

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ
ANABİLİM DALI

**BİRİNCİ METATARS ŞAFT
OSTEOTOMİLERİNİN VE YENİ TANIMLANAN
MODİFİKASYONUNUN TEMAS YÜZEY
ALANLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ VE
VİDA FİKSASYON STABİLİTELERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI
(BİYOMEKANİK ÇALIŞMA)**

DR. ABDULLAH MERİÇ ÜNAL

UZMANLIK TEZİ

İZMİR-2008

T.C.

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ
ANABİLİM DALI

**BİRİNCİ METATARS ŞAFT
OSTEOTOMİLERİNİN VE YENİ TANIMLANAN
MODİFİKASYONUNUN TEMAS YÜZEY
ALANLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ VE
VİDA FİKSASYON STABİLİTELERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI
(BİYOMEKANİK ÇALIŞMA)**

UZMANLIK TEZİ

DR. ABDULLAH MERİÇ ÜNAL

DANIŞMAN ÖĞRETİM ÜYESİ: DOÇ. DR. ÖNDER BARAN

İÇİNDEKİLER:

1. ÖZET

2. SUMMARY

3. GİRİŞ ve AMAÇ

4. GENEL BİLGİLER

4.1 Tanım

4.2 Demografik Özellikler

4.3 Patoanatom ve Patomekanik

4.4 Etiyoloji

4.5 Hastanın Değerlendirilmesi

4.5.1 Hikaye ve Fizik Muayene

4.5.2 Radyoloji

4.6 Sınıflama

4.7 Tedavi

4.7.1 Konservatif Tedavi

4.7.2 Cerrahi Tedavi

4.8 Metatarsal Şaft Osteotomileri

4.8.1 Endikasyonlar ve Kontrendikasyonlar

4.8.2 Ludloff Osteotomisi

4.8.3 Mau Osteotomisi

4.8.4 Scarf Osteotomisi

4.8.5 Offset V Osteotomisi

4.8.6 Komplikasyonlar

5. GEREÇ ve YÖNTEMLER

5.1 Araştırmanın Tipi, Yapıldığı Yer ve Tarih

5.2 Örneklerin Hazırlığı ve Gruplar

5.3 Yüklenme Testleri ve Ölçüm

5.4 İstatistiksel Analiz Yöntemi

6. SONUÇLAR

6.1 Maksimum Yüklenme Sonuçları

6.2 Maksimum Yüklenme Anındaki Deplasman Sonuçları

6.3 Stiffness Sonuçları

6.4 Çentikli-Çentiksiz Osteotomilerin Karşılaştırılması

6.5 Tek Çentik-Çift Çentik Osteotomilerin Karşılaştırılması

6.6 Osteotomilerin Temas Yüzey Alanları

7. TARTIŞMA

8. KAYNAKLAR

TABLolar:

Tablo 1: Metatarsal şaft osteotomisi endikasyonları

Tablo 2: Metatarsal şaft osteotomisi kontrendikasyonları

Tablo 3: Metatarsal şaft osteotomisi komplikasyonları

Tablo 4: Osteotomi gruplarının maksimum yüklenme, maksimum yüklenmedeki deplasman ve stiffness değerleri ve standart sapmaları

Tablo 5: Çentikli ve çentiksiz osteotomi gruplarının maksimum yüklenme, maksimum yüklenmedeki deplasman ve stiffness değerleri ve standart sapmaları

Tablo 6: Tek çentikli ve çift çentikli osteotomi gruplarının maksimum yüklenme, maksimum yüklenmedeki deplasman ve stiffness değerleri ve standart sapmaları

Tablo 7: Grupların maksimum yüklenme değerleri ve standart sapmaları

Tablo 8: Grupların maksimum yüklenmedeki deplasman değerleri ve standart sapmaları

Tablo 9: Grupların stiffness değerleri ve standart sapmaları

GRAFİKLER:

Grafik 1: Ludloff grubuna ait bir örneğin yüklenme grafiği

Grafik 2: Mau grubuna ait bir örneğin yüklenme grafiği

Grafik 3: Scarf grubuna ait bir örneğin yüklenme grafiği

Grafik 4: Ofset V grubuna ait bir örneğin yüklenme grafiği

Grafik 5: Yeni Mau modifikasyonu grubuna ait bir örneğin yüklenme grafiği

ŞEKİLLER:

Şekil 1: Yere basma ile ayağa gelen aksiyal yük çizimi

Şekil 2: Halluks valgus açısı ve intermetatarsal açı

Şekil 3: İnterfalengeal açı

Şekil 4: Distal metatarsal artiküler açı

Şekil 5: 1. metatarsofalengeal eklem uyumu

Şekil 6: Medial çıkıntı genişliği

Şekil 7: 1. metatars protrüzyon mesafesi

Şekil 8: Metatars başının tipleri

Şekil 9: Metatarsus adduktus ölçümü

Şekil 10: Acutrak başsız kompresyon vidası

Şekil 11: 3.5 mm kortikal vida

Şekil 12: Ludloff osteotomisi

Şekil 13: Mau osteotomisi

Şekil 14: Sammarco modifikasyonu

Şekil 15: Scarf osteotomisi

Şekil 16: Scarf modifikasyonu

Şekil 17: Kısa, orta ve uzun scarf osteotomisi

Şekil 18: Distal Chevron osteotomisi

Şekil 19: Ofset V osteotomisi

Şekil 20: Oluklaşma

Şekil 21: Çalışmada kullanılan 1. metatars modeli

Şekil 22: Standart düzeltme düzeneği

Şekil 23: Autograph

Şekil 24: Ludloff osteotomisi örneği

Şekil 25: Mau osteotomisi örneği

Şekil 26: Scarf osteotomisi örneği

Şekil 27: Ofset V osteotomisi örneği

Şekil 28: Yeni mau modifikasyonu örneği

Şekil 29: Ludloff osteotomisi düzeltme sonrası resmi

Şekil 30: Mau osteotomisi düzeltme sonrası resmi

Şekil 31: Scarf osteotomisi düzeltme sonrası resmi

Şekil 32: Ofset V osteotomisi düzeltme sonrası resmi

Şekil 33: Yeni Mau modifikasyonu düzeltme sonrası resmi

Şekil 34: Ludloff osteotomisi yetmezlik resmi

Şekil 35: Mau osteotomisi yetmezlik resmi

Şekil 36: Scarf osteotomisi yetmezlik resmi

Şekil 37: Ofset V osteotomisi yetmezlik resmi

Şekil 38: Yeni Mau modifikasyonu yetmezlik resmi

Şekil 39: Ludloff osteotomisinin yüzey alan resmi

Şekil 40: Mau osteotomisinin yüzey alan resmi

Şekil 41: Scarf osteotomisinin yüzey alan resmi

Şekil 42: Ofset V osteotomisinin yüzey alan resmi

Şekil 43: Yeni Mau modifikasyonunun yüzey alan resmi

KISALTMALAR:

MTP: Metatarsofalengeal

MTK: Metatarsoküneiform

AP: Anteroposterior

MPV: Metatarsus primus varus

DMAA: Distal metatarsal artiküler açđ

AOFAS: Association of Orthopaedic Foot and Ankle Society

ÖNSÖZ:

Eğitimime katkısı olan ve asistanlık eğitimim boyunca deneyimlerinden ve bilgilerinden büyük fayda gördüğüm sayın hocalarım; Prof. Dr. Emin Alıcı, Prof. Dr. Şükrü Araç, Prof. Dr. Osman Karaoğlan, Prof. Dr. Ahmet Ekin, Prof. Dr. Hasan Havıtcıoğlu, Prof. Dr. Halit Pınar, Prof. Dr. Haluk Berk, Prof. Dr. İzge Günal, Prof. Dr. Hasan Tatari, Doç. Dr. Mustafa Özkan, Doç. Dr. Vasfi Karatosun, Doç. Dr. Ömer Akçalı, Doç. Dr. Can Koşay ve Doç. Dr. Kadir Bacakoğlu'na teşekkür ederim.

Tezim ile ilgili her konuda bana yardımcı olan ve tez danışmanlığımı yapan sayın Doç. Dr. Önder Baran'a ayrıca teşekkürü borç bilirim.

Tezimde biyomekanik ölçümler sırasındaki değerli yardımlarından ötürü DEÜTF Biyomekanik Anabilim Dalı asistanlarından Bora Uzun'a teşekkür ederim.

Tezimde kullandığım implantların temininde yardımcı olan ve teknik desteğini esirgemeyen İlerimed firmasına ve çalışanlarına teşekkür ederim.

Asistanlık eğitimim boyunca kliniğimizde ve ameliyathanede beraber çalıştığım tüm asistan arkadaşlarıma, hemşire arkadaşlarıma, personel arkadaşlarıma, klinik ve poliklinik sekreterlerimize teşekkür ederim.

Beni yetiştirip bu günlere getiren ve yaşamımın her anında desteklerini esirgemeyen sevgili annem Nevin Ünal'a ve babam Süha Ünal'a; sevgili kardeşim Av. Merih Ünal'a teşekkür ederim.

Bu uzun ve zor asistanlık süresi boyunca manevi desteğini esirgemeyen sevgili eşim Uzm. Dyt. Yurdanur Ünal'a ve henüz annesinin karnında olan bebeğimize çok teşekkür ederim.

1. ÖZET:

Birinci metatars şaft osteotomilerinin ve yeni tanımlanan modifikasyonunun temas yüzeylerinin değerlendirilmesi ve vida fiksasyon stabilitelerinin karşılaştırılması (Biyomekanik çalışma)

Dr. Abdullah Meriç Ünal
Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi
Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı
İnciraltı – İZMİR

Halluks valgus ayak 1. parmağın laterale ve 1. metatarsın mediale deviasyonu ile karakterize bir hastalıktır. Ayağın en sık görülen rahatsızlığıdır. Cerrahisinde yumuşak doku dengesinin sağlanması her zaman yeterli olmamakta metatarsal osteotomilerde gerekli olmaktadır.

Metatarsal şaft osteotomileri uzun yıllardır bilinmesine rağmen ancak son yıllarda daha sık kullanılarak popüler hale gelen cerrahi tedavidir. Yapılan çalışmalarda bu osteotomilerin redüksiyon ve stabilitede daha üstün oldukları vurgulanmasına karşı, bunların zayıf oldukları noktalar da bulunmaktadır.

Bilinen şaft osteotomilerinin mevcut olan sorunları irdelenerek, bu sorunları giderebilecek temas yüzeyinin fazla olduğu, daha fazla düzeltme sağlayabilen ve stabil fiksasyon yapılabilen yeni bir osteotomi tasarlandı. Mevcut yayınlar değerlendirildiğinde yeni tasarlanan osteotomi Mau osteotomisinin bir modifikasyonu olarak değerlendirildi.

Çalışmamızda Sawbones metatars kemik modelleri kullanarak dört adet metatarsal şaft osteotomisi ile yeni tanımlamış olduğumuz Mau modifikasyonunun yüzey temas özellikleri, tespit materyal teknik özellikleri ve bending stabilitelerini karşılaştırdık. Birinci gruba Ludloff osteotomisi, ikinci gruba Mau osteotomisi, üçüncü gruba Scarf osteotomisi, dördüncü gruba ofset V osteotomisi ve beşinci gruba ise Mau osteotomisinin yeni tanımlanan modifikasyonu uygulandı. Tüm osteotomiler tekniğine uygun yapıldıktan sonra yüzey ölçümleri için dijital görüntüleri alındı. Tüm osteotomilere 10°'lik düzeltme yapıldı ve sonrasında örnekler iki adet Acutrak başsız kompresyon vidası ile tespit edildi.

Tespit öncesi dijital görüntüleri ile yüzey temas alanları hesaplandı. Tespit sonrasında üç nokta bending testi uygulandı ve elde edilen değerler Mann-Whitney U testi ile değerlendirildi.

Sonuçlar karşılaştırıldığında Mau osteotomisinin en yüksek stiffness değerine sahip olduğu görüldü. Ofset V ve yeni Mau modifikasyonu gruplarının stiffness değeri Scarf grubundan anlamlı derecede yüksekti. Ludloff grubunun stiffness değeri tüm gruplardan anlamlı derecede düşük bulundu.

Osteotomilerin temas alanları değerlendirildiğinde Scarf osteotomisinin fiksasyon öncesinde en yüksek temas alanına sahip olduğu görüldü. Yeni Mau modifikasyonunun fiksasyon öncesi temas alanı Mau ve Ludloff osteotomisinden yüksek bulundu. Düzeltme sonrası temas yüzey alanları hesaplanamadı.

Çalışmamızda düz osteotomiler daha kolay tekniğe sahipti ve çentikli osteotomileri tespitinde daha dikkatli olunması gerekiyor. Mau osteotomisi distale yakın intrinsek stabilitesi olmasıyla bending testinde daha stabil olmasına karşılık temas yüzey alanı daha düşük bulundu.

Çalışmanın biyomekanik bir çalışma olması nedeniyle kaynama gibi biyolojik faktörler değerlendirilemedi. Bu çalışmanın klinik bir çalışma ile korele edilmesinin uygun olacağı düşünüldü.

Anahtar kelimeler: Halluks valgus, metatarsal shaft osteotomisi, stiffness, biyomekanik

SUMMARY:

Comparison of the screw fixation stability and examination of the surface contact area of first metatarsal shaft osteotomies and their newly defined modification (Biomechanical Study)

Dr. Abdullah Meriç Ünal
Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi
Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı
İnciraltı – İZMİR

Hallux valgus is a disease defined as lateral deviation of first toe and medial deviation of first metatarsal. It is the most seen disease of foot. For surgical treatment, providing the soft tissue balance is not enough in every case, so metatarsal osteotomies needed.

Metatarsal shaft osteotomies have known for long years but they become popularized nowadays. Some studies emphasizes that these osteotomies are superior for reduction and stability but they also have some weak points.

To overcome some disadvantages of well-known shaft osteotomies, we define a new osteotomy that can provide high contact surface area, more correction and more stable fixation. When the current examined, the new osteotomy thought as a new modification of Mau osteotomy.

In our study we use Sawbones metatarsal bone models and we compare relationship between the contact area, fixation technique obligation and the bending stabilities in four well-known metatarsal shaft osteotomy and the new modification. We perform Ludloff osteotomy for the first, Mau for the second, Scarf for the third, Ofset V for the fourth and the new Mau modification for the fifth group. The osteotomies preformed by the originally defined technique and the digital images obtained for the contact surface area. After that, 10° correction done and the osteotomies fixated by two interfragmenter acutrak headless compression screws. With a digital image analyzer software, the contact surface areas calculated before fixation. After fixation the three point bending test performed. The results are analysed by the Mann-Whitney U test.

When we compared the results, Mau group was found the highest stiffness value, Offset V and the new Mau modification groups were significantly stiffer than the Scarf group. Ludloff group was found significantly less stiff than all the other groups.

When the examination of the contact areas, Scarf osteotomy had the highest contact area before fixation. New Mau osteotomy had higher contact area than Ludloff and Mau osteotomies before fixation. We could not calculate the contact areas after fixation.

According to our experience, the linear osteotomies were easily performed but the notched osteotomies were more technical demanding. Mau osteotomy found more stable in bending test because of its distal intrinsic stability but its contact area was less as well.

We know that healing of osteotomized site be effected by many biological factors, so it is suitable that this study may be correlated with clinical studies.

Key words: Hallux valgus, metatarsal shaft osteotomy, stiffness, biomechanics

3. GİRİŞ ve AMAC:

Halluks valgus, ayak 1. parmağın laterale ve 1. metatarsın mediale deviasyonu ile karakterize bir hastalıktır. Ayağın en sık görülen rahatsızlığıdır. Popülasyonun %2-4'ünü etkilemektedir(4). Etiyolojisinde ayakkabı seçimi, genetik, pes planus, 1. metatarsoküneiform eklem hiper mobilitesi, 1. metatars uzunluğu, metatarsus primus varus vb. intrinsek ve ekstrinsek birçok durum suçlanmıştır.

Halluks valgusun tedavi seçimi fizik muayene ve radyoloji ile belirlenir. Radyolojik değerlendirmede, halluks valgus açısına, intermetatarsal açıya, distal metatarsal artiküler açıya, metatarsofalengeal eklem uyumuna, 1. metatars uzunluğuna, 1. metatarsoküneiform eklem açısına, metatars başının şekline ve pes planus ve metatarsus adduktus varlığına bakılmaktadır(1,2,3,4,5,7,17,18,22,23).

Sınıflama sadece genel bir klavuz olarak kullanılmaktadır. Halluks valgus açısı, intermetatarsal açı, fibüler sesamoid deplasman miktarı göz önüne alınarak yapılır. Buna göre hafif, orta ve ileri halluks valgus olmak üzere üç tip tanımlanmıştır.

Konservatif tedavi genellikle hafif olgularda denenir. Konservatif tedaviye yanıt alınamayan hafif olgularda ve orta ve ileri semptomatik olgularda cerrahi tedavi uygulanmaktadır. Cerrahi tedavi yumuşak doku veya kemik prosedürleri ya da bunların kombinasyonundan oluşmaktadır. Kemik prosedürlerinden günümüzde popüler olanları metatarsal osteotomilerdir. Distal, proksimal ve şaft osteotomileri olmak üzere üç grupta incelenebilir. Şaft osteotomilerinden en sık kullanılanlar Ludloff, Mau, Scarf ve modifikasyonları ve distal Chevron osteotomisinin bir modifikasyonu olan Ofset V osteotomisidir.

Bu osteotomilerin mükemmel olmadığı düşünülmüş ve çok sayıda yeni modifikasyonları tanımlanmıştır(28,29,30,31,45). Bu modifikasyonlar genellikle temas yüzeyini ve kaynamayı artırmaya, osteotominin stabilitesini artırmaya, kısalığı, dorsal açılanmayı ve osteotomiye özel bazı komplikasyonları azaltmaya ve endikasyonları genişletmeye yöneliktir(28,29,30,31,43,45,46).

Bu çalışmanın amacı günümüzde sıklıkla kullanılan metatarsal şaft osteotomilerinin ve osteotomi yüzey alanını, düzeltme miktarını ve stabilitesini artırmak amacı ile yeni tanımlanmış olduğumuz mau osteotomisi modifikasyonunun temas yüzey alanlarının değerlendirilmesi, fiksasyon stabilitelerinin biyomekanik olarak ölçülmesi, karşılaştırılması ve aksiyal yüklenme altında davranışlarının incelenmesidir.

4. GENEL BİLGİLER:

4.1 Tanım:

Bunyon terimi, Latince, şalgam anlamına gelen 'bunio' kelimesinden türemiştir (1,5). Bu terim 1. metatarsofalangeal(MTP) eklem seviyesindeki herhangi bir genişleme veya deformiteyi tanımlamak için kullanılmıştır (1). Bu tanımlama halluks valgus dışındaki, ganglion ve halluks rijidus gibi rahatsızlıkları da kapsamaktadır(1). Bu nedenle halluks valgusu tanımlamak için yeterli değildir.

Halluks valgus terimi, ilk olarak Carl Hueter tarafından kullanılmıştır (1,4,5). Bu tanıma göre 1. MTP eklemden statik subluksasyon, 1. parmakta lateral deviasyon ve 1. metatarsda medial deviasyon mevcuttur(1). Günümüzdeki tanıma göre ise halluks valgus, 1. parmağın lateral deviasyonu ve 1. metatarsın medial deviasyonu olarak tanımlanan bir rahatsızlıktır(4,7).

4.2 Demografik Özellikler:

Halluks valgus, ayak 1. parmağın en sık görülen patolojisidir(4). Popülasyonun %2-4'ünü etkiler(4). Bayanlarda daha sık görülmektedir(4). Başlangıç yaşı konusunda farklı görüşler mevcuttur. Bazı yazarlara göre üçüncü, dördüncü ve beşinci dekatlarda başladığı savunulmaktadır(4). Bazılarına göre ise, çocuklukta ya da iskelet maturasyonu başlamamış adolesanlarda başladığı savunulmaktadır(4). Bilateral ya da unilateral etkilenmeden çeşitli cerrahi yayınlarda bahsedilmiştir fakat gerçek insidans bilinmemektedir(4,27). Dominant tarafla ilişkisi bilinmemektedir(4), yapılan bir çalışmada dominant taraf ile diğer taraf arasında anlamlı fark saptanmamıştır(4).

4.3 Patoanatomisi ve Patomekanik:

Normal kişilerde 1. MTP eklem dizilimini korumak için; 1. metatars başı ile proksimal falanksın uyumlu ve simetrik dizilime sahip olması gerekir, distal metatarsal eklem yüzeyi ile 1. metatars diafizinin fizyolojik ilişkide olması gerekir, 1. MTP eklem çevresindeki yumuşak dokuların stabil bir denge halinde olması gerekir ve 1.

metatarsoküneiform(MTK) eklemin stabil olması gerekir. 1. metatars başına herhangi bir kas yapışmaz bu nedenle 1. MTP eklem dengesini bu faktörler sağlar(5).

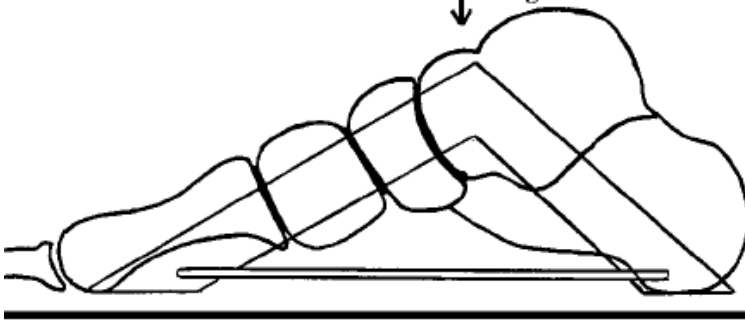
1.parmağı valgusa zorlayan tekrarlayıcı kuvvetlerin(yük verme ve yürüme) zamanla halluks valgus deformitesi ile sonuçlanacağı düşünülür. Zemin reaktif kuvvetleri ve dinamik kas kuvvetlerinin etkisi sonucu lateral eklem kapsülünde ve addüktör tendonlarda kontraktür oluşur ve bunun sonucuda metatars başı mediale yönelir(5).

Yürüme sırasında zemin reaktif yükleri 1. parmağın plantar medial yüzü ile karşılanırsa asimetrik yürüme gelişir ve sonuçta halluks valgus oluşabilir. Dar ve yüksek topuklu ayakkabılar ve 1. MTK eklem hipermobilitesi de benzer mekanizma ile halluks valgusa neden olabilirler(5).

Halluks valgusun ilerlemesi ile 1. parmakta pronasyon başlar, dinamik medial kas yapılarından abdüktör hallusis medialden plantar yüzeye doğru yer değiştirir ve addüktör hallusisin deforme edici etkisine karşı koyamaz ve deformite ilerlemeye devam eder ve fiks bir deformite haline dönüşür(2,3,5). Bu durumda 1. metatars başı sesamoidlerden uzaklaşmaya başlar ve 1. metatars başının plantar yüzeyindeki sesamoid çıkıntı(crista) tibial sesamoidin baskısı ile düzleşir. Bu direnç kaybı ile birlikte lateral sesamoid, 1. intermetatarsal boşluğa parsiyel ya da total deplasman gösterir. Bu durumda 1. sıra(ray) daha az yük taşır ve yükün çoğu diğer metatars başlarına dağılır böylece diğer metatarslarda transfer metatarsalji, kallosite ya da stres kırıkları görülür(3).

Deformitenin gelişmesi ile; ekstensör hallusis longus ve fleksör hallusis longus tendonları, plantar aponöz ve fleksör hallusis brevis tendonu 1. MTP eklem lateraline kayar ve denge unsuru iken deformiteyi destekleyici unsur haline dönüşür(2,5). Bu yapılar deforme edici hale dönüştüğünde crista ve sesamoidlerin fizyolojik ilişkisi korunamaz(5).

Metatars başında mevcut olan anatomik varyasyonlar da 1. MTP eklem stabilitesini etkiler. Yuvarlak tip baş mevcudiyetinde eklem daha instabil iken, düz baş mevcudiyetinde daha stabildir(1,5).



Şekil 1: Yere basma ile ayağa gelen aksiyal yükler

4.4 Etiyoloji:

Halluks valgusa neden olduğu düşünülen birçok durum mevcuttur. Bu nedenler ekstrensek ve intrensek nedenler olarak ikiye ayrılır(1). Ekstrensek nedenlerin en önemlisi ayakkabı kullanımınıdır. Duyarlı kişilerde halluks valgus gelişimine neden olan en önemli dış etken olarak gösterilmektedir(1,2,7). İntrensek nedenler arasında ise; genetik, pes planus, metatarsus primus varus, 1. metatars uzunluğu, 1. MTK eklem hiper mobilitesi, 2. parmak amputasyonları, aşil tendon kontraktürleri ve medial kapsül kistleri sayılabilir(1,2,3,4,5,7,17,18,22,23).

4.5 Hastanın Değerlendirilmesi:

4.5.1 Hikaye ve Fizik Muayene:

İş, aktivite düzeyi, sporla ilişkisi ve ayakkabı tercihi sorgulanmalıdır. Anamnezde, 1. MTP ekleminde ağrı, ayakkabı intoleransı, medial çıkıntı üzerinde ağrı varlığı sorgulanmalıdır. 2. MTP ekleminde ağrı mevcudiyeti öğrenilmelidir.

Fizik muayenede hastanın yürüme paterni, ayak pozisyonu, ayak arkları değerlendirilir. Pes planus varlığı araştırılır. Eklem hareketleri, ön ayak pozisyonu, medial çıkıntı ve 1. MTP ekleminde ağrı varlığı kontrol edilir. Ayağın vasküler ve nörolojik muayenesi de yapılmalıdır.

4.5.2 Radyolojik Değerlendirme:

Radyolojik değerlendirmede dikkat edilmesi gereken önemli noktalar ve ölçülmesi gereken bazı açılar mevcuttur. Bunlar; halluks valgus açısı, intermetatarsal açı, distal metatarsal artiküler açı, interfalangeal açı, metatarsoküneiform eklem açısı, medial çıkıntı genişliği, metatarsofalangeal eklem uyumu, 1. metatars uzunluğu, metatarsus adduktus, pes planus ve metatars başının şeklidir.

Halluks Valgus Açısı:

Ayağa yüklenme verilmesi ile 1. metatars mediale yönelme eğilimindedir. Bu yönelme eğilimi normaldir ve 1. parmak bu yönelmeyi kompanse etmek için hafifçe laterale yönelir(2). Bu durumda proksimal falanks ile 1. metatars arasında oluşan açı, halluks valgus açısı olarak adlandırılır(2,3).

Ayakta çekilen ayak anteroposterior grafide; proksimal falanks longitudinal aksına paralel çizilen çizgi ile 1. metatars longitudinal aksına paralel çizilen çizgi arasında oluşan açıdır(Şekil 2)(2,3,5).

Açının normal değeri çeşitli kaynaklara göre 8-15° arasında değişir(1,2,5). 20° üzerindeki açılanmalar halluks valgus olarak kabul edilir(2).

Yapılan çalışmalarda halluks valgus açısının gözlemci içi ve gözlemciler arası güvenilirliğinin çok yüksek olduğu gösterilmiştir(5,9,14).

İntermetatarsal Açı:

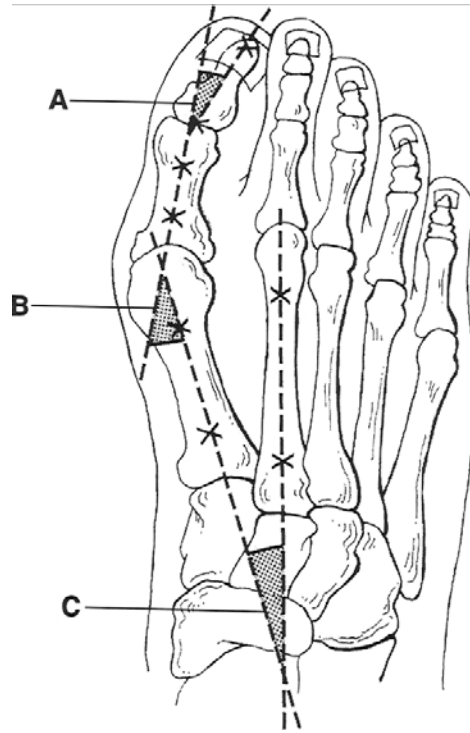
1. metatarsın 2. metatarsa göre medial yönelme miktarını gösterir. Ayakta çekilen ayak anteroposterior(AP) grafisinde, 1. ve 2. metatars longitudinal aksına paralel çizilen çizgiler arasındaki açıdır(Şekil 2)(1,2,5,10). 1. metatars aksını belirlemek için beş değişik metod tanımlanmıştır(11).

Ölçüm için tesbit edilmesi gereken ikişer adet orta diafizer noktanın belirlenmesi bazen zor olabilir. Bu durumda bazı yazarlar proksimal ve distal artiküler yüzeylerin orta noktalarının baz alınmasını önermektedirler(10).

Sekiz haftalık fetüste 32° 'dir . Dokuz aylık fetüste 9° olarak ölçülür. Yenidoğanda açı 6° 'ye ($3-9^{\circ}$ arası) düşer(2). Açı, normal erişkinlerde 9° 'den küçüktür(1,2,3,5).

9° 'nin üzerindeki tüm açılar anormal kabul edilir ve metatarsus primus varus(MPV) olarak adlandırılır(2,3). $10-12^{\circ}$ arası hafif, $12-16^{\circ}$ arası orta ve 16° 'den büyük açılar ise ileri MPV olarak tanımlanmaktadır(2,10).

Yapılan çalışmalarda intermetatarsal açının gözlemci içi ve gözlemciler arası güvenilirliğinin çok yüksek olduğu gösterilmiştir(5,6,9,14).



Şekil 2:Halluks valgus açısı(B) ve intermetatarsal açısı(C)

İnterfalengeal Açı:

Proksimal falanksın metafizi ile diafizi arasındaki açı olarak tanımlanır(5). Halluks valgus interfalengeus miktarını tanımlar(5). Ayakta çekilen ayak

AP grafisinde proksimal falanksın bazisine çizilen çizgi ile uzun aksına paralel çizilen çizgi arasındaki açıdır(Şekil 3)(1). Normal kişilerde açı 10° 'den küçüktür(1,5).



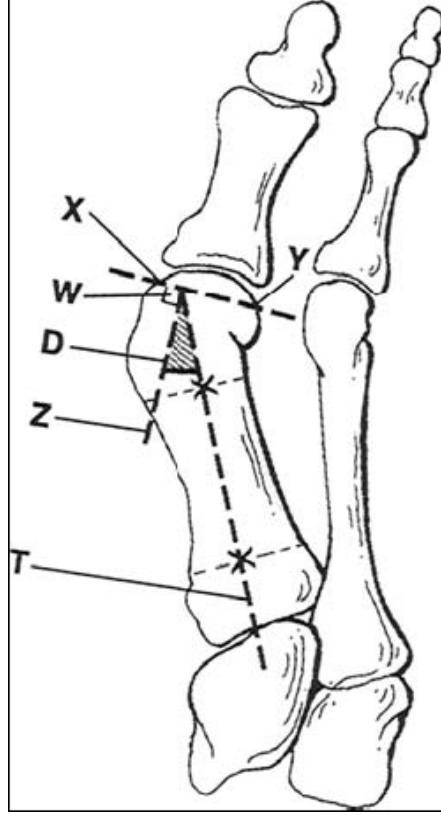
Şekil 3: İnterfalengeal açı

Distal Metatarsal Artiküler Açı(DMAA):

1. metatars diafizi ile distal artiküler yüzeyi arasındaki açısal ilişkiyi tanımlar(5). Ayakta çekilen ayak AP grafisinde 1. metatars başının artiküler yüzeyine çizilen çizgiye dik çizilen çizgi ile uzun aksına paralel çizilen çizgi arasındaki açıdır(Şekil 4)(4,14). Yapılan çalışmalarda normal değer -3 ile 26° arasında değiştiği bildirilmiştir (4,9). Normal kişilerde açının 10° 'den küçük olduğu kabul edilmektedir(1,5). Richardson'un yapmış olduğu kadavra çalışmasında açı, ortalama 6.1 derece bulunmuştur(9).

Coughlin'in yapmış olduğu çalışmada DMAA'nın, juvenil halluks valgus saptanan 10 yaşından küçük çocuklarda, 10 yaşından büyüklere kıyasla daha yüksek olma eğiliminde olduğunu belirtilmiştir(5).

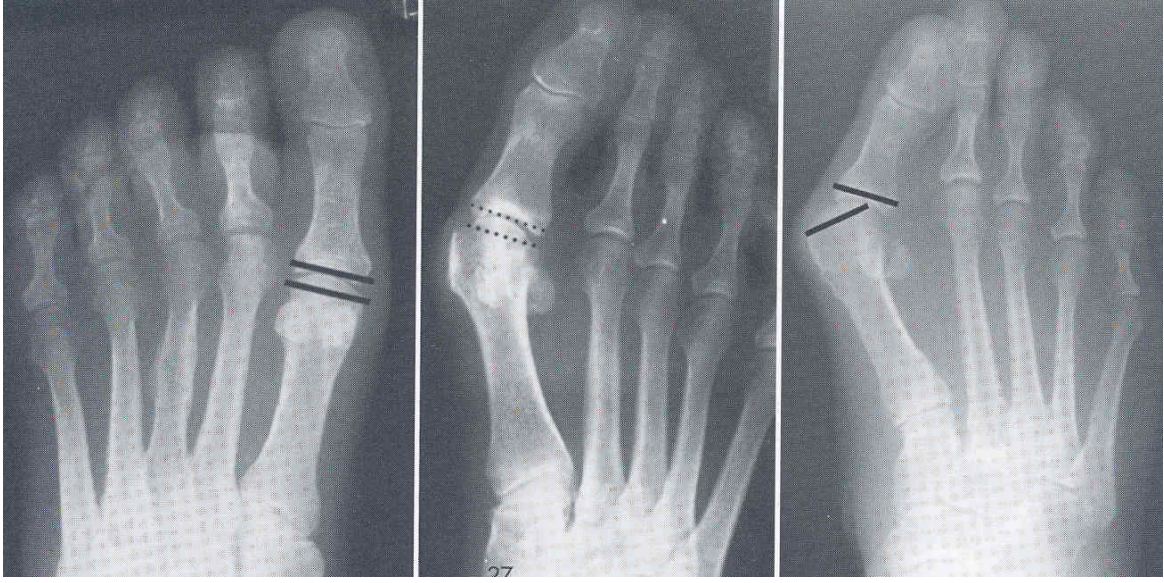
Bu ölçüm için kullanılması gereken referans noktalarının tesbitinin gözlemci içi ve gözlemciler arası güvenilirliğinin düşük olduğu belirtilmektedir(5,6,12,14).



Şekil 4: DMAA

1. MTP Eklem Uyumu:

Ayakta çekilen ayak AP grafisinde 1.metatars başı ile proksimal falanks bazisinin eklem uyum durumuna bakılır. İki şekilde ölçülür(1). Birinci yöntemde proksimal falanks ve metatars eklem yüzlerine birer çizgi çekilir eğer çizgiler paralelse eklem uyumlu kabul edilir(Şekil 5A)(1). İkinci yöntemde ise, metatars ve proksimal falanks eklem yüzlerinin medial ve lateral uçlarına birer nokta konur, eğer proksimal falanksta lateral yer değiştirme yoksa eklem uyumlu kabul edilir(şekil 5B)(1). Çizgiler ya da noktalar paralel değilse 1. MTP eklem uyumsuzluğu ya da subluksasyonundan bahsedilir(Şekil 5C)(1).



A

B

C

Şekil 5: 1. MTP eklem uyumu. A: yöntem 1 uyumlu B: yöntem 2 uyumlu

C: uyumsuz

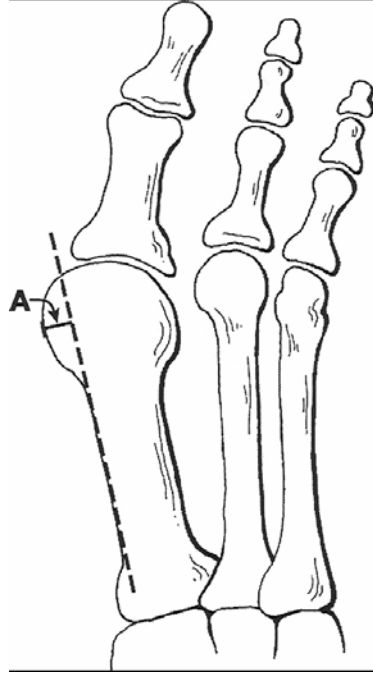
1. MTK Eklem Açısı:

Ayakta çekilen ayak AP grafisinde 1.MTK eklem düz ise ya da 10° 'den küçük medial angulasyona sahipse normal kabul edilir(1). Eğer daha fazla oblikliği varsa eklem stabil değildir(1).

Değerlendirmede, 1. metatars proksimal eklem yüzeyi tesbitinde yanlışlıklar olabilmektedir(12).

Medial Çıkıntı Genişliği:

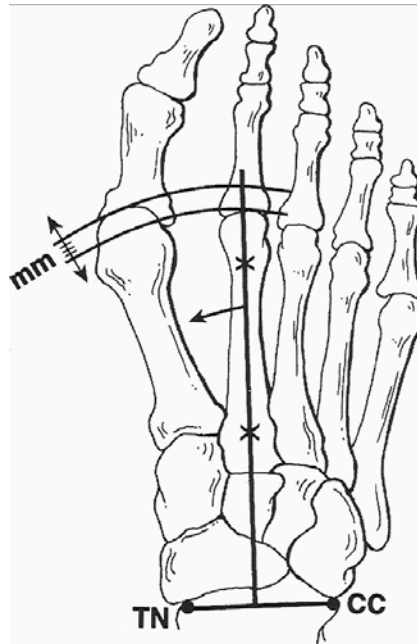
Ayakta çekilen ayak AP grafisinde 1.metatars diafiz kenarı boyunca bir çizgi çizilir ve medial çıkıntının en geniş yerinden bu çizgiye dik bir çizgi çizilir; bu çizilen çizginin uzunluğu medial çıkıntı genişliğini verir(Şekil 6)(15).



Şekil 6: Medial çıkıntı genişliği

1. Metatars Uzunluğu:

Ayakta çekilen ayak AP grafisinde 1. metatars uzunluğu, 2. metatars ile karşılaştırmalı olarak ölçülür(Şekil 7)(4). +/- 1 mm içinde fark olan ölçümlerde metatars uzunlukları eşit kabul edilir.



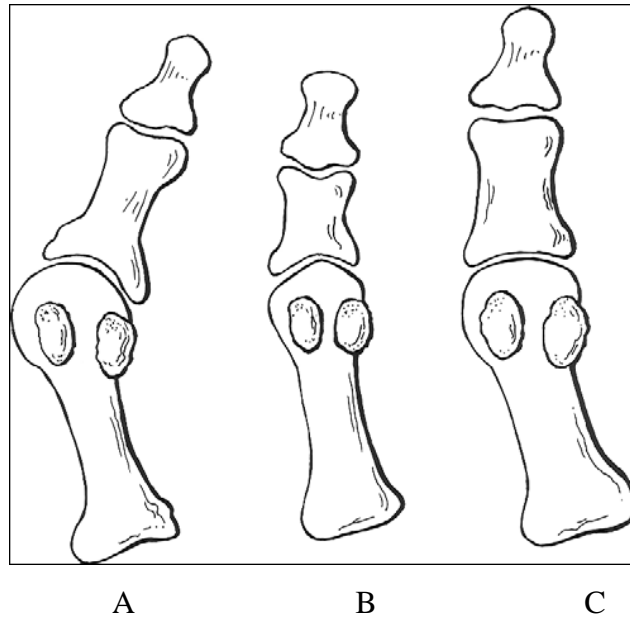
Şekil 7: 1. Metatars protrüzyon mesafesi

Metatars Başının Şekli:

1. metatars başının anatomik varyasyonları mevcuttur. Baş, yuvarlak, kubbe(Chevron) şeklinde ya da düz olabilir(Şekil 8)(1,5).

Metatars başının şeklinin halluks valgus gelişiminde bir faktör olduğu düşünülmektedir(13). Yuvarlak başlarda eklem stabilitesinin daha az olduğuna bununla beraber düz başlarda eklem stabilitesinin fazla olduğuna ve düz başın oluşturduğu eklemlerin halluks valgus gelişimine dirençli olduğuna inanılmaktadır(1,5).

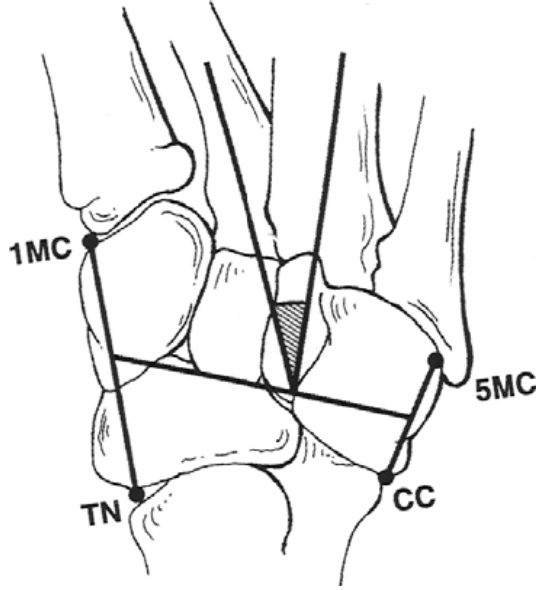
Metatars başının şekli ile halluks valgus ilişkisi halen değerlendirilmektedir ve elde kanıt değeri olan yeterli çalışma olmadığı belirtilmektedir(5).



Şekil 8: Metatars başının tipleri A: yuvarlak B: kubbe(Chevron)
C: düz

Metatarsus Adduktus:

Ayakta çekilen ayak AP grafisinde metatarsların orta ayağa göre konumları ölçülür(Şekil 9). 15° ve altındaki değerler normal olarak kabul edilir. 16-19° arası hafif, 20-25° arası orta ve 25°'den büyük dereceler ileri adduktus olarak tanımlanır(4).



Şekil 9: Metatarsus adduktus ölçümü

Pes Planus:

Ayakta çekilen ayak AP ve lateral grafileri ile değerlendirilir. AP grafide talonaviküler örtünme ölçülür ve 14°'nin üzerindeki değerler pes planus olarak kabul edilir(4). Lateral grafide ise kalkaneal pitch açısı(20°'den küçük ise pes planus), Meary çizgisi(-4°'den küçük ise pes planus) ve lateral talokalkaneal açı(50°'den büyük ise pes planus) ölçülür(4,16).

4.6 Sınıflama:

Halluks valgusta hiçbir sınıflama mükemmel değildir. Sadece genel bir klavuz olarak kullanılmaktadır. Kullanılmakta olan sınıflama radyolojik bulgulara göre yapılan sınıflamadır. Bu sınıflamaya göre hastalık; hafif, orta ve ileri olmak üzere üç gruba ayrılır(1,5).

Hafif halluks valgusta, halluks valgus açısı 20°nin altındadır, 1. MTP eklem uyumu iyidir ve intermetatarsal açı 11° veya altındadır. Sesamoidler genellikle redükte durumdadır, fibular sesamoidde hafif subluksasyon olabilir(1).

Orta halluks valgusta, halluks valgus açısı 20-40° arasındadır. Genellikle 1. MTP eklem subluksasyonu mevcuttur, DMAA anormaldir, 1. parmak genellikle pronasyondadır, intermetatarsal açı 11-18° arasındadır. Fibular sesamoid deplasmanı tama yakındır(1).

İleri halluks valgusta, halluks valgus açısı 40°nin üstündedir, 1. parmak 2. parmağın üzerine binmiştir, 1. parmakta belirgin pronasyon vardır, 1. MTP ekleminde ciddi subluksasyon vardır, intermetatarsal açı 16°den büyüktür, fibular sesamoidde total lateral subluksasyon mevcuttur(1).

4.7 Tedavi:

4.7.1 Konservatif Tedavi:

Ağrı genellikle ayakkabı ve aktivite düzenlemesi ile tedavi edilir(1,3,5). Geniş burunlu ayakkabı sıklıkla yardımcıdır(5). Medial çıkıntının desteklenmesi ya da medialde daha geniş boşluk yaratılması da faydalı olabilir(5). Bunyon pedleri ve gece atelleri de ağrının azaltılmasına yardımcı olabilir(1).

Ortez kullanımının deformitenin progresyonunu önleyici etkisi bulunmamaktadır, konforlu değildir ve semptomları artırabilir(1,8).

Unutmamak gerekir ki konservatif tedavi deformiteyi düzeltmeye yönelik değildir. Amaç hastanın spesifik semptomlarını azaltmaktır(5).

Yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde, hafif olgularda cerrahi tedavinin konservatif tedaviye göre üstün olduğunu söylemek ve kesin bir tedavi şeması oluşturmak için yeterli kanıt mevcut değildir(5).

4.7.2 Cerrahi Tedavi:

Cerrahi Planı:

Halluks valgusta her vaka için tanımlanmış tek bir cerrahi yoktur. Cerrahi teknik seçimi için göz önünde bulundurulması gereken bazı noktalar vardır. Bunlar; 1. parmağın valgus miktarı, 1. metatarsın varus miktarı, 1. parmak ve 1. metatarsın pronasyonu, halluks valgus interfalangeus varlığı, 1. MTP eklem artroz varlığı, 1. metatars uzunluğu, 1. MTK eklem mobilite miktarı, medial çıkıntı boyutu, sesamoidlerin konumu ve intrinsek ve ekstrinsek kas tendon dengesinin durumudur(3). Ayrıca 1. parmağın vasküler ve nörolojik durumu ve metatars başının tipi ve 1. MTP eklem uyumuna da dikkat edilmelidir(3).

Operasyon Seçenekleri:

Halluks valgusta yumuşak doku düzeltilmesi için önerilen endikasyonlar; 30-50 yaş arası hastalarda klinik semptomlar olması, halluks valgus açısının 15-25° arası olması, intermetatarsal açının 13°'den küçük olması, interfalangeal eklem açısının 15°'den küçük olması, MP ekleminde dejeneratif değişiklik olmaması ve konservatif tedaviye yanıt alınamamasıdır(3). Yumuşak doku prosedürlerinden en popüler olanı modifiye McBride prosedürüdür(3). Mann ve DuVries, bu tekniğin bazı modifikasyonlarını geliştirmişlerdir(3). Bu teknik cerrahi gerektiren hastaların %10-15'inde tek başına kullanılmaktadır(3).

Kombine yumuşak doku ve kemik ameliyatlarından en bilineni Keller rezeksiyon artroplastisidir(3,39). Önerilen endikasyonlar; hastaların 50 yaşından büyük olması, halluks valgus açısının 30-45° arasında olması, intermetatarsal açının 13°'den küçük olması, medial çıkıntı üzerinde ağrı olması, 1. MTP eklem uyumsuzluğu olması, sesamoidlerin laterale deplase olması ve dejeneratif kırıkta değişikliklerinin olmasıdır(3).

Metatarsal osteotomiler günümüzde yaygın olarak kullanılan cerrahi seçeneklerdendir. Metatarsal osteotomilerin amacı intermetatarsal açığı azalmaktır. Birçok metatarsal osteotomi tipi tanımlanmıştır. Bu osteotomiler yapıldığı bölgeye göre

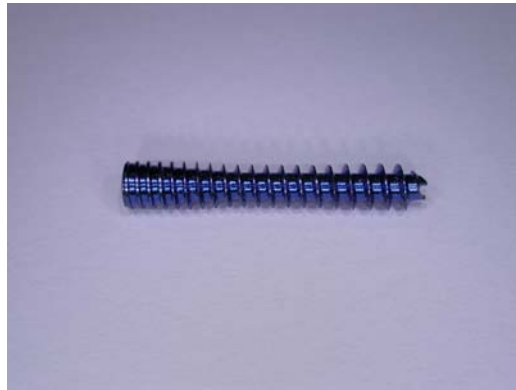
distal, proksimal ve şaft osteotomileri olarak sınıflandırılabilir. Distal metatarsal osteotomilerden en çok bilinenler distal Chevron ve Mitchell osteotomileridir, distal açık veya kapalı kama osteotomiler de kullanılmaktadır. Proksimal osteotomilere örnekler ise; proksimal kresentrik, proksimal Chevron, proksimal açık kama ve proksimal kapalı kama osteotomileridir. Metatarsal şaft osteotomileri 1920'lerden beri bilinmekte olup son zamanlarda yapılan modifikasyonlar ile daha popüler hale gelmiştir. Şaft osteotomilerine Ludloff, Mau, Scarf ve Ofset V osteotomileri örnek olarak gösterilebilir. Metatarsal osteotomilerin orijinal tanımlarına ek olarak birçok modifikasyonu da tanımlanmıştır.

1.MTP eklem artrodezi de cerrahi tedavi seçenekleri arasındadır. 1. MTP eklem artrodezi sıklıkla primer cerrahi olarak değil, rekürrens ya da komplikasyon durumlarında kurtarıcı cerrahi olarak kullanılır.

Halluks valgusta 1. MTK eklem hipermobilitésinin de etyolojik faktör olması nedeniyle bu eklem fiksasyonuna yönelik teknikler de tanımlanmıştır. 1. MTK eklem artrodezi olarak tanımlanmış Lapidus prosedürü bu tekniğe bir örnektir(51).

Fiksasyon Seçenekleri:

Metatarsal osteotomilerinin temel fiksasyon materyalleri; k-telleri, kortikal vidalar, kanule vidalar veya kompresyon vidalarıdır(Şekil 10,11). İnterfragmenter uygulanır. Bu materyaller kombine şekilde kullanılabilir. Açık ve kapalı kama osteotomilerinde ise bu materyallere ek olarak plaklı tespit de kullanılabilir.



Şekil 10: Acutrak başsız kompresyon vidası



Şekil 11: 3.5 mm kortikal vida

4.8 Metatarsal Şaft Osteotomileri:

4.8.1 Endikasyonlar ve Kontrendikasyonlar:

Metatarsal şaft osteotomilerinin endike olabilmesi için intermetatarsal açının yüksek olması, 1. MTP eklem uyumunun iyi olması, 1. MTK eklem hipermobilitésinin olmaması ve 1. MTP eklemdede artroz bulunmaması gerekmektedir. Endikasyonlar tablo 1’de listelenmiştir(28).

Endikasyonlar

- İntermetatarsal açı 12-19° arası olmalı
- DMAA < 14° olmalı
- 1. MTP eklem hareket açıklığı > 45° olmalı
- 1. MTP eklemdede artroz olmamalı
- 1. parmak abdüksiyonunun 15°’den fazla olmalı
- Metatarsal potrüzyon mesafesi normal ya da uzun olmalı
- Yeterli kemik stoğu bulunmalı
- 1. MTK eklemdede hipermobilité olmamalı

Tablo 1: Metatarsal şaft osteotomilerinin endikasyonları

Temel endikasyonları sağlamayan durumlar genellikle kontrendike kabul edilmektedir. Kesin ve kesin olmayan kontrendikasyonlar mevcuttur. Kontrendikasyonlar tablo 2’de listelenmiştir (28).

Kontrendikasyonlar

Kesin kontrendikasyonlar

1. MTK eklem hipermobilitesi

1. MTP eklem artrozu

Vasküler yetmezlik

İleri metatarsus primus elevatus

Kesin olmayan kontrendikasyonlar

1. MTP eklem hareket açıklığı $< 30^\circ$

Osteoporoz

Yaşlı hasta (> 70 yaş)

Obezite

Kısa 1. metatars

Dar 1. metatars (Scarf osteotomisi için)

Uyumsuz hasta

Tablo 2: Metatarsal shaft osteotomilerinin kontrendikasyonları

4.8.2 Ludloff Osteotomisi:

Ludloff osteotomisi ilk olarak 1918 yılında Ludloff tarafından tanımlanmıştır(3,31). Orijinal tanıma göre; dorsal proksimalden başlayıp, plantar distale doğru ilerleyen uzun oblik bir osteotomidir(Şekil 12)(31).

Günümüzdeki endikasyonları; halluks valgus açısının 35° ’den büyük olması, intermetatarsal açının 12° ’den büyük olması, 1. MTK eklemde artroz ya da instabilitenin olmaması, 1. MTP eklemde artroz olmaması ve DMAA’nın 10° ’den küçük olmasıdır(31).

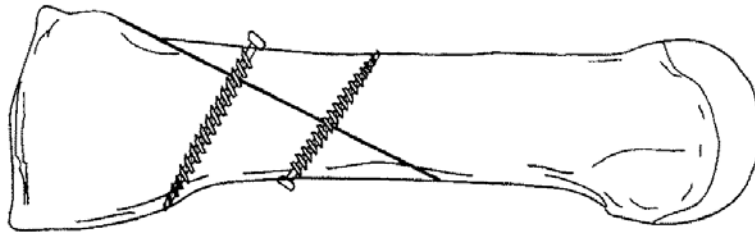
Kontrendikasyonlar ise; aktif enfeksiyon, hissiz ayak, uyumsuz hasta, 1. MTK ve MTP eklemlerde artroz olması ve DMAA'nın 10°'den büyük olmasıdır. Osteoporoz varlığı kesin olmayan kontrendikasyondur(31).

Myerson modifikasyonunda osteotomi daha proksimalden 1. MTK eklemin 5-8 mm distalinden başlar ve distale doğru 30°'lik açı ile ilerler. Bu durumda kemik temas yüzeyi daha fazladır, daha stabil fiksasyon ve daha fazla düzeltme sağlar(31).

Nyska'nın geliştirdiği modifikasyonda osteotomi, baş elevasyonunu önlemek amacıyla koronal planda 10° plantar laterale açılmıştır(31).

Osteotomi uzunluğu, vida boyutu, vida tipi ve vidanın uygulamla yönü ile ilgili çeşitli modifikasyonlar da vardır(31,35).

Osteotominin en büyük dezavantajı metatarsal kısalıktır. Bu dezavantajı gidermek amacıyla osteotomi tamamlanmadan tek vida ile tespit ve sonrasında osteotominin tamamlanması önerilir(31).



Şekil 12: Ludloff osteotomisi

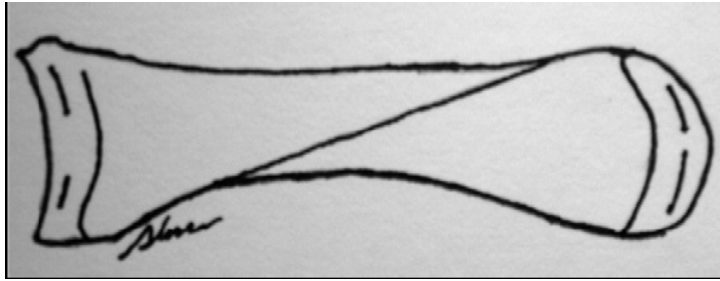
4.8.3 Mau Osteotomisi:

İlk olarak Mau ve Lauber tarafından tanımlanmıştır(30). Osteotomi; proksimal plantardan distal dorsale doğru yönelen oblik bir osteotomidir(Şekil 13) (30,47). Orijinal osteotominin rotasyon merkezi distalde kaldığı için proksimal osteotomilere göre daha az düzeltme sağladığı belirtilmektedir(30). Bazı yayınlarda

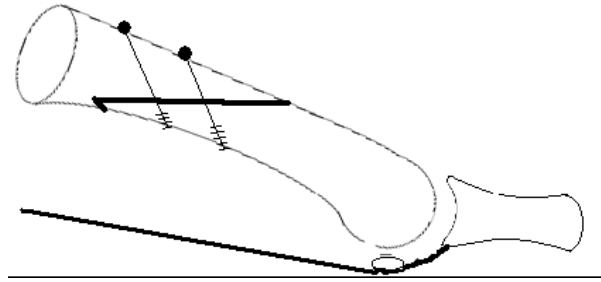
distal metatarsal osteotomi olarak kabul edilmektedir(24). Osteotomi, geometrisi nedeniyle intrinsek olarak stabildir(30).

Sammarco modifikasyonunda osteotominin proksimal metafizyel korteksine ikinci bir osteotomi yapılır(Şekil 14). Böylece osteotomi daha proksimale uzatılıp daha fazla düzeltme yapabilmeye sağlanır(30).

İntermetatarsal açının 13° 'den fazla olduğu durumlarda modifiye Mau osteotomisi tercih edilir. DMAA'nın normal sınırlarda olması ve 1. MTP ekleminin uyumlu olması gerekir (30).



Şekil 13: Mau osteotomisi



Şekil 14: Sammarco modifikasyonu

4.8.4 Scarf osteotomisi:

1926 yılında Meyer ilk olarak 'Z' osteotomisini tanımlamıştır(28). 1973 yılında Brutaran, Scarf osteotomisine benzer bir osteotomi kullanmıştır(28,29). 1983 yılında Gudas ve Zygmunt gerçek 'Z' osteotomisini halluks valgus tedavisinde kullanmaya başlamışlardır (28,29). 1984 yılında Weil, bu osteotomiye Scarf osteotomisi

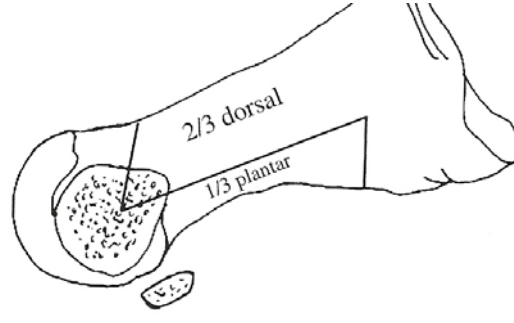
adını vermiştir(28,29). 1991 yılında Barouk, scarf osteotomisini Avrupa'da popüler hale getirmiştir (28,29).

Orta ve ileri derece halluks valgusta kullanılabilir. Herhangi bir yaş sınırlaması yoktur fakat erken komplikasyonlardan biri olan oluklaşma(troughing) gelişim riski nedeniyle kemik kalitesi iyi olan gençlerde kullanılması tavsiye edilir(28,29). 1. MTP eklem uyumlu olması gerekir (28). DMAA'nın 14°den küçük olması gerekmektedir (28).

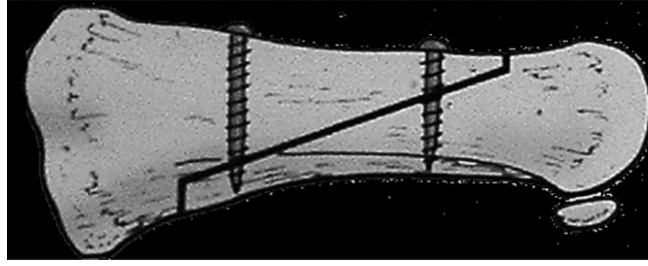
Teknikte; öncelikle metatars şaftına paralel olacak şekilde osteotomi yapılır. Kısa kesiler ise proksimal ve distal metafizde, transvers kesiyeye 60-70 derece açı ile yapılır(Şekil 15)(28). Düzeltme osteotomi hattının translasyonu ile sağlanır. Ayrıca osteotominin rotasyonu ile de düzeltme sağlanabilir fakat distal ve proksimaldeki çentikler fazla miktarda rotasyona dolayısıyla düzeltmeye imkan vermez. Osteotomi intrinsek olarak stabildir.

Bu tekniğe özel olan komplikasyon osteotomi hatlarının birbirini içine geçmesi ve buna bağlı metatars incilmesi olarak tanımlanan oluklaşmadır(Şekil 20)(6,29).Bu komplikasyonda incelmenin yanında metatarsta pronasyon da görülür. Bu tekniğin modifikasyonları genellikle oluklaşma riskini azaltmak amacıyla geliştirilmiştir. Bu amaçla geliştirilen modifikasyonlarından biri; kısa kolların derinliğini azaltmak amacıyla transvers kesinin proksimal plantardan distal dorsale doğru oblik hale getirilmesidir(Şekil 16)(29).

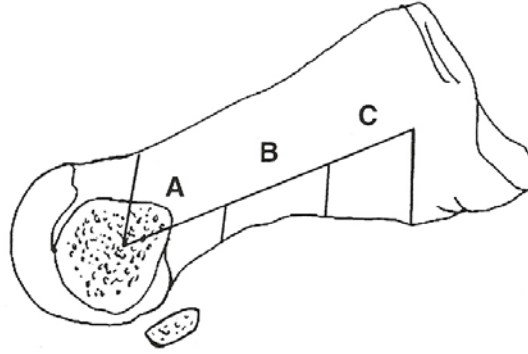
Bir başka modifikasyon da transvers kesinin uzunluğu ile ilgilidir. Buna göre osteotomi kısa, orta ve uzun Scarf osteotomisi olarak üçe ayrılır(Şekil 17)(25,28,35). Kısa osteotomi hafif, orta osteotomi, orta ve uzun osteotomi ileri halluks valgus vakalarında önerilmektedir(28).



Şekil 15: Scarf osteotomisi



Şekil 16: Scarf modifikasyonu



Şekil 17: Kısa, orta ve uzun scarf osteotomisi

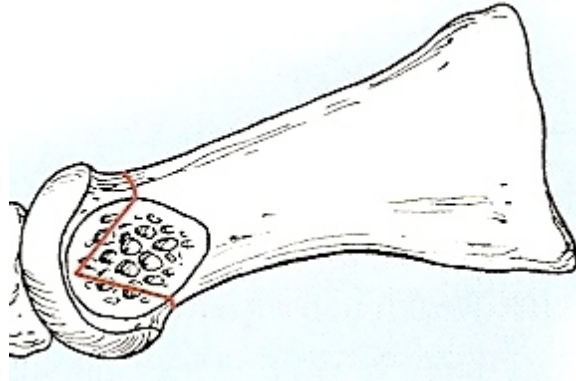
4.8.5 Offset V Osteotomisi:

Distal Chevron osteotomisinin bir modifikasyonudur(28,45,46). Kesi, şaft boyunca devam ettiği için şaft osteotomisi olarak değerlendirilmektedir(28,45). Vogler ve Kalish tarafından popülerize edilmiştir(28).

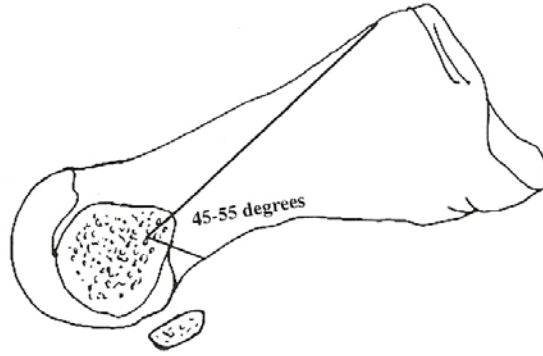
Proksimal dorsalden distal plantare uzanan oblik bir osteotomi, distal metafizyel bölgede osteotomiye 45-55° açı yapacak bir çentik ile sonlandırılır(Şekil 19)(28).

Distal osteotomilerden daha uzun dorsal kolu olması nedeniyle daha fazla düzeltme sağladığı savunulmaktadır(28,46).

Daha geniş bir temas alanı sağlaması ve daha rijit fiksasyona izin vermesi nedeniyle daha stabil bir osteotomi olduğu düşünülmektedir(28). Ayrıca kilitli doğası nedeniyle osteotomi, intrinsek olarak stabildir(28).



Şekil 18: Distal Chevron osteotomisi



Şekil 19: Ofset V osteotomisi

4.8.6 Komplikasyonlar:

Metatarsal shaft osteotomileri sonrası görülebilen potansiyel komplikasyonlar genel olarak halluks valgus cerrahisi sonrası görülen komplikasyonlar ile benzerlik gösterir. Shaft osteotomilerine özel komplikasyonlar uygunsuz kesi ve tespit sonrası görülebilen

fiksasyon yetmezliği ve osteotomide kırık oluşması ve scarf osteotomisi sonrası görülebilen oluklaşmadır(Şekil 20). Komplikasyonlar tablo 3'te listelenmiştir(28).

Komplikasyonlar

Fiksasyon ve stabilitenin kaybı

İnfeksiyon

Eklem sertliği veya artroz

Gecikmiş kaynama veya kaynamama

Sinir hasarı

Oluklaşma (scarf osteotomisine özeldir)

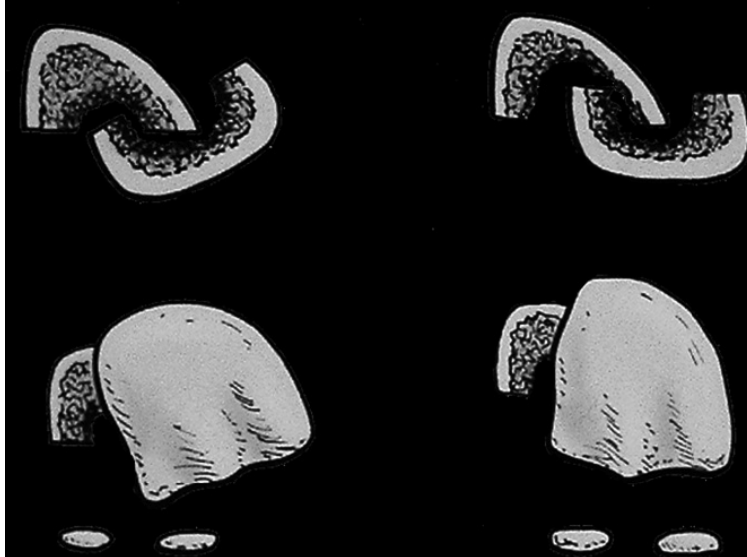
Avasküler nekroz

Halluks varus(aşırı düzeltme)

Deformitenin tekrarı(yetersiz düzeltme)

Osteotomide kırık oluşması/ stres kırığı

Tablo 3: Metatarsal shaft osteotomilerinin komplikasyonları



Şekil 20: Oluklaşma

5. GEREK ve YÖNTEMLER:

5.1 Araştırmanın Tipi, Yapıldığı Yer ve Tarih:

Bu çalışma, biyomekanik deneysel bir çalışmadır. Haziran-Eylül 2008 tarihleri arasında Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı ve Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyomekanik Anabilim Dalı biyomekanik araştırma laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

5.2 Örneklerin Hazırlığı ve Gruplar:

Çalışmada sert köpükten imal edilmiş 30 adet standart sol 1. metatars modelleri kullanıldı(Sawbones, Malmö, Sweden).



Şekil 21: Çalışmada kullanılan 1. metatars modeli

Çalışmamızda metatarsal shaft osteotomilerinin fiksasyon stabilitelerinin ve aksiyal yüklenme durumundaki davranışlarının karşılaştırılması amacıyla beş grup oluşturuldu. Her grupta altı adet örnek mevcuttu. Birinci gruba ludloff osteotomisinin myerson modifikasyonu (bkz. sayfa 24)(Şekil 24), ikinci gruba mau osteotomisi(bkz. sayfa 25)(Şekil 25), üçüncü gruba scarf osteotomisi(bkz. sayfa 26)(Şekil 26), dördüncü gruba offset V osteotomisi(bkz. sayfa 28)(Şekil 27) ve beşinci gruba ise tarafımızca tanımlanmış mau osteotomisinin yeni modifikasyonu uygulandı (Şekil 28).

Mau osteotomisinin bu yeni modifikasyonunda, Sammarco modifikasyonunda (surgical strategies mau) tanımlanmış olan ve temas yüzeyini artırmak amacıyla yapılan proksimal plantar çentik daha proksimalden ve osteotomi ile 45-55° açı yapacak şekilde uygulandı ve osteotomi distal eklem yüzüne 5 mm kalana kadar uzatıldı böylece temas yüzeyinin ve intrinsek stabilitenin artırılması amaçlandı(Şekil 28).

Örneklere 10°'lik standart düzeltme sağlayacak düzenek oluşturuldu ve düzeltme sonrası osteotomiler interfragmanter olarak uygulanan iki adet acutrak vida ile tespit edildi. Düzeltme; Ludloff, Ofset V ve yeni modifiye Mau osteotomilerinde distal parçanın proksimal vida üzerinden, Mau osteotomisinde distal vida üzerinden rotasyonu ile sağlandı. Scarf osteotomisinde ise düzeltme, osteotominin translasyonu ile elde edildi. İnterfragmanter vidalar birbirlerinden ve osteotomi bitiş noktalarından en az 1 cm uzaklıkta olacak şekilde uygulandı(Şekil 29,30,31,32,33).

Osteotomiler yapıldıktan sonra temas yüzey alanlarını hesaplamak amacıyla sabit fotoğraf makinesi ile 40 cm sabit yükseklikten dijital görüntüleri alındı(Şekil 39,40,41,42,43). Alan hesaplamaları AutoCAD(Microsoft,USA) programı ile yapıldı.



Şekil 22: Standart düzeltme düzeneği

5.3 Yüklenme Testleri ve lm:

Deneyde basma aleti olarak SHIMADZU Autograph AG-5kNG niversal test cihazı (Shimadzu Corp., Tokyo, Japan) kullanıldı(Şekil 23). Örneklerde yetmezlik gelişene kadar basma hızı 100 mm/dk olacak şekilde sürekli artan aksiyal kuvvet uygulandı. Kemikte kırık veya implant yetersizliği yetmezlik olarak kabul edildi(Şekil 34,35,36,37,38). Longitudinal yüklenme testi deney materyalinin uygun olmaması nedeniyle yapılamadı.



Şekil 23: Autograph

5.4 İstatistiksel Analiz Yöntemi:

Çalışmada, alınan değerler SPSS 11.0.1 for Windows programı kullanılarak değerlendirildi. Graplardan elde edilen ortalama değerler ve standart sapmaları hesaplandı. Örneklerin yetmezlik gelişene kadar karşıladığı maksimum kuvvetler, bu kuvvetlerdeki deplasman miktarları ve 100 Newton yüklenmedeki deplasman miktarlarının karşılaştırması non-parametrik Mann Whitney U testi ile değerlendirildi.



Şekil 24: Ludloff osteotomisi



Şekil 25: Mau osteotomisi



Şekil 26: Scarf osteotomisi



Şekil 27: Ofset V osteotomisi



Şekil 28: Yeni Mau modifikasyonu



Şekil 29: Ludloff osteotomisi



Şekil 30: Mau osteotomisi



Şekil 31: Scarf osteotomisi



şekil 32: Ofset V osteotomisi



Şekil 33: Yeni Mau modifikasyonu



Şekil 34: Ludloff osteotomisi yetmezlik resmi



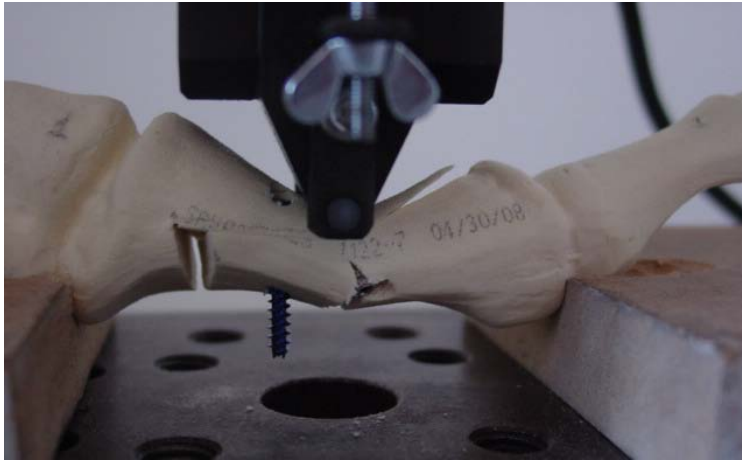
Şekil 35: Mau osteotomisi yetmezlik resmi



Şekil 36: Scarf osteotomisi yetmezlik resmi



Şekil 37: Ofset V osteotomisi yetmezlik resmi



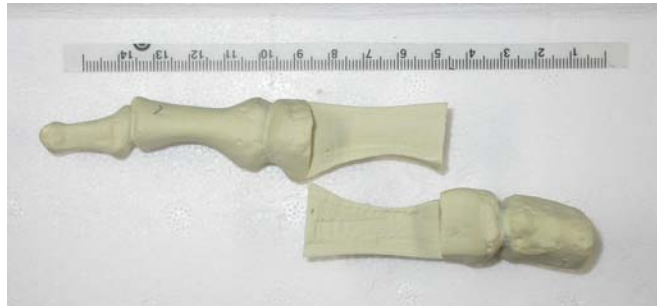
Şekil 38: Yeni Mau modifikasyonu yetmezlik resmi



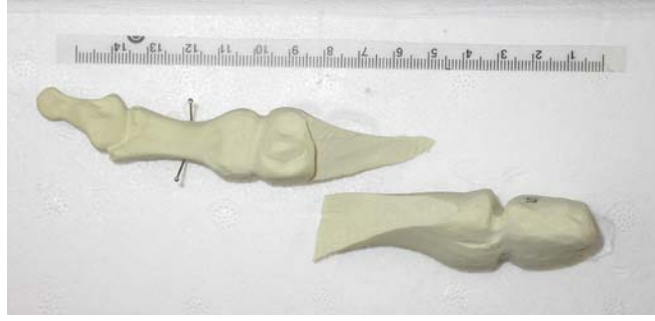
Şekil 39: Ludloff osteotomisinin yüzey alan resmi



Şekil 40: Mau osteotomisinin yüzey alan resmi



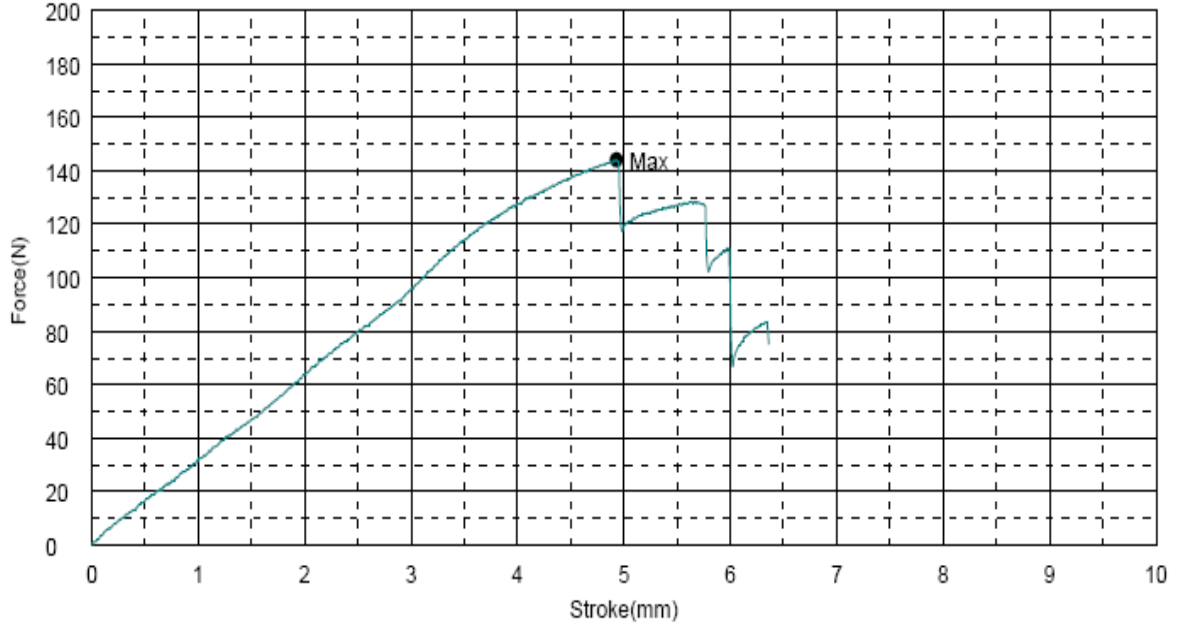
Şekil 41: Scarf osteotomisinin yüzey alan resmi



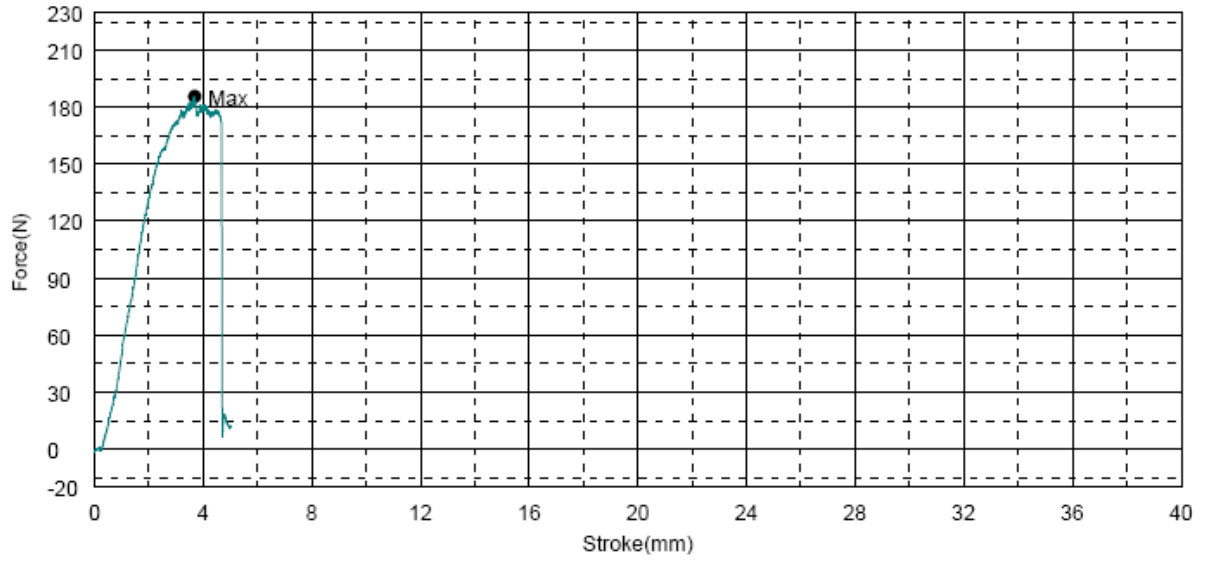
Şekil 42: Ofset V osteotomisinin yüzey alan resmi



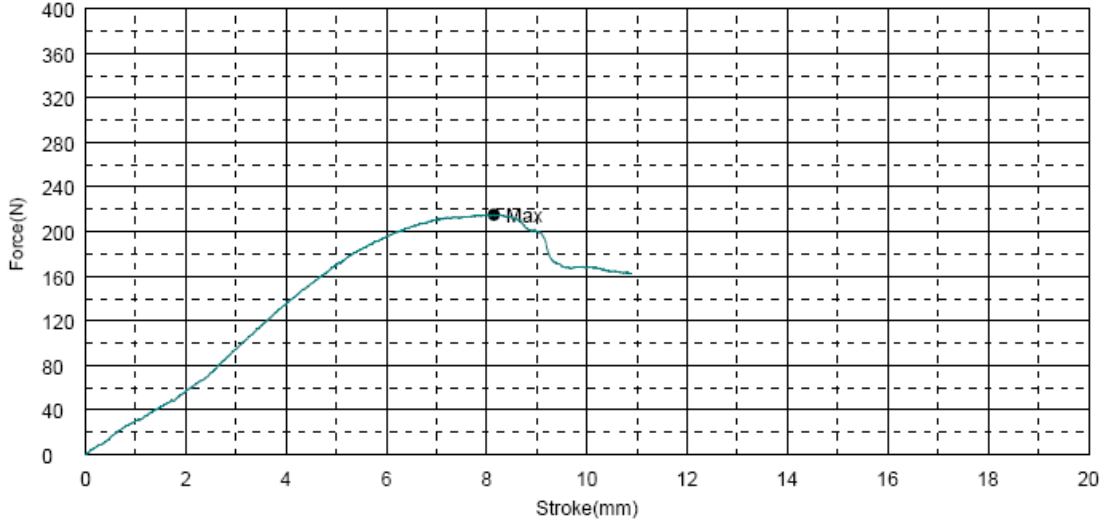
Şekil 43: Yeni Mau modifikasyonunun yüzey alan resmi



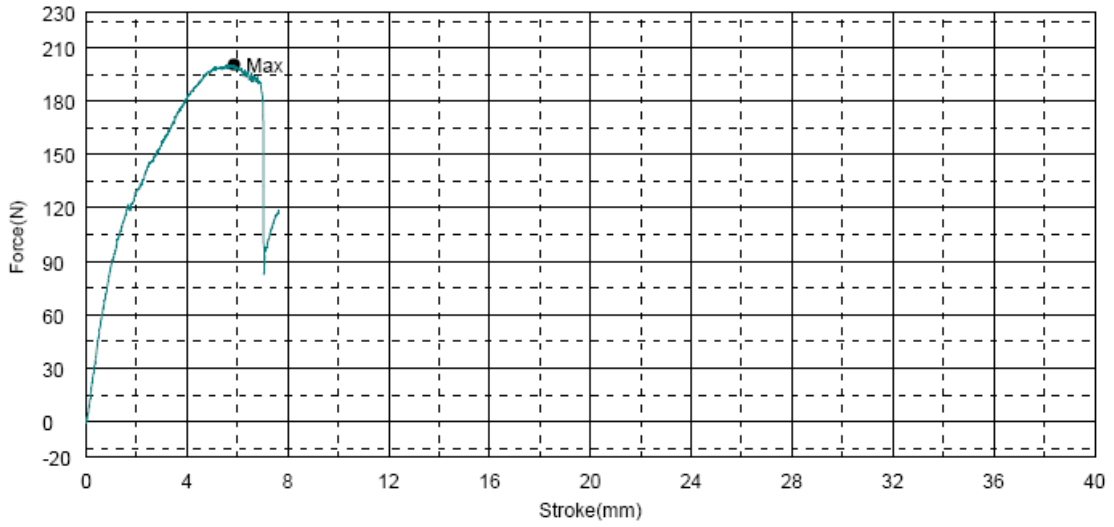
Grafik 1: Ludloff grubuna ait bir örneğin yüklenme grafiği



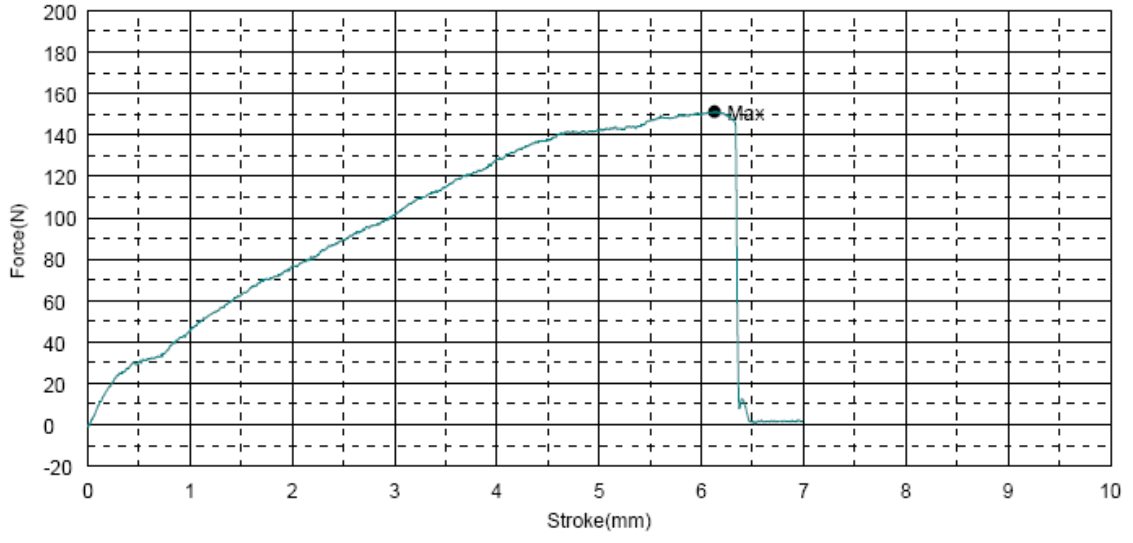
Grafik 2: Mau grubuna ait bir örneğin yüklenme grafiği



Grafik 3: Scarf grubuna ait bir örneğin yüklenme grafiği



Grafik 4: Ofset V grubuna ait bir örneğin yüklenme grafiği



Grafik 5: Yeni Mau modifikasyonu grubuna ait bir örneğin yüklenme grafiği

6. SONUCLAR:

Elde edilen verilere göre beş osteotomi grubunun maksimum yüklenme miktarları, maksimum yüklenmedeki deplasman miktarları ve stiffness değerleri karşılaştırıldı.

	Maksimum Yüklenme(N)	Deplasman (mm)	Stiffness(N/mm)
Ofset V	184.088 ± 66.070	5.858 ± 1.108	50.865 ± 24.370
Yeni Mau Modifikasyonu	167.360 ± 37.790	7.326 ± 2.561	41.509 ± 14.031
Ludloff	120.547 ± 47.057	5.916 ± 1.693	20.976 ± 6.186
Mau	248.177 ± 37.535	7.522 ± 3.655	58.015 ± 13.651
Scarf	198.281 ± 48.680	9.919 ± 3.607	28.058 ± 4.073

Tablo 4: Grupların maksimum yüklenme, maksimum yüklenmedeki deplasman ve stiffness değerleri ve standart sapmaları

Scarf, Ofset V ve yeni Mau modifikasyonu gruplarından çentikli osteotomi grubu ve Mau ve Ludloff grubundan ise çentiksiz osteotomi grubu oluşturuldu ve bu yeni oluşturulan iki grubun maksimum yüklenme, maksimum yüklenmedeki deplasman ve stiffness değerleri karşılaştırıldı.

	Maksimum Yüklenme(N)	Deplasman(mm)	Stiffness(N/mm)
Çentikli	183.243 ± 50.695	7.701 ± 3.017	40.144 ± 18.172
Çentiksiz(Lineer)	184.362 ± 78.035	6.719 ± 2.842	39.495 ± 21.823

Tablo 5: Çentikli ve çentiksiz osteotomi gruplarının maksimum yüklenme, maksimum yüklenmedeki deplasman ve stiffness değerleri ve standart sapmaları

Scarf grubundan çift çentikli osteotomi grubu, Ofset V ve yeni Mau modifikasyonu grubundan da tek çentikli osteotomi grubu oluşturuldu. Bu grupların maksimum yüklenme, maksimum yüklenmedeki deplasman ve stiffness değerleri karşılaştırıldı.

	Maksimum Yüklenme(N)	Deplasman(mm)	Stiffness(N/mm)
Tek Çentikli	175.724 ± 52.054	6.592 ± 2.032	46.187 ± 19.579
Çift Çentikli	198.281 ± 48.681	9.919 ± 3.608	28.058 ± 4.073

Tablo 6: Tek çentikli ve çift çentikli osteotomi gruplarının maksimum yüklenme, maksimum yüklenmedeki deplasman ve stiffness değerleri ve standart sapmaları

6.1 Maksimum Yüklenme Sonuçları:

Örneklere, yetmezlik gelişene kadar artan kuvvet ile yüklenme uygulandı. Sonuçlarda kuvvet birimi Newton(N) olarak elde edildi.

	Örnek Sayısı	Maksimum Yüklenme(N)	Standart Sapma
Ofset V	6	184.088	66.070
Yeni Mau Modifikasyonu	6	167.360	37.790
Ludloff	6	120.547	47.057
Mau	6	248.177	37.535
Scarf	6	198.281	48.680

Tablo 7: Grupların maksimum yüklenme değerleri ve standart sapmaları

Yeni Mau modifikasyonu grubundaki maksimum yüklenme değerleri, Mau grubuna göre anlamlı derecede düşük bulundu($p=0.01$).

Yeni Mau modifikasyonu grubundaki sonuçlar Scarf grubuna göre daha az bulundu. Fark istatistiksel olarak anlamlı değildi($p=0.262$).

Yeni Mau modifikasyonu grubundaki sonuçlar Ludloff grubuna göre daha yüksek bulundu. Fark istatistiksel olarak anlamlılık sınırında idi($p=0.055$).

Yeni Mau modifikasyonu grubundaki sonuçlar Ofset V grubuna göre daha düşük bulundu. Fark istatistiksel açıdan anlamlı değildi($p=0.688$).

Mau grubundaki sonuçlar Ludloff grubuna göre anlamlı derecede yüksek bulundu($p=0.004$).

Mau grubundaki sonuçlar Scarf grubuna göre daha yüksek bulundu. Fark istatistiksel olarak anlamlı değildi($p=0.109$).

Mau grubundaki sonuçlar Ofset V grubuna göre daha yüksek bulundu. Fark istatistiksel olarak anlamlı değildi($p=0.078$).

Scarf grubundaki sonuçlar Ludloff grubuna göre anlamlı derecede yüksek bulundu($p=0.025$).

Scarf grubundaki sonuçlar Ofset V grubuna göre daha yüksek bulundu. Fark istatistiksel olarak anlamlı değildi($p=0.749$).

Ofset V grubundaki sonuçlar Ludloff grubuna göre daha yüksek bulundu. Fark istatistiksel olarak anlamlı değildi($p=0.109$).

6.2 Maksimum Yüklenmedeki Deplasman Sonuçları:

Örneklerin maksimum yüklenme altındaki deplasman miktarları ölçüldü. Değerler milimetre olarak alındı.

	Örnek Sayısı	Deplasman(mm)	Standart Sapma
Ofset V	6	5.858	1.108
Yeni Mau Modifikasyonu	6	7.326	2.561
Ludloff	6	5.916	1.693
Mau	6	7.522	3.655
Scarf	6	9.919	3.607

Tablo 8: Grupların maksimum yüklenmedeki deplasman değerleri ve standart sapmaları

Ludloff grubunda Mau, Scarf ve yeni Mau modifikasyonu gruplarına göre daha az deplasman saptandı. Farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı($p=0.522$, $p=0.078$, $p=0.262$).

Ofset V grubunda yeni Mau modifikasyonu, Mau ve Ludloff gruplarına göre daha az deplasman saptandı. Farklar istatistiksel açıdan anlamlı bulunmadı($p=0.337$, $p=0.631$, $p=0.873$). Ofset V grubunda Scarf grubuna göre anlamlı derecede az deplasman saptandı($p=0.037$).

Mau grubunda yeni Mau modifikasyonu grubu ile eşit miktarda deplasman saptandı($p=1.00$). Mau grubunda Scarf grubuna göre daha az deplasman saptandı. Fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı($p=0.262$).

Yeni Mau modifikasyonu grubunda Scarf grubuna göre daha az deplasman saptandı. Fark istatistiksel açıdan anlamlı bulunmadı($p=0.262$).

6.3 Stiffness Sonuçları:

Yüklenme değeri deplasman miktarına bölünerek örneklerin stiffness miktarları bulundu. Değerler N/mm olarak elde edildi.

	Örnek Sayısı	Stiffness(N/mm)	Standart Sapma
Ofset V	6	50.865	24.370
Yeni Mau Modifikasyonu	6	41.509	14.031
Ludloff	6	20.976	6.186
Mau	6	58.015	13.651
Scarf	6	28.058	4.073

Tablo 9: Grupların stiffness değerleri ve standart sapmaları

Yeni Mau modifikasyonu grubunda Ludloff grubuna göre, stiffness değeri anlamlı derecede yüksek bulundu($p=0.006$).

Yeni Mau modifikasyonu grubunda Mau grubuna göre, değer anlamlı derecede düşük olarak saptandı($p=0.037$).

Yeni Mau modifikasyonu grubunda Ofset V grubuna göre, değer daha düşük bulundu. Fark istatistiksel açıdan anlamlı değildi($p=0.631$).

Yeni Mau modifikasyonu grubunda Scarf grubuna göre, değer anlamlı derecede yüksek bulundu($p=0.016$).

Ludloff grubunda Mau grubuna göre, değer anlamlı derecede düşük bulundu ($p=0.004$).

Ludloff grubunda Ofset V grubuna göre, değer anlamlı derecede düşük bulundu ($p=0.01$).

Ludloff grubunda Scarf grubuna göre, değer anlamlı derecede düşük bulundu ($p=0.037$).

Mau grubunda Ofset V grubuna göre, değer daha yüksek bulundu. Fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı($p=0.749$).

Mau grubunda Scarf grubuna göre, değer anlamlı derecede yüksek olarak saptandı ($p=0.004$).

Ofset V grubunda Scarf grubuna göre, değer daha yüksek bulundu. Fark istatistiksel açıdan anlamlı olarak saptanmadı($p=0.199$).

6.4 Çentikli-Çentiksiz Osteotomilerin Karşılaştırılması:

Scarf, Ofset V ve yeni Mau modifikasyonu grupları çentikli osteotomiler grubuna alındı. Ludloff ve Mau grupları çentiksiz(lineer) osteotomiler grubuna alındı.

Maksimum yüklenme değeri çentiksiz grupta daha yüksek bulundu. Fark istatistiksel açıdan anlamlı değildi($p=0.966$).

Maksimum yüklenme anındaki deplasman değeri çentiksiz grupta daha az bulundu. Fark istatistiksel açıdan anlamlı bulunmadı($p=0.374$).

Stiffness değeri çentikli grupta daha az bulundu. Fark istatistiksel açıdan anlamlı olarak saptanmadı($p=0.582$).

6.5 Tek Çentik-Çift Çentik Osteotomilerin Karşılaştırılması:

Scarf grubu çift çentikli osteotomiler grubuna, ofset V ve yeni Mau modifikasyonu grupları ise tek çentikli osteotomiler grubu olarak ayrıldı.

Maksimum yüklenme değeri çift çentik grubunda daha yüksek bulundu. Fark istatistiksel açıdan anlamlı değildi($p=0.399$).

Maksimum yüklenme anındaki deplasman değeri tek çentik grubunda daha az bulundu. Fark istatistiksel açıdan anlamlılık sınırında idi($p=0.061$).

Stiffness değeri tek çentik grubunda, çift çentik grubuna göre anlamlı derecede yüksek bulundu($p=0.031$).

6.6 Osteotomilerin Temas Yüzey Alanları:

Osteotomilerin temas yüzey alanları Ludloff osteotomisinde $366,26 \text{ mm}^2$, Mau osteotomisinde $383,26 \text{ mm}^2$, Scarf osteotomisinde $615,37 \text{ mm}^2$, Ofset V osteotomisinde $413,24 \text{ mm}^2$ ve yeni Mau modifikasyonunda ise $456,18 \text{ mm}^2$ olarak hesaplandı.

7. TARTIŞMA

Halluks valgus ayağın en sık görülen patolojisidir(4,19,20). Bu hastalığın tedavisi için çeşitli seçenekler mevcuttur(20). Çünkü tüm deformiteler birbirinin aynı değildir. En iyi tedavi yöntemi hakkında bir fikir birliği sağlanamamıştır(19). Tedaviye yol göstermesi açısından çeşitli algoritmeler geliştirilmiştir(8,20,24).

Cerrahi tedavi için birçok farklı operasyon tipi tanımlanmıştır(6,21,24). Temel olarak operasyonlar yumuşak doku, kemik ve kombine yumuşak doku ve kemik operasyonları olarak ayrılabilir. Tek bir prosedür tüm hastalarda başarılı olamamaktadır (21). Genel prensip olarak cerrahi tedavi seçimini deformitenin ciddiyeti belirlemektedir (6).

Metatarsal osteotomiler, günümüzde popüler hale gelmiş olan ve aynı zamanda halluks valgus cerrahisinin halen tartışılan konularındandır. Deformitenin derecesine göre tanımlanmış birçok metatarsal osteotomi mevcuttur. Yapılan çalışmalarda hafif ve orta halluks valgusta distal metatarsal osteotomiler ve ileri halluks valgusta proksimal metatarsal osteotomiler önerilmektedir(6,8).

Pinney ve ark. çalışmasında ileri halluks valguslu 102 hastanın 54'üne metatarsal osteotomi uygulanmıştır. Seçilen osteotomiler Ludloff, proksimal kresentrik, proksimal chevron, Scarf ve distal Chevron osteotomileridir(21).

Kliniğimizde yapılan 65 halluks valgus cerrahisinde, 25 hastaya modifiye McBride, 23 hastaya Keller rezeksiyon artroplastisi ve 16 hastaya metatarsal osteotomi uygulanmıştır.

Uzun yıllardan beri kullanılmakta olan Ludloff ve Mau osteotomilerine Scarf osteotomisinin de eklenmesi ile metatarsal şaft osteotomileri de çok tartışılmaya başlanmıştır. Bu osteotomiler genellikle orta ve ileri halluks valgusta önerilmektedir(19,28,29,30,31,45).

Yapılan çalışmalarda bu osteotomilerin mükemmel olmadığı düşünülmüş ve çok sayıda yeni modifikasyonları tanımlanmıştır(28,29,30,31,45). Bu modifikasyonlar genellikle temas yüzeyini ve kaynamayı artırmaya, osteotominin stabilitesini artırmaya, kısıklığı, dorsal açılanmayı ve osteotomiye özel bazı komplikasyonları azaltmaya ve endikasyonları genişletmeye yöneliktir(28,29,30,31,43,45,46).

Şaft osteotomilerinin proksimal ve distal osteotomilerden daha stabil olması nedeniyle çalışmamızda kullandığımız yeni modifikasyonda şu özelliklerin bulunmasına dikkat edildi: 1. Dorsal angulasyon riskini azaltmak için plantar düzleme paralel olması sağlandı. 2. Bu tip osteotomilerden mau osteotomisinin dezavantajını ortadan kaldırmak için proksimal plantare, osteotomi çizgisinin eklem uzanmasını önlemek amacıyla çentik konuldu. 3. Konulan çentik ayrıca gelen yükler ile proksimal kilitleme yaratacağı için stabiliteyi artırmaktadır. 4. Düzeltme rotasyon merkezi daha proksimale alınmış oldu. 5. Rotasyon merkezinin proksimale alınması ile daha fazla düzeltme yapma imkanı ortaya çıktı. 6. Proksimaldeki rotasyon merkezinde daha fazla

kemik stok bulunması sağlanarak fiksasyon stabilitesinin artacağı düşünöldü. 7. Distalde kemik stoğunun az olduğu bölgeler temas alanı dışında bırakılarak feda edilen kemik stoğu miktarı azaltıldı.

Yapılan bazı çalışmalarda Mau, Ludloff ve Scarf osteotomilerinin dorsal angulasyon riskini azalttığı belirtilmektedir(34,38).

Hofstaetter ve ark., Chiodo ve ark., Petroustas ve Trnka; yapmış oldukları prospektif çalışmalarda Ludloff osteotomisinin, AOFAS skorunda, hasta memnuniyetinde ve radyolojik düzelmede başarılı olduğu belirtmişlerdir(6,42).

Trnka'nın yapmış olduğu kadavra çalışmasında Scarf, Ludloff ve Mau osteotomileri proksimal Chevron ve proksimal kresentrik osteotomilerinden anlamlı derecede daha stabil bulunmuştur. Bu çalışmada en stabil osteotomi Mau osteotomisi olarak saptanmıştır. Trnka, Ludloff ve Scarf osteotomilerinin proksimal kresentrik ve proksimal chevron osteotomilerine göre daha fazla yüklere dayanabildiğini söylemektedir(38).

Yapılan prospektif ve retrospektif çalışmalarda Scarf osteotomisi ile yeterli radyolojik düzeltme, yüksek hasta memnuniyeti ve başarılı fonksiyonel sonuçlar bildirilmiştir(6).

Yapılan bir çalışmada 184 hasta Scarf osteotomisi ile tedavi edilmiş ve iki yıllık takibin sonunda %91 hastada memnuniyet sağlanmış, 14 hastada ciddi problemler gelişmiştir(29).

Jones ve ark. yaptıkları 24 hastalık prospektif çalışmada Scarf ve Akin osteotomilerini kullanmışlar ve %92 tatmin edici sonuç elde etmişler ve intermetatarsal açıda ortalama altı derecelik bir düzeltme sağlamışlardır, dört hastada komplikasyon geliştiğini bildirmişlerdir (19).

Smith ve ark.'nın çalışmasında ise Scarf osteotomisi yapılan 100 hastada %6 perioperatif komplikasyon geliştiği saptanmıştır. üç hastada metatars ayrılması, iki hastada da stres kırığı gelişmiştir(44).

Weil'in 2000 ve Kristen'in 2002 yıllarında yayınladıkları sonuçlarında Scarf osteotomisi ile sırası ile ortalama 5.2 ve 6.6 derecelik düzeltmeler sağlamışlardır(25,36).

Barouk'un çalışmasında ise scarf osteotomisinin Mau ve proksimal kapalı kama osteotomilerinden daha stabil olmadığı belirtilmiş ve Barouk modifikasyonunun metatarsal kırık riskini azaltabileceği söylenmiştir(25).

Coetzee ve ark.'nın çalışmasında ise Scarf osteotomisi sonrası yüksek komplikasyon oranları saptanmıştır. Oluklaşma %35, rotasyonel yanlış kaynama %30, metatars kırığı %10 ve deformitenin erken tekrarı %25 oranında bulunmuştur(43).

Scarf osteotomisinde oluklaşmayı önlemek amacıyla çentiklerin kansellöz kemikten uzak olması, kompresif olmayan vidaların kullanılması ve osteotominin metatarsın inferior şaftına paralel yapılması önerilmektedir(50).

Crevoisier ve ark. yapmış olduğu çalışmada 84 hasta Scarf osteotomisi ile tedavi edilmiş ve 16(%19) hastada komplikasyon gelişmiştir. Bu hastaların dokuz tanesine ise ek cerrahi girişim gerekmiştir(35).

Acevedo ve ark. Sawbones modelleri ile yapmış olduğu biyomekanik çalışmada proksimal Chevron ve Ludloff osteotomileri arasında fark saptanmazken, proksimal Chevron osteotomisi proksimal kresentrik ve Scarf osteotomilerinden daha stabil bulunmuştur (37).

Acevedo'nun çalışmasının tersine Park ve ark. yapmış olduğu çalışmada Mau, Ludloff, Scarf ve biplanar kapalı kama osteotomiler proksimal kresentrik ve proksimal Chevron osteotomilerinden daha stabil bulunmuştur(37).

Nyska ve ark. çalışmasında Ludloff osteotomisi ile düzeltme miktarının Mau osteotomisine göre daha fazla olduğu belirtilmiş ve bu durumun düzeltmenin rotasyon merkezi ile ilgili olduğu söylenmiştir(26).

Çoğu yazar, Scarf osteotomisinin kompleks bir osteotomi olduğunu, teknik detaylarının fazla olduğunu ve öğrenme eğrisinin uzun olduğunu belirtmektedir(6).

Sammarco'nun çalışmasında geometrik yapısı nedeniyle stabil olan Scarf osteotomisi gibi osteotomilerin deplasman ya da fiksasyon kaybı nedeniyle değil, osteotomide kırık gelişmesi nedeniyle başarısız oldukları belirtilmiştir(30).

Robinson ve Limbers'in yapmış olduğu çalışmada şaft osteotomilerinin teknik ve geniş cerrahi girişim gerektiren osteotomiler olduğu söylenmektedir(8).

Beischer ve ark. Ludloff osteotomisinin üç boyutlu bilgisayar analizini yapmışlar ve kısılğın ve rotasyonel dizilim bozukluğunun önlenmesi için osteotominin proksimal dorsalden başlayıp plantar distale, sesamoid aparatın hemen proksimaline, doğru yapılmasını ve metatars elevasyonunu önlemek için ise osteotominin 10 derece plantar tilt ile yapılacak şekilde modifiye edilmesini önermişlerdir(32).

Nyska ve Saxena'nın çalışmalarında modifiye Ludloff osteotomisi ile minimal metatarsal kısalma saptanmış ve Ludloff osteotomisinin proksimal chevron ve proksimal kresentrik osteotomiye göre daha stabil olduğu belirtilmiştir(33,34). Bu nedenle çalışmamıza proksimal osteotomiler dahil edilmedi ve sadece şaft osteotomilerinin karşılaştırması yapıldı.

Kalish ve Spector'un 265 serilik çalışmasında Ofset V osteotomisinin intermetatarsal açığı yeterli derecede düzelttiği ve ciddi komplikasyon insidansının %1.5 olduğu bulunmuştur(28).

Goel ve Vogel'in 35 ayakta yaptığı çalışmada Ofset V osteotomisinden memnuniyetin %94 olduğu söylenmiştir(28).

Day, White ve Jesus, Ofset V ve Scarf osteotomilerini karşılaştırmış ve postoperatif sonuçların benzer olduğunu belirtmişlerdir. Scarf osteotomisinde intermetatarsal açı düzelmesinin daha fazla olduğu ve komplikasyon oranının Scarf osteotomisinde hafif düşük olduğu saptanmıştır(28).

Çalışmamızda osteotomi gruplarının stiffness değerleri karşılaştırıldığında Ludloff grubunun diğer gruplardan anlamlı derecede düşük değere sahip olduğu görüldü. Ludloff osteotomi geometrisinin intrinsek stabilite sağlamaması nedeniyle bu sonucun ortaya çıktığı düşünüldü. bu durumun tersi olarak intrinsek stabilitesi yüksek olan mau osteotomisi en yüksek stiffness değerine ulaştı. Tek çentikli olan Ofset V ve yeni Mau modifikasyonunun stiffness değerleri çift çentikli Scarf osteotomisinden anlamlı derecede yüksek bulundu. Bu sonuç, Scarf osteotomisinin translyasyonu sonrasında vidaların oblik gönderilmek zorunda kalmasına ve daha az stabil bir fiksasyon oluşmasına bağlandı.

Bu çalışmada çentikli osteotomilerin literatürde gözlenenlerden daha düşük değer alması çentiklerin stabilizasyon etkilerinin daha çok longitudinal kuvvet ekseninde daha belirgin olmasına bağlandı. Bükülme kuvvetlerine karşı da etkili olması için tarafımızca kilitleme mekanizmalarının daha iyi tasarlanması gerektiği önerilmektedir.

Metatarsal shaft osteotomilerinin alan ölçümleri sonucunda Scarf osteotomisinin en geniş alana sahip bulunmasının kesinin geometrisinden kaynaklandığı düşünüldü. Beklediğimiz gibi yeni Mau modifikasyonunun temas yüzey alanı Mau osteotomisinden daha büyüktü.

Metatarsal shaft osteotomilerinin fiksasyonu genellikle iki nokta fiksasyonu şeklinde olmaktadır. Fiksasyonda genellikle iki adet interfragmanter vida, bir vida ve bir k-teli, iki k-teli ve iki vida ve destek amaçlı k-teli ilavesi kullanılmaktadır. Kullanılan vidalar, 2.0, 2.7 ve 3.5 mm kortikal vidalar ve 2.7 veya 3.5 mm kompresyon vidalarıdır.

Vidanın uygulanması esnasında dikkat edilmesi gereken noktalar mevcuttur. Öncelikle vidalar osteotomi hattına dik uygulanmalıdır. stres kırığı riskini ortadan kaldırmak için vidalar birbirlerine çok yakın konulmamalıdır. Osteotomilerin her iki ucunda kenik stoğunun az olduğu ya da osteotominin bitiş noktasına çok yakın bölgeler mevcuttur, bu bölgeler yasak bölgelerdir. Bu bölgelere vida konulması durumunda osteotomide distraksiyon ya da osteotomi hattında kompresyon kaybı gelişebilir(28).

Fox ve ark. yapmış olduğu çalışmada k-teli ve vida fiksasyonu karşılaştırılmış ve benzer sonuçlar elde edilmiştir. Yazarlar sonuç olarak vida fiksasyonunun rijit fiksasyon

olduğunu ve primer kemik iyileşmesi sağladığını, k-teli ile fiksasyonda osteotomi hattında hareket olduğunu ve sekonder kemik iyileşmesi sağladığı ve uzamış post-operatif ödeme neden olduğunu belirtmişlerdir(28).

Kissel, Unroe ve Parker, Ofset V osteotomisinde bir vida ve bir k-teli kullanımını tanımlamamışlardır. Daha önce iki vida ile fiksasyon yapan yazarlar, proksimal kısmın kemik stoğunun az kalması nedeniyle proksimal vidanın osteotomide kırığa yol açtığını görmüşler ve bu yeni fiksasyon yöntemini tanımlamışlardır(28).

Jacobson ve ark. yaptıkları çalışmada Ofset V osteotomisinin fiksasyon tekniklerini Sawbone modelleri üzerinde biyomekanik olarak karşılaştırmıştır. Grup 1'de iki adet 2.7 mm kortikal vida, grup 2'de bir 2.7 mm vida ve bir 2.0 mm vida, grup 3'te iki adet 2.0 mm kortikal vida ve grup 4'te bir adet 2.7 mm kortikal vida ve bir adet 0.062 inç k-teli kullanılmış. Grup 4, diğer gruplara göre anlamlı derecede üstün bulunmuş. Grup 1,2 ve 3'te %87 oranında distal vidada yetmezlik görülmüş. Sonuç olarak Ofset V osteotomisinin uygun fiksasyonunun bir adet vida ve bir adet k-teli olması gerektiği belirtilmiştir(28).

Khuri ve ark. çalışmalarında iki adet 2.0mm, 2.7 mm ve 3.5 mm kortikal vida kullanarak Ofset V osteotomisinde fiksasyon karşılaştırması yapmışlardır. Sonuçta tüm bu fiksasyon yöntemlerinin güçlerinin benzer olduğu söylenmiştir(40).

Popoff ve ark. kadavra çalışmasında Scarf ve proksimal kresentrik osteotomilerinin fiksasyonunda kullanılan vida tiplerinin biyomekanik karşılaştırmasını yapmışlardır. 3.0 mm Barouk kanüllü vidası ve 4.0 mm kansellöz vida kullanılmış ve Scarf osteotomisinde Barouk vidasının daha stabil olduğu görülmüş fakat farkın anlamlı olmadığı saptanmıştır. Osteotomilerin karşılaştırmasında ise Scarf osteotomisinin fiksasyon gücünün kresentrik osteotomiden anlamlı derecede fazla olduğu belirtilmiştir(41).

Schon, Ludloff osteotomisinde tanımladığı stabilizasyon tekniğinde proksimal vidayı dorsalden rotasyon vidası olarak uygulamış ve distal vidayı plantardan dorsale uygulamıştır. Vidalar osteotomide diz olmadığı için lag vidası tekniği ile

gönderilmemiştir. İkinci vidanın stabil olmadığı durumlarda ise proksimal medialden laterale doğru iki adet k-teli ile fiksasyonun güçlendirilmesi önerilmiştir(49).

Hofstaetter ve ark. Ludloff osteotomisi ve proksimal açık kama osteotomisinin plak ve vidalar ile fiksasyonunun kadavrada biyomekanik karşılaştırmasını yayınlamışlardır. Ludloff osteotomisine iki adet vida ve açık kama osteotomisine ise plak ile fiksasyon uygulamışlar ve Ludloff osteotomisini daha başarılı bulmuşlardır. Ludloff osteotomisini iki gruba ayırıp birinci gruba iki adet kortikal vida ve ikinci gruba iki adet tümü yivli kompresyon vidası kullanmışlar ve sonuçları arasında anlamlı fark bulamamışlardır(48).

Çalışmamızda osteosentez çeşitlerinin karşılaştırmasından ziyade bilinen en iyi fiksasyon yöntemi olarak iki adet başsız acutrak kompresyon vidası kullandık. Çalışmamızda örneklediğimiz osteotomi teknikleri ile bu fiksasyon yönteminin uyumunu ve stabilitesini değerlendirdik. Yetmezlik durumlarını değerlendirdiğimizde Ludloff osteotomisinin distal vida bölgesinden, Mau osteotomisinin proksimal vida bölgesinden, Scarf osteotomisinin iki vida arasındaki bölgeden ve yeni Mau modifikasyonunun distal vida bölgesinden kırıldığı görüldü. Ofset V osteotomisinde ise distal vidadan ayrılma saptandı.

Yayınlar değerlendirildiğinde Ludloff ve Ofset V osteotomilerinin proksimal vida bölgesinden yetmezliğe uğradığı görülmektedir. Sonuçlarımızda bu osteotomiler distal vida bölgesinden yetmezliğe uğramıştır. Bunun nedeninin, ölçüm esnasındaki yükün uygulanma noktası olduğu düşünülmüştür.

Çalışmamızda sentetik kemik örneklerinin kullanılmasında kaynaklanan bazı kısıtlılıklarımız mevcuttu. Sentetik kemiğin medüller kanalının olmamasından dolayı osteotomilerin oluşma gibi bazı postoperatif komplikasyonları araştırılıp değerlendirilemedi. Sentetik kemik örneklerinin proksimal ve distal eklem yapıları olmadığından longitudinal yüklenme testi yapılamadı ve bu açıdan osteotomilerin stabilitesi değerlendirilemedi. Biyomekanik olarak değerlendirdiğimiz yöntemlerin klinik sonuçlarının yeterli vaka sayıları ile korele edilmesi uygun olacaktır.

8. KAYNAKLAR:

1. Mann RA, Coughlin MJ. Adult hallux valgus, Coughlin MJ and mann RA, Surgery of the Foot and Ankle, 1999;vol I:150-269
2. Jahhs MH. Disorders of the hallux and the first ray, Jahhs MH, Disorders of the Foot and Ankle, 1992;Vol II:943-1174
3. Richardson EG. Disorders of the hallux, Canale ST and Beaty JH, Campbell's Operative Orthopaedics, 2008;vol IV:4471-4586
4. Coughlin MJ, Jones CP. Hallux Valgus: demographics, etiology and radiographic assessment. Foot and Ankle International, 2007;28(7):759-77
5. Easley ME, Trnka HJ. Current concepts review: hallux valgus part 1: Pathomechanics, clinical assessment and nonoperative management. Foot and Ankle International, 2007;28(5):654-59
6. Easley ME, Trnka HJ. Current concepts review:part 2: operative treatment. Foot and Ankle International, 2007;28(6):748-58
7. Uchiyama E, Kitaoka HB, Luo ZP, Grande JP ve ark. Pathomechanics of hallux valgus: biomechanical and immunohistochemical study. Foot and Ankle International, 2005;26(9):732-38
8. Robinson AHN, Limbers JP. Modern concepts in the treatment of hallux valgus, 2005;87(8):1038-45
9. Chi TD, Davitt J, Younger A, Holt S ve ark. Intra and inter-observer reliability of the distal metatarsal articular angle in adult hallux valgus. Foot and Ankle International, 2002;22(8):722-26

10. Condon F, Kaliszer M, Conhyea D, O'Donnell T ve ark. The first intermetatarsal angle in hallux valgus: an analysis of measurement reliability and the error involved. *Foot and Ankle International*, 2002;22(8):717- 21
11. Schneider W, Knahr K. Metatarsophalangeal and intermetatarsal angle: different values and interpretation of postoperative results dependent on the technique of measurement. *Foot and Ankle International*, 1998;19(8):532-36
12. Coughlin MJ, Saltzman CL, Nunley JA. Angular measurements in the evaluation of hallux valgus deformities: a report of the ad hoc committee of the american orthopaedic foot and ankle society on angular measurements. *Foot and Ankle International*, 2002;23(1):68-73
13. Ferrari J, Lee JM. The shape of the metatarsal head as a cause of hallux abductovalgus. *Foot and Ankle International*, 2002;23(3):236-42
14. Coughlin MJ, Freund E. The reliability of angular measurements in hallux valgus deformities. *Foot and Ankle International*, 2001;22(5):369-79
15. Thordarson DB, Krewer P. Medial eminence thickness with and without hallux valgus. *Foot and Ankle International*, 2002;23(1):48-50
16. King DM, Toolan BC. Associated deformities and hypermobility in hallux valgus: an investigation with weightbearing radiographs. *Foot and ankle International*, 2004;25(4):251-55
17. Ito H, Shimizu A, Miyamoto T, Katsura Y ve ark. Clinical significance of increased mobility in the sagittal plane in patients with hallux valgus. *Foot and Ankle International*, 1999;20(1):29-32
18. Coughlin MJ, Shurnas PS. Hallux valgus in men part II: First ray mobility after bunionectomy and factors associated with hallux valgus deformity. *Foot and Ankle International*, 2003;24(1):73-8

19. Lin JS, Bustillo J. Surgical treatment of hallux valgus: a review. *Current Opinion in Orthopaedics*, 2007;18(2):112-17
20. Pinney S, Song K, Chou L. Surgical treatment of mild hallux valgus deformity: the state of practice among academic foot and ankle surgeons. *Foot and Ankle International*, 2006;27(11):970-73
21. Pinney SJ, Song KR, Chou LB. Surgical treatment of severe hallux valgus: the state of practice among academic foot and ankle surgeons, 2006;27(12):1024-29
22. Jones JP, Coughlin MJ, Villadot RP, Golano P ve ark. The validity and reliability of the kleu device. *Foot and Ankle International*, 2005;26(11):951-56
23. Bednarz BA, Manoli A. Modified ligidus procedure for the treatment of hypermobile hallux valgus. *Foot and Ankle International*, 2000;21(10):816-21
24. Nyska M. Principles of first metatarsal osteotomies. *Foot and Ankle Clinics*, 2001;6(3):399-408
25. Trnka HJ. Osteotomies for hallux valgus correction. *Foot Ankle Clin N Am*, 2005;10:15-33
26. Nyska M, Trnka HJ, Parks BG, Myerson MS. Proximal metatarsal osteotomies: a comparative geometric analysis conducted on sawbone models. *Foot and Ankle International*, 2002;23(10):938-45
27. Mann RA, Rudicel S, Graves SC. Repair of hallux valgus with a distal soft tissue procedure and proximal metatarsal osteotomy. A long term follow-up. *J Bone Joint Surg Am*, 1992;74:124-29
28. Rockett MS, Goss LR. Midshaft first ray osteotomies for hallux valgus. *Clin Podiatr Med Surg*, 2005;22:169-95

29. Coetzee JC, Rippstein P. Surgical strategies: scarf osteotomy for hallux valgus. *Foot and Ankle International*, 2007;28(4):529-35
30. Sammarco VJ. Surgical strategies: mau osteotomy for correction of moderate to severe hallux valgus deformity. *Foot and Ankle International*, 2007;28(7):857-64
31. Bae SY, Schon LC. Surgical strategies: ludloff first metatarsal osteotomy. *Foot and Ankle International*, 2007;28(1):137-44
32. Beischer AD, Ammon P, Corniou A, Myerson M. Three dimensional computer analysis of the modified ludloff osteotomy. *Foot and Ankle International*, 2005;26(8):627-32
33. Nyska M, Trnka HJ, Parks BG, Myerson MS. The ludloff metatarsal osteotomy: guidelines for optimal correction based on a geometric analysis conducted on a sawbone model. *Foot and Ankle International*, 2003;24(1):34-9
34. Saxena A, Mccammon D. The ludloff osteotomy: a critical analysis. *J Foot Ankle Surg*, 1997;36:100-5
35. Crevoisier X, Mouhsine E, Ortolano V, Udin B ve ark. The scarf osteotomy fort he treatment of hallux valgus deformity: a review of 84 cases. *Foot and Ankle International*, 2001;22(12):970-6
36. Kristen KH, Berger C, Stelzig S, Thalhammer H ve ark. The scarf osteotomy for the correction of hallux valgus deformities. *Foot and Ankle International*, 2002;23(3):221-9
37. Acevedo JI, Sammarco VJ, Boucher HR, Parks BG ve ark. Mechanical comparison of cyclic loading in five different first metatarsal shaft osteotomies. *Foot and Ankle International*, 2002;23(8):711-6

38. Trnka HJ, Parks BG, Ivanic G, Chu IT ve ark. Six first metatarsal shaft osteotomies. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 2000;381:256-65
39. Zembsch A, Trnka HJ, Ritschl P. Correction of hallux valgus. *Clinical Orthopaedics and related Research*, 2000;376:183-94
40. Khuri J, Wertheimer S, Krueger J, Haut R. Fixation of the offset v osteotomy: mechanical testing of 4 constructs. *J Foot Ankle Surg*, 2003;42(2):63-7
41. Popoff I, Negrine JP, Zecovic M, Svehla M ve ark. The effect of screw type on the biomechanical properties of scarf and crescentric osteotomies of the first metatarsal. *J Foot Ankle Surg*, 2003;42(3):161-4
42. Chiodo CP, Schon LC, Myerson MS. Clinical results with the ludloff osteotomy for correction of adult hallux valgus. *Foot and Ankle International*, 2004;25(8):532-6
43. Coetzee JC. Scarf osteotomy for hallux valgus repair: dark side. *Foot and ankle International*, 2003;24(1):29-33
44. Smith AM, Alwan T, Davies MS. Perioperative complications of the scarf osteotomy. *Foot and Ankle International*, 2003;24(3):222-7
45. Sanhudo JAV. Correction of moderate to severe hallux valgus deformity by a modified chevron shaft osteotomy. *Foot and ankle International*, 2006;27(8):581-5
46. Sanhudo JAV. Extending indications for distal chevron osteotomy. *Foot and Ankle International*, 2000;21(6):522-3
47. Hyer CF, Glover JP, Berlet GC, Philbin TM ve ark. A comparison of the crescentric and mau osteotomies for correction of hallux valgus. *J Foot Ankle Surg*, 2008;47(2):103-11

48. Hofstaetter SG, Glisson RR, Alitz CJ, Trnka HJ ve ark. Biomechanical comparison of screws and plates for hallux valgus opening-wedge and ludloff osteotomies. *Clinical Biomechanics*, 2008;23:101-8
49. Schon LC, Dom KJ, Jung HG. Clinical tip: stabilization of the proximal ludloff osteotomy. *Foot and Ankle International*, 2005;26(7):579-81
50. Saragas NP. Technique tip:preventing troughing with the scarf osteotomy. *Foot and Ankle International*, 2005;26(9):779-80
51. Toolan BC. Surgical strategies: the lapidus procedure. *Foot and Ankle International*, 2007;28(10):1108-14