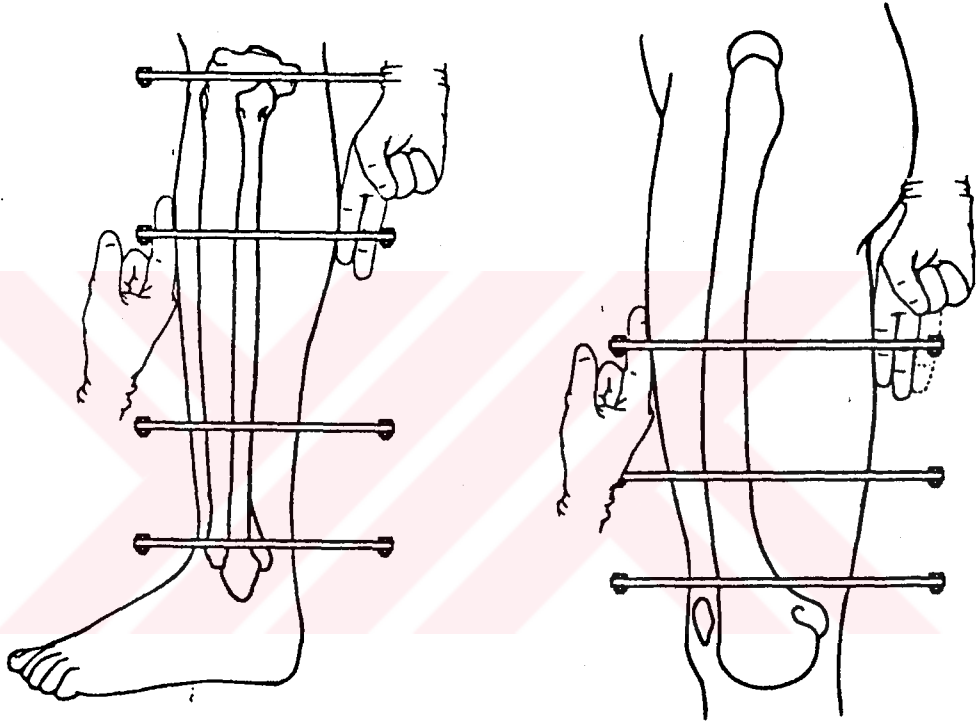
## ILIZAROV TEKNİĞİ:

Uygulayıcı, Ilizarov sisteminin teknik kullanımına başlamadan önce kullanım amaçlarını bilmelidir. Kullanımı sırasında Ilizarov komponentlerinin yerini ve görevini tam olarak anlamalıdır. Ilizarov CEF'ün endikasyonlarını inceleyerek;

- 1- Ekstremitte eşitsizliklerinin tedavisi,
- 2- Diafiz, metafiz ve pek çok epifiz kapalı kırıkları,
- 3-Büyük kemik, sinir, damar ve yumuşak doku defektlerinin greftlemeye gerek kalmaksızın onarımı,
- 4-Uzun kemiklerin veya eklemlerin travmatik, metabolik veya doğumsal deformitelerinin düzeltilmesi,
- 5-El deformitelerinin düzeltilmesi,
- 6-Ayak deformitelerinin düzeltilmesi,
- 7-Konjenital veya travmatik psödoartrozların perkutan olarak ve tek basamaklı tedavisi,
- 8- Fonksiyonel veya kozmetik nedenlerden ötürü kemik kalınlaştırma uygulamaları,
- 9- Eklem kontraktürlerinin perkutan düzeltilmesi,
- 10-Osteoartrit vakalarında uygulanan osteotomilerde tespit veya repozisyon,
- 11-Eklem artrodezleri,
- 12-Soliter kemik kistleri ve benzeri lezyonlardaki defektleri kapatma,
- 13-Enfekte kemikler üzerinde yeni kemik oluşumunu uyarak enfekte nonunionların tedavisi,
- 14-Osteomyelit veya tümör vakalarında en-blok rezeksiyon uygulayarak internal uzatma ile tedavi sağlamak,
- 15-Amputasyon güdüklerinin uzatılması,
- 16-Mandibula hipoplazisi ve benzer lezyonların tedavisi,
- 17-Bazı oklüziv damar lezyonlarının by-pass greftleme gerektirmeden tedavi,
- 18-Akondroplazik ve diğer cücelik vakalarının tedavisi.

Ilizarov cihazının uygulamalarına başlamadan önce ilk yapılacak iş halkaların seçimidir. Halkalar yerleştirilecekleri ekstremitede denenerek uygun çapta olanları belirlenmelidir. Yumuşak dokunun fazla olduğu ve ödem gelişebilecek bölgelerde, uygulama sonrası halka ile ekstremitte arasında yeterli mesafenin kalabileceği büyüklükteki halkalar tercih edilmelidir. Yumuşak doku ile halkalar arasında en az 2 cm.lik boşluk kalmalıdır (73).Uygulamalarda cruris aparatlarında önden bir, arkadan iki parmak mesafe olması ve crurisin halkanın hafif

antero medialine yerleştirilmesi gerekir. Femur aparatlarında ise önden bir arkadan üç parmak mesafe bırakılması şarttır (şekil:18). Gasser ve arkadaşları halka boyutunda her 2 cm.lik artışın, stabiliteyi %43.5 oranında azalttığını saptamışlardır (23). Uygun olmayan halkalarda; fonksiyon kısıtlanması, ağrı, kullanım kusuru, osteoporoz gelişir, cihazda gevşeme olur ve tedavi süresi uzar. Proksimal humerusta omega halka, eklemlere yakın bölgelerde ise 5/8'lik halka kullanılması eklemin hareketleri açısından önemlidir (16).



Şekil:18, Halkaların Seçimi

Fiksasyonun stabilitesini arttırmak için kırık hattının iki altına ve iki üstüne dört halkalık tespitler gerekir. Daha az sayıdaki halka stabiliteyi azaltırken, daha çok sayıdaki halka ağrı ve hareket kısıtlılığı gibi komplikasyonlara neden olur. Halkaların ayrı ayrı rodlarla bağlanması ile kazanılan stabilite ise dört halkanın aynı rod ile bağlanması sonucu elde edileden fazladır. Çünkü uzun rodlarda eğilme kuvvetlerine karşı direnç azalmaktadır(37).

Düz tellerin sayısı her fiksasyon düzeyinde iki veya daha fazla olmalıdır (29). Eğer kırık veya ilgili bölümün altında ya da üstünde ikinci bir halka seviyesi sağlanamıyorsa mevcut halkanın üzerine, altına veya iki düzlemlilik olarak klempler yardımıyla bir üçüncü tel uygulanmalıdır (37). Teller geçirilirken doku nekrozundan kaçınılmalıdır. Dokuların tel

çevresine sarılması, aşırı gerilme veya drilizasyon esnasında oluşan ısıya bağlı termal harabiyet yumuşak dokuların nekrozuna neden olmaktadır (29). Telin sivri ucu yumuşak dokulara sarılacağı için dril çalıştırılmadan önce dokudan kemiğe kadar düz bir şekilde itilmelidir. Tel geçirilirken eğilip hedefinden sapmaması için ucuna yakın bir bölgesinden alkollü bir bezle tutularak; hem alkolün soğutucu etkisi ile ısı artışından korunulur hem de telin eldivene sarılması engellenir. Her ne kadar alkol ısıyı azaltsa da sürekli drilizasyondan kaçınılarak darbeli drilizasyon uygulamak kemik nekrozuna engel olacak önemli bir husustur. Telin ucu kemiğin karşı korteksini geçtiği zaman drilizasyon işlemine son verilmeli ve bir çekiç yardımıyla tel ilerletilerek ciltten çıkarılmalıdır. Bu şekilde damar ve sinir yaralanması riski minimaldir. Tel çıktığı zaman çok ısınmışsa çıkartılmalı başka bir yerden yeni bir tel geçilmelidir.

Transfiksasyon telleri anatomik kesite dikkat edilmeden uygulanırsa nörovasküler yapılara zarar verilebilir. Bu nedenle operasyon esnasında daima güvenli tel geçiş bölgelerini gösteren anatomik kesitlerin hazır bulundurulması gereklidir. Transossöz tellerin güvenle geçilmesi için hazırlanan atlaslar aynı seviyedeki diğer bölgelerden geçiş şansını da sağlamaktadır (8). Eğer geçişten sonra damar ya da sinir zedelenmesinden şüpheleniliyorsa tel mutlaka çıkartılmalı yeri değiştirilmelidir.

Ekstremitenin fonksiyonunun korunması ve eklem hareketlerinin kısıtlanmaması için tel uygulamasında dikkat edilecek hususlar şunlardır;

- 1-Tendon penetrasyonundan kaçınılmalıdır,
- 2-Mümkün olduğu kadar sinovyumdan geçilmemelidir,
- 3-Tel uygulanırken kaslar maksimum fonksiyonel uzunlukta olmalıdır,
- 4-Uzatma esnasında kortikal osteotomi bölgesinde gerilme en fazla olacağı için, tel mümkünse biraz fazla cilt ve ciltaltı dokusu bırakılarak geçilmelidir,
- 5-Açık kama osteotomisi ile deformite düzeltilirken cilt ve ciltaltı dokular deformitenin konkav tarafında gevşek olmalıdır,
- 6-Tel komşu eklem fleksiyon ve ekstansiyonu sırasında cildin daha az hareketli olduğu bölgelerden uygulanmalıdır.

#### İLİZAROV KORTİKOTOMİSİ;

Kortikotomi terimini perkutan kortikal osteotomi anlamında kullanan ilk ortopedik cerrah İlizarov'dur . Kortikotomi (kompaktotomi), İlizarov metodunun önemli bir köşe

taşıdır. Subperiosteal nondisplase kırık oluşturmanın sayısız konfigürasyonları denenmiştir(66). Bunlar; basamaklı kesme (step-cut), oblik, spiral ve transvers kesidir (62). Basamaklı kesme osteotomisi, distraksiyon boyunca kortikal apozisyon avantajı taşır. Benzer şekilde, oblik osteotomide de uzatma sırasında kortikal apozisyon olanağı vardır ve bu durum aksiyel sapma eğilimini azaltır. Oblik osteotomide kemik regenerasyonu için gereken yüzey daha büyüktür. Spiral osteotomi daha fazla kortikal apozisyon ve yüzey alanı sağlamaktadır. Transvers osteotominin üstünlüğü ise; distraksiyon boşluğunun grafik tetkiklerde kolayca değerlendirilebilmesidir.

Kortikotomi sırasında uygulanan disseksiyon ne kadar fazlaysa kemiğin vasküler ve osteojenik dokusunun harabiyet riski o kadar artmaktadır. Periosta yapılan kesinin de önemi fazladır. Transvers periost kesilerinde osteogenesisde belirgin bir azalma olur. Transvers kesi ile yapılan kortikotomi sonrası periost suture edilmesize rejenere kemikte konsolidasyon gecikmesi ve azlığı görülür.

Osteotomiyi etkileyen diğer bir faktör; kemiği kesmek için uygulanan enerjidir. Elektrikli testere kullanımı, kemikte ve komşu yumuşak dokularda termal nekroza neden olmaktadır. Düşük enerjili gigli testeresi veya osteotom ile kemik harabiyeti daha az görülür. Periost, endosteum ve kortikal kemiğin osteogenes ve kallus oluşumuna katkısı nedeniyle ideal osteotomide bu yapıların korunması gerekir.

Frierson ve arkadaşları yaptıkları çalışmada; kortikotomi, osteotomi ve osilasyonlu kesiciler ile yapılan osteotomiler arasındaki farkları araştırmışlardır(22). İki hafta içinde, üç grupta da periosteal kallus formasyonunu gözlemişlerdir. Endosteal konsolidasyon, sadece osteotomi ve kortikotomi yapılan grupta izlenmiştir. Kortikotomi ve osteotomi yapılan grupta endosteal ve periosteal konsolidasyon 7-10. günlerde başlamış, osilasyonlu kesicilerle yapılan osteotomilerde ise 21. günde sadece periosteal konsolidasyon gözlenmiştir. İlizarov ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada, kemik iliği ve damarlarının longitudinal distraksiyona diafizal alanda, metafiziel alandan daha dayanıklı olduğu deneysel olarak ortaya konulmuştur(66).

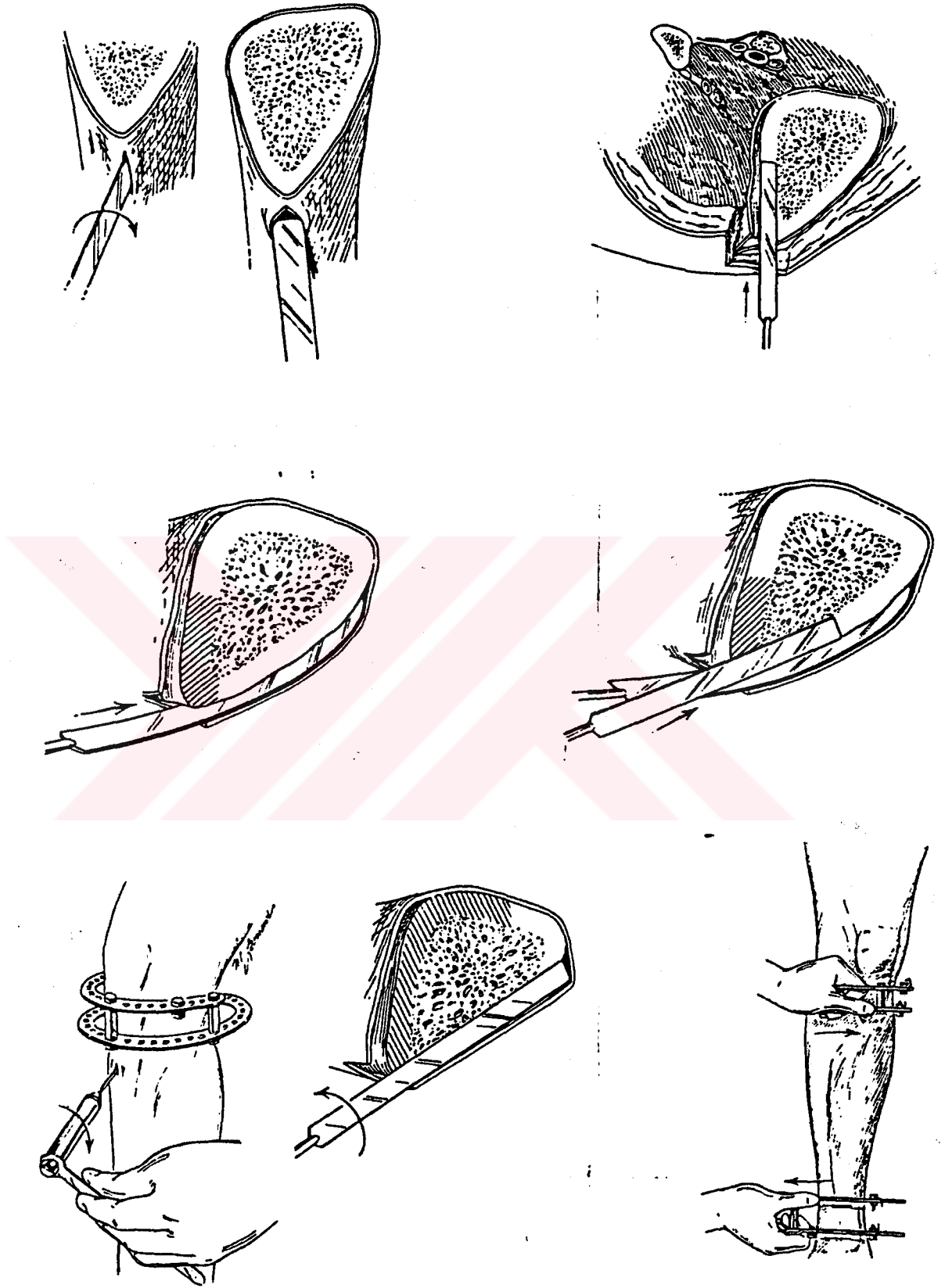
Ayak deformitelerinin düzeltilmesinde birçok değişik osteotomi tipi tanımlanmıştır. Ayakta kortikotomi uygulanan kemikler küçük olduğundan medüllaya zarar kaçınılmazdır. Fakat bunun distraksiyon osteogenezine hiç bir etkisi olmadığı gösterilmiştir (22). Dolayısı ile ayağa yapılan kesimlerden direk olarak osteotomi tipi olarak bahsedilmiştir. (Ayak osteotomi tiplerinin ayrıntılarından bahsedilecektir).

**KORTİKOTOMİ TEKNİKLERİ:**İlizarov kortikotomisi için teknik ilk olarak Paley tarafından Amerikan literatüründe tanımlanmıştır. Bu procedür diğer alanlardan çok tibiada uygulanmaktadır. Klasik kortikotomi; perkutan, subperiostal, kortikal osteotomidir.

**Tibial Kortikotomi (Üçgen kemik yöntemi):** Anterior tibial kenarın laterale 1 cm.lik cilt insizyonu yapılır, insizyon ile subkutan dokular, fascia ve periost da geçilir. Planlanan kortikotomi seviyesinde periost keskin bir periost kaldıracısı ile medial ve laterale doğru sıyrılır. Ön tibial kenar 1 cm.lik osteotom ile kesilir,erişkinde genelde kalınlığı 1 cm. civarındadır, medüllaya zarar verilmesinden kaçınılmalıdır. Periost kaldıracı takiben kemiğin dış yüzüne yerleştirilir. Böylece hem periost korunur hem de osteotomun gidiş yönü belirlenir. 0.5 cm.lik osteotom lateral tarafa yerleştirilerek bu yönde kesmeye devam edilir. Bu işlem sırasında kortikal kemikten gelen sese dikkat edilir. Lateral korteksin yaklaşık yarısında bu işlem sonlandırılır (Şekil:19). Sonra periost kaldıracı mediale yerleştirilerek, medial korteksin tamamı osteotomize edilir.

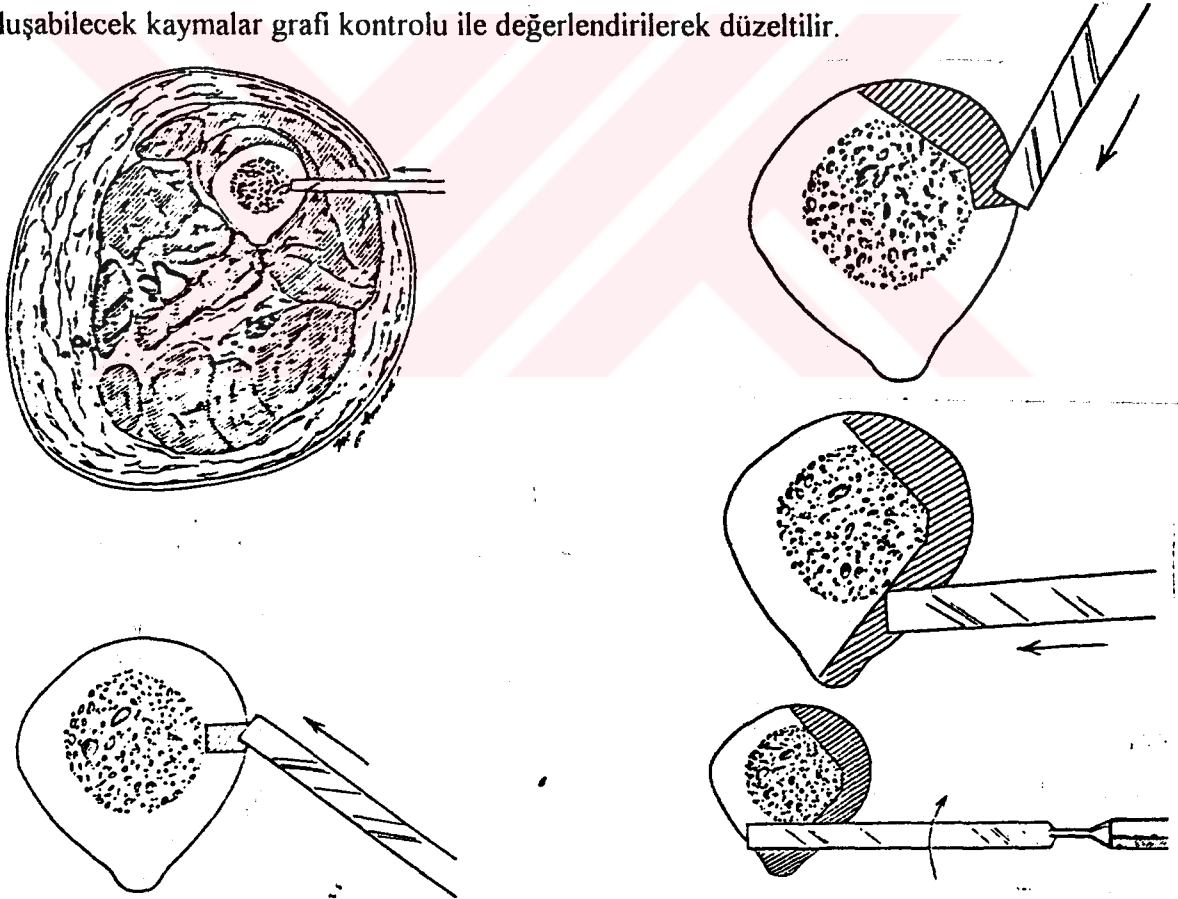
Lateral kortekste oluşturulan çentiğe 1/4 inch'lik osteotom sokularak çekiç yardımıyla posteromedial kortekse ulaşılır. Osteotomun altıgen sapına bir anahtar takılarak osteotom 90 derece döndürülür. Osteotom, posteromedial köşeye de sokularak aynı işlem uygulanır. Böylece tibianın arka korteksinde kırık oluşturulur.

Her iki manevrada bir kırılma sesi duyulmuşsa rotasyonel osteoklazi manevrasına geçilir. Çerçevenin halkaları bir taraftan diğer tarafa döndürülür. Arkada kalmış herhangi bir kemik yapı varsa kırılması sağlanır. Proksimal tibiada, distal segment dışarıya doğru döndürülerek fibula boynunda peroneal sinirin gerilmesi engellenir. Halkalar kortikotomiden sonra tekrar eski konumlarında tespit edilir. Bu uygulama sonunda osteotomi hattında kayma olmamalıdır. Bazen otörler osteoklaziden önce 1.8 mm.lik ilizarov teli ile bir veya iki tane delik açarak posterior korteksi zayıflatmayı denemişlerdir.



Şekil:19. Tibial kortikotominin evreleri

Femoral Kortikotomi (Yuvarlak kemik yöntemi):Femurun lateral kısmında 1 cm.lik insizyon yapılır.Fascia lata ve yumuşak dokular düz ekartör ile kemiğe kadar açılır. 1/4 inch'lik osteotom kemiğe temas ettirilir ve 90 derece döndürülerek periost ayrılır. Femurun lateral duvarı osteotomla kesilir ve bir yarık oluşturulur (Şekil:20). Anterolateral ve posterolateral duvarı kesmek için osteotoma açı verilir. Yapılan osteotomiler femurun arka duvarıyla aynı hizada olmalıdır. Burası linea asperae nedeniyle kemiğin en kalın kısmıdır. Osteotom arka duvarda transvers durumda iken kortikal ses duyulduğu sürece vurulur. Kortikal ses değiştiği anda osteotom korteksten çıkmıştır. Osteotom bir anahtar yardımı ile 90 derece döndürülerek femurun kalan 1/3 - 1/2'lik kısmı kırılmış olur. Femur tibiadan daha kolay kırılır. Bu nedenle sadece yarısının kırılması tam kortikotomi sağlamak için yeterlidir. Tibiada ise tam kortikotomi için 2/3'ünün kesilmesi gerekmektedir. Tibial kortikotomide olduğu gibi rotasyonel osteoklazi yapılarak femoral kortikotomi tamamlanır. Halkalar birleştirilir ve osteoklazi sırasında oluşabilecek kaymalar grafi kontrolü ile değerlendirilerek düzeltilir.



Şekil:20. Femoral kortikotominin evreleri.

De Bastiani ve arkadaşları Ilizarov kortikotomisini açık teknikle uygulamışlar, "multiple drill hole" osteotomisini modifiye etmişlerdir. Fren sistemli bir dril yardımı ile medüllaya

girmeden kortekste çok sayıda delik açıp, delikleri osteotom ile birleştirmişlerdir. Kemiğin 1/3 arka kısmını osteoklazi ile kırmışlardır.

Osteotomiden sonra ideal bekleme periodu 7-10 gündür. Nikitenko 14. günde distraksiyona başlanırsa osteotomi hattında kemik uçlarında 7 mm.den daha az bir kapanma olduğunu göstermiştir (66).

Kortikotomiden sonra görülebilecek komplikasyonlar;

1- Anterior tibial kenarın rejenerasyonunun posteriordan geri kalması,  
2- Cihazın uygulanmasındaki hatadan dolayı kortikotomi sonrası displasman, (tellerin halka üzerinde isabet ettiği deliğe bağlanmak, tel halkadan uzak ise aradaki mesafeyi kalın pullar ve gerekirse klemp ile kapatmak bu komplikasyonu engeller).

3- Tamamlanmamış kortikotomi. Osteoklaziden sonra kemik uçlarının hareketi incelenmelidir. Bazı Rus otörler ameliyatta, kortikotomi sonrası 2-3 mm.lik hızlı bir distraksiyon yapmakta ve radyolojik tetkik ile ayrılmadan emin olmaktadır (66).

#### AYAKTA DİTRAKSİYON OSTEOTOMİLERİ: (50)

İlizarov aparatı ve ayağın üç boyutlu natürü dolayısı ile; ayak deformitesinin düzeltilmesinde iyi bir fiksasyon önemlidir. Ayak deformitelerinin düzeltilmesinde iki yaklaşım vardır:

- 1- Osteotomisiz yumuşak doku uzatmaları.
- 2- Osteotomili distraksiyon osteogenezisinin kullanıldığı teknikler.

Osteotomisiz tekniklerde; deformite, ayak bileği eklemının ve kendi yumuşak dokularının distraksiyonu ile düzeltilir. Düzeltme mevcut kontraktürün eliminasyonu ve plantigrade pozisyonda ekleme yeni düzenli sınırlarının getirilmesi ile oluşur. Bu teknikle fikse kemik deformitesi olmadan düzgün bir eklem olması gerekmektedir. 8 yaşının altındaki çocuklar istisna tutulursa, ayak kemiklerinin kesitlerinin remodelingi mümkündür. Bu endikasyonlar konvensiyonel teknikler ile yapılan yumuşak doku serbestleştirmeleri ile aynıdır. Yumuşak doku serbestleştirmeleri kartilajenöz kemiğin biyolojik plastisitesine dayanır. Distraksiyon ile bu kemiklerin çevresel fizislerinin aktivasyonu ile kemiklerin yeniden şekillenmesi olarak düşünülür.

Ayak deformitesinin düzeltilmesinin ikinci metodu ayak deformitelerinin distraksiyonu iledir. Bu düzeltmeyi uygulamak için endikasyonlar şunlardır:

1- 8 yaşından büyük fikse kemik deformitesi olan çocuklardır ki bunlar; yumuşak doku serbestleştirmesi ve distraksiyon ile düzgün bir eklem yüzü sağlanamayan vakalardır.

2- Yumuşak dokuda düzeltmesi sağlanmış fakat düzeltmesi korunamamış nörovasküler imbalanslı hastalarda ve düzeltmenin korunması tendon transferi ve tenodesis ile mümkün olmayan hastalardır.

3- Primer füzyon veya nonunionların ilk başlarda kemik düzeltmesi için endikasyonu vardır.

4- Bazı kontraktürler çok katı kabul edilerek yumuşak doku düzeltmesi yerine kemik düzeltmesi tercih edilir.

Distraksiyon ayak osteotomileri, osteotominin seviyesine bağlı olarak sınıflandırılır.

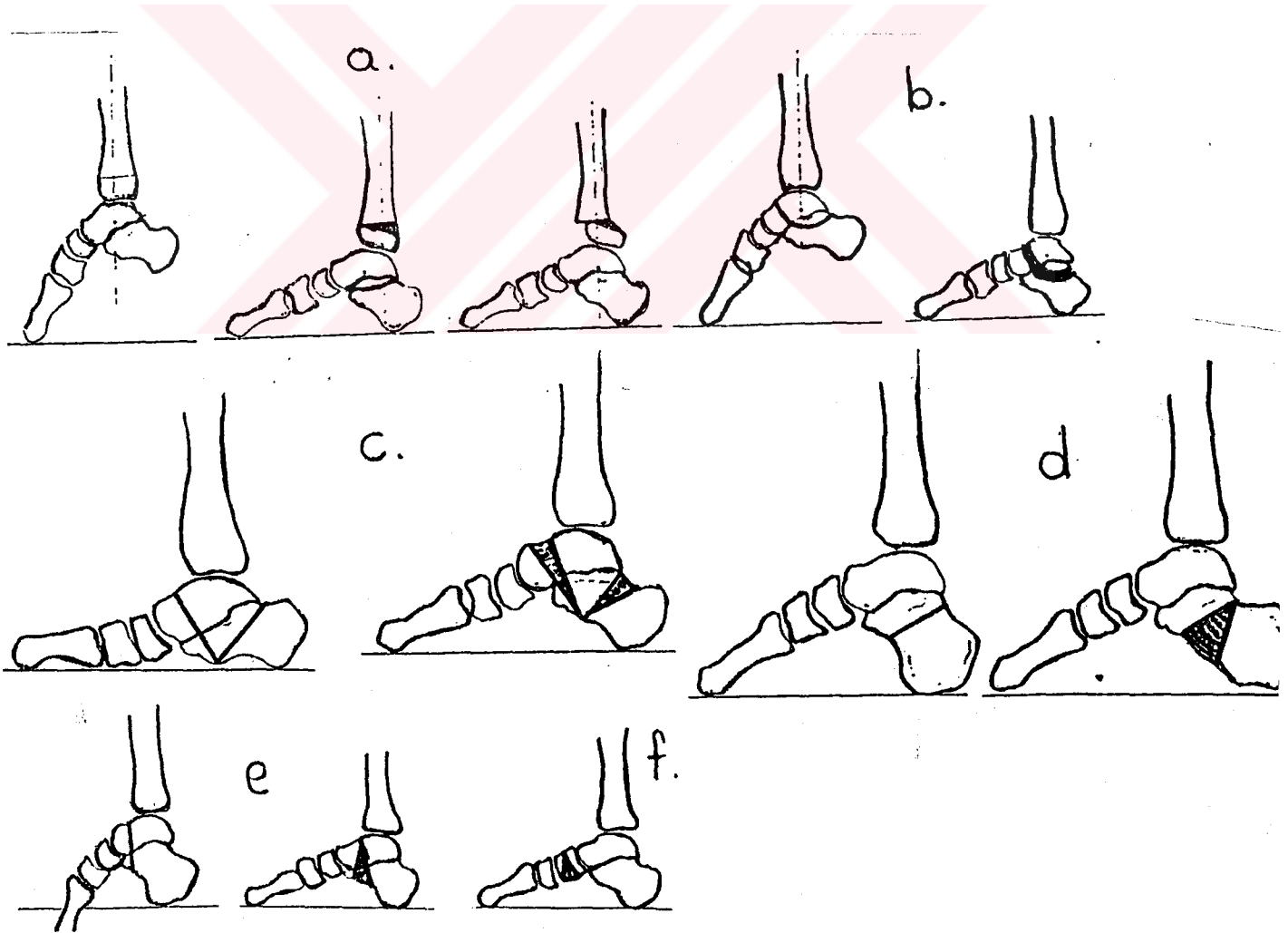
Osteotomi seviyeleri:

-Supramalleolar

-Hind-foot

-Fore-foot

-Kombine hind-foot ve fore-foot'dur.



Şekil: 21. Ayakta uygulanan osteotomi Tipleri

Şimdi Ayakta uygulanan distraksiyon osteotomilerini inceleyelim:

- 1-Supramalleolar osteotomi (Şekil; 21 a)
- 2-U Osteotomi (Şekil: 21 b)
- 3-V Osteotomi (Şekil: 21 c)
- 4-Posterior Kalkaneal osteotomi (Şekil:21 d)
- 5-Talo-kalkaneal boyun ve mid foot osteotomileri (Şekil: 21 e,f)
- 6-Metatarsal osteotomiler

**SUPRAMALLEOLAR OSTEOTOMİ:** Supramalleolar seviyede düzeltme için endikasyonlar şunlardır:

- 1-Distal tibiyanın juxta-artiküler bölgesi veya metafizin deformiteleri.
- 2-Eski ayak bileği artrodezlerinin seviyesindeki deformiteler.
- 3-Ayak bileği ankilozunun varlığında talus veya subtalar eklem seviyesindeki deformiteler.
- 4-Supramalleolar bölgede düzeltilebileceği düşünülen deformiteler.
- 5-Ekinus- kalkaneo valgus- tibial torsiyon ve bacak uzunluk eşitsizlikleridir.

Tibiyanın uzatılma veya derotasyon kabiliyeti osteotominin iki büyük avantajıdır. Diğer bir avantajı basit olmasıdır. Relatif olarak osteotomi uygulaması ve düzeltmede en kolay seviyedir. Hızlı bir kemik konsolidasyonu sağlanır. Deformite seviyesi ayak bileği seviyesinin altında ise ve multiple opere ayakta bundan kaçınılır. Asıl yetersizliği hind-foot ve fore-foot arasındaki yetersiz düzeltilmiş deformitelerdedir.

Supramalleolar osteotomilerin en sıradan farkedilemeyen tehlikesi translasyonel uygun olmayan pozisyonudur. Bu, tek seviyedeki anguler deformitenin başka seviyede düzeltilmeye çalışılmasıyla oluşur. Örnek olarak; Eğer distal tibiadaki deformite metafiz yerine juxta-artiküler seviyede ise metafizeal osteotomi translasyonel deformiteye neden olur. Açısız düzeltmeye ilave olarak metafiziel osteotomiye geçmek gereklidir.

Sadece distal tibial eklem yüzünün yanlış pozisyonunu düzeltilmesi için bu osteotomi kullanılabilir. Ayak bileği eklemi çok sert olduğu zaman talus seviyesindeki deformiteleri düzeltmekte kullanılabilir.

**U OSTEOTOMİ:** Subtalar eklem altından arkadan kalkaneusun süperior bölümüne doğru geçer ve sinüs tarsiye çaprazlayarak talus boynunun anteriorundan geçer. Bu osteotomi deformite talusta ise mesela flatt tooped talusta endikedir. Flatt tooped talusta ağrısız sınırlı

hareketli ayak bileği vardır. Talus sferik değildir. Herhangi başka bir pozisyonla sınırları düzeltilemez ve yumuşak doku distraksiyon ve serbestleştirilmesi ile düzeltme sağlanamaz. Alternatifleri V osteotomi ve artrodezdır. U osteotomi kullanarak ankle mortis oluşurken ayak plantigrade pozisyona sokulabilir. Bu, elde edilen ayak bileği hareketlerinin sınırlı aralığını korur.

Osteotominin sinüs tarsiden geçmesi yüzünden, göreceli olarak önceden beklenen durum sert subtalar eklemdir. Eğer U osteotomi normal subtalar ekleme uygulanırsa, subtalar eklem bloke olacak veya kaybolacaktır. Bilindiği gibi flatt tooped taluslu birçok vakada aynı zamanda dönmüş subtalar eklem veya talokalkaneal birleşme izlenir. Bu osteotomi aynı zamanda; ekinusu, kalkaneo varus ile valgusu ve yüksek ayağı düzeltebilir.

**V OSTEOTOMİ:** V osteotomi çifte bir osteotomidir. Osteotominin biri kalkaneus posterior kitlesinden geçerek subtalar ekleme girer. Diğer osteotomi de talusun boynundan sinüs tarsi boyunca anterior kalkaneusu geçer. İki osteotomi kalkaneusun plantardan bakışında birleşirler. Kalkaneus ve subtalar eklemden ayrılan bu üçgen veç talus cisminin arka faseti ile bağlantılıdır. V osteotomi hind-foot ile fore-foot arasındaki deformitelerde endikedir. Bu osteotominin beklenen komplikasyonu subtalar eklem ankilozudur. Aslında tüm ayak deformiteleri; hind-foot ve fore-foot ekinusu, kalkaneusun rocker-bottom deformitesi, kavus deformitesi, abduktus ve adduktus deformiteleri dahil tüm deformiteler V osteotomi ile düzeltilir. Ayrıca hind-foot veya fore-footun kemik yetmezliklerindeki kısalık deformitelerini de tedavi edebilir.

**POSTERİOR KALKANEAL OSTEOTOMİ:** V osteotominin arka bacağı ve dwyer osteotomisi ile aynıdır. Fore-foot deformitesi olmadan hind-foot deformitelerinde kullanılır. Aynı zamanda yumuşak doku düzeltmesi uygulanan fore-foot deformiteleri sırasında, hind-foot deformitelerinin kemik düzeltmesi için de kullanılabilir. Hind-footun varus, ekinus ve kalkaneus deformitelerinde kullanılır. Aynı zamanda kalkaneusun kemik defekti ve yetmezliklerinin tedavisinde kullanılır.

**TALOKALKANEAL BOYUN VE MİD-FOOT OSTEOTOMİLERİ:** Talokalkaneal boyun osteotomisi, V osteotominin posterior kalkaneal bacağı olmayan sadece ön bacağıdır. Fore-foot deformitelerinin düzeltilmesi için kullanılır. Bunlar içinde; abduktus, adduktus, kavus, rocker, süpinasyon, pronasyon ve fore-footun kısalığı sayılabilir. Subtalar eklem ankilozunda talokalkaneal boyun osteotomisi uygulanabilir.

Mobil subtalar eklem olduğu zaman mid-foot osteotomisi, kuboid ve navikülerden veya kuboid ve küneiformlardan geçmek zorundadır. Kuboid ve naviküler fiksasyon için esas formdur ve bunların arasında minimal mobilite olur. Bu osteotominin ayrıca genişliği güvenlidir ve kemik rejenerasyonu için yeterince geniş yüzeye sahiptir.

**METATARSAL OSTEOTOMİLER:** Sadece metatarslar kısa veya deforme olduğu zaman en sık kullanılandır. İnterosseal dağılım ve nörovasküler yapılara yüksek zarar verme ihtimali yüzünden multiple metatarsal osteotomiler genelde ayağın uzatılması için kullanılmaz. Daha ilerki çalışmalarda görülmüştür ki, stabilite ve iyileşme oranı bu kemiklerde majör faktördür ve tarsal kemikler ile daha az problemdir. Teorik olarak arkin dağılımı vukuu bulur ise metatarsalji riski oluşabilir. Tek endikasyon multiple metatarsal uzatma veya deformite düzeltilmesi için, tarsal kemiklerin belirgin yokluğu veya yetmezliği ve kontrendikasyon bulunan vakalardır.

#### **DİSTRAKSİYON OSTEOTOMİLERİNİN CERRAHİ TEKNİKLERİ**

**SUPRAMALLEOLAR OSTEOTOMİ:** Aparatı hazırlamadan önce proksimal ve distal iki halka ile bloke edecek şekilde planlamak gerekir. Proksimal halka tibianın supramalleolar osteotomisine müsaade edecek kadar proksimale yerleştirilir. Distal halka ise supramalleolar bölgeye yerleştirilir. Ayak bileği eklemi ankiloze veya katı olanlarda bazen kalkeneal yarım halka veya 5/8'lik halka kullanılabilir. İki blok menteşe yardımı ile birbirine bağlanır. Menteşelerin seviyesi deformitenin apeksine bağlı olarak ayarlanır. Gerçek metafiziel seviye deformitesinde, menteşe distal bloğun proksimalindedir. Gerçek juksta-artiküler deformitede menteşe ayak bileği seviyesinde halkanın altındadır, translasyon menteşesi olarak görev yapar. Osteotomi eğer mümkünse hem deformitenin apeksi seviyesinden hem de, supramalleolar bölgenin mümkün olduğunca distaline yapılabilir. Fiksasyonun iki seviyesi için uygun boşluk oluşturulabilmelidir. Distraksiyon rodları konkav tarafa iki twisting plak ile birleştirilir. Twisting bağlantı, mihver noktaya imkan sağlayacak tarzda kendi pozisyonunun kendi kendine düzelmesini distraksiyon rodları ile sağlayabilmelidir. Uzatma, iki menteşeli rodun uzatılması ve distraksiyon rodları ile sağlanır.

Kortikotomi iki ayrı insizyon boyunca uygulanır. Posterolateral insizyon boyunca fibula hem 1-2 cm.lik insizyon boyunca subperiostal olarak kesilebilir, hem de percutan olarak osteotom kullanılarak kesilebilir. Tibia, medial ve lateral periostu koruyacak 5 mm.lik anterior tibial kın insizyonu ile standart kortikotomi metodu ile kesilebilir. Osteotomi rotasyonel osteoklazi ile tamamlanır. Osteotominin tamamlandığından emin olunmalıdır. Osteotomi 5 mm.

distrakte edilerek yayıldığına bakılmalıdır. Periostun intakt olduğu kemik sonunun ayrılması ile anlaşılabilir.

**U OSTEOTOMİ:** Bacağa aparatı uygulamadan önce osteotomi uygulanmalıdır. Turnike kontrolü altında ciltte osteotominin çizgisini işaretleyerek skopi altında yapılmalıdır. Çizginin ön yarısı insize edilmelidir, sural sinire dikkat edilerek korunmalıdır. Peroneal tendonlar saptanarak retrakte edilmelidir veya subtalar fonksiyonu olmayan rijit ayak vakalarında bunlar kesilebilir. Osteotomi özel curve'lü osteotomlar ile veya guj kullanılarak uygulanabilir. Alternatif olarak 0,5 inchlik osteotomlar kullanılabilir. Kesimi yapmadan önce osteotomi pozisyonu skopi ile kontrol edilmelidir. Osteotoma ara ara vurularak röntgenolojik kontrol yapılmalıdır. Osteotomun derine penetre olduğunu hissetmek gerekir, gerekirse skopi kullanılabilir. Alternatif olarak tarsal tuneli dekomprese edecek medial yüzde ikinci bir insizyon yapılabilir ve parmaklar ile osteotomun çıktığı hissedilebilir. Osteotomun posterior bölümü curve'lü osteotom kullanılarak uygulanır.

Lateral duvar civarındaki yumuşak dokular bir adet periostal elevatör ile ayrılmalıdır. Kesi mediale geçirilirken dikkat edilmelidir. Nörovasküler yapılara dikkat edilmelidir. Osteotomi yapılırken osteotom 90 derece döndürülmelidir. Procedürün sonunda osteotomi tamamlandığı zaman ayak iki tarafa doğru oynatılmalıdır, bu osteotominin tam olduğunu komple mobilitayı gösterir. Eğer ayak rahat hareket etmiyorsa osteotomi inkomplettir. İnsizyon standart yöntemlerle kapatılır. İnsizyon kemiğin altına doğru yapıldığı için yumuşak doku flebi yoktur, multiple opere ayakta bu önemlidir.

Tıpkı supramalleolar osteotomide yapıldığı gibi, aparat iki adet proksimal halka ile bloke edilmelidir. Eğer takiben proksimal tibial uzatma düşünülüyorsa ona göre aparat modifiye edilmelidir. Ayağın angüler deformitesi bir planda tek bir menteşe ile çözümlenmelidir. İlk önce bu menteşenin yönüne karar verilmelidir. Ayak plağı ile tibial halkaya bağlantı yapılmalıdır, tek bir menteşe kullanılmalıdır. Tek planlı deformitelerde ilk önce ekinusun ve takiben varusun düzeltilmesi önemli değildir. Ekinus ve varusun simültane düzeltilmesi düşünülen vakalarda deformitenin gerçek oblik plan boyunca simültane olarak düzeltilmesi gerekmektedir. Açısal düzeltmenin tipine bağlı olarak tibianın fiksasyonu zeytinli teller ile her halkaya iki adet tel ile yapılır. Ekinovarus için yapılan düzeltmelerde teller tibiaya anterolateral olarak yerleştirilir. İlave olarak zeytinli teller eğer gerekirse tibiada ayağın posterior translasyonuna izin verecek tarzda posteromedial olarak yerleştirilmelidir. Ayak fiksasyonunda kalkaneus 2 tel ile sabitlenir, 2 tel metatarsların distaline ve en önemlisi bir tel kalkaneusun oynayan fragmanına yerleştirilir.

Kemik segmentleri distraksiyonla transfikse olmazsa (subtalar, talonaviküler, tibiotalar) osteotomi yerine eklemler açılır. Osteotomi hattı boyunca direncin az olduğu düşünülüyorsa tek bir tel ile bu eklemler bloke edilmelidir.

U osteotomisinin düzeltilmesi bir anda veya tedrici olarak yapılmalıdır. Hızlı düzeltme için perkutan aşil tendonu uzatılması başta yapılmalıdır. Tedrici uzatma için kemik sonları başta distrakte edilmelidir böylece impaksiyon önlenerek erken prematüre konsolidasyon önlenmiş ve kemik yüzeylerinin açılması önlenmiş olur. İlk önce osteotomi hattı açılır. Deformite menteşe kullanılarak tedrici olarak düzeltilebilir. Eğer uzatma uygulanacaksa menteşe daha önce merkezlenmelidir. Ayağın anterior translasyonundan kaçınılmalıdır, menteşe ayak bileğinin rotasyonel merkezinin distaline konulmalıdır.

V OSTEOTOMİ: Birinci basamak aparatın uygulanmasından önce osteotomiyi yapmaktır. U osteotomiye benzer bir şekilde uygulanır. Skopi ile ciltte osteotom yeri işaretlenir. Osteotominin ön bacağı arka bacağından yere daha paraleldir. Genelde Olier tipi insizyon kullanılır. Anterior kesim kalkaneusu sinüs tarsi ve talar boynu çaprazlayacak şekilde uygulanır. Posterior tibial sinir proflaktik olarak dekomprese edilir mediale ekarte edilir. Aparat uygulamadan önce röntgenogramlar ile osteotominin tamamlandığı kontrol edilir. Takiben kanamayı azaltmak için kalkaneusa kirschner teli takılır ve aparat uygulanır. Menteşe sağ tarafa merkezlenir. V osteotomi fiksasyon ve menteşe yerleşimine müsaade edecek kadar maksimum aparat etkinliğine ihtiyaç duyar.

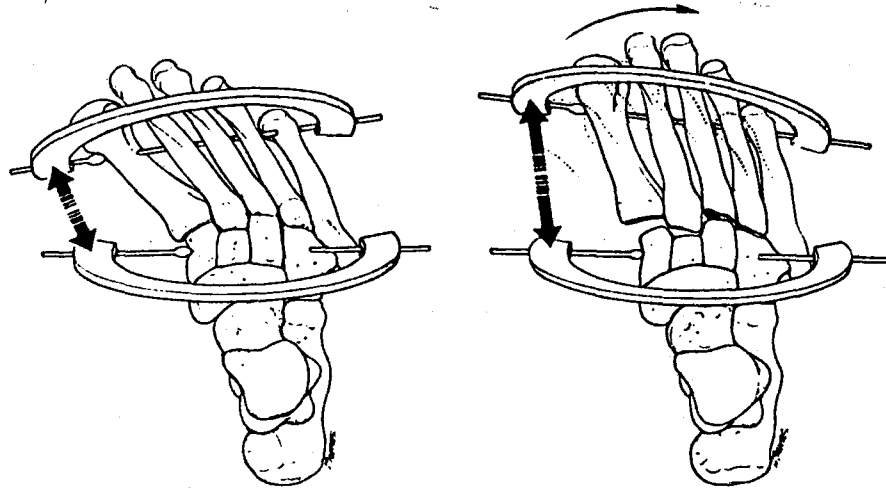
Tibiadaki proksimal blok fiksasyonu U osteotomide tarif edilen şekilde hazırlanır. Menteşeler kalkaneus ile irtibatlı olan posterior yarım halka ile fore-foot'daki yarım halka arasında kullanılır. Fore-foot'a, midfoot hizasından ikinci bir yarım halka konulabilir. Alternatif olarak fore-foot için fiksasyonun ikinci seviyesi arka tarafı nonfektif yapabilir. Menteşeler deformitenin posterior ve anterioruna relatif olarak apeksine yerleştirilir. Transvers teller ve bir aksiyel yarım tel kalkaneus için kullanılır. İki metatarsal tel ve bir talar boyun teli fore-footda fiksasyon için kullanılır. Talus cismi ve kalkaneusun oynayan parçası tibial ringe transfikse edilmelidir.

U osteotomide dikkat edilen hususlara aynı şekilde dikkat edilmelidir. Bir tanesi prematüre konsolidasyondan kaçınmak için deformitenin konsolidasyondan önce osteotomi yüzeylerinin distraksiyonudur. Yerleştirilen menteşeler, translasyon deformitesinden kaçınarak kruriste uygun pozisyonu sağlayacak şekilde olmalıdır.

**DİĞER OSTEOTOMİLER:** Posterokalkaneal ve talokalkaneal boyun osteotomileri yalnız başına kullanılacaksa V osteotominin her iki bacağına ayrı ayrı yapılması tarzındadır.

Midfoot osteotomi bir dorsal insizyon boyunca uygulanabilir. Arkın plantar yüzüne çıkmadan önce ve nörovasküler yapılar zarar verme riskinden kaçınılarak dikkatlice yapılmalıdır. Subperiostal elevatör dorsale yerleştirilebilir. Hazırlık talokalkaneal boyun osteotomisindeki gibidir. Teknik önemli bir ayrıntı osteotominin her iki tarafına bir tel konularak; talonaviküler ve kalkaneokuboid eklem ile midfoot tarso metatarsal eklemi kilitlemektir. Eğer bu yapılmazsa distraksiyon osteotomi boyunca değil de eklemler boyunca oluşur. Eklem, distraksiyona osteotomiden daha az dirençlidir(50).

Ayağa uygulanan kuvvetler düzeltmede kullanılacak menteşenin aksisine doğrudur ve özellikle deformitenin düzeltilmesini hedefler. Ayak bileği ve ayağın hareketleri çok komplekstir ve üç boyutlu düşünmek gerekir. Böylece düzeltme için kullanılan eklemler ayak ve ayak bileğine benzeyen eklemler şeklinde en az sınırlı sistemler geliştirilmiştir. Üniversal menteşeler deformitenin bir yüzüne yerleştirilirken sistemi iten ve çeken motor rodlar ise düzeltme istenilen tarafa yerleştirilir (24). Düzeltme menteşe ve motor arasında vukuu bulur. Özellikle düzeltmeye karar verilen deformitede özel eklem veya nokta orada oluşturulur. Düzeltme planlanan tarafa motor roda katkı sağlaması için zeytinli tel yerleştirilir. Örneğin metatarsus adduktus için hazırlanan aparatın medial tarafına kısa motor rod konulurken zeytinli bir tel medialden laterale doğru geçirilir. (Şekil: 22)



Şekil:22. Motor rod, Zeytinli tel

## F.İLİZAROV TEKNİĞİ VE BİOMEKANIĞI:

İlizarov sirküler eksternal fiksatorü ve diğer sirküler halkalı fiksatorlerin, ünilateral ve bilateral aparatlar ile karşılaştırılmasında; eğilme ve çizgisel olmayan sertlikte daha isotropik mekanik özelliklere sahiptirler. İlizarov CEF'ün kompleks deformitelerin düzeltilmesi için konfigürasyon yaratmada büyük üstünlüğü vardır(21). Eksternal fiksatorë ait mekanik karakteristikler, fiksator ile tedavi edilen kırık, osteotomi veya nonunionun biomekanik çevre şartları ile tanımlanır. Kullanımı çok yaygın olan iki tip eksternal fiksator vardır:

-Geniş çaplı, sert, yivli pinlerin kullanıldığı mono veya ünilateral fiksatorler.

-Küçük çaplı, yivli olmayan düz tellerin kullanıldığı sirküler veya semisirküler fiksatorler.

Monoplanar fiksatorlerin avantajı yumuşak dokuların transfiksasyonunun çok az olmasıdır. İlizarov tekniğinde ise kemiğin karşı tarafındaki yumuşak dokularda da zedelenme riski vardır. Ancak küçük çaplı tellerin kullanımı, kemik ve yumuşak doku reaksiyonunu en aza indirir(60).

Kemik iyileşmesini ve remodelizasyonunu uyardığı deneysel ve klinik olarak kanıtlanan tek faktör; dinamizasyondur.Kenwright ve arkadaşlarının deneysel ve klinik araştırmaları; ameliyat sonrası ilk gün başlatılan pasif siklik aksiyal dinamizasyonun kemik iyileşmesini hızlandırdığını göstermiştir(47). Kayma kuvvetlerinin kırık iyileşmesini ve kemik formasyonunu bozan en önemli faktör olduğu da aynı araştırmada saptanmıştır.

Paley üç ayrı grup eksternal fiksatorü biomekanik olarak test etmiştir (60). Bunlar;

1-Tek planlı, ünilateral fiksatorler:

- a.)AO tek barlı (4,5 mm. pinli) (AO 1)
- b.)AO çift barlı (4,5 mm. pinli) (AO 2)
- c.)EBI-Orthofix. (4,6-5 mm.taper yivli pinler) (EBI)
- d.)Hoffmann ünilateral (6,5 mm.pinli) (HO 1)
- e.)Richards ünilateral (6,5 mm. pinli) (RI 1)

2-İki planlı, ünilateral fiksatorler:

- a.)Hoffmann delta (8,5 mm.pinli)
- b.)Richards delta (8,5 mm.pinli)
- c.)Ace fischer (8,5 mm. pinli)

3-İlizarov sirküler, mültiplanar fiksatorü:

- a.)İlizarov 90\*/90\* ,merkezi (IL 1)

- b.) Ilizarov 45\*/135\*, merkezi (IL 2)
- c.) Ilizarov 90\*/90\*, merkezi değil, 90 kg. gerilim, (IL 3)
- d.) Ilizarov 90\*/90\*, merkezi değil, 130 kg. gerilim, (IL 4)
- e.) Ilizarov 90\*/90\*, merkezi değil, 130 kg. gerilim, (IL 5)

Paley yaptığı biomekanik çalışmada bu eksternal fiksatörler arasındaki dirençleri karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Bu incelemeleri sonucunda Ilizarov CEF'ün biomekanik dirençlerinin sonuçlarını şu şekilde değerlendirmiştir;

### **DİRENÇ (MUKAVEMET):**

Ilizarov fiksatöründe lateral eğilme kuvvetlerine karşı diğer eksternal fiksatörlere göre belirgin bir dayanıklılık mevcuttur. Biomekanik inceleme çalışmaları ön-arka, lateral eğilme ve torsiyonel kuvvetlere göre yapılmıştır. 45\*/135\* tel kullanımı AP(ön- arka) eğilmedeki dirençte çok az bir azalmaya neden olmuştur. Ekstremitenin merkezi olmayan pozisyonda yerleştirilmesi ise aksiyel yöndeki direncini arttırmasına rağmen, torsiyonel kuvvetlere karşı olan dirençte daha az artış göstermiştir. Stoplu ve zeytinli tellerin kullanılması ve gerilimin 90 kg.dan 130 kg.a çıkarılması, aksiyel, eğilme ve torsiyonel direnci belirgin ölçüde arttırmaktadır(60). Kırık uçları arasında makaslamaya yol açan fiksatör instabilitesinin rejenere kemiğin konfigürasyonunu engellediği Ilizarov tarafından gösterilmiştir. Bu nedenle, ideal eksternal fiksatör; eğilme, torsiyon ve makaslamaya karşı koyarken uzunluk kaybı olmaksızın siklik aksiyel dinamizasyonu da sağlamalıdır (39).

**a- KAYMAYA KARŞI DİRENÇ:** Translasyonel kaymalara karşı koymada fiksatörün yeteneği, her yöndeki kaymalara karşı direnci olarak gösterilmiştir. Kayma direnci uniplanar fiksatörlerde pinler yönünde çok yüksektir. Biplanar fiksatörlerin kayma direnci her üçünde de çok azdır. Ilizarov CEF'de 90\*/90\* de lateral eğilme kayma direnci, 45\*/135\* 'ye göre daha azdır. Merkezi yerleşimin kaymaya karşı yüksek bir direnci olduğu gösterilmiştir. Tel gerilimin 135 kg.a çıkması torsiyonel kayma direnci de arttırmıştır. Zeytinli tellerin, eğilmeler sonucu oluşan kaymalarda direnci belirgin ölçüde azaltırken, torsiyonel kaymalara karşı bir etkisi gözlenememiştir (60).

**b- AKSİYEL DİRENÇ:** Fiksatörün, kırık aralığının kapanmasına karşı direnç oluşturma yeteneğidir. Bu dirençte Ilizarov CEF ile konvensiyonel geniş çaplı fiksatörler arasında belirgin

bir farklılık mevcuttur. Tüm üni ve biplanar fiksatorler aksiyel yüklenmeye karşı aksiyel direnci, tersine hepsinde eğilme yüklerine karşı belirgin düşük bir direnç gösterirler (60).

Konvansiyonel fiksatorlere göre İlizarov CEF'de aksiyel direnç %75 daha azdır. Zeytinli tel kullanımı, aksiyel direnci arttırmaz. 90\*/90\* ile karşılaştırıldığında 45\*/135\* konfigürasyonu lateral eğilme yüklenmelerinde aksiyel sertliği artırır. Wolf kanunlarına göre siklik aksiyel mikro hareket kırık iyileşmesini uyarır. Bu konu son yapılan biomekanik incelemelerde açıkça ortaya konulmuştur (39). Tek problem stabil bir çevre sağlarken kontrollü mikroharekete izin verebilecek ortamların sağlanmasıdır. Son çalışmalarda gösterilen sonuçlar şu ik hipotezi desteklemektedir;

1-Kontrollü siklik aksiyel mikrohareketler kırık iyileşmesinde esastır,

2-Kırık bölgesindeki translasyonel kaymalar kırık iyileşmesini bozmaktadır.

İdeal bir eksternal fiksator; kaymaya karşı yüksek bir direnç gösterirken, aksiyel yöndeki kuvvetlere karşı çok düşük direnci olmalıdır. En yüksek kayma direncine İlizarov 5 cihazında erişilmiştir. Teorik olarak 130 kg. gerilim altında, zeytinli tellerin kullanıldığı, 4 halkalı ilizarov fiksatorü ile en gerçekçi kayma kontrolü elde edilmektedir. En düşük aksiyel direnç de İlizarov fiksatoründe elde edilmiştir. Esnek teller ile kırık aralığında kayma olmaksızın sadece aksiyel yönde teleskopik bir kapanma yalnızca İlizarov fiksatorü ile gerçekleştirilebilir (60).

Halka çapının aksiyel sertlikte önemli bir etkisi vardır. Gasser aparat üzerinde, halka çapının 16 cm.den 6,25 cm.ye indirilmesi ile aksiyel sertlikte %250 bir artış olduğunu göstermiştir. Alüminyum ve karbon karışımı halkalar daha hafif ve daha az radyoopak olmalarına karşın paslanmaz çelik halkalara göre daha az serttirler(21).

Stabiliteyi arttırıcı faktörleri ekstrinsik ve intrinsik faktörler olarak iki ana başlık altında toplayabiliriz.

Ekstrinsik faktörler:

1-Mümkün olduğunca küçük çaplı halkalar kullanmak,

2-Çok sayıda ve kısa bağlantı rodları kullanmak,

3-Özellikle kompresyonda, kemik segmentlerini veye serbest kemik uçlarının kontrolü için zeytinli teller kullanmak,

4-Mümkün olduğunca kalın, fazla ve uygun gerilimde tel kullanmak,

5-Tellerin aralarındaki açığı 60 dereceden az tutmamak,

6-Her kemik segmentini ayrı bir halka ile bağlamak,

7-Kırık hattının altına ve üstüne iki ayrı halka uygulamak(21).

İntrinsik faktörler:

- 1-Kemik uçları ile irtibatlı doku alanları,
- 2-Kemik uçları arasındaki dokuların dağılımı ve elastisitesi,
- 3-Kemik uçları arasındaki aralığın mesafesi,
- 4-Kemik uçları arasındaki mekanik konfigürasyon ve kilitlenme,
- 5-Kemiği çevreleyen yumuşak dokuların gerilimi (21).

Aparat boyunca aksiyel yükün geçişi ise; kırığı çaprazlayan yumuşak dokulara, osteotomi veya nonunionun konfigürasyonuna bağlıdır. Aksiyel yükün geçişi bağlantı çubuklarının boyu ile doğru orantılı iken, yumuşak dokuların dağılım elastisitesinin, dokuların temas alanlarına çarpımı ile ters orantılıdır(60).

### **DİSTRAKSİYON OSTEOGENESİSİ:**

Distraksiyon osteogenesisi; tedrici olarak arası açılan kemik yüzeyleri arasında yeni kemiğin mekanik indüksiyonudur. Distraksiyon sırasında biyolojik ve mekanik koşullar ideal olduğu zaman kemik pür intramembranöz ossifikasyon olarak şekillenir. Koşullar uygun olmadığı zaman ise malunion veya nonunion kaçınılmazdır (6). Ilizarov, osteojenik aktivite düzeyinin; stabilite, kemik iliği, periost ve nutrisyen damarlara osteotomi esnasında verilen harabiyet derecesi ile ilgili olduğunu çalışmalarında göstermiştir (39).

Yapılan histolojik çalışmalarda distraksiyonun 7. gününde alınan örneklerde distraksiyon alanında fibrovasküler bir dolum gözlenir. Yeni mineralizasyon ile ilgili bir görüntü elde edilemez. 14. günde yeni kemik, kortikotomi yapılan kemik uçlarında minimal olarak gözlenir. 21.günde yeni kemik 200 mikronluk maksimum çap ile mikrokolonlara diferansiye olur. Distraksiyon bölgesinin merkezinde fibröz interzone içinde calcium ve hidroksiapatit izlerine rastlanır. Postoperatif 77. günde yani distraksiyonun 71. gününde osteojenik alan kötü de olsa remodelize olmuştur. Distraksiyonun 112.gününde haversian sistemleri ve hematopoetik kemik iliği ile lameller kemik yapısına döner (6).

Catagni distraksiyon osteogenesisini, uygulanan sirküler eksternal fiksator ile torsiyonel ve kayma kuvvetleri elimine edilerek, kırık uçlarına veya nonunion bölgesine distraksiyon uygulandığı takdirde, yeni kemiğin oluşması ve kırığın iyileşmesi olarak tanımlar(15). Burada en önemli faktör fibrokartilaj dokunun osteojenik dokuya metaplastik konversiyonudur. Kemik iliği ve fibrokartilaj dokular içinde bulunan plüripotent stem-celler osteoblast ve osteosit haline dönüşürler. Böylece fibröz doku ossöz dokuya transforme olmaya başlar. Bu

olaya DİSTRAKSİYON OSTEOGENESİSİ denir(15). Ilizarov; kemik formasyonu oluşurken osteogenesis ile hematopoesis arasında kesin bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur(38).

Delloye ve arkadaşları yaptıkları deneysel çalışmada; yeni kemiklerin hepsinin membranöz ossifikasyon ile oluştuğunu bildirmişlerdir(18). Kemik trabekülaların kortikalizasyonlarının 3. ayda başladığını ve 5. ayda tam olarak elde edildiğini saptamışlardır. Ayrıca kortikotomi ile osteotomi arasında yeni kemik oluşumu açısından fark olmadığını ve kortikotomi hattına rezorbe olabilen bone-wax uygulamasının yeni kemik formasyonunu etkilemediğini göstermişlerdir.

Distaksiyon osteogenesisine mekanik faktörlerin etkisi fazladır. Distraksiyon hızı çok önemlidir. Yavaş distraksiyon, aralıkta prematüre köprüleşmeye ve erken kırık iyileşmesine neden olur. Hızlı distraksiyonda kan akımının ilerlemesi yavaştır. Distraksiyon ritmi kavramı gün içindeki gerçek distraksiyonun sayısıdır. Köpeklerde uygun ritim günde iki kere 0.5mm. veya günde dört defa 0.25 mm. olarak saptanmıştır. Başlangıçtaki kırık uçları arasındaki açıklığın 2 mm.yi geçmemesi gerekmektedir. İdeal olarak distraksiyon günde 1 mm. olarak tanımlanmıştır(6).

0.5 mm. -1mm. -2 mm./gün olarak yapılan distraksiyon çalışmalarında ideal distraksiyonun günde 0.75 mm. ile 1.5 mm. arasında olduğu, günde 1 mm.lik bir distraksiyonun hem kemik, hem de yumuşak dokularda ideal uzatma sağladığı gösterilmiştir. Gerekirse otodistraktör yardımı ile saatte, 0.017 mm.lik uzatmanın en doğal uzatma yöntemi olduğu ortaya konmuştur(39). Angüler düzeltmelerde, bir taraf sabit bırakılırken diğer tarafa distraksiyon osteogenesisi uygulanır. Distraksiyon osteogenesisi uygulanan bölgenin günde 1 mm. açılması için değişik hızlarda distraksiyon yapılır. Rod üzerinde yapılan distraksiyon günde 2 hatta 3 mm.ye varan bir hızda olmasına rağmen, bunun distraksiyon bölgesine yansması 1 mm./gün olarak saptanabilir (33).

Damarlar uzatmaya cevap olarak endotel hücrelerinin ve vasküler düz kas hücrelerinin sitoplazmik hacmini arttırarak ayak uydururlar(39). Eğer günde 2 mm.lik bir uzatma yapılacak olursa arteriollerin hücresel biosentetik aktivitesi hasar görerek negatif sellüler reaksiyon olur ve mikroskopik olarak çok sayıda sitoplazmik parçalanma gözlenir.

Sinirlerde yapılan incelemelerde ise distraksiyon altındaki sinirin Schwann hücresi karakterine döndüğü izlenmiştir. Uzatma altındaki sinir dokusunda reaktif değişiklikler olur. Günde 1 mm.lik uzatma altında sinir dokusu sitoplazmalarında düzensiz birikimler ile akson çaplarında değişiklikler saptanmıştır. Bu patolojik değişikliklere günde 2 mm.lik hızda daha az

rastlanılmıştır. İdeal sinir rejenerasyonu ve sinirin traksiyon injurisine maruz kalmaması için en uygun yöntemin otodistraktör olduğu ortaya konulmuştur (39). Myelinize sinirlerin uzaması sırasında Schwann hücreleri embrionik formlarındaki haline geri dönmüş olarak görünür (25).

Ameliyatla, distraksiyona başlama arasında geçen bekleme periodu da çok önemlidir. İdeal bekleme süresinin yetişkinde 7 gün, çocuklarda ise 3-5 gün olduğu ortaya konulmuştur. Eğer distraksiyona 21. günde başlayacak olursak kolayca kırılmayan rijit köprüler olduğu, dolayısı ile distraksiyon imkansız hale geldiği gözlenmiştir. Kortikotomi sırasında verilen lokal hasara bağlı ideal bekleme süresinin 0 ile 14 gün arasında değişebileceği ortaya konmuştur. Medüller kanala zarar verilse de, maksimum bekleme süresinin 14 gün olduğu tanımlanmıştır(39).

Kullanılan telin çapı da sağlayacağı stabilite açısından distraksiyon osteogenesisini etkiler. Telin çapı arttıkça stabilite artar ve osteogenesisine olan negatif etki azalır.

Osteojenik alanda oluşabilecek translasyonel kaymalar instabilite oluşturacağı için osteogenesisi inhibe eder. Bunu engellemek için, tellerin geriliminin uygun olması, teller arasındaki açının 45 ila 90 derece arasında tutulması ve her kemik segmenti için iki ayrı halka kullanılması gerekmektedir.

## **G. KOMPLİKASYONLAR**

Ayak deformitelerinin Ilizarov CEF cihaz ve tekniği ile düzeltilmesinde karşılaşılabilecek komplikasyonları 3 ana grup altında toplayabiliriz. Her grup farklı birkaç komplikasyon içerir. Bunlar;

1- Ameliyat içi komplikasyonlar;

- a. Nörolojik harabiyet,
- b. Vasküler harabiyet,
- c. Tel uygulama hataları.

2- Ameliyat sonrası komplikasyonlar;

- a. Pin yeri sorunları,
- b. Gecikmiş konsolidasyon,
- c. Erken konsolidasyon,
- d. Kas kontraktürleri,
- e. Eklem luksasyonu,
- f. Aks sapmaları,

g. Ağrı,

h. Ödem,

ı. Hatalı distraksiyon.

3- Tedavi sonrası komplikasyonlar.

a. Nüks,

b. Eklem sertliği,

c. Yetersiz konsolidasyon sonucu neoosteogenesisde impaksiyon.

Ameliyat içi komplikasyonlar; Nörolojik harabiyet cerrahi tekniğe veya distraksiyona bağlı olabilir. Kesitsel anatomi iyi bilinmelidir (8). Transfiksasyon telleri yumuşak dokudan birinci kortekse kadar elle ilerletilmeli, iki korteks drilize edildikten sonra karşı taraftaki yumuşak dokulardan çekiç yardımı ile ilerletilmelidir. Sinirden geçiriliyorsa kaslarda seyirme olabilir. hasta uyandıktan sonra tele başka bir metal ile vurulduğunda sinirin dağılım alanında parestezi oluşur (61). Diğer bir neden kortikotomi sırasında osteotom ile veya osteoklazi sırasında oluşabilir. Ameliyat sonrası dönemde; bazı olgularda sinirin çok yakınından geçilmiş ise ödem dolayısı ile, bazen de traksiyona bağlı nöropraksi tarzı paraliziler izlenebilir (61). Hangi durumda olursa olsun sinir harabiyeti farkedildiği anda ilgili tel hemen çıkartılarak yeri değiştirilmelidir.

Vasküler harabiyet anatomik kesitlere dikkat edilmeksizin geçirilen teller ile oluşur. Bunun yanında osteotomi için yapılan insizyon sırasında damarlar yaralanabilir. Ateşli silah yaralanmasına bağlı oluşan ayak deformitelerinde, ayağın kesitsel anatomisindeki değişiklikler nedeniyle vasküler harabiyet riski artar. Ameliyat bitiminde turnikenin açılmasından sonra tel dibinden aktif kanama görülürse hemen telin çıkarılması ve baskılı tampom yapılması yeterlidir. Damarın çok yakınından geçerek cidarı zedeleyen teller daha sonra hemanjiom gelişme riski taşır. Baskılı tampon uygulamasının yeterli olmadığı durumlarda mikrocerrahi teknik ile damar tamiri yapmak gerekebilir. Osteotomi sırasında da herhangi bir artere zarar verildi ise damar tamiri yapmak gerekir. Her cerrahi müdahalede olduğu gibi, derin ven trombozu mümkündür ancak nadirdir. Ameliyat sonrası dönemde ödem eğilimi nedeniyle tanısı güçtür.

Tel uygulanırken ayak anatomisinin çok iyi bilinmesi gerekir. Transfiksasyon telleri osteotomi hattını kesinlikle çaprazlamamalı ve osteotomi hattının neresine konulması planlanıyorsa, o bölgesine uygulandığından emin olunmalıdır. Bunu anlamak için telleri gerdikten sonra osteotomi hattındaki halka bağlantıları çözülmeli ve osteotomi hattına hareket

verilerek bu hareket, bölümün distalinde kontrol edilmelidir. Harekette bir engelleme oluşmaması gerekmektedir. Hatalı geçiş olduğu farkedilirse telin yeri değiştirilmelidir.

Ameliyat sonrası komplikasyonlar: Pin yeri sorunları; pin- deri hareketi, deri ile kemik arasındaki yumuşak doku miktarı ve pin çapına bağlıdır. Bu hareketleri minimuma indirmek için yeterli tel gerilimi sağlanmalıdır. Yumuşak doku inflamasyonu başlar sonuçta kemik enfeksiyonu başlar (61). Paley pin yeri enfeksiyonlarını ve tedavilerini 6 basamakta incelemiştir (61),

-1. derece: Normal. Haftalık pin bakımı.

-2. derece: İnflame. Günlük pin bakımı.

-3. derece: Seröz akıntı. Günlük pin bakımı + Antibiyotik.

-4. derece: Pürülan akıntı. Sabah-akşam pin bakımı+ lokal,sistemik antibiyotik.

-5. derece: Osteoliz. Pin çıkartılır + lokal,sistemik antibiyotik

-6. derece: Ring sekestre. Pin çıkartılır + debritleme, sekestrektomi + lokal, sistemik antibiyotik (61).

Gecikmiş konsolidasyona neden olan teknik faktörler; travmatik kortikotomi, başlangıç diastazi, instabilite ve hızlı distraksiyondur. Hastaya ilişkin faktörler ise; enfeksiyon, malnütrisyon ve metabolik nedenlerdir (61). Gecikmiş konsolidasyon oluşursa akordeon manevrası denilen kompresyon- distraksiyon işlemi yapılmalıdır (75).

Bu sorunun en sık nedeni; tam olmayan osteotomi ve distraksiyonu engelleyen aşırı uzun bekleme periodudur (61). Tellerde eğilme olmasına rağmen distraksiyon bölgesinde açılma gözlenmez (30). Yeni konsalide kemik rüptüre olana kadar distraksiyon uygulanabilir fakat ağrılı bir kırılma olur. Anestezi altında kapalı osteoklazi yapılabilir. Başarısız olursa açık kortikotomi yinelenir (61).

Kas kontraktürleri, genellikle kastaki distraksiyona bağlı olarak gerilimin bir sonucudur ve aşırı güçlü kas grubunda gelişme eğilimindedir (61). Nedeni fleksör ile ekstansörler arasındaki güç dengesizliğidir. Ayak deformitelerinin düzeltilmesinde parmakların uzun fleksörlerinde kontraksiyonlar gözlenebilir, günlük egzersizlerle önlenilmeye çalışılmalıdır (58). Diğer bir neden ise tendonun kemik ile birlikte fiksasyonudur, sonuçta eklem hareketini kısıtlar. Primer koruyucu önlemler fizyoterapi, splint ve eklemi içine alan fiksasyondur (61).

Distraksiyon sırasında komşu eklemlerde subluksasyon veya luksasyon görülebilir. Genellikle buna sebep konjenital nedenlere bağlı olarak daha önceden varolan eklem instabilitesidir (61). Ayak deformitelerinin düzeltilmesi sırasında eklem luksasyonları sık

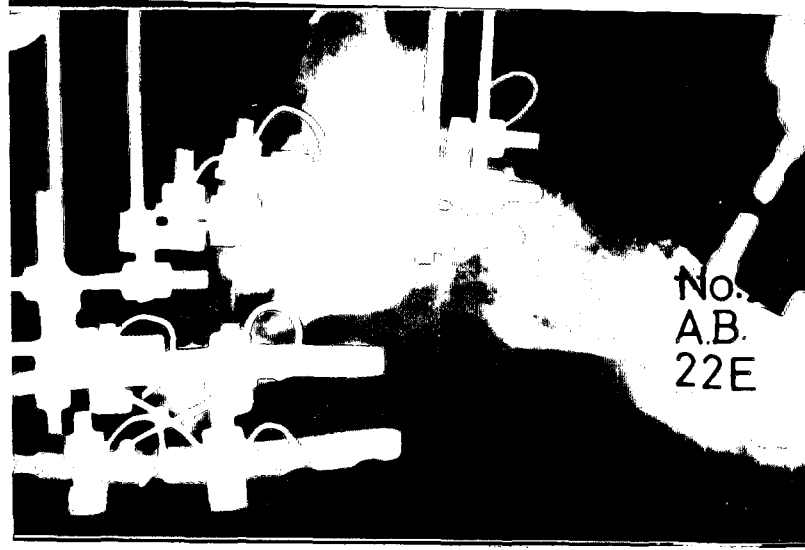
görülür. Özellikle osteotomi hattının sabit tutulması gereken tarafına mutlaka bir adet transfiksasyon teli uygulanmalıdır (60). Unutulmamalıdır ki; osteotomi hattı, distraksiyona eklemde daha dirençlidir. Osteotomi hattının arkasına, eklem ile osteotomi hattının arasına tel uygulanmaz ise; distraksiyon eklemde açar ve ayak eklemlerinde değişik derecelerde subluksasyonlar görülebilir (60). Aynı şekilde ateşli silah yaralanmasına bağlı oluşan kalkaneus defektlerine Ilizarov tekniği ve cihazını uygularken bu kurala dikkat edilmelidir. Bu olguların ilk yaralanmadan belli bir süre geçmeden yapılan ameliyatlarında ise eski kırık hatlarının distraksiyondan etkilenerek açılabilmesi unutulmamalıdır.

Distraksiyon sırasında kortikotomize fragmanın deviyeye olma riski vardır. Kemik farklı taraflarındaki kas kuvvetlerinin dengesizliğine bağlıdır. Motor rodların yanlış yerleştirilmesi sonucu oluşan instabiliteler de aksiyel deviasyon nedenidir (61). Ayak osteotomilerinde oluşacak aksiyel deviasyonlar aparata ilave distraksiyon rodları konularak düzeltilebilir (25).

Ağrı çok sık gördüğümüz fakat klasik analjezik tedaviye cevap veren bir komplikasyondur. Ağrının sayısı osteotomi sayısı ile artar (75). Transfiksasyon telleri geçirilirken hızlı drilizasyon sonucu kemik nekrozundan kaçınılmalıdır. Distraksiyon sırasında ağrı görülürse hızın günde 0.25 mm. azaltılması gerekir (61).

Ödem çok sık gördüğümüz bir komplikasyondur. Özellikle ayak deformitelerinin düzeltilmesinde ayak bileğini fikse ettiğimiz için kas hareketini ortadan kaldırmış oluyoruz. Tek çalıştırabileceğimiz kaslar parmakların uzun fleksör ve ekstansörleridir. Ödemi engelleyebilmek için yürüyüşlerden sonra uzun süreli elevasyon ve steroid olmayan antiinflamatuvar ilaçlar kullanılabilir. Ameliyat öncesi küçük halka seçilirse bası yarası da görülebilir.

Hatalı distraksiyonu vidaları yanlış veya ters yönde döndürme ile oluşur. Konsalide kemiğin ossifikasyonundan önce, doğru yönde distraksiyon uygulanmalıdır (Şekil: 23)



Şekil: 23, Kalkaneal fragmanın fazla distraksiyonu

Tedavi sonrası komplikasyonlar: Nüks; distraksiyonun durdurulmasından sonra yeterli sürede tespit uygulanmayan vakalarda izlenir. Distraksiyon sonrası aparat en az 1.5 ay, alçı içinde de en az 1.5 ay fiksasyon gerekmektedir.

Eklem sertliği, alçı tedavisinden sonra ayak bileği ve ayak egzersizleri yeterli derecede yaptırılmaz ise gözlenir. Uygun egzersiz ve kontras banyolar ile giderilebilir (61).

Yetersiz konsolidasyon olan olgularda fiksasyonun erken sonlandırılması yeni oluşan kemiğin impaksiyonuna neden olabilir. Zorlayıcı ve destekli alçılar ile giderilmeye çalışılır.

## H- POSTOPERATİF REHABİLİTASYON

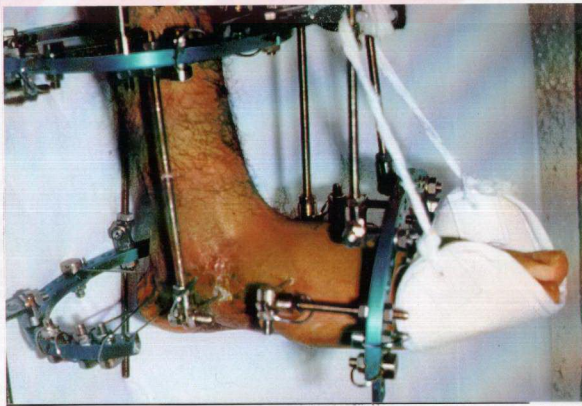
Ilizarov cihaz ve tekniğinin en büyük avantajlarından biri minimal invaziv bir teknik olması ve hastanın tedavisi süresince ekstremitenin üzerine ağırlık verebilmesidir (12). Fakat teknik, transossöz bir niteliğe sahip olduğu için transfiksasyon telleri ekstremitedeki hem fleksör, hem de ekstansör grup adalelerin içinden geçmektedir. Tellerin kas içinden geçtiği yerlerde ise kaçınılmaz bir fibrözit olaylanmaktadır. Bu fibrözit kas hareketlerinde ciddi bir ağrı oluşturduğu için, opere edilen ekstremitenin distalindeki eklem hareketlerinde sorun yaratmakta, iyi bir egzersiz programı uygulanmaz ise eklem ankilozuna kadar giden sonuçlar oluşturmaktadır (75).

Kaslardaki ağrıyı minimuma indirmek için; transossöz teknikte en önemli nokta; transfiksasyon telini kasın içinden geçirirken o kası maksimum gerginliğinde tutmaktır (37).

Böylelikle kasın boyunun hareketle değişmesi, kasın içinde yırtılmalara sebep olmayacaktır (75). Ameliyat sırasında tel tibianın anteriorundan posterioruna doğru geçiriliyorsa; birinci korteksi geçene kadar ayak bileği tam plantar fleksiyonda, ikinci korteksi geçerken ve teli ciltten çıkarana kadar ayak bileği tam dorsal fleksiyonda tutulmalıdır (37). Aynı şekilde transfiksasyon teli metatarsallardan geçirilirken ayak parmaklar hiper fleksiyona getirilmelidir.

Ameliyat sonrası hemen ayağa özellikle parmakları içine alabilecek tarzda bir kaf, proksimaldeki halkalara ayağı ve parmakları nötral pozisyonda, hatta hafif ekstansiyonda tutacak şekilde bağlanır (61) (Şekil:24). Ameliyat sonrası ikinci gün olguların parmaklarına pasif eklem hareketleri yaptırılmaya başlandı. Parmaklarının eklem hareketlerini aktif olarak yapabilen olgularda ise aktif ve pasif egzersizler yaptırılmalıdır. Egzersizler günde 4 defa, başta 10 dakika olmak üzere, süre artırılarak yaptırılmalıdır. Egzersiz yapılmadığı dönemlerde kablolar parmakları dorsale zorlayacak tarzda uygulanmalıdır (58).

Yürüme, ameliyat sonrası 3 gün başlatılır. Hasta, koltuk değnekleri veya walker ile ekstremiteye mümkün olduğunca yük vermeye teşvik edilir. Rehabilitasyon programının başında ekstremiteye verilen yükün miktarından çok, doğal ritmik yürüme paterni daha önemlidir (27). Zamanla hasta verilen yükü artırır. Tedavinin sonuna doğru, hasta tek bir koltuk değneği veya bastonla yürüyebilmelidir. Fiksator çıkarılırken ekstremitenin, hastayı yardımcı aletler olmadan destekleyebilmelidir. Fizyoterapist ve doktorun sürekli teşviki önemlidir.

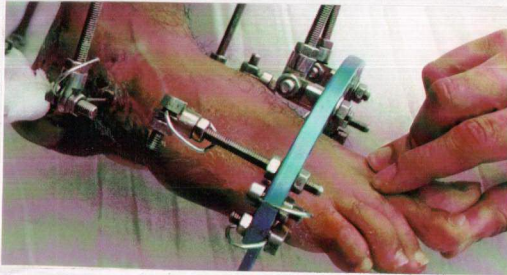


Şekil: 24, Ayak parmaklarına kaf uygulaması

Ameliyat sonrası dönemde hastanın yürüme yeteneği azalırsa nedeni araştırılmalıdır. Ağrılık verilirken ağrının nedeni sıklıkla pin sepsisidir. Öte yandan hasta yürümeyi bıraktığında kemik dansitesi azalır. Osteoporoz, transfixasyon tellerinin kemikte tespitini azaltır ve gevşeme meydana gelir. Pin-kemik hareketi mikrobial invazyonu kolaylaştırır, sonuçta sepsis ve yürümeyi daha da engelleyen ağrı ortaya çıkar. Böyle bir kısır döngü oluşmasına izin verilmemelidir.

Ayak deformitelerinin düzeltilmesi için Ilizarov teknik ve cihazı uygulanan olgularda ameliyat sonrası kısılğa engel olmak için distraksiyon osteogenezinden yararlanıldığından, orta dereceli de olsa hepsinde hem medial, hem de lateral kolonda uzatma uygulanmalıdır. Bu uzatmalar sırasında kısa ve uzun parmak fleksörleri çektiği için parmaklar hiperfleksiyona gitmektedir (35). Özellikle bu olgularda parmak egzersizleri aksatılmadan yapılarak, kaffarı kesinlikle çıkarılmamalıdır. Gece pozisyonu çok önemlidir. Hastanın günde 7-8 saatini harcadığı uyuma sırasında suboptimal pozisyonda kalan eklemler gündüz düzeltmeye karşı koyar. Bu sırada parmakların plantar fleksiyonu kaf yardımı ile engellenmelidir

Ayak deformiteleri düzeltilmesi sırasında ayak bilekleri tüm olgularda nötral pozisyonda fikse edildiği için, tedavi bitimine kadar ayak bileklerine egzersiz yaptırılmadı. Ayak bileklerinde hareket kısıtlılığı bulunan olgulara ameliyat öncesi dönemde aktif ve pasif olarak ayak bileği egzersizleri uygulanmalıdır (30). Tedavinin tam olarak bitirilmesinden, alçıların alınmasından sonra ise ayak bileklerine agresif olarak yoğun pasif eklem hareketleri uygulanmalıdır. Ankilozu ileri derecede olan olgularda devamlı pasif hareket (cotinuous passive motion) sağlayan mekanik makineler kullanılabilir. Bu egzersizler sırasında olguların ayak bileklerine standart kontrast banyolar uygulanarak, ağrısız eklem hareketleri sağlanmaya çalışıldı (50).



Şekil: 25, Parmaklara aktif eklem hareketi ve germe yaptırılması.

Ayak deformitelerinin düzeltilmesi için kullanılan aparatlarda distal tibiaya iki adet halka kısa rodlar ile fikse edildiği zaman diz hareketlerine engel olmamak amaçlanır. Tibianın hem distaline hem de proksimaline halka koyan otörler diz fleksiyonununda minimal de olsa kısıtlılık oluşturabileceğini vurgulamışlardır (30). Tel geçiş bölgesindeki ağrı nedeniyle diz hareketlerini kısıtlayan hastalarda mümkün olduğunca geniş açılarda aktif-pasif diz eklem hareketleri yaptırılmalıdır. Erken ambulasyon ile diz ve kalça eklemindeki hareket kısıtlılığı engellenmeye çalışılmalıdır.



### III. GEREÇ VE YÖNTEM

Gülhane Askeri Tıp Akademisi ve Askeri Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalında 1 Ocak 1994 ile 30 Haziran 1996 tarihleri arasındaki 30 aylık dönem içerisinde ayak deformiteli 32 hastaya İlizarov Sirküler Eksternal fiksator uygulanmıştır. Hastalardan iki tanesinin her iki ayağındaki deformite düzeltilmiş olup toplam 34 tane ayak deformitesine düzeltme yapılmıştır. Bilateral deformiteli olgulardan birinde; bilateral Pes equino varus varken diğerinde ise; mayın yaralanmasına bağlı olarak bilateral kalkaneus parçalı ve defektli kırığı mevcut idi.

- 1 olgumuzda geçirilmiş tibia psödoartroz ameliyatlarının sonucu oluşan fibrotik yapışıklıklara bağlı "talipes kalkaneo valgus",
- 1 olgumuzda mayın yaralanmasına bağlı "kayık ayak",
- 1 olgumuzda "pes valgus",
- 4 olgumuzda "pes equino varus",
- 18 olgumuzda ateşli silah yaralanmasına bağlı "kalkaneus parçalı ve defektli kırığı",
- 4 olgumuzda ateşli silah yaralanmasına bağlı tibia veya femur kırığı sonucu ile ve siyatik veya peroneal sinir yaralanması ile gelişen "düşük ayak",
- 1 olgumuzda crush injuriye bağlı "equino varus" deformitesi,
- 1 olgumuzda ise ayak bileği eski parçalı kırığı,
- 1 olgumuzda ateşli silah yaralanmasına bağlı metatarsus adduktus,
- 2 olguda chopart amputasyonu mevcut idi.

Ayak deformitelerinin düzeltilmesinde klasik İlizarov aparatı ve elemanlarından yararlandık. Fakat deformite düzeltilmesi esnasında menteşe sağlamak, seviye oluşturmak, angulasyon elde etmek için elemanlarını çok kullandık. Ortopedide en önemli noktalardan birinin ameliyat öncesi değerlendirme olduğu bilinmektedir. Ameliyat öncesi değerlendirme hem statik hemde dinamik durumlarda ayağın muayenesini içine alır. Ayak altındaki basınç ölçümleri, pozisyon sağlama procedürlerine yardımcı olur. Ayak deformite ameliyatlarının tümünde cerrahlar çok iyi bir planlama yapmalı "plantigrade pozisyonda optimum bir sonuç alınması amaçlanmalıdır" (17).

İlizarov tekniği yumuşak dokunun yeni histogenesisine kemik kadar iyi imkan sağlar. Kemğin ve yumuşak dokunun uzaması için cerrahi procedürlerin uzun bir hikayesi vardır. Küçük anomaliler ve kısa eşitsizliklerde eskiden beri yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Enfeksiyon riski bulunan, düzeltilmesi istenen ayaklarda minimal invaziv teknikle uygulanabilen Ilizarov cihaz ve tekniğinin başarısı büyüktür(25) Ilizarov teknik ve cihazının, anatomik yapısı itibarı ile tibia ve uyluğu yapılan uygulamalarında komplikasyon riski çok düşüktür

Ilizarov tekniği ile diğer konvansiyonel metodlar arasındaki temel farklılıklar; minimal invaziv yöntemlerle önceden kesilen kemiğin distraksiyon hızı ve frekansının etkilediği kemik gelişiminin bilinmesidir. Çocuğun normal gelişimi sırasında kemik aksiyel olarak büyür, kemik büyürken oluşan kitlenin büyüme frekansı vardır. Tipik çocukluk ve adolesan büyümesinin aşırılığı değişik zaman birimlerinde gerçekleşen kemiğin uzama miktarını veren konsepti açıklar. Bu sistemi etkileyen faktörler tam olarak bilinemez. Bu procesi etkileyen birçok faktörün uyarılma kabiliyeti Ilizarov'un araştırmalarıyla ortaya çıkmıştır (25).

Ayak deformitelerinin konvansiyonel cerrahi tedavileri rijit olgularda zordur. Bu durumlarda geleneksel tedavilere alternatifler özellikle yardımcıdır. Cildi de dahil olmak üzere ağır deformiteli olgularda tam düzeltme elde etmek olanaksızdır. Basamaklı tedaviler, cilt için özel flepler, nörovasküler yapılar için benzer problemlere sık rastlanılır (25).

Gülhane Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği olarak Ilizarov tekniğine kazandırdığımızı umduğumuz önemli bir nokta ameliyat öncesi iyi bir planlama ve aparatın önceden hazırlanmasıdır. Bu noktanın özellikle Ilizarov sirküler eksternal fiksatörü ile deformite düzeltilmesinde öneminin büyük olduğunu gördük. Ameliyattan önce deformiteye uygun olarak angulasyon derecelerinde hazırladığımız aparatları steril etmeden önce test ederek, aparatın deformitesinin düzeltilmesi; tedavinin sonucu hakkında bize önemli bilgiler vermektedir. Böylece steril edilmiş aparatı ameliyat sırasında hastanın ayağına yerleştirdikten sonra geriye sadece transfiksasyon tellerini uygun yerlerden geçmek, takiben uygun ağırlıklarda germek ve sonrasında osteotomiye uygulamak kalmaktadır. Bu şekilde ameliyat süresinde yarıdan fazla bir azalma olduğunu saptadık. Dolayısı ile anestezi başta olmak üzere, turnike, sterilite ve daha birçok ameliyat içi komplikasyonlarını direk olarak ekarte etmiş olduk.

Rosman ve Brown aynı şekilde kendi geliştirdikleri bir teknikle ameliyat öncesi aparatın hazırlanmasının önemini çalışmalarında vurgulamışlardır (63). Rosman ve Brown ayak bileği ve ayak deformitesinin uygun örneğini yaratmak için plastik bir materyal olan pedilen kullanmışlardır. İlk önce dizden deforme ayağın parmaklarına kadar standart alçı uygulayarak alçı model hazırlamışlardır. Hazırlanan modelin içini sert fleksibl bir materyal olan pedilen ile doldurmuşlar, alçıyı çıkardıktan sonra geriye deformitenin tam boyutlarına uygun gerçek ölçülerde bir kalıp elde etmişlerdir. Bu kalıba halkaları ve telleri uygulayarak, elemanları

takarak ve hatta osteotomileri uygulayarak ameliyat öncesi sağlanan düzelmeyi gözlemişlerdir. Uygun model hem büyüklük hem kesit olarak ayağın üç boyutlu deformitesine uygun olarak hazırlanmalıdır. Ameliyat öncesi hazırlanan aparat ameliyat süresini azaltmaktadır ve kompleks deformiteli olgularda ameliyat içi stresi önlemektedir (63).

Biz de tüm hastaların aparatlarını ameliyat öncesi mutlaka hazırladık. Aparatları hastaların ayaklarında denedik ve gerektiğinde preoperatif olarak işaretli grafiler aldık. Bazı hastalarımızın ayaklarının alçı kalıbını alarak polyester kalıplar hazırlayarak, ayaklarının aparatlarını bu kalıplar üzerinde hazırladık, osteotomi yerlerini planladık. Osteotomi bölgelerini aynı zamanda grafileri üzerinden çizdiğimiz şablonlarda kesimler yaparak saptadık. Şekil 26 ve 27'de bu alçı ve polyester model uygulamamız kısaca gösterilmektedir.



Şekil:26, Alçı Model



Şekil:27, Polyester model

Ayak deformitelerinin İlizarov sirküler eksternal fiksatorü ile düzeltilmesinde diğer önemli bir nokta; uygun osteotomiye karar vermek ve en doğru bir şekilde uygulamaktır. Daha önce de kortikotomi bölümünde bahsettiğimiz gibi; ayak kemikleri çok küçük olduğu ve çalışma alanımız çok dar olduğu için ayak kemiklerinde ister istemez medüllaya zarar

verilmektedir. Dolayısı ile bundan direk olarak osteotomi olarak söz edeceğiz. Yapılan çalışmalarda da kortikotomi ile osteotomi arasında; konsolidasyonun görülmesi ve dolayısı ile distraksiyon osteogenezisi temelinde bir fark olmadığı açıklanmıştır (22).

Ayak deformitelerinin düzeltilmesinde genel olarak kullandığımız bir aparat geliştirdik. Bu aparata deformitenin tipine ve derecesine göre bazı modifikasyonlar uygulayarak tekniğimizde kullandık. Fakat defektli kalkaneus kırıkları ve chopart güdük uzatmalarında tamamen farklı aparatlar kullandık. Talipes equino varus ve benzeri deformitelerde kullandığımız aparatı kısaca inceleyelim.

Genel olarak tibia'ya temel ayak aparatının üzerine iki veya üç halka konulmalıdır (25). Bu halkalar kuvvetli bir şekilde birleştirilmelidir. Bunların sayesinde deformitenin ekin, varus, inversiyon ve eversiyon bölümleri için dayanak noktası oluşturulmuş olur. Bazı otörler bu iki halkanın tibianın distaline konulması gerektiğini böylece hem diz hareketlerine engel teşkil etmeyecek hem de cruris kas gruplarından daha az sayıda tel geçilmiş olunacağını belirtmişlerdir(13). Bunun yanında bazı otörler ise temel ayak aparatının üzerine konulması gerekli iki halkadan birinin tibianın proksimaline diğerinin distaline konulmasının uygun olacağını belirtmişlerdir (30,50,35). Biz aparatlarımızda distal tibial iki halka kullanmayı tercih ettik. Bu iki halkanın distalindekini fibula ve tibiadan geçtik. Ekstremitte süpinde iken zeytinli teller mümkün olduğunca posteriordan yerleştirilmelidir. Aparatın anteriorundan geçmekten kaçınılmalıdır (25).

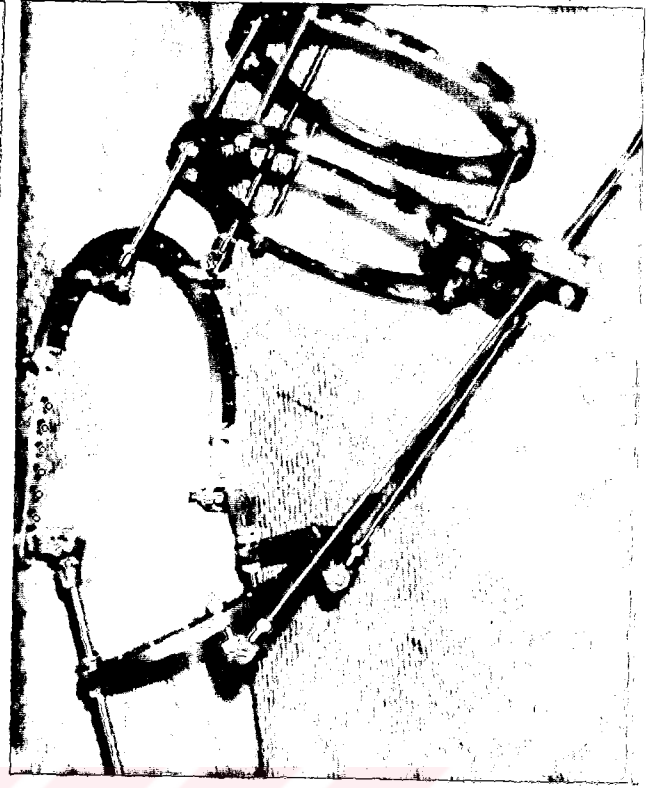
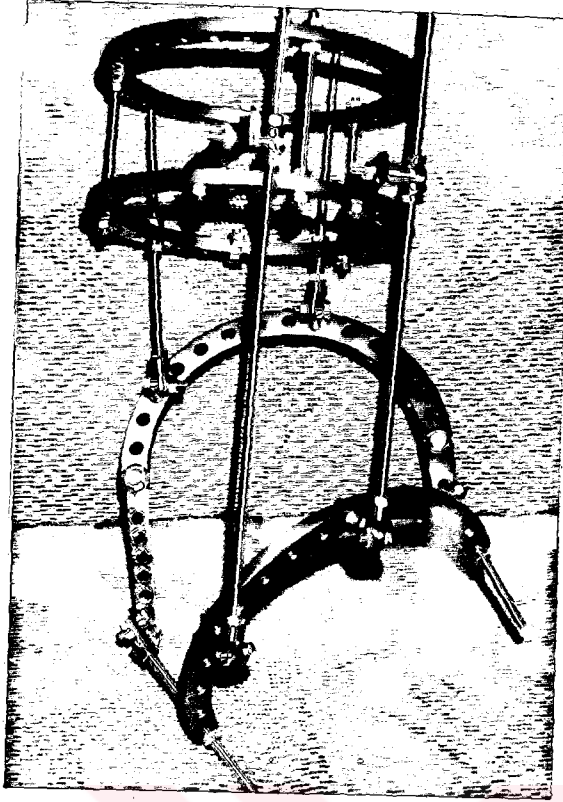
Kalkaneus için bir adet 5/8'lik halka kullandık. Bu sayede tel geçirirken kısıtlanmamış olduk çünkü kalkaneus halkasında aynı zamanda hem distal tibial halkaya hem de metatarsal halkaya bağlamak için fazlaca deliğe ihtiyaç duyulur. Kalkaneus içine genel olarak iki adet tel kullanılır. Fakat duruma göre bir tane bile yeterlidir (25). Birbirlerine çapraz veya paralel olabilirler. Varus düzeltileceği zaman en azından birinin medialden zeytinli veya stoplu olması gerekmektedir. Biz kalkaneusta iki adet zeytinli tel kullandık. Bunları genelde karşılıklı kullanmamıza rağmen rijit deformitelerde aynı yönde de kullandık. İkiyi aynı yönde yerleştirilirse düzeltmeyi kolaylaştırırken, karşılıklı konulmada amaç ise topuğu kilitlemektir.

Ön ayak telleri metatarsları çaprazlayacak şekilde transvers konulabilir. Metatars halkasını metatarsların distaline akslarına 90 derece olacak şekilde konulmasını öneren otörler vardır (30). Bunun yanında bazı otörler ise bu yarım halkanın metatarsların aksına paralel de konulabileceğini göstermişlerdir (1). Biz bir vakamız hariç hepsinde metatarsal yarım halkayı metatarslara 90 derece dik olarak yerleştirdik (ayak dorsumuna dik olarak). Genelde teller

birinci metatarstan beşinciye doğru 2,3 ve 4.cü metatarsın altından geçer. Bu durumda Ön ayak, ön ayak ekinusunun tersine kaldırılmış olur. 2.3 ve 4.cü metatarsın şaftları tüm genişliği ile alttan desteklenerek yukarı kaldırılmış olur. Eğer ayağın uzatılması da planlanıyorsa teller tüm metatarlardan geçirilmelidir (25,65,11). Bazı otörler bu telin tüm metatarlardan geçirildiği taktirde, telin metatarsal kemikler arasında sinoztoz yarattığını ortaya koymuşlardır. Sinoztoz ayağın transvers arkının persistan düzleşmesine neden olmaktadır, bu da ağrılı yürüme ile sonuçlanmaktadır. Bu problemten kaçınmak için sadece 1 ve 5.ci metatarsdan geçilmesini önermektedirler (7). Ön ayak adduksiyonu için sadece 1-5 geçişi yeterli iken, hem metatarlara hemde kalkaneusa zeytinli teller medialden yerleştirilmelidir (25). (Şekil:30). Bazı otörler orta ayağa da bir yarım halkayı ayağın dorsumuna dik olarak yerleştirmişler, bu halkayı motor rodlarla distal tibial halkalara bağlamışlardır. Özellikle kavus deformitelerinde yüksek orta ayağın distraksiyon ile normal açılanmasına gelmesini sağlama yoluna gitmişler. Aynı zamanda ön ayak halkasına yerleştirdikleri bağlantı rodları ile aradaki mesafeyi korumuşlardır (50).

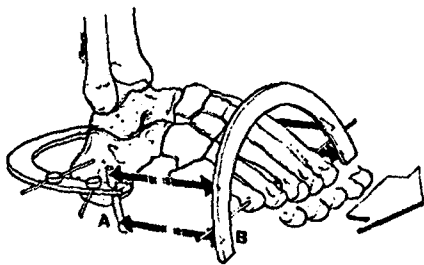
Konfigürasyonlar; ayak deformitelerinin çoğunun düzeltilmesini temel alarak hazırlanır. Eğer V osteotomi uygulanacaksa teller merkezi fragman boyunca yerleştirilir ve alt tibial halkaya tutturulur. Her ayak deformitesinde ayak bileğinin rotasyonel aksisine bir adet tel yerleştirilerek, bu tel tibiadaki distal halkaya bağlanır (58). Eğer topuğun varusu düzeltilecekse mediale yerleştirilen itici rodlar topuğu valgusa zorlar. Eğer bir eklem menteşesine aynı zamanda iki yöndeki ekseninde düzeltme yapılacaksa; bu ekleme üniversal eklem yerleştirilmesi uygundur (25).

Aparatı hazırlarken en önemli nokta; aparatın da deforme ayak şeklinde deformasyona sahip olmasıdır. Burada ameliyat öncesi planlama çok önemlidir. Deforme aparata takılacak menteşelerin ve rodların yeri çok iyi planlanmalıdır. Ağır deforme ayağın mültipl deformitesinin düzeltilmesi için gerekli olan aparatın kompleks yapısı, yavaş prognozu ve teknik deneyimin gerekmesi dolayısı ile kemik uzatma procedürlerinde distraksiyon teknikleri iyice öğrenilmelidir (50). Aparat hazırlandıktan sonra motor rodlar üzerindeki vidalar ilerletilerek deformasyonun istenildiği gibi düzeldiği gözlenmeli, gerekirse ilaveler yapılmalıdır (63) (Şekil: 28,29).

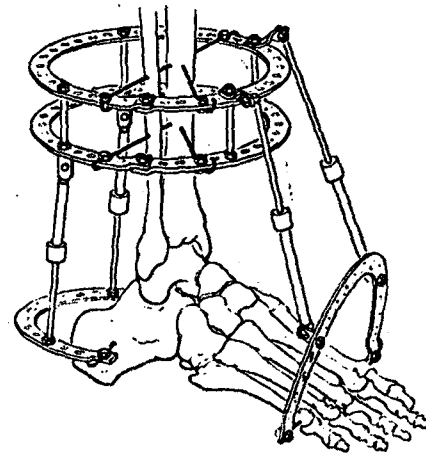


Şekil:28,PEV Aparatının önden görünüşü Şekil:29,PEV Aparatının yandan görünüşü

Genel olarak distal tibia ve fibulayaaya iki adet tam halka iyice birleştirilir, kalkaneusa ve metatarlara birer adet yarım halka konulur. Metatars halkası distal tibiadaki halkaların altındaki veya üstündekine takılabilir (34). Bazı otörler proksimal halkaya takılmasının stabiliteyi arttırabileceğini ileri sürmüşlerdir (13). Kalkaneus halkasını da distal tibial tam halkaya iki adet rod ile bağlamak gerekir. Ön ve arkadaki bu toplam dört rod; motor roddur. Ekinus deformitesi düzeltilecekse öndeki motor rodler kompresyon rodleri, kalkaneustaki rodler distraksiyon rodleri olarak anılır. (Şekil: 31).

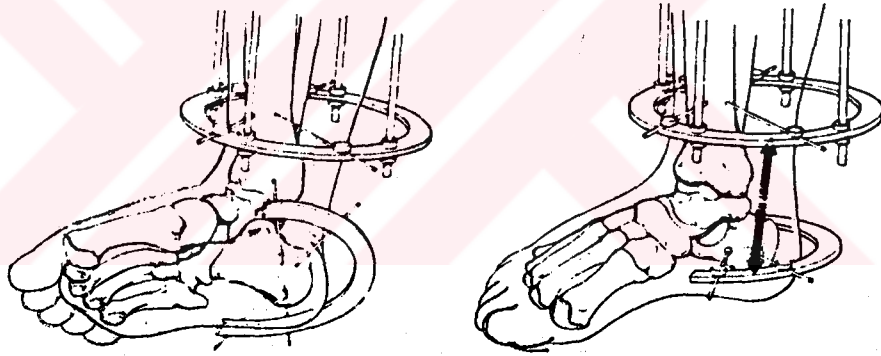


Şekil:30, Kavus düzeltilmesi



Şekil; 31, Ekin deformitesi aparatı

Ayak deformitelerini düzeltirken motor rodlar düzeltilmesi istenilen deformitenin kısa aksına konulmalıdır. Böylece kısa tarafta distraksiyon osteogenesisine bağlı oluşan yeni kemik sayesinde ayağın boyu korunarak deformite düzeltilmiş olur. Mentşeler de deformitenin düzeltilmesi istenilen mihverine veya tam osteotomi hattına yerleştirilirse uygun bir distraksiyon osteogenesisi sağlanmış olunurken, aynı zamanda yumuşak dokular ile aparatın teması engellenmiş olunur (26). Kompleks deformiteler düzeltilirken ilk önce aynı yöndeki deformitelerin, daha sonra ise diğer aksdaki deformitelerin düzeltilmesi gerekir (42). Pes equino varus düzeltilmek isteniyorsa hazırlanan aparatda ilk önce varus ve adduktus komponentleri düzeltilir, bu bölümlerde tam düzelme sağlandıktan sonra geriye sadece ekin deformitesi kalır ve en son olarak ekin düzeltilir (41). Aparatın konfigürasyonu deformitenin her kompartmanını düzeltebilecek ilave bölümlere sahip olmalıdır (25) (Şekil: 32).

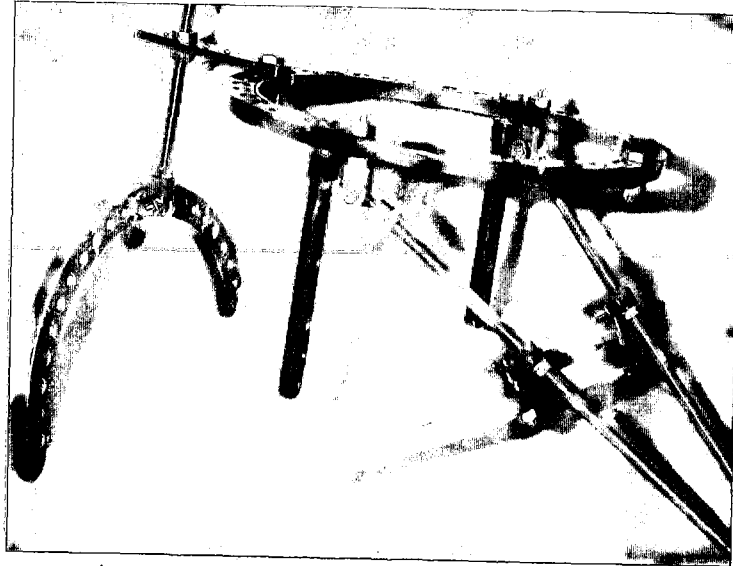


Şekil:32. Varus Düzeltilmesi

Kalkaneus defektli kırıklarında ise kullandığımız aparatlar biomekanik olarak aynı kalıplar içerisinde incelense de birkaç ayrıntı ile farklılık göstermektedir. Kalkaneus defektli kırıklarının distraksiyon osteogenesisi ile düzeltilmesinde kalkaneustaki defekt miktarına göre 2 tip aparat kullandık. Bu aparatlardaki tek fark kalkaneal halkaların kalkaneusa yerleştirilmesi ve distal tibial halkaya bağlanması şeklindeydi. Defekt miktarı %60'dan fazla olan olgularda "Kalkaneal Tip I", defekt miktarı %60'dan az olan olgularda ise "Kalkaneal Tip II" olarak isimlendirdiğimiz aparatları kullandık. Hiç kalkaneusu olmayan olgularda Tip I aparatı kullandık (Şekil: 33,34). İlk olarak kruris distaline sadece bir tam halka yerleştirdik ve ikinci

seviyeyi bu halkaya bağladığımız 3 delikli klemp'e geçirdiğimiz tel ile elde ettik. Metatarslara da aynı şekilde ayağın dorsumuna dik olacak şekilde 1 adet yarım halka'yı iki adet tel ile fikse ettik; burada vakalarımızın üçü hariç hepsinde 1-2-3-4-5 şeklinde transmetatarsal geçişi uyguladık. Diğer üçünde ise daha önce geçirdiği yaralanmalar sonucu ayak anatomileri bozulması nedeniyle 1-5 şeklinde geçerek 2-3 ve 4.cü metatarsları alttan desteklemeyi tercih ettik. Bu metatarsal yarım halkayı distal tibial halkaya bir veya iki adet rod ile birleştirdik. Kalkaneusa bir adet 5/8'lik halka kullandık. Tip I aparat'da bu halkayı kalkaneusa uygulamayı düşündüğümüz osteotomi hattına paralel olarak yerleştirdik. Osteotomiyi planlarken gerektiğinde kalkaneus ile füze olmuş talusu da kullanarak, üç adet telin geçebileceği ve rahatlıkla kayabilecek yeterli bir kemik fragmanının distalde kalmasına dikkat ettik. Planlanan osteotomiyi takiben, ayırdığımız üçgen şeklindeki kemik fragmanını tam ön uç noktasından geçecek şekilde bir adet düz tel ile halkaya fikse ettik. Teli halkanın en önündeki deliklere tel tutucular ile birleştirdik. Bu tele "merkezi tel" adını verdik. Bu telin arkasına ise iki adet zeytinli teli çapraz olarak yerleştirerek; hem transport edeceğimiz kemik fragmanını zeytinler ile tespit etmiş, hem de çapraz geçiş ile stabil bir kayma elde etmiş olduk.

Telleri uygun şekilde gerdikten sonra bu 5/8'lik halkayı distal tibial halkaya iki adet simetrik motor rod ile birleştirdik. Bu rodları birleştirirken aparata önden bakıldığı zaman rodların hafif bir eğimle dışarıdan içe, aparata yandan bakıldığı zaman ise rodların önden arkaya doğru simetrik bir şekilde olmasına dikkat ettik. Rodların distalinde kayma için yeterli olacak şekilde fazla mesafe bıraktık (42).

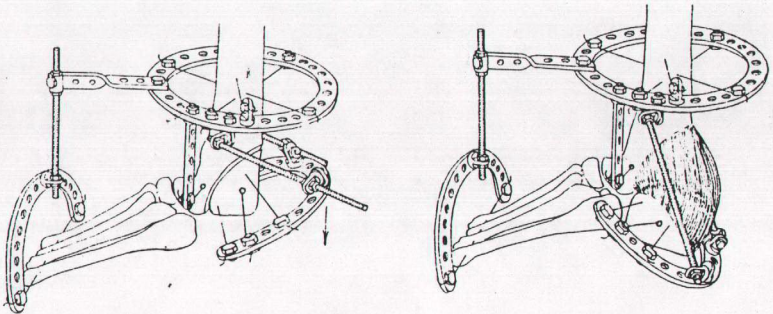


Şekil: 33, Kalkaneal Tip I Aparat

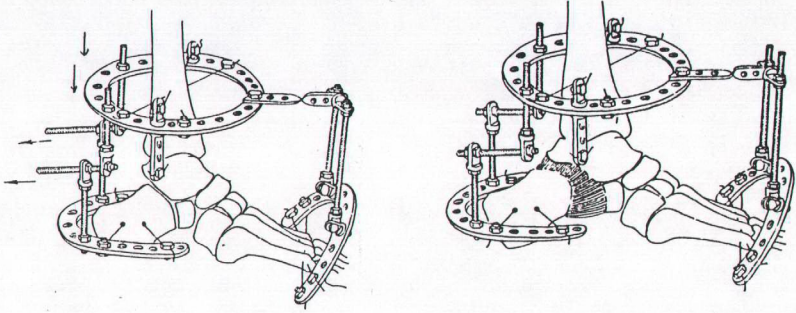


Şekil: 34, Kalkaneal Tip II Aparat

Kalkaneal Tip II aparatda da kalkaneusta 5/8'lik halka kullandık. Kalkaneusa posterior kalkaneal osteotomi uyguladık. Halkayı osteotomi hattının altındaki kemik fragmana iki adet zeytinli tel ile fikse ederek fragmanın kayma sırasındaki stabilizasyonunu sağladık. Kalkaneal 5/8'lik halkayı, distal tibial halkaya bağlarken; kalkaneal halkayı geriye ve distale doğru kaydırabilecek içe ve dışa ikili motor rod sistemi kullandık (Şekil:34). Her iki aparatda da, talus boyununun rotasyonel aksisinden geçirdiğimiz bir düz teli distal tibial halkaya iki adet uzun klemp ile birleştirdik (42). Talo-kalkaneal eklemin ankiloz olmadığı vakalarda kortikotomi hattının önünden bir düz tel geçirilerek; distraksiyonun kortikotomi yerine eklemi açması önlenildi (50).

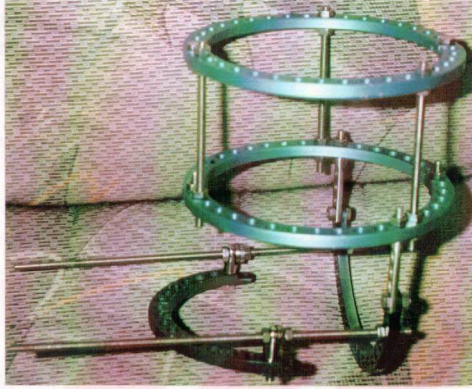


Şekil: 35, Kalkaneal Tip I aparatın çalışma biomekaniği



Şekil: 36. Kalkaneal Tip II aparatın çalışma biomekaniği

İki chopart amputasyonlu vakamızda, amputasyon güdüklerinin uzatılması için temel aynı olmak üzere farklı bir aparat planladık (42). Kruris distaline aynı şekilde iki tane tam halkayı üç adet rod ile sıkıca birleştirerek, ikişer adet düz tel ile fikse ettik. Bir adet yarım halkayı distaldeki halkanın orta arkasına doğru bu halkaya dik olacak şekilde iki adet 4 delikli klemp ile sıkıca birleştirdik (Şekil: 37). Bu kalkaneal halkamızı oluşturdu. Kalkaneal halkanın önüne iki adet motor rod ile bir adet yarım halkayı distal tibial halkaya paralel olacak şekilde birleştirdik. Bu osteotomize edilen kemik fragmanının iki motor rod üzerinde kaydırmasını planladığımız halkadır. Kalkaneus, aparata dik olan yarım halkaya iki adet zeytinli tel ile fikse edildi. Kalkaneusun anterior parçası ile kalkaneusa füze durumda olan talusa oblik bir osteotomi uygulandı (42, 36). Osteotomi hattının önündeki kemik fragmanı ise kayması planlanan yarım halkaya iki adet çapraz tel ve bunların önüne bir adet transvers düz tel ile fikse edildi. Bu hastalarda ameliyat sonrası 7. günde  $4 \times 0.25$  mm./gün'lük bir hızla distraksiyona başlandı. Bu olgularda güdük anteriorunda yeterli miktarda yumuşak doku yastığının olmasına dikkat edildi. Distraksiyon süresince haftalık radyografik kontroller yapılarak, güdük ucu beslenmesi her gün kapiller pulzasyon ile kontrol edildi. Bazı olarak 4cm.lik bir uzatma planlanırken; yumuşak doku beslenmesinde ve/veya radyolojik olarak distraksiyon alanındaki konsolidasyonda sorun ile karşılaşmadığı taktirde uç hedef 10 cm. civarında düşünüldü.

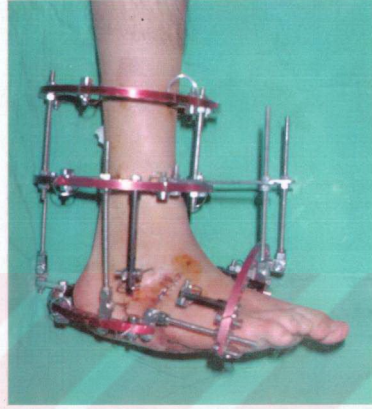


Şekil: 37, Chopart amputasyonlu güdüğün uzatma aparatı

Pes ekinus, talipes kalkaneovalgus ve kayık ayak bulunan olgularımıza tek eksenli aparatlar hazırladık. Pes ekinus; 2 olgumuzda geçirilmiş tibia ve femur kırıkları komplikasyonu sonucu oluşan peroneal ve siyatik lezyonları nedeniyle, 2 olgumuzda ise tibia kırığı nedeniyle Ilizarov CEF uyguladığımız fakat yeterli egzersiz uygulamama sonucunda gelişmiştir. Bu olgularımızın hepsine aynı tip aparat uyguladık. Kruris distaline iki adet tam halkayı ikişer adet düz tel ile fikse ettik. Kalkaneusa bir adet 5/8'lik halka, metatarsların distaline ayağın dorsumuna dik olacak şekilde bir adet yarım halka yerleştirdik. Kalkaneal halkayı iki adet çapraz zeytinli tel ile, metatars halkasını iki adet düz tel ile fikse ettik. Kalkaneal ve metatarsal halkaları içten ve dıştan birer adet sabit rod ile birleştirdik. Tek farkları motor rodların uygulama yerlerindedi. Hepsinde anteriora 2, posteriora 2 motor rod yerleştirdik. Distal tibial halkadan çıkan bu rodler ayak bileği seviyesindeki menteşeler ile ayak bölümüne bağlandı. Pes ekinuslu olgularımızda anteriora yerleştirdiğimiz motor rodler kompresyon rodu, posteriora yerleştirdiğimiz rodler ise distraksiyon rodu amacı ile hazırlanmıştır (50). Talipes kalkaneo valguslu ve kayık ayaklı hastamızda ise tam tersine anteriordaki 2 motor rod distraksiyon rodu, posteriordaki 2 motor rod ise kompresyon rodu olarak yerleştirilmiştir (Şekil: 38,39).



Şekil: 38, Pes ekinus aparatı



Şekil: 39, kayak ayak aparatı

Pes ekinuslu olgularımızın hiçbirine osteotomi uygulamadık. Hepsinde yumuşak doku ve aşıl tendonundan uzatma planladık. Geçirilmiş tibia pseudo ameliyatları sonucu fibrotik yapışıklıklar ile anterior tibial kasların fibrozisi sonucu talipes kalkaneo valgus gelişen 9 yaşındaki kız olgumuza supramalleolar osteotomi uyguladık. Mayın yaralanması sonucu splash-foot (kayık ayak) gelişen olgumuza naviküler kemikten midfoot osteotomisi uyguladık (50). Osteotomi uygulamadığımız olgularımıza ameliyat sonrası 3. gün, osteotomi uyguladığımız olgularımıza ise ameliyat sonrası 7. gün kompresyon-distraksiyona başladık. Distraksiyon ritmi ve hızını anguler deformitelerin düzeltilmesinde hızın hesaplanması formülü ile saptadık ve uyguladık (33). Haftalık radyolojik kontroller ile distraksiyon alanında rejenere kemikğin konsolidasyonunu takip ettik.

Ateşli silah yaralanmasına bağlı ayak bileği parçalı kırığı geçiren bir olgumuza daha önce açık yöntemler ile ayak bileği artrodezi denenmiş, fakat başarısız olunmuştu. Bu olgumuza Ilizarov cihazı ve tekniği ile artrodez uyguladık. Tibiotalar artrodez degeneratif, posttravmatik, sistematik ve diğer ayakbileğinin akiz deformiteleri için uygun tedavidir (32). Aparatı hazırlarken kruris distaline iki adet tam halka uygulandı. Kalkaneusa bir adet 5/8'lik halka

uygulanarak distal tibial halkaya birleştirildi. Kemik doku kaybı veya orta ayak deformitesi olmayan durumlarda basit kompresyon artrodezi uygulamak yeterli olmaktadır (32). Eğer ayakta başka deformiteleri de varsa ayak bileği kompresyonundan önce düzeltilmelidir (42,32). Ayağın diğer bölümlerinin düzeltilmesi için aparata ilaveler yapılabilir. Anteromedial insizyon ile ayak bileğine girilerek tibio- talar eklem yüzünün kıkırdak dokusu iyice temizlendi, intraoperatif olarak ayak bileğine 2 cm. kompresyon yapıldı. Ameliyat sonrası dönemde ise 0.5 cm.lik kompresyon uygulandı. Radyolojik olarak solid kaynama elde edilene kadar aparat çıkarılmadı.

İhmal edilmiş sağ pes kalkaneo-valgus bulunan bir olgumuza da Ilizarov cihazı ve tekniği uyguladık. Aynı şekildeki deformiteye sahip sol ayağına 2 yaşında iken açık cerrahi teknikler uygulanarak başarılı sonuç elde edilmesine rağmen, sağ ayağına hiç bir müdahalede bulunulmamış. Olgumuz sağ ayak bileğinin iç tarafına medial malleol üzerinde vücudun kompensatris olarak geliştirdiği bursanın üzerine basarak yürümekte idi. Olgunun metatarislerinde da kalkaneusla birlikte eversiyon görülüyordu (Şekil:40).

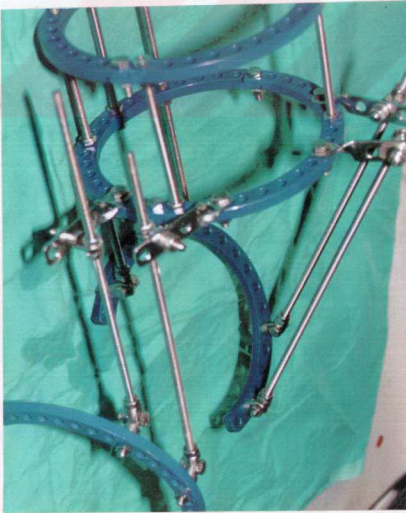


Şekil: 40, Pes kalkaneo valgus'lu olgumuz (K.Ü. 14 erkek)

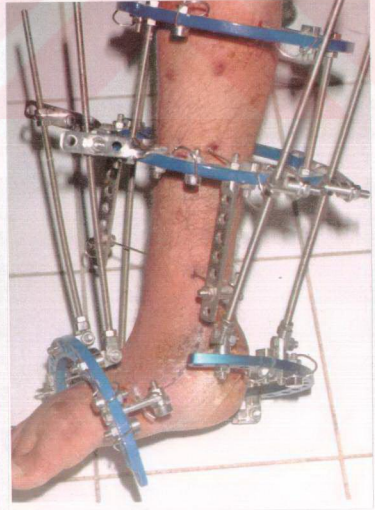
Olgunun talus ve kalkaneusu radyolojik olarak ileri derecede deforme idi. Olgunun tibiası ile ayağı yaklaşık 90 derecelik bir açılanma yapıyordu. Aparatı hazırlarken kruris distaline iki adet tam halkayı ikişer adet düz tel ile fikse ettik. Kalkaneusa 5/8'lik bir halkayı, iki adet lateralden zeytinli tel ile fikse ettik. Kalkaneal halkayı distal tibial halkaya medialden 2 adet motor kompresyon rodu, lateralden iki adet distraksiyon motor rodu ile birleştirdik.

Metatarsların distaline de bir adet yarım halkayı iki adet tel ile fikse ederken lateraldeki zeytinli kullandık. Bu halkayı distal tibial halkaya iki adet motor rod ile fikse ettik. Bu rodların medialdekini kompresyon, lateraldekini distraksiyon amaçlı hazırladık. İlk başta kalkaneal halka ile metatarsal halka arasında herhangi bir bağlantı yapmaz iken, daha sonra düzeltme sırasında metatarsus abduktus görülmesi üzerine aparatın bu bölümüne lateralden distraksiyon motor rodu ilave ettik (Şekil:41).

Ameliyat sırasında distal tibial iki halkayı fikse ettikten sonra ayak bileğine medial bir insizyon ile girilerek nörovasküler yapıların korumasından sonra medial malleol ve talus eksizyonu uygulandı. Deforme kalkaneusa anteriordan osteotomi uygulandı. Ameliyat sonrası 7. gün sadece lateralden distraksiyona başlandı. Bu arada kompresyon hiç yapılmadı. Kalkaneusun normal eklem hattına gelmesini takiben medialden yavaş olarak kompresyona başlandı. Distraksiyon ve kompresyon hızı; deformitelerin düzeltilmesinde hızın hesaplanması yöntemi ile saptanarak uygulandı (33). Düzeltme sırasında metatarsus abduktusun gelişmeye başlamasının görülmesi ile kalkaneal ve metatarsal halkalara lateralden bir distraksiyon rodu bağlanarak distraksiyona başlandı. 52 gün sonra tam düzelme elde edildikten sonra kompresyon ve distraksiyon durduruldu.



Şekil: 41, Pes kalkaneovalgus aparatı

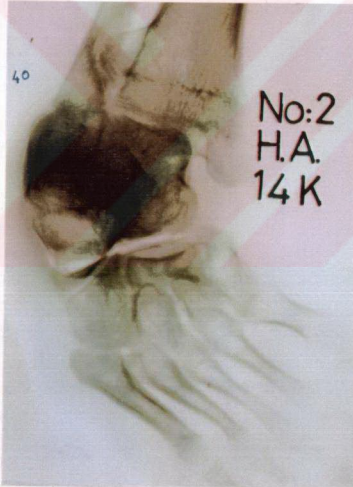


Şekil:42 K.Ü. Distraksiyon bitimi

## CERRAHİ TEKNİK:

Kullanılan tüm aparatlar gibi ameliyattan önce hazırlanarak hastanın ayağı üzerinde denendi ve olası hatalara engel olunmaya çalışıldı. Bazı olguların deforme ayakları ile alçı kalıplardan polyester modeller hazırlanarak ameliyat öncesi halkalar, rodlar ve menteşeler yerleştirilerek tedavi sırasında oluşabilecek komplikasyonlar, istenmeyen rejenerasyonlar için önlem alınmış olundu (63). Ameliyatlar çocuklarda genel anestezi, büyüklerde spinal anestezi altında yapıldı, fakat spinal anesteziyi tolere edemeyen bazı büyük olgularda da genel anestezi kullanıldı. Tüm olgularda pnömatik turnike altında çalışıldı, turnike süresi hiç bir olguda 1.5 saati geçmedi.

Pes equino varuslu olgularda kullanılan talokalkaneal boyun osteotomisi aparatı yerleştirmeden önce uygulandı. Ayağa lateral oblik insizyon ile girildi, periost eleve edildikten sonra 0.5 cm.lik osteotom kullanılarak, görecelik osteotomi yapıldı (25). Çekilen kontrol grafileri ile osteotomi hattının devamlılığı kontrol edildi (Şekil:43).



Şekil:43, Osteotomi hattının kontrolü



Şekil:44, Ameliyat bitimi görüntü

Takiben bir gün önceden sterilize edilmiş aparatlar deforme ayağa geçirilerek transfiksasyon telleri ile krurise ve ayağa fikse edildi. Büyüklerde 1.8 mm.lik, çocuklarda ise 1.5 mm.lik transfiksasyon telleri kullanıldı. Teller uygun gerilimlerde gerildikten sonra turnike açılarak kanama kontrolü yapıldı. Yumuşak dokulardaki ve ciltaltındaki kanamalar koterize edilirken medüller kanamalara dokunulmadı. Çok fazla kanayan medüller kanamalarda

osteotomi hattına scatrizan etkisi olan surgi-bone veya surgi-cell gibi maddeler konulurken hiçbir zaman bone-wax kullanılmadı. Dren olarak kelebek setden hazırlanan drenler vakumlu tüplere bağlanarak kullanıldı. Periost, ciltaltı ve cilt suture edildi (Şekil:44).

Ameliyat sonrası ikinci gün drenleri alındı. Ameliyat sonrası 7. gün hesaplanan hız ve ritimdeki uygun distraksiyona başlandı. Ameliyat sonrası çocuklarda 9. gün büyüklerde 12. gün suturler alındı. Olguların hepsine ameliyat sonrası 5. günde kısmi olarak, 15 gün sonra ise tam yük verilmeye başlandı. Ayağın şekil olarak deforme görünümü düzeldiği ve radyolojik olarak kemiklerin tam düzelmesi sağlandıktan sonra distraksiyon ve kompresyon durduruldu (58) (Şekil: 45). Bu süre takribi 25-30 gün sürdü. 1.5 ay süreyle düzelmiş pozisyonda iken ayakta aparat tutuldu. 1.5 ayın sonunda aparat ayaktan çıkarıldı. 2 gün süreyle tellerin ciltte açtığı deliklere yara bakımı yapıldıktan sonra ayağa kısa bacak sirküler yürüme alçısı uygulandı (13)(Şekil:46). Hastaya bot alçıda iken tam yük verdirilerek 1 ayın sonunda alçı çıkartıldı(35). Alçı çıkartıldıktan sonra ayağa nötral pozisyonda iken ayakkabı içine giyilebilecek plastik mold yapılarak 6 ay süre ile tutuldu (30). Bu süre içerisinde hastalar ayda bir kontrole çağrıldı.

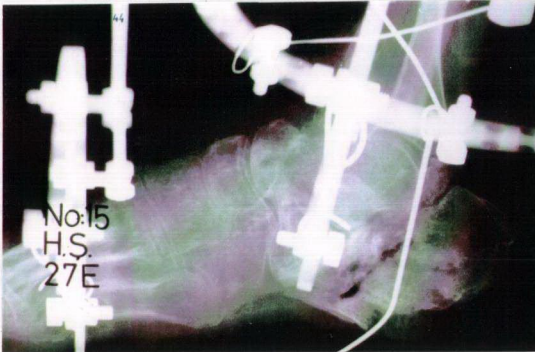


Şekil:45, Düzelmış pozisyondaki ayak



Şekil:46, Düzelmüş pozisyonda iken alçı uygulanan ayak

Kalkaneus defekti olan vakalarımızda da aynı şartlarda ameliyat uyguladık. İlk önce distal tibial halkayı, takiben metatarsal halkayı yerleştirerek 1.8 mm.lik teller ile fikse ettik. Daha sonra kalkaneusa lateral insizyon ile girerek cilt ve ciltaltını geçerek periostu eleve ettikten sonra direkt görüş altında posterior kalkaneal osteotomiyi uyguladık. Kalkaneus'u hiç olmayan, distal tibiadan osteotomi yaptığımız olgularda distal fibular eksizyon uyguladık. Osteotomi hattının devamlılığını kontrol grafileri çekerek gördük (Şekil:47).

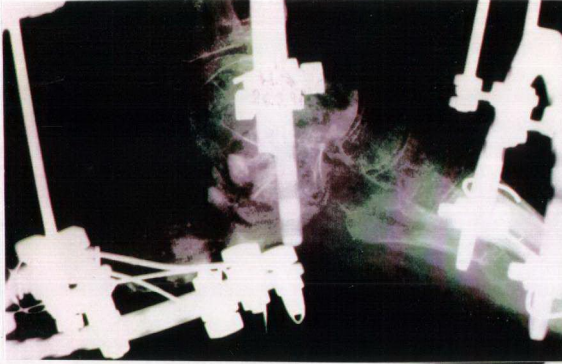


Şekil:47, Osteotomi hattının kontrol grafisi

Kortikotomi altında kalan kemik fragmanından transfixasyon tellerini geçerken yaradan geçmemeye dikkat ettik. Telleri 5/8'lik halkaya fikse edip gerdikten sonra distal tibial halka ile bağlantılarını yaptık. Kalkaneus halkasının kortikotomi hattına paralel olmasına dikkat ettik (42). Bağlantıları yaptıktan sonra motor rod üzerindeki vidaları gevşeterek kalkaneal halkanın hafifçe distale ittirildiğinde motor rodlar üzerinde rahatlıkla kayabildiğini gözledik. Böylece hem mekanizmanın uygun çalıştığına hem de tellerin kortikotomi hattının altından geçtiğine emin olduk(1). Ameliyatın sonunda kanama kontrolünü takiben kelebek setten hazırlanan dren koyduktan sonra katları suture ettik.

Ameliyat sonrası ikinci gün dren alındı, 7. gün distraksiyona başlandı. Haftalık radyolojik kontroller yapıldı, bu arada bazı olgularda sisteme ilave rodlar konularak distraksiyonun yönü düzenlendi. Bu ilave rodlar kalkaneal halka ile metatarsal halka arasına konularak distraksiyonun posteriora doğru oluşması sağlanarak anatomik pozisyona yakın bir kalkaneus elde edilmeye çalışıldı.

Kalkaneal tip I aparat kullandığımız olgularda motor rodların, basma hattının altında kalması dolayısı ile; bu olgularda distraksiyon sırasında ayağa yük verdiremedik. Fakat Kalkaneal tip II aparatı uyguladığımız olgularda ameliyattan sonra 5. gün kısmi olarak, 15. gün tam olarak yük verdirmeye başladık. Takriben 4-6 hafta içerisinde hem radyolojik hem de klinik olarak yeterli bir kalkaneus elde edildiğine ve longitüdinal arkın sağlandığına karar verildiğinde distraksiyon durduruldu (Şekil:48).



Şekil:48, Distraksiyon bitim grafisi

Aparatın vidaları iyice sıkılarak 1.5 ay boyunca ayakta tutuldu. Bu arada kalkaneal tip I aparatlı hastaların uzun motor rodlarının basma hattının altında kalan bölümlerini keserek hastanın ayağına yük vermesine olanak sağladık. 1.5 ayın sonunda aparat ayaktan çıkarıldı. 1 gün pin yeri bakımı yapıldıktan sonra hastaya kısa bacak yürüme alçısı uygulandı. Bu alçıyı uygularken iki noktaya dikkat ettik; birincisi alçının altına 1.5 cm. kalınlığında mantar destek konuldu, ikincisi aşil tendonunun kalkaneusu proksimale geri çıkmasını önlemek için aşilin kalkaneusa yapıştığı yere bol pamuk koyarak iki parmak ile alçının bu bölümünü kalkaneusa oturtarak distale doğru zorladık. Daha sonra mantar desteğin tam altına gelecek şekilde lastik bir topuk konuldu (Şekil:49). 1.5 ay boyunca alçada bekletildikten sonra hastanın alçısı çıkartıldı. Olguların ayakkabılarının içine 1 cm. mantar destek konularak normal hayatına dönmesi sağlandı. Aylık kontroller ile hasta takip edildi.



Şekil:49:Destekli bot alçı

Chopart amputasyonlu güdük uzatma aparatı uyguladığımız olguları aynı şekilde spinal anestezi ile ve havalı turnike altında ameliyat ettik. Distal tibiyaı iki adet tam halka uyguladıktan sonra, kalkaneusu iki adet tel ile aparata dik olan halkaya fikse ettik. Hastanın güdük ucuna lateral 5 cm.lik insizyon ile girildi. Füze olmuş talus ile kalkaneusa oblik osteotomi uygulandı (42) (Şekil: 50). Kotikotomi hattının önüne iki adet tel çapraz olarak, bir adet tel de transvers olarak uygulandı. Bu teller öndeki halkaya fikse edildi. Bir adet kelebek set direni konularak yara suture edildi. Ameliyat sonrası 7. gün distraksiyona başlandı (32). Hastaya ameliyat sonrası 5. gün kısmi, 15.gün tam olarak yük verdirildi.



Şekil.50, Chopart güdük kortikotomisi'

AMELİYAT SONRASI TAKİP: Ameliyat sonrası 2. gün hastaların direnleri alındı. Çocuklarda 8. gün, büyüklerde ise 12. gün dikişler alındı. 3 gün boyunca hastalara sadece 3. jenerasyon antibiyotik uygulandı. Hastaların ağrılarına sadece klasik ağrı kesiciler kullanıldı, hiç bir hastada narkotik analjezik gerekmedi. Ameliyat sonrası ödem için antiinflamatuvar ilaçlar sadece birkaç olguda kullanıldı. 4 gün boyunca ayaklar eleve edildi. Elevasyon süresince hastalara parmak egzersizleri yaptırıldı. 5. gün kısmi yük verdirilerek hastalar mobilize edildi. Distraksiyonun 7. günü kontrol grafileri çekilerek tam yük verdirildi ve hastalar taburcu edildi. 15-20 günde bir hastalar radyolojik ve klinik olarak kontrol edildi. Düzeltme tam olarak sağlandıktan sonra distraksiyon durdurularak aparatlar ayakta 1.5 ay süreyle tutuldu. Daha sonra hastaların aparatları çıkarılarak, 1 gün yara bakımı yapıldıktan sonra 1.5 ay süreyle uygun bot alçıları uygulandı (35).

#### IV.BULGULAR

Ilizarov sirküler eksternal fiksator cihaz ve tekniği ile toplam 32 hastanın 34 konjenital veya akkiz ayak deformitesi düzeltildi. Olguların 3'ü kadın, 29'u erkek idi. Hastaların yaşları 8'den 42'ye olmak üzere ortalama 22.19 idi. 34 adet olgunun 4'ü konjenital, 28'i ise sonradan oluşan ayak deformiteleri idi. Konjenital olan olguların 1'i nüks, 3'ü ise doğuştan ihmal edilmiş idi. 34 ayak deformitesinin 21'i sol, 13'ü sağ ayakta idi. 2 olguda mevcut olan bilateral deformite düzeltildi. Bunlardan biri bilateral ihmal edilmiş pes equino varus, diğeri ise ateşli silah yaralanmasına bağlı bilateral kalkaneus parçalı ve defektli kırığı idi. Sonradan oluşan 28 ayak deformitesinin 21'i ateşli silah yaralanmasına bağlı, diğer 7 olgunun ise;

-2'si kruris anteriorunda tendon yapışıklıklarına bağlı (V.No: 1,5,7),

-2'si siyatik veya peroneal sinir lezyonuna bağlı (V.No:10,19),

-1'i crush injuriye bağlı (V.No:11),

-1'i ise tümör rezeksiyon ameliyatlarına sekonder olarak oluşmuş deformitelerdir (V.No:12).

Genel olarak olguların dökümünü yapacak olursak;

- 5'i pes equino varus (3'ü konjenital, 2'si akkiz),
- 18'i ateşli silah yaralanmasına bağlı kalkaneus parçalı ve defektli kırığı
- 4'ü ekin deformitesi,
- 1'i talipes kalkaneo valgus,
- 1'i screw foot (kayık ayak),
- 1'i ileri derecede pes valgus,
- 1'i metatarsus adduktus,
- 1'i ayak bileği parçalı kırığı,
- 2'si chopart amputasyonu idi.

34 ayak deformitesinin 27'sine daha öncesinden cilt greftlemesi, vaskülarize free flap, tenoliz, tendon transferi, açık redüksiyon internal fiksasyon ve eksternal fiksasyon dahil olmak üzere en az bir defa başka bir operasyon uygulanmıştır. 34 ayak deformitesine uygulanan önceki operasyonlar şunlardır:

- 11'ine Plastik Cerrahi kliniğince cilt grefti, vaskularize free flap,
- 5'ine ARİF,
- 6'sına traşlama, yıkama ve debritman,
- 2'sine tenoliz ve tendon transferi,
- 1'ine fasiotomi uygulanmıştır.

Ateşli silah yaralanmasına bağlı ayak deformitesi oluşan olguların 2'sine ( 17, 21 no'lu olgular) akıntıları olması nedeniyle daha önceden hiperbarik oksijen tedavisi uygulanmış ameliyat öncesi akıntıları kesilmiştir. 17 no'lu olguda hiçbir sorun ile karşılaşılmadan mükemmel bir sonuç alınırken, 21 no'lu olguda ise tedavi sırasında yeniden enfeksiyon ve akıntı başlaması ve takiben tellerin sıyırması nedeni ile aparatı ayağından çıkartıldı. %80 kalkaneal defekti olan olgunun defekt miktarı %60'a indirilmiş oldu. Kalkaneusun akıntısının geçmesi ve kemik kalitesinin biraz daha düzelmesi için olguya bir sene sonra tekrar İlizarov tekniği ile operasyon planlandı.

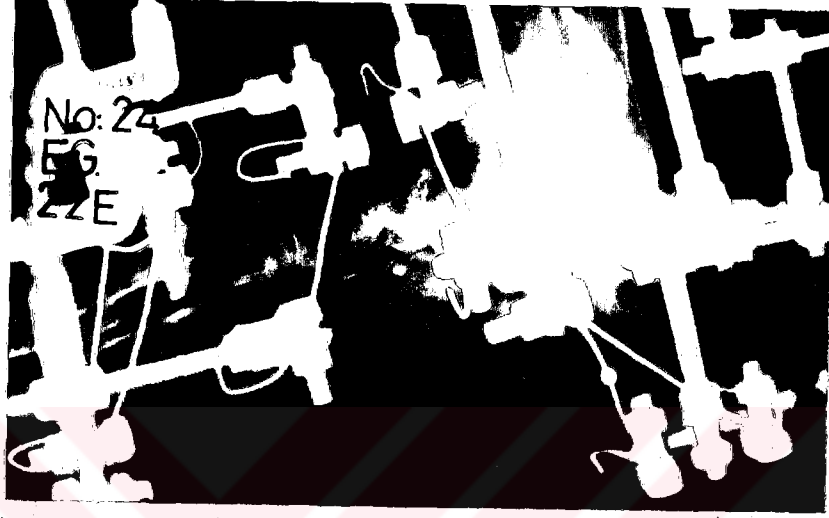
Ayak bileği artrodezi uygulanan olguya öncesinden açık yöntem ile fibula distal uç kaydırma operasyonu uygulanmıştı. Ateşli silah yaralanmasına bağlı kalkaneus defektli kırığı olan olguların; 5'ine sadece yıkama debritman ve eksizyon yapılarak alçı tedavisi uygulanmış, 2'sine ise daha öncesinden Plastik Cerrahi kliniğince topuk allogreft konulmuş fakat başarı elde edilememiştir.

Olguların 5'i İlizarov teknik ve cihazı uygulaması sırasında akıntılı enfeksiyona sahip idi. Bunların 2'sinde (++) akıntı mevcut idi. Bu olguların ikisinin tedavileri sonunda akıntıları kesilmiş, diğer üçünde ise deformitede düzelme sağlanması ile birlikte akıntı minimal de olsa devam ediyordu.

Olguların deformitelerinin düzeltilmesi için distraksiyon süreleri en kısa 20 günden, en fazla 97 güne olmak üzere ortalama 55.26 gün idi. 2 olgunun hatalı distraksiyon yapması ile bu ortalama sürede minimal artış olmuştur.

Olguların ayaklarında sirküler eksternal fiksator cihazı tutulma süresi en kısa 59 günden, en fazla 175 güne olmak üzere ortalama 104.37 gün idi. Kalkaneus defektli bir olguda (V.No.24) tel sıyırması nedeni ile kalkaneal teller ve halka çıkartılarak 1 ay sonra tekrar uygulanmış dolayısı ile en uzun tedavi süresi bu olgudadır (Şekil: 51). Kayık ayaklı olguda (V.No:9) ise distraksiyon bitimini takiben sadece 21 gün beklenecek aparat çıkarıldığı için en kısa tedavi süresi bu olgudadır. Daha sonra bu olguda yeni oluşan konsalide kemikte

impaksiyon gözleendiği için diğerk olgularda distraksiyon sonrası bekleme süresi 1.5 aya çıkarılmıştır.



Şekil:51, Teli sıyrılan 24 no'lu vaka. (E.G.)

Olgularda aparat çıkarıldıktan sonra ortalama 35.8 gün süreyle alçı uygulanmıştır. Bu süre en az 21, en fazla 60 gün idi. Chopart amputasyonlu güdük ucu uzatma uygulanan olgulara aparat çıkarıldıktan sonra alçı uygulanmadığı için bu olgular ortalamanın dışında tutulmuştur. Olguların postoperatif dönemde takip süreleri en az 2 ay, en fazla 24 ay olmak üzere ortalama 6.9 aydır.

Deformiteli ayakların 29'una bir veya birkaç osteotomi uygulanırken 5'ine osteotomi uygulanmamıştır. 8 no'lu pes valguslu olguya talektomi ve anterior kalkaneal osteotomi uygulanmıştır. Osteotomi uygulanmayan olgular; sinir lezyonu sonucu veya sirküler eksternal fiksator teknik ve cihazı ile tibialarındaki kırıklarının tedavisi sırasında düşük ayak oluşan 4 olgu ile ayak bileği artrodezi uyguladığımız olgudur.

Uygulanan osteotomi tipleri ve sayısı şunlardır;

- 15 posteior kalkaneal osteotomi (V osteotominin arka bacağı),
- 3 talokalkaneal boyun osteotomisi ( V osteotominin ön bacağı),
- 2 V osteotomi,
- 2 midfoot osteotomisi,
- 1 supramalleolar osteotomi,

- 1 talektomi + anterior kalkaneal osteotomi,
- 2 chopart amputasyonu güdük ucuna talokalkaneal oblik osteotomi,
- 3 posterior distal tibial osteotomi.

Posterior distal tibia osteotomisi uygulanan bir olguya da (V.No:31) distal fibula rezeksiyonu uygulanmıştır. Chopart amputasyonlu güdük ucu uzatmalarında talus ile kalkaneus füze olduğu için iki kemiği de içeren oblik bir osteotomi uygulandı.

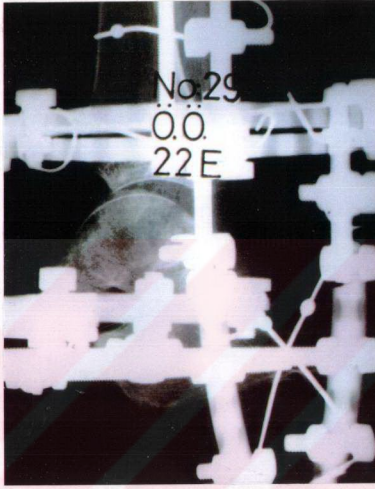
Osteotomi uygulanmayan ekin deformiteli aşil tendonu uzatılması planlanan olguların; sinir lezyonu sonucu düşük ayak gelişenlerde nüks gözlenirken, tibiasındaki kırık bifokal yöntem ile tedavi edilirken düşük ayak oluşan olgularda 90 derecede, nötral pozisyonda, minimal ağırlı ve plantigrade bir ayak elde edilmiştir. Bu durumlarda olgunun da sosyabilitesi ve dolayısı ile uyumu da önemlidir. Sinir lezyonu bulunsa da olgularda tam bir düzeltme sağlanmış iken alçı tedavisi sonrası kendisine gösterilen egzersizleri tam olarak uygulamadığı takiplerinden anlaşılmıştır. Sosyabilitesinin düşük olması, ağrıya olan aşırı duyarlılık nüksü hızlandırmaktadır. Ayak bileği artrodezi uygulanan olguda ise tibiotalar eklem yüzü traşlanmış olup osteotomi olarak ele alınmamıştır.

Ayak deformitelerinin düzeltilmesi sırasında 14 tane sorun meydana gelmiştir. Bunlar; 3 pin yeri enfeksiyonu, 2 sublüksasyon, 6 ağrı, 1 vasküler dejenerasyon ve 2 sensitif sinir dalı lezyonudur. Bu sorunların hepsi tedavi tamamlanmadan önce cerrahi girişim gerekmeksizin çözümlenmiştir.

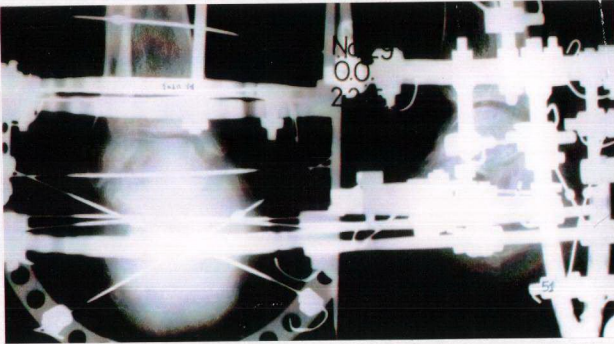
Deformite düzeltilmesi sırasında cerrahi müdahale gerektiren 3 engel ile karşılaşıldı. Bunlar; 2 tane pin yeri enfeksiyonu ile bir sublüksasyondur. Pin yeri enfeksiyonları, pinlerin çıkarılıp arkasından debritleme ve eksizyon uygulanması ile tedavi edildi. Chopart güdük uzatılması uygulanan bir vakada talus ile kalkaneus füze gibi görüldüğünden talusun, kortikotomi hattının arkasında kalan bölümüne transfiksasyon teli uygulanmadığından, distraksiyon sırasında kortikotomi hattı yerine tibiotalar eklem açılmıştır (Şekil:52). Olguya, lokal anestezi altında distraksiyon hızla geri alınarak talusun kortikotomi hattı arkasında kalan bölümüne bir tane transfiksasyon teli uygulanmıştır (Şekil:53). Daha sonra distraksiyona devam edilmiştir.

Tedavi sırasında 14 minör komplikasyon gelişmiştir. Bunlar; 2 rejenere kemikte minimal çökme, 2 hematoma, 2 ödem, 1 nüks, 3 tel sıyrılması, 1 tel uygulama hatası , 1 fazla distraksiyon ve 2 aksiyel deviasyon ile topukta minimal dönmedir. Rejenere kemikteki minimal çökmeler kabul edilebilir ölçülerde idi. Hematomlar boşaltılarak pansuman takibi ile düzeldi.

Ödemler aparatların çıkarılması ile geçti. 11 nolu vakada minimal nüks izlendi fakat ayakkabı desteği ile sorun giderildi.

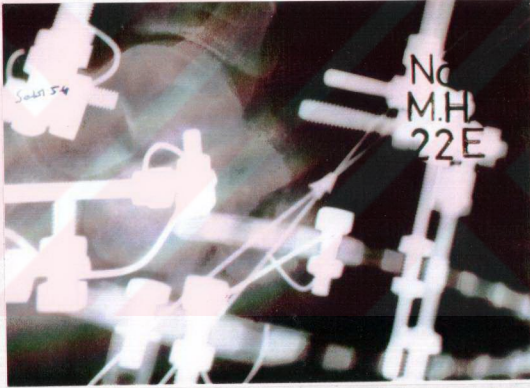


Şekil: 52, Tibio-talar luksasyon (Ö.Ö.)



Şekil: 53, Fikse kemiğe tel uygulaması(Ö.Ö.)

3 kalkaneus defektli kırığı bulunan olguda tel sıyrması izlendi. Birinde kalkaneal halka çıkarılarak 1 ay sonra tekrar uygulandı. Bir olguya postoperatif 15. gün tekrar operasyon yapılarak, kalkaneusa aşilin birleşme yerinden ayak tabanına doğru 2 adet konikal tel uygulanarak distraksiyona devam edildi (Şekil: 54). Bir olguda ise tel sıyrması eski enfeksiyonunun nüks etmesi ve kemik kalitesinin azalması sonucunda olduğu kabul edilerek aparatı çıkartıldı ve 1 sene içinde yeni bir operasyon planlandı. Kalkaneus defektli kırıklı bir olguda kalkaneal bir telin kalkaneus altından yumuşak dokudan geçtiği görüldü, fakat distraksiyonu etkilemedi. Kalkaneal defektli bir olgu da ise fazla distraksiyon uyguladığı için aşırı jenerasyon izlendi. 5 gün içerisinde hızla geri alınarak uygun pozisyon sağlandı ve distraksiyon durduruldu.



Şekil: 54, Tel sıyrılmasına konikal tel uygulaması (V.No:22, M.H.)

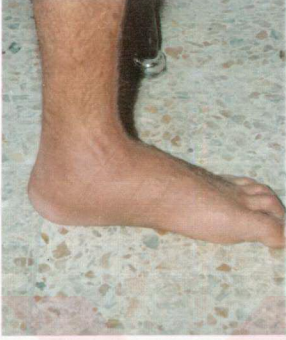
Tedavi sırasında majör komplikasyon olarak; 3 olguda nüks izlenmiş, 2 olguda halkaların yumuşak dokuya basması sonucu ciltte bası yarası gözlenmiştir. Nüks izlenen olguların ikisi osteotomi uygulanmayan ekin deformiteli olgulardır (V.No:5,19), kötü sonuç olarak değerlendirilmişlerdir. Diğer nüks; kalkaneus defektli kırığı bulunan bir olgumuzda (V.No:13) aynı zamanda tarso-metatarsal minimal subluksasyon şeklinde idi. Bu durum kalkaneusun uzatılmasını engellerken diğer yandan da tarso-metatarsal luksasyon derecesini de arttırdı. Sonuç başarısız olarak değerlendirildi.

Yeni ve halen gelişmekte olan bir tedavi olduğu için ateşli silah yaralanmasına bağlı oluşan kalkaneus parçalı ve defektli kırıklı 18 olguyu kendi içerisinde tekrar kısaca gözden geçirmek ileri tedavilerin başarısı açısından faydalı olacaktır. Bu olguların 14'üne Tip I Kalkaneal aparat, 4'üne Tip II kalkaneal aparat uygulanmıştır. Bu olgulara yaralanmalarından sonra en kısa 2.5 ay, en fazla 28 ay olmak üzere ortalama 10.1 ay sonra Ilizarov cihaz ve tekniği uygulanmıştır. Distraksiyon süreleri en kısa 35 gün, en fazla 81 gün olmak üzere ortalama 59.7 gündür. Sirküler eksternal fiksatörün toplam ayakta tutulma süreleri en kısa 34 gün, en fazla 175 gün olmak üzere ortalama 106.4 gündür. Geçirilmiş eski enfeksiyonun nüksü nedeniyle teli sıyrılan olgunun aparatı 34. gün çıkarıldığı için en kısa tedavi süresine sahip ve başarısızlık ile sonuçlanan olgudur. Kalkaneal halkası 1 ay süreyle çıkartılıp tekrar takılan olgunun da tedavi süresi en uzun olmaktadır.

Kalkaneal kırıklarda defekt yüzdesi en az %20, en fazla %80 olmak üzere ortalama %45.5 dir. Defekt yüzdesi düşük olanlarda daha çok mükemmel sonuçların alındığı dikkati çekerken, yaralanmadan sonra geçen sürenin uzun tutulması da başarının sonucunu arttırmıştır. İlk yaralanmalarından kısa bir süre sonra ameliyat yapılan olgularda eski kırık hatlarının distraksiyondan etkilenerek açıldığını gördük. Mükemmel sonuçlardan ikisinin tip II kalkaneal aparat ile, birinin ise tip I kalkaneal aparat ile alındığı görülmüştür.

Tüm ayak deformiteleri düzeltilen olguların ayak bilekleri tedaviden önce de kısıtlı olduğu için tedavi sonrasında da geniş ölçülerde eklem hareket açıklığı beklenmedi. % 10 ile 20 arasındaki eklem hareket açıklığı iyi olarak kabul edildi. Rehabilitasyon sonucunda da bu marjlara ulaşılması hedeflendi. Hastalara bu kısıtlılığın olabileceği tedavi öncesinde anlatılmıştır.

OLGULARIMIZDAN ÖRNEKLER



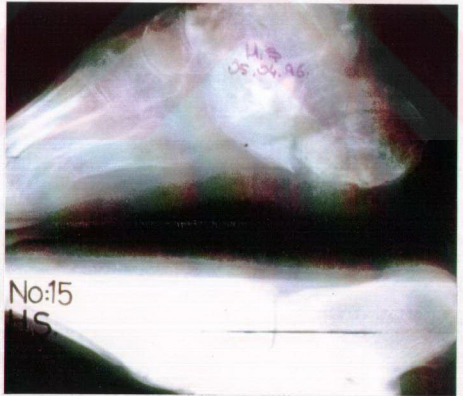
a.



b.



c.



d.

Şekil: 55, Kalkaneus defektli kırıklı bir olgu ( V.No: 15, H.Ş.)

a. Düzeltme öncesi ayak

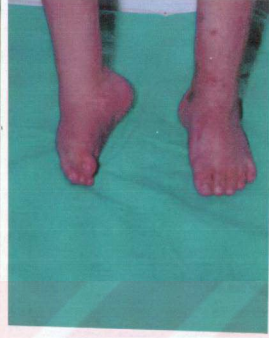
b. Düzeltme öncesi grafi

c. Düzeltme sonrası ayak

d. Düzeltme sonrası grafi



a



b



c



d

Şekil: 56, Bilateral pes equino varuslu olgu. A.Y. V.No: 4

a. Düzeltme öncesi ayaklar

b. Sol taraf düzeltildikten sonra ayaklar

c. SEF içinde sağ ayak

d. Düzeltildikten sonra ayaklar



a.



b.



c.



d.

Şekil: 57, Crush injuri sonucu PEV gelişen olgu. O.T. V.No: 11

a. Düzeltme öncesi ayaklar önden

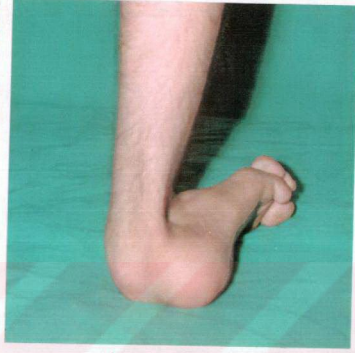
b. Düzeltme öncesi ayaklar arkadan

c. Düzeltme sonrası sağ ayak önden

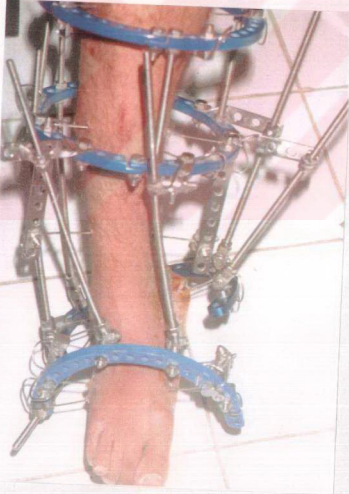
d. Düzeltme sonrası sağ ayak yandan



a



b



c



d

Şekil: 58, Pes valguslu olgu. K.Ü. V.No:8

a.Düzeltilme öncesi ayak önden

b.Düzeltilme öncesi ayak arkadan

c.SEF içinde ayak

d.Düzeltilme sonrası ayak

Tablo: IV, Ayak Deformiteli olgular ve tedavi sonuçları.

| No. | Adı soyadı  | Yaş | Cins | Taraf | Deformite    | P.op.<br>Enf. | Preop.<br>süre | Tedavi<br>süresi (gün) | Osteotomi<br>tipi | Takip  | Kompli-<br>kasyon      | Sonuç    |
|-----|-------------|-----|------|-------|--------------|---------------|----------------|------------------------|-------------------|--------|------------------------|----------|
| 1   | E.Yiğit     | 8   | K    | sol   | kal.valgus   | -             | 8 sene         | 137*+20**              | Supra.mal         | 12 ay  | hareket<br>kısıtlılığı | iyi      |
| 2   | H.Acar      | 14  | K    | sol   | PEV          | -             | 2 sene         | 125+45                 | Talar neck        | 10 ay  | -                      | iyi      |
| 3   | Y.Caymaz    | 22  | E    | sol   | kal.defekt.  | -             | 2.5 ay         | 145+35                 | post.kal.         | 12 ay  | ağrı +                 | orta     |
| 4   | A.Yıldız    | 9   | E    | sol   | PEV          | -             | 9 sene         | 89+21                  | Talar neck        | 2 sene | ağrı ++                | mükemmel |
|     |             |     |      | sağ   | PEV          | -             |                | 61+21                  | Talar neck        | 6 ay   | ağrı ++                | mükemmel |
| 5   | M.N.oğlu    | 20  | E    | sol   | P.ekinus     | -             | 3 ay           | 90+30                  | -                 | 2 sene | nüks                   | kötü     |
| 6   | M.Özdemir   | 22  | E    | sol   | bilek kırığı | -             | 8 ay           | 75+21                  | -                 | 2 sene | -                      | mükemmel |
| 7   | N.Tuncel    | 26  | E    | sol   | P.Ekinus     | -             | 2 ay           | 79+21                  | -                 | 13 ay  | -                      | iyi      |
| 8   | K.Ülker     | 20  | E    | sağ   | P.Valgus     | -             | 20 sene        | 87+45                  | ant.kal.          | 4 ay   | -                      | mükemmel |
| 9   | E.Uzun      | 22  | E    | sağ   | screw foot   | -             | 32 gün         | 59+ -                  | midfoot           | 6 ay   | impaksiyon             | orta     |
| 10  | F.Dikilitaş | 21  | E    | sol   | P.ekinus     | -             | 16 ay          | 71+21                  | -                 | 8 ay   | -                      | iyi      |
| 11  | O.Tezol     | 11  | E    | sol   | PEV          | -             | 5 sene         | 138+25                 | V                 | 6 ay   | hafif derece<br>nüks   | orta     |
| 12  | S.Kebabçı   | 42  | K    | sağ   | PEV          | -             | 9 sene         | 130+45                 | V                 | 5 ay   | ödem                   | iyi      |
| 13  | A.Aslan     | 20  | E    | sol   | kal.defekt   | -             | 10 ay          | 80+21                  | post.kal.         | 10 ay  | nüks                   | kötü     |
| 14  | K.Akalın    | 28  | E    | sol   | kal.defekt   | -             | 196 gün        | 109+21                 | post.kal.         | 6 ay   | -                      | iyi      |
| 15  | H.Şencan    | 27  | E    | sol   | kal.defekt   | -             | 5.5 ay         | 108+45                 | post.kal.         | 6 ay   | -                      | mükemmel |
| 16  | R.Üzüm      | 24  | E    | sol   | kal.defekt   | -             | 120 g          | 75+60                  | dis.tibia         | 4 ay   | -                      | iyi      |
|     |             |     |      | sağ   | kal.defekt   | +             | 230 g          | 110+60                 | post.kal.         | 4 ay   | min.akıntı             | iyi      |
| 17  | E.Şenol     | 29  | E    | sol   | kal.defekt   | -             | 3 ay           | 83+45                  | post.kal.         | 6 ay   | -                      | mükemmel |
| 18  | Ş.Yıldırım  | 27  | E    | sol   | kal.defekt   | -             | 7 ay           | 150+45                 | post.kal.         | 4.5 ay | ödem+ağrı              | orta     |
| 19  | V.Taşdemir  | 21  | E    | sağ   | P.ekinus     | -             | 5.5 ay         | 88+50                  | -                 | 5 ay   | pin enf. 4*            | kötü     |
| 20  | A.Babat     | 22  | E    | sol   | kal.defekt   | -             | 8.5 ay         | 89+45                  | post.kal.         | 2 ay   | -                      | mükemmel |
| 21  | Y.doğru     | 23  | E    | sol   | kal.defekt   | -             | 5.5 ay         | 34+34                  | post.kal.         | -      | tel sıyrılma           | kötü     |
| 22  | M.Hazer     | 22  | E    | sağ   | kal.defekt   | -             | 4.5 ay         | 107+45                 | post.kal.         | 4 ay   | tel.sıyrılma           | iyi      |
| 23  | M.Gür       | 23  | E    | sol   | kal.defekt   | -             | 19 ay          | 92+45                  | post.kal.         | 3.5 ay | ağrı+                  | iyi      |
| 24  | E.Genç      | 22  | E    | sağ   | kal.defekt.  | +             | 12.5 ay        | 175+45                 | post.kal.         | 2 ay   | tel sıyrılma           | iyi      |
| 25  | Ö.Salur     | 22  | E    | sağ   | m.adduktus   | +             | 12.5 ay        | 80+45                  | midfoot           | 4 ay   | -                      | mükemmel |
| 26  | İ.Ok        | 21  | E    | sol   | kal.defekt.  | -             | 4.5 ay         | 105+45                 | post.kal.         | 3.5 ay | subluksas.             | iyi      |
| 27  | M.Akyüz     | 25  | E    | sol   | chopart      | -             | 21 ay          | 135+0                  | talokal.          | 3 ay   | hematom                | iyi      |
| 28  | N.Aslanpay  | 23  | E    | sağ   | kal.defekt.  | ++            | 5.5 ay         | 126+45                 | post.kal.         | 2 ay   | akıntı                 | orta     |
| 29  | Ö.Özkök     | 22  | E    | sağ   | chopart      | -             | 10.5 ay        | 125+0                  | talokal.          | 3 ay   | subluksas.             | iyi      |
| 30  | E.D.Aslan   | 27  | E    | sol   | kal.defekt.  | -             | 24.5 ay        | 110+45                 | post.kal.         | 4 ay   | -                      | iyi      |
| 31  | U.Sarıaydın | 26  | E    | sağ   | kal.defekt.  | ++            | 16 ay          | 107+45                 | post.kal.         | 2 ay   | akıntı                 | iyi      |
| 32  | O.Ünver     | 22  | E    | sağ   | kal.defekt.  | -             | 28 ay          | 111+45                 | post.kal.         | 2.5 ay | -                      | iyi      |

\*Ilizarov cihazının ayakta tutulma süresi.

\*\*Cihaz çıkartıldıktan sonra ayağın alçıda tutulma süresi.

## V. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada Ilizarov sirküler eksternal fiksator cihaz ve tekniği ile ihmal edilmiş veya nüks olan ayak deformitelerinin yanında sonradan travmatik olarak veya ateşli silah yaralanmaları sonucu oluşan deformitelerin düzeltilmesi yapılmıştır. Ayak deformiteleri Hipokrat'ın yazıtlarından beri bilinmektedir. Küçük yaşlarda uygulanan korrektif alçı tedavileri ile ve gerekiyorsa tendon transferi ve serbestleştirme ameliyatları başarılı sonuçlar verirken (53), yaş ilerlediğinde epifiz hatları kapandığında ve deformite fikse rijit hal aldığına bu tür operasyonlar ile yeterli başarılı sonuçlar alınamamıştır. Fikse rijit hal almış ayak deformitelerinde ise uygulanan artrodez tekniklerindeki başarı iyi olarak değerlendirilse de sonuçta ayak boyunda kısalma kaçınılmaz bir sonuçtur (20). Ayrıca açık teknikler ile uygulanan artrodezlerde korreksiyon tam elde edilememekte, ameliyat sırasında sağlanan düzeltme korunmaya çalışılmaktadır (3). Triple artrodez uygulanan olgularda tekniğin yetersiz kaldığı durumlarda daha ileride revizyon cerrahisine ihtiyaç duyulmaktadır. Stephenson ve arkadaşları triple artrodez revizyonu için kalkaneal dome osteotomisi tekniğini geliştirmişlerdir fakat tam bir başarı elde edilememiştir (70).

İleri yaşlarda hafif dereceli olguların manüplatif korreksiyon denemelerinde tedavi sonrası hafif derecede de olsa tam düzeltme olamadığı ve aktivite ile ağrı oluştuğu tanımlanmaktadır (19).

Kalkaneus deformitelerinde bazı otörler aşıl tenodez yöntemini myelodisplastik çocuklarda ekin ve kavovarus deformitelerinin düzeltilmesinde kullanmışlardır. Sonuçlarında müsküler yetersizlik durumlarında başarılarının azaldığını, plantigrade pozisyonu tam sağlayamadıklarını vurgulamışlardır (56).

Beals ve arkadaşları ayak bileği valgusunun tedavisini epifiz hattı kapanmayan çocuklarda yüzeysel medial epifizyodez yöntemi ile denemiş orta dereceli olgularda başarı sağlarken 15 yaşından büyük ve ileri dereceli olgularda yeterli sonuç alamamışlardır (9).

Santavitra nörolojik hastalık sekeli sonucu oluşan bilek deformitelerinde ayak ve ayak bileği füzyonunu denemiş fakat %20 gibi yetersiz sonuçlar almıştır (64). Nörolojik hastalıklarda da artrodez uygulamaları progressif müsküler imbalans yüzünden nüksü sık görülen ağrılı ayak ile sonuçlanan olgulardır (52).

Wirth ve arkadaşları konjenital veritkal talusta erken cerrahi tedaviyi önermişler ve yaptıkları olgularda erken yaşlarda açık teknikler ile başarılı sonuçlar aldıklarını belirtmişlerdir (77). Lawrence ve arkadaşları adultlerde spastik ekinovarus deformitelerini açık teknikler ile düzeltmeye çalışmışlardır. Olgularında tendon uzatması, transferi, serbestleştirmeleri yanında kas ve kemik rezeksiyonları ile artrodez tekniklerini kombine halde kullanmışlardır. Ameliyat öncesi iyi bir egzersiz programına alarak yumuşak doku kontraktürlerinin ve kötü cildin prosedürlerine engel teşkil etmemesi için uğraşmışlardır. Fakat yumuşak dokuların tam düzeltmeyi engellediği, düzeltme sonucunda uzunluk eşsizlikleri olduğu ve tam düzelme elde edemediklerini vurgulamışlardır (49).

Itokazu ve arkadaşları ayak bileği artrodezinde 10 olguya subtotal talektomi ile artrodez uygulamışlar, 3 olguda kötü sonuç elde ettiklerini belirtmişlerdir (43). Scranton ve arkadaşları 47 olguluk serilerinde ayak ve ayak bileklerine uyguladıkları artrodezlerin sonuçlarını retrospektif olarak incelemişler, %10'luk bir başarısızlıkları olmasına karşın ayak boyundaki kısaltmaların kaçınılmaz bir sonuç olduğunu ortaya atmışlardır (67).

Carter ve arkadaşları ise yaptıkları çalışmada elektif olarak yapılan ayak deformitelerinin düzeltilmesi cerrahisinde kan akımlarını incelemişler, ameliyat öncesi arteriel akımın iyi değerlendirilmesi gerektiğini savunmuşlardır. Çalışmalarında distal kan akımının derecesini, cilt ısısını, transkutan oksijen basıncını ve dijital pulsalityi incelemişlerdir. Bunlara dikkat edilmediği takdirde ayak cerrahileri sırasında aşırı zorlamanın akımı bozabileceğini göstermişlerdir (14).

Akbarnia ve arkadaşları clubfoot deformitesinin operatif düzeltilmelerinden sonra yumuşak dokularda oluşan yüksek basıncı ve kan akımını incelemişlerdir. Aşırı zorlamanın yumuşak doku gerilimini arttıracığı ve kan akımını azaltacağı için tam düzeltmeye her zaman ulaşamayacağına dikkati çekmişlerdir (2).

İlizarov sirküler eksternal fiksator cihaz ve tekniğinin diğer açık tekniklere göre birçok avantajı vardır. Özellikle endikasyonu iyi koymak ve iyi bir preoperatif planlama yapmak gerekmektedir. Hastanın yaşına ve deformitenin derecesine bağlı olarak geliştirilen, literatürde bir çok teknik vardır. Birçok otör 8-10 yaşında yumuşak doku serbesleştirmeleri ile başarılı sonuçlar yayınlamışlardır. Ewans ve Dwyer tarafından tanımlanan bir metoda göre 10 yaşın altındaki çocuklarda deformite esas olarak talonaviküler eklem veya orta ayakda ise, eğer cavovarus deformitesi predominant ise, midtarsal osteotomiler adduksiyon deformitelerinin

çoğunun düzeltilmesine müsaade eder ve 8 yaştan sonra uygulanabilir. Tüm bu procedürler nüks vakalara uygulanabilse de endike dahi olsa sadece bir predominant komponente yöneliktir (30).

Ağır deformiteli olgularda iskelet gelişimi tamamlanana kadar veya en azından 12 yaşa kadar beklemek genel prensip gibi kabul edilirdi ve wedge osteotomi ile triple artrodez; subtalar ve midtarsal ekleme uygulanırdı. Bu prosedürlerin hepsi teknik olarak yapılabilir fakat cilt nekrozu, psödoartroz, enfeksiyon veya vasküler hasar gibi birçok komplikasyondan sorumludur (30).

Gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkelerde ihmal edilmiş clubfoot büyük bir problemdir. Sirküler eksternal fiksator kullanılmasıyla ağır deforme clubfoot'un noninvaziv olarak düzeltilme imkanı vardır. Bu arada kemik rezeksiyonu yapılmaz ve kısalık oluşturulmaz. Tüm deforme komponentler aynı anda düzeltilebilirken iskelet yaşının tamamlanmasını beklemeye gerek yoktur. Bu metod sayesinde yaşantısının çok aktif devresinde ve gelişiminin önemli bir periodunda çocukların ve gençlerin aktiviteleri kendilerine iade edilmiş olur (30).

Radikal teknik ile akut cerrahi düzeltme (triple artrodez gibi) ayağın büyüklüğünde kısalma ile sonuçlanmıştır ve normal yürümede de destabilizasyon gözlenmiştir. Normal büyüklükte sert bir ayak, fonksiyonları daha az kısa sert bir ayaktan daha iyidir (35, 60).

Öncelikle Ilizarov cihaz ve tekniğinin endikasyon ve kontrendikasyonlarını kısaca inceleyelim. Minimal ve sekonder osteoartrite bağlı olarak yük verme ile oluşan ağrılar tedavi için esas endikasyondur (30). Aparat yardımlı tedavinin uygulanabilmesine karar vermede şu endikasyonlar kullanılır (58);

1-Halen ayağında belirgin bir kısalığı bulunup operatif uygulamada wedge rezeksiyona ihtiyaç duyan ve kısalığı kabul edilemeyecek deforme ayaklarda ön ayak adduksiyonu ve rotasyonu kombine, sınırlı deformiteler,

2-Skar ve trofik ülserler gibi yumuşak doku patolojileri ile birlikte olan deformiteler ki bunlara yumuşak doku nekrozu riski yüzünden açık teknik kontrendikasyonu mevcuttur,

3-Deforme ekstremitesinde eski hikayesinde kronik osteomyelit geçmişi olan olgular,

4-Uygulanan aparatın üzerinde düzenli korreksiyon kullanmaya uyumlu bilateral deformiteler.

Ilizarov sirküler eksternal fiksator cihaz ve tekniğinin sadece 2 kontrendikasyonu vardır (4);

1-Diabetli hasta,

2-Psikotik hasta.

Diabetli hastada enfeksiyon riski yüksektir, pin yeri enfeksiyonu hatta osteomyelite çevirme şansı ve sonuçta enfekte nonunion riski yüksektir. Ayağında bu cihazı uzun süre taşımak psikolojik açıdan kolay değildir. Psikotik hastada süsid riski vardır.

Bizim kendi tecrübelerimizden edindiğimiz diğer bir sonuç ise tekniğin uygulanacağı hastanın IQ'sü ve sosyabilitesi önemlidir. Hasta ile hekim arasında tam bir kooperasyon kurulmalı ve hastanın, hekimin direktiflerine tam olarak uyması ve bunu yaparken de yaptığı işin bilincinde olması gerekmektedir. Alçıda ayağı olan pasif hasta İlizarov tekniği ile aktif hale döndürülmekte ve kendi deformitesini kendisi düzelten erkek veya kız haline gelmektedir (25).

İlizarov metodu sıklıkla minimal diseksiyon ve minimal invaziv bir teknik olduğundan avantajlıdır ve böylece nörovasküler ve yumuşak doku injurisi ile enfeksiyon riskini azaltır. Bu özellikle multiple opere ayakta avantajdır. İlizarov metodu deformitenin ölçüsü ile sınırlanmaz ve kemik rezeksiyonu yerine kemik rejenerasyonuna dayanır, böylece ayak ve bacak kısıllığı sözkonusu değildir (60).

Basit deformitelerde açık teknik uygulaması tercih edilse de minimal invaziv teknik olması, deformite basit de olsa uygulama avantajı sağlar. Konvansiyonel tekniklerde hasta ameliyathaneden çıkınca düzgün bir ayak görse de İlizarov tekniği ile ayağının düzeltilmesine kendi de katılmakta ve sonuçta ayağının yeni pozisyonuna eskisinden daha memnun ve adapte olmaktadır (60).

Ayrıca tecrübelerimiz olarak ateşli silah yaralanması ile oluşan ayak deformitelerinde açık teknikler yetersiz kalmakta ve enfeksiyon riskinin yüksek olması bu teknikleri sınırlamaktadır. Açık tekniklerde kullanılan minimal internal fiksasyon ve kaynamayı sağlamak için grefleme teknikleri enfekte ayakta tamamen başarısızdır. Kalkaneus defektlerinin distraksiyon osteogenesi ile düzeltilmesinde hastanın kendi kemiği uzatılmaktadır. Allogreft uygulamaları topukta başarısız olmuştur. Allogreftler, uzun kemiklerde iki kemik ucu arasında boşluğu doldurarak, kallus için köprü görevi görmektedirler. Sonuçta allogreft rejekt olacaktır fakat bu arada oluşan köprü kallus sağlamlığına kavuşacak kemik normal sağlamlığını elde edecektir. Topukda ise köprü oluşturacak bir son kemik olmadığı için rejeksiyon ve kaçınılmaz bir enfeksiyon ile sonuçlanacaktır. İlizarov tekniği ile enfekte durumdaki ayağın tedavisi ve korreksiyonu yapılabilenkte, hasta tedavi süresince de ekstremitesinin üzerine basma şansına sahip olduğundan poroz ve Sudeck atrofisi riskinden de uzaklaşmaktadır. Çok akan ayakta cihazı uygulamak yine de risk taşımaktadır, iyi bir preoperatif planlama yapılması gerekir.

Preoperatif plan ve aparatın hazırlanması ayak bileği ve ayak deformitelerini en uygun prova etmeye yarayan bir sistem olarak bir çok avantaja sahiptir (63);

1-Baldırın ve ayağın uygun boyu elde edilebilir ve böylece halka boyunun büyüklüğü ayarlanarak gerekli ekipman sağlanır.

2-Korreksiyon eklemlerin yerleştirilmesi, bağlantılar veya forefoot ile hindfoot'un uyumu ve sürekli uzatma ile birlikteliği veya bacakda, en sonunda deformite korreksiyonu kesin ve yaratıcı olarak planlanır.

3-Sonuçlar değerlendirildiği zaman orijinal preoperatif deformitenin uygun örneği postoperatif Ilizarov korreksiyonu ile karşılaştırılması fotoğraflar ile elde edilebilir. Bu teknik basittir ve ucuzdur. Preoperatif plan ve hazırlanmayı büyük oranda kolaylaştırır.

Bunların yanında ayrıca ameliyatın süresi yarı yarıya azalmaktadır. Ameliyat sırasında cihazı ayarlamak gibi yorucu ve zaman alıcı bir işlem ekarte edilmiş olur. Gerekirse aparat hemen düzeltilerek uygun sonuç alınamıyorsa gerekli değişiklikler hemen yapılarak tekniğin düşünülen şekilde devamı ve sonuçlanmasına olanak sağlar (74).

Paley ve arkadaşları Ilizarov teknik ve cihazı ile 25 kompleks ayak deformitesini tedavi etmişlerdir. Sonuçlarını kemik ve fonksiyonel olarak değerlendirmişlerdir. Kaynamanın gerçekleşmesi, enfeksiyonun gelişmemesi, 7 dereceden az olarak deformitenin kalması ve uzunluk farkının olmaması mükemmel kemik sonucu olarak , kaynama ile birlikte bu kriterlerden ikisinin bulunması iyi sonuç, kriterlerden birinin bulunması orta sonuç, kaynama yokluğu veya nüks kötü sonuç olarak değerlendirilmiştir (60). Paley kendi serisinde 22 başarılı, 3 de başarısız sonuç elde etmiştir. Bizim 34 olguluk serimizde ise; 8 mükemmel, 17 iyi, 5 orta ve 4 kötü sonuç elde edilmiştir. Bu sonuçlar, Paley'in çalışmasında elde ettiği sonuçlar ile benzerlik göstermektedir.

Ayak deformitelerinin düzeltilmesinde Ilizarov metodunun diğer konvensiyonel tekniklere olan avantajlarını şöylece özetleyebiliriz;

1-Minimal invaziv bir tekniktir.

2-Yumuşak doku problemleri olan cilt kontraktürlü olgulara rahatlıkla uygulanabilir.

3-Hasta postoperatif dönemde ekstremitesinin üzerine tam yük verebilerek ekstremitesini fonksiyonel olarak kullanabilir, günlük aktivitelerini başkasının yardımı olmadan yapabilir.

4-1.5 ve 1.8 mm. çaplı teller ile kemikte osteoliz riski azalmakta aparat uzun süre ayakta tutulabilmektedir.

5-Hasta aktif olarak düzeltmeye iştirak etmektedir.

6-Postoperatif dönemde cerrahi gerekmeksizin modifikasyon şansı vardır.

7-Açık teknikler ile sınırlı kalan tam düzelme şansı, Ilizarov metodunda sınırsızdır.

8-Klinik ve radyolojik olarak düzelmenin sağlanması, hastanın fikrine de sunulabilir, gerektiğinde düzeltmeye devam edilebilir.

9-Tedavi sırasında oluşabilecek komplikasyonlar kolaylıkla giderilebilir.

10-Ayak deformitesi düzeltilirken konvansiyonel yöntemlerin kaçınılmaz sonucu olan kısalık sorunu Ilizarov tekniği ile ortadan kaldırılmıştır.

11-Kemik ile yumuşak dokular da uzatılabilir ve düzeltilebilir, 1 mm./gün uzatma hızı ayağın beslenmesinde problem oluşturmamaktadır.

12-Uygulaması kolaydır, ileri teknolojik ekipmana ihtiyaç duymaz.

Ilizarov tekniğinin dezavantajları ise tüm eksternal fiksatorlerin sahip olduğu ve ayrıca pin alanları problemleridir. İlave olarak Ilizarov metodu uzamış immobilizasyonu ile uzatma tedavisi zamana ihtiyaç duyar ve distraksiyon periodu sırasında hafif ve orta dereceli bir ağrı ile birlikte. Ayak bileklerinde minimal kısıtlılık da kalması bir dezavantajdır, fakat zaten bu hastaların ameliyat öncesi de kısıtlılıkları vardır. Bununla birlikte tam yük verme tolare edilerek tedavi süresince fonksiyonel yük vermeye izin verilir (60).

Herşeye rağmen karar verilen olgularda başlangıçta konvansiyonel teknikler ile daha zor veya az güvenli durumlarda, sorunların çözümlenmesinde yeni bir metod olarak Ilizarov cihaz ve tekniği iyi uygulandığında sonuçları güzel olarak ilave edilebilecek bir metoddur (25).

## VI - ÖZET

Ilizarov cihaz ve tekniğinin kullanılmaya başlanması ile ortopedik cerrahide yeni bir dönem başlamıştır. Konvansiyonel metodlar ile tedavilerinde çeşitli sorunlar olan açık kırıklarda, psödoartroz tedavilerinde, deformite düzeltilmelerinde ve kemik uzatılmalarında çok başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

01 Ocak 1994 ile 30 Haziran 1996 tarihleri arasında GATA Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı'nda akkiz ve konjenital ayak deformiteli 32 olgunun 34 ayağı Ilizarov cihaz ve tekniği ile tedavi edilmişlerdir. Tedavide, ayak ve ayak bileklerine fizyolojik, nötral pozisyon kazandırılması ve ağrısız yürüme sağlanması amaçlanmıştır.

Kaynak bilgiler ışığında değerlendirildiğinde; olgu sayımızın çokluğu ve elde ettiğimiz başarılı sonuçlar, cihaz ve tekniğin gecikmiş ve tekrarlamış tüm ayak deformitelerinde, ateşli silah yaralanmasına bağlı sorunlu ayaklarda güvenle kullanılabileceğini göstermiştir...

## **VII - SUMMARY**

### **CORRECTION OF FOOT DEFORMITIES WITH ILIZAROV CIRCULAR EXTERNAL FIXATOR**

A new period have been started with the use of Ilizarov apparatus and technique in orthopaedic surgery. Very successful results have been obtained in the treatment of open fractures and pseudoarthrosis, correction of deformities and bone lengthening which some problems were observed in treatment with conventional methods.

34 feet of 32 cases which had acquired and congenital feet deformities were treated with Ilizarov apparatus and technique in Gülhane Military Medical Academy, Orthopaedics and Traumatology Department between January 1, 1994 and June 30, 1996. Physiological and neutral position obtained and painless gait were aimed with the treatment.

Since we have a lot of cases and obtained successful results, Ilizarov apparatus and technique were found safe to use in all neglected and relapsed feet deformities and troubled feet with gun shot wounds when compared with literature...

## VIII. KAYNAKLAR

- 1) A.S.A.M.I. GROUP: Congenital and Acquired Foot Deformities. Operative Principles of Ilizarov., Chapter 30., S:400-411., 1991. ITALY.
- 2) AKBARNIA,B.A., SHARPIO,J., ZIAEC, M., AKBARNIAN.O.: Hypertension after operative correction of club foot deformity. Journal of Bone and Joint Surgery Am., Vol:72(9), S:1330-1333., Oct. 1990.
- 3) ALMAN,B.A., CRAIG,C.L., ZIMBLER,S.: Subtalar arthrodesis for stabilization of valgus hindfoot in patients with cerebral palsy. Journal of Pediatric Orthopaedics., Vol:13., No:5., S:634-641., 1993.
- 4) ALİEKBEROV, CEBRAİL (İzni ile ) : Kişisel görüşme., 1993.
- 5) ANTONIO B.M.: Instruments and their use. Operative Principles of Ilizarov., Chapter 2., S:9-32.,1991. ITALY.
- 6) ARONSON,J.: The biology of distraction osteogenesis. Operative Principles of Ilizarov., Chapter 4.,S:42-52, 1991. ITALY.
- 7) ATAR,D., GRANT,A.D.: Intermetatarsal synostosis after treatment with Ilizarov apparatus: a case report. Bull. Hosp. Jt.Dis., Vol:52 (1), S:12-15., Summer. 1992.
- 8) BARRAL,J.P.I., GILL,D.R., VERGARA,S.S.: Atlas for the Insertion of transosseous wires. Operative Principles of Ilizarov., Chapter: 6., S:463-549., 1991.ITALY.
- 9) BEALS,R.K.: The treatment of ankle valgus by surface epiphysiodesis. Clinical Orthopaedics and Related Research., No:266., S:162-169., May. 1991.
- 10)BLAIS,M.M., GREEN,W.T., AND ANDERSON,M.: Length of the growing foot., Journal of Bone and Joint surgery., 38-A:998,1956.
- 11)BOIKE,A.M., GERBER,M.R., SYNDER,A.J.: Brachymetatarsia, axial lengthening by using the callus distraction technique. J.American Pediatric Med. Assoc., Vol: 83(7), S: 373-378., July 1993.
- 12)BULUT, S.: Defektli kırıkların eksternal sirküler fiksator ile tedavisi. Uzmanlık Tezi., Ankara. 1993.

- 13) CALHOUN, J.H., EVANS, E.B., HERNDON, D.N.: Techniques for the management of burn contractures with the Ilizarov fixator. *Clinical Orthopaedics and Related Research.*, Vol:280., S:117-124., July. 1992.
- 14) CARTER, S.A.: Elective foot surgery in limbs with arterial disease. *Clinical Orthopaedics and Related Research.*, No:289., S: 228-236., April. 1993.
- 15) CATAGNI, M.A., GUERRESCHI, F., HOLMAN, J.A., CATTANEO, R.: Distraction osteogenesis in the treatment of stiff hypertrophic nonunions using the Ilizarov apparatus. *Clinical Orthopaedics and Related Research.*, Number:301., S:159-163., 1994.
- 16) CATTANEO, R., VILLA, A., CATAGNI, M.A., BELL, D.: Lengthening of the humerus using the Ilizarov technique description the method and report of 43 cases. *Clinical Orthopaedics and Related Research.*, Vol:250., S:117-124., 1990.
- 17) COWEL, H.R.: The foot. *Evarts, Surgery of Musculoskeletal system.*, Section:9., S:3979-3981., Churchill Livingstone Inc. 1990. UNITED STATES OF AMERICA.
- 18) DELLOYE, C., DELEFORTRIE, G., COUTELIER, L., VINCENT, A.: Bone regenerate formation in cortical bone during distraction lengthening. *Clinical Orthopaedics and Related Research.*, Number:250., S:34-42., January. 1990.
- 19) FARSETH, P.A., WEINSTEIN, S.L., PONSETL, I.V.: The long term functional and radiographic outcomes of untreated non-operatively treated metatarsus adductus. *The Journal of Bone and Joint Surgery.*, Vol:76-A., No:2., S:257-265., February. 1994.
- 20) FIGGIE, M.P., O'MALLEY, M.J., RANAWAT, C., INGLIS, A.E., SCULCO, T.P.: Triple arthrodesis in rheumatoid arthritis. *Clinical Orthopaedics and Related Research.*, No:292., S:250-254., July. 1993.
- 21) FREDERICK, J., KUMMER, D.: Biomechanics of the Ilizarov External Fixator. *Clinical Orthopaedics and Related Research.*, No:280., S:111-14., 1992. July.
- 22) FRIERSON, M., KEMAL, I., BOLES, M., BOTE, H., GANEY, T.: Distraction Osteogenesis, A comparison of Corticotomy techniques. *Clinical Orthopaedics and Related Research.*, Number:301., S:19-24., 1994.
- 23) GASSER, B., BOMAN, B., WYDER, D., SCHNEIDER, E.: Stiffness characteristics of the circular Ilizarov device as opposed to conventional external fixators. *J. Biomechanical Engineer.*, Vol:112., S:15-22., 1990.

- 24)GRANT,A.D., ATAR,D., LEHMAN ,W.B.: Ilizarov technique in correction of foot deformities, a preliminary report. Foot-Ankle., Vol: 11(1)., S: 1-5., Aug. 1990.
- 25)GRANT,A.D., ATAR,D., LEHMAN,W.B.:The Ilizarov technique in correction of complex foot deformities. Clinical Orthopaedics and Related Research., Vol.280.,S:94-103.,July 1992.
- 26)GRANT,A.D., LEHMAN,W.B: Clubfoot correction using the Ilizarov technique. Bull. Hosp.Jt. Dis. Orthop. Inst., Vol:51(1)., S:84-87., Spring 1991.
- 27)GREEN, S.A.: Physiotherapy during Ilizarov fixation. Tech. Orthop., Vol:5., S: 61-65., 1990.
- 28)GREEN, S.A.:Components of the Ilizarov system. Tech.Orthopaedics., S:1-11., 1990.
- 29)GREEN,S.A.: The use of wires and pins. Tech.Orthop., S:19-25.,1990.
- 30)GRILL,F., FRANKE,J.: The Ilizarov distractor for the correction of relapsed or neglected clubfoot. The Journal of Bone and Joint Surgery., Vol:69-B., No:4, S:593-596., August. 1987.
- 31)HALLINSHEAD,W.H.: Knee, Leg, Ankle and Foot., Anatomy for Surgeon., Section:9., S:848-859.,1966.
- 32)HAWKINS, B.J., LANGERMAN, R.J., ANGER, D.M., CALHOUN,J.H.: The Ilizarov technique in ankle fusion. Clinical Orthopaedics and Related Research., No: 303., S: 217-225., June, 1994.
- 33)HERZENBERG,J.E., WANDERS,N.A.: Calculating rate and duration of distraction for deformity correction with Ilizarov technique. Orthopaedics Clinics of North America., Vol:22., No:4.,S:601-611., October 1991.
- 34)HSO,K.Y., KUO,K.N., HSO,R.W.: Correction of foot deformity by the Ilizarov method in a patient with segawa disease. Clinical Orthopaedics and Related Research., Vol:314., S: 199-202., May. 1995.
- 35)HUERTA, F.D.L.: Correction of the neglected clubfoot by the Ilizarov method. Clinical Orthopaedics and Related Research., No:301., S:89-93., April 1994.
- 36)ILIZAROV, G.A. : Clinical application of the tension-stress effect for limb lengthening. Clinical Orthopaedics and Related Research., No: 250., S:8-26., January, 1990.

- 37)ILIZAROV, G.A.: The Aparatus;Components and Biomechanical Principles of Application. Transosseos Osteosynthesis., S:63 - 136.,1992. GERMANY.
- 38)ILIZAROV,G.A.: Osteogenesis and hematopoiesis. Transosseos Osteosynthesis., Section:5., S.279-283., 1992. GERMANY.
- 39)ILIZAROV,G.A.:The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues. Part I. The influence of stability of fixation and soft tissue preservation. Clinical Orthopaedics., Vol:238., S:249-261.,1989.
- 40)ILIZAROV,G.A.: The Historical Background of Transosseous osteosynthesis., Transosseous Osteosynthesis., S: 3-5.,1992. GERMANY.
- 41)ILIZAROV,G.A.: Treatment of disorders of the foot. Nonoperative correction of foot deformities. Transosseous Osteosynthesis., Chapter: 11., S: 548- 581., 1992. GERMANY.
- 42)ILIZAROV,G.A.: Treatment of disorders of the foot. Operative correction of foot deformities. Transosseous Osteosynthesis., Chapter: 11., S: 582- 634., 1992. GERMANY.
- 43)ITOKAZI,M., MATSUNAGA,T., TANAKA, S.: Ankle arthroplasty by excision of the talar body: subtotal talectomy. Foot-Ankle International.,Vol:15., No:4., S:191-196., 1994.
- 44)JAHSS,M.H.: Basic Foot Science and examination. Disorder of the Foot and Ankle., Chapter:1., Section:1., S:10-34., 1992.
- 45)JOHNSON,E.E., WELTMER,J., LION,G.J., CRACHIALS,A.: Ilizarov ankle arthrodesis. Clinical Orthopaedics and Related Research., Vol:280., S:180-189., July.1992.
- 46)KAPLAN,A., ETHEM,A.: Eklemler. Anatomi., 1. cilt.,S:153-160., 1995
- 47)KENWRIGHT,J., GOODSHIP,A.E., KELLY,D.J., NEWMAN,J.H., HARRIS,J.D., RICHARDSON,J.B., EVANS,M., SPRINGINS,A.J., BURROUGH,S.J., DOWLEY,D.I.: Effect of controlled axial micromovement on healing of tibial fractures. Lançet II., 1185-1187.,1986.
- 48)LAOUGHILIN,R.T., CALHOUN,J.H.: Ring fiksators for reconstruction of traumatic disorders of the foot and ankle. Orthopaedics Clinical of North America., Vol:26(2), S:287-294., April. 1995.

- 49) LAWRENCE, S.J., BOTTE, M.J.: Current topic review management of adult, spastic, equinovarus foot deformity. *Foot-Ankle International*, Vol:15., No:6., S:340-346., June. 1994.
- 50) LEHMAN, W.B., GRANT, A.D., ATAR, D.: The use of distraction osteogenesis (Ilizarov) in complex foot deformities. *Disorder of the Foot and Ankle (JASHH)*. Chapter:100., Part. 21., S:2735-2744., 1992.
- 51) MAIOCCHI, A.B., ARONSON, J.: Historical Review. *Operative Principles of Ilizarov*, Chapter 1., S:3-8., 1991. ITALY.
- 52) MANN, D.C., HSU, J.D.: Triple arthrodesis in the treatment of fixed cavovarus deformity in adolescent patients with charcot-marie-tooth disease. *Foot-Ankle*. Vol:13., No:1., S:1-6., January. 1992.
- 53) MICHAEL, J., BARNES, M.B., JOHN, A.H.: Combined split anterior tibial-tendon transfer and intramuscular lengthening of the posterior tibial tendon. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, Vol:73-A., No:5., S: 734-738., June. 1991.
- 54) MOORE, K.L.: *The Lower limb. Clinical Oriented Anatomy*, Second edition., S:500-515., 1985.
- 55) MÜLLER, M.E., ALLGOWER, M., SCHNEIDER, R., WILLENEGGER, H.: Basic Aspects of Internal Fixation 1.1.2. *Manual of Internal Fixation*, S:1-3., 1988. Tokyo.
- 56) OBERLANDER, M.A., LYNN, M.D., DEMOS, H.A.: Achilles tenodesis for calcaneus deformity in the myelodysplastic child. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, No: 292., S: 239-244., July. 1993.
- 57) ODAR, I.V.: Hareket sistemi. *Anatomi*, 9. baskı., Elif matbaacılık sanayi., S:275-290., 1975
- 58) OGANESIAN, O. V., ISTOMINO, I. S.; Talipes equino cavovarus deformities corrected with the aid of a hinged - distraction apparatus. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, No:266., S:42-50., May. 1991.
- 59) PALEY, D.: The correction of complex foot deformities using Ilizarov's distraction osteotomies. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, Number:293., S:97-111., 1993.
- 60) PALEY, D.: Biomechanics of the Ilizarov external fixator. *Operative Principles of Ilizarov*, Chapter:3., S:33-41., 1991. ITALY.

- 61)PALEY,D.: Problems, obstacles, and complications of limb lengthening by the Ilizarov technique. *Clinical Orthopaedics and Related Research.*, Vol: 250., S: 81-104., January. 1990.
- 62)PALEY,D.:The Ilizarov corticotomy. *Tech.Orthop.*, Vol:5., S:41-52.,1990.
- 63)ROSMAN,M., BROWN,K.: Preoperative Ilizarov frame construction for correction of ankle and foot deformities. *Journal of Pediatric Orthopaedics.*, Vol:11., S:238-240., Raven press ltd., 1991. New York.
- 64)SANTAVITRA,S., TRUNEN,V., YLINEN,P., KONTTINEN,Y.T., TALLROTH,K.: Foot and ankle fusions in charcot-marie-tooth disease. *Arch.Orthop.Trauma Surgery.*, No:112., S: 175-179., 1993.
- 65)SAXBY,T., NUNLEY,J.A.: Metatarsal lengthening by distraction osteogenesis: a report of two cases. *Foot-Ankle.*, Vol. 13(9)., S: 536-539., Nov-Dec. 1992.
- 66)SCHWARTSMAN,V., SCHWARTSMAN,R.: Corticotomy. *Clinical Orthopaedics and Related Research.*, Number:280., S:37-47., 1992. July.
- 67)SCRANTON,P.E.: Results of arthrodesis of the tarsus: Talocalcaneal, midtarsal, and subtalar joints. *Foot-Ankle.*, Vol:12., No:3.,S:156- 164., December. 1991.
- 68)SNELL,R.S.: The Lower Limb. *Clinical Anatomy.*, S:653-669., 1992.
- 69)SNELL,R.S.: The Lower Limb. *Clinical Anatomy.*, Sec:10.,S:675-687.,1992.
- 70)STEPHENS,M., SALEH,J.: Calcaneal dome osteotomy: A new procedure for revising triple. *Foot-Ankle International.*, Vol:15., No:7., S:368-371., 1994.
- 71)TACHDJIAN,M.O.: The child's foot. *WB. Saunders co.*,S:1274-1280.,1985
- 72)TACHDJIAN,M.O.: The Foot and Leg., *TACHDJIAN Pediatric Orthopedics.*, Cilt:4., Bölüm:7., S:2405-2766., 1990. Philadelphia.
- 73)TAYLOR, J.C.: Ring size selection. *Technique Orthopaedics.*, Vol:5., S:13-17., 1990.
- 74)TAYLOR,J.C.:Geometry of hinge replacement. *Technique Orthopaedics.*, Vol:5., S:33-39., 1990.
- 75)UZUN, M. :Ilizarov tekniği ile kemik uzatmaları ve kırık tedavisi. *Uzmanlık Tezi.*, Ankara. 1991.
- 76)WILLIAMS,P.L., WARWICK,R., DYSON,M., BANNISTER,L.H.: *Arthrology. Gray's Anatomy.*, Section:4., S:534-544., 1990.

77)WIRTH,T., SCHULER,P., GRISS,P.: Early surgical treatment for congenital vertical talus. Arch.Orthop.Trauma Surgery., No:113., S: 248-253., 1993.

78)YAMAMOTO,H., OKUMURA,S., MORITA,S., OBATA,K., FURUYA,K.: Surgical correction of foot deformities after stroke. Clinical Orthopaedics and Related Research., No:282., S:213-218., September. 1992.

