

DİZ ÇEVRESİ OSTEOTOMİLERİ

Editörler

İrfan Esenkaya
Merter Özenci
Yavuz Kocabey
Hasan Bombacı
Özkan Köse

İSTANBUL TIP KİTABEVLERİ

Diz Çevresi Osteotomileri

Editörler: İrfan Esenkaya, Merter Özenci, Yavuz Kocabey, Hasan Bombacı, Özkan Köse

ISBN 978-605-9528-87-0



© 2018 Türkiye Spor Yaralanmaları Artroskopi ve Diz Cerrahisi Derneği. Tüm hakları saklıdır.

Bu kitabın yayın hakkı Türkiye Spor Yaralanmaları Artroskopi ve Diz Cerrahisi Derneği'ne aittir. Telif hakları yasası uyarınca bu kitap kısmen ya da tamamen basılamaz, kopyalanamaz, mikrofilme çekilemez, dolaylı olsada kullanılamaz; teksir fotokopi veya başka teknikle çoğaltılamaz, bilgisayarda, dizgi makinalarında işlenebilecek bir ortama aktarılamaz. Gerekğinde kaynak gösterilerek alıntı yapılabilir.

Kitaptaki bilgilerin doğru olması için elden gelen gayret gösterilmiştir. Editör, yazarlar ve yayımcı herhangi bir hata, eksik veya kitaptaki bilgilerin uygulanmasından doğabilecek sonuçlardan sorumlu tutulamazlar ve yayının içeriği ile ilgili olarak doğrudan veya dolaylı hiçbir garanti vermemektedirler. Kitaptaki bilgilerin uygulanması hastanın tedavisini üstlenen hekimin mesleki sorumluluğuna bırakılmıştır. Kitapta yayımlanan yazıların her türlü sorumluluğu (etik, bilimsel, şekiller, tablolar, yasal, vb.) yazarlara aittir.

©İstanbul Medikal Yayıncılık *BİLİMSEL ESERLER* dizisi
2018 İstanbul Medikal Sağlık ve Yayıncılık Hiz. Tic. Ltd. Şti.
34104, Çapa-İstanbul-Türkiye
www.istanbultip.com.tr
e-mail: info@istanbultip.com.tr

MAĞAZALARIMIZ

ÇAPA/MERKEZ	KADIKÖY	KONYA
Turgut Özal Cad. No: 4/ A Çapa-İST. Tel: 0212.584 20 58 (pbx) 587 94 43 Faks: 0212.587 94 45	Rasimpaşa Mah. Teyyareci Sami Sok. No: 13 Dükkan 11-12 Kadıköy-İST Tel: 0216.336 20 60	İhsaniye Mah. Tacülvezir Sk. No: 1 / A Selçuklu-KONYA Tel: 0332.351 32 53

Üretim: İTK Basım

Maltepe Mah. Gümüşsuyu Cad. Odin Topkapı Center No: 28/278
34010 Topkapı-İstanbul Tel: 0212 565 44 24



Yayına hazırlayan	İstanbul Medikal Sağlık ve Yayıncılık Hiz. Tic. Ltd. Şti.
Yayıncı sertifika no	12643
İmy adına grafiker	Tuğçe Albayrak
Editörler	İrfan Esenkaya, Merter Özenci, Yavuz Kocabey, Hasan Bombacı, Özkan Köse
Sayfa dizaynı	Tuğçe Albayrak
Kapak	İmy Tasarım
Baskı ve cilt	İTK Basım
	Maltepe Mah. Gümüşsuyu Cad. Odin Topkapı Center No: 28/278 34010 Topkapı-İstanbul Tel: 0212 565 44 24

TUSYAD Yönetim Kurulu



Merter Özenci
(Başkan)



Mehmet Aşık
(Önceki Başkan)



Mehmet Altun
(2. Başkan)



Ramazan Akmeşe
(Sekreter)



Özkan Köse
(Sayman)



Yavuz Kocabey
(Üye)



İbrahim Tuncay
(Üye)



Sinan Karaoğlu
(Üye)



Cem Nuri Aktekin
(Üye)



Hasan Bombacı
(Üye)

TUSYAD Başkanı'ndan...

Değerli meslektaşlarım,

TUSYAD Yönetim Kurulu olarak Kasım 2016'da görevi devralmamızın ardından artık gelenekselleşmiş olan TUSYAD Eğitici Kitap serisine nasıl katkıda bulunabiliriz diye düşündük ve üç yeni kitap yazılmasına karar verdik. Bu kitaplar, 'Diz Çevresi Osteotomileri', 'Ayak Bileği Çevresi Bağ ve Tendon Yaralanmaları' ve 'Primer Diz Artroplastisi' adlarıyla yazıldı ve şimdi sizlere sunulmaktadır.

Diğer bilimsel yayın türlerine göre kitap yazmak zordur ve çok emek gerektirir ancak zamandan bağımsız eserler olarak sonsuza kadar kalırlar. Her kitapta yoğun kişisel katkı ve orijinal çizilmiş şekil, fotoğraf veya şema göreceksiniz, bu özellikler derneğimize gelenekselleşme ve bir seriyi sürdürme yolunda büyük katkı sağladılar. İlerleyen yıllarda bilgilerin güncellenmesi gerektiğinde kitapların ikinci hatta üçüncü yeni baskıları yapılırken bu özellikler korunacak ve derneğimiz klasikleşmiş bir seriyi sürdürüyor olacaktır.

Her bir kitabın editörler kurulu titiz ve zamanlamaya dikkat eden bir çalışma sergileyerek, bu kitapları ortaya çıkarmışlardır. Buradan, emekleri ve derneğimize katkıları için İrfan Esenkaya, Yavuz Kocabey, Hasan Bombacı, Özkan Köse, Sefa Müezzinoğlu, Mustafa Ürgüden, Ramazan Akmeşe, Sinan Karaoğlu, Reha Tandoğan, Mehmet Aşık, İbrahim Tuncay ve Cem Nuri Aktekin'e ayrı ayrı teşekkür etmek istiyorum. Emeklerinize sağlık.

Ayrıca, bölüm yazarları olmasaydı bu kitaplar var olamazdı elbette. Bölümlere kendi deneyimlerini aktaran, fedakârca zamanlarını ve emeklerini bizlere harcayan değerli bölüm yazarları meslektaşlarım da her türlü övgüyü hak ediyorlar.

Son olarak kitapların yayına hazırlanması ve basılması aşamasında titizlikle çalışan, kaliteden taviz vermeden derneğimize destek olan İstanbul Tıp Kitabevi çalışanlarına ve Sayın İsmail Şahin'e teşekkür ederim.

Bu kitap serisini de öncekiler gibi, karşılık beklemeden bizi yetiştiren, destek olan, zor koşullarda hep yanımızda hissettiğimiz ailelerimize ve bize yol gösteren değerli hocalarımıza ithaf ediyoruz.

Saygılarımla,

Prof. Dr. A. Merter Özenci
TUSYAD Başkanı

Önsöz

Değerli Meslektaşlarım,

İnsan ömrünün uzamasına paralel olarak dejeneratif eklem hastalıklarının görülme sıklığı da giderek artmaktadır. En sık osteoartrit görülen eklemlerden birisi de diz eklemidir. Günümüzde artan yaşam beklentisi ve bu süreçte daha yüksek aktivite arzusu nedeniyle gonartrozda biyolojik tedavi uygulamaları giderek yaygınlaşmakta ve yeni yöntem arayışları hızla devam etmektedir.

Diz çevresindeki deformiteler; frontal planda varus ya da valgus, sagittal planda eğim değişiklikleri ya da aksiyel plandaki rotasyonel ve torsiyonel deformiteler şeklinde karşımıza çıkabilir. Diz çevresi osteotomileri; özellikle genç ve aktif hastalardaki, dizilim bozukluğu ve tek kompartman tutulumu ile seyreden gonartroz olgularında kabul edilen ve yaygın olarak kullanılan cerrahi uygulamalardan oluşur. Osteotominin amacı; genellikle frontal planda, gerektiğinde sagittal aksiyel ve horizontal planlarda alt ekstremit eksenini değiştirerek varus dizlerde medial kompartmana, valgus dizlerde lateral kompartmana gelen yüklenmeyi karşı kompartmana aktarmaktır. Lateral instabiliteyle beraber varus morfoloji varlığında, femur kondillerinde travma sonrası kırıldak lezyonları varlığında, menisküs transplant uygulamalarında, ÖÇB ya da AÇB yetmezliklerinde yapılacak girişimle kombine edilebilir. Alt ekstremitede dizilim bozukluğunu düzeltmeden bu girişimlerde başarı elde etmek olası değildir.

Modern literatürde 1958'de Jackson tarafında tibial tüberkülün distalinden yapılan osteotomi uygulamasını takiben önce kapalı kama ve dome, daha sonra açık kama osteotomileri yaygın olarak kullanılmıştır. Deformitenin nereden kaynaklandığının analizi sonrası eşlik eden dejeneratif değişikliklerin medial ya da lateral tibiofemoral kompartmanda oluşuna göre, femur distalinden, tibia proksimalinden, ya da her ikisinden eş zamanlı osteotomiler yaygın olarak uygulanır olmuştur. Yapılan osteotomi uygulamaları ile gelen yük karşı tarafa aktarılmakta ve böylece hastanın kemik yapısı yerinde bırakılarak biyolojik yöntemlerle hasta tedavi edilebilmektedir. Ameliyat öncesi yapılacak artroskopik değerlendirme ile gereken debridman ya da ilave işlemlerle kırıldak rejenerasyonu sağlanmaktadır.

1990 öncesi osteotomi uygulamalarında güçlü tespit malzemeleri kullanılmadığı ve bazen de uzun süreli alçı tespitleri yapıldığı için başarılı sonuçlar sınırlı kalmıştır. Günümüzde ise geliştirilen güçlü implantlar sayesinde ameliyat sonrası erken dönemde harekete başlanabilmiş ve yine erken dönemde yük verilebilmiştir. Bu uygulamalar tekniğin başarısını ve hasta memnuniyetini artırmıştır.

Diz çevresi osteotomi uygulamaları total diz protezi uygulamalarının alternatifi değildir. Endikasyonları farklıdır. Biyolojik bir yöntem olmayan total diz protezi uygulamaları, dizin içindeki her üç kompartmanın (medial ve lateral tibio femoral ile patellofemoral kompartmanlar) artrozik değişikliklerin geliştiği olgularda uygulanır. Diz çevresi osteotomi uygulamaları ise, medial ya da lateral kompartmanın, yani tek kompartmanın tutulduğu olgularda uygulanır. Tibial tüberkülün proksimal fragmanda bırakıldığı retrotüberkül tekniği ile, patellofemoral artrozu olan olgularda da uygulanabilir. Unikondiler diz protezi uygulamaları diz çevresi osteotomilerinin alternatifi gibi gözükmese de, ön çapraz bağı sağlam olan daha ileri yaşlarda uygulanan biyolojik olmayan bir yöntemdir.

TUSYAD Eğitici Kitap Serisinde ele alınan “Diz Çevresi Osteotomileri” kitabı ile, konusunda deneyimli yazarlar tarafından çeşitli teknikler ele alınmıştır. TUSYAD tarafından oluşturulan bu değerli projede tüm TUSYAD yönetim kurulu üyelerine, kitabın bölümlerini yazan, birikim ve tecrübelerini bizlerle paylaşan değerli yazarlara teşekkür ederiz.

Siz değerli meslektaşlarımızın bu kitap içerisinde ele alınan konuları ve bilgileri faydalı bulacağınızı umuyoruz.

Saygılarımızla,

Editörler kurulu

Dr. İrfan Esenkaya

Dr. Merter Özenci

Dr. Yavuz Kocabey

Dr. Hasan Bombacı

Dr. Özkan Köse

Yazarlar

Baver Acar

Antalya Eğitim ve Araştırma Hastanesi
Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Antalya

Yasushi Akamatsu

Department of Orthopaedic Surgery,
Yokohama City University School of Medicine
Yokohama, Japan

Mehmet Akif Akçal

Antalya Atatürk Devlet Hastanesi
Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Antalya

Cem Nuri Aktekin

Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Tıp Fakültesi
Ortopedi ve Travmatoloji ABD, Ankara

Taşkın Altay

Bozyaka Eğitim ve Araştırma Hastanesi,
Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, İzmir

Mehmet Altun

Bayındır Sağlık Grubu Hastaneleri
Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, İstanbul

Mehmet Aşık

İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi
Ortopedi ve Travmatoloji ABD, İstanbul

Semih Aydoğdu

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi
Ortopedi ve Travmatoloji ABD, İzmir

Tahsin Beyzadeoğlu

T.C. Haliç Üniversitesi & Beyzadeoğlu Kliniği
Ortopedi ve Travmatoloji, İstanbul

Hasan Bombacı

Haydarpaşa Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi,
Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, İstanbul

Elcil Kaya Biçer

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi
Ortopedi ve Travmatoloji ABD, İzmir

Osman Civan

Yüksekova Devlet Hastanesi,
Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Hakkâri

Mehmet Fevzi Çakmak

İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi
Ortopedi ve Travmatoloji ABD, İstanbul

Şahin Çepni

Akyurt Devlet Hastanesi
Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Ankara

Ali Engin Daştan

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi
Ortopedi ve Travmatoloji ABD, İzmir

Necdet Demir

Biruni Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Ortopedi ve Travmatoloji ABD, İstanbul

Turan Cihan Dülgeroğlu

Dumlupınar Üniversitesi Tıp Fakóltesi
Ortopedi ve Travmatoloji ABD, Kütahya

Nurzat Elmalı

Bezmialem Vakıf Üniversitesi Tıp Fakóltesi
Ortopedi ve Travmatoloji ABD, İstanbul

Ahmetcan Erdem

Bezmialem Vakıf Üniversitesi Tıp Fakóltesi
Ortopedi ve Travmatoloji ABD, İstanbul

Mehmet Erdil

İstanbul Medipol Üniversitesi Tıp Fakóltesi
Ortopedi ve Travmatoloji ABD, İstanbul

Mehmet Erduran

Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakóltesi
Ortopedi ve Travmatoloji ABD, İzmir

İrfan Esenkaya

Medical Park Bahçelievler Hastanesi, İstanbul

Ahmet Fırat

Atatürk Eğitim Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve
Travmatoloji Kliniği, ANKARA

Duygu Geler Külcü

Haydarpaşa Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi
Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Kliniği, İstanbul

Hüseyin Bahadır Gökçen

İstinye Üniversitesi Tıp Fakóltesi,
Ortopedi ve Travmatoloji ABD, İstanbul

Murat Gülçek

Ankara Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi
Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Ankara

Olçay Güler

Medical Park Bahçelievler Hastanesi, İstanbul

Barış Gülenç

İstanbul Medipol Üniversitesi Tıp Fakóltesi
Ortopedi ve Travmatoloji ABD, İstanbul

Onur Gürsan

Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakóltesi
Ortopedi ve Travmatoloji ABD, İzmir

Sinan Karaoğlu

Acıbadem Üniversitesi Tıp Fakóltesi, Ortopedi ve
Travmatoloji ABD, Kayseri

Alper Kaya

Acıbadem Üniversitesi Tıp Fakóltesi
Ortopedi ve Travmatoloji ABD,
Acıbadem Altunizade Hastanesi, İstanbul.

Asım Kayaalp

Ortoklinik, Cinnah cad. 51/4, Çankaya, Ankara

Cemil Kayalı

Bozyaka Eğitim ve Araştırma Hastanesi,
Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, İzmir

Nigar Keleş Çelik

Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakóltesi
Anatomi ABD, Antalya

Cumhur Cevdet Kesemenli

Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakóltesi
Ortopedi ve Travmatoloji ABD, Kocaeli

Yavuz Kocabey

Kocaeli Acıbadem Hastanesi

Onur Kocadal

Yeditepe Üniversitesi Tıp Fakóltesi
Ortopedi ve Travmatoloji ABD, İstanbul

Özkan Köse

Antalya Eğitim ve Araştırma Hastanesi
Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Antalya

Ken Kumagai

Department of Orthopaedic Surgery,
Yokohama City University School of Medicine
Yokohama, Japan

Kaya Memişoğlu

Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakóltesi
Ortopedi ve Travmatoloji ABD, Kocaeli

Fırat Ozan

Kayseri Eğitim ve Araştırma Hastanesi,
Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Kayseri

Ayberk Önal

T.C. Sağlık Bakanlığı, İstanbul Eğitim Araştırma
Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji, İstanbul

Merter Özenci

Medical Park Antalya Hastanesi, Antalya

Ali Öznur

Cinnah Cad.No:57/2 Çankaya, Ankara

İsmail Murad Pepe

Amasya Üniversitesi Tıp Fakültesi
Ortopedi ve Travmatoloji ABD, Amasya

Gökhan Polat

İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi
Ortopedi ve Travmatoloji ABD, İstanbul

Metin Polat

Ortoklinik, Cinnah cad. 51/4, Çankaya, Ankara

Oğuz Poyanlı

Medeniyet Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Göztepe Eğitim ve Araştırma Hastanesi,
Ortopedi ve Travmatoloji ABD, İstanbul

Yavuz Sağlam

Biruni Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Ortopedi ve Travmatoloji ABD, İstanbul

Tomoyuki Saito

Department of Orthopaedic Surgery,
Yokohama City University School of Medicine
Yokohama, Japan

Sancar Serbest

Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi
Ortopedi ve Travmatoloji ABD, Kırıkkale

Hakkı Sur

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi
Ortopedi ve Travmatoloji ABD, İzmir

Rahime Şekerci

Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anatomi ABD, Antalya

Cengiz Şen

İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi
Ortopedi ve Travmatoloji ABD, İstanbul

Reha Tandoğan

Ortoklinik, Cinnah cad. 51/4, Çankaya, Ankara

Hasan Tatari

Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi
Ortopedi ve Travmatoloji ABD İzmir

Emin Taşkiran

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi
Ortopedi ve Travmatoloji ABD, İzmir

Osman Tecimel

Atatürk Eğitim Araştırma Hastanesi,
Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, ANKARA

İbrahim Tuncay

Bezmialem Vakıf Üniversitesi Tıp Fakültesi
Ortopedi ve Travmatoloji ABD, İstanbul

Adil Turan

Antalya Eğitim ve Araştırma Hastanesi
Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Antalya

Gökçer Uzer

Bezmialem Vakıf Üniversitesi Tıp Fakültesi
Ortopedi ve Travmatoloji ABD, İstanbul

Meriç Ünal

Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Spor Hekimliği ABD, Isparta

Hüseyin S. Yercan

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi
Ortopedi ve Travmatoloji ABD, Manisa

Fatih Yıldız

Bezmialem Vakıf Üniversitesi Tıp Fakültesi
Ortopedi ve Travmatoloji ABD, İstanbul

Korcan Yüksel

Bayındır Sağlık Grubu Hastaneleri,
Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, İstanbul

İçindekiler

Bölüm 1. Diz Eklemının Anatomisi	1
<i>Nigar Keleş Çelik, Rahime Şekerci, Mehmet Akif Akçal</i>	
Bölüm 2. Diz Eklemının Biyomekaniği ve Kinematiki	9
<i>Sinan Karaoğlu, Sancar Serbest, Turan Cihan Dölgerođlu</i>	
Bölüm 3. Diz Osteoartritinin Etiyolojisi ve Patolojisi	15
<i>Korcan Yüksel, Onur Kocadal, Mehmet Altun</i>	
Bölüm 4. Diz Çevresi Osteotomilerinde Endikasyonlar ve Kontrendikasyonlar	23
<i>Mehmet Erduran, Onur Gürsan, Hasan Tatari</i>	
Bölüm 5. Ne Zaman Osteotomi, Ne Zaman Unikondiler Artroplastisi?	29
<i>Reha Tandoğan, Metin Polat, Asım Kayaalp</i>	
Bölüm 6. Ameliyat Öncesi Hazırlık, Klinik Değerlendirme, Radyolojik Planlama ve Düzeltmenin Hesaplanması	41
<i>Özkan Köse, Adil Turan, Baver Acar</i>	
Bölüm 7. Osteotomi Öncesi Artroskopi	55
<i>Ali Engin Daştan, Emin Taşkiran</i>	
Bölüm 8. Plak Vida Tespitli Kapalı Kama Osteotomisi	65
<i>Murat Gülçek, Ali Öznur</i>	
Bölüm 9. Kapalı Kama Yüksek Tibial Osteotomi-Staple ile Tespit	73
<i>Hüseyin S. Yercan</i>	
Bölüm 10. Dome Osteotomisi	81
<i>Elcil Kaya Biçer, Semih Aydoğdu, Hakkı Sur</i>	

Bölüm 11. Medial Açık Kama Osteotomisi, Tek Planda– Puddu Plağı ile	91
<i>Mehmet Aşık, Gökhan Polat, Mehmet Fevzi Çakmak</i>	
Bölüm 12. Medial Açık Kama Osteotomisi, Tek Planda-Kamalı Plaklarla	99
<i>Onur Kocadal, İsmail Murad Pepe, Cem Nuri Aktekin</i>	
Bölüm 13. Medial Açık Kama Osteotomisi, Tek Planda–Tomofiks Plağı ile	105
<i>İbrahim Tuncay, Gökçer Uzer</i>	
Bölüm 14. İki Planlı “Retrotüberkül” Medial Açık Kama Valgus Osteotomisi ve Kamalı Plak Uygulaması	115
<i>İrfan Esenkaya, Oğuz Poyanlı, Hüseyin Bahadır Gökçen</i>	
Bölüm 15. Medial Açık Kama Osteotomisi, İki Planda–TomoFix Plağı ile Tespit	127
<i>Nurzat Elmalı, Ahmetcan Erdem, Fatih Yıldız</i>	
Bölüm 16. Eksternal Fiksatorle Medial Açık Kama ve Reverse Dome Osteotomisi	133
<i>Cengiz Şen, Yavuz Sağlam, Necdet Demir</i>	
Bölüm 17. Distal Femoral Osteotomiler	139
<i>Meriç Ünal, Osman Civan, Merter Özenci</i>	
Bölüm 18. Dizin Medial Kompartman Osteoartriti Tedavisinde Kombine Yüksek Tibial, Açık Kama Yüksek Tibial ve Çift Seviyeli Osteotomiler	147
<i>Tomoyuki Saito, Yasushi Akamatsu, Ken Kumagai • Çeviren Meriç Ünal</i>	
Bölüm 19. Diz Çevresi Osteomileri ile Aynı Seansta Yapılan Uygulamalar (ÖÇB Rekonstrüksiyonu, Kıkırdak İşlemleri)	155
<i>Olca Güler</i>	
Bölüm 20. Kombine Yüzey Kaplama Artroplastisi ve Osteotomi Uygulamaları	165
<i>Tahsin Beyzadeoğlu, Ayberk Önal</i>	
Bölüm 21. Diz Çevresi Osteotomilerinde Tibial Eğim (slope) Problemleri	169
<i>Hasan Bombacı</i>	
Bölüm 22. Osteotomilerde İyileşmeyi Artırıcı Etkenler	177
<i>Cemil Kayalı, Fırat Ozan, Taşkın Altay</i>	
Bölüm 23. Osteotomi Uygulamasının Kıkırdak Rejenerasyonu Üzerine Etkisi	183
<i>Alper Kaya</i>	
Bölüm 24. Diz Çevresi Osteotomilerinin Komplikasyonları ve Koruyucu Önlemler	191
<i>Barış Gülenç, Mehmet Erdil, Yavuz Kocabey</i>	

Bölüm 25. Yüksek Tibial Osteotomi ve Distal Femoral Osteotomi Sonrası Rehabilitasyon ... 197*Duygu Geler Külcü, Hasan Bombacı***Bölüm 26. Osteotomi Sonrası Sağkalım ve Etkileyen Faktörler 203***Osman Tecimel, Ahmet Fırat, Şahin Çepni***Bölüm 27. Diz Çevresi Osteotomilerinden Sonra Total Diz Protezi Uygulamaları****PTO / YTO'nun Sonraki Ameliyatlara Etkisi 215***Cumhur Cevdet Kesemenli, Kaya Memişoğlu*

Diz Eklemine Anatomisi

Nigar Keleş Çelik, Rahime Şekerci, Mehmet Akif Akçal

GİRİŞ

Diz eklemi; en büyük eklem boşluğunu, membrana synovialis ve en fazla sıvıyı (0,5 ml) içerdiği için vücudumuzda yer alan en büyük eklem olarak tanımlanmaktadır. Femur, tibia ve patella'nın komplike ve birbirlerine uyumsuz olan eklem yüzleri nedeniyle kompleks bir eklem olarak karşımıza çıkar. Eklem konveks eklem yüzeyini oluşturan femur, anatomik duruşa göre aşağı-ıçe doğru oblik dururken, konkav olması beklenen fakat plato şeklinde eklem yüzeyine sahip olan tibia hemen hemen vertikal şekilde durur. Eklem yüzlerinin en uyumlu olduğu pozisyon, bacağın tam ekstansiyonda olduğu andır. Diz eklemine stabilitesi; çevredeki kasların, tendonların sağlamlığına ve hareketlerine bağlıdır. Bunun yanı sıra femur ve tibia'yı bağlayan ligamentler de stabiliteyi sağlar. Eklem sağlamlığını veren en önemli faktör, m. quadriceps femoris'tir (özellikle m. vastus medialis ve m. vastus lateralis'in alt tarafta bulunan lifleridir). Bu sağlamlığı, tibia üzerinde femur'un yanlara kaymasını önleyerek sağlar (1-3).

Genel anlamda diz eklemi yapısal olarak ginglymus (trochlear) tip eklem benzese de aslında farklı iki tip sinoviyal eklemde oluşur:

Tibio-femoral eklem: Diz eklemine her iki yanında femur ve tibia kondilleri arasında bulunan ve diz eklemine esas kısmını oluşturan oldukça karmaşık bir eklemde. Bikondiler tip eklem olması sebebiyle fleksiyon-ekstansiyon ve bacak fleksiyonda iken hafif bir rotasyon hareketine izin verir. Tibia'nın proksimal yüzeyi (tibial plato), femur'un distal bölümünü oluşturan kondilleri ve bunların arasındaki interkondiler çentik, tibia ve femur'un eklem yüzeyleri arasındaki

uyumluluğu arttıran menisküsler temel olarak göze çarpan unsurlardır. Bu iki eklem yüzeyi arasındaki bölgeye interkondiler bölge adı verilir. Bu bölge, ortasında yer alan interkondiler çıkıntı ile anterior ve posterior interkondiler bölgelere ayrılır. (1,2).

Patello-femoral eklem: Patella'nın arka yüzündeki eklem yüzeyi ve femur'un distal ön yüzündeki eklem yüzeyi arasında oluşan eklemde. Patelladaki eklem yüzeyi femurun eklem yüzeyine uyumludur ve böylece diz eklemine tamamlayıcı bir bölümüdür. Eklemde sık görülen kıkırdak lezyonlar, dizin ön kısmındaki ağrıların önemli nedenleri arasında sayılabilir. Her iki femur kondilinin anterior yüzeyleri ters "U" gibi uzanır. Tüm eklem yüzeyi transvers düzlemde konkav, sagittal düzlemde ise konveks olduğu için asimetrik bir şekil gösterir ve bu sebeple eklem tipi olarak sellar tip olarak gruplandırılır. Eklem yukarı-aşağı kayma hareketine izin verir. Patella ve femur'un anatomik özellikleri ve birbirleriyle uyumu, dizin fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerinin gerçekleştirilmesinde oldukça önemlidir. Her iki kemikteki anatomik bozukluklar, kemikler arasındaki uyumun bozulmasına, eklem yüzeyi üzerindeki yükün düzensiz dağılımına ve eklemde kıkırdak lezyonlarına yol açabilir (1,4,5).

Diz eklemine anatomik yapıları anlatırken içten dışa doğru (kemik, kıkırdak, iç bağlar, synovia, eklem kapsülü, dış bağlar ve bursalar) sıralama yapılmıştır.

KEMİK YAPILAR

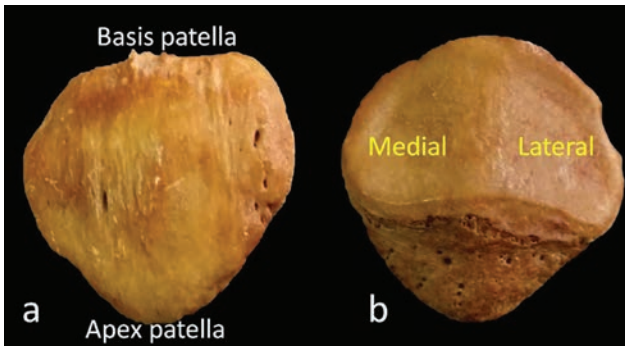
Eklemine yapısına katılan esas kemik oluşumlar femur, tibia ve patella'dır. Bunun yanısıra direkt ola-

rak eklemin yapısına katılmasa da eklemlle ilgili bazı bağların tutunma yeri olması sebebiyle fibula'da diz ekleminin bir parçası sayılmaktadır.

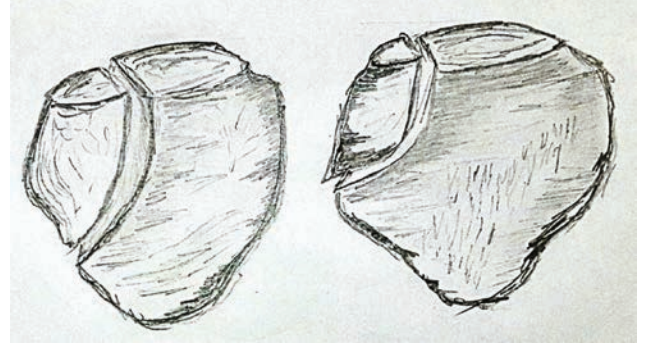
Patella

Diz ekleminin önünde bulunan ve sesamoid kemiklerin en büyüğü olan patella, dizin ekstansör mekanizması içinde yer alan quadriceps femoris tendonunun arka tarafında gömülü bir şekilde bulunmaktadır. Patella tabanı (basis patellae) üstte, apex patella ise altta, taban köşeleri yuvarlaklaşmış, dik açılı bir ikizkenar üçgene benzer (**Resim 1**). Dik duruşta alt sınırı, diz eklemi çizgisinin 1 cm üzerinde bulunur. Kolayca hissedilebilen ön yüzü konveks olup, besleyici damarlar tarafından delinmiştir ve ön yüzde çok sayıda boyuna çizgiler vardır. Quadriceps femoris tendonunun genişleyen parçası ile örtülüdür; bu genişleme patellar ligamanın yüzeyel lifleri ile devam eder. Arka yüzünün üst kısmı, femurun patellar yüzündeki oyuğa uyan bir krista ile medial ve lateral eklem yüzüne ayrılmıştır. Medialdeki eklem yüzü küçük, oblik ve konvektir, lateral eklem yüzü ise daha büyük, geniş ve konkavdır. Eklem yüzleri arasında yaklaşık 130° lik bir açı vardır. Eklem yüzünün altında, aşağı doğru bakan tepe noktası, ligamentum patella'nın bağlanması için pürüzlü haldedir; üst kısmı infrapatellar yağ yastığı ile kaplıdır. Patella'ya sağlamlığını dinamik olarak m. vastus medialis, statik olarak patella'nın ve femur kondillerinin şekli verir. Patella'nın subluksasyonu genellikle dışı doğrudur (1,2,5).

Patella, ince kompakt bir tabaka ile örtülmüş, yoğun süngerimsi kemik yapıdan oluşur. Patella'nın ossifikasyonu üçüncü ila altıncı yıllarda ortaya çıkan ve hızla kaynaşan birkaç merkezden olacak şekilde gerçekleşir. Patella embriyolojik olarak 8. haftada diz boşluğu ve kas taslağından önce, quadriceps taslağı'nın altında oluşur. Araştırmalara göre patella genelde



Resim 1. Patella'nın ön yüz (a) ve arka yüz (b) görünümü, lateral ve medial eklem yüzeyleri



Resim 2. Patella bipartita

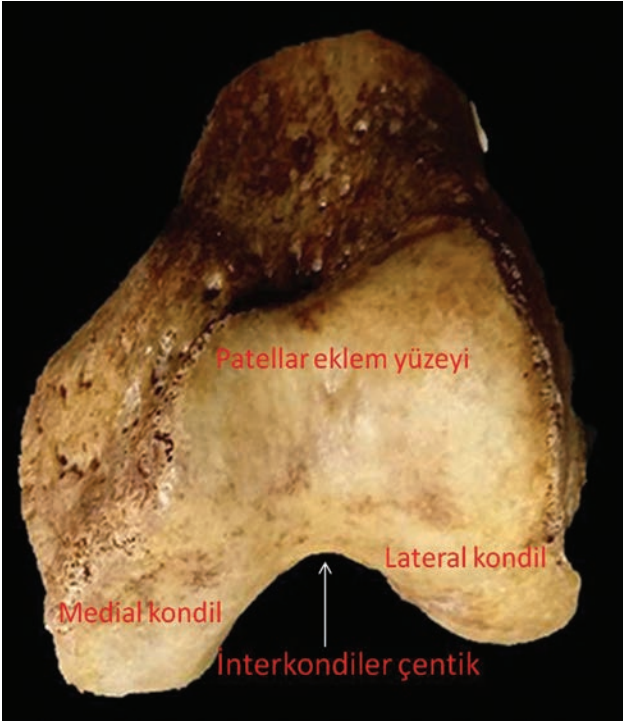
(%75) tek bir ossifikasyon merkezinden gelişmektedir. Primer ossifikasyon merkezi kızlarda 21-54. aylar arasında erkeklerde ise 36-72. aylar arasında ortaya çıkmaktadır. Ancak bazı olgularda kemik oluşumunda ikinci hatta üçüncü bir ossifikasyon merkezi söz konusudur. Eğer bu iki kemikleşme merkezi ossifikasyon sürecinde birleşemezse, ana kemik dışında patellaya fibrokartilaj doku ile bağlanan bir aksesuar kemik daha meydana gelir(1,6,7).

Patella bipartita; ilk kez 1883 yılında Gruber tarafından, daha sonra 1943 yılında Saupe tarafından tanımlanıp sınıflandırılmıştır (**Resim 2**). Patella bipartita'nın karakteristik aksesuar ossifikasyon merkezi superolateral kadranda bulunur. Patella bipartita'nın konjenital, gelişimsel bir varyasyon olduğu ve görülme sıklığının % 1-2 olduğu bildirilmektedir. Çoğunlukla anatomik ve radyolojik araştırmalarda rastlantısal olarak karşılaşılan asemptomatik bir varyasyondur. Gelişim sürecinde sıklıkla patella'nın üst dış bölümünde oluşan patella bipartita, ileri-ki yaşlarda yapılan radyografik görüntülerde patella kırığı olarak değerlendirilerek karışıklığa sebep olabilir. Patella bipartita bazı durumlarda semptomatik olarak dizin ön kısmında ağrı oluşturabilir, bu durumdaki hastalara çeşitli cerrahi yöntemler uygulanmaktadır (6,7).

Femur

Femur'un distal ucu birbirlerinden belirgin olarak ayrılan, medial ve lateral kondillerden oluşur (**Resim 3**).

Medial kondil; kolay palpe edilebilen ve mediale doğru konvekslik gösteren belirgin bir yapıdır. En üstteki kısımda tuberculum adductorium olarak adlandırılan küçük bir çıkıntı vardır ve burası m. adductor magnus'un tendonunun insertio noktasıdır. Tübükül cerrah için önemli bir anatomik klavuz noktasıdır ve yukarıdan yaklaşıldığında en kolay tespit edilebilen yapılardan biridir. Bununla birlikte, çoğunlukla

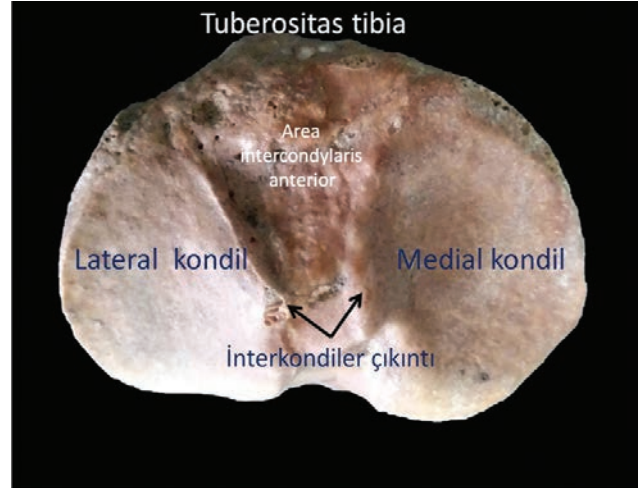


Resim 3. Femur'un distal ucu ve eklem yüzeyleri

tüberkül olmaktan ziyade bir fasettir. Kondilin medial yüzeyi üzerinde en belirgin nokta tuberculum adductorium'un altında yer alan medial epikondil'dir.

Lateral kondil; medial kondil kadar belirgin değildir, ancak muhtemelen vücut ağırlığının iletiminde daha büyük bir pay alması nedeniyle daha sağlam ve daha güçlüdür. Yanal açıdaki en belirgin nokta lateral epikondil olarak adlandırılır ve bu yüzeyin tamamı deriden palpe edilebilir. Kondilin medial yüzeyi interkondiller fossanın yan duvarını oluşturur. Lateral kondilin hem anterior-posterior (AP) hem de lateral planda medialden daha küçük olması sayesinde ortaya çıkan yapı dizin doğal valgus yapısına katkı sağlamıştır. Bu yüzden oluşan rotasyon merkezlerinin farkı nedeniyle, medial kondil üç eksen boyunca serbestçe rotasyon yapabilirken sadece AP ekseninde minimal translasyon yapabilir.

Fossa intercondylaris; iki kondilin çıkıntı yapan kısımlarını ayırır ve intrakapsüler olup büyük ölçüde extrasynovialdir. Lateral kondilin medial yüzeyi tarafından oluşturulan lateral duvar, üst ve arka bölümünü kaplayan ve interkondiler çizginin yakınında bulunan fossanın tabanına uzanarak yassılaştır. Bu, ön çapraz bağın üst ucunun tutturulması içindir. Medial kondilin lateral yüzeyi tarafından oluşturulan fossanın medial duvarı, arka çapraz bağın üst ve arka duvarı için

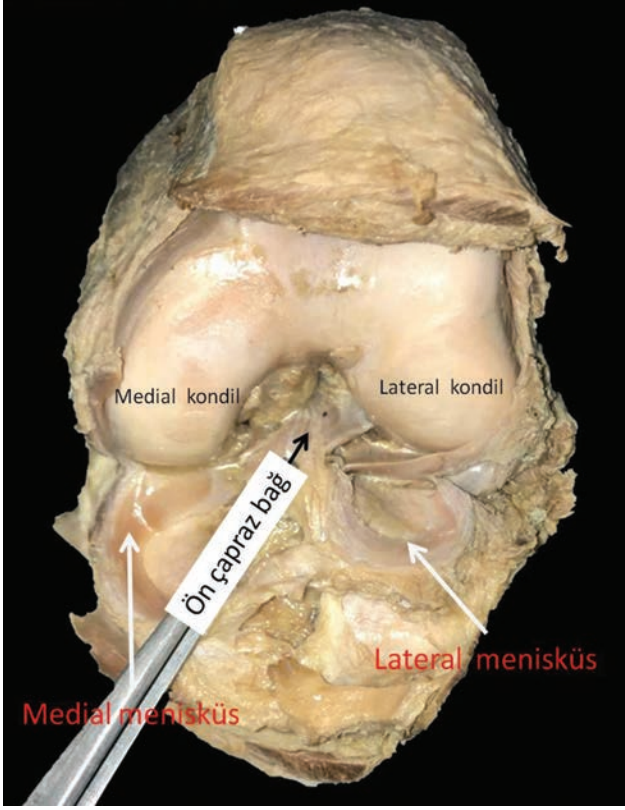


Resim 4. Tibia'nın proksimalinde yer alan eklem yüzeyleri, tibial plato

benzer bir yapıda olup fossanın tabanının ön kısmına kadar uzanır. İnterkondiller çizgi, kapsüler ligamana ve lateral olarak da diz eklemine oblik popliteal ligamanına bağlanmasını sağlar. Fossanın ön kenarına infrapatellar sinoviyal kat eklenmiştir (1,2,4,5).

Tibia

Tibia'nın üst ucu, özellikle enine ekseninde geniş olup femurun alt ucu boyunca iletilen vücut ağırlığı için yeterli bir dayanma yüzeyi sağlar. Medial - lateral kondiller ve tuberositas tibia daha küçük bir projeksiyon içerir (**Resim 4**). Kondiller, shaftın arka yüzeyinin üst kısmına çıkıntı yapacak şekilde biraz geriye doğru uzanır. Her biri eklem yüzeyi ile örtülmüş olup, birbirlerinden pürüzlü interkondiler bir alanla ayrılmıştır. Ligamentum patella'nın kenarlarında görünür ve palpe edilebilen yapıları oluştururlar; lateral kondil daha belirgindir. Diz pasif olarak esnetildiğinde, tibial kondillerin anterior kenar boşlukları kolaylıkla hissedilebilir ve her biri patellar ligament tarafındaki depresyonun alt sınırını oluşturur. *Medial kondil*; daha büyüktür, ancak lateral kondil kadar çıkıntı yapmaz. Üst eklem yüzeyi, ana hatta oval, tüm çaplarda konkavdır ve yan sınırı yukarı doğru uzatır, konkavlığı ve medial interkondiler tüberkülü derinleştirir. Kondilin arka yüzeyi, eklem kenarının hemen altında, yatay, pürüzlü bir olukla belirlenmiştir. *Lateral kondil*; üst yüzeyde femurun lateral kondili bir eklem yüzeyi ile örtülür. Ana hatta hemen hemen dairesel olup, orta bölümünde biraz boşluk vardır ve medial sınır, lateral interkondiler tüberkülü olarak adlandırılan bir yüksekliği örtecek şekilde yukarı doğru uzanır. Kondilin arka, yan ve ön yüzeyleri pürüzlüdür (1-3).



Resim 5. Kadavrada diz ekleminin önden görüntüsü

Menisküsler

Diz ekleminin menisküsleri, tibia'nın eklem yüzlerinin yaklaşık olarak 2/3'nü örten yarım ay şeklindeki fibrokartilaginöz plakalardır. Menisküsler femur ve tibia'nın birbirine uyumlu olmayan yüzleri arasına girerek uyumu sağlar ve buraya gelen ani kuvveti emerek eklemi korur (Resim 5). Menisküslerin dış kenarları kalın, merkeze yönelik kenarları ise incedir. Transvers kesitte kama şeklinde görülen menisküslerin ön uçları, tibia'nın area intercondylaris anterior'una, arka uçları ise area intercondylaris posterior'a tutunur. Menisküslerin dış kenarları membrana fibrosa'ya tutunur. Menisküslerin alt kenarlarını tibia'ya bağlayan membrana fibrosa bölümüne *lig. coronarium* denilir. Menisküslerin ön taraflarını birbirine bağlayan bağa *lig. transversum genus* denilir. İnce fibröz bir bant şeklinde olan bu bağ, diz ekleminin hareketleri esnasında birlikte hareket etmelerini sağlar.

Meniscus medialis; yarım daire şeklindedir. Ön boynuzu tibia'daki area intercondylaris anterior'a, arka boynuzu area intercondylaris posterior'a tutunur. Periferik kenarı eklem kapsülüne ve *lig. collaterale tibiale*'ye tutunur. Bu nedenle, dış menisküsten daha az hareketlidir.

Meniscus lateralis; şekli daireye yakındır. İç menisküse göre daha büyük alanı örter. Ön boynuzu emineşiya intercondylaris'in önüne, arka boynuzu aynı kabartının arkasına tutunur. İç menisküse göre daha hareketlidir. *M. popliteus*'un tendonu ile *lig. collaterale fibulare*'den ve eklem kapsülünden ayrılır. *Meniscus lateralis*'e, *m. popliteus*'un bazı lifleri tutunur (1,2,4).

Discoid lateral menisküs nadir görülen bir bozukluk olup diz eklemindeki diğer varyasyonlarla ilişkili olduğu bildirilmiştir. Normal lateral menisküsün anatomik özellikleri ve hareketliliği mediale göre daha değişkendir. Discoid menisküs, displastik menisküs olup, normal veya semilunar şeklini kaybetmiş ve disk benzeri bir konfigürasyona sahiptir (8,9).

Menisküslerin travmatik lezyonları en sık, fleksiyondaki bir dizin ekstensiyona geçerken yaptığı rotasyonda olur. Diz fleksiyundayken, tibia üzerinde femur'un şiddetli iç rotasyonu iç menisküste, tibia üzerinde femur'un şiddetli dış rotasyonu ise dış menisküste yaralanmaya neden olur. Menisküs yaralanmalarının en sık görülen tipleri, kova sapı (bucket-handle) ya da flap yırtığıdır. Yaralanmanın en çok görüldüğü yer arka boynuzlardır ve yırtıklar longitudinaldir (1,2).

Diz ekleminin iç ligamentleri (intraartiküler ligamentler)

Lig. transversum genus: Dizin anterior intermeniskal ligamenti (AIL); *ligamentum transversum genus*, *transverse ligament*, *intermeniskal ligament*, *meniskomeniskal ligament* veya *Winslow's ligamenti* olarak birçok isim tanımlanmıştır. Lateral menisküsün ön konveks kenarını medial menisküsün ön boynuzuna bağlayan yapı olarak tanımlanır ve medial menisküsün ön boynuzu ile lateral menisküs arasında eğilimli halde bulunur. AIL kalınlığı çok değişkenlik gösterir ya da hiç bulunmayabilir. Normal nüfusta % 53-94 oranında gözlenmektedir. Anterior intermeniskal ligamanın fonksiyonel özellikleri henüz netleşmemesine rağmen, kordon benzeri (cord-like) ve membranöz tipleri gibi morfolojik özelliklerine göre iki farklı ligament türü tanımlanmaktadır (1,9).

Lig. coronarium: capsula articularisten tibia'nın ve menisküslerin periferine uzanır; menisküslerin yerinde tutulmasına yardımcı olur (1).

Lig. cruciatum'lar eklem stabilitesini sağlayabilmeleri için birbirlerini "X" harfine benzer şekilde oblik olarak çaprazlarlar. *Lig. cruciatum anterius* (ön çapraz bağ), *posteriorus*'tan daha zayıftır. Tibia'da area intercondylaris anterior'dan, *meniscus medialis*'in yapıştığı yerin hemen arkasından başlar, yukarıya-ar-

kaya ve dışa doğru uzanarak femur'un condylus lateralis'inin iç yüzünün arka bölümünde sonlanır. Ön çapraz bağın oldukça zayıf bir kanlanması vardır. Diz fleksiyonda iken gevşek ve tam olarak ekstensiyonda iken ise gergindir, femur'un tibia üzerinde arka tarafta yerleşmesini ve diz eklemine hiperekstansiyonunu önler. Eklem uygun açı ile fleksiyon yaptırıldığında, tibia öne doğru çekilemez çünkü ön çapraz bağ engeller. Lig. cruciatum posterius (arka çapraz bağ), anterius'tan daha sağlamdır. Tibia'da area intercondylaris posterior'dan başlar, ön çapraz bağın iç tarafından yukarıya ve öne doğru uzanarak, femur'un condylus medialis'inin dış yüzünün ön bölümünde sonlanır. Arka çapraz bağ diz eklemine fleksiyonu sırasında gerginleşir, femur'un tibia üzerinde ön tarafa doğru yer değiştirmesine engel olur. Ağırlığı taşıyan fleksiyondaki dizde, örneğin yokuş yukarı yürürken, arka çapraz bağ femur'un ana stabilizatörüdür.

Ön çapraz bağ (Lig. cruciatum anterius); Eklem fibröz kapsülü içinde, fakat sinoviyal boşluğun dışında yer alır. Tibia'daki area intercondylaris anterior'dan başlar, yukarı-arkaya- dış yana doğru uzanarak, femur'un condylus lateralis'inin medial yüzüne tutunur. Arka çapraz bağdan biraz daha uzundur. Anteromedial ve posterolateral olarak iki demetten oluşur. Ortalama uzunluğu 38 mm, genişliği 11 mm'dir. Tibia'nın öne kaymasını önler. Bacak fleksiyondayken gevşek, ekstansiyondayken gergindir. Bacağın ekstensiyon hareketini kontrol eder. Tibia'nın femur üzerinde, öne doğru kaymasını (veya femur'un arkaya kaymasını engeller) ve böylece diz eklemine hiperekstansiyonunu engeller. Hiperekstansiyona zorlanan dizde yırtılabilir.

Arka çapraz bağ (Lig. cruciatum posterius); Eklem fibröz kapsülü içinde, fakat sinoviyal boşluğun dışında yer alır. Tibia'daki area intercondylaris posterior'dan başlar, yukarı-öne- iç yana doğru uzanarak, femur'un condylus medialis'inin lateral yüzüne tutunur. Ortalama uzunluğu 38 mm, genişliği 13 mm'dir. Ön çapraz bağdan daha kısa, daha geniş ve daha kuvvetlidir. Tibia'nın femur üzerinde, arkaya doğru kaymasını (veya femur'un öne doğru kaymasını engeller) ve böylece diz eklemine hiperfleksiyonunu engeller. Özellikle fleksiyondaki dize ağırlık bindiğinde eklem sağlamlık veren esas yapıdır. Tibia'nın arkaya kaymasını önler. Ön çapraz bağın rüptüründen sonraki hiperekstansiyonu da önler. Diz fleksiyondayken gergin, ekstansiyondayken gevşektir. Bacağın fleksiyon hareketini kontrol eder (1-4).

Lig. meniscofemorale anterius (Humphry ligamenti); Arka çapraz bağın arkasında yer alır. Meniscus lateralis'in arka boynuzundan başlayıp, femur'un medial kondiline uzanır.

Lig. meniscofemorale posterius (Wrisberg ligamenti); Arka çapraz bağın önünde bulunur. Meniscus lateralis'in arka boynuzundan başlar, femur'un medial kondiline sonlanır. Meniscofemoral ligament, meniscus lateralis'in arka boynuzunun hareketlerini kontrol ederler.

Membrana synovialis; diğer eklemlere göre oldukça geniş olan sinoviyal membran, kapsülün iç yüzünü döşer ve patella'nın dış kısımları ile meniscus'larn kenarlarına yapışır. Membrana synovialis eklem arka yüzünden dönerek çapraz bağların üzerine geçer. Membrana synovialis'in tibia ile patella arasında uzanan kısmı, corpus adiposum infrapatellare'yi örterek plica synovialis infrapatellaris'i oluşturur. Corpus adiposum infrapatellare ve lig. cruciatum'lar, membrana synovialis ile örtülü olmaları nedeniyle, eklem boşluğu dışında bulunmuş olurlar. Eklem içinde plicae alares denilen 2 tane kanat şeklinde plika oluşturur. Membrana synovialis çapraz bağları örter, ancak menisküsleri örtmez. Sinoviyal membran, patella'nın üst kenarında, femur ile m. quadriceps femoris arasında bursa suprapatellaris denilen büyük bir boşluğu / poş'u oluşturur. Patella'nın distalinde, corpus adiposum infrapatellare denilen yağ dokusu ile ligamentum patellae'den ayrılır.

Capsula articularis; diz eklemine eklem kapsülü incedir ve bazı bölgelerinde de, kas kirişlerinin geçtiği delikler bulunur. Eklem kapsülünün dış katmanı olan membrana fibrosa, femur ve tibia'nın kondilleri, fossa intercondylaris, area intercondylaris, caput fibulae ve patella'nın kenarlarına tutunur. Ek olarak; dış yan bağ, menisküsler ve patellar ligamane tutunması vardır. Patella'ya ve patellar ligamane olan tutunmaları, m. vastus medialis ve m. vastus lateralis'ten gelen uzantılarla birlikte retinaculum patellae mediale ve laterale'yi oluşturur. Kapsülün arka-dış yüzü nervus fibularis (peroneus) communis, arka yüzü ise a.v. poplitea ve n. tibialis ile komşudur. Eklem boşluğunda bulunan m. popliteus'un tendonu condylus lateralis bölgesinde membrana fibrosa'yı delerek dışarı çıkar. Bu nedenle fibröz kapsül bu bölgede eksiktir. Membrana fibrosa aşağıda, m. popliteus'un tendonunun kemiği çaprazladığı yer hariç olmak üzere, tibia'nın eklem kenarına yapışır. Patella ve lig. patellae önde kapsül görevi görür.

Eklemi lateralden, m. biceps femoris, m. gastrocnemius'un caput lateralis'i, tractus iliotibialis ve lig. collaterale fibulare stabilize eder. Eklemi mediallyden, m. sartorius, m. gracilis, m. gastrocnemius'un caput medialis'i, m. semitendinosus, m. semimembranosus ve lig. collaterale tibiale stabilize eder (1-4).

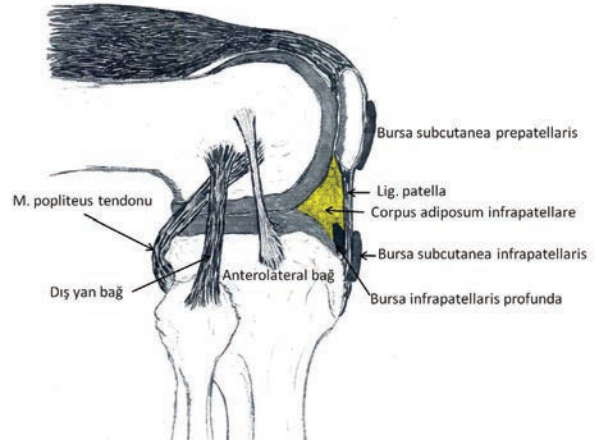
Diz ekleminin dış ligamentleri (ekstrakapsüler ligamentler)

Lig. patella; m. quadriceps femoris'in tendonunun devamı şeklinde uzanan yassı ve kalın fibröz bir banttır. Bir kısım lifleri, lig. cruciatum anterius'un onarımında kullanılmaktadır. Yaklaşık 8 cm uzunluğunda olup yukarıda apex patella'dan başlayıp aşağıda tuberositas tibiae'de sonlanır. Patella kirişi yırtığı genellikle genç hastalarda direkt yaralanma sonrasında hemen patellanın altından olur. M.quadriceps femoris kirişinin yırtılması çoğu kez daha yaşlı bireylerde küçük yaralanmalar veya yaşa bağlı gelişmiş değişiklikler (artrit, arterioskleroz, gut, şeker hastalığı, kortikosteroid tedavisi gibi) sonrasında olabilir.

İç yan bağ (Lig. collaterale mediale/tibiale); femur'un medial epikondilinden başlayan, meniscus medialis'e ve tibia'nın medial kondiline tutunan geniş bir banttır. Meniscus medialis'e sıkıca yapışır ve bu yapışma klinik açıdan önemlidir. Çünkü iç yan bağın zorlanmasında meniscus medialis de yırtılabilir. Pes anserinus'u (kaz ayağı) oluşturan kasların tendonları (m.sartorius, m.gracilis, m.semitendinosus) iç yan bağı dıştan çaprazlar. Femur ve tibia'nın mediale doğru yer değiştirmesini ve böylece diz ekleminde bacağın abduksiyonunu engeller. Ekstansiyonda gergindir. Bacağın ekstansiyon ve abduksiyon hareketlerini sınırlar. Eklemin sağlamlığından sorumlu en önemli ligamendir.

Dış yan bağ (Lig. collaterale laterale/fibulare); yuvarlak biçimli bir bant şeklindedir, femur'un lateral epikondilinden caput fibulae'ye uzanır. N. fibularis (peroneus) communis'le komşudur. Dış yan bağ, m. popliteus'un tendonu sayesinde meniscus lateralis'ten ve eklem kapsülünden ayrılır (1-4).

Anterolateral ligament (ALL); İlk olarak 1879 yılında Segond tarafından dizin anterolateralinde yer alan fibröz bir bant olarak tanımlanmıştır. Ön çapraz bağ yaralanmaları ile birlikte görülen tibial kapsüler avülzyon kırıkları bu bağın kopması ile oluştuğu için, bu kırıklara "Segond kırığı" da denilmektedir. Uzun yıllar boyunca birçok araştırmacı tarafından "dış yan bağın anterior bandı", "lateral capsular ligament" gibi farklı isimlerle literatürde yer almıştır. ALL nin lokalizasyonu başlama ve bitiş liflerinin dağılımını tanımlayan farklı araştırmalar yapılmıştır. Kapsüler fibröz bir ligament olan anterolateral ligament (ALL) tractus iliotibialis'in derininde yer alır. ALL lateral epikondilden başlar ve Gerdy tüberkülüne, dış yan bağa ve m. popliteus tendonuna yakın yerleşim gösterecek şekilde dağılır ve sonlanır. ALL, iliotibial tractus liflerine ve fascia cruris'e lifler verebilmektedir. Bu ligament dizin anterolateral stabilitesini sağlar (Resim 6).



Resim 6. Diz ekleminin lateralden görünümü

Başlangıç kısmı pars femoralis, sonlanma kısmı pars tibialis olarak da tanımlanabilir. Pars femoralis'i posteriorunda ve epikondilus lateralis'in üzerindedir. Pars tibialis'i Gerdy tüberkülünün ortalama 21.6 mm posterioruna ve tibial eklem çizgisinin 4.6 mm altına uzanır (10-13).

Lig. popliteum obliquum (Bourgerly ligamenti, Winslow ligamenti); m. semimembranosus'un tendonunun genişlemesi ile oluşan ve oblik seyirli uzanan bir banttır. Diz ekleminin arka yüzünde tibia'nın medial kondilinden başlayıp laterale doğru uzanarak femur'un lateral kondilinde sonlanır. Seyri sebebiyle kapsülü arkadan kuvvetlendirir. Bacağın ekstansiyonunu kontrol eder, ekstansiyonun son fazında, bacağın lateral rotasyonuna ve hiperekstansiyonuna direnç gösterir. Popliteal arter bu ligamentin üzerindedir.

Lig. popliteum arcuatum; diz ekleminin arkasındaki eklem kapsülüne ait lifler tarafından oluşturulan "Y" şeklinde bir ligamendir. Caput fibula'dan başlar m. popliteus tendonunun üzerinden yukarı ve mediale doğru bir yay çizecek şekilde uzanarak eklem kapsülünde sonlanır. Kapsülü arkadan kuvvetlendirir. Bacağın iç rotasyonunu kontrol eder. Bir parçası musculus popliteus'un üzerinden geçer.

M. popliteus'un tendonunun bir kısmı intra-articular olarak seyreder. Kordon şeklinde kuvvetli bir tendon olan M. popliteus tendonu, femur'un condylus lateralis'inin lateral yüzünden başlar, ligamentum collaterale fibulare'nin derininde, eklem kapsülü ile meniscus lateralis arasında seyreder (1-3) (Resim 6).

Diz eklemi çevresinde bulunan bursalar

Tendonların çoğunun kemiklere paralel seyretmesi ve diz hareketleri esnasında eklem basıncı uygulaması nedeniyle, diz eklemi etrafında kemik ile tendonlar

arasında çok sayıda bursa bulunur. Dört bursa diz eklemine sinoviyal boşluğu ile bağlantılıdır: bursa suprapatellaris, bursa popliteus, bursa anserinus ve bursa gastrocnemius. Diz hareketleri esnasında derinin serbest hareket edebilmesini kolaylaştıran subkutanöz bursalar bulunmaktadır, bunlar eklem ön ve yan tarafında yer alırlar.

Eklem önünde bulunan bursalar

Bursa suprapatellaris; femur ile lig. patellae arasındadır. Membrana synovialis'in bir genişlemesidir. Eklem boşluğu ile bağlantılıdır, dolayısıyla patellanın üst tarafındaki sıyrıklar veya delici yaralar, yırtılmış deriden bursa içine giren bakterilerin neden olduğu suprapatellar bursit sonucunu doğurabilir. Eğer inflamasyon kronik ise, bursa sıvı artışı ile belirgin hale gelir ve diz önünde şişkinlik oluşturur ("ev hizmetçisi dizi").

Bursa subcutanea prepatellaris; deri ile patella arasındadır. Patella üzerindeki derinin serbest olarak hareketine izin verir (Resim 6).

Bursa infrapatellaris profunda; tibia ile lig.patellae arasındadır. Bursa infrapatellaris profunda'nın bursitisi, tuberositas tibianın üst tarafında lig.patella ve tibia arasında ödeme yol açar (Resim 6).

Bursa subcutanea infrapatellaris; deri ile tuberositas tibiae arasındadır. Bursa subcutanea infrapatellaris'in bursitisi, deri ve tuberositas tibiae arasında fazlaca sürtünme olmasından kaynaklanır; tibia'nın proksimal ucunun üzerinde ödem oluşur (Resim 6).

Bursa subcutanea tuberositatis tibiae; deri ile tuberositas tibiae arasındadır.

Eklem yan taraflarında bulunan bursalar

Lateralde:

Bursa popliteus / Recessus popliteus; m.popliteus'un tendonu ile femur'un lateral kondili arasındadır. Eklem boşluğunun bir uzantısıdır.

Lig. collaterale fibulare ile m.biceps femoris arasında ve lig. collaterale fibulare ile m.popliteus arasında da küçük birer bursa bulunur.

Medialde:

Bursa anserinus; ligamentum collaterale tibiale ile pes anserinus (gracilis, sartorius ve semitendinosus'un tendonlarının diz eklemine medialinde oluşturduğu kaz ayağı şeklindeki yapı) arasındadır.

Bursa musculi semimembranosi (Brodie bursası); genellikle eklem boşluğu ile bağlantılıdır.

Eklem arkasında bulunan bursalar

Bursa subtendinea musculi gastrocnemii lateralis; m.gastrocnemius'un lateral başı ile eklem kapsülü arasındadır. Bazen eklem boşluğu ile bağlantılıdır.

Bursa subtendinea musculi gastrocnemii medialis; m.gastrocnemius'un medial başı ile eklem kapsülü arasındadır. Genellikle eklem boşluğu ile bağlantılıdır (1-3).

Eklem damarları: Diz eklemine arteriyel beslenmesinde esas görev alan damar popliteal arterin superior, inferior ve orta geniküler dallarıdır. Özellikle de orta geniküler damardan (a. media genu) eklem kapsülüne gelen dal lig. popliteum obliquum'u diler, eklem içine girerek çapraz bağları ve synovial membranı besler. Bunun yanı sıra lateral sirkumfleks femoral arterin inen dalının, sirkumfleks fibuler arterin, ön ve arka tibial reküren arterlerin de görev aldığını görürüz.

Ayrıca femoral arterin inen geniküler dalı rete patella adı verilen patella çevresindeki zengin damar ağının oluşumuna katılan önemli bir daldır ve minimal invazif total diz artroplastisi sırasında vastus medialis kasi içerisinde seyrederek patella'nın üst medial köşesine doğru uzanan bu damarın korunması komplikasyonların önlenmesi açısından önemli olacaktır (4,14).

Eklem Sinirleri: N.femoralis, n.obturatorius, n.tibialis ve n.fibularis (peroneus) communis'den gelen artiküler dallar tarafından eklem innervasyonu sağlanır (1).

Kaynaklar

1. Warwick R, Williams PL: Gray's Anatomy, 35th British edition, Philadelphia, WB Saunders, 1973; p. 361-9 / 450-459.
2. Ozan H. Premium Ozan Anatomi 3. Baskı. Nobel Tıp Kitabevleri: Ankara, 2014; s. 91-100.
3. Terminologia Anatomica, International Anatomical Terminology (1998) Sederative committee on anatomical terminology (SCAT). Thieme Stuttgart, New York.
4. Esmer AF, Başarır K, Binnet M. Diz eklemine cerrahi anatomisi. TOTBID Dergisi. 2011;10(1):38-44.
5. Tecklenburg K, Dejour D, Hoser C, Fink C. Bony and cartilaginous anatomy of the patellofemoral joint. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2006;14(3):235-40.
6. Özkan Ö, Dönmez G, Yargıç MP, Doral MN. Patella Bipartita. Turkish Journal of Sports Medicine 2016;51:(4):128-134.
7. Saupe H. Primäre Knochenmark seilerung der Kniescheibe. Dtsche Z Chir. 1943;258:386.
8. Rao PS, Rao SK, Paul R. Clinical, radiologic, and arthroscopic assessment of discoid lateral meniscus. Arthroscopy. 2001;17(3):275-277.
9. Ozcanli H, Keles N, Gocmen-Mas N, Ozenci AM, Aydin AT. Rela-

- tion of discoid lateral meniscus and cord-like anterior intermeniscal ligament: morphological and clinical study. *Surg Radiol Anat.* 2011;33(8):673-8.
10. Vincent JP, Magnussen RA, Gezmez F, Uguen A, Jacobi M, Weppe F, Al-Saati MF, Lustig S, Demey G, Servien E, Neyet P. The anterolateral ligament of the human knee: an anatomic and histologic study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2012;20:147-152.
 11. Claes S, Vereecke E, Maes M, Victor J, Verdonk P, Bellemans J. Anatomy of the anterolateral ligament of the knee. *J Anat.* 2013;223:321-328.
 12. Van der Watt L, Khan M, Rothrauff BB, Ayeni OR, Musahl V, Getgood A, Peterson D. The structure and function of the anterolateral ligament of the knee: a systematic review. *Arthroscopy.* 2015;31(3):569-82.
 13. Sonnery-Cottet B, Daggett M, Fayard JM, Ferretti A, Helito CP, Lind M, Monaco E, De Pádua VBC, Thauinat M, Wilson A, Zaffagnini S, Zijl J, Claes S. Anterolateral Ligament Expert Group consensus paper on the management of internal rotation and instability of the anterior cruciate ligament - deficient knee. *J Orthop Traumatol.* 2017;18(2):91-106.
 14. Başarir K, Erdemli B, Tuccar E, Esmer AF. Safe zone for the descending genicular artery in the midvastus approach to the knee. *Clin Orthop Relat Res* 2006;451:96-100.

Diz Eklemine Biyomekaniği ve Kinematigi

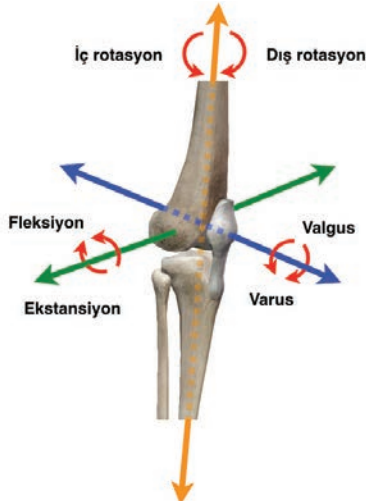
Sinan Karaoğlu, Sancar Serbest, Turan Cihan Dülgeroğlu

Diz eklemi insan vücudunun en büyük ve kompleks eklemidir (1). Vücudun en uzun iki kaldırma kolu olan femur ve tibia arasında yer alan modifiye menteşeli bir eklem. Diz eklemine sabit bir hareket yoktur ve bu yüzden gerçek menteşe tipi eklemlerden ayrılırlar (2). Transvers, vertikal ve bu iki aksa dik olan anteroposterior aks olmak üzere diz eklemine üç aksı vardır (3) (**Resim 1**). Transvers aks/sagittal düzlem üzerinde fleksiyon-ekstansiyon hareketi, vertikal aks transvers düzlemde iç ve dış rotasyon hareketi, anteriorposterior aks/koronal düzlemde çevresinde ise sadece diz fleksiyonda iken yapılabilecek yanlara doğru hareket meydana gelir (3).

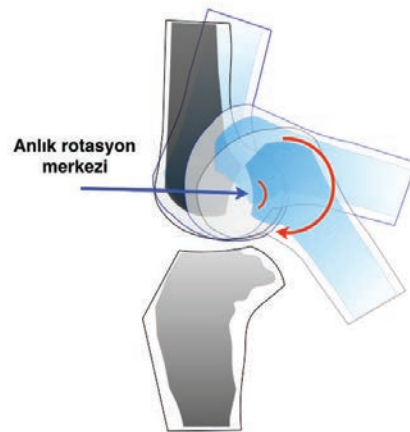
Yürüme sırasındaki diz hareketlerinin basit fleksiyon ve ekstansiyondan çok daha karmaşık olduğu pek çok araştırmacı tarafından gösterilmiştir (1-4). Diz eklemi üç planda (iç-dış, ön-arka ve aşağı-yukarı) meydana gelen kayma ve yine üç planda (fleksi-

yon-ekstansiyon, iç-dış rotasyon ve varus- valgus) meydana gelen rotasyon hareketlerine diz eklemine oluşturan kemik yapıların arasındaki anatomik ilişkiler sayesinde izin verir (4, 5). Diz eklemine fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri sabit bir transvers eksen etrafında değil, anlık değişken rotasyon merkezleri etrafında olmaktadır (**Resim 2**). Buna polisentrik rotasyon merkezi veya anlık (instant) merkez adı verilmektedir. "J" şeklindeki değişken anlık rotasyon merkezi, femurun tibia kondilleri üzerindeki yuvarlanma ve kayma hareketi neticesinde oluşur (6).

Denis ve ark. (7) normal bir dizde fleksiyon ekseninin heliks yapacak şekilde değiştiğini ve medial femoral kondilin fleksiyon sırasında tibia üzerinde ortalama 2 mm arkaya translasyon yaparken, lateral femoral kondilin 21 mm translasyon yaptığını tanımlamışlardır. Normal bir dizde gerekli fonksiyonel fleksiyon dereceleri yürümenin salınım fazında 67°,



Resim 1. Dizdeki akslar ve ilgili hareketler



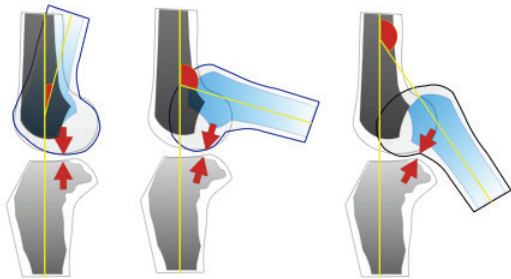
Resim 2. Diz eklemine anlık değişken rotasyon merkezleri etrafında olmaktadır (instant center)

merdiven inerken 90° ve sandalyeden kalkarken 93° dir (8,9). Aktif iç rotasyon 30° , dış rotasyon ise 40° dir. Pasif iç rotasyon $30-35^\circ$, dış rotasyon ise $45-50^\circ$ dir. Otomatik rotasyon olarak adlandırılan hareket ise fleksiyon-ekstansiyon sırasında istemsiz olarak gerçekleşir. Ekstansiyon sonunda dış rotasyon olurken, fleksiyon başında ise iç rotasyon olmaktadır (3).

Diz eklemi tibiofemoral eklem ve patellofemoral eklem olmak üzere iki eklemden oluşmaktadır. Ayrıca fibula başı ve tibia lateral kondili arasında proksimal tibiofibular eklem yer alır, ancak fibula diz eklemine doğrudan katılmaz.

Tibiofemoral Eklem

Dizin eklemının, kemik ve yumuşak doku yapılarının özellikleri nedeniyle, en önemli hareketler fleksiyon-ekstansiyon ile iç-dış rotasyonlardır, daha az hareket ise aksial kompresyon-distraksiyon ve medial-lateral translasyon yönünde olmaktadır. Antero-posterior yer değiştirme ve addüksiyon-abdüksiyon yönündeki hareketler ise çapraz ve yan bağların sağlam olup olmadığına ancak sağlamsa gerginliğine bağlı olarak değişiklik gösterir (10). Medial ve lateral tibial kondiller interkondiler tüberkülleri barındıran, önden arkaya doğru uzanan bir kabartı ile birbirinden ayrılmıştır. Medial tibial plato hem frontal hem sagittal planda konkavdır. Lateral tibial plato ise frontal planda konkav, sagittal planda konvektir. Femoral kondiller anterior-posterior ve medial lateral yönlerde konvektir ve interkondiler çentikte birbirlerinden ayrılırlar. Medial femoral kondilin artiküler yüzeyinin anterior-posterior uzunluğu, lateral femoral kondilinkinden daha fazladır bu durum sonucu olarak fleksiyon ile tibiada iç rotasyon, ekstansiyon ile dış rotasyon meydana gelmektedir (3,10,11). Bu burğu seklindeki harekete dizin "screw home" mekanizması

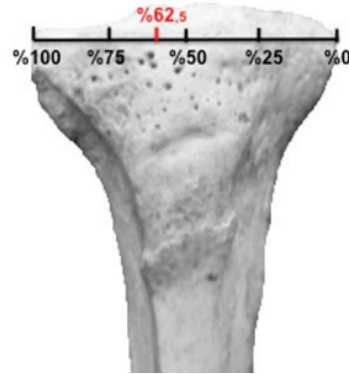


Resim 3. Değişik fleksiyon derecelerinde femurun arkaya doğru olan kayma-yuvarlanma "femoral roll-back" hareketi.

adı verilir. Femur ve tibia eklem yüzlerinin geometrik yapısı sayesinde, diz fleksiyonu arttıkça femurda arkaya doğru bir yer değiştirme hareketi meydana gelir. Femurun bu arkaya doğru olan kayma-yuvarlanma hareketine "femoral roll-back" adı verilir (**Resim 3**). 0 ile 90 derece fleksiyon hareketi arasında, femoro-tibial temas noktası 14 mm geriye doğru kayar. Ön ve arka çapraz bağların kesişme noktasındaki anlık rotasyon merkezi, diz fleksiyonu ile posteriora doğru kayarak kayma-yuvarlanma hareketini sağlar. Yürümenin fazına göre değişmekle birlikte, normal yürüme sırasında, dize vücut ağırlığının 2 ile 5 katı yük biner, bu yükler koşma sırasında vücut ağırlığının 24 katına kadar çıkabilir. Erişkin bir erkek için, yürüme sırasında dize gelen yükler $1400-3500$ N (yaklaşık $143-357$ kg) arasındadır (12).

İnterkondiler tüberküllerden horizontal bir kesit alınrsa lateral tüberkülün lateral yüzünün önden arkaya konveks olduğu medial tüberkülün medial yüzünün ise konkav olduğu görülür. Ayrıca medial tüberkül lateral tüberkülden yüksektir böylece lateral kondil kolayca hareket ederken medial tüberkül medial kondilin hareketini kısıtlar. Bu nedenle gerçek rotasyon aksı iki tüberkülün arasından değil, medial tüberkülün içinden geçer. Merkezin mediale rotasyonu lateral kondilin daha fazla hareket etmesiyle sonuçlanır (3).

Fujisawa, tibial plato genişliğinin $\%62'$ sine denk gelen, medial tibial platodan ölçülen bir nokta tanımlamıştır. Fujisawa noktası mekanik aksa göre $3-5^\circ$ valgusta konumlanır ayrıca lateral tibial çentiğin hafifçe lateralinden geçer. Osteotomi esnasında gerekli düzeltme miktarını belirlemek amaçlı bu noktadan femur başının merkezine ve ayak bileği merkezine birer doğru çizilerek hesaplama yapılabilir (**Resim 4**) (13).



Resim 4. Tibial plato genişliğinin $\%62'$ sine denk gelen, medial tibial platodan ölçülen nokta, Fujisawa noktasıdır. Bu nokta mekanik aksa göre $3-5^\circ$ valgusta konuma denk gelir ve lateral tibial çentiğin hafifçe lateralindedir.

Patellofemoral Eklem

Patella, diz eklemi ön bölümünde yerleşmiştir. Yerleşimi nedeni ile diz eklemi doğrudan darbelere karşı korur, femurun patellofemoral eklem yüzü kırıkdağın beslenmesine yardımcı olur. Troklea karşısında, bir temas yüzeyi sağlayarak yük altında fonksiyonel stabiliteyi arttırmaktadır. Diz fleksiyonda iken femur kondillerini koruyan bir kalkan vazifesi görmektedir (12,14).

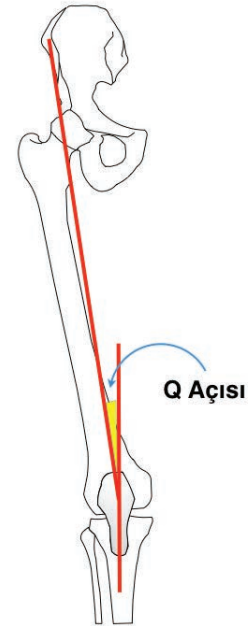
Patellanın, diz eklemine iki önemli biyomekanik işlevi vardır. Bütün hareket genişliği boyunca kuadriseps kasının kaldıraç kolunu uzatarak ekstansiyona yardım eder ve patella tendonu ile femur arasındaki temas yüzünü artıracak kuvvetlerin femura daha uygun yayılmasını sağlar. Patella aynı zamanda kuadriseps mekanizmasındaki, rektus femoris, vastus lateralis, vastus medialis ve vastus intermedius gibi dört bileşenin ayrı kuvvetlerini merkezileştirerek patellar tendona ulaştırır (15,16).

Kuadriseps kuvveti ile patellar tendon kuvvetinin bileşkesi, patellofemoral eklem kırıkdağında kompresyon etkisi doğrudan patellofemoral eklem tepki kuvvetine eşit fakat ters yöndedir (17,18). Patellanın, kuadriseps kasının kaldıraç kolunu uzatması sırasındaki etkisi dizin tam fleksiyondan tam ekstansiyona gidişi sırasında değişir. Diz tam fleksiyondayken patella femoral olmaktadır ve kuadriseps tendonundan küçük bir öne doğru yer değiştirme olur ve bu durumda kuadrisepsin kaldıraç kolunu uzatması en az düzeyde ve toplam kaldıraç kolunun yaklaşık %10'udur. Diz ekstansiyona getirildikçe, patella, femur oluğunda yükselir ve tendonda önemli bir öne doğru yer değiştirme sağlar. Ekstansiyon 45° 'ye doğru yaklaşırken kuadriseps kuvvet kolu hızla uzar, bu noktada patella, kuadriseps kuvvet kolunu %30 uzatmış olur. Diz daha ileri derecedeki ekstansiyonunda kuvvet kolu hafifçe kısalır (19,20).

Sağlıklı bir dizdeki rotasyon merkezinin, dizin fleksiyonu ile yer değiştirmesinin nedeni, fleksiyon sırasında femurun tibia üzerinde dönme ve kaymasıdır. Otururken yapılan diz hareketi sırasında eklem gelen yükler ile merdiven çıkarken gelen yükler arasında ciddi farklar vardır. Merdiven çıkarken patello-femoral eklem binen yükler, vücut ağırlığının 4-5 katı olabilir. Ayakta duran bir insanda çömelme hareketi ile oluşan diz fleksiyonunda femur tibia üzerinde yuvarlanırken öne doğru kayar ve dizin temas ettiği noktaya çizilen dik çizgi üzerinde bulunan rotasyon merkezi de sürekli değişmiş olur. Bu da moment kolunun uzunluğunu sürekli değiştirir. Diz ekstansiyondayken patella eklem yüzüne gelen kuvvet en azdır. Fleksiyonun artması ile birlikte bu

kuvvet de artar ve 60-90 derece fleksiyon arasında en fazladır. Diz 10-20 derece fleksiyonu ile patella alt ucu ile femur trokleası arasında temas başlar. 90 dereceden sonra kuadriseps tendonu ve troklea arasında temas başlar, patello-femoral eklem stabilitesi kaslar, medial ve lateral retinaküler yapılar, bunların oluşturduğu bağlar ve kemik yapının şekli ile sağlanır. Tam ekstansiyon ile 30 derece fleksiyon arasında dinamik stabiliteyi vastus medialis obliquus kası sağlar. Bu sırada statik stabiliteyi sağlayan en önemli yapı, laterale doğru olan güçlerin yarısından fazlasını karşılayan medial patellofemoral ligamenttir. Daha ileri fleksiyon derecelerinde patella troklear oluk içine girdiği için, stabilite kemik yapı tarafından sağlanır (9-12).

Hvid tarafından tanımlanan Q açısı (Quadriceps açısı), femurun uzatılmış anatomik aksı ile patellanın merkezinden tibial tüberküle çizilen çizgi arasında kalan açıdır (21) (Resim 5). Normalde bu açı 5-8 derecedir. Kadınlarda daha yüksektir. Üst sınır erkeklerde 12 derece, kadınlarda 15 derecedir ve 20 derecenin üstü patolojik kabul edilir. Diz ekstansiyonda yani hiçbir patellofemoral temas yok iken kuadriseps kasıtıldığında gerilme kuvveti SİAS ve tuberositas tibiayı aynı doğrultuya getirmek isteyeceğinden patella laterale doğru kayar, bu da Q açısının büyüklüğüyle orantılıdır. Diz fleksiyona geldikçe ve patellofemoral temas başladıkça tibianın iç rotasyonu nedeniyle Q açısı azalacak ama tam sıfırlanmayacağı veya medial tarafa geçmeyeceği için patellar tendonda oluşan gerilme kuvvetinin yine laterale doğru bir bileşeni



Resim 5. Q açısı çizilmesi.

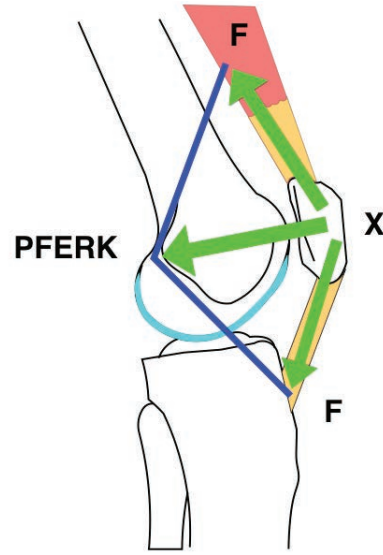
olacaktır. 30 derece fleksiyonda bu açının üst sınırı ortalama 12 derece (erkeklerde 11, kadında 13) olurken 90 derece fleksiyonda 10 derecenin altına iner. Fakat ilerleyen fleksiyonla beraber sulkusa oturan patella, sulkusun derinliği sayesinde stabil kalır. Eğer kemik uyumu yeterli değilse (troklea displazisi gibi) stabilizasyon sadece yumuşak dokular tarafından sağlanmaya çalışılacak ve ileride subluksasyon gelişecektir. Sulkus derinliği uygun olan fakat Q açısı fazla olan hastalarda ise lateral taraftaki eklem reaksiyon kuvveti daha yüksek olacaktır (10,14-16).

Aglietti ve ark., Hungerford ve Barry gibi birçok araştırmacı dizin fleksiyonu sırasında patella ve troklea arasındaki temas alanlarının değişikliklerini tanımlamışlardır (22,23). Patellofemoral temas alanı 20° fleksiyonda 2,6 cm², 90° fleksiyonda 4,1 cm² dir. Patellofemoral temas basıncı 20° fleksiyonda 2,0 MPa iken, 90° fleksiyonda 4,4 MPa'ya yükselir ve 120° fleksiyonda tekrar 2,0 MPa'ya düşer. Basıncıdaki en hızlı artış ise 30 ve 60 fleksiyon dereceleri arasında meydana gelmektedir (24).

Sağlıklı bir dizde, horizontal bir kesit yapıldığında patella eklem yüzü altında muntazam bir subkondral kalınlaşma görülür. Maquet, bu subkondral kalınlaşmanın eklem yüzüne gelen basıncın muntazam olarak dağılmasını gösterdiğini düşünmektedir (25). Diz tam ekstansiyondan 90 derece fleksiyona geliş sırasında patellanın arka yüzündeki temas alanı inferiora superiora doğru kayar (1). Tam ekstansiyonda patella, suprapatellar yağ yastıkçığının üzerindedir bu nedenle çok az kompresif yük vardır. Çoğunlukla patellofemoral temas yaklaşık 20 derece fleksiyonda başlar. Daha erken veya geç başlıyor olması patella alta, patella baja gibi patellar tendonun uzunluğunun değiştiği durumlarda görülür. Patellanın orta kısmı dizin 60 derece fleksiyonunda patellanın üst kısmı ise 90 derece fleksiyonda troklea ile eklem yapar. 120 derecenin üzerinde fleksiyonda ise patella sadece medial ve lateral kondillerle eklem yapar (19).

Dizin fleksiyonu boyunca, quadriceps kasının kasılma kuvveti patellar tendona iletmesi rolünün sonucu olarak patella, arkaya doğru gitmesine engel olan trokleanın oluşturduğu bir eklem reaksiyon kuvvetine maruz kalır. Patellofemoral eklem reaksiyon kuvveti büyüklüğü sadece quadriceps kasının kasılma gücüne bağlı değildir. Diz fleksiyon açısı da bu kuvvetin büyüklüğüne etki eder (15,16). Temas yüzündeki eklem reaksiyon kuvvetini quadriceps tendonu ve patellar tendondaki gerilme kuvvetlerinin bileşkesi oluşturur (**Resim 6**).

Düz zeminde yürürken diz fleksiyon miktarı göreceli olarak düşüktür, aynı zamanda hesaplanan patellofemoral eklem tepki kuvveti de düşük değerdedir (26). Bu kuvvetin en yüksek değeri, yürümenin



Resim 6. Patellofemoral eklem reaksiyon kuvveti (PFERK) kuadriceps tendonu ve patellar tendondaki gerilme kuvvetlerinin bileşkesinden (vektör) oluşur.

topuğun yerde durma evresinde diz fleksiyonun en büyük olduğu durumdadır ve vücut ağırlığının yarısı kadardır. Patellofemoral eklemde daha yüksek tepki kuvvetleri diz fleksiyonunun fazla olduğu aktivitelerde ortaya çıkar. Merdiven çıkma ve inme sırasında diz yaklaşık 90° fleksiyonunda bu kuvvet en üst düzeye, vücut ağırlığının hemen hemen 3.3 katına ulaşır bu da düz zeminde yürümede elde edilen değerlerin yaklaşık 7-8 katıdır (16).

Bağların Biyomekanik Özellikleri:

İç Yan Bağ: Yüzeyel ve derin olarak iki kesimden oluşan iç yan bağın, medial stabilite için en önemli kısmı yüzeyel kısmıdır. Bu kısmın anterior vertikal lifleri fleksiyonda gergindir. Buna karşın posterior oblik lifleri ekstansiyonda gergindir (10-16).

Dış Yan Bağ: İç yan bağın aksi yönde çalışır. Ekstansiyonda gergin olan bağ, fleksiyonda bir miktar gevşeyerek hafif bir rotasyona izin verir. Dış yan bağ, tüm fleksiyon derecelerinde, varus zorlamalarına karşı stabiliteyi sağlayan en önemli yapıdır (10-16).

Arka Çapraz Bağ: Bağ, tibianın posterior translasyonunu engelleyen en önemli yapıdır. Arkaya doğru olan stabilitenin % 90'ını arka çapraz bağ sağlar (10-16).

Ön Çapraz Bağ: Bağ, tibianın femur altında öne doğru yer değiştirmesini engelleyen en önemli yapıdır. Ön çapraz bağ yokluğunda, menisküs arka boynuzları

ve kapsül, bir miktar anterior stabiliteyi sağlar ancak bu fizyolojik yüklenmelere direnecek kadar güçlü değildir. Bağı diğer bir işlevi tibial iç rotasyonun engellenmesidir, bu işlev özellikle fleksiyonun ilk 30 derecesinde belirgindir (10-16).

Menisküslerin Biyomekanik Özellikleri:

Menisküs, büyük kısmı avasküler olmasına rağmen aktif bir dokudur. Fibrokondrositler, yük değişimlerine proteoglikan sentezini değiştirerek cevap verirler. Dize yüklenildiğinde, menisküsler üçgen yapıları nedeniyle periferde doğru itilir ve bu sırada sirkumferensiyel lifler boyunca gerim güçleri oluşur. Proteoglikanlar, biyokimyasal özellikleri nedeniyle kompresif güçlere karşı dayanma yeteneğine sahiptirler. Hidrofilik olmaları nedeniyle kendi ağırlıklarının 50 misli su tutabilirler ve yüklendiklerinde bunun % 20'sini ortama salabilirler. Menisküslerin yüklenmeye cevabı iki fazlıdır: (i) Proteoglikanlar tarafından emilen sıvının eklem salınması ve (ii) proteoglikan ve kollajen zincirleri arasındaki kayma hareketi sonucu gelişen elastik deformasyondur. Bu sayede, menisküs yük altında kaldığında bir miktar şekil değiştirir ve üzerine gelen kuvveti dağıtır, yük ortadan kalktığında, tekrar eski boyutlarına döner ve ortama saldığı sıvıyı geri emer. Bu sıvı akımı hem fibrokondrositlerin beslenmesine yardımcı olur, hem de eklem lubricasyonuna katkıda bulunur. Menisküsün sertliği, eklem kırıkdağının yarısı kadardır, yani daha kolay deforme olabilir. Bu şekilde eklem kırıkdağını koruyan bir amortisör şeklinde çalışır. Yürüme sırasında vücut ağırlığının 1,3 katı, koşma sırasında 2 katı yük dizler tarafından aktarılır. 150 kiloya kadar olan yüklerde, lateral kompartmanda yükün tamamına yakın kısmını dış menisküs aktarır, medial kompartmanda ise yük menisküs ve eklem kırıkdağı arasında eşit olarak paylaşılır. Dizin tamamı göz önüne alındığında, her iki menisküs, dize gelen yüklerin %35- 50'sini taşır. Her iki menisküsün ön boynuzları, arka boynuzlara göre daha hareketlidir (27,28).

Varus-valgus osteotomisinin mekaniği

Günümüzde en sık uygulanan osteotomilerden olan proksimal tibia medial açık kama osteotomisi sıklıkla yüksek tibial osteotomi (YTO) olarak bilinir. Mekaniğe bakılmaksızın bu seçimi destekleyen çeşitli anatomik ve cerrahi faktörler vardır. Bir osteotomi planlanırken kullanılan en yaygın yöntem uygun alt ekstremite dizilimini elde edebilmek için alt ekstremite hareket aksının belirlenmesidir. Daha iyi bir kanıt yokluğunda, dizilim genellikle doğru bir me-

kanik aks elde etmeyi hedefler (femur başı merkezi-diz-tibiotalar eklem merkezi). Kritik soru şudur 'Bu mekanik eksenin diz eklemine neresinden geçtiği ve nereye konumlandırılması gerektiğidir?'. En yaygın senaryoda hafif bir varus dizilim bozukluğu mevcuttur, böylece preoperatif mekanik aks diz eklem merkezinin medialinde kalmaktadır. Medialden laterale kayan kuvvet vektörünün tibiofemoral eklem temas basıncı üzerine etkisini araştıran, literatürdeki tek çalışmaya göre; yük vektörü diz eklemi merkezinden geçtiği takdirde lateral kompartmandaki temas basıncı mediale göre %70 daha fazla olduğudur.

Her ne kadar Marti ve ark. nın (29) yeniden dizilim kılavuzları mantıklı çekiciliğini korusa da, kırıkdağ hasarının ilerlemesine neden olan eklem temas basıncı hakkında yetersiz bilgimiz, düzeltici osteotomi sonrası kırıkdağ yapımı veya rejenerasyonu konusuna da tam cevap verememektedir. Bu nedenle her zamanki klinik takiplerimizi yürüme analizleri ve bilgisayar destekli modellemelerle desteklemek, gelecekte planlanan her hasta için objektif deliller elde edilip uygun girişimler seçmek için, gerekecektir (30).

Kaynaklar

1. Beynon BD, Johnson Rj. Knee. Relavant biomechanics In: DeLae JC, Drez D. Eds Orthopaedic Sports Medicine. Principles and Practice Philadelphia WB Saunders 1996:1113-1133.
2. Heller MO, Matziolis G, König C, Taylor WR, S. Hinterwimmer, H. Graichen at all. Musculoskeletal biomechanics of the knee joint. Principles of preoperative planning for osteotomy and joint replacement. Orthopade 2007;36:628-634.
3. Kpandji IA. The Physiology of the Joints. Annotated diagrams of the mechanics of the human joints. New York: Churchill Livingstone, 1970:72-135
4. Dennis DA, Komistek RD, Mahfouz MR, Walker SA, Tucker A. A multicenter analysis of axial femorotibial rotation after total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res. 2004;428:180-189.
5. Dennis DA, Komistek RD, Mahfouz MR, Haas BD, Stiehl JB. Multicenter determination of in vivo kinematics after total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res. 2003;416:37-57.
6. Rosenberg A, Mikosz RP, Mohler CG. Basic Knee Biomechanics. In: Scott WN (Ed). The knee Vol-1. 9th ed. St. Louis: Mosby-Year Book Inc; 1994. p.75-94.
7. Komistek RD, Dennis DA, Mahfouz M. In vivo fluoroscopic analysis of the normal human knee. Clin Orthop Relat Res. 2003;410:69-81.
8. Robertsson O, Dunbar MJ. Patient satisfaction compared with general health and disease-specific questionnaires in knee arthroplasty patients. J Arthroplasty. 2001;16:476-482.
9. Tamaki M, Tomita T, Watanabe T, Yamazaki T, Yoshikawa H, Sugamoto K. In vivo kinematic analysis of a high-flexion, posterior-stabilized, mobile-bearing knee prosthesis in deep knee bending motion. J Arthroplasty. 2009;24:972-978.
10. Vaupel G, Dye S. Functional knee anatomy. In: Baker CL, Flandry F, Henderson JM, eds. The Hughston Clinic Sports Medicine Book. Baltimore: Williams & Wilkins; 1995:403-415.
11. Flandry F. A classification of knee ligament instability. In: Baker CL, Flandry F, Henderson JM, eds. The Hughston Clinic Sports Medicine

- Book. Baltimore: Williams & Wilkins; 1995: 481–493.
12. Flandry F, Hommel G. Normal anatomy and biomechanics of the knee. *Sports Med Arthrosc Rev.* 2011;19(2):82-92.
 13. Fujisawa Y, Masuhara K, Shiomi S. The effect of high tibial osteotomy on osteoarthritis of the knee. An arthroscopic study of 54 knee joints. *Orthop Clin North Am.* 1979 Jul;10(3):585-608.
 14. Zaffagnini S, Dejour D, Grassi A, Bonanzinga T, Marcheggiani Muciolli GM, Colle F et al. Patellofemoral anatomy and biomechanics: current concepts. *Joints.* 2013 Oct 24;1(2):15-20.
 15. Rosenberg A, Mikosz RP, Mohler CG. Basic Knee Biomechanics. In: Scott WN (Ed). *The knee Vol-1.* 9th ed. St. Louis: Mosby-Year Book Inc; 1994. p.75-94.
 16. Amis AA. Anterolateral knee biomechanics. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017;25(4):1015-1023.
 17. Mow VC, Flatyow EL, Ateshian GA, Biomechanics. In: Buckwalter JA, Einhorn TA, Simon SR editors. *Orthopaedic Basic Science.* 2nd ed. Rosemont, IL: American Academy of Orthopaedic Surgeons; 2000. p. 133-80
 18. Tümer ST. Biyomekaniğe giriş: Mekaniğin temel prensipleri. In: Beyazova M, Gökçe-Kutsal Y, editörler. *Fiziksel tıp ve rehabilitasyon.* Cilt 1. Ankara: Güneş Kitapevi; 2000. s. 83-137.
 19. Aglietti P, Giron F, Cuomo P. Disorders of patellofemoral joint. In: Scott WN editor. *Surgery of the knee.* New York: Churchill Livingstone; 2006 p. 807-936.
 20. Woo SL, Thomas M, Chan Saw SS. Contribution of biomechanics, orthopaedics and rehabilitation: the past present and future. *Surgeon.* 2004;2(3):125-136.
 21. Hvid I. Trabecular bone strength at the knee. *Clin Orthop Relat Res.* 1988;227:210-221.
 22. Aglietti P, Buzzi R, De Felice R, Giron F. The Insall-Burstein total knee replacement in osteoarthritis: a 10-year minimum follow-up. *J Arthroplasty.* 1999;14(5):560-565.
 23. Hungerford DS, Barry M. Biomechanics of the patellofemoral joint. *Clin Orthop Relat Res.* 1979 Oct;(144):9-15.
 24. Dye SF. Functional anatomy and biomechanics of the patellofemoral joint. In: Scott WN (Ed). *The Knee Vol-1.* 9th ed. St. Louis: Mosby-Year Book Inc; 1994. p.382-384.
 25. Maquet PGJ. Biomechanics of the knee. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1976. p. 56-140.
 26. Frankel VH, Nordin M. *Basis biomechanics of the skeletal system.* Lea & Febiger, Philadelphia, 1980 p. 115-148.
 27. Halewood C, Amis AA. Clinically relevant biomechanics of the knee capsule and ligaments. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015;23(10):2789-2796.
 28. Donahue TL, Fisher MB, Maher SA. Meniscus mechanics and mechanobiology. *J Biomech.* 2015;48(8):1341-2.
 29. Marti CB, Gautier E, Wachtl SW, Jakob RP (2004) Accuracy of frontal and sagittal plane correction in open-wedge high tibial osteotomy. *Arthroscopy* 20:366–372
 30. Amis AA. Biomechanics of high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013 Jan;21(1):197-205. doi: 10.1007/s00167-012-2122-3. Epub 2012 Jul 7. Review. PubMed PMID: 22773067.

Diz Osteoartritinin Etiyolojisi ve Patolojisi

Korcan Yüksel, Onur Kocadal, Mehmet Altun

GİRİŞ

Osteoartrit dünya genelinde erişkinlerde en yaygın eklem hastalığıdır (1, 2). Günümüzde yaşlı popülasyonun artmasına paralel olarak görülme sıklığı artmaktadır. Yirmi beş yaşındaki erişkinlerde hastalığın prevalansı %13,9 iken 65 yaş ve üstünde hastalık %33,6 oranında görülmektedir (3). Osteoartrit en basit şekilde eklem dejenerasyonu olarak ifade edilse de hastalığın immünolojik, biyokimyasal, klinik ve radyolojik olarak çok farklı tanımları bulunmaktadır. Günümüzde hastalığın tanı ve tedavi kistaslarının standardizasyonu için yoğun çaba harcanmaktadır. Osteoarthritis Research Society International (OARSI) topluluğu, hastalığı 'hücrel stres ve bağışıklık sisteminin uygun olmayan onarım yanıtlarını aktive eden mikro veya makro hasarla başlatılan hücre dışı matriks bozulması ile karakterize hareketli eklemleri içeren bir bozukluk' olarak tanımlamaktadır (4).

Osteoartrit kavramı ele alınırken radyolojik ve klinik değerlendirmenin yanı sıra hücrel düzeyde meydana gelen değişikliklerin de ele alınması önemlidir. Bu durum hastalığa ait prevalans çalışmalarına da yansımıştır. Kırk beş yaş üstü popülasyonda radyolojik osteoartrit varlığı %19-28 olarak rapor edilmişken; klinik ve radyolojik olarak osteoartrit prevalansı %17 olarak rapor edilmiştir (5, 6). Dolayısıyla hastalığın tanımlanmasında, epidemiyolojik kavramların ele alınmasında, tanı kriterlerinin belirlenmesinde ve tedavi algoritmalarının değerlendirilmesinde bütünsel bir yaklaşım uygun olacaktır.

EPİDEMIYOLOJİ

Osteoartrit diz ekleminde sık görülmekte olup diz osteoartriti tüm erişkin popülasyonun % 6'sını etkilemektedir (1). Radyografik perspektiften bakıldığında 60 yaş üstü hastalarda diz osteoartriti prevalansı %33 olarak bildirilmiştir (5, 7). Kadınlarda her iki tarafta yaklaşık benzer oranda görülürken 60-64 yaş arası erkeklerde sağ dizde %23, sol dizde ise % 16,3 oranında görülmektedir (1).

PATOFIZYOLOJİ

Osteoartrite yönelik risk faktörlerinin daha iyi anlaşılabilmesi için hastalığa hücrel mikro çevreden bakılması daha uygun olacaktır. Kıkırdak dokusunun avasküler ve kendini yenileme kapasitesinin düşük olması sebebiyle osteoartrit uzun bir dönem sebebi bilinmeyen, ilerleyici kıkırdak dejenerasyonu ile karakterize bir durum olarak görülmüştür. Buna karşın hastalığa ait temel bilim alanındaki yoğun çalışmalar hastalığın geri dönüşümsüz kıkırdak hasarından ziyade karmaşık basamakları içeren bir enflamatuar süreç olabileceğini ortaya koymaktadır (8).

Hastalığın kökenine ait geleneksel kabul gören fizyopatolojik kuram 'non-enflamatuar süreç' olmasına karşın bu durumun sorgulanmasına neden olabilecek bir dizi 'enflamatuar aktivite' saptanmıştır. Günümüzde enflamatuar artropati kavramı genel olarak romatizmal kökenli artropatileri akla getirirse de osteoartrit etiyojisinde enflamasyonun yadsınamayacak bir rolü olduğu bilinmelidir. İki hastalığı ayıran temel fark, bu hastalıklardan etkilenen dokulardır. Romato-

id artritte etkilenen ana doku sinovya iken osteoartritte kıkırdak dokusudur (9).

Hastaların yaklaşık yarısında sinoviyal membran da T hücre aracılığı ile gelişen enflamatuar yanıt mevcuttur (10, 11). Aktive olan T hücreleri; interlökin ve gama interferon yardımıyla osteoklast ve makrofajları uyarır. Sonuç olarak doku düzeyinde artmış matriks metalloproteinaz (MMP) üretimi, kollajenaz üretimi ve kıkırdak dokusunda direkt veya endirekt olarak hasara neden olan bazı mediatörlerin salınımına neden olan T hücre aracılı enflamatuar yanıt osteoartrit gelişiminden sorumlu mekanizmaların bir bölümünü teşkil etmektedir (10,12,13).

Osteoartrit, geçmişte kıkırdak dokusunun ilerleyici yıkımı ile karakterize bir hastalık olarak tanımlanmıştır. Buna karşın hastalık sürecinde kıkırdak yıkımından ziyade tamir basamakları da mevcut hasarı kompanse etmeye çalışmaktadır. Dolayısıyla hastalığın biyolojik kökeni yıkım (katabolizma) ve yapım (anabolizma) mekanizmaları arasındaki dengenin bozulmasıdır. Osteoartritte anabolik ve katabolik dengenin yıkım yönüne kayması hastalığın fizyopatolojisindeki önemli basamaklardan birisidir (14). Yapım ve yıkım bir takım mediatörler aracılığı ile gerçekleşir. Bu mediatörler anabolizan ve katabolizan mediatörler olarak iki gruba ayrılabilir. Anabolik mediatörler; insulin-like growth hormone [insülin benzeri büyüme hormonu (IGF)], transforming growth factor-b [dönüştürücü büyüme faktörü (TGF-b)], fibroblast growth factor [fibroblast büyüme faktörü (FGF)] ve bone morphological proteins [kemik morfolojik proteinleri (BMP)] olarak sıralanabilirler. Katabolik mediatörler ise interlökin-1 (IL-1), Tümör Nekrotizan Faktör a (TNFa) ve Nitrik oksittir (NO) (9, 15).

Anabolik mediatörler

İnsülin benzeri büyüme hormonu (IGF)

IGF, esas olarak kıkırdak matriksin sentezini stimüle edip, bozunumunu inhibe eder (16). IGF, kıkırdak proteoglikanlarının sentezi ve osteoartritteki osteofitlerin oluşumu gibi kritik süreçlerden sorumludur (17, 18). Osteoartritte kıkırdak dokuda IGF sentezinin azaldığı veya inhibe edildiği ve katabolik sürecin geliştiği de gösterilmiştir (9). IGF, prostaglandin sentezinden sorumlu ana moleküllerden birisidir. Matriks metalloproteinazlar gibi hücre dışı kaynaklı proteinazların yıkıcı etkisi doku düzeyinde IGF ve TGF-b gibi anabolik büyüme hormonları ile dengelenir. Osteoartritte kıkırdaklarda meydana gelen değişiklikler kısmen artiküler kondrositler üzerindeki IGF etkilerinin kaybedilmesi nedeniyle ortaya çıkmaktadır (14).

Dönüştürücü büyüme faktörü-b (TGF-b)

TGF-b kıkırdak biyosentezini ve onarımını hızlandır ve kıkırdak degradasyonunu azaltan bir mediatördür (9, 19). TGF-b'nin inhibisyonunun osteoartrit gelişimini tetikleyeceği bildirilmiştir (20). TGF-b'nin rol aldığı bir diğer önemli durum osteofit oluşumudur (21). Bununla beraber TGF-b anabolik etkilerinin yanında zaman zaman katabolik etki de göstermektedir (19). Subkondral dokuda artmış TGF-b aktivitesinin osteoartrite zemin hazırlayabileceği de öne sürülmüştür (22).

Kemik morfolojik proteinleri (BMP)

TGF-b ile BMP, kemik-kıkırdak dokuların oluşumu ve gelişiminde kritik rol oynar (23-25). BMP, kıkırdak matriksinin sentezini uyarır (26). BMP'nin ekondral kemik oluşumu, osteofit oluşumu gibi olaylarda rol aldığı bilinmektedir (23). Tıpkı TGF-b ve IGF gibi BMP'de anabolik etkisinin yanında antikatabolik etki de gösterir.

Katabolik mediatörler

İnterlökin 1 (IL-1)

IL-1, osteoartritte rol alan katabolik moleküllerden birisi olup bu etkisini eklem kıkırdağı harabiyetine yol açan proteaz üretimi, proteoglikan sentez inhibisyonu gibi mekanizmalar üzerinden gösterir (9,14). Tip 2 kollajen ve agregan ekspresyonunu baskılar (27, 28). Osteoartritik kıkırdak dokularda, sinovya ve subkondral kemikte yüksek miktarda IL-1 içeriği saptanmıştır (29, 30). Eklem içi rekombinant IL-1 enjeksiyonlarının eklem kıkırdağında harabiyete yol açtığı belirtilmiştir (15).

Tümör Nekrotizan Faktör a (TNFa)

TNF, osteoartrit patogenezisinde IL-1 ile beraber kritik rol oynayan ana mediatörlerden birisidir (14). IL-1'e benzer şekilde osteoartritik sinoviyal ve kıkırdak dokularda ekspresyonu artmıştır. Matriks metalloproteinazları gibi katabolik moleküllerin salınımını artırır (31). Ayrıca proteoglikan ve kollajen üretimini baskılar (30, 32).

Nitrik oksit (NO)

Osteoartrit gelişiminde önemli faktörlerden birisi de apoptozisdir. Blanco ve ark. osteoartriti olan 16 doku örneğini, hastalığı taşımayan 7 örnek ile karşılaştırmıştır (33). Yazarlar, çalışmalarında osteoartritik dokularda kıkırdak hücrelerinin çekirdek ve sitoplazmalarında yaygın apoptotik değişiklikler saptadıklarını bildirmişlerdir. Bu değişikliklerin kıkırdak dokusunun yüzeysel ve orta tabakalarında olduğu

roteinazları (tip 1,3,9,13), osteopontin ve kemokinler olarak sıralanabilir (35). Kondrositlerdeki mekanizmalara benzer şekilde sinoviyal dokuda da katabolik mekanizmaları dengeleyen bazı anti-enflamatuvar sitokinler üretilir (44)

Subkondral kemik

Subkondral kemik, osteoartritte önemli değişikliklerin görüldüğü önemli bölgelerden biridir. Eklem çevresi kemik dokusu subkondral plak ve subkondral trabeküler kemik olarak iki katmana ayrılır (41). Subkondral plak, kemiğin kırık dokusuna bakan yüzündeki kanlanması nispeten az olan kortikal kemik dokusudur. Hemen üzerinde kırıkdağın en derin katmanı olan kalsifiye kırıkdağ tabakası bulunmaktadır.

Subkondral kemik dokusunun travma ya da herhangi bir nedenle stimülasyonu kemik remodelasyonu ile ilişkilendirilmektedir. İleri evre kırıkdağ yaralanmalarının tedavisinde uygulanan mikrokirik prosedürü bu bölgenin stimüle edilerek hasarlı dokunun onarılması prensibine dayanmaktadır. Osteoartritte kemik dokusunun yoğunluğunda artma ve subkondral kemik dokusunda skleroz gibi değişiklikler görülür (9, 49). Skleroz, subkondral kemik stimülasyonu ile yeni kemik oluşumu ve bu kemik dokusunun mineralizasyonu ile gelişen süreci tanımlar (50). Bu bölgedeki kortikal kemik dokusunda mineralizasyon artışı görülmesine karşın, trabeküler kemik mineralizasyonunda azalma meydana gelir (50).

Subkondral kemikteki yapısal değişiklikler kırıkdağ lezyonlarının ilerleyici dejenerasyonunda kritik rol oynar (51). Subkondral kemik ne kadar geniş miktarda açığa çıkarsa, son-plak sertleşmesi ve mikroçatlaklar artarak osteoartrit ilerleyişini hızlandırmaktadır (51).

RISK FAKTÖRLERİ

Diz osteoartritin gelişiminde çok sayıda etiyolojik faktör rol oynamaktadır. Bu faktörler genel ve lokal risk faktörleri olarak sınıflandırılabilir (52). Sistemik risk faktörleri; genetik eğilim, ileri yaş, cinsiyet, artmış vücut kitle indeksi, endokrinopatiler, sigara kullanımı, kemik mineral yoğunluğu, östrojen azlığı, oral kontraseptif kullanımı, depresyon, düşük eğitim düzeyi lokal faktörler ise; travma, geçirilmiş diz cerrahisi, alt ekstremitte dizlim bozuklukları, kas güçsüzlüğü, hiperlaksite ve artmış fiziksel aktivite olarak sıralanabilir (52-55). Diz osteoartriti gelişimi aslında multifaktöryel bir durum olup çok fazla sayıda etmenin üzerinde durulmaktadır. Bu bölümde sık karşılaşılan risk faktörleri üzerinde durulacaktır.

Genel risk faktörleri

Genetik faktörler

Günümüzde genetik bilimindeki ilerlemeler ve osteoartrit hakkındaki bilgi dağarcığımız arttıkça diz osteoartritin etiyolojisinde kalıtsal faktörlerin rolü açığa çıkmaktadır. Spector ve ark. ikizler üzerinde gerçekleştirilen çalışmalarda diz osteoartritin hastalığı taşıyan kişilerin ikiz eşlerinde de %39-65 oranında görüldüğünü rapor etmişlerdir (56). Ailede osteoartrit varlığı olan olguların izlenerek dizde meydana gelişen değişiklikleri ortaya koymaya çalışıldığı bazı çalışmalar mevcuttur. Pan ve ark. pozitif aile hikayesi olan 115 olguyu 10 yıl süre ile ileriye-dönük olarak izlemiş bu hastalarda kontrol gurubuna göre daha yüksek oranda kırıkdağ ve menisküs hasarı gibi osteoartrit öncülü lezyonlar saptamışlardır (57). Günümüzde osteoartrit ile ilişkili gen çalışmalarında hastalıktan sorumlu olabilecek GDF5, ASPN, SMAD3, EDG2, IL1RA, DVWA, BTNL2, HLA-DQB1 gibi bazı genler saptanmıştır (58). Dolayısı ile hastalığın gelişimi üzerinde genetik faktörlerin rolü olduğu açıktır.

Yaş

İlerleyen yaş ile birlikte diz osteoartritin görülme sıklığı artmaktadır. Genel olarak osteoartrit, 25-34 yaş civarında %0,1 oranında görülürken, 65 yaş üzerinde yaklaşık olarak %80 oranında görülmektedir (37). 70-75 yaş arası popülasyonda diz osteoartriti prevalansı ise %40 olarak rapor edilmiştir (59). Buna karşın hastalık görülme sıklığı özellikle 50-75 yaşları arasında dramatik şekilde artmakta olup, artış düzeyi 75 yaşın üstünde azalmaktadır (60). Silverwood ve ark. yaşın diz osteoartriti üzerine etkisini konu alan meta-analiz çalışmalarında yüksek nitelikli 19 çalışmayı değerlendirmiş ve sonuç olarak ilerleyen yaşla beraber diz osteoartriti görülme sıklığının arttığını ifade etmişlerdir (53).

Cinsiyet

Diz osteoartriti etiyolojisinde önemli faktörlerden bir diğeri cinsiyettir (53). Kadınlarda erkeklere göre diz osteoartriti 1.84 kat daha sık görülmektedir (54). Bu durum, kadınlarda yüksek miktarda bulunan adipoz dokudan salınan leptin gibi ürünlerin fazlalığı, östrojen miktarının azalması gibi faktörlerle ilişkilendirilmiştir (55, 61). Sebebi her ne olursa olsun kadın cinsiyet günümüzde net bir şekilde diz osteoartrit için risk faktörü olarak kabul edilmektedir.

Vücut kitle indeksi

Obezite sıklığı günümüzde her geçen gün artan, yaşam kalitesini bozan bir durum olup pek çok hastalığın etiyolojisinde rol oynamaktadır. Günümüzde hız-

la artan bu hastalık diz ekleminde de ciddi problemlere yol açmaktadır. Literatürde osteoartrit ile artmış vücut kütle indeksinin ilişkisini irdeleyen çok sayıda çalışma mevcuttur. Vücut kütle indeksindeki her 5 birimlik artış diz osteoartriti gelişim riskini %35 oranında arttırmaktadır (62). Artan vücut kütle indeksi diz ekleminde artmış fleksiyon, addüksiyon ve rotasyon momenti yaratarak diz biyomekaniğini değiştirmekte ve sonuç olarak osteoartrit gelişimine neden olmaktadır (63). Vücut kütle indeksindeki her 1 birimlik artış total diz artroplastisine gidiş riskini %8.6-10.5 oranında arttırmaktadır (64).

Endokrin hastalıklar

Diz osteoartritinde bazı endokrinopatilerin rol oynayabileceği öne sürülmüştür. Etiyolojik olarak suçlanan bazı endokrin bozukluklar akromegali, hiperürisemi, hiperparatiroidizm ve diabetes mellitus olarak sıralanabilir (1). Osteoartrit etiyojisinde faktörleri tek tek belirlemek çok olası olmayabilir. Hastalığın nispeten ileri yaşta görülmesi ve bu yaş grubunda çok sayıda patolojinin görülmesi bu problemin ana sebebidir. Osteoartrit etiyojisinde de diyabet gibi endokrin bozukluklar, izole görülmekten ziyade genellikle hipertansiyon, obezite, hiperlipidemi gibi 'metabolik sendrom' patolojisinin bir bileşeni olarak karşımıza çıkar. Metabolik sendromu olan 559 hastanın değerlendirildiği bir çalışmada tip 2 diyabetli olmanın diz eklem aralığında daralma için prediktör (öngördürücü) bir durum olduğu ortaya konmuştur (65). Son yıllarda yapılan çalışmalar diyabetik hastalarda diz osteoartriti riskinin, hastalığı taşımayanlara göre daha yüksek olduğunu ortaya koymaktadır (66). Diabetes mellitus ile nöropatiye bağlı gelişen duysal uyarıların azalması ve eklem beslenmesinde bozulmanın osteoartrit gelişimine zemin hazırlayabileceği öne sürülmektedir (37).

Sigara kullanımı

Kronik birçok hastalığın gelişiminde sigara kullanımının rolü net bir şekilde ortaya konmuştur. Sigara kullanımının yüksek vücut kütle indeksi, metabolik sendrom, insülin direnci gibi patolojilerle birliktelik göstermesi, enflamasyonu tetiklemesi ve kırık hasarına neden olması gibi faktörler osteoartrit gelişiminde rol oynayabileceğini kuşkusunu yaratmaktadır (67). İlginç bir şekilde literatürde sigara kullanımı ile diz osteoartriti gelişimi arasında ters yönlü bir ilişkinin olduğu hatta osteoartrite karşı koruyucu bir rolünün olduğu öne sürülmüştür (68, 69). Buna karşın bu negatif ilişkinin sebebi henüz net olarak ortaya konamamıştır (70). Karşıt şekilde sigara kullanımını ile diz osteoartriti arasında ilişkinin olmadığını belirten çalışmalar da bulunmaktadır (67). Sonuç olarak

sigara kullanımının sistemik bir çok patolojik etkisine karşın diz osteoartriti gelişimine neden olmadığı söylenebilir.

Kemik yoğunluğu

Diz osteoartritinde kemik mineral yoğunluğu ile etioloji arasındaki ilişki hakkında çelişkili görüşler bulunmaktadır (54). Zhang ve ark. yüksek veya artmış kemik mineral yoğunluğunun radyografik diz osteoartritinde ilerlemeyi azaltıcı etkisi olduğunu ifade etmişlerdir (71). Hart ve ark. tarafından gerçekleştirilen çalışmada ise yüksek kemik mineral yoğunluğu olan kadın hastalarda diz osteoartriti gelişme riskinin daha yüksek olduğu rapor edilmiştir (72). Buna karşın 1403 olgunun değerlendirildiği bir başka çalışmada yüksek sistemik kemik mineral yoğunluğunun osteoartrit mevcudiyeti ve ilerlemesi ile ilişkili olduğu öne sürülmüştür (73). Sonuç olarak kemik mineral yoğunluğu, diz osteoartriti hastalarında bozulmuş olan kemik yapım yıkım döngüsünün bir yansıması olarak patogenez üzerine etkili bir faktör gibi görünmektedir.

Lokal risk faktörleri

Daha önce geçirilmiş diz yaralanması

Diz osteoartriti gelişiminde üzerinde en çok üzerinde durulan faktörlerden birisi geçirilmiş diz yaralanmalarıdır. Herhangi bir yaralanmayı takiben gelişen eklem içi yumuşak doku hasarı ve/veya kırık sekelleri diz biyomekaniğini tamamen değiştirmekte ve diz ekleminde suprafizyolojik değişikliklere neden olmaktadır. Diz eklemi çevresinde meydana gelen kırıklara bağlı gelişen koronal, sagittal veya rotasyonel plan dizilim bozuklukları da benzer şekilde diz biyomekaniğini temelden etkiler.

Menisküs yaralanmaları, fizyolojik yüklenme paternlerinin değişimi ve kırık dokusu üzerinde yüksek tepe basınçları oluşumuna neden olur. Çapraz bağ yaralanmaları ve buna bağlı gelişen instabilite kırık ekleminde destrüksiyona neden olarak benzer şekilde ekleminde osteoartrite zemin hazırlamaktadır. Travma; doğrudan mekanik kırık hasarı yapabildiği gibi meydana getirdiği artmış metabolik ve oksidatif stres paternleri de kırık dokusundaki yapım yıkım döngüsünü negatif yönde etkilemektedir (51). Dolayısıyla travmanın diz osteoartriti üzerine olan etkileri akut ve kronik etkiler olarak ele alınabilir. Akut hasarın dışında kronik tekrarlayıcı travmalar da önemli bir etiyojik faktördür. Sonuç olarak geçirilmiş diz yaralanmaları diz osteoartriti gelişimde rol oynayan majör risk faktörlerinden birisidir (74).

Dizilim bozuklukları

Alt ekstremitte, özellikle de diz eklemi dizilim bozuklukları diz osteoartriti gelişiminde önemli etiyojik

faktörlerdendir. Normalde alt ekstremitte mekanik aksı diz eklemının tam ortasından geçer. Mekanik aks sapmaları diz eklemi biyomekaniğini doğrudan etkilemektedir. Dizilim bozuklukları bu etkilerini diz ekleminde farklı bölgelerde suprafizyolojik yüklenmelere bağlı gelişen biyomekanik etkiler ile gösterirler (51). Diz ekleminde %4-6 oranında varus aks sapması, medial kompartıman yüklenmelerinde %20 oranında artışa neden olur (51, 75). Diz eklemindeki addüksiyon momentleri alt ekstremitte varus diziliminin bir yansımasıdır (76). Dizin varus dizilim bozukluğu, medial kompartıman osteoartritinin gelişiminde 4 kat; valgus dizilim bozukluğu ise 2-5 kat artışa neden olmaktadır (77).

Kas güçsüzlüğü

Kas güçsüzlüğü, osteoartrit etiolojisinde suçlanan önemli faktörlerden birisidir. Özellikle kas zayıflığına bağlı diz ekstansör mekanizmasının güçsüzlüğü önem arz etmektedir. Diz çevresi kaslarının, hareket dışında, eklem stabilizasyonu, propriosepsiyon ve biyomekanik etkileri bulunmaktadır (78). Diz ekstansörleri diz eklemının stabilizasyonunda bir çok emici olarak çalışarak hareket ve yüklenme esnasında diz eklem yüzeylerini korumaktadır (79). Dolayısıyla kas güçsüzlüğünün diz osteoartriti gelişimi üzerine etkili olacağı açıktır. Bununla beraber kas güçsüzlüğünün modifiye edilebilir bir risk faktörü olduğu bilinmelidir.

Sonuç

Diz osteoartriti günümüzde yaşam kalitesini ileri derecede bozan, nüfusun yaşlanmasına paralel olarak görülme sıklığı artan, yüksek derecede sosyal ve ekonomik yük getiren bir hastalıktır. Hastalık geçmişte idiopatik non-enflamatuar bir durum olarak görülmekte iken günümüzde patolojinin kaynağında enflemasyonun rol oynadığı, eklemdaki yapım-yıkım döngüsünün yıkım lehine katastrofik şekilde ilerlediği anlaşılmıştır. Hastalığın sağlıklı şekilde tedavi edilebilmesi için öncelikle patogeneze ait temel kavramların bilinmesi, etiyojik faktörlere hakim olunması gerekmektedir. Etiyopatogenez açığa kavuşturulmuş hastalığın tedavi prensipleri yakın gelecekte oldukça değişme potansiyeli taşımaktadır.

Kaynaklar

1. Michael JW, Schluter-Brust KU, Eysel P. The epidemiology, etiology, diagnosis, and treatment of osteoarthritis of the knee. *Dtsch Arztebl Int.* 2010;107:152-62.
2. Felson DT. Epidemiology of hip and knee osteoarthritis. *Epidemiol Rev.* 1988;10:1-28.

3. Neogi T. The epidemiology and impact of pain in osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage.* 2013;21:1145-53.
4. Kraus VB, Blanco FJ, Englund M, Karsdal MA, Lohmander LS. Call for standardized definitions of osteoarthritis and risk stratification for clinical trials and clinical use. *Osteoarthritis Cartilage.* 2015;23:1233-41.
5. Felson DT, Naimark A, Anderson J, Kazis L, Castelli W, Meenan RF. The prevalence of knee osteoarthritis in the elderly. The Framingham Osteoarthritis Study. *Arthritis Rheum.* 1987;30:914-8.
6. Jordan JM, Helmick CG, Renner JB, Luta G, Dragomir AD, Woodard J, et al. Prevalence of knee symptoms and radiographic and symptomatic knee osteoarthritis in African Americans and Caucasians: the Johnston County Osteoarthritis Project. *J Rheumatol.* 2007;34:172-80.
7. Felson DT. An update on the pathogenesis and epidemiology of osteoarthritis. *Radiol Clin North Am.* 2004;42:1-9, v.
8. Berenbaum F. Osteoarthritis as an inflammatory disease (osteoarthritis is not osteoarthrosis!). *Osteoarthritis and Cartilage.* 2013;21:16-21.
9. van der Kraan PM, van den Berg WB. Anabolic and destructive mediators in osteoarthritis. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2000;3:205-11.
10. Sakkas LI, Platsoucas CD. The role of T cells in the pathogenesis of osteoarthritis. *Arthritis Rheum.* 2007;56:409-24.
11. Sakkas LI, Scanzello C, Johanson N, Burkholder J, Mitra A, Salgame P, et al. T cells and T-cell cytokine transcripts in the synovial membrane in patients with osteoarthritis. *Clin Diagn Lab Immunol.* 1998;5:430-7.
12. Miltenburg AM, Lacraz S, Welgus HG, Dayer JM. Immobilized anti-CD3 antibody activates T cell clones to induce the production of interstitial collagenase, but not tissue inhibitor of metalloproteinases, in monocytic THP-1 cells and dermal fibroblasts. *J Immunol.* 1995;154:2655-67.
13. Klimiuk PA, Yang H, Goronzy JJ, Weyand CM. Production of cytokines and metalloproteinases in rheumatoid synovitis is T cell dependent. *Clin Immunol.* 1999;90:65-78.
14. Hedbom E, Hauselmann HJ. Molecular aspects of pathogenesis in osteoarthritis: the role of inflammation. *Cell Mol Life Sci.* 2002;59:45-53.
15. Goldring MB. Osteoarthritis and cartilage: the role of cytokines. *Curr Rheumatol Rep.* 2000;2:459-65.
16. Tyler JA. Insulin-like growth factor 1 can decrease degradation and promote synthesis of proteoglycan in cartilage exposed to cytokines. *Biochem J.* 1989;260:543-8.
17. Schalkwijk J, Joosten LA, van den Berg WB, van Wyk JJ, van de Putte LB. Insulin-like growth factor stimulation of chondrocyte proteoglycan synthesis by human synovial fluid. *Arthritis Rheum.* 1989;32:66-71.
18. Okazaki K, Jingushi S, Ikenoue T, Urabe K, Sakai H, Ohtsuru A, et al. Expression of insulin-like growth factor I messenger ribonucleic acid in developing osteophytes in murine experimental osteoarthritis and in rats inoculated with growth hormone-secreting tumor. *Endocrinology.* 1999;140:4821-30.
19. Xia B, Di C, Zhang J, Hu S, Jin H, Tong P. Osteoarthritis pathogenesis: a review of molecular mechanisms. *Calcif Tissue Int.* 2014;95:495-505.
20. Blaney Davidson EN, Vitters EL, van der Kraan PM, van den Berg WB. Expression of transforming growth factor-beta (TGFbeta) and the TGFbeta signalling molecule SMAD-2P in spontaneous and instability-induced osteoarthritis: role in cartilage degradation, chondrogenesis and osteophyte formation. *Ann Rheum Dis.* 2006;65:1414-21.

21. Uchino M, Izumi T, Tominaga T, Wakita R, Minehara H, Sekiguchi M, et al. Growth factor expression in the osteophytes of the human femoral head in osteoarthritis. *Clin Orthop Relat Res.* 2000;119:25.
22. Zhen G, Wen C, Jia X, Li Y, Crane JL, Mears SC, et al. Inhibition of TGF-beta signaling in mesenchymal stem cells of subchondral bone attenuates osteoarthritis. *Nat Med.* 2013;19:704-12.
23. Pulsatelli L, Addimanda O, Brusi V, Pavloska B, Meliconi R. New findings in osteoarthritis pathogenesis: therapeutic implications. *Ther Adv Chronic Dis.* 2013;4:23-43.
24. Nishimura R, Hata K, Matsubara T, Wakabayashi M, Yoneda T. Regulation of bone and cartilage development by network between BMP signalling and transcription factors. *J Biochem.* 2012;151:247-54.
25. Lories RJ. Joint homeostasis, restoration, and remodeling in osteoarthritis. *Best Pract Res Clin Rheumatol.* 2008;22:209-20.
26. Aigner T, Kurz B, Fukui N, Sandell L. Roles of chondrocytes in the pathogenesis of osteoarthritis. *Curr Opin Rheumatol.* 2002;14:578-84.
27. Chadjichristos C, Ghayor C, Kyriotou M, Martin G, Renard E, Alakokko L, et al. Sp1 and Sp3 transcription factors mediate interleukin-1 beta down-regulation of human type II collagen gene expression in articular chondrocytes. *J Biol Chem.* 2003;278:39762-72.
28. Stove J, Huch K, Gunther KP, Scharf HP. Interleukin-1beta induces different gene expression of stromelysin, aggrecan and tumor-necrosis-factor-stimulated gene 6 in human osteoarthritic chondrocytes in vitro. *Pathobiology.* 2000;68:144-9.
29. Moos V, Fickert S, Muller B, Weber U, Sieper J. Immunohistological analysis of cytokine expression in human osteoarthritic and healthy cartilage. *J Rheumatol.* 1999;26:870-9.
30. Kapoor M, Martel-Pelletier J, Lajeunesse D, Pelletier JP, Fahmi H. Role of proinflammatory cytokines in the pathophysiology of osteoarthritis. *Nat Rev Rheumatol.* 2011;7:33-42.
31. Lefebvre V, Peeters-Joris C, Vaes G. Modulation by interleukin 1 and tumor necrosis factor alpha of production of collagenase, tissue inhibitor of metalloproteinases and collagen types in differentiated and dedifferentiated articular chondrocytes. *Biochim Biophys Acta.* 1990;1052:366-78.
32. Saklatvala J. Tumour necrosis factor alpha stimulates resorption and inhibits synthesis of proteoglycan in cartilage. *Nature.* 1986;322:547-9.
33. Blanco FJ, Guitian R, Vazquez-Martul E, de Toro FJ, Galdo F. Osteoarthritic chondrocytes die by apoptosis. A possible pathway for osteoarthritic pathology. *Arthritis Rheum.* 1998;41:284-9.
34. Yilmaz E, Yilmaz S, Karakurt L, Serin E. Osteoarthritis nitrik oksit ve malondialdehid düzeyleri. *J Arthroplast & Arthroplast Surg.* 2004;15:7-11.
35. Man GS, Mologhianu G. Osteoarthritis pathogenesis - a complex process that involves the entire joint. *J Med Life.* 2014;7:37-41.
36. Eyre DR, Wu JJ, Fernandes RJ, Pietka TA, Weis MA. Recent developments in cartilage research: matrix biology of the collagen II/IX/XI heterofibril network. *Biochem Soc Trans.* 2002;30:893-9.
37. Doral MN, Dönmez G, Atay ÖA, Bozkurt M, Leblebicioğlu G, Üzümcügil A, et al. Dejeneratif eklem hastalıkları. *Totbid Dergisi.* 2007;6:56-65.
38. Knudson CB, Knudson W. Cartilage proteoglycans. *Semin Cell Dev Biol.* 2001;12:69-78.
39. Aigner T, Soder S, Gebhard PM, McAlinden A, Haag J. Mechanisms of disease: role of chondrocytes in the pathogenesis of osteoarthritis—structure, chaos and senescence. *Nat Clin Pract Rheumatol.* 2007;3:391-9.
40. Goldring MB, Goldring SR. Osteoarthritis. *J Cell Physiol.* 2007;213:626-34.
41. Goldring MB, Goldring SR. Articular cartilage and subchondral bone in the pathogenesis of osteoarthritis. *Ann N Y Acad Sci.* 2010;1192:230-7.
42. Buckwalter JA, Mankin HJ, Grodzinsky AJ. Articular cartilage and osteoarthritis. *Instr Course Lect.* 2005;54:465-80.
43. Scanzello CR, Goldring SR. The role of synovitis in osteoarthritis pathogenesis. *Bone.* 2012;51:249-57.
44. Sellam J, Berenbaum F. The role of synovitis in pathophysiology and clinical symptoms of osteoarthritis. *Nat Rev Rheumatol.* 2010;6:625-35.
45. Ayril X, Pickering EH, Woodworth TG, Mackillop N, Dougados M. Synovitis: a potential predictive factor of structural progression of medial tibiofemoral knee osteoarthritis – results of a 1 year longitudinal arthroscopic study in 422 patients. *Osteoarthritis Cartilage.* 2005;13:361-7.
46. Myers SL, Brandt KD, Ehlich JW, Braunstein EM, Shelbourne KD, Heck DA, et al. Synovial inflammation in patients with early osteoarthritis of the knee. *J Rheumatol.* 1990;17:1662-9.
47. Nakamura H, Yoshino S, Kato T, Tsuruha J, Nishioka K. T-cell mediated inflammatory pathway in osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage.* 1999;7:401-2.
48. Walsh DA, Bonnet CS, Turner EL, Wilson D, Situ M, McWilliams DF. Angiogenesis in the synovium and at the osteochondral junction in osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage.* 2007;15:743-51.
49. Sinigaglia L, Varenna M, Casari S. Bone involvement in osteoarthritis. *Semin Arthritis Rheum.* 2005;34:44-6.
50. Kuran B. Subchondral Bone Changes in Osteoarthritis. *Turkish Journal of Geriatrics* 2011;14:57-61.
51. Heijink A, Gomoll AH, Madry H, Drobnic M, Filardo G, Espregueira-Mendes J, et al. Biomechanical considerations in the pathogenesis of osteoarthritis of the knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2012;20:423-35.
52. Uysal G, Başaran S. Diz osteoartriti Türk Fiz Tıp Rehab Derg. 2009;55:1-7.
53. Silverwood V, Blagojevic-Bucknall M, Jinks C, Jordan JL, Protheroe J, Jordan KP. Current evidence on risk factors for knee osteoarthritis in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Osteoarthritis Cartilage.* 2015;23:507-15.
54. Blagojevic M, Jinks C, Jeffery A, Jordan KP. Risk factors for onset of osteoarthritis of the knee in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Osteoarthritis Cartilage.* 2010;18:24-33.
55. Heidari B. Knee osteoarthritis prevalence, risk factors, pathogenesis and features: Part I. *Caspian J Intern Med.* 2011;2:205-12.
56. Spector TD, Cicuttini F, Baker J, Loughlin J, Hart D. Genetic influences on osteoarthritis in women: a twin study. *BMJ.* 1996;312:940-3.
57. Pan F, Khan H, Ding C, Winzenberg T, Martel-Pelletier J, Pelletier JP, et al. Familial effects on structural changes relevant to knee osteoarthritis: a prospective cohort study. *Osteoarthritis Cartilage.* 2015;23:559-64.
58. Valdes AM, Spector TD. Genetic epidemiology of hip and knee osteoarthritis. *Nat Rev Rheumatol.* 2011;7:23-32.
59. van Saase JL, van Romunde LK, Cats A, Vandenbroucke JP, Valkenburg HA. Epidemiology of osteoarthritis: Zoetermeer survey. Comparison of radiological osteoarthritis in a Dutch population with that in 10 other populations. *Ann Rheum Dis.* 1989;48:271-80.
60. Jarvholm B, Lewold S, Malchau H, Vingard E. Age, bodyweight, smoking habits and the risk of severe osteoarthritis in the hip and knee in men. *Eur J Epidemiol.* 2005;20:537-42.
61. Teichtahl AJ, Wluka AE, Proietto J, Cicuttini FM. Obesity and the female sex, risk factors for knee osteoarthritis that may be attributable to systemic or local leptin biosynthesis and its cellular effects. *Med Hypotheses.* 2005;65:312-5.

62. Jiang L, Tian W, Wang Y, Rong J, Bao C, Liu Y, et al. Body mass index and susceptibility to knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Joint Bone Spine*. 2012;79:291-7.
63. Harding GT, Hubley-Kozey CL, Dunbar MJ, Stanish WD, Astephen Wilson JL. Body mass index affects knee joint mechanics during gait differently with and without moderate knee osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage*. 2012;20:1234-42.
64. Nicholls AS, Kiran A, Javaid MK, Hart DJ, Spector TD, Carr AJ, et al. Change in body mass index during middle age affects risk of total knee arthroplasty due to osteoarthritis: a 19-year prospective study of 1003 women. *Knee*. 2012;19:316-9.
65. Eymard F, Parsons C, Edwards MH, Petit-Dop F, Reginster JY, Bruyere O, et al. Diabetes is a risk factor for knee osteoarthritis progression. *Osteoarthritis Cartilage*. 2015;23:851-9.
66. Nieves-Plaza M, Castro-Santana LE, Font YM, Mayor AM, Vila LM. Association of hand or knee osteoarthritis with diabetes mellitus in a population of Hispanics from Puerto Rico. *J Clin Rheumatol*. 2013;19:1-6.
67. Dube CE, Liu SH, Driban JB, McAlindon TE, Eaton CB, Lapane KL. The relationship between smoking and knee osteoarthritis in the Osteoarthritis Initiative. *Osteoarthritis Cartilage*. 2016;24:465-72.
68. Leung Y-Y, Ang L-W, Thumboo J, Wang R, Yuan J-M, Koh W-P. Cigarette smoking and risk of total knee replacement for severe osteoarthritis among Chinese in Singapore—the Singapore Chinese health study. *Osteoarthritis and cartilage*. 2014;22:764-70.
69. Zhang Y, Zeng C, Li H, Yang T, Deng ZH, Yang Y, et al. Relationship between cigarette smoking and radiographic knee osteoarthritis in Chinese population: a cross-sectional study. *Rheumatol Int*. 2015;35:1211-7.
70. Kong L, Wang L, Meng F, Cao J, Shen Y. Association between smoking and risk of knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Osteoarthritis Cartilage*. 2017;25:809-16.
71. Zhang Y, Hannan MT, Chaisson CE, McAlindon TE, Evans SR, Aliabadi P, et al. Bone mineral density and risk of incident and progressive radiographic knee osteoarthritis in women: the Framingham Study. *J Rheumatol*. 2000;27:1032-7.
72. Hart DJ, Cronin C, Daniels M, Worthy T, Doyle DV, Spector TD. The relationship of bone density and fracture to incident and progressive radiographic osteoarthritis of the knee: the Chingford Study. *Arthritis Rheum*. 2002;46:92-9.
73. Bergink AP, Uitterlinden AG, Van Leeuwen JP, Hofman A, Verhaar JA, Pols HA. Bone mineral density and vertebral fracture history are associated with incident and progressive radiographic knee osteoarthritis in elderly men and women: the Rotterdam Study. *Bone*. 2005;37:446-56.
74. Muthuri SG, McWilliams DF, Doherty M, Zhang W. History of knee injuries and knee osteoarthritis: a meta-analysis of observational studies. *Osteoarthritis Cartilage*. 2011;19:1286-93.
75. Tetsworth K, Paley D. Malalignment and degenerative arthropathy. *Orthop Clin North Am*. 1994;25:367-77.
76. Chang AH, Moio KC, Chmiel JS, Eckstein F, Guermazi A, Prasad PV, et al. External knee adduction and flexion moments during gait and medial tibiofemoral disease progression in knee osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage*. 2015;23:1099-106.
77. Hunter DJ. Risk stratification for knee osteoarthritis progression: a narrative review. *Osteoarthritis Cartilage*. 2009;17:1402-7.
78. Hurley MV. The role of muscle weakness in the pathogenesis of osteoarthritis. *Rheum Dis Clin North Am*. 1999;25:283-98, vi.
79. Oiestad BE, Juhl CB, Eitzen I, Thorlund JB. Knee extensor muscle weakness is a risk factor for development of knee osteoarthritis. A systematic review and meta-analysis. *Osteoarthritis Cartilage*. 2015;23:171-7.

Diz Çevresi Osteotomilerinde Endikasyonlar ve Kontrendikasyonlar

Mehmet Erduran, Onur Gürsan, Hasan Tatari

Giriş

Diz çevresi osteotomilerde, endikasyon ve kontrendikasyonlar, kesin sınırlarla belirlenmemiş olsa da, ideal hastanın seçimi için bu endikasyon ve kontrendikasyonları bilmemiz gerekir. Diz çevresi osteotomileri, daha çok varus gonartrozlu dizlerde yapıldığı için tartışmalar bu konu çevresindedir. İdeal hasta, varus dizilimi olan (15 derece altı), medial tibiofemoral artrozlu, instabilitesi bulunmayan, hareket genişliği yeterli olan, vücut kütle indeksi düşük (30 altı) ve ağrısı dizinin medialinde olan 65 yaş altındaki hastadır. Bu özellikleri taşıyan hastada, cerrahi girişimin daha iyi sonuç vereceği düşünülür. Bu ifadeler ışığında, endikasyonlar ve kontrendikasyonlar başlıklar altında birlikte değerlendirilmiştir.

Yaş

Diz çevresi osteotomilerde en sık uygulanan ve literatürde yer alan osteotomi alanı, proksimal tibiadır. Genellikle primer osteoartritin orta evrelerinde ağrının sadece medial tibiofemoral eklemden olduğu olgularda uygulanmaktadır. Üst yaş sınırı, sıklıkla 65 olarak bildirilmesine rağmen diğer koşulları sağlayan olgularda daha ileri yaşlarda osteotomi yapılan serilere de rastlanmaktadır(1). Bu nedenle yaş, göreceli bir endikasyon olarak kabul edilebilir.

65 yaş altındaki hastaların ideal olması, proksimal tibial osteotominin sağkalım süresi ile ilişkilidir. Bu nedenle, 55 yaş üzerindeki olguların ameliyat öncesi fonksiyonel skorlarına ve bu skorların cerrahi sonrası

performanslarına olan etkisine dikkat çekilerek karar vermede yaştan çok bu skorun etkili olduğu üzerinde durulmuştur (2,3). 56 yaş üzerindeki olgularda, başarısız cerrahi oranı beş kat daha fazla bulunmuştur (4). Çeşitli çalışmalarda ortalama yaş 40-63, yaş genişliği ise 18-84 arası olarak bildirilmiştir (5-11).

Valgus gonartrozunda ise durum biraz daha farklıdır. Puddu ve arkadaşlarına göre, sadece lateral kompartmanın etkilenmiş olduğu valgus dizlerde, bir yaş belirteci yoktur. Başka bir anlatımla, varus dizler gibi “şu yaştan altında osteotomi, şu yaştan üstünde artroplasti yapılmalıdır” şeklinde bir görüş birliği yoktur. Yaş dışında genel durum ve aktivite düzeyi de önemlidir (12).

Lateral tibiofemoral eklem artrozunda valgize olmuş olan dizi varusa getirmek için uygulanan lateral açık kama veya medial kapalı kama distal femoral osteotomileri konu alan serilerde yaş ortalaması biraz daha düşüktür. Bunun nedeni, bu serilerde yer alan hastaların bir kısmının artrit grubunda, bir kısmının ve daha genç olanlarının da eklem koruyucu cerrahi yapılan (meniskal allogreft, osteokondral allogreft transplantasyonu gibi) hasta grubunda olmalarıdır (13,14). Artritli hastaların da çoğu post-travmatik artrit gelişenlerdir. Bu serilerde ideal yaş endikasyonu 55- 65 altında bildirilmesine rağmen (15,16), yaş ortalaması 41-57 arasındadır (13,14,17,18).

Lateral menisküsün durumu

Özellikle medial tibiofemoral artroz için uygulanan proksimal tibial osteotomilerde, lateral menisküsün

sağlam olması, operasyon endikasyonu olarak kabul edilmesine rağmen bu konuda bir çalışmaya literatürde rastlanmamıştır. Yine de, lateral menisküsün sağlam olması ve daha önce lateral menisektomi yapılmamış olması, osteotomi için bir endikasyon olarak kabul görmüştür.

Farklı bir durum lateral diskoid menisküs olup bu konuda bazı sonuçlar verilmiştir. Prakash ve ark. proksimal tibial osteotomi uyguladıkları 674 olgunun 36' sında lateral diskoid menisküs saptamışlar ve lateral kompartman artritinin diğer gruba göre hızlandığını bildirmişlerdir (19).

Kalçanın durumu

Dizinde osteoartrit olan hastalarda, kalça ekleminde de osteoartrit bulunabilir. Patolojiler aynı tarafta ise, kalça eklemindeki adduksiyon kontraktürü ve abduksiyon kısıtlılığı, adduksiyon momentini artırarak dizin medial kompartmanında yüklenme artışına yol açabilir. Bu durumun devam etmesi, osteotomi sonrasında, dizin medialine gelen yüklenmeleri ortadan kaldıramayabilir. Belki de doğru olan, önce kalçadaki sorunu gidermek olacaktır.

Yapılan bir çalışmaya göre, proksimal tibial osteotomi ile büyük trokanterin kaudal yönde deplasmanı sağlanarak abduktor moment kolu kısalmakta ve böylece kalça eklem reaksiyon kuvveti artarak femur boynundaki makaslama kuvvetleri azalmaktadır (20).

Varus-Valgus derecesi

Proksimal tibial osteotomide ideal varus derecesi 10 derece olarak kabul edilmektedir. 15 derece altını endikasyon içinde kabul edenler de vardır (21). Buna rağmen literatürdeki olgu serilerinde, daha yüksek derecelerde opere edilen olgular ve alınan iyi sonuçlar bildirilmiştir. Daha yüksek varus derecelerinde, medial tibiofemoral eklemden kıkırdak kaybı daha ciddi olmakta ve bu durum instabiliteye de yol açabilmektedir. Puddu, 20 derece varus üzerinde osteotomiyi kontrendike kabul etmektedir (12,18).

Valgus dizlerde, 12 derece üzerindeki olgularda, genellikle tercih edilen osteotomi alanı distal femurdur. Çünkü proksimal tibiadan yapılan osteotomilerde, eklem çizgisi restore edilemeyebilir ve tibianın lateral subluksasyonu ile sonuçlanabilir. Bu nedenle, izole lateral kompartman artrozunda, distal femoral osteotomiler tercih edilmektedir. Yirmi derecenin üzerindeki valgus dizlerde instabilite de gündeme gelebileceğinden, distal femoral osteotomiden kaçınılması gerektiğini bildiren yayınlar da bulunmaktadır (21-24). Puddu ve arkadaşlarına göre, 10 derece-

ye kadar düzeltme gerektiren durumlarda, proksimal tibiada varizasyon osteotomisi yapılabilir. Daha büyük düzeltmelerde, tibia ön arka planda laterale sublukse olur ve femur medial plato üzerine düşmüş gibi görünür (12,18).

Eklem Hareket Açıklığı

Yüksek tibial osteotomi, özellikle tek kompartman osteoartritin olduğu hasta gruplarında belirli ayrıntılara dikkat edildiği takdirde son derece yüz güldürücü sonuçlar vermektedir. Bu ayrıntılardan en önemlilerinden biri de eklem hareket açıklığıdır. Yetersiz bir hareket açıklığı, bize göre dizin normal fizyolojik hareketlerine (kayma-yuvarlanma ve vida yuvası) dönüşü engelleyecek önemli bir engeldir. Diz ekleminde ileri fleksiyon kontraktürü, varus deformitesinin ayrıntılı olarak ortaya konmasını zorlaştırır. Naudie ve ark. açık kama yüksek tibial osteotomide, operasyon öncesi beş dereceden fazla fleksiyon kontraktürü ile birliktelik gösteren 120 derecenin altındaki diz eklem hareket açıklıklarını, erken dönem başarısızlıkla ilişkili olduğunu ortaya koymuşlardır (25). Aynı şekilde, Bonasia ve ark. yaptıkları çalışmada ameliyat öncesi 120 derecenin altındaki eklem hareket açıklıklarını başarısız sonuçlarla ilişkilendirmişlerdir. Literatür incelendiğinde minimum 120 derece diz eklem hareket açıklığı ve maksimum beş derece diz eklemi fleksiyon kontraktürü bulunan vakalarda yüksek tibial osteotomi daha başarılı sonuç vermiştir (4,25,26).

Vücut Kütle İndeksi

Tedavide obezite diz çevresi osteotomileri için istenilen bir durum olmamakla birlikte, bu tedaviye alternatif yöntemler olabilecek parsiyel ve total diz artroplastilerinin de endikasyonda kısıtlamaları mevcuttur. Bu bakış açısı ile kilo veremeyen obez hastaların ameliyat edilmemesi gerekir. Bu da yeni tartışmaları beraberinde getirebilir. Flecher ve ark. kapalı kama osteotomilerinin uzun dönem izlemi ile ilgili yaptıkları çalışmada, vücut kütle indeksinin (VKİ) 30'un altında olmasının daha başarılı sonuçlar ortaya çıkardığını ifade etmişlerdir (27). Akizuki ve arkadaşları, vücut kütle indeksinin 27,5 üzerinde olmasını, osteotomide erken dönem başarısızlık sebebi olarak ifade etmişlerdir (6), Floerkemeier ve ark. ise obezite ve yanlış kaynama da dahil komplikasyon oranlarıyla bir ilişki kurulamasa da, vücut kütle indeksi otuzun üzerinde olanlarda daha dikkatli davranılmasını önermektedir (11). VKİ 25'ten az olan vakalarda, muhtemelen daha fazla hareketliliğe ve osteotomi hattında artan

strese bağlı olarak, uzun dönemde başarısız olguların varlığını gösteren çalışmalar da vardır (25). Kilo veremeyen ancak tedaviye ihtiyaç duyan hastalarda, diz çevresi osteotomilerini, unikondiler ve total diz artroplastilerine göre öncelikli yöntem olarak görmektediriz.

Sigara Kullanımı

Sigara kullananlarda yara iyileşmesi ve kemik kaynaması, karbonmonoksidin oksijenle rekabete girmesi ve hemoglobinin taşıdığı oksijen miktarının azalmasına bağlı olarak zorlaşır. Bu sebeple osteotomi hattında kaynamama riski artar (28). Sigara kullanımının düzeltici osteotomi açısından kısıtlayıcı bir faktör olduğunu düşünmekteyiz.

İnflamatuvar Artrit

İnflamatuvar artritler, eklem içerisinde yaygın sinovitle izlenen sistemik bir sorundur. Diz çevresi osteotomilerle, medial eklem yüzünde dejenerasyon sebebiyle taşınan yükün lateralizasyonu esastır. İnflamatuvar artritlerde, yaygın eklem tutulumu sebebiyle osteotomi başarısız olacaktır. Bu durumda, osteotomiden ziyade, total diz artroplastisi daha uygun bir seçenek olarak görünmektedir.

Dolaşım Yetmezliği

Bu tür cerrahi girişimler öncesinde periferik vasküler hastalıklar açısından dikkatli olunmalıdır. Tırnaklarda distrofi, kıllarda atrofi, sigara ve alkol kullanımı ve koagülopati durumlarında mutlaka vasküler görüntüleme yöntemlerinin kullanılması ve kardiyovasküler açıdan görüş alınması uygun olacaktır. Periferik dolaşım yetmezliği, yara iyileşmesi bozulmasına ve osteotomi hattında geç kaynama-kaynamama, hatta ekstremitayı tehdit eden problemlere yol açabilmektedir (29).

Patellofemoral Artroz

Yüksek tibial osteotomi sonrası patellar yüksekliğin azalması genellikle kabul edilen bir durumdur. Bu değişiklik, retropatellar temas basıncında artışa ve bunun sonucunda diz önü ağrılarına yol açabilir. Bununla ilgili biyomekanik çalışmalar da yüksek tibial osteotomi sonrası artmış patellar temas basıncının patellar osteoartrit riskinde artışa yol açtığını bildirmektedir (30). Goshima ve ark. yüksek tibial osteotomi sonrası yaptıkları geriye dönük çalışmada, yüksek tibial osteotomi sonrası orta dönem takipte % 27 ora-

nında osteoartrit bulgularının görüldüğünü ortaya koymuşlardır. Aynı çalışmada ağırlıklı olarak lateral patellar faset ve trokleada olmak üzere % 45 oranında kırıldak dejenerasyonu rapor edilmiştir (31). Bu çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda ileri evre patellofemoral artroz bulunan vakalarda yüksek tibial osteotomi yapılması başarısız sonuçlarla birlikte gösterecektir. Medial artrozlu varus dizlere, eşlik eden patellofemoral artroz ileri evre olmadıkça osteotomi uygulanmaktadır. Hem medial artroza, hem de patellofemoral artroza yönelik, patellar temas basıncını ve dolayısıyla diz önü şikâyetleri azaltması beklentisiyle uygulanan, Maquet, Fulkerson gibi cerrahi teknikler belirtilmiştir. Bu yöntemlerin klinik olarak izole yüksek tibial osteotomi içeren yöntemlerle bir farkı olmadığı ortaya konmuştur (32).

İnstabilite

İnstabilitenin olumsuz etkileri olmasına rağmen bağ instabilitesi bulunan hastalarda osteotomi yapılmaz diye bir kural yoktur. Osteotomi düşünülüyorsa cerrahi öncesi ayrıntılı planlama gerekir. Hastanın aktif veya sedanter yaşam tarzı, cerrahi yöntemde belirleyici olabilir. Bu noktada; primer, ikili, üçlü varus deformiteleri arasında bir tanımlama yapmak gerekir. Primer varus, bağ instabilitesi olmadan ortaya çıkan diz eklemi deformitesi olup, açık kama yüksek tibial osteotomi için en uygun hasta grubunu oluşturur. İkili varus dizdeki deformiteye eşlik eden ön çapraz bağ yetmezliğine (veya arka çapraz bağ yetmezliği) bağlı instabilite olarak tanımlanır. Üçlü varus ise ikili varusa ek olarak posterolateral köşe yetmezliği olarak ifade edilir. Aktif yaşam tarzı özellikler gösteren hastalarda, osteotomiyle aynı seansta veya farklı zamanda, bağ onarımlarının da yapılabileceği ortaya konmuştur. Rekonstrüksiyonun yapılamadığı durumlarda, yapılacak olan osteotomide koronal plandaki değişikliklerle instabilitenin olumsuz etkileri azaltılabilir (33,34,35).

Adduktor Moment

Diz osteoartritin gelişiminde dizilim bozukluğu ve tibiofemoral yük dağılımındaki dengesizlikler mekanik risk faktörleri arasındadır. Diz ekleminde ekstrensik adduktor moment, medial tibiofemoral eklem binen yükün dinamik bir göstergesidir ve medial gonartrozun gelişiminde temel rol oynar. Varus dizlerde intrensik adduktor moment artmaktadır. Varus dizlerde yapılacak distal femoral valgus osteotomisi yönelimi düzeltse de yüklerin platoya dik gelmesine engel olduğu için yüksek tibial osteotomi tercih edil-

melidir. Yüksek tibial osteotomi ile valgusa yönelen düzeltme ile medial tibiofemoral eklem binen yük azaltılır (36,37).

Osteoartrit Evresi

Medial artrozun derecesi başarıyı etkiler. Ahlback evre 1-2 medial artroz, ideal hasta olarak tarif edilebilir. Literatürde Ahlback evre 3 hatta evre 4'te bile, komplikasyon oranları artsa dahi, şikayetlerin azaldığını belirten yayınlar vardır. Sonuçta yükün geçtiği çizgiyi lateral kompartmana yönlendirmenin medial kompartman için zararlı olduğunu söyleyemeyiz. (4,27). Ancak Ahlback evre 3 üzeri hasta grubunda daha kötü sonuçlar beklenmelidir.

Patellar Yükseklik

Koronal plandaki deformitenin düzeltilmesinde kullanılan osteotomiler (açık kama, kapalı kama, kubbe) ne olursa olsun, tibial eğim ve patella mekaniğinde değişikliklere yol açacaktır. Tibiofemoral eklem yüksekliğindeki rölatif artışa bağlı olarak veya patellar tendon uzunluğunda bir miktar kısalmaya bağlı olarak patella baja gelişebilmektedir. Patella baja durumunda doğal patella biyomekaniği değişir ve artroza kadar ilerleyebilir. Bu durumu önlemek amacıyla başka osteotomi teknikleri de denenmiştir (Maquet). Ameliyat öncesi patellar yükseklik tayini yapılmalı ve infera olgularında patellofemoral komplikasyonlar göz önünde bulundurulmalıdır (38).

Osteoporoz

Cerrahi uygulanan grubun yaş dağılımına bakıldığında osteoporoz tanılı hasta sayısının azımsanmayacak ölçüde olduğunu söyleyebiliriz. Osteoporozun kemikte enkontral ve/veya intramembranöz kemik gelişimini, kırık iyileşmesi fazlarını içeren olumsuz etkileri sebebiyle, rijid fiksasyon önerilmektedir (39).

Sonuç

Buna göre özet olarak; diz çevresi osteotomilerin endikasyon ve kontrendikasyonları, kanımızca, aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

Diz çevresi osteotomi endikasyonları

- Sedanter olmayan ve aktif hayata devam etmek isteyen hasta
- Ameliyat sonrası takip ve rehabilitasyona uyumlu hasta
- 65 yaş altı hasta

- 5-15 derece varus dizilimi
- 90-120 derece aktif eklem hareket açıklığı
- Hareketle artan bölgesel (tek kompartman) ağrı
- 5 dereceden az fleksiyon kontraktürü
- Ahlback evre 1-2 tek kompartmantal artroz

Diz çevresi osteotomi kesin kontrendikasyonları

- Diffüz dejeneratif artrit
- İnflamatuvar artrit
- Tibiofemoral subluksasyon
- İleri derece osteoporoz
- 90 dereceden az eklem hareket açıklığı
- 15 dereceden fazla varus/ 20 dereceden fazla valgus deformitesi
- Ciddi vasküler patoloji
- Lateral menisektomi öyküsü
- Gerçek dışı hasta beklentisi

Diz çevresi osteotomi rölatif kontrendikasyonları

- Ciddi patellofemoral semptomların olması
- Patella infera ve alta olması
- Fizyolojik yaşın 65 üzerinde olması
- Obezite VKİ > 30kg/m²

Kaynaklar

1. Takeuchi RI, Ishikawa H, Miyasaka Y, Sasaki Y, Kuniya T, Tsukahara S. A novel closed-wedge high tibial osteotomy procedure to treat osteoarthritis of the knee: Hybrid technique and rehabilitation measures. *Arthrosc Tech* 2014; 3 (4): 431-7.
2. Goshima K, Sawaguchi T, Sakagoshi D, Shigemoto K, Hatsuchi Y, Akahane M. Age does not affect the clinical and radiological outcomes after open wedge high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017; 25 (3): 918-23.
3. Howells NR, Salmon R, Waller A, Scanelli J, Pinczewski LA. The outcome at ten years of lateral closing wedge high tibial osteotomy: determinants of survival and functional outcome. *J Bone Joint Surg.* 2014; 98B (11): 1491-7.
4. Bonasia DE, Dettoni F, Sito G, Blonna D, Marmotti A, Bruzzone M, Castoldi F, Rossi R. Medial opening wedge high tibial osteotomy for medial compartment overload/arthritis in the varus knee: prognostic factors. *Am J Sports Med* 2014; 42: 690-8.
5. Benzakour T, Hefti A, Lemseffer M, Ahmadi JDE, Bouyarmane H, Benzakour A. High tibial osteotomy for medial osteoarthritis of the knee: 15 years follow-up. *Int Orthop* 2010; 34: 209-15.
6. Akizuki S, Shibakawa A, Takizawa T, Yamazaki I, Horiuchi H. The long-term outcome of high tibial osteotomy: a ten- to 20-year follow-up. *J Bone Joint Surg Br.* 2008; 90: 592-6.
7. Schallberger A, Jacobi M, Wahl P, Maestretti G, Jakob RP. High tibial valgus osteotomy in unicompartmental medial osteoarthritis of the knee: a retrospective follow-up study over 13-21 years. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011; 19: 122-7.
8. Niinimäki TT, Eskelinen A, Mann BS, Junnila M, Ohtonen P, Lepilähti J. Survivorship of high tibial osteotomy in the treatment of osteoarthritis of the knee: finnish-registry based study of 3195 knees. *J Bone Joint Surg Br.* 2012; 94: 1517-21.

9. Hernigou P, Roussignol X, Flouzat-Lachaniette CH, Filippini P, Guisou I, Poignard A. Opening wedge tibial osteotomy for large varus deformity with Ceraver resorbable beta tricalcium phosphate wedges. *Int Orthop*. 2010; 34: 191-9.
10. Staubli AE, De Simoni C, Lobenhoffer P. Tomofix: A new LCP-concept for open wedge osteotomy of the medial proximal tibia: early results in 92 cases. *Injury* 2003; 34: 55-62.
11. Floerkemeier S, Staubli AE, Schroetter S, Goldhahn S, Lobenhoffer P. Outcome after high tibial open-wedge osteotomy: a retrospective evaluation of 533 patients. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2013; 21: 170-80.
12. Puddu G, Cipolla M, Cerullo G, Franco V, Gianni E. Osteotomies: The surgical treatment of the valgus knee. *Sports Med Arthrosc Rev* 2007; 15 (1): 15-22.
13. Cameron JJ, McCauley CJ, Kermanshahi AY, Bugbee WD. Lateral open-wedge distal femoral osteotomy: Pain relief, functional improvement, and survivorship at 5 years. *Clin Orthop Relat Res*. 2015; 473: 2009-15.
14. Finkelstein JA, Gross AE, Davis A. Varus osteotomy of the distal part of the femur. A survivorship analysis. *J Bone Joint Surg Am*. 1996; 78: 1348-52.
15. Thein R, Bronak S, Thein R, Haviv B. Distal femoral osteotomy for valgus arthritic knees. *J Orthop Sci*. 2012; 17: 745-9.
16. Forkel P, Achtnich P, Metzclaff S, Zantop T, Petersen W. Midterm results following medial closed wedge distal femoral osteotomy stabilized with a locking internal fixation device. *Knee Surg Traumatol Arthrosc* 2015; 23: 20161-7.
17. Stahelin T, Hardegger F, Ward JC. Supracondylar osteotomy of the femur with use of compression. Osteosynthesis with a malleable implant. *J Bone Joint Surg Am*. 2000; 82: 712-22.
18. Puddu G, Cipolla M, Cerullo G, Franco V, Gianni E. Which osteotomy for a valgus knee? *Int Orthop* 2010; 34: 239-47.
19. Prakash J, Song EK, Lim HA, Shin YJ, Jin C, Seon JK. High tibial osteotomy accelerates lateral compartment osteoarthritis in discoid meniscus patients. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2017 online. doi: 10.1007/s00167-017-4422-0.
20. Moghtadaei M, Yeganeh A, Boddouhi B, Alaei A, Farahini H, Otoukesh B. Effects of high tibial osteotomy on hip biomechanics in patients with genu varum: A prospective cohort study. *Int Med App Sci*. 2017; 9 (2): 94-9.
21. Sabzevari S, Ebrahimpour A, Roudi MK, Kachooei AR. High tibial osteotomy: A systematic review and current concept. *Arch Bone Joint Surg* 2016; 4(3): 2014-12.
22. Hanssen AD, Stuart MJ, Scott RD, Scuderi GR. Surgical options for the middle-aged patient with osteoarthritis of the knee joint. *Instr Course Lect*. 2001; 50: 499-511.
23. Wang JW, Hsu CC. Distal femoral varus osteotomy for osteoarthritis of the knee. *J Bone Joint Surg Am*. 2006; 88 (suppl 1 pt 1): 100-8.
24. Rosso F, Margheritini F. Distal femoral osteotomy; *Curr Rev Musculoskelet Med* (2014) 7:302–311, DOI 10.1007/s12178-014-9233-z
25. Naudie D, Bourne RB, Rorabeck CH, et al. Survivorship of the high tibial valgus osteotomy. A 10- to -22-year follow-up study. *Clin orthop Relat Res*; 1999(367):18-27.
26. Dettoni F, Bonasia DE, Castoldi F, et al. High tibial osteotomy versus unicompartmental knee arthroplasty for medial compartment arthrosis of the knee: a review of the literature. *iowa orthop J*. 2010;30:131-140.
27. Flecher X, Parratte s, Aubaniac JM, et al. A 12-28-year follow up study of closing wedge high tibial osteotomy. *Clin orthop Relat Res*. 2006;452:91-6.
28. Sloan A, Hussain I, Maqsood M, Eremin O, El-Sheemy M (2010) The effects of smoking on fracture healing. *The Surgeon* 8(2):111– 116 2009
29. Park H, Lee SC, Park S, Nam CH, Ahn HS, Park HY et al. Asymptomatic peripheral vascular disease in total knee arthroplasty: preoperative prevalence and risk factors *J Orthop Traumatol*. 2015 Mar; 16(1): 23–26. doi: 10.1007/s10195-014-0305-z
30. Javidan P, Adamson GJ, Miller JR, et al. The effect of medial opening wedge proximal tibial osteotomy on patellofemoral contact. *Am J Sports Med* 2013;41:80-86.
31. Goshima PK, Sawaguchi T, Shigemoto K, Iwai S, Nakanishi A, Ueoka K. Patellofemoral Osteoarthritis Progression and Alignment Changes after Open-Wedge High Tibial Osteotomy Do Not Affect Clinical Outcomes at Mid-term Follow-up. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, Vol 33, No 10 (October), 2017: pp 1832-1839
32. Sadek AF, Osman MK, Laklok MA. Management of combined knee medial compartmental and patellofemoral osteoarthritis with lateral closing wedge osteotomy with anterior translation of the distal tibial fragment: Does the degree of anteriorization affect the functional outcome and posterior tibial slope. *The Knee*; 23 (2016) 857–861
33. Naudie DD, Amendola A, Fowler PJ. Opening wedge high tibial osteotomy for symptomatic hyperextension-varus thrust. *Am J sports Med*; 2004;32:60-70
34. Phisitkul P, Wolf BR, Amendola A. Role of high tibial and distal femoral osteotomies in the treatment of lateral-posterolateral and medial instabilities of the knee. *Sports Med Arthrosc*. 2006;14:96-104.
35. Arthur A, LaPrade RF, Agel J. Proximal tibial opening wedge osteotomy as the initial treatment for chronic posterolateral corner deficiency in the varus knee: a prospective clinical study. *Am J sports Med*. 2007;35:1844-1850
36. Briem K, Ramsey DK, Newcomb W, Rudolph KS, SnyderMackler L. Effects of the amount of valgus correction for medial compartment knee osteoarthritis on clinical outcome, knee kinetics and muscle co-contraction after opening wedge high tibial osteotomy. *J Orthop Res* 2007;25:311–
37. Birmingham TB, Giffin JB, Chesworth BM, Bryant DM, Litchfield RB, Willits K et al. Medial Opening Wedge High Tibial Osteotomy: A Prospective Cohort Study of Gait, Radiographic, and Patient-Reported Outcomes Arthritis & Rheumatism (Arthritis Care & Research) Vol. 61, No. 5, May 15, 2009, pp 648 – 657 DOI 10.1002/art.24466 2009,
38. Longino P, Trevor B, Schultz W, Moyer R, Giffin R. Combined Tibial Tubercle Osteotomy With Medial Opening Wedge High Tibial Osteotomy Minimizes Changes in Patellar Height The American Journal of Sports Medicine, Vol. 41, No. 12 DOI: 10.1177/0363546513505077 2013
39. Cheung WH, Miclau T, Chow SK, Yang FF, Alt V Fracture healing in osteoporotic bone. *Injury*. 2016 Jun;47 Suppl 2:S21-6. doi: 10.1016/S0020-1383(16)47004-X.

Ne Zaman Osteotomi, Ne Zaman Unikondiler Artroplastisi?

Reha Tandoğan, Metin Polat, Asım Kayaalp

GİRİŞ

Medial gonartrozda yüksek tibial osteotomi (YTO) ve unikondiler artroplastisi (UKA) başarı ile uygulanan tedavi seçenekleridir. YTO'nun avantajları kemik stoğunun korunması, yüksek aktivite düzeyine izin vermesi ve daha normal bir diz hissine sahip olmasıdır. Buna karşın YTO sonrası ağrının kaybolması, UKA'ya göre daha kötüdür ve daha uzun bir rehabilitasyon süreci gerektirir. UKA'nın avantajları düşük morbidite ve kolay rehabilitasyonu olması, ağrı kontrolünün YTO'ya göre daha iyi olması, kozmetik yara izi ve normale yakın diz hissidir. Buna karşın hastalık ilerlemesi sonrası total diz artroplastisine geçiş gereksinimi, cerrahi hata riskinin yüksek olması ve deneyim gerektirmesi UKA'nın dezavantajları olarak sayılabilir. YTO ve UKA'nın çok küçük bir hasta grubunda ortak endikasyonları olmakla birlikte, aslında endikasyonları ve uygun hasta profilleri birbirlerinden farklıdır. Bu bölümde her iki cerrahi işlemin hasta seçimi, klinik ve fonksiyonel sonuçları ve sağ kalımları karşılaştırmalı olarak irdelenecek ve sonraki olası bir total diz artroplastisi üzerindeki etkileri tartışılacaktır.

Endikasyonlar

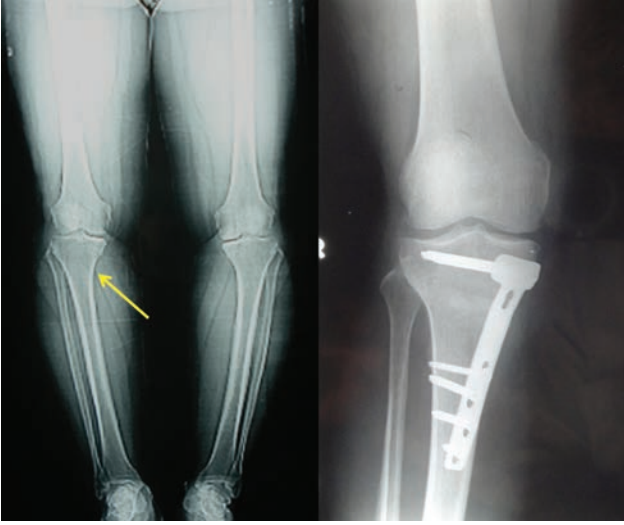
Yüksek tibial osteotomi

Medial gonartrozda osteotomiye uygun hastanın özellikleri aşağıdaki gibidir (Consensus Statement, ISAKOS Knee Committee, 2001): YTO, mekanik aksı medial kompartmandan geçen, medial eklem mesafesi daralmış (Ahlback Evre I-III radyolojik artrozu

olan), lokalize medial eklem ağrısı olan hastalarda uygundur. Yaygın diz ağrısı ve gece ağrısı olan hastalarda YTO uygun değildir. Radyolojik olarak tibial metafizer varusu olup, eklem mesafesinin bir miktar korunmuş olduğu hastalar ideal osteotomi adayıdır (**Resim 1**). Deformite analizinde varus deformitesinin tibiada olması önemlidir, artrozlu hastalarda varusun kaynağı genellikle tibiadır, post-travmatik olgularda ve konjenital deformitelerde femur kaynaklı varus olabilir. Erkek hastalarda sonuçlar kadınlara göre daha iyidir. Ağır işte çalışan veya yüksek düzeyde rekreasyonel aktiviteleri olan hastalarda osteotomi daha uygundur. Beş dereceden fazla fleksiyon kontraktürü olmamalı ve tama yakın diz fleksiyonu olmalıdır. Ön-arka düzlemde laksite 10 mm altında olmalıdır. Eğer bağ instabilitesi varsa ya aynı seansta ya da ikinci bir cerrahi ile dizin stabilitesi sağlanmalıdır. Benzer bir şekilde zorlamalı grafilerde medio-lateral laksite 9 mm'nin altında olmalıdır. Radyografilere patello-femoral artrozun ileri derecede olmaması tercih sebebidir.

Bu bölümün yazarının ideal YTO endikasyonları ise aşağıdaki gibidir.

1. 50-58 yaş arası (< 65 yaş)
2. 5-15 derece arasında varus mekanik aks
3. Dizde tam hareket açıklığı var (En az 120°)
4. Direkt grafide minimal artroz bulgusu var (Ahlback Evre 1-2)
5. MRG'de medial kıkırdak hasarı ve medial menisküs yırtığı var
6. Lokalize medial kompartman ağrısı



Resim 1. Metafizer varus ile birlikte medial artrozu olan hastada YTO uygulanmış. Ok işareti metafizer varusunu gösteriyor

YTO'nun kullanımı sadece gonartroz ile sınırlı değildir. Genç hastalarda fokal kıkırdak defektlerinin tedavisinde, varus dizilim bozukluğu varsa, kıkırdak onarımı işlemine YTO eklenerek mekanik aks düzeltilmeli ve hasarlı kompartman yükten kurtarılmalıdır. Benzer şekilde fokal osteonekrozlar ve kronik osteokondritis dissekans tedavisinde de kıkırdak onarım girişimleri sırasında ekstremitte dizilimi düzeltilmelidir. Bu sırada nötral mekanik aks hedeflenmeli ve gonartrozda yapıldığı gibi aşırı düzeltmeden kaçınılmalıdır.

YTO kontrendikasyonları aşağıdaki gibidir:

1. İnflamatuar artritler
2. Lateral kompartmanda artroz
3. Lateral menisektomi
4. Semptomatik ileri evre patello-femoral artrit
5. 15°'den fazla fleksiyon kontraktürü

Unikondiler artroplasti

Unikondiler artroplasti, sadece medial kompartman tutulumu olan, radyografilerde kemik-kemiğe teması olan osteoartrit ve geniş kondiler tutulumu olmayan osteonekrozlarda endikedir (1). Özellikle hareketli ara-parçası olan tasarımlarda ön ve arka çapraz bağ sağlam ve fonksiyonel olmalıdır. İleri yaştaki hastalarda ve sabit ara parça kullanılan UKA'da ön çapraz bağ yetmezliği kabul edilebilir. Varus deformitesi düzeltilebilir olmalı, yan bağlar sağlam olmalıdır. Lateral tibio-femoral kompartman sağlam olmalı, lateral patellar fasette tam kat kıkırdak hasarı olmamalıdır.



Resim 2. Varus deformitesi eklem içi medial kıkırdak kaybına bağlı hastada UKA uygulaması. Tibial metafizer varus yok.

Hastanın ağrısı medial kompartmana lokalize olmalıdır. Varus deformitesi medial kıkırdak kaybına bağlı eklem içi varus şeklindeki hastalarda UKA tercih edilmelidir (**Resim 2**).

UKA kesin kontrendikasyonları aşağıdaki gibidir:

1. İnflamatuar artrit (Romatoid artrit, ankilozan spondilit, SLE vb.)
2. Trikompartmantal osteoartrit ve radyolojik olarak normal olan kompartmanlarda ağrı olması
3. Beş dereceden fazla fleksiyon kontraktürü

Aşağıdaki durumlar ise göreceli kontrendikasyon olarak kabul edilir:

1. Ön çapraz bağ yokluğu
2. Lateral patello-femoral artroz
3. İleri deformite (10 dereceden fazla varus)

Karşılaştırmalı endikasyonlar

Görüldüğü gibi benzer hasta gruplarına uygulandıkları halde YTO ve UKA endikasyonları aynı değildir ve ameliyatlar birbirlerinin alternatifi değildir. YTO, metafizer varusu olan, eklem mesafesi bir miktar korunmuş olan medial artrozlarda endikedir, deformitenin düzeltilebilir olması gerekmez. Buna karşın UKA, eklem içi varusu olan, kemik-kemiğe teması

olan medial artrozlarda endikedir, deformitenin düzeltilebilir olması tercih edilir. Bu iki uç arasında kalan hastalarda, aşağıda incelenecek olan hasta faktörleri ve cerrahın deneyimine göre karar verilmelidir.

Yaş

YTO ve yaş

Genç ve aktivite seviyesi yüksek hastalarda YTO, UKA'ya göre daha üstündür. Cerrahi teknik ve implant tasarımlarındaki gelişmeler, hızlı rehabilitasyon protokolleri ve minimal invazif yöntemler sayesinde güncel osteotomilerin sonuçları 90'lı yıllarda yapılanlardan daha iyidir. Modern tekniklerle yapılan YTO sonrası genç hastalarda 10 yılda %80-94 iyi sonuç bildirilmiştir, 15-20 yıllık izlemde bu oran % 56-75'lara kadar inmektedir (2, 3, 4) . Harris ve ark., 69 çalışmanın meta-analizinde, YTO sonrası 5, 10, 15 ve 20 yıllık sağkalımı %92.4, %84.5, %77.3, ve %72.3. olarak bulmuşlardır. İlave kırıldak ve menisküs girişimlerinin de olumlu etkisi olduğunu rapor etmişlerdir (5). Bu da bize genç hastalarda YTO'nun eklem koruyucu cerrahideki yerinin önemini vurgulamaktadır. Hui ve ark.'nın 394 hastalık YTO serilerinde, uzun dönem sağkalım açısından genç yaşın tek başına etkili bir faktör olduğu gösterilmiştir (4).

UKA ve yaş

Genç hastalarda UKA'nın sonuçları ile ilgili daha az çalışma vardır. Çok sayıda hasta ameliyat edilen deneyimli merkezlerde 10 yıllık izlemde %90'ların üzerinde başarı oranları rapor edilmiştir. Biswas ve ark., 55 yaş altında UKA uyguladıkları 75 hastanın 2-12 yıl izleminde KSS skorlarını ortalama 95 bulmuşlar ve sağkalımı 10 yılda %96.5 olarak rapor etmişlerdir (6). Cartier ve ark., sabit ara parçalı UKA uyguladıkları 60 yaş altındaki 158 hastanın 5-14 yıllık izleminde ortalama KSS skorunu 94 olarak bulmuşlar; 10 yıllık sağkalımı % 94, 12 yıllık sağkalımı % 88 olarak rapor etmişlerdir (7). Buna karşın Liddle ve ark., İngiltere kayıt sistemindeki 26 bine yakın hastayı incelediklerinde ileri yaştaki hastaların UKA sonrası sağkalımının gençlere göre daha iyi olduğunu bulmuşlardır (8). Fonksiyonel sonuçlar da yaşlı hastalarda gençlere göre daha iyi; ameliyat sonrası ağrı skorları gençlerde daha kötü bulunmuştur. Benzer şekilde Sebilo ve ark., 944 hastalık çok merkezli çalışmalarında UKA sonrası 10 yıllık sağkalımı 70 yaşın altındaki hastalarda %76.7, üzerindeki olgularda ise %88.3 olarak bulmuşlardır (9). Alman sigorta kayıtlarındaki 20,946 UKA hastasını inceledikleri çalışmalarında Jeschke ve ark., 55 yaş altındaki hastaların 5 yıllık revizyon oranını, 65 yaş üzerindeki yakın 2 misli olarak bulmuşlardır (10).

Sonuç olarak fonksiyonel sonuçları osteotomiye göre daha iyi olsa bile, UKA'nın genç hastalarda kullanımı, yüksek oranda revizyon gerekeceği için çok tercih edilmez. Kemik-kemiğe temas olan olgularda yaşa bakılmaksızın UKA tercih edilmelidir.

Obezite

Çağımızın önemli sağlık sorunlarından birisi olan obezite, her iki işlemin de sağkalımını olumsuz etkiler. A.B.D. 'de erkeklerin % 32'si kadınların % 36'sının obez olduğu gösterilmiştir, ancak bu sorun sadece gelişmiş ülkelerle sınırlı değildir (11). Dünya Sağlık Örgütü kriterlerine göre vücut kitle indeksi (VKİ) 30 kg/m² üzerinde olan hastalar obez, 50'nin üzerindeki süper obez olarak kabul edilmektedir. Obez hastalarda trikompartmantal artroz riski daha yüksektir ve daha genç yaşta belirgin hale gelir (12).

YTO ve obezite

Obezite YTO sonuçlarını olumsuz etkiler. Floerkemeier ve ark., 386 hastalık YTO serilerinde, VKİ 30'un altında olan hastaların klinik sonuçlarını, 30'un üzerinde olanlara göre daha iyi olduğunu bulmuşlardır (13). Bu seride, komplikasyon oranları açısından obez olan ve olmayanlar arasında fark bulunamamıştır. Matthews ve ark.'nın 40 olgulu serilerinde obezitenin sağkalım süresini kısalttığı gösterilmiştir (14).

UKA ve obezite

Obezite, UKA sonuçlarını da olumsuz etkiler. Kandil ve ark., 15,770 hastalık UKA serisinde hastaların % 18.7'sinin obez ya da morbid obez olduğu bulunmuştur (15). Bu hastalarda erken revizyon ve komplikasyon oranları, obez olmayanlara göre iki misli daha yüksek olarak bulunmuştur. Buna karşın Cavaignac ve ark., 212 hastanın 12 yıllık izleminde, obezitenin sağkalımı olumsuz etkilemediğini (%92 vs.94) ve klinik skorların üzerinde anlamlı bir etkiye yol açmadığını bulmuşlardır (16). Bu nedenle unikondiler artroplastinin kilolu hastalarda da güvenle kullanılabilceğini öne sürmüşlerdir.

Benzer şekilde Woo ve ark., 637 sabit ara parçalı unikondiler artroplastisi hastasını VKİ durumuna göre sınıflara ayırmış ve 5.4 yıllık izlemde klinik sonuçlar ve revizyon oranları açısından normal, obez ve süper obez hastalar arasında bir fark bulunamamışlardır (17). Yazarlar, obezitenin UKA sonuçlarını olumsuz etkilemediğini öne sürmüşlerdir. Daha küçük serilerde de gerek sabit, gerekse hareketli ara parçalı UKA'lerde klinik sonuçların olumsuz etkilenmediği gösterilmiştir (18, 19). Teorik olarak karşı kompartmanda hastalık ilerleme riski benzer olmasına rağmen, obez

hastalarda UKA uygulamasının YTO'ya göre daha güvenilir ve daha iyi fonksiyonel sonuçları sağladığı söylenebilir.

Sportif Aktivite

YTO ve spor

Sportif aktivite seviyesi ve spora dönüş karşılaştırıldığında YTO, UKA'dan daha üstündür. Endikasyonuna göre YTO sonrası sportif aktivite seviyesi farklılık gösterir. Travmatik kırıkta defektlerinde YTO ve mozaikplasti sonrası, genç ve aktif hastaların % 76'sında hastalık öncesi seviyede sportif aktivitenin mümkün olduğu gösterilmiştir (20). Buna karşın osteoartrit için yapılan osteotomi sonrası %85-90 olguda bir cins sportif aktivitenin mümkün olduğu, ancak bunun seviyesinin düşük veya süresinin kısa olduğu gösterilmiştir (21, 22). Kayak, dağ bisikleti, düz koşu, tenis gibi orta seviyeli sporlara izin verilir. Hoortnje ve ark., YTO sonrası spora dönüşün incelendiği 1321 hastalık meta-analizde, olguların % 80'inin düşük darbeleri sporlara dönebildiğini bulmuştur(23). Spora dönüş süresi 10-22 hafta arasında rapor edilmiştir. Yarışma sporuna dönüş, nadiren bildirilmişse de, bu gerçekçi bir beklenti değildir. Yüksek düzeyde spora dönen hastalarda artrozun ilerlemesi riski göz önüne alınmalıdır.

UKA ve spor

Unikondiler artroplasti sonrası, düşük intensite ve kısa süreli sportif aktivite mümkündür. Witjes ve ark., 18 çalışmanın meta-analizinde UKA sonrası spora dönüşün çeşitli serilerde % 75-100 arasında olduğunu, spora dönüş süresinin ise 12 hafta olduğunu bulmuş-

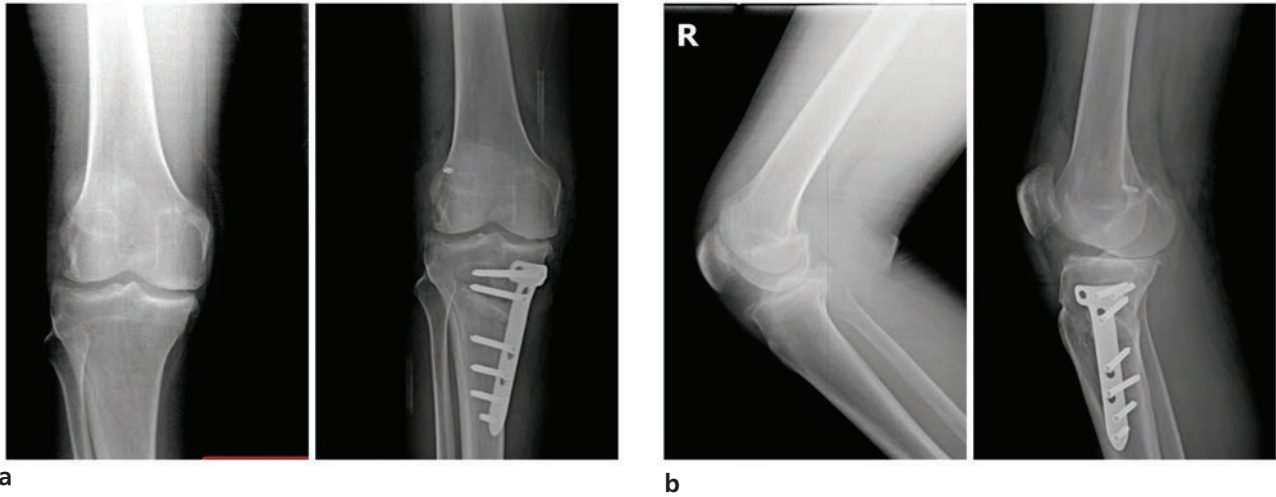
lardır (24). Önerilen sporlar içinde yürüyüş, yüzme ve bisiklet en sık uygulanabilenleridir. Darbeli, çarpma riski olan ve yüksek hızlara ulaşılan sporlara izin verilmez. Spor süresi hastalık öncesine göre daha kısa ve seviyesi düşük olsa bile, yine de hastalar bu aktivite seviyesinden genellikle memnundur (25). Benzer yaş grubu hastalar ile karşılaştırıldığında UKA olan hastaların aktivite düzeyleri daha iyi bulunmuştur.

Spora dönüşü olumlu etkileyen faktörler arasında erkek cinsiyet, 65 yaş altı, düşük VKİ sayılabilir (26). Çalışmaların çoğunda, UKA sonrası hastaların tercih ettikleri sporun daha az darbeli ve düşük seviyeli olduğu bulunmuştur (27). Daha önceden spor yapmayan hastaların çok azı UKA sonrası spor yapmaya başlayabilir

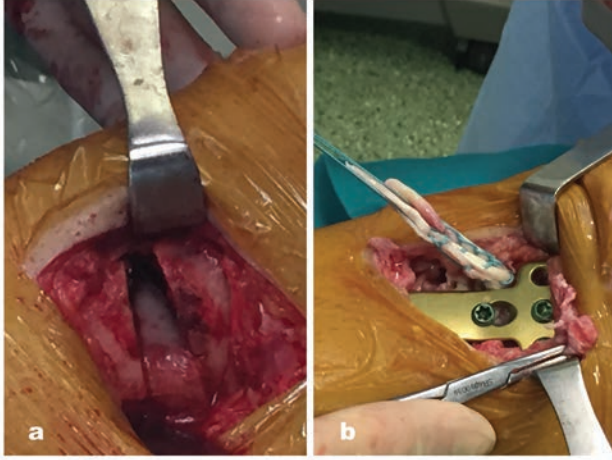
Ön Çapraz Bağ Yetmezliği

YTO ve ÖÇB

ÖÇB yetmezliği olan olgularda YTO'nun iki rolü vardır. Kronik ÖÇB yetmezliği olan dizlerde, medial menisküs ve medial kırıkta kaybına eşlik eden lateral yapıların esnemesi ile birlikte varus deformitesi gelişebilir. Noyes tarafından çok ayrıntılı olarak primer, ikili ve üçlü varus olarak tarif edilen bu durumda ÖÇB rekonstrüksiyonu ile aynı seansta ya da öncesinde YTO ile dizilimin düzeltilmesi gerekir(28). Kombine ÖÇB rekonstrüksiyonu ve YTO yapılan olgularda, tibianın antero-posterior eğimini artırmaktan kaçınılmalıdır. Bunun için, açık kama osteotomisi hattı arkası geniş, önü daha dar olarak trapezoidal şekilde distrakte edilmeli ve greft kullanılacaksa posteriora yerleştirilmelidir (**Resim 3**). Kilitli plaklar kullanılarak yapılan tespit ile yeterli stabilite sağlamak mümkündür, sadece ÖÇB



Resim 3. YTO ve ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılan hastanın ameliyat öncesi ve sonrası grafileri; **a:** Ön-arka grafide varus dizilim düzeltilmiş; **b:** Yan grafide tibial antero-posterior eğim değiştirilmemiş.



Resim 4. Resim'deki hastanın ameliyat sırasındaki görüntüleri; **a:** Osteotomi hattı trapezoidal açılarak greft posteriora yakın yerleştirilmiştir; **b:** Kilitli plağın antero-superior vida deliği, ÖÇB greftinin tibial tüneli ile çakışmaması için boş bırakılmış.

tibial tüneli ile çakışan en anterior vida deliği boş bırakılabilir (**Resim 4**). YTO'nun ikinci rolü ise, instabilite yakınmaları belirgin olmayan ve ağrı semptomu ön planda olan varus gonartrozlu ve ÖÇB yetmezliği hastalarda, yapılan izole osteotomilerdir (29). Bu hastalarda hem valgizasyon yapılarak medial kompartman yükten kurtarılır, hem de tibial antero-posterior eğim (slope) azaltılarak dizin ön-arka düzlemdeki stabilitesine katkıda bulunulur, bu hastalarda ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılmasına gerek kalmaz. Hangi senaryoda olursa olsun, instabil ve varus dizilimi olan dizlerde YTO, tedavinin ayrılmaz bir parçasıdır.

Mehl ve ark., varus gonartrozu ve ÖÇB yetmezliği olan 52 hastada, sadece YTO ve YTO+ÖÇBR yapılmasının sonuçlarını karşılaştırmışlardır (30). Osteoartrit ilerlemesi ve komplikasyonlar açısından iki grup arasında fark bulunmazken, ÖÇBR eklenen grubun Lysholm ve IKDC skorları daha üstün bulunmuştur. Li ve ark., genç hastalarda ÖÇB rekonstrüksiyonu ile birlikte YTO yapılan 11 serinin meta-analizinde, olguların % 86'sında IKDC skorlarının normal veya normale yakın olduğunu saptamış, osteoartrit ilerlemesinin yavaşladığı ve rekreasyonel sporlara dönüşün mümkün olduğunu göstermiştir (31).

UKA ve ÖÇB

Klasik görüşe göre, hem hareketli hem de sabit polietilenli UKA tasarımlarda ÖÇB'in sağlam olması gereklidir (32). Goodfellow ve O'Connor'ın serilerinde, ÖÇB sağlam olan dizlerde UKA sağkalımı 6 yılda % 95 iken, bu oran ÖÇB yetmezliği olan dizlerde % 81 olarak saptanmıştır (33). Robotik çalışmalarda, UKA

sonrası dizin ön-arka translasyonunda bir değişme olmadığı, ancak ÖÇB'in kesilmesinden sonra artmış instabilite ve aşınma olduğu bulunmuştur (34). Bu da, ÖÇB olmayan dizlerde yapılacak olan UKA'nın daha yüksek oranda tibial gevşeme ile sonuçlanacağına bir göstergesidir. ÖÇB'in fonksiyonel olduğu, direkt grafilerde tibiadaki aşınmanın bölgesi veya manyetik rezonans görüntüleme teknikleri ile değerlendirilebilir.

Buna karşın, Boissoneault ve ark., ÖÇB sağlam veya yetmezliği olan olgulara yapılan UKA'ların sonuçları arasında bir fark bulunmamışlardır (35). Yazarlar, özellikle daha ileri yaştaki hastalarda ÖÇB yetmezliğinin gözardı edilebileceğini öne sürerler. Benzer şekilde Engh ve Ammeen de, klinik olarak anterior instabilite yoksa cerrahi sırasında ÖÇB non-fonksiyonel olarak saptansa bile UKA sonuç ve sağkalımının etkilenmediğini öne sürmektedirler (36). Sonuç olarak klinik olarak instabilite yakınması olmayan dizlerde ÖÇB non-fonksiyonel bile olsa, ileri yaştaki hastalarda UKA yapılabilir. Her iki tip implantla da iyi sonuçlar alınmış olmasına rağmen, sabit ara parçalı protezler tercih edilmelidir (37).

Fonksiyonel olarak dizde instabilitesi olan ve biyolojik olarak daha genç olgularda kombine ÖÇBR ve UKA yapılabilir. Stres kırığını önlemek açısından tibial tünel girişi noktasının mümkün olduğunca laterale alınması ve eklem distalinden başlayarak vertikal seyirli olması önerilir. Femoral tünel açıldıktan sonra UKA yerleştirilmeli, sonrasında tibial tünel açılıp ara parça yerleştirildikten sonra bağın gerginliği ayarlanmalıdır. Bağın gerginliğinin doğru ayarlanması, sabit ara parçalı protezlerde daha kolaydır (38). UKA ile birlikte ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası birçok çalışmada başarılı sonuçlar bildirilmiştir (38,39). Uygun şartlar sağlanamıyorsa iki aşamalı işlem yapılabilir, sonuçları tek aşama cerrahi ile benzerdir (40).

Manusco ve ark., YTO ve ÖÇBR yapılan 17 çalışmanın sonuçlarını UKA ve ÖÇBR yapılan 9 çalışma ile karşılaştırmışlardır (41). YTO ve ÖÇBR grubunda daha düşük revizyon ancak daha yüksek komplikasyon oranları saptanmıştır. UKA ve ÖÇBR yapılan grubun sonuçlarının sadece UKA yapılan hastalardan farklı olmadığı gösterilmiştir. Sonuç olarak, hem UKA hem de YTO ile birlikte ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılabilir. Her iki işlemle de başarılı klinik sonuçlar elde edilebilir; YTO ve ÖÇBR ile daha yüksek sağkalım, daha düşük revizyon ancak daha fazla komplikasyon beklenir. YTO + ÖÇBR yapılan hastaların daha genç ve aktif oldukları unutulmamalıdır.

Patello-femoral artroz

YTO ve patello-femoral artroz

Hafif derecede patello-femoral artroz, YTO için kontrendikasyon oluşturmaz. Majima ve ark., patello-femoral artrozun da eşlik ettiği 42 dizin 12 yıllık izleminde, patello-femoral artrozun sonuçları olumsuz etkilemediğini ve YTO ile birlikte tibial tüberkül anteriorizasyon osteotomisinin ek katkı sağlamadığını rapor etmişlerdir (42). Özellikle açık kama YTO (aYTO) sonrası patellar yüksekliğin ve patello-femoral temas basınçlarının değişebileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Temas basıncındaki artış, osteotomi düzeltme miktarı arttıkça artar (43). Tibial tüberkül lokalizasyonu değişmediği müddetçe patellar tilt ve translasyonda bir değişim olması beklenmez (44). aYTO yapılmış 60 dizin 5 yıllık izleminde, Goshima ve ark., %27 olguda patello-femoral artrozun ilerlediğini bulmuşlar, ancak radyolojik değişimler ve klinik sonuçlar arasında bir ilişki gösterememişlerdir (45). Buna karşın Kim ve ark., 114 aYTO olgusuna 2. yılda ikincil artroskopi yapmışlar ve olguların %78'inde patellar kırık hasarının ilerlediğini bulmuşlardır (46). Olguların %11'inde diz önu ağrısı gelişmiş ve bu ilerleyen kırık hasarı ile ilişkili bulunmuştur. Özellikle aYTO sonrası olmak üzere bütün YTO girişimlerinden sonra patella infera görülebilir. Portner ve ark., 76 hastalık serilerinde, kapalı kama YTO (kYTO) sonrası patella yüksekliğinde %13 artış saptarken, aYTO sonrası %21'lik bir azalma bulmuşlardır (47). Bu değişimlerin diz önu ağrısına yol açtığı gösterilememiştir (44). Bazı yazarlar, YTO sonrası patella infera gelişimini önlemek için kapalı kama osteotomi önerirken (48), bazıları da kombine YTO ve tibial tüberkül osteotomisi önerirler (49). Günümüzde kapalı kama osteotomileri nadiren yapılmaktadır; düşük morbiditesi ve peroneal sinir sorunlarının olmayışı, fibula osteotomisi gerektirmemesi nedeniyle günümüzde tercih edilen osteotomi şekli biplanar açık kama YTO'dur. Bu teknikte patella yüksekliği değişmesi istenmiyorsa, tibial tüberkül proksimal fragmanda bırakılabilir (50). Sonuç olarak, hafif ve orta şiddette patello-femoral artroz, YTO için kontrendikasyon oluşturmaz. Özellikle aYTO sırasında patella yüksekliğini azaltacak ve patello-femoral basıncı artıracak işlemlerden kaçınılmalıdır. İleri patello-femoral artrozu olan hastalarda YTO konusunda yayınlanmış bir çalışma yoktur.

UKA ve patello-femoral artroz

Patello-femoral kırık hasarının yeri ve derecesi UKA sonuçlarını etkiler. Oxford grubuna göre, patello-femoral eklem lateral kesiminde kemik kaybı ile oluklaşma (grooving) olmadığı müddetçe, medial UKA için bir sorun yaratmaz. Hamilton ve ark., 805 Oxford medial UKA'sinin 15 yıllık izleminde medial

patellar faset ve trokleadaki kırık hasarının derecesinin klinik sonuçları olumsuz etkilemediğini göstermişlerdir (51). Olguların %6'sında lateral patellar kırık hasarı saptanmış ancak bunların sağkalımı patellası sağlam olan dizlerden farksız bulunmuş, sadece bu hastalarda merdiven çıkarken zorluk olabileceği bildirilmiştir. Oxford grubu diz önu ağrısını ve patello-femoral artrozu UKA için bir kontrendikasyon olarak kabul etmezler. Benzer şekilde Berend ve ark., patellofemoral kırık hasarının şiddeti ve yerleşimi ile klinik skorlar, sağkalım ve hastalık ilerlemesi arasında bir ilişki olmadığını savunurlar (52). Song ve ark., hafif ve orta derecede patello-femoral artrozun sonuçları üzerinde etkili olmadığını göstermişlerdir; ancak yazarlar Kellgren-Lawrence evre 3 ve 4 patellofemoral artrozları çalışma dışı bırakmışlardır (53).

Konan ve Haddad, medial patellar kırık hasarının UKA sonuçlarını olumsuz etkilemediğini, buna karşın santral ve lateral patellofemoral kırık hasarının hasta tatminini kötü yönde etkilediğini bulmuşlardır (54). Çin'den yapılan çalışmalarda da benzer çıkarımlara ulaşılmıştır, medial patello-femoral kırık hasarının önemi yoktur, ancak lateral kırık hasarı fonksiyonel sonuçları olumsuz etkiler (55). Mofidi ve ark., bilgisayar destekli UKA yaptıkları 144 hastada en önemli revizyon nedeninin lateral patello-femoral ağrılı artroz olduğunu bildirmişlerdir (56). Var olan patello-femoral artrozun ilerlemesi konusunda 42 aYTO ve 59 UKA'yı karşılaştırdıkları çalışmada, Oh ve ark., UKA'lı dizlerde radyolojik olarak artroz ilerlemesinin daha fazla olduğunu ancak bunun patello-femoral ağrı skorlarında herhangi bir farka yol açmadığını bulmuşlardır (57).

Sonuç olarak, medial patello-femoral kompartmandaki artrozun, UKA sonuçlarını olumsuz etkilemediği konusunda literatürde fikir birliği vardır. Buna karşın, özellikle ileri evre lateral patello-femoral artrozun sonuçları olumsuz etkileyeceği, fonksiyonel skorları azaltıp revizyon riskini artırabileceği göz önüne alınmalıdır.

Menisküsler ve lateral kompartman**YTO ve lateral kompartman**

YTO'nun başarılı olması için lateral kompartman kırık ve lateral menisküsün sağlam olması gerekir. Niemeyer ve ark., lateral kompartmandaki tam kat olmayan kırık hasarının aYTO sonuçlarını olumsuz etkilemediğini bulmuşlardır (58). Lateral menisküsün ne kadarının kaybının YTO için kontrendikasyon oluşturacağı konusunda bir veri yoktur, ancak genel kabul edilen görüş en fazla parsiyel menisektominin

kabul edilebileceğidir. Lateral total menisektomi YTO için kontrendikasyon oluşturur.

Genç ve aktif hastalarda medial menisküs kaybı varsa YTO ile birlikte menisküs allogreft transplantasyonu (MAT) veya sentetik menisküs implantları ile rekonstrüksiyon yapılabilir (59). Total menisküs kaybında allogreftler, parsiyel menisküs kayıplarında sentetik menisküs implantları tercih edilmelidir. Medial kompartmanda yapılacak menisküs rekonstrüksiyonları ve ek kıkırdak girişimlerinin YTO'nun sonuçları üzerindeki etkisi tartışmalıdır. Lee ve ark., 26 çalışmanın meta-analizinde, izole MAT veya MAT ile birlikte ek girişimler (osteotomi vs.) yapılmasının klinik sonuçlar üzerinde bariz bir etkisinin olmadığını bulmuşlardır (60). Harris ve ark., ek kıkırdak ve meniskal girişimlerin YTO sonuçlarını olumlu etkilediğini savunurlar (61). Buna karşın Gelber ve ark., YTO'ya menisküs implantı eklenmesinin klinik sonuçlarının menisektomiden üstün olmadığını bulmuşlardır (62).

UKA ve lateral kompartman

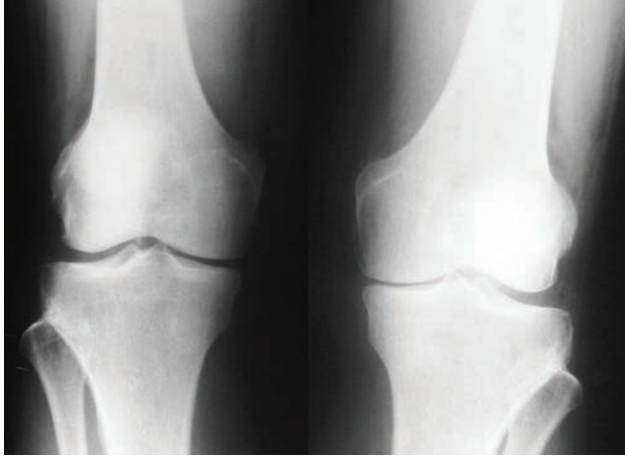
UKA yapılacak olan hastalarda, lateral kompartman eklem kıkırdağının yük taşıyan bölgesinin sağlam

olması gereklidir. İnterkondiler çentik civarındaki ülseler, yük taşıyan bölgede olmadığı takdirde sorun yaratmaz. Direkt grafilerde eklem mesafesi iyiye, lateral kondil kenarındaki osteofitlerin bir öneminin olmadığı gösterilmiştir(63). Lateral menisküs en fazla parsiyel menisektomize olmalıdır, lateral menisküsün tam kaybı, UKA için kontrendikasyondur.

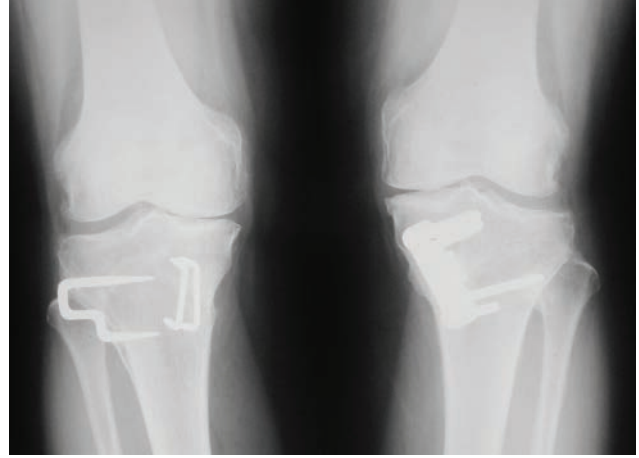
Sonraki Total Diz Protezi Üzerindeki Etkisi

YTO sonrası TDA

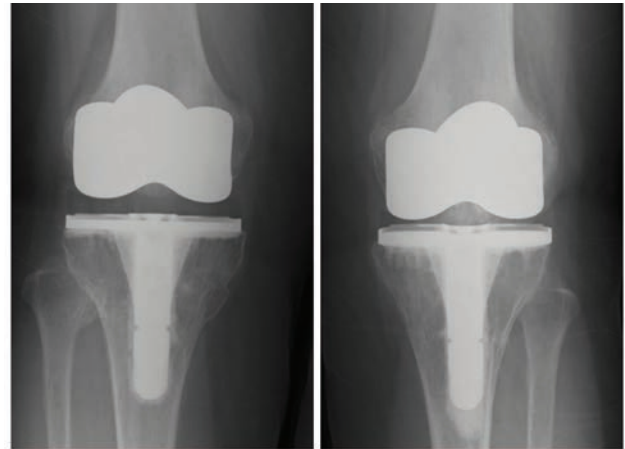
Eski yıllarda yapılan çalışmalarda YTO sonrası yapılacak olan artroplastinin teknik sorunlara yol açacağı, sonuçlarının da primer TDA olgularına göre daha kötü olduğu düşünülmekteydi. Özellikle kapalı kama osteotomisi veya eksternal fiksatörlerle yapılan osteotomilerin prognozu olumsuz etkilediği düşünülmekteydi. Günümüzde minimal invazif tekniklerle yapılan aYTO sonrası bu görüş değişmiştir. Modern tekniklerle yapılan osteotomiler sonrası gerekli olabilecek TDA'nın klinik sonuçları ve sağkalımı primer TDA'dan farklı değildir. Çoğunlukla primer implantları ile TDA dönüşümü yapılabilir (**Resim 5**).



a



b



c

Resim 5. 20 yıl önce aşamalı olarak bilateral YTO yapılan hastanın TDA dönüşümü. Primer posterior stabilize implantları ile TDA dönüşümü mümkün olmuş; a: 20 yıl önceki pre-op grafiler; b: 2 yıl önce TDA dönüşümü öncesi grafiler; c: aşamalı bilateral TDA'dan 2 yıl sonraki grafiler.

Han ve ark., literatürdeki aYTO ile kYTO'yu karşılaştıran 10 çalışmanın meta-analizinde TDA sonuçları arasında bir fark bulamamışlardır (64). Buna karşın kYTO sonrası teknik zorluklar daha fazla görülmüş; "quadriceps snip", lateral gevşetme gibi ekstansil yaklaşımlar ve tibial tüberkül osteotomisi gereksinimi, tibial stemin lateral tibial kortekse dayanması gibi sorunlar daha sık ortaya çıkmıştır. Ramappa ve ark., YTO sonrası TDA'yı primer TDA ile karşılaştıran 11 çalışmanın (2170 hasta) meta-analizinde, klinik skorlar ve komplikasyonlar arasında 2 grup arasında bir fark saptayamamıştır (65). Yedi yıllık izlemde sağkalım oranları da benzer (% 95 ve 97) bulunmuştur.

Sonuç olarak, modern tekniklerle yapılan YTO'nun sonraki artroplastinin sonuçları ve sağkalımı üzerinde olumsuz bir etkisi olması beklenmez. İmplant çıkartılması gereksinimi ve cerrahi yaklaşım ile ilgili teknik zorluklara hazırlıklı olunmalıdır. Özellikle kYTO yapılmış olgularda, tibial stemin lateral kortekse dayanması riskine karşı kısa tibial stem'li implant tasarımları tercih edilmelidir.

UKA sonrası TDA

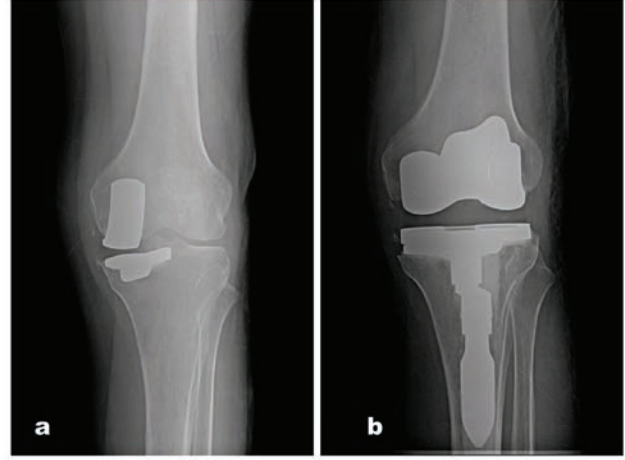
Unikondiler artroplasti sonrası yapılan TDA, primer TDA'ya göre farklıdır. Çoğu olguda primer implantları ile revizyon yapılabilir ancak; kemik kaybı, eklem çizgisi oluşturulması, boyut ve rotasyonel dizilim sorunları daha sık görülür (66). Enfeksiyon ve tibia kırığı varlığında işler daha da zorlaşır, medial kemik kaybı için blok veya greft kullanılması gerekebilir (**Resim 6**). Khan ve ark.'nın 201 olguluk serilerinde hastaların ¼'ünde greft veya metal blok gereksinimi olmuş, %8'inde revizyon implantları kullanımı gerekmiştir (67). Benzer bir şekilde Thienpont, olguların 1/3'ünde tibial tarafa blok veya greft ile birlikte stem ihtiyacından söz etmektedir (68).

Sonuç olarak UKA, sonraki total diz artroplastisini YTO'ya göre daha fazla olumsuz etkiler. Ancak teknik sorunlar halledildikten sonra, UKA-TDA dönüşümünün sağ kalımı diğer TDA'lar ile benzerdir (69).

YTO ve UKA karşılaştırmalı çalışmalar

Aynı endikasyonlarla yapılmamış olsalar bile, literatürde YTO ve UKA'nın sonuçlarını karşılaştıran birçok çalışma vardır. Fu ve ark., 11 çalışmanın meta-analizinde UKA ile daha az ağrı olmasına karşın, YTO ile daha iyi hareket açıklığı olduğunu bulmuşlardır (70). Diz skorları, revizyon ve sağkalım oranları arasında fark bulunamamıştır. Yazarlar her iki tekniğin de güvenli ve etkili olduğu kanısına varmışlardır.

Santoso ve ark., 15 literatürdeki çalışmanın meta-analizinde YTO ve UKA arasında, yürüme hızı, diz skorları, patello-femoral eklem veya karşı kompart-



Resim 6. Tibial gevşeme nedeniyle TDA dönüşümü yapılan olguda, medial kemik kaybı için metal blok ve stem uzatması ile revizyon yapılmış; a: Unikondiler protezde tibial tarafta belirgin gevşeme; b: TDA dönüşüm sonrası grafi.

manda hastalık ilerlemesi, revizyon oranları ve total diz artroplastisine dönüşüm açısından bir fark saptayamamıştır (71). Ancak, UKA hastalarında daha iyi ağrı kontrolü ve daha yüksek fonksiyonel sonuçlar elde edilmiştir. Buna karşın YTO olgularında diz hareket açıklığı daha iyidir. Yazarlar YTO'nun daha yüksek fiziksel aktivite beklentisi olan genç hastalarda tercih edilmesini, buna karşın kısa rehabilitasyon ve hızlı iyileşme nedeniyle ileri yaştaki hastalarda UKA seçilmesini önermektedir.

Spahn ve ark., literatürdeki 89 çalışmanın meta-analizinde 9-12 yıllık sağkalımı UKA için %86,9, YTO için % 84,4 olarak bulmuştur (72). 5-12 yılda UKA ile daha iyi diz skorları bulunurken, 12 yıldan sonra gruplar arasındaki fark ortadan kalkmıştır. TDA dönüşüm süresi YTO için 9,7 yıl, UKA için 9,2 bulunmuştur. Yazarlar genç ve aktif hastalarda YTO, yaşlı ve sedenter hastalarda UKA önermektedir.

Cao ve ark., doğrudan karşılaştırmalı 10 çalışmanın meta-analizinde UKA hastalarında daha düşük revizyon ve komplikasyon oranları ve daha az ağrı saptamıştır (73). Buna karşın YTO hastalarının hareket açıklığı daha iyidir. Bu analizde de diğer çalışmalarla benzer şekilde diz skorları arasında belirgin fark görülmemiştir.

Han ve ark.'nın 16 çalışma ile yaptıkları en güncel meta-analiz sonuçları da daha öncekilerle benzerdir (74). TDA dönüşüm oranları açısından her iki işlem de benzer sonuçlara sahiptir. Revizyon oranları osteotomi tipine göre farklılıklar gösterir. aYTO ile UKA'ye göre daha düşük revizyon gerekirken, kYTO ile daha yüksek revizyon oranı bildirilmiştir. UKA ile

daha az ağrı, komplikasyon ve daha iyi fonksiyonel sonuçlar elde edilebilir. Hareket açıklığı YTO ile daha iyidir. Yazarlar her iki yöntemi de etkin ve güvenli olarak rapor etmektedirler.

Griffin ve ark., medial artroz için yapılan UKA, YTO ve TDA'nın sonuçlarını bir sistematik derlemede incelemişlerdir (75). Ağrı ve diz fonksiyonu 5 yılda üçünde de benzer bulunmuştur. UKA ile elde edilen hareket açıklığı TDA'dan daha iyidir. YTO ile elde edilen hareket açıklığı UKA'dan iyidir. Komplikasyon oranları UKA ve TDA'da benzer, YTO'da yüksek bulunmuştur. 10 yıllık sağkalım oranları TDA % 90'ın üzerinde, UKA % 85-95 ve YTO : % 85'in altında olarak hesaplanmıştır.

Sonuç olarak, meta-analizlerin ortak görüşü UKA ile karşılaştırıldığında YTO ile daha iyi hareket açıklığı ve daha yüksek aktivite seviyesine ulaşılacağı, ancak revizyon ve komplikasyonların KYTO'da daha yüksek oranda görülebileceğidir. Buna karşın UKA ile daha iyi ağrı kontrolü sağlanır ve rehabilitasyon dönemi daha kısadır. Diz skorları ve sağkalım arasında ciddi bir fark yoktur. Genç ve aktivite beklentisi yüksek hastalarda YTO, yaşlı ve sedenter hastalarda UKA tercih edilmelidir.

Kaynaklar

1. Vallotton J, Diehl S. Indications for unicompartmental knee arthroplasty. In Best Practice in Partial Knee Replacement. Eds Argenson JN, Cartier P. ESSKA publications. Eikon press, s. 5.
2. Bonasia DE, Dettoni F, Sito G, Blonna D, Marmotti A, Bruzzone M, Castoldi F, Rossi R. Medial opening wedge high tibial osteotomy for medial compartment overload/arthritis in the varus knee: prognostic factors. *Am J Sports Med.* 2014 Mar;42(3):690-8.
3. Saito T, Kumagai K, Akamatsu Y, Kobayashi H, Kusayama Y. Five-to ten-year outcome following medial opening-wedge high tibial osteotomy with rigid plate fixation in combination with an artificial bone substitute. *Bone Joint J.* 2014 Mar;96-B(3):339-44.
4. Hui C, Salmon LJ, Kok A, Williams HA, Hockers N, van der Tempel WM, Chana R, Pinczewski LA. Long-term survival of high tibial osteotomy for medial compartment osteoarthritis of the knee. *Am J Sports Med.* 2011 Jan;39(1):64-70.
5. Harris JD, McNeilan R, Siston RA, Flanigan DC. Survival and clinical outcome of isolated high tibial osteotomy and combined biological knee reconstruction. *Knee.* 2013 Jun;20(3):154-61.
6. Biswas D, Van Thiel GS, Wetters NG, Pack BJ, Berger RA, Della Valle CJ. Medial unicompartmental knee arthroplasty in patients less than 55 years old: minimum of two years of follow-up. *J Arthroplasty.* 2014 Jan;29(1):101-5.
7. Cartier P, Khefacha A, Sanouiller JL, Frederick K. Unicompartmental knee arthroplasty in middle-aged patients: a minimum 5-year follow-up. *Orthopedics.* 2007 Aug;30(8 Suppl):62-5.
8. Liddle AD, Judge A, Pandit H, Murray DW. Determinants of revision and functional outcome following unicompartmental knee replacement. *Osteoarthritis Cartilage.* 2014 Sep;22(9):1241-50.
9. Sébilo A, Casin C, Lebel B, Rouvillain JL, Chapuis S, Bonnevalle P; members of the Société d'Orthopédie et de Traumatologie de l'Ouest (SOO). Clinical and technical factors influencing outcomes of unicompartmental knee arthroplasty: Retrospective multicentre study of 944 knees. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2013 Jun;99(4 Suppl):S227-34.
10. Jeschke E, Gehrke T, Günster C, Hassenpflug J, Malzahn J, Niethard FU, Schröder P, Zacher J, Halder A. Five-year survival of 20,946 unicompartmental knee replacements and patient risk factors for failure: An analysis of German insurance data. *J Bone Joint Surg Am.* 2016 Oct 19;98(20):1691-1698.
11. Odum SM, Springer BD, Denno AC, Fehring TK. National obesity trends in total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2013 Sep;28(8 Suppl):148-51.
12. Guenther D, Schmidl S, Klatte TO, Widhalm HK, Omar M, Krettek C, Gehrke T, Kendoff D, Haasper C. Overweight and obesity in hip and knee arthroplasty: Evaluation of 6078 cases. *World J Orthop.* 2015 Jan 18;6(1):137-44.
13. Floerkemeier S, Staubli AE, Schroeter S, Goldhahn S, Lobenhoffer P. Does obesity and nicotine abuse influence the outcome and complication rate after open-wedge high tibial osteotomy? A retrospective evaluation of five hundred and thirty three patients. *Int Orthop.* 2014 Jan;38(1):55-60.
14. Matthews LS, Goldstein SA, Malvitz TA, Katz BP, Kaufer H. Proximal tibial osteotomy. Factors that influence the duration of satisfactory function. *Clin Orthop Relat Res.* 1988 Apr;(229):193-200.
15. Kandil A, Werner BC, Gwathmey WF, Browne JA. Obesity, morbid obesity and their related medical comorbidities are associated with increased complications and revision rates after unicompartmental knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2015 Mar;30(3):456-60.
16. Cavaignac E, Lafontan V, Reina N, Pailhé R, Wargny M, Laffosse JM, Chiron P. Obesity has no adverse effect on the outcome of unicompartmental knee replacement at a minimum follow-up of seven years. *Bone Joint J.* 2013 Aug;95-B(8):1064-8.
17. Woo YL, Chen YQ, Lai MC, Tay KJ, Chia SL, Lo NN, Yeo SJ. Does obesity influence early outcome of fixed-bearing unicompartmental knee arthroplasty? *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2017 Jan 1;25(1):2309499016684297.
18. Cepni SK, Arslan A, Polat H, Yalçın A, Parmaksizoğlu AS. Mid-term results of Oxford Phase 3 unicompartmental knee arthroplasty in obese patients. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2014;48(2):122-6.
19. Zengerink I, Duivenvoorden T, Niesten D, Verburg H, Bloem R, Mathijssen N. Obesity does not influence the outcome after unicompartmental knee arthroplasty. *Acta Orthop Belg.* 2015 Dec;81(4):776-83.
20. Minzlaff P, Feucht MJ, Saier T, Cotic M, Plath JE, Imhoff AB, Hinterwimmer S. Can young and active patients participate in sports after osteochondral autologous transfer combined with valgus high tibial osteotomy? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016 May;24(5):1594-600.
21. Salzmann GM, Ahrens P, Naal FD, El-Azab H, Spang JT, Imhoff AB, Lorenz S. Sporting activity after high tibial osteotomy for the treatment of medial compartment knee osteoarthritis. *Am J Sports Med.* 2009 Feb;37(2):312-8.
22. Saragaglia D, Rouchy RC, Krayan A, Refaie R. Return to sports after valgus osteotomy of the knee joint in patients with medial unicompartmental osteoarthritis. *Int Orthop.* 2014 Oct;38(10):2109-14.
23. Hoorntje A, Witjes S, Kuijjer PPFM, Koenraadt KLM, van Geenen RCI, Daams JG, Getgood A, Kerkhoffs GMMJ. High rates of return to sports activities and work after osteotomies around the knee: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med.* 2017 Nov;47(11):2219-2244.
24. Witjes S, Gouttebarga V, Kuijjer PP, van Geenen RC, Poolman RW,

- Kerkhoffs GM. return to sports and physical activity after total and unicompartmental knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med.* 2016 Feb;46(2):269-92.
25. Naal FD, Fischer M, Preuss A, Goldhahn J, von Knoch F, Preiss S, Munzinger U, Drobny T. Return to sports and recreational activity after unicompartmental knee arthroplasty. *Am J Sports Med.* 2007 Oct;35(10):1688-95.
 26. Jahnke A, Mende JK, Maier GS, Ahmed GA, Ishaque BA, Schmitt H, Rickert M, Clarius M, Seeger JB. Sports activities before and after medial unicompartmental knee arthroplasty using the new Heidelberg Sports Activity Score. *Int Orthop.* 2015 Mar;39(3):449-54.
 27. Pietschmann MF, Wohlleb L, Weber P, Schmidutz F, Ficklscherer A, Gülecüyüz MF, Safi E, Niethammer TR, Jansson V, Müller PE. Sports activities after medial unicompartmental knee arthroplasty Oxford III-what can we expect? *Int Orthop.* 2013 Jan;37(1):31-7.
 28. Noyes FR, Barber-Westin SD, Hewett TE. High tibial osteotomy and ligament reconstruction for varus angulated anterior cruciate ligament-deficient knees. *Am J Sports Med.* 2000 May-Jun;28(3):282-96.
 29. Robin JG, Neyret P. High tibial osteotomy in knee laxities: Concepts review and results. *EFORT Open Rev.* 2017 Mar 13;1(1):3-11.
 30. Mehl J, Paul J, Feucht MJ, Bode G, Imhoff AB, Südkamp NP, Hinterwimmer S. ACL deficiency and varus osteoarthritis: high tibial osteotomy alone or combined with ACL reconstruction? *Arch Orthop Trauma Surg.* 2017 Feb;137(2):233-240.
 31. Li Y, Zhang H, Zhang J, Li X, Song G, Feng H. Clinical outcome of simultaneous high tibial osteotomy and anterior cruciate ligament reconstruction for medial compartment osteoarthritis in young patients with anterior cruciate ligament-deficient knees: a systematic review. *Arthroscopy.* 2015 Mar;31(3):507-19.
 32. Engh GA, Ammeen D. Is an intact anterior cruciate ligament needed in order to have a well-functioning unicompartmental knee replacement? *Clin Orthop Relat Res.* 2004 Nov;(428):170-3.
 33. Goodfellow J, O'Connor J. The anterior cruciate ligament in knee arthroplasty. A risk-factor with unconstrained meniscal prostheses. *Clin Orthop Relat Res.* 1992 Mar;(276):245-52.
 34. Suggs JF, Li G, Park SE, Sultan PG, Rubash HE, Freiberg AA. Knee biomechanics after UKA and its relation to the ACL—a robotic investigation. *J Orthop Res.* 2006 Apr;24(4):588-94.
 35. Boissonneault A, Pandit H, Pegg E, Jenkins C, Gill HS, Dodd CA, Gibbons CL, Murray DW. No difference in survivorship after unicompartmental knee arthroplasty with or without an intact anterior cruciate ligament. *Knee Surg Sport Tr A.* 2013;21(11):2480–2486.
 36. Engh GA, Ammeen DJ. Unicompartmental arthroplasty in knees with deficient anterior cruciate ligaments. *Clin Orthop Relat R.* 2014;472(1):73–77.
 37. Mancuso F, Dodd CA, Murray DW, Pandit H. Medial unicompartmental knee arthroplasty in the ACL-deficient knee. *J Orthop Traumatol.* 2016 Sep;17(3):267-75.
 38. Ventura A, Legnani C, Terzaghi C, Iori S, Borgo E. Medial unicompartmental knee arthroplasty combined to anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017 Mar;25(3):675-680.
 39. Tinius M, Hepp P, Becker R. Combined unicompartmental knee arthroplasty and anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2012 Jan;20(1):81-7.
 40. Weston-Simons JS, Pandit H, Jenkins C, Jackson WF, Price AJ, Gill HS, Dodd CA, Murray DW. Outcome of combined unicompartmental knee replacement and combined or sequential anterior cruciate ligament reconstruction: a study of 52 cases with mean follow-up of 5 years. *J Bone Joint Surg Br.* 2012;94(9):1216–1220.
 41. Mancuso F, Hamilton TW, Kumar V, Murray DW, Pandit H. Clinical outcome after UKA and HTO in ACL deficiency: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016 Jan;24(1):112-22.
 42. Majima T, Yasuda K, Aoki Y, Minami A. Impact of patellofemoral osteoarthritis on long-term outcome of high tibial osteotomy and effects of ventralization of tibial tubercle. *J Orthop Sci.* 2008 May;13(3):192-7.
 43. Javidan P, Adamson GJ, Miller JR, Durand P Jr, Dawson PA, Pink MM, Lee TQ. The effect of medial opening wedge proximal tibial osteotomy on patellofemoral contact. *Am J Sports Med.* 2013 Jan;41(1):80-6.
 44. Lee YS, Lee SB, Oh WS, Kwon YE, Lee BK. Changes in patellofemoral alignment do not cause clinical impact after open-wedge high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016 Jan;24(1):129-33.
 45. Goshima K, Sawaguchi T, Shigemoto K, Iwai S, Nakanishi A, Ueoka K. Patellofemoral osteoarthritis progression and alignment changes after open-wedge high tibial osteotomy do not affect clinical outcomes at mid-term follow-up. *Arthroscopy.* 2017 Oct;33(10):1832-1839.
 46. Kim KI, Kim DK, Song SJ, Lee SH, Bae DK. Medial open-wedge high tibial osteotomy may adversely affect the patellofemoral joint. *Arthroscopy.* 2017 Apr;33(4):811-816.
 47. Portner O. High tibial valgus osteotomy: closing, opening or combined? Patellar height as a determining factor. *Clin Orthop Relat Res.* 2014 Nov;472(11):3432-40.
 48. Hanada M, Takahashi M, Koyama H, Matsuyama Y. Comparison of the change in patellar height between opening and closed wedge high tibial osteotomy: measurement with a new method. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2014 May;24(4):567-70.
 49. Longino PD, Birmingham TB, Schultz WJ, Moyer RF, Giffin JR. Combined tibial tubercle osteotomy with medial opening wedge high tibial osteotomy minimizes changes in patellar height: a prospective cohort study with historical controls. *Am J Sports Med.* 2013 Dec;41(12):2849-57.
 50. Hinterwimmer S, Beitzel K, Paul J, Kirchhoff C, Sauerschnig M, von Eisenhart-Rothe R, Imhoff AB. Control of posterior tibial slope and patellar height in open-wedge valgus high tibial osteotomy. *Am J Sports Med.* 2011 Apr;39(4):851-6.
 51. Hamilton TW, Pandit HG, Maurer DG, Ostlere SJ, Jenkins C, Mellon SJ, Dodd CAF, Murray DW. Anterior knee pain and evidence of osteoarthritis of the patellofemoral joint should not be considered contraindications to mobile-bearing unicompartmental knee arthroplasty: a 15-year follow-up. *Bone Joint J.* 2017 May;99-B(5):632-639.
 52. Berend KR, Lombardi AV Jr, Morris MJ, Hurst JM, Kavolus JJ. Does preoperative patellofemoral joint state affect medial unicompartmental arthroplasty survival? *Orthopedics.* 2011 Sep 9;34(9):e494-6.
 53. Song EK, Park JK, Park CH, Kim MC, Agrawal PR, Seon JK. No difference in anterior knee pain after medial unicompartmental knee arthroplasty in patients with or without patellofemoral osteoarthritis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016 Jan;24(1):208-13.
 54. Konan S, Haddad FS. Does location of patellofemoral chondral lesion influence outcome after Oxford medial compartmental knee arthroplasty? *Bone Joint J.* 2016 Oct;98-B(10 Supple B):11-15.
 55. Xu BY, Ji BC, Guo WT, Mu WB, Cao L. [Influence of patellofemoral joint degeneration on outcome of medial unicompartmental knee arthroplasty]. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi.* 2017 Jun 1;55(6):416-422.
 56. Mofidi A, Lu B, Plate JF, Lang JE, Poehling GG, Jinnah RH. Effect of arthritis in other compartment after unicompartmental arthro-

- plasty. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2014 Jul;24(5):805-12.
57. Oh KJ, Kim YC, Lee JS, Chang YS, Shetty GM, Nha KW. Open-wedge high tibial osteotomy versus unicompartmental knee arthroplasty: no difference in progression of patellofemoral joint arthritis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2017 Mar;25(3):767-772.
 58. Niemeyer P, Schmal H, Hauschild O, von Heyden J, Südkamp NP, Köstler W. Open-wedge osteotomy using an internal plate fixator in patients with medial-compartment gonarthrosis and varus malalignment: 3-year results with regard to preoperative arthroscopic and radiographic findings. *Arthroscopy*. 2010 Dec;26(12):1607-16.
 59. Verdonk PC, Demurie A, Almqvist KF, Veys EM, Verbruggen G, Verdonk R. Transplantation of viable meniscal allograft. Survivorship analysis and clinical outcome of one hundred cases. *J Bone Joint Surg Am*. 2005 Apr;87(4):715-24.
 60. Lee BS, Kim HJ, Lee CR, Bin SI, Lee DH, Kim NJ, Kim CW. Clinical outcomes of meniscal allograft transplantation with or without other procedures: a systematic review and meta-analysis. *Am J Sports Med*. 2017 Sep 1:363546517726963.
 61. Harris JD, Hussey K, Wilson H, Pilz K, Gupta AK, Gomoll A, Cole BJ. Biological knee reconstruction for combined malalignment, meniscal deficiency, and articular cartilage disease. *Arthroscopy*. 2015 Feb;31(2):275-82.
 62. Gelber PE, Isart A, Erquicia JI, Pelfort X, Tey-Pons M, Monllau JC. Partial meniscus substitution with a polyurethane scaffold does not improve outcome after an open-wedge high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2015 Jan;23(1):334-9.
 63. Hamilton TW, Choudhary R, Jenkins C, Mellon SJ, Dodd CAF, Murray DW, Pandit HG. Lateral osteophytes do not represent a contraindication to medial unicompartmental knee arthroplasty: a 15-year follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2017 Mar;25(3):652-659.
 64. Han JH, Yang JH, Bhandare NN, Suh DW, Lee JS, Chang YS, Yeom JW, Nha KW. Total knee arthroplasty after failed high tibial osteotomy: a systematic review of open versus closed wedge osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2016 Aug;24(8):2567-77.
 65. Ramappa M, Anand S, Jennings A. Total knee replacement following high tibial osteotomy versus total knee replacement without high tibial osteotomy: a systematic review and meta analysis. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2013 Nov;133(11):1587-93.
 66. Berend KR, George J, Lombardi AV Jr. Unicompartmental knee arthroplasty to total knee arthroplasty conversion: assuring a primary outcome. *Orthopedics*. 2009 Sep;32(9). pii: orthosupersite.com/view.asp?riD=42853.
 67. Khan Z, Nawaz SZ, Kahane S, Esler C, Chatterji U. Conversion of unicompartmental knee arthroplasty to total knee arthroplasty: the challenges and need for augments. *Acta Orthop Belg*. 2013 Dec;79(6):699-705.
 68. Thienpont E. Conversion of a unicompartmental knee arthroplasty to a total knee arthroplasty: can we achieve a primary result? *Bone Joint J*. 2017 Jan;99-B(1 Supple A):65-69.
 69. Leta TH, Lygre SH, Skredderstuen A, Hallan G, Gjertsen JE, Rokne B, Furnes O. Outcomes of unicompartmental knee arthroplasty after aseptic revision to total knee arthroplasty: a comparative study of 768 TKAs and 578 UKAs revised to TKAs from the Norwegian Arthroplasty Register (1994 to 2011). *J Bone Joint Surg Am*. 2016 Mar 16;98(6):431-40.
 70. Fu D, Li G, Chen K, Zhao Y, Hua Y, Cai Z. Comparison of high tibial osteotomy and unicompartmental knee arthroplasty in the treatment of unicompartmental osteoarthritis: a meta-analysis. *J Arthroplasty*. 2013 May;28(5):759-65.
 71. Santoso MB, Wu L. Unicompartmental knee arthroplasty, is it superior to high tibial osteotomy in treating unicompartmental osteoarthritis? A meta-analysis and systemic review. *J Orthop Surg Res*. 2017 Mar 28;12(1):50.
 72. Spahn G, Hofmann GO, von Engelhardt LV, Li M, Neubauer H, Klinger HM. The impact of a high tibial valgus osteotomy and unicompartmental medial arthroplasty on the treatment for knee osteoarthritis: a meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2013 Jan;21(1):96-112.
 73. Cao Z, Mai X, Wang J, Feng E, Huang Y. Unicompartmental knee arthroplasty vs high tibial osteotomy for knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *J Arthroplasty*. 2017 Dec 1. pii: S0883-5403(17)30937-3.
 74. Han SB, Kyung HS, Seo IW, Shin YS. Better clinical outcomes after unicompartmental knee arthroplasty when comparing with high tibial osteotomy. *Medicine (Baltimore)*. 2017 Dec;96(50):e9268.
 75. Griffin T, Rowden N, Morgan D, Atkinson R, Woodruff P, Madern G. Unicompartmental knee arthroplasty for the treatment of unicompartmental osteoarthritis: a systematic study. *ANZ J Surg*. 2007 Apr;77(4):214-21.

Ameliyat Öncesi Hazırlık, Klinik Değerlendirme, Radyolojik Planlama ve Düzeltilmenin Hesaplanması

Özkan Köse, Adil Turan, Baver Acar

Giriş

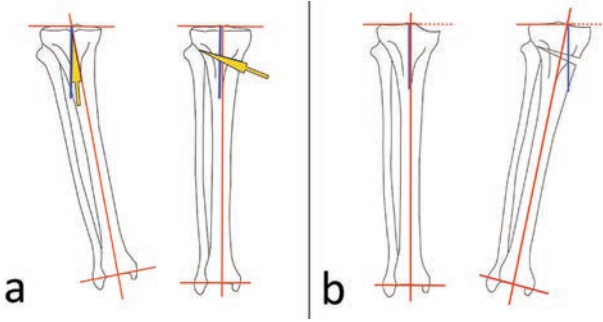
Osteotomiler 2000 yıldan uzun süredir ekstremitelerde deformitelerinin tedavisinde kullanılan bir yöntemdir. Geçmişte bu yöntem doğumsal veya travmatik deformiteler, ekstremitelerde eğriliklerine neden olan Raşitizm benzeri hastalıklar gibi çok çeşitli endikasyonlarda kullanılıyordu, günümüzde daha sıklıkla, özellikle genç ve aktif kişilerde meydana gelen tek kompartman artrozunda kullanılmaktadır (1, 2). Dizin tüm kompartmanlarını (medial tibio-femoral, lateral tibio-femoral, ve patello-femoral) etkileyen gonartrozdan farklı olarak, bu hastalarda kıkırdak dejenerasyonu dizdeki mekanik aksın frontal planda bozulmasıyla ağırlıklı olarak tek kompartmanda meydana gelmektedir. Yapılan epidemiyolojik çalışmalarda frontal plandaki dizilim bozukluğunun tek kompartman osteoartritinin gelişmesine neden olan en önemli risk faktörü olduğu gösterilmiştir (3, 4).

Yeniden dizilimi sağlayacak olan başarılı bir osteotomi girişiminin, başka bir anlatımla doğal diz fonksiyonlarının uzun süreli olarak sürdürebilmesi ve ilerleyen dönemde yapılacak olan artroplasti ameliyatlarını erteleyebilmesi veya ortadan kaldırması ancak doğru bir hasta seçimi ve ameliyat öncesi özenli bir planlama ile mümkündür (1). Hatalı endikasyonlar ve yetersiz planlama ile yapılan bu tedavi erken dönemde başarısızlıkla sonuçlanmaktadır. Poliklinik şartlarında tam bir klinik ve fizik muayeneyle değerlendirilerek osteotomi kararı alınan hastanın radyolojik planlanmasının yapılması, düzeltme derecelerinin ve bunun hangi yöntemle yapılacağına belirlenmesi

en az cerrahinin kendisi kadar önemli bir basamaktır (5, 6).

Dizde ağrı ve/veya eğrilik yakınması ile başvuran hastalarda ilk olarak bu ağrının ve deformitenin kaynağı sorgulanmalıdır. Ellibeş-altmış yaşından genç hastalarda dizin iç ya da dış kısmında travma olmaksızın meydana gelen, aktiviteyle birlikte artış gösteren ağrılar genellikle dejeneratif menisküs hastalıklarını ve tek kompartmanı etkileyen eklem artrozlarını akla getirmektedir (7). Yapılan fizik muayenede dizin tek kompartmanında oluşan ağrı nedeni olarak yük dağılımının, ağrı olan tarafa doğru yer değiştirmesi ile sonuçlanan deformiteler tespit edilebilir. Bunlar sıklıkla, medial eklem artrozuna neden olan varus deformitesi ya da dizin lateral artrozuna neden olan valgus deformitesi olarak adlandırılan frontal plan deformiteleri olarak sınıflandırılabilir (6).

Tek kompartmanı etkileyen diz artrozunun tedavisinde hem unikondiler diz protezi (UDP) hem de diz çevresi osteotomileri başarı ile uygulanabilen tedavi yöntemleridir. Her iki tedavi yöntemi de sanki aynı hasta grubunda uygulanabilen, endikasyonları çakışan iki tedavi yöntemi gibi görünse de aslında bunlar birbirine alternatif yöntemler değildir (7, 8). Artroplasti ya da osteotomi kararı verilirken bir önceki bölümde (Bölüm 5) ayrıntısı ile anlatıldığı şekilde deformitenin tipinin çok iyi belirlenmesi gerekmektedir. Hastada izole frontal düzlem deformitesi olup olmadığı, menisküs patolojileri, geçirilmiş menisektomi veya travma gibi çeşitli nedenlerle oluşan izole medial eklem artrozunun varlığı, ya da her ikisinin de birlikteliği araştırılmalıdır. Çünkü yalnızca de-



Resim 1. (a) Proksimal metafizer varusu olan hastada, tibia proksimal ve distal eklem oryantasyon çizgilerinin osteotomi sonrası düzeldiğini görmekteyiz. (b) Ancak medial eklem aralığında kemik kaybına ikincil deformitelere, yapılacak osteotominin diz ve ayak bileği eklem çizgilerinin paralellikini bozduğunu görmekteyiz.

formitesi olan hastaya UDP yapıldığında yüklenme paterni düzeltilemediği için erken gevşeme ya da bzulma kaçınılmaz olacak iken, tam tersine deformite olmaksızın yalnızca osteoartriti olan hastaya yapılacak osteotomi, yeni bir deformitenin oluşmasına ve eklem çizgisinin bozulmasına katkı sağlayacaktır (Resim 1) (3).

Osteotomi tedavisinin uygulanması için önerilen yaş konusunda literatürde tam bir fikir birliğine varılamamıştır. Diz çevresi osteotomi ameliyatlarında, epifizleri açık olan çocuklar dışında bir alt yaş sınırı bulunmamaktadır. Üst yaş sınırı ise kadınlarda 55 erkeklerde 65 olarak belirtilmiş olsa da mutlaka kronolojik yaşın yanında fizyolojik yaşın da göz önünde bulundurulması gerekir (9). Bu nedenle 65 yaşının üzerinde olsa bile yüksek aktivite düzeyine sahip ve bu aktivitesini sürdürmek isteyen hasta grubunda da osteotomi seçenek olarak düşünülmelidir (1, 10).

Hastaların tıbbi geçmişlerinin çok iyi değerlendirilmesi gerekmektedir. Romatoid artrit gibi enflamatuvar hastalıkların varlığı kişinin dizinin diğer kompartmanlarındaki kıkırdak ve/veya bağ yapılarında yapısal değişikliklere neden olur. Bunun yanında geçirilmiş diz ameliyatları, özellikle menisektomi, bağ ve kıkırdak onarımları sorgulanmalıdır. Tüm bu sorgulamalar hastanın izole deformitesine bağlı gelişen artrozu değerlendirirken, diğer kompartmanlarda da hasarın oluşabileceğini ön görmek amacıyla yapılmaktadır. Örnek vermek gerekirse; medial kompartmanda orta derecede osteoartrit nedeniyle valgus osteotomisi planlanan varus deformitesi olan bir dizde, geçirilmiş lateral menisektomi ameliyatı, osteotomi ile yükün medial kompartmandan laterale alınması

sonrasında lateral kompartmanda da dejenerasyonu hızlandıracağından tedavinin başarısızlıkla sonuçlanmasına neden olacaktır (11,12).

Sigara kullanılması genel olarak yara iyileşmesini geciktirdiği ve osteotomi hattının kaynamasını kötü yönde etkilediği için hastalar bu konuda uyarılmıdır. Genellikle operasyondan 3-6 ay önce tütün ve tütün ürünlerinin kullanılmasının bırakılması önerilmektedir. Sigara içen kişilerde, açık kama osteotomileri ile kapalı kama osteotomilerinin karşılaştırıldığı çalışmalarda, kapalı kama osteotomilerin de daha az kaynamama ile karşılaşılmıştır (13, 14). Bu nedenle, bu hastalarda cerrahi seçenek olarak kapalı kama osteotomisi (KKO) tercih edilebilir.

Osteotomi planlanan her hastada boy ve kilo ölçülerek vücut kitle indeksi (VKİ) hesaplanmalı, olası kontraendikasyon varlığı değerlendirilmelidir. Yüksek VKİ (>30 kg/m²) ile osteotomi sonrası başarısızlık ve komplikasyon oranlarının arttığı bildirilmiştir (15). Ancak son dönemde obezite bir mutlak kontraendikasyon olmaktan çıkarak, göreceli kontraendikasyonlar arasına girmiştir. Bu durum obez hastalarda aktivite seviyelerinin az olmasına ve osteotomi hattının tespitinde yeni kuşak mekanik olarak istikrarlı implantların kullanılmasına bağlanmaktadır (4).

Fizik Muayene

Fizik muayene alt ekstremitenin kas, eklem, deri ve yumuşak dokularının olduğu kadar vasküler ve nörolojik durumunu da içine alacak şekilde geniş bir perspektifte yapılmalıdır. Diz ağrısı ile başvuran hastalarda tanıya ulaşabilmek ve doğru tedaviyi uygulamak için kalça, diz ve ayak bileğinin de dahil olduğu, tüm alt ekstremitenin tam ve ayrıntılı olarak fizik muayenesi gerçekleştirilmelidir. Çünkü osteotomi öncesinde diz ekleminde şikâyeteye neden olan başka problemlerin tespit edilmesi endikasyonumuzu ya da yapılacak cerrahinin şeklini değiştirebilir. Bu duruma bir örnek vermek gerekirse; yürümenin basma (stance) fazında kalçanın abduksiyonu dizin lateral kompartmanındaki stresi artırır, bu nedenle kalça abduktör kas güçsüzlüğü, kalça hareketlerinin kısıtlılığı veya ankilozu, osteotomiden önce mutlaka tespit ve tedavi edilmelidir (16, 17). Deformitenin muayenesi hem statik olarak hem de dinamik olarak yapılmalıdır. Varus dizilimi olan bir dizin yürüme sırasında deformitesinde artış olması, lateral bağ desteğinin yetersizliği anlamına gelmektedir ki bu durum varsa kaçan yürüyüş, 'Lateral Thrust', olarak tanımlanır. Ayrıca yürüme analizleri dizde deformitenin artmasına neden olan adduksiyon momentininin tespiti için de faydalıdır. Bu dinamik durumun tespiti için

radyografiler başlığı altında da anlatılacak olan stres grafileri de kullanılmaktadır. Deformitenin bu dinamik parçası tespit edilmeden yapılacak osteotomiler yetersiz ya da gereğinden fazla düzeltmelere neden olabilir (1, 18).

İnspeksiyon

Hastanın değerlendirilmesi, odaya girdiği anda yürüyüşünü ve duruşunu gözlemleyerek başlar. Bu sırada göze çarpan herhangi bir aksama, ekstremitte kısıllığı ya da antalgik yürüyüş açısından bir ipucu olabilir. Muayene sırasında mutlaka hastanın alt ekstremitesi çıplak olmalı ve yapılan tüm testler diğer dizle karşılaştırılmalı olarak gerçekleştirilmelidir. Hastanın gözle görülür bir deformitesinin varlığı veya eklemlerindeki kontraktürler bu aşamada değerlendirilmeye başlanır. Kraus ve ark. yaptıkları çalışmada fizik muayene sırasında açı ölçer (gonyometre) ile yapılan ölçümlerin alt ekstremitenin dizilimini değerlendirmede aks grafisindeki ölçümleri yansıttığını bulmuştur (19). Ekstremitte uzunluğuna hem ayakta yük verirken hem de supin (sırtüstü yatarken) pozisyonda bakılmalıdır. Diz bölgesinin inspeksiyonu ile kızarıklık, şişlik, deformite, kaslarda atrofi, eski cerrahi insizyonlar, variköz damar genişlemeleri, fistül ağızları ve her türlü lezyon gözlenmelidir.

Palpasyon

Palpasyonla dizdeki tüm yüzeysel anatomik bölgeler muayene edilmelidir. Özellikle medial ve lateral tibiofemoral eklem üzerinde sınırlandırılmış hassasiyet o bölgenin artrozu ya da olası menisküs patolojisi açısından ipucu verebilir. Her iki femur kondillerinin, patellanın, fibula başının, Gerdy tüberkülü ve pes anserinusun palpasyonu da dizdeki ağrı odaklarının tanısını koymak için gereklidir. Diz içerisindeki herhangi bir sıvı artışı patellar ballotman varlığı ile araştırılır. Diz bölgesinde ısı artışı, eklem hareketleri sırasında krepitasyon, kitle varlığı palpasyon ile elde edilebilen bulgulardandır. Alt ekstremitede dorsalis pedis, tibialis posterior ve popliteal nabızların palpasyonu dolaşım sisteminin değerlendirilmesi için yapılmalıdır.

Eklem hareket genişliği ölçümü

Diz ekleminde üç eksen de hareket mevcuttur. Fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri kayma-yuvarlanma hareketi (roll back) ile birlikte gerçekleşir ve 0-135° aralığındadır. Ayrıca az miktarda da olsa iç ve dış rotasyon (screw-home) hareketleri mevcuttur.

Ameliyat öncesi muayenede eklem hareketleri mutlaka dikkatli bir şekilde değerlendirilmelidir. Osteotomi yapabilmek için en az 90° (tercihen 120°) eklem hareket açıklığı ve 5°'den az fleksiyon kontraktürü olmalıdır. Yapılan tüm muayeneler, kontraktürler kayıt altına alınmalıdır (20).

Bağ muayenesi

Diz bağ instabilitesinin osteotomi üzerine olumsuz etkileri bilinmektedir. Ayrıca, osteotomi ile birlikte kombine cerrahi işlemler ile bağ instabilitesi düzeltilir. Bu nedenle ameliyat öncesi dizin stabilitesi ve olası bağ sorunları muayene edilmelidir. Ön çapraz bağ, arka çapraz bağ, iç ve dış yan bağ ve postero-medial ve posterolateral köşe muayeneleri ayrı ayrı değerlendirilmelidir. Bu muayenelerin nasıl yapıldığı bu bölümün konusu dışında olduğundan ayrıntılılarıyla anlatılmayacaktır.

Menisküs muayenesi

Osteotomi sonrası yük aktarımı göreceli olarak sağlam eklem kompartmanına doğru yönlendirildiği için, varus dizlerde lateral menisküs, valgus dizlerde de medial menisküsün durumu bilinmelidir. Başka bir deyişle, varus bir dizde lateral menisküsün sağlam olması, yapılacak osteotomi ameliyatının başarısını olumlu yönde etkileyecektir. Bu nedenle hem lateral hem de medial menisküs patolojileri, menisküs özel testleri kullanarak (McMurray, Apley testi vb.) muayene edilmelidir. Şüphe durumunda ileri radyolojik tetkiklerden de faydalanılmalıdır.

Patello-femoral eklem muayenesi

Özellikle tuberositas tibia proksimalinden geçen osteotomilerde patellofemoral eklem ve patella seviyesinin değiştiği, aşağı doğru kaydığı bilinmektedir. İdeal hastada patellofemoral dizilim bozukluğu veya patello-femoral eklemde kırık lezyonlarının (atrozun) olmaması istenir. Bu nedenle osteotomi planlanan her hastada patellofemoral eklem muayenesi de yapılmalıdır. Patella yüksekliği tam lateral grafilerde (kondillerin üst üste bindiği lateral grafi) çeşitli ölçüm teknikleri ile hesaplanabilir. Patello-femoral kırık lezyonlarının tanısında ise patellar öğütme testi oldukça faydalıdır (13).

Radyolojik Tetkikler

Operasyon öncesi radyolojik planlama için birden çok radyolojik inceleme birlikte kullanılmalıdır. Tam ekstansiyonda ayakta basarak çekilen diz ön-arka

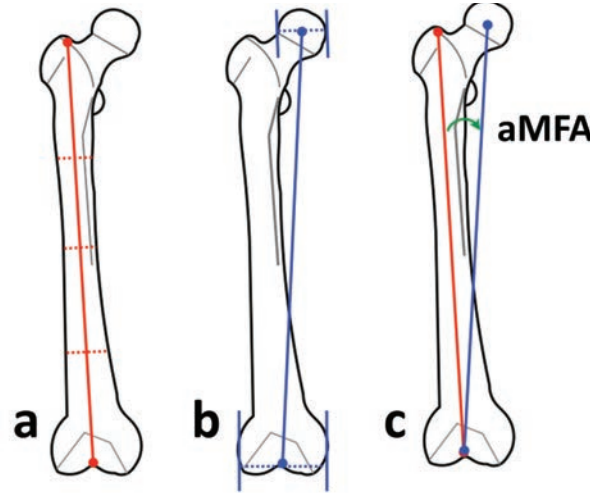
grafisi, 30° fleksiyonda çekilen tünel grafisi, 45° fleksiyonda çekilen Rosenberg grafisi bunlardan bazılarıdır. Bu grafiler ile medial ve lateral kompartmandaki dejenerasyon miktarı ve kırıldak-kemik kaybı değerlendirilmelidir. Ayrıca patella tanjansiyel grafiler ile patellafemoral eklemdaki sorunlar görüntülenebilir. Patellanın sagittal plandaki konumu (patella alta veya baja) 30° fleksiyonda çekilen diz yan grafisinde Insall-Salvati, Blacburne-Peel veya Caton-Deschamps indekslerini kullanılarak tespit edilir. Mevcut deformiteye göre (patella alta, patella baja) yapmayı planladığımız osteotomi şeklini değiştirebilir ve patellofemoral dizilim eş zamanlı olarak düzeltilebilir (21). Alt ekstremitte dizilimi ekstremitelerin kalça diz ve ayak bileğinin aynı kasette görülebildiği ve üzerinde mekanik anatomik aksların ölçülebileceği, deformite analizinin yapılabilmesi için tam uzunluk grafileri ile değerlendirilir. Alt ekstremitte uzunluk grafisi 'orthoröntgenogram' adı verilen bu grafiler ile doğru değerlendirme yapabilmek için grafinin tam ekstansiyonda çekilmiş olması ve patellanın femur kondillerinin ortasında olacak şekilde rotasyonlarının standardize edilmiş olması gerekmektedir (22). Varus ve valgus stres grafileri kollateral ligamanların stabilitesini belirlemek amacıyla kullanılabilir. Tek ayak üzerinde yüklenmede çekilen grafilerde stres grafileri olarak kullanılmaktadır (23).

Manyetik rezonans görüntüleme (MRG) kemik içi lezyonların, meniskal yırtıkların, ligamentöz lezyonların, osteokondral defektlerin, osteonekroz ya da subkondral ödemin değerlendirilmesinde kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem diğer kompartmanların durumunu değerlendirmek için de faydalıdır. Osteotomi öncesi artroskopik girişim gerekip gerekmediği konusunda da bilgi sağlar (13). Ayrıca artroskopi planlandıysa bu sırada karşılaşılabilecek patolojiler ve tedavisi için teknik ve ekipman olarak hazırlıklı olmamıza yardımcı olur.

Bilgisayarlı tomografi (BT) ise genellikle travmatik defektlerle ilişkili vakalarda ve rotasyonel problemlerin varlığında kullanılabilir (2). Kompleks rotasyonel sorunların olduğu düşünülen olgularda, BT görüntüleri üst üste bindirilerek rotasyonel deformitelerin ölçümleri kolayca yapılabilir.

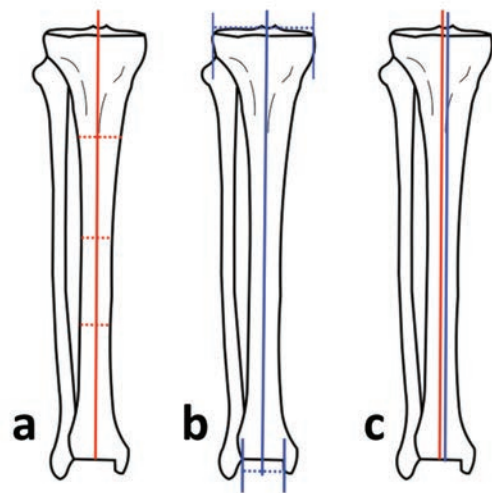
Deformitenin tespiti

Tam bir planlama için, öncelikle alt ekstremitenin normal anatomisi ve fizyolojik aksları iyi bilinmelidir. Normal dizilimde anatomik ve mekanik olmak üzere iki aks tanımlanmıştır (2). Femurun anatomik aksı kemiğin uzunlamasına diafizyel orta çizgisi olarak tanımlanır, mekanik aksı ise femur başı merkezinden femur distal eklem yüzü ortasına çizilen çizgidir. Bu

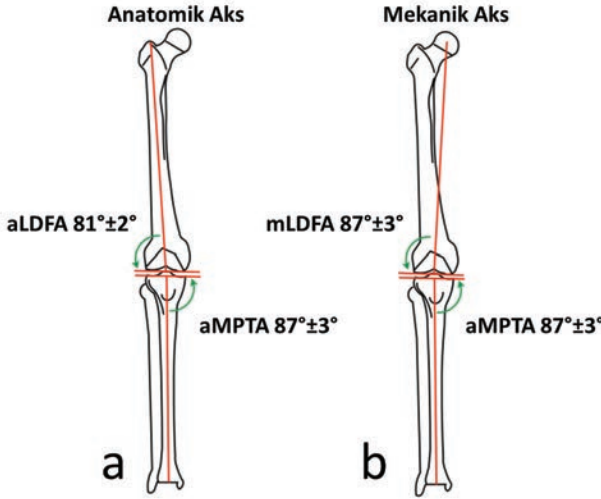


Resim 2. (a) Femurun anatomik aksı; femur gövdesinin orta noktalarının birleştirilmesi ile oluşan çizgidir. (b) Femurun mekanik aksı; femur başı merkezi ile femur distal eklem yüzünün orta noktasını birleştiren çizgidir. (c) Femurun anatomik aksı ile mekanik aksı arasında oluşan açı anatomik mekanik femoral açı (aMFA) olarak adlandırılmıştır.

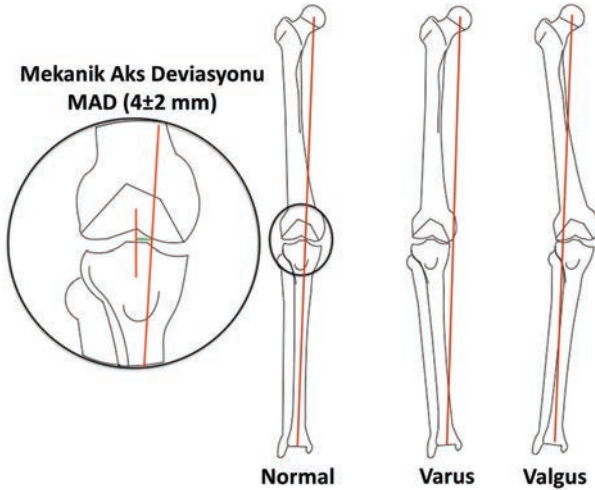
iki aks arasında ortalama 6 ± 1 derece açı vardır ve anatomik mekanik femoral açı (aMFA) olarak adlandırılmıştır (Resim 2). Femur başı orta noktasını belirlemek için genişleyen Moose halkaları ya da daha pratik olarak goniometri çemberinin orta noktası kullanılır. Tibiada ise anatomik aks ile mekanik aks birbirine paralel olup aralarında birkaç mm fark vardır. Bu nedenle iki aks pratikte aynı kabul edilir (Resim 3) (24).



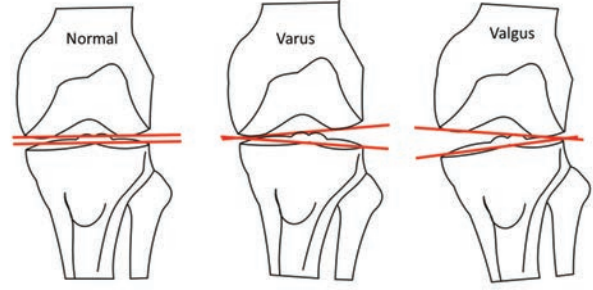
Resim 3. (a) Tibiyanın anatomik aksı; tibia gövdesinin orta noktalarının birleştirilmesi ile oluşan çizgidir. (b) Tibiyanın mekanik aksı; tibia proksimal eklem yüzünün orta noktası ile ayak bileği ekleminin orta noktasını birleştiren çizgidir. (c) Tibiada mekanik ve anatomik aks birbirine paraleldir.



Resim 4. (a) Distal femur eklem oryantasyon çizgisi ile femurun anatomik aksı arasında lateralde oluşan açı anatomik lateral distal femoral açı (aLDFA) olarak adlandırılır. Normal değerleri $81^{\circ}\pm 2^{\circ}$ dir. Proksimal tibia eklem oryantasyon çizgisi ile tibia anatomik aksı arasında oluşan açı anatomik medial proksimal tibial açı (aMPTA) olarak adlandırılır. Normal değerleri $87^{\circ}\pm 3^{\circ}$ dir. (b) Distal femur eklem oryantasyon çizgisi ile femurun mekanik aksı arasında lateralde oluşan açı mekanik lateral distal femoral açı (mL DFA) olarak adlandırılır. Normal değerleri $87^{\circ}\pm 3^{\circ}$ dir. Tibiada anatomik ve mekanik aks aynı çizgi olarak kabul edildiğinden Anatomik ve mekanik aks arasındaki açı değişmez.



Resim 5. Femur başı orta noktası ile ayak bileği eklemi orta noktasını birleştiren çizgi, normal bir dizde diz ekleminin orta noktasının hemen medialinden geçer. Diz ekleminin orta noktası ile mekanik aksın geçtiği nokta arasındaki mesafe mekanik aks deviasyonu (MAD) olarak adlandırılır. Varus bir dizde mekanik aks mediale, valgus bir dizde ise laterale yer değiştirir.



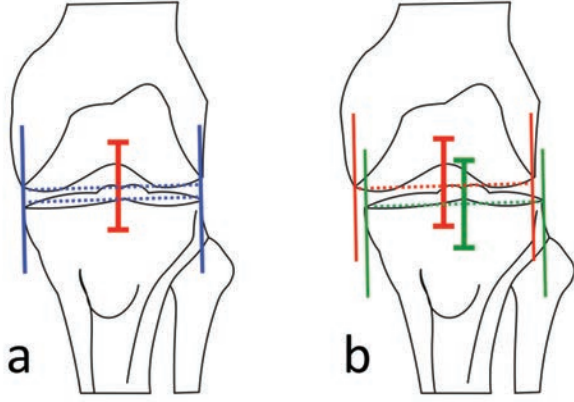
Resim 6. Normal bir dizde eklem seviyesi oryantasyon çizgileri birbirine paraleldir (kırmızı çizgiler). Bu çizgilerin birbirlerine göre oluşturdukları açı eklem çizgisi konverjans açısı (EÇKA) olarak adlandırılır. Bu paralelliğin bozulması, alt ekstremitelerde deformite veya eklem içinde bir patoloji olduğu anlamına gelir. Varus bir dizde bu çizgiler arasında açıklığı lateral bakan bir açılanma oluşurken, valgus bir dizde ise tersine bir açılanma oluşur.

Distal femur eklem oryantasyon çizgisi kondillerin subkondral bölgelerinin birleştirilmesi ile, proksimal tibia eklem oryantasyon çizgisi ise her iki platonun subkondral bölgelerinin konkav kısımlarının birleştirilmesi ile elde edilir. Eklem oryantasyon çizgileri ile mekanik ve anatomik akslar arasında bazı açılar oluşur. Buna göre oluşan açılar Resim 4'te özetlenmiştir. Bu açılardaki normal değerlerden sapmalar alt ekstremitelerde deformitesinin nereden kaynaklandığı konusunda fikir verir (25).

Alt ekstremitenin mekanik aksı femur başı ortasından ayak bileği ortasına çekilen çizgidir (Mikulicz Çizgisi). Bu aks fizyolojik olarak diz ekleminin orta noktasının 4 ± 2 mm medialinden geçer. Bu aksın diz ekleminde geçiş yerine göre varus ya da valgus diz tanımlaması yapılır. Bu aksın 15 mm den fazla medialden geçmesi veya 10 mm den fazla lateralden geçmesi mekanik aks deviasyonu (MAD) olarak tanımlanır. Aks medialden geçiyorsa varus, lateralden geçiyorsa valgus deformitesinden söz edilir (Resim 5).

Deformite tanıladıktan sonra kaynağının femur mu yoksa tibia mi olduğu araştırılmalıdır. Bunun için ise mL DFA ve mMPTA ölçümleri kullanılır. mL DFA normal $87^{\circ}\pm 3^{\circ}$ olup eğer bu açıdan büyük değerler ölçülüyorsa femur kaynaklı bir varus deformitesi, bu değerden küçük ölçülüyorsa femur kaynaklı bir valgus deformitesinden bahsedilir. Benzer şekilde mMPTA normal değeri $87^{\circ}\pm 3^{\circ}$ olup küçük değerler ise tibia kaynaklı bir varus deformitesini, büyük değerler ise tibia kaynaklı bir valgus deformitesini gösterir (24, 25). Bazı hastalarda ise kombine deformiteler olabilir.

Bunların dışında, deformite bazı hastalarda kemik dışında eklemden de kaynaklanabilir. Bunu anlamak



Resim 7. (a) Hem tibia hem de femur eklem yüzlerinin orta noktaları, normal bir dizde yaklaşık aynı hizadadır. (b) Bu orta noktaların birbirinden 3mm'den fazla uzaklaşması, eklemde subluksasyon varlığını gösterir.

için eklem oryantasyon çizgilerinden faydalanılır. Fizyolojik koşullarda distal femur oryantasyon çizgisi ile proksimal femur oryantasyon çizgisi neredeyse birbirine paralel uzanır. Buna eklem çizgisi konverjans/uyum açısı (EÇKA) adı verilir ve açıklığı medial tarafa artmış EÇKA medial ligamento kapsüler laksisiteye, bağ instabilitesine ve diz lateral kompartmandaki kıkırdak veya kemik kaybına bağlı olabilir. Buna karşın EÇKA'nın azalması lateral ligamentokapsüler laksisiteye, medial kompartmandaki kıkırdak ve kemik kayıplarına bağlı olabilir (Resim 6).

Alt ekstremitte mekanik aksı, eklemdeki frontal planda var olan subluksasyon nedeniyle de bozulabilir. Eklemde frontal planda subluksasyon olup olmadığı da kontrol edilmelidir. Bunu anlamak için femur distal eklem yüzü ile tibia proksimal eklem yüzüne kenarlardan dik çizgiler çizilir ve bu dik çizgiler arasındaki mesafenin orta noktası bulunur ve işaretlenir. Bu iki nokta normalde aynı hizada bulunur. Aralarındaki mesafe 3 mm'ye kadar normal kabul edilir. Üç mm'den fazla mesafe varsa dizilim bozukluğunun nedeni diz subluksasyonudur. Tibianın hangi yöne yer değiştirdiğine göre, medial veya lateral subluksasyon olarak adlandırılır (Resim 7) (26).

Ayrıca lateral planda, tibial eğimin de ölçülmesi ve bilinmesi gereklidir. Çünkü diz çevresi osteotomileri, özellikle proksimal tibial osteotomilerde (PTO) posterior tibial eğimin değiştiği ve bu değişimin sonuçları da etkilediği bilinmektedir (27). Tibial eğimi ölçmek için değişik yöntemler kullanılabilir (28-31). Ancak



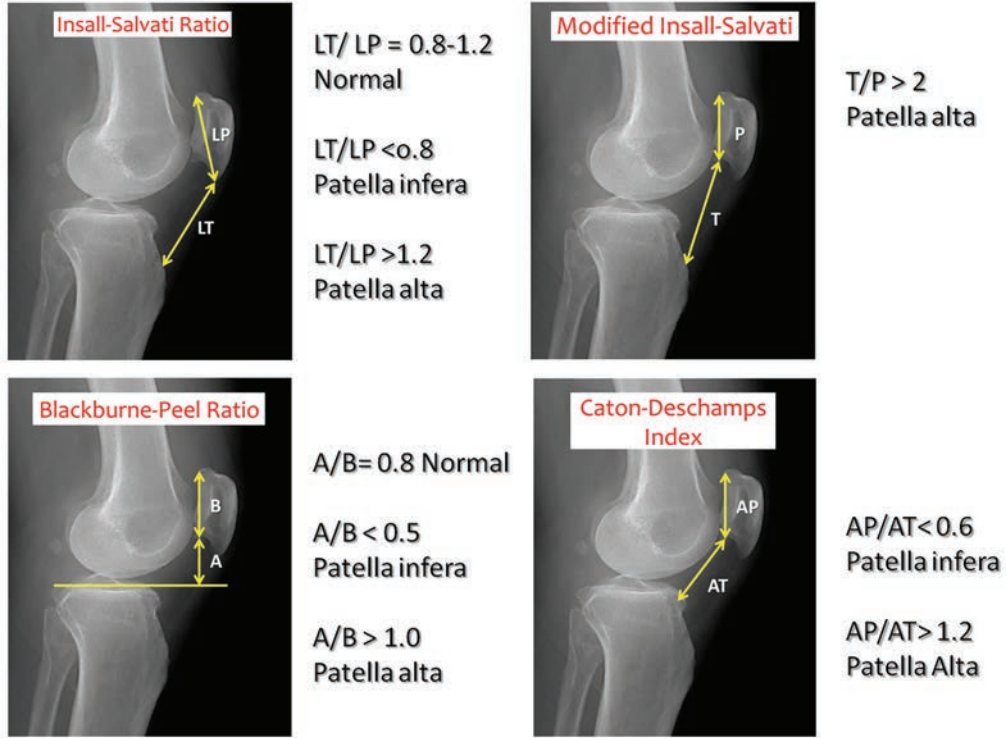
Resim 8. Posterior tibial eğim ölçümü. Kondillerin üst üste tam olarak bindiği lateral grafilerin kullanılması gereklidir. Önce tibia posterior korteksine paralel bir çizgi çekilir. Bu çizgi posterior kortikal aks olarak adlandırılmaktadır. İkinci olarak tibianın eklem yüzüne paralel bir çizgi daha çekilir. Posterior tibial eğim, posterior kortikal aksa dik çizgi ile tibial eklem yüzü çizgisi arasında kalan açıdır.

en doğru ve güvenilir sonuçları posterior kortikal aks kullanımı ile verdiği gösterilmiştir (32) (Resim 8). Bu konu daha ayrıntılı olarak **Bölüm 21'**de ele alınmıştır.

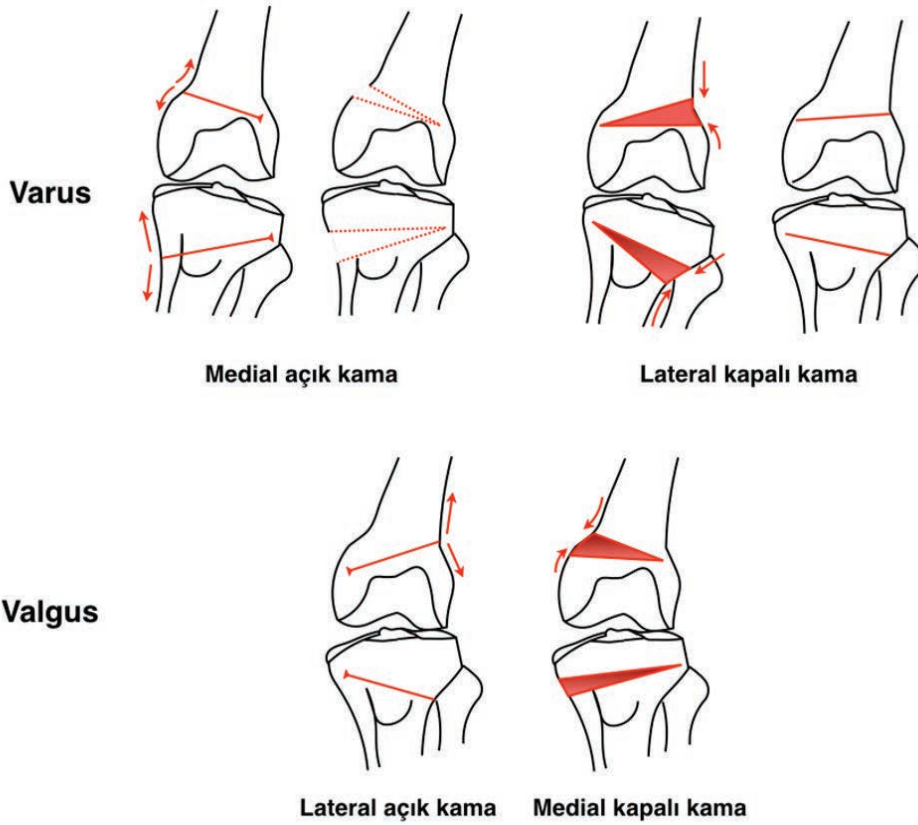
Diz çevresi osteotomilerinin patellar yüksekliği ve Q açısını değiştirmesi nedeniyle patello-femoral dizilim bozuklukları da hesaba katılmalıdır. Patellar yüksekliğin tespiti için tam lateral grafilerde çeşitli ölçüm teknikleri tariflenmiştir. (27,33-35) (Resim 9). Ancak bunlar arasında Blackbourne-peel yönteminin güvenilir olduğu öne sürülmektedir (36).

Osteotomi tipinin seçimi

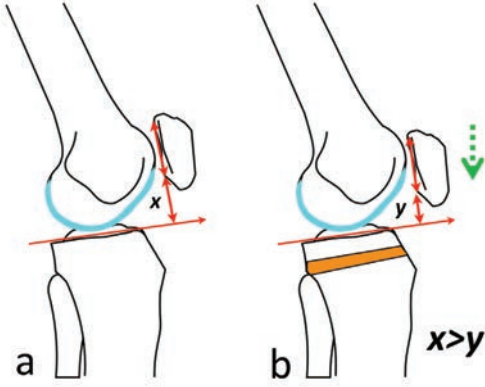
Alt ekstremitte deformite tespitinin yapılmasından sonra düzeltme için yapılacak osteotominin seçilmesine karar verilmelidir. Dizilimi düzeltmek için çok farklı osteotomi teknikleri mevcuttur (Resim 10) (6). Bunlardan hangisinin yapılacağına kararını verirken



Resim 9. Patellar yükseklik ölçümünde sık kullanılan yöntemler.



Resim 10. Diz çevresinde uygulanan osteotomi çeşitleri. Deformitenin yeri ve şekline göre, düzeltme hem femur hem de tibiadan, açık ve kapalı kama osteotomileri şeklinde uygulanabilir.

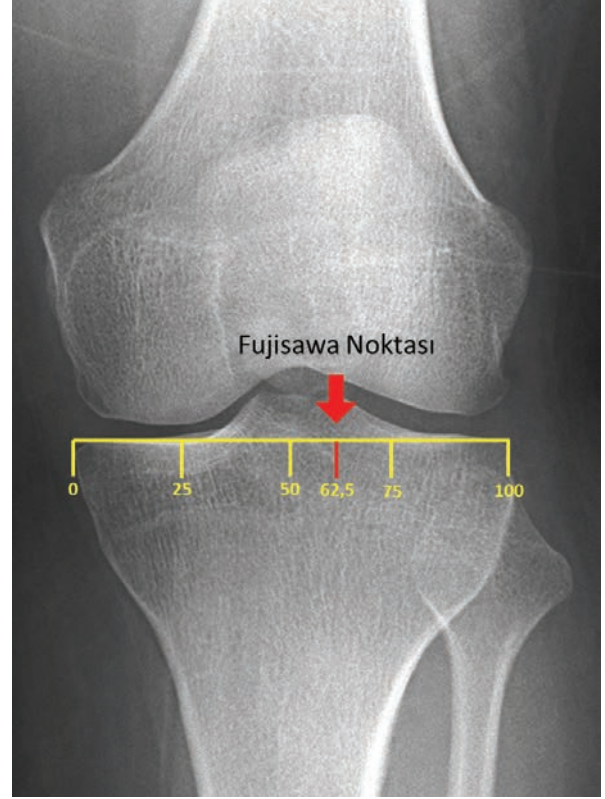


Resim 11. (a) Açık kama tibial osteotomisi öncesi patellar yükseklik. Eklem seviyesine göre patella alt ucunun mesafesi X olarak gösterilmiştir. (b) Osteotomi sonrası tuberositas tibia göreceli olarak aşağıya yer değiştirdiği için patellar yükseklik azalacaktır. Eklem seviyesine göre patella alt ucunun eklem seviyesi Y olarak gösterilmiştir.

yukarıda anlatılan deformite değerlendirme verilerinden yararlanılır. Önceki uygulamalarda tüm varus deformiteleri proksimal tibial osteotomi ile tüm valgus deformiteleri ise distal femoral osteotomi ile düzeltilir şeklinde bir genel kanı mevcuttu. Ancak bu uygulama yanlış osteotomilere ve eklem çizgisinin paralelliğinin bozulduğu yeni deformitelere yol açabilir. Deformitenin nereden kaynakladığı tespit edildikten sonra, bu deformiteyi düzeltecek osteotomi sorunun olduğu noktadan yapılmalıdır. Açık veya kapalı kama osteotomi kararını verirken tibial eğim de göz önünde bulundurulmalıdır. Açık kama PTO ile tibial eğimin arttığı, kapalı kama PTO ile tibial eğimin azaldığı bilinmelidir. Ayrıca bağ lezyonlarının eşlik ettiği deformitelerde bu parametreler değiştirilerek instabilite üzerine olumlu katkılarda sağlanabilir ve osteotomi tipi ve tekniği değiştirilebilir. Başka bir parametre ise patellar yüksekliktir. Tuberositas tibia proksimalinden yapılan tek planlı açık kama PTO'larda patellar yüksekliğin azalacağı akıld tutulmalıdır (Resim 11) (37). Görüldüğü üzere, osteotomi tipinin seçiminde standart bir reçete yoktur, deformitenin yerine, yönüne, büyüklüğüne ve ek klinik özelliklere göre her hasta için özel bir plana ihtiyaç vardır.

Düzeltilme miktarı ne olmalı?

Fujisawa ve ark. yüksek tibial osteotomi (YTO) yaptığı 54 hastanın osteotomi öncesi ve sonrasında mekanik aks ölçümleri ile dizdeki kıkırdak değişimlerini incelemiştir. Bu çalışma sonucunda mekanik aksın tibia platosunun orta noktasının %30-40 lateralinden geçtiği dizlerde, medial eklem kıkırdağının daha iyi rejenere olduğunu bildirmişlerdir. Fizyolojik se-

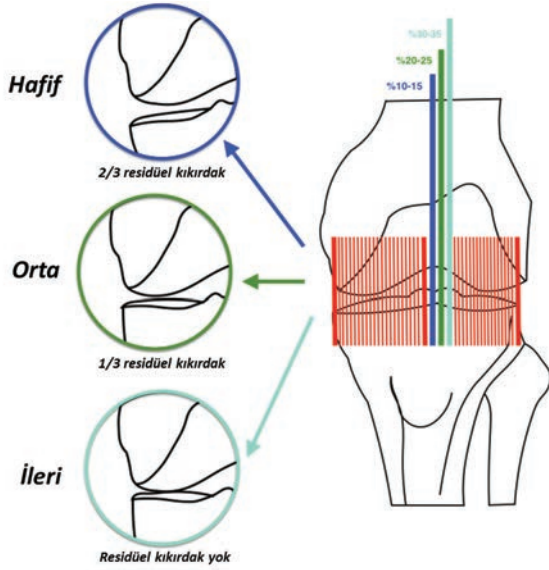


Resim 12. Fujisawa noktası. Tibia eklem yüzeyi çizgisinin tamamı medialden başlanarak 100 birim kabul edildiğinde, Fujisawa noktası %62,5 birim mesafeye tekabül etmektedir.

viyeye kadar ya da daha az yapılan düzeltmelerin erken başarısızlık ve kötü sonuçlarla ilişkili olduğu bulunmuştur (38). Bu çalışma sonrasında fazladan düzeltme 'over correction' gerekliliği genel kabul görmüştür. Optimum düzeltme miktarının ne olacağı konusunda farklı görüşler olsa da, varus bir dizde anatomik aks kullanıldığında 8-10° valgus, mekanik aks kullanıldığında ise 3-5° valgus önerilmektedir (5).

Mekanik aksa göre 3-5° valgus elde edebilmek için Mikulicz çizgisinin (femur başı merkezini ile ayak bileği merkezine birleştiren çizgi) tibia platosunun neresinden geçmesi gerektiği konusunda yapılan çalışmalar sonucunda tibia platosunun tamamı 100 birim olarak kabul edildiğinde medialden başlayarak % 62,5 noktasından geçirilmesi olarak belirlenmiştir (Resim 12). Daha sonraları bu nokta "Fujisawa Noktası" olarak da adlandırılmıştır (26, 39, 40).

Bazı yazarlar ise her dizde aynı düzeltmenin yapılmasını, endikasyona ve kişiye özgü planlama yapılmasını önermiştir. Medial eklemde kıkırdak kaybının fazla olduğu dizlerde aşırı düzeltme (over correction) gerekli iken, daha az bozulma olan bir dizde daha nötrale yakın düzeltmelerin yapılması gerektiği savunulmuştur (2, 41, 42). Valgus osteoartritte ise bu aşırı düzeltme diz eklemindeki yük da-



Resim 13. Medial eklem aralığındaki daralma miktarına göre, alt ekstremite mekanik aksının geçeceği nokta ayarlanmalıdır. Eklem aralığında hafif daralma varsa mekanik aksın geçeceği nokta eklem orta hattının %10-15 fazlasına taşınmalı, orta derecede daralma varsa mekanik aks orta hattın %20-25 lateraline taşınmalı, ileri derece daralma varsa mekanik aks daha da laterale eklem orta hattının %30-35'ine kadar taşınmalıdır. Bütün hastalarda standart Fujisawa (%62,5) noktası kullanılmamalıdır.

ğılımı simetrik olmadığı için varus dizlerde olduğu kadar önemli değildir (Resim 13).

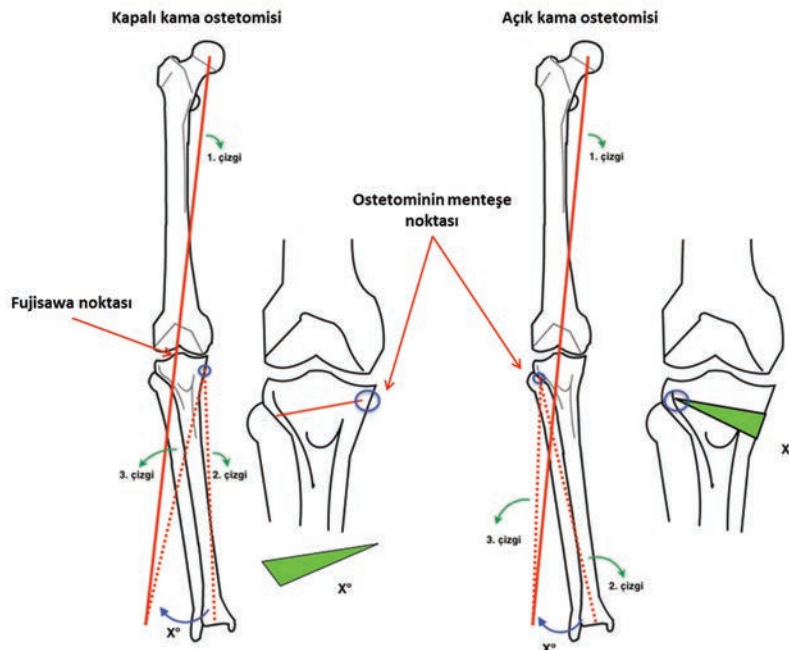
Düzeltilme Miktarının Hesaplanması

Daha önce anlatılan yöntemlerle yeni oluşturulacak aksın diz eklemine neresinden geçeceği tespit edildikten sonra yapılması gereken, düzeltme açısı ve yapılacak cerrahiye göre açılacak ya da kapatılacak kama miktarının hesaplanmasıdır. Bunun için çeşitli yöntemler tarif edilmiştir. Ayrıca dijital radyografilerin ve PACS sisteminin kullanıma girmesiyle bazı yazılımlar da geliştirilmiştir. Ancak bu yazılımlar da benzer prensipleri kullanmaktadır. Burada en çok kullanılan 3 yöntem anlatılacaktır.

1. Miniaci yöntemi

Miniaci'nin tarif ettiği yöntemine göre; femur başı orta noktası ile mekanik aksın diz eklemine geçmesini planladığımız nokta arasında (Fujisawa noktası) ilk çizgimiz çizilir. Daha sonra tibianın lateral korteksinde, osteotominin menteşe noktasından ayak bileği eklemine orta noktasına ikinci bir çizgi çizilir. Ardından, aynı menteşe noktasından ile birinci çizginin distal ucu birleştirilerek üçüncü bir çizgi elde edilir. Düzeltme açısı ikinci ve üçüncü çizgi arasındaki açıdır. Kapalı kama osteotomisi planlanıyor ise menteşe noktası bu kez tibianın medial korteksinde belirlenir, ve ikinci ve üçüncü çizgi bu noktaya göre çizilir. İkinci ve üçüncü çizgi arasındaki açı çıkarılacak olan kamanın açısıdır (Resim 14) (43, 44).

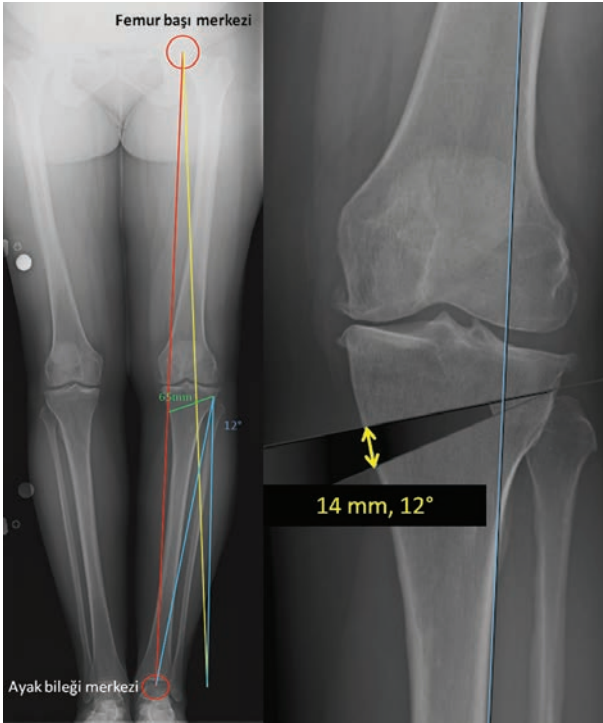
Açık kama osteotomisinde medial kortekste ne kadar açıklık yapılacağını hesaplanmasında Hernigou



Resim 14. Miniaci yöntemine göre kapalı kama ve açık kama osteotomilerinde düzeltme açısının hesaplanması.

Osteotomi hattının uzunluğu	Düzeltilme Açısı																	
	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°	18°	19°		
50 mm	3	4	5	6	7	8	9	10	10	11	12	13	14	15	16	16		
55 mm	4	5	6	7	8	9	10	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
60 mm	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18	19	20		
65 mm	5	6	7	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18	19	20	21		
70 mm	5	6	7	8	10	11	12	13	15	16	17	18	20	21	22	23		
75 mm	5	6	8	9	10	12	13	14	16	17	18	20	21	22	24	25		
80 mm	6	7	8	10	11	13	14	15	17	18	19	21	22	24	25	26		

Resim 15. Hernigou tarafından hazırlanan trigonometrik tablo.



Resim 16. Miniaci yöntemine göre düzeltme açısı 12° ve planlanan osteotomi uzunluğu 65mm olarak ölçülen bir hastaya ait ortoröntgenografiyi görmektesiniz. Bu hastada Hernigau trigonometrik tablosundan faydalanılarak osteotomi açıklığı 14mm olarak bulunmuştur. 14mm'lik bir osteotomi açıklığı ile mekanik aksın geçeceği noktayı görmektesiniz.

tarafından hazırlanan trigonometrik tablo kullanılır (**Resim 15**). Buna göre, önce planlanan osteotomi hattının medio-lateral uzunluğu ölçülür. Düzeltilme açısı ve osteotomi uzunluğu kullanılarak, tablodaki değer-

ler eşleştirilerek osteotomi açıklığı saptanır. Örnek bir ölçüm Resim 16'de gösterilmiştir (45, 46).

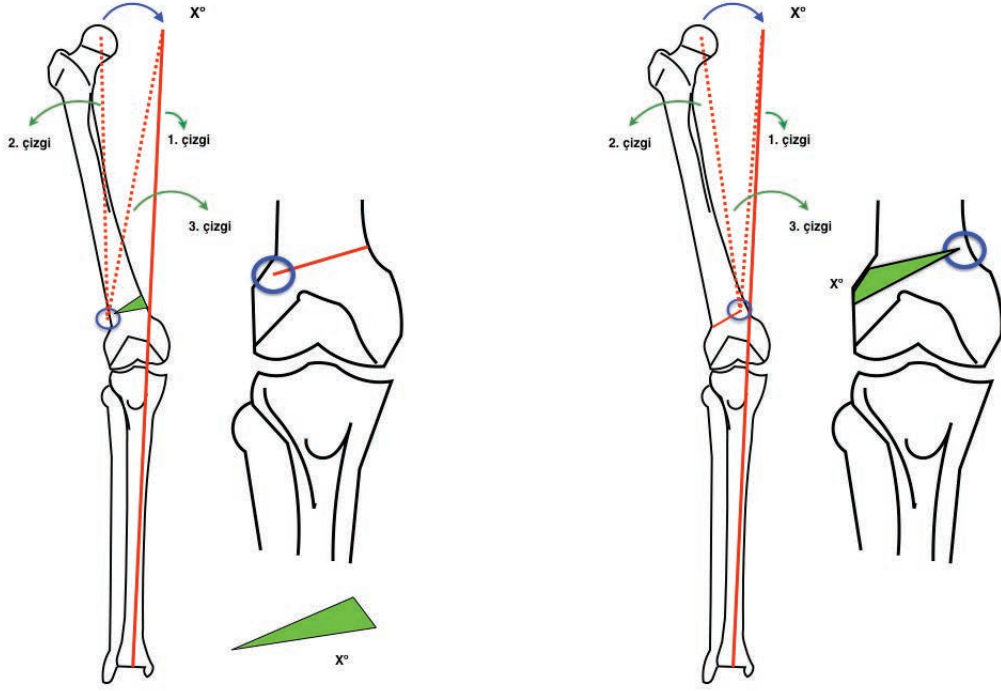
Miniaci yöntemi PTO planması için tarif edilmiş bir yöntem olmasına karşın, aynı yöntem distal femoral osteotomi planlaması içinde adapte edilmiştir (Resim 17). Aynı prensipler kullanılarak distal femoral osteotomi için düzeltme miktarı hesaplanabilir (47).

2. Mekanik aks yöntemi

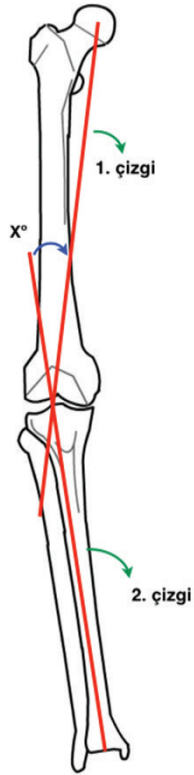
Dugdale ve Noyes tarafından tariflenen düzeltme açısını hesaplama yönteminde de mekanik aks çizgisini kullanılmıştır. Bu yöntemde göre femur başı orta noktasından başlayıp mekanik aksın diz ekleminde geçmesini planladığımız nokta arasında (Fujisawa noktası) 1. çizgi çizilir. Ayak bileği ekleminin orta noktasından Fujisawa noktasına 2. çizgi çizilir. Bu iki çizgi arasındaki açı bize düzeltme açısını verir (Resim 18, 19) (26).

3. Convery yöntemi

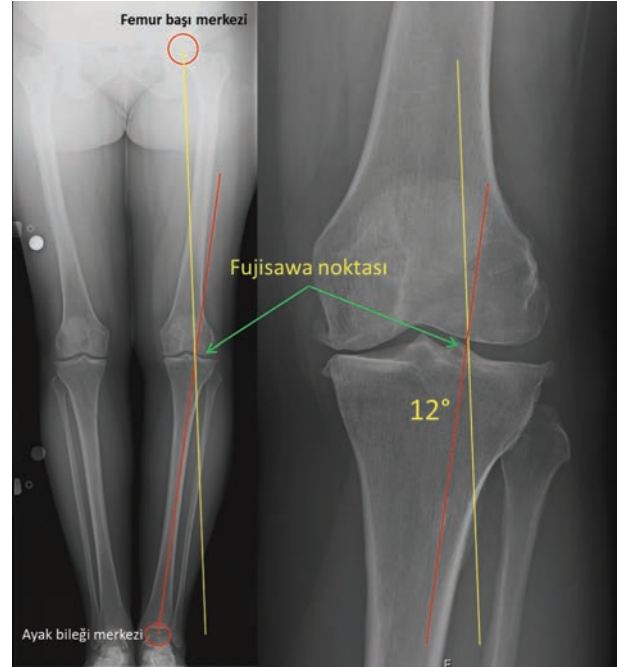
Convery metodunda ise hesaplama için mekanik aks çizgisi yerine anatomik akslar kullanılmaktadır. Bu yöntem özellikle elimizde aks grafisi olmayan kısa diz röntgeni çekilen hastalarda tercih nedenidir. Önce femurun anatomik aksı çizilir. Ardından tibianın anatomik aksı çizilir ve bu iki anatomik aks arasındaki açı bulunur. Hedeflenen valgus açısı önceden belirlenir. Aşağıdaki eşitlik kullanılarak düzeltme açısı hesaplanır (48). Düzeltilme Açısı=(Hedef Valgus Açısı) - (Anatomik Akslar Arasındaki Aç) denklemleri kullanılarak hesaplanır. Bu hesaplamada, anatomik akslar arasında ölçülen açı, varus deformitesi varsa nega-



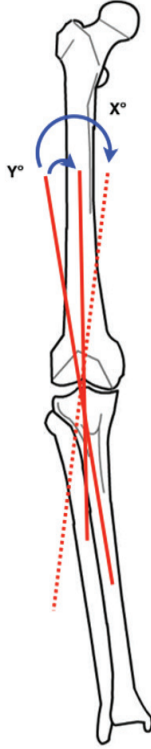
Resim 17. Kapalı kama veya açık kama distal femoral osteotomi planlaması.



Resim 18. Mekanik aks yöntemine göre düzeltme açısının hesaplanması.



Resim 19. Femur başı merkezinden osteotomi sonrası mekanik aksın dizde geçmesini arzuladığınız noktaya (Örneğin: Fujisawa noktası) bir çizgi çekilir (sarı çizgi). Ayak bileği merkezinden aynı noktaya ikinci bir çizgi (kırmızı çizgi) daha çizilir. Düzeltme açısı kırmızı ve sarı çizgiler arasındaki açıdır.



Resim 20. Anatomik aksa göre düzeltme açısının hesaplanması.

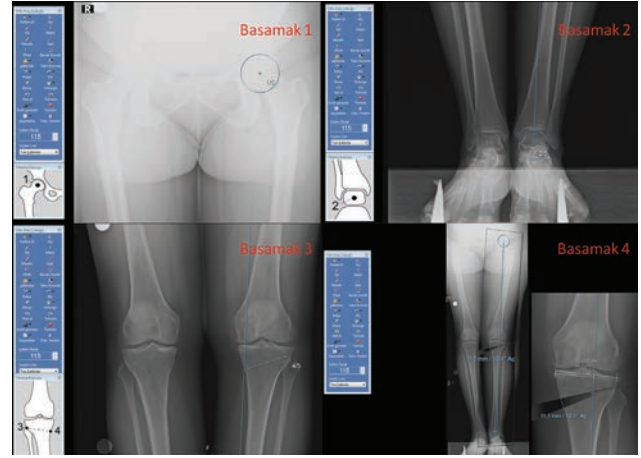
tif, valgus deformitesi varsa pozitif olarak kullanılır (Resim 20). Bir örnek hasta üzerinden düzeltme açısı hesaplayalım. Varus deformitesi olan bir hastada anatomik akslar arasındaki açı 5° olduğunu düşünelim. Aynı hastada osteotomi sonrası 7° valgus elde edebilmek için yapacağımız düzeltme açısı $7^\circ - (-5^\circ) = 12^\circ$ olarak hesaplanacaktır.

4. Bilgisayar Programları ile hesaplama

Bu yöntemlerin dışında, ölçümlerin ve hesaplamaların dijital radyografiler üzerinde bilgisayar yardımıyla yapıldığı yazılımlar mevcuttur (Resim 21). Ancak pahalı olması, her merkezde bulunmaması nedeniyle osteotomi cerrahisi ile uğraşan cerrahların yukarıdaki yöntemleri bilmesi gereklidir.

Kaynaklar

1. Smith JO, Wilson AJ, Thomas NP. Osteotomy around the knee: evolution, principles and results. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013;21(1):3-22
2. Lobenhoffer P, Heerwaarden RJ, Staubli AE., Jakob RP., editors. *Osteotomies Around the Knee.* New York: Thime; 2008;p.1-39.
3. Lobenhoffer P. Indication for Unicompartmental Knee Replacement



Resim 21. Bilgisayar programı kullanılarak yapılan düzeltme açısı ve osteotomi açıklığının hesaplanması. Burada gösterilen yazılım Sectra Workstation, IDS7, Sürüm 18.2, İsviçre programıdır. Birinci basamakta femur başı merkezi belirlenir, ikinci basamakta ayak bileği merkezi belirlenir. Program otomatik olarak alt ekstremitte mekanik aksını kendisi çizmektedir. Üçüncü basamakta yapılacak osteotominin medial ve lateral kenarları saptanır. Ardından mekanik aks arzulanana noktaya kadar mouse yardımıyla çekilir. Yazılım yapılan düzeltme için gerekli açıyı ve osteotomi açıklığını hesaplayarak ekran üzerinde sunmaktadır.

versus Osteotomy around the Knee. *J Knee Surg.* 2017;30(8):769-773

4. Bonnin M, Chambat P. Current status of valgus angle, tibial head closing wedge osteotomy in media gonarthrosis. *Orthopade* 2004;33:135-42. doi:10.1007/s00132-003-0586-z.
5. Brinkman JM, Lobenhoffer P, Agneskirchner JD et al. Osteotomies around the knee: patient selection, stability of fixation and bone healing in high tibial osteotomies. *J Bone Joint Surg Br.* 2008;90(12):1548-57. doi: 10.1302/0301-620X.90B12.21198.
6. Paley D, Herzenberg JE, Tetsworth K, McKie J, Bhave A. Deformity planning for frontal and sagittal plane corrective osteotomies. *Orthop Clin North Am.* 1994;25(3):425-65
7. Trieb K, Grohs J, Hanslik-Schnabel B et al. Age predicts outcome of high-tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2006;14(2):149-52. doi:10.1007/s00167-005-0638-5
8. Parker D. *Management of Knee Osteoarthritis in the Younger, Active Patient.* Newyork: Springer; 2016;p.67-114.
9. Salzmänn GM, Ahrens P, Naal FD et al. Sporting Activity after High Tibial Osteotomy for the Treatment of Medial Compartment Knee Osteoarthritis. *Am J Sports Med* 2009;37:312-8. doi:10.1177/0363546508325666.
10. Koskinen E, Paavolainen P, Eskelinen A, Pulkkinen P, Remes V. Unicompartmental knee replacement for primary osteoarthritis: a prospective follow-up study of 1,819 patients from the Finnish Arthroplasty Register. *Acta Orthop;*2007;78(1):128-135.
11. Berman AT, Bosacco SJ, Kirshner S, Avolio A Jr. Factors influencing long-term results in high tibial osteotomy. *Clin Orthop Relat Res.* 1991;(272):192-8.

12. Aglietti P, Buzzi R, Vena LM, Baldini A, Mondaini A. High tibial valgus osteotomy for medial gonarthrosis: a 10- to 21-year study. *J Knee Surg.* 2003;16(1):21-6.
13. Lee DC, Byun SJ. High tibial osteotomy. *Knee Surg Relat Res.* 2012;24(2):61-9.
14. W-Dahl A, Toksvig-Larsen S. Cigarette smoking delays bone healing: a prospective study of 200 patients operated on by the hemicallotaxis technique. *Acta Orthop Scand.* 2004;75(3):347-51.
15. Flecher X, Parratte S, Aubaniac JM, Argenson JN. A 12-28-year follow up study of closing wedge high tibial osteotomy. *Clin orthop Relat Res.* 2006;452:91-6. doi: 10.1097/01.blo.0000229362.12244.f6
16. Hinman RS, Hunt MA, Creaby MW, Wrigley TV, Manus FJ, Bennel KL. Hip Muscle Weakness in Individuals With Medial Knee Osteoarthritis. *Arthritis Care Res (Hoboken).* 2010;62(8):1190-3. doi: 10.1002/acr.20199.
17. Andrews M, Noyes FR, Hewett TE, Andriacchi TP. Lower limb alignment and foot angle are related to stance phase knee adduction in normal subjects: a critical analysis of the reliability of gait analysis data. *J Orthop Res.* 1996;14(2):289-95.
18. Giffin JR, Shannon FJ. The role of the high tibial osteotomy in the unstable knee. *Sports Med Arthrosc Rev.* 2007;15(1):23-31.
19. Kraus VB, Vail TP, Worrell T, McDaniel G. A comparative assessment of alignment angle of the knee by radiographic and physical examination methods. *Arthritis Rheum.* 2005;52(6):1730-5.
20. Noyes FR., editor. *Surgery, Rehabilitation, Clinical Outcomes Knee Disorders*, 2nd ed. Philadelphia: Mosby Elsevier; 2017; p.780-781.
21. Phillips CL, Silver DA, Schranz PJ, Mandalia V. The measurement of patellar height: a review of the methods of imaging. *J Bone Joint Surg Br.* 2010;92(8):1045-53.
22. Odenbring S, Berggren AM, Peil L. Roentgenographic assessment of the hip-knee-ankle axis in medial gonarthrosis. A study of reproducibility. *Clin Orthop Relat Res.* 1993;(289):195-6.
23. Rosenberg TD, Paulos LE, Parker RD, Coward DB, Scott SM. The forty-five-degree posteroanterior flexion weight-bearing radiograph of the knee. *J Bone Joint Surg Am.* 1988;70(10):1479-83.
24. Cakmak M, Ozkan K. Alt ekstremite deformite analizi-1, Totbid dergisi, 2005;4 (1-2):50-62.
25. Paley D, Normal lower limb alignment and joint orientation. In: Paley D, Herzenberg JE, editors. *Principles of deformity correction.* 1st ed. Berlin: Springer; 2002.p.1-18.
26. Dugdale TW, Noyes FR, Styer D. Preoperative planning for high tibial osteotomy. The effect of lateral tibiofemoral separation and tibiofemoral length. *Clin Orthop Relat Res.* 1992;(274):248-64.
27. Insall J, Salvati E. Patella position in the normal knee joint. *Radiology.* 1971;101(1):101-4.
28. de Boer JJ, Blankevoort L, Kingma I, Vorster W. In vitro study of inter-individual variation in posterior slope in the knee joint. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2009;24(6):488-92.
29. Nunley RM, Nam D, Johnson SR, Barnes CL. Extreme variability in posterior slope of the proximal tibia: measurements on 2395 CT scans of patients undergoing UKA? *J Arthroplasty.* 2014;29(8):1677-80.
30. Petrigliano FA, Suero EM, Voos JE, Pearle AD, Allen AA. The effect of proximal tibial slope on dynamic stability testing of the posterior cruciate ligament- and posterolateral corner-deficient knee. *Am J Sports Med.* 2012;40(6):1322-8.
31. Cinotti G, Sessa P, Ragusa G et al. Influence of cartilage and menisci on the sagittal slope of the tibial plateaus. *Clin Anat.* 2013;26(7):883-92.
32. Hohmann E, Bryant A. Closing or opening wedge high tibial osteotomy: watch out for the slope. *Oper Tech Orthop* 2007;17:38-45.
33. Grelsamer RP, Meadows S. The modified Insall-Salvati ratio for assessment of patellar height. *Clin Orthop Relat Res.* 1992;(282):170-6.
34. Blackburne JS, Peel TE. A new method of measuring patellar height. *J Bone Joint Surg Br.* 1977;59(2):241-2.
35. Caton J, Deschamps G, Chambat P, Lerat JL, Dejour H. Patella infera. Apropos of 128 cases. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 1982;68(5):317-25.
36. Seil R, Müller B, Georg T, Kohn D, Rupp S. Reliability and inter-observer variability in radiological patellar height ratios. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2000;8(4):231-6.
37. Petrigliano FA, Suero EM, Voos JE, Pearle AD, Allen AA. The effect of proximal tibial slope on dynamic stability testing of the posterior cruciate ligament- and posterolateral corner-deficient knee. *Am J Sports Med.* 2012;40(6):1322-8.
38. Fujisawa Y, Masuhara K, Shiomi S. The effect of high tibial osteotomy on osteoarthritis of the knee. An arthroscopic study of 54 knee joints. *Orthop Clin North Am.* 1979;10(3):585-608.
39. Patsch C, Dirisamer F. The basics of knee osteotomy : Clinical examination, analysis of the deformity and correction planning. *Orthopade.* 2017;46(7):558-562.
40. Kfuri M, Lobenhoffer P. High tibial osteotomy for the correction of varus knee deformity. *J Knee Surg.* 2017;30(5):409-420.
41. Feucht MJ, Minzlaff P, Saier T, Cotic M, Südkamp NP, Niemeyer P et al. Degree of axis correction in valgus high tibial osteotomy: proposal of an individualised approach. *Int Orthop* 2014;38(11):2273–2280.
42. Müller W, High tibial osteotomy. In: *European Instructional Course Lectures EFORT*, Thorngren K, Soucacos P, HJroan F, Scott J , editors.2001;5:194–206.
43. Billings A, Scott DF, Camargo MP, Hofmann AA. High tibial osteotomy with a calibrated osteotomy guide, rigid internal fixation, and early motion. Long-term follow-up. *J Bone Joint Surg Am* 2000;82:70–9.
44. Miniaci A, Ballmer FT, Ballmer PM, Jakob RP. Proximal tibial osteotomy. A new fixation device. *Clin Orthop Relat Res.* 1989;(246):250–9.
45. Hernigou P, Ma W. Open wedge tibial osteotomy with acrylic bone cement as bone substitute. *Knee.* 2001;8(2):103-10.
46. Hernigou P. Open wedge tibial osteotomy: combined coronal and sagittal correction. *Knee.* 2002;9(1):15-20.
47. Schröter S, Elson DW, Ateschrang A, Ihle C, Stöckle U, Dickschas J et al. Lower limb deformity analysis and the planning of an osteotomy. *J Knee Surg.* 2017;30(5):393-408.
48. Brown G, Amendola A. Radiographic evaluation and preoperative planning for high tibial osteotomies. *Operative Techn Sports Med;*2000; 8:2–14.

Osteotomi Öncesi Artroskopi

Ali Engin Daştan, Emin Taşkiran

GİRİŞ

Diz protezi, yüksek aktivite düzeyini korumak isteyen gonartroz olguları için iyi bir tedavi seçeneği değildir. Son yıllarda ortalama yaşam süresinin uzaması ve hastaların aktivite beklentisinin artmasıyla osteotomilerin popülerliği yeniden artmıştır. Bu popülerite büyük oranda açık kama osteotomisindeki gelişmelere bağlı oluşmuştur. Ameliyat öncesi tanının görüntüleme yöntemleri sayesinde daha ayrıntılı yapılabilmesi, tamamlayıcı tedavinin ve osteotominin daha erken evrelerde yapılmasını sağlamıştır. Yüksek tibial osteotomi (YTO) günümüzde özellikle genç, aktif gonartroz olgularının cerrahisinde yerini koruyan hatta sağlamlaştıran bir yöntem durumundadır. Eşlik eden dizilim bozukluğu, bağ yetmezliği ve menisküs yırtıklarının bulunduğu hastaların tedavi yönetimi karmaşıktır ve seçenekler sınırlıdır. Osteotomiye ek olarak söz konusu patolojilerin giderilmesi için tamamlayıcı cerrahi girişimler gerekebilmektedir (1-5).

Tamamlayıcı cerrahi kavramı yükselen bir terminoloji olmaya adaydır ve osteotomi öncesi artroskopi de bu kavram içinde kendisine yer bulmaktadır. Modern diz cerrahisinde yöntemler giderek minimal invaziv bir hale gelmekte, görüntüleme teknolojileri ve cerrahi teknikler ilerlemekte ve cerrahın saptanan her patolojiyi düzeltme yeteneği artmaktadır. Gonartrozun tedavisinde artroskopinin kullanılması yeni bir olay değildir. Artroskopik cerrahinin ve paralel olarak görüntüleme yöntemlerinin gelişmekte olduğu yıllarda gonartrozda artroskopik debridman en sık uygulanan cerrahi girişimlerden biri durumundaydı.

Kanıtla dayalı tıp verilerinin artroskopik debridmanın yalnız başına bir tedavi seçeneği olamayacağını işaret etmesinden sonra (6), birçok cerrah yöntemi uygulamaya ya da tamamlayıcı bir cerrahi girişim olarak kullanmaya başladı. Görüntüleme yöntemleri ve özellikle manyetik rezonans görüntüleme (MRG)'deki gelişmeler ameliyat öncesi tanıda detayları iyice aydınlatmaya başladıktan sonra artroskopinin tanısal amaçla kullanımı da azalmaya başlamıştır (7).

Bütün gonartrozlu dizler aynı etiyolojiye sahip değildir. Bu durumda nedeni ortaya koymak ve düzeltmek, eğer bu yapılamıyorsa tetikleyici etmenleri ortadan kaldırmak cerrahinin amaçlarından olmalıdır. Mekanik eksen kusuru gösteren olgular osteotomilerin ana endikasyon alanıdır. Ancak birçok olguda bağ ve menisküs lezyonları tabloya eşlik edebilir (8). Bir kayba uğramamak için eşlik eden diğer sorunları tespit etmek ve aynı anda gidermek ek katkı sağlayabilecektir. Bu noktada YTO öncesi yapılan artroskopi devreye girmekte ve YTO'nun sağ kalımını arttırmak isteyen ortopedik cerrahların arayışlarına yanıt vermektedir.

Bu bilgilerin ışığında, bu bölümde osteotomi öncesi artroskopinin tanısal katkısından ve tedavi aşamasında aldığı rolden bahsedilecektir.

ARTROSKOPİNİN TANISAL KATKISI

Her ne kadar klinisyenler ameliyat endikasyonunu hala öykü ve fizik muayene ile koyuyor olsa da ameliyat detaylarının iyi planlanması için eşlik eden lez-

yonları saptamak kritiktir. Bu katkıyı sağlayabilecek en önemli görüntüleme yöntemi MRG'dir ve günümüzde nerdeyse rutin olarak kullanılmaktadır(9). MRG özellikle ilgili yaş grubunda sıklıkla karşılaşılan geçici kemik iliği ödemi ve spontan osteonekrozun tanısında eşsiz bir yere sahiptir (10,11,12). Sağladığı verilerle konservatif ya da cerrahi tedavi seçimini yapma, cerrahi planlama ve olası prognoz ile ilgili öngöründe bulunma aşamalarında cerraha yardım eder. Ayrıca cerrahi planlama ve olası prognoz ile ilgili bilgi sağlar. Diz bağlarını kolayca değerlendirme olanağı tanırken menisküs bütünlüğü ve hatta içyapısı hakkında ayrıntılı bilgi sunar (9,13). Son yıllarda yükselen bir kavram olan ve meniskal halkanın bütünlüğü ve işlevi üzerine bilgi veren meniskal ekstrüzyon miktarı ile ilgili yegâne değerlendirme yöntemidir (14).

MRG'nin sağladığı değerli bilgilerin hakkını teslim ederken bazı kısıtlılıklarının bulunduğunu da göz ardı etmemek gerekir. Lezyonları gösterme başarısı yüksek olmasına rağmen yüksek maliyeti, çekim süresinin uzunluğu, metal implant varlığında tanı becerisinin düşmesi ve statik bir tetkik olması gibi zayıf yönleri vardır (15). Yorumlayıcının deneyimsizliği ve özellikle ülkemiz için önemli bir sorun olan "protokole uygunluk ve kalite yeterliliği" konusundaki eksiklikler suboptimal görüntü kalitesine bu da eksik ya da yanlış tanıya neden olabilir (16). İdeal bir diz MRG'sinin medial menisküs patolojilerinde sensitivite ve spesifitesi sırasıyla % 93 ve % 88'dir. Söz konusu lateral menisküs olduğunda ise sensitivite ve spesifitesi sırasıyla %79 ve % 95'tir (17). Özellikle lateral menisküs lezyonlarındaki daha düşük sensitivite tanıda hata yapılmasına ve olası yanlış negatif sonuçlara neden olmaktadır (13). MRG'deki tanı başarısı menisküsteki yırtık tipine de bağlıdır; kompleks ve horizontal lezyonlara tanı koymak daha kolay iken vertikal lezyonlar, özellikle de radyal yırtıklar, sıklıkla atlanabilmektedir (18).

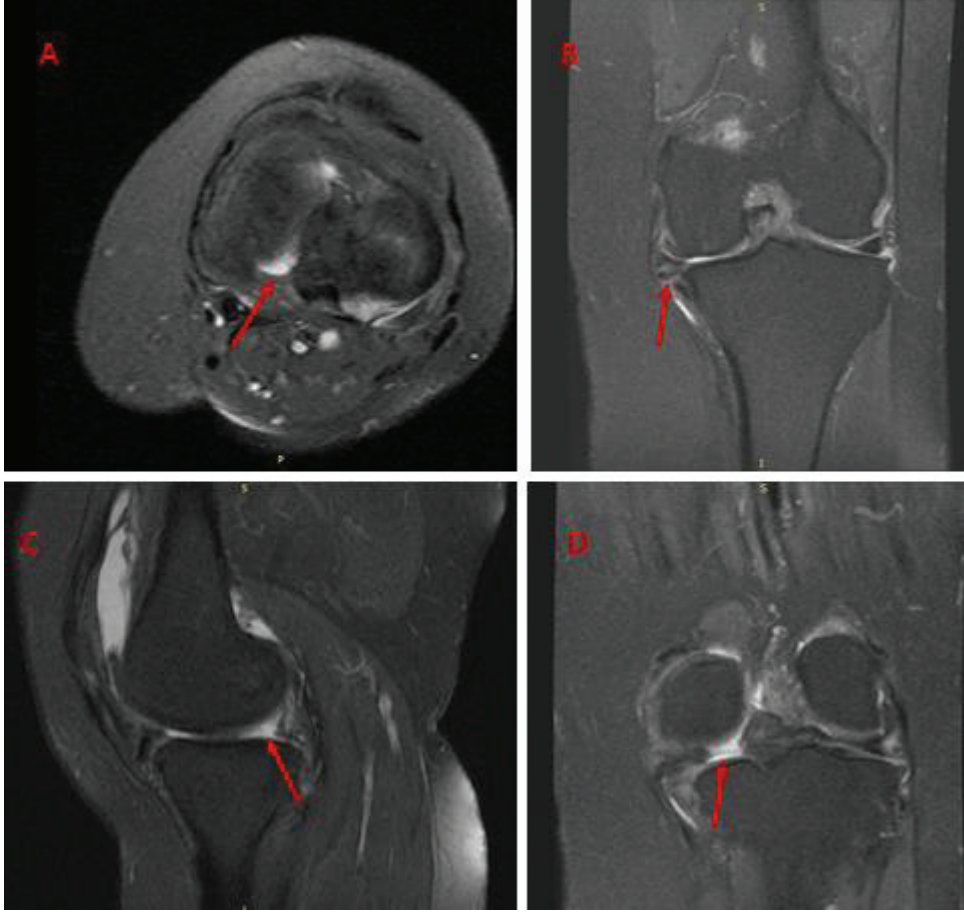
Son yıllarda aydınlatılan menisküs kök yırtıklarının tanısında MRG önemli bir yere sahiptir. Yüksek spesifite ve sensitivite ile tanı koydurur. Medial menisküs arka kök yırtığı (MMAKY) en sık görülen kök yırtığı tipi olup (19,20) Choi ve ark. bu olgularda MRG'nin sensitivite, spesifite, pozitif prediktif değer ve negatif prediktif değerini sırasıyla %93.3, %100, %100 ve %93.8 olarak bulmuşlardır (21). Literatürde bildirilen yüksek spesifite ve sensitivite değerlerine rağmen, MRG'nin bu özel lezyonlarda tanı koyma becerisi görüntülemenin kalitesi, protokolün uygun-

luğu ve radyoloğun bilgi ve deneyimiyle yakından ilişkilidir; optimum şartların sağlanamamış olması MMAKY tanısının atlanmasına sebep olabilir (16,19). Bu da eksik tedavi demektir. Çünkü medial menisküs kök yırtıklarının cerrahi dışı tedavisi kötü klinik gidiş, ilerleyici gonartroz ve beş yıllık izlemde nispeten yüksek artroplasti oranları ile ilişkili bulunmuştur (22). Menisektominin gonartroz riskini arttırması nedeniyle kök yırtıklarında menisektomi yerine menisküsün korunması yönünde artmış bir eğilim olduğu ve kök tamirinin özel bir teknikle yapılabileceği göz önüne alınmalıdır (16,23). Bu nedenle yetersiz görüntüleme elde edilmiş olgularda menisküs köklerindeki olası patolojileri yakalamak için artroskopik değerlendirmeye ihtiyaç duyulur (19).

Medial menisküs arka kök yırtığı (MMAKY)'nın tanısında kullanılan MRG bulguları (Resim 1) (21,24-28):

1. MRG'de aksiyel planda medial menisküs kökünde, menisküse dik, doğrusal, yüksek sinyal intensitesi,
2. Koronal planda medial menisküsün kökünde dik ve doğrusal bir defekt olması (truncation bulgusu),
3. Proksimal tibianın medial kenarından 3 mm'den daha fazla meniskal ekstrüzyon olması,
4. Sagittal planda, AÇB'nin medialinde, menisküs intensitesinin bulunması gereken yerde hiperintens görünüm (hayalet bulgusu).

YTO endikasyonu koyulan hastalar potansiyel olarak pek çok diz içi patolojiyi barındırma ihtimalini taşırlar. Eşlik eden lezyonları saptamak planlama için oldukça önemlidir. MRG'de lateral menisküs lezyonlarının sıklıkla atlanabilmesi, radial yırtıkların -özellikle kök yırtıklarının- uygun koşullar sağlanmadığında gözden kaçırılabilmesi, metal implant varlığında tanı becerisinin düşmesi, klostrofobik, obez veya kalp pili (pace-maker) olan olgularda MRG çekimi mümkün olmayışı gibi nedenler artroskopik değerlendirmeyi gerekli kılar (13,15,16,19,21,29-35). Artroskopide tespit edilecek ilave bulgular tedavi planlamasını değiştirebilir. Örneğin artroskopik muayenede lateral kompartmanda saptanan ileri derecede kırıkda hasarı YTO'da aşırı düzeltmeden kaçınmaya, ender olgularda osteotomi kararından vazgeçmeye bile neden olabilir (35). Sonuç olarak, YTO öncesi yapılacak tanısal artroskopi preoperatif dönemde elde edilen bilginin teyidinin yanı sıra MRG'nin eksik kaldığı noktalarda cerraha büyük bir fayda sağlar.



Resim 1. Medial menisküs arka kök yırtığının MRG bulguları. A: Aksiyel planda okla işaretli bölgedeki hiperintensite kökün devamlılığının bozulduğunu gösteriyor. B: Midkoronal planda meniskal ekstrüzyon. C: Sagittal planda hayalet bulgusu. D: Koronal planda medial menisküs arka kökünde doğrusal hiperintensite.

ARTROSKOPİNİN TEDAVİDEKİ ROLÜ

Menisküs Kök Yırtığı Tamiri

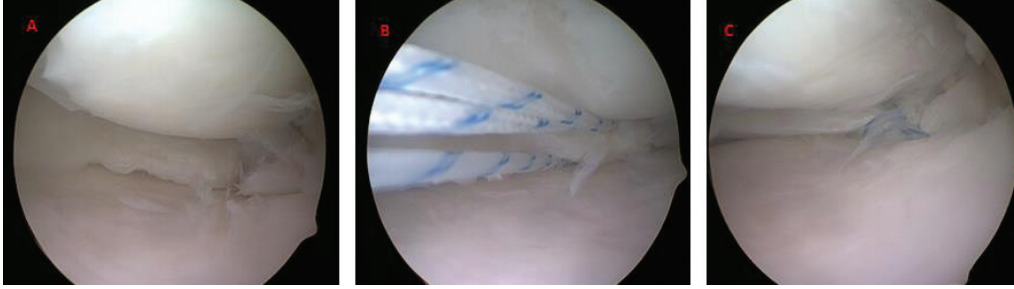
Menisküslerin dizin mekaniğinde ve fonksiyonunda önemli görevleri vardır. Yükün taşınması ve iletimi, eklemün lubrikasyonu ve stabilizasyonunda görev alırlar (24). Menisküs ön ve arka kökü, menisküsün işlevlerinin yerine getirilmesinde önemli bir role sahiptir. Aksiyal tibiofemoral yükün transvers hoop strese dönüştürülmesi menisküs kökleri vasıtasıyla olur (36,37).

Menisküs kök yırtıkları, menisküs insersiyosuna 1 cm mesafedeki radyal yırtıklardan ya da menisküsün tibia platosundan avülsiyonundan oluşur. Kök yırtığı geliştiği zaman menisküs aksiyel yükü transvers hoop strese dönüştürme özelliğini yitirir, ekstrüde olur, menisektomidekine eşdeğer biçimde biyomekanik işlevi bozulur, bu süreç tibiofemoral gonartroz gelişmesine neden olur (15,31,36,38,39).

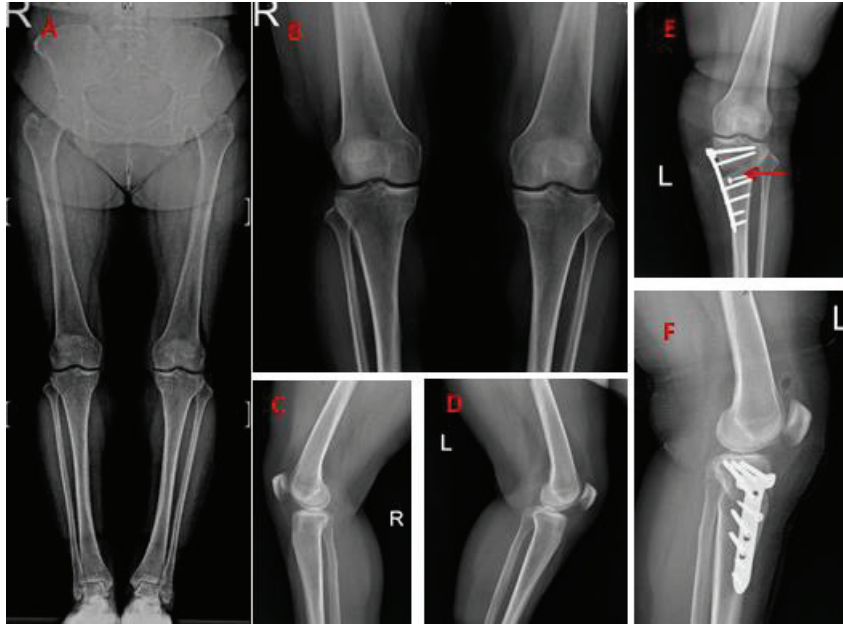
Medial menisküs arka kök yırtığı (MMAKY) tüm menisküs yırtıklarının % 10,1 ila % 10,5'ini oluşturur ve en sık görülen kök yırtığı tipidir (19,20). MMAKY tamiri sonrası postoperatif dönemdeki MRG ve artroskopi değerlendirme çalışmalarında onarımın her olguda başarılı sonuç vermediği belirtilmekte ise de klinik sonuçların değerlendirildiği çalışmalarda onarımın semptomatik anlamda iyileşmeyi sağladığı ve hastaların işlevsel kapasitelerinin arttığı görülmektedir. (40-43) Kim ve ark. artroskopik pullout yöntemiyle tamir ettikleri MMAKY olguları ile parsiyel menisektomi yaptıkları MMAKY olgularını karşılaştırmış ve tamir edilen grupta klinik, radyolojik ve artroskopik bulguların daha iyi olduğunu görmüşlerdir (40). Kim ve ark. sütür ankor ve pullout sütür ile onardıkları MMAKY olgularında her iki grupta da iyileşme saptamışlar, ekstrüde olmuş menisküsün redükte edilmesinin kıkırdak dejenerasyonuna karşı koruyucu rolü olduğunu söylemişlerdir (41).

YTO endikasyonu koyulan varus dizilimli gonartroz olgularında MMAKY görülme ihtimali oldukça fazladır. Hwang ve ark. varus diziliminin medial menisküs arka kök yırtığı için risk faktörü olduğunu söylemişlerdir(43). Varus diziliminin devam etmesi onarılan menisküs kökünde iyileşmenin sağlanmasını olumsuz etkileyip yeniden yırtık oluşma ihtimalini arttıracığından kök yırtığı onarımı yapılan

hastada varsa dizilim bozukluğu da düzeltilmelidir (15,31,39). Menisküs biyomekaniğini bozan, ilerleyici gonartroza neden olan bu patolojinin öykü, fizik muayene, radyolojik tetkikler ve YTO öncesi yapılacak artroskopi ile dikkatlice araştırılması, tespit edilirse menisektomiden kaçınılarak onarılması oldukça önemlidir (Resim 2, Resim 3).



Resim 2. MMAKY onarımının artroskopik görüntüsü. A: Medial menisküs arka kökündeki yırtık izleniyor. B: Menisküsten geçirilen ipler ile ekstrüde menisküs redükte ediliyor. C: İpler tibaya açılan tünelden geçirilerek redüksiyon tespit ediliyor.



Resim 3. Sol medial gonartroz tanısıyla YTO planlanmış 52 yaşındaki kadın hastanın ameliyat öncesi ve sonrası direkt grafileri A: Ameliyat öncesi bacak uzunluk grafisi; medial kompartman gonartrozu ve varus dizilimi mevcut. B: Ameliyat öncesi ön arka diz grafileri. C: Sağ dizin ameliyat öncesi yan grafisi. D: Sol dizin ameliyat öncesi yan grafisi. E: Ameliyat sonrası ön arka diz grafisi; YTO öncesi yapılan artroskopide saptanan MMAKY transtibial pullout yöntemi ile onarılmış. Menisküs kökünden geçirilen dikiş tibiaya açılan tünelden geçirilerek okla işaretli vidaya tespit edilmiş. F: Ameliyat sonrası lateral diz grafisi.

Diz Laksitesi Olan Hastaların Tedavisi

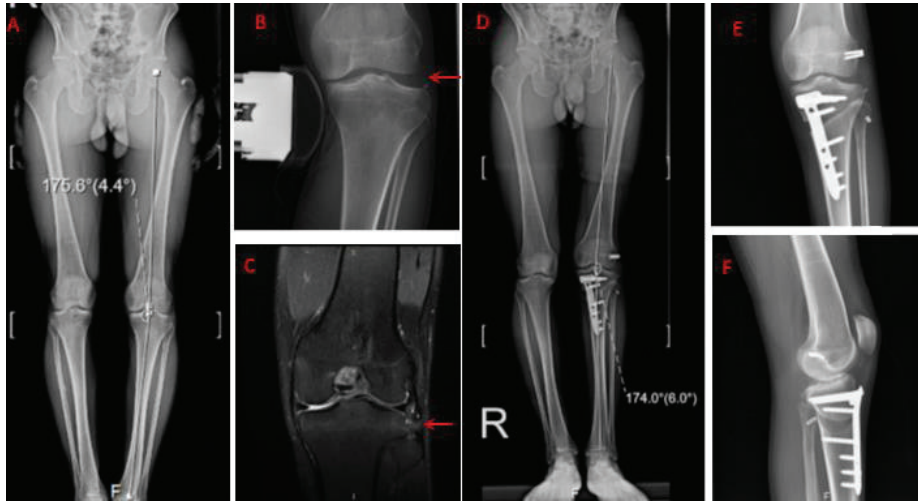
Geçmişte alt ekstremitte dizilim bozukluklarına varus thrust ve kronik instabilitelerin eşlik ettiği hastalar için YTO'nun kontrendike olduğu görüşü hâkimdi (44,45). Fakat günümüzde YTO hem koronal hem de sagittal planda düzeltme sağlayabildiğinden kronik instabiliteler artık YTO için bir endikasyon olarak kabul edilmektedir. YTO'da sagittal plan genellikle göz ardı edilmesine rağmen posterior tibial eğimin modifikasyonu dizin biyomekaniğine ve diz stabilitesine etki etmektedir. Posterior tibial eğimin azalması tibianın posteriora translasyonuna neden olur ve ön çapraz bağ (ÖÇB) yetmezliği olan dizi rahatlatır. Tam tersi tibial eğimin arttırılması ise tibianın anteriora translasyonuna neden olur ve arka çapraz bağ (AÇB) yetmezliği olan dizi rahatlatır (46).

Posterolateral köşe (PLK) yaralanmalarının cerrahi tedavisi yapılırken artroskopik muayene ile elde edilen bilgiler büyük önem taşır. Artroskopi; popliteus kompleksi, koroner bağ ve posterolateral kapsül gibi posterolateral yapılar hakkında bilgi sağlar ve sağladığı bu kesin anatomik bilgi cerrahi tedaviyi şekillendirir (47). Ayrıca çapraz bağlar, menisküs ve kıkırdak patolojilerinin tespitini sağlar ve eş zamanlı yapılacak bir girişime olanak tanır (48).

PLK ve AÇB yaralanmaları sıklıkla dizilim bozukluğu ile birlikte bulunur (49). Dizilim bozukluğu giderilmeden yapılan yumuşak doku cerrahileri, deformitenin oluşturduğu stres yükü nedeniyle klinik olarak kötü sonuçlanır (50-53). Diğer taraftan izole PLK ya-

ralanmaları çok nadir görülür ve sıklıkla çapraz bağ yaralanmaları eşlik eden lezyonlar olarak izlenir (47). AÇB rekonstrüksiyonu yapılmadan PLK onarımı yapılması ise başarısızlığa neden olur (50,53-56). Durum böyleyken PLK tedavisinde YTO ve artroskopi birbirinden ayrılamayacak iki tedavi yöntemi olmakta ve birbirlerini tamamlamaktadırlar (Resim 4).

Kronik ÖÇB yaralanmaları gonartroz gelişimine neden olur (57). Kronik ÖÇB yaralanmalarında medial menisküs lezyonları ile sık karşılaşmakta (58) ve çoğu zaman da bu hastalar, daha önce yapılan cerrahiler esnasında menisektomi yapılmış olarak karşımıza çıkmaktadırlar (59). Medial menisküs patolojisi olan olgular medial gonartroz gelişimine açıktır (60) ve medial gonartroz da sıklıkla varus dizilimi ile seyrederek. Varus diziliminin olması ise bağ üzerindeki gerginliği arttırarak ÖÇB'yi veya ÖÇB greftini stres altına sokar ve bağ yetmezliğine zemin hazırlar (61). ÖÇB yetmezliği ve varus diziliminin birbirleriyle bu kadar ilişkili olması, iki patolojinin bir arada bulunduğu olgularda karar verme sürecinde pek çok değişkeni göz önünde bulundurmaya gerektirir. İdeal olanı fiziksel olarak aktif, genç hastalarda tedavi edilmemiş bir ÖÇB ya da başarısız bir ÖÇB cerrahisi öyküsü varsa ÖÇB rüptürü cerrahisi ile eş zamanlı olarak varus dizilimini düzelterek bir YTO uygulamaktır. YTO ve ÖÇB rekonstrüksiyonunu eş zamanlı uygulamak; anterior instabilitenin giderilmesinin yanında medial gonartrozun ilerleyişini yavaşlatır, hastaların öznel memnuniyetlerini arttırır, spora dönüş sağlamada daha başarılıdır (62).



Resim 4. Motorsiklet kazası sonrası sol dizde posterolateral köşe yaralanması gelişen 22 yaşındaki erkek hastanın ameliyat öncesi ve sonrası radyolojik görüntüleri. A: Ameliyat öncesi bacak uzunluk grafisinde solda 4,4° varus dizilimi mevcut. B: Varus stres grafisinde lateral eklem aralığında açılma görülüyor. C: MRG'de ok işareti ile gösterilen yerde lateral kollateral bağın ruptüre olduğu izleniyor. D: Lateral yapıların rekonstrüksiyonuyla eş zamanlı olarak YTO yapılan hastanın ameliyat sonrası bacak uzunluk grafisinde 6° valgus dizilimi olduğu görülüyor. E, F: Hastanın ameliyat sonrası ön-arka ve yan diz grafipleri.

Menisküs Transplantasyonu

Menisektomi, dizde yük dağılım bozukluğuna neden olur ve uzun vadede eklem hasarına yol açar. Menisküs transplantasyonu diz biyomekaniğini düzeltmek ve ilgili kompartmanın kıkırdak dokusunu korumak için sık yapılan ve etkinliği kabul edilen bir girişim halini almıştır (63). Yine de menisküs transplantasyonu hala gelişmekte olan bir teknik olduğu için uzun dönem sonuçları hakkında fikir birliğine varılamamıştır. Bu nedenle greft sağ kalımını arttıracak düşünülen yaklaşımlar uygulanmaktadır. Bu yaklaşımların başında da osteotomiler gelir. Menisküs transplantasyonu ile eş zamanlı yapılan osteotomiler hastada ağrının azalmasında etkili olmakla birlikte asıl faydası greft üzerine binen yükü azaltmasından kaynaklanmaktadır. Dizilim düzeltilince ilgili kompartmandaki yük azalır, kıkırdak ve greft hasardan korunur (64).

Menisküs transplantasyonu yapılan hastalar görece genç hastalardır. Gonartrozdaki aksine aşırı düzeltme menisküs transplantasyonu yapılan hasta grubunda gerekli değildir. İyi sonuç alabilmek için mümkün olduğunca normal dizilime ulaşmak amaçlanmalı ve aşırı düzeltmeden kaçınılmalıdır. Osteotomilerin menisküs transplantasyonundan alınan klinik sonuçları arttırdığını gösteren yayınlar mevcuttur fakat uzun dönem sonuçları gösteren çalışmalara ihtiyaç vardır (64,65).

Artroskopik Debridman

Artroskopi en sık uygulanan ortopedik cerrahi girişimdir ve diz eklemi artroskopinin en sık uygulandığı eklemdir (66). Gonartroz olgularında konservatif tedaviyle ağrı kontrolü sağlanamazsa artroskopik yıkama ve debridman önerilebilmektedir. Bu işlemin hastaların ağrılarını azalttığını bildiren yayınlar olsa da ağrının azalmasını sağlayan fizyolojik temel yeterince aydınlık değildir (67). Moseley ve arkadaşlarının 2002 yılında yaptığı randomize plasebo kontrollü çalışma (6) gonartroz cerrahisinde artroskopinin yeri hakkında büyük ses getirmiştir. Moseley ve arkadaşları 180 hastadan oluşan hasta grubunu 3'e ayırmışlar ve gruplardan birine artroskopik debridman, birine artroskopik yıkama ve birine de plasebo cerrahi uygulamışlardır. Hastaların minimum 24 aylık takip sonuçları değerlendirildiğinde artroskopik debridman veya yıkamanın plasebo cerrahiye bir üstünlüğü olmadığı belirtilmiştir.

YTO öncesi yapılan artroskopik debridmanın klinik sonuçlar üzerindeki etkisine bakıldığında da sonuçlar yine tartışmaya açıktır ve sınırlı fayda sağladığı belirtilmektedir (68).

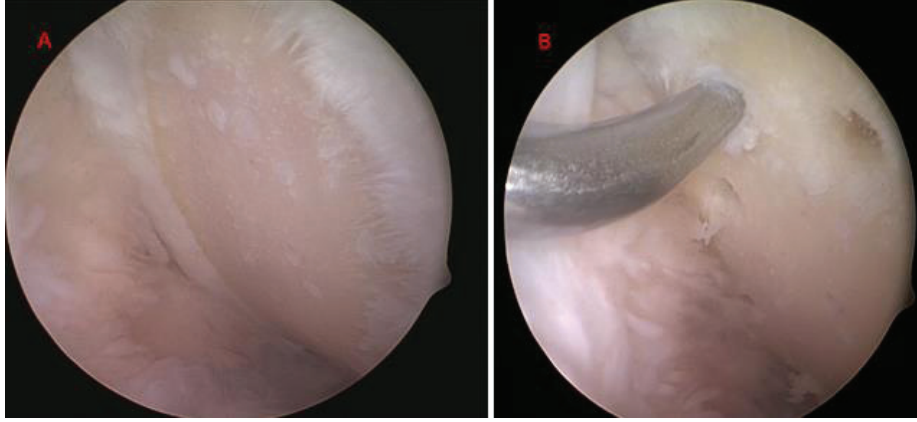
Kıkırdak Yenileme Cerrahileri (Mikrokirik, Subkondral Drilleme ve Otolog Kondrosit İmplantasyonu)

Bu yöntemler büyük beklentilerle tanımlanmış ve sıklıkla uygulanmaya başlanmış olsa da hastaya sağladığı klinik fayda tam olarak ortaya koyulamamıştır ve hala tartışma konusu durumundadır.

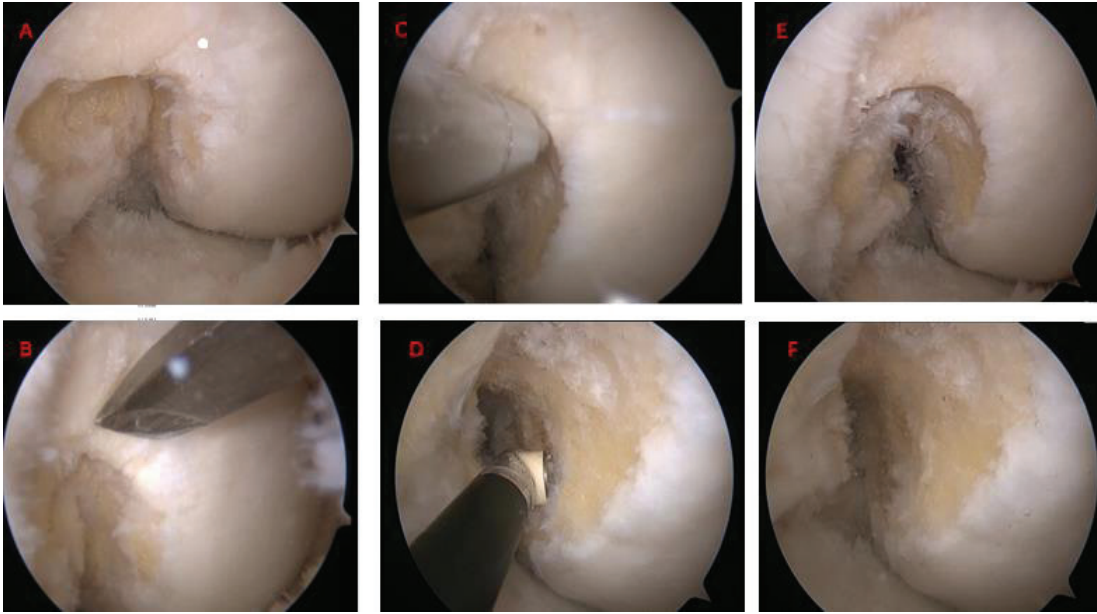
Mikrokirik: Son birkaç dekada minimal invaziv olması, tekniğinin kolaylığı ve düşük maliyeti nedeniyle ün kazanmıştır (69). Mikrokirik tekniğinde kıkırdak defektinin debridmanının ardından subkondral kemik perfore edilir (Resim 5) (70). Bu yöntem ile multipotent mezenşimal kök hücreleri kıkırdak defektli alanda fibrokartilaj üretmek amacıyla toplanır (71). YTO ile eş zamanlı mikrokirik yapılan olguların sonuçlarının değerlendirildiği çalışmalarda öznel hasta memnuniyetleri artmış olarak bulunsa da; kontrol grubu içeren çalışmalarda, vaka ve kontrol gruplarının diz skorlarındaki iyileşmenin istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmadığı saptanmıştır (72-74).

Subkondral drilleme: Bu yöntemde kıkırdak lezyonu bulunan bölge gerekli ise debride edildikten sonra multipl Kirschner telleri ile delinir ve birbirinden 3-4 mm ayrı mesafede olacak şekilde kemik iliğine ulaşana kadar drillenir. Drillenmiş bölgelerden kanama olduğu artroskopik olarak gözlenmelidir. Jung ve arkadaşları, medial gonartroz tanısıyla YTO ile eş zamanlı subkondral drilleme yaptıkları 30 hastayı yalnızca YTO yaptıkları 31 hastayla karşılaştırmışlardır. Bu çalışmada minimum 2 yıllık takip sonrası iki grubun klinik skorları ve kontrol artroskopik muayeneden elde edilen fibrokartilaj skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır (75). Takeuchi ve arkadaşlarının YTO ile eş zamanlı subkondral drilleme yaptıkları hastaların takip sonuçlarını değerlendirdikleri çalışmada klinik skorlarda ve kıkırdak iyileşmesinde olumlu sonuçlar bulunsa da kıyaslama yapılabilecek bir kontrol grubu mevcut değildir (76).

Otolog kondrosit implantasyonu (OKİ): İki aşamalı olarak gerçekleştirilen bir cerrahidir. İlk aşamada artroskopik olarak medial femoral kondilin yük taşımayan alanından veya interkondiler çentikten yaklaşık 5 x 10 mm boyutunda kıkırdak doku alınır. Sonrasında laboratuvar koşullarında kondrositler izole edilip kültürde çoğaltılır. İmplantasyon genellikle 4 hafta sonra artroskopik olarak, özel aletler vasıtasıyla yapılır. YTO da yapılmak isteniyorsa implantasyonun yapıldığı bu ikinci basamak cerrahi sırasında yapılmalıdır (77-79). Ferruzzi ve arkadaşlarının yaptıkları



Resim 5. YTO öncesi uygulanan artroskopide femur medial kondilinde kırık defektinin tespit edilen hastaya uygulanan mikrokırık yönteminin artroskopik görüntüleri. A: Femur medial kondilinde geniş kırık defektinin tespiti. B: Subkondral kemiğin perforasyonu için kullanılan aletin görüntüsü.



Resim 6. Noçplasti. A: Kronik ÖÇB ruptürü nedeniyle ÖÇB rekonstrüksiyonu ve YTO planlanan hastanın artroskopik muayenesinde interkondiler çentikte daralma ve osteofit formasyonları izleniyor. B: Osteofitler osteotomi ile temizleniyor. C: Daralmaya yol açan dokular shaver ile temizleniyor. D: Elektrokoter ile temizliğe devam ediliyor. E, F: Osteofitler ve yumuşak dokulardan temizlenerek genişliği artırılmış olan interkondiler çentik izleniyor.

çalışmada YTO ile eş zamanlı OKİ uygulanmasının yalnızca YTO uygulanmasına klinik ve radyolojik bir üstünlüğü tespit edilememiştir (77).

Noçplasti

ÖÇB ve interkondiler çentik (noç) alanı diz tam ekstansiyona geldiğinde yakın temasa geçerler. ÖÇB ve interkondiler alan arasında örtüşmenin olması ve uygun boşluğun bulunması, ekstansiyon boyunca eklem

hareket açıklığının sağlanması ve eklem içi yapıların hasarlanmaktan korunması için gereklidir. Femoral çentikteki osteofitler ÖÇB hasarına, ekstansiyon kaybına ve yürüyüş değişikliğine yol açabilir. (80)

ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılan genç hastalarda noçplasti uygulanması pek çok çalışmada değerlendirilmiş olsa da gonartrozlu olgularda noçplastinin yerini araştıran çalışmalar eksiktir. Etkinliğini değerlendirmek için uzun takipli, geniş vaka serilerine ihtiyaç olduğunu belirtmelerine rağmen Ferrari ve

arkadaşları osteoartritli hastalarda noçplastinin diz ekstansiyonunu iyileştirebileceğini, diz biyomekaniğine ve yürüyüş üzerine olumlu etkilerde bulunabileceğini öne sürmüşlerdir. (81)

Gerekli olgularda YTO öncesinde noçplasti yapılması (Resim 6), özellikle ekstansiyon eksikliği olanlarda ekstansiyonun restore edilmesini, yürüyüş bozukluğunun düzeltilmesini ve osteofit kaynaklı ÖÇB hasarının engellenmesini sağlayabilir. Fakat bu konuda etkinliği değerlendirmek için uzun takipli, geniş vaka serilerine ihtiyaç vardır.

Yazarın Yaklaşımı ve Sonuç

Yazar tarafından yapılan YTO'ya mutlaka artroskopik muayene ile başlanmaktadır. Patellofemoral, lateral ve medial kompartman değerlendirilmekte, gerekliyse kırık defektlerine yönelik artroskopik girişimler yapılmaktadır. Lateral kompartmanda ileri derecede kırık hasarı varsa aşırı düzeltmeden kaçınılmaktadır. İnterkondiler çentikte daralma varsa noçplasti uygulanmaktadır. Medial ve lateral menisküs dikkatlice muayene edilmekte, onarılabılır durumdaki tüm menisküs yırtıklarının –özellikle kök yırtıklarının- onarımına özen gösterilmektedir. Dizilim bozukluğuna eşlik eden bir bağ yetmezliği varsa YTO ile eş zamanlı olarak tedavi edilmesine gayret edilmektedir.

Artroskopinin sağladığı ilave bilgiler kullanılarak iyi seçilmiş hastalara doğru endikasyonlarla yapılan uygun girişimler, hasta memnuniyeti ve YTO'nun sağ kalımı üzerinde olumlu etkilidir.

Kaynaklar

- Spahn G, et al. The impact of a high tibial valgus osteotomy and unicompartmental medial arthroplasty on the treatment for knee osteoarthritis: a meta-analysis. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2013;21:96–112. doi: 10.1007/s00167-011-1751-2.
- Preston S, Howard J, Naudie D, Somerville L, McAuley J. Total knee arthroplasty after high tibial osteotomy: no differences between medial and lateral osteotomy approaches. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2014;472:105–110. doi: 10.1007/s11999-013-3040-5.
- Fu D, Li G, Chen K, Zhao Y, Hua Y, Cai Z. Comparison of high tibial osteotomy and unicompartmental knee arthroplasty in the treatment of unicompartmental osteoarthritis: a meta-analysis. *J. Arthroplasty* 2013;28:759–765. doi: 10.1016/j.arth.2013.02.010.
- Nha KW, Kim HJ, Ahn HS, Lee DH. Change in Posterior Tibial Slope After Open-Wedge and Closed-Wedge High Tibial Osteotomy: A Meta-analysis. *Am. J. Sports Med.* 2016;44:3006–3013. doi: 10.1177/0363546515626172.
- Kyung HS. High Tibial Osteotomy for Medial Knee Osteoarthritis. *Knee Surg Relat Res.* 2016;28:253–254. doi: 10.5792/ksrr.16.253.
- Moseley JB, O'Malley K, Petersen NJ, et al. A controlled trial of arthroscopic surgery for osteoarthritis of the knee. *N Engl J Med* 2002;347(2):81–88.
- Feller JA, Webster KE. Clinical value of magnetic resonance imaging of the knee. *ANZ J. Surg.* 2001;71, 534–537.
- Bonasia DE, Governale G, Spolaore S, Rossi R, Amendola A. High tibial osteotomy. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2014;7:292–301.
- Ruzbarsky JJ, Konin G, Mehta N, BS, Marx RG. MRI Arthroscopy Correlations: Ligaments of the Knee. *Sports Med Arthrosc Rev* 2017;25:210–218. 7:292–301.
- Englund et al. Meniscal pathology on MRI increases the risk for both incident and enlarging subchondral bone marrow lesions of the knee: the MOST Study. *Ann Rheum Dis.* 2010 October;69(10): 1796–1802. doi:10.1136/ard.2009.12168.
- Yasuda T, Ota S, Fujita S, Onishi E, Iwaki K, Yamamoto H. Association between medial meniscus extrusion and spontaneous osteonecrosis of the knee. *Int J Rheum Dis.* 2017 Apr 5; doi: 10.1111/1756-185X.13074.
- Gil HC, Levine SM, Zoga AC. MRI findings in the subchondral bone marrow: a discussion of conditions including transient osteoporosis, transient bone marrow edema syndrome, SONK, and shifting bone marrow edema of the knee. *Semin Musculoskelet Radiol.* 2006 Sep;10(3):177-86.
- Blake MH, Lattermann C, Johnson DL. MRI and Arthroscopic Evaluation of Meniscal Injuries. *Sports Med Arthrosc Rev* 2017;25:219–226.
- Choi CJ, Choi YJ, Lee JJ, Choi CH. Magnetic resonance imaging evidence of meniscal extrusion in medial meniscus posterior root tear. *Arthroscopy.* 2010 Dec;26(12):1602-6. doi: 10.1016/j.arthro.2010.05.004.
- Rowland G, Mar D, McIlff T, Nelson J. Evaluation of meniscal extrusion with posterior root disruption and repair using ultrasound. *Knee* 2016 Aug;23(4):627-30.
- Bhatia S, LaPrade CM, Ellman MB, LaPrade RF. Meniscal root tears: significance, diagnosis, and treatment. *Am J Sports Med* 2014;42(12): 3016–30.
- Oei EH, Nikken JJ, Verstijnen AC, Ginai AZ, Myriam Hunink MG. MR imaging of the menisci and cruciate ligaments: a systematic review. *Radiology* 2003;226:837–848.
- von Engelhardt LV, Schmitz A, Pennekamp PH, Schild HH, WirtzDC, von Falkenhausen F. Diagnostics of degenerative meniscal tears at 3-Tesla MRI compared to arthroscopy as referencstandard. *Arch Orthop Trauma Surg* 2008;128:451–6.
- Ozkoc G, Cerci E, Gonc U, Irgit K, Pourbagher A, Tandogan RN. Radial tears in the root of the posterior horn of the medial meniscus. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2008;16(9): 849–54.
- Bin SI, Kim JM, Shin SJ. Radial tears of the posterior horn of the medial meniscus. *Arthroscopy.* 2004;20:373-378.
- Choi SH, Bae S, Ji SK, Chang MJ. The MRI findings of meniscal root tear of the medial meniscus: emphasis on coronal, sagittal and axial images. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2012;20(10): 2098–103.
- Krych AJ et al. Non-operative management of medial meniscus posterior horn root tears is associated with worsening arthritis and poor clinical outcome at 5-year follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017 Feb;25(2):383-389.
- Jones AO, Houang MT, Low RS, Wood DG. Medial meniscus posterior root attachment injury and degeneration: MRI findings. *Australas Radiol.* 50(4) (2006), pp. 306-313.
- Lee YG, Shim JC, Choi YS, Kim JG, Lee GJ, Kim HK. Magnetic resonance imaging findings of surgically proven medial meniscus root tear: tear configuration and associated knee abnormalities. *J Comput Assist Tomogr.* 2008 May-Jun;32(3):452-7.

25. Koenig JH, Ranawat AS, Umans HR, Difelice GS. Meniscal root tears: diagnosis and treatment. *Arthroscopy*. 2009 Sep;25(9):1025-32.
26. Harper KW, Helms CA, Lambert HS 3rd, Higgins LD. Radial meniscal tears: significance, incidence, and MR appearance. *AJR Am J Roentgenol*. 2005 Dec;185(6):1429-34.
27. Lee SY, Jee WH, Kim JM. Radial tear of the medial meniscal root: reliability and accuracy of MRI for diagnosis. *AJR Am J Roentgenol*. 2008 Jul;191(1):81-5.
28. Biçer EK, Taşkıran E. Menisküs Kök Yırtıklarının Cerrahisi. In: Pınar H, Haklar U, Kocabey Y, Tatari H, Erdil M, editors. *Menisküs*. İstanbul Tıp Kitabevleri; 2016. p.115-137.
29. Lefevre N, Naouri JF, Herman S, Gerometta A, Klouche S, Bohu Y. A Current Review of the Meniscus Imaging: Proposition of a Useful Tool for Its Radiologic Analysis. *Radiol Res Pract*. 2016; 2016: 8329296.
30. Khan M, Khanna V, Adili A, Ayeni OR, Bedi A, Bhandari M. Knee osteoarthritis - when arthroscopy can help? *Polish Archives of Internal Medicine* 2018 Feb 28;128(2):121-125. doi: 10.20452/pamw.4186.
31. Kurosawa H, Fukubayashi T, Nakajima H. Load-bearing mode of the knee joint: physical behavior of the knee joint with or without menisci. *Clin Orthop Relat Res*. 1980;149:283-290.
32. De Smet AA, Blankenbaker DG, Kijowski R, Graf BK, Shinki K. MR diagnosis of posterior root tears of the lateral meniscus using arthroscopy as the reference standard. *AJR Am J Roentgenol*. 2009;192(2):480-486.
33. Seil R, Dück K, Pape D. A clinical sign to detect root avulsions of the posterior horn of the medial meniscus. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2011;19:2072–2075.
34. Moatshe G, Chahla J, Slette E, Engebretsen L, LaPrade RF. Posterior meniscal root injuries: A comprehensive review from anatomy to surgical treatment. *Acta Orthopaedica* 2016;87 (5): 452–458.
35. Niemeyer P, Schmal H, Hauschild O, von Heyden J, Südkamp NP, Köstler W. Open-Wedge Osteotomy Using an Internal Plate Fixator in Patients With Medial-Compartment Gonarthrosis and Varus Malalignment: 3-Year Results With Regard to Preoperative Arthroscopic and Radiographic Findings. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, Vol 26, No 12 (December), 2010: pp 1607-1616.
36. Marzo JM, Gurske-DePerio J. Effects of medial meniscus posterior horn avulsion and repair on tibiofemoral contact area and peak contact pressure with clinical implications. *Am J Sports Med* 2009;37 (1): 124–9.
37. Allaire R, Muriuki M, Gilbertson L, Harner CD. Biomechanical consequences of a tear of the posterior root of the medial meniscus. Similar to total meniscectomy. *J Bone Joint Surg Am* 2008;90: 1922–1931.
38. LaPrade CM, James EW, Cram TR, Feagin JA, Engebretsen L, LaPrade RF. Meniscal root tears: a classification system based on tear morphology. *Am J Sports Med*. 2015;43:363-369.
39. LaPrade CM, Jansson KS, Dornan G, Smith SD, Wijdicks CA, LaPrade RF. Altered tibiofemoral contact mechanics due to lateral meniscus posterior horn root avulsions and radial tears can be restored with in situ pull-out suture repairs. *J Bone Joint Surg Am* 2014;96 (6): 471–9.
40. Kim SB et al. Medial meniscus root tear refixation: comparison of clinical, radiologic, and arthroscopic findings with medial meniscectomy. *Arthroscopy*. 2011;27(3):346-354.
41. Kim JH, Chung JH, Lee DH, Lee YS, Kim JR, Ryu KJ. Arthroscopic suture anchor repair versus pullout suture repair in posterior root tear of the medial meniscus: a prospective comparison study. *Arthroscopy* 2011;27(12):1644-1653.
42. Jung YH, Choi NH, Oh JS, Victoroff BN. All-inside repair for a root tear of the medial meniscus using a suture anchor. *Am J Sports Med*. 2012;40(6):1406-1411.
43. Hwang BY, Kim SJ, Lee SW, Lee HE, Lee CK, Hunter DJ and Jung K A. Risk factors for medial meniscus posterior root tear. *Am J Sports Med* 2012;40 (7): 1606–10.
44. Coventry MB, Ilstrup DM, Wallrichs SL. Proximal tibial osteotomy: a critical long-term study of 87 cases. *J Bone Joint Surg Am* 1993;75:196–201.
45. Naudie D, Bourne RB, Rorabeck CH, Bourne TJ. The install award. Survivorship of the high tibial valgus osteotomy. A 10–22 year followup study. *Clin Orthop Relat Res* 1999;367:18–27.
46. Savarese E, Bisicchia S, Romeo R, Amendola A. Role of high tibial osteotomy in chronic injuries of posterior cruciate ligament and posterolateral corner. *J Orthopaed Traumatol* 2011;12:1–17.
47. Shon OJ, Park JW, Kim BJ. Current Concepts of Posterolateral Corner Injuries of the Knee. *Knee Surg Relat Res* 2017;29(4):256-268.
48. Davies H, Unwin A, Aichroth P. The posterolateral corner of the knee Anatomy, biomechanics and management of injuries. *Injury, Int. J. Care Injured* 2004;35, 68–75.
49. Fanelli GC, Edson CJ. Posterior cruciate ligament injuries in trauma patients: Part II. *Arthroscopy* 1995;11:526–529.
50. Christel P. Basic principles for surgical reconstruction of the PCL in chronic posterior knee instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2003;11:289–296.
51. Insall JN, Joseph DM, Msika C. High tibial osteotomy for varus gonarthrosis. A long-term follow-up study. *J Bone Joint Surg Am* 1984;66:1040–1048.
52. Neyret P, Donell ST, Dejour H. Results of partial meniscectomy related to the state of the anterior cruciate ligament. Review at 20–35 years. *J Bone Joint Surg Br* 1993; 75:36–40.
53. Goradia VK, Van Allen J. Chronic lateral knee instability treated with a high tibial osteotomy. *Arthroscopy* 2002;18:807–811.
54. Noyes FR, Goebel SX, West J. Opening wedge tibial osteotomy: the 3-triangle method to correct axial alignment and tibial slope. *Am J Sports Med* 2005;33:378–387.
55. Strobel MJ, Weiler A, Eichhorn HJ. Diagnosis and therapy of fresh and chronic posterior cruciate ligament lesions. *Chirurg* 2000;71:1066–1081.
56. Krudwig WK, Witzel U, Ullrich K. Posterolateral aspect and stability of the knee joint. II. Posterolateral instability and effect of isolated and combined posterolateral reconstruction on knee stability: a biomechanical study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2002;10:91–95.
57. Friel NA, Chu CR. The role of ACL injury in the development of post-traumatic knee osteoarthritis. *Clin Sports Med* 2013;32(1):1–12.
58. Guenther ZD, Swami V, Dhillon SS, Jaremko JL. Meniscal injury after adolescent anterior cruciate ligament injury: How long are patients at risk? *Clin Orthop Relat Res* 2014;472: 990-997.
59. Noyes FR, Barber-Westin SD. Treatment of meniscus tears during anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2012;28:123-130.
60. Papalia R, Del Buono A, Osti L, Denaro V, Maffulli N. Meniscectomy as a risk factor for knee osteoarthritis: A systematic review. *Br Med Bull* 2011;99:89-106. doi: 10.1093/bmb/ldq043.
61. van de Pol GJ, Arnold MP, Verdonchot N, van Kampen A. Varus alignment leads to increased forces in the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med* 2009;37:481-487.
62. Li Y, Zhang H, Zhang J, Li X. Song G, Feng H. Clinical Outcome

- of Simultaneous High Tibial Osteotomy and Anterior Cruciate Ligament Reconstruction for Medial Compartment Osteoarthritis in Young Patients With Anterior Cruciate Ligament-Deficient Knees: A Systematic Review. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, Vol 31, No 3 (March), 2015: pp 507-519.
63. Bonasia DE, Amendola A. Combined medial meniscal transplantation and high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2010;18:870–873.
 64. Amendola A. Knee osteotomy and meniscal transplantation: indications, technical considerations, and results. *Sports Med Arthrosc* 2007;15:32–38.
 65. Verdonk PC et al. Meniscal allograft transplantation: long-term clinical results with radiological and magnetic resonance imaging correlations. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2006;14:694–706.
 66. Carr AJ, Price AJ, Glyn-Jones S, Rees JL. Advances in arthroscopy: indications and therapeutic applications. *Nat Rev Rheumatol*. 2015;11(2):77–85.
 67. Thorlund JB, Juhl CB, Roos EM, Lohmander LS. Arthroscopic surgery for degenerative knee: systematic review and meta-analysis of benefits and harms. *Br J Sports Med*. 2015 Oct;49(19):1229-35.
 68. Kim CW, Lee CR, Seo SS, Gwak HC, Kim JH, Jeong JW. Clinical Efficacy of an Arthroscopic Surgery in Open Wedge High Tibial Osteotomy. *J Knee Surg*. 2017 May;30(4):352-358. doi: 10.1055/s-0036-1592146.
 69. Bekkers JE, Inklaar M, Saris DB. Treatment selection in articular cartilage lesions of the knee: a systematic review. *Am J Sports Med* 2009(Suppl 1):148S–155S.
 70. Steadman JR, Rodkey WG SS, Briggs K. Microfracture technique for full-thickness chondral defects: technique and clinical results. *Oper Tech Orthop* 1997;7:300–304.
 71. Aae TF, Randsborg PH, Lurås H, Årøen A, Lian ØB. Microfracture is more cost-effective than autologous chondrocyte implantation: a review of level 1 and level 2 studies with 5 year follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2017 Nov 11. doi: 10.1007/s00167-017-4802-5.
 72. Pascale W, Luraghi S, Perico L, Pascale V Do microfractures improve high tibial osteotomy outcome? *Orthopedics* 2011;34:e251–e255.
 73. Schuster P, Schulz M, Mayer P, Schlumberger M, Immendoerfer M, Richter J. Open-wedge high tibial osteotomy and combined abrasion/microfracture in severe medial osteoarthritis and varus malalignment: 5-year results and arthroscopic findings after 2 years. *Arthroscopy* 2015;31:1279-1288.
 74. Sterett WI, Steadman JR, Huang MJ, Matheny LM, Briggs KK. Chondral Resurfacing and High Tibial Osteotomy in the Varus Knee. *The American Journal of Sports Medicine* 2010 Jul;38(7):1420-4. doi: 10.1177/0363546509360403.
 75. Jung WH, Takeuchi R, Chun CW, Lee JS, Jeong JH. Comparison of results of medial opening-wedge high tibial osteotomy with and without subchondral drilling. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, 2015 Apr;31(4):673-9. doi: 10.1016/j.arthro.2014.11.035.
 76. Takeuchi R et al. Clinical results and radiographical evaluation of opening wedge high tibial osteotomy for spontaneous osteonecrosis of the knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2009 Apr;17(4):361-8. doi: 10.1007/s00167-008-0698-4.
 77. Ferruzzi A, Buda R, Cavallo M, Timoncini A, Natali S, Giannini S. Cartilage repair procedures associated with high tibial osteotomy in varus knees: clinical results at 11 years' follow-up. *Knee* 2014;21:445–50.
 78. Ferruzzi A et al. Autologous chondrocyte implantation in the knee joint: open compared with arthroscopic technique. Comparison at a minimum follow-up of five years. *J Bone Joint Surg Am*. 2008 Nov;90 Suppl 4:90-101. doi: 10.2106/JBJS.H.00633.
 79. Marcacci M, Zaffagnini S, Kon E, Visani A, Iacono F, Loret I. Arthroscopic autologous chondrocyte transplantation: technical note. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2002 May;10(3):154-9.
 80. Leon HO, Blanco CE, Guthrie TB, Martinez OJ. Intercondylar notch stenosis in degenerative arthritis of the knee. *Arthroscopy* 2005;21:294-302.
 81. Ferrari MB, Mannava S, DePhillipo N, Sanchez G, LaPrade RF. Notchplasty for the Arthroscopic Treatment of Limited Knee Extension. *Arthroscopy Techniques*, 2017 May 1;6(3):e517-e524. doi: 10.1016/j.eats.2016.11.008.

Plak Vida Tespitli Kapalı Kama Osteotomisi

Murat Gülçek, Ali Öznur

Yüksek tibial osteotomi medial tibiofemoral osteoartriti olan varus deformiteli alt ekstremitenin cerrahi tedavisinde oldukça yaygın kullanılır. Hasta yaşı 3-5. dekatlarda olmalıdır. Hasta, aktivite seviyesini sürdürebilmek için unikompartmantal ya da total diz protezi ameliyatını istememelidir.

Son yıllarda; fokal kıkırdak lezyonlu, karmaşık instabiliteli ve menisküs transplantasyonu yapılacak hastalara eşlik eden dizilim bozukluklarında öncelikli olarak mekanik aksın düzeltilme gerekliliği nedeniyle, yüksek tibial osteotomiye sadece gonartrozda değil başka hastalıklarda da sıklıkla başvurulmaktadır.

Yüksek tibial osteotomi ameliyatında amaç mekanik aks sapmasını düzelterek dizin medial-lateral kompartmanlarında yük dağılımını düzenlemektir.

Yüksek tibial osteotomi planlanan hastalarda kıkırdak hasarı aşırı olmamalıdır (1-3). Yüksek tibial osteotomi öncesi menisektomi yapılanlarda osteoartrit gelişme riski fazladır (4). Yüksek tibial osteotomide tam başarı garanti edilmez. Çünkü osteoartritik süreç devam etmektedir. Özetle yüksek tibial osteotomi genç hastada protez ameliyatını 10-15 sene geciktirme amacını taşır.

Ağrılı varus dizilim bozukluğu olan dizlerde bağ gevşeklikleri de görülebilir. Gevşek olan bağlar ön çapraz bağ ve posterolateral yapılar olabilir (Lateral kollateral ligament, popliteus kas ligaman ve tendon ünitesi, posterolateral kapsül). Deformitenin düzeltilmesi aynı seansta ya da daha sonra yapılacak bağ tamirlerinin başarısını artıracaktır (5, 6). İkili ve üçlü varus dizlerde önce kemik düzeltme ardından ligaman rekonstrüksiyonları yapılmalıdır (7).

En yaygın kontrendikasyon medial kompartmandaki kıkırdakta aşırı hasarlanmadır. 15x15 mm'lik karşılıklı olan kıkırdak hasarında yüksek tibial osteotomi yapılmamalıdır. Genç hastada kıkırdak hasarı geniş olsa bile unikondiler diz protezi bir seçenek değildir. Genel kural olarak başarılı klinik sonuç için yüksek tibial osteotomi hastalarında sağlam tibial kıkırdak medial platonun önemli bir kısmını kaplamalı ve medial kompartman osteoartriti aşırı seviyede olmamalıdır (8). Medial gonartrozun aşırı olduğu hastalarda osteoartrit süreci yüksek tibial osteotomi sonrasında devam eder (9).

Medial tibial kompartman konkav ve kemik kaybı varsa yüksek tibial osteotomi yapılmamalıdır (10). Hastanın diz eklemi 45 derece fleksiyonda çekilen grafi ile değerlendirilmeli kıkırdak kaybı aşırı ise yüksek tibial osteotomi yapılmamalıdır (11). Yüksek tibial osteotomi öncesinde kıkırdak doku artroskopik olarak değerlendirilip tedavi edici girişimler uygulanabilir ancak bu konuda literatürde fikir birliği yoktur (12-13).

Diğer kontraendikasyonlar; 10 dereceden fazla diz fleksiyon kaybı, 10 mm'den fazla tibianın lateral sublüksasyonu ve lateral menisektomi yada lateral komponentteki kıkırdak hasarıdır (14). Semptomatik patellofemoral eklem patolojileri yüksek tibial osteotomi için kontrendikasyon oluştururken asemptomatik olanlar kontrendikasyon oluşturmaz (10, 11, 15-17).

Medial eklem ağrısı şikâyeti, medial kompartman eklem kıkırdak hasar derecesi ile ilgileşim gösterebilir ya da göstermeyebilir (18, 19). Erken evrede hastada medial ağrı genellikle spor aktiviteleri ile oluşur

ancak ilerleyen evrelerde günlük aktivitelerde ağrıdan şikâyet edilir. Ağrı günlük aktivitelerde ortaya çıktığında, eklem kırırdağında yaygın hasarın olma olasılığı yüksektir. Medial menisküs kaybı, medial kompartmandaki artrit ilerlemesinin başlıca risk faktörüdür (20).

Kapalı kama osteotomisinin avantaj ve dezavantajları

Diz eklemindeki varus deformitesinin düzeltilmesi için en yaygın olarak açık kama ya da kapalı kama tekniklerinden biri kullanılır.

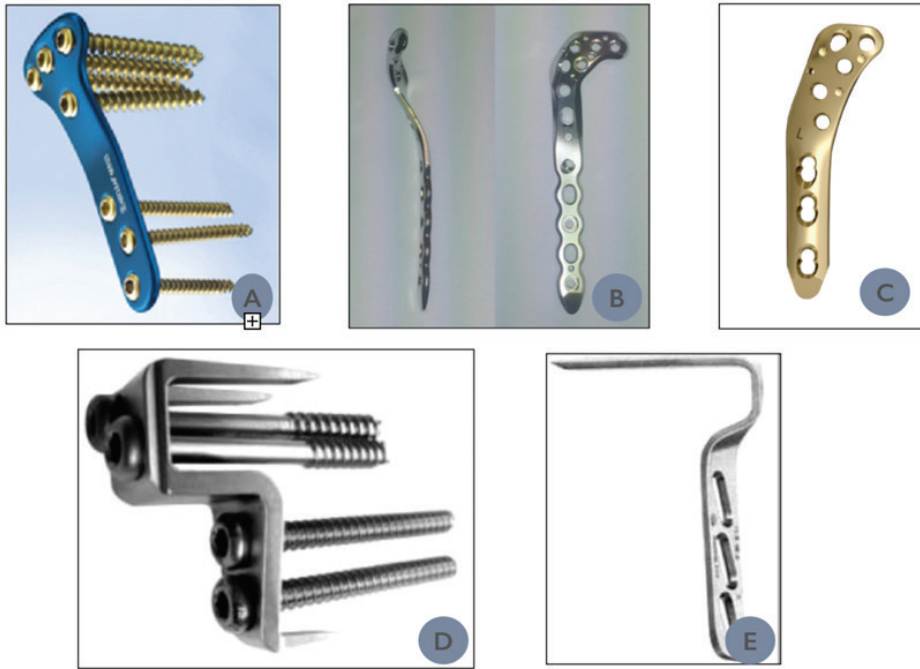
Osteotomi bölgesinin kemik greftlenmesi kapalı kama osteotomisinde gerekmez. Tibianın posterior slopunu ayarlama için açık kama osteotomisine göre daha az sorun gözlenir (21, 22). Kapalı kama tekniğinde medial kollateral ligamanın süperfisial distal yapışma yerinin kesilmesi ve yeniden yerine dikilmesi gerekmez (23). Kapalı kama osteotomisinin avantajı hızlı iyileşme ve erken yük verebilmedir. Açık kama osteotomisine oranla daha stabildir. Bu nedenle osteotomi miktarı korunur ve düzeltmede kayıp görülmez. Ancak kapalı kama osteotomisinde kemik rezeksiyonu yapmak, öncesinde nörolojik defisit riski taşıyan fibuler sinir diseksiyonu ve fibuler osteotomi gerektirdiği için açık kama osteotomisine göre daha fazla iatrojenik risk taşır (23).

Kapalı kama osteotomisinde diz lateralinin yumuşak doku diseksiyonu ve fibula boynu osteotomisinin tibial osteotomiye eklenmesi gerekir. Oniki dereceden daha fazla olan deformitelerin düzeltilmesinde tibial kısılığa neden olduğu için kapalı kama osteotomileri tercih edilmez. Posterolateral instabilitesi olan dizlerde düzeltme lateralden yapılmamalıdır.

Kapalı kama osteotomisinde daha fazla yumuşak doku diseksiyonu gerekir. Fibular osteotomi gereklidir. Bu cerrahi işlemlerde peroneal sinir risk altındadır. Cerrahi diseksiyon dikkatli yapılmalıdır. Triangular kemik rezeksiyonu yapıldıktan sonra çıkartılan kemik doku ameliyat sonuna kadar olası komplikasyonlara (aşırı düzeltme vb.) karşı saklanmalıdır.

Osteotominin tespitinde U çivisi, plak-vida sistemi ve eksternal fiksator kullanan yöntemler mevcuttur. Tuberositas tibia düzeyinde yapılan transvers kapalı kama tekniği osteotomi hattında oluşacak basamaklanma ile deformite yaratılabilir. Bu deformiteyi ortadan kaldırmak için distal fragmanın laterale deplase edilmesi medial devamlılığı bozarak osteotominin stabilitesini bozabilir (24). Bu komplikasyonun önlenmesi için osteotomi oblik tipte yapılabilir.

Kullanılan plaklar açılı, kama ve destek plakları olabilir (**Resim 1**). Biyomekanik testlerde daha rijit tespit sağladıkları gösterilmiştir (25). Plaklar arasında gergi bandı etkisi sayesinde stabilite sağlayanlar olduğu gibi destek plağı görevi görenlerde vardır.



Resim 1. Yüksek tibial osteotomi çeşitli plak tipleri ile tespit edilebilir. **A.** MEDTOLS, Position HTO System. **B.** Kilitli plak. **C.** DePUY Synthes TomoFix Lateral High Tibia Plate. **D.** Rijit basamaklı plak. **E.** Kamalı plak

Cerrahi Teknik

Tüm alt ekstremité steril boyanmalı ve drape ile örtülmelidir. Uygulanan turnike intraoperatif mekanik aksın tespit edilmesine engel olmamalıdır. Kalça, diz ve ayak bileği eklemi skopi ile görüntülenebilmelidir. Osteotomi öncesinde diz eklemi artroskopik olarak değerlendirilebilir.

Steril turnike şişirilir. Fibula başının 1 cm distalinden başlanıp tuberositas tibianın ortasına uzanan oblik cilt kesisi yapılır. Subkütan diseksiyon anterolateral krural kas fasyalarına kadar ilerletilir. Fasial insizyon tuberositas tibianın lateralinden fibulanın proksimal ucunda yer alan kas yapışmasız alana kadar eğimli bir şekilde yapılır. Kas yapışmasız alanın tespiti önemlidir. Çünkü bu alanın tespiti ile fibular sinir ve lateral kollateral bağdan kaçınılmış olur. Bu alan ayrıca fibular osteotomi alanının deperiostize edilmeye başlandığı noktadır.

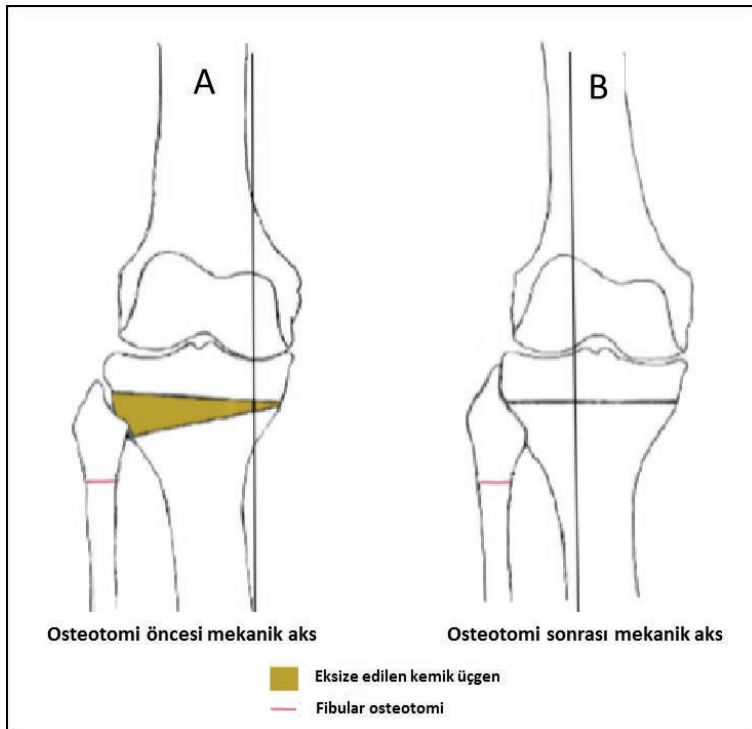
Tibial tarafta ise subperiosteal diseksiyon Gerdy tüberkülü distalinden patellar tendon laterale kadar yapılır. Tendona komşu retinakulum kesilerek retropatellar boşluğa girilir ve tendon anteriora çekilir. Diseksiyon tibianın posterioruna doğru ilerletilir. Nöromuskuler yapıların zarar görmemesi için subperiosteal diseksiyon uygulanır. Peroneal sinire zarar vermemek için Gerdy tüberkülünün distalinde kalınmalıdır.

Yüksek tibial osteotomi ameliyatının komponenti olan fibular osteotomi üç farklı şekilde yapılabilir. Bunlar; proksimal fibular osteotomi, proksimal kaydırma osteotomisi ve distal fibular osteotomidir. Proksimal kaydırma osteotomisi tibiofibular eklem instabilitesine neden olur. Bu instabilite lateral kollateral ligamentin kışalmasına ve posterolateral yetmezliğe neden olduğu için artık tercih edilmemektedir.

En sık tercih edilen yöntem fibulanın boyun seviyesinden yapılan osteotomidir. Dikkatli bir cerrahi teknik fibular sinirin korunması için gereklidir. Sinir doku palpe edilir, subperiosteal diseksiyon çok dikkatli yapılır ve dokular aşırı gerilim altında bırakılmamalıdır. Peroneal sinirin lokalizasyonundan emin olunmazsa sinir trasesi boyunca eksplore edilip, koruma altına alınabilir.

Fibular rezeksiyon miktarı tibia için planlanandan 2-3 mm az olmalıdır. Böylece osteotomi kapatıldığında kemik uçları arasında temas sağlanabilir. Metal tespitte gerek yoktur. Osteotomize kemik uçlarında fibular siniri irrite edebilecek sivri köşeler bulunmamalıdır.

Diğer bir fibular osteotomi seviyesi fibulanın cismi ile distal üçte birlik segmentin birleşim yeridir. Üç cm'lik posterolateral kesi ile yapılabilir. Peroneal kaslar anteriora ekarte edilerek fibula görünür hale getirilir. Fibulanın lateral korteksi eksize edilir. Medial fibular korteks osteotomla kesilir. Osteotominin iki ucu



Resim 2. A. Genu varus deformitesi olan dizde mekanik aks medial kompartmandan geçmektedir. B. Osteotomi hattının kapatılması ile mekanik aks medialden laterale taşınmıştır.

arasında temas olması iyileşme açısından önemlidir. Osteotomi hattı greftlenir. Metal tespiti gerek yoktur. Yüzeysel peroneal sinirin krurisin 1/3 orta seviyesindeki seyri anatomik farklılıklar gösterebilir (26, 27). Cerrahi işlem sırasında buna dikkat etmek gerekir.

Proksimal kapalı kama osteotomisinde kesi için ticari olarak bulunabilen yardımcı araçlar kullanılabilir ya da kesiler yardımcı ekipman kullanılmadan yapılır. Osteotomi seviyesi belirlenirken skopi kontrolünde eklem mesafesinden 25 mm distalde ve eklem paralel bir Kirschner teli lateralden mediale doğru yerleştirilir. Eklem yüzüne olan 25 mm'lik uzaklık osteotomi sırasında kırık oluşmasını önlemek için gereklidir. Bu telin uzunluğu ölçülerek proksimal tibianın genişliği hesaplanabilir.

Ameliyat öncesi hesaplanan ölçüm derecesine ve proksimal tibial uzunluğa göre belirlenen açıya göre ikinci Kirschner teli skopi kontrolünde daha distale yerleştirilir. Radyolojik olarak uygun ölçüde bir üçgenin işaretlendiğinden emin olunur. Eklem yüzüne paralel olan osteotominin lateral kortekse dik açıda yapılması çok önemlidir (**Resim 2**).

Osteotomi yapılırken lateral korteks motorlu testere ile kesilmelidir. Osteotomi osteotom kullanılarak tamamlanır. Motorlu testere ile kansellöz kemik kesilerinde açıl sapmalar olabilir. Osteotomi skopi kontrolünde gerçekleştirilmelidir.

Osteotomi sırasında diz 10 derece fleksiyonda olmalı ve tibianın arkasına subperiosteal olarak ekartör yerleştirilerek damar sinir yapıları korunmalıdır. Kemik kamanın lateral yarısı bir bütün olarak çıkartılıp ameliyat sonuna kadar saklanmalıdır. Düzeltmenin aşırı yapıldığı hastalarda tekrar uygulanabilir. Osteotominin medial kısmı direkt görüş ile tamamlanmalıdır. Tibianın medialindeki 7-10 mm'lik kemik osteotomize edilmez. Böylece medial ve lateral translasyonlar ve varus deformitesinin gelişimi önlenir. Patellar tendon dikkatle korunmalıdır. Tibianın sağlam bırakılan posteromedialindeki korteks osteotomi kapatılmadan önce perforatörle açılan küçük deliklerle zayıflatılır. Osteotomi yüzeyleri aşırı güç kullanılmadan uygulanan kuvvetlerle manuel olarak ya da bu amaçla tasarlanmış ekipmanlar kullanılarak kapatılır. Osteotomi yüzeylerinin karşılıklı temas ettiği gözlenmelidir.

Yüksek tibial osteotomiden sonra posterior tibial slop değişmemelidir. Ancak posterior tibial slopün düzeltilmesinin gerekli olduğu biplanar deformitelerde osteotomi sırasında uygun düzeltme açısıyla kesim yapılabilir.

Osteotomi hattı kapatıldıktan sonra U çivisi ile geçiği tespit sağlanır. İnce bir rot femur başı ve ayak bileği orta noktaları arasına skopi kontrolünde yerleştirilir.

Diz eklemi seviyesinde bu rot eklem preop tespit edilen noktasından geçmelidir. Bu işlem sırasında kalça eklemde rotasyon olmamalı, diz 10 derece fleksiyonda, ayak 10 derece yürüme açısına uygun konumda dış rotasyonda olmalıdır. Ayak tabanından uygulanan kompresyon kuvveti ile diz eklemde olası seperasyonların önüne geçilmeye çalışılmalıdır. Posterior tibial eğim (slop) skopi ile kontrol edilmelidir.

Osteotominin stabil fiksasyonu çoğunlukla kilitli plak ve vida sistemleri ile sağlanır. İnternal tespitten sonrada yukarıda anlatılan yöntemle radyolojik kontrol yapılmalıdır.

Turnike gevşetilip kanama kontrolü yapıldıktan sonra fasya ve kas dokusu tibia lateraline dikilir. Yumuşak doku ödemi azaltmak için atelleme, buz uygulamaları yapılabilir. Nörolojik muayene postop mümkün olan en erken sürede yapılmalıdır. Derin ven trombozu riskini azaltmak için aspirin, warfarin sodyum profilaksisi, mekanik basınçlı sistemlerle venöz dönüşün artırılması uygulamaları yapılabilir. Ekstremitede ödem farkedilirse en erken dönemde vasküler sistemin ultrasonografik muayenesi yaptırılmalıdır.

Komplikasyonlar

Sinir yaralanmaları: En sık yaralanan sinir, diseksiyon alanı içinde yer alan peroneal sinirdir (%-20) (28-31). Peroneal sinir iatrojenik olarak yaralanabileceği gibi artan kompartman basıncı sonrasında da yaralanabilir (31). Fibuler osteotomi fibulanın üst ucunun 15 mm distaline yapılmalıdır. Daha distalden yapılan osteotomilerde yaralanma riski daha fazladır (33, 34).

Damar yaralanmaları: Osteotomi sırasında popliteal ve onun dalı tibialis anterior arteri yaralanabilir (35,36). Bu komşu yapıların korunabilmesi için ekartörlerin subperiosteal alanda ve uygun pozisyonda olduğundan emin olunmalıdır.

Kırık gelişme riski: Yapılan cerrahi işlem sırasında tibial medial korteks ve tibial proksimal metafiz alanları kırık oluşması açısından risk altındadır. Lateral kapalı kama osteotomisinde medial tibial korteksin deplase olmaması stabilite için önemli bir parametredir (10, 37).

Kapalı kama osteotomisi sırasında proksimal metafizeal parçada eklem içine uzanan kırıklar görülebilir (28, 30, 31). Bu komplikasyon, osteotominin eklem yüzeyinin en az 15 mm distalinden yapılmaması veya aşırı güç kullanılarak osteotomi hattının kapatılmaya çalışılması sırasında görülür.

Alt ekstremitte dizilim kusurları: Kapalı kama osteotomisi sonrası hedeflenen açıl düzelme her has-

tada sağlanamayabilir. Bazı hastalarda gerekenden az bazı hastalarda gerekenden fazla düzeltmenin yapılmış olduğu post operatif grafilerde tespit edilebilir (38). Düzeltme miktarının gereği kadar yapılamadığı hastalarda deformitenin nüks etme olasılığı daha fazladır (39). Aşırı düzeltmeler post operatif dönemde karşılaşılan diğer bir sorundur. Bu hastalarda patellofemoral sorunlara (patella infera), yürüme asimetriklerine ve lateral kompartmanda aşırı basınç artışına neden olur. Bu sorunu azaltabilmek için navigasyon cihazlarının kullanımı ile hesaplanan dereceye daha yakın düzeltmelerin yapılabilirdiği gösterilmiştir (40).

Diğer bir dizilim sorunu tibial posterior eğim (slop) değişimleridir. Açık kama osteotomilerine kıyasla kapalı kama osteotomilerinde daha az görülen bu sorunla karşılaşmamak için radyolojik kontrolün dikkatli uygulanması gerekir.

Patellofemoral eklem sorunları: Osteotomi sırasında çıkartılan kemik üçgen nedeniyle tuberositas tibia laterale yer değiştirir (41, 42). Bu durum patellofemoral uyumu bozar. Özellikle altta yatan patellofemoral osteoartritte klinik şikayetler daha fazla görülür. Osteotomili dizlerde yapışıklıklar ve hareket-sizlik nedeni ile patellar tendon kısalmır (43-46). Bütün bu değişikliklerin sonrasında patella baja gelişebilir. Bunun önlenmesi için ameliyat sonrası erken harekete başlanmalıdır (47).

Tromboemboli: 2-15% oranında tromboemboli bildirilmiştir (48-50). Bu nedenle, tromboemboli profilaksisi mutlaka yapılmalıdır.

Osteotomi bölgesinde olan akut kanamalar kompartman sendromuna neden olabilir. Özellikle ön çapraz bağ tamiri ile birlikte olan yapılan yüksek tibial osteotomilerde kompartman basıncı daha da artabilir (51). Cerrahi işlem sonrası dren kullanılması kompartman basıncını azaltmaya yardımcıdır (52).

Gecikmiş kaynama ve kaynamama: Her osteotomi sonrası geç kaynama ve kaynamama komplikasyonları ile karşılaşılabilir. Gecikmiş kaynama kapalı kama osteotomilerinden sonra % 4-8 oranında görülebilir. Osteotominin yeri kaynama gecikmesi olasılığı açısından önemlidir. Eklem hattından uzaklaştıkça kaynama gecikme komplikasyonunun görülme olasılığı artar. Çünkü metafizyal alandan uzaklaşmaktadır (53).

Kapalı kama osteotomilerinden sonra kaynamama görülebilir. Oranı %1-5 arasında bildirilmiştir(28, 30, 53). Bu komplikasyon greftleme ve rijit tespit ile tedavi edilebilir (54, 55). Başarılı olunamazsa total diz protezi ile tedavi edilebilir (56).

Enfeksiyon %1-10 arasında bildirilmiştir (50).

Kapalı kama osteotomisi sonuçları: yüksek tibial osteotomi hastalığı tam tedavi eden bir ameliyat de-

ğildir. Ameliyatın amacı diz eklemine etkileyen osteoartritik süreci kontrol etmek ve yavaşlatmak ve hastanın klinik şikayetlerini azaltmaktır. Bu nedenle ameliyattan sonra görülen iyilik hali zamanla azalır. İlk beş yıl içerisinde başarı oranı % 75-94 seviyesinde iken onuncu yılda başarı oranları % 53-66 arasına düşmektedir.

Düzeltme miktarının yeterliliğini artırmak için çalışmalar yapılmaktadır. Navigasyon cihazlarının yardımı ile yapılan ameliyatlar bu sorunu gidermek için uygulanmış ve başarılı sonuçlar bildirilmiştir (57-59).

Kaynaklar

1. Flecher X, Parratte S, Aubaniac JM, Argenson JN. A 12-28-year follow up study of closing wedge high tibial osteotomy. Clin Orthop Relat Res, 2006. 452: p. 91-6.
2. van Raaij T, Reijman M, Brouwer RW, Jakma TS, Verhaar JN. Survival of closing-wedge high tibial osteotomy: good outcome in men with low-grade osteoarthritis after 10-16 years. Acta Orthop, 2008. 79(2): p. 230-4.
3. Efe T, et al., Closing-wedge high tibial osteotomy: survival and risk factor analysis at long-term follow up. BMC Musculoskelet Disord, 2011. 12: p. 46.
4. Sharma L, et al., The role of varus and valgus alignment in the initial development of knee cartilage damage by MRI: the MOST study. Ann Rheum Dis, 2013. 72(2): p. 235-40.
5. Noyes FR, Barber-Westin SD. Posterior cruciate ligament revision reconstruction, part 1: causes of surgical failure in 52 consecutive operations. Am J Sports Med, 2005. 33(5): p. 646-54.
6. Noyes FR, Barber-Westin SD, Albright JC. An analysis of the causes of failure in 57 consecutive posterolateral operative procedures. Am J Sports Med, 2006. 34(9): p. 1419-30.
7. Noyes FR, Hewett TE. High tibial osteotomy and ligament reconstruction for varus angulated anterior cruciate ligament-deficient knees. Am J Sports Med. 2000;28(3):282-296.
8. Mankin HJ. The reaction of articular cartilage to injury and osteoarthritis (second of two parts) N Eng J Med 1974;291(25):1135-40)
9. Stuart MJ, Grace JN, Ilstrup DM, Kelly CM, Adams RA, Moorrey BF. Late recurrence of varus deformity after proximal tibial osteotomy. Clin Orthop Relat Res 1990;(260):61-5)
10. Coventry MB, Wallrichs SL. Proximal tibial osteotomy. A critical long-term study of eighty-seven cases. J Bone Joint Surg., 1993. 75(A)(2): p. 196-201.
11. Rosenberg TD, Parker RD, Coward DB, Scott SM. The forty-five-degree posteroanterior flexion weight-bearing radiograph of the knee. J Bone Joint Surg., 1988. 70A: p. 1479-1483.
12. Sarpel Y, Özsoy MH. Varus gonartrozda yüksek tibial gonartroz sonuçları ve hasta seçimi. In: Tandoğan NR, editör. Gonartrozda Artroplasti Dışı Tedavi Yöntemleri, Ankara: Türk Spor Yaralanmaları Artroskopisi ve Diz cerrahisi Derneği;2003.p.61-8
13. Schultz W, Göbel D. Articular cartilage regeneration of the knee joint after proksimal tibial valgus osteotomy: a prospective study of different intra- and extra-articular operative techniques. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 1999;7:29-36
14. Koyonos L, Slenker N, Cohen S. Complications in brief: Osteotomy for lower extremity malalignment. Clin Orthop Relat Res, 2012. 470(12): p. 3630-6.
15. Rudan JF, Simurda MA. High tibial osteotomy. A prospective clinical

- and roentgenographic review. *Clin Orthop Relat Res.*, 1990. 255: p. 251-256.
16. Noyes FR, Simon R. *Am J Sports Med.* 1993;21(1):2-12., High tibial osteotomy and ligament reconstruction in varus angulated, anterior cruciate ligament-deficient knees. A two- to seven-year follow-up study. *Am J Sports Med.*, 2000. 28(3): p. 282-296.
 17. Koshino T, et al., Fifteen to twenty-eight years' follow-up results of high tibial valgus osteotomy for osteoarthritic knee. *Knee*, 2004. 11(6): p. 439-44.
 18. Hernigou P, Debeyearse J, Goutallier D. Proximal tibial osteotomy for osteoarthritis with varus deformity. A ten to thirteen-year follow-up study. *J Bone Joint Surg.* 1987;69A:332-354., Proximal tibial osteotomy for osteoarthritis with varus deformity. A ten to thirteen-year follow-up study. *J Bone Joint Surg.* 1987. 69A: p. 332-354.
 19. Ivarsson I, Gillquist J. High tibial osteotomy for medial osteoarthritis of the knee. A 5 to 7 and 11 to 13 year follow-up. *J Bone Joint Surg.* 1990. 72B(2): p. 238-244.
 20. Fairbank TJ. Knee joint changes after meniscectomy. *J Bone Joint Surg Br*, 1948. 30B(4): p. 664-70.
 21. Brouwer RW, et al. Patellar height and the inclination of the tibial plateau after high tibial osteotomy. The open versus the closed-wedge technique. *J Bone Joint Surg Br*, 2005. 87(9): p. 1227-32.
 22. Noyes FR, Goebel SX, West J. Opening wedge tibial osteotomy: the 3-triangle method to correct axial alignment and tibial slope. *Am J Sports Med*, 2005. 33(3): p. 378-87.
 23. Noyes FR, Barber-Westin SD. Tibial and femoral osteotomy for varus and valgus knee syndromes: diagnosis, osteotomy techniques, and clinical outcomes. In: Noyes FR, editör. *Noyes' Knee Disorders*. Philadelphia: Elsevier; 2017. p. 773-847
 24. Muller, W. High tibial osteotomy: Conditions, indications, techniques, problems, results. In: Thorngren KG, Soucacos PN, Horan F, Scott J, editors. *European Instructional Course Lectures. Vol 5*. London, England: British Editorial Society of Bone and Joint surgery; 2001: p. 196-206.
 25. Hartford JM, et al. Biomechanical superiority of plate fixation for proximal tibial osteotomy. *Clin Orth Related Research*, 2003. 412: p. 125-130.
 26. Barrett SL, et al. Superficial peroneal nerve (superficial fibularis nerve): the clinical implications of anatomic variability. *J Foot Ankle Surg*, 2006. 45(3): p. 174-6.
 27. Ducic I, Dellon AL, Graw KS. The clinical importance of variations in the surgical anatomy of the superficial peroneal nerve in the mid-third of the lateral leg. *Ann Plast Surg*, 2006. 56(6): p. 635-8.
 28. Naudie D, Bourne RB, Rorabeck CH, Bourne Tj. The Install Award. Survivorship of the high tibial valgus osteotomy. A 1 0-to-22-year followup study. *Clin Orthop Relat Res.* 367: p. 18- 27.
 29. Insall JN, Joseph DM, Msika C. High tibial osteotomy for varus gonarthrosis . A long-term follow-up study. *J Bone joint Surg Am*, 1984. 66: p. 1040-8.
 30. Bettin D, Karbowski A, Schwering L, Matthias HH. Time-dependent clinical and roentgenographical results of Coventry high tibial valgus osteotomy. *Arch Orthop Trauma Surg*, 1998. 117: p. 53- 7.
 31. Sprenger TR, Doerzbacher JF. Tibial osteotomy for the treatment of varus gonarthrosis. Survival and failure analysis to twenty-two years. *J Bone Joint Surg Am*, 2003. 85-A: p. 469-74.
 32. Bauer T, Hardy P, Lemoine j, Finlayson OF, Tranier S, Lortatjacob A., Drop foot after high tibial osteotomy: a prospective study of etiological factors. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2005. 13: p. 23-33.
 33. Kirgis A, Albrecht S. Palsy of the deep peroneal after proximal tibial osteotomy. An anatomical study. 1992. 74: p. 1180- 5.
 34. Aydogdu S, Yercan H, Saylam C, Sur H., Peroneal nerve dysfunction after high tibial osteotomy. An anatomical cadaver study. 1996. 62: p. 156-60.
 35. Zaidi SH, Cobb AG, Bentley G. Danger to popliteal artery in high tibial osteotomy. *J Bone joint Surg Br*, 1995. 77: p. 384-6.
 36. Georgulis AD, Makris CA, Papageorgiou D, Moebius UG, Xenakis T, Soucacos PN, Papageorgiou D, Moebius UG, Xenakis T. Nerve and vessel Injuries during high tibial osteotomy combined with distal fibular osteotomy: clinically relevant anatomic study. *Knee Sports Traumatol Arthrosc Tech*, 1999. 7: p. 15-19.
 37. Miniaci A, Ballmer FT, Ballmer PM, Jakob RP. Proximal tibial osteotomy. A new fixation device. *Clin Orthop Relat Res*, 1989. 250: p. 250-9.
 38. Gaasbeek RD, Wesling RT, Verdonshot N, Rijnberg WJ, van Loon Cj, van Kampen A. Accuracy and initial stability of open- and closed-wedge high tibial osteotomy: a cadaveric study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2005. 13: p. 689-94.
 39. Andriacchi TP., Dynamics of knee malalignment. *Orthop Clin North Am.* 25(3): p. 395- 403.
 40. Hankemeier S, Hufnet T, Wang G, Kendoff D, Zeichen J, Zheng G, Krettek C. Navigated open-wedge high tibial osteotomy. Advantages and disadvantages compared to the conventional technique in a cadaver study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2006. 14: p. 917-21.
 41. Amendola A, Bourne RB, Apyan PM. Total knee arthroplasty following high tibial osteotomy for osteoarthritis. *J Arthroplasty*, 1989. 4 Suppl: p. 11-7.
 42. Nizard RS, Bizot P, Witvoetj. Total knee replacement after failed tibial osteotomy: results of matched-pair study. *J Arthroplasty*, 1998. 13(8): p. 847-53.
 43. Mont MA, Alexander N, Krackow KA, Hungerford OS. Total knee arthroplasty after failed high tibial osteotomy. *Orthop Clin North Am.* 25(3): p. 515-25.
 44. Windsor RE, In sail jN, Vince KG., Technical considerations of total knee arthroplasty after proximal tibial osteotomy. *J Bone Joint Surg Am*, 1988. 70(4): p. 547-55.
 45. Scudcri GR, Windsor RE, Insall JN. Observations on patellar height after proximal tibial osteotomy. *J Bone Joint Surg Am*, 1989. 71(2): p. 245-8.
 46. Rinonapoli E. Mancini GB, Corvaglia A, Musiello S. Tibial osteotomy for varus gonarthrosis. A 1 0- to 21-year follow up study. *Clin Orthop Relat Res*, 1998. 353: p. 185-93.
 47. Westrich GH, Peters LE, Haas SB, Buly RL, Windsor RE. Patella height after high tibial osteotomy with internal fixation and early motion. *Clin Orthop Relat Res*, 1998. 354(354): p. 169- 74.
 48. Turner RS, Griffiths H, Heatley FW. The incidence of deep-vein thrombosis after upper tibial osteotomy. A venographic study. *J Bone joint Surg Br*, 1993. 75: p. 942-4.
 49. Yercan HS, Okcu G. Aydogdu S, Oziç U. Diz osteoartritinde lateral kapalı kama yüksek tibial osteotominin klinik sonuçları (Oblik osteotomi ve gergi bandı tespit tekniği). *Acta Orthop Traumatol Turc*, 2004. 38(2): p. 89-95.
 50. Tunggal JAW, Higgins GA, Waddell JP. Complications of closing wedge high tibial osteotomy. *Int Orthop*, 2010. 34: p. 255-61.
 51. Marti CB, Jakob RP. Accumulation of irrigation fluid in the calf as a complication during high tibial osteotomy combined with simultaneous arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 1999. 15: p. 864-6.
 52. Gibson Mj, Barnes MR, Alien Mj, Chan RN. Weakness of foot dorsiflexion and changes in compartment pressures after tibial osteotomy. *J Bone joint Surg Br*, 1986. 68: p. 471-5.

53. Vainionpaa S, Laike E, Kirves P, Tiusanen P. Tibial osteotomy for oseoarthritis of the knee. A five to ten-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Am*, 1981. 63: p. 938-46.
54. Schatzker J, Burgess RC. The management of nonunions following high tibial osteotomies. *Clin Orthop Relat Res Dev*, 1985. 193: p. 230-3.
55. Cameron HU, Welsh P, Jung YB, Nofthall F. Repair of nonunion of tibial osteotomy. *Clin Orthop Relat Res*, 1993. 287: p. 167-9.
56. Yoshino NT, Watanabe Y, Nakamura S, KuboT. Total knee arthroplasty with long stem for treatment of nonunion after high tibial osteotomy. 2004. 19: p. 528-31.
57. Keppler P, Gebhard F, et al. Computer aided high tibial open wedge osteotomy. *Injury*, 2004. 35(Suppl 1): p. 68- 78.
58. Saragaglia D, Roberts J. Navigated osteotomies around the knee in 170 patients with osteoarthritis secondary to genu varum. *Orthopedics*, 2005. 28: p. 1269- 74.
59. Wang G, Zheng G, Keppler P, Gebhard F, Staubli A, Mueller U, Schmucki D, Fluetsch S, Nolte LP. Implementation, accuracy evaluation and preliminary clinical trial of a CT-free navigation system for high tibial open wedge osteotomy. *Comput Aided Surg*, 2005. 10: p. 73-85.

Kapalı Kama Yüksek Tibial Osteotomi-Staple ile Tespit

Hüseyin S. Yercan

Yüksek tibial osteotomi (YTO) ilk defa 1958 yılında Jackson tarafından tariflenmiştir (1). Jackson ve Waugh 1961 yılında 10 hasta üzerinde 'ball and socket' tipi osteotomi uygulamış; 10 hastada da tatmin edici sonuçlar elde edilmiştir. 1962 yılında Wardle 17 hasta üzerinden transvers yüksek tibial osteotomi tanımlamış ve hastaların 14'ünde tatmin edici sonuçlar bildirmiştir (2,3). 1965 ve 1969 yıllarında Coventry 'U' çivileri ile yapmış olduğu YTO vakalarını yayınlamış ve başarılı sonuçlar bildirmiştir. Bu sayede YTO dünya çapında yaygın kabul gören bir tedavi yöntemi olmaya başlamıştır (4,5).

Ameliyat öncesi hazırlık ve planlamada ayakta çekilen ön arka, 30° fleksiyonda yan, basarak 45° fleksiyonda arka ön, patella tanjansiyel, ortoröntgenografi ve stres grafileri (Varus-Valgus stres) çekilmelidir. Schwartzmann çekimler sırasında açıl değerlerin en doğru şekilde hesaplanabilmesi için patellanın tam önde olmasının gerekliliğini vurgulamıştır (6). Elde edilen grafilere mekanik ve anatomik eksenler ölçülerek düzeltme dereceleri hesaplanır. Kaç derecelik bir düzeltme gerektiği konusu literatürde tartışmalıdır. YTO'de amaç açıl deformiteye bağlı kompartmandaki aşırı yükü diğer kompartmana kaydırmaktır. Normal bir dizde ekleme gelen yükün % 60'ı medial, % 40'ı lateral kompartman tarafından taşındığı kabul edilir. Coventry normalden 5° aşırı düzeltme yapılmasını ve dizin 10° ile 13° valgusa getirilmesini önermiştir (7). Bauer ve ark. (8) 3° ile 16°, Kettelklamp ve ark. (9) 8° ile 11°, Cass ve Bryan(10) 10° ile 12°, Rudan ve Simurda(11) 6° ile 14° açığı hedeflemişler. Maquet ise mekanik akstaki 2° ile 4° lik düzeltmenin yeterli ola-

cağı görüşündedir (12). Keene ve ark. yaptığı iki ayrı çalışmada aşırı düzeltmenin önemini vurgulamışlardır: 5° ile 13° lik düzeltmelerin 5° den az düzeltmelere oranla 2 yıl takip sonunda ve yine diğer çalışmada 7° ile 13° lik düzeltme uygulanan dizlerde 7° den az düzeltmelere oranla oldukça iyi sonuçlar almışlardır (13,14). Coventry ve ark. 10 yıllık sonuçları bildirdiği çalışmasında anatomik eksenin ameliyat sonrası 8° den küçük olanlarda % 81 başarısız sonuç bildirmiştir (15). Dugdale ve ark. ile Miniaci ve ark ameliyat sonrası mekanik eksenin tibial platonun % 62-66 lateral bölümünden geçecek şekilde düzeltme yapılmasını önermişlerdir. Tibial platonun % 62,5 lateralinden geçen mekanik eksenin dizde 3° ile 5° lik mekanik valgus sağlayacağını bildirmişlerdir (16,17). Genel görüş aşırı valgusa getirme yönündedir. Aksi halde zamanla deformitenin nüks etme riski doğmaktadır. 5° ile 15° arası valgus düzeltme oranı genel kabul gören oranlardır (5,10,18-25). Ayrıca bu düzeltme oranı kozmetik açıdan sorun oluşturmamaktadır. 15° nin üzerinde valgus diz kozmetik açıdan kabul edilmez.

YTO öncesi artroskopi tartışmalıdır. Artroskopide amaç kompartmanlardaki tutulumu değerlendirmek ve yüksek tibial osteotomi için doğru endikasyonu koyabilmektir. Ayrıca mekanik semptomlara yol açan meniskal yırtıklar, kondral flepler, serbest cisimler ve patolojik plikalar eksiz edilebilmektedir. Artroskopinin en büyük yararı, osteotomi öncesi ve sonrasında yapılan artroskopiler ile fibröz kıkırdak proliferasyonunun ve eklem kıkırdağı rejenerasyonunun gösterilebilmiş olmasıdır (26-28). Artroskopik debridmanın YTO ile kombine edilmesinin sonuçları ne yönde

etkileyeceği tartışmalıdır (7,29,30). Bazı yayınlarda yüksek tibial osteotomi öncesi artroskopik debridmanın klinik sonuçları olumlu yönde etkilediği bildirilmiştir (30,31). Schultz'a göre osteotomi ile birlikte yapılan artroskopik abrazyon artroplastisi ile histolojik olarak anlamlı kıkırdak yenilenmesi sağlanabilmiştir (32). Akizuki ve ark. yaptıkları kontrollü çalışmada osteotomi ile yapılan abrazyon artroplastisi ile, sadece osteotomi yapılan gruba göre anlamlı ölçüde kıkırdak iyileşmesi elde etmişlerdir; ancak klinik iyileşme açısından anlamlı fark elde edememişlerdir (33).

Staple ile tespit edilen kapalı kama yüksek tibial osteotomi tekniği

Cilt İnsizyonu: Kapalı kama YTO'de en sık tercih edilen, tuberositas tibiadan fibula boynuna yapılan transvers cilt kesisidir. Diğer önemli nokta, ileride uygulanması muhtemel total diz protezi operasyonunu hesaba katarak cilt nekrozuna yol açmamak için osteotomi kesisini planlamaktır. Bu nedenle total diz protezinde uygulanan orta hat insizyonuna engel olmayan transvers kesi sıklıkla kullanılır. Tespitte kullanılacak implanta göre de cilt kesisi değişkenlik gösterebilir. Teknik açıdan transvers insizyonla osteotomi plakla tespit etmekte zorluk yaşanmaktadır. Bu amaçla lateral longitudinal insizyon tercih edilmeli ve ileride uygulanacak muhtemel total diz protezi insizyonu için mutlaka yeterli cilt köprüsü (en az 6 cm.'lik) bırakılmalıdır.

Osteotominin yerleşimi ve şekli: Kapalı kama YTO'de (KKYTO), osteotominin genel olarak eklem 2-2.5 cm distalinden yapılması önerilmektedir (34-37). İlk kesi eklem paralel olarak yapılır ve medial korteks devamlılığı bozulmamaya çalışılır. Tuberositas tibianın proksimalinde kalacak şekilde oblik olarak yapılan ikinci kemik kesisi medial korteks yakınlarında ilkiyle birleştirilir. Lateral tabanlı düzgün üçgen şeklinde kemiğin çıkarılması osteotomi alanının kapatıldıktan sonra kortikal devamlılığının sağlanması için önemlidir. Yine de bu tip eşit uzunlukta olmayan osteotomi yüzeyleri kapatıldıktan sonra basamaklı olması kaçınılmazdır. YTO ilk tespit materyali düz 'U' çivileri olmuştur. Ancak osteotomi hattında lateralde oluşan basamaklanmayla düz 'U' çivisinin uyumsuz olması nedeniyle tespit sorunları yaşanmıştır. Bu amaçla Coventry basamaklı 'U' çivisini geliştirmiştir (5). Osteotomi bölgesinin stabilitesini belirleyen temel faktörlerden birisi medial korteks devamlılığıdır. Özellikle plak-vida sistemlerine göre daha az güvenilir tespit imkanı veren "U" çivisi tespitlerinde bu nokta çok önemlidir. Osteotominin medialinde 5-10 mm.'lik kemik parçayı sağlam bırakıp lateralde os-

teotomi sahasının yavaş yavaş kapatılması ile medial korteks bütünlüğü korunmuş olur. Medial korteks kırılmadan adeta sert bir karton gibi bükülebilir. Bunun için Kessler, medial korteksten 10 mm. uzakta ve tibial platonun 2 cm. distalinde olacak şekilde önden arkaya 5 mm'lik dril deliği açarak medial kortekste zayıf noktanın oluşturulmasını ve sonrasında emniyetli bir şekilde medialde kırık olmadan kama bölgesinin rahatlıkla kapatılabileceğini göstermiştir (38).

İdeal osteotomi için çeşitli kılavuz yöntemler geliştirilmiştir. Hoffman ve ark. ile Mabrey ve McCollum eklem paralel gönderdikleri Kirshner tellerine yerleştirdikleri kılavuz alet yardımı ile osteotomilerini yapmışlardır (39-41). Sasaki ve ark., Engel ve ark., Minns ve ark ile Odenbring ve ark. da osteotomilerini gonyometre benzeri bir klavuz aracılığı ile gerçekleştirmişlerdir (42-45).

KKYTO'de çıkarılacak kama miktarı düzeltme derecesini belirler. Çıkarılacak kama miktarını belirlemede en sık kullanılan yöntem Bauer yöntemidir (8). Buna göre 1° lik düzeltme için 1 mm kama taban genişliği gerekmektedir. Ancak Coventry böyle bir durumun sadece osteotomi bölgesindeki tibia plato genişliğinin 56 mm olduğu durumlarda geçerli olacağını vurgulamıştır (46). Coventry'e göre tibial plato erkeklerde ortalama 80 mm, kadınlarda ise 70 mm'dir. Bu nedenle 1 mm'ye 1° kuralının eksik düzeltmeye yol açacağını bildirmiştir. Insall ise 10 mm'lik kamanın 8°lik düzeltme sağladığını bildirmiştir (47). Slocum gerçek düzeltme miktarının her hastada tibia plato genişliğine göre ayrı matematiksel hesaplanmasını önermiştir. Slocum'un hesabına göre aynı derece düzeltme için tibia plato genişliği 40 mm olan bir hastaya oranla, 70 mm olan bir hastada çıkarılacak kama miktarı 1,5 kat artmaktadır (48).

Son yıllarda osteotominin yerinin ve düzeltme miktarının belirlenmesinde bilgisayar programlarının kullanımı yaygınlaşmaktadır. Osteotomide en küçük açısal hata eklemdeki yük dağılımını etkilemektedir. 'Osteotomy Analysis Simulation Software' (OASIS) isimli bilgisayar programı sayesinde frontal ve sagittal planda ölçümler yapılarak, gerçekleştirilecek osteotominin yeri, büyüklüğü ve tipi hastaya özel hesaplanabilmektedir (49,50). Babis ve ark. 54 KKYTO için, ameliyat öncesi planlama ve ameliyat sonrası değerlendirmede OASIS programını kullanmışlar. Ancak sadece 10 dizde hedeflenen düzeltme elde edilebilmiştir. Bu 10 dizde ameliyat sonrası femorotibial açı 174°-180° olup, lateral eklem eğimi 4° nin altında bulunmuştur. Yine bu dizlerde 5 ve 10 yıllık takiplerde % 100 başarı elde edilirken, diğer 44 dizde başarı oranı sırasıyla % 86 ve % 70'te kalmıştır. Bu nedenle Babis ve ark. planlamada intraoperatif

navigasyon sistemlerinin daha başarılı sonuçlar ve-
receğini ön görmektedirler (51). Son yıllarda intra-
operatif navigasyon sistemlerinin kullanıldığı YTO
başarılı sonuçlar bildirilmektedir (52-54). Bae ve ark.
50 KKYTO intraoperatif navigasyon sistemini kul-
lanmışlar ve konvansiyonel tekniklerle osteotominin
sağlandığı bir başka 50 KKYTO olgusunu karşılaştı-
rmışlar. Sonuç olarak ortalama düzeltme açısının
navigasyonla değerlendirilen grupta oldukça doğru
sonuçlar verdiğini, navigasyonla düzeltmenin intra-
operatif bilgilendirme sayesinde yapılacak doğru ölçü-
mün uzun dönemde KKYTO'nin başarısını daha da
artıracağını belirtmişlerdir (55). Her iki yöntemin
geçerliliğini göstermek için uzun dönem sonuçları
içeren çalışmalara ihtiyaç vardır.

Fibula osteotomisi: KKYTO'nde fibulanın tibiayı
stabilize edici etkisini ortadan kaldırmak için fibula
osteotomisi şarttır. Bu amaçla yazarlar çeşitli fibula
osteotomisi yöntemleri ortaya koymuşlardır. Miniaci
fibula boynundan 1 cm'lik segmentin eksizyonunu
önermiştir (17). Osteotomi ile aynı insizyondan ger-
çekleştirilebilmesi avantajı yanında peroneal sinir ya-
ralanma riskinin yüksek olması dezavantajdır. Bazı
yazarlar fibula başının tamamen çıkarılmasını öner-
mişlerdir (56-58). Ancak bu durum fibula başına yapı-
şan dizin posterolateral stabilitesini sağlayan tendon
ve ligamanların yerinden ayrıldıktan sonra yapılan
osteotominin staple ile tespit edilip kalan fibulaya
yeniden onarılmasını gerektirmektedir. Peroneal sinir
yaralanması bu yöntemle de yüksektir. Harris ve Kos-
tuik fibula başı rezeksiyonu uyguladıkları hastalarda
% 4.5 oranında peroneal sinir yaralanması bildirmiş-
lerdir (57). Mynerts bu komplikasyonu en aza indir-
mek için başın kısmi rezeksiyonunu önermiştir (59).
Kettelklamp ve Kurosaka fibula anterior korteksinin
rezeksiyonunu önermişler ve bu yöntemle peroneal
sinir yaralanma riskinin en aza indiğini bildirmişler-
dir (60,61). Aynı insizyondan tariflenen bir başka yön-
tem proksimal tibiofibuler eklem ayrılmasıdır. Bu
teknikte temel sorun fibulanın proksial migrasyonu
sonucu posterolateral stabilizatörlerin gevşemesi ve
diz stabilitesini olumsuz etkilemesidir (62,63). Insall
ise bu yöntemle herhangi bir instabiliteye rastlanma-
dığını bildirmiştir. Buna gerekçe olarak da iliotibial
bandın proksimal tibiadaki yapışma yerinde değişik-
lik olmamasını ve yan bağ ile biceps femorisin zaman-
la kontrakte olmasını göstermiştir (34). Bazı yazarlar
ise fibulanın shaft düzeyinden osteotomisini önermiş-
lerdir. Oblik osteotomi ile kaydırma veya segment
çıkartılması şeklinde uygulanabilmektedir. İkinci bir
kesiye ihtiyaç duyulması dezavantajı iken, peroneal
sinir yaralanma riskinin düşük olması önemli avan-
tajdır. Kirgis'in yaptığı anatomik çalışmada fibula

osteotomisinde peroneal sinirin riskli bölgelerini or-
taya koymuştur. Fibula başının ilk 4 cm'lik alanı ve
diafiz 68-153 mm arasındaki bölüm peroneal sinir
ve ekstansör hallusis longusa (EHL'a) verdiği dalların
yaralanması açısından riskli bölgeler olduğunu gös-
termiştir (64).

Ek tespit gerekli mi? Osteotomi tespiti için tek başı-
na alçı uygulaması erken harekete izin vermemesi ve
düzeltme kayıplarının sık yaşanması nedeniyle artık
günümüzde tercih edilmemektedir (8,65,66). Osteoto-
minin tespiti için bir çok yöntem bildirilmiştir. Erken
harekete izin verecek ölçüde stabil bir osteosentez aynı
zamanda kas atrofisi ve eklem sertliği riskini azalta-
cak ve iyileşme sürecini kısaltacaktır. Odenbring ve
Kriegshauser basamaklı 'U' çivisinin tek başına stabi-
litede yeterli olmadığını ve mutlaka beraberinde dış
tespit yapılması gerektiğini vurgulamışlardır (67,68).
Zuegel ve Harris, osteotomi sırasında medial kortek-
se zarar verilmediği durumda basamaklı 'U' çivisinin
tespitte yeterli olduğunu savunmuşlar ve dış tespite
gerek duymamışlardır (37,57). Tek basamaklı 'U' çivi-
sinin stabilitesini yeterli bulmayan yazarlar 2 ya da 3
çivi ile osteotomi tespiti uygulamışlardır. Sonuç ola-
rak medial korteks sağlam bırakıldığı takdirde basa-
maklı 'U' çivisi osteotomi tespiti ve ameliyat sonrası
erken hareketin güvenle verilebileceği, ilave diseksi-
yon gerektirmeyen bir tespit yöntemi olmuştur.

Staple ile tespit edilen kapalı kama osteotomisinde komplikasyonlar

Az veya aşırı düzeltme: KKYTO sonrası en sık karşı-
laşılan komplikasyon yetersiz düzeltmedir. Ameliyat
sonrası femorotibial valgus derecesinin 5° den daha
düşük olması yetersiz düzeltme olarak kabul edilir
(20). Literatürde % 9.2 ila % 73 arasında yetersiz dü-
zeltme bildirilmiştir (69-71). En sık yapılan hata fazla
valgus verileceği düşüncesi ile çıkarılacak kamanın
küçük tutulması ve fibula osteotomisinin yetersiz
yapılması ile fibulanın tibia üzerindeki stabilize edici
etkisinin tamamen ortadan kaldırılamamasıdır. Yeter-
siz düzeltmede deformitenin tekrarı bir çok çalışma-
da bildirilmiştir (46,69,72-75). Johnson ve ark. 52 diz
üzerinde 5° üzeri valgus dizilimli bir dizde yükün %
75'inin medial kompartmandan aktarıldığını, 5° ve
daha fazla varus diziliminde yükün % 100'e yakınının
medial kompartmandan taşındığını bildirmişlerdir
(76). Kettelklamp ve ark. da benzer şekilde 5° valgus
dizilimli dizde yükün % 60'ının medial kompartman-
da taşındığını bildirmişlerdir (18). Literatürde ayrıca
% 3 ila % 30 oranında ameliyat sonrası erken dönem-
de düzeltme kaybı bildirilmiştir (71). Mynerts bunun
en sık sebepleri olarak erken yüklenmeyi, implant

yetmezliğini ve yetersiz tespiti göstermiştir (72).

KKYTO'de femorotibial açının 15° ve üzerinde olması aşırı düzeltme olarak kabul edilir (8,46,65,66,77). Aşırı düzeltme hastalarda kozmetik sorun yanında patellofemoral sorunlara, yürümede dengesizlik, lateral kompartmanda aşırı yüklenme gibi sorunlara yol açtığı belirtilmiştir. Aşırı valgus sonucu patella infera gelişmekte ve bu durum ekstansör mekanizmayı kısaltarak ileride uygulanacak muhtemel total diz protezinde güçlüklerle yol açmaktadır.

Patellofemoral sorunlar

KKYTO'de sık rastlanan yakınmalardan biri ameliyat sonrası gelişen patellofemoral eklem sorunlarıdır. Bunun sebebi olarak osteotomi ve düzeltme sonrası tüberositas tibianın laterale yer değiştirmesi gösterilmiştir (78,79). Bu duruma sıklıkla ameliyat öncesi patellofemoral artrozu olan hastalarda sık rastlanmaktadır. Bu tür hastalarda tüberositas tibia öne alınarak osteotominin tespit edilmesi ve ameliyat sonrası uygulanacak rehabilitasyon programları ile üstesinden gelinebilmektedir. Bir diğer sorun yüksek tibial osteotomi sonrası ekstansör mekanizmanın kısılmasıdır. Bunun en sık nedeni olarak osteotomi alanında patellar tendonda meydana gelen yapışıklıklar gösterilmiştir (80-82). Bu durumda ameliyat sonrası eklem sertliği gelişebilmektedir (10,65). Windsor çalışmasında % 80 oranında patella baja bildirmiş ve bu hastaların yarısında total diz protezi sonrasında diz ön ağrısı bildirmiştir (80). Meding ile Scuderi ve ark. yaptıkları çalışmada, yüksek tibial osteotomi sonrası patella bajanın total diz protezine kötü etkisi olmadığını bildirmişlerdir (81,83). Yapılan bir diğer çalışmada stabil tespit sonrası erken hareket verilen yüksek tibial osteotomili hastalarda Insall-Salvati ve Blackburne-Peel indeksleri bakılmış; büyük çoğunluğunda patella baja saptanmamıştır (84). Yine bir çalışmada patella bajanın sebebi olarak erken hareket verilmemesi ve ameliyat sonrası ekstremitenin ekstansiyonda tespiti gösterilmiştir (75).

Geç kaynama ve kaynamama

Literatürde % 1-5 oranında kaynamama bildirilmiştir (11,37,85,86). Sigara içimi, periferik vasküler hastalıklar, beslenme sorunları ve diabet gibi genel faktörlerin yanında osteotomi bölgesinde stabilizasyonu bozan faktörler kaynamama nedeni olabilir. Genellikle "U" çivisinin çıkarılıp kemik grafflemesi ile birlikte eksternal veya plaklı tespit yöntemleriyle tedavi edilir. Ayrıca kaynamama bölgesini geçen uzatmalı tibial komponentlere sahip total diz protezi ile de sorunun

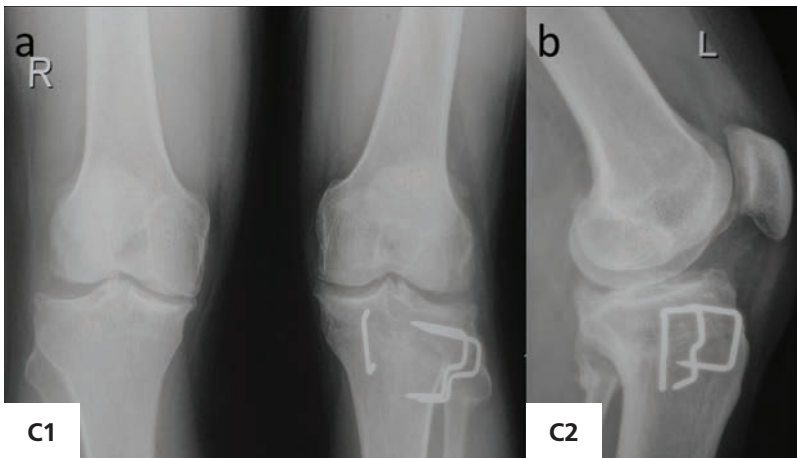
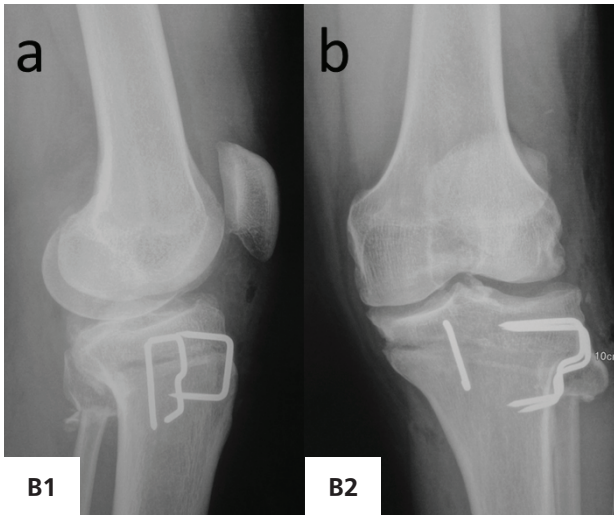
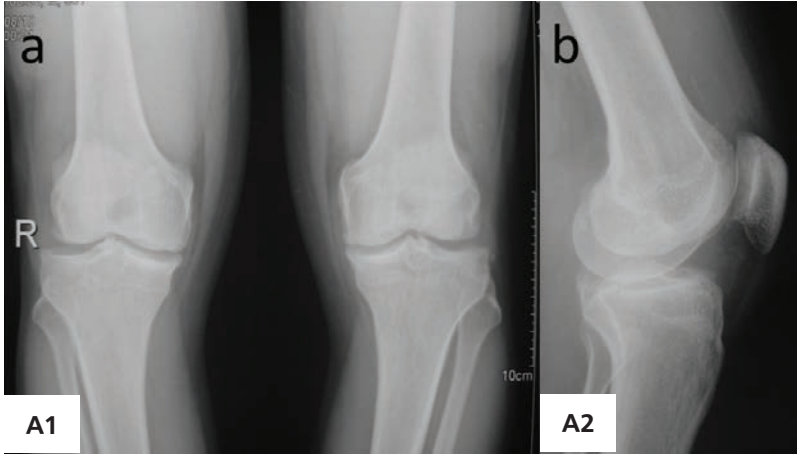
çözümü bildirilmiştir (87,88). Geç kaynama sıklığı ise % 4-8.5 olarak gösterilmiştir. Sebepleri arasında osteotominin tibial tüberkül altından yapılması gösterilmiştir (89). Diğer sebepler arasında fibuler osteotominin yetersiz yapılması ve yetersiz tespit sayılabilir (4).

Kırık

KKYTO'de genel kural proksimal parçanın en az 2 cm kalınlıkta bırakılması yönündedir. Ayrıca, osteotomi medial kortekse hasar vermeden medial kortekse kadar ilerletilmelidir (36). Bu kurallara uyulmadığı durumlarda plato kırıkları ile sık karşılaşılmaktadır (35,86). Kemiğin osteoporotik olması ve medial kemik köprüünün kalın bırakıldığında osteotomi hattının kapanması için uygulanan aşırı valgus stresi gibi durumlar eklem içi kırıklara yol açabilmektedir (% 0-20). Lateral plato kırıkları medial plato kırıklarına göre çok daha az görülmeyle birlikte en sık sebebi implant uygulamadaki teknik hatalardır. Ayrıca proksimalde kemik kalınlığının 1.5-2 cm den az olması durumunda proksimal parçada avasküler nekroz gelişebildiği bildirilmiştir (7). Bunun yanında medial kortekste kortikal kırık ile birlikte olan medial kortikal parçalanma, özellikle düzeltme ve tespitin kaybedilmesi ve kötü sonuçlara yol açtığı gösterilmiştir. Medial açık kama ile KKYTO'de karşı korteksin kırılma oranları karşılaştırmıştır. KKYTO karşı korteksin kırılma oranı %82, açık kama osteotomide ise %35 olarak bulunmuştur. Osteotomi uygulamasının birinci yılında, karşı korteksi kırılan kapalı kama osteotomiler de hala valgus dizilimini korunuyorken, açık kama osteotomilerinde varusa kaymanın belirgin olduğu görülmüştür. KKYTO kama alanı kapatıldığında posteromedialdeki kemik artıkları menteşe görevi görerek medial korteks çevresinde açılmaya neden olabilirler (Resim 1). Bunlar genelde zararsızdır ve stabil tespit ile sorunsuz iyileşir (85).

Nörovasküler yaralanmalar

KKYTO sonrası fibuler sinir yaralanması sık görülen komplikasyonlar arasındadır. Literatürde % 2-13,8 oranında bildirilmiştir. Sıklıkla geçici lezyon olarak bildirilse de, kalıcı sinir hasarları oluşabilmektedir (46,86). En sık fibula osteotomisi sırasında ekartasyon ya da direk sinire travmayla karşımıza çıkmaktadır. Bunu dışında sıkı bandaj, alçı basısı, ödem, hematoma sonucu gelişen yüksek kompartman basıncından da oluşabilmektedir. En sık derin fibuler sinir ve birleşik peroneal sinir yaralanması bildirilmiştir. Ameliyat sonrası düşük ayak, başparmak dorsifleksiyonda zayıflık ve ayak dorsalinde his kaybı gibi yakınmalara



Resim 1. A1 ve A2: 40 yaşında medial kompartman gonartrozlu erkek hastanın preoperatif görüntüleri.
B1 ve B2: Kapalı kama YTO ve basmaklı staple ile tespit edildi. Medial korteksteki açılma osteotomi bölgesinde instabiliteye neden olabileceği düşünülerek Lig. patellanın medialinden ek stabilite için U çivisi yerleştirildi.
C1 ve C2: postop. 1. yılda iyileşen osteotomi bölgesi. Erken dönemde düzeltme kaybı görülmedi.

yol açmaktadır. Kirgis ve ark. yaptığı anatomik çalışmada fibula başının ilk 4 cm'si ve fibula cisminin 68 mm ile 153 mm arası alanda fibula osteotomisine dikkat edilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Bu alanda ekstansör hallusis longus kasını inerve eden peroneal sinir dalının yaralanma riskinin en yüksek olduğunu bildirmişlerdir (64). Yüzeysel fibuler sinir çok daha nadir yaralanmakla birlikte fibula cismine 1/3 ortadistal bileşkedeki yapılacak osteotomilerde dikkatli olunmalıdır. Tibial sinir yaralanması oldukça nadir görülmekle birlikte Mc Laren ve ark. tibial osteotomilerde % 4 oranında tibial sinir yaralanmasına bağlı pes planus olgusu bildirmişlerdir (90).

Literatürde nadir de olsa (% 1) popliteal ve tibialis anterior arter-ven yaralanması bildirilmiştir (91,92). Rubens ve ark. osteotomi sonrası 2 hastada popliteal arter yaralanması bildirmiştir (92). Biz kliniğimizde osteotomi sırasında dizi 90° fleksiyona getirerek ve posteriora kün t uçlu elevatörü dikkatlice yerleştirerek posterior damar-sinir yapılarını olabildiğince osteotomi hattından uzak kalmasını sağlamaktayız. Derin ven trombozu ve pulmoner emboli de literatürde bildirilen diğer nadir komplikasyonlardır (11,86).

Kompartman sendromu yüksek tibial osteotomi sonrası görülebilmektedir. Fibula osteotomisi, uzun süreli ve fazla diseksiyon uygulanması, kompartman içi kanama ve büyük implant kullanımı sayılabilir (93). Bu yüzden cerrahi sahanın sıkı fasyal sütürler ile kapatılması yapılmamalı ve hemovak dren ile osteotomi sahasında ki biriken sıvı emilmelidir.

Enfeksiyon

YTO sonrası enfeksiyon nadir bildirilen komplikasyonlardır. Sıklıkla yüzeysel enfeksiyon olarak karşımıza çıkmaktadır (71). Osteotominin eksternal fiksasyonla tespit edildiği hastalarda enfeksiyon daha sık bildirilmiştir (34,74,94,95).

Total diz artroplastisine dönüş

YTO sonrası uzun dönemde total diz protezi (TDP) uygulama oranının % 20 dolayında olduğu bildirilmektedir (11,69,86,96). Bazı yazarlar YTO uygulanmış dizlere yapılan TDP'lerinden elde edilen sonuçların daha kötü olduğunu savunurken, bazıları ise YTO'nun sonuçları etkilemediğini göstermiştir. Haslam, izlem sonunda skor açısından bir fark bulunmasa bile, hastaların daha az diz fleksiyonuna sahip olduklarını ve yeniden opere edilme şanslarının daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Ama herkesin birleştiği nokta YTO zemininde yapılan TDA 'lerinin daha fazla teknik beceri gerektirdiğidir. YTO sonrası

patella baja, proksimal tibiadaki anatomik bozukluklar (tibial eğimdeki değişimler ve lateraldeki basamaklanmalar), gelişebilecek yara sorunları ve mevcut implantlar bu teknik zorlukların temelini oluşturur (97).

Kaynaklar

1. Jackson JP, Vaughn W, Green JP. High tibial osteotomy for osteoarthritis of the knee. *J Bone Joint Surg.* 1969;51B:88-94.
2. Jackson JP, Vaughn W. Tibial osteotomy for osteoarthritis of the knee. *J Bone Joint Surg.* 1961; 43B:746-751.
3. Wardle E.N. Osteotomy of the tibia and fibula. *Surg., Gynec., and obstet.*1962; 115:61-64.
4. Coventry MB. Osteotomy of the Upper Portion of the Tibia for Degenerative Arthritis of the Knee a preliminary report. *The Journal of Bone & Joint Surgery.* 1965; 47:984-990
5. Coventry MB. Stepped Staple for Upper Tibial Osteotomy. *J Bone Joint Surg.* 1969; 51:1011-1011.
6. Schwartsman V. Circular external fixation in high tibial osteotomy. *AAOS Instructional Course Lectures* 1995;44:469-74.
7. Coventry MB. Current concepts review: upper tibial osteotomy for osteoarthritis. *J Bone Joint Surg.*1985;67-A(7):1136-40.
8. Bauer GCH, Insall J, Koshino T. Tibial osteotomy in gonarthrosis (osteoarthritis of the knee). *J Bone Joint Surg.*1969;51-A:1545-63.
9. Kettelkamp DB, Wenger DR, Chao EYS. Results of proksimal tibial osteotomy. *J Bone Joint Surg.*1985;67-A:1188.
10. Cass JR, Bryan RS. High tibial osteotomy. *Clin Orthop.* 1988;230:196-9.
11. Rudan JF, Simurda MA. Valgus high tibial osteotomy: A long-term follow-up study. *Clin Orthop.*1991;268:157-60.
12. Maquet P. Valgus osteotomy for osteoarthritis of the knee. *Clin Orthop.*1976;120:143-8
13. Keene JS, Monson DK, Roberts JM, Dyrbery JR. The evaluation of patients for high tibial osteotomy. *Clin Orthop.* 1989;243:157.
14. Keene JS, Dyrbery JR. High tibial osteotomy in the treatment of osteoarthritis of the knee.
15. Coventry MB, Ilstrup DM, Wallrichs SL. Proksimal tibial osteotomy. A critical long-term study of eighty-seven cases. *J Bone Joint Surg.*1993;75-A:196.
16. Dugdale TW, Noyes FR, Styer D. Preoperative planning for high tibial osteotomy: the effect of lateral tibiofemoral separation and tibiofemoral length. *Clin Orthop* 1992:248- 64.
17. Miniaci A, Ballmer FT, Ballmer PM, Jakob RP. Proximal tibial osteotomy (A new fixation device). *Clin Orthop.* 1989;246:250-9.
18. Kettelkamp DB, Wenger DR, Chao EYS, Thompson C. Results of proksimal tibial osteotomy, the effects of tibiofemoral angle, stance phase, flexion-extension and medial plateau force. *J Bone Joint Surg.*1976;58-A(7):952-60.
19. Coventry MB. Upper tibial osteotomy. *Clin Orthop.*1984;182:46.
20. Coventry MB. Proksimal tibial varus osteotomy for osteoarthritis of the lateral compartment of the knee. *J Bone Joint Surg.* 1987;69-A:32.
21. Coventry MB. Osteotomy of the upper portion of the tibia for degenerative arthritis of the knee. A preliminary report. *Clin Orthop.*1989;248:2.
22. Coventry MB. Valgus osteotomy for osteoarthritis of the knee. *Clin Orthop.*1990;249:251.
23. Ivarsson I, Mynerts R, Gillquist J: High tibial osteotomy for medial

- osteoarthritis of the knee. A 5-7 and 11 year follow up. *J Bone Joint Surg.* 1990;72-B:238.
24. Koshino T, Morii T, Wada J, Saito H, Ozawa N, Noyori K. High tibial osteotomy with fixation by a blade-plate for medial compartment osteoarthritis of the knee. *Orthop Clin North Am.* 1989;20:227.
 25. Mynerts R. Optimal correction in high tibial osteotomy for varus deformity. *Acta Orthop Scand.* 1980;51:689
 26. Odenbring S, Egund N, Lindstrand A. Cartilage Regeneration After Proximal Tibial Osteotomy for Medial Gonarthrosis: An Arthroscopic, Roentgenographic, and Histologic Study. *Clin Orthop.* 1992; 227:210
 27. Fujisawa Y, Msuhara K, Shiomi S. The effect of high tibial osteotomy on osteoarthritis of the knee. An arthroscopic study of 54 knee joints. *Orthop Clin North Am.* 1979;10:585.
 28. Hsu RWW. The study of Maquet dome high tibial osteotomy: arthroscopic assisted analysis. *Clin Orthop.* 1989;243:280.
 29. Taşer ÖF, Aydınok HÇ, Aşık M, Şar C, Şahinkaya S. Yüksek tibia osteotomisi. *Acta Orthop Traum Turc.* 1989; 23:106
 30. MachIntosh DL, Welsh RP. Joint debridement-A complement to high tibial osteotomy in the treatment of degenerative arthritis of the knee. *J Bone Joint Surg.* 1977;59-A:1094-1977.
 31. McDermott AG, Finklestein JA, Farina I, et al. Distal femoral varus osteotomy for valgus deformity of the knee. *J Bone Joint Surg.* 1988;70-A(1):110-6.
 32. Schultz W, Göbel D. Articular cartilage regeneration of the knee joint after proximal tibial valgus osteotomy: a prospective study of different intra- and extra-articular operative techniques. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1997;7(1):29-36.
 33. Akizuki S, Yasukawa Y, Takizawa T. Does arthroscopic abrasion arthroplasty promote cartilage regeneration in osteoarthritic knee with eburnation? A prospective study of high tibial osteotomy with abrasion arthroplasty versus high tibial osteotomy alone. *Arthroscopy* 1997;7(1):29-36.
 34. Insall JN. Osteotomy. In: *Surgery of the knee.* Insall JN, Windsor RE, Scott WN, Kelly MA, Aglietti PA (eds). 2. Edition, New York, Churchill Livingstone, 1993:635-76.
 35. Ivey M, Cantrell JS. Lateral tibial plateau fracture as a complication of high tibial osteotomy. *Orthopedics* 1985; 8(8):1009-13.
 36. Kettelkamp DB, Leach RE, Nasca R. Pitfalls of proximal tibial osteotomy. *Clin Orthop.* 1975;106:232-41.
 37. Zuegel NP, Braun WG, Kundel KPA, Rueter AE. Stabilization of high tibial osteotomy with high tibial osteotomy with staples. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1996; 115(5):290-4.
 38. Kessler OC, Jacob HA, Romero J. Avoidance of medial cortical fracture in high tibial osteotomy: improved technique. *Clin Orthop* 2002;180-5
 39. Hofmann AA, Wyatt RWB, Beck SW. High tibial osteotomy. Use of an osteotomy jig, rigid fixation and early motion versus conventional surgical technique and cast immobilization. *Clin Orthop.* 1991;271:212-7.
 40. Billings A, Scott DF, Camargo MP, Hofmann AA. High tibial osteotomy with a calibrated osteotomy guide, rigid internal fixation and early motion. Long-term Follow-up. *J Bone Joint Surg.* 2000;82-A(1):70-9.
 41. Mabrey JD, McCollum DE. High tibial osteotomy: a retrospective review of 72 cases. *South Med. J* 1987;80(8):975-80.
 42. Sasaki T, Yagi T, Monji J, Yasuda K, Tsuge H. High tibial osteotomy combined with anterior displacement of the tibial tubercle for osteoarthritis of the knee. *Int Orthop* 1986;10(1):31-40.
 43. Engel GM, Lippert III FG. Valgus tibial osteotomy: avoiding the pitfalls. *Clin Orthop* 1981;160:137-43.
 44. Minns RJ, Epstein HP, Porter BB. Tools for high tibial wedge osteotomy. *J Biomed Eng.* 1985; 7 (3):256-8.
 45. Odenbring S. A guide instrument for high tibial osteotomy. *Acta Orthop Scand.* 1989; 60(4):449-51.
 46. Coventry MB. Upper tibial osteotomy for gonarthrosis: the evolution of the operation in the last 18 years and long-term results. *Orthop Clin North Am.* 1979;10:191.
 47. Insall JN: *Surgery of the knee;* Churchill Livingstone, New York, 1984, sy: 551.
 48. Slocum DB, Larson RL, James SL, Grenier R. High tibial osteotomy. *Clin Orthop.* 1974;104:239-49.
 49. Chao EY, Sim FH. Computer aided preoperative planning in knee osteotomy. *Iowa Orthop J.* 1995;15:4-18.
 50. Babis GC, An KN, Chao EY, Rand JA, Sim FH. Double level osteotomy of the knee: a method to retain joint-line obliquity—clinical results. *J Bone Joint Surg Am* 2002;84:1380-8.
 51. Babis GC, An K, Chao EYS, Larson DR, Rand JA, Sim FH. Upper tibia osteotomy: long term results—realignment analysis using OASIS computer software. *J Orthop Sci.* 2008;13:328-334.
 52. Keppler P, Gebhard F, Grutzner PA, Wang G, Zheng G, Hüfner T, et al. Computer aided high tibial open wedge osteotomy. *Injury* 2004;35:5-A68-78.
 53. Wang G, Zheng G, Gruetzner PA, Mueller-Alsbach U, von Recum J, Staubli A, et al. A fluoroscopy-based surgical navigation system for high tibial osteotomy. *Technol Health Care* 2005;13:469-83.
 54. Saragaglia D, Roberts J. Navigated osteotomies around the knee in 170 patients with osteoarthritis secondary to genu varum. *Orthopedics* 2005;28:s1269-74.
 55. Bae DK, Song SJ, Yoon KH. Closed-Wedge high tibial osteotomy using computer-assisted surgery compared to the conventional technique. *J Bone Joint Surg Br.* 2009;91-B(9):1164-71.
 56. Odenbring S, Tjornstrand B, Egund N, et al. Function after tibial osteotomy for medial gonarthrosis below aged 50 years. *Acta Orthop Scand* 1989;60(5):527-31.
 57. Harris WR, Kostuik JP. High tibial osteotomy for osteoarthritis of the knee. *J Bone Joint Surg.* 1970;52-A(2):330-6.
 58. Gariepy R. Genu varum treated by high tibial osteotomy. *J Bone Joint Surg.* 1964;46-B:783.
 59. Mynerts R. Knee instability before and after high tibial osteotomy. *Acta Orthop Scand.* 1980;51(3):561-4.
 60. Kettelkamp DB. Tibial osteotomy. In: *Surgery of the musculoskeletal system.* Everts CM (ed) 1. Edition. New York. Churchill Livingstone, 1983:249-65.
 61. Kurosaka M, Tsumura N, Yoshiya S, Matsui N, Mizuno K. A new fibular osteotomy in association with high tibial osteotomy (a comparative study with conventional mid-third fibular osteotomy). *Int Orthop.* 2000;24(4):227-30.
 62. Paley D. New concepts in high tibial osteotomy for medial compartment osteoarthritis. *Orthop Clin North Am.* 1994;25(3):483-98.
 63. Andriacchi TP. Dynamics of knee malalignment. *Orthop Clin North Am.* 1994; 25(3): 395-403.
 64. Kirgis A, Albrecht S. Palsy of the deep peroneal nerve after proximal tibial osteotomy. *J Bone Joint Surg.* 1992;74-A(8):1180-5.
 65. Aglietti P, Rinonapoli E, Stringa G, Taviani A. Tibial osteotomy for the varus osteoarthritic knee. *Clin Orthop.* 1983;176:239-51.
 66. Insall JN, Shoji H, Mayer V. High tibial osteotomy. A five-year evaluation. *J Bone Joint Surg.* 1974;56-A(7):1397-405.
 67. Odenbring S, Lindstrand A, Egund N. Early knee mobilization after osteotomy for gonarthrosis. *Acta Orthop Scand* 1989; 60(6):699-702.
 68. Kriegshauser LA, Bryan RS. Early motion with cast-brace after modified Coventry high tibial osteotomy. *Clin Orthop.* 1985;195:168-72.
 69. Hernigou PH, Medevielle D, Debeyre J, Goutallier D: Proximal tibial

- osteotomy for osteoarthritis with varus deformity. A ten to thirteen year follow-up study. *J Bone Joint Surg.*1987;69-A:332.
70. Jackson JP, waugh W. The technique and complications of upper tibial osteotomy. A review of 226 operations. *J Bone Joint Surg.*1974;56-B:236.
 71. Koshino T. The treatment of spontaneous osteonecrosis of the knee by high tibial osteotomy with and without bone grafting or drilling of the lesion. *J Bone Joint Surg.*1982;64-A:47.
 72. Mynerts R. Failure of the correction of varus deformity obtained by high tibial osteotomy. *Acta Orthop Scand.* 1980;51(3):569-73.
 73. Tjörnstrand BAE, Egund N, Hagstedt BV. High tibial osteotomy: a seven-year clinical and radiographic follow-up. *Clin Orthop.* 1981;160:124-36.
 74. Bettin D, Karbowski A, Schwering L, Matthiass HH. Time-dependent clinical and roentgenographical results of Coventry high tibial valgisation osteotomy. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1998; 117(1-2):53-7.
 75. Rinonapoli E, Mancini GB, Corvaglia A, Musiello S. Tibial osteotomy for varus gonarthrosis. A 10- to 21-year follow-up study. *Clin Orthop.* 1998;353:185-93.
 76. Johnson F, Leitel S, Waugh W. The distribution of load across the knee: a comparison of static and dynamic measurements. *J Bone Joint Surg.*1980;62-B(3):346-9.
 77. Tjörnstrand BAE, Egund N, Hagstedt BV, Lindstrand A. Tibial osteotomy in medial gonarthrosis: the importance of over-correction of varus deformity. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1981;99:83.
 78. Amendola A, Rorabeck CH, Bourne RB, apyan PM. Total knee arthroplasty following high tibial osteotomy for osteoarthritis. *J Arthroplasty.* 1989;4(suppl):11-7.
 79. Nizard RS, Cardinne L, Bizot P, Witvoet J. Total knee replacement after failed tibial osteotomy: results of matched-pair study. *J Arthroplasty.* 1998;13(8):847-53.
 80. Windsor RE, Insall JN, Vince KG. technical considerations of total knee arthroplasty after proximal tibial osteotomy. *J Bone Joint Surg.*1988;70-A(4):547-55.
 81. Scuderi GR, Windsor RE, Insall JN. Observations on patellar height after proximal tibial osteotomy. *J Bone Joint Surg.*1989;71-A(2):245-8.
 82. Mont MA, Antonaides S, Krackow KA, Hungerford DS. Total knee arthroplasty after failed high tibial osteotomy: A comparison with a matched group. *Clin Orthop.* 1994;299:125-30.
 83. Meding JB, Keating EM, Ritter MA, Faris PM. Total knee arthroplasty after high tibial osteotomy. *Clin Orthop.* 2000;375:175-84.
 84. Erginer R, Seyahi A, Beyzadeoğlu T. A complication after high tibial osteotomy: patella baja. A retrospective study. *ISAKOS Congress abstract Book.*2001:551.
 85. Tunggal JAW, Higgins GA, Waddell JP. Complications of closing wedge high tibial osteotomy. *Int Orthop* 2010;34:255-61
 86. Naudie D, Bourne RB, Rorabeck CH, Bourne TJ. Survivorship of the high tibial valgus osteotomy. A 10- to 22-year follow-up study. *Clin Orthop.* 1999;367:18-27.
 87. Sprenger Tr , Doerzbacher JF. Tibial osteotomy for the treatment of varus gonarthrosis. Survival and failure analysis to twenty-two years. *J Bone Joint Surg Am* 2003; 85:469-74
 88. Yoshino N, Takai S, Watanabe Y, Nakamura S, Kubo T. Total knee arthroplasty with long stem for treatment of nonunion after high tibial osteotomy. *J Arthroplasty* 2004;19:528-31
 89. Vainonpaa S, Laike E, Kives P, Tuisanen P. Tibial osteotomy for osteoarthritis of the knee. A five to ten year follow-up study. *J Bone Joint Surg.*1981;63-A(6):938-46.
 90. McLaren CAN, Wootton JR, Health PD, Wynn Jones CH. Pes planus After tibial osteotomy. *Foot Ankle.*1989;9:300.
 91. Zaidi SHA, Cobb AG, Bentley G. Danger to the popliteal artery in high tibial osteotomy. *J Bone Joint Surg.* 1995;77-B(3):384-6.
 92. Rubens F, Wellington JL, Bouchard AG. Popliteal artery injury after tibial osteotomy: report of two cases. *Can J surg* 1990;33(4):294-7.
 93. Coventry MB. Valgus osteotomy of the upper tibia. *Tech Orthop.*1989;4:35-40.
 94. Insall JN, Joseph DM, Msika C. High tibial osteotomy for varus gonarthrosis. A long-term follow-up study. *J Bone Joint Surg.* 1984;66-A:1040.
 95. Perusi M, Baietta D, Pizzoli A. Surgical correction of osteoarthritic genu varum by the hemicallotasis technique. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.*1994;80(8):739-43.
 96. Holden DL, James SL, Larson RL, Slocum DB: proksimal tibial osteotomy in patients who are fifty years old or less. A long-term follow-up study. *J Bone Joint Surg.*1988; 70-A:977.
 97. Haslam P, Armstrong M, Geutjens G, Wilton TJ. Total knee arthroplasty after failed high tibial osteotomy long-term follow-up of matched groups. *J Arthroplasty .* 2007;22:245-50.

Dome Osteotomisi

Elcil Kaya Biçer, Semih Aydoğdu, Hakkı Sur

Dome (kubbe) tipi yüksek tibial osteotomi (D-YTO), öncelikle “kötü şöhret”i ve ardından diğer YTO tekniklerindeki hasta ve cerrah açısından yüz güldürücü gelişmeler etkisiyle günümüzde önemli ölçüde “tedavülden kalkmış” ya da “terkedilmiş” gibi görünen bir cerrahi yöntemdir. Teknik olarak daha kolay ve güvenli, komplikasyon oranları daha düşük teknikler karşısında D-YTO’nun artık hiç mi uygulama alanı kalmamıştır? Bu bölümde yazarlar D-YTO ile ilişkili 30 yılı aşkın deneyimlerinin ışığında bu konudaki düşünce ve öngörülerini paylaşacaklardır.

Aslında gonartroz tedavisinde kullanılan YTO teknikleri arasında bilimsel literatüre göre ilk uygulanmış olan D-YTO’dur(1,2). 1960 yılında Jackson ve Waugh tarafından lateral kompartman osteoartritiiyle ilişkili genu valgum deformitesinin düzeltilmesi için bir yüksek tibial osteotomi tekniği tarif edilmiştir(3). Bu tekniğe göre proksimal tibiada kansellöz kemikte açıklığı proksimale ya da distale bakan küre ve yuva tipinde bir osteotomi yapılmış; alt ekstremitte ekseninin düzeltilebilmesi için fibula da osteotomize edilmiştir. Osteotomi seviyesi olarak tuberositas tibia seviyesi, proksimal ve distal denemiş ancak tuberositas tibia seviyesinden yapılan osteotomi tercih edilmiştir. Kaynama sağlanana kadar alçılı immobilizasyon uygulanmıştır(3-5). İlerleyen yıllarda Blaimont ‘barrel-vault’ olarak da adlandırılan bir D-YTO tariflemiştir. ‘Barrel vault’ mimaride silindirik kemer anlamına gelmektedir. Yapılan osteotomi de kemere benzediği için bu ad verilmiştir. Blaimont’un önerdiği şekliyle osteotomi tuberositas tibianın proksimalinden yapılmakta, distal parça proksimalin içinde

döndürülüp kompresyon klempleriyle tespit sağlanmaktadır(6). Maquet, Blaimont’un tariflediği orijinal D-YTO tekniğine tibial osteotominin distal parçasının anteriora translasyonunu eklemiştir. Distal parçanın öne doğru yer değiştirmesi Maquet etkisi olarak da bilinen etkiyle patellofemoral ekleme binen yükleri azaltıcı bir işlev görmektedir. Bu şekilde eğer eşlik ediyorsa patellofemoral sorunlara da çözüm getirebilmek mümkün olmaktadır(7).

ENDİKASYONLAR VE HASTA SEÇİMİ

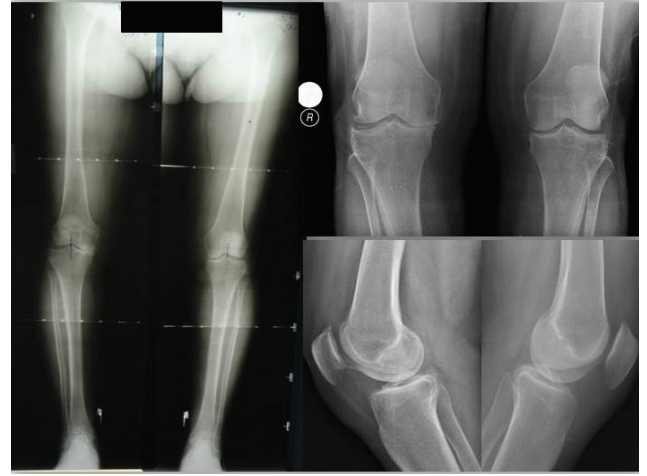
Genel YTO endikasyonları D-YTO için de geçerlidir. Ancak YTO tekniklerinde gelişmeye bağlı olarak D-YTO’nun kendi özgün endikasyon alanları ve avantajlı olduğu olgu ve durumlar da netleşmektedir. Doğal olarak total diz artroplastisi ve unikompartmantal artroplastinin gonartroz tedavisinde sayısal ve oransal gelişimi tüm YTO tekniklerinin endikasyon alanlarını zorlamakta ve daraltmaktadır.

D-YTO’nun da en sık endikasyonu; genu varum deformitesinin eşlik ettiği dizin izole medial kompartman osteoartriti. İzole medial kompartman osteoartriti ve alt ekstremitesinde varus dizilimi olan, kesin kural olmamakla birlikte kadınlarda 60, erkeklerde 65 yaşın altındaki aktivite beklentisi yüksek, aktif hastalarda, en az altı ay süreli konservatif tedaviye yanıt vermeyen ilerleyici ağrı varlığında YTO endikasyonu vardır; bunların yanı sıra YTO yapılabilmesi için eklem hareket açıklığının 90 derecenin üstünde olması, 10 dereceden fazla fikse fleksiyon kontraktürü olmaması ve dizin stabil olması gerekmektedir(8-11).

YTO'nun bu klasik endikasyonlarından farklı olarak D-YTO bazı komplike ve ileri gonartroz olgularında daha öncelikli olarak endike görünmektedir. Örneğin ileri deformite (15 hatta 20 derece üzerindeki deformiteler), tibiofemoral sublukasyon varlığı ve eşlik eden belirgin patellofemoral artritli olan hastalarda D-YTO, diğer YTO tekniklerine oranla avantaj ve üstünlükler taşımaktadır. Genel kural olarak YTO planlanan bir hastada tibiofemoral sublukasyonun olmaması istenmektedir; fakat sublukse dizlerde bile D-YTO ile uygun bir düzeltme uygulanması ile başarılı bir iyileşme sağlanabilmektedir. Maquet, bu iyileşmeyi osteotomiden sonra biyomekanik patolojinin düzelmesiyle birlikte esnemiş ligamanlarda spontan bir gerilme olmasıyla ilişkilendirmiştir(7,8). Patellofemoral artritli olan olgularda uygulanan D-YTO tekniğinde, frontal plandaki varus deformitenin düzeltilmesi ile birlikte sagittal planda distal parçanın öne doğru yer değiştirilmesi şeklinde ek bir modifikasyon patellofemoral eklem sorunlarına da hitap etme olanağı verecektir. Bu anteriorizasyonun yanı sıra; distal parça döndürülürken ona dahil olan tüberositas tibia da mediale doğru yer değiştirmiş olacaktır. Bu da patellofemoral eklem dizilimi üzerinde olumlu yönde etki göstererek kompresif streslerin azalmasına ve bu streslerin daha geniş bir yüzey üzerine etki etmesine yol açar. Belirgin bir patellofemoral eklem artritinin olması diğer YTO teknikleri için bir kontrendikasyon, bir arzu edilmeyen durum olarak görülürken, D-YTO için kontraendikasyon oluşturmaz; hatta iki kompartmanı da tutan hastalığın birlikte tedavisi şansı sağlar(2,7,8).

Radyolojik olarak bakıldığında genel olarak YTO planlanabilmesi için artroz bulguları hafif-orta olmalı; Kellgren-Lawrence sınıflamasına göre evre üçü geçmemelidir. Açık ya da kapalı kama osteotomilerinde alt ekstremitedeki dizilim bozukluğunun düşük ya da orta dereceli olması önerilmektedir. Mekanik eksendeki 10 dereceyi aşmayan deformiteler ve düzeltmeler, kapalı ve açık kama teknikleri açısından uygun bulunup daha fazla deformiteler daha riskli ve daha zor olarak görülmektedir. D-YTO'da ise böyle bir sınırlama bulunmamaktadır; 20 derecenin üstündeki yüksek deformiteli dizlerde de D-YTO ile istenen düzeltme sağlanabilmekte ve başarılı sonuçlar elde edilebilmektedir(9-11).

Tüm YTO tekniklerinde hasta seçiminde bir diğer önemli konu; vücut kitle indeksidir. Hastanın vücut kitle indeksinin 30 kg/m²'nin altında olması önerilmektedir. Hastanın sigara içmiyor olması önemlidir. Enflamatuvar hastalık varlığında tüm YTO teknikleri kontraendikedir(12-14).



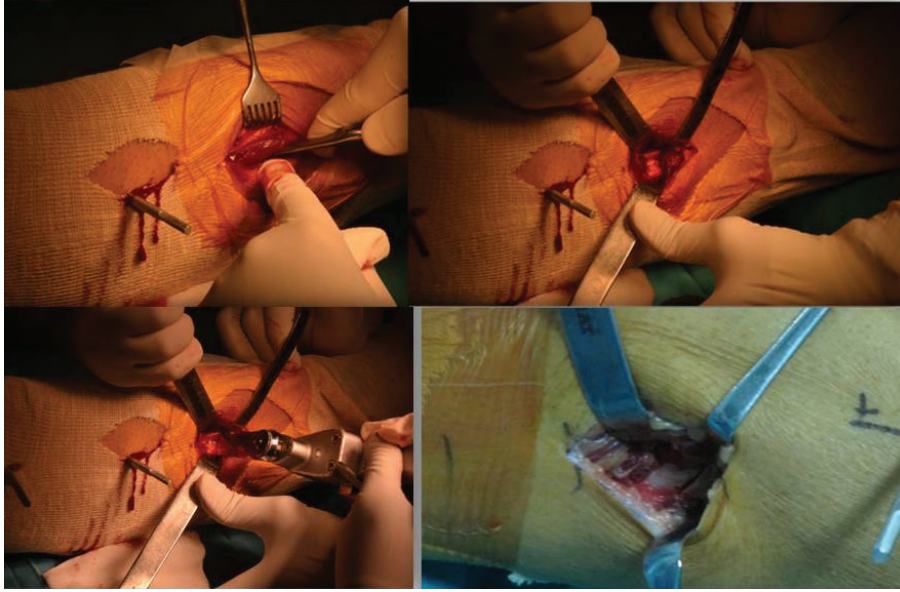
Resim 1. Dome tipi yüksek tibial osteotomi yapılmış planlanan bir hastanın bacak uzunluk, yüklenmede ön arka ve yan grafileri

PREOPERATİF PLANLAMA

D-YTO'nun preoperatif planlaması diğer YTO yöntemleriyle benzerdir; sonuç üzerinde etkili en önemli parametre olan düzeltme açısı doğru bir şekilde belirlenmelidir. Hastanın yüklenmede ön arka ve yan diz grafileri, tüm alt ekstremitayı gösteren bacak uzunluk grafipleri çekilmelidir. Bacak uzunluk grafipleri üzerinde alt ekstremitenin mekanik eksen sapması ölçülmelidir (Resim 1). Bu ameliyatla, diğer YTO tekniklerinde olduğu gibi mekanik ekseninde 3-6 derece arası fazla düzeltme yapılması, yani 3-6 derecelik bir valgus dizilimi oluşturulması istenmektedir. Bunun amacı, deformitenin hızlı nüksünün önlenmesi ve hasta kompartmandaki yükün mümkün olan büyük kısmının, yürüme mekaniği bozmadan daha sağlıklı tarafa aktarılabilmesinin sağlanmasıdır. Ameliyat sırasında kullanılacak düzeltme açısı, mekanik eksen sapmasına istenen fazla düzeltme derecesinin eklenmesiyle bulunur. Eklem kırıktağındaki erozyonun daha doğru değerlendirilebilmesi için ekstansiyonda çekilen grafiplerin yerine yüklenmede ve 30 derece fleksiyonda çekilmiş arka ön radyografiler de kullanılabilir (2,7,12).

CERRAHİ TEKNİK

Fibular osteotomi: D-YTO'da da kapalı kama tipi YTO'da olduğu gibi, frontal planda istenen deformite düzeltmesinin yapılabilmesi için fibulanın da osteotomize edilmesi gerekmektedir. Fibula osteotomisi dome osteotomisindeki kesi kullanılarak proksimalden fibula boynundan yapılabildiği gibi, peroneal si-



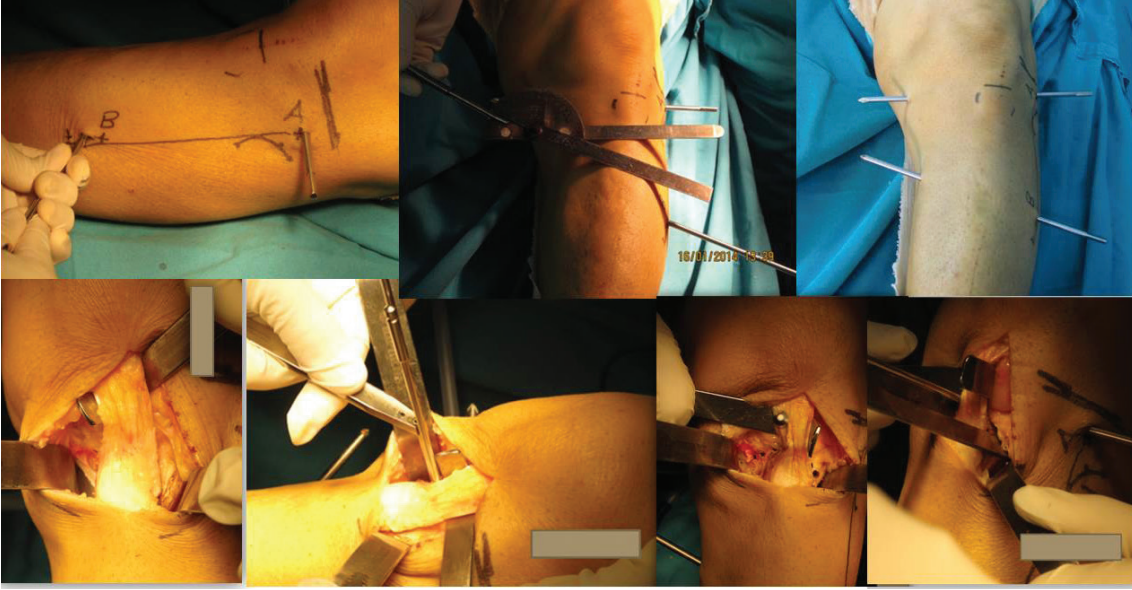
Resim 2. Fibula osteotomisi (cerrahi teknik)

nir sorunlarından kaçınmak amacıyla orta-distal üçte birlik diafizer kesimin birleşim yerinden de yapılabilir. Diafizer bölgeden yapılan fibula osteotomisine fibulanın üçte birlik orta kısmında posterolateralden yapılan kısa bir kesiyle başlanır. Anteriyorda peroneal kaslar ve posteriorda soleus kası arasındaki plan kullanılarak fibula ortaya konur; subperiosteal olarak kaslar ekarte edilir. Motorlu testereyle distalden proksimale ve lateralden mediale doğru oblik olarak fibula osteotomisi yapılır. Osteotominin oblik olması düzeltme sırasında fragmanların birbiri üzerinde kaymasına olanak tanır (Resim 2). Medial periost komşuluğunda, interosseöz membran üzerinde bulunan fibuler ven osteotomi sırasında kolaylıkla zedelebilmektedir. Bu da kanamaya yol açabileceğinden cerrahi işlem sırasında uygun ekartör ve elevatörlerle korunmasına özen gösterilmelidir. Olası kanamalar açısından da her ne kadar küçük bir insizyonla gerçekleştirilmesine karşın kompartman sendromuna neden olmamak için dren konulması önerilmektedir. Kompartman içi basıncı arttırmamak için kanamadan kaçınılmalı, fasya kesisi kapatılmamalıdır. Yalnızca cilt altı ve cilt dikilmelidir (7,8,12).

Eksternal fiksator çivilerinin yerleştirilmesi: Fibula osteotomisinin ardından tibia proksimaline eksternal fiksator yerleştirilmesi amacı ile 2 adet Steinman çivisi uygun açılarda lateralden mediale doğru skopi kontrolü altında uygulanır. İlk Steinman çivisi eklem hattının yaklaşık 1,5-2 cm distalinden ve eklem paralel olarak, ikincisi ise tüberositas tibianın yakla-

şık olarak 5-7 cm distalinden ve ilk çiviye istenilen düzeltme derecesi kadar açıda distalden proksimale kruris lateralinden stab insizyon aracılığı ile geçirilir. Proksimal ve distal çiviler arasındaki açıyı belirleyecek kılavuz ameliyat öncesi planlama sırasında belirlenmiş olan düzeltme derecesine göre ayarlanarak gerekirse çivilerden birine tespit edilir. Kılavuzun gösterdiği düzeyde ikinci bir stab insizyon daha yapılır. Tibianın aksiyel plandaki şekli bir üçgene benzemektedir. Steinman çivisinin kemiğe sağlam tutunabilmesi için bu üçgenin üçte birlik taban kısmından geçirecek şekilde yönlendirilmesi gereklidir. Maquet'in tanımladığı orijinal teknikte ikinci çivi tibianın uzun eksenine dik olacak şekilde, ilk çivi ise düzeltme açısında proksimalden distale doğru ilerletilmektedir. Ancak tüberositas tibia proksimalindeki kemik stoğu yüksek dereceli deformitelerdeki düzeltme için yeterli olmadığından teknik zamanla modifiye edilmiştir. Çivilerin yerleşimi floroskopik olarak kontrol edilir. Motorlu sistemlerle termal nekroz gelişme riski olduğundan, biraz güçlük göstermekle birlikte el matkaplarının kullanılması önerilmektedir. Maquet etkisinden faydalanılmak isteniyorsa, sagittal planda proksimal çiviler distaldekilere göre 1-2 cm daha önde yerleştirilmiş olmalıdır (7,12,16-18).

Dome Osteotomi: D-YTO için, diz ekstansiyondayken tüberositas tibiayı ortlayan yaklaşık 5 cm uzunluğunda düz bir kesi yapılır. Patellar tendonun paratenonu açılıp özenli bir şekilde tendondan sıyrılır. Eğri bir periost elevatörü yardımıyla proksimal



Resim 3. Steinmann çivilerinin yerleştirilmesi ve dome osteotomisi (cerrahi teknik)

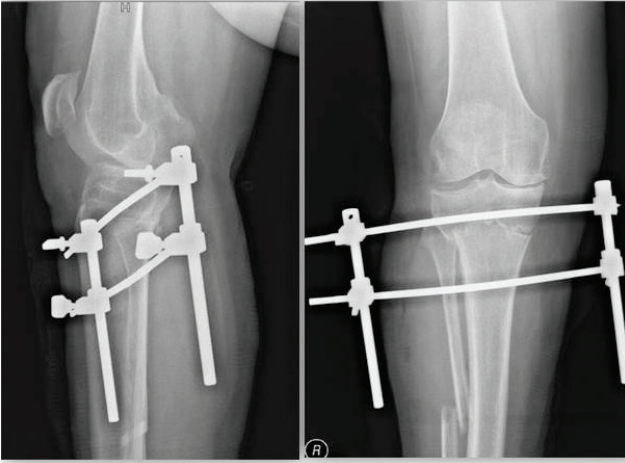
tibianın medial kısmı ve lateral kısmı ile patellar tendonun arkasındaki kısım subperiosteal olarak ortaya konur. Maquet'nin dome osteotomisi için kullandığı oluklu kılavuz patellar tendonun arkasından geçirilerek tüberositas tibianın hemen üzerine yerleştirilmesi kubbe şeklinin verilmesinde kolaylık sağlar. Kılavuzun doğru yerleştirilip yerleştirilmediği floroskopik olarak kontrol edilir. Kılavuz üzerindeki oluklar kullanılarak Kirschner teli ya da dril yardımı ile tibia proksimalinde delikler açılır (7,12,15,16). Tibia proksimalinde açılmış olan delikler kesikler yardımıyla birleştirilip osteotomi tamamlanır (Resim 3). Böylelikle proksimal ve distal parçalar birbirinden tamamen ayrılmış olur.

Düzeltilme ve tespit: Proksimal ve distal çiviler birbirine paralel olana kadar distal fragman proksimal fragmanın içinde döndürülür. Sagittal planda paralelliğin sağlanması distal fragmanın öne doğru yer değiştirmesiyle olur. Charnley kompresyon cihazıyla osteotomi hattı komprese edilir (Resim 4). İntraoperatif olarak kablo testiyle istenen alt ekstremitte diziliminin sağlanıp sağlanamadığı kontrol edilir. Tespitin eksternal fiksatörle yapılıyor olması intraoperatif ve postoperatif olarak gerektiğinde düzeltmenin yeniden ayarlanabilmesine olanak tanır. Dren yerleştirildikten sonra yaralar kapatılır (7,12,16-18). Charnley eksternal fiksatörü dışında İlizarov eksternal fiksatörü ve anterior yerleşimli eksternal fiksatörlerle ya da U-çivileriyle de osteotomi tespit edilebilmektedir (10,19).

Yukarıda da belirttiğimiz üzere, kliniğimizdeki uygulamalar, Maquet'nin orijinal olarak tanımlamış olduğu bu tekniğe göre bazı farklılıklar içermektedir. Maquet'nin tekniğinde ilk olarak distal Steinman çivisi tibiaya dik olarak; ardından kılavuz aracılığı ile yeri belirlenecek şekilde proksimal çivi açılı olarak yerleştirilmektedir. Maquet kendi geliştirdiği özel kılavuz aracılığı ile distal çiviye göre proksimal çivinin yer ve doğrultusunu belirlerken biz, ilk çiviye eklemeye paralel olarak uyguladıktan sonra standart bir goniometre aracılığıyla hedeflenen düzeltme açısına göre distal çiviye açılı olarak koymaktayız. Proksimal tibi-



Resim 4. Charnley eksternal fiksatörü ile osteotomi hattının kompresyonu



Resim 5. Resim 1'deki olgunun postoperatif 2. gün çekilen ön arka ve yan grafileri

ada patellar tendonu mediale ve laterale doğru ekarte ederek tibial osteotominin planlandığı seviyede herhangi bir kılavuz kullanmaksızın dril yardımıyla delikler açmakta ve bu dril deliklerini keskiyle birleştirerek kubbeyi oluşturmaktayız (8,15). Maquet'nin tekniğinde eksternal fiksasyon çivileri, tibial osteotomi kılavuz delikleri oluşturulduktan sonra geçirilken biz, tibial osteotomiye başlamadan çivileri yerleştirerek ardından tibial osteotomi aşamalarını kesintisiz gerçekleştirmekteyiz.

POSTOPERATİF İZLEM

Hemen ameliyat sonrasında anestezinin etkisi gerileince venöz dolaşımı hızlandırmak amacıyla hastadan ayak bileği dorsifleksiyonu – plantar fleksiyonu egzersizleri yapması istenir. Ertesi gün, yatak içinde izometrik kuadriseps egzersizleri, düz bacak kaldırma, eklem hareket açıklığı egzersizleri başlanır. Postoperatif ikinci gün her iki osteotomi bölgesindeki drenler çekildikten sonra hasta bir çift koltuk değneği yardımıyla kısmi yüklenmeye izin verilerek ayağa kaldırılır. Postoperatif kontrol radyografileri çekilir (Resim 5). Çivi dibi enfeksiyonundan korunmak için günlük çivi dibi pansumanı yapılması önemlidir. Eksternal fiksator ve çiviler gevşeme açısından haftalık olarak kontrol edilir; gevşeme varsa sıkıştırılır. Radyografik olarak osteotomi hattında kaynama saptandıktan sonra genellikle postoperatif 6-8. haftalarda fiksator çivilerle birlikte özel bir anestezi işlemi gereksizdir çıkarılır. Postoperatif 2-4 ay içinde koltuk değnekleri yavaş yavaş bırakılır (Resim 6) (2,7,12).



Resim 6. Resim 1 ve 5'teki olgunun postoperatif üçüncü ay grafileri

TEKNIĞİN AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI

D-YTO'nun avantaj ve dezavantajlarını daha önceki bir çalışmamızda ayrıntılı olarak tanımlamıştık (12). Tablo-1'de bu özelliklerin özetlenmiş hali yer almaktadır. Burada, D-YTO'nun bugün de varlığını korumasına yol açan avantaj-üstünlükleri üzerinden ve günümüzde altın standart YTO tekniği olarak görülebilecek "stabil implantlı açık kama YTO" tekniğine göre tanımlamak uygun olacaktır:

Günümüzde D-YTO'nun diğer YTO tekniklerindeki gelişmelere karşın hala kendisine bir yer bulmasının en önemli nedeni; yüksek dereceli deformitelerde uygulanabilme özelliğidir. Kapalı ve açık kama osteotomi teknikleri 10 dereceye kadar güvenli düzeltme olanağı sağlamakta; 10 derecenin üzerinde düzeltme gereken durumlarda teknik zorlanmakta, komplikasyon riski ve başarısızlık şansı artmaktadır. Bu olgularda D-YTO'dan yararlanılması hasta ve cerrah açısından daha güvenli ve yeterli bir cerrahi işlem olanağı verecektir. Yazarların önerisi; 10 derecenin üzerinde düzeltme gereken durumlarda D-YTO akla getirilmeli; 15 derecenin üzerinde düzeltme gereken durumlarda ise öncelikle tercih edilmesidir. Yine, eşlik eden belirgin patellofemoral yakınmalar varlığında, bilinen teknikler içinde bu ekleme yönelik en etkin modifikasyon şansı veren D-YTO tercih edilebilir.

Eksternal fiksator kullanımı ve fibula osteotomisi gereksinimi, D-YTO'nun popülerite kaybına neden olan komplikasyonlarıyla (çivi yolu enfeksiyonu, peroneal sinir sorunları,...) nispeten sık karşılaşılmasına yol açmıştır (Tablo 1). Tibial osteotominin bikortikal

Tablo 1. D-YTO'nun avantaj ve dezavantajları

AVANTAJLAR	DEZAVANTAJLAR
<ol style="list-style-type: none"> 1. Yüksek dereceli deformitelerde de düzeltme olanağı vermesi 2. Düzeltmenin ameliyat sırasında, hatta sonrasında ayarlanabilir olması 3. Eşlik eden patellofemoral sorunlara yönelik modifikasyon imkanı vermesi 4. İlerideki olası bir diz protezi bakımından uygun bir cilt insizyonu ile yapılması 5. Minimal ve ucuz bir implant kullanımı 6. Implant çıkarma için ayrı bir anestezi ve cerrahi girişim gerekmemesi 7. Ekstremitte uzunluğunu değiştirmemesi 8. Erken mobilizasyon ve kısmi-tam yüklenme imkanı vermesi 9. Minimal invazif ve kısa bir cerrahi işlem olması 10. İntraartiküler kırık, karşı korteks kırığı sorunlarının olmaması 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Çivi yolu enfeksiyonu ile karşılaşılması 2. Peroneal sinir ve dallarına ilişkin sorunlar yaşanması 3. Fibula osteotomisi-ayrı bir insizyon gereksinimi olması 4. Daha az stabil bir implant-osteotomi konfigürasyonu olması 5. Kaynama gecikmesi, düzeltme kaybı ve kaynamama sorunları ile karşılaşılması 6. Proksimal tibia geometrisinde neden olduğu değişikliklerin ilerideki olası diz protezinin standart komponentlerle yapılmasını güçleştirmesi

olması, yani osteotomi tamamlandığında tibiada stabilitenin tamamen kaybolması, tespitin eksternal fiksatorle yapılıyor olması, proksimal tibianın geometrik şeklinde ileride yapılabilecek total diz protezini teknik olarak zorlaştıracak değişikliklere yol açması ve komplikasyon oranlarının yüksek olması tekniğin dezavantajlarıdır (2,8,12). Bugün için fibula osteotomisinden kaçınmaya olanak tanıyarak stabil, rijit tespit olanağı sağlayan açık kama osteotomisi çok daha popüler hale gelmiştir. Ancak sınırlı bir hasta grubunda dome osteotomisi endikasyonu konmaktadır.

DOME OSTEOTOMİSİ TEKNİĞİNİN KLİNİK SONUÇLARI

Endikasyonun dar bir aralığa sıkışması literatürde bu tekniğe ilişkin fazla yeni çalışma olmamasına ve nispeten çok güncel olamayan bir literatür oluşumuna yol açmaktadır. Batı literatüründe bu konudaki bilimsel çalışmalar 80'li yıllara sıkışmışken, ülkemiz ve bazı Asya ülkelerinde 2000'li yıllarda da bazı modifikasyonlarla tekniğe ilginin devam ettiği görülmektedir.

Krempen ve Silver (1982) ortalama 30 aylık izlem süresinde 40 olgunun 35 tanesinde mükemmel ve iyi sonuç elde ettiklerini bildirmişlerdir. Ağrının tamamen ortadan kalkması, fizik bakıda dizin stabil olması, eklem hareket açıklığının artmış ya da değişmemiş olması, postoperatif birinci yılda radyografik olarak subkondral sklerozun azalması ve yüklenmede medi-

al eklem aralığının açılması durumunda sonucu mükemmel kabul etmişlerdir (2).

Hsu (1989), 118 D-YTO'nun ortalama 27 aylık sonuçlarını yayınladığı çalışmasında preoperatif ortalama 9,6 derece varus olan mekanik eksen sapmasının postoperatif son değerlendirmede ortalama 4,7 derece valgusta olduğunu; ağrının anlamlı derecede azaldığını, eklem hareket açıklığının aynı kaldığı ya da arttığını, yürüme mesafesinin ise arttığını bildirmiştir. HSS (Hospital for Special Surgery) skoruna göre hastaların %84,8'inde mükemmel-iyi sonuç saptanmıştır. Mekanik eksenindeki düzelme derecesi ile işlevsel sonuç arasında anlamlı bir ilişki bulunmuş; osteotominin başarılı olabilmesi için fazla düzeltmenin gerekli olduğu belirtilmiştir. Yine aynı çalışmada YTO öncesinde ve sonrasında artroskopi yapılan hastalarda, önce yapılan artroskopiye medial kompartman tutulumunun varlığı, lateral kompartmanın ve patellofemoral eklemde mediale göre korunmuş olduğu; sonra yapılan artroskopik değerlendirmede ise medial kompartmanda artroskopik evreleme bakımından iyileşme olduğu, lateral kompartmanda anlamlı bir değişiklik olmadığı, patellofemoral eklemde ise hafif artritik değişiklikler olduğu gösterilmiştir (20).

Verhagen ve ark. (1989), medial kompartman osteoartriti nedeniyle D-YTO uygulamış oldukları 54 dizin ortalama beş – yedi yıllık izlemlerinde HSS skoruna göre %78 mükemmel-iyi sonuç bildirmişler; ekstansiyonda bakılan laksite beş derecenin altındaysa ve Ahlback sınıflamasına göre evre I ya da II osteo-

artrit varsa sonuçların daha iyi olduğunu göstermişlerdir (21).

Sundaram ve ark. (1986) tespiti U-çivisiyle yapmış oldukları, yedisi valgus deformitesi için olmak üzere toplam 105 D-YTO'nun ortalama 4,8 yıllık sonuçlarını bildirdikleri çalışmalarında ameliyattan önce %50,5 olan sürekli ve şiddetli ağrıdan yakınan hasta oranının %5,7'ye gerilediğini göstermişlerdir. Hastaların %24,8'i sonuçtan çok memnun olduğunu, %48,6'sı sonucu tatmin edici bulunduğunu belirtmiştir. Eklem hareket açıklığı korunmuş; bazı olgularda radyografik bulgularda gerileme saptanmıştır (11).

Maquet'nin orijinal tekniğinde bu hastalarda postoperatif dönemde ağrıda hızlı bir gerileme olduğunu, fazla düzeltmenin iyi klinik sonuçlarla ilişkili bulunduğunu belirtmiştir. Maquet posterior tibial eğimin arttırılmamasını önermektedir, eğimin anterior hale gelmesinden keskinlikle kaçınılmalıdır (7). Çullu ve ark. D-YTO uygulanmış olgularda posterior tibial eğimin azaldığını göstermişler; düzeltmenin yetersiz olduğu ya da tekrarlayan varus deformitesinin ortaya çıktığı dizlerde, posterior tibial eğimdeki azalmanın daha belirgin olduğunu saptamışlardır (22).

D-YTO ile yüksek dereceli deformitelerde de oldukça iyi sonuçlar alındığı bildirilmiştir. Aydoğdu ve Sur, ortalama 22,8 derece mekanik eksen sapması olan D-YTO uygulanmış 43 adet varus deformiteli dizin ortalama 50,3 aylık izlemlerinde 'Diz Derneği Skorum Sistemi' (*Knee Society Scoring System*) göre diz ve fonksiyon skorlarının sırasıyla preoperatif 54 ve 55 puandan postoperatif 83 ve 81 puana yükseldiğini saptamışlardır. Dizlerin otuz birinde dizde istenen valgus dizilimi elde edilmiş; 12 dizde ise peroperatif elde edilmiş olan düzeltmede kayıp saptanmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre yaş, izlem süresi ve dizilimin klinik sonuçlar üzerinde anlamlı bir etkisi bulunamamıştır; Ahlback sınıflamasına göre osteoartrit evresinin klinik sonuçlar üzerinde önemli bir etken olduğu gösterilmiştir (9).

Takahashi ve ark. perkütan drillemenin yapıldığı yeni bir yöntem geliştirmişler, osteotomiyi Orthofix tipi eksternal fiksatorle tespit etmişler ve bu tekniği 42 hastanın 44 dizine uygulamışlardır. Ortalama 39 aylık izlemde mekanik eksen de ortalama 16 derece düzeltme elde etmişlerdir. Hiçbir hastada ağrı yakıması kalmadığını; eklem hareket açıklığının arttığını bildirmişlerdir. Bu yöntemle dizilimin doğruluğunun arttığı, erken harekete izin verilebildiğini, bu yöntemin dizilimin korunmasında etkin olduğunu belirtmişlerdir (10).

Madan ve ark. D-YTO ile kapalı kama YTO'yu (KK-YTO) karşılaştırdıkları bir çalışmada, KK-YTO grubunda elde edilen düzeltmenin D-YTO grubuna

göre daha fazla olduğunu; fakat postoperatif dizilimin hasta memnuniyeti ya da revizyon oranlarıyla bir ilişkisinin gösterilemediğini bildirmişlerdir. Preoperatif tibiofemoral subluksasyon olmasının osteotomi sonrası sonuçları olumsuz etkileyebileceğini ileri sürmüşlerdir. Hasta memnuniyeti açısından iki grup arasında anlamlı bir fark saptamamışlardır (23).

Kodkani D-YTO'nun tespiti için, peroperatif planlanan düzeltme elde edildiğinde Steinman çivileri tam paralel olmasa bile uygulanabilen, postoperatif dönemde de dizilimde değişiklik yapmaya izin veren uniplanar-bilateral bir eksternal fiksator geliştirmiş; bu tespit yöntemiyle iki yıllık izlemde hastaların elde ettikleri diz ve işlev skorlarını koruduklarını bildirmiştir (24).

Kerimoğlu ve ark. 22 hastanın 23 dizine D-YTO uygulamışlar ve tibiofemoral mekanik eksen sapmasının sonuç üzerine etkisini araştırmışlardır. Postoperatif ortalama 5,4 yıllık izlemde postoperatif mekanik eksen sapmalarına göre hastaların diz ve fonksiyon skorlarında anlamlı bir fark bulunamamışlardır (25).

Tuncay ve ark. unikompartmantal diz protezi, açık kama YTO ve D-YTO'ni HSS ve öznel skorlamalar bakımından karşılaştırmışlar ve medial osteoartritin tedavisinde üç yöntemle de başarılı sonuçlar elde ettiklerini bildirmişlerdir (26).

KOMPLİKASYONLAR

D-YTO'da görülen literatürde bildirilen komplikasyon oranları, güncel YTO tekniklerine oranla yüksektir. Ancak, karşılaşılan komplikasyonlar sıklıkla geçici ve minördür (12,21). Bu tekniğe ilişkin %33 – 37 arası değişen komplikasyon oranları bildirilmiştir (2,11,20,21).

D-YTO'da en sık görülen komplikasyon, eksternal fiksator kullanımına bağlı çivi dibi enfeksiyonudur; çoğunlukla yüzeysel seyrederek, lokal irrigasyon ve antibiyoterapi ile geriler. Fiksator çivileri çıkarıldığında da tümüyle bu sorun ortadan kalkar. Ancak, bazen enfeksiyon gerilemediği takdirde çivilerin ve eksternal fiksatorün vaktinden erken çıkarılması gerekebilir. Derin enfeksiyona ilerleme nadirdir (Tablo 2). Günümüzde bu komplikasyon, ileride olası bir diz artroplastisini dikkate alan cerrahların D-YTO'dan en sık kaçınma nedenini oluşturmaktadır.

Peroneal sinir ve dallarına ilişkin sorunlar görülebilen bir başka komplikasyondur. Fibula osteotomisiyle, Steinman çivilerinin izlediği yolla ya da Maquet'ye göre anterior kompartman sendromuyla ilişkili olarak ortaya çıktığı düşünülmektedir. Peroneal sinir lezyonunun bulgusu ayak bileğinde ve ayağın dorsumunda ağrı, ayak başparmağında ekstansiyon

Tablo 2. Literatürde D-YTO sonrası çivi dibi enfeksiyon oranları

	Çivi dibi enfeksiyonu olan hasta sayısı/ toplam hasta sayısı	Komplikasyon oranı	Tedavi yöntemi
Krempen & Silver (2)	4 yüzeysel/40 1 derin/40	%10 %2.5	
Sundaram ve ark (11)	8 derin/105	%7.6	Antibiyotik tedavisi
Hsu (20)	8 yüzeysel/118 5 derin/118	%6.8 %4.2	Derin enfeksiyon olanlarda fiksatorün çıkarılması, alçılama
Verhaven ve ark (21)	2 yüzeysel/54 6 cilt sorunu/54	%3.7 %11	Antibiyotik tedavisi
Aydoğdu & Sur (9)	5 yüzeysel/35	%14	Antibiyotik tedavisi

güçlüğü olmasıdır (12). Nörolojik sorunlardan kaçınmak için fibula osteotomisinin diafiz orta- distal üçte birlik kısmının birleşim yerinden yapılması, fragmanların anteriora ve mediale doğru aşırı yer değiştirmesinden kaçınılması önerilmektedir (27). Fibula osteotomisinde aşırı deplasman olması, komşuluğundaki venlerden kanama olması anterior kompartmandaki hacmin azalmasına yol açtığı için anterior kompartman sendromu gelişme riskini arttıracaktır. Ekstansör hallusis longus (EHL) kasının motor dalını korumak için ikinci Steinman çivisinin fibula başının en az 15 cm distalinden geçirilmesi önerilmektedir (12,27). Gerçekleştirmiş olduğumuz bir EMG çalışmasında, D-YTO uygulaması sonrasında karşılaşılan peroneal sinir lezyonlarının, her zaman tam olarak geri dönmeyebildiği; bazen oldukça uzun bir süre sürede gerileyebildiği; hatta bazen kalıcı olabildiği gösterilmiştir (28).

Dome osteotomisinde kaynama sorunuyla sık karşılaşılmamaktadır. Osteotominin kansellöz metafizer kemikte yapılıyor olması ve osteotomi hattının fiksatorle komprese edilmesi kaynama sorunları yaşanmasını genellikle engellemektedir. Kaynama sorunları sıklıkla kaynama gecikmesi şeklindedir. Hsu, 118 hastanın bir tanesinde kaynamama bir diğerinde de kaynama gecikmesi; Aydoğdu ve Sur ise 35 hastanın iki tanesinde kaynamama, Sundaram ve ark. 105 hastanın altısında kaynamada gecikme olduğunu bildirmiştir (9,11,20). Krempen ve Silver bir olguda, Takahashi ve ark. iki olguda interkondiler kırık saptamışlar; vidalı tespitle tedavisini sağlamışlardır (2,10). Derin ven trombozu ve pulmoner emboli görülebilen komplikasyonlar arasında yer almaktadır.

BİZİM DENEYİMİMİZ

Kliniğimizde 1985 yılından Ocak 2018'e kadar 398 dize modifiye Maquet tekniğiyle D-YTO uygulanmıştır. Yıllık olgu sayımız; 80'li yılların sonunda, diz artroplastisinin henüz yaygın kullanımına geçilmediği dönemde 50'nin üzerine kadar çıkarak tepe noktalarına ulaşmıştır. Günümüzde ise, hem rijit internal tespit içeren yöntemleri daha sıklıkla tercih etmemiz, hem de gelişen başarılı artroplasti seçenekleri karşısında genel olarak tüm YTO tekniklerini daha az uygulamamız nedeni ile, yıllık D-YTO uygulama sayımız 5'in altına kadar gerilemiştir. Tekniğe, ileri deformiteli dizlerde kullanımına ve komplikasyonlarına ilişkin deneyimimiz çeşitli çalışmalarda paylaşılmıştır (8,9,12,15,22,27,28).

SONUÇ

D-YTO, klasik olarak YTO endikasyon alanında görülen tek kompartman osteoartritli, genç, aktif ve işlevsel anlamda beklentisi yüksek hastalardan deformite derecesi yüksek olan (15 derece üzerinde düzeltme gerektiren) olgularda diğer güncel YTO tekniklerine oranla daha güvenli ve kesin bir cerrahi uygulama olanağı veren bir tekniktir. Hedeflenen düzeltmenin doğrulukla yapılabilmesi, tespit eksternal fiksatorle yapıldığı için erken postoperatif dönemde düzeltme miktarında ayarlama yapmaya izin veriyor olması, istenildiğinde eşlik eden patellofemoral sorunlara müdahale olanağı verebilmesi bu tekniğin avantajları arasındadır. Fibula osteotomisi ve eksternal fiksator kullanımının neden olduğu yüksek komplikasyon

oranı nedeniyle özellikle Batı toplumlarında popülarliğini yitirmiş olmakla birlikte; eksternal fiksator kullanımının iyi tolere edilebildiği ve ucuz bir implantın tercih nedeni olabildiği toplumlarda hala belirli bir yeri korumaya devam etmektedir.

Teşekkür

İntraoperatif olgu görüntüleri için Prof Dr. Emin Taşkiran'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

1. Maquet PGJ. Biomechanics of the knee. 2nd ed. Berlin: Springer-Verlag;1984; p. 75-85.
2. Krempein JF, Silver RA. Experience with the Maquet barrel-vault osteotomy. Clin Orthop Relat Res 1982;168:86-96.
3. Jackson JP, Waugh W. Tibial Osteotomy for Osteoarthritis of the Knee. Proc R Soc Med. 1960;53(10):888.
4. Jackson JP, Waugh W. Tibial osteotomy for osteoarthritis of the knee. J Bone Joint Surg Br 1961;43-B:746-51.
5. Jackson JP, Waugh W. The technique and complications of upper tibial osteotomy. A review of 226 operations. J Bone Joint Surg Br 1974;56(2):236-45.
6. Blaimont P. [Curviplane osteotomy in the treatment of gonarthrosis]. Acta Orthop Belg. 1982;48(1):97-109.
7. Maquet PGJ. Biomechanics of the knee. 2nd ed. Berlin: Springer-Verlag;1984; p.164-92.
8. Kaya Biçer E, Aydoğdu S, Sur H. [Proximal tibial dome osteotomy]. Türkiye Klinikleri J Orthop & Traumatol-Special Topics. 2013;6(4):57-63.
9. Aydoğdu S, Sur H. [High tibial osteotomy for varus deformity of more than 20 degrees]. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot 1997;84(5):439-46.
10. Takahashi T, Wada Y, Tanaka M, Iwagawa M, Ikeuchi M, Hirose D, et al. Dome-shaped proximal tibial osteotomy using percutaneous drilling for osteoarthritis of the knee. Arch Orthop Trauma Surg 2000;120(1-2):32-7.
11. Sundaram NA, Hallett JP, Sullivan MF. Dome osteotomy of the tibia for osteoarthritis of the knee. J Bone Joint Surg Br 1986;68(5):782-6.
12. Aydoğdu S, Yercan H, Sur H. Varus gonartrozda kubbe (dome) osteotomisi. Tandoğan NR, editör. Gonartrozda artroplastisi dışı tedavi yöntemleri. 1. Baskı. İzmir: Türk Spor Yaralanmaları Artroskopisi ve Diz Cerrahisi Derneği; 2003. p.111-120.
13. Amendola A, Panarella L. High tibial osteotomy for the treatment of unicompartmental arthritis of the knee. Orthop Clin North Am 2005;36(4):497-504.
14. Brinkman JM, Lobenhoffer P, Agneskirchner JD, Staubli AE, Wymenga AB, van Heerwaarden RJ. Osteotomies around the knee: patient selection, stability of fixation and bone healing in high tibial osteotomies. J Bone Joint Surg Br 2008;90(12):1548-57.
15. Sur H. Kubbe osteotomileri: Maquet tipi yüksek tibial osteotomi. In: Sur H, editör. Yüksek Tibial Osteotomi. Ankara: BAYT Bilimsel Araştırmalar Basın Yayın ve Tanıtım Ltd. Şti.;2014. p. 43-48.
16. Kettelkamp DB. Tibial osteotomy. In: Everts CM ed. Surgery of the Musculoskeletal System. 2nd ed. . New York Edinburg, London, Melbourne: Churchill Livingstone; 1990. p.3551-67.
17. Esenkaya I, Unay K, Akan K. Proximal tibial osteotomies for the medial compartment arthrosis of the knee: a historical journey. Strategies Trauma Limb Reconstr 2012;7(1):13-21.
18. Lerat JL. [Place et techniques actuelles des ostéotomies dans la gonarthrose fémoro-tibiale médiale]. E-mémoires de l'Académie Nationale de Chirurgie 2006;5(1):39-60.
19. Watanabe K, Tsuchiya H, Sakurakichi K, Matsubara H, Tomita K. Acute correction using focal dome osteotomy for deformity about knee joint. Arch Orthop Trauma Surg 2008;128:1373-8. 18-
20. Hsu RW. The study of Maquet dome high tibial osteotomy. Arthroscopic-assisted analysis. Clin Orthop Relat Res 1989;(243):280-5.
21. Verhaven E, Casteleyn PP, Haentjens P, Handelberg F, De Boeck H, Van Betten F, et al. Dome osteotomy of the tibia for osteoarthritis of the knee. Acta Orthop Belg 1989;55(4):547-55.
22. Cullu E, Aydoğdu S, Alparslan B, Sur H. Tibial slope changes following dome-type high tibial osteotomy. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2005;13(1):38-43.
23. Madan S, Ranjith RK, Fiddian NJ. Intermediate follow-up of high tibial osteotomy: a comparison of two techniques. Bull Hosp Jt Dis 2002-2003;61(1-2):11-6.
24. Kodkani PS. Dome osteotomy of the proximal tibia for genu varum treated with a new fixation device. J Knee Surg 2007;20(2):111-9.
25. Kerimoğlu S, Cavuşoğlu S, Turhan AU. [The effect of tibiofemoral angle changes on the results of dome osteotomy]. Acta Orthop Traumatol Turc 2008;42(2):75-9.
26. Tuncay I, Bilsel K, Elmadağ M, Erkoçak ÖF, Aşçı M, Şen C. Evaluation of mobile bearing unicompartmental knee arthroplasty, opening wedge, and dome-type high tibial osteotomies for knee arthritis. Acta Orthop Traumatol Turc. 2015;49(3):280-7. doi: 10.3944/AOTT.2015.14.0320.
27. Aydoğdu S, Yercan H, Saylam C, Sur H. Peroneal nerve dysfunction after high tibial osteotomy. An anatomical cadaver study. Acta Orthop Belg 1996;62(3):156-60.
28. Aydogdu S, Cullu E, Arac N, Varolgunes N, Sur H. Prolonged peroneal nerve dysfunction after high tibial osteotomy: Pre- and post-operative electrophysiological study. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2000; 8(5):305-8.

Medial Açık Kama Osteotomisi, Tek Planda– Puddu Plağı ile

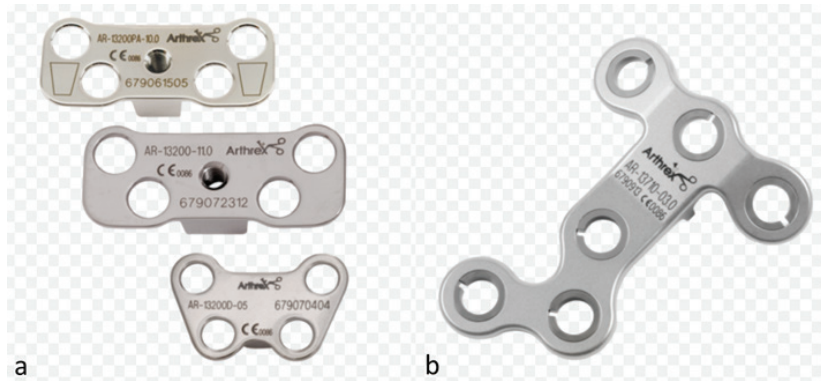
Mehmet Aşık, Gökhan Polat, Mehmet Fevzi Çakmak

Giriş

Varus dizilime bağlı oluşan diz osteoartriti, enflamatuar hastalıklar sonrası meydana gelen artrozun aksine mekanik bir problem olarak kabul edilmektedir (1-3). Bu mekanik problemlere yol açan etyolojik faktörler arasında; tibial ve femoral kemik deformitelerine bağlı dizilim kusurları ve yönelim kusurları (maloryantasyonlar) ilk sırada yer almaktadır. Bunun dışında varus dizilim bozukluğu lateral ligamantöz laksiteyle de karşımıza çıkabilir.

Yüksek tibial osteotomi (YTO) prosedürünün ağrıyla erken dönemde dekompresif etkiyle giderdiği düşünülürken, mekanik aksın sağlam olan lateral platoya taşınmasıyla bu etki uzun dönemde de devam etmektedir. Uzun dönemdeki bu etki diz fonksiyonlarının iyileştirilmesini sağlarken, artrozun da ilerlemesini de yavaşlattığı savunulmaktadır (3-5). İlk ola-

rak YTO'yu Jackson ve Waugh tanımlamış, Coventry ise uzun dönem sonuçlarını yayınlayarak bu tekniği popüler hale getirmiştir (4,6). Daha sonra YTO'lerin çeşitli modifikasyonları tanımlanmıştır. 1951 de Debeyre tibial tüberkülün proksimalinden uyguladığı medial açık kama osteotomisini tanımlamış, sonraki dönemde ise Hernigou ve ark. tarafından medial açık kama osteotomisi 1987'de popülerize edilmiştir (4). 1990'ların sonunda, Puddu adı verilen osteotomi tespit plağının klinik olarak kullanıma sunulması ve bu tekniğin kolay uygulanabilirliği nedeniyle, medial açık kama osteotomisi daha sık uygulanmaya başlanmıştır. Puddu'nun kendi adıyla anılan, ileride gelişebilecek kollapsı önlemek için üzerinde osteotomi yüzeylerini içeriden destekleyen ve yükseklikleri 5 mm ile 17.5 mm arasında değişen 9 farklı boyda metal bloğu olan ("spacer tooth") plağını (Puddu plağı; Arthrex spacer plağı) geliştirmiştir (8,9). Fowler ise



Resim 1. a) Puddu plağı b) CountourLockTM HTO Plağı

2000 yılında Puddu'nun tarif ettiği bu tekniği modifiye etmiştir (10). Staubli ve DeSimoni tarafından geliştirilen ve daha sonra Lobenhoffer ve ark. tarafından popülerize edilen, TomoFix plağı (internal plak fiksator, plak fiksator, rijit plak tespiti) günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır (11). Kilitli plak teknolojisinin gelişimine paralel olarak, Puddu plakları da güncellenmiş ve kilitli vida delikleri içeren son hali kullanıma sunulmuştur (Resim 1). Günümüzde kama desteği olan Puddu plağı, Artrex firması tarafından proksimal ve distal vida sayısı artırılarak tekrar dizayn edilmiştir ve ContourLock™ HTO plağı olarak kullanıma sunulmuştur.

Medial açık kama osteotomisinin; dizilimi koronal ve sagittal planda düzeltirken fibula osteotomisi gerektirmemesi, peroneal sinir hasarı riskinin düşük olması, ekstremitede kısıalmaya sebep olmaması, tek bir kesi ile uygulanması, kasların içinden geçmemesi, kemik kaybı olmaması, düzeltme miktarının daha kolay ayarlanabilmesi ve total diz protezine geçişin görece daha kolay olması gibi birçok avantajı mevcuttur. Bununla birlikte kemik grefti gerektirmesi, posterior tibial eğimin iatrojenik olarak artabilmesi, aşırı düzeltmede patellofemoral basınçların artması ya da kaynamama (12.5 mm'den fazla düzeltme gerektiren olgular) gibi dezavantajları da bildirilmiştir (12).

Toplumdaki beklenen yaşam süresindeki artış nedeniyle, medial eklem artrozunun tedavisinde eklem koruyucu biyolojik tedaviler daha ön planda düşünülmelidir. Biyolojik eklem sağ kalımının artırılmasına yönelik tedaviler içerisinde YTO uzun süreli sonuçları ile uygun hastalarda oldukça yüz güldürücü sonuçlar veren bir tedavi olarak öne çıkmaktadır (13,14). Proksimal tibia medial açık kama osteotomisi uygulamaları, özellikle genç ve aktif hastaların dizilim bozukluğuyla seyreden medial kompartman artrozu tedavisinde kabul edilen ve yaygın olarak kullanılan cerrahi bir yöntemdir (14). Özellikle aşırı kilolu olmayan, tek kompartman tutulumu olan, hareket açıklığı korunmuş orta yaşlı hastalarda uzun dönem başarı sağlanabilmektedir.

Preoperatif Değerlendirme

Hastalar ameliyat öncesi dönemde hem klinik hem de radyolojik açıdan detaylı olarak değerlendirilmelidir. Diz eklemi hareket açıklığı, bağ stabilitesi ve alt ekstremitte dizilimi değerlendirilmelidir. Her üç kompartman, özellikle ağrı yönünden dikkatle incelenmelidir. Lateral kompartmanda patolojiyi işaret eden semptomlar varsa ona yönelik manyetik rezonans inceleme ile lateral kompartman değerlendirilmelidir. Diz eklemi stabilitesinin değerlendirmesinde, ön ya

da arka çapraz bağı ait bir yetmezliğin tespit edilmesi YTO'si için kontrendikasyon oluşturmamaktadır. Hastanın mevcut durumuna göre sagittal planda posterior tibial slopunu artırılması, azaltılması veya genç-orta yaşlı hastalarda eş zamanlı bağ rekonstrüksiyonları uygulanabilir.

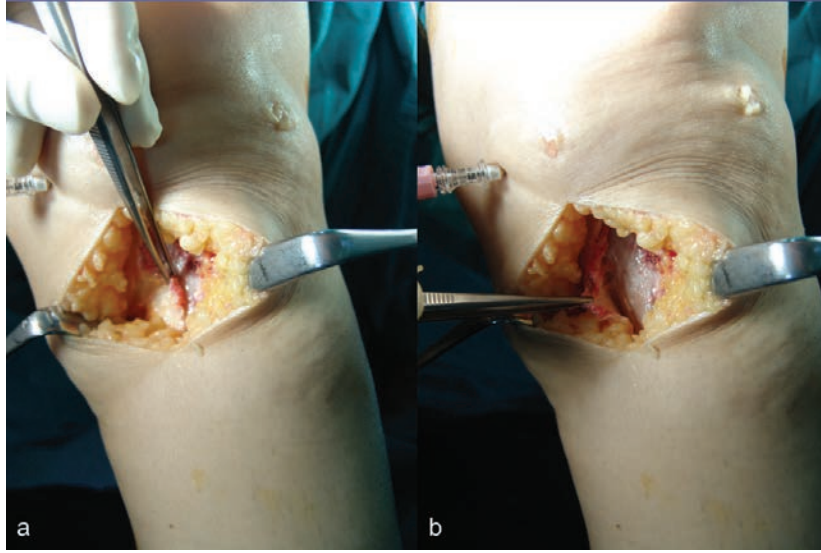
Diz çevresi osteotomilerinde amaç ekstremitenin mekanik aksını yükün bindiği patolojik taraftan sağlam tarafa taşımaktır. Bu nedenle standart diz grafileri; ayakta çekilmiş ön-arka grafi, diz eklemi 30 derece fleksiyonda lateral grafi, tünel grafisi, 45 derece fleksiyonda çekilecek patella tanjansiyel grafi ile eklemin genel değerlendirilmesi yapılmalıdır. Alt ekstremitenin dizilim bozukluğunun ayrıntılı olarak değerlendirilmesi ve deformite analizi için ise patellaların santralize olduğu ekstremitte uzunluk grafileri (ortoröntgenografi) çekilmelidir.

Dizilimin değerlendirmesine; ilk olarak mekanik aks ölçümü ile başlanır. Femur başı merkezinden ayak bileği eklemine çekilen çizgi (frontal planda alt ekstremitenin mekanik eksenini) normalde diz eklemi merkezinin ortalama 8±7 mm medialinden geçmelidir. Ardından proksimal medial tibial açı, lateral femoral distal açı ve JLCA ("joint line congruency angle") ölçümü gerçekleştirilerek deformite analizi tamamlanır. Yapılan bu deformite analizinin ardından hedeflenen proksimal tibia düzeltme açısı belirlenir ve şablon üzerinde oluşacak açık kamanın genişliği tespit edilir.

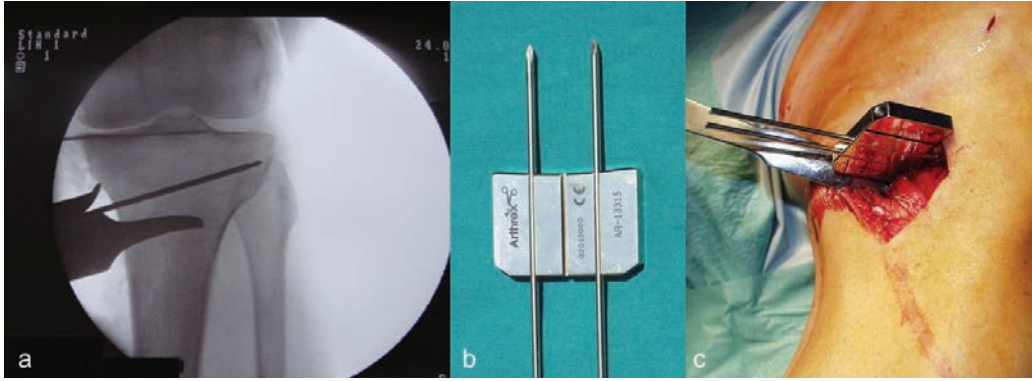
Cerrahi Teknik

Hastalar "supin" pozisyonda radyolusen ameliyat masasında hazırlanır. Cerrahi tedaviye, eklemin artroskopik değerlendirilmesi ile başlanabilir. Bu şekilde patellofemoral ve lateral kompartmanın değerlendirilmesi dışında, eşlik eden intraartiküler lezyonların tedavisi yapılabilir.

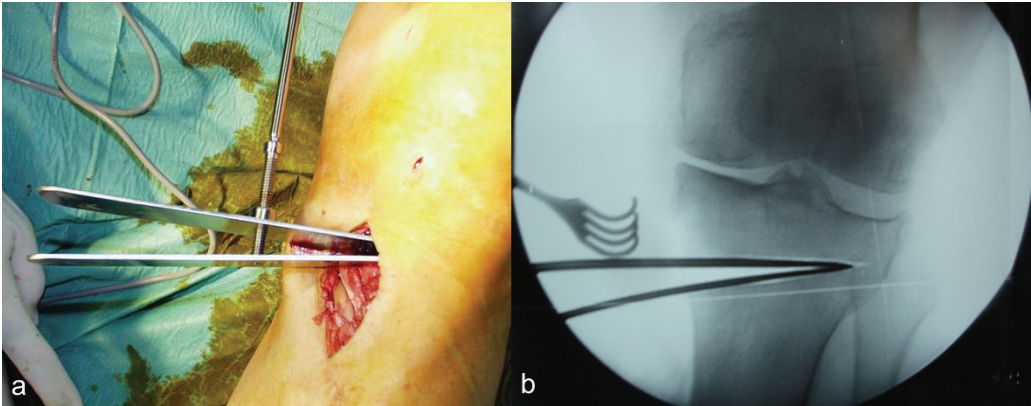
Proksimal tibia anteromedialinde medial kollateral ligamanın hemen önünden yapılan yaklaşık 7-8 cm'lik longitudinal insizyon ile cilt-cilt altı geçilir. Fasyanın L şeklinde açılması sonrasında, medial kollateral ligamanın yüzeyel kısmı kemikten posteriora doğru sıyrılır (Resim 2). Osteotomi rehberi yerleştirilerek eklem hattının yaklaşık 1-2 cm distalinden ilk kılavuz tel eklemle paralel olarak gönderilir (Resim 3). Ardından ikinci kılavuz tel, fibula proksimalini hedefleyecek şekilde uygun açıda lateral kortekse doğru gönderilir. Skopi kontrolünde, Kirschner telinin rehberliğinde medial korteksin ilk 2-3 cm'lik kısmı kesici motor ile kesilir, sonrasında 10 mm, 25 mm ve 35 mm'lik ince osteotomiler ile lateral korteksin



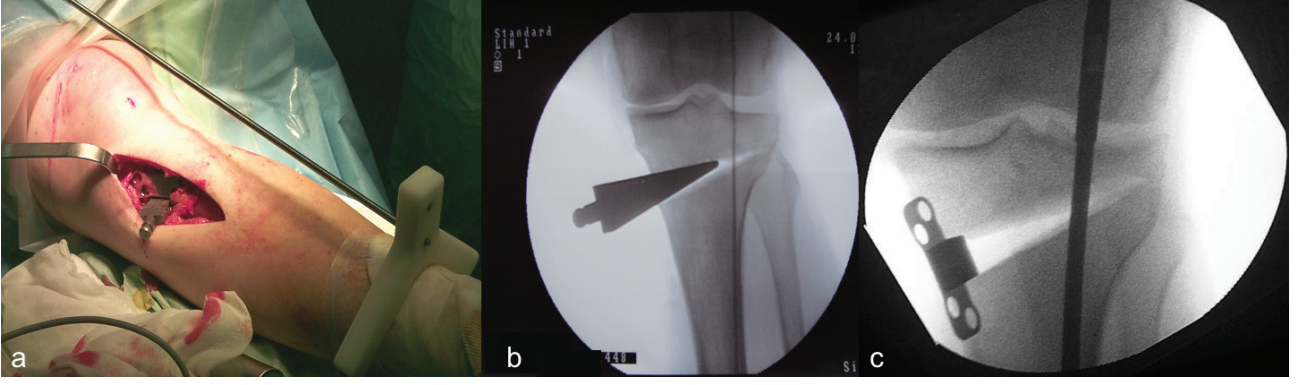
Resim 2. a) Proksimal tibia anteromedialinde medial kollateral ligamanın hemen önünden yapılan insizyon
b) fasyanın L şeklinde açılması



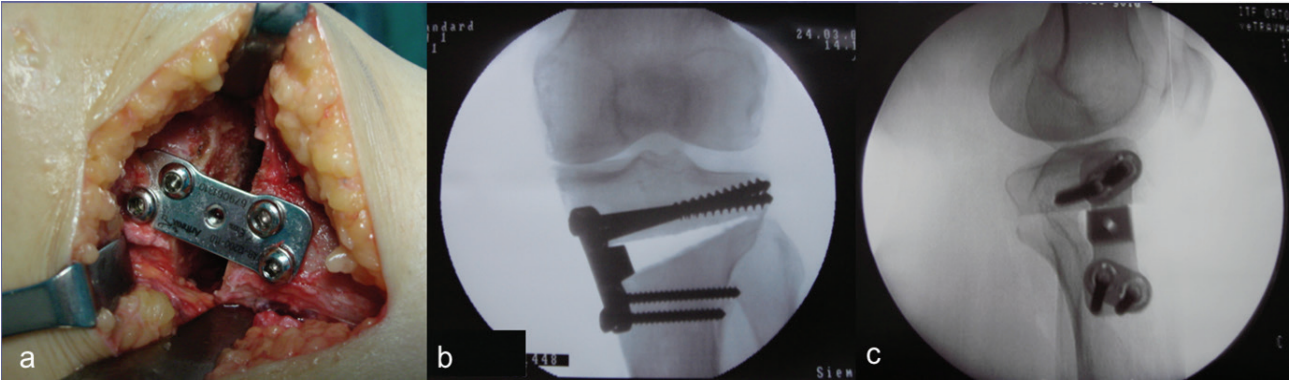
Resim 3. a) Tibia metafizinden fibula proksimaline doğru uzanacak K-telinin rehber üzerinden gönderilmesi
b) rehberin görünümü c) rehber üzerinden gönderilen 2. tel sonrası klinik görünüm



Resim 4. Lateral korteksin kırılmamasına dikkat edilerek osteotominin uygulanması sonrasında osteotomi hattının hedeflenen açıda distraksiyonunu gösteren a) klinik fotoğraf b) skopi görünümü



Resim 5. a) Ameliyat öncesi yapılan planlamaya uygun distraksiyon miktarı elde edilmesi sonrasında, alt ekstremité mekanik aksı kablo testi ya da dizilim aparatı ile değerlendirilir. b) uygun düzeltme sağlanması sonrasında distraktör çıkarılarak, osteotomi hattına kama denemesi uygulanır. c) kama üzerinden uygun kamalı Puddu plağı osteotomi hattına yerleştirilir.



Resim 6. Osteotomi proksimalinin 2 adet 6.5 mm spongiöz vida, distalinin ise 2 adet 4.5 mm'lik kortikal vida ile tespiti sonrası a) klinik görünüm b-c) skopi görüntüleri

kırılmamasına dikkat edilerek anterior ve posterior korteks kesileri ile osteotomi tamamlanır. Kirschner telleri çıkarılarak, osteotomi hattına kama şeklindeki genişletici ("spreader") uygulanarak osteotomi hattı distrakte edilir (Resim 4). Ameliyat öncesi yapılan planlamaya uygun distraksiyon miktarı elde edilmesi sonrasında, alt ekstremité mekanik aksı kablo testi ile değerlendirilir. Uygun düzeltme sağlandığında distraktör çıkarılarak, osteotomi kama denemesi osteotomi hattına uygulanır (Resim 5). Üzerinden uygun kamalı Puddu plağı osteotomi hattına yerleştirilir. Osteotomi hattı, proksimale 2 adet 6.5 mm boyutunda spongiöz, distale ise 2 adet 4.5 mm'lik kortikal vida uygulanan Puddu plağı ile, skopi kontrolünde, tespit edilir (Resim 6).

Plak anterioru ve posteriorundaki defekt sahası; sağlanan düzeltme miktarı ve hastaya ait faktörler göz önünde bulundurularak ilak kanattan alınan kama şeklindeki otogreftler, allogreftler ya da sentetik greft materyali ile doldurulur.

Postoperatif rehabilitasyon

Ameliyat sonrası erken dönemde CPM ("continuous passive motion") ile eklem hareketi ve quadriceps güçlendirme egzersizlerine başlanmalıdır. Erken dönemde mobilizasyon esnasında dizden menteşeli "brace" cerrahın tercihinine göre (perop lateral korteksin kırılıp kırılmaması, hastanın kemik kalitesi, tespitin stabilitesi gibi faktörler göz önüne alınarak) kullanılabilir. Bununla birlikte hastalar yaklaşık 6 hafta boyunca çift koltuk değneği ve parsiyel yükte yürütülmelidir. Kaynama sonrasında tam yüke geçilerek, kademeli olarak koltuk değnekleri bırakılır.

Tartışma

Varus gonartrozu günümüzde ortopedik cerrahların en sık karşılaştığı deformitelerden birisidir. Travma, enflamatuar hastalıklar, eklem kıkırdak hastalıkları

gibi morbiditeler bu deformiteden sorumlu olabileceği gibi en sık görülen etiyolojik faktör genu varum veya alt ekstremitenin varus dizilim bozukluğudur. Varus dizilim bozukluğu olan hastalarda dizilim bozukluğuna yol açan en sık sebep kemiksel deformiteler olarak öne çıkmaktadır. Bununla birlikte lateral taraftaki yapıların laksitesindeki artışa bağlı olarak dinamik olarak da dizilim bozukluğu gelişebilmektedir (4,15,16).

Medial kompartman artrozu tedavisinde birçok tedavi seçeneği tarif edilmiş olmasına rağmen, YTO halen genç-orta yaşlı hasta grubunda eklemi koruyan en etkili tedavi yöntemidir. Temel prensip; alt ekstremitte mekanik aksının dejenere olmuş olan medial kompartmandan, daha sağlıklı kıkırdak tabakaya sahip olan lateral kompartmana kaydırmaktır (17). Coventry tarafından uzun dönem sonuçlarının yayınlanması sonrasında popüleritesi artan YTO, tarihsel süreç içerisinde temel prensibi değişmemekle birlikte teknik, kullanılan tespit materyalleri ve rehabilitasyon protokolleri açısından birçok modifikasyona uğramıştır. Puaddu'nun 2000'li yılların başından itibaren diz çevresinde kendi ismiyle anılan plağı ile uyguladığı açık kama osteotomiler, medial açık kama osteotomisinin başarısını arttırmış ve popülerite kazanmasını sağlamıştır (8,9).

Puaddu plağı ile yapılan osteotomiler sonrasında kısa-orta dönemde oldukça başarılı klinik sonuçlar bildirilmiştir (18,19,20). DeMeo ve ark. Puaddu plağı ile YTO uyguladıkları yaş ortalaması 49.4 olan 20 hastalık serilerinde, postop 2. yılda Lysholm ve HSS skorlarında anlamlı artışlarla birlikte %95 hastada iyimükemmel sonuç bildirmişlerdir. Aynı hasta grubunun ortalama 8.3 yıl takibi sonrasında ise hastaların %70'inin biyolojik dizleri ile hayatlarına devam ettikleri, %25'inde ise total endoprotez ihtiyacı olduğu bildirilmiştir (21).

Martin ve ark. tek merkezde tedavi edilmiş 323 hastaya ait hasta serilerinde medial açık kama osteotomisinde karşılaşılan komplikasyonları sınıflandırmışlardır (22). Bu sınıflandırmaya göre yazarlar lateral kortekste non-deplase kırılma, gecikmiş yara iyileşmesi, non-deplase lateral tibia plato kırığı, hematoma ve artmış tibial eğimi ($\geq 10^\circ$) ek tedavi gerektirmeyen evre 1 komplikasyonlar, gecikmiş kaynama, selülit, sınırlı implant kırılması (tek vida gibi), eklem sertliği, derin ven trombozu ve tip 1 kompleks bölgesel ağrı sendromunu uzamış ameliyatsız tedavi gerektiren komplikasyonlar, aseptik kaynama, derin enfeksiyon, tip 2 kompleks bölgesel ağrı sendromu, implant yetmezliği ve düzeltme kaybını ise ek cerrahi gerektiren komplikasyonlar olarak tanımlamışlardır (22). Bu konuda yapılan diğer bir çalışmada, Woodacre ve ark. medial

açık kama osteotomisi uygulanan 115 hastada, ortalama komplikasyon oranının %31 olduğu bildirilmiştir (23). Bu komplikasyonların %9.6'sının minör yara enfeksiyonları olduğu, derin enfeksiyonların %3.5, kaynamama nedeniyle revizyon ihtiyacının %4.3 olduğu, vasküler yaralanmanın %1.7, kompartman sendromunun %0.9 olduğu bildirilmiştir (23). İrritasyona bağlı olarak implant çıkarılma gerekliliğinin %7 olarak bildirildiği bu hasta grubunda, puaddu plağı uygulanan hastalardaki komplikasyon oranının Tomofix ve Orthofix uygulanan hastalara benzer olduğu sonucu bildirilmiştir (23).

Medial açık kama osteotomisi sonrasında stabil tespit ve erken hareket, klinik sonuçları doğrudan etkileyen önemli bir faktördür. Bu açıdan literatürde Puaddu plağını, diğer tespit materyalleri ile karşılaştıran yayınlar mevcuttur (24-26). Stoffel ve ark.'nın, Puaddu plağını Tomofiks ile karşılaştırdıkları çalışmalarında, lateral korteksi kırılmayan olgularda benzer biyomekanik stabilite bildirilirken, lateral korteksi kırılan olgularda Puaddu plağı uygulanan grubun lateral tarafa da tespit ihtiyacı olduğu bildirilmiştir (24). Zhim ve ark., Puaddu plağını Hoffman II eksternal fiksatorü ile karşılaştırdıkları çalışmalarında, Puaddu plağı ile daha iyi düzeltme sağlanabildiğini tespit etmişlerdir (25). Agneskirchner ve ark., yaptıkları biyomekanik çalışmada rijid, uzun, sabit açılı kilitli vidaları olan plakların daha stabil olduğunu bildirmişlerdir (26). Buna rağmen bu plakların kaba ve daha çok yer kaplaması nedeniyle hemen her vakada implant çıkarılma gereksinimi duyulduğu da ifade edilmiştir (27).

Medial açık kama osteotomisi sonrasında, osteotomi hattının greftlenmesi konusunda tartışmalar halen sürmektedir (28,29). Yeni jenerasyon kilitli, rigid plak-vida uygulaması sonrasında greftleme gerekliliği konusunda yapılan bir çalışmada 14 mm'ye kadar düzeltme gerektiği vakalarda greftleme yapılmayabileceği bildirilmiştir (30). Bununla birlikte 10 mm ve üzerinde düzeltme gereken, aşırı kilolu ya da sigara içicisi gibi risk faktörleri olan hastalarda otojen greftleme öneren yayınlar da mevcuttur (27). Osteotomi sahasında kaynamanın hızlandırılması için, sentetik greftlerin kullanımı ya da allojenik greft ve trombosit zengin plazma karışımlarının kullanımı gibi konularda halen tartışmalar sürmektedir (31).

Puaddu plağının, proksimal ve distal vida sayısının birer arttırıldığı ve kilitlenebilir vidaların uygulanabildiği yeni design kamalı plağı olan "ContourLock™" YTO plağı ile ilgili sınırlı sayıda biyomekanik çalışma mevcuttur (32). 5 farklı implantın biyomekanik olarak karşılaştırıldığı bir çalışmada, yazarlar "ContourLock™" ve "iBalance" plağının diğer plaklara

göre daha stabil olduğunu, proksimali daha geniş T-şeklinde dizayn edilmiş ve farklı yönlerde vida gönderebilen plakların mekanik olarak daha stabil olduğunu bildirmişlerdir (32).

Literatürde YTO sonrası diz protezi cerrahisinin sonuçlarını inceleyen çok sayıda yayın mevcuttur (28). Buna rağmen birçok çalışmada klinik sonuçlar ve protez sağ kalımı açısından primer diz protezi uygulanan hastalar ile arasında fark olmadığı bildirilmiştir (33).

Istanbul Tıp Fakültesi Tecrübesi:

1990 ve 2010 yılları arasında YTO uyguladığımız hastaların (187 hastanın 195 dizi) retrospektif değerlendirilmesinde, Puddu plağı ile medial açık kama osteotomisi yapılan 88 hastanın son kontrolleri yapılarak son durumları değerlendirildi. Yaş ortalaması 44.6 ±7.4 olan hastaların cerrahi tedavileri sonrasında üç hastada implant yetmezliği, bir hastada kaynama gecikmesi, bir hastada tespit kaybı ve malunion, bir hastada derin doku enfeksiyonu ve bir hastada derin ven trombozu olmak üzere %8.4 komplikasyon tespit edildi. Hastaların ortalama 11.7 yıllık takipleri sonrasında son kontrollerinde; ortalama KSS skoru 70.4 ±10.7 ve ortalama HSS diz skoru 64.7±10.2 olarak bulundu. Takip süresi içinde 12 hastaya (%13.4) total diz artroplastisi ile revizyon uygulandığı görüldü.

Sonuç

Tarihsel süreç içerisinde medial açık kama osteotomisinin başarısı ve popüleritesi, Puddu plağının, medial korteksi destekleyen kama şeklindeki dizaynı ve kolay uygulanabilirliği ile artmıştır. Kısa-orta dönemde elde edilen klinik başarının, uygun hasta seçimi ile uzun dönemde de hasta memnuniyetini sağladığını ve biyolojik eklem sağ kalımını arttırdığını görmekteyiz. Gelişen biyomateryal teknolojisi ile birlikte günümüzdeki daha modern halini alan bu plaklar, efektif, daha kolay uygulanabilir bir osteotomi yapılabilmesinin sağlanması yanında, oldukça stabil bir tespit sağlayarak erken dönem harekete de güvenle izin vermektedir.

Kaynaklar

1. Hernborg JS, Nilsson BE. The natural course of untreated osteoarthritis of the knee. *Clin Orthop* 1997;123:130-7.
2. Odenbring S, Lindstrand A, Egund N, Larsson J, Heddson B. Prognosis for patients with medial gonarthrosis. A 16 year follow-up study of 189 knees. *Clin Orthop* 1991;266:152-5.
3. Phillips MJ, Krachow KA. High tibial osteotomy and distal femoral osteotomy for valgus or varus deformity around the knee. AAOS

- instructional course lectures 1998;47:429-36.
4. Coventry MB, Ilstrup DM, Walrichs SL. Proximal tibial osteotomy. A critical long-term follow-up study of eighty-seven cases. *J Bone Joint Surg* 1993;(Am) 75(2):196-201.
5. Murphy SB. Tibial osteotomy for genu varum: indications, preoperative planning, and technique. *Orthop Clin North Am* 1994;3:477-82.
6. Jackson JP, Vaughn W. Tibial osteotomy for osteoarthritis of the knee. *J Bone Joint Surg (Br)* 1961;43(7):746-51.
7. Debeyre J, Artigou JM. Long-term results of 260 tibial osteotomies for frontal deviations of the knee. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1972;58:335-9.
8. Puddu G. Personal communication. International symposium on operative and biologic treatments in sport medicine, Colonia, 2003
9. Puddu, G. (2004). High tibial osteotomy. The arthritic knee in the young athlete, SYM 15. Proceedings of 11th ESSKA 2000 Congress and 4th World Congress on Sports Trauma, Athens, Greece, May 2004. pp. 446-7.
10. Fowler PJ, Tan JL, Brown GA: Medial opening wedge high tibial osteotomy: How I do it? *Op Tech Sports Med* 2000;1:32-8.
11. Lobenhoffer P, Agneskirchner JD. Improvements in surgical technique of valgus high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2003;11(3):132-8.
12. Sabzevari S, Ebrahimpour A, Roudi MK, Kachooei AR. High Tibial Osteotomy: A Systematic Review and Current Concept. *Arch Bone Jt Surg*. 2016;4(3):204-12.
13. Hui C, Salmon LJ, Kok A, Williams HA, Hockers N, van der Tempel WM, Chana R, Pinczewski LA. Long-term survival of high tibial osteotomy for medial compartment osteoarthritis of the knee. *Am J Sports Med*. 2011;39(1):64-70.
14. Feeley BT, Gallo RA, Sherman S, Williams RJ. Management of osteoarthritis of the knee in the active patient. *J Am Acad Orthop Surg*. 2010;18(7):406-16. Review.
15. Paley D, Maar DC, Herzenberg JE. New concepts in high tibial osteotomy for medial compartment osteoarthritis. *Orthop Clin North Am* 1994;25(3):483-98.
16. Phillips MJ, Krachow KA. High tibial osteotomy and distal femoral osteotomy for valgus or varus deformity around the knee. AAOS instructional course lectures 1998;47:429-36.
17. Lobenhoffer P. Importance of osteotomy around to the knee for medial gonarthrosis. Indications, technique and results. *Orthopade*. 2014;43(5):425-31.
18. Asik M, Sen C, Kilic B, Goksan SB, Ciftci F, Taser OF. High tibial osteotomy with Puddu plate for the treatment of varus gonarthrosis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2006;14(10):948-54.
19. Masrouha KZ, Sraj S, Lakkis S, Saghie S. High tibial osteotomy in young adults with constitutional tibia vara. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2011;19(1):89-93
20. Haviv B, Bronak S, Thein R, Kidron A, Thein R. Mid-term outcome of opening-wedge high tibial osteotomy for varus arthritic knees. *Orthopedics*. 2012;17;35(2):e192-6.
21. DeMeo PJ, Johnson EM, Chiang PP, Flamm AM, Miller MC. Midterm follow-up of opening-wedge high tibial osteotomy. *Am J Sports Med*. 2010;38(10):2077-84.
22. Martin R, Birmingham TB, Willits K, Litchfield R, Lebel ME, Giffin JR. Adverse event rates and classifications in medial opening wedge high tibial osteotomy. *Am J Sports Med*. 2014;42(5):1118-26.
23. Woodacre T, Ricketts M, Evans JT, Pavlou G, Schranz P, Hockings M, Toms A. Complications associated with opening wedge high tibial osteotomy-A review of the literature and of 15 years of experience. *Knee*. 2016;23(2):276-82.
24. Stoffel K, Stachowiak G, Kuster M. Open wedge high tibial oste-

- otomy: biomechanical investigation of the modified Arthrex Osteotomy Plate (Puđdu Plate) and the TomoFix Plate. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2004;19(9):944-50.
25. Zhim F, Laflamme GY, Viens H, Saidane K, Yahia L. Biomechanical stability of high tibial opening wedge osteotomy: internal fixation versus external fixation. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2005;20(8):871-76.
 26. Agneskirchner JD, Freiling D, Hurschler C, Lobenhoffer P. Primary stability of four different implants for opening wedge high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006;14 (3):291-300.
 27. Aryee S, Imhoff AB, Rose T, Tischer T. Do we need synthetic osteotomy augmentation materials for opening-wedge high tibial osteotomy. *Biomaterials* 2008;29(26):3497-502.
 28. Amendola A, Bonasia DE. Results of high tibial osteotomy: review of the literature. *Int Orthop*. 2010;34(2):155-60.
 29. Zaki SH, Rae PJ. High tibial valgus osteotomy using the Tomofix plate-medium-term results in young patients. *Acta Orthop Belg*. 2009;75(3):360-7.
 30. El-Assal MA1, Khalifa YE, Abdel-Hamid MM, Said HG, Bakr HM. Opening-wedge high tibial osteotomy without bone graft. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2010;18(7):961-6.
 31. Giuseffi SA, Replogle WH, Shelton WR. Opening-Wedge High Tibial Osteotomy: Review of 100 Consecutive Cases. *Arthroscopy*. 2015;31(11):2128-37.
 32. Dikko Kaze A, Maas S, Waldmann D, Zilian A, Dueck K, Pape D. Biomechanical properties of five different currently used implants for open-wedge high tibial osteotomy. *J Exp Orthop*. 2015;2(1):14.
 33. Meding JB, Wing JT, Ritter MA. Does high tibial osteotomy affect the success or survival of a total knee replacement? *Clin Orthop Relat Res*. 2011;469(7):1991-4.

Medial Açık Kama Osteotomisi, Tek Planda-Kamalı Plaklarla

Onur Kocadal, İsmail Murad Pepe, Cem Nuri Aktekin

GİRİŞ

Yüksek tibial osteotomi günümüzde varus deformitesinin eşlik ettiği diz medial kompartman osteoartritin tedavisinde sık kullanılan bir cerrahi tedavi seçeneğidir (1,2). Bu teknikte dizin rölatif olarak medialinden geçen yüklenme aksı lateralize edilerek total diz protezine gidişin geciktirilmesi amaçlanmaktadır (3). Yüksek tibial osteotomi; medial açık kama, lateral kapalı kama ve kubbe (dome) osteotomi gibi bir dizi farklı teknikte uygulanabilir. Lateral kapalı kama tekniğine ait peroneal sinir hasarı, proksimal tibiofibuler eklem yaralanması, cerrahi sonrası ekstremitte kısıtlılığı ve ekstansör adale hasarı gibi potansiyel sorunlarına karşın medial açık kama tekniği nispeten kolay uygulanabilmesi, fibular osteotomi gerektirmemesi, başarılı fonksiyonel sonuçları, kemik stoğunun korunması gibi avantajları nedeniyle günümüzde popülerite kazanmıştır (1,4-6). Medial açık kama osteotomisinin bir diğer avantajı ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu ile beraber uygulanabilmesidir (7).

Medial açık kama osteotomileri tek ya da çoklu planlarda gerçekleştirilebilir. Osteotomi planları dışında cerrahi teknikler arasındaki farklılığı yaratan bir diğer kriter, tespit seçenekleridir. Yüksek tibial osteotomide ideal tespit; yüksek stabilitenin sağlanarak kaynamama veya elde edilen düzeltmenin kaybedilmemesi gibi komplikasyonların gelişiminin engellenmesi ile osteotomi hattının iyileşmesine olanak sağlanması olarak tanımlanabilir (5,8). Günümüzde Puddu (Arthrex Inc., Naples, FL, USA) ve TomoFix (TomoFix Osteotomy System; DePuy Synthesis, West

Chester, PA, USA) plakları ile tespit popülerite kazanmıştır. Bu sistemlere ait düzeltme kaybı, implant irritasyonu, implant iflası gibi plağa bağlı komplikasyonlar rapor edilmiştir (9, 10). Bu iki plağa alternatif olan tespit yöntemleri kamalı plaklar, 'T' - 'L' plaklar ve eksternal fiksatörler olarak sıralanabilir (11-13). Osteotomi sonrası tespit greft kullanılarak veya kullanılmaksızın yapılabilir (13-15). Tespit sonrası düzeltme kaybı açık kama yüksek tibial osteotomisinde başlıca sorunlardandır. Özellikle osteotomi hattına greft yerleştirilmeksizin yapılan tespitlerde %40'lara varan mekanik komplikasyon oranları bildirilmiştir (3). Tespit sonrası çökmenin engellenmesi için osteotomi hattını destekleyen kamalı plaklar geliştirilmiştir. Bu bölümde kamalı plak ile tek planda gerçekleştirilen medial açık kama osteotomisi tartışılacaktır.

CERRAHİ PLANLAMA

Hasta seçimi ve uygun cerrahi teknik cerrahi tedavinin başarısını belirleyen ana faktörlerdendir. Yüksek tibial osteotomi için genel endikasyonlar ve kontrendikasyonlar bu teknikte de benzerlik gösterir. Tipik endikasyon varus diziliminin olduğu medial kompartman osteoartritidir. Hastalarda lateral ve patellofemoral eklem muayenesi dikkatli şekilde yapılmalıdır. Varsa eşlik eden çapraz bağ yırtığı veya kırık patolojileri kaydedilmelidir. Başarılı sonuçların alınabilmesi için ideal hasta 65 yaş altı, izole medial kompartman artritine sahip, ileri derecede şişman olmayan, yeterli eklem hareket açıklığı olan hasta olarak tanımlanabilir (16). Hastaya, ameliyat öncesinde cerrahiye

bağlı gelişebilecek komplikasyonlar, iyileşme süreci, koltuk değneği kullanımı gibi konularda detaylı bilgi verilmelidir. Cerrahi sonrası dönemdeki rehabilitasyon protokolü hakkında bilgiler de henüz planlama aşamasında hasta ile konuşulmalıdır. Osteotomi planlanan hastada diz eklemi fleksiyonu 110°'den az, ekstansiyondaki kayıp ise 10°'den fazla olmamalıdır (17). Bununla beraber dikkat edilmesi gereken birkaç husus bulunmaktadır. Medial osteotomi planlanan olgularda stabil fiksasyon için lateral tibial korteksin sağlam olması gereklidir. Patellofemoral eklem sagittal plan dizilim bozukluğu osteotomi planlamasında önem arz eder. Patella baja dizilimi olan hastalarda uniplanar osteotomi yerine biplanar retrotübörkül osteotomisinin planlanması daha uygun bir yaklaşım olacaktır (17). Cerrahi sonrası düzeltme kaybı olasılığı nedeniyle hafif miktarda valgus diziliminin elde edilecek şekilde osteotominin planlanması uygun bir yaklaşım olabilir.

CERRAHİ TEKNİK

Osteotomiye başlamadan önce tibiofemoral ve patellofemoral eklem artroskopik olarak değerlendirilmesi menisküs, tibiofemoral, patellofemoral eklem kıkırdak dokusu ve çapraz bağların durumu hakkında kritik bilgiler sağlayabilir.

Medial açık kama osteotomisi klasik olarak patellar tendonun medialinden yapılan kesi ile gerçekleştirilir (15). Pes anserinus tendonları yapışma yerlerinden ayrılır. Medial kollateral ligamentin varus dizilimi olan hastalarda sıklıkla sağlam ve kontrakte olup subperiosteal olarak kemikten sıyrılması gerekir (16). Daha sonra tibia medial eklem hattının yaklaşık 3,5 cm distalinden, tibial tüberkülün hemen proksimalinden başlayan, lateral eklem yüzeyinin 1.5 cm distalinden geçecek planda osteotomi hattı belirlenir (18,19). Esenkaya, osteotomi hattının belirlenmesi için bir kılavuz sistemi tanımlamıştır (19). Kılavuz sistem olmaksızın da floroskopi kontrolünde yerleştirilen Kirschner telleri de osteotomi hattının planlanmasında kullanılabilir.

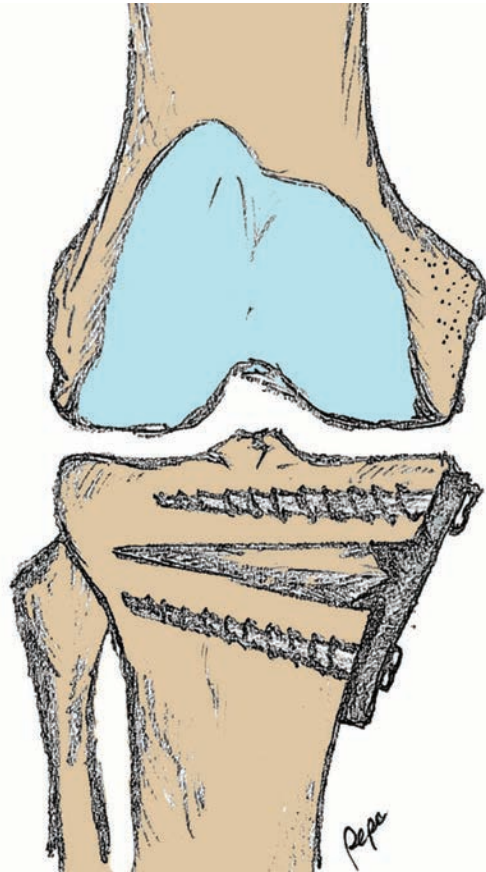
Medial açık kama osteotomisinde dikkat edilmesi gereken noktalardan birisi posterior tibial eğimdir. Osteotom yardımıyla gerçekleştirilen osteotomi sırasında lateral kortekse penetrasyon olmamasına ve nörovasküler yapılar hasar verilmemesine dikkat edilmelidir. Lateral korteks penetrasyonu tespitini azaltarak elde edilen düzeltmenin kaybedilmesine neden olabilir (16). Osteotomi yapılmasına takiben bu hat özel genişleticilerle veya ekstra osteotomlarla genişletilir. Osteotomi sonrası kemikte elde edilmesi planlanan kama miktarı bir olası çök-

me miktarı gözetilerek ideal pozisyondan bir miktar daha fazla olarak planlanmalıdır. Osteotomi hattının açılmasını takiben tespit materyalleri yerleştirilir.

İMLANT SEÇENEKLERİ VE SONUÇLAR

Klasik kamalı plaklar, kapalı kama osteotomisinde geleneksel olarak kullanılmaktadır (20). Bu bölümde açık kama osteotomisinde kullanılan kamalı plak kavramı osteotomi hattını destekleyen 'kama' biçiminde bloklara sahip implantlar için kullanılmıştır (Resim 1).

Medial açık kama osteotomisinde kullanılan kamalı plaklardan birisi ilk defa 2003 yılında kullanılan Anthony-K (Clamart, France) plağıdır. Bu plak, milimetrik olarak düzeltmeye izin verecek şekilde osteotomi hattını destekler (21). Sistemin bir diğer avantajı cerrahinin her aşamasında hastaya göre modifikasyonlara izin vermesidir. Cerrahi sonrası immobilizasyon gerektirmeyen sistem bu sayede erken rehabilitasyona olanak sağlar. Altay ve ark. medial



Resim 1. Kamalı plak ile tek planlı medial kama açık kama osteotomi tekniğinde osteotomi hattı kamalar ile.

kompartıman osteoartriti nedeniyle 34 hastanın 35 dizine Antony-K plağı ile açık kama osteotomisi uygulanmış ve sonuçlarını prospektif olarak değerlendirmiştir (21). Minimum 5 yıl takip süresi olan olguları içeren çalışmalarında görsel ağrı skoru, Lysholm ve WOMAC skorlarında final takiplerinde anlamlı iyileşme düzeyi elde edildiğini bildirmişlerdir. Çalışma öncesi tibiofemoral açı ortalama $4,68^\circ$ varus iken; olguların son kontrolünde $8,43^\circ$ valgus olduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmada 5. yılda implant sağkalımı %97,2 olarak rapor edilmiştir (21).

Anthony-K plağı ile tespitin değerlendirildiği prospektif bir diğer çalışma ise Ribeiro ve ark. tarafından gerçekleştirilmiştir (22). Ardışık 60 hastanın 12 ay süre ile izlendiği bu çalışmada Altay ve ark.'nın çalışmasına benzer şekilde cerrahi sonrasında fonksiyonel diz skorlarında anlamlı düzelme elde edilmiştir. Olguların radyolojik olarak değerlendirilmesinde ortalama tibial eğim açısının cerrahi sonrası dönemde ($13,9^\circ$), cerrahi öncesi döneme göre (9°) arttığı bildirilmiştir. Olguların hiçbirinde komplikasyon görülmediği rapor edilmiştir (22).

Osteotomi hattının tespitinde kullanılan kamalı sistemlerden bir diğeri Esenkaya ve ark. tarafından geliştirilmiştir (Hipokrat/Türkiye, TR2002 02021Y). İki veya dört delikli dikdörtgen veya ters L şeklindeki plağın osteotomi hattını destekleyen kamaları mevcuttur. Bu kamalar yardımıyla osteotomi ile elde edilmiş dizilimin kaybedilmemesi ve başarılı olarak kaynamanın gerçekleşmesi amaçlanmaktadır. Esenkaya ve ark. tarafından bu sistem medial kompartıman artrozu olan 56 hastanın 58 dizine uygulanmıştır (2). Ortalama 21 aylık takip süresi olan çalışmada cerrahi öncesi dönemde 58 olan Hospital for Special Surgery (HSS) skoru, cerrahi sonrası dönemde 89 olarak rapor edilmiştir. Aynı çalışmada cerrahi öncesi tibiofemoral açı $4,6^\circ$ varus diziliminde iken cerrahi sonrası dizilim $5,6^\circ$ valgus olduğu bildirilmiştir. Çalışmanın yazarları, en sık karşılaşılan komplikasyonların lateral korteks kırılması (%25,8) ve lateral plato kırığı (%8,6) olduğunu belirtmiştir (2).

Osteotomi hattını destekleyen kamalı sistemlerde dişli ve yatay kamaların yanı sıra proksimal ve distaldeki kısmın yekpare ön-arka dikey kamalar ile desteklendiği tasarımlar da geliştirilmiştir. Jung ve ark. "dikey kamalı blok" sistemi (Aescula; B. Braun Korea, Seoul, South Korea) ile gerçekleştirilen 94 olguyu, rijit bir osteotomi tespit implantı olan TomoFix plağı kullanılan 92 olgu ile kıyaslamıştır (8). Yazarlar kamalı sistemde (%38), TomoFix sistemine göre (%28) daha fazla komplikasyonla karşılaştıklarını bildirmişlerdir. Her iki sistemde de cerrahi sonrası dönemde fonksiyonel diz skorları cerrahi öncesi dönemi göre daha

yüksek olarak hesaplanmıştır. Buna karşın TomoFix gurubunda elde edilen fonksiyonel skorların, kamalı sisteme göre iyi olduğunu rapor etmişlerdir.

Osteotomi tespitinde kullanılan kamalı sistemlere alternatif olarak geliştirilmiş bir diğer sistem "metal blok eklemeli" kilitli plaklardır. Tek planlı medial açık kama osteotomisi için geliştirilmiş olan bu implantlar proksimal medial plağı ve plak ile eklemleşen özel kamalı bir bloktan oluşur. Medial proksimal tibia plağı için sabit planda kilitli (OhtoFix; Ohtomedical Co. Ltd., Goyang, Korea) veya çok planlı kilitli plak tasarımları (DWL®, Tradimedics, Korea) mevcuttur. Shin ve ark. çok planlı kilitli tasarım ile gerçekleştirilen 50 prosedürü, TomoFix plağı kullanılarak yapılan 47 olgu ile prospektif olarak karşılaştırmışlardır (6). Her iki grupta da son takiplerinde fonksiyonel olarak anlamlı düzelme elde edilmiştir. Buna karşın metal blok eklemeli sistemde komplikasyon %4 oranında görülürken, TomoFix gurubunda herhangi bir komplikasyon görülmemiştir (6). Han ve ark. metal bloklu sistemi diğer kamalı sistemlerle karşılaştırmış ve biyomekanik olarak daha üstün olduğunu bildirmişlerdir (1).

SORUNLAR

Kamalı plak ile yapılan tek planlı medial açık kama osteotomisine bağlı sorunlar medial açık kama osteotomisinde karşılaşılan genel sorunlarla benzerlik gösterir. Literatürde % 38'e varan komplikasyon oranları rapor edilmiştir (3,8). Karşılaşılan komplikasyonlar; elde edilen düzeltmenin kaybı, lateral korteks kırılması, lateral plato kırılması, kaynama gecikmesi, hatalı kaynama, implant irritasyonu, pulmoner emboli, enfeksiyon, artrofibrozis ve implant iflası olarak sıralanabilir (1-3,6,8,15,16,19,21,23). Genel komplikasyonlar dışında özellikle osteotomi tipine bağlı gelişen sagittal eksen dizilim bozuklukları, osteotomi hattında greft seçimi özellik arz eden durumlardır.

Tibial eğim ve patellofemoral dizilim bozuklukları

Tek planlı osteotomide amaç bir koronal plan dizilim bozukluğu olan diz varusunun düzeltilmesidir. Buna karşın sagittal ve aksiyel plan dizilimin de osteotomiden etkilenmektedir. Medial açık kama osteotomisine bağlı sorunlar, patellofemoral dizilim bozuklukları, sagittal plan tibial eğim artışı olarak sıralanabilir (24,25). Buna karşın bağ instabilitesi mevcudiyetinde tibial eğim değişimi zaman zaman arzu edilen bir durum olduğu da bilinmelidir (16). Tek planlı osteotomi geleneksel olarak tuberositas tibianın hemen proksimalinden yapılır (18). Tek planlı osteotomide tuberositas tibianın

distalinden yapıldığı durumlarda patellar yüksekliğin azalması (patella baja veya infera) karşılaşılan bir diğer problemidir (23). Patellofemoral eklem sagittal plan dizilimin değişikliklerinin patellofemoral eklem yüklenmelerini dolayısıyla biyomekaniğini değiştirerek kıkırdak dejenerasyonuna neden olabileceği bilinmemektedir (26,27). Patellofemoral eklem sagittal plan dizilim değişikliklerine benzer şekilde artmış tibial eğim, tibiofemoral eklemde de kıkırdak yüklenme paternlerinde değişikliklere neden olabilmektedir (28). Patellar yüksekliğin azalmasının bir diğer sakıncası ileride yapılabilecek total diz protezi esnasında patellanın "evert" edilme güçlüğüdür (17).

Esenkaya ve ark. tarafından geliştirilen yüksek tibial osteotomi plağı medial açık kama osteotomisinde uniplanar ve biplanar olarak uygulanabilir. Elmalı ve ark. medial kompartman ostartriti olan olgularda tek ve iki planlı osteotominin fonksiyonel ve radyolojik sonuçlarını 78 hastanın 88 dizinde değerlendirmişlerdir (23). İki osteotomi tekniğinin karşılaştırıldığı çalışmada her iki gurupta da cerrahi sonrasında cerrahi öncesi döneme göre anlamlı klinik düzeltme elde edilmiştir. Buna karşın radyolojik değerlendirmelerine göre tek planlı osteotomi gurubunda cerrahi öncesi ölçümlere göre patellar indeks oranında azalma ve posterior tibial eğimde anlamlı düzeyde artma saptanmışlardır. Çalışmanın yazarları biplanar osteotomi gurubunda bu radyolojik farklılıkların saptanmadığını belirtmişlerdir (23).

Greft kullanımı

Kamalı plaklarla yapılan tespitlerde greft kullanımı geleneksel bir problemidir. Medial açık kama osteotomisinde 7 mm'den fazla düzeltme yapılması planlandığında greft kullanımı gerekmektedir (16). Greft için iliak kanattaki kemik stoğu kullanılabilir gibi allogreftler, kemik çimentosu, hidroksiapatit veya kalsiyum fosfat yapıda sentetik greftler de kullanılabilir. Otojen iliak kemik greftleri ile ilgili en büyük sorun, verici saha morbiditesidir (17). Sentetik materyaller kullanılarak yapılan tespit sonrasında kaynamama azımsanamayacak derecede karşılaşılan bir sorundur.

El-Assal ve ark. 58 hastadan oluşan serilerinde medial açık kama osteotomisini 4 delikli dişli plak (Orthomed- Egypt) ile tespit etmişlerdir (15). Ortalama 38 ay takip süresi bulunan bu çalışmada diğer çalışmalardan farklı olarak osteotomi hattına greft uygulanmamıştır. Ortalama kaynama 12,4 ayda elde edilmiş olup tüm hastalarda kaynamanın elde edildiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada 51 (%88) olguda mükemmel, 7 (%12) olguda ise iyi HSS skoru elde edilmiştir. Sonuç olarak çalışmalarında 14 mm'ye kadar düzelt-

me gereksinimi olan olgularda greft kullanılmaksızın bu tekniğin kullanılabilirliğini rapor etmişlerdir (15).

Schröter ve ark. kamalı pozisyon plağı (Aesculap; Tuttlingen, Germany) kullanılarak osteotomi hattının kemik greft ile desteklenmeksizin gerçekleştirilen 35 olguyu içeren 12 ay takip süreli prospektif çalışmalarında %34 oranında komplikasyon rapor etmişlerdir (3). El-Assal ve ark. çalışmasındaki sonuçlar ile çelişen yüksek komplikasyon oranı; düzeltme kaybı, tibia plato kırığı, vida iflasi, hatalı kaynama ve lateral korteks kırılması gibi büyük oranda mekanik problemlerden kaynaklandığı belirtilmiştir. Çalışmanın yazarları özellikle 2. ve 6. aylarda ciddi düzeyde düzeltme kaybı nedeniyle bu implantın greft kullanılmaksızın gerçekleştirilmesini önermediklerini belirtmişlerdir (15).

SONUÇ

Sonuç olarak kamalı sistemler ile gerçekleştirilen medial uniplanar açık kama osteotomisinin, varus dizilimine sahip diz medial osteoartritinin tedavisinde başarılı bir tedavi seçeneği olduğu söylenebilir. Bu teknik kapalı kama osteotomi yerine daha kullanışlı bir osteotomi olup, kamalı sistemler Puddu ve TomoFix plaklarına karşı başarılı bir alternatiftir. Bununla beraber yüksek tibial osteotomi prosedürü için günümüzde implant endüstrisi, mevcut sistemlerin optimizasyonu ve yeni sistemlerin geliştirilmesi için yoğun çaba harcamaktadır. Günümüzde "altın standart" kabul edilen bir tedavi yaklaşımı ve implant seçeneği yoktur. Dolayısıyla tedaviyi gerçekleştirecek hekimlerin mevcut sistemlerin avantaj ve dezavantajlarını bilmesi olası sorunlara karşı hazırlıklı olması gerekmektedir.

Kaynaklar

1. Han SB, Bae JH, Lee SJ, Jung TG, Kim KH, Kwon JH, et al. Biomechanical properties of a new anatomical locking metal block plate for opening wedge high tibial osteotomy: uniplane osteotomy. *Knee Surg Relat Res.* 2014;26:155-61.
2. Esenkaya I, Elmalı N. Proximal tibia medial open-wedge osteotomy using plates with wedges: early results in 58 cases. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2006;14:955-61.
3. Schroter S, Gonser CE, Konstantinidis L, Helwig P, Albrecht D. High complication rate after biplanar open wedge high tibial osteotomy stabilized with a new spacer plate (Position HTO plate) without bone substitute. *Arthroscopy.* 2011;27:644-52.
4. Bauer T, Hardy P, Lemoine J, Finlayson DF, Tranier S, Lortat-Jacob A. Drop foot after high tibial osteotomy: a prospective study of aetiological factors. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2005;13:23-33.
5. Agneskirchner JD, Freiling D, Hurschler C, Lobenhoffer P. Primary stability of four different implants for opening wedge high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2006;14:291-300.

6. Shin YS, Kim KH, Sim HB, Yoon JR. Comparison between two angular stable locking plates for medial opening-wedge high tibial osteotomy: Decisive wedge locking plate versus TomoFix. *J Orthop Sci.* 2016;21:791-7.
7. Herman BV, Giffin JR. High tibial osteotomy in the ACL-deficient knee with medial compartment osteoarthritis. *J Orthop Traumatol.* 2016;17:277-85.
8. Jung WH, Chun CW, Lee JH, Ha JH, Kim JH, Jeong JH. Comparative study of medial opening-wedge high tibial osteotomy using 2 different implants. *Arthroscopy.* 2013;29:1063-71.
9. Valkering KP, van den Bekerom MP, Kappelhoff FM, Albers GH. Complications after tomoFix medial opening wedge high tibial osteotomy. *J Knee Surg.* 2009;22:218-25.
10. Miller BS, Downie B, McDonough EB, Wojtyś EM. Complications after medial opening wedge high tibial osteotomy. *Arthroscopy.* 2009;25:639-46.
11. Sen C, Kocaoglu M, Eralp L. The advantages of circular external fixation used in high tibial osteotomy (average 6 years follow-up). *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2003;11:139-44.
12. Spahn G, Wittig R. Primary stability of various implants in tibial opening wedge osteotomy: a biomechanical study. *J Orthop Sci.* 2002;7:683-7.
13. Koshino T, Murase T, Saito T. Medial opening-wedge high tibial osteotomy with use of porous hydroxyapatite to treat medial compartment osteoarthritis of the knee. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85-A:78-85.
14. Kraal T, Mullender M, de Bruine JH, Reinhard R, de Gast A, Kuik DJ, et al. Resorbability of rigid beta-tricalcium phosphate wedges in open-wedge high tibial osteotomy: a retrospective radiological study. *Knee.* 2008;15:201-5.
15. El-Assal MA, Khalifa YE, Abdel-Hamid MM, Said HG, Bakr HM. Opening-wedge high tibial osteotomy without bone graft. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2010;18:961-6.
16. Esenkaya I. Proksimal Tibia Medial Açık Kama Osteotomisi. *TOTBD (Türk Ortopedi ve Travmatoloji Birliği Derneği) Dergisi.* 2005;4:1-14.
17. Elmali N, Esenkaya İ. Proksimal Tibia Medial Açık Kama Osteotomisi. *Türkiye Klinikleri Journal of Orthopaedics and Traumatology Special Topics.* 2013;6:70-8.
18. Hernigou P, Medevielle D, Debeyre J, Goutallier D. Proximal tibial osteotomy for osteoarthritis with varus deformity. A ten to thirteen-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Am.* 1987;69:332-54.
19. Esenkaya I. Proksimal tibia medial açık kama osteotomisinde kamalı plak uygulaması. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2005;39:211-23.
20. Koshino T, Morii T, Wada J, Saito H, Ozawa N, Noyori K. High tibial osteotomy with fixation by a blade plate for medial compartment osteoarthritis of the knee. *Orthop Clin North Am.* 1989;20:227-43.
21. Altay MA, Erturk C, Altay N, Mercan AS, Sipahioglu S, Kalender AM, et al. Clinical and radiographic outcomes of medial open-wedge high tibial osteotomy with Anthony-K plate: prospective minimum five year follow-up data. *Int Orthop.* 2016;40:1447-54.
22. Ribeiro CH, Severino NR, Cury Rde P, de Oliveira VM, Avakian R, Ayhara T, et al. A new fixation material for open-wedge tibial osteotomy for genu varum. *Knee.* 2009;16:366-70.
23. Elmali N, Esenkaya I, Can M, Karakaplan M. Monoplanar versus biplanar medial open-wedge proximal tibial osteotomy for varus gonarthrosis: a comparison of clinical and radiological outcomes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013;21:2689-95.
24. Lustig S, Scholes CJ, Costa AJ, Coolican MJ, Parker DA. Different changes in slope between the medial and lateral tibial plateau after open-wedge high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013;21:32-8.
25. Lee YS, Lee SB, Oh WS, Kwon YE, Lee BK. Changes in patellofemoral alignment do not cause clinical impact after open-wedge high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016;24:129-33.
26. Aksahin E, Kocadal O, Aktekin CN, Kaya D, Pepe M, Yılmaz S, et al. The effects of the sagittal plane malpositioning of the patella and concomitant quadriceps hypotrophy on the patellofemoral joint: a finite element analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016;24:903-8.
27. Aksahin E, Aktekin CN, Kocadal O, Duran S, Gunay C, Kaya D, et al. Sagittal plane tilting deformity of the patellofemoral joint: a new concept in patients with chondromalacia patella. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017;25:3038-45.
28. Agneskirchner JD, Hurschler C, Stukenborg-Colsman C, Imhoff AB, Lobenhoffer P. Effect of high tibial flexion osteotomy on cartilage pressure and joint kinematics: a biomechanical study in human cadaveric knees. Winner of the AGA-DonJoy Award 2004. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2004;124:575-84.

Medial Açık Kama Osteotomisi, Tek Planda-Tomofiks Plağı İle

İbrahim Tuncay, Gökçer Uzer

Alt ekstremitte diziliminde dizin medial veya lateral kompartmanından geçen artmış yüklenme; bu kompartmanda artmış kıkırdak dejenerasyonuna ve buna bağlı oluşabilecek semptomların oluşmasına sebep olabilmektedir. Alt ekstremitenin mekanik aksı ile anatomik aksı arasındaki normalde 6° olan farkın 10° ve üzerinde olması durumunda bu tablo sıklıkla görülebilmektedir (1). Bu tip durumlarda uygulanan valgus yüksek tibial osteotomisi (YTO) gibi yeniden dizilim osteotomileri özellikle genç ve aktif kişilerin sıklıkla medial eklem artrozu olan varus dizilim bozukluğu olan dizlerinde artroplastiye gidişi geciktirmekte ve eklem yapısını korumaktadır. Osteotomi ile beraber uygulanan kıkırdak onarımları (OAT, ACI, MACI, vs.), bağ rekonstrüksiyonları veya güçlendirilmesi, menisküs tamir ya da transplantasyonu gibi ek prosedürler osteotominin başarı şansını da arttırmaktadır.

YTO ilk defa 1900 lü yılların başında Rikets ve poliomyelite bağlı olarak dizde oluşan varus ve valgus deformitelerinde kullanılmıştır. Günümüze kadar çeşitli uygulamalar yapılmış ve günümüzde uygulanan YTO, Coventry tarafından tariflenen temel olarak lateral kapalı kama osteotomisi olan Coventry osteotomisi ile popularize edilmiştir. Fakat peroneal sinir yaralanması, yapılan düzeltmenin bozulması ihtimali, alt ekstremitede kısılma oluşması, kompartman sendromu riski gibi komplikasyonları ve ek olarak yapılması gereken fibula osteotomisi, fibula başı rezeksiyonu, tibiofibuler eklem ayrılması gibi fibular prosedürlerin eşlik etmesi sonrası artmış morbidite sebebi ile medial açık kama osteotomisi daha popüler hale gelmiştir (2-8). Medial açık kama osteotomisinin

sagittal ve koronal planda düzeltme sağlayabilmesi, peroneal sinir hasarlanma ihtimalinin daha düşük olması, bacak boyunda kısılma oluşmaması, ek bir fibular işleme gereksinimi olmaması, daha az kasa zarar veren bir yaklaşıma sahip olması ve gelecekte yapılabilecek olan total diz artroplastisi (TDA) için insizyonunun aynı planda olması kapalı kama osteotomisine olan üstünlükleri olarak söylenebilirken, 10 mm ve üzerinde oluşan defektlerde kemik greft gereksiniminin olması, erken yük vermeye izin vermemesi, kullanılacak olan implantların küçük ve ince olması durumunda yapılan düzeltmede kayıba neden olabilmesi, büyük ve kalın plaklarda oluşan cilt irritasyonu ve daha büyük insizyon gereksinimi dezavantajları olarak sayılabilmektedir(9). Bunun yanında literatürde daha az olan dome (kubbe) osteotomisi ve external fiksator yardımcı hemikallotazis ile uygulanan valgus yüksek tibial osteotomi uygulamaları vardır. Herbirinin diğerine göre avantajları ve dezavantajları mevcuttur.

Endikasyonlar

Dizin primer olarak medial tarafında olan ağrı ile birlikte ayakta basarak çekilmiş direkt grafide varus deformitesine bağlı mekanik aksın medialden geçtiği ve buna medial eklem aralığında daralmanın eşlik ettiği radyolojik olarak artroz bulgularının bulunduğu genç ve aktif kişiler prosedürün en sık uygulandığı hasta popülasyonundadır. Bunun yanında kıkırdak restorasyon prosedürleri ve meniskal transplantasyon yapılan ve mekanik aksın, rekonstrüksiyonun yapıldığı taraftan geçtiği hastalarda da uygulanmaktadır.



Resim 1. Bilateral double varus deformitesi

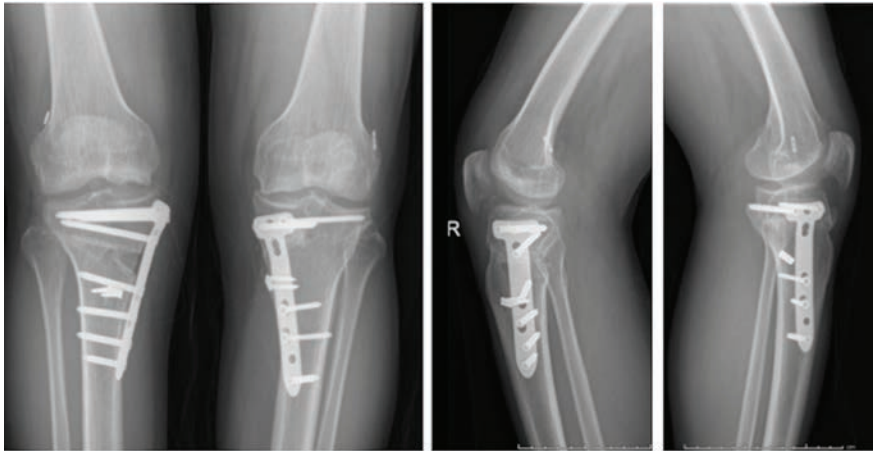
YTO için dizde preoperatif varus olması gereklilikler içerisinde bulunmaktadır fakat bunun minimum derecesi ile ilgili net bir bilgi olmaması yanında en az 4 derece varus ve medial eklem artroz bulgusu bulunan hastaların HTO dan fayda göreceği düşünülmektedir (10). YTO için üst sınır ise bazı kaynaklara göre 15 dereceye kadar olan düzeltmelerde medial açık kama osteotomisi uygulanırken 15-20 derece düzeltmelerde gelişebilecek kaynamama problemleri sebebi ile lateral kapalı kama osteotomileri, 20 derece üzeri deformitelerde ise dizin her iki tarafından (tibial ve femoral) uygulanacak osteotomiler ile düzeltme sağlanabilmektedir (11). Ayrıca ileri derece deformitelerde hemikallotazis yöntemi ile tedrici düzeltme

sağlanan external fiksator yardımı osteotomilerde kullanılmaktadır.

Dizdeki varus değerlendirilirken özellikle yürüyüş sırasında dizin artmış addüktör momentine bağlı zaman içerisinde lateral ligamanların gerilmesi sonucu oluşan lateral veya varus thrust mutlaka değerlendirilmelidir. Bu durumda oluşan varus deformitesi *double varus deformitesi* olarak adlandırılmış, bu durumun kronik hale gelmesi sonucunda oluşan varus deformitesi ise *triple varus (varus recurvatum) deformitesi* olarak adlandırılmıştır (Resim 1). Bu double ve triple varus deformiteli dizlerde ön çapraz bağ yetmezliği de eşlik edebileceği için yapılacak olan YTO operasyonlarına bağ rekonstrüksiyonlarının da eklenmesinin gerekli olduğu belirtilmiştir (12). Ayrıca bu tip hastalarda YTO sonrası artmış addüksiyon momentine bağlı tekrarlayan varus deformitesi oluşma ihtimali yüksek olduğu için aşırı düzeltme yapmak faydalı olabilmektedir (13).

Medial kompartman artrozu derecesi ile ilgili net bir sınır belirtilmemişken özellikle ciddi medial kompartman kırıkda destrüksiyonu olan Ahlback veya Outerbridge evre 3-4 lezyon varlığında kötü sonuçların bildirildiği çalışmalar mevcuttur (14-16).

Dizdeki hareket açıklığının minimum 90°-100° olması ve 10°-15° den daha az ekstansiyon defisitinin olması gerekli olan diz eklem hareket açıklık kriterleridir (17). Çünkü YTO operasyonu sonrası bir miktar dizde eklem hareket açıklığında azalma gelişebilmektedir (11). Bunun yanında kemik stoğunun azaldığı osteoporoz gibi durumlarda yapılacak olan fiksasyonun kalitesi azalacağı için 60 yaş altı bayan ve erkek hastalarda uygulanması cerrahi operasyonun başarısını arttırmaktadır (11). Ayrıca osteonekroz veya osteokondral defekt varlığında mekanik aksın yerini değiştirerek, ön çapraz bağ yetmezliğinde tibia



Resim 2. Bilateral double varus deformitesi nedeni ile YTO ve ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu yapılan hastanın operasyon sonrası üçüncü yıl takibi

eğimi azaltarak, arka çapraz bağ yetmezliğinde ise tibial eğimi arttırarak veya eş zamanlı veya ardışık olarak yapılan kombine prosedürler ile YTO yapılabilmektedir (Resim 2). Burada tibial eğim ile ilgili dikkat edilecek nokta operasyon sonrası tibial eğim değişikliği 10° den fazla olan vakalarda biomekanik olarak bir avantaj sağlanmadığı sonuçları kötü etkileyebileceğidir (18).

Tüm bunlar yanında kırık veya daha farklı bir travma sonrasında oluşmuş bir tibial deformite varlığında, metabolik ve nörolojik hastalıklarda oluşan konjenital veya kazanılmış deformiteler varlığında YTO uygulanmaktadır. Ayrıca dikkat edilmesi gereken önemli bir nokta olarak insizyon sahasında olan bir cilt lezyonu ve alt ekstremitenin nörovasküler durumu da yapılacak olan cerrahiye ve seçilecek olan yöntemi belirleyebilmektedir.

Kontraendikasyonlar

Özellikle diz eklemünde 90° den daha az fleksiyon olmasının sonuçlarının kötü olduğu bildirilmiştir. Bunun yanında min 120° fleksiyon olan dizlerin sonuçlarının daha iyi olduğu bildirilmektedir (19-22). Lateral kompartman Osteoartriti (OA) veya lateral menisküsün büyük bir kısmının kaybı durumunda, ayrıca bunun yanında yaygın OA olan veya inflamatuvar artrit varlığında yapılması önerilmemektedir.

Patellofemoral osteoartrit (OA) varlığı özellikle dizin medial tarafında ağrı tarif eden hastalar için kesin bir kontraendikasyon oluşturmasada, orta ve ileri derece Patellofemoral OA durumunda ve major problemin patellofemoral olduğu tespit edilen hastalarda sonuçlar kötü olarak etkileneceği için YTO bu hasta grubunda önerilmemektedir (23). McNamara ve ark.'larının yapmış olduğu çalışmada 12,5 mm ve daha fazla medial açılma yapılan medial açık kama osteotomisinde eşlik eden tuberositas tibia osteotomilerinin oluşabilecek patella infera ve artmış patellofemoral kontakt basıncının komplikasyonlarını çözeceğini göstermiştir (24). Bununla birlikte eşlik eden tuberositas tibia osteotomilerinin komplikasyon riskini arttırdığını gösteren çalışmalar da mevcuttur (25,26).

Obezite durumunda özellikle "Vücut kitle indeksi" (VKİ) $>30\text{kg}/\text{m}^2$ olan hasta grubunda sonuçların kötü olacağı gösterilmiştir (27). Ayrıca Coventry tarafından yapılan çalışmada ideal vücut ağırlığının 1,3 kat üzerinde kilosu bulunan hastalarda sonuçlarının kötü olduğu gösterilmiştir (28). Burada sadece yapılan YTO'nun sonuçlarının kötü olması değil aynı zamanda oluşacak olan komplikasyon riskinin fazla olması da sonuçları kötü etkilemektedir.

Sigara özellikle kaynama probleminin daha sık olduğu medial açık kama YTO yapılacak hastalarda daha fazla olumsuz etkiye sahiptir. Böyle bir hasta grubunda eğer YTO yapılacak ise kapalı kama osteotomi ve plak ile fiksasyon tercih edilmeli, eğer açık kama osteotomi yapılacak ise de osteotomy açma mesafesinin en az olduğu ve mutlaka greftlemenin eklendiği bir prosedür tercih edilmelidir. Ayrıca hastaya postop dönemde oluşabilecek cilt problemleri mutlaka belirtilmelidir.

Görüntüleme

Direkt grafi

Ayakta pozisyonda çekilen dizin ön-arka ve yan grafileri temel grafilerdir. Ön-arka grafileri medial ve lateral kompartman, yumuşak doku yapıları ve daha az olarak femoratibial dizilim hakkında bize bilgi verebilmektedir. Lateral grafide ise patellafemoral eklem, patella yüksekliği ve tibial eğim değerlendirilir. Ayrıca 45 derece fleksiyon pozisyonunda çekilen arka-ön grafisi olan Rosenberg grafisi özellikle femoratibial eklem posteriorundaki kırıkta kaybına bağlı eklem aralığının kapanmasının gösterilmesinde önemlidir. Ayrıca çekilen varus veya valgus stress grafileri mevcut kırıkta kalınlığının değerlendirmesinde ve ligamentöz yapıların gevşeklik veya sertliğinin değerlendirilmesinde önemlidir.

Patellofemoral eklem ilişkisinin ve artrozun değerlendirildiği patella tanjansiyel grafi ise dizler 45 derece fleksiyonda olarak çekilmektedir. Lateral grafide değerlendirilen patellar yükseklik ve tanjansiyel grafide değerlendirilen ileri evre artroz varlığı seçilecek olan osteotomi tipini belirlemektedir.

Ayakta çekilen ön-arka alt ekstremitte uzunluk grafisi (kalça-diz ayakbileğini gösteren) diz çevresinde yapılacak olan osteotomileri belirlemede ve planlamada kullanılan temel görüntüleme yöntemidir. Femur başı merkezinden ayak bileği eklemi merkezine çizilen mekanik aks çizgisinin diz eklemine ortasından veya 10 mm medialden geçmesi normal olarak değerlendirilmektedir. Yapılacak olan medial proksimal tibial açığı (MPTA= $87^\circ \pm 3^\circ$) ve lateral distal femoral açığı (aLDFA= $81^\circ \pm 2^\circ$, mLDFA= $87^\circ \pm 3^\circ$) ölçümleri dizde olan varus veya valgus dizilim bozukluğunun belirlenmesinde kullanılan ölçümlerdir. MPTA değerinin normalden düşük olması deformitenin tibiadan kaynaklandığını, LDFA değerinin yüksek olması ise femoral taraftan kaynaklandığını göstermektedir. İki açıda da problem olması durumunda, her iki tarafa da osteotomi yapılması, tek taraflı düzeltilenlerde ortaya çıkan horizontal eklem hattı oluşmasının engellenmesini ve iyi sonuç oluşmasını sağlamaktadır.

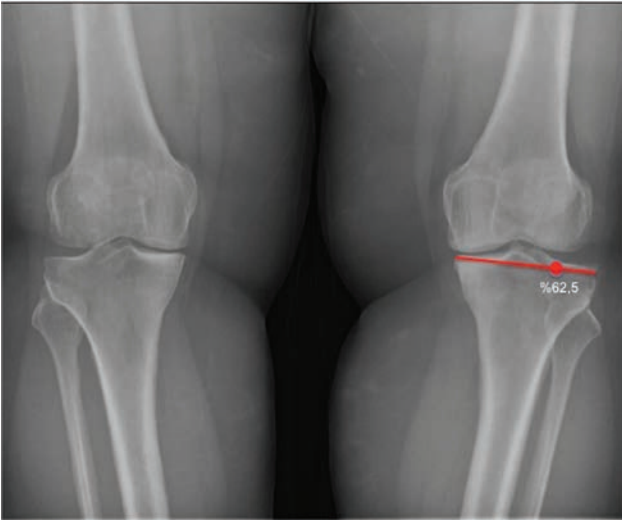
Magnetik rezonans görüntüleme

Medial kompartmanın kıkırdak kaybının derecesinin belirlenmesinde, lateral kompartman ve patellofemoral kompartmandaki kıkırdak dejenerasyonunun değerlendirilmesinde, menisküs lezyonlarını değerlendirmesinde, eklem içindeki serbest cisimlerin tespitinde, bağların değerlendirilmesinde kullanılan görüntüleme yöntemidir.

Operasyon öncesi planlama

Amaç, Dugdale ve ark.'ları tarafından tarif edilen, ayakta çekilen ön-arka alt ekstremitte uzunluk grafisinde çizilen mekanik aksın dizin %62,5 lateralinden geçmesini sağlamaktır (29). Bu nokta "Fujisawa noktası" olarak da bilinmektedir. Bu da yaklaşık 3-5 derece postoperative valgus dizilimi oluşmasına sebep olmaktadır (30). Eğer medial kompartman artrozu belirgin olmayan varus dizilimli hastalarda ise çizilen mekanik aksın, tibia platosunun %50-55 lateralinden geçecek şekilde planlanması amaçlanmalıdır (31) (Resim 3).

Sagittal plan değerlendirmesinde ise önemli olan sagittal tibial eğim değerlendirilmesi ve çizilen sagittal mekanik aksın (femur başı merkezi ve ayakbileği orta noktası arasında) dizin orta noktasından geçmesini sağlamaktır. Posterior tibial eğimde artış tibianın femura göre posterior sublüksasyonunu azaltmaktadır. PCL defekti varlığında tibianın posterior sublüksasyonunu azaltmak için uygulanacak eğim artışı PCL yetmezlik semptomlarını azaltabilmektedir. Aynı şekilde tibial eğimde bir azalma dizin öne translasyonunu azaltmakta ve ÖÇB yetmezliğinde semptomları azaltırken yapacağı dizdeki ekstansiyon artışı nedeni



Resim 3. Dugdale tarafından tariflenen mekanik aksın geçmesinin planladığımız plato tibianın %62,5 undaki nokta (Fujisawa noktası)

ile ekstansiyon defisitli dizlerde artmış bir ekstansiyon sağlamaktadır. Sagittal eğimdeki bu değişimler açık kama osteotomisinde, kapalı kama osteotomisine göre çok daha iyi düzenlenebilmektedir yalnız tek başına açık kama osteotomisinin tibial eğimde artış yarattığı unutulmamalıdır (9).

Artroskopi

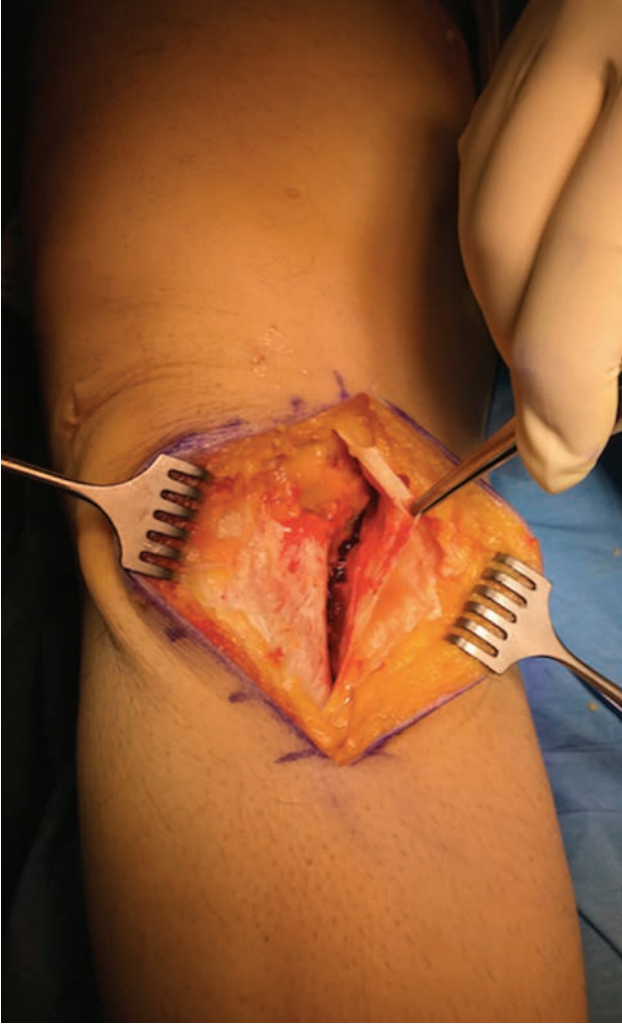
Osteotomi öncesi yapılan artroskopi şart olmasa da, eklem içerisindeki kıkırdak, menisküs ve bağ patolojilerinin direkt görülmesini ve eklem içi serbest cisimlerin saptanmasını sağlarken yapılacak parsiyel menisektomi, mikrokırık ve eklem içi serbest cisim çıkarılması ile oluşabilecek mekanik komplikasyonların önlenmesinde de fayda sağlamaktadır. Ayrıca patellofemoral eklemdeki kıkırdak dejenerasyonunun yerinin ve patellofemoral eklem dinamik değerlendirmesinin direkt görüntülenmesi ile, yapılacak olan medial açık kama osteotomisinde oluşabilecek patellar aşırı basınca karşı osteotominin "retrotuberkül" mü yoksa "biplanar osteotomi" mi olması gerektiğinin kararını vermede yardımcı olabilmektedir.

Cerrahi Teknik

Tibia posteromedial korteks ve anterior korteks arasından orta hattından tuberositas tibia nun 1 cm proksimali, eklem çizgisinin 1 cm inferiorundan proksimali eğimli şekilde yaklaşık 10 cm lik longitudinal kesi ile cilt ve ciltaltı geçilir. Burada longitudinal kesi transvers insizyona göre daha iyi bir iyileşme potansiyeli olduğu için tercih edilir (32) (Resim 4).



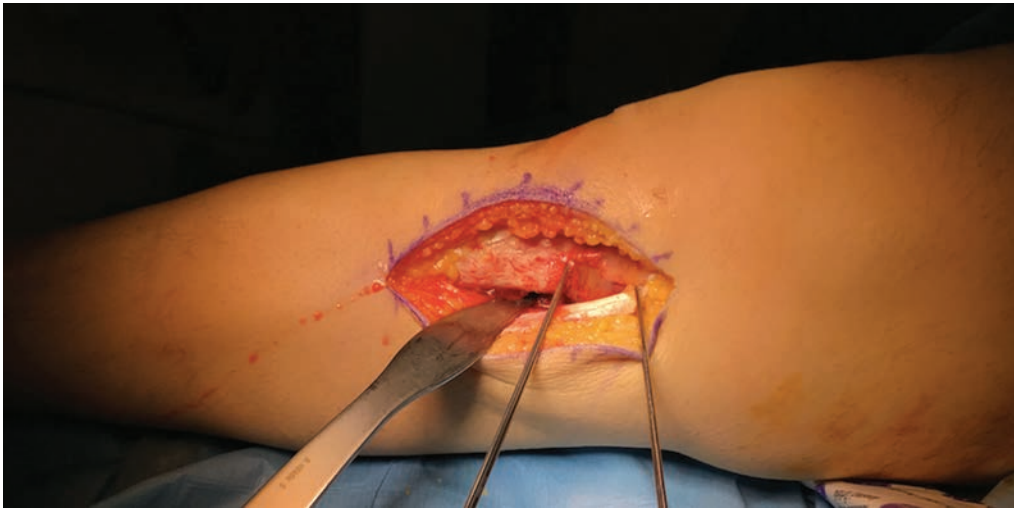
Resim 4. Proksimalde curved şekilli longitudinal insizyon



Resim 5. Pes anserinus kaldırıldıktan sonra MCL (medial kollateral ligaman) gevşetilmesi

Daha sonra sartorial fasya pes anserinus ile birlikte kaldırıldıktan sonra İç yan bağın yüzeyel lifleri ile karşılaşılmıştır. İç yan bağ distal yapışma yerinden proksimal posteromedial kortekse kadar keskin diseksiyon ile kaldırılır. Bunun yapılmasındaki amaç medial eklem yüzündeki artmış olan aşırı yüklenmeyi azaltarak ağrıyı azaltmaktır. Varus deformitesini düzeltmiş olsak bile bu medial eklem aralığına binen yükü azaltarak ağrının hafiflemesini sağlamak için gerekli bir prosedürdür (9) (Resim 5). Daha sonra tibia posteromedialine Hohmann künt retraktör kullanılarak ekartman yapıp nörovasküler yapıların korunması sağlanmalıdır. Bunu takiben 2 adet 1,8 mm'lik K teli tibial eğime ve eklem hattına paralel olacak şekilde ve lateralde fibula başını hedefleyecek yönde skopi eşliğinde gönderilir. Bu hem eğimde oluşabilecek değişiklikleri değerlendirmek için bize bir rehber olarak yardımcı olur, hem de medial açık kama osteotomisi sırasında lateral plato tibia da oluşacak kırığa karşı lateral platoyu korumaya yardımcı olur. Daha sonra medial plato eklem çizgisinden yaklaşık 4 cm distalden yine tibial eğime paralel ve fibula başına doğru osteotomi hattını belirleyen 2 adet 1,8 mm lik K teli gönderilir (Resim 6).

Bundan sonra patellar tendon ve tuberositas tibia tespit edilip osteotomi şeklinin belirlenmesi için ortaya konulur. Posteriordeki nörovasküler yapıları korumak için diz fleksiyona alınır ve tuberositas tibianın yaklaşık 1-2 cm posterioruna kadar tibial eğime paralel lateral kortekse yaklaşık 1 cm kalacak şekilde ince testere ile konulmuş olan K tellerinin hemen superiorundan posterior, medial ve anteromedial horizontal osteotomi yapılır. Posterior ve anteromedial



Resim 6. Klavuz teli olarak önceden gönderilen K telleri

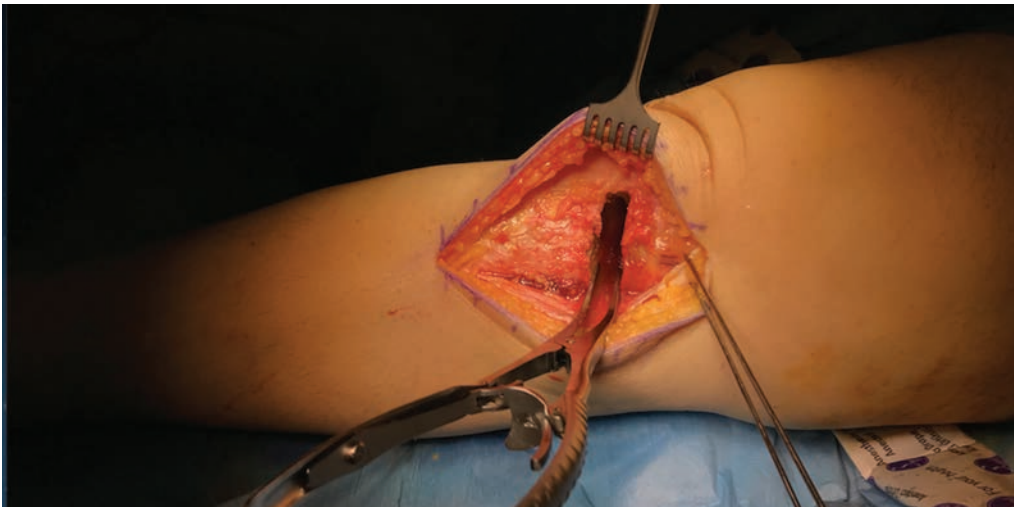


Resim 7. Uniplanar Osteotomi

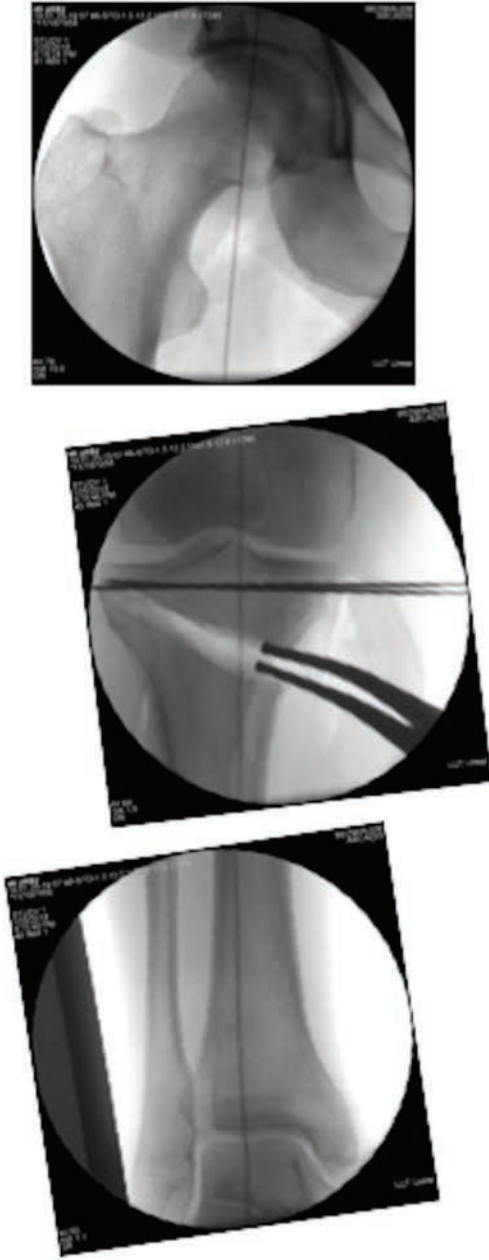
osteotomi tamamlandıktan sonra yapılacak olan osteotominin şekline göre uniplanar ise patellar tendon korunarak tuberositas tibianın proksimalinde kalacak şekilde aynı osteotomi hattında anterior kesi tamamlanır (Resim 7). Biplanar ise tuberositas tibianın 1-2 cm posteriorundan yaklaşık 120° - 130° anterosuperiora doğru kesi yapılarak osteotomi tamamlanırken, retrotuberkül osteotomide 120° - 130° anteroinferiora yönelerek anterior kesi ve osteotomi tamamlanmaktadır.

Daha sonra kontrollü olarak uzun ve geniş osteotomlar yardımı ile lateral korteksi kırmadan osteotomi sahası genişletilir. Bunlar ayrıca posterior korteksi kırılmadığı durumlarda posterior korteksi kırarak osteotomi hattının tamamlanmasını sağlar. Osteotomi hattında genişleme sağlandıktan sonra "laminar sprader" osteotomi hattının posterior yarısına yerleş-

tirilerek önceden hesaplanmış olan düzeltme miktarı yavaş yavaş sağlanır. Bu sırada dikkat edilmesi gereken önceden tibial eğime paralel olarak yerleştirilen proksimaldeki ve osteotomi hattının distalindeki tellerin paralelliğinin bozulmaması yani tibial eğimin değişmemesidir. Kabaca posterordaki açılma anterordaki açılmanın 1,5-2 katı olmalıdır (Resim 8). Eğer eğimle ilgili bir değişiklik yapılacak ise de bu aşamada skopi kontrolünde değişim miktarı ayarlanabilmektedir. Skopi kontrolü ile tibial eğim kontrol edilip kablo testi yapılır. Bu alt ekstremitte aksının değerlendirilmesinde kullanılan basit bir yöntemdir ve genellikle koter kablosu kullanılmaktadır. Skopi yardımı ile femur başı merkezi bulunur ve kablonun proksimali buradan geçecek şekilde yerleştirilip sabitlenir daha sonra distalde ayakbileği eklemi skopi ile gözlenir ve



Resim 8. Laminar Sprader yardımı ile osteotomi hattının açılması ve düzeltmenin sağlanması



Resim 9. Kablo testi ile perop aks değerlendirilmesi

kablonun distali ayakbileği orta hattından geçecek şekilde sabitlendikten sonra kablonun diz ekleminde önceden hesaplanan geçeceği yerde olup olmadığı kontrol edilir ve lateralde kalmış ise medial açılma azaltılarak, medialde kalınmışsada medial açılma artırılarak tekrardan test tekrarlanır. Bu sırada dikkat edilmesi gereken patellanın tam anteriorda orta hatta olması yani alt ekstremide herhangi bir rotasyonel problem olmamasıdır. Bu durumda düzeltmede yanlış hesaplama oluşabilmektedir (Resim 9). Kablonun geçtiği hat hesaplanan aksın geçtiği yerde ise Tomofix

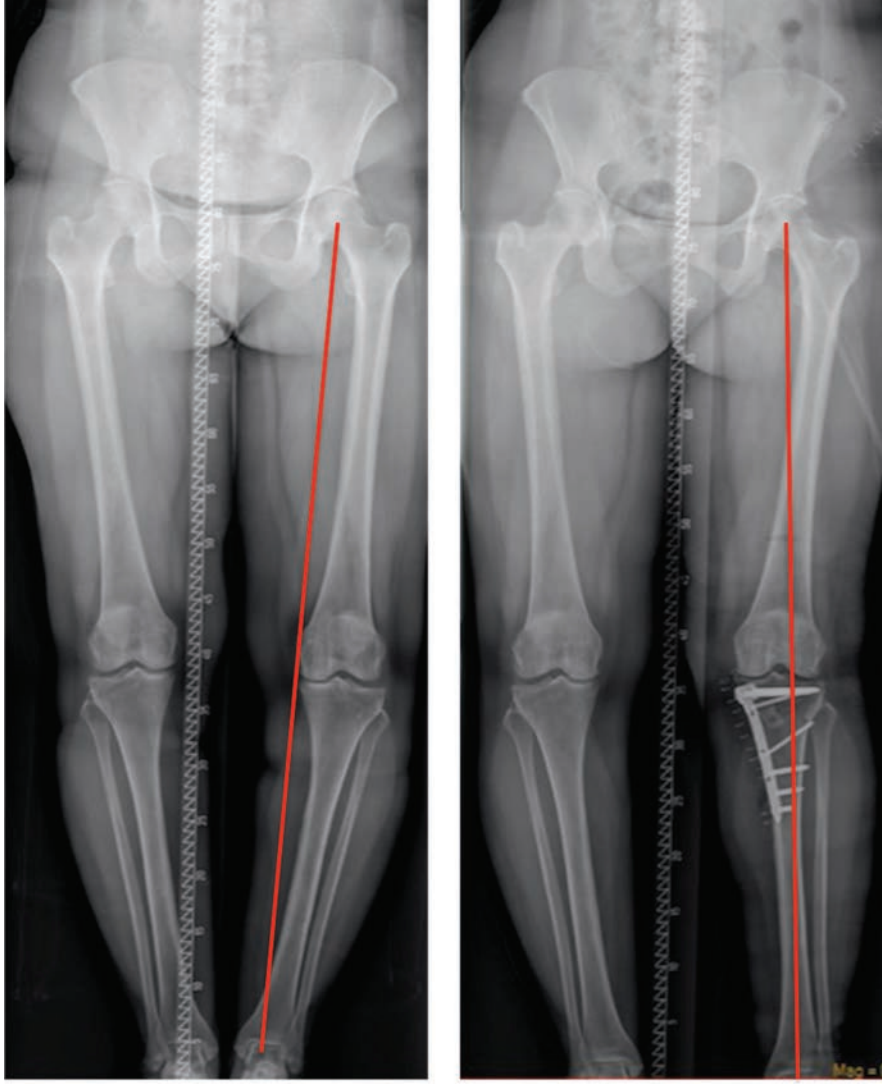
(Synthes) plağı yerleştirilir. Plak proksimaldeki 1 delikten gönderilen K telinin subkondral bölgeden gideceği yükseklikte ve gidebileceği kadar uzun olacak şekilde medialde olmalıdır. Proksimalde 3 adet kilitli kortikal vida ile fiksasyon sağlandıktan sonra distale önce 1 adet kilitsiz kortikal vida ile slope ve medial açılma miktarı değişmeden plak kemiğe yaklaştırılır. Daha sonra distale 2 adet kilitli kortikal vida ile plak kemiğe fikse edilir. En son proksimaldeki 4'üncü deliğe spongiöz kilitsiz vida konulur. Skopi kontrolü ile medial açılma ve mekanik aks kablo testi ile tekrar değerlendirildikten sonra lateral planda tibial eğimde değişiklik olup olmadığına bakılıp greftleme açısından değerlendirilir. Biz kliniğimizde 12-13 derecelik bir medial açılmaya kadar greft kullanmıyoruz. Daha fazla bir açılma sağlandığı durumlarda aradaki defektin kaynamama potansiyeli artacağı için iliak kanttardan alınan trikortikal greft ile greftleme yapıyoruz. Yıkama sağlandıktan sonra pes anserinus kaldırıldığı yere dikilip 1 adet dren konularak cilt ciltaltı kapatılır.

Biz kliniğimizde postop dönemde herhangi bir "brace" veya atel kullanmıyoruz. Postop 1'inci günde aktif ve pasif diz eklem hareket açıklığı egzersizlerine ve terminal ekstansiyon egzersizlerine başlanır. Çift koltuk değneği ile parsiyel yük vererek yürüme egzersizlerine başlanır. Yaklaşık 6'ncı haftada tam yük ile yürümeye başlanır. Radyolojik olarak tam olarak kaynama sağlandığını gördükten sonra koşu ve spora başlamasına izin verilir. Biz kendi hastalarımızda hastanın şikayeti olmadığı sürece implantı çıkarmayı önermiyoruz.

Sonuçlar

Literatürde daha çok lateral kapalı kama osteotomisi ile ilgili karşılaştırma sonuçları mevcut olsa da, her iki tip valgus YTO sonuçlarında fark olmayıp yaklaşık 10 yıllık takiplerde %90 üzeri sağkalım bildirilmektedir. On yıldan sonra bu başarı %60-70'lere düşmektedir (6,33-35). Uzun dönem sonuçların gösterildiği yine bir karşılaştırma çalışmasında medial açık kama osteotomide 10 yıllık sağkalımın %90 olması yanında, %70 oranında implant çıkarma, %10'a yakın iliak kanttada kalıcı ağrı komplilasyonları belirtilmiştir (33,34). Niemeyer ve ark.'larının yapmış olduğu, Tomofix ile tespit yapılan medial açık kama osteotomili hastaları incelediği çalışmada, minimum 36 aylık takiplerde klinik sonuçlarda belirgin anlamlı bir fark sağlandığı tespit edilmiştir (36) (Resim 10).

Komplikasyonlar %7-55 arasında belirtilirken bunlar içinde ağrının geçmemesi, gecikmiş kaynama, kaynamama, enfeksiyon, düzeltmenin kaybı ve artmış düzeltme, damar yaralanması, kompartman



Resim 10. Preop medialden geçen mekanik aksın YTO sonrası yeni düzlemi

sendromu, intraartiküler kırık, bacak boyunda uzama, implant yetmezliği ve irritasyonu, ve venöz tromboemboli sayılabilir (37). Bunlar içerisinde kaynamama oranı %1-4 arasında bulunmaktadır (8, 38). Bunun sebebi olarak cerrahi ile ilgili faktörler içinde yetersiz fiksasyon, lateral kortekste kırılma, kemik greftsiz aşırı düzeltme, ince proksimal fragman, osteotominin tuberositas tibia distalinden yapılması sayılabilirken, sigara kullanımı ve diabetes mellitus varlığı hasta ile ilgili faktörler içerisinde sayılabilir (39,40). Yapılmış olan düzeltmenin kaybı bir diğer sık komplikasyon olarak görülmekte genellikle fiksasyon yetersizliği ve lateral menteşenin kırılması en sık sebepler olarak gösterilmektedir.

YTO sonrası ağrının devam etmesi hastaların yaklaşık %4-26 arasında gözlenmektedir ve total diz protezine gidiş için önemli bir sebep olarak gösteril-

mektedir (34,41,42). Bu hastalarda operasyon sonrası ağrının azalacağı fakat tam olarak ortadan kalkmayacağı net bir şekilde söylenmelidir. Yapılan çalışmalarda özellikle 60 yaş altında YTO uygulanıp ağrının nedeni ile total diz protezi yapılan hastalarının ağrılarının tam olarak düzelmediği gösterilmiştir (43,44).

Açık kama osteotomisi sonrası lateral plato tibia kırık riski literatürde %1-20 arasında gösterilmektedir (6,7,45). Bunda sebep olarak yetersiz osteotomi sonrası zorlamalı medial açılma, lateral tibial kalınlığın az olması sayılabilir. Lateral plato kırığında lateral kompartman osteoartriti riski mevcut olsa da bununla ilgili yeterli literatüre bilgisi bulunmamaktadır. Ayrıca Takeuchi tarafından yapılan "lateral hinge" kırıklarına ait sınıflama içerisinde dahil olan tip 3 kırıklar, lateral platoya uzanan kırık tipi olup osteotomi hattında kaynama gecikmesine sebep olmadığı bildirilmiştir (46).

YTO sonrası enfeksiyon literatürde %2,3-54 arasında gösterilirken, artmış enfeksiyon daha çok eksternal fiksator yardımlı YTO yapılan hastalarda gözlenir, internal fiksasyon uygulamalarında bu oran <%4 olarak tespit edilmiştir (47).

Damar yaralanması ile ilgili komplikasyonlar nadir olarak görülse de posterior korteks kesisi sırasında risk artmaktadır. Bu kesi sırasında dizin fleksiyona alınması damar gerilmesini azaltarak riski azaltabilir. Venöz tromboemboli ise nadir olarak görülmekte iken, Turner ve ark.'ları tarafından yapılan çalışmada klinik olarak tanı konulmuş venöz tromboemboli hastalarının, YTO hastalarının sadece % 15'inde olduğu tespit edilmiştir (48).

Kaynaklar

- Sabzevari S, Ebrahimpour A, Roudi MK, Kachooei AR. High Tibial Osteotomy: A Systematic Review and Current Concept. Arch Bone Jt Surg. 2016 Jun;4(3):204-12.
- Coventry MB, Ilstrup DM, Patt TW, Kleinhou MY et al. Early Complications after high tibial osteotomy: a comparison of two techniques J. Knee surg.2008;21(1):68-74.
- Wildner M, Peters A, Hellich J, et al. Complications of high tibial osteotomy and internal fixation with staples. Arch Orthop Trauma Surg. 1992;111(4):210-212.
- Lobenhoffer P, Agneskirchner JD. Improvements in surgical technique of valgus high tibial osteotomy. Knee surg Sports Traumatol Arthrosc.2003;11(3):132-8.
- Niemeyer P, Koestler W, Kaehny C et al. Two-year results of open-wedge high tibial osteotomy with fixation by medial plate fixator for medial compartment arthritis with varus malalignment of the knee.Arthroscopy. 2008;24(7):796-804.
- Van der Bekerom MP, Patt TW, Kleinhou MY et al. Early complications after high tibial osteotomy: a comprasion two techniques. J Knee Surg. 2008;21(1):68-74.
- Song EK, Seon JK, Park SJ, ET AL. The complications of high tibial osteotomy: closing versus opening wedge methods. JBJS Br 2010;92(9):1245-52.
- Staubli AE, De Simoni C, Babst R, et al. Tomofix: a new LCP-Concept for open wedge osteotomy of the medial proximal tibia early results in 92 cases. Injury 2003;34(Suppl 2):B55-62.
- Kang-Il Kim, Sang Hak Lee. Open Wedge High Tibial Osteotomy. In: The Knee; Reconstruction Replacement and Revision, Editör J Parvizi, Vol 1. Maryland: Data Trace Publishing Company; 2013;36. p.1-24.
- Chadwick C. Prodromos, MD Annunziato Amendola, MD Roland P. Jakob, MD High Tibial Osteotomy: Indications, Techniques, and Postoperative Management. In: ICL 64, Editor Craig J Della Valle, Illinois: AAOS; 2015;49. p.555-65.
- Backstein D., Gross AE, Safir O, Aderinto JB. High Tibial Osteotomy. In Advanced Reconstruction Knee. Editors Lieberman JR, Berry DJ, Azar FM, Illinois: AAOS; 2011;60. p.527-36.
- FR Noyes, R Simon, The role of high tibial osteotomy in the anterior cruciate ligament deficient knee with varus alignment in orthopaedic sports medicine. In: J DeLee D Drez Orthop Sport Med Principles and Practice. Miller M. editor, Vol 1 1st ed. Philadelphia: Elsevier Saunders;1994. p.1401-43.
- Wng JW, Kuo KN, Andriacchi TP, et al. The influence of walking mechanics and time on results of proximal tibial osteotomy. JBJS Am.1990;72(6):905-9.
- van Raaij TM, de Waal Malefijt J: Anterior opening wedge osteotomy of the proximal tibia for anterior knee pain in idiopathic hyperextension knees. Int Orthop. 2006;30(4):248-52.
- Antonescu DN: Is knee osteotomy still indicated in knee osteoarthritis? [French]. Acta Orthop Belg. 2000;66(5):421-32.
- Flecher X, Parratte S, Aubaniac JM, Argenson JN: A 12-28-year followup study of closing wedge high tibial osteotomy. Clin Orthop Relat Res 2006;452:91-6.
- Amendola A, Bonasia DE, Proksimal Tibial/Distal Femoral Osteotomies for Management of Unicompartmental Arthritis. In: Reconstructive knee surgery, Johnson DL editor.4th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer, Lippincott Williams&Wilkins;2017. p.512-25.
- Agneskirchner JD, Lobenhoffer P, Wrann CD. Lobenhoffer P, Osteotomy and ligament instability: Tibial slope corrections and combined procedures around the knee joint. In: Osteotomies Around the Knee, Van Heerwaarden RJ, Staubli AE, Jakob RP editors. Thieme: NY; 2008.p 117-30.
- Berman AT, Bosacco SJ, Kirshner S, Avolio A Jr: Factors influencing long- term results in high tibial osteotomy. Clin Orthop Relat Res 1991; 272:192-98.
- Lee DC, Byun SJ: High tibial osteotomy. Knee Surg Relat Res. 2012;24(2):61-69.
- Parker DA, Viskontas DG: Osteotomy for the early varus arthritic knee. Sports Med Arthrosc. 2007;15(1):3-14.
- Akizuki S, Shibakawa A, Takizawa T, Yamazaki I, Horiuchi H: The long-term outcome of high tibial osteotomy: A ten- to 20-year follow-up. J Bone Joint Surg Br 2008;90(5):592-596.
- Kim KI, Kim DK, Song SJ, Lee SH, Bae DK. Medial Open-Wedge High Tibial Osteotomy May Adversely Affect the Patellofemoral Joint. Arthroscopy. 2017 Apr;33(4):811-16.
- McNamara I, Birmingham TB, Fowler PJ, Giffin JR. High tibial osteotomy: evolution of research and clinical applications—a Canadian experience. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2013 Jan;21(1):23-31.
- RW Hsu: The study of Maquet dome high tibial osteotomy. Arthroscopic-assisted analysis. Clin Orthop Relat Res. 1989;243:280-85
- C Nguyen, J Rudan, MA Simurda, et al.: High tibial osteotomy-compared with high tibial and Maquet procedures in medial and patellofemoral compartment osteoarthritis. Clin Orthop Relat Res.1989;245:179-87
- Matthews LS, Goldstein SA, Malvitz TA, et al. Proximal tibial osteotomy. Factors that influence the duration of satisfactory function. Clin Orthop Relat Res. 1988;229:193-200
- Coventry MB, Ilstrup DM, Wall- richs SL: Proximal tibial osteotomy: A critical long-term study of eighty-seven cases. J Bone Joint Surg Am 1993;75(2):196-201.
- Dugdale TW, Noyes FR, Styer D, Preoperative Planning for High Tibial Osteotomy, The Effect of Lateral Tibiofemoral Separation and Tibiofemoral Length Clin Orthop Relat Res. 1992;274:248-64.
- Fujisawa Y, Masuhara K, Shiomi S. The effect of high tibial osteotomy on osteoarthritis of the knee. An arthroscopic study of 54 knee joints. Orthop Clin North Am.1979;10(3):585-608.
- Marti CB, Gautier E, Wachtl SW, et al. Accuracy of frontal and sagittal plane correction in open-wedge high tibial osteotomy. Arthroscopy 2009;25(1):46-53.
- Reischl N, Wahl P, Jacobi M, Clerc S, Gautier E, Jakob RP: Infections after high tibial open wedge osteotomy: A case control study. Arch Orthop Trauma Surg 2009;129(11):1483-1487.

33. Hoell S, Suttmoeller J, Stollv, et al. The high tibial osteotomy, open versus closed wedge, a comparison of methods, n 108 patients. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2005;125(9):638-43.
34. Schallberger A, Jacobi M, Wahl P et al. High Tibial valgus osteotomy in unicompartmental medial osteoarthritis of the knee: a retrospective follow up study over 13-21 years. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011;19(1):122-7.
35. Feldman A, Gonzales-Lomas G, Swensen S, Kaplan DJ. Osteotomies About The Knee. In: Insall & Scott Surgery of the Knee. Scot WN editor, Vol 2, 6th ed. Philadelphia: Elsevier. 2018. p 1348-53.
36. Niemeyer P, Schmal H, Hauschild O, et al. Open wedge osteotomy using an internal plate fixator in patients with medial compartment gonarthrosis and varus malalignment: 3 years results with regard to preoperative arthroscopic and radiographic findings. *Arthroscopy.* 2010;26(12):1607-16.
37. Amendola, et al.: Opening wedge high tibial osteotomy using a novel technique: early results and complications. *Surg Technol Int.* 2004;12:231-8.
38. Miller BS, Downie B, Mc Donough EB, et al. Complications after medial open wedge high tibial osteotomy. *Arthroscopy.* 2009;25(6):639-46.
39. Ivarsson, R Myrnerets, J Gillquist: High tibial osteotomy for medial osteoarthritis of the knee. A 5 to 7 and 11 year follow-up. *J Bone Joint Surg Br.* 1990;72:238-244
40. JP Jackson, W Waugh: The technique and complications of upper tibial osteotomy. A review of 226 operations. *J Bone Joint Surg Br.* 1974;56:236-45.
41. Hui C, Salmon LJ, Kok A, et al: Long-term survival of high tibial osteotomy for medial compartment osteoarthritis of the knee. *Am J Sports Med.* 2011;39(1):64-70.
42. Saragaglia D, Blaysat M, Inman D, Mercier N: Outcome of opening wedge high tibial osteotomy augmented with a Biosorb® wedge and fixed with a plate and screws in 124 patients with a mean of ten years follow-up. *Int Orthop.* 2011;35(8):1151-56.
43. Elson DW, Brenkel IJ: Predicting pain after total knee arthroplasty. *Journal of Arthroplasty.* 2006;21(7):1047-53.
44. Singh JA, Gabriel S, Lewallen D: The impact of gender, age, and preoperative pain severity on pain after TKA. *Clin Orthop Relat Res.* 2008;466(11):2717-23.
45. Paccola CA, Fogagnolo F. Open wedge high tibial osteotomy: a technical trick to avoid loss of reduction of opposite cortex. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2005;13(1):19-22.
46. Schröter S, Freude T, Kopp MM, Konstantinidis L, Döbele S, Stöckle U, van Heerwaarden R. Smoking and unstable hinge fractures cause delayed gap filling irrespective of early weightbearing after open wedge osteotomy. *Arthroscopy.* 2015 Feb;31(2):254-65.
47. Rossi R, Bonasia DE, Amendola A. The role of high tibial osteotomy in the varus knee. *J Am Acad Orthop Surg.* 2011 Oct;19(10):590-9.
48. Turner RS, Griffiths H, Heatley FW. The incidence of deep vein thrombosis after upper tibial osteotomy. A venographic study. *J BJS Br.* 1993;75(6):942-4.

İki Planlı “Retrotüberkül” Medial Açık Kama Valgus Osteotomisi ve Kamalı Plak Uygulaması

Irfan Esenkaya, Oğuz Poyanlı, Hüseyin Bahadır Gökçen

DİZ EKLEMİ ÇEVRESİ OSTEOTOMİ UYGULAMALARI

Diz eklemi bölgesinde frontal plandaki şekil bozukluğunun (deformitenin) varus veya valgus şeklinde olmasına, açısal uyum bozukluğunun femur distali ya da tibia proksimalinden oluşuna göre farklı osteotomi yöntemleri uygulanmaktadır (Tablo 1). Osteotomi yöntemlerini, proksimal tibia kaynaklı genu varum şekil bozuklukları için değerlendirdiğimizde, geçmişten günümüze tarihsel süreç içerisinde tarif edilmiş çok sayıda “proksimal tibial osteotomi” tekniği mevcuttur. Bunlar genel olarak: kapalı kama (1-11), dome (barrel-vault) (12) veya reverse dome (13), açık kama

tipi osteotomileri (14-28) ile medial açık kama hemikallotasis (29-31) uygulamalarıdır. Osteotomi tibial tüberkülün altından veya üstünden, transvers ya da oblik planlarda uygulanabilir. Uygulama şekline göre düzeltme akut veya tedrici (yavaş yavaş) yapılabilir. Akut düzeltme sonrası, genelde erken harekete ve yüklenmeye izin veren plak/vida kombinasyonları ile tespit uygulanır. Eksternal fiksator uygulamaları ile tedrici düzeltme de yapılabilir (Tablo 2).

Proksimal tibiaya medialden açık kama yöntemiyle uygulanan iki planlı (biplanar) osteotomiler, tibial tüberkülün (TT’ün) distalde ya da proksimalde bırakılmasına göre, sırasıyla “V” şeklinde iki planlı osteotomi (18,20) ve retrotüberkül osteotomisi (19,22,23,32-34) olmak üzere ikiye ayrılır.

Tablo 1. Diz çevresi osteotomi tekniklerini genel olarak aşağıdaki gibi gruplamak mümkündür

- A. Proksimal / Yüksek / High / Upper tibial osteotomi:
 - 1- Varus osteotomisi
 - 2- Valgus osteotomisi;
 - a- Lateral kapalı kama osteotomisi
 - b- Dome (kubbe) (barrel vault) veya ters (reverse) dome osteotomisi
 - c- Medial açık kama osteotomisi;
 - i. Akut distraksiyon
 - ii. Yavaş yavaş distraksiyon (Distraksiyon osteogenezisi)
- B. Distal femoral osteotomi:
 - 1- Varus osteotomisi
 - 2- Valgus osteotomisi
- C. İki seviyeli (double) osteotomiler

Tablo 2. Proksimal tibia medial açık kama osteotomi (MAKO) teknikleri (A.2.c)

- i. Akut distraksiyon – plak ve vidalarla tespit:
 - i.a.- Tek düzlemde (monoplanar):
 - Oblik osteotomi
 - Transvers osteotomi
 - i.b.- İki planda (biplanar):
 - "V" şeklinde iki planlı osteotomi – Tibial tüberkül distal fragmanda bırakılır
 - Retrotüberkül osteotomisi - Tibial tüberkül proksimal fragmanda bırakılır
- ii. Distraksiyonun yavaş yavaş uygulandığı distraksiyon osteogenezisi (kallus distraksiyonu, hemikallotasis) – eksternal fiksatorle tespit

Tarihsel süreç içerisinde; Ogata (1984) (5), Koshino ve ark. (1989) (6), Agarwala ve ark. (2001) (11) tibial tüberkülün distal fragmanda bırakıldığı, Murphy (1994) (9) ise tibial tüberkülün proksimal fragmanda bırakıldığı kapalı kama osteotomi tekniklerini uygulamışlardır. Sonneveld ve ark. (2002) (19) ile Gaasbeek ve ark. (2004) (22,23), patellofemoral şikayeti olan hastalarda patella infera oluşumunu önlemek için, tibial tüberkülün proksimal fragmanda bırakıldığı osteotomi yöntemini tanımlamışlardır. Biz de 2005 yılından itibaren bu yöntemi farklı modifikasyonlarla uygulamaktayız. (32-34)

HASTA SEÇİMİ – ENDİKASYON VE KONTRAENDİKASYONLAR

Varus dizilim bozukluğu ve medial gonartroz bulguları nedenleriyle proksimal tibial osteotomi planlanan hastalara uygulanması düşünülen açık veya kapalı kama osteotomileri için genel endikasyonlar dışında aşağıdaki özellikler akılda tutulmalıdır (35):

Açık kama PTO / YTO

- Patella alta – Yukarıda patella: Osteotomi bölgesindeki distraksiyon ile patella aşağıya inecektir ki bu arzu edilen bir sonuçtur. (Patella baja/infera - Aşağıda patella durumunda açık kama osteotomisi uygulanırsa, osteotomi bölgesindeki distraksiyonla patella daha da aşağıya inerek patellofemoral sorunlara yol açacaktır.)
- İç yan bağ yetmezliği durumunda: Açık kama osteotomi tekniği ile iç yan bağda gerilme sağlanır.
- Aynı seansta ön çapraz bağ (ÖÇB) rekonstrüksiyonu yapılabilir.
- Aynı seansta medial artrotomi uygulanabilir.

Kapalı kama PTO / YTO

- Patella baja / infera – Aşağıda patella: Osteotomi bölgesindeki kapama ile patella yukarıya yer de-

ğiştirir. (Patella alta - Yukarıda patella da kapalı kama osteotomisi uygulanırsa, osteotomi bölgesindeki kapatma patella daha da yukarıya çıkarak patellofemoral sorunlara yol açacaktır.)

- İç yan bağ sağlam olması gereklidir.
- Beraberinde ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılabilir.
- Aynı seansta lateral artrotomi uygulanabilir.

Proksimal tibia medial açık kama osteotomisi için geçerli olan genel endikasyon ve kontraendikasyon kuralları, (16,18,20,21,25-28) retrotüberkül osteotomisi için de geçerlidir. Tekniğin, özellikle patellofemoral problemi olan hastalara da uygulanabilmesi gibi endikasyon alanını genişletici özellikleri de vardır. (18,23,32-34,36)

Patellofemoral eklemin hafif derecedeki dejeneratif değişiklikleri osteotomi için kontraendikasyon oluşturmaz. Tek planlı MAKO uygulamalarında düzeltilen deformite derecesinin yarısı kadar tibial tüberkül aşağıya iner ve patella infera gelişimine neden olabilir. Medial açık kama osteotomilerinde ameliyat öncesinde saptanan patella infera (patella baja) varlığının kontraendikasyon oluşturduğu bildirilmiştir.^{16,18} Retrotüberkül PTO da tibial tüberkül proksimal fragmanda bırakılacağı için, patellofemoral sorunların olması kontrendike değildir.

Hasta seçiminde yaş önemli bir ölçüttür. PTO uygulamalarıyla ilgili genel literatürde belirtilen en üst yaş Koshino ve ark. nın serilerinde 79 olarak belirtilmiştir. (21) Bizim serilerimizdeki en genç hasta 38 yaşındaki erkek ve en yaşlı hasta da 74 yaşındaki erkek hastalar idi. 65 yaş ve üzerindeki kadın hastalarda osteoporozla ilgili olarak uygulanacak tespit malzemesinin ve özellikle vidaların tutunması, sistemin güvenilirliği bakımından sorun oluşturabileceği akılda tutulmalıdır. Tüm çalışmalarda 60 yaş en sık tekrar edilen yaştır.

Hastanın aşırı kilolu olmaması gerekir. Hastanın kilolu olması; var olan gonartrozun daha da ilerle-

mesine, cerrahi alanda yara yeri sorunlarına ve iliak kanattan greft alındığında donör saha sorunlarının daha fazla olmasına yol açabilmektedir. Ayrıca aşırı kilolu hastanın ameliyat sonrası tam yük verme süreci implant yetmezliği gibi sorunlara yol açabilir.

Hastanın varus dizilimindeki bozukluğun 20 dereceden fazla olmaması gerekmektedir. Eklem hareket açıklığı 100° ve üstünde olması gerekmektedir. Fleksiyon kontraktürünün cerrahi endikasyon açısından kabul edilebilir üst sınırı 15 derecedir. (16,20,32)

Alt ekstremitede eksen (aks) bozukluğunun olduğu medial kompartmanı ilgilendirir kıkırdak ya da meniskal patolojilerin onarımında aks düzeltici valgus osteotomileri kombine olarak uygulanabilir.

Hastanın her üç kompartmanın da tutulduğu romatoid artrit varlığı kontraendikasyon oluşturur.

Sigara içen hastalarda dikkatli olmalıdır. Medial açık kama osteotomileri uygulamalarında, sigara içen hastalarda kaynama sorunlarıyla karşılaşılabilir. Sigara içmekte direnen hastalarda açık kama yerine kapalı kama osteotomileri tercih edilebilir.

Eklemde subluksasyon bağ yetmezliğine sekonder ise göreceli olarak kontrendikasyon olarak kabul edilmektedir. PTO uygulamaları ÖÇB rekonstrüksiyonu ile aynı seansta uygulanabilir. Özellikle ön çapraz bağ yetmezliğinde tibial eğim azaltılarak tibianın öne kayması engellenir. Arka çapraz bağ (AÇB) yetmezliğinde ise tibial eğim artırılır. (18)

Medial kompartmandaki kemik kaybının birkaç milimetreyi geçmemesi gerekir. Böyle bir durumda ameliyat sonrası yük verildiğinde platolar arası uyumsuzluk olur.

İKİ PLANLI RETROTÜBERKÜL OSTEOTOMİSİNİN TEK PLANLI AÇIK KAMA OSTEOTOMİSİNE OLAN ÜSTÜNLÜĞÜ

Medial kompartmandaki osteoartritlik değişikliklere ilaveten patellofemoral eklem sorunlarının olması durumunda proksimal tibial osteotomi (PTO) uygulamalarının kontraendike olduğu belirtilmiştir. Tibial tüberkülün proksimal fragmanda bırakıldığı retrotüberkül osteotomi tekniğinde ise patellofemoral eklem anatomisi bozulmadığı için, patellofemoral sorunlar kontraendikasyon oluşturmaz. (18,19,22,23,32-36)

Tibial tüberkül ile diz eklemi arasından uygulanan tek planlı açık kama osteotomilerinde medialde açılan kamanın yüksekliği oranında patellar tendon teorik olarak gerilir. Bu durumda patellofemoral basının artması beklenir. Açık kama osteotomisi sonrasında patella baja gelişebilir. Retrotüberkül PTO uygulamalarında, tibial tüberkül ve buna yapışan patellar tendon proksimal fragmanda bırakıldığı için,

cerrahi sonrasında ve takiplerinde patellar tendon / patella yüksekliği oranı değişirmez. (32)

Lobenhoffer ve ark. (18) ile Brinkman ve ark. (36), düzeltmenin fazla yapılması gereken durumlarda veya patellofemoral problemi olan hastalarda, rutin olarak uyguladıkları ve tibial tüberkülün distal fragmanda bırakıldığı iki planlı “V” osteotomisi uygulamaları yerine, tibial tüberkülün proksimal fragmanda bırakıldığı modifiye tekniği uyguladıklarını bildirmişlerdir.

AMELİYAT ÖNCESİ PLANLAMA

Ameliyat öncesi hastanın değerlendirilmesi, medial açık kama osteotomi (16,18,20,21,25-28) uygulamalarına benzer şekilde yapılır. (23,32,34)

Klinik Muayene

Ameliyat öncesi hastanın ayak bileği ve yere basma şekli değerlendirilir. Kalça bölgesinin ve lomber omurganın muayenesi yapılmalıdır. Hastanın alt ekstremitesi çıplak şekilde cepheden inspeksiyonla değerlendirilir; varus deformitesi gözlenir. Her iki medial malleol birbirine değdirildiğinde her iki diz bölgesinin temas etmemesi, belirgin olarak diz bölgesindeki varus deformitesinin göstergesidir.

Hastanın ağrılarının dizden kaynaklandığından emin olmak gerekir. Bu nedenle hastanın lomber kaynaklı bir radikülopatisinin olmadığına ve obturator sinir aracılığı ile kalçadan yansıyan bir ağrının olmadığına emin olmak gerekir.

Hastanın diz eklem hareket açıklığı, varsa fleksiyon kontraktürü ölçülmelidir. Dizin her iki yan bağları ve çapraz bağları değerlendirilmelidir. Hastanın olası menisküs yırtığı için menisküs muayeneleri ile varus-valgus stres muayeneleri yapılmalıdır.

Cerrahi kesinin uygulanacağı bölge hem inspeksiyonla, hem de palpasyonla muayene edilmelidir. Geçirilmiş ameliyatlara bağlı nedbe izleri ya da yanık skarı gibi durumlar değerlendirilir. Olası damar sorunları cerrahi kesiyeye denk gelebilecek variköz venler tespit edilmelidir. Cerrahi sonrası oluşabilecek sinir hasarlanmalarını ayırt etmek için, ayrıntılı sinir motor ve duyu muayenesi yapılmalıdır. Popliteal, dorsalis pedis ve tibialis posterior nabızları kontrol edilmeli, şüpheli durumlarda doppler USG istenmelidir.

Radyolojik Değerlendirme

Ameliyat öncesi hazırlıkta görüntüleme yöntemlerinden ayakta yük verirken (basarak) her iki diz anteroposterior (AP) grafileri ve her iki diz 30 fleksiyonda lateral röntgenleri çekilmelidir. Tüm olgularda ve

özellikle şüpheli olgularda mutlaka koronal plan alt ekstremite orthoradiogramı çekilmeli, kalça ve ayak bileğin ortasından geçen mekanik eksenin dizin merkezinin ne kadar medialinden geçtiği ölçülmelidir. Çekilebiliyor ise dizler 45 derece fleksiyonda iken posteroanterior (PA) planda Rosenberg grafisi (37) medial eklem aralığındaki daralmanın gösterilmesi bakımından yararlıdır.

Olası menisküs yırtığını, kıkırdak hasarlarının boyutunu ve lateral kompartmanın olası hasarlanmalarını ameliyat öncesi tespit etmek için diz manyetik rezonans görüntülemesi istenebilir.

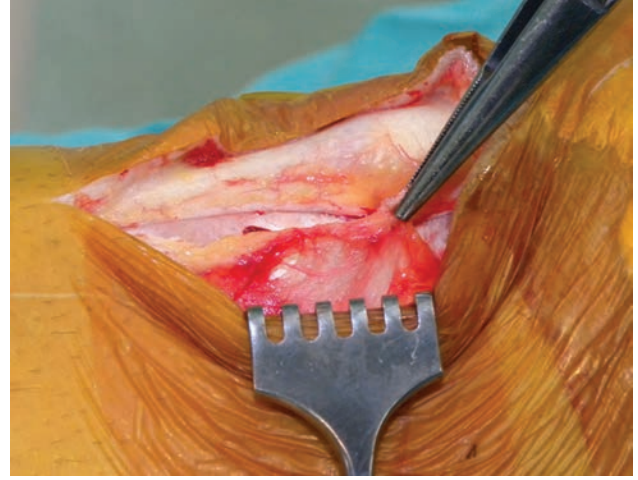
Bu radyolojik çalışmalarda dizin varusunun derecesi, diz medial gonartrozunun derecesi, lateral kompartman tutulumu, patellofemoral eklem durumu, tibial eğim açısının miktarı tespit edilmelidir. Orthoradiogram üzerinden şablon çıkararak, yapılacak osteotomi seviyesi, düzeltme derecesi ve bu hedefe ulaşmak için kaç mm yüksekliğindeki kamalı plak kullanılacağı ameliyat öncesi tespit edilebilir. Bunun için Hernigou'nun tanımladığı, osteotomi seviyesindeki tibianın mm olarak genişliği ile arzu edilen düzeltme derecesi ve buna uyan distraksiyon mesafesi arasındaki bağlantıyı gösteren tabloda yararlanılır. (17) Osteotomi aralığı buna göre distrikte edilerek skopide kontrol edilir. Amaç, mekanik eksenin, medial sıfır kabul edildiğinde %62 lateralden geçecek şekilde hesaplama yapılmalıdır. (16,18)

RETROTÜBERKÜL PTO CERRAHİ TEKNİĞİ

Genel hazırlık: Turnike uygulamasını takiben aynı veya karşı iliak kanattan greft alacak şekilde cerrahi alan hazırlıklarını ve örtme işlemi yapılır.

Artroskopi: Açık kama retrotüberkül PTO cerrahisine turnike altında, tanısal amaçlı diz artroskopisi ile başlanır. Bunun iki önemli avantajı vardır. İlki; ameliyat öncesi standart manyetik rezonans görüntüleme (MRG) çekilmiş olsa bile, MRG kıkırdak yapısının durumunu göstermek için mükemmel bir yöntem değildir. Artroskopi sayesinde tüm kompartmanların kıkırdak durumu direkt olarak gözlenip kayıt edilebilir. İkincisi; diz içi medial menisküs yırtıklarının debridmanı ile ufak kondral hasarlara mikrokirik uygulamak mümkündür. Lateral kompartmanda Outerbridge sınıflamasına göre 3. veya 4. seviye kıkırdak hasarı olanlarda cerrahi işlem bu aşamada sonlandırılır ve PTO uygulanmaz. Artroskopi sonrası turnike açılır, diz eklemine içi yıkanır ve hemovak dren uygulanır.

Greft alınması: Osteotomiye karar verildiğinde, hazırlığı yapılan, aynı taraf veya karşı taraftaki iliak

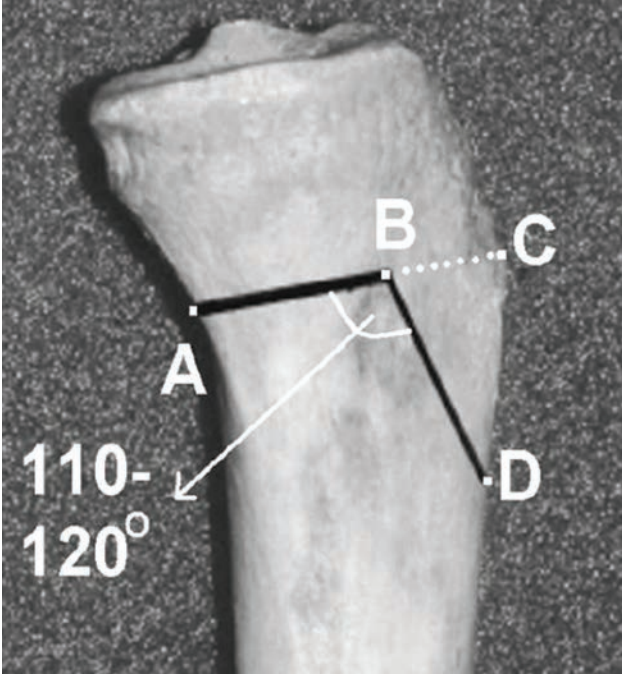


Resim 1. Pes anserinusun periost ile beraber ters "L" şeklinde sıyrılarak kaldırılması.

kanattan greft alınır. Greft bikortikal, gluteal adalelere zarar vermemek için, tercihan iç tabuladan alınır. Arzu edilirse, küçük kesilerle, mozaikplastide kullanılan silindirik greft alıcılar da kullanılabilir. Greft alındıktan sonra kanama kontrolü ile cerrahi alan hemovak dren uygulanarak kapatılır.

Cerrahi teknik: İki planlı osteotomi (32,34) uygulaması tek planlı osteotomilere (25-28) göre farklıdır.

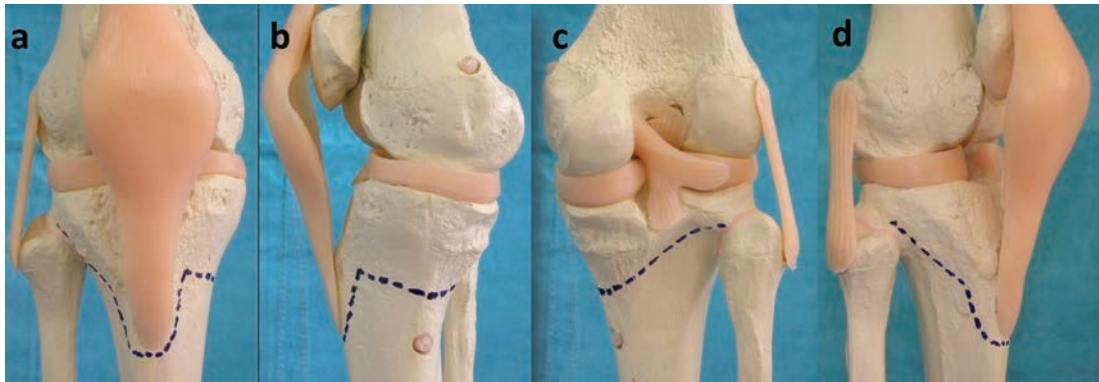
Osteotomi alanı drape ile örtülerek turnike tekrar şişirilir. Farklı çalışmalarda yazarların tercihine göre orta hattan düz kesi, medialden uzunlamasına ya da oblik kesi gibi çeşitli kesiler tanımlanmış ise de, bu bölümün yazarları orta hat kesisini tercih ettikleri için burada bu yöntem anlatılacaktır. Patellanın alt kutbundan başlanarak tibial tüberkülün (TT'ün) 3-4 cm distaline kadar uzanan uzunlamasına (longitudinal) cilt kesisi ile girilir. Diğer açık kama osteotomilerinden farklı olarak pes anserinus tibial periost ile beraber ters "L" şeklinde sıyrılır (Resim 1). Bu uygulama, osteotomi sonrası distraksiyon yaparken distal tibia parçasının kolayca laterale doğru yönlendirilmesini sağlar. İki planlı retrotüberkül osteotomisinde yatay ve buna 110-120 derece açıda dikey (oblik) olmak üzere iki osteotomi hattı vardır (Resim 2 ve Resim 3). Yatay osteotomi hattını belirlemek için, proksimal tibianın medial yüzünde, eklem çizgisinin 3.5-4 cm. distalinden ilk klavuz Kirshner (K) teli lateral eklem aralığının 1-1.5 cm distaline ve lateral kortekse, fibula başına / tepesine doğru, Nakhostine ve ark.⁸ nın tanımladığı plastik deformasyon alanına doğru yönlendirilir. Telin gönderilme doğrultusu skopi ile kontrol edilir. Doğrultu uygun ise, yatay osteotomi hattını belirleyecek şekilde 3-4 K-teli daha gönderilir. Medialdeki yatay osteotomi hattı, bu bölümdeki tibia genişliğinin



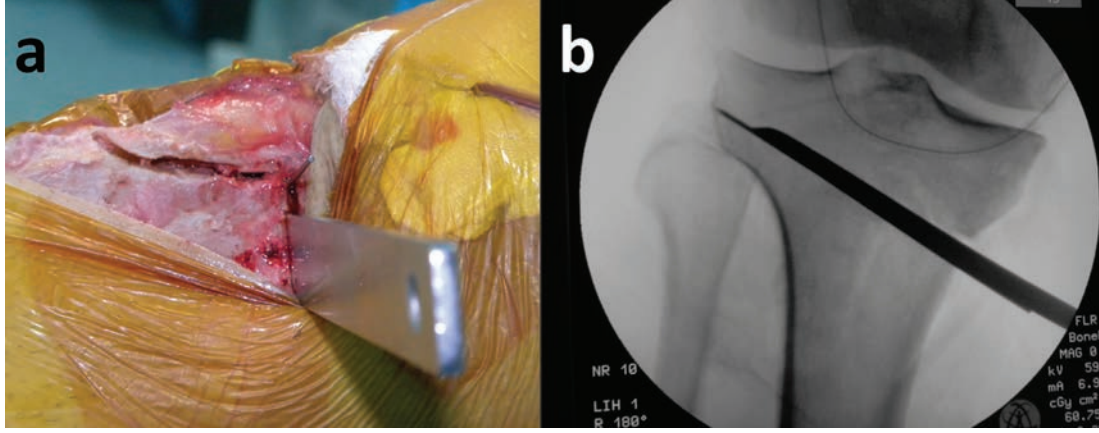
Resim 2. Retrotüberkül osteotomisinin özellikleri; (a) İki planlı bir osteotomidir. (b) Yatay planda olanı (A-B) eklem aralığından 3.5-4 cm distalden yapılır. (c) Tibial tüberkül (TT) proksimal fragmanda bırakılır. (d) Gaganın uzunluğu (B-D) ≥ 2.5 cm olmalıdır. (e) TT'ün bulunduğu gaganın kaidesi (B-C), o bölümdeki tibia genişliğinin (A-C) $1/3$ 'ü kadar olmalıdır. (f) Yatay ve oblik osteotomi hatları arasındaki açı (ABD) yaklaşık 110-120 derece olmalıdır.

$2/3$ 'ü kadar olmalıdır. Skopi kontrolü ile K-tellerinin eksenini uygun bulunduğu, tibial tüberkül (TT) proksimal fragmanda kalacak şekilde TT - gaga kısmı belirlenir. TT - gaganın lateral kısmı da ortaya konmalıdır. Bu kısım tibianın uzun eksenini doğrultusunda ve en an 2.5 cm uzunluğunda olmalıdır. TT - gaganın daha kısa olması ileride kaynama sorunlarına neden

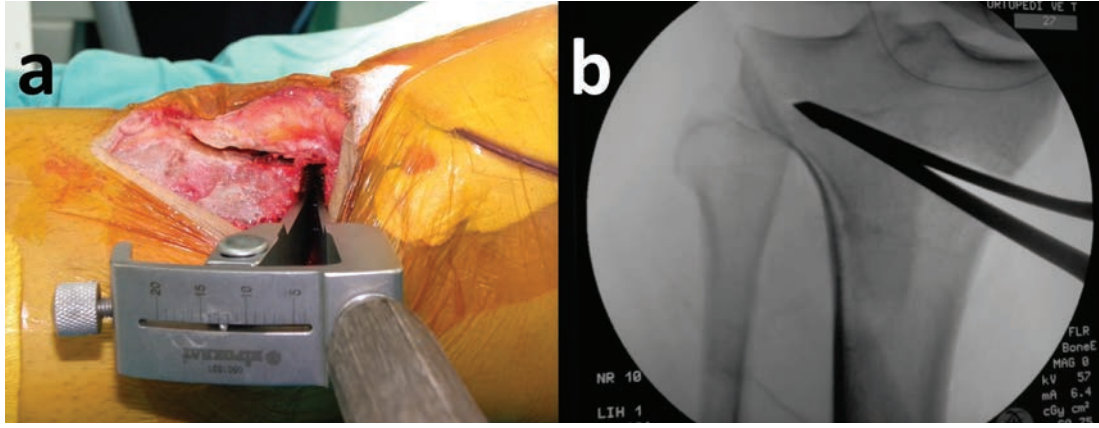
olabilir. İki planlı osteotominin kolları arasındaki açı yaklaşık 110-120° olacak şekilde yatay ve dikey (oblik) kesi hatları oluşturulur. Kılavuz tellerden en üstteki bırakılarak diğerleri çıkartılır. Önce medial korteks, sonra TT - gaganın mediali ve laterali kalınlığı ince olan motorla (termonekroz oluşmasına engel olmak için ısıtılarak) ya da K-tellerine ait delikler birleştirilerek ince uçlu osteotomiyle kesilir; osteoporotik kemiklerde, osteotomi kemikte kırılmalara neden olabileceğinden, kesme işlemi kesici yüzeyi ince olan motorlarla yapılabilir. Daha sonra anterolateral korteks ve ekartör konarak posteriordaki damar-sinir yapıları da göz önünde bulundurularak posterior korteks osteotomiyle kesilir. Kesme işlemleri esnasında, önceden gönderilen K-tellerinden biri yön belirlemek için kullanılır (Resim 4). Damar sinir yapılarını koruyan, kesici ucun posteriora bakan kısmı künt olan özel osteotomlarla posterior kesi tamamlanır. Bu safhada, görülebilir bir komplikasyon olan lateral eklem yüzeyine uzanan kırık oluşmasına engel olabilmek için, eklem yüzeyine paralel iki adet K-teli medialden laterale doğru gönderilebilir. (38) Bu teller, osteotomi hattının yanlışlıkla eklem doğru yön değiştirmesi durumunda, hattın tellerin altından lateral kortekse uzanmasını sağlayacaktır. Kaynama esnasında lateral korteksin menteşe etkisinden ve devamlılığından yararlanmak için, lateral kortekse 1 cm. mesafede osteotomi hattının sonlandırılması önerilir. Özellikle osteoporotik kemiklerde, 10 mm nin üzerindeki distraksiyonlarda lateral kortekste kırık oluşabileceği unutulmamalıdır. Lateral kortekste kontrolsüz kırık oluşmasına engel olabilmek içinde, lateral kortekste K-telleriyle kontrollü birkaç delik açılması yararlı olabilir. Daha sonra osteotomi hattına distraksiyon uygulanır. Osteotomi hattında lateral korteksin 1 cm medialine kadar gönderilen açı göstergeli distraktör yardımıyla skopi kontrolünde kontrollü distraksiyon sağlanır (Resim 5). (39) Aynı işlem, yine lateral kor-



Resim 3. Sağ diz maketinde retrotüberkül osteotomisinin çizim olarak gösterilişi: (a) önden, (b) iç taraftan, (c) arkadan ve (d) dış taraftan görünümüleri.



Resim 4. Posteriör korteksin kesilmesi: (a) klinik ve (b) skopi görüntüleri



Resim 5. Osteotomi hattında lateral korteksin 1-1.5 cm medialine kadar gönderilen açı göstergeli distraktör yardımıyla kontrollü distraksiyon sağlanır: (a) klinik ve (b) skopi görüntüleri.

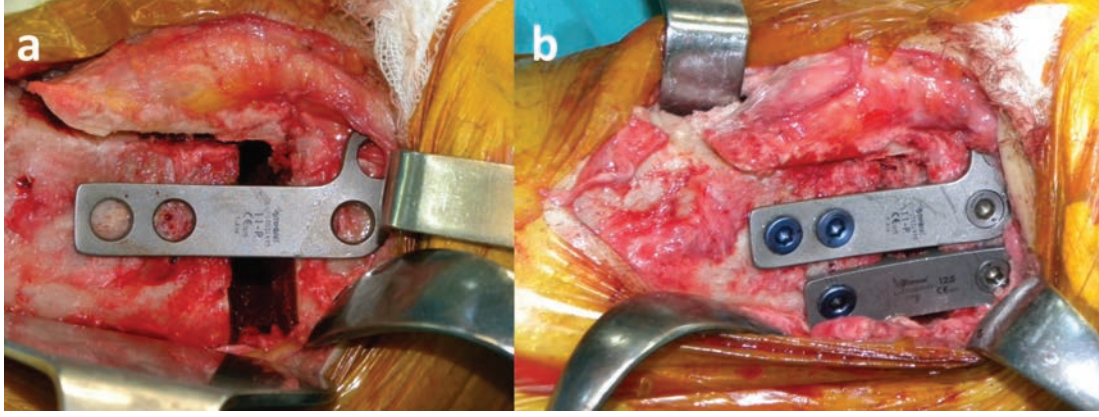
teksin 1 cm medialine kadar gönderilen iki osteotom arasından üçüncü bir osteotom göndererek, oduncu kaması misali ile de açılabilir. Ameliyat öncesi hesaplanan düzeltme derecesi (distraksiyon derecesi) elde edildikten sonra distraktör çıkartılır. Distrakte edilen bölge özel kama ile açılarak kullanılması planlanan plaklardan ilki yerleştirilerek kalan boşluk bölgesi iliak kanattan elde edilen bikortikal oto greft ile doldurulur. Boşluklar greft ile doldurulduktan sonra, dize valgus uygulanarak hesaplanan düzeltme derecesine uyan diğer plak ta yerleştirilir ve proksimal deliklerden spongioz, distal deliklerden kortikal vidalar uygulanarak tespit tamamlanır (Resim 6).

Cerrahi kapatma sırasında pes anserinusun uzun kolu tekrar plak üzerinden yerine dikilir. Kısa kolu medial eklem aralığında zorlanmaya / sıkıştırmaya neden olmamak için dikilmez. Turnike açılarak kanama kontrolü yapılır. Uygulanan greftlere ait kayna-

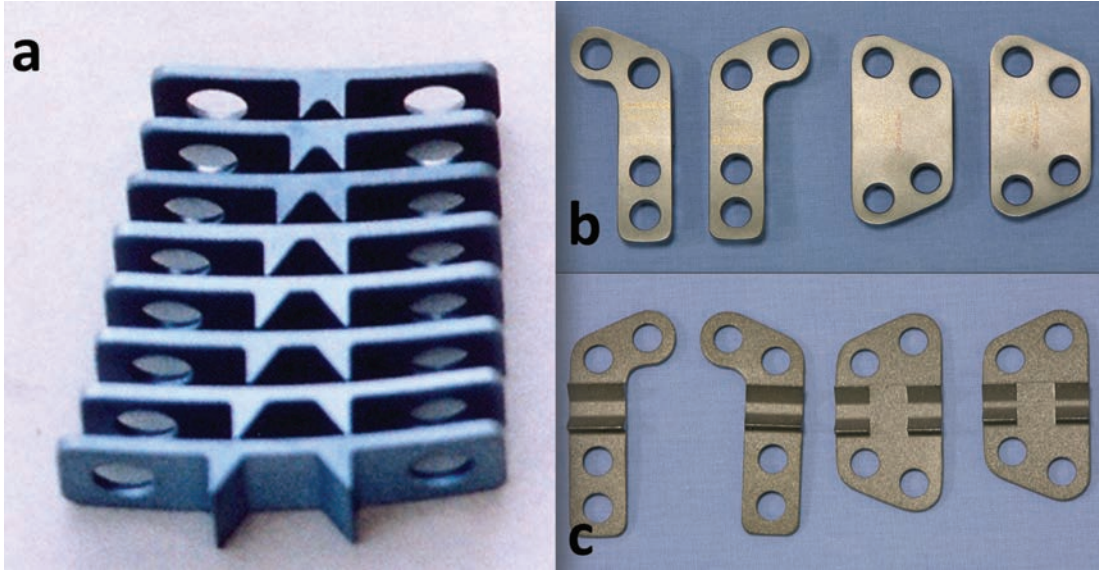
mayı sağlayıcı faktörleri ortamdaki uzaklaştırmamak için pasif konumda iken hemovak dren uygulanır ve katlar kapatılır. Jones bandajı uygulanır.

Kamalı Plaklar

Tasarımı bir nolu yazara (İrfan Esenkaya) ait olan, bu bölgenin anatomisine uygun olarak üretim aşamasında şekillendirilmiş, osteotomi hattına giren kamalı kısımları ile distrakte edilen alanı içten destekleyen üçgen şeklinde kama yapısı olan titanyum yapıda kiltsiz plak / plaklar kullanılmaktadır ("Hipokrat" ve "TIPSAN" - Türkiye, TR2002 02021Y). Plak genişlikleri 12.5 ile 25 mm ve kalınlıkları 2 mm olup vida başları vida deliklerine oturacak ve kabarıklık yapmayacak şekilde tasarlanmıştır. Kama yüksekliklerine göre 5-15 mm arasında sekiz seçenek mevcuttur. Tibial eğimde değişiklik yapılmak istenmiyorsa tek



Resim 6. Distraksiyon bölgesine plakların (a) ve greftin (b) yerleştirilmesi. Slop artmasına engel olmak için, arkaya kama yüksekliği daha fazla olan plak kullanılmıştır (b).



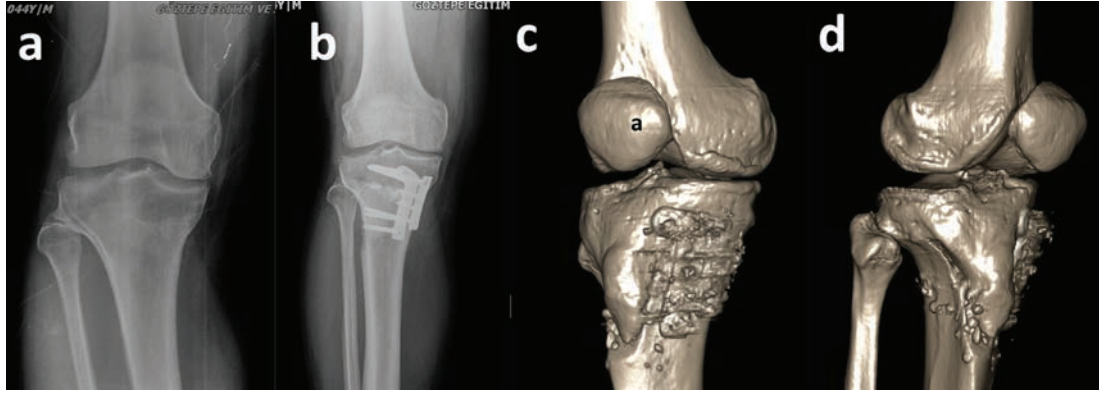
Resim 7. Üretim aşamasında şekillendirilmiş farklı tasarımdaki kamalı plaklar: (a) 2 delikli plakların önden, “L” kesitli ve 4 delikli plakların (b) arkadan ve (c) önden görünüşleri

plak veya aynı kama yüksekliğine sahip iki plak, tibial eğim değişikliği yapılacak ise, öne ve arkaya farklı kama yüksekliğinde plaklar yerleştirilir. Ameliyat esnasında mekanik aks değerlendirmesi yapmamaktayız. Zira ameliyat öncesi ölçümler ayakta çekilen grafiler üzerinde yapıldığından, ameliyat esnasında ayak tabanlarından itilerek yük uygulaması taklit edilebilir ise de, ameliyat öncesi yapılan ölçüm ve değerlendirmelere göre plak kama yüksekliğini belirlemekteyiz. Açık kama osteotomi uygulamaları sonrası tibial eğimde artma oluşabileceği için, genelde arkaya iki delikli dikdörtgen plak ve ön tarafa dört delikli ters “L” şeklinde plak uygulamaktayız. İki plakta toplam 6 delik olup osteotomi hattının proksimalindeki deliklerden spongiöz, distalindeki deliklerden kortikal

vida uygulamaktayız. (Resim 6 ve Resim 7). Üç farklı kamalı plak ve bunların dört farklı kombinasyonları ile ilgili yapılan biyomekanik çalışmada, kamalı plakların uygulanan maksimum yüklenme kuvvetlerine karşı yeterli güçte oldukları gösterilmiştir. (40)

CERRAHİ SONRASI TAKİP

Antibiyotik profilaksisi için, ameliyattan yaklaşık yarım saat önce başlanan paranteral sefalosporin uygulamasına, ameliyattan sonraki 1-3 gün boyunca 4x1 gr dozunda; hastanede yatış süresi içerisinde başlanan düşük molekül ağırlıklı heparin uygulamasına diğışlerinin alındığı 12-14. gün sonlandırılarak 100 mg aspirin şeklinde devam edilmektedir.



Resim 8. 44 yaşındaki erkek hastamıza ait ameliyat (a) öncesi ve (b) sonrası düz grafiler ve (c ve d) 3D BT görüntüleri. 3D görüntülerde (c ve d) distal tibianın valgusa yönlmesi görülmektedir.

Genelde ertesi gün olmak üzere, (dolma durumlarına göre) drenler alınarak hastaya uzun bacak dizden menteşeli breys uygulandı. Breys 0-30 dereceye ayarlanarak, bir çift koltuk değneği ile ekstermiteye yük vermeden ayağa kaldırılıp yürütüldü. Yattığı süre içinde devamlı pasif eklem hareket açıklığı sağlayan cihaz (CPM cihazı) ile ve diğer zamanlar da yatak kenarında (breys çıkartılarak) fleksiyon hareketlerine başlandı. Ameliyat sonrası 10. günde 90 derece diz fleksiyonuna ulaşıldı. Dikişler 12-14. gün alındı. İlk günden itibaren dizin tam ekstansiyonu sağlandı. İstirahat halinde iken dizin arkasına yastık konmasına müsaade edilmedi. Radyolojik kontrollerle ameliyat sonrası birinci ayda kısmi ve ortalama 2.5 ayda tam yük verdirildi.

Resim 8'de 44 yaşındaki erkek hastamıza ait ameliyat öncesi ve sonrası düz grafiler ve 3D BT görüntüleri verilmiştir. 3D BT görüntülerde, distal tibia bölümünün valgus istikametine yön değiştirdiği görülmektedir.

KOMPLİKASYONLAR

Tek planlı açık kama osteotomisinde görülebilen genel komplikasyonlar iki planlı retrotüberkül osteotomisinde de görülebilir. Lateral kortekste kırık, lateral tibia platosuna uzanan eklem içi kırık, kaynama gecikmesi ya da kaynamama, plak-vida yetmezliği, erken-geç enfeksiyon, derin ven trombüsü, pulmoner emboli gelişebilir. Ameliyat sonrası elde edilen düzeltme derecelerinde kayıp oluşabilir. (16,18,21, 25-28)

Retrotüberkül osteotomisinde TT - gaga bölgesinde kırık oluşabilir. Tibia proksimali düz olmayıp sagittal plandaki metafizer eğim açısı akılda tutulmalıdır. Bu bölge patellar tendonun yapışma yerinin proksimalinde kaldığı için, yatay ve dikey (oblik) os-

teotomi hatları birleştirilirken, yatay osteotomi genişliğinin tibia genişliğinin 2/3 ünü geçmeyecek şekilde plan yapılmalıdır. Olgularımızdan hiçbirinde TT - gaga kırılma oluşmadı. Ancak konuyla ilgili yaptığımız kadavra çalışmasında, proksimal tibia metafizer bölgedeki sagittal plan eğimi göz önüne alınmadığında ya da iki planlı osteotominin kolları arasındaki açı 90 derece ve altına indiğinde TT - gaganın kırıldığını saptadık. (41) Başlangıçta orijinal teknikten farklı olarak TT - gagayı tespit vidası uygulamaz iken, takip grafilerinde bu bölümde kaynama gecikmesi saptadığımız bazı olgularımızdan sonra, biz de orijinal yöntemde olduğu gibi gagayı ön-arka planda tespit eden kortikal vida uygulamaya başladık.

Serimizdeki olgulardan günde 3 paket sigara içen bir hastamızda osteotomi hattının kaynamadığı saptandı. Sigara içen hastaların sigarayı bıraktıktan 3-4 ay sonra ameliyat edilmelerinin uygun olduğunu düşünmekteyiz.

Kullanılan plak-vida tespit sistemiyle ilgili yetmezlik oluşabilir. Bizim olgularımızın hiçbirinde plak ve vidalarda kırılma saptanmadı. Yaptığımız biyomekanik çalışmada kamalı plakların uygulanan maksimum yüklenme kuvvetlerine karşı yeterli güçte oldukları gösterilmiştir. (40)

Bir olgumuzda turnike kullanımı sonrası rabdomiyoliz gelişti. Yoğun bakım ve nefroloji desteği ile erken müdahale sonrası hasta sorunsuz iyileşti. (42)

RETROTÜBERKÜL PTO UYGULAMASININ KLİNİK SONUÇLARI

Literatürde genellikle tibial tüberkülün distal fragmanda bırakıldığı iki planlı medial açık kama osteotomi uygulamalarıyla ilgili sonuçlar vardır. (18,20,36,43-45) Bu çalışmalarda tespit genellikle tomofix plağı

kullanılmış olup, yazarlar, biplanar osteotomilerin kaynamayı hızlandırdığı ve uyguladıkları özel plaklarla erken yük vermeyi sağladığını belirtmektedirler.

Tibial tüberkülün distal fragmanda bırakıldığı iki planlı osteotomi uygulayan Lobenhoffer ve ark. (18) ile Brinkman ve ark. (35) gibi bazı yazarlar, düzeltmenin fazla yapılması gereken durumlarda veya patellofemoral problemi olan hastalarda, rutin olarak uyguladıkları ve tibial tüberkülün distal fragmanda bırakıldığı iki planlı osteotomi uygulamaları dışına çıkarak, tibial tüberkülün proksimal fragmanda bıraktığı modifiye tekniği uyguladıklarını bildirmişlerdir.

Gasbeek ve ark., ortalama yaşları 48 (27-64) olan ve 17 olgudan oluşan serilerinde, tibial tüberkülün proksimal fragmanda bırakıldığı osteotomiyle başarılı sonuçlar aldıklarını, özellikle de medial açık kama osteotomi uygulamalarından sonra gelişebilecek patellanın aşağıya yer değiştirmesinin bu uygulama ile önüne geçildiğini ve daha fazla düzeltme gereken olgularda bu yöntemin daha rahat uygulanır olduğunu bildirmişlerdir. Tespiti Tomofix plağı ile yaptıklarını ve distrikte alanı tri-kalsiyum fosfat sentetik greft ile doldurduklarını tanımlayan yazarlar ameliyat sonrası hemen diz hareketlerine başladıklarını, ilk 6 hafta çift koltuk değneği ile ve 10 kg yük vermeye izin verdiklerini, 6 hafta dolunca tam yüklenmeye izin verdiklerini tanımlamışlardır. Tibial tüberküle AP planda bir adet vidayla tespit ettiklerini belirten yazarlar bir olguda tibial tüberkülün kırıldığını bildirmişlerdir. (23)

Konuyla ilgili nadir çalışmalardan biri olan Hopwood ve ark.'ı: (46) ortalama yaşları 39.6 olan ve 12 hastadan olan çalışmalarında tespiti medialden Tomofix plakla yaptıklarını bildirmişlerdir. Ameliyat sonrası hemen diz hareketlerine başladıklarını, breys kullanmadıklarını belirten yazarlar 6 haftaya kadar sadece yere temasa müsaade ettiklerini, yük vermediklerini ve bir yıllık takip süresi sonunda patella yüksekliğinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik olmadığını bildirmişlerdir. Yazarlar sonuç olarak, sadece ameliyat öncesi patella bacası olan hastalarda değil, PTO uygulanması planlanan tüm hastalarda, tibial tüberkülün proksimal fragmanda bırakılması ile başarılı sonuçlar alınabileceğini bildirmektedirler. (46)

Longino ve ark., (47) tibial tüberkülün proksimal fragmanda bırakıldığı ve tek planlı klasik osteotominin uygulandığı, 29'ar vakadan oluşan, ortalama yaşları sırasıyla 46 ve 49 olan iki seriyle ilgili kıyaslamalı çalışmanın sonuçlarını bildirmişlerdir. Alışılmış klasik medial açık kama osteotomi uygulamalarının, patellaya oranla eklem hattını yükselterek, tibial tüberkül ile tibiofemoral eklem hattı arasındaki mesafeyi artırdığını bildirmişlerdir. Tibial tüberkülün

proksimal fragmanda bırakıldığı seride, patella / patellar tendon oranlarındaki değişiklik oranlarının minimize edildiği ve ameliyat öncesi koronal plan deformitesi daha fazla olan olgularda düzeltmenin elde edilebildiğini bildirdiler. (47)

YAZARLARIN TECRÜBELERİ

2005-2008 arası ilk deneyimlerin değerlendirildiği, ortalama yaşları 59±7 (53-69) olan 22 hastanın 23 dizi ile ilgili ve ortalama 37±11 ay (19-58 ay) takibi yapılan seride femorotibial anatomik eksen ameliyat öncesi 185.35±2.48 iken ameliyat sonrası 174.57±1.86 olarak değerlendirilmiştir (Yazarlar o dönem ortorontgenografi yerine uzun kasete çekilen grafipler üzerinden değerlendirme yaptıklarından, ölçümler anatomik eksene göre yapılmıştır). Patellar tendon / Patella uzunluğu oranları Insall-Salvati, Black-Peel ve Caton indeksi yöntemlerine göre ameliyat öncesi ve sonrası değerlendirilmiş, sırasıyla 1.14±0.16, 0.78±0.28, 0.85±0.12 ve 1.14±0.16, 0.73±0.13, 0.84±0.13; tibial slope ameliyat öncesi 12.74±2.53 derece iken ameliyat sonrası 13.78±2.73 derece; Hospital for Special Surgery (HSS) skoru ameliyat öncesi 59±5 iken ameliyat sonrası 88±7 olarak değerlendirilmiştir. Anatomik eksende ortalama 11 derece düzeltme ve hastanın HSS skorlamasında ortalama 29 puan düzeltme elde edilmiş, patellar tendon / patella boyu oranlarında önemli bir değişiklik oluşmamıştır. (32)

Yazarların monoplanar (ortalama yaşları 55 ± 9, ortalama 40.6 ± 7 ay takipli 50 hastanın 56 dizi) ve biplanar retrotüberkül (ortalama yaşları 57 ± 7, ortalama 38 ± 5 ay takipli 28 hastanın 32 dizi) medial açık kama osteotomisini kıyasladıkları bir başka çalışmada; her iki yöntemin de varus gonartrozunun tedavisinde etkili birer yöntem olduğunu, ancak retrotüberkül osteotomisinin radyolojik olarak patella infera oluşumunu ve tibial eğim değişikliklerini önlediğini belirtmişlerdir. (33)

SONUÇ

Öncelikle, osteotomi uygulamaları biyolojik tedavi yöntemlerinden biri olup alternatifi total diz protezi değildir. Lateral kompartmanı sağlam olan, demografik ve fizyolojik olarak genç ve aktif hastalarda osteotomi yöntemleri akılda tutulmalıdır. ÖÇB ya da AÇB yetmezliği olan hasta grubunda da ÖÇB ya da AÇB rekonstrüksiyonu ile ya da slop değiştirilmesi suretiyle PTO yöntemleri uygulanabilir. Patellofemoral artroz sorunları olan hasta grubunda, tibial tüberkül proksimal fragmanda bırakıldığından ve distraksiyon sonrası ekstansör mekanizmada ve özellikle pa-

tellar tendonda ilave bir gerginlik oluşmayacağı için, medial açık kama retrotüberkül osteotomisi akılda tutulmalıdır. Yapılan cerrahi sonrasında patellar tendon boyunun değişmediği ve klinik sonuçların ise iyi olduğu görülmüştür.

Kaynaklar

- Jackson JP, Waugh W. Tibial osteotomy for osteoarthritis of the knee. *J Bone Joint Surg Br* 1961;43-B:746-751
- Coventry MB. Osteotomy of the upper portion of the tibia for degenerative arthritis of the knee: A preliminary report. *J Bone Joint Surg [Am]* 1965;47:984-990
- Bauer GC, Insall J, Koshino T. Tibial osteotomy in gonarthrosis (osteoarthritis of the knee). *J Bone Jt Surg Am* 1969;51:1545-1563
- Insall JN, Joseph DM, Msika C. High tibial osteotomy for varus gonarthrosis. A long-term follow-up study. *J Bone Jt Surg Am* 1984;66:1040-1048
- Ogata K. Interlocking wedge osteotomy of the proximal tibia for gonarthrosis. *Clin Orthop Relat Res* 1984 Jun;(186):129-134
- Koshino T, Morii T, Wada J, Saito H, Ozawa N, Noyori K. High tibial osteotomy with fixation by a blade plate for medial compartment osteoarthritis of the knee. *Orthop Clin North Am* 1989 Apr;20(2):227-243
- Miniaci A, Ballmer FT, Ballmer PM, Jakob RP. Proximal tibial osteotomy. A new fixation device. *Clin Orthop Relat Res* 1989;246:250-259
- Nakhostine M, Friedrich NF, Müller W, Kentsch A. A special high tibial osteotomy technique for treatment of unicompartamental osteoarthritis of the knee. *Orthopedics* 1993;16: 1255-1258
- Murphy SB. Tibial osteotomy for genu varum: indications, preoperative planning, and technique. *Orthop Clin North Am* 1994;25:477-482
- Naudie D, Bourne RB, Rorabeck CH, Bourne TJ. Survivorship of the high tibial valgus osteotomy: A 10-to 22 year followup study. *Clin Orthop Relat Res* 1999;367:18-27
- Agarwala S, Sinha M, Parasnis RN. Box Osteotomy - A New Technique of Proximal Tibial Osteotomy for osteoarthritis of the knee. *Orthopedics and Traumatology*, 2001 (3): 218-227
- Maquet P. Valgus osteotomy for osteoarthritis of the knee. *Clin Orthop Relat Res* 1976; 120:143-148
- Paley D, Maar DC, Herzenberg JE. New concepts in high tibial osteotomy for medial compartment osteoarthritis. *Orthop Clin North Am* 1994;25(3):483-498
- Hernigou Ph, Medevielle D, Debeyre J, Goutallier D. Proximal tibial osteotomy for osteoarthritis with varus deformity: A ten to thirteen-year follow-up study. *J Bone Joint Surg [Am]* 1987; 69: 332-354
- Fowler PJ, Tan JL, Brown GA. Medial opening wedge high tibial osteotomy: How I do it? *Op Tech Sports Med* 2000;1:32-38
- Franco V, Cerullo G, Cipolla M, Gianni E, Puddu G. Open wedge high tibial osteotomy. *Tech Knee Surg* 2002;1:43-53
- Hernigou Ph. Open wedge tibial osteotomy: combined coronal and sagittal correction. *Knee* 2002; 9:15-20
- Lobenhoffer P, De Simoni C, Staubli AE. Open-wedge high tibial osteotomy with rigid plate fixation. *Tech Knee Surg* 2002;1:93-105
- Sonneveld H, Wymenga AB, Lelivelt AB, Jacobs WC. Distal tuberosity osteotomy in open wedge high tibial osteotomy prevents patella baja; a new technique. In Abstract book. 10th ESSKA 2000 Congress, Rome; 2002. p. 300. P-118
- Lobenhoffer P, Agneskirchner JD. Improvements in surgical technique of valgus high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2003; 11: 132-138
- Koshino T, Murase T, Saito T. Medial opening-wedge high tibial osteotomy with use of porous hydroxyapatite to treat medial compartment osteoarthritis of the knee. *J Bone Joint Surg [Am]* 2003;85:78-85
- Gaasbeek RDA, Sonneveld H, Van Heerwaarden RJ, Jacobs WCH, Wymenga AB. Distal tuberosity osteotomy in open wedge high tibial osteotomy can prevent patella infera; a new technique. 11th ESSKA 2000 Congress 4th World Congress on Sports Trauma, Abstracts&Presentations, May 5-8, 2004, Athens-Greece, OP-43;2004. p. 26
- Gaasbeek RD, Sonneveld H, van Heerwaarden RJ, Jacobs WC, Wymenga AB. Distal tuberosity osteotomy in open wedge high tibial osteotomy can prevent patella infera; a new technique. *Knee* 2004;11:457-461
- Puddu G. High tibial osteotomy (The arthritic knee in the young athlete, SYM 15) In: Abstracts Book of 11 th ESSKA 2000 Congress and 4 th World Congress on Sports Trauma, Athens-Greece,2004, pp: 446-467
- Esenkaya I. Proksimal tibia medial açık kama osteotomisi. *TOTBID dergisi* 2005;4(1-2): 1-14
- Esenkaya I. Fixation of proximal tibia medial opening wedge osteotomy using plates with wedge (*Proksimal tibia medial açık kama osteotomisinde kamalı plak uygulaması*). *Acta Orthop Trauma Turc* 2005;39(3):211-223
- Esenkaya I: Opening wedge proximal tibial osteotomy using the plate with wedge. *Tech Knee Surg* 2006;5(4):261-273
- Esenkaya I, Elmali N: Proximal tibia medial open-wedge osteotomy using plates with wedges: early results in 58 cases. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006;14:955-961
- Magyar G, Toksvig-Larsen S, Lindstrand A. Open wedge tibial osteotomy by callus distraction in gonarthrosis: Operative technique and early results in 36 patients. *Acta Orthop Scand* 1998;69:147-151
- Klinger HM, Lorenz F, Härer T. Open wedge tibial osteotomy by hemicallotaxis for medial compartment osteoarthritis. *Arch Orthop Trauma Surg* 2001;121:245-247
- Miller BS, Sterett WI. High tibial osteotomy utilizing distraction osteogenesis. *Tech Knee Surg* 2003;2:184-189
- Esenkaya I, Unay K. Proximal medial tibial biplanar retrotubercle open wedge osteotomy in medial knee arthrosis. *The Knee* 2012;19:416-421
- Elmali N, Esenkaya I, Can M, Karakaplan M. Monoplanar versus biplanar medial open-wedge proximal tibial osteotomy for varus gonarthrosis: a comparison of clinical and radiological outcomes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2013 Dec;21(12):2689-95. doi: 10.1007/s00167-012-2040-4
- Esenkaya I, Unay K, Türkmen I. Medial Gonartrozda Retrotüberkül Açık Kama Osteotomisi. *Türkiye Klinikleri J Orthop & Traumatol-Special Topics* 2013;6(4).79-85
- Jacobi M, Jakob RP. Kapalı-kama yüksek tibial osteotomi (Çev.: Elmadağ NM). *Diz Çevresi Osteotomiler (Endikasyonlar - Planlama - Plak fiksator kullanılan cerrahi teknikler)* (Çeviri Edit: erdil ME, Bilsel K), AO Foundation, Hiperlink Eğitim İletişim Yayınları, İstanbul, 2013, s: 55-58
- Brinkman JM, Lobenhoffer P, Agneskirchner JD, Staubli AE, Wymenga AB, van Heerwaarden RJ. Osteotomies around the knee: patient selection, stability of fixation and bone healing in high tibial osteotomies. *J Bone Joint Surg Br*. 2008 Dec;90(12):1548-57.
- Rosenberg TD, Paulos LE, Parker RD, Coward DB, Scott SM. The forty-five-degree posteroanterior weight-bearing radiograph of the

- knee. J Bone Joint Surg [Am] 1988;70: 1479-1483
38. Esenkaya İ, Elmali N, Mısırlıoğlu M, Ertem K: Proksimal tibia medial açık kama osteotomisinde lateral plato kırığı oluşumunu önlemek için alternatif uygulama. Dana tibiolarında deneysel çalışma. İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi 2005;12(2):71-75
 39. Esenkaya İ. A new distractor with angle-scale for proximal tibia medial opening wedge osteotomy. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2006;14(5):443-446
 40. Esenkaya İ, Misirlioglu M, Kelestemur MH, Elmali N, Fadillioglu E. Biomechanical evaluation of different fixation plates in medial opening upper tibial osteotomy. Knee 2007; 14(1):46-50
 41. Esenkaya İ, Elmali N, Mısırlıoğlu M, Ertem K, Atasever A: Tibial tüberkülün proksimal fragmanda bırakıldığı proksimal tibia medial açık kama osteotomisi: anatomik çalışma. İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi 2005;12(3):153-157
 42. Türkmen İ, Esenkaya İ, Unay K, Akçal MA. Rhabdomyolysis after tourniquet use in proximal tibial osteotomy: a case report and review of the literature. Acta Orthop Traumatol Turc. 2015;49(3):338-341.
 43. Kyung H-S, Lee B-J, Kim J-W, Yoon S-D. Biplanar Open Wedge High Tibial Osteotomy in the Medial Compartment Osteoarthritis of the Knee Joint: Comparison between the Aescula and TomoFix Plate. Clinics in Orthopedic Surgery 2015;7:185-190
 44. Lee YS, Kang JY, Lee MC, Oh WS, Elazab A, Song MK. Effect of the Osteotomy Length on the Change of the Posterior Tibial Slope With a Simple Distraction of the Posterior Gap in the Uni- and Biplanar Open-Wedge High Tibial Osteotomy. Arthroscopy. 2016 Feb;32(2):263-271.
 45. Schröter S, Gonser CE, Konstantinidis L, Helwig P, Albrecht D. High complication rate after biplanar open wedge high tibial osteotomy stabilized with a newspaper plate (Position HTO plate) without bone substitute. Arthroscopy. 2011 May;27(5):644-652.
 46. Hopwood S, Khan W, Agarwal S. The biplanar open wedge high tibial osteotomy preserving the tibial tubercle. J Orthop Sci. 2016 Nov;21(6):786-790.
 47. Longino PD, Birmingham TB, Schultz WJ, Moyer RF, Giffin JR. Combined tibial tubercle osteotomy with medial opening wedge high tibial osteotomy minimizes changes in patellar height: a prospective cohort study with historical controls. Am J Sports Med. 2013 Dec;41(12):2849-2857.

Medial Açık Kama Osteotomisi, İki Planda–Tomofix Plağı ile Tespit

Nurzat Elmalı, Ahmetcan Erdem, Fatih Yıldız

Giriş

Artan yaşam beklentisi ve daha yüksek aktivite seviyelerine bağlı olarak ilerleyen yaşlarda gerekebilecek total diz artroplastisinden kaçınmak ya da en azından geciktirmek için düzeltici osteotomiler daha sık uygulanmaktadır. Medial açık kama osteotomisi (MAKO) genç ve aktif kişilerde semptomatik varus deformitesi ile birlikte olan dizin medial kompartman artritinin tedavisinde iyi bilinen, güvenilir ve etkili biyolojik bir yöntemdir (1-5).

Normal dize gelen kuvvetlerin yaklaşık %60'ı medial kompartmandan, %40'ı lateral kompartmandan geçer. Medial kompartman arriti olan varus dizde ekstremitte diziliminin değişmesi ile etkilenen kompartmana daha fazla yüklenme olur. Bu durum hasarlanan eklem kırırdağında stresin artmasına, dejeneratif değişikliklere ve açısal deformiteye neden olur. MAKO'da amaç, alt ekstremitedeki bozuk olan veya zamanla bozulan mekanik aksın düzeltilerek diz eklemindeki yük dağılımının dengelenmesidir. Deformitenin düzeltilmesi, dolayısıyla mekanik aks sapmasının ortadan kaldırılması, medialde oluşacak eklem stresini azaltarak hem ağrıyı giderir hem de dejenerasyon sürecini yavaşlatarak ileride gerekebilecek bir total diz artroplastisini engeller veya geciktirir (Resim 1) (4,5).

Tekniğin özellikleri

MAKO'nun teorik olarak kemik stoğunu koruma avantajı yanı sıra deformiteyi kaynağına yakın yerden düzeltme gibi bir üstünlüğü de vardır. Tekniği

uygularken adale ayrıştırması gerekmez, fibular osteotomi ya da tibio-fibular eklem ayrışmasına gerek olmadığı için fibular sinir yaralanma riski de yoktur. Ameliyat sırasında hem koronal hem de sagittal plandaki deformite düzeltililebilir, ekstremitte kısalığı oluşmaz (6). Lateral korteks sağlam kaldığı için gelecekte uygulanacak total diz artroplastisi için kemik stoğu korunur. MAKO'da cerrahi uygulamanın nispeten daha kolay olması ve osteotomi yüzeylerini tesbit için



Resim 1. Varus dizilim bozukluğunda medialden geçen alt ekstremitte mekanik aksı, osteotomi ile diz eklem merkezinin %30-40 lateraline taşınır (Fujisawa noktası).



Resim 2. Biplanar medial açık kama osteotomisinin Tomofix plağı ile tesbiti

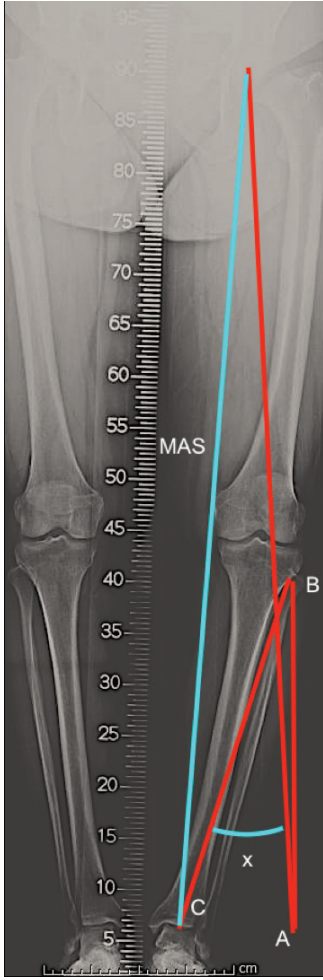
uygulanan yöntemlerin yeterli stabilizasyon sağlaması nedeniyle, ameliyat sonrası erken dönemde diz hareketlerine başlanmasına olanak sağlamaktadır (7).

Biplanar osteotomi, düz oblik osteotomi yerine tibial tüberkülün distal fragmanda bırakıldığı iki planlı bir osteotomidir. Osteotomiden sonra tesbit için Staubli ve DeSimoni tarafından Puddu plağına (Arthrex, Inc, Naples, FL), alternatif olarak geliştirilen ve daha sonra Lobenhoffer ve ark tarafından popülerize edilen kilitli kompresyon plağı (Tomofix, Synthes, Umkirch, Germany) kullanılır (Resim 2) (8-11). Bu teknikte tibial osteotomi yönelimi, yine lateral eklem köşesinin 1 cm distaline doğrudur. Standart oblik osteotomiden farkı, tibial tüberkül ile birlikte tibia kalınlığının anterior 1/3'ünün distal fragmanda bırakılmasını sağlayan, ilk osteotomiye 130° açı yapacak şekilde ikinci bir osteotominin eklenmesidir. İstenen düzeltme lateral metafizer bölgenin plastik deformasyon özelliğinden faydalanarak tedrici yapıldıktan sonra proksimal medial tibiaya göre önceden

şekillendirilmiş, proksimal ve distal fragmanların dörder kilitli vidayla tespit edildiği Tomofix plağı (plak-fiksator,) ile tespit sağlanır. Distalde subkutan yerleştirilen plağın vidaları "perkutan" olarak uygulanır. Genellikle osteotomi hattında 12.5 mm altındaki açmalar için greflenme gerekmez. Bununla birlikte 12.5 mm üzerinde açıklık gerektiğinde veya sağlıklı kemik iyileşme problemi olan (sözcü. sigara kullanımı) hastalarda iliak kanattan alınan olog kemik grefti kullanılır. Osteotomi hattına yerleştirilen bloğu olan, daha kısa medial osteotomi plakları uygulanan vakalarda düzeltme kaybı ve kaynamama gibi sorunlar sık görülürken, bu osteotomi ve tespit tekniğinde, osteotominin stabilitesi ve implantın gücü nedeniyle bu komplikasyonlar oldukça seyrek görülür (7-10).

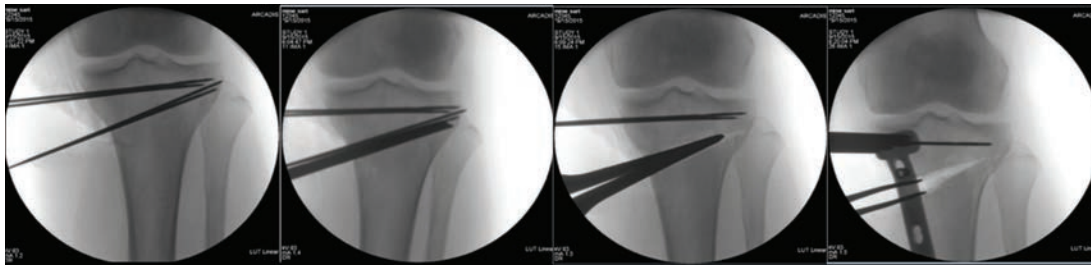
Cerrahi yöntem

Genel veya spinal anestezi altında sırtüstü pozisyonda, uyluk proksimaline bir turnike uygulanır ve genellikle 300 mmHg basıncı yeterlidir. Hastalara önce artroskopi uygulanarak bütün kompartmanlar değerlendirilir ve gereken olgularda artroskopik eklem debridmanı yapılır. Artroskopinin tamamlanmasından sonra diz 30° fleksiyona alınarak nörovasküler yapıların arkaya düşmesi (uzaklaşması) sağlanır. Patellar tendon mediali ile tibia'nın arka kenarı arasından proksimal tibia mediali ortaya koyacak şekilde, diz eklem seviyesinin altından başlayarak 5-7 cm uzunluğunda uzunlamasına cilt kesisi uygulanır. Tibia üzerinde periost ters "L" şeklinde kesilir. Çoğu varus dizde iç yan bağ gergindir ve MAKO sırasında kemiğe ulaşmak için, iç yan bağın yüzeyel ön lifleri subperiosteal olarak pes anserinusun yapışma yerinin hemen üzerine kadar subperiosteal olarak sıyrılır. Bu noktada osteotomi ve distraksiyon esnasında kontrolsüz kuvvetlerin lateral tibia platosunda kırık oluşturmaya mâni olmak için insizyonun dışından veya içinden, tibia platosuna paralel olarak 1 cm distalinden gönderilen iki tel osteotomi hattının plakla tespitine kadar bırakılır. Skopi kontrolü altında osteotomi hattına kılavuz olarak, medial eklem seviyesinin 3.5-4 cm distalinden başlayarak, lateral eklem yüzeyinin yaklaşık 1-1.5 cm distali ile lateral tibia korteksinin 1 cm medialine ulaşacak şekilde paralel iki ya da üç adet Kirschner (K) teli gönderilir. Daha sonra bu K tellerinin hemen altından motorlu testere ile patellar tendonun tibial tüberküle yapışma yerine gelmeden, tibia anterior 1/3'ne kadar oblik olarak laterale ve proksimale doğru osteotomi yapılır. İlk osteotomiye 130 derece açı yapacak şekilde retrotüberkül alandan proksimale doğru ikinci osteotomi yapılır. Posterior korteksi keserken son işlemde posteriordaki damar

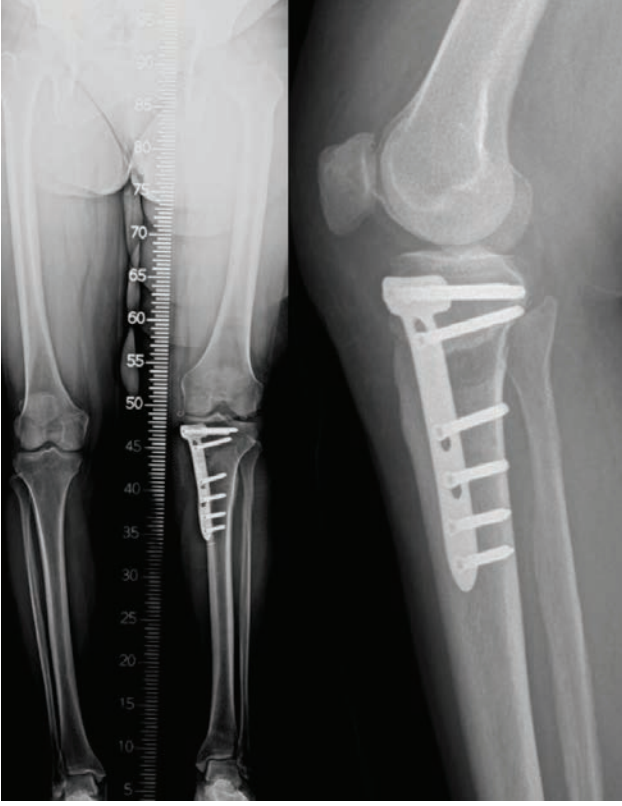


Resim 3. MAS (Mekanik aks sapması): Femur başı merkezi ile, ayak bileği merkezini birleştiren çizginin 4 mm'den fazla medialden geçmesi varusu gösterir. Miniaci metodu (düzeltme miktarının belirlenmesi): A çizgisi, kalça merkezinden ameliyat sonrası planlanan yük taşıma aksı olan tibial platosunun medialden %62.5'una denk gelen noktadan geçerek ayak bileği seviyesine kadar uzatılır. B çizgisi, A çizgisinden lateral menteşe noktasına uzatılan hat. C çizgisi, ayakbileği merkezinden osteotominin lateral menteşe noktasına uzatılan hat. B ve C çizgisi arasında oluşan açı düzeltme açısıdır.

sinir yapılarına zarar vermemek için periost altında küt Hohman ekartör yerleştirilir. Testere ile başlangıç korteks kesisi yapıldıktan sonra ince osteotomlar osteotomi hattından ilerletilir. Skopi kontrolünde önce ilk iki osteotom, birbirine paralel olarak osteotomi hattına sokulur. Üçüncü osteotom bu iki osteotom arasına sokularak lateral kortekse 1 cm kalıncaya kadar ilerletilir. Menteşe özelliğinden yararlanmak için lateral korteksin sağlam bırakılmasına özen gösterilmelidir. Osteotomi aralığına gerdirici uygulayarak yapılan açma işlemi tercih edilir, çünkü bacağın distalinden valgus yüklenmesi yapılırsa lateral tibia platosunda kırık riski artar. Daha sonra özel açı ayarlı distraktör osteotomi aralığına yerleştirilerek kontrollü distraksiyon yapılır (12). Ameliyat öncesi alt ekstremite ortoröntgenografisinde Miniaci yöntemi ile belirlenen düzeltme derecesi kadar distraktör ile osteotomi aralığı açılır (Resim 3). Skopi kontrolünde sagittal planda tibial eğim kontrol edilir. Tibia proksimal anteromediali üçgen şeklinde olduğundan açık kama osteotomilerinde tibial eğim artma eğilimindedir. Plağı mümkün olduğunca posteriora yerleştirmek slopu azaltmak için yararlıdır. Tibial eğimin artmaması için osteotomi hattının anteriordaki açıklığı posteriordaki açıklığın yarısı kadar olmalıdır. Ameliyat öncesi fleksiyon kontraktürü yok ise tibial eğim değiştirilmez, fleksiyon kontraktürü veya anterior instabilite (sözc. ön çapraz bağ yetmezliği) varsa bu safhada eğim azaltılır. Posterior instabilite (arka çapraz bağ yetmezliği) veya hiperekstansiyon varsa eğim artırılır. Daha sonra 8 delikli TomoFix plağı yerleştirilir. T şeklindeki plağın proksimaldeki 3 adet delikten gerekli skopi kontrollerinin ardından kilitli spongiöz vida gönderilir. Önce proksimal segment tesbit edilir. Kırık hattının distalinden ilk deliğe 1 adet kortikal lag vida gönderilerek plak kemiğe geçici olarak tesbit edilir ve bu sayede lateral kompresyon sağlanır. Diğer kalan distal vida delikleri de kilitli spongiöz vidalar ile tespit edilir. Distal kilitli vidaların uygulanmasından sonra lag vida çıkarılarak kilitli vida ile



Resim 4. Oblik gönderilen Kılavuz tellerin altından yapılan osteotomiden sonra distraksiyonla valgus sağlanır ve internal fiksator plağı ile tesbit sağlanır.



Resim 5. Ameliyat sonrası AP ve lateral planda grafi

değiştirilir. Daha sonra AP - lateral planda skopi ile kontrol sağlanır. Büyük açılarda (12.5 mm'den fazla) düzeltme gerektiğinde iliak kanattan alınan bikortikal veya trikortikal otogreftler osteotomi açıklığına yerleştirilir (Resim 4). Ameliyat sonrası erkenden diz hareket genişliğini artırıcı egzersizler başlanır. Ameliyat öncesi başlanılan düşük molekül ağırlıklı heparin uygulamasına 10 gün devam edilir. Birinci günden itibaren hastaların yük vermeden "walker" ile mobilize olmasına izin verilir. Kısmi yük vermeye 2. haftada tam yük vermeye 6-8 haftada başlanır (Resim 5) (10,13).

Komplikasyonlar ve uzun dönem sonuçlar

Boşluk doldurucu bloğu olan kısa plaklar (Sözg. Puddu plağı) daha az yumuşak doku hasarına neden olan düşük profilli implantlardır. Ancak osteotomi hattında daha az stabilite sağlarlar ve kaynamama veya gecikmiş kaynama sık görülür. Cerrahiden sonra 6 haftadan erken yük verdirilmez. Tomofix plağı gibi plak fiksatorler daha rijit tesbit sağlayan kilitli kompresyon plağı prensibi ile uygulanır ve 2-3 haftadan sonra erken yük vermek mümkündür. Agneskirchner bloklü plaklar ile Tomofix plağının biyomeka-

nik karşılaştırmasını yaptığı çalışmada gerek lateral korteksin yetmezliğinden sonra kalan maksimum stabilite bakımından, gerekse tek veya ardışık yüklenme yetersizliği testlerinde Tomofix plağının daha üstün olduğunu göstermiştir (14). Rijit tesbit ve erken yük verme avantajları başka çalışmalarda da gösterilmiştir (15,16). Staubli ve ark. osteotomi açıklığını doldurmadan yapılan osteotomiden sonra kemik iyileşmenin radyolojik olarak değerlendirmesinde, iyileşmenin lateral menteşede başladığını ve medialle doğru ilerlediğini göstermiştir. Kallus oluşumu ve ossifikasyon 3 aydan sonra görülür (17). Cerrahiden 6 ay sonra açıklığın %75 i dolar, hastaların %90'ından fazlasında 1 yılda direkt grafi, BT ve MR da tam konsolidasyon görülür. Uzun dönemde iyi sonuç elde etme doğru hasta seçimi, uygun cerrahi teknik, rijit tesbit ve ameliyat sonrası protokole hastanın uyumuna bağlıdır. Hastaların %85-90'ında total diz artroplastisinin 10 yıl geciktirilebildiği bildirilmiştir (4,18). Diabetik, aktif sigara içen ve uyumsuz hastalarda kötü sonuçlar daha sıktır (19). Schallberger ve ark. izole medial artritli 54 hastanın %76'sının osteotomiden 16.5 yıl sonra dahi başka bir cerrahiye gerek duymadığını bildirmişlerdir. Genel olarak osteotominin sonuçları ilk 10 yıl için iyidir ve 15 yıldan sonra artroplastiyeye dönüşüm artış gösterir (20).

Sonuç

Özellikle genç ve aktif hastaların dizilim bozukluğuyla seyreden medialdeki tek kompartman tutulumlu osteoartrozun tedavisinde medial kompartman osteotomisi genel kabul gören ve yaygın olarak kullanılan cerrahi bir yöntemdir. Medial açık kama osteomisinde TomoFix plağı, komplikasyon oranının az olması, tam yük verme süresinin erken olması ve osteotomi stabilitesinin iyi olmasından dolayı yaygın ve güvenli bir şekilde kullanılmaktadır.

Kaynaklar

1. Jackson JP. Osteotomy for osteoarthritis of the knee. J Bone Joint Surg [Br] 1958; 40: 826.
2. Coventry MB. Osteotomy of the Uper Portion of the Tibia for Degenerative Arthritis of the Knee: A preliminary report. J Bone Joint Surg. 1965; 47-A, 248: 984-91.
3. Puddu G, Fowler PJ, Amendola A. Opening wedge osteotomy system by Arthrex: Surgical Technique. Naples, FL: Arthrex, 1998.
4. Hernigou P, Medevielle D, Debeyre J, Goutallier D. Proximal tibial osteotomy for osteoarthritis with varus deformity. A ten to thirteen-year follow-up study. J Bone Joint Surg Am 1987; 69:332-354.
5. Fowler PJ, Tan JL, Brown GA: Medial opening wedge high tibial osteotomy: How I do it? Op Tech Sports Med 2000; 1:32-8.
6. Hernigou P: Open wedge tibial osteotomy: combined coronal and sagittal correction. Knee 2002; 9(1):15-20.

7. Franco V, Cerullo G, Cipolla M, et al. Open wedge high tibial osteotomy. *Tech Knee Surg*. 2002;1:43Y53.
8. Lobenhoffer P, De Simoni C, Staubli AE: Open-wedge high tibial osteotomy with rigid plate fixation. *Tech Knee Surg* 2002; 1:93-105.
9. Lobenhoffer P, Agneskirchner JD. Improvements in surgical technique of valgus high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2003;11:132-138.
10. Staubli AE, De Simoni C, Babst R, et al. TomoFix: a new LCP-concept for open wedge osteotomy of the medial proximal tibia early results in 92 cases. *Injury*. 2003;34: S-B55-S-B62.
11. Stoffel K, Stachowiak G, Kuster M: Open wedge high tibial osteotomy: biomechanical investigation of the modified Arthrex Osteotomy Plate (Puddu Plate) and the TomoFix Plate. *Clin Biomech* 2004; 19(9):944-50.
12. Esenkaya I. A new distractor with angle-scale for proximal tibia medial opening wedge osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2006;14(5):443-6
13. Niemeyer P, Schmal H, Hauschild O, von Heyden J, Südkamp NP, Köstler W. Open-wedge osteotomy using an internal plate fixator in patients with medial-compartment gonarthrosis and varus malalignment: 3-year results with regard to preoperative arthroscopic and radiographic findings. *Arthroscopy*. 2010;26(12):1607-16
14. Agneskirchner JD, Freiling D, Hurschler C, Lobenhoffer P, et al. Primary stability of four different P, et al. Primary stability of four different implants for opening wedge high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*.2006;14(3): 291-300
15. Pape D, Kohn D, van Giffen N, Hoffmann A, Seil R, Lorbach O. Differences in fixation stability between spacer plate and plate fixator following high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2013; 21(1):82-9
16. Kyung HS, Lee BJ, Kim JW, Yoon SD. Biplanar Open Wedge High Tibial Osteotomy in the Medial Compartment Osteoarthritis of the Knee Joint: Comparison between the Aescula and Tomofix Plate. *Clin Orthop Surg*. 2015; 7(2): 185-90.
17. Staubli AE. Radiologische Heilungsvorgänge nach öffnender kniegelenknaher Tibiaosteotomie. In: Lobenhoffer P, Agneskirchner JD, Galla M, eds. Kniegelenknahe osteotomien: indikation, planung, operationstechnik mit plattenfixateuren. New York: Georg Thieme Verlag KG;2006:p65-78.
18. Schallberger A, Jacobi M, Wahl P, Maestretti G, Jakob RP. High tibial valgus osteotomy in unicompartmental medial osteoarthritis of the knee: a retrospective follow-up study over 13-21 years. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2011; 19(1):122-7.
19. Martin R, Birmingham TB, Willits K, Litchfield R, Lebel ME, Giffin JR. Adverse event rates and classifications in medial opening wedge high tibial osteotomy. *Am J Sports Med*. 2014; 42(5):1118-26.
20. Akizuki S, Shibakawa A, Takizawa T, Yamazaki I, Horiuchi H. The long-term outcome of high tibial osteotomy A ten-to 20 year follow up. *J Bone Joint Surg British* 2008;90B(5):592-6.

Eksternal Fiksatorle Medial Açık Kama ve Reverse Dome Osteotomisi

Cengiz Şen, Yavuz Sağlam, Necdet Demir

Giriş

Diz eklem kıkırdağının ilerleyici bozulması (dejenerasyonu) olarak tanımlanan diz osteoartritinin (gonartroz) semptomatik hale gelmesi Amerika kaynaklı verilere göre 100.000 hastanın yılda 240 tanesinde olmaktadır. Diz eklem kıkırdağını etkileyen bu kayıp genetik yatkınlığı da olan kişilerde yaşla birlikte artmakta, beden kitle indeksi yüksek kadın hastalarda sıklıkla semptomatik hale gelmektedir. Eklem kıkırdağındaki kaybın tek kompartmanda olmasının ana sebebi ise alt ekstremitte diziliminin değişmesi ve buna bağlı olarak dizin biyomekaniğinin bozulmasıdır. Tek kompartman artrozu sıklıkla medial kompartmanı etkilemektedir. Medial kompartman artrozu (MKA) olan genç artritlik dizlerin tedavisinde, dizin mekaniğinin düzeltilmesi amacı ile eklem koruyucu yüksek tibia osteotomisi (YTO) yaygın olarak kullanılmaktadır (1-4).

Distraksiyon osteogenezisi yöntemi Gavril A. İlizarov tarafından kemik uzatma tekniği olarak temel prensipleri ortaya konmuş ve ortopedik cerrahlar tarafından medial kompartman artrozu tedavisinde, farklı bir seçenek olarak uygulanmaya başlanmıştır (5-9).

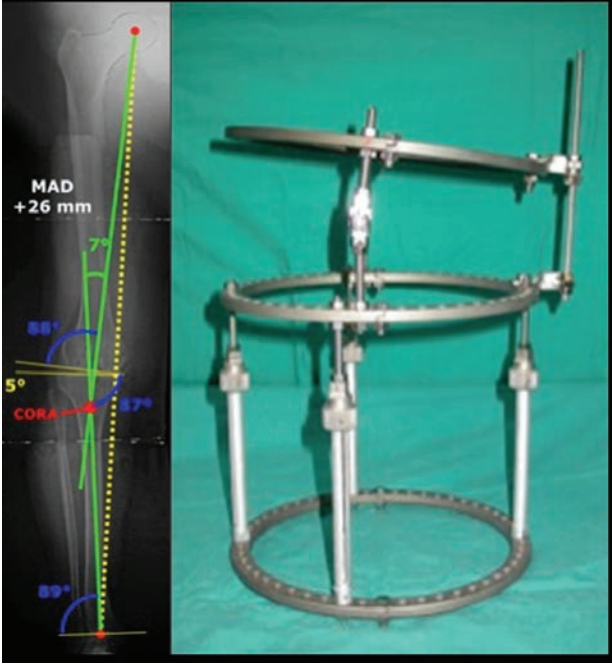
Medial eklem aralığında ağrısı olan ve distraksiyon osteogenezisi yöntemi ile YTO yapılması düşünülen hastalardaki endikasyon kriterleri; 60 yaşın altında olan, 10°den az fleksiyon kontraktürü olan, en az 90° eklem hareket açıklığı olan, ciddi patellofemoral artrozu olmayan, ağır bağ dengesizliği bulunmayan ve kas gücü kaybı olmayan hastalara uy-

gulanabilmektedir (3, 5). Bu osteotomide amaç dizin mekanik ekseninin medialden laterale alınarak yük dağılımının değiştirilmesi ve medialde yoğunlaşan streslerin lateral kompartmana kaydırılmasıdır (10). Yüksek tibial osteotominin uzun dönem başarısını yaş, artroz derecesi, ameliyat öncesindeki diz hareket arkı, varus derecesi ve düzeltme miktarı, beden kitle indeksi ve ameliyat öncesinde var olan bağ instabilitesi etkilemektedir (8, 11-14). Medial kompartman artrozunda lateral gevşekliğin yanı sıra medial gevşeklik de olabilmektedir (11, 12, 14).

Bu bölümde semptomatik MKA olan hastalarda eksternal fiksator ile medial açık kama osteotomisi ve reverse (açık) dome - kubbe osteotomisi tekniği, ameliyat öncesi hazırlık ve ameliyat sonrası takibinden literatür ışığında söz edeceğiz.

Cerrahi Öncesi Planlama ve Hazırlık

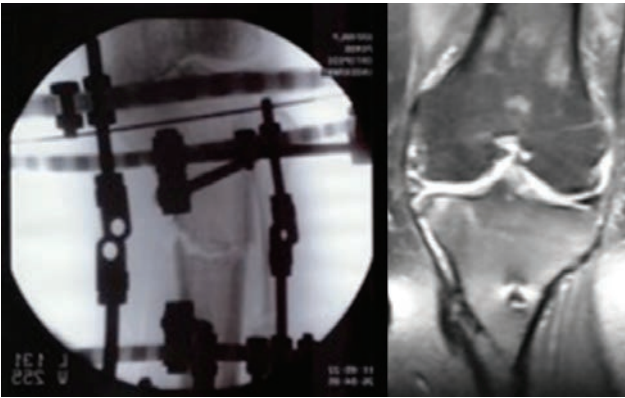
Preoperatif planlamanın doğru yapılabilmesi için pelvis (krista iliakalar), kalça, diz ve ayak bileği eklemlerini tam olarak gösteren ayakta AP ve lateral planda çekilmiş ortoröntgenografi (bacak boy grafisi) olması gerekir. Yine patella tanjansiyel (Merchant) grafisi ve gereklilik halinde kıkırdak defektlerini görebilmek adına Manyetik Rezonans (MR) görüntülemeler yapılabilir. Paley tarafından tarif edilen eklem dizilim ve yönelim normal değerleri göz önüne alınarak, ortoröntgenografi üzerinde dizilim ve yönelim testleri yapılır ve deformitenin merkezi belirlenir. (14). Genellikle deformitenin merkezi ya diz eklemi üzerinde veya biraz altında ortaya çıkmaktadır (Resim 1a ve



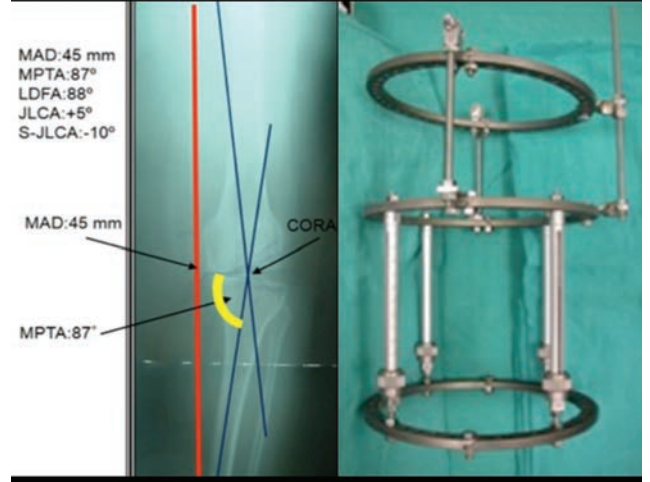
Resim 1a. Deformite prensiplerine göre belirlenmiş CORA'nın eklem seviyesinin hemen altında bulunması

1b). Bu şekilde belirlenmiş CORA (Center of rotation angulation)'ya göre iki farklı çerçeve (freym, frame) ameliyat öncesi hazırlanır. İlk olarak halka seçimi hastanın üzerinde denenerek, krusun en kalın yerinden iki parmak çevresel boşluk kalacak şekilde planlanmalıdır.

Deformitenin merkezi (CORA) eklem üzerinde ise yuvarlak (bushing) menteşeler ile, eklem seviyesinin altında ise tek planlı menteşeler ile bir çerçeve kurulur. Her iki çerçeve tipinde de; menteşeler merkezin bir delik lateraline ve distraktör ise her iki menteşeye eşit mesafede olacak şekilde mediale yerleştirilir. Son-



Resim 2a, b. Medial açık kubbe-dome osteotomisinde medial uzantı medial kollateral bağın (MCL) yapışma yerinin üzerinde sonlanmaktadır

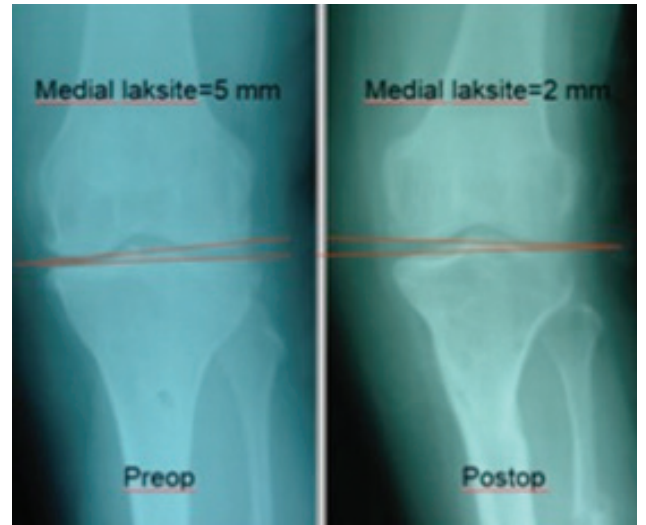


Resim 1b. Deformite prensiplerine göre belirlenmiş CORA'nın eklem seviyesinin üzerinde bulunması ve bushing tip (yuvarlak) menteşe kullanılması

rasında stabiliteyi arttırmak amacı ile bir halka daha fiksatöre ilave edilmelidir. Hazırlanan çerçeve hastanın bacağına denemeli ve ameliyat öncesinde steril edilmesi sağlanmalıdır.

Açık fokal dome - kubbe osteotomisi

Medial kompartman artrozu sadece kemiksel değil, bazen medial bağ gevşekliğinden de kaynaklanabilir. Bu hastalarda yapılan deformite analizinde lateral distal femoral açı (LDFA) ve medial proksimal tibial açı (MPTA) normal aralıkta saptanmakla beraber eklem uyum açısı (JLCA) 2° den fazla ölçülmektedir



Resim 3. Medial kollateral ligamanın gerilmesi sonucunda denge sağlanır

Tablo 1. Dr. Paley' in eklem çevresi bağ laksitesi varlığındaki tedavi önerileri (14).

LDFA	MPTA	JLCA	S-JLCA	Önerilen Osteotomi
85-90	≤85	≥0	>JLCA + 3	TO + LT
85-90	85-90	>0	>JLCA + 3	TO + LT
≥92	85-90	≥0	>JLCA + 3	FO ± LT
90-92	87-90	≥0	>JLCA + 3	FO ± LT
90-92	≤86	≥0	>JLCA + 3	TO + LT
≥92	<85	≥0	>JLCA + 3	FO + TO + LT

LDFA; lateral distal femoral açı, MPTA; medial proksimal tibial açı, JLCA; eklem uyum çizgisi, S-JLCA; stres grafisindeki eklem uyum çizgisi, TO; tibial osteotomi, FO; femoral osteotomi, LT; ligament sıkılaştırma

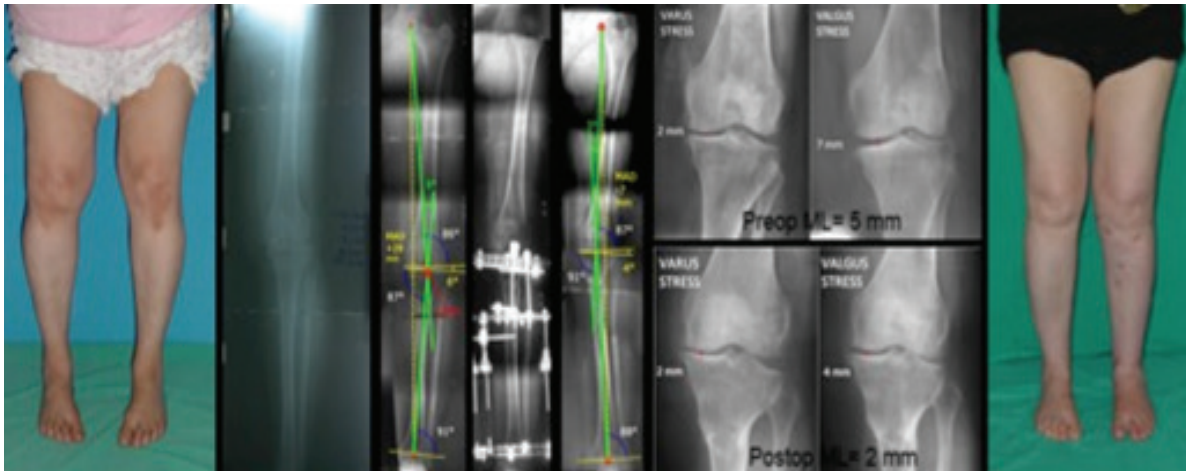
(Tablo 1). Bu bağ dengesizliği ise uzun dönemde medial kompartman artrozuna yol açabilmektedir. Bu hastalarda ise Dr. Paley tarafından tarif edilen *opening focal dome* osteotomisi yapılmaktadır (5, 14). Ameliyat tekniği daha önceden tarif edilen tekniğe benzemekle beraber osteotominin medial uzantısı medial kollateral bağın (MCL) yapışma yerinin üzerinde sonlanmaktadır (Resim 2a ve 2b). Bu şekilde yapılacak olan distraksiyon sonucunda medial kollateral ligaman gerilecek ve eklem bağ dengesi yeniden tesis edilecektir (5). Bunun sonucunda denge sağlanarak artrozun ilerlemesi engellenmeye çalışılır (Resim 3).

Cerrahi Teknik

Boyama ve örtme esnasında ihtiyaç halinde kullanılmak üzere uyluğa turnike konulmalı, iliak kanatlar açık olacak şekilde örtülmeli ve bu bölgeden greft alınabileceği hasta ve yakınları ile ameliyat öncesinde

paylaşılmalıdır. İşlemin uygulanacağı masanın skopi kullanımına izin veren, radyolüsan bir masa olmasına dikkat edilmelidir. Eğer diz eklemine artroskopi yapılması da planlanıyor ise uygun kule hazırlığı da yapılmalıdır.

Tibiya fiksatorü yerleştirmeye başlamadan önce fibulaya 1/3 proksimal ile diafiz birleşme yerinden osteotomi yapılır. Ardından fiksatöre geçilir. Diz eklemine paralel olarak proksimal referans teli geçirilip fiksatöre tespit edilir. Sonra ayak bileği eklemine paralel olarak distal referans teli geçirilip fiksatöre bağlanır. Bu aşamada menteşelerin CORA ile aynı seviyede olduğu skopi ile kontrol edilir. Daha sonra orta halkaya bağlanmak üzere bir K teli geçirilir. Ardından stabiliteyi arttırmak üzere 6 mm Schanz vidaları ile fragmanlar halkaya güvenli şekilde tespit edilir. Son olarak tibial tüberkülün hemen altından ve hareket noktası CORA üzerinde olmak üzere, bir kılavuz kullanarak multiple drilleme yöntemi ile tibiya osteotomi yapılarak ameliyat tamamlanır (Resim 4).



Resim 4. Açık kubbe-dome osteotomisi uygulanmış olan 52 yaşındaki kadın hastamızın tedavi öncesi ve sonrası radyografik ve klinik görünümü

Cerrahi Sonrası Bakım

Ameliyat sonrası ilk günde diz ve ayak bileği egzersizlerine başlanarak hastaya çift koltuk değneği yardımıyla tolere edebileceği kadar yük vermesine izin verilir. Ameliyat sonrası fiksator bakımı, tel ve çivi diplerinin günde bir kez batikonla pansumanı şeklinde önerilir. Ameliyattan 30 dakika önce başlanan anti-biyotik profilaksisi; genellikle ameliyat sonrası, 48 saat iv sefazolin 3x1 gr/gün olmak üzere devam edilir.

Ameliyat sonrası yedinci günde, 3x1 mm/gün ritminde olmak üzere motor ünite yardımıyla distraksiyona başlanır. Düzeltme sırasında radyolojik kontroller ortoröntgenografi çekilerek yapılır ve her seferinde MAD (mekanik eksen sapması), MPTA (Medial Proksimal Tibial Açı), LDFA (Lateral Distal Femoral Açı) ve LDTA (Lateral Distal Tibial Açı) ölçülerek normal değerlere ulaştığı kontrol edilir. Düzeltme sonrasında mFTA'nın ortalama 2°-4° valgusta olması ve Fujisava noktası (15) esas alınarak mekanik eksenin lateral platonun %30-40'luk aralığından geçmesi amaçlanır. Osteotomi bölgesinde üç korteks kaynama görüldükten sonra çerçeve dinamize edilerek çıkarılır (ortalama 2-4 ay).

Tartışma

Medial eklem ağrısı ve izole medial kompartman artrozu olan hastaların tedavisinde YTO sıklıkla tercih edilen ve başarılı sonuçları rapor edilmiş bir cerrahi yöntemdir. YTO ile ilgili literatürdeki yayınlar incelendiğinde; ilk beş yılda %10, on yılda ise %30-50 oranda ikinci cerrahi girişim ihtiyacı olabildiği rapor edilmiştir. Başarısızlığın ana sebepleri; vücut kitle indeksinin 27,5'dan fazla olması, fleksiyon açıklığının 100°'den az olması, postoperatif valgus derecesinin 3°'den az olması, genç hastalar, bağ dengesizliği olan hastalar ve dejeneratif artroz sebebiyle daha önce artroskopi yapılan hastalar olarak verilmektedir (10, 16, 17).

Dror Paley tarafından deformite kavramı, CORA metodu ve tedavi prensiplerinin yeniden tanımlanmasından sonra, distraksiyon osteogenezisi yöntemiyle yüksek tibial osteotomi uygulanmaya başlanmıştır (13, 14, 18). Deformite analiz edildikten sonra, menteşeler CORA olarak belirlenen noktaya yerleştirilmektedir. Osteotomi tibial tüberkülün hemen altından ve açıklığı ekleme bakan şekilde yapılmaktadır. Bu şekilde hedeflenen deformite miktarı ameliyat sonrasında tedrici olarak yapılabilen ve mekanik eksen yeniden oluşturulabilmektedir. Translasyona da imkan tanınması dolayısı ile ayak bileğindeki ikincil valgus deformitesinin oluşması engellenebilmektedir.

Literatür incelendiğinde, distraksiyon osteogenezisi

yöntemiyle YTO yapılan birkaç adet çalışma mevcuttur; Magyar ve arkadaşlarının (7) distraksiyon osteogenezisi ile YTO yapılan 46 hastalık çalışmasında; ortalama iki yıllık takipte sonuçlarda belirgin iyileşme olduğu, Adili ve arkadaşlarının (19) çalışmasında ise ortalama 28 aylık takipte YTO'nun %73 başarılı olduğu rapor edilmiştir. Şen ve arkadaşlarının (8) 27 hastalık ve ortalama 72 ay takip ettikleri çalışmada; hiçbir hastaya revizyon veya total diz protezine geçiş bildirilmemektedir. Bu başarıdaki en önemli faktör; sirküler fiksator yardımıyla tedrici ve tam bir düzeltme elde edilmesi sonucu dizilim ve yönelimin kesin olarak sağlanması olarak verilmektedir.

Eksternal fiksator ile yapılan YTO'nun en önemli avantajlarından birisi de proksimal tibial eğimin (slope) ameliyat sonrası dönemde de ayarlanabilir olmasıdır. Pek çok literatürde açık kama osteotomisinden sonra eğimin arttığı, kapalı kama osteotomisinden sonra ise azaldığı ve bu değişikliklerin uzun dönem sonuçlara olumsuz etki edebileceği gibi total diz protezine dönüşte de sorun yaşanabileceği belirtilmektedir (1, 2, 7, 19, 20). Yine eksternal fiksator ile yapılan YTO uygulamasında osteotomi tibial tüberkülün (TT) altından yapıldığı için patella-femoral eklem basıncını arttırmamakta ve potansiyel bir diz önü ağrısının gelişimine sebebiyet vermemektedir.

Normal bir dizde, biomekanik olarak diz eklemi gelen yüklerin %70'i medial bölümden geçmekte, varus dizde ise bu yüklenme dört katına çıkmaktadır (15, 21). Osteotomi sonrasında mekanik eksenin laterale kaydırılması ile erken dönemde ciddi tatminkar sonuçlar rapor edilirken uzun dönemde aynı memnuniyetten bahsedilememektedir (1, 2). Antonescu ve arkadaşları (22) 152 hastalık ve 8-15 yıl takip ettikleri çalışmalarında, postoperatif valgus derecesi 3-6° olan veya veya Fujisawa noktasının %30-40 aralığından geçen 105 (%69) hastada artrozun ilerlemediği; buna karşın yetersiz düzeltme yapılan 47 (%31) hastada ise artrozda ilerleme gözlemlendiği saptanmıştır. Düzeltme miktarının cerrahi sonrası başarıyı belirlemede bu denli öneme sahip olduğu durumlarda, tedricen ve tam hedeflenen düzeltmenin yapılabilmesi yine eksternal fiksator kullanımının avantajları arasındadır.

Varus gonartrozu olan hastaların bir kısmında medial gevşeklik bulunduğu unutulmamalı, bu hastalarda ameliyat öncesi instabilite testleri mutlaka yapılmalıdır. Erdem ve arkadaşları (5) açıcı fokal-kubbe osteotomisi ile medial kollateral ligaman gerginliğini arttırarak bağ dengesini yeniden tesis ettikleri çalışmalarında fonksiyonel ve ağrı açısından oldukça başarılı sonuçlar rapor etmişlerdir.

Tuncay ve arkadaşlarının (9) unikondiler diz artroplastisi, açık kama yüksek tibial osteotomi ve dome

tipi yüksek tibial osteotomiye karşılaştırdıkları çalışmalarında her üç yöntemin de tatminkar sonuçlar verdiğini ancak unikondiler artroplasti yapılan hastaların eski aktivitelerine daha hızlı ulaştıklarını rapor etmişlerdir.

Polat ve arkadaşları (18); açık, kapalı ve distraksiyon osteogenezi yöntemiyle yaptıkları 3 farklı osteotomiye karşılaştırmışlardır. Bu çalışmanın sonucuna göre; KSS ve HSS diz skorları yönünden gruplar arasında fark bulunmamış, sağ kalım oranları ilk 5 yılda % 93.4 ve 10 yılda ise % 71.2 olarak bulunmuş ve 168 diz arasında sadece 27 (%16) hastaya total diz artroplastisi yapılmıştır. Bu hastalarda osteotomi ile protez arasında geçen süre ortalama 8.9 yıl olarak saptanmıştır.

Hasta konforunun diğer yöntemlere göre nispeten daha az olması, gerek ameliyat sırasında gerekse sık kontrol sebebiyle çokça radyasyona maruz kalma ve ikinci bir girişim ile fiksatorün çıkarılma gereksinimi ise yöntemin dezavantajları arasında sayılabilmektedir.

Sonuç olarak medial kompartman artrozu olan 60 yaşın altındaki bireylerde, distraksiyon osteogenezi prensipleri ile yapılan YTO ile diğer yöntemlere benzer şekilde iyi sonuçlar alınabilmesinin yanı sıra tedricen düzeltme miktarının ayarlanabilmesi ve yeterli düzeltmenin elde edilebilmesi başarı ile uygulanabilir bir yöntem olduğunu göstermektedir. Yine benzer yöntemlerde olduğu gibi, eksternal fiksator ile düzeltme yapılan medial kompartman artrozlu hastalarda ortalama 5-10 yıllık dönemde oldukça tatminkar sonuçlar alınmakta ve protez cerrahisi geciktirilebilmektedir.

Kaynaklar

- Amendola A, Bonasia DE. Results of high tibial osteotomy: review of the literature. *Int Orthop*. 2010;34(2):155-60.
- Floerkemeier S, Staubli AE, Schroeter S, Goldhahn S, Lobenhoffer P. Outcome after high tibial open-wedge osteotomy: a retrospective evaluation of 533 patients. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2013;21(1):170-80.
- Fu D, Li G, Chen K, Zhao Y, Hua Y, Cai Z. Comparison of high tibial osteotomy and unicompartmental knee arthroplasty in the treatment of unicompartmental osteoarthritis: a meta-analysis. *J Arthroplasty*. 2013;28(5):759-65.
- Kohn L, Sauerschnig M, Iskansar S, Lorenz S, Meidinger G, Imhoff AB, et al. Age does not influence the clinical outcome after high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2013;21(1):146-51.
- Erdem M, Gunes T, Sen C, Bostan B, Asci M. [Opening focal dome osteotomy in the treatment of varus gonarthrosis associated with medial laxity]. *Eklem Hast Cerrahisi*. 2010;21(2):80-5.
- GA. I. Tension-stress effect on the genesis and growth of tissue. *Transossous Osteosynthesis Springer-Verlag*. 1992:137-257.
- Magyar G, Ahl TL, Vibe P, Toksvig-Larsen S, Lindstrand A. Open-wedge osteotomy by hemicallotaxis or the closed-wedge technique for osteoarthritis of the knee. A randomised study of 50 operations. *J Bone Joint Surg*. 1999;81(3):444-8.
- Sen C, Kocaoglu M, Eralp L. The advantages of circular external fixation used in high tibial osteotomy (average 6 years follow-up). *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2003;11(3):139-44.
- Tuncay I, Bilsel K, Elmadag M, Erkocak OF, Asci M, Sen C. Evaluation of mobile bearing unicompartmental knee arthroplasty, opening wedge, and dome-type high tibial osteotomies for knee arthritis. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2015;49(3):280-7.
- Miyazaki T, Wada M, Kawahara H, Sato M, Baba H, Shimada S. Dynamic load at baseline can predict radiographic disease progression in medial compartment knee osteoarthritis. *Ann Rheum Dis*. 2002;61(7):617-22.
- Cameron JC, Saha S. Management of medial collateral ligament laxity. *Orthop Clin N Am*. 1994;25(3):527-32.
- Lewek MD, Rudolph KS, Snyder-Mackler L. Control of frontal plane knee laxity during gait in patients with medial compartment knee osteoarthritis. *Osteoarthr Cartilage*. 2004;12(9):745-51.
- Naudie D, Bourne RB, Rorabeck CH, Bourne TJ. The Install Award. Survivorship of the high tibial valgus osteotomy. A 10- to -22-year followup study. *Clin Orthop Relat Res*. 1999(367):18-27.
- Paley D, Bhatnagar J, Herzenberg JE, Bhave A. New procedures for tightening knee collateral ligaments in conjunction with knee realignment osteotomy. *Orthop Clin North Am*. 1994;25(3):533-55.
- Fujisawa Y, Masuhara K, Shiomi S. The effect of high tibial osteotomy on osteoarthritis of the knee. An arthroscopic study of 54 knee joints. *Orthop Clin North Am*. 1979;10(3):585-608.
- Majima T, Yasuda K, Katsuragi R, Kaneda K. Progression of joint arthrosis 10 to 15 years after high tibial osteotomy. *Clin Orthop Relat Res*. 2000(381):177-84.
- Tetsworth K, Paley D. Malalignment and degenerative arthropathy. *Orthop Clin North Am*. 1994;25(3):367-77.
- Polat G, Balci HI, Cakmak MF, Demirel M, Sen C, Asik M. Long-term results and comparison of the three different high tibial osteotomy and fixation techniques in medial compartment arthrosis. *J Orthop Surg Res*. 2017;12(1):44.
- Adili A, Bhandari M, Giffin R, Whately C, Kwok DC. Valgus high tibial osteotomy. Comparison between an Ilizarov and a Coventry wedge technique for the treatment of medial compartment osteoarthritis of the knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2002;10(3):169-76.
- Wada M, Imura S, Nagatani K, Baba H, Shimada S, Sasaki S. Relationship between gait and clinical results after high tibial osteotomy. *Clin Orthop Relat Res*. 1998(354):180-8.
- Lewek MD, Ramsey DK, Snyder-Mackler L, Rudolph KS. Knee stabilization in patients with medial compartment knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum*. 2005;52(9):2845-53.
- Antonescu DN. Is knee osteotomy still indicated in knee osteoarthritis? *Acta Orthop Belg*. 2000;66(5):421-32.

Distal Femoral Osteotomiler

Meriç Ünal, Osman Civan, Merter Özenci

Neden Distal Femoral Osteotomi?

Diz çevresi osteotomileri tek kompartman artrozlarının biyolojik tedavisinde önemli bir yer tutmaktadır. Varus deformitesi en sık görülen deformite olmakla birlikte valgus deformiteleri de diz çevresi osteotomileri ile düzeltilebilmektedir. Valgus deformitesinin varus deformitesinden en önemli farkı ise eklem hattı oblikliğinin sık görülmesidir. Varus dizlerde medial açık kama proksimal tibial valgizasyon osteotomisinin (PTO) başarılarının ardından valgus dizlerin düzeltilebilmesi için de proksimal tibia varizasyon osteotomileri geliştirilmiştir. Medial kapalı kama proksimal tibia varizasyon osteotomilerinin sonuçlarının yeterince başarılı olmaması nedeni ile distal femoral osteotomilere eğilim artmıştır (1,2). İkinci ve önemli bir neden de valgus dizlerde eklem hattının genelde superolaterale doğru açılanma göstermesi ve bu nedenle eklem proksimalden düzeltilmesine gerek duyulmasıdır (3). Varus osteotomilerinde birincil hedef diz eklemine yere paralel hale getirilmesidir. Bu hedefe ulaşmak da distal femoral osteotomi ile mümkündür (4).

Endikasyon ve kontrendikasyonlar

Distal femoral osteotomilerinin (DFO) temel endikasyonu frontal planda valgus deformitesine neden olan izole lateral kompartman osteoartritidir. İkinci bir endikasyon da kronik iç yan bağ (İYB) yetmezliğine

bağlı yük dengesizliğinin ve buna bağlı gelişen *valgus thrust*'in düzeltilmesi gerekliliğidir. Son olarak valgus dizilime bağlı gelişebilen patellofemoral uyumsuzluğun düzeltilmesi gerekliliği de DFO endikasyonları arasında yer almaktadır (5). Akıldan çıkarılmaması gereken önemli bir nokta, DFO sadece alt ekstremitte dizilimini düzeltmesinin yanında aynı zamanda diz eklemi oblikliğini de düzeltir. Proksimal tibia osteotomilerin diz osteoartriti tedavisinde kullanımı için geliştirilen ISAKOS klavuzu DFO için de kullanılabilir (6) (Tablo-1).

Osteotomilerin genelinde olduğu gibi DFO'larda da obezite bir çekince olarak karşımıza çıkmaktadır. Vücut kitle indeksinin (VKİ) 30'dan büyük olduğu olgularda sonuçların daha kötü olduğu belirtilmektedir (7,8).

DFO planlanan hastalarda yaş da tartışılan konulardan biridir. Olguların 65 yaşın altında olması tercih edilmekle birlikte yaşam stili, aktivite düzeyi ve genel sağlık durumuna göre planlama yapılması daha uygun görünmektedir (9).

Ligaman instabilitesi DFO için kontrendikasyon gibi görülmeyle birlikte DFO ile eş zamanlı ön çapraz bağ (ÖÇB) rekonstrüksiyonu uygulamalar da yapılabilmektedir. DFO aynı zamanda ligaman instabilitesi sorununu çözmek amacı ile de kullanılabilir. Hestroni ve ark. yapmış oldukları deneysel çalışmada yüzeysel İYB'yi kesmişler ve lateral açık kama DFO sonrası 30° fleksiyonda medial açılmanın önemli oranda azaldığını belirtmişlerdir. Yüzeysel, derin İYB ve ÖÇB'yi kestiklerinde de açık kama DFO sonrası medial açılmada bir miktar azalma saptamışlardır (10).

Tablo 1. ISAKOS klavuzu: DFO planlamasında hasta seçimi

İdeal Aday

İzole lateral eklem ağrısı
 40-60 yaş
 VKI < 30
 Sigara içmeyen
 Yüksek aktivite beklentisi(koşu ve sıçrama hariç)
 <15° valgus dizilimi
 Distal femoral deformite
 Tam eklem hareket açıklığı
 <10° ekstansiyon kaybı
 > 90° fleksiyon
 Normal medial ve PF kompartmanlar
 Normal ligaman dengesi
 IKDC Osteoartrit sınıflaması (A), B, C, D
 Notch osteofiti olmaması

Olası Aday

<25° fleksiyon kontraktürü
 <40 veya 60-70 yaş
 Orta düzey semptomatik PF osteoartrit
 ÖÇB/AÇB/PLK instabilitesi
 Tüm spor aktivitelerine katılma isteği

Kötü Aday

>25° fleksiyon kontraktürü
 İki kompartman hastalığı
 Yük aktarılabilecek kompartmanda geçirilmiş menisektomi öyküsü
 Geçirilmiş diz enfeksiyonu
 Romatoid artrit
 Obezite
 Uyumsuz hasta
 Ağır sigara içicisi
 Grafide atrofik kemik görünümü
 Ciddi femoral kemik kaybı

VKI: Vücut kitle indeksi, PF: patellofemoral eklem, IKDC: International knee documentation Committee, ÖÇB: ön çapraz bağ, AÇB: arka çapraz bağ, PLK: posterolateral köşe

Patellofemoral osteoartritin DFO sonuçlarını etkileyebileceği düşünülmektedir. Çeşitli araştırmacılar lateral açık kama DFO sonrası Q açısının azalacağını ve bununla birlikte lateral patellofemoral kompartman yükünün azalacağını belirtmişler ve orta düzey patellofemoral osteoartritli olguların DFO için kontrendikasyon oluşturmayacağını savunmuşlardır (4,11).

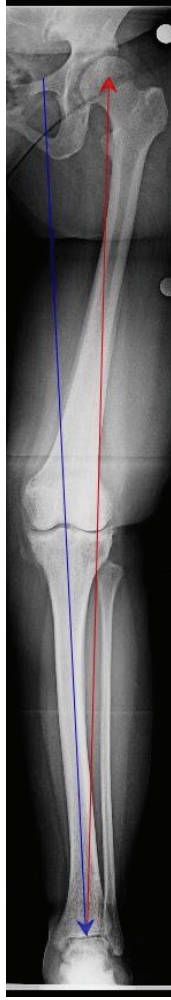
PTO'da olduğu gibi DFO'da da kırıkdağa yönelik işlemler ve ÖÇB rekonstrüksiyonu gibi kombine prosedürler başarılı sonuçlar verebilmektedir (12,13).

İnflamatuar artritlerde valgus deformitesi sık görülmesine rağmen tüm osteotomiler gibi DFO da bu durumlarda kontrendikedir (14). İnstabil dizler de kontrendikasyon teşkil etmektedir. Ayrıca 20°'den

fazla valgus deformitesi olan hastalarda da eşlik eden diz instabilitesi olabilmesi nedeni ile DFO kontrendikedir. Ciddi kemik kaybı ve 1 cm'den fazla tibial subluksasyonun eşlik ettiği ciddi valgus deformiteleri de kontrendikasyon oluşturmaktadır (9). Ahlback sınıflandırmasına göre evre 3 ve üzeri artrozlar da DFO için kontrendikedir (15).

Düzeltilmenin Planlaması

Deformitenin düzeltilme miktarının hesaplanmasından Paley tarafından tanımlanmış olan formül kullanılmaktadır. Bu yöntem temel olarak çift osteotomi ve kama çıkarma gerektiren medial kapalı kama DFO için uygulanmaktadır. Öncelikle alt ekstremité dizi-



Resim 1. Mevcut mekanik aks (kırmızı çizgi) ve olması gereken mekanik aks (mavi çizgi).



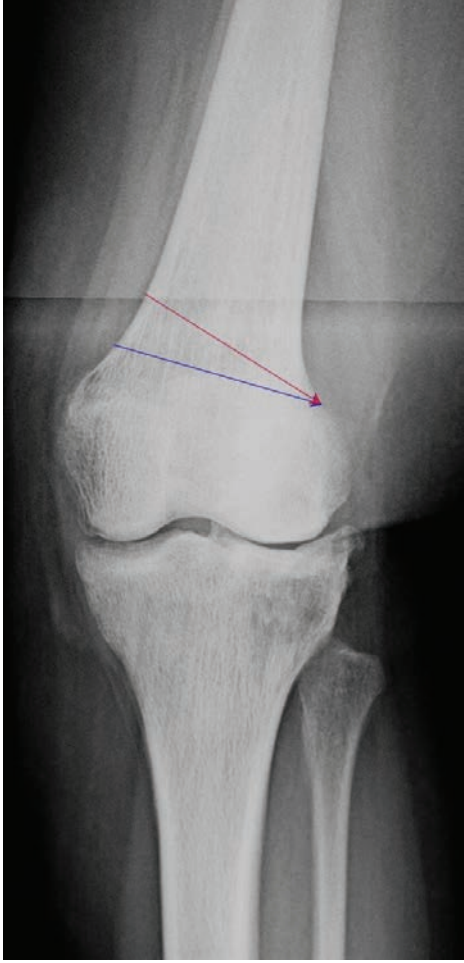
Resim 2. Proksimal noktalardan osteotomi menzeline çizilen çizgiler ve aralarındaki açı (Düzeltilme açısı)

lim grafisinde mevcut mekanik aks ve düzeltme sonrası beklenen mekanik aks çizimleri ayak bileği orta noktasında birleşecek şekilde çizilir ve bu çizgiler ile kalça bölgesinde iki adet nokta belirlenir (**Resim-1**). Bu noktalardan osteotomi menzeline (lateral femoral kondil üst sınırının hemen proksimali) iki adet çizgi çizilir ve bu çizgilerin arasındaki açı düzeltme açısı olarak not edilir (**Resim-2**). Son olarak femur medial kondilinden menzeye noktasına doğru olacak şekilde distale eğimli iki adet çizgi aralarında bir açı oluşturacak şekilde çizilir (**Resim-3**). Bu son çizgiler kapalı kama osteotomi kesilerini göstermektedir (5).

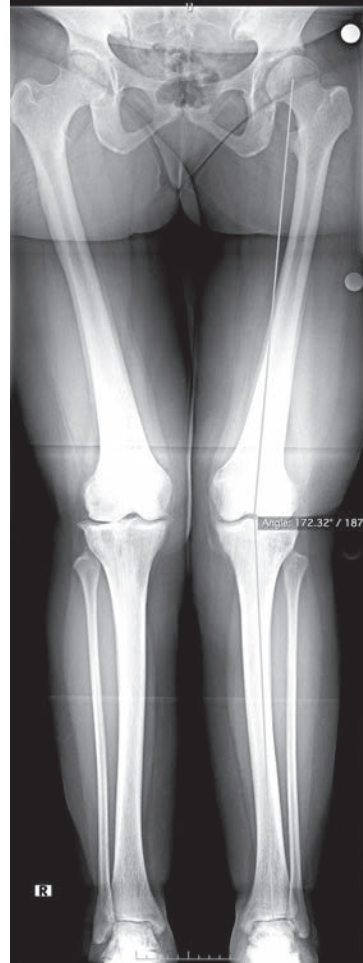
Lateral açık kama osteotomisinde ise düzeltme peroperatif olarak kontrol edilebilir durumdadır. Bu nedenle operasyon sırasında koter kablosu ile oluşturulacak dizilim çizgisi ile nihai düzeltme miktarına peroperatif karar verilebilmektedir.

Medial Femoral Kapalı Kama Osteotomisi Cerrahi Teknik (Yazarların Tekniği)

Hastaya preoperatif dönemde mutlaka alt ekstremitte dizilim grafisi çekilmeli ve mekanik aks ölçülmelidir (**Resim-4**). Spinal ya da genel anestezi altında supin pozisyonda hasta hazırlanır. Osteotomi bölgesinin skopi çekimine uygun olup olmadığı operasyona başlamadan kontrol edilmelidir. Osteotomi öncesinde tanıyı doğrulamak ya da eklem içi ek patolojileri tedavi edebilmek amacı ile artroskopi yapılabilir. Sağ femur distal medialinden longitudinal insizyon ile girilir. Subvastus yaklaşım ile femura ulaşılır. Skopi kontrolünde femoral kondil planına paralel olacak şekilde femur trokleasinin hemen proksimalinden klavuz teller gönderilir. Çıkarılması belirlenen kemik kama miktarına göre proksimalden diğer klavuz telleri lateral distalde diğer teller ile buluşacak şekilde oblik



Resim 3. Düzeltme açısını sağlayacak şekilde medial femoral kondilden lateral menteşeye doğru çizilen oblik çizgiler(çift osteotomi çizgileri)



Resim 4. Preoperatif alt ekstremité dizilim grafisi

gönderilir. Bu klavuzlar üzerinden iki adet osteotomi yapılır. Bu osteotomilerin lateral femoral kortekse 5-10 mm kala birleşmesi gerekmektedir. Osteotomilerin tamamlanmasının ardından kemik kama çıkarılır ve osteotomi hatları birleştirilir. Bu aşamada bir rod ya da tel ile düzeltmenin uygunluğu değerlendirilir. Uygun bir plak ile fiksasyon yapılır. Fiksasyonda osteotomi hatlarının komprese olmasına dikkat edilmelidir. Post-operatif izlemede herhangi bir breys ya da alçı kullanımına gerek duymamaktayız ve ödemin azalmasından ve ağrının tolere edilebildiği andan itibaren pasif eklemler hareket açıklığı egzersizlerine başlamaktayız. Kaynamanın radyolojik bulguları başlanmaya kadar yükten korumak sonrasında da parsiyel yüklerle mobilizasyona başlamak uygun olmaktadır. Günlük aktivite dönüş klinik değerlendirmeye bağlı olarak değişmekle birlikte 6-9 hafta civarında olmaktadır. Sportif aktivite dönüş ise post-operatif 6. aydan sonra önerilmektedir.

Lateral Femoral Açık Kama Osteotomisi Cerrahi Teknik (Yazarların Tekniği)

Hastaya preoperatif dönemde mutlaka alt ekstremité dizilim grafisi çekilmeli ve mekanik aks ölçülmelidir (**Resim-4**). Spinal ya da genel anestezi altında supin pozisyonda hasta hazırlanır. Osteotomi bölgesinin skopi çekimine uygun olup olmadığı operasyona başlamadan kontrol edilmelidir. Osteotomi öncesinde tanyu doğrulamak ya da eklem içi ek patolojileri tedavi edebilmek amacı ile artroskopi yapılabilir. Sağ femur distal lateralinden longitudinal insizyon ile girilerek iliotal bantta ulaşılır. İnsizyon gerekirse distal posteriora –gastroknemius medial başı proksimaline- doğru uzatılabilir. Kemiğin açığa çıkarılmasının ardından skopi kontrolünde femur distal medialine doğru uzanan oblik klavuz teller yerleştirilir. Osteotomi seviyesinde önemli olan noktalar; osteotominin medial femoral kondil posterioruna uzanmaması ve

Tablo 2. DFO teknikleri: Avantajlar, dezavantajlar, kullanılabilir olası implantlar

Osteotomi	Avantajları	Dezavantajları	Kullanılabilir Implantlar
Medial kapalı kama DFO	Kemik iyileşme potansiyeli iyi	Supratroklear bölge hasarı	Angüler plak
	Oblik kesi ile daha iyi stabilite	Lateral femoral kortekste kırık riski	LCP plak
		Implant yerleşimi zor	Dinamik kompresyon plağı(lateralden uygulanır)
		Çift kemik kesisi	
Lateral açık kama DFO	Tek kemik kesisi	Supratroklear bölge hasarı	Anguler plak
	Femura yaklaşım daha kolay	Medial femoral korteks menteşe desteği daha zayıf	Dinamik kompresyon plağı
	Düzeltilme derecesi daha kolay ayarlanır	Plağa bağlı rahatsızlık hissi fazla	LCP plak
	Plak uygulaması kolay	Kemik iyileşmesi daha yavaş	Spacer plak
		Greft kullanım gerekliliği?	
		Medial femoral kortekste kırık riski	

femur trokleası kırıkdağını içermemesidir. Osteotominin femur distal medial korteksine 1 cm kala tamamlanması gerekmektedir. Bu aşamada düzeltme miktarının belirlenmesi önemlidir. Yük transfer noktasının medial eminensia medialisine kaydırılmaması gerekmektedir. Alt ekstremitte diziliminin bir rod ya da tel yardımı ile kontrol edilmesi mutlaka gereklidir. Düzeltme miktarının belirlenmesinin ardından uygun bir lateral plak osteotomi açıklığını koruyarak uygulanır. Bu aşamada oluşan kemik boşluğa greft uygulanabilir. Yaklaşımımız 10^o'nin üzerinde olan düzeltmelerde greft kullanımınıdır. 10^o ve altında yaptığımız açıl düzeltmelerde greft kullanılmamaktadır. Post-operatif izlemede herhangi bir breys ya da alçı kullanımına gerek duymamaktayız ve ödemin azalmasından ve ağrının tolere edilebildiği andan itibaren pasif eklem hareket açıklığı egzersizlerine başlarız. Kaynamanın radyolojik bulguları başlayana kadar yükten korumak sonrasında da parsiyel yük mobilizasyona başlamak uygun olmaktadır. Günlük aktivite dönüş klinik değerlendirmeye bağlı olarak değişimle birlikte 8-12 hafta civarında olmaktadır. Sportif aktivite dönüş ise post-operatif 7-9. aydan sonra önerilmektedir. Hastaların tam yüklenmeye

başlamalarının ardından aks kontrolü için alt ekstremitte dizilim ve diz lateral grafileri ile değerlendirilmesi uygun olacaktır (**Resim-5, Resim-6**).

Sonuçlar ve sağkalım

DFO başarısı, sağkalımı, yetmezliği ve komplikasyonları iç içe geçmiş olgular olması nedeni ile tüm değerlendirmelerin bu bölümde yer alması uygun olacaktır.

DFO'nun başarısı ve komplikasyonlarını değerlendirmeye osteotomi tekniklerini değerlendirerek başlamak gerekmektedir. Medial kapalı kama ve lateral açık kama osteotomilerin kendi içinde avantaj ve dezavantajları mevcuttur (Tablo-2). Literatürde bu tekniklerin başarılarını, sağkalımlarını ve komplikasyonlarını değerlendiren çalışmalar yer aldığı gibi her iki osteotomi tekniğini birbiri ile karşılaştıran çalışmalar da mevcuttur. Valgus deformitesi varus deformitesine göre daha nadir görülmesi nedeni ile literatürdeki veriler de sınırlıdır.

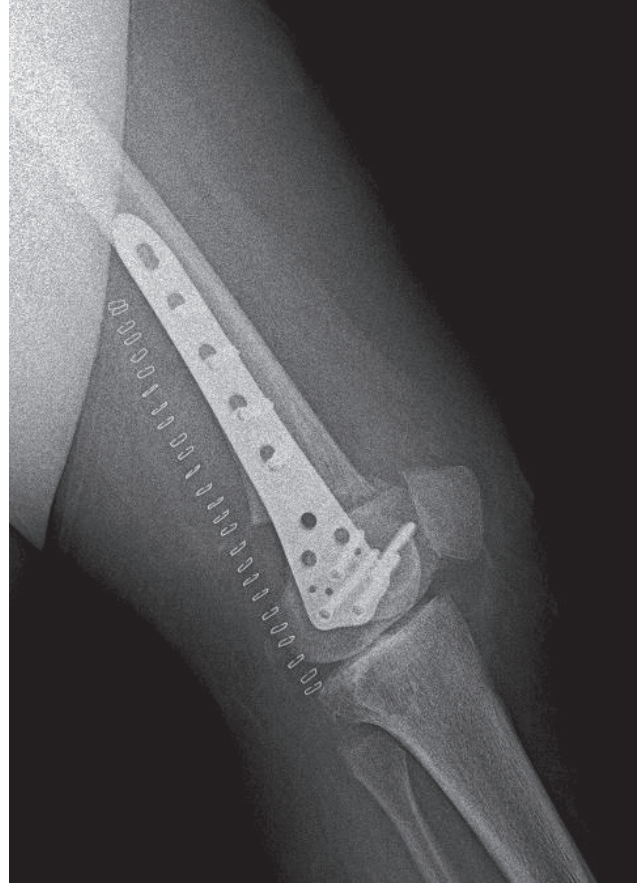
DFO sonrası ilk sonuçlar medial kapalı kama osteotomi ve anguler plak fiksasyon tekniği sonuçlarıdır. Healy ve ark. bu tekniği uyguladıkları 23 hastanın-



Resim 5. Postoperatif alt ekstremite dizilim grafisi (Lateral açık kama DFO)

dört yıllık takibinde %86 tatminkar sonuç bildirmişlerdir (16). Miniaci ve ark. da 5.5 yıllık takip sonrası benzer şekilde %86 başarılı sonuç saptamışlardır (17). Edgerton ve ark. ise ortalama 8.3 yıllık takip sonrası %71 başarılı sonuca ulaşmışlardır (18). Forkel ve ark. 23 dize uyguladıkları medial kapalı kama osteotomilerinin kilitli plak ile tespit sonuçlarını yayınlamışlar ve 3.5 yıllık takip sonrası sadece bir hastada kaynama gecikmesine bağlı düzelme kaybı bildirmişlerdir (19).

Wang ve ark. yapmış oldukları retrospektif çalışmada 30 hastaya medial kapalı kama osteotomi sonrası anguler plak ile fiksasyon uygulamışlar ve osteotominin on yıllık sağkalımını ortalama %87 olarak saptamışlardır (4). Finkelstein ve ark. ise on yıllık sağkalım oranını %64 olarak bildirmişlerdir (20). Literatürdeki en uzun süreli takiplerden biri Kosashvili ve ark.'nın 2010 yılında yayınlamış oldukları çalışmadır. Bu çalışmada ortalama takip süresi 15.6 yıldır ve sağkalım %51.5 olarak verilmiştir (21). 10 yılın üzerinde takip sonuçlarının yayınlandığı bir başka çalışmada ise 10 yıllık sağkalım oranı %82 ve 15 yıllık ise %45 olarak bildirilmiştir (22).



Resim 6. Postoperatif sol diz lateral grafisi

Carvalho Jr ve ark. lateral açık kama osteotomi sonrası ortalama 48 aylık takiplerinde fiziksel aktiviteye dönüşü değerlendirmişler ve hastaların %85.5'inde eski işlerine herhangi bir kısıtlama olmadan döndüklerini saptamışlardır. Ayrıca memnuniyet oranını %84.6 olarak bildirmişlerdir (23). Dewilde ve ark. 19 hastalık serilerinde lateral açık kama osteotomi ve Puddu plak fiksasyonu uygulamışlar ve yedi yıllık takiplerinde %82 başarı saptamışlardır (24). Bir diğer çalışmada da 31 dize lateral açık kama osteotomi uygulanmış ve ortalama beş yıllık takipte sağkalım %100, klinik başarı oranı ise %92 olarak verilmiştir (25). Saithna ve ark. 21 dize lateral femoral açık kama osteotomi uygulamışlar ve beş yıllık sağkalım oranını %79 olarak saptamışlardır (26).

Wylie ve ark. yapmış oldukları sistematik derlemede medial kapalı kama ve lateral açık kama DFO'ları karşılaştırmışlardır. Öncelikle bu derlemede yer alan çalışmaların öncelikle level IV kanıt düzeyinde olduğunu belirtmek gerekmektedir. Yazarlar, temel olarak değerlendirdikleri 16 çalışmanın sonunda lateral açık kama ve medial kapalı kama DFO arasında hangi os-

Tablo 3. DFO komplikasyonları

DFO Komplikasyonları

Kırık
 Implant yerleşim hatası
 Düzeltme kaybı
 Enfeksiyon
 Hematom
 DVT/Pulmoner emboli
 Implant yetmezliği
 Artrofibrozis

teotominin daha başarılı olduğuna dair bir kanıt düzeyine ulaşamamışlardır (27). 2016 yılında yayınlanan bir sistematik derlemede de her iki tip DFO'nun ortalama 10 yıllık sağkalımının %80 civarında olduğu ve her iki tekniğinde valgus deformitesinde kullanımının başarılı ve düşük komplikasyon oranına sahip olduğu belirtilmiştir (28).

Tüm osteotomilerde olduğu gibi DFO sonrası da görülebilen çeşitli komplikasyonlar mevcuttur. En sık görülen komplikasyonlar düzeltme kaybı, kırık, implant yetmezliği ve enfeksiyon olarak karşımıza çıkmaktadır (Tablo-3) (27). Jacobi ve ark. yapmış oldukları çalışmada lateral açık kama osteotomisi ile ilgili problemler üzerinde durmuşlar ve en sık problemlerin kaynama gecikmesi ve plağa bağlı iliotibial bant irritasyonu olduğunu saptamışlardır (29).

DFO başarısını etkileyen temel faktörlerden biri osteotominin fiksasyonudur. Farklı fiksasyon teknikleri ile farklı stabilite elde edilebilmektedir ve literatürde bu konu ile ilgili karşılaştırmalı çalışmalar mevcuttur. Her iki osteotomi tekniğinde de temel olarak plak-vida fiksasyonu ön plandadır. Medial kapalı kama osteotomide anguler plak, kilitli kompresyon plakları kullanılabilirken lateral açık kama osteotomide ise kilitli kompresyon plaklarının yanında Puddu tarafından geliştirilen medial açık kama proksimal tibial osteotomideki benzer çentikli plak da kullanılabilir. Fiksasyon materyali ne olursa olsun DFO'nun başarısı fiksasyon stabilitesine bağlıdır.

Çıkarımlar

İzole lateral kompartman artrozlu valgus deformiteli dizlerde DFO başarılı bir tedavi seçeneğidir. Medial kapalı kama ya da lateral açık kama osteotomilerin sonuçları birbirine benzerdir ve her iki teknik de başarılıdır. Hangi tekniğin kullanılması gerektiği cerrahın seçimine bağlıdır. Cerrah kendini hangi teknikte yerli görüyorsa o tekniği seçebilir. Şunu akıldan çıkar-

mamak gerekir ki valgus deformiteli lateral kompartman osteoartritli hastalar için uygulanan DFO ömür boyu sürecek bir tedavi yöntemi değildir. Seçilmiş hastalara primer artroplasti öncesi uzun süreli aktif yaşam şansı sağlamak DFO'nun primer amacıdır.

Kaynaklar

1. Shoji H, Insall J. High tibial osteotomy for osteoarthritis of the knee with valgus deformity. *J Bone Joint Surg Am.* 1973;55(5):963-73.
2. Coventry MB. Proximal tibial varus osteotomy for osteoarthritis of the lateral compartment of the knee. *J Bone Joint Surg Am.* 1987;69(1):32-8.
3. McDermott AG, Finklestein JA, Farine I, Boynton EL, MacIntosh DL, Gross A. Distal femoral varus osteotomy for valgus deformity of the knee. *J Bone Joint Surg Am.* 1988;70(1):110-6.
4. Wang JW, Hsu CC. Distal femoral varus osteotomy for osteoarthritis of the knee. *J Bone Joint Surg Am.* 2005;87:127-133.
5. Brinkman JM, Freiling D, Lobenhoffer P, Staubli AE, van Heerwaarden RJ. Supracondylar femur osteotomies around the knee. *Orthopade* 2014(Suppl-1): 43; 1-10.
6. Rand JA, Neyret P (2005) ISAKOS meeting on the management of osteoarthritis of the knee prior to total knee arthroplasty. ISAKOS Congress
7. Bonasia DE, Dettoni F, Sito G, Blonna D, Marmotti A, Bruzzone M, et al. Medial opening wedge high tibial osteotomy for medial compartment overload/arthritis in the varus knee: prognostic factors. *Am J Sports Med.* 2014;42(3):690-8.
8. Coventry MB, Ilstrup DM, Wallrichs SL. Proximal tibial osteotomy. A critical long-term study of eighty-seven cases. *J Bone Joint Surg Am.* 1993;75(2):196-201.
9. Puddu G, Cipolla M, Cerullo G, Franco V, Gianni E. Which osteotomy for a valgus knee? *Int Orthop.* 2010;34(2):239-247.
10. Hetsroni I, Lyman S, Pearle AD, Marx RG. The effect of lateral opening wedge distal femoral osteotomy on medial knee opening: clinical and biomechanical factors. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013; 22(7):1659-1665.
11. Zarrouk A, Bouzidi R, Karray B, Kammoun S, Mourali S, Kooli M. Distal femoral varus osteotomy outcome: is associated femoropatellar osteoarthritis consequential? *Orthop Traumatol Surg Res.* 2010;96(6):632-636.
12. Drexler M, Gross A, Dwyer T, Safir O, Backstein D, Chaudhry H, et al. Distal femoral varus osteotomy combined with tibial plateau fresh osteochondral allograft for post-traumatic osteoarthritis of

- the knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014; 23(5):1317-1323.
13. Bonasia DE, Amendola A. Combined medial meniscal transplantation and high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2010;18(7):870-873.
 14. Preston CF, Fulkerson EW, Meislin R, Di Cesare PE. Osteotomy about the knee: applications, techniques, and results. *J Knee Surg.* 2005;18(4):258-272.
 15. Amendola A, Bonasia DE. Results of high tibial osteotomy: review of the literature. *Int Orthop.* 2010;34(2):155-160.
 16. Healy WL, Anglen JO, Wasilewski SA, et al. Distal femoral varus osteotomy. *J Bone Joint Surg Am.* 1988;70(1):102-109.
 17. Miniaci A, Grossman SP, Jacob RP. Supracondylar femoral varus osteotomy in the treatment of valgus knee deformity. *Am J Knee Surg* 1990;3:65-73
 18. Edgerton BC, Mariani EM, Morrey BF. Distal femoral varus osteotomy for painful genu valgum. A five-to-11-year follow-up study. *Clin Orthop Rel Res* 1993;288,263-269.
 19. Forkel P, Achtnich A, Metzlaß S, Zantop T, Petersen W. Midterm results following medial closed wedge distal femoral osteotomy stabilized with a locking internal fixation device. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2014;23(7):2061-2067.
 20. Finkelstein JA, Gross AE, Davis A. Varus osteotomy of the distal part of the femur: A survivorship analysis. *J Bone Joint Surg Am* 1996;78(9):1348-1352
 21. Kosashvili Y, Safir O, Gross A, Morag G, Lakstein D, Backstein D. Distal femoral varus osteotomy for lateral osteoarthritis of the knee: a minimum ten-year follow-up. *Int Orthop* 2009;34(2):249-254.
 22. Backstein D, Morag G, Hanna S, Safir O, Gross A. Longterm follow-up of distal femoral varus osteotomy of the knee. *J Arthroplasty* 2007;22(4):2-6.
 23. de Carvalho LH, Temponi EF, Soares LFM, Gonçalves MJB, Costa LP. Physical activity after distal femur osteotomy for the treatment of lateral compartment knee osteoarthritis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2014;22(7):1607-1611.
 24. Dewilde TR, Dauw J, Vandenneucker H, Bellemans J. Opening wedge distal femoral varus osteotomy using the Puddu plate and calcium phosphate bone cement. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2012;21(1):249-254.
 25. Cameron JJ, McCauley JC, Kermanshahi AY, Bugbee WD. Lateral opening-wedge distal femoral osteotomy: pain relief, functional improvement, and survivorship at 5 years. *Clin Orthop Rel Res* 2015;473(6):2009-2015.
 26. Saithna A, Kundra R, Getgood A, Spalding T. Opening wedge distal femoral varus osteotomy for lateral compartment osteoarthritis in the valgus knee. *The Knee* 2014;21(1):172-175.
 27. Wylie JD, Jones DL, Hartley MK, Kapron AL, Krych AJ, Aoki SK, et al. Distal Femoral Osteotomy for the Valgus Knee: Medial Closing Wedge Versus Lateral Opening Wedge: A Systematic Review. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery* 2016;32(10):2141-2147.
 28. Chahla J, Mitchell JJ, Liechti DJ, Moatshe G, Menge TJ, Dean CS, et al. Opening and closing wedge distal femoral osteotomy. *The Orthopaedic Journal of Sports Medicine* 2016;4(6): 1-7.
 29. Jacobi M, Wahl P, Bouaicha S, Jakob RP, Gautier E. Distal femoral varus osteotomy: problems associated with the lateral open-wedge technique. *Arch Orthop Trauma Surg* 2011;131(6):725-728.

Dizin Medial Kompartman Osteoartriti Tedavisinde Kombine Yüksek Tibial, Açık Kama Yüksek Tibial ve Çift Seviyeli Osteotomiler

Tomoyuki Saito, Yasushi Akamatsu, Ken Kumagai · Çeviren Meriç Ünal

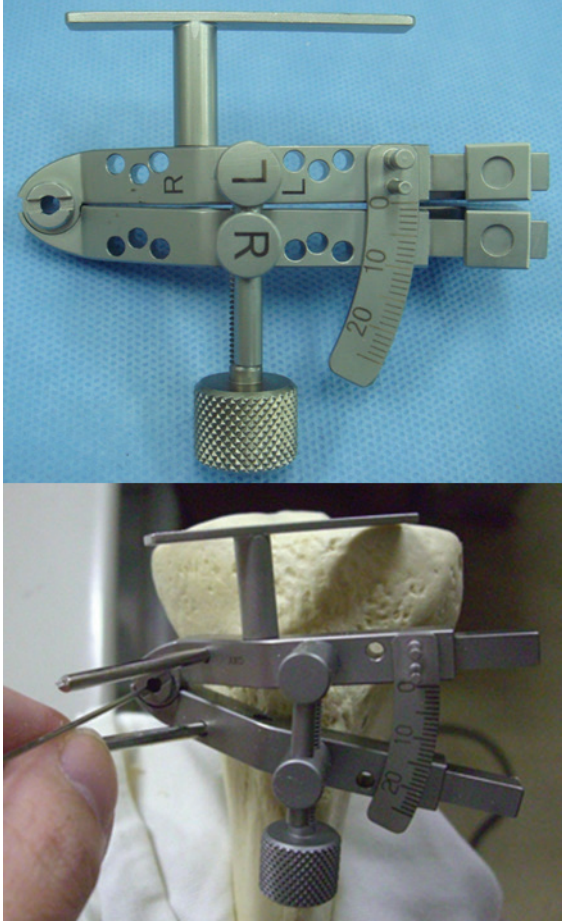
Giriş

1965 senesinde dizin medial kompartman osteoartriti kapalı kama yüksek tibial osteotomi (KKYTO), bu alanda ABD’de öncü olan Coventry tarafından uygulanmıştır ve makalesinde bahsettiği teknik ve başarılı kısa dönem sonuçlar KKYTO’yu popülerize etmiştir (1). Koshino, KKYTO tekniğini Hospital for Special Surgery’de (New York, ABD) görmesinin ardından (2) Japonya’ya dönüşünde bıçaklı plağa torsiyon uygulayarak yeni bir Y-plak geliştirmiş (3), KKYTO’yu popülerize etmiş ve başarılı uzun dönem sonuçlarını yayınlamıştır (4). KKYTO fiksasyon yöntemleri alçı, U çivisi, eksternal fiksator, plak ve kilitli plağa doğru değişiklikler göstermiştir. Fransız cerrah Hernigou ve ark. açık kama yüksek tibial osteotomide (AKYTO) osteotomi boşluğuna iliak kemik grefti uygulamışlar ve 1987 senesinde tatmin edici uzun dönem sonuçlarını yayınlamışlardır (5). Koshino ve ark. osteotomi boşluğuna yapay kemik uygulamışlar ve tatmin edici orta dönem sonuçlarını 2003 senesinde yayınlamışlardır (6). AKYTO’nun fibula rezeksiyonu gerektirmemesi ve göreceli olarak kolay olması ve hedef dizilimi sağlamanın kolay olması nedeni ile daha sık kullanılan bir teknik haline gelmiştir. Lobenhoffer ve ark. ile Staubli ve ark. AKYTO için özel bir kilitli plak olan TomoFix plağını (Synthes, Oberdorf, İsviçre) geliştirmişlerdir (6,7). Bu plağın geliştirilmesi dair yayınlar ile birlikte AKYTO’da bu plak rijit fiksasyon anlamında yaygın kullanım alanı bulmuştur. Aynı dönemde Puddu plağı (Arthrex Inc, Naples, FL, ABD) tanımlanmıştır ve günümüzde tüm dünyada

kullanılmaktadır (9). Saito ve ark. osteotomi boşluğunun yapay kemikle doldurulması ve TomoFix plağı uygulaması sonrası 2-3 haftada tam yük verilebileceğini belirtmişlerdir (10). Bu durum postoperatif rehabilitasyonu hızlandırmakta ve hastanede yatış süresini kısaltmaktadır. Günümüzde operasyon sonrası 3-7 gün içinde tam yük verme mümkün hale gelmiştir.

AKYTO’nun, genç ve yüksek aktivite düzeyli hastalarda total diz artroplastisini geciktirebilecek bir cerrahi teknik olduğu düşünülmektedir. Japonya’da hasta aktif olduğu sürece herhangi bir yaş sınırı bulunmamaktadır (10,11). KKYTO uzun dönem sonuçlarının başarılı olması nedeni ile Japonya’da YTO ile hastanın kendi dizini korumak bir gelenek haline gelmiştir (4,12).

Dizdeki varus deformitesinin ciddiyeti ile osteoartrit (diz OA) ilerler, femur başından talusun orta noktasına uzanan mekanik aks dizin medial kompartmanına doğru yer değiştirir. Bu nedenle dizin bu kompartmanına aşırı derecede biyomekanik yük biner ve bu aşırı yüklenme eklem kıkırdak dejenerasyonuna neden olur. Dizin medial kompartmanındaki kıkırdak kaybı yürüme esnasında erken duruş fazında varus-valgus instabilitesini (lateral thrust) getirir ve özellikle belirgin varus deformiteli diz OA’da patellofemoral eklem kıkırdak dejenerasyonuna neden olur. Yaşlı hastalarda, hastalığın geç ortaya çıkması nedeni ile patellofemoral eklem uyumu iyidir. Ne var ki diz ekleminin anterior duvarında fleksiyon kontraktürü ve sertlik gibi gelişimsel faktörler medial kompartman diz OA hastalarında patellofemoral eklem kıkırdak dejenerasyonunu hızlandırabilmektedir.



Resim 1. Kesin osteotomi için klavuz

AKYTO gibi tek planlı osteotomiler tek kompartman diz osteoartritinde genellikle en etkili cerrahi tedavi yöntemi olarak tanımlanmaktadır. Ne var ki, ileri varus deformiteli hastalar çift kompartman diz osteoartritine daha duyarlı olabilmektedir. Japon hastalarda patellofemoral kompartman etkilenmesi %20 olarak belirtilmektedir. Bu hastalar sıklıkla diz önu ağrısından, merdiven çıkma ile ağrı ve medial eklem aralığında spontan ağrıdan yakınmaktadır. İleri varus deformiteli olgularda geleneksel KKYTO tercih edildiğinde, geniş bir kemik kama çıkarılması gerekmekte ve bu durum tibia proksimalinde kemik stok kaybına ve alt ekstremitede kısalığa neden olacaktır. Bu durumları önlemek amacı ile medial açık kama ve lateral KKYTO (kombine yüksek tibial osteotomi) ile ileri varus deformiteli medial kompartman osteoartritli dizlerde çift plak uygulaması ile önerilmektedir.

Bu bölümün ana amacı kombine osteotomi tekniğini tanıtmak ve postoperatif klinik sonuçları göstermektir. Ek olarak, AKYTO ve çift seviyeli osteotomiler (ÇSO) için kendi tekniklerimizi de tanımlayacağız.

Kombine yüksek tibial osteotomi

Bu cerrahi tekniğin endikasyonu, ayakta femorotibial açının (FTA) 185° 'nin üzerinde olduğu medial kompartman diz OA'dir (2). Ön çapraz bağın fonksiyonel olarak sağlam olması gereklidir. Modifiye Ahlback radyolojik sınıflamasına göre evre 3 ve altı diz osteoartritli hastalar uygun adaylardır (3). Cerrahi, fibula gövde orta kesiminden 20 mm segmental rezeksiyonu sonrası, turnike altında anterolateral eğri cilt insizyonundan yapılır. Her iki taraftan da parapatellar retinaküler gevşetme uygulanır ve proksimal tibianın medial kısmı subperiosteal olarak ortaya konur. Kap-sülötomisi gerekli olursa southern yaklaşımı kullanılır. Proksimal tibianın ortaya konmasını takiben yeni geliştirilmiş klavuz küçük Kirshner telleri (K-teli) ile eklem yüzeyinin 3 cm distalinde yer alan üst osteotomi çizgisine yerleştirilir. Düzeltme açısı yerleştirilen gonyometre ile belirlenir (Resim 1). Dört adet 3 mm K-teli osteotomi çizgilerinden gönderilir ve osteotomi planları belirlenir. Klavuzun çıkarılmasının ardından osteotomi K-teli klavuzluğunda küçük motorlu testere ve osteotomlar yardımı ile yapılır. Postoperatif düzeltme hedefimiz tek ayaküstünde çekilen diz grafisinde mekanik aks çizgisini tibia medial eklem sınırında tibia genişliğinin %65'i kadar uzaklaştırmaktır (FTA= 170°). Osteotomi sırasında patellar tendon distal yapışma yerinden 5-8 mm'lik bir çıkıntı yapılır ve distal fragman anteriora doğru en fazla 10 mm olacak şekilde alınır. Diz diziliminin düzeltilmesini takiben osteotomi boşluğuna kemik greftlemesi yapılır, proksimal ve distal fragmanlar lateralden L şeklinde kilitli plak ile tespit edilir ve gevşetilmiş periost yerine diki- lir. Ardından TomoFix plağı medial periost üzerinden uygulanır ve kilitli vidalar ile tespit edilir (Resim 2). Kombine osteotomi ile tedavi edilen hastalara ROM egzersizleri hemen operasyon sonrası başlanır. Kısmi yüklenmeye operasyon sonrası 2. haftada ve tam yüklenmeye ise postoperatif 3. haftada izin verilir.

Yeni plak sistemi kullanarak yapılan kombine YTO, medial kompartman diz OA'lı 55 hastanın 73 dizine uygulandı. Hastaların 34'ü kadın, 21'i erkekti ve ortalama yaşları 65 yıl (34-84 yıl) idi. Modifiye Ahlback sınıflamasına göre 10 diz evre-2, 37 diz evre-3, 24 diz evre-4 ve 2 diz ise evre-5 olarak saptandı. Ortalama postoperatif takip süresi 29 ay(12-49 ay) idi.

Preoperatif ortalama FTA 188° idi ve 169° 'ye düzeltildi (Resim 3). Düzeltilmiş diz dizilimi takip süresince korundu. Postoperatif klinik sonuçlar osteoartritlik diz için Japanese Orthopaedic Association (JOA) skorlaması ile değerlendirildi. Bu sistem; yürüme becerisi, merdiven çıkma, ROM ve ödemi içeren dört başlıktan oluşmaktadır. Normal dizlere 100 puan ve



Resim 2. Kombine yüksek tibial osteotomi ile tedavi edilmiş osteoartritik sağ diz. Preoperatif ayakta femorotibial açı 187° iken 168° 'ye düzeltilmiş

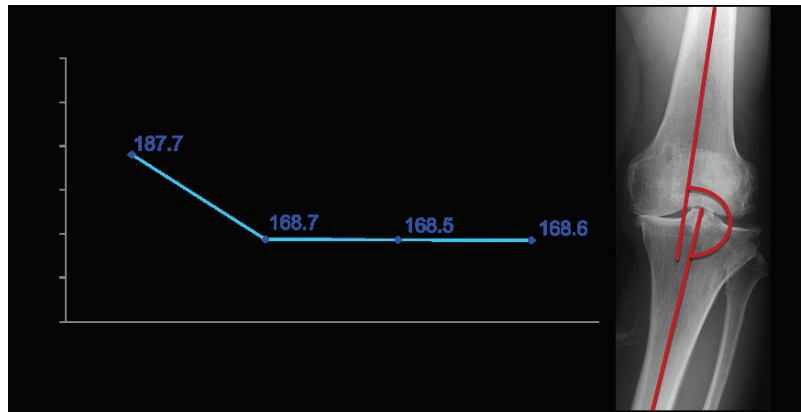
ileri derecede kötü dizlere 0 puan verilmektedir. Preoperatif toplan JOA skoru 66 idi, operasyon sonrası 6. Ayda $85'$ e, 1 yılın sonunda $87'$ ye ve son kontrolde ise $85'$ e yükselmiş olarak bulundu (Resim 4). Postoperatif JOA skorları; modifiye Ahlback evre-3 ve altı dizlerde, evre-4 ve 5 dizlere göre anlamlı derecede yüksek bulundu. Kombine YTO, kapalı kama ya da açık kama yöntemlere göre rölaf olarak daha yeni bir konsepttir(13). Bu yöntem ile varus dizilimli dizleri geniş düzeltme gerekse bile daha küçük kamalar çıkararak düzeltebilmekteyiz ve kemik stoğunu ve bacak uzunluğunu korumaktayız. Ek olarak; tibiofemoral transpozisyonu ve tibiokondiler ofseti azaltmakta ve patellar tendon kısılğını önlemekteyiz.

Porter ve ark. kombine YTO'nun sagittal planda patellar yükseklik üzerinde açık kama ve kapalı kama YTO'lara göre minimal değişikliğe neden olduğunu belirtmişlerdir (14). Ek olarak Papp ve ark. kombine YTO'nun tibial slop ve patellar yükseklik üzerine kapalı kama YTO'ya göre daha az değişimlere neden ol-

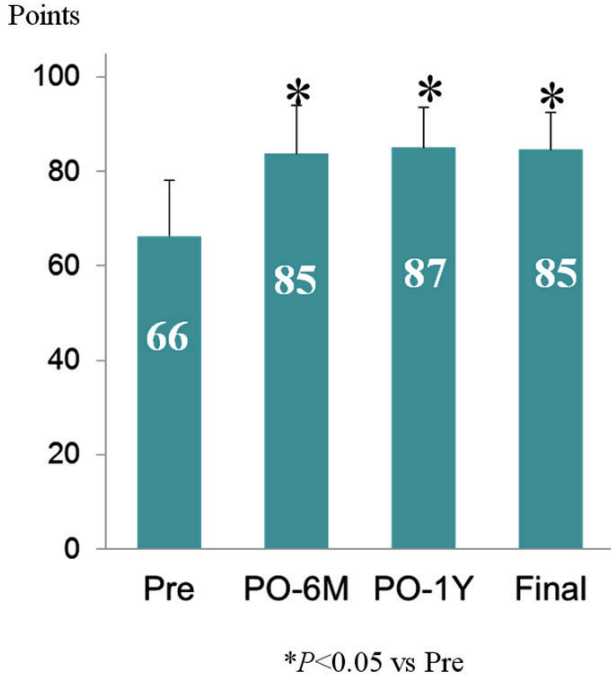
duğunu göstermişler ve 10° 'den fazla geniş düzeltme gerektiren olgularda kombine YTO'nun tercih edilmesini önermişlerdir (15).

Nagi ve ark. kombine YTO ile tedavi edilen 92 hastanın en az 15 yıllık sonuçlarını yayınlamışlar ve 15. yılda Hospital for Special Surgery diz skorlaması ile değerlendirmişler, %72 sağkalım ve takipte diz fonksiyonlarında başarılı düzeltme saptamışlardır (16). Bu cerrahi yöntemin çeşitli avantajlarına rağmen İsveç Ulusal Artroplasti Kayıtlarına göre 1998-2007 yılları arasında YTO uygulama oranı üçte bir oranında azalmış ve kombine YTO 2003 yılından sonra hiç yapılmamıştır, bu durum bu tip bir cerrahinin daha az çekici hale geldiğini göstermektedir (17). Bunun temel nedeni komplikasyonlardan uzak durabilmek için çok iyi bir cerrahi teknik ve dikkatli postoperatif bakım gerekmesi olabilir.

Kombine YTO'nun dezavantajları medial kortikal desteğin kaybolması ve küçük temas alanı nedeni ile osteotomi bölgesinin instabil olmasıdır. Bizim



Resim 3. Ayakta femorotibial açların operasyon öncesi ve sonrası değişimleri



Resim 4. Postoperatif klinik sonuçlar

cerrahimizde yeni geliştirilmiş olan klavuz, varus deformitesinin daha kesin düzeltilmesine olanak vermektedir. Medial bölge için TomoFix plağının kullanılması ile bu dezavantajların önüne geçilebilmektedir ve olgularımızda uygulanan çift plaklama sistemi hastaların erken yük vermesine izin vermekte ve postoperatif kontrolü hızlandırmaktadır. Buna rağmen uygun hasta seçimi ve net cerrahi teknik başarılı bir kombine YTO için gereklidir, kısa dönem sonuçlar kombine YTO'nun iyi fonksiyonel sonuçlar ile birlikte proksimal tibianın anatomik yapısının normale yakın korunduğunu göstermektedir.

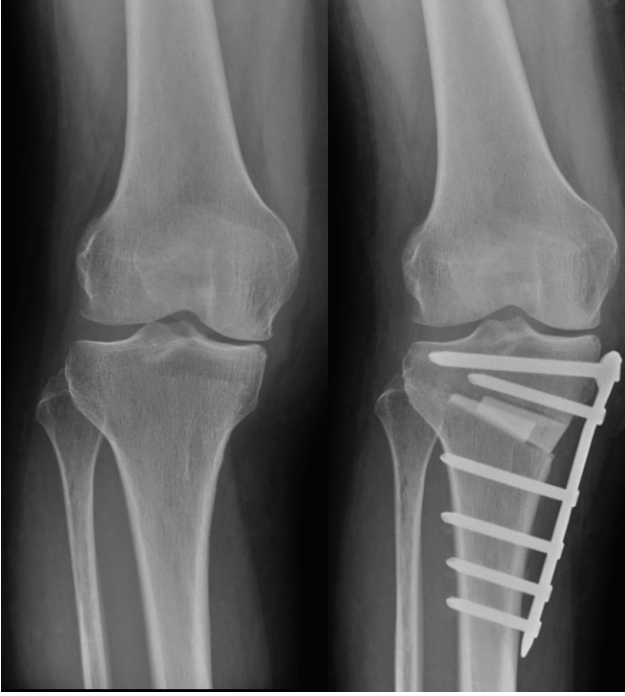
Açık kama yüksek tibial osteotomi

AKYTO için cerrahi endikasyonlar, ön çapraz bağ fonksiyonel instabilitesinin olmadığı ağrılı medial kompartman osteoartritli dizlerdir. Valgus stres ve skyline grafileri ile etkilenmemiş tarafta eklem kırığının sağlam olduğu gösterilmelidir. FTA'nın 185°'nin üzerinde olduğu ileri varuslu ya da 15°'den fazla fleksiyon kontraktürünün olduğu olgular kontrendikasyon oluşturmaktadır. Preoperatif planlamada, ayakta çekilmiş anteroposterior diz grafisinde medial eklem seviyesinin medial köşesinden 35 mm distalde medial tibial korteksten proksimal tibiofibular eklemeye doğru bir osteotomi hattı çizilir. Hedef postoperatif diz dizilimi Bauer ve ark. tarafından

önerilen FTA derecesi 170°'dir (2) (Resim 5). Hedeflenen düzeltme açısı ayakta çekilen grafide ölçülen FTA'nın 170°'den çıkarılması ile bulunur. Daha önce çizilmiş olan osteotomi çizgisi, tabanı lateral kortekste olacak şekilde ve taban açısı ölçülen düzeltme açısı olacak şekilde bir üçgen haline getirilir. Medial tibial platoda farklı noktalara getirilen iki osteotomi hattı arasındaki mesafe osteotomi boşluğunun genişliğini verecektir.

Hasta supin pozisyonda operasyon masasına alınır ve opere edilecek taraf kalçasının altında alt ekstremitiyi nötral pozisyona getirecek şekilde kum torbası konur. Üst uyluk bölgesine pnömotik turnike uygulanır.

Patella inferior polü seviyesinden başlayarak distale tibial tuberosite seviyesine doğru patellar tendon medial sınırına paralel olacak şekilde hafif oblik bir cilt insizyonu yapılır. Sartorial fasya lifleri ile birlikte keskin olarak kaldırılır, altındaki medial kollateral ligaman (MKL) yüzeyel liflerine zarar verilmemelidir. Pes anserinus tendonları posteriora alınır ve MKL yüzeyel tabakası medialden posteriora doğru gevşetilir. İnsizyonun anterior köşe ile patellar ligaman medial sınırı arasında patellar tendon insersiyosu tibial tuberositeye doğru görüntülenir. Osteotomi hattını belirlemek için bacak tam ekstansiyona alınır ve diz eklemi skopide tam AP görülecek şekilde pozisyonlanır. İlk 2 mm K-teli posteriordan ve femorotibial eklem seviyesinin 35 mm distalinden proksimal tibiofibular eklemün üst 1/3'lük kısmına doğru skopi eşliğinde gönderilir. İkinci tel, birinciye paralel olacak şekilde anteriordan gönderilir. Üçüncü tel opsiyoneldir ve anteroposterior yönde eklem hattını (posterior tibial slope) gösterir. Osteotomiden önce posterior tibial yüzeydeki anatomik yapılar Hohmann ekartörü ile dorsale doğru korunur. K telleri üzerinden medialden laterale doğru, tibial tuberositeyi sağlam bırakacak inkomplet oblik osteotomi yapılır ve lateral kortikal sınıra 5 mm kala sonlandırılır. Anterioda anterior tibial kortekse paralel olacak şekilde proksimal tuberosite osteotomisi uygulanır. Osteotomi, medial ve anterior korteksler için motorlu testere ile ve sonrasında klavuz teller üzerinden osteotom ile yapılır. Posterior korteksi tam kesmek ve lateral kortikal kenarı menteşe olarak sağlam bırakmak önemlidir. Osteotomiyi açmak için hafif bir çekiç yardımı ile açıcıyı lateral kemik menteşeye kadar ilerletmelidir. Osteotomize boşluk istenen düzeltme açısına gelene kadar yavaş yavaş açılır. Açılan boşlukta kama şeklinde destek dururken açıcı çıkarılır. Osteotomi boşluğunun dorsomedial interkortikal bölümüne bir kemik açıcı yerleştirilir. Kama şeklindeki destek çıkarılır ve kemik grefti için yer açılır. Kama şeklinde iki adet



Resim 5. Açık kama yüksek tibial osteotomi uygulanmış hastanın ayakta preoperatif ve postoperatif grafileri

yapay kemik grefti osteotomi boşluğunu dolduracak şekilde hazırlanır. İlk greft kortikal sınırın posterior kısmına yerleştirilir. Birincisinden daha küçük olan ikinci greft ise anterior kısma yerleştirilir. Kontrolsüz posterior slop artımını önlemek için anteriordaki osteotomi boşluğu posteriodakinin 2/3'ü kadar olmalıdır. Osteotomi boşluğu periost, pes anserinus ve medial patellar retinakulum ile kaplanır. TomoFix plağı subkütan olarak yerleştirilir ve plağın shaft kısmı tibia diafiz boyunca pozisyonlanır ve anterior ya da posterior taşmanın önüne geçilir. Plağın kapalı bölgesi osteotomi hattına gelecek şekilde pozisyonlanır ve proksimal kilitli vidalar subkondral kemiğin 1 cm distaline gelecek şekilde gönderilir. Vida delikleri klavuz ile açılır ve vida boyları ölçücü yardımı ile belirlenir. Vidalar el ile ya da tork yardımlı vida gönderici ile kilitlenir. Cilt altı emilebilir dikişler ile kapatılır. Cilt de stapler ya da sütürler ile kapatılır.

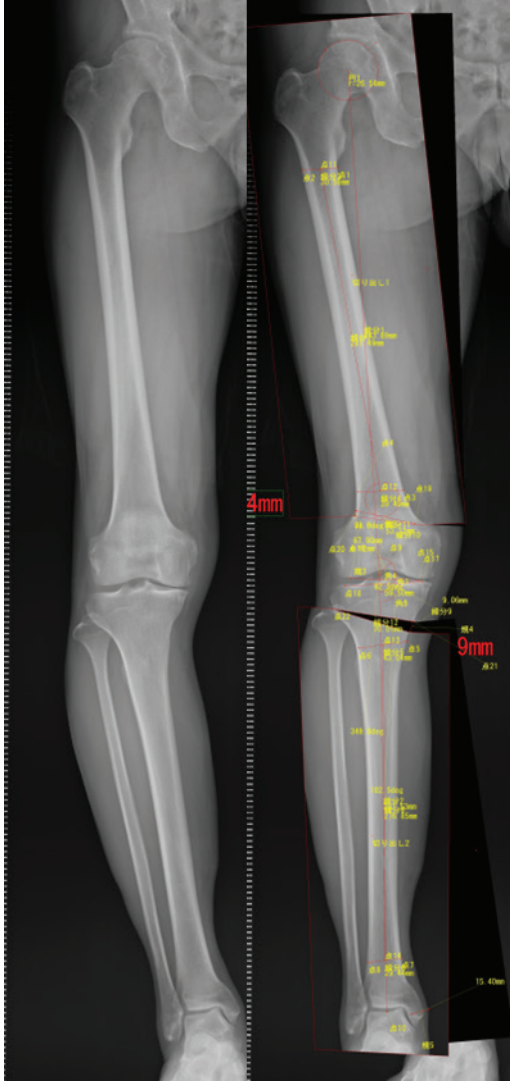
Çift seviyeli osteotomi

Günümüzde Japonya yaşlı bir nüfus ile karşı karşıyadır. Çoğu orta yaş (45-64 yaş) aktif olarak sporla ilgilenmekte ve çoğu yaşlı (>65 yaş) sağlıklı kalmak için ya da hobi amaçlı olarak spor yapmaktadır. Artroskopik cerrahlar çok miktarda diz osteotomisini Japonya ya da deniz aşırı ülkelerde uygulamaktadırlar,

bu da osteotomiye bakışı değiştirmektedir. Diz OA'da normal kıkırdak yüzeyin korunması ve spontan diz osteonekrozu (SDON) tedavisi gibi eklem koruyucu cerrahilerin çok fazla gereksinimi vardır. Anteroposterior grafide yürüyüşün duruş fazında ideal eklem hattı oblikliği (EHO) 0° dir (18). Buna rağmen durum tartışmalıdır. Biz, yüksek aktivite düzeyindeki hastalarda hareketler sırasında eklem kıkırdağı üzerindeki makaslama kuvvetlerini minimize etmek için diz çevresi osteotomiler sonrası çekilen tek ayak AP grafilerde EHO'nun 0° 'ye mümkün olduğunca yakın olmasını istemekteyiz. KKYTO, AKYTO ya da ÇSO (çift seviye osteotomi, kombine kapalı kama distal femoral osteotomi ve AKYTO) kullanılmaktadır. ÇSO olgularının tek ayak AP grafilerinde hastanemizde ayakta FTA değerlerinin $180-189^\circ$ olarak değerlendirirdik. ÇSO Japon hastalarda daha sıklıkla kullanılmaktadır çünkü bu hastalarda konjenital tibia varaya bağlı ileri varus deformiteleri sık görülmektedir. ÇSO, yüksek aktivite düzeyli varus deformiteli diz OA ya da SDON hastalarında, AKYTO sonrası proksimal tibial açının(MPTA) 95° ve üzerinde olduğu olgularda EHO'yu paralel duruma getirebilmek için uygulanır (19,20). Buna rağmen endikasyonlara kesin olarak karar verilememiştir, hastalar genellikle 70 yaşında küçük fakat obez olmayan, fleksiyon kontraktürü 10° 'nin üzerinde, patellofemoral OA olan, eklem daralması 3 mm ve daha az olan ve ön çapraz bağ yetmezliği olan hastalardır.

Anestezi yöntemi olarak genel anestezi ya da sürekli femoral sinir bloğu kullanılmaktadır. Operasyon supin pozisyonunda yapılır ve turnike kullanılmaktadır.

Preoperatif planlama için Fujifilm OP-A yazılımı (Fujifilm Co. Ltd., Tokyo) kullanılmaktadır (Resim 6). Eklem yüklenme hattı (WBL) oranının %62 olmasını hedeflemekteyiz ki bu değer 170° FTA'ya denk gelmektedir. ÇSO'yu sadece AKYTO ile MPTA değeri 95° 'nin üzerinde olan hastalara uygulamaktayız. Lateral kapalı DFO medial lateral distal femoral açığı (mLDFA) maksimum 80° olacak şekilde düzeltir ve kapalı osteotominin lateral korteksteki genişliği 4-8 mm arasında korunur. AKYTO da MPTA değeri $90-95^\circ$ arasına gelecek şekilde planlanır. Bu durum düzeltme açısından bir sınırlama getirmektedir. DFO için menteşe noktası medial femoral kondil üst sınırının hemen proksimalidir. Bu durumda, menteşe noktası ile proksimal osteotomi noktası arası mesafe ve menteşe noktası ile distal osteotomi noktası arası mesafe eşitlenmelidir. Proksimal femur menteşe noktasında rotasyona getirilir. Ardından AKYTO uygulanır ve mekanik aks çizgisinin tibia medial noktasının tibiyanın tüm genişliğinin %62'sine gelecek şekilde düzeltme yapılır. Osteotomi boşluğunun posteromedial



Resim 6. Fujifilm OP-A yazılımı (Fujifilm Co. Ltd., Tokyo) kullanılarak yapılan preoperatif planlama

köşesi yani prosimal tibia osteotomi boşluğunun en geniş yeri ölçülür.

Lateral distal femoral suprakondiler bölgeden proksimal femur merkezine doğru 5-6 cm cilt insizyonu yapılır. Bu bölümde popliteal arteri yaralamaktan kaçınmak gereklidir. Sonrasında periosta ulaşana kadar iliotal bant ve vastus lateralisin derinine ilerlenir ve osteotomi bölgesinde periost gevşetilir. Posterolateral kompartmanda superior lateral genikuler arterin kanamasını önlemek için insizyon sırasında koter kullanılmalıdır. Osteotomi, 7-8 mm sağlam medial korteks bırakılacak şekilde uygulanır. Ardından ikinci osteotomi uygulanarak osteotomi boşluğu kapatılır. Diğer tarafın distal medial anatomik plağı kullanılır. Bir asistan osteotomi boşluğu kapanana kadar valgus stres uygular. Medial korteks kırığı oluşacak



Resim 7. Postoperatif anteroposterior radyografi ayakta femorotibial açığı 170° göstermekte

olursa 5 delikli küçük LCP rekonstrüksiyon plağı iç kısmı sabitlemek için kullanılır. Dren yerleştirilir ve vastus lateralis ile iliotal bant sütüre edilir. Cilt stapler ile kapatılır. AKYTO, yukarıdaki bölümde anlatıldığı şekilde yapılır. Medial osteotomi boşluğu planlandığı şekilde açılır. Dizilim çubuğu skopi altında dizilimin uygunluğunun doğrulanması yani yük taşıma çizgisinin tibial platonun %62'sinde olduğunun saptanması için kullanılır.

Postoperatif rehabilitasyon sırasından öncelikle

derin ven trombozunu önleme amaçlı ayak pompası takılır. Ertesi gün hasta düz bacak kaldırma, quardiseps kas egzersizleri, diz ekstansiyonu ve ROM egzersizleri gibi rehabilitasyon aşamalarına başlanması için tekerlekli sandalye ile transfer edilir. İki gün sonra dren ve femoral blok kateteri çıkarılır. Eğer hastanın yeterince alt ekstremitte gücü mevcutsa sağlam ayağının üzerinde duracak şekilde ayağa kaldırılır. Hastalara cerrahiden 1 hafta sonra tam yüklenme izni verilir. Hastaların yürüteç ya da tek bastonla yürüyebildikleri ve merdiven inebildiklerinin saptanması üzerinde operasyon sonrası 16-18. Günlerde taburcu edilir. Taburculuk sonrası radyografik kaynama görülene kadar yürüme mesafeleri kontrol edilir. Postoperatif 6. haftadan sonra su yürütmesine izin verilir. Jogging ya da kas antrenmanları gibi egzersizlere operasyon sonrası en erken 6. Ayda ve kaynama tamamlandıktan sonra izin verilir (Resim 7).

Kaynaklar

1. Coventry MB. Osteotomy of the upper portion of the tibia for degenerative arthritis of the knee. A preliminary report. *J Bone Joint Surg Am* 1965;47:984-990.
2. Bauer GC, Insall J, Koshino T. Tibial osteotomy in gonarthrosis (osteoarthritis of the knee). *J Bone Joint Surg Am* 1969;51:1545-63.
3. Koshino T. The treatment of spontaneous osteonecrosis of the knee by high tibial osteotomy with and without bone-grafting or drilling of the lesion. *J Bone Joint Surg Am* 1982;64:47-58.
4. Koshino T, Yoshida T, Ara Y, Saito I, Saito T. Fifteen to twenty-eight years' follow-up results of high tibial valgus osteotomy for osteoarthritic knee. *Knee* 2004;11:439-44.
5. Hernigou P, Medevielle D, Debeyre J, Goutallier D. Proximal tibial osteotomy for osteoarthritis with varus deformity. A ten to thirteen-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Am* 1987;69:332-354.
6. Koshino T, Murase T, Saito T. Medial opening-wedge high tibial osteotomy with use of porous hydroxyapatite to treat medial compartment osteoarthritis of the knee. *J Bone Joint Surg Am* 2003;85:78-85.
7. Lobenhoffer P, Agneskirchner JD. Improvements in surgical technique of valgus high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2003;11:132-138.
8. Staubli AE, De Simoni C, Babst R, Lobenhoffer P. TomoFix: a new LCP-concept for open wedge osteotomy of the medial proximal tibia—early results in 92 cases. *Injury* 2003;34 Suppl 2:B55-62.
9. Amendola, A. Unicompartmental osteoarthritis in the active patient: the role of high tibial osteotomy. *Arthroscopy* 2003;19:109-116.
10. Saito T, Kumagai K, Akamatsu Y, Kobayashi H, Kusayama Y. Five-to ten-year outcome following medial opening-wedge high tibial osteotomy with rigid plate fixation in combination with an artificial bone substitute. *Bone Joint J* 96:339-344, 2014.
11. Goshima K, Sawaguchi T, Sakagoshi D, Shigemoto K, Hatsuchi Y, Akahane M. Age does not affect the clinical and radiological outcomes after open-wedge high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2017;25:918-923.
12. Yasuda K, Majima T, Tsuchida T, Kaneda K. A ten- to 15-year follow-up observation of high tibial osteotomy in medial compartment osteoarthritis. *Clin Orthop Relat Res* 1992;282:186-95.
13. Huizinga MR, Brouwer RW, van Raaij TM. High tibial osteotomy: closed wedge versus combined wedge osteotomy. *BMC Musculoskelet Disord*. 2014;11:15:124.
14. Portner O. High tibial valgus osteotomy: closing, opening or combined? Patellar height as a determining factor. *Clin Orthop Relat Res* 2014;472:3432-3440.
15. Papp M, Szabó L, Lázár I, Takács I, Károlyi Z, Nagy GG, Vereb G. Combined high tibial osteotomy decrease biomechanical changes radiologically detectable in the sagittal plane compared with closing-wedge osteotomy. *Arthroscopy* 2009;25:355-364.
16. Nagi ON, Kumar S, Aggarwal S. Combined lateral closing and medial opening-wedge high tibial osteotomy. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89:542-549.
17. W-Dahl A, Robertsson O, Lohmander LS. High tibial osteotomy in Sweden, 1998-2007. *Acta Orthopaedica* 2012;83:244-248.
18. Krackow KA. Approaches to planning lower extremity alignment for total knee arthroplasty and osteotomy about the knee. *Adv Orthop Surg* 1983;7:69-88.
19. Nakayama H, Schröter S, Yamamoto C, Iseki T, Kanto R, Kurosaka K, Kambara S, Yoshiya S, Higa M. Large correction in opening wedge high tibial osteotomy with resultant joint-line obliquity induces excessive shear stress on the articular cartilage. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2017 Aug 22. doi: 10.1007/s00167-017-4680-x. [Epub ahead of print]
20. Akamatsu Y, Kumagai K, Kobayashi H, Tsuji M, Saito T. Effect of increased coronal inclination of tibial plateau after opening wedge high tibial osteotomy. *Arthroscopy*. 2018 [Epub ahead of print]

Diz Çevresi Osteomileri ile Aynı Seansta Yapılan Uygulamalar (ÖÇB Rekonstriksiyonu, Kıkırdak İşlemleri)

Olçay Güler

Giriş

Erken evre diz eklemi osteoartrozunda ve alt ekstremitede dizilim bozukluğunun giderilmesinde özellikle genç-orta yaş ve aktif hastalarda diz çevresi osteotomileri oldukça yaygın kullanılmaktadır (1-2). Diz çevresi osteotomiler ile dizilim bozukluğunun tedavi edilmesi, diz ekleminde tek kompartmana gelen anormal yüklenmeleri ortadan kaldırmayı sağlamaktadır. Diz çevresi osteotomiler eklem koruyucu cerrahide önemli rol oynamakta ve artroplastisi geciktirmekte oldukça etkili olduğu bilinmektedir (3-6).

Diz çevresi osteotomileri; proksimal tibia ve distal femur osteotomilerini kapsamaktadır. En sık görülen dizilim bozukluğu diz ekleminde varus deformitesidir (2,7). Varus deformitesi medial kompartmanda kondral patoloji olan hastalara yüksek tibial valgus osteomileri (YTO) önerilmektedir (1). Amaç mekanik eksendeki dizilim bozukluğunu gidererek diz eklemi yük dağılımını laterale doğru değiştirip kıkırdaktaki hasarın ilerlemesini önlemek ve hastanın şikâyetlerinde azalma elde etmektir (8,9). YTO'de birçok farklı teknik kullanılmakla birlikte daha sık Medial Açık Kama (MAK) ve Lateral Kapalı Kama (LKK) olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır. Son yıllarda LKK YTO'nin alt ekstremitede kısıklık ve peroneal sinir yaralanma gibi sorunları nedeniyle MAK YTO daha yaygın uygulanmaktadır (10). Daha nadir görülen diz valgus deformitesinde eklem çizgisi paralelliğini restore etmek için lateral açık kama veya medial kapalı kama distal femoral osteotomiler(DFO) önerilmektedir (11-14).

Diz eklemi kıkırdak lezyonlarının, meniskal patolojilerinin ve instabiliteye neden olan bağ yaralanmalarının tedavi planlanmasında alt ekstremitede dizilim bozukluğunun araştırılması önem arz etmektedir. Çünkü dizilim bozukluğu giderilmeden yapılan rekonstrüksiyon işlemlerinde başarısızlık oranları yüksektir (15). Bu bilgiler ışığında diz çevresi osteotomiler ile aynı seansta uygulanabilecek diz içi patolojilerinin tedavisinde (kıkırdak, menisküs, ön çapraz bağ) uygulanan tedavi yöntemlerini gözden geçirmek amaçlandı.

Kıkırdağa yönelik işlemler

Alt ekstremitede mekanik dizilim bozukluğuna bağlı diz ekleminde tek kompartmanda olan yüklenme, eklem kıkırdağında dejenerasyona neden olmaktadır. Eklem kıkırdağının kendini yenileme kapasitesi oldukça sınırlı olduğu için dizilim bozukluğunun gideren osteomilerin kıkırdaktaki dejenerasyonu durdurduğu ve hatta rejenerasyonu sağladığı uzun zamandır bilinmektedir (16-18). İzole osteotomiye göre, YTO ile kıkırdaklara yönelik biyolojik rekonstrüksiyonların kombine edilmesi hem klinik sonuçlardan belirgin iyileşme, hemde sağkalım süresinde uzama sağlamaktadır (19). Osteotomi sonrası 1.5-2 yılda kondral lezyonların % 91'e kadar oranlarda fibrökartilaj doku ile kaplandığı gösterilmiştir (16,20,21,22). Kumagai ve ark. çalışmasında medial açık kama YTO sonrası yapılan ikincil bakı diz artroskopisinde % 71 oranında medial femoral kondilde ve % 51 oranında medial

tibial plato defektlerinde anlamlı derecede yeni formda kırık oluşumu tespit edilmiştir (23). Ancak osteotomi sonrası ortaya çıkan kondral rejenerasyonun hastaların klinik sonuçlara etkisi tartışmalıdır (23-26).

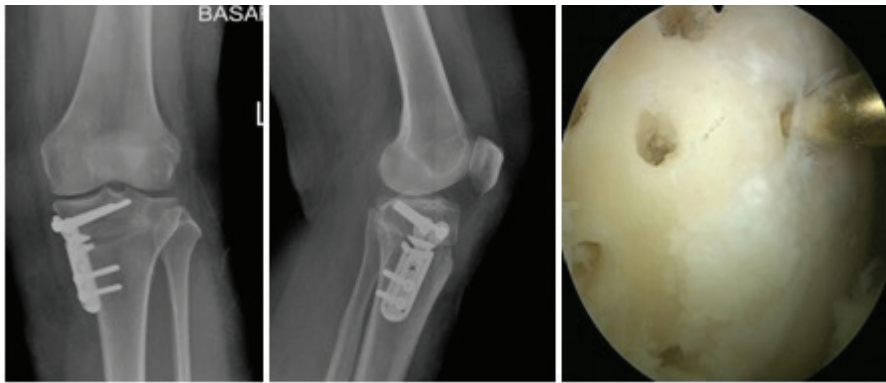
Kondral ve osteokondral lezyonların tedavisinde birçok farklı seçenek mevcuttur (27). Her tekniğin kendine özgü avantaj ve dezavantajları mevcuttur. Eklem kırıkdağında fokal defektlerin tedavisi ile birlikte osteotomi yapılarak dizilim bozukluğunun düzeltilmesi tedavi başarısını olumlu yönde etkilediği bildirilmiştir (28-29). Dizilim bozukluğu düzeltilmeden yapılan kondral lezyon tedavileri, yeni oluşan kırık üzerine aşırı mekanik yüklenme gelmesine bağlı başarısız olmaktadır (15). Fokal kırıkdağ lezyonlarının tedavi planlamasında Kemik iliği stimilasyon teknikleri (Mikrokırık, Abrazyon artroplastisi), Ototolog Osteokondral Doku Nakli (Mozaikplastisi), Ototolog Kondrosit İmplantasyonu (OKİ), Osteokondral Allogreft Nakli gibi seçenekler bulunmaktadır (30-31).

Kemik iliği stimilasyon teknikleri

Abrazyon artroplastisi hasarlı kırıkdağ dokunun sağlıklı subkondral kemiği 1 - 2 milimetre(mm) derinine kadar temizlenmesi ile elde edilen fibrin pıhtının fibröz kırıkdağa dönüşmesi temeline dayanmaktadır (32). Mikrokırık yöntemi ise subkondral kemiğin sağlam olduğu kırıkdağ lezyonlarda yaygın kullanılan bir tekniktir. Subkondral kemiğin 3-5 mm derinlikte ve 5 mm aralıkla farklı bölgelerden delinmesi sayesinde fibroz kırıkdağ elde edilmesi temeline dayanmaktadır(33). Her iki kemik iliği stimilasyon teknikleri genellikle genişliği 2 cm² den küçük lezyonlarda uygulanmakta ve başarılı olmasında dizilim bozukluğunun olmaması önem arz etmektedir. Bu nedenle bu tekniklerle birlikte diz çevresi osteotomilerin uygulanması gereklidir (30, 33, 34). Birçok farklı çalışmada YTO ile birlikte uygulanan kemik iliği stimi-

lasyon tekniklerinin kondral rejerasyona ve klinik sonuçlara olumlu yönde etkilediği bildirilmiştir (35-43) (**Resim 1**).

Akizuki ve ark. YTO ile kombine abrazyon artroplastisi uygulanan hastalar ile izole YTO uygulanan hastaları karşılaştırdıkları çalışmalarında birinci yıldaki ikincil bakı diz artroskopisinde, kombine grupta kondral iyileşmenin daha iyi olduğu ancak klinik sonuçlar arasında anlamlı fark olmadığı tespit edilmiş (24). Sterett ve ark. varus dizilim bozukluğu ile birlikte medial kompartman osteoartriti olan 38 hastaya MAK YTO ile birlikte mikrokırık uygulamışlar. 2 yıllık takipte klinik olarak kombine cerrahinin ağrıyı azaltmakta ve klinik olarak iyileşmede etkili olduğu bildirilmiştir (41). Diğer bir çalışmada ise varus dizilimli medial kompartman osteoartriti olan vakalara uyguladıkları MAK YTO ile kombine uygulanan mikrokırık işlemlerinin 7. yılda % 91 oranında total diz artroplastisini geciktirdiği bildirilmiştir (40). Jung ve ark. kısmi veya total kondral defektli medial kompartman osteoartriti olan hastaları sadece MAK YTO ile kombine subkondral drilleme ve MAK YTO olmak üzere iki gruba ayırmışlar. İki yıllık takip sonrasında artroskopik olarak fibrokartilaj doku formasyonu açısından fark görülmemesine rağmen, klinik iyileşme kombine grupta daha iyi olduğu tespit edilmiştir (42). Kim ve ark. medial kompartman osteoartriti nedeniyle kombine mikrokırık ve MAKYTO uyguladıkları hastaları 2 gruba ayırmışlar. Birinci gruba sadece mikrokırık diğer gruba ise mikrokırık yapılan alana kollajen augmente edilmiş. 1 yıllık klinik takipte anlamlı fark görülmezken yapılan ikincil bakı artroskopide kırıkdağ iyileşmenin ve yeni oluşan kırıkdağ kalitesinin kollajen augmente edilen grupta daha iyi olduğu bildirilmiştir (36). Schuster ve ark. varus dizilim bozukluğu ile birlikte kondral defektli Kellgren-Lawrence evre 3-4 osteoartriti olan 85 hastanın



Resim 1. 48 yaşında bayan hastanın sol diz varus dizilim bozukluğu ve femur medial kondil kondral hasar nedeniyle MAKYTO ve mikrokırık uygulanması

91 dizinine MAKYTO ile kombine mikrokırık/abrazyon artroplastisi uygulamışlar. İkinci yıldaki ikincil bakı artroskopisinde femoral kondilde % 75.8 iyi-mükemmel, tibial tarafta ise 87.1 iyi-mükemmel kıkırdak rejenarasyonu görülmüş ve 5 yıllık sağkalımın % 95.2 olarak vurgulanmıştır (44). Matsanuga ve arkadaşları medial kompartman osteoartriti olan hastaları 3 gruba ayırmışlar. Birinci grup sadece LKK YTO, ikinci gruba ise YTO ile kombine mikrokırık, üçüncü gruba YTO ile abrazyon artroplastisi uygulamışlar. Femoral ve tibial kondral iyileşmenin artroskopik olarak abrazyon artroplastisi grubunda daha iyi olduğunu, klinik iyileşme olarakta birinci yılda abrazyon artroplastisi grubunun daha iyi olduğunu ancak 5 yıl takiplerinde fark olmadığını bildirmişler (28).

Otolog osteokondral doku transferi

Otolog osteokondral doku transferi, yük taşıyan bölgede küçük ve orta boyutta kondral ve osteokondral lezyonların tedavisinde kullanılmaktadır (45). Bu teknikte amaç defektli alanı tek seans cerrahi işlemle orijinal hyalin kıkırdakla tedavi etmektir. Ancak donör saha morbiditesi önemli bir sorundur (46, 47). Otolog osteokondral doku transferinin başarısında instabilitenin, dizilim bozukluklarının ve menisküs patolojilerinin eş zamanlı düzeltilmesinde önem arz etmektedir (48,49).

Osteokondral doku transferi özellikle diz çevresi osteotomilerden YTO birlikte sıklıkla uygulanabilmektedir. Bu sayede doku transferi yapılan osteokondral defektli alanın aşırı yüklenmesini engellemek amaçlanmıştır (50). Küçük ve orta boyuttaki kondral lezyonları (ortalama 21.5 mm²) olan 86 hastaya HTO ve osteokondral kıkırdak doku transferi yapan Minzlaff ve ark. çalışmalarında 5 yıllık % 95.2, 7 yıllık 93.2 ve 8.5 yıllık % 90.1 sağkalım olduğu vurgulanmıştır (51). Diğer bir çalışmada genç, aktif hastalara defekt büyüklüğü ortalama 20,5 mm² ve varus dizilim bozukluğu nedeniyle LKK YTO ve otolog osteokondral doku transferi yapılmış. 6.9 yıllık takipte kişilerin % 76.7 spora dönüş yaptığı tespit edilmiş. Genç hastalarda YTO ve osteokondral otograft doku transferinin başarılı olduğu bildirilmiştir (52).

Osteokondral allograft transferi

Osteokondral allograft transferi (OAT), aktif hastaların derin ve geniş kondral-osteokondral lezyonlarında kullanılmaktadır. Defetlerin boyutundan bağımsız rekonstrüksiyon sağlaması, donör saha morbiditesine yol açmaması gibi avantajlarının yanında allograft temin etmedeki zorluklar, hastalık taşıma riski ve canlı hücre sayısı yetersizlikler gibi dezavantajları bulun-

maktadır(15, 53-55). OAT uygulaması endikasyonları arasında alt ekstremitte dizilim bozukluğunun olmaması gerekler arasındadır(55,56). Bu nedenle OAT planan hastalara eş zamanlı ya da transplantasyon öncesi dizilim bozukluğunun düzeltici cerrahi uygulanmalıdır (56).

Shasha ve ark. posttravmatik gelişen kondral defektlerde uyguladıkları taze osteokondral allograft nakli ile eş zamanlı dizilim düzeltici cerrahi uyguladıkları hastalarda klinik sonuçlarda belirgin düzelme tespit etmişlerdir. (56). Gross ve ark. OAT yapılan hastalarda allograft sağkalımı değerlendirildiğinde dizilim bozukluğuna bağlı eş zamanlı osteotomi yapılan hastalar ile dizilim bozukluğu olmayan hastalar arasında greft sağkalım açısından anlamlı fark tespit edilmemiştir. Bu sonuçlar ışığında dizilim bozukluğu olan hastalara OAT öncesinde ya da aynı seansta osteotomi uygulanması önerilmiştir (54).

Tirico ve ark. 3°den daha fazla varus dizilim bozukluğu ile birlikte osteokondral defekti olan 17 vakalık serilerinde MAK YTO ile kombine uyguladıkları osteokondral allograft doku transferi (ortalama 8,7 cm² greft) sonuçlarında hastaların % 92'sinin yapılan işlemde memnun olduğu bildirilmiştir (57). Raz ve ark. distal femur osteokondral defekt nedeniyle distal femur osteokondral allograft tranferi yapılan 58 hastanın 36'sına LKK YTO yapılmış. Osteotomi yapılan hastalarda allograftların 8,5 yıllık sağ kalımı % 88 olarak tespit edilmiştir (58).

Otolog Kondrosit İmplantasyonu (OKİ)

Otolog kondrosit implantasyonu(OKİ), 2-4 cm² den büyük boyutlarındaki kondral defektlerin tedavisinde önerilmektedir (15,27). İki aşamalı olan bu yöntemde ilk aşamada örnek alınan kıkırdak dokudan hücre kültüründe çoğaltılan kondrositler taşıyıcı matrikslere ekildikten sonra defektli zemine yerleştirilerek uygulanmaktadır (15,29,59). OKİ uygulanacak vakalarda mutlaka dizilim bozukluğunun giderilmesi gerekmektedir (15,31,59).

Franceschi ve ark. ortalama 8.1° idiopatik varusu olan ve tibial medial platoda kondral defektlerin tedavisinde eş zamanlı YTO ve OKİ uyguladıkları hastaların 28 aylık takipte klinik sonuçlarının başarılı olduğu bildirmişlerdir (29). Bauer ve ark. 60 yaş altı 5°den daha fazla varus dizilimli bozukluğu ve ortalama 6 cm² medial femoral kondilde defekt alanı olan hastalara eş zamanlı matriks destekli OKİ ve YTO kombine uygulamışlar, hastaların 5 yıllık takiplerinde klinik iyileşmede anlamlı düzelme elde etmişlerdir (31). Ferruzzi ve ark. geriye dönük çalışmalarında varus dizilim bozukluğu olan ve femur medial kondilde kondral defekti olan 56 hastayı uygulanan

tedavilere göre 3 gruba ayrılmışlar. Birinci grupta 20 hastaya sadece MAK YTO, ikinci gruptaki 18 hastaya MAK YTO ile OKİ, 18 hastadan oluşan üçüncü gruba ise MAK YTO ve mikrokirik uygulanmışlardır. Onbir yıllık takipte üçüncü gruba göre, birinci ve ikinci grup klinik sonuçlarında anlamlı olumlu fark tespit etmişlerdir (60). Bode ve ark. 5 dereceden az varus dizilim bozukluğu olan ve femur medial kondilde kondral defekti olan 43 hastayı dahil ettikleri çalışmalarında, 19 hastaya YTO ve iki aşamalı OKİ uygulamış, 24 hastaya ise sadece OKİ uygulamışlardır. Kombine işlem uygulanan hastalarda klinik sonuçlarda ve hastaların kondral sağlamlı daha uzun olduğu tespit edilmiştir (61). Bode ve ark. başka bir çalışmasında tek aşamalı OKİ ile MAK YTO uygulanan varus dizilim bozukluğu ve ortalama 4.6 cm² defekt alanı olan 40 hasta incelenmiş. Hastaların 60 aylık klinik takiplerinde olumlu iyileşme tespit edilmiştir (62).

Menisküs Transplantasyonu

Menisküs nakli son yıllarda genç, vücut kitle indeksi yüksek olmayan, total menisektomi geçiren ve aynı kompartman ağrı varlığı nedeniyle uygulanmaktadır (63). Verdonk ve ark. sadece menisküs transplantasyonu yapılan hastalara göre YTO ile birlikte transplantasyon yapılan hastaların uzun dönem sonuçlarının daha iyi olduğu bildirilmiştir (64). Bu nedenle transplantasyon yapılacak hastalarda dizilim bozukluğunun düzeltilmesi önerilmektedir (63). Menisküs transplantasyonu yapılacak dizlerde osteoartrit dizlerdeki gibi aşırı düzeltme önerilmemektedir (63-64). Menisküs transplantasyonu yapıldıktan sonra YTO öneren yazarlar olmakla birlikte, artroskopik hazırlıktan sonra YTO tamamlanıp ardından transplantasyon öneren yazarlarda mevcuttur (63,65). Medial menisküs transplantasyonu yapılacak olan ve varus dizilimi olan hastalara medial açık kama YTO, lateral menisküs transplantasyonu yapılacak ve valgus dizilimi olan hastalara ise distal lateral açık kama femoral osteotomi önerilmiştir (63-65). Cameron ve ark. menisküs transplantasyonu yapılan 63 hastanın 67 dizi içeren çalışmalarında, hastaların 34 dizine transplantasyon ile kombine diz çevresi osteomiler uygulanmış. Hastaların % 85.3'ünde iyi-çok iyi sonuç elde edildiği bildirilmiştir (66).

Diz bağ sorunları, instabilite ve onarımları

Diz instabilitesi tedavisi planlanırken dizilim bozukluğunun dikkate alınması tedavi başarısını etkileyen önemli faktörlerden biridir (67). Diz çevresi osteotomileri, ihmal edilmiş dizilim bozukluğu varlığında rekonstruktif amaçlı uygulanan greftlerde ortaya çı-

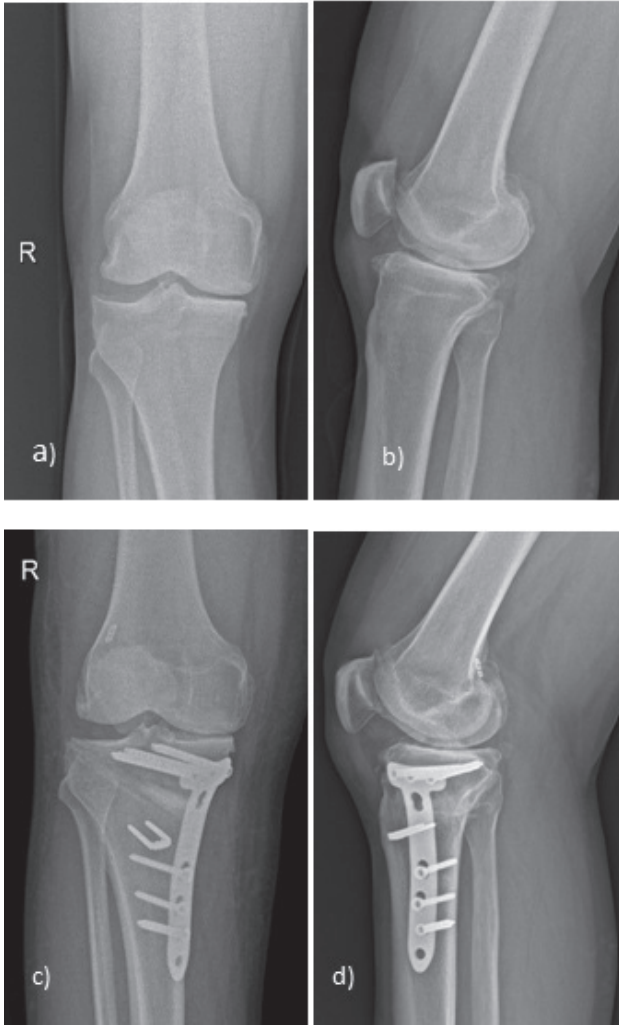
kan aşırı yüklenmelerin neden olduğu ligament rekonstrüksiyon başarısızlıklarının tedavisinde de kullanılmaktadır (68).

Ön Çapraz Bağ (ÖÇB) Rekonstrüksiyonu

Ön çapraz bağ yetmezliği olan hastalarda tedavi planlaması sırasında alt ekstremitte diziliminin değerlendirilmesi tedavi başarısında önemli rol oynamaktadır. ÖÇB diz eklemine lateral kapsülo-ligamentöz yapılarından sonra gelen ikincil varus sınırlayıcısı olduğu için ÖÇB olmayan dizlerde artmış varus deformitesi oluşabilmektedir (69-70). Özellikle ÖÇB yokluğu ile birlikte varus dizilim bozukluğu olan vakalarda adduktor moment artışı dahada belirgin olmaktadır (71-74). Noyes ve ark. varus deformitesini tedavi edilmediği takdirde lateral eklem aralığında açılma, varus itme yürüyüşü ve diz eklemine rekurvasyon deformitesi ile sonuçlandığını vurgulamışlardır (70).

Tedavi edilmeyen varus dizilim bozukluğu ve varus itme yürüyüşü, ÖÇB rekonstrüksiyon başarısızlığının sebeplerinden biridir (75-76). Medial kompartman artrozu ve varus dizilim bozukluğu ÖÇB greftinde ciddi gerilmeye neden olduğu bilinmektedir (77). Marriott ve ark. ÖÇB ve YTO kombine işlemi uygulanan hastaların yürüyüş sırasında diz eklemine gelen yüklerin mediolateral planda dengeli dağıtıldığını bildirilmişler (78). Ancak bazı çalışmalarda ise varus itme yürüyüşünün ve medial kompartman osteoartritinin olmadığı vakalarda varus dizilim bozukluğunu düzeltmenin ÖÇB rekonstrüksiyon sonuçlarına etkisi olmadığı bildirmişlerdir (79). Fakat varus dizilim bozukluğu ile birlikte ÖÇB yetmezliği olan vakalarda ligament rekonstrüksiyonu ile birlikte valgus YTO osteotomi uygulanması greft yetmezliğinin gelişmesini önlediği birçok farklı çalışmada gösterilmiştir (80-83). Birçok çalışmada YTO ile birlikte ya da ayrı seansta ÖÇB rekonstrüksiyon uygulandığında postoperatif stabilitede daha fazla artış olduğu bildirilmiştir (84-87). Zaffagnini ve ark. varus dizilim bozukluğu olan ÖÇB cerrahisi sonrası instabilitesi devam eden veya ÖÇB rerüptürü olan 32 hastaya aynı seansta LKK YTO ve ÖÇB rekonstrüksiyonu uygulanmış. Hastaların 6,5 yıllık takiplerinde varus diziliminin düzeldiği, stabilitenin tekrar restore edildiği ve eski fonksiyonel kapasitelerine ulaştıkları gösterilmiştir (80) (Resim 2).

YTO ile ÖÇB rekonstrüksiyonu kombine cerrahisi ilk kez O'Neill ve James tarafından 1992 yılında tarif edilmiştir. Birçok çalışmada başarılı klinik sonuçlar bildirilmiştir (87). Vaishya ve ark. ÖÇB rekonstrüksiyonu ile MAK YTO kombine yaptıkları 40 hastalık serilerinde klinik sonuçlarda belirgin iyileşme ve osteoartroz ilerlemesinde yavaşlama tespit edilmiştir. YTO



Resim 2. 35 yaşında erkek hastaya MAK YTO ve aynı seansta ÖÇB revizyonu öncesi ve sonrası grafileri

ve ÖÇB rekonstrüksiyonu aynı seansta uygulanabileceği gibi farklı seanslardada uygulanabilmektedir (88). YTO ile aynı seansta ÖÇB rekonstrüksiyonun yapılmasının farklı seansta yapılanlara göre komplikasyon oranını yükselttiğini bildiren çalışmalar olmakla beraber, komplikasyon oranları arasında fark olmadığını bildiren çalışmalarda mevcuttur (89-96). Lattermann ve ark. medial kompartman artrozu ve ÖÇB rüptürü nedeniyle tedavi ettikleri hastaları değerlendirmişler. Sadece valgus YTO yapılan, aynı seansta valgus YTO-ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılan ve iki aşamalı valgus YTO ile ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılan olmak üzere hastaları 3 grupta incelemişler. 40 yaş üzeri hastalara izole valgus YTO uygulanabileceğini, genç hastalara aynı seansta PTO ve ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılabileceğini bildirilmiştir (83).

Varus dizilim bozukluğu olan vakalarda ÖÇB cerrahisi ile birlikte medial açık ya da lateral kapalı

kama YTO uygulanabilir. Ancak MAK YTO posterior tibial eğimi artırır, LKK YTO ise posterior tibial eğimi azalma riski olduğu bilinmesi önem arz etmektedir (93). Kapalı kama valgus YTO'nun tibial sagittal posterior eğimi azalttığından dolayı kronik ÖÇB yetmezliği tedavisinde uygulanabilir ve etkili olduğunu bildirmiştir (94-95). Posterior eğim artışı sonucu anterior instabilitede artış görülme riski dolayısıyla açık kama YTO osteotominin aşırı anterior yerleşimli olmamasına özen gösterilmelidir (98-100). Arun ve ark. eş zamanlı MAK YTO ile ÖÇB rekonstrüksiyonu yaptıkları 30 hastada trikotikal grefti orta hat posteriora koyarak posterior tibial slope açısını azaltmanın fonksiyonel sonuçları olumlu yönde etkilediğini bildirmiştir (96).

Kombine YTO ve ÖÇB rekonstrüksiyonu cerrahisinde grefte gevşeme riskini ortadan kaldırmak için osteotominin önce yapılması önerilmektedir. Özellikle LKK YTO ve ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası osteotomi yapıldığında tibial tünel daha proksimale taşındığından dolayı ÖÇB greftinde gevşemeye yol açar (89). Ayrıca yapılan bir kadavra çalışmasında YTO sonrası anatomik çift band ÖÇB rekonstrüksiyonu yapıldığında diz ekleminde kısıtlama ortaya çıkmıştır. ÖÇB'nin posterolateral band aşırı yüklenmeye bağlı greft yetersizliği olabileceği bildirilmiş ve bu bandın gerginliğinin düşük tutulması tavsiye edilmiştir (97). Biyomekanik bir çalışmada YTO sonrası greft boyunda değişimler olabileceği bu nedenle greft tesptinin osteotomi sonrası yapılması önerilmiştir. Ek olarak greft oblikliğinde değişebileceği ve posterolateral bandta yetmezliğinde sebep olduğu için geniş greft kullanılması önerilmiştir (97).

Kombine ÖÇB rekonstrüksiyonu ve YTO'nun üst düzey sporcularda sporu dönüşte başarılı olduğu bildirilmiştir (82-85-86-98-99-100). Li ve ark. yaptıkları metaanaliz çalışmasında eş zamanlı YTO ve ÖÇB rekonstrüksiyon yapılan hastalarda spora dönüşün hızlandırdığı değerlendirilmiştir (82). Trojani ve ark. aynı seansta açık kama YTO ve ÖÇB rekonstrüksiyonu uyguladıkları 34 hastada % 97 oranında hasta memnuniyeti ve fonksiyonel skorlarda da anlamlı iyileşme tespit etmişlerdir. Hastaların % 80 oranında spora dönüş sağladıkları vurgulanmıştır (85). Kronik ÖÇB yetmezliği olan ve erken medial kompartman osteoartriti olan 29 hastaya uyguladıkları eş zamanlı YTO ve ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrasında hastaların on iki yıllık izlemde osteoartritte ilerlemenin sadece 5 olguda olduğu bildirilmiş ve büyük kısmının spora döndüğü belirtilmiştir (89). Kombine YTO ve ÖÇB rekonstrüksiyonu cerrahisinde diz eklemi hareket kısıtlılığı, osteotomi hattında kaynamama, fibular malunion gibi komplikasyonlar bildirilmiştir (101).

Arka Çapraz Bağ(AÇB) ve Posterolateral Köse Rekonstrüksiyonu

Kronik posterolateral köşe (PLK) yaralanmaları nadir görünmekle birlikte % 50-60 oranında AÇB yaralanması ile birlikte görünmektedir (60). Kronik posterior PLK yaralanması olan dizlerde alt ekstremitte dizilim bozukluğu varlığında diz çevresi osteotomi yapmadan izole yumuşak doku prosedürleri uygulamak tedavide başarısızlıklara sebep olabilir (102-103). Varus dizilim bozukluğu düzeltilmeden yapılan PLK yumuşak doku rekonstrüksiyonu % 37 kadar yüksek oranda başarısız sonuçlar bildirilmiştir (104-105). PLK yaralanmaları ve varus dizilim bozukluğu olan dizlerde yumuşak doku rekonstrüksiyonu öncesi osteotomi yapılmasını öneren çalışmalar mevcuttur (106-107).

PLK yaralanması olan varuslu dizlerde genellikle aşamalı cerrahi önerilmektedir. Öncelikle osteotomi yapılması, 6-8 ay sonrada hasta tekrar değerlendirilip rekonstrüksiyon yapılması önerilmiştir (100). Arthur ve ark. kronik PLK yaralanması ve varus dizilimi olan iki aşamalı cerrahi plananan 21 hastada yaptıkları çalışmada ilk seansta MAK YTO uyguladıktan sonra % 38 hastada ikinci ligament rekonstrüksiyonuna gerek kalmadığı bildirilmiştir (108). PLK ve AÇB yaralanmasına bağlı gelişen instabiliteelerde posterior tibial eğim açısını arttıran MAK YTO önermişlerdir (76,107-108-109). Ayrıca PLK yetmezliğine bağlı gelişen varus ve eksternal rotasyon instabilitesini MAK YTO'nin azalttığı bildirilmiştir (107). Badhe ve Forster 14 vakalık serilerinde 9 hastaya posterolateral köşe rekonstrüksiyonu ve MAK YTO uygulama sonrası 2.8 yıllık takiplerinde % 86 oranında stabil diz elde edildiğini ve klinik skorlarda anlamlı iyileşme olduğunu bildirmiştir (107).

AÇB yaralanması ve diz ekleminde hiperekstansiyon deformitesi olan vakalarda rekonstrüksiyona ek olarak tibia posterior eğim açısını artırmak amacıyla proksimal tibia açık kama fleksiyon osteotomisi önerilmektedir (107). Reichwein ve ark. AÇB rekonstrüksiyon başarısız olan 7 hastaya AÇB rekonstrüksiyonu ile kombine anterior açık fleksiyon osteotomisi uyguladıklarını bildirmişlerdir. Tibia posterior eğim açısının preoperatif 4°'den, postoperatif 11,4° çıktığını ve tüm hastalarda klinik skorlarda anlamlı iyileşme olduğu vurgulanmıştır (110).

Kaynaklar

1. Rossi R, Bonasia DE, Amendola A. The role of high tibial osteotomy in the varus knee. *J Am Acad Orthop Surg.* 2011;19:590-599.
2. Kahlenberg CA, Nwachukwu BU, Hamid KS, Steinhaus ME, Williams RJ. Analysis of Outcomes for High Tibial Osteotomies Performed With Cartilage Restoration Techniques. *3rd. Arthroscopy.* 2017 Feb;33(2):486-492. doi: 10.1016/j.arthro.2016.08.010.

3. Treuter S, Schuh A, Honle W, Ismail MS, Chirag TN, Fujak A. Long-term results of total knee arthroplasty following high tibial osteotomy according to Wagner. *Int Orthop.* 2012;36(4):761-4.
4. Hui C, Salmon LJ, Kok A, Williams HA, Hockers N, van der Tempel WM, et al. Long-term survival of high tibial osteotomy for medial compartment osteoarthritis of the knee. *Am J Sports Med.* 2011;39(1):64-70.
5. Uquillas C, Rossy W, Nathasingh CK, Strauss E, Jazrawi L, Gonzalez-Lomas G. Osteotomies about the knee: AAOS exhibitselection. *J Bone Joint Surg Am.* 2014; 96(24):e199.
6. Amendola A, Bonasia DE. Results of high tibial osteotomy: review of the literature. *Int Orthop.* 2010;34(2):155-60.
7. Felson DT, Niu J, Gross KD, Englund M, Sharma L, Cooke TD et al. Valgus malalignment is a risk factor for lateral knee osteoarthritis incidence and progression: findings from the Multicenter Osteoarthritis Study and the Osteoarthritis Initiative. *Arthritis Rheum* 2013;65:355-362.
8. Amendola A, Panarella L. High tibial osteotomy for the treatment of unicompartmental arthritis of the knee. *Orthop Clin North Am.* 2005 Oct;36(4):497-504. Review
9. Brinkman JM, Lobenhoffer P, Agneskirchner JD, Staubli AE, Wymenga AB, van Heerwaarden RJ. Osteotomies around the knee: patient selection, stability of fixation and bone healing in high tibial osteotomies. *J Bone Joint Surg Br.* 2008 Dec;90(12):1548-57
10. Yim JH, Seon JK, Song EK. Posterior tibial slope in medial opening-wedge high tibial osteotomy: 2-D versus 3-D navigation. *Orthopedics* 2012;35:60-63.
11. Wang JW, Hsu C-C. Distal femoral varus osteotomy for osteoarthritis of the knee. *J Bone Joint Surg Am* 2005;87:127-133.
12. Cameron JI, McCauley JC, Kermanshahi AY, Bugbee WD. Lateral opening-wedge distal femoral osteotomy: pain relief, functional improvement, and survivorship at 5 years. *Clin Orthop Rel Res* 2015;473:2009-2015.
13. Dewilde TR, Dauw J, Vandenuecker H, Bellemans J. Opening wedge distal femoral varus osteotomy using the Puddu plate and calcium phosphate bone cement. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2012;21:249-254.
14. Backstein D, Morag G, Hanna S, Safir O, Gross A. Long term follow-up of distal femoral varus osteotomy of the knee. *J Arthroplasty* 2007;22:2-6.
15. Alford JW, Cole BJ. Cartilage restoration, part 1: basic science, historical perspective, patient evaluation, and treatment options. *Am J Sports Med.* 2005 Feb;33(2):295-306.
16. Fujisawa Y, Masuhara K, Shiomi S. The effect of high tibial osteotomy on osteoarthritis of the knee. An arthroscopic study of 54 knee joints. *Orthop Clin N Am* 1979; 10; 585-608
17. Koshino T, Tsuchiya K. The effect of high tibial osteotomy on osteoarthritis of the knee. Clinical and histological observations. *Int Orthop.* 1979;3:37-45
18. Matsui N, Moriya H, Kitahara H. The use of arthroscopy for follow-up in knee joint surgery. *Orthop Clin N Am.* 1979;10:697-708
19. Harris JD, McNeilan R, Siston RA, Flanigan DC. Survival and clinical outcome of isolated high tibial osteotomy and combined biological knee reconstruction. *Knee.* 2013;20(3): 154-61.
20. Koshino T, Wada S, Ara Y, Saito T. Regeneration of degenerated articular cartilage after high tibial valgus osteotomy for medial compartmental osteoarthritis of the knee. *Knee* 2003;10:229-236
21. Jung WH, Takeuchi R, Chun CW, Lee JS, Ha JH, Kim JH, Jeong JH. Second look arthroscopic assessment of cartilage regeneration after medial opening wedge high tibial osteotomy. *Arthroscopy.* 2014 Jan;30(1):72-9. doi: 10.1016/j.arthro.2013.10.008.

22. Kim KI, Seo MC, Song SJ, Bae DK, Kim DH, Lee SH. Change of Chondral Lesions and Predictive Factors After Medial Open-Wedge High Tibial Osteotomy With a Locked Plate System. *Am J Sports Med.* 2017 Jun;45(7):1615-1621. doi: 10.1177/0363546517694864. Epub 2017 Mar 14.
23. Kumagai K, Akamatsu Y, Kobayashi H, Kusayama Y, Koshino T, Saito T. Factors affecting cartilage repair after medial opening-wedge high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017 Mar;25(3):779-784. doi: 10.1007/s00167-016-4096-z
24. Akizuki S, Yasukawa Y, Takizawa T. Does arthroscopic abrasion arthroplasty promote cartilage regeneration in osteoarthritic knees with eburnation? A prospective study of high tibial osteotomy with abrasion arthroplasty versus high tibial osteotomy alone. *Arthroscopy* 1997;13:9-17
25. Odenbring S, Egund N, Lindstrand A, Lohmander LS, Willen H. Cartilage regeneration after proximal tibial osteotomy for medial gonarthrosis: an arthroscopic, roentgenographic, and histologic study. *Clin Orthop Relat Res.* 1992; 277:210-216
26. Wakabayashi S, Akizuki S, Takizawa T, Yasukawa Y. A comparison of the healing potential of fibrillated cartilage versus eburnated bone in osteoarthritic knees after high tibial osteotomy: an arthroscopic study with 1-year follow-up. *Arthroscopy* 2002;18:272-278
27. Cole BJ, Pascual-Garrido C, Grumet RC. Surgical management of articular cartilage defects in the knee. *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91(7):1778-1790.
28. Matsunaga D, Akizuki S, Takizawa T, Yamazaki I, Kuraishi J. Repair of articular cartilage and clinical outcome after osteotomy with microfracture or abrasion arthroplasty for medial gonarthrosis. *Knee.* 2007 Dec;14(6):465-71.
29. Franceschi F, Longo UG, Ruzzini L, Marinuzzi A, Maffulli N, Denaro V. Simultaneous arthroscopic implantation of autologous chondrocytes and high tibial osteotomy for tibial chondral defects in the varus knee. *Knee.* 2008 Aug;15(4):309-13. doi: 10.1016/j.knee.2008.04.007.
30. Yercan H, Aydoğdu S, Sur H Osteotomies in the treatment of osteochondral lesions of the knee joint. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2007;41 Suppl 2:147-52.
31. Bauer S, Khan RJ, Ebert JR, Robertson WB, Breidahl W, Ackland TR, Wood DJ. Knee joint preservation with combined neutralising high tibial osteotomy (HTO) and Matrix-induced Autologous Chondrocyte Implantation (MACI) in younger patients with medial knee osteoarthritis: a case series with prospective clinical and MRI follow-up over 5 years. *Knee.* 2012 Aug;19(4):431-9. doi: 10.1016/j.knee.2011.06.005. Epub 2011 Jul 22.
32. Johnson LL. Arthroscopic abrasion arthroplasty historical and pathologic perspective: present status. *Arthroscopy.* 1986;2(1):54-69.
33. Gill TJ. The treatment of articular cartilage defects using microfracture and debridement. *Am J Knee Surg.* 2000 Winter;13(1):33-40.
34. Blevins FT, Steadman JR, Rodrigo JJ, Silliman J. Treatment of articular cartilage defects in athletes: an analysis of functional outcome and lesion appearance. *Orthopedics.* 1998 Jul;21(7):761-7;
35. Pascale W, Luraghi S, Perico L, Pascale V. Do microfractures improve high tibial osteotomy outcome? *Orthopedics* 2011;34:e
36. Kim MK, Ha JK, Lee DW, Nam SW, Kim JG, Lee YS. No correction angle loss with stable plates in open-wedge high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015;23:1999-2006. 251-e255.
37. Takeuchi R, Aratake M, Bito H, Saito I, Kumagai K, Hayashi R, et al. Clinical results and radiographic evaluation of opening wedge high tibial osteotomy for spontaneous osteonecrosis of the knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2009;17:361-368.
38. Miller BS, Joseph TA, Barry EM, Rich VJ, Sterett WI. Patient satisfaction after medial opening high tibial osteotomy and microfracture. *J Knee Surg.* 2007;20:129-133.
39. Spahn G, Kirschbaum S, Kahl E. Factors that influence high tibial osteotomy results in patients with medial gonarthrosis: A score to predict the results. *Osteoarthritis Cartilage.* 2006;14:190-195.
40. Steadman JR. Chondral resurfacing and high tibial osteotomy in the varus knee. *Am J Sports Med* 2004;32:1243-1249.
41. Sterett WI, Steadman JR, Huang MJ, Matheny LM, Briggs KK. Chondral resurfacing and high tibial osteotomy in the varus knee: Survivorship analysis. *Am J Sports Med.* 2010;38:1420-1424.
42. Jung WH, Takeuchi R, Chun CW, Lee JS, Jeong JH. Comparison of results of medial opening-wedge high tibial osteotomy with and without subchondral drilling. *Arthroscopy.* 2015 Apr;31(4):673-9. doi: 10.1016/j.arthro.2014.11.035. Epub 2015 Jan 27.
43. Koh IJ, Choi YJ, Pak KH, In Y. Collagen Augmentation Improves the Quality of Cartilage Repair After Microfracture in Patients Undergoing High Tibial Osteotomy: A Randomized Controlled Trial. *Am J Sports Med.* 2017 Jul;45(8):1845-1855. doi: 10.1177/0363546517691942.
44. Schuster P, Schulz M, Mayer P, Schlumberger M, Immendoerfer M, Richter J. Open Wedge High Tibial Osteotomy and Combined Abrasion/Microfracture in Severe Medial Osteoarthritis and Varus Malalignment: 5 Year Results and Arthroscopic Findings After 2 Years. *Arthroscopy.* 2015 Jul;31(7):1279-88. doi: 10.1016/j.arthro.2015.02.010.
45. Hangody L, Füles P. Autologous osteochondral mosaicplasty for the treatment of full-thickness defects of weight-bearing joints: ten years of experimental and clinical experience. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85-A Suppl 2:25-32.
46. Hangody L, Vársárhelyi G, Hangody LR, Sükösd Z, Tibay G, Bartha L, Bodó G. Autologous osteochondral grafting—technique and long-term results. *Injury.* 2008 Apr;39 Suppl 1:S32-9. doi: 10.1016/j.injury.2008.01.041.
47. Robert H. Chondral repair of the knee joint using mosaicplasty. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2011;97(4):418-429.
48. Hangody L, Ráthonyi GK, Duska Z, Vársárhelyi G, Füles P, Módis L. Autologous osteochondral mosaicplasty. Surgical technique. *J Bone Joint Surg Am.* 2004 Mar;86-A Suppl 1:65-72.
49. Bartha L, Vajda A, Duska Z, Rahmeh H, Hangody L. Autologous osteochondral mosaicplasty grafting. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2006 Oct;36(10):739-50. Review.
50. Mina C, Garrett WE Jr, Pietrobon R, Glisson R, Higgins L. High tibial osteotomy for unloading osteochondral defects in the medial compartment of the knee. *Am J Sports Med.* 2008 May;36(5):949-55. doi: 10.1177/0363546508315471.
51. Minzlaff P, Feucht MJ, Saier T, Schuster T, Braun S, Imhoff AB, et al. Osteochondral autologous transfer combined with valgus high tibial osteotomy: long-term results and survivorship analysis. *Am J Sports Med.* 2013;41(10):2325-32.
52. Minzlaff P, Feucht MJ, Saier T, Cotic M, Plath JE, Imhoff AB. et al. Can young and active patients participate in sports after osteochondral autologous transfer combined with valgus high tibial osteotomy? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016 May;24(5):1594-600. doi: 10.1007/s00167-014-3447-x.
53. Ghazavi MT, Pritzker KP, Davis AM, Gross AE. Fresh osteochondral allografts for post-traumatic osteochondral defects of the knee. *J Bone Joint Surg Br.* 1997 Nov;79(6):1008-13.
54. Gross AE, Shasha N, Aubin P Long-term followup of the use of fresh osteochondral allografts for posttraumatic knee defects. *Clin Orthop Relat Res.* 2005 Jun;435:79-87.

55. Gross AE, Kim W, Las Heras F, Backstein D, Safir O, Pritzker KP. Fresh osteochondral allografts for posttraumatic knee defects: long-term follow-up. *Clin Orthop Relat Res.* 2008 Aug;466(8):1863-70. doi: 10.1007/s11999-008-0282-8.
56. Shasha N, Krywulak S, Backstein D, Pressman A, Gross AE. Long-term follow-up of fresh tibial osteochondral allografts for failed tibial plateau fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85-A Suppl 2:33-9.
57. Tirico LEP, Lin AG, Pulido PA, Bugbee WD. Osteochondral Allograft Transplantation and Opening Wedge Tibial Osteotomy: Clinical Results of a Combined Single Procedure. *Cartilage.* 2017 May 1:1947603517710307. doi: 10.1177/1947603517710307.
58. Raz G, Safir OA, Backstein DJ, Lee PT, Gross AE. Distal femoral fresh osteochondral allografts: follow-up at a mean of twenty-two years. *J Bone Joint Surg Am.* 2014;96(13):1101-7.
59. Alford JW, Cole BJ. Cartilage restoration, part 2: techniques, outcomes, and future directions. *Am J Sports Med.* 2005 Mar;33(3):443-60. Review
60. Ferruzzi A, Buda R, Cavallo M, Timoncini A, Natali S, Giannini S. Cartilage repair procedures associated with high tibial osteotomy in varus knees: clinical results at 11 years' follow-up. *Knee.* 2014 Mar;21(2):445-50. doi: 10.1016/j.knee.2013.11.013. Epub 2013 Nov 27.
61. Bode G, Schmal H, Pestka JM, Ogon P, Südkamp NP, Niemeyer P. A non-randomized controlled clinical trial on autologous chondrocyte implantation (ACI) in cartilage defects of the medial femoral condyle with or without high tibial osteotomy in patients with varus deformity of less than 5°. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2013 Jan;133(1):43-9. doi: 10.1007/s00402-012-1637-x.
62. Bode G, Ogon P, Pestka J, Zwingmann J, Feucht M, Südkamp N, Niemeyer P. Clinical outcome and return to work following single stage combined autologous chondrocyte implantation and high tibial osteotomy. *Int Orthop.* 2015 Apr;39(4):689-96. doi: 10.1007/s00264-014-2547-z.
63. Amendola A. Knee osteotomy and meniscal transplantation: indications, technical considerations, and results. *Sports Med Arthrosc Rev.* 2007 Mar;15(1):32-8. Review.
64. Verdonk PC, Verstraete KL, Almqvist KF, De Cuyper K, Veys EM, Verbruggen G, et al. Meniscal allograft transplantation: long-term clinical results with radiological and magnetic resonance imaging correlations. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2006 Aug;14(8):694-706.
65. Kang RW, Lattermann C, Cole BJ. Allograft meniscus transplantation: background, indications, techniques, and outcomes. *J Knee Surg.* 2006 Jul;19(3):220-30. Review.
66. Cameron JC, Saha S. Meniscal allograft transplantation for unicompartmental arthritis of the knee. *Clin Orthop Relat Res.* 1997 Apr;(337):164-71.
67. Badhe NP, Forster IW. High tibial osteotomy in knee instability: the rationale of treatment and early results. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2002 Jan;10(1):38-43. Epub 2001 Oct 16
68. Arthur A, LaPrade RF, Agel J. Proximal tibial opening wedge osteotomy as the initial treatment for chronic posterolateral corner deficiency in the varus knee: a prospective clinical study. *Am J Sports Med.* 2007;35:1844-1850.
69. Hinterwimmer S, Beitzel K, Paul J, Kirchhoff C, Sauerschnig M, von Eisenhart-Rothe R, et al. Control of posterior tibial slope and patellar height in open-wedge valgus high tibial osteotomy. *Am J Sports Med.* 2011 39(4):851-856.
70. Noyes FR, Goebel SX, West J. Opening wedge tibial osteotomy: the 3-triangle method to correct axial alignment and tibial slope. *Am J Sports Med.* 2005;33(3):378-387.
71. Litchfield R, Getgood A. Role of Osteotomy in Posterolateral Instability of the Knee. *J Knee Surg.* 2015 Dec;28(6):441-9.
72. Noyes FR, Simon R. The role of high tibial osteotomy in the anterior cruciate ligament-deficient knee with varus alignment. In: DeLee JC, Drez D, eds. *Orthopaedic Sports Medicine: Principles and Practice.* Philadelphia: WB Saunders; 1994:1401-1443.
73. Noyes FR, Schipplein OD, Andriacchi TP, Suddemi SR, Weise M. The Anterior Cruciate Ligament-Deficient Knee With Varus Alignment. An analysis of gait adaptations and dynamic joint loadings. *Am J Sports Med.* 1992 Nov-Dec;20(6):707-16.
74. Kean CO, Birmingham TB, Garland JS, Jenkyn TR, Ivanova TD, Jones IC, et al. Moments and muscle activity after high tibial osteotomy and anterior cruciate ligament reconstruction. *Med Sci Sports Exerc.* 2009 Mar;41(3):612-9.
75. Georgoulis AD, Papadonikolakis A, Papageorgiou CD, Mitsou A, Stergiou N. Three-dimensional tibiofemoral kinematics of the anterior cruciate ligament-deficient and reconstructed knee during walking. *Am J Sports Med.* 2003 Jan-Feb;31(1):75-9.
76. Bulgheroni P, Bulgheroni MV, Andriani L, Guffanti P, Giughello A. Gait patterns after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1997;5(1):14-21.
77. Van de Pol GJ, Arnold MP, Verdonschot N, van Kampen A. Varus alignment leads to increased forces in the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med.* 2009 Mar;37(3):481-7.
78. Marriott K, Birmingham TB, Kean CO, Hui C, Jenkyn TR, Giffin JR. Five year changes in gait biomechanics after concomitant high tibial osteotomy and ACL reconstruction in patients with medial knee osteoarthritis. *Am J Sports Med.* 2015 Sep;43(9):2277-85. doi: 10.1177/03635465155591995.
79. Kim SJ, Moon HK, Chun YM, Chang WH, Kim SG. Is correctional osteotomy crucial in primary varus knees undergoing anterior cruciate ligament reconstruction? *Clin Orthop Relat Res.* 2011 May;469(5):1421-6. doi: 10.1007/s11999-010-1584-1.
80. Zaffagnini S, Bonanzinga T, Grassi A, Marcheggiani Muccioli GM, Musiani C, Raggi F, et al. Combined ACL reconstruction and closing-wedge HTO for varus angulated ACL-deficient knees. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013;21:934-941.
81. Marcacci M, Marcheggiani Muccioli GM, Grassi A, Ricci M, Tsapralis K, Nanni G, et al. Arthroscopic meniscus allograft transplantation in male professional soccer players: A 36-month follow-up study. *Am J Sports Med.* 2014;42:382-388.
82. Li Y, Zhang H, Zhang J, Li X, Song G, Feng H. Clinical outcome of simultaneous high tibial osteotomy and anterior cruciate ligament reconstruction for medial compartment osteoarthritis in young patients with anterior cruciate ligament-deficient knees: a systematic review. *Arthroscopy.* 2015 Mar;31(3):507-19. doi: 10.1016/j.arthro.2014.07.026.
83. Lattermann C, Jakob RP. High tibial osteotomy alone or combined with ligament reconstruction in anterior cruciate ligament deficient knees. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1996; 4(1):32-38.
84. Sonnery-Cottet B, Mogos S, Thauinat M, Archbold P, Fayard JM, et al. Proximal Tibial Anterior Closing Wedge Osteotomy In Repeat Revision of anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Am J Sports Med.* 2014 Aug;42(8):1873-80.
85. Trojani C, Elhor H, Carles M, Boileau P. Anterior cruciate ligament reconstruction combined with valgus high tibial osteotomy allows return to sports. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2014 Apr;100(2):209-12
86. Lee DC, Byun SJ. High tibial osteotomy. *Knee Surg Relat Res.* 2012 Jun;24(2):61-9.
87. O'Neill DF, James SL. Valgus osteotomy with anterior cruciate ligament laxity. *Clin Orthop Relat Res.* 1992: 153-159.

88. Vaishya R, Vijay V, Jha GK, Agarwal AK. Prospective study of the anterior cruciate ligament reconstruction associated with high tibial opening wedge osteotomy in knee arthritis associated with instability. *J Clin Orthop Trauma*. 2016 Oct-Dec;7(4):265-271. Epub 2016 Jun 24.
89. Bonin N, Ait Si Selmi T, Donell ST, Dejour H, Neyret P. Anterior cruciate reconstruction combined with valgus upper tibial osteotomy: 12 years follow-up. *Knee*. 2004;11:431-437.
90. Boss A, Stutz G, Oursin C, Gächter A. Anterior cruciate ligament reconstruction combined with valgus tibial osteotomy (combined procedure). *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 1995;3:187-191.
91. Neuschwander DC, Drez D Jr, Paine RM. Simultaneous high tibial osteotomy and ACL reconstruction for combined genu varum and symptomatic ACL tear. *Orthopedics*. 1993;16:679-684.
92. Mehl J, Paul J, Feucht MJ, Bode G, Imhoff AB, Südkamp NP et al. ACL deficiency and varus osteoarthritis: high tibial osteotomy alone or combined with ACL reconstruction? *Arch Orthop Trauma Surg*. 2017 Feb;137(2):233-240. doi: 10.1007/s00402-016-2604-8. Epub 2016 Dec 3.
93. El-Azab H, Glabgyl P, Paul J, Imhoff AB, Hinterwimmer S. Patellar height and posterior tibial slope after open- and closed-wedge high tibial osteotomy: a radiological study on 100 patients. *Am J Sports Med*. 2010 Feb;38(2):323-9.
94. Giffin JR, Shannon FJ. The Role of The High Tibial Osteotomy in The Unstable Knee. *Sports Med Arthrosc*. 2007 Mar;15(1):23-31.
95. Bulgheroni P, Bulgheroni MV, Andrini L, Guffanti P, Giughello A. Gait patterns after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 1997;5(1):14-21.
96. Arun GR, Kumaraswamy V, Rajan D, Vinodh K, Singh AK, Kumar P, et al. Long-term follow up of singlestage anterior cruciate ligament reconstruction and high tibial osteotomy and its relation with posterior tibial slope. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2016 Apr;136(4):505-11. doi: 10.1007/s00402-015-2385-5.
97. Kilger RH, Stehle J, Fisk JA, Thomas M, Miura K, Woo SL. Anatomical double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction after valgus high tibial osteotomy: a biomechanical study. *Am J Sports Med*. 2006 Jun;34(6):961-7.
98. Kendoff D, Koulalis D, Citak M, Voos J, Pearle AD. Open wedge valgus tibial osteotomies: affecting the distinct ACL bundles. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2010 Nov;18(11):1501-7. doi: 10.1007/s00167-010-1073-9.
99. Akamatsu Y, Mitsugi N, Taki N, S Takeuchi R, Saito T. Simultaneous anterior cruciate ligament reconstruction and opening wedge high tibial osteotomy: Report of four cases. *Knee* 2010;17:114-118.
100. Williams RJ III, Kelly BT, Wickiewicz TL, Altchek DW, Warren RF. The short term outcome of surgical treatment for painful varus arthritis in association with chronic ACL deficiency. *J Knee Surg* 2003;16:9-16.
101. Noyes FR, Barber-Westin SD, Hewett TE. High tibial osteotomy and ligament reconstruction for varus angulated anterior cruciate ligament-deficient knees. *Am J Sports Med* 2000;28:282-296.
102. Savarese E, Bisicchia S, Romeo R, Amendola A. Role of high tibial osteotomy in chronic injuries of posterior cruciate ligament and postero lateral corner. *J Orthop Traumatol*. 2011 Mar;12(1):1-17. doi: 10.1007/s10195-010-0120-0.
103. Christel P. Basic principles for surgical reconstruction of the PCL in chronic posterior knee instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2003 Sep;11(5):289-96. Epub 2003 Sep 11.
104. Noyes FR, Barber-Westin SD, Albright JC. An analysis of the causes of failure in 57 consecutive posterolateral operative procedures. *Am J Sports Med*. 2006;34:1419-143.
105. Noyes FR, Barber-Westin SD. Posterior cruciate ligament revision reconstruction, part 1: causes of surgical failure in 52 consecutive operations. *Am J Sports Med*. 2005;33:646-654.
106. Fanelli GC, Edson CJ. Posterior cruciate ligament injuries in trauma patients: Part II. *Arthroscopy* 1995;11:526-529.
107. Badhe NP, Forster IW. High tibial osteotomy in knee instability: the rationale of treatment and early results. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2002 Jan;10(1):38-43. Epub 2001 Oct 16.
108. Webb JM, Salmon LJ, Leclerc E, Pinczewski LA, Roe JP. Posterior tibial slope and further anterior cruciate ligament injuries in the anterior cruciate ligament-reconstructed patient. *Am J Sports Med*. 2013;41(12):2800-2804.
109. Giffin JR, Vogrin TM, Zantop T, Woo SL, Harner CD. Effects of increasing tibial slope on the biomechanics of the knee. *Am J Sports Med*. 2004;32:376-38.
110. Reichwein F, Nebelung W. High tibial flexion osteotomy for revision of posterior cruciate ligament instability. *Unfallchirurg*. 2007;110:597-602.

Kombine Yüzey Kaplama Artroplastisi ve Osteotomi Uygulamaları

Tahsin Beyzadeoğlu, Ayberk Önal

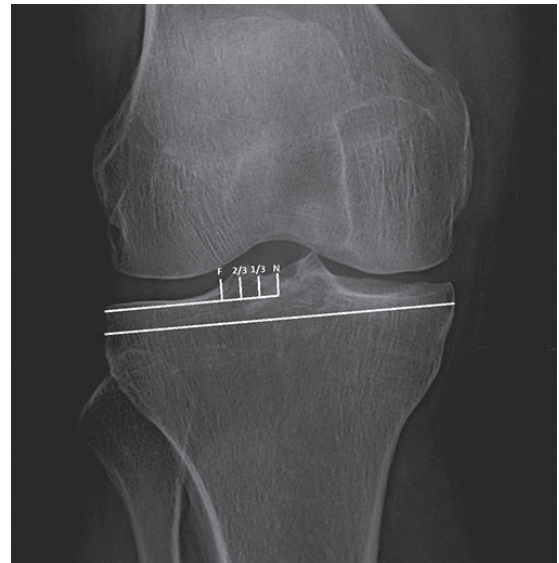
Giriş

Dizde ağrı ve kısıtlılığa yol açan, özellikle medial kompartmanı tutan kıkırdak hasarının varus deformitesiyle beraber görüldüğü dejeneratif eklem hastalığı, ortopedi ve travmatoloji pratiğinin önemli uğraşlarından biridir. Hasta yaşı, hastanın aktivite durumu, varus miktarı ve kıkırdak hasarının yeri, derinliği ve genişliği tedaviyi yönlendirici temel unsurlardır. İleri yaş hastalarda total diz artroplastisi, genç yaş hastalarda ise osteotomi ve/veya biyolojik kıkırdak tedavisi yöntemleri altın standart olarak kabul edilmektedir.

Proksimal tibial valgizasyon osteotomileri, medial eklem hasarının eşlik ettiği varus dizilim bozukluğunun tedavisinde sıklıkla kullanılan cerrahi yöntemlerdir. Kubbe osteotomi ve lateral kapalı kama osteotomi gibi farklı teknikler tarif edilmiş ve kullanılmış olsa da günümüzde medial açık kama proksimal tibial osteotomi en sık kullanılan cerrahi yöntemdir (1,2). Dizde varus dizilim bozukluğu varlığında ekstremitedeki varus açılanmanın sebebi, hem proksimal tibia metafizindeki varus açılanma hem de medial eklem aralığındaki daralmaya bağlı eklem içindeki varus açılanma iken, proksimal tibial valgizasyon osteotomileri deformiteyi proksimal tibiadan düzeltmektedir.

Yüksek tibial osteotomi (YTO) ile dizdeki varus deformitesi düzeltilirken amaç mekanik aksın laterale taşınmasıdır. Medial eklem aralığı korunmuş hastalarda mekanik aks dizin koronal planda orta noktasına taşınır fakat medial eklem aralığında laterale göre yükseklik kaybı olan hastalarda aşırı düzeltme gereklidir. Mekanik aksın laterale taşınma miktarının belirlenmesinde günümüzde kullanılan kavramlar-

dan birisi, Fujisawa ve arkadaşlarının 1979'da yaptığı çalışmanın Jacob ve Murphy tarafından yapılan modifikasyonudur (3,4). Buna göre; dizin koronal planda lateral yarısının medial 1/3'üne denk gelen nokta Fujisawa noktası olarak kabul edilir. Mekanik aks; 1) hastanın medial eklem aralığı yüksekliği lateral eklem aralığının 1/3'ü kadar azalmışsa, Fujisawa noktası ile diz orta noktası arasında kalan mesafenin 1/3 medialine, 2) medial eklem aralığı yüksekliği lateral eklem aralığının 2/3'ü kadar azalmışsa, Fujisawa noktası ile diz orta noktası arasında kalan mesafenin 1/3 lateraline ve 3) medial eklem aralığı tamamen kapanmışsa Fujisawa noktasına taşınır (Resim 1).



Resim 1. Fujisawa noktası (F), Fujisawa 2/3 (2/3), Fujisawa 1/3 (1/3), diz orta noktası (N).

YTO, ortopedik cerrahide uzun yıllardır yaygın olarak kullanılmakta olan ve birçok çalışma ile başarılı sonuçları bildirilmiş bir teknik olmakla beraber, zaman içerisinde aşırı düzeltmenin sebep olduğu problemler literatürde bildirilmiştir (2). Aşırı düzeltme sonrası mekanik aksın laterale taşınmasına rağmen medial kompartmanda kıkırdak dejenerasyonu sürecinin devam ettiği ve normal şartlarda medial kompartmana göre daha az yüklenmeye maruz kalan lateral kompartmanda aşırı yüklenmeye bağlı ilerleyici kıkırdak dejenerasyonunun geliştiği farklı çalışmalar ile bildirilmiştir (5, 6). Amis ve arkadaşları 2013 yılında yaptıkları çalışma ile yukarıda belirtilen bu istenmeyen sonuçların nedenleri arasında aşırı düzeltme sonrası yürüyüş esnasında 'single stance' fazında tibia platosu ile yer arasındaki ilişkinin paralelden valgusa dönüşmesine bağlı diz eklemine aksiyel yüklenme dışında binen makaslama yüklenmenin olabileceğini rapor etmişlerdir (7).

Dizde fokal kıkırdak yaralanmalarının tedavisinde birçok biyolojik tedavi yöntemi tanımlanmıştır. Mikrokırık, abrazyon artroplastisi, drilleme, otolog kondrosit implantasyonu ve osteokondral greft implantasyonu gibi biyolojik yöntemler uygun hastalarda başarı ile kullanılmaktadır (1,8,9). Bu yöntemlerin hepsi varus dizilim bozukluğuna sahip hastaların dizlerindeki fokal kıkırdak yaralanmalarının tedavisinde, YTO operasyonu ile kombine edilerek kullanılabilir. Biyolojik kıkırdak tedavisi yöntemlerinin kullanımındaki en büyük kısıtlılık hasta yaşıdır. Genç hastalarda başarılı sonuçları olan bu yöntemlerin ileri yaşta kullanılması önerilmezken orta yaşta hastalarda başarı şansı genç hastalara oranla düşüktür (10-15).

Medial kompartmanda tam kat kıkırdak kaybının eşlik ettiği varus dizilim bozukluğu, genç hastalarda YTO ve/veya biyolojik kıkırdak tedavi yöntemleri ile yaşlı hastalarda ise artroplasti ile tedavi edilebilirken, biyolojik yöntemler için yaşlı, artroplasti için genç olan, 40-60 yaş arası hastaların tedavisinde bir boşluk bulunmaktadır. YTO'nun yüzey kaplama artroplastisi (YKA) ile kombinasyonu seçilmiş hastalarda bu boşluğu doldurabilmektedir.

YKA kıkırdak hasarının olduğu bölgenin, subkondral kemik korunarak mevcut defekt boyutlarında bir implant ile kaplanmasıdır. Bu teknik ile kıkırdak hasarı olan bölge normal eklem yüzü seviyesine getirilerek eklem yüzey uyumu sağlandığından, defektin çevresindeki ve karşısındaki kıkırdak yüzeylerde oluşan artmış yüklenme engellenmiş olur (16,17,18). Bu işlem esnasında subkondral kemik korunduğundan ileride total diz artroplastisi uygulanması gerekmesi halinde revizyon sistemlere gerek duyulmadan primer artroplasti uygulanabilmesine de olanak sağlamaktadır.

YKA ile kıkırdak hasarı olan bölge normal eklem yüzü seviyesine getirildiğinden medial kompartman eklem yüksekliği lateral kompartmanla eşitlenerek eklem içi varus deformitesi düzeltilmiş olur. YTO eklem içi varus deformitesini düzelten YKA ile kombine uygulandığında, operasyon öncesi medial eklem aralığında daralma olsa bile mekanik aksın aşırı düzeltilmesi gereği ortadan kalkar ve buna bağlı oluşacak istenmeyen sonuçlardan kaçınılır. Varus dizilim bozukluğu ve medial eklem aralığında kıkırdak hasarına ek olarak patellofemoral eklemden de kıkırdak hasarı bulunan hastalarda işleme troklear implantın eklenmesi, YTO sonrası mevcut patellofemoral problemin ilerlemesini ve ağrı yaratmasını engelleyecektir.

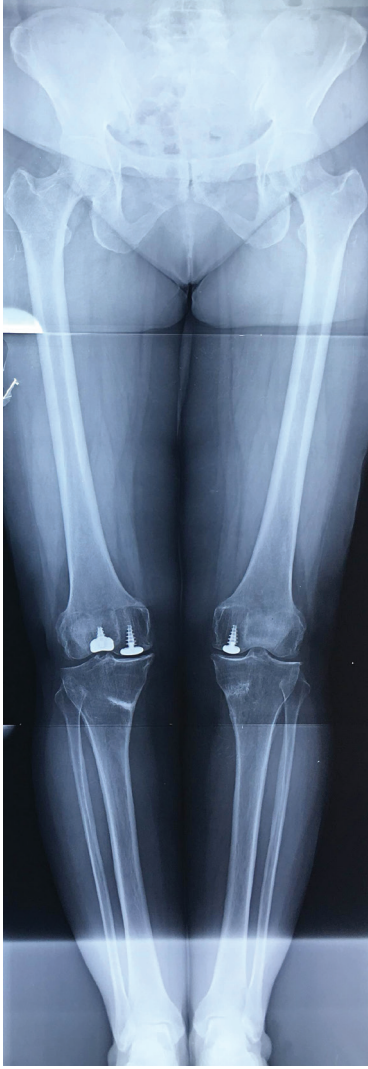
Hastalar ve Yöntem

2009-2015 yılları arasında yaş ortalaması 53 (43-67 yaş) olan 35 hastanın (26 erkek, 9 kadın) 41 dizine kombine YTO ve YKA işlemleri uygulandı. Cerrahi uygulanan dizlerin hepsinde varus açılanması 7°'den fazlaydı ve ortalama varus açılanması 9,7°, ortalama medial eklem yükseklik kaybı ise %72 idi. Hastaların 24'ü aktif spor yapmaktaydı; 3'ü maraton koşucusu, 3'ü veteran voleybolcu, 8'i veteran basketbolcu ve 10'u tenisçi idi.

Rutin operasyon öncesi hazırlıkları takiben tüm dizlere artroskopik yapılarak menisküsler, ön ve arka çapraz bağlar ve eklem yüzleri değerlendirildi. YKA uygulanacak kıkırdak defektlerinin yeri, kontürü ve boyutları belirlendikten sonra yapılan 6-8 cm medial parapatellar artrotomi ile uygun boyut ve kontürde yüzey değiştirme implantı yerleştirildi (HemiCAP®, Arthrosurface, Franklin MA).

İmplantın yüksek yerleştirilmesinin karşı eklem yüzünde aşırı yüklenmeye, çökük yerleştirilmesinin ise komşu kıkırdaklarda köşe yüklenmesine neden olacağından, komşu kıkırdak seviyesiyle aynı seviyede veya 0,5 mm çökük olmasına dikkat edildi. İmplantın yerleştirilmesinin ardından medial eklem aralığı yüksekliği arttığından medial kollateral ligamanda oluşacak gerginliğin önüne geçmek için medial osteofitler temizlendi ve/veya medial kollateral gevşetildi. Yüzey değiştirme işlemini takiben floroskopi ile elde edilen diz ön-arka görüntülerinden eklem uyumluluğu değerlendirildi. Medial eklem aralığı yüksekliğinin lateral ile eşitlendiği vakalarda mekaniks aks nötrale taşınacak şekilde medial açık kama YTO ile valgizasyon sağlandı. Tüm hastalar operasyon sonrası 5 basamaklı YTO rehabilitasyon protokolüne alındı.

Ameliyatlar sırasında 22 dize 15 mm, 19 dize ise 20 mm femoral kondiler implant uygulanırken; troklealarında semptomatik son evre kıkırdak hasarı olan 18



Resim 2. Sağ dizine YTO ile beraber combo (hem medial hem troklear), sol dizine ise sadece medial YKA uygulanmış olan hastanın 10. (sağ diz) ve 9. yıl (sol diz) sonundaki boy grafisi.

dize ek olarak troklear implant da uygulandı. Ortalama valgizasyon $10,5^\circ$ olarak ölçüldü. Hastalar operasyon sonrası ortalama 74 ay takip edildi (36-102 ay). Hastaların WOMAC ve Knee Society skorları operasyon öncesi dönemde sırası ile ortalama 53 ve 50 iken, operasyon sonrası 6. ay takiplerinde 80,3 ve 85 idi. 5 yıllık takipleri tamamlanan hastaların hiçbirinde (20 diz) düzeltme kaybına rastlanmadı. Ortalama 14. ayda, 23 hastanın 26 dizinden, implantın rahatsız etmesi nedeniyle YTO plağı çıkarıldı ve aynı seansta ikincil artroskopi ile implantlar gözlemlendi (Resim 2). İki hastaya 8. ve 9. yıl takipleri sonunda ağrı nedeniyle primer total diz protezi uygulandı. 5 yılın üzerinde takibi olan 26 hastada WOMAC ve Knee Soci-

ety skorlarının 75 ve 80 olduğu görüldü. Aktif sporcu olan hastaların tümü ağrısız olarak eski sportif seviyelerine geri dönebildi.

Tartışma

Medial kompartman osteoartritin eşlik ettiği varus deformitesi bulunan 40-60 yaş arası, yüksek beklentili hastalarda aktif hayat tarzına ağrısız bir diz ile geri dönüş sağlamak YTO ile mümkün olabilmektedir. Güncel literatürde YTO'nun diz ağrısını geçirme ve total diz artroplastisi gereksinimini ötelemede başarılı uzun dönem sonuçları bildirilmiştir (19). YTO sonrası kötü sonuçlar genellikle ileri hasta yaşı, düşük eklem hareket açıklığı ve medial eklem aralığında ileri derecede daralma ve eşlik eden patellofemoral eklem harabiyeti ile ilişkilidir (19-21). Bu faktörlerin bir kısmı değiştirilemezken, medial eklem aralığındaki daralma ve patellofemoral eklem harabiyetine yüzey değiştirme artroplastisi ile müdahale etmek mümkündür. 'Anatomik YTO' olarak adlandırdığımız bu kombine operasyonun altında yatan felsefe, dizde gelişen varus deformitesinin, eklem içi ve eklem dışı unsurlarına ayrı ayrı müdahale ederek, diz eklemine nötral dizilim sağlarken eklem uyumluluğunun da normal kalmasını sağlamaktır. Nötral dizilim ile birlikte nötral eklem uyumluluğunun sağlanması sayesinde, tibial platonun koronal planda yer ile ilişkisinin de paralelliği sağlanacağından aşırı valgusa bağlı doğacak makaslama kuvvetleri önlenmiş olur.

Total ve tek kompartmantal diz artroplastisi uzun dönem başarılı sağkalım sonuçları bildirilmiş güvenilir operasyonlar olsalar da, subkondral kemik, menisküsler ve eklem içi bağların (Total artroplastide) feda edilmesinden dolayı dizin normal mekaniğini değiştirmekte ve derin duyu kaybına sebep olmaktadır. Yüksek beklentisi olan orta yaş atletlerde artroplastisi uygulamaları derin duyu kaybı nedeniyle eski fizik aktivite seviyelerine dönmeyi imkânsız hale getirebilmektedir. Aşırı fiziksel aktivitenin kendisi de komponentlerde aşırı yüklenmeye bağlı polietilen aşınması ve erken gevşemeye neden olmaktadır (22,23).

Sonuç

YKA ile kombine edilen YTO işlemleri orta yaş aktif hastalar için başarılı bir tedavi metodudur. Diz eklemindeki varus dizilim bozukluğunun her komponentinin ayrı ayrı düzeltilmesi ile aşırı düzeltmeye bağlı gelişecek istenmeyen sonuçlar engellenebilir. Bu işlemin orta dönem sonuçları başarılı olmakla beraber uzun dönem sonuçlarının görülmesi ile güvenilirliği ve kullanım sıklığı artacaktır.

Kaynaklar

1. Sterett WI, Steadman JR (2004) Chondral resurfacing and high tibia osteotomy in the varus knee. *Am J Sports Med* 32:1243-1249
2. Sterett WI, Steadman JR, Huang MJ, et al. (2010) Chondral resurfacing and high tibial osteotomy in the varus knee: Survivorship analysis. *Am J Sport Med* 38:1420-1424.
3. Fujisawa Y, Masuhara K, Shiomi S (1979) The effect of high tibial osteotomy on osteoarthritis of the knee. An arthroscopic study of 54 knee joints. *Orthop Clin North Am* 10:585-608
4. Jakob RP, Murphy SB (1992) Tibial osteotomy for varus gonarthrosis: indication, planning, and operative technique. In: Robert E. Eilert (ed) *Instructional Course Lectures* vol. 41, pp 87-93
5. Rutgers M, Bartels LW, Tsuchida AI, et al. (2012) dGEMRIC as a tool for measuring changes in cartilage quality following high tibial osteotomy: a feasibility study. *Osteoarthritis Cartilage* 30:1134-1141.
6. Agneskirchner JD, Hurschler C, Wrann CD, et al. (2007) The effects of valgus medial opening wedge high tibial osteotomy on articular cartilage pressure of the knee: a biomechanical study. *Arthroscopy* 23:852-861
7. Amis AA (2013) Biomechanics of high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 27:197-205
8. Minas T, Gomoll AH, Solhpour S, et al. (2010) Autologous chondrocyte implantation for joint preservation in patients with early osteoarthritis. *Clin Orthop Relat Res.* 468(1):147-157.)
9. Niemeyer P, Lenz P, Kreuz PC, et al. (2010) Chondrocyte-seeded type I/III collagen membrane for autologous chondrocyte transplantation: prospective 2-year results in patients with cartilage defects of the knee joint. *Arthroscopy* 26:1074-82
10. Childers JC Jr, Ellwood SC (1979) Partial chondrectomy and subchondral bone drilling for chondromalacia. *Clin Orthop Relat Res* 144:114-120.
11. Steadman JR, Briggs KK, Rodrigo JJ, et al. (2003) Outcomes of microfracture for traumatic chondral defects of the knee: average 11-year follow-up. *Arthroscopy* 19(5): 477-484.
12. Knutsen G, Drogset JO, Engebretsen L, et al. (2007) A randomized trial comparing autologous chondrocyte implantation with microfracture: findings at five years. *J Bone Joint Surg Am* 89:2105-2112.
13. DeWindt TS, Bekkers JEJ, Creemers LB, et al. (2009) Patient Profiling in Cartilage Regeneration. *Am J Sports Med* 37: 585-625.
14. Kon E, Filardo G, Condello V, et al. (2011) Second-generation autologous chondrocyte implantation: results in patients older than 40 years. *Am J Sports Med* 30:1668-1675
15. Levy YD, Görtz S, Pulido PA, et al. (2013) Do fresh osteochondral allografts successfully treat femoral condyle lesions? *471:231-237*
16. Becher C, Huber R, Thermann H, et al. (2008) Effects of a contoured articular prosthetic device on tibiofemoral peak contact pressure: a biomechanical study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 16:56-63
17. Becher C, Kalbe C, Thermann H, et al. (2011) Minimum 5-year results of focal articular prosthetic resurfacing for the treatment of full-thickness articular cartilage defects in the knee. *Arch Orthop Trauma Surg* 131:1135-1143
18. Guettler JH, Demetropoulos CK, Yang KH, et al. (2004) Osteochondral defects in the human knee: influence of defect size on cartilage rim stress and load redistribution to surrounding cartilage. *Am J Sports Med* 32:1451-1458
19. Flecher X, Parratte S, Aubaniac JM, et al. (2006) A 12-28-year followup study of closing wedge high tibial osteotomy. *Clin Orthop Relat Res* 452:91-96
20. Naudie D, Bourne RB, Rorabeck CH, et al. (1999) The Install Award. Survivorship of the high tibial valgus osteotomy. A 10- to -22-year followup study. *Clin Orthop Relat Res* 367:18-27
21. Gstöttner M, Pedross F, Liebensteiner M, et al. (2008) Long-term outcome after high tibial osteotomy. *Arch Orthop Trauma Surg* 128:111-115
22. Santaguida PL, Hawker GA, Hudak PL, et al. (2008) Patient characteristics affecting the prognosis of total hip and knee joint arthroplasty: a systematic review. *Can J Surg* 51:428-436
23. Farr J, Jiranek WA (2009) Sports after knee arthroplasty: partial versus total knee arthroplasty. *Phys Sportsmed* 37:53-61.

Diz Çevresi Osteotomilerinde Tibial Eğim (slope) Problemleri

Hasan Bombacı

Giriş

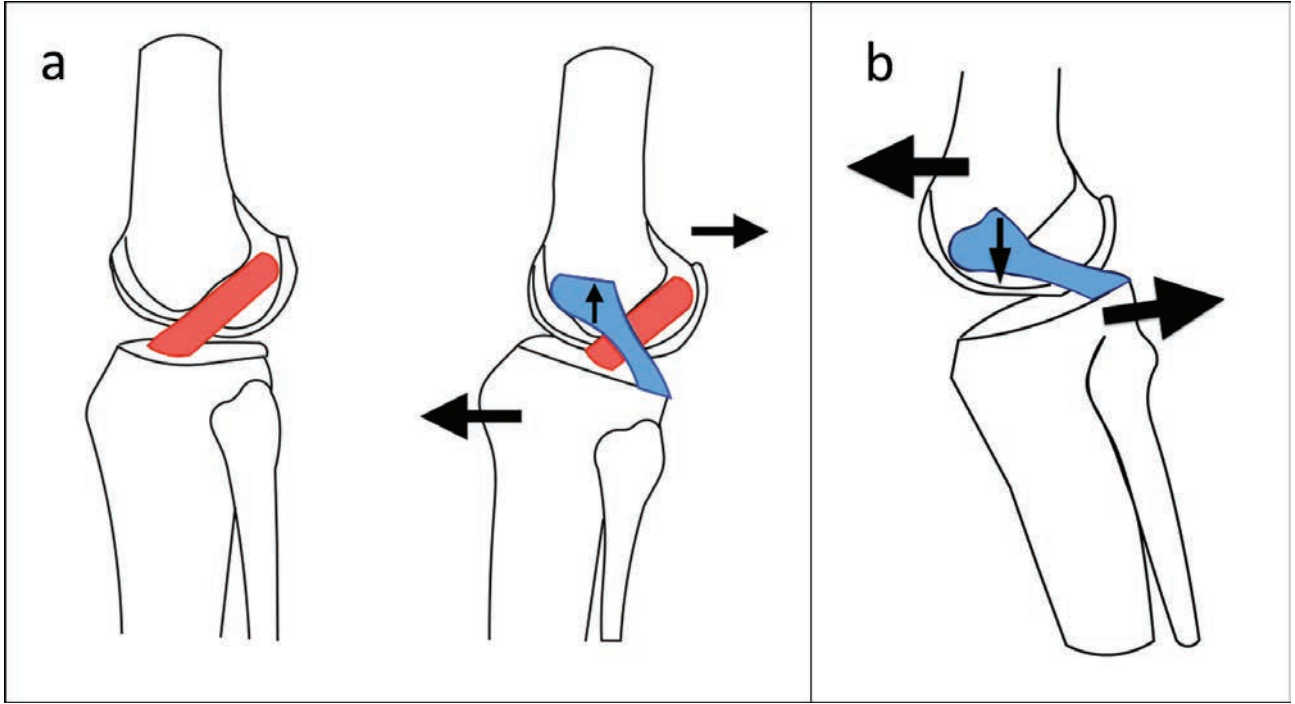
Diz çevresi osteotomileri (DÇÖ) özellikle dizde tek kompartmanı tutan tibiofemoral osteoartritlerde sık kullanılan tekniklerdir. Diğer endikasyonlar ise alt ekstremitenin varus deformiteleri, medial menisküs transplantasyonu, kıkırdak lezyonlarının tamiri, dizdeki bağ lezyonlarında, alt ekstremitenin dizilimini sağlamaktır (1). Çoğunlukla proksimal tibial osteotomi (PTO) tekniği kullanılmakla beraber, gerektiğinde distal femoral osteotomi (DFO) yalnız başına veya PTO'ye ilave olarak da kullanılabilir. PTO'ler "açık kama osteotomisi" (AKO), "kapalı kama osteotomisi" (KKO), "kubbe osteotomisi" şeklinde farklı teknikler kullanılarak yapılabilir. Bu tekniklerden herhangi birinin tercih edilmesinde hastanın özellikleri dikkate alınsa da tekniği uygulayan cerrahın tercihi de önemlidir (1). Her bir tekniğin ayrı ayrı avantajları bu kitabın diğer bölümlerinde tartışılacaktır. Ancak özellikle ilk iki tekniğin tibial eğim üzerine etkileri ameliyat sonuçlarını doğrudan etkileyebilir (2). Bu yüzden bu bölümde diz çevresi osteotomilerinin tibial eğim üzerine etkileri ele alınmıştır.

Tibial eğimin etkileri

Artmış tibial eğim tibanın femura göre öne translasyonunu artırarak ön çapraz bağ (ÖÇB) üzerine gelen yükleri de artırır (3,4). Tersine tibial eğim azalır ise, tibanın arkaya translasyonu sonucunda arka çapraz bağa (AÇB) aşırı yük biner (Resim 1). Dejour ve ark. ayakta fizyolojik yük altında çekilen grafilerde ÖÇB

yırtık olan ve olmayan kişiler arasında tibanın öne translasyonunda belirgin fark tespit etmişlerdir (5). Rodner ve ark. tibial eğim artarsa, bağ lezyonu olan dizlerde tibiofemoral temas basınç alanının daha posteriora kaydığını bildirmişlerdir (6). Yazarlar özellikle menisektomili ve ÖÇB kopuk hastalarda bu durumun olumsuz etkilere sebep olabileceğini vurgulamışlardır (6). Hohmann ve ark. bu durumu biyomekanik olarak ÖÇB'nin tibia üzerinde inklınasyon açısından değişim olarak izah etmişlerdir (7). Yazarlar tibial eğim azaldığında ÖÇB inklınasyon açısının arttığını ve dolayısıyla diz üzerine yüklenme esnasında vektör kuvvetlerin azaldığını belirtmişlerdir (Resim 2) (7). Black ve ark.nın biyomekanik çalışmasında da benzer sonuçlar elde edilmiş ve tibial eğim arttığında önce medial kompartmandaki tibiofemoral yüklenme noktasının anteriora kaydığı, eğimin artması devam ettikçe tibia platosunun da öne doğru yer değiştirdiği gösterilmiştir (8). Bu yüzden tibial eğimde anormallik yoksa özellikle de ÖÇB veya AÇB kopuk dizlerde PTO planlaması tibial eğimi değiştirmeyecek şekilde yapılmalıdır.

Diğer taraftan Giffin ve ark. az miktardaki tibial eğim değişikliklerinin, "deneysel" yük taşıma pozisyonundaki tibiofemoral eklemden sınırlı bir etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir (9). Bazı yazarlar ise 10 dereceyi geçen tibial eğimli hastalarda PTO yapılırken, hastanın hiç şikâyeti olmasa bile tibial eğimin düzeltilmesini önermektedirler (10). Daha yakında yapılan biyomekanik bir çalışmada tibial eğimin ± 5 derecelik değişikliklerinde ÖÇB'ı etkileyen kuvvetlerin anlamlı derecede değiştiği tespit edilmiştir (3).



Resim 1. Tibial eğimin **a)** artması ile tibia femura göre öne doğru, **b)** azalması ile arkaya doğru yer değiştirir.

Ancak kaç derece eğimden sonra düzeltilmesi gerektiğini ortaya koyan çalışma yoktur. Buna rağmen eğer ameliyat öncesi tibial eğim normal ise, tibial eğimde 5 dereceye kadar olan değişikliklerin, dinamik koşullarda çapraz bağlardaki yüklenmede ve tibiofemoral temas basıncında yaratacağı değişikliklerin klinik etkisinin anlamlı olmayacağı konusunda görüşler vardır (11). Ancak tibial eğim normalde de kişiler arasında oldukça farklılık gösterir, bu sebeple iki standart sapmaya kadar farklar kabul edilebilir bulunmaktadır (11-13). Aslında tibial eğim değerleri hem ergenliğe kadar olan gelişme periyodunda hem cinsiyete göre hem de ülkeden ülkeye hatta dominant bacakla diğeri arasında da farklılıklar göstermektedir (12,14).

Diğer taraftan tibiofemoral temas noktasını değiştirecek şekilde yapılan osteotomilerle eğimin düzenlenmesinin teorik bazı avantajları mevcuttur. Bu sebeple tibial eğim değişiklikleri bazen dizdeki patolojileri telafi etmek için de kullanılır. Sözcüğü tibial eğimin arttırılmasının AÇB kopuk dizlerde stabiliteyi arttırıcı etkisi olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (15,16). Giffin ve ark. anterior PTO tekniğinin şiddetli rekurvatum deformitesi ya da başarısız bağ ameliyat olan hastalarda da faydalı olduğunu bildirmişlerdir (17). Tibial eğimin arttırılmasının posterior ve posterolateral bölge instabiliteleri üzerine de faydalı etkileri mevcuttur (18). Çünkü tibial eğim değişiklikleri tibiofemoral temas bölgelerinde önemli değişikliklere sebep olur (15). Tibial eğim arttığında, tibia femura göre

daha öne ve yukarı, eğim azaldığında ise arkaya doğru yer değiştirir (Resim 1). Sözcüğü tibia platosunun ya da femur kondilinin posteriorunda kondral hasar olan hastalarda eğimi arttırmak, tam tersine platonun ön tarafında kırıldak hasarı olan olgularda ise eğimi azaltmak, bu bölgelerin yükünü azaltarak, mevcut hasarın ilerlemesinin yavaşlatılması ve semptomların azalması açısından fayda sağlayabilir (Resim 3).

ÖÇB yırtığı ile tibial eğim arasında da bağlantı olduğunu ileri süren çalışmalar da mevcuttur. Brandon ve ark. ÖÇB kopuk olan ve sağlam olan hastalarda tibial eğimleri ölçmüşler ve ÖÇB yırtık hastalarda tibial eğim anlamlı derecede farklı (artmış) olduğunu bulmuşlardır (19). Bunun yanında her bir grup içerisinde de standart sapmanın yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Yazarlar bu bulgulara göre tibial eğim ile ÖÇB yaralanması arasında ilişki kurarken, birkaç derecelik eğim farkının klinik etkisinin sınırlı kalabileceği sonucuna varmışlardır (19). Bu sonuçlar ÖÇB yaralanması olan hastalarda belirgin tibial eğim artışı olduğu durumlarda ÖÇB rekonstrüksiyonu ile beraber eğimin de düzeltilmesi gerekebileceği fikrini de gündeme getirmektedir. ÖÇB revizyonu yapılacak hastalarda olan anormal tibial eğimin ise, ÖÇB revizyon ameliyatından önce yapılmasını daha güvenli olduğu belirtilmektedir (20). Mevcut bulgulardan çıkan genel görüş, tibial eğimde 2 standart sapmayı aşan değişikliklerin düzeltilmesi yönündedir. Bağ rekonstrüksiyonu hastanın özelliklerinden kaynaklanan

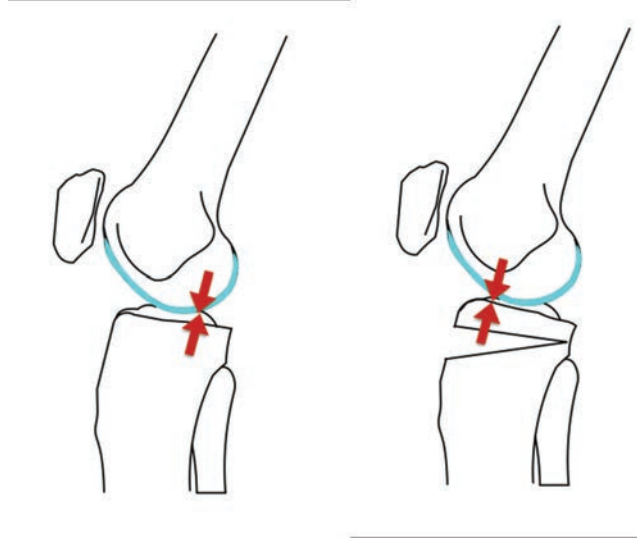


Resim 2. ÖÇB tibia platosuna lateral planda belli bir inklinyasyon açısı ile tutunur.

sebeplerden ertelenen olgularda tibial eğimi yüksek ve ÖÇB yırtık hastalarda tibial eğimin normale ya da normalin altına indirilmesi, AÇB yırtık hastalarda ise tibial eğimin arttırılması, gerektiğinde başvuru olan tedavi yaklaşımlarındandır. Ancak aksi bir gereklilik yoksa osteotomi tibial eğim korunacak şekilde planlanmalıdır.

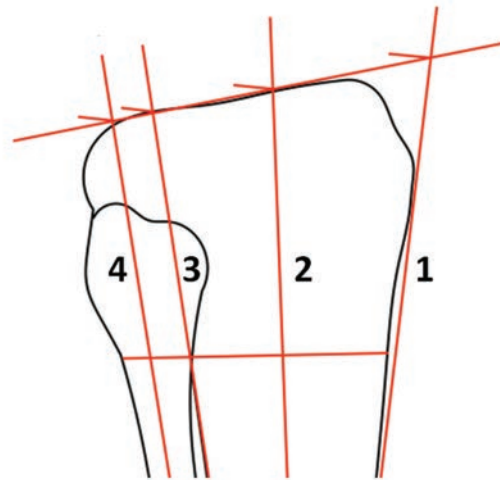
Ameliyat öncesi planlama

PTO uygulanacak hastalarda tibial eğim daha ameliyat öncesi planlamada hesaba katılmalıdır (11,21). Tibial eğim en iyi ameliyat öncesi çekilen diz lateral grafisi ile değerlendirilir. Diz grafisi diz tam ekstansiyonda iken, medial ve lateral kondiller üst üste binmiş halde çekilmelidir. Artmış tibial eğim daha önceden yapılmış osteotomilere, tibia kırıklarına, tibia üst uçta epifiz yaralanmalarına, doğuştan kaynaklanan sebeplere, Blount Hastalığı gibi tibia proksimalini tutan hastalıklara bağlı olabilir. Tibial eğimi ölçmek için değişik yöntemler tarif edilmiştir (12,13,16,22). Bunlar, "proksimal tibial anatomik aksı", "tibial shaft mekanik aksı", "anterior tibial kortikal aks", "posterior tibial kortikal aks", "fibular shaft aksı", "fibular proksimal anatomik aksı"dır (7) (Resim 4). Tibial eğim yukarıda sayılan akslardan herhangi birinin tibia medial platosuna teğet geçen çizgi ile yaptıkları açıdır. Bu akslardan hepsi tibial eğimi ölçmede aynı hassasiyeti göstermez. Bunlardan en doğru sonuçları veren "posterior tibial kortikal aks"tır (7).

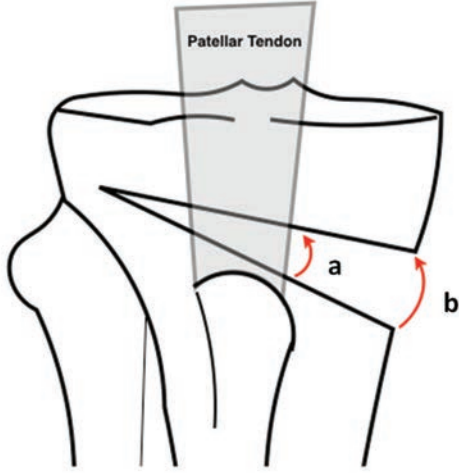


Resim 3. Tibial eğim arttığında femur ve tibia arasında basınç alanı öne doğru yer değiştirir.

Bunun dışında dizde medial ve lateral tibial eğimler de farklılık gösterir (22,23). Matsuda ve ark. normal dizlerde medialde bu değer ortalama 10.7° (aralık; $5^\circ-15.5^\circ$), lateralde ise 7.2° (aralık; $0^\circ-14.5^\circ$) olduğunu tespit etmişlerdir (23). Ayrıca kırık ve kemik eğimlerinde de farklılıklar tespit edilmiştir (22). PTO yapılan ÖÇB veya AÇB yırtık hastalarda eğer eğim normal ise değiştirilmemelidir. Açık kama osteotomisinde tibial eğimi değiştirmemek için öndeki açık kama mesafesi arkadaki mesafenin yarısı kadar olmalıdır (11). Çalışmalar göstermiştir ki ön aralıktaki her 1 mm'lik fark, tibial eğimde 2 derecelik fark yaratır (Resim 5).



Resim 4. Lateral planla tibial eğim ölçüm yöntemleri. (1) ATK: anterior tibial kortikal aks. (2) PTAA: proksimal tibia anatomik aksı. (3) PTK: posterior tibial kortikal aks. (4) PFAA: proksimal fibula anatomik aksı.

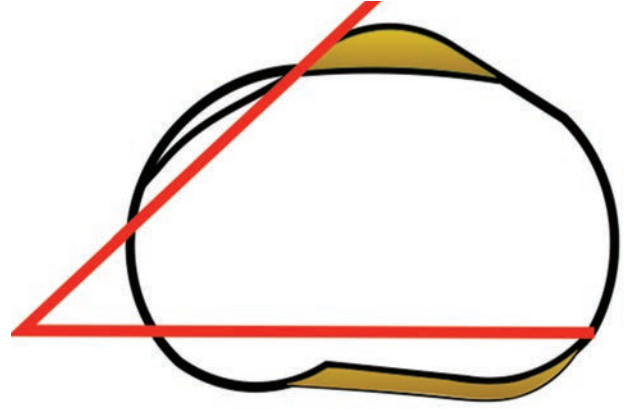


Resim 5. Proksimal tibia, aksiyel planda üçgen şeklinde olduğu için, AKO uygulandığında medial ve ön kortekste açılma miktarları farklılıklar gösterir.

Açık kama proksimal tibial osteotomilerde eğim problemleri

Tibia proksimalinde lateral taraf arka korteks ile yaklaşık 90 derecelik açı yaparken, medial taraf tibianın posteromedial köşesinden tüberositas tibiaya doğru oblik bir seyir izlemektedir (Resim 6) (11). Tibianın medial kenarı arka korteks ile yaklaşık 45 derecelik açı yapmaktadır. Bu anatomik yapı da aksiyel planda proksimal tibiaya üçgen bir şekil vermektedir. Dolayısıyla AKO uygulanan hastalarda sagittal plandaki osteotomi hattının yüksekliği arkadan öne doğru farklılık göstermektedir. Bu yükseklik farklılığı ayrıca medial tibial kenarın oblikliği ile de yakından ilişkilidir. Bu sebeple AKO planlanırken ya da uygulanırken, medial osteotomi hattı iki noktadan ölçülerek hesaplanmalıdır. Sözelgesi koronal planda 10 derecelik bir posterior açma planlanan hastada osteotomi hattının anteriordaki açılma miktarı yaklaşık 7 derece kadar olmaktadır. Bunun dışında koronal planda düzeltme miktarı tibianın medial ve posterior kenarındaki bölge dikkate alınarak hesaplanır. Ancak AKO tespit edilirken kullanılacak plak hiçbir zaman bu noktaya sınırlı kalmayacaktır. Plak tibianın medialine uygulanırken, plağın özelliklerine de bağlı olarak mutlaka bu noktanın önüne uzanacaktır. Bu sebeple plağın uygulandığı alandaki açma miktarı hedeflenen açma osteotomisi mesafesinden 2-3 mm daha az olacaktır (Resim 7) (11).

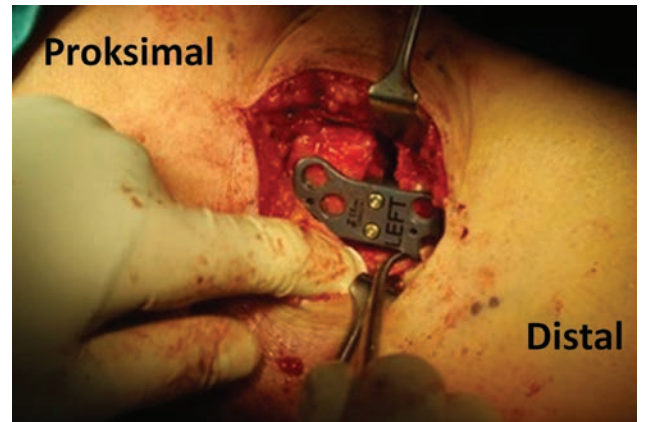
AKO'lerinden sonra istenmeden de olsa tibial eğimin artırılması ve bunun sonucunda da ekstansiyonda kısıtlılık ve ÖÇB'a binen yüklerin artmasıyla oldukça sık karşılaşılmaktadır (7,10,24). Bunu önlemek



Resim 6. Proksimal tibianın horizontal düzlemdeki kesiti; posterior korteksin iç ve dış kortekse konumlanımı. Lateral korteks posterior kortekse dike yakın bir açıda iken, medial korteks yaklaşık 45 derecelik açı yapar.

için ya da tibial eğimin azaltılması istenen olgularda osteotomi hattının anterioruna diz hafif hiperekstansiyonda iken staple ile tespit yapılabilir. Song ve ark. açık kama osteotomisi uygulanan olgularda osteotomi hattında 2 plak koymayı ve ön taraftaki plağın arkadakinin 2/3'ü yüksekliğinde olmasını önermişlerdir (25).

AKO'de değişik tespit yöntemleri kullanılabilir. Ancak destek plağı osteotomi hattının ön tarafına konursa tibial eğim artacaktır (7,24,26). Bunun sebebi osteotomi hattında menteşe noktasının posterolateral köşeye kaymasıdır (27). Menteşe noktasının posterolaterale kayması aynı zamanda osteotomi hattında istenmeyen rotasyonel değişikliklere de sebep olabilir (28). Ancak plağın uygulanma yerine dikkat edildiğinde hangi tespit yöntemi uygulanırsa uygulansın tibial eğim üzerine istenmeyen etkisi en az olacaktır.



Resim 7. Plağın AKO'de tibianın medialinde yerleşim pozisyonu.

Ameliyat esnasındaki değerlendirme

Ameliyat esnasında plağın yeri seçilirken tibial eğimde değişiklik oluşturmayacak şekilde tespit sağlanmalıdır. Eğer osteotomi hattına kortikospongios greft konacaksa, greft osteotomi hattına arkadan öne doğru azalan yükseklikte bloklar halinde, tibial eğimi etkilemeyecek şekilde yerleştirilmelidir. Bu işlemden sonra skopi ile tibial eğim tekrar kontrol edilmelidir. Bunun için basitçe osteotomiden sonra medial açıklığın, posteromedial açıklığın yaklaşık yarısı kadar olduğu kontrol edilmelidir (29). Anteriyordaki her 1 mm'lik açılmanın, 2 derecelik tibial eğim artışına sebep olacağı akıld tutulmalıdır.

İki planlı açık kama proksimal tibial osteotomilerinde tibial eğim değişimleri

Son zamanlarda gerek temas yüzeyini arttırması gerek daha stabil bir osteotomi hattı sağlaması, gerekse patellafemoral eklem yüzeyine binen yükleri azaltması açısından avantajları sebebi ile tercih edilen iki planlı AKO'lerinin de eğim üzerine etkileri mevcuttur (Resim 8). İki Planlı osteotomiler genelde AKO ile karşılaştırıldığında daha az istenmeyen etkiye sahiptir. Çünkü osteotomi hattının anteriorunda ve proksimal ya da distalinde bırakılan tüberositas tibia, osteotomi hattına giren bloğa sahip plakların zorunlu olarak osteotomi hattının posterioruna konmasına sebep olmaktadır. Bu da AKO'de planlanan menteşe aksına denk gelmekte, dolayısıyla plağın osteotomi hattının anterioruna konmasından doğacak aşırı tibial eğim artış problemini en aza indirmektedir (Resim 8). Ancak doğal olarak blok içermeyen plaklarda bu durum söz konusu değildir.



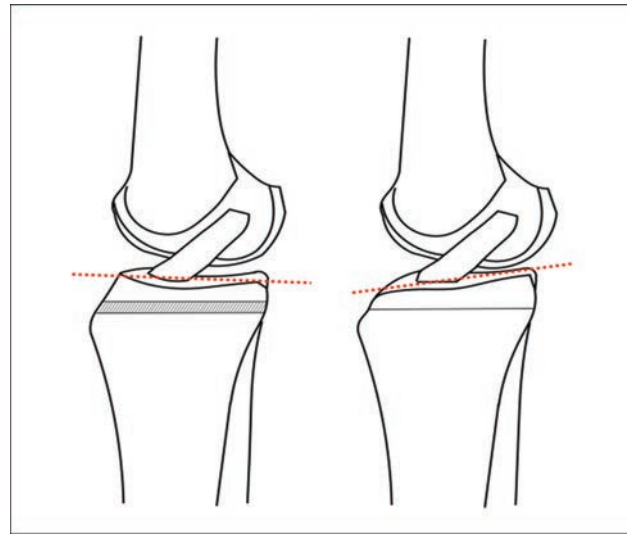
Resim 8. İki planlı osteotominin osteotomi hattı (Prof. Dr. İrfan Esenkaya'nın izniyle).

Kapalı kama proksimal tibial osteotomilerde tibial eğim problemleri

KKO'de de AKO'lerinde olduğu gibi tibial eğimde değişiklikler oluşabilir. Ancak KKO'lerinde AKO'lerinden farklı olarak tibial eğim azalmaktadır. Hohmann ve ark. KKO uygulanan hastalarda tibial eğimin ortalama $4,9^\circ$ azaldığını bulmuşlardır (30). Bunu, tibia proksimalinin üçgen şeklinde olması sebebiyle çıkarılan kemiğin anterolateralinin daha yüksek olmasına bağlamışlardır. Bu osteotomi tekniğinde çıkarılması hesaplanan kemik bir defada çıkarıldığı için, planlama esnasında kesin tibial eğimini koruyacak şekilde hesaplanması bu değişimi en aza indirecektir (Resim 9).

Kubbe osteotomilerinde tibial eğim problemleri

Kubbe osteotomilerinde kemik yapıda herhangi bir artma ya da azalma olmadığı için tibial eğimde değişim olması beklenmez. Ancak Çullu ve ark. yaptığı çalışmada bu öngörünün aksine tibial eğimde azalma tespit etmişlerdir (31). Yazarlar eğimdeki bu değişimin, tek planlı eksternal fiksatorün osteotomi hattının sagittal düzlemdeki kontrolünü sağlamada yetersiz kalmasına bağlı olabileceğini ileri sürmüşlerdir (31). Son zamanlarda tarif edilen "kombine osteotomi"de de osteotomi dönme aksı, kubbe osteotomisinde olduğu gibi tibianın koronal plandaki orta hattına gelmektedir (32). Bu osteotomide, tibianın lateralinden koronal planda tibianın ortasında kadar gelen mesa-



Resim 9. KKO'de kemik blok çıkarıldıktan sonra tibial eğimde azalma meydana gelir.

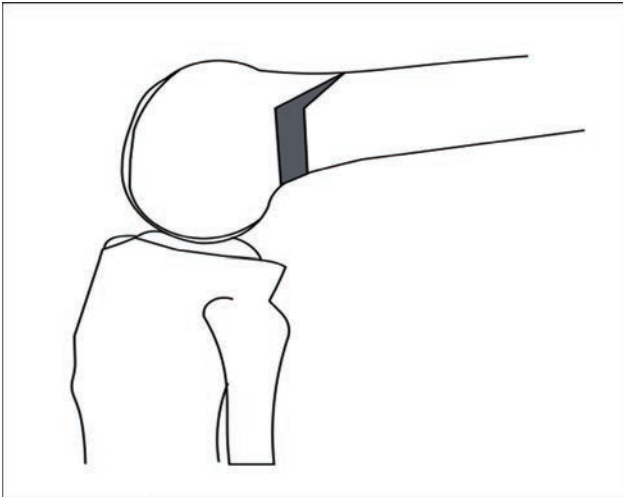
fedem çıkarılan kemik kama, medialde aynı seviyede açılan osteotomi hattına yerleştirilir. Papp ve ark. KKO ile "kombine osteotomi" olgularını karşılaştırdıkları çalışmalarında, kombine osteotominin kapalı kama osteotomisine göre daha az tibial eğim değişimine sebep olduğunu tespit etmişlerdir (32).

Açık kama distal femoral osteotomilerde eğim problemleri

Açık kama distal femoral osteotomiler sıklıkla, lateral tibiofemoral eklem yüzündeki yük dağılımını azaltmak için kullanılır. En sık lateral menisektomi yapılmış ve lateral eklem aralığında daralma başlamış genç erişkinlerde uygulanır. Bu osteotomide dikkat edilmesi gereken nokta, özellikle lateral kompartmanda kırık hasarı varsa, osteotomi medial yüklenmeyi arttıracak ve nötral dizilimi varusa çevirecek şekilde yapılmamalıdır. Bu osteotomide yük taşıma aksı tibia'nın orta hattında ya da medialden %45-47'lik mesafesine denk gelmelidir. Bu da yaklaşık 1-2 derecelik varus dizilimine karşılık gelir. Bu osteotomilerde de tibiofemoral eğimin korunması önemlidir. Bunun için osteotomi hattının ön ve arka bölgesinin eşit olacak şekilde kemik greftle doldurulması ve tespit edilmesi gerekir (Resim 10).

Kontrendikasyonlar: tibial eğimle ilişkili

PTO'nin bilinen; lateral kompartmanda daralma, tibia'nın 1 cm'den fazla lateral subluksasyonu, medial kompartmanda ileri derecede kırık hasarı mevcudiyeti, diz hareket açıklığında 15 dereceden fazla



Resim 10. Distal femoral osteotomide osteotomi hattı. Bu bölgede de iki planlı osteotominin mekanik avantajları vardır.

ekstansiyon, 90 dereceden az fleksiyon kaybı, romatoid artrit gibi sistemik hastalıklara bağlı problemler gibi kontrendikasyonları yanında, tibia eğim ile ilgili kontrendikasyonu, koronal planda aşırı artmış medial kompartman eğimidir (33). Tibia platosunun orta hattındaki rölatif yükseklik, osteotomiden sonra da yükün lateral kompartmana aktarılması engeller ("tahterevalli etkisi"). Dolayısıyla bu dizlerde osteotomiden sonra medial platonun yüklenmesi yeterince azaltılmayacağından osteotomiden beklenen biyomekanik fayda elde edilemez (33,34). Diğer bir deyişle osteotomi ile diz 30 derece fleksiyonda iken valgus stresi uygulandığında, medial ve lateral platoya dengeli yük aktarımını sağlayan bir pozisyon elde edilemez. Bu sebeple medial platonun koronal plandaki eğimi çok artmış dizlerde PTO uygulanması kontrendikedir.

PTO uygulamalarında tibial eğim değişimini nasıl yönetebiliriz?

PTO uygulanırken hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın tibial eğim değişimleri ortaya çıkmaktadır (26). Bu değişim belli derecelere kadar klinik sonuçları etkilemese de dizde bağ instabilitesi, kırık hasarı olan durumlarda eğim değişiminin olumlu etkilerinden faydalanılabilir. Tibial eğim osteotomiyi tespit etmek için kullanılan plağın uygulama yerini seçerek (AKO'lerinde) ya da çıkarılacak kemiğin boyutlarını iyi hesaplayarak (KKO'lerinde) yönetilebilir.

Açık kama PTO'lerde tibial eğim artma eğilimindedir. Eğer hastada kırık hasarı yoksa ve bağ dengesi normal ise PTO'yi yaparken tibial eğimi koruyacak tedbirler almamız gerekir (35). Bunun için tespit veya destek plağı tibia'nın posteromedial köşesine yakın konmalı, eğer plak osteotomi hattına oturan destek bloğu taşıyorsa, osteotomi hattının orta noktasına konacak bu bloğun önden arkaya doğru azalan kalınlıkta olmasına özen gösterilmelidir (24,25,35). Tibial eğimin artması posterior tibial platodaki yüklenmeyi azaltır (15). Eğer hastada posterior ya da posterolateral köşede bağ yetersizliği ya da posterior tibial plato ya da posterior femoral kondilde kırık hasarı var ise tibial eğimin arttırılması faydalı olur (16). Bu durumlarda osteotomi hattını tespit eden plağın osteotomi hattının ön tarafına yakın tespit edilmesi gerekir.

KKO'de ise tibial eğim azalmaya meyillidir (7). Tibial eğimin azalması tibia platosunun önündeki yüklenmeyi azaltır. Tibial eğimin azalmasını istediğimiz ÖÇB hasarı olan ya da platonun posteriorunda kırık hasarı olan olgularda bu teknik seçilebilir. Ameliyat öncesi ölçümlerde 10 dereceden fazla tibial eğim tespit edilen dizlerde kapalı kama osteotomisini

seçmek daha uygun olabilir. Eğimdeki değişimi belirlemek için de çıkarılacak kemik bloğunun iyi hesaplanması gerekir. Tibia uzun aksına dik olarak yapılacak kesilerde tibial eğimin değiştirme potansiyelinin en az olduğu akıld tutulmalıdır.

Kaynaklar

- King A, Wall O. Osteotomies around the knee. *Orthopaedics and Trauma* 2014;28(6):388-95.
- Smith TO, Sexton D, Mitchell, Hing CB. Opening or closing-wedged high tibial osteotomy: A meta-analysis of clinical and radiological outcomes. *The Knee* 2011;18:361-8.
- Marouane H, Shirazi-Adl A, Adouni M, Hashemi J. Steeper posterior tibial slope markedly increases ACL force in both active gait and passive knee joint under compression. *J of Biomechanics* 2014;47:1353-9.
- Shelburne KB, Kim H, Sterett WI, Pandy MG. Effect of posterior tibial slope on knee biomechanics during functional activity. *J Orthop Res* 2011;29:223-31.
- Dejour H, Neyret P, Bonnin M. Monopodal weight-bearing radiography of the chronically unstable knee. In:Jakop RP, Staubli H-U, editors. *The knee and cruciate ligaments*. Berlin : Springer; 1992. p. 568-76.
- Rodner CM, Adams DJ, Diaz-Doran V, Tate JP, Santangelo SA, Mazzocca AD, et al. Medial opening wedge tibial osteotomy and the sagittal plane. *The American Journal Sports Med* 2006;34(9):1431-41.
- Hohmann E, Bryant A. Closing or opening wedge high tibial osteotomy: watch out for the slope. *Oper Tech Orthop* 2007;17:38-45.
- Black MS, d'Entremont AG, McCormack RG, Hansen G, Carr D, Wilson DR. The effect of wedge and tibial slope angles on knee contact pressure and kinematics following medial opening-wedge high tibial osteotomy. *Clin Biomechanics* 2018;51:17-25.
- Giffin JR, Vogrin TM, Zantop T, Woo SL, Harner CD. Effects of increasing tibial slope on the biomechanics of the knee. *Am J Sports Med* 2004;32(2):376-82.
- Marti CB, Gautier E, Wachtl SW, Jakob RP. Accuracy of frontal and sagittal plane correction in open-wedge high tibial osteotomy. *Arthroscopy* 2004;20(4):366-72.
- Noyes FR, Goebel SX, West J. Opening wedge tibial osteotomy 2005;33(3):378-87.
- de Boer JJ, Blankevoort L, Kingma I, Vorster W. In vitro study of inter-individual variation in posterior slope in the knee joint. *Clin Biomechanics* 2009;24:488-92.
- Nunley RM, Nam D, Johnson SR, Barnes CL. Extreme variability in posterior slope of the proximal tibia: measurements on 2395 CT scans of patients undergoing UKA? *J Arthroplasty* 2014;29(8):1677-80.
- Hashemi J, Chandrashekar N, Gill B, Beynon BD, Slauterbeck JR, Schutt RC, et al. Geometry of the tibial plateau and its influence on the biomechanics of the tibiofemoral joint. *J Bone Joint Surg* 2008;90:2724-34.
- Agneskirchner JD, Hurschler C, Stukenborg-Colsman C, Imhoff AB, Lobenhoffer P. Effect of high tibial flexion osteotomy on cartilage pressure and joint kinematics: a biomechanical study in human cadaveric knees. *Arch Orthop Trauma Surg* 2004;124:575-84.
- Petrigliano FA, Suero EM, Voos JE, Pearle AD, Allen AA. The effect of proximal tibial slope on dynamic stability testing of the posterior cruciate ligament and posterolateral corner deficient knee. *Am J Sports Med* 2012;40(6):1322-8.
- Giffin JR, Shannon FJ. The role of the high tibial osteotomy in the unstable knee. *Sports Med Arthrosc Rev* 2007;15(1):23-31.
- Goradia VK, Allen JV. Chronic lateral knee instability treated with a high tibial osteotomy. *Arthroscopy* 2002;18(7):807-11.
- Brandon ML, Haynes PT, Bonamo JR, Flynn MI, Barrett GR, Sherman MF. The association between posterior-inferior tibial slope and anterior cruciate ligament insufficiency. *Arthroscopy* 2006;22(8):894-9.
- Noyes FR, Barber-Westin SD. Tibial and femoral osteotomy for varus and valgus knee syndromes: Diagnosis, osteotomy techniques, and clinical outcomes. In:Noyes FR, Barber-Westin SD, editors. *Noyes' knee disorders. Surgery, rehabilitation, clinical outcomes*. 2nd ed. Philadelphia: Elsevier; 2017. p.773-847.
- Dugdale TW, Noyes FR, Styer D. Preoperative planning for high tibial osteotomy. The effect of lateral tibiofemoral separation and tibiofemoral length. *Clin Orthop Relat Res* 1992;274:248-64.
- Cinotti G, Sessa P, Ragusa G, Ripani FR, Postacchini R, Masciangelo R, et al. Influence of cartilage and menisci on the sagittal slope of the tibial plateaus. *Clin Anat* 2013;26(7):883-92.
- Matsuda S, Miura H, Nagamine R, Urabe K, Ikenoue T, Okazaki K, et al. Posterior tibial slope in the normal and varus knee. *Am J Knee Surg* 1999;12(3):165-8.
- Bombaci H, Canbora K, Onur G, Görgeç M. Açık kama osteotomisin posterior tibial eğim üzerine etkisi. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica* 2005;39(5):404-10.
- Song EK, Seon JK, Park SJ, Jeong MS. The complications of high tibial osteotomy. Closing versus opening-wedge methods. *J Bone Joint Surg (Br)* 2010;92-B:1245-52.
- Brouwer RW, Bierma-Zeinstra SMA, van Koeveeringe AJ, Verhaar JAN. Patellar height and the inclination of the tibial plateau after high tibial osteotomy. The open versus closed-wedge technique. *J Bone Joint Surg* 2005;87-B(9):1227-32.
- Moon SW, Park SH, Lee BH, Oh M, Chang M, Ahn JH, et al. The effect of hinge position on posterior tibial slope in medial open-wedge high tibial osteotomy. *Arthroscopy* 2015;31(6):1128-33.
- Lee BH, Ha CW, Moon SW, Chang M, Kim HY, Park SH, et al. Three-dimensional relationships between secondary changes and selective osteotomy parameters for biplane medial open-wedge high tibial osteotomy. *The Knee* 2017;24:362-71.
- Chae DJ, Shetty GM, Lee DB, Choi HW, Han SB, Nha KW. Tibial slope and patellar height after opening wedge high tibial osteotomy using autologous tricortical iliac bone graft. *The Knee* 2008;15:128-33.
- Hohmann E, Bryant A, Imhoff AB. The effect of closed wedge high tibial osteotomy on tibial slope: a radiographic study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006;14:454-9.
- Çullu E, Aydogdu S, Alparslan B, Sur H. Tibial slope changes following dome-type high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol* 2005;13:38-43.
- Papp M, Szabo L, Lazar I, Takacs I, Karolyi Z, Nagy GG, et al. Combined high tibial osteotomy decrease biomechanical changes radiologically detectable in the sagittal plane compared with closing-wedge osteotomy. *Arthroscopy* 2009;25(4):355-64.
- Koyonos L, Slenker N, Cohen S. Osteotomy for lower extremity malalignment. *Clin Orthop Relat Res* 2012;470:3630-6.
- Coventry MB, Bowman PW. Long-term results of upper tibial osteotomy for degenerative arthritis of the knee. *Acta Orthop Belg*. 1982;48(1):139-56.
- Ducat A, Sariali E, Lebel B, Mertl P, Hernigou P, Flecher X, et al. Posterior tibial slope changes after opening and closing-wedge high tibial osteotomy: A comparative prospective multicenter study. *Orthopaedics and Traumatology: Surgery and Research* 2012;98:68-74.

Osteotomilerde İyileşmeyi Artırıcı Etkenler

Cemil Kayalı, Fırat Ozan, Taşkın Altay

Giriş

Dizin medial kompartman osteoartritin ve varus dizilim bozukluğunun tedavisinde kullanılan yüksek tibial osteotomisinde (YTO) amaçlanan yükün sağlam lateral kompartmana aktarılması ile ağrının azaltılması ve fonksiyonun artırılmasıdır (1). Bununla birlikte, bu yöntem osteoartritin ilerleyişini yavaşlatabilir ve diz artroplastisini erteleyebilir. Özellikle varus dizlerinde medial osteoartritte YTO kısa ve orta dönem sonuçları genel olarak kabul edilebilir olmakla birlikte yeterli düzeltme sağlandığında iyi sonuçlar rapor edilmiştir (2). Diğer yandan bu iyi durum zamanla bozulabilmektedir, bu yönetime ilişkin 10 yılda %24'lük genel bir başarısızlık oranı bildirilmektedir (3).

YTO cerrahisinde; kapalı kama osteotomisi, kubbe (dome) osteotomisi, açık kama tipi osteotomi tekniklerinin yanı sıra, hemikallotazis ile açık kama tekniği ve açık-kapalı YTO kombine tekniği tarif edilmiştir. Açık veya kapalı kama osteotomileri en sık kullanılan osteotomi tipleridir (4). Açık istikrarlı plak fiksasyon implantlarının gelişmesi medial açık kama osteotomisini daha popüler hale getirmiştir. Diğer yandan bu yöntemlere ilişkin birçok çalışmada tekniklerin avantajları ve dezavantajları ile birlikte çeşitli komplikasyonlar ortaya konmuştur (5).

Genel YTO sonuçları ile yöntemin etkinliği gösterilmesine rağmen, osteotomiler açısından tartışılan bazı konular yer almaktadır. Bunlar arasında; tibial osteotomi tipi seçimi, tespit tipi, açık kama osteotomisinde greft seçimi, tek kompartmanlı diz artroplastisi ile karşılaştırılması ve YTO'sinin bir sonraki total

eklem replasmanını etkileyip etkilemediği gibi konu başlıkları yer almaktadır (4).

YTO için bildirilen genel komplikasyonlar arasında düzeltme kaybı, peroneal sinir felci, kaynama gecikmesi, kaynamama, enfeksiyon, diz sertliği veya instabilitesi, eklem-içi kırık, derin ventrombozu, kompartman sendromu, patella infera ve proksimal fragmanın osteonekrozu olarak sayılabilir. Kemik onarımı sırasında gelişebilecek olan gecikmiş kaynama ve kaynamama istenmeyen sonuçlardır ve YTO deki gibi cerrahi olarak kontrollü oluşturulan bir kemik yaralanmasının ardından geliştiğinde ise özellikle endişe verici olmaktadır. Gecikmiş kaynama ve kaynamama hastalarının klinik özellikleri, ilerleyici kemik iyileşmesinin radyolojik kanıtlarının yokluğuyla ve fizik muayene sırasında osteotomi alanındaki ağrı olarak tanımlanmaktadır. Klasik olarak kaynama gecikmesi ağırlıklı olarak cerrahiden 6 ay sonra, kaynamama ise cerrahiden en az bir yıl geçmiş olması olarak tanımlanmaktadır (6,7). Medial açık kama osteotomisinde gecikmiş kaynama ve kaynamama oranlarının sırasıyla %6.6 ve % 1.6, kapalı kama osteotomisinde gecikmiş kaynama ve kaynamama oranları ise %8.5 ve % 0.5-5.7 olarak bildirilmektedir (7,8).

Hangi Faktörler?

YTO' da kaynama ve kaynamama oranlarını etkileyebilecek faktörler olarak; osteotomi tipi, düzeltme derecesi, osteotomi sonucu karşı kortekste kırık oluşup oluşmaması, kullanılan implant tipi gibi mekanik faktörlerin yanı sıra hastaya ait olarak ise; boy, kilo (Vü-

cut kitle indeksi-VKİ), yaş, komorbidite (Diyabetes Mellitus), sigara kullanımı, enfeksiyon, kortikosteroid ilaç kullanımı sayılabilir (6,9). Genel olarak VKİ' i 30' dan az, 60 yaşından genç ve komorbiditesi olmayan hastalarda daha başarılı sonuçlar beklenir. Houten ve arkadaşlarının (6) YTO çalışmalarında uyguladıkları medial açık kama osteotomi yönteminde, sigara içiminin gecikmiş kaynama ve kaynamama için önemli bir risk faktörü olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca ameliyattan 6 hafta ve 3 ay sonra hastalara uyguladıkları modifiye edilmiş radyografik kaynama skorlamasının, gecikmiş kaynama ve kaynamama için iyi bir öngörücü olduğunu tespit etmişlerdir (6).

Ameliyat Tekniği

YTO medial açık kama osteotomisinin lateral kapalı kama osteotomisi ile karşılaştırıldığında bazı avantajlara sahip olması ile birlikte, kaynama gecikmesi ve kaynamama ile ilgili sorunların mevcut çalışmalarda cerrahların % 48 tarafından tekniğin dezavantajı olarak ileri sürülmüştür (6,8). Diğer yandan medial açık kama osteotomisi sonrası gecikmiş kaynama ve kaynamama oranlarının nispeten düşük olduğunu bildiren çalışmalar da literatürde yer almaktadır (8).

Lateral kapalı kama osteotomisi medial diz osteoartritinde altın standart olarak uzun zamandır kullanılmaktadır (10). Bununla birlikte bu yöntem bazı dezavantajlar içermektedir; fibular osteotomi veya proksimal tibiofibular eklem bozulması, insizyonla lateral kasların sıyrılması, peroneal sinir diseksiyonu, daha sonraki total eklem replasmanının daha zorlayıcı oluşu ve kemik stoğu kaybı bunlar arasındadır. Bütün bu nedenlerden dolayı, açık kama osteotomisi daha popüler ve yaygın olarak kullanılan alternatif bir seçenek haline gelmiştir. Ancak bu tekniğin kemik grefti gereksinimi, greft lizisi ve düzeltme kaybı gibi dezavantajlar içermektedir (4). Diğer yandan, biplanar açık kama osteotomilerinde düzeltme kaybı ve kaynamama gibi sorunların daha az görülebileceği bildirilmiştir (11).

İmplant Seçimi

Osteotomi iyileşmesinde sorunlara neden olabilecek başlıca faktörler arasında implant başarısızlığı ve lateral korteks kırığına bağlı gelişen düzeltme kaybı gelmektedir (6). Miniaci ve arkadaşları (12) lateral kapalı kama osteotomisinde, kesilmemiş medial korteks, menteşe etkisi ile hem osteotomi hattının stabilitesini arttıracaklarını, hem de kaynamada gecikmeyi önleyeceğini belirtmişlerdir. Bu ve benzeri birçok çalışmada medial açık kama osteotomisinde sağlam

bir lateral kortikal kırık (menteşe kırığı) varlığında stabiliteyi sağlamak ve osteotomi hattında lateral yer değiştirmeyi önlemenin önemli olduğu bildirilmiştir (9). Osteotomi esnasında lateral korteksin kırılmasından kaynaklanan instabilite kaynamamaya yol açabilmektedir. Lateral korteksin menteşe kırığı durumunda veya yüksek risk durumunda ek stabilizasyon veya iliak kanat kemik grefti kullanımı gerekli görülmüştür (13). Ancak bunun gerekli olmadığını bildiren çalışmalarda literatürde yer almaktadır (6).

Mekanik çalışmalar, lateral tibial korteks kırıldığında, açılı kilitli plakların, Puddu plağı gibi açılı olmayan implantlara kıyasla üstün stabilite sağladığını göstermiştir (14,15). Osteotomide dizilimin sürekliliğinin sağlanmasında açılı ve boşluk doldurucu plakların, açısız plaklar ile açılı ve boşluk doldurucu olmayan plaklara göre daha stabil olduğu sonucu varılmıştır (4).

Medial açık kama osteotomisinde gecikmiş kaynama ve kaynamama daha sık görülmektedir (5). Özellikle büyük açılı düzeltme gerektiren osteotomilerde risk daha fazladır. Noyes ve arkadaşları, medial açık kama osteotomisinde kortikokansellöz otojen iliak kemik grefti ile internal tespitin gecikmiş kaynama veya kaynamama ile birlikte osteotomi sahasında kollapsın önlenilebileceğini bildirmişlerdir (5).

Osteotomilerde kaynamayı etkileyebilecek bir diğer önemli faktör kullanılan tespit tipidir. Kilitli plakların kullanımı beraberinde mekanik ve biyoloji olmak üzere kemik kırığının tedavisinde köklü değişikliklere neden olmuştur. Biyolojik osteosentezin prensipleri periost dahil olmak üzere lokal kan akışını korumayı ve kemik parçalarının gereksiz iyatrojenik devaskularizasyonunu önlemeyi amaçlamaktadır (16). Kaynama gecikmesi / kaynamama oranları anlamlı olmamakla birlikte kilitli olmayan plaklar için %3.7, kilitli plak kullanımında ise %2.6 olarak bildirilmiştir (17).

Modern tasarımlı kilitli plaklar, osteotomi hattına bir dolgu maddesi kullanılması gerekemeyebilecek şekilde artmış güvenilir stabilite sağlamaktadır. Kilitli plakların greft materyali kullanılmadığı durumlarda gecikmiş kaynama / kaynamama oranı %1.4 olarak bildirilmiştir (17).

Kilitli plaklara etki eden yükler sonucu implantın yorgunluk kırılmasını önlemek için oldukça kalın bir kilitli plak tasarımı gerekmektedir (18). Kilitli plakların ve vidaların kalınlığının bu artışı sonucunda implantın sertliği de artırmakta ve plak altındaki kemik fragmanların arasındaki hareketin azalmasına neden olmaktadır. Bu durum ise kırık iyileşmesi sırasında asimmetrik ve tutarsız kallus oluşumu neden olmaktadır, normal iyileşme için kırık bölgesi boyunca mikro

hareketin daha eşit dağılımı beklenmektedir. Bu görüşe ilişkin kilitli plaklarla tedavi edilen distal femur kırıklarında benzer oluşumun bulunduğu klinik gözlemler ile desteklenmektedir (19). Distal femur kırıklı 64 hastayı içeren bir çalışmada, lateral olarak uygulanan kilitli plak osteosentez tedavisinde yetersiz veya asimetrik kallus oluşumu saptanmıştır. Bu durum, kilitli plaklarının sertliğinden kaynaklanan ve plağın yakınındaki mikro hareket eksikliği ile ilişkilendirilmiştir (19). Röderer ve arkadaşlarının (17) çalışmalarında standart kilitli plak ile tedavi edilen YTO hastalarında osteotomi hattında gecikmiş konsolidasyonun gösterilmesi bu kavramı desteklemektedir. Röderer ve arkadaşları çalışmalarında travma sonrası veya konjenital genu varum için uyguladıkları YTO cerrahisinde kilitli plak kullanılarak tedavi edilen 23 hastadan %65'inde osteotomi hattında yetersiz iyileşme tespit etmişlerdir. Yazarlar kilitli plağın, osteotominin medial bölgesinde stabil osteotomi boşluğunun dolmamasına yol açtığını gözlemlemişlerdir. Bu sorunun potansiyel bir çözümü olarak ise kontrollü mikrohareketin oluşmasına izin veren dinamik vidaların kullanılması ile sert plağın altında doku gerginliğinin artırılabilmesi olabileceği bildirilmektedir (17).

Greft Seçimi

YTO'da kullanılan ve genellikle iliak kemikten alınan otolog kemik grefti osteoindüktif, osteokondüktif özelliği ve yapısındaki yeni kemik oluşumunu sağlayacak hücresel elemanları ile defektif kemik bölgesinin iyileşmesinde altın standart olarak görülmektedir. Houten ve arkadaşları (6) medial açık kama tipi YTO çalışmalarında yüke bağlı osteotomi bölgesinde ağrısı olan hastalarda kemik iyileşmesini hızlandırmak için kemik grefti ile erken müdahale ettiklerini bildirmişlerdir. Ototogreft miktarının kısıtlılığı ve hastada morbidite oluşturması alternatif greft arayışlarına neden olmaktadır. Morbidite oluşturmaması ve istenilen miktarda kullanılmasına olanak sağlayan allogreftler, ağırlıkla osteokondüktif özellik göstermekle birlikte zayıf olarak da osteoindüktif özellik gösterirler (20,21). Bununla birlikte, allogreftlerin kullanılmadan önce birtakım işlemlerden geçirilmesi, grefti yapısal bakımından daha az sağlam hale getirmektedir. Buna ek olarak, uygulanan sıkı işlemlere rağmen hastalık bulaşma olasılığı da yer almaktadır (2).

Kemik yerine geçen dolgu maddeleri artan sıklıkta kullanılmaya başlanmıştır. Büyük ölçüde kalsiyum ve fosfat esaslı greftler yeni kemik oluşumunu artırmak için süngerimsi kemiğin porozitesini çoğaltmaya, kılcal damarların, perivasküler dokunun ve osteoprogenitor hücrelerin infiltrasyonuna izin vererek kaynama sürecini iyileştirmeye çalışmaktadırlar (2).

Bir sistematik gözden geçirme çalışmasında allogreft kemik ve otogreftlerin kullanıldığı YTO hastalarında, gecikmiş kaynama / kaynamama oranları sırasıyla %4.6 ve %2.6 olarak tespit edilmiştir. Diğer bir grup olarak kemik yerini tutabilecek kemik benzeri maddeler kullanıldığında ise gecikmiş kaynama / kaynamama oranı %4.5 olarak tespit edilmiştir (2). Bunu yanı sıra hiçbir dolgu maddesi kullanılmadan uygulanan osteotomilerde ise gecikmiş kaynama / kaynamama oranı %1.4 olarak tespit edilmiştir. Bu oran allogreft kullanım sonuçlarından anlamlı düşük olması ile birlikte otogreft kullanım sonuçlarından anlamlı farklılık göstermemektedir (2).

YTO kemik grefti yerini alan maddelerden biyoaktif camlar, mercan kaynaklı greftler, kombine boşluk doldurucu maddeler sırasıyla %21.6, %14.8 ve %14.3 gibi yüksek oranda gecikmiş kaynama / kaynamama oranları göze çarpmaktadır. Trikalsiyum fosfat (%3.2), kalsiyum fosfat (%1.4), hidroksiapatit-trikalsiyum fosfat (%1), hidroksiapatit (%0) kullanılan olgular da ise daha düşük gecikmiş kaynama / kaynamama oranları tespit edilmiştir (2).

Genel olarak, otogreftler allogreftler ile karşılaştırıldığında daha üstün kaynama sonuçlarına sahip iken, benzer şekilde allogreftlerde kemik yerini tutabilecek kemik benzeri maddelerinden daha üstün olduğu sonucuna varılmaktadır. Tüm bunların yanı sıra, yapılan çalışmalarda gecikmiş kaynama / kaynamama oranlarını analiz etmede yaşanan en önemli problemin osteotomi hattındaki kaynamayı tanımlayacak ölçüm yöntemleri ile kaynamamanın nasıl tanımlandığıdır. Ototogreft, allogreft veya kemik benzeri dolgu maddesi kullanılmadığında kaynamama için standart bir tanımlama yapılabilirken, özellikle kemik yerini tutabilecek kemik benzeri maddelerin kullanımındaki kaynamanın tanımlanması zor olabilmektedir.

Zorzi ve arkadaşları kama genişliği 12.5 mm den daha az olan medial açık kama tipi YTO otolog kemik grefti kullanımı ile kullanılmaması arasında kaynama açısından anlamlı fark olmadığını, istatistiksel olarak anlamlı olmasa da otolog kemik grefti kullanılan grupta kullanılmayan gruba oranla daha hızlı kaynama geliştiğini bildirmişlerdir (22). Noyes ve arkadaşlarının medial açık kama YTO prospektif çalışmalarında (5), 55 hastada otolog iliak kemik grefti kullanıldığında 12 hafta içinde %95 oranında osteotomide iyileşme sağlandığını, iyileşmesi 12 haftadan fazla süren %5 olguda ise açık kama osteotomi boyutunun 11 ila 16 mm arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Santic ve arkadaşları (20), medial açık kama YTO kullandıkları farklı boyutlardaki süngerimsi kemik allogreftleri ile iyileşme süreleri arasındaki korelasyon takibi sonuçlarda, 12 hafta içinde 9 mm ye kadar

olan allogreftlerde % 90 oranında osteotomi hattında iyileşme olduğunu göstermişlerdir. Diğer yandan yazarlar, kemik allogreftinin 10 mm ve daha fazla kalınlıktaki kullanımlarda bekleneni aşan iyileşme süresini, kemik greftinde osteoindüktif aktivitenin yetersiz olmasından kaynaklandığını düşünmektedirler. Medial açık kama tipi YTO kullanılan greft boyutunun osteotomi alanında beklenen iyileşme zamanının değerlendirilmesinde bir prognostik faktör olabileceği söylenebilir (20). Dokuz mm ye kadar olan süngerimsi kemik allogreftlerin kullanımını, otolog kemik greftlerinin kullanımına kıyasla cerrahi sürenin kısılması ve ek cerrahi insizyonun önlenmesi bakımından desteklenmektedir (19). Boyutu 10 mm veya daha fazla olan bir süngerimsi kemik allogrefti gerektiren vakalarda ise beklenen iyileşme uzun sürmektedir. Bu gibi durumlarda ek osteoindüktif potansiyel nedeniyle otolog kemik grefti kullanımı önerilmektedir (5,8,20). Diğer yandan medial açık kama tipi YTO otolog ve allojen kemik greftlerinin kullanıldığı, daha fazla düzeltme gerektiren, daha fazla karşılaştırmalı klinik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Düzeltilme Kaybı

YTO da gecikmiş kaynama / kaynamama oranlarını etkileyebilecek potansiyel bir diğer faktör osteotomi hattında gelişen düzeltme kaybıdır. Çalışmalarda YTO sonrası ortalama düzeltme kaybı 1.3 derece olarak tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalarda fiksasyon başarısızlığı kilitli plak uygulamalarında 6.75 kat daha olası olmakla birlikte, kaynama oranları ve düzeltme kaybı kilitli plak sonuçları ile benzer olduğu sonucuna varılmıştır. Bu durum, fiksasyonun başarısız olabileceği hallerde dahi osteotomi hattının iyileşmesi ile açıklanabilir (2).

Moleküler Tedavi

Ortopedik cerrahide, araştırmalar kemik onarımını artıracak, kemik greftleri yerine geçen materyallere ve yöntemlere odaklanılmıştır. Trombositten zengin plazma (TZP) yönteminde, otolog kandan elde edilen ve trombositlerin içindeki granüllerde yer alan büyüme faktörlerinin etkilerinden yararlanılmaktadır. Büyüme faktörleri genellikle belirli dokular tarafından sentezlenen ve hücrenin yerel düzenleyicileri olarak görülen polipeptidlerdir. Bu büyüme faktörleri hedef hücre zarı üzerindeki reseptörlere bağlanarak, hücre içinde veya dışında kullanılacak proteinler üreten hücre içi işlemleri aktive ederler (23). Periferik kanda normal trombosit konsantrasyonu ortalama 150 000/ul ile 350000/ul arasında iken TZP de konsantrasyon 1000000/ul seviyesine çıkmaktadır.

Kemik greftine eklenen trombositten zengin plazma, özellikle kırık iyileşmesi ve kemik implant fiksasyonunda kemik tamir işlemini önemli ölçüde hızlandırdığı bildirilmiştir (21). Trombosit kaynaklı büyüme faktörleri gibi kemik iliği stromal hücreleri benzer uyarıcı faktörlerin varlığında da dokuda osteojenik ve anjiogenik etki oluşturulabilmektedir (21).

TZP in vitro ortamda osteoblast proliferasyonunu stimüle ettiği ve kemik onarımını geliştirdiği gösterilmiştir. Kültür ortamına TZP ilavesi, insan mezenşimal kök hücrelerinin çoğalmasını ve farklılaşmasını sağlamıştır (24). Bu durumun muhtemelen immünolojik reaksiyonları tetiklemeyen yüksek otolog büyüme faktörleri nedeniyle oluştuğu düşünülmektedir (25). Bazı çalışma sonuçları bu bulgularla çelişse de TZP kompozisyonları ve otologkemik iliği stromal hücreli kemik grefti kullanımı, kırık onarımını teşvik edici etkiyi daha da artırmak için önerilmektedir (21,26,27).

Bununla birlikte, TZP faydalı rolünün yanı sıra in-vitro çalışmalar, TZP potansiyel kemik iyileştirme alehine tartışmalı sonuçlar ortaya koymuştur. TZP yönelik pozitif bulgular, pre-klinik literatür tarafından öne sürülürken, derin incelemede TZP gerçek rolü hakkında özellikle de insan çalışmalarında bazı şüpheler ortaya çıkmaktadır. Şimdilik kemik iyileşmesini artırmak için TZP rutin kullanımını destekleyecek kesin bir kanıt bulunmamaktadır (24). Bu nedenle, yüksek metodolojik kalitede denemeler ile TZP biyolojik potansiyelinin ve göstergelerin açık bir şekilde kanıtlanmasına izin verilinceye kadar, TZP kullanımı, kemik patolojilerinin tedavisi için gerçek faydasını araştıran kontrollü çalışmalarla sınırlandırılması önerilmektedir (24).

Dallari ve arkadaşları (21) YTO çalışmalarında osteotomi bölgesinin iyileşmesinin artırılmasına yönelik uyguladıkları, allojenik kurutulmuş dondurulmuş kemik greftlerine trombosit jelinin eklenmesinin veya kemik iliği stromal hücreleriyle kombine edilmiş trombosit jelinin eklenmesinin; kemik greftlerinin osteojenik potansiyelini arttırdığını, kitlesel kemik kaybı olan hastaların tedavisinde yararlı bir yöntem olabileceğini bildirmişlerdir.

Kırık iyileşmesi, büyüme faktörleri, hormonlar ve mekanik kuvvetler gibi dış uyaranlara yanıt olarak modüle edilmektedir (28). Kemik morfojenik proteinleri, elektrik-stimülasyonu, düşük yoğunluklu pulse ultrason, hiperbarik oksijen tedavisi, ozon tedavisi ve çeşitli biyolojik ajanların kullanımı gibi yöntemler, bozulmuş kırık iyileşme cevabı için yeni tedavi yöntemleri olarak geliştirilmektedir (25,28-30). YTO cerrahi ile oluşturulmuş kontrollü bir kırık olduğu düşünüldüğünde kırık iyileşme cevabını artırmaya yönelik bildirilen bu ve benzeri tedavi yöntemleri de uygulamada düşünülebilir.

Sonuç

YTO uygulamaları sonucu gelişen kaynama gecikmesi /kaynamama durumlarında iyileşmeyi artırmaya yönelik tek başına bir tedavi yöntemi mevcut görülmemektedir. Genel olarak YTO yönteminin etkinliğini artırma yöntemleri iyi bir preoperatif planlama, cerrahi teknik, kullanılan implant materyali ve osteotom defektini doldurmak için kullanılacak kemik greftine bağlı olabileceği düşünülebilir. Bununla birlikte her türlü osteosentezde başarılı bir sonuç, sorunun nedeninin anlaşılmasının çalışılması ile birlikte iyi bir planlama ve nedene yönelik uygun bir tedavi tekniğidir.

Kaynaklar

- Brouwer RW, Jakma TS, Bierma-Zeinstra SM, Verhagen AP, Verhaar J. Osteotomy for treating knee osteoarthritis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2005;1:CD004019.
- Lash NJ, Feller JA, Batty LM, Wasiak J, Richmond AK. Bone graft sand bone substitutes for opening-wedge osteotomies of the knee: a systematic review. *Arthroscopy*. 2015;31(4):720-30.
- Violianen P, Aro HT. High tibial osteotomy for the treatment of osteoarthritis of the knee: a review of the literature and a meta-analysis of follow-up studies. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2004;124(4):258-61.
- Amendola A, Bonasia DE. Results of high tibial osteotomy: review of the literature. *Int Orthop*. 2010;34(2):155-60.
- Noyes FR, Mayfield W, Barber-Westin SD, Albright JC, Heckman TP. Opening wedge high tibial osteotomy. An operative technique and rehabilitation program to decrease complications and promote early union and function. *Am J Sports Med*. 2006;34(8):1262-73.
- van Houten AH, Heesterbeek PJ, van Heerwaarden RJ, van Tienen TG, Wymenga AB. Medial open wedge high tibial osteotomy: can delayed nonunion be predicted? *Clin Orthop Relat Res*. 2014;472(4):1217-23.
- Naudie D, Bourne RB, Rorabeck CH, Bourne TJ. Survivorship of the high tibial valgus osteotomy: a 10- to 22-year follow up study. *Clin Orthop*. 1999;367:18-27.
- Warden SJ, Morris HG, Crossley KM, Brukner PD, Bennell KL. Delayed and non-union following opening wedge high tibial osteotomy: surgeons' results from 182 completed cases. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2005;13(1):34-7.
- van Raaij TM, Brouwer RW, de Vlieger R, Reijman M, Verhaar JA. Opposite cortical fracture in high tibial osteotomy: lateral closing compared to the medial opening-wedge technique. *Acta Orthop*. 2008;79:508-14.
- Turgut A, Kayali C, Ağuş H. Radiological analysis of closed-wedge high tibial osteotomy. *Eklem Hastalik Cerrahisi*. 2012;23(2):82-7.
- Lobenhoffer P, Agneskirchner JD. Improvements in surgical technique of valgus high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2003;11(3):132-8.
- Miniaci A, Ballmer FT, Ballmer PM, Jakob RP. Proximal tibial osteotomy. A new fixation device. *Clin Orthop Relat Res*. 1989;(246):250-9.
- Meidinger G, Imhoff AB, Paul J, Kirchoff C, Sauerschnig M, Hinterwimmer S. May smokers and overweight patients be treated with a medial open-wedge HTO? Risk factors for nonunion. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2011;19(3):333-9.
- Agneskirchner JD, Freiling D, Hurschler C, Lobenhoffer P. Primary stability of four different implants for opening wedge high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2006;14(3):291-300.
- Rajalzaham RM, AbdulKadir MR, AbdulRashid AH, Hossain MG, Kamarul T. Finite element analysis of Puddu and Tomo fix plate fixation for open wedge high tibial osteotomy. *Injury*. 2012;43(6):898-902.
- Claes L. Biomechanical principles and mechanobiological aspects of flexible and locked plating. *J Orthop Trauma*. 2011;25 (Suppl 1):4-7.
- Röderer G, Gebhard F, Duerselen L, Ignatius A, Claes L. Delayed bone healing following high tibial osteotomy related to increased implant stiffness in locked plating. *Injury*. 2014;45(10):1648-52.
- Henderson CE, Kuhl LL, Fitzpatrick DC, Marsh JL. Locking plates for distal femur fractures: is there a problem with fracture healing? *J Orthop Trauma*. 2011;25 (Suppl 1):8-14.
- Lujan TJ, Henderson CE, Madey SM, Fitzpatrick DC, Marsh JL, Bottlang M. Locked plating of distal femur fractures leads to inconsistent and asymmetric callus formation. *J Orthop Trauma*. 2010;24(3):156-62.
- Santic V, Tudor A, Sestan B, Legovic D, Sirola L, Rakovac I. Bone allograft provides bone healing in the medial opening high tibial osteotomy. *Int Orthop*. 2010;34(2):225-9.
- Dallari D, Savarino L, Stagni C, Cenni E, Cenacchi A, Fornasari PM, et al. Enhanced tibial osteotomy healing with use of bone graft supplemented with platelet gel or platelet gel and bone marrow stromal cells. *J Bone Joint Surg Am*. 2007;89(11):2413-20.
- Zorzi AR, da Silva HG, Muszkat C, Marques LC, Cliquet A Jr, de Miranda JB. Opening-wedge high tibial osteotomy with and without bone graft. *Artif Organs*. 2011;35(3):301-7.
- Lind M. Growth factors: possible new clinical tools. A review. *Acta Orthop Scand*. 1996;67(4):407-17.
- Roffi A, DiMatteo B, Krishnakumar GS, Kon E, Filardo G. Platelet rich plasma for the treatment of bone defects: from pre-clinical rationale to evidence in the clinical practice. A systematic review. *Int Orthop*. 2017;41(2):221-37.
- Slater M, Patava J, Kingham K, Mason RS. Involvement of platelets in stimulating osteogenic activity. *J Orthop Res*. 1995;13(5):655-63.
- D'Elia CO, de Rezende MU, Bitar AC, Tatsui N, Pécora JR, Camanho GL. The Use of Platelet Rich Plasma With Bone Marrow Aspirate in Puddu Tibial Osteotomy. *Rev Bras Ortop*. 2015;44(6):508-12.
- Dallari D, Fini M, Stagni C, Torricelli P, Nicolini Aldini N, Giavaresi G, et al. In vivo study on the healing of bone defects treated with bone marrow stromal cells, platelet rich plasma, and freeze-dried bone allografts, alone and in combination. *J Orthop Res*. 2006;24(5):877-88.
- Rutten S, Nolte PA, Korstjens CM, Klein-Nulend J. Low-intensity pulsed ultrasound affects RUNX2 immunopositive osteogenic cells in delayed clinical fracture healing. *Bone*. 2009;45(5):862-9.
- Ozan F, Yıldız H, Bora OA, Pekedis M, Ay Coşkun G, Göre O. The effect of head trauma on fracture healing: biomechanical testing and finite element analysis. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2010;44(4):313-21.
- Tuncel Ş, Ozan F, Aydın F, Yıldız H, Bora OA. The effect of hyperbaric oxygen therapy on improvement of fracture in denervated rat femur. *Ege Journal of Medicine*. 2013;52(1):20-6.

Osteotomi Uygulamasının Kıkırdak Rejenerasyonu Üzerine Etkisi

Alper Kaya

Diz ekleminde frontal plandaki dizilim bozuklukları, dizin medial ve lateral kompartmanlarından geçen farklı yüklenmeye bağlı basınç artışı ile bozulan biyomekanik nedeni ile kıkırdak kaybına yol açmaktadır. Özellikle genç-orta yaşlı ve aktivitesi yüksek olan hastalarda deformiteye bağlı artrozun tedavisi güçtür. Bu hastalarda konservatif yöntemler her zaman yeterli olmamakta, artroplasti seçeneği ise daha ileri yaşta ve aktivitesi daha sınırlı hastalarda tercih edilmektedir. Bu hastalarda eklem koruyucu osteotomi daha uygun bir tedavi seçeneğidir (1). Diz çevresindeki deformitenin osteotomi ile düzeltilmesinin temel amacı günlük aktivitelerle eklem binen yük dağılımının dengelenmesi ve hastada işlev kaybına da yol açabilen ağrının azaltılması veya ortadan kaldırılmasıdır. Dizilimin düzeltilmesinin anormal yüklenme olan kompartmandaki basıncı azaltarak hasarlı eklem kıkırdağının iyileşmesini de uyurabileceği düşünülmektedir (2,3).

Diz ekleminde var olan kıkırdak sorununu düzeltmeye yönelik işlemler için dizilimin ve stabilitenin normal olması beklenir. Yani kıkırdak yenileme için yapılacak işlemlerde eğer alt ekstremitte dizilimi normal değil ise dizilim düzeltici osteotomi ön şartlardan sayılabilir. Böylece yük dağılım dengesi sağlanarak yapılacak onarım işleminin uzun dönem sonuçlarının iyi olması hedeflenir.

Kıkırdak yenileme işlemleri eklenmeden yapılan proksimal tibial osteotomilerin sonuçlarının değerlendirildiği geniş bir derlemede, klinik sonuçların kıkırdak hasarının derecesi, yaş, patellofemoral eklemin durumu, ameliyat öncesi eklem hareket açıklığı,

geçirilmiş cerrahiler, dizin stabilitesi ve bağ laksitesi gibi etkenlere bağlı olarak değiştiği vurgulanmıştır (4). Özellikle genç, aktif, eklem hareket açıklığı geniş, bağ laksitesi olmayan izole medial osteoartritli hastalarda medial açık kama osteotomisi iyi sonuç veren ve komplikasyonu daha az bir cerrahi yöntemdir (4-6).

Tek kompartman artrozu olan hastalarda dizilimi düzelten osteotomi tek başına yapılabileceği gibi, abrazyon, subkondral drilleme veya mikrokirik, otolog kondrosit implantasyonu, mozaikplasti, trombositten zengin plazma ve kök hücre tedavileri gibi kıkırdak restorasyonunu amaçlayan işlemler birlikte de yapılabilir. Ya da tersinden bakarsak, kıkırdak yenileyici bir işlem yapılması planlanan hastalarda plana dizilim düzeltici osteotomi de eklenebilir. Bu bölümde tek başına veya eşlik eden kıkırdak cerrahileri ile birlikte dizilim düzeltici osteotominin kıkırdak dokusunun yenilenmesi üzerine etkilerinin değerlendirildiği çalışmalar özetlenmiştir. Radyolojik ve klinik değerlendirmelere dayalı kısa, orta ve uzun dönem çok sayıda çalışma olmasına karşın, sınırlı sayıda olmakla birlikte olabildiğince ikinci bakış (second look) artroskopisi ile kıkırdak rejenerasyonunun değerlendirildiği çalışmaların sonuçları sunulmaya çalışılmıştır.

Tek başına proksimal tibial osteotomi sonrası kıkırdak rejenerasyonu

Dizilim bozukluğu olan hastalarda osteotomi ile dizilimin düzeltilmesi amaçlanmaktadır. Hastanın yaşı, vücut kitle indeksi, aktivite düzeyi, beklentileri, kıkırdaktaki sorunun büyüklüğü, derinliği, karşılıklı yü-

zeylerin (femoral ve tibial) etkilenip etkilenmemesi, patellofemoral eklemin durumu gibi etkenler değerlendirilerek osteotomiye ek işlemlerin planlanması yapılabilir. Teorik olarak sadece osteotomi ile dizilim düzeltildiğinde de kıkırdığın yenilenmesi beklenmektedir.

Parker ve ark. açık kama proksimal tibia osteotomisi ile varus dizilimi düzelttikleri 10 hastada ameliyattan 6 ay, 1 yıl ve 2 yıl sonra dGEMRIC (delayed gadolinium-enhanced magnetic resonance imaging of cartilage) yöntemi ile radyolojik olarak kıkırdak yenilenmesini değerlendirmişlerdir (7). 6. aydan sonra 8 hastada (%80) glikozaminoglikan içeriğini gösteren T1(Gd) değerlerinin artmaya başladığı görülmüş ve bu bulgu kıkırdakta yenilenme işareti olarak değerlendirilmiştir. Proksimal tibial osteotomi sonrası 6. ayda dGEMRIC yöntemi radyolojik değerlendirme yapılan başka bir çalışmada ise T1(Gd) değerlerinde anlamlı düzelme görülmediği, tibia kıkırdak yüzeyinde femur kıkırdak yüzeyine göre biraz daha düzelme görüldüğü bildirilmiştir (8).

Osteotomi sonrası kıkırdak rejenerasyonunun değerlendirildiği Kanamiya ve ark.'nın çalışmasında 47 hastanın 58 dizine lateral kapalı kama osteotomisi yapılmış ve ameliyattan 18 ay sonra klinik ve artroskopik olarak sonuçlar değerlendirilmiştir (2). Değerlendirmede kıkırdak bulguları için bir evreleme yapılmıştır. Bu evrelemeye göre; hiç yenilenme olmayanlar evre 1, dağınık beyaz adacıklar şeklinde fibrokıkırdak oluşumu evre 2, fibröz kıkırdakla kısmi örtünme evre 3, fibröz kıkırdakla tam örtünme evre 4 olarak tanımlanmıştır (Tablo 1)(2). Ortalama 18 ay sonra yapılan ikinci bakış artroskopisinde dizlerin %55'inde hasarlı bölgenin kısmi veya tam kat kıkırdakla örtüldüğünü (evre 3 ve 4), %34'ünde dağınık yapıda fibrokıkırdak oluştuğu (evre 2) ve sadece %11'inde hiç iyileşme görülmediğini (evre 1) bildirmişlerdir. Wakabayashi ve ark.'nın ortalama 64 yaşında lateral kapalı kama osteotomisi yapılan 73 hastaya bir yıl sonra uyguladıkları ikinci bakış artroskopisi ve histolojik değerlendirmelerinde kıkırdak kaybı çok olsa bile osteotominin kıkırdak rejenerasyonunu uyardığı, en azından bozulmayı durdurduğunu bildirmişlerdir (9). Bu çalışmadan çıkarılan ilginç bir sonuç da ameliyat öncesi daha ileri kıkırdak kaybı olanlarda kıkırdakta sadece fibrilleşme olan hastalara göre femur ve tibial yüzeyde daha fazla iyileşme olduğunun görülmesidir. Histolojik olarak hyalin kıkırdak olmasa da iyileşme görülmüş ve bozulma olmadığı saptanmıştır. Koshino ve ark. lateral kapalı kama osteotomisinden iki yıl sonra ikinci bakış artroskopisi yapılan 115 hastanın 146 dizindeki sonuçları yayınlamışlardır (3). Dizlerin

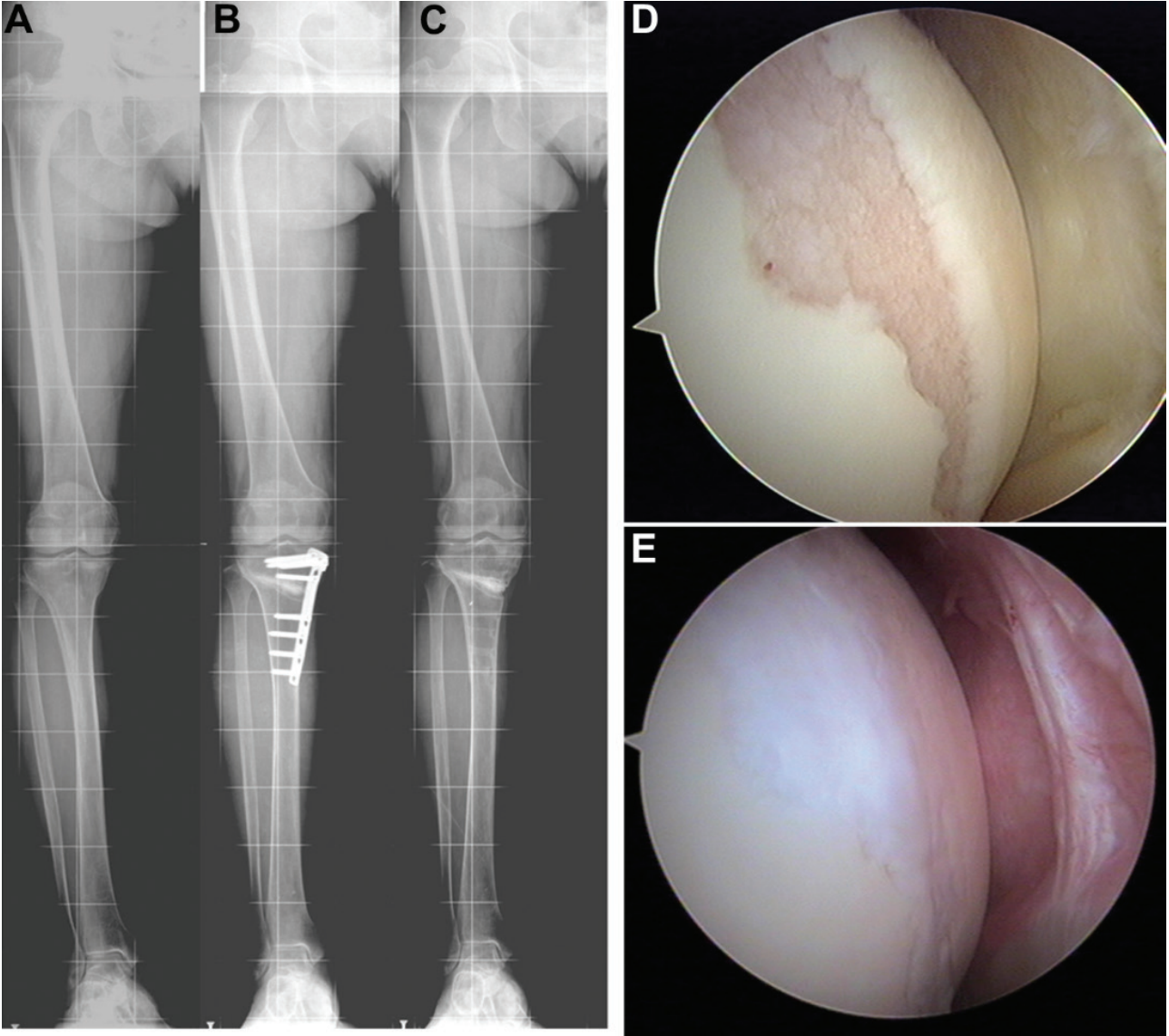
%8.9'unda kıkırdak iyileşmesi olmadığı, %58.9'unda fibrokıkırdakla parsiyel iyileşme olduğu, %32.2'sinde ise iyileşmiş fibrokıkırdak veya hyalin kıkırdak görüldüğünü bildirmişlerdir. Daha iyi iyileşmenin 5 dereceden fazla anatomik valgus açısı verilebilen dizlerde görüldüğü sonucuna varmışlardır.

Jung ve ark. medial açık kama osteotomisi yapılan ortalama yaşları 60.2 (41-75) olan 159 hastaya ortalama 2 yıl sonra plak vida çıkarılırken yapılan ikinci bakış artroskopisi bulgularının ve klinik değerlendirmenin yapıldığı bir çalışmanın sonuçlarını yayınlamışlardır (10). Hastaları ameliyat sonrası alt ekstremitte diziliminin 0 derece veya altında olan, yani yeterli valgizasyon yapılamayan, 0-6 derece valgus ve 6 dereceden büyük valgus açısı elde edilenler olarak üç gruba ayırmışlardır. Kıkırdak birinci artroskopide International Cartilage Repair Society (ICRS) evresine göre evreleyerek değerlendirmişler ve ikinci bakış artroskopisinde evre 1-olgunlaşmamış (kıkırdak rejenerasyonu yok veya beyaz saçılmalar şeklinde fibrokıkırdak veya kısmi olarak fibrokıkırdakla örtünmüş) ve evre 2- olgunlaşmış (tam olarak fibrokıkırdakla örtünmüş) olarak ikiye ayırmışlar. 16 (%10) hastada Diz Cemiyeti Skoru (Knee Society Score (KSS)'nin 64.6'dan 88.1'e yükseldiği, bu hastaların %19'unda kıkırdak rejenerasyonunun görülmediği, %75'inde beyaz saçılmalar şeklinde kısmi ya da tam fibrokıkırdak oluştuğu, % 6'sında olgunlaşmış kıkırdak oluştuğu görülmüştür. 133 hastada ideal düzeltme (1-5 derece valgus açısı) sağlanmış, KSS ortalama 68.7'den 93.8'e yükselmiş, %95'inde kısmi veya tam kıkırdak rejenerasyonu saptanırken %3'ünde tam olgunlaşma görülmüştür. 10 hastada aşırı düzeltme (6 derece veya üzerinde valgus açısı) yapılmış, KSS ortalama 72.8'den 81.9 puana yükselmiş, %90'ında kısmi veya tam kıkırdak rejenerasyonu, %10'unda tam olgunlaşma görülmüştür (Resim 1).

Bu çalışmalar, dizde osteotomi ile dizilimin düzeltilmesinin ve kompartman üzerindeki basıncın yeterince azaltılmasının, ek işlemler olmaksızın kıkırdak rejenerasyonuna zemin hazırladığını, hatta bazı çalışmalarda tam örtünmeye varan iyileşme olduğunu göstermektedir.

Tablo 1 . Kanamiya'ya göre kıkırdak yenilenmesinin artroskopik değerlendirilmeye dayalı evrelendirilmesi

Evre 1: hiç kıkırdak yenilenmesi yok
Evre 2: dağınık beyaz adacıklar şeklinde fibrokıkırdak oluşumu var
Evre 3: fibröz kıkırdakla kısmi örtünme
Evre 4: fibröz kıkırdakla tam örtünme



Resim 1. 58 yaşında bir kadın hastanın ameliyat öncesi (A) varus dizilim bozukluğu, ameliyat sonrası erken dönemde medial açık kama osteotomisi ile düzeltilmiş dizilimi (B), plak-vida çıkarılması sonrası korunmuş diziliminin (C) ortoröntgenografi ile radyolojik görüntüleri görülmekte. Osteotomi ameliyatı sırasında yapılan artroskopide medial femoral kondilde kıkırdağın tam kat kaybı (D), hastaya osteotomi dışında kıkırdak yenileyici herhangi bir işlem yapılmamış ve osteotomiden iki yıl sonra plak-vida çıkarılması sırasında yapılan artroskopide kıkırdak kaybı olan bölgenin fibrokıkırdakla tamamen örtüldüğü görülmektedir (E). Hastanın klinik olarak Knee Society Score puanı ameliyat öncesi 65'den ikinci bakış artroskopisinde 95'e yükselmiştir. Ameliyat öncesi mekanik tibiofemoral açı 5.4 derece iken osteotomiden 24 ay sonra 1.9 derece olarak ölçülmüştür. (*Jung WH, et. al. Second look arthroscopic assessment of cartilage regeneration after medial opening-wedge high tibial osteotomy. Arthroscopy 2014;30(1):72-79.'den izin alınarak kullanılmıştır.*)

Osteotomi ile birlikte artroskopik debridman ve subkondral uyarı içeren işlemler sonrası kıkırdak rejenerasyonu

Diz çevresinde dizilim düzeltici bir osteotomi ameliyatında artroskopik olarak eklem için değerlendirilmesi genellikle cerrahinin başında uygulanır. Böylece menisküs ve bağ lezyonları gibi eklem içi

diğer patolojilerin değerlendirilmesi ve tedavisi, karşı kompartman ve patellofemoral eklem kıkırdağının değerlendirilmesi mümkündür. Ayrıca etkilenen kompartmandaki kıkırdağın durumuna göre ek işlemler de uygulanabilir. İnstabil kıkırdak yüzeylerin debridmanı ve düzeltilmesini içeren abrazyon artroplastisi, instabil kıkırdak yüzeylerin debridmanı sonrası subkondral kemiğe mikrokırık veya subkondral

drilleme işlemlerinin uygulanması en sık yapılan cerrahi işlemlerdendir. Bu işlemlerin amacı osteotomi ile kıkırdak üzerine gelen yük ve basıncın azaltılmasıyla birlikte kıkırdak lezyonunun olduğu alanda fibrokıkırdak oluşumunu uyarmaktır.

Akizuki ve ark. tek başına proksimal tibial osteotomi yaptıkları hastalarla osteotomiye ek olarak artroskopik abrazyon artroplastisi yaptıkları hastalarda bir yıl sonraki ikinci bakış artroskopisinde daha düzgün yüzeye sahip kıkırdak rejenerasyonu olduğunu bildirmişlerdir (11).

Schuster ve ark. ortalama yaşı 50.4 olan 85 hastanın 91 dizine yapılan artroskopik abrazyon artroplastisi ve mikrokırık işlemi ile birlikte yapılan medial açık kama osteotomisinin sonuçlarını yayınlamışlardır (1). 5 yıllık sağ kalımın %95.2 olduğu ve IKDC (International Knee Documentation Committee) skorlarında 45.1'den 67.2'ye yükselme olduğunu bildirmişlerdir. Osteotomiden ortalama 18 ay sonra yapılan ikinci bakış artroskopisinde ise femoral kıkırdakta %48.1 iyi ve %39 mükemmel, tibial tarafta %50 iyi ve %25 mükemmel kıkırdak rejenerasyonu kaydetmişlerdir.

Jung ve ark. 30 dizde medial açık kama osteotomisine ek olarak uyguladıkları subkondral drillemenin etkisini sadece osteotomi yaptıkları 31 diz ile karşılaştırmışlar ve subkondral drilleme yapılan hastalarda fibrokıkırdakla daha iyi örtünme olduğunu ancak KSS skorlarında istatistiksel olarak anlamlı derecede fark olmadığını bildirmişlerdir (12).

Shon ve ark. hem tibia hem de femurda kıkırdak kaybı ile karakterize "kissing lezyon"u olan (ortalama yaşı 57.4) 21 hasta (grup 1) ile, sadece femurda kıkırdak kaybı olan (ortalama yaşı 55.5) 22 hastanın (grup 2) yüksek tibial osteotomi sonrası klinik ve radyolojik sonuçları ile ikinci bakış artroskopik değerlendirmelerini karşılaştırmışlardır (13). Her iki grupta da hastalara artroskopik debridman ve mikrokırık uygulaması sonrası medial açık kama yüksek tibial osteotomi uygulanmıştır. Ortalama bir yıl sonra klinik skorlarda her iki grupta da istatistiksel olarak anlamlı artış olmuş, Lysholm diz skoru, VAS (Visual Analog Score- ağrı sokuru) ve HSS (Hospital for Special Surgery diz skoru) sadece femurda kıkırdak lezyonu olan grup da daha iyi bulunmuş, diğer skorlar arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Hastalara ortalama bir yıl sonra plak-vida çıkarılması sırasında yapılan ikinci bakış artroskopisinde hasarlı alanın genişliğinde %50'den fazlasında Outerbridge evrelemesine göre bir evre düzelme olanlar tam rejenerasyon, genişliğin %50'den azında bir evre düzelme olanlar kısmi kıkırdak rejenerasyonu olarak tanımlanmış. Buna göre grup 1'deki hastaların %62'sinde tam, %38'inde kısmi

kıkırdak rejenerasyonu saptanırken, grup 2'deki hastaların %86'sında tam, %14'ünde kısmi kıkırdak rejenerasyonu saptanmış. İki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır.

Bu çalışmalar yüksek tibial osteotomi ameliyatında uygulanan artroskopik mikrokırık veya subkondral drillemenin kıkırdak rejenerasyonunu uyardığı ve sonuçları olumlu etkilediğini, femur ve tibiada karşılıklı kıkırdak yüzeylerinin de etkilendiği "kissing lezyonlar" da bile bu yöntemle iyi kıkırdak oluşumunun mümkün olduğunu savunmaktadırlar.

Osteotomi ile birlikte mozaikplasti uygulaması

Mozaikplasti kıkırdak defektlerinde kullanılan ve kemik - kemik iyileşmesi nedeniyle avantajlı sayılabilen bir yöntemdir. Solheim ve ark. ameliyat sırasında ortalama yaşı 36 (16-58) olan medial femoral kondilde 5 cm²'nin altında kıkırdak hasarı olan 102 hastanın 52'sine mikrokırık, 50'sine mozaikplasti uygulamışlar ve ortalama 16 (14-18) yıllık uzun dönem sonuçlarını yayınlamışlardır (14). Ameliyat sonrası 10 yıla kadar mozaikplasti uygulanan hastalarda mikrokırık uygulanan hastalara göre klinik skorların istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha iyi olduğu, 15 yılda ise anlamlı fark olmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Aynı yazarlar, randomize kontrollü çalışmalarında 18-50 yaş arasındaki hastaların medial femoral kondildeki 2-5 cm²'lik kıkırdak defektlerinde uygulanan mozaikplastinin 15-17. yıl sonunda mikrokırık uygulanan hastalara göre daha iyi sonuç verdiği bulgularını yayınlamışlardır (15).

Minzlaff ve ark. ortalama yaşı 38 olan 86 hastaya lateral kapalı kama (%58.1) ve medial açık kama (%41.9) osteotomisi ile birlikte mozaikplasti uygulamışlar ve ameliyattan 8.5 yıl sonraki takiplerinde ortalama Lysholm skorlarının 40'dan 73'e yükseldiğini, VAS skorlarının 7.5'dan 2.7 puana düştüğünü ve greft sağ kalımının 5. yılda %95.2, 7. yılda %93.2 ve 8.5. yılda %90.1 olduğunu bildirmişlerdir (16).

Matsushita ve ark. varus deformitesi ile birlikte medial femoral kondilde osteonekroz olan 46 yaşında bir hastaya medial açık kama osteotomisi ve mozaikplasti uygulamışlar ve 2 yıl sonra yaptıkları ikinci bakış artroskopisinde defektin rejenerasyonu olmuş kıkırdakla tamamen kaplandığını gözlemişlerdir (17).

Osteotomi ile birlikte mozaikplasti uygulamasının özellikle ikinci bakış artroskopisi ile değerlendirilmesi literatürde çok yer bulmamıştır ve bu kombine işlemin objektif etkilerinin değerlendirilebilmesi için yeni çalışmalara gereksinim olduğu gözlenmektedir (5).

Osteotomi ile birlikte biyolojik tedavilerin uygulanması

Henüz uzun dönem ve yeterli sayıda karşılaştırmalı çalışmalarla kanıt düzeyi yüksek bulgular olmasa da mezenkimal kök hücre uygulamalarının bazı çalışmalarda ağrının giderilmesi üzerine olumlu etkileri olduğu bildirilmiştir (18-21).

Koh ve ark. randomize, prospektif karşılaştırmalı çalışmalarında proksimal tibial osteotomi yapılan 60 yaş altı ve radyolojik olarak Kelgren Lawrence evrelemesine göre evre III veya daha düşük hastaları iki gruba ayırmışlar ve ortalama yaşı 54.2 olan 21 hastaya osteotomi ile birlikte trombositten zengin plazma (TZP), ortalama yaşı 52.3 olan 20 hastaya osteotomi ile birlikte TZP ve mezenkimal kök hücre enjeksiyonu uygulamışlardır (22). Hastalara abrazyon veya mikrokirik gibi ek işlem uygulamamışlar, artroskopik olarak medial kompartmanı değerlendirmişler ve randomize seçim yaparak birinci gruba TZP, ikinci gruba karın bölgesinden bir gün önce alınan ciltaltı yağ dokusundan stromal vasküler fraksiyon (SVF) yöntemi ile mezenkimal kök hücre elde ederek osteotomi sonrası diz eklemi içine TZP ile birlikte mezenkimal kök hücre enjeksiyonu yapmışlardır. Hastaların tümüne 14-24 ay sonra plak-vida çıkarılması sırasında ikinci bakış artroskopisi yapmışlar ve Kanamiya ve ark.'nın tariflediği evrelemeye göre (Tablo 1) medial kompartmandaki kıkırdak bulgularını kaydetmişlerdir. Klinik skorların kök hücre ve TZP yapılan grupta sadece TZP yapılanlara göre daha iyi olduğu saptanmıştır. İkinci bakış artroskopisinde, mezenkimal kök hücre-TZP kombinasyonu uygulanan hastalarda Kanamiya evrelemesine göre %4.8 evre 1, %42.9 evre 2, %38.1 evre 3, %14.3 evre 4 kıkırdak oluşumu saptanmıştır. Sadece TZP uygulanan hastalarda ise %47.8 evre 1, %47.8 evre 2 ve %4.3 evre 3 kıkırdak oluşumu saptanmış, evre 4 yani tam kıkırdak örtünmesi hiçbirinde görülebilmiştir. Bu çalışma mezenkimal kök hücre uygulamasının kıkırdak oluşumu üzerinde istatistiksel olarak anlamlı derecede olumlu etkisi olduğunu vurgulamaktadır. Benzer şekilde Wakitani ve ark.'nın çalışmasında da 12 hastaya kubbe tipi proksimal tibial osteotomi ile birlikte kemik iliği kökenli kök hücre edilmemiş otolog mezenkimal kök hücre uygulamasının tek başına osteotomiye göre klinik olarak daha iyi sonuç verdiği ve güvenle uygulanabileceği rapor edilmiştir (23).

Saw ve ark. medial açık kama proksimal tibial osteotomi yaptıkları kemik-kemiğe temas halinde karşılıklı tam kat kıkırdak kaybı olan ortalama yaşı 52.9 olan 8 hastaya eş zamanlı olarak artroskopik subkondral drillleme uygulamışlar ve ameliyattan bir

hafta sonra başlayarak beş hafta haftada bir kez, daha sonra 6., 12. ve 18. aylarda birer kez eklem içi periferik kan kökenli kök hücre enjeksiyonu uygulamışlardır (24). Osteotomiden ortalama 25.9 ay sonra plak-vida çıkarılması sırasında yapılan ikinci bakış artroskopilerde kıkırdak biyopsileri alınarak International Cartilage Research Society (ICRS)-II histolojik kıkırdak değerlendirme skoru ile değerlendirmişlerdir. ICRS-II skorları ile normal kıkırdağa %95 benzeyen düzgün yüzeyli rejenere kıkırdak oluştuğunu rapor etmişlerdir.

Wong ve ark. 28 hastada sadece medial açık kama osteotomisi ve 28 hastada osteotomi ile birlikte kemik iliği kökenli, kök hücre edilmemiş mezenkimal kök hücre enjeksiyonu yaptıkları randomize prospektif kontrolü klinik çalışmalarını yayınlamışlardır (25). Kök hücre enjeksiyonu yapılan grupta yapılmayan gruba göre IKDC, Lysholm ve Tegner skorlarında iyileşme yönünde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Cerrahiden bir yıl sonra yapılan MR'larında kök hücre enjeksiyonu yapılan hastaların %32'sinde kondral lezyonda tam örtünme, %36'sında kısmi (%50'den fazla) örtünme görülürken sadece osteotomi yapılan grupta tam örtünme hiç görülmemiş, kısmi örtünme ise hastaların %14'ünde görülebilmektedir.

Otolog kondrosit implantasyonu (OKİ) ile birlikte osteotomi uygulanmasının da kıkırdak yenilenmesini uyaran bir etkiye sahip olduğu düşünülmektedir. Ferruzzi ve ark. medial açık kama osteotomisi yaptıkları 56 hastayı üç gruba ayırmışlar, 20 hastaya sadece osteotomi, 18 hastaya osteotomiye ek olarak otolog kondrosit implantasyonu, 18 hastaya osteotomiye ek olarak mikrokirik uygulamışlardır (26). Klinik skorlar ve radyografik olarak 11 yıldan fazla takip süresiyle değerlendirdiklerinde OKİ uygulanan grubun mikrokirik uygulanan gruba göre klinik skorlarda daha iyi olduğu, radyografik olarak osteoartrit derecesinde ilerlemenin de OKİ uygulananlarda daha az görüldüğü, ancak osteotomiyle birlikte OKİ uygulanan grubun sadece osteotomi uygulanan gruba benzer sonuçlar alındığı belirtilmiştir.

Bode ve ark. ise varus derecesi 5 'in altında olan sadece OKİ implantasyonu uyguladıkları 24 hastayla medial açık kama osteotomisi ile birlikte OKİ uyguladıkları 19 hastanın sonuçlarını karşılaştırmışlardır (27). Klinik skorlarla değerlendirilen işlevsel sonuçlar ve revizyon cerrahisi gerekliliği değerlendirildiğinde osteotomi ile birlikte OKİ uygulamasının daha iyi sonuçlar verdiğini, osteotomi ve OKİ yapılanlarda 2 hastada, sadece OKİ yapılanlarda 10 hastada revizyon gerektiğini bildirmişlerdir. Yazarlar genel eğilim olan medial femoral kondilde kıkırdak kaybı olan 5 derecenin üzerindeki varus deformitelerinde osteoto-

mi yapılması önerisinin 5 derecenin altındaki deformitelerde de geçerli olduğunu biyolojik tedavilerin sonuçlarını iyileştirdiği yargısına varmışlardır.

Otolog kondrosit implantasyonu defekt alanının 15 cm²'nin altında olduğu, 30 yaşından genç hastalarda ve dizilim düzeltici osteotomi ile birlikte uygulandığında daha iyi sonuç vermektedir (28).

Çıkarımlar ve sonuç

Diz ekleminde dizilim bozukluğu ile birlikte kıkırdak kaybı özellikle genç aktif hastalarda ağrı ve günlük aktivitelerde belirgin bozulmalara neden olmaktadır. Dizilim düzeltici osteotomiler semptomların giderilmesi ve ağrısız aktif yaşama dönüş için güvenli ve etkili cerrahilerdir (5).

Diz eklemindeki dizilim bozukluğunun giderilmesi kıkırdak kabının ileri evrelere ulaşmadan düzeltilmesi osteoartritin ilerlemesinin önlemek bakımından önemlidir. Osteotomi ile yük, sağlam olan karşı kompartmana aktararak etkilenen bölgedeki anormal kuvvetler azaltılır. Güçlü tespit materyalleriyle erken yük verme, erken hareket açıklığının kazanılması iyileşmeyi ve normal aktivitelere daha çabuk dönülmesine katkıda bulunur ve erken hareket kıkırdak yenilenmesini olumlu yönde etkiler (29).

Tek başına osteotomi ile dizilimin düzeltilmesinin etkilenen kompartmandaki basıncın azalması ile kıkırdak yenilenmesi üzerine olumlu etki yaptığı çalışmalarda gösterilmiştir (30). Kıkırdak yenilenmesi için kullanılan yöntemlerle (abrazyon, mikrokirik, mozaikplasti, otolog kondrosit transplantasyonu, kök hücre enjeksiyonu) birlikte uygulandığında osteotominin kıkırdak yenilenmesi üzerindeki etkisinin arttığı sonucu literatürdeki çalışmalar ışığında rahatlıkla söylenebilir (31).

Farklı bir açıdan bakıldığında ise, kıkırdak restorasyonu için uygulanması planlanan bir yöntemin başarılı olabilmesi için öncelikle dizin stabilitesinin ve diziliminin normal olması gerektiği unutulmamalıdır. Yani kıkırdak yenileyici bir cerrahi yapmadan önce, eğer dizilim bozursa dizilim düzeltici osteotominin kıkırdak yenilenmesinin ön şartı olduğu bilinmelidir. Dolayısıyla kıkırdak yenilenmesi üzerine hem osteotominin hem de kıkırdak yenileyici işlemlerin birlikte olumlu etkisi olduğu tartışılmazdır. Ancak kıkırdak restorasyonu için hangi yöntemin daha iyi olduğu henüz bilinmemektedir. Bunun için daha geniş kapsamlı, benzer hasta özelliklerine sahip ve tüm yöntemlerin değerlendirildiği gruplarla, uzun dönem takip edilerek klinik, radyolojik, ikinci bakış artroskopisi ve histolojik değerlendirme içeren yayınlara gereksinim vardır.

Kaynaklar

- Schuster P, Schulz M, Mayer M, Schlumberger M, Immoenderfer M, Richter J. Open-Wedge High Tibial Osteotomy and Combined Abrasion/Microfracture in Severe Medial Osteoarthritis and Varus Malalignment: 5-Year Results and Arthroscopic Findings After 2 Years. *Arthroscopy* 2015;31(7):1279-1288.
- Kanamiya T, Naito M, Hara M, Yoshimura I. The influences of bio-mechanical factors on cartilage regeneration after high tibial osteotomy for knees with medial compartment osteoarthritis: Clinical and arthroscopic observations. *Arthroscopy*. 2002;18:725-9.
- Koshino T, Wada S, Ara Y, Saito T. Regeneration of degenerated articular cartilage after high tibial valgus osteotomy for medial compartmental osteoarthritis of the knee. *Knee*. 2003;10:229-36.
- Amendola A, DE Bonasia. Results of high tibial osteotomy: Review of the literature. *Int Orthop*. 2010;34:155-60.
- Thambiah MD, Tan MKL, Hui JHP. Role of high tibial osteotomy in cartilage regeneration – Is correction of malalignment mandatory for success? *Indian J Orthop*. 2017;51(5):588-599.
- Brinkman JM, Lobenhoffer P, Agneskirchner JD, Staubli AE, Wymenga AB, van Heerwaarden RJ. Osteotomies around the knee: Patient selection, stability of fixation and bone healing in high tibial osteotomies. *J Bone Joint Surg Br*. 2008;90:1548-57.
- Parker DA, Beatty KT, Giuffre B, Scholes CJ, Coolican MR. Articular cartilage changes in patients with osteoarthritis after osteotomy. *Am J Sports Med* 2011;39(5):1039-1045.
- Rutgers M, Bartels LW, Tsuchida AI, Castelein RM, Dhert WJ, Vincken KL, et al. dGEMRIC as a tool for measuring changes in cartilage quality following high tibial osteotomy: a feasibility study. *Osteoarthritis Cartilage*. 2012 Oct;20(10):1134-1141.
- Wakabayashi S, Akizuki S, Takizawa T, Yasukawa Y. A comparison of the healing potential of fibrillated cartilage versus eburnated bone in osteoarthritic knees after high tibial osteotomy: An arthroscopic study with 1-year followup. *Arthroscopy* 2002;18:272-278.
- Jung WH, Takeuchi R, Chun CW, Lee JS, Ha JH, Kim JH, Jeong JH. Second look arthroscopic assessment of cartilage regeneration after medial opening-wedge high tibial osteotomy. *Arthroscopy* 2014;30(1):72-79.
- Akizuki S, Yasukawa Y, Takizawa T. Does arthroscopic abrasion arthroplasty promote cartilage regeneration in osteoarthritic knees with eburnation? A prospective study of high tibial osteotomy with abrasion arthroplasty versus high tibial osteotomy alone. *Arthroscopy* 1997;13:9-17.
- Jung WH, Takeuchi R, Chun CW, Lee JS, Jeong JH. Comparison of results of medial opening wedge high tibial osteotomy with and without subchondral drilling. *Arthroscopy* 2015;31:673-679.
- Shon OJ, Park SJ, Shim BJ, Lee DY. Comparative study of clinical and radiographic outcomes of high tibial osteotomy in patients with kissing lesions and non-kissing lesions. *Knee Surg Relat Res* 2017;29(4):288-294.
- Solheim E, Hegna J, Inderhaug E. Long term clinical follow up of microfracture versus mosaicplasty in articular cartilage defects in medial femoral condyle. *Knee* 2017;24(6):1402-1407.
- Solheim E, Hegna J, Strand T, Harlem T, Inderhaug E. Randomized Study of Long-term (15-17 Years) Outcome After Microfracture Versus Mosaicplasty in Knee Articular Cartilage Defects. *Am J Sports Med*. 2017 Dec 1:363546517745281. doi: 10.1177/0363546517745281. [Epub ahead of print]
- Minzlaff P, Feucht MJ, Saier T, Schuster T, Braun S, Imhoff AB, et al. Osteochondral autologous transfer combined with valgus high

- tibial osteotomy: long term results and survivorship analysis. *Am J Sports Med* 2013;41:2325-2332.
17. Matsushita T, Watanabe S, Araki D, Matsumoto T, Takayama K, Kurosaka M, et al. High tibial osteotomy combined with cancellous bone graft and osteochondral autograft transplantation in a patient with massive osteochondral defect in the medial femoral condyle. *J Orthop Surg* 2017;25(1): 25(1):2309499016685016
 18. Koh YG, Jo SB, Kwon OR, Suh DS, Lee SW, Park SH, et al. Mesenchymal stem cell injections improve symptoms of knee osteoarthritis. *Arthroscopy* 2013;29:748-755.
 19. McIlwraith CW, Frisbie DD, Rodkey WG, Kisiday JD, Werpy NM, Kawcak CE, et al. Evaluation of intraarticular mesenchymal stem cells to augment healing of microfractured chondral defects. *Arthroscopy* 2011;27:1552-1561.
 20. Pas HI, Winters M, Haisma HJ, Koenis MJ, Tol JL, Moen MH. Stem cell injections in knee osteoarthritis: a systematic review of the literature. *Br J Sports Med.* 2017 Aug;51(15):1125-1133. doi: 10.1136/bjsports-2016-096793. Epub 2017 Mar 3.
 21. Xing D, Kwong J, Yang Z, Hou Y, Zhang W, Ma B, Lin J. Intra-articular injection of mesenchymal stem cells in treating knee osteoarthritis: a systematic review of animal studies. *Osteoarthritis Cartilage.* 2018 Feb 8. pii: S1063-4584(18)30048-7. doi: 10.1016/j.joca.2018.01.010. [Epub ahead of print]
 22. Koh YG, Kwon OR, Kim YS, Choi YJ. Comparative Outcomes of Open-Wedge High Tibial Osteotomy With Platelet-Rich Plasma Alone or in Combination With Mesenchymal Stem Cell Treatment: A Prospective Study. *Arthroscopy* 2014;30(11):1453-1460.
 23. Wakitani S, Imoto K, Yamamoto T, Saito M, Murata N, Yoneda M. Human autologous culture expanded bone marrow mesenchymal cell transplantation for repair of cartilage defects in osteoarthritic knees. *Osteoarthritis Cartilage* 2002;10:199-206.
 24. Saw KY, Anz A, Jee CS, Ng RC, Mohtarrudin N, Ragavanaidu K. High tibial osteotomy in combination with chondrogenesis after stem cell therapy: A histologic report of 8 cases. *Arthroscopy* 2015;31:1909-1920.
 25. Wong KL, Lee KB, Tai BC, Law P, Lee EH, Hui JH. Injectable cultured bone marrow derived mesenchymal stem cells in varus knees with cartilage defects undergoing high tibial osteotomy: A prospective, randomized controlled clinical trial with 2 years' followup. *Arthroscopy* 2013;29:2020-2028.
 26. Ferruzzi A, Buda R, Cavallo M, Timoncini A, Natali S, Giannini S. Cartilage repair procedures associated with high tibial osteotomy in varus knees: Clinical results at 11 years' followup. *Knee* 2014;21:445-450.
 27. Bode G, Schmal H, Pestka JM, Ogon P, Südkamp NP, Niemeyer P. A non-randomized controlled clinical trial on autologous chondrocyte implantation (ACI) in cartilage defects of the medial femoral condyle with or without high tibial osteotomy in patients with varus deformity of less than 5°. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2013 ;133(1):43-9.
 28. Minas T, Von Keudell A, Bryant T, Gomoll AH. A minimum 10-year outcome study of autologous chondrocyte implantation. *Clin Orthop Relat Res* 2014;472(01):41-51.
 29. Esenkaya I, Poyanlı O. Frontal dizilim bozuklukları, osteotomiler ve yeni kıkırdak oluşumu. In: Bozkurt M, Tandoğan RN, Elmalı N, Aktekin CN, editörler. *Kıkırdak.* İstanbul: TUSYAD Eğitici Kitap Serisi. İstanbul Tıp Kitabevleri Yayınları; 2016. Sayfa.147-161.
 30. Choi JR, Yong KW, Choi JY. Effects of mechanical loading on human mesenchymal stem cells for cartilage tissue engineering. *J Cell Physiol.* 2018;233(3):1913-1928.
 31. Kahlenberg CA, Nwachukwu BU, Hamid KS, Steinhaus ME, Williams RJ. Analysis of Outcomes for High Tibial Osteotomies Performed With Cartilage Restoration Techniques. *Arthroscopy* 2017;33(2):486-492.

Diz Çevresi Osteotomilerinin Komplikasyonları ve Koruyucu Önlemler

Barış Gülenç, Mehmet Erdil, Yavuz Kocabey

Diz çevresi osteotomileri, alt ekstremitte deformiteleri ve dizde tek kompartman artrozu olan hastalarda sıklıkla tercih edilen cerrahi yöntemler arasındadır (1-6). Daha çok medial kompartman artrozu için tercih edilen açık kama yüksek tibial osteotomi ve lateral kapalı kama tibia osteotomisi dışında lateral kompartman artrozu ve femur valgus deformitelerinde, distal femur osteotomisi de (DFO) uygun bir tedavi seçeneğidir (7,8). Her ameliyatta olduğu gibi bu osteotomiler sonrasında hastalarda komplikasyonlar gelişebilmekte, bu sebeple hasta memnuniyeti azalmakta ve sekonder cerrahi girişimler gerekebilmektedir. Redüksiyon kaybı, kaynamama, patellofemoral bozukluklar ve implant irritasyonu, aşırı düzeltme veya yetersiz düzeltme diz çevresi osteotomiler sonrasında görülmesi muhtemel başlıca sorunlardır. Son dönemde implant teknolojisinin gelişmesiyle bu komplikasyonlarda belirgin bir azalma izlenmektedir (9). Diz çevresi osteotomiler sonrasında olası komplikasyonların en aza indirgenmesinde ilk ve en önemli adım doğru hasta seçimi ve doğru planlamadır (9).

Yüksek tibial osteotomi (YTO) günümüzde en sık iki farklı teknikte yapılmaktadır. Medialden açık kama osteotomisi daha fazla düzeltme sağlanabilmesi ve kapalı kama osteotomisine göre daha az komplikasyona açık olması sebebi ile varus deformitesi olan hastalarda daha sıklıkla tercih edilmektedir. Buna karşın bu teknikte patella yerleşim problemleri (sıklıkla patella baja) ve tibial eğim bozuklukları gibi problemler yaşanabilmektedir (10,11).

Buna karşın valgus deformitesi olan hastalarda DFO kolaylıkla deformitenin düzelmesine olanak sağ-

lar. Bu teknikte de açık ve kapalı kama femur osteotomileri uygulanabilmekte olup implant irritasyonu ve yetmezliği en sık görülen komplikasyonlardır. Son yıllarda implant teknolojilerindeki gelişmeler ile bu tip komplikasyonların sayısının azalabileceği düşünülmektedir. Ayrıca bu yeni tip implantların kullanımıyla daha erken yük verilebilmesi ve daha erken fizik tedavi başlanabilmesi sayesinde uzun dönem sonuçlarının daha iyi olabileceği öngörülmektedir (7,12,13).

Diz çevresi osteotomi cerrahisinde en ciddi komplikasyonlar arasında damar sinir yaralanması gösterilmekle beraber bu komplikasyonun oranı son derece düşüktür (14,15). Buna karşın daha sık görülen diğer komplikasyonlar eklem içi kırıklar, lateral ve medial korteksin kırılması ve redüksiyon kaybı, aşırı veya yetersiz düzeltme, implant yetmezlikleri, bölgesel ağrı sendromu, geç kaynama, kaynamama ve yüzeysel-derin enfeksiyonlardır (16,17).

Epidemiyoloji

Medial açık kama yüksek tibia osteotomisinde (MAKYTO) majör ve minör komplikasyon oranları literatürde %1,9 ile %55 arasında değişmektedir. Beşyüz otuz üç hastanın retrospektif olarak değerlendirildiği vaka serisinde uzun dönem komplikasyon oranı % 6 olarak bildirilmiştir (18).

Lateral kapalı kama yüksek tibia osteotomisinde (LKKYTO) iki seride komplikasyon oranı % 10 ve % 34 olarak bildirilmiştir (19).

Distal femur osteotomilerinde ise bu oran daha yüksek olarak bulunmuştur. Edgerton ve arkadaşları-

nın serisinde % 63 oranında bildirilen komplikasyonların başında implant irritasyonu gelmektedir (20).

Implant tercihi

YTO'da en sık kullanılan implantlar; Puddu plağı (Arthrex-Naples FL, ABD), Tomofix (Synthes, İsviçre) AO T-plak (Synthes, İsviçre) olup bir çok yeni implant günümüzde kullanıma girmiştir. Komplikasyon oranlarını değerlendiren çalışmalarda Puddu plağı ile yapılan farklı serilerde bu oran % 13,7-55 arasında değişmektedir. Van der Bekelom ve arkadaşlarının serisinde %55 olarak bildirilen komplikasyon oranı detaylandırıldığında, 20 hastanın 7'sinde tibiada kaynamama görülürken, 6 hastada ise implant yetmezliği görülmüştür (10,21,23). Nelissen ve arkadaşlarının birinci jenerasyon Puddu plağı ile yaptığı 49 MAKYTO hastasında % 45 oranında komplikasyon bildirmiş ve özellikle 10 mm üzerinde düzeltme yapılan hastalarda komplikasyon gelişme ihtimalinin daha fazla olduğunu bildirmiştir. En sık görülen komplikasyon vida kırılması ile ortaya çıkan implant yetmezliği olarak belirtilmiştir (24). Diğer serilere bakıldığında komplikasyon oranları Miller % 36,9, Aşık % 30,7, Hoell ve arkadaşları ise %13,7 olarak çeşitli sonuçlar rapor edilmiştir (22,23,25). Spahn ve arkadaşlarının C plaklar (Königsse-Implantate, Germany) ile Puddu plaklarını kıyasladığı bir başka çalışmada ise Puddu plağı ile olan komplikasyonların diğer gruba göre 9 kat daha fazla olduğu görülmüştür (26).

MAKYTO'da sık kullanılan bir başka implant olan Tomofix ile ortaya çıkan komplikasyonlara bakıldığında plak irritasyonu ile ilgili semptomlar, stabilite sorunlarına göre daha ön plana çıkmaktadır. En yüksek komplikasyon oranı Seo ve arkadaşlarının yaptığı seride % 29,3 olarak bildirilmişken, Niemeyer ve arkadaşlarının serisinde bu oran % 8,6'dır. Buna karşın bu seride hastaların % 40'ında implant irritasyonu görülmüştür (10-27). Valkering ve arkadaşlarının 40 hastalık serisinde % 10 oranında hasta komplikasyonu olup en sık komplikasyon yüzeysel enfeksiyon (4 hasta) ve implant irritasyonu nedeniyle (3 hasta) plak çıkarılmasıdır (28).

DFO'e bakıldığında Jakobi ve arkadaşlarının Tomofix plak kullanarak yaptıkları lateral açık kama osteotomisi sonrası değerlendirdikleri 14 hastanın 12'sinde (% 86) iliotibial bant irritasyonu bildirilmiş ve bu nedenle de plak çıkarılması gerekmiştir (29).

Stehalin ve arkadaşları lateral kompartman artrozu olan hastalarda medialden kapalı kama osteotomi yaptıkları 21 hastalık serilerinde tespit için semitübüler AO plak kullanmışlar, 5 hastada (% 23) komplikasyon bildirmişlerdir. Öne çıkan komplikasyon bu seride de implant irritasyonudur (30).

T plaklarla ilgili Chae ve arkadaşlarının 138 MAKYTO hastasının değerlendirdikleri çalışmalarında % 18,8 oranında komplikasyon bildirilmiştir (18).

Eksternal fiksatorler, osteotomi sonrası kullanılarak, tedrici olarak düzeltmeye izin vermesi sayesinde özellikle aşırı valgus düzeltmesi sonrası görülebilen peroneal sinir hasarının önlenmesinde daha kullanışlı olabilmektedir. Buna karşın pin dibi enfeksiyonları (% 37-50) ve hasta uyumunun internal implantlara göre daha kötü olması önemli dezavantajlardır (31-32).

Başlıca komplikasyon ve korunma önlemleri

İdeal hasta seçimi

Doğru planlama yapılmadığında, yetersiz veya aşırı düzeltme yapılabilir veya uygun olmayan hastaya osteotomi planlanabilir, bunun sonucunda da hasta memnuniyetsizliği olabilir (35,36).

Genç, aktif, eklem hareket açıklığı normal olan, ek kronik hastalıkları ve 15 derece üzerinde kontraktürü olmayan ve diz hareket açıklığı en az 90 derece olan hastalar, bu tip cerrahiler açısından uygun hastalardır. Bu hastalarda izole medial kompartman artrozu olduğunda, ideal tedavi YTO'dur. İzole lateral kompartman artrozu vakalarında da YTO tercih edilebilmekle beraber özellikle valgus deformitesi 12 derecenin üzerinde olan hastalarda ideal tedavi DFO'dur.

Yaş ve osteotomi komplikasyonları arasındaki ilişkinin değerlendirildiği çalışmalarda fikir birliği olmadığı görülmektedir. Florkemeier ve arkadaşlarının serisinde, yaş ile komplikasyonlar arasında korelasyon görülmemişken, Trieb ve arkadaşlarının serisinde, 65 yaş altı hastalarda komplikasyon oranının daha düşük olduğu bildirilmiştir (20,33).

Sigara içen bireylerde kaynamama riskinin daha fazla olduğu van Houten ve Seo'nun serilerinde gösterilmiştir (27,34).

Hasta ile ilgili değerlendirmede mutlaka sistemik ve enflamatuar hastalıklar sorgulanmalı, generalize bağ laksitesi açısından muayene edilmeli, bağışıklık sistemini bozan durumlar belirlenmelidir. Nöromusküler hastalıklar akılda tutulmalı, kas gücü ve nörolojik muayene unutulmamalıdır. Ayrıca diz içi diğer yapıların özellikle de instabiliteye yol açan yapıların değerlendirilmesi hayati önem taşır. Ek kalça ve ayak bileği deformiteleri ve karşı ekstremitelerde ameliyat öncesi planlamada değerlendirilmelidir. Osteotomi planlanan hastalarda ameliyat öncesi alt ekstremitte uzunluk grafiğine ek olarak basarak anteroposterior diz grafipleri ve Rosenberg grafipleri, diz eklem aralığının doğru değerlendirilmesinde yapılması gereken incelemelerdir. Diz içi yapıların patolojileri açısından

şüphe durumunda manyetik rezonans görüntüleme ve bilgisayarlı tomografi tetkikleri gerekebilir.

Cerrahi teknik ile ilgili problemler

Varus osteotomisinde sık yapılan iki cerrahi tipi bir-biriyle kıyaslandığında, kemik stoğunun koruması, peroneal sinire uzak çalışma ve daha az yumuşak doku diseksiyonu yapılması MAKYTO'nun başlıca avantajlarıdır. İki osteotomi sonuçlarını kıyaslayan çalışmalarda çok anlamlı farklar olmamakla birlikte MAKYTO'nun daha güvenilir sonuçları olduğu gösterilmiştir (37,38).

Brouwer ve arkadaşlarının iki osteotomiyi kıyasladıkları çalışmasında LKKYTO grubunda tespit amaçlı staple kullanırken, diğer grupta ise Puddu plağı ile tespit yapılmış ve ağrı şiddeti, diz skorları ve yürüyüşte iki grup arasında farklar değerlendirilmiştir. İki grup arasında anlamlı bir fark saptanmazken, özellikle MAKYTO grubunda plak ile ilgili komplikeasyonlar, diğer gruba göre daha ön plana çıkmıştır ve bu nedenle Puddu uygulanan hastaların % 60'ında plak kaynama sonrası çıkarılmıştır. Bu çalışmada MAKYTO'nun bir başka dezavantajı klinik fark görülmesine de patella yüksekliğinin MAKYTO grubunda anlamlı düzeyde azalmasıdır (39).

Tibial eğime bakıldığında MAKYTO grubunda artarken LKKYTO grubunda ise eğimde azalma izlenmektedir. Anterior kamanın daha geniş olması sebebiyle tibial eğim MAKYTO sonrasında artmaktadır (40).

Düzeltilme miktarını karşılaştıran çalışmalara bakıldığında MAKYTO ile elde edilen düzeltilme miktarı LKKYTO'ya göre daha fazla olduğu belirtilmiştir. Patella yüksekliği LKKYTO'da artarken MAKYTO'da ise azalmaktadır (41).

Ameliyat öncesi planlamadaki düzeltilme miktarı her zaman doğru düzeltilme miktarını yansıtmayabilir. Cerrahi düzeltilme ameliyat sırasında yapılan ölçümlerle mutlaka kontrol edilmelidir. Cerrahi yapılan taraftaki femur başı merkezi ile ayak bileği ortasından geçirilen bir kablo ile mekanik aks floroskopi kontrolünde düzeltilme miktarı doğrulanabilir. Böylece yetersiz veya aşırı düzeltilmeden kaçınılabilir. Ön çapraz bağ yetmezliği olan hastalarda tibial eğimin MAKYTO da daha fazla değiştirilebildiği akılda tutulmalı ve MAKYTO ile kama yüksekliğinin anterior veya posteriorndan değiştirilmesiyle rezidüel instabilite açısından çözüm üretilebileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Patella basısı olan hastalarda LKKYTO, patella altası olan hastalarda MAKYTO daha iyi bir tercih olabilir. Sonuç olarak düzeltilme miktarının fazla olması gereken durumlarda ön planda MAKYTO tercih edilmelidir.

Hem LKKYTO, hem de MAKYTO sonrası tibi- al eğimde minimal değişiklik olduğu bilinmektedir. LKKYTO sonrası eğim genellikle 2 derece azalırken MAKYTO sonrası da bu eğim 2 derece civarında artmaya meyillidir. Bu değişim klinik olarak bağ yetmezliğine yol açmaz (55).

Karşı korteksin kırılması

Korteks kırıkları osteotomi hattında kaynamama veya gecikmiş kaynamaya, instabiliteye, implant yetmezliklerine, yeterli düzeltilmenin sağlanamamasına neden olabilmektedir. Sekiz derecenin üzerindeki açısal düzeltilmelerde karşı korteksin kırılma riski % 90'ın üzerindedir. Tibia osteotomileri sonrası kırık oranlarına bakıldığında MAKYTO sonrası % 25'in üzerinde diğer korteks kırılırken, LKKYTO'da bu oran % 10-25 arasında bildirilmiştir (18,42). DFO'lerde ise bununla ilgili net bir veri henüz yoktur. Genel itibariyle bu komplikeasyonun oluşmasındaki önemli sebepler osteotomi hattının kortekse aşırı yaklaşması, pinlerin lateral korteksi penetre etmesi ve aşırı düzeltilme yapılmaya çalışılmasıdır. Eklem içi kırıklar özellikle MAKYTO sonrası daha sık görülür (35).

Spahn ve arkadaşları geniş düzeltilmelerde (12 derecenin üzerinde) korteks kırıklarının kaçınılmaz olduğunu bildirmişlerdir (26). Chae ve arkadaşlarının yaptıkları bir başka çalışmada ise osteotominin lateralde güvenli bir sınır içerisinde bitirilmesinin karşı korteks kırıklarını önlemede kolaylık sağladığını bildirmişlerdir. Buna göre karşı kortekse ortalama 1,6 cm kala ve üst eklem yüzeyine en fazla 0,8 mm yakınlıkta bir osteotomi planlanması kırık ihtimalini azaltabileceğini bildirmişlerdir. Önlem olarak karşı korteksin bir Steinmann teli ile tutturulmasını koreksiyon kaybının önüne geçilmesi için önerilmiştir (18).

LKKYTO ile MAKYTO yapılan hastalar arasında kırık oranlarının karşılaştırıldığı van Raaij ve arkadaşlarının çalışmasında birinci grupta karşı kortekste kırık oranlarının daha fazla (%80 vs %33) olduğu görülmüştür. Buna karşın LKKYTO grubunda açısal düzeltilme diğer gruba göre daha iyi olmuştur (43).

Cerrahi esnasında karşı korteksin kırılmasını önlemek için floroskopi kontrolü çok önemli olup osteotomi yapılırken karşı kortekse 1,5 cm'den daha fazla yaklaşılmadığını tüm planlarda görülmelidir. Ek olarak eklem hattına yakın osteotomilerin daha sık korteks kırığına yol açabileceği akılda tutulmalı, osteotomi yapılmadan önce K teli kılavuzluğunda planlama yapılmalıdır. Ameliyat öncesi planlamada aşırı düzeltilme gerekebilecek deformitelerde gerekirse femur ve tibiadan çoklu osteotomiler planlanmalıdır.

Greft seçimi ile ilgili sorunlar

MAKYTO'da greft kullanıp kullanmama ile ilgili net bir fikir birliği yoktur. Spahn ve arkadaşlarının çalışmasında, sentetik greft kullanılan hastalarda yüzeysel enfeksiyonların daha fazla olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle 12 dereceden daha fazla düzeltme yapılmayacak olan hastalarda greft kullanımı önerilmemiş sadece plak kullanımının yeterli stabiliteyi sağladığı gösterilmiştir (26).

Kuramsky ve arkadaşlarının aynı teknik ve plak ile uyguladıkları MAKYTO sonrası greft seçiminde otogreft ile allogreftlerin yetmezlik ve diğer komplikasyonlar açısından karşılaştırdıkları çalışmalarında allogreft grubunda 6 kat daha fazla komplikasyon olduğu görülmüştür. Bu çalışmada 11 mm kemik sınırı değeri olduğu bildirilmiş ve bu değer üzerinde çıkarılan hastalarda mekanik komplikasyon oranının arttığı belirtilmiştir (44).

Kalsiyum fosfat içerikli ürünler ile allogreftleri karşılaştıran bir başka çalışmada ise iki grup arasında uzun dönemde anlamlı fark görülmemiştir (45).

Sonuç olarak aşırı düzeltme gerekmeyen durumlarda greft kullanılmasının mekanik stabiliteye ek katkısı olmadığı hatırlanmalı, greft kullanılmasını gerektiren durumlarda otogreft tercih edilmelidir.

Damar sinir yaralanması

Peroneal sinir, diz çevresi osteotomiler sonrasında en sık yaralanan sinir olup özellikle LKYYTO sonrası % 20'lere varan oranda peroneal sinir hasarı bildirilmiştir (46). Klinik olarak en sık ekstansör hallucis kasının paralizisi ile klinik tanı kolayca konulur (38). Fibula osteotomisinden kaçınmak peroneal sinir hasar riskini azaltabilir. Özellikle fibula başı tipinden 3-4 cm distal peroneal sinir hasarı açısından riskli bölgedir (35).

Diz çevresi osteotomiler sonrası majör bir başka komplikasyon ise damar yaralanmasıdır. Tibialis anterior arteri popliteal artere göre daha sık yaralanır (38). Retraktörlerin uygun olmayan yerleşiminin tibialis anterior arter yaralanmasından sorumlu olabileceği düşünülmektedir. Popliteal arter yaralanmasında dizin pozisyonu ile olan ilişkisi değerlendirildiğinde ise özellikle diz 90 derece fleksiyonu ile karşılaştırıldığında damar sinir paketinin ekstansiyon pozisyonunda osteotomi hattına daha yakın olduğu bildirilmiştir (47).

Damar sinir yaralanmaları cerrahi sırasında yaşanabilecek en kötü senaryolardan biridir. Anatomik yapıları göz önünde bulundurarak ekartörlerin yerleştirilmesi, osteotominin diz ekstansiyonunda yapılmaması, lateral girişimle yapılan cerrahilerde peroneal sinir anatomisine uygun çalışmak ve fibuler

osteotomiye kontrollü yapmak, bu komplikasyonların önlenmesinde en önemli faktörlerdir.

Tromboemboli

Tromboemboli komplikasyonu bir başka majör komplikasyondur. DFO sonrası Forkel ve arkadaşları 141 hastalık serilerinde 1 hastada pulmoner emboli geliştiğini bildirmişlerdir (48). Erickson ve arkadaşlarının diz çevresi osteotomiler sonrası DVT ve pulmoner emboli gelişimi riskini değerlendirdikleri çalışmalarında profeksi almamış hastalarda derin ven trombozu riskini % 1,42 iken pulmoner emboli riskini % 0,71 olarak bildirilmiştir (49). YTO sırasında turnike kullanımı ile tromboz gelişimi arasındaki ilişkiyi sorgulayan klinik çalışmada tromboz gelişimi ile turnike kullanımı arasında bir korelasyon gösterilememiştir. Aynı çalışmada tromboz gelişiminin en sık ameliyat sonrası ilk 3-4 günde olduğu rapor edilmiştir (50).

Tromboemboli gelişimi diz çevresi osteotomisi cerrahisinde önlem alınması gereken bir komplikasyondur. Erken mobilizasyon, mekanik profeksi, heparin ve anti-trombolitiklerin profektik kullanımları unutulmamalıdır. Tromboemboli açısından risk grubundaki hastalar cerrahi öncesi mutlaka araştırılmalıdır.

Kaynama Sorunları

Gecikmiş kaynama literatürde % 0-8,5 arasında rapor edilmiş olmakla beraber geniş serilerde bu oranın %4-8,5 arasında olduğu bildirilmiştir. Tuberkülün altından yapılan osteotomilerde kaynama gecikmesinin metafizyel kemikten uzaklaşma sebebiyle daha fazla olduğu bilinmektedir (38).

Buna karşın kaynamama ise %1-5,7 arasındaki değerlerde rapor edilmiştir. LKYYTO cerrahisinde greft gereksinimi olmaması ve kemik temasının daha fazla olması sebebiyle kaynamama sorunu daha nadir görülür. Genellikle MAKYTO sonrası görülen bu sorunun tedavisinde ek greft ve implant uygulamasının faydalı olabileceğini düşündüren çalışmalar mevcuttur (51,52).

Diz çevresi osteotomiler sonrasında kemik kaynama problemleri nadir görülmekle beraber cerrahi başarıyı kötü yönde etkilerler. Osteotomi hattının metafizyel bölgede olması, stabil fiksasyon sağlanması, açık kama osteotomilerinde gerekirse greft kullanımı ile bu komplikasyon riski en aza indirilebilir.

Enfeksiyon

Cerrahi sonrası gelişen enfeksiyonlar yüzeysel ve derin olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Anastognagos ve arkadaşlarının 26 çalışmayı değerlendirdikleri me-

tanaliz çalışmasında yüzeysel enfeksiyon oranı %1-9 arasında değişir iken derin enfeksiyon oranları % 0,05-4,7 arasında rapor edilmiştir (53). Cerrahi teknik seçiminde, yani medial veya lateral girişim, açık veya kapalı osteotomi, femoral veya tibial osteotomi değişkenlerinin enfeksiyon açısından anlamlı bir korelasyonu yoktur (54). İstisna olarak, eksternal fiksator kullanımı sonrası pin dibi enfeksiyonu % 50 gibi sık oranlarda bildirilmiştir ve bu tip bir tedavi için seçilen hastalara pin dibi bakımı öğretilmesi gerektiği ve enfeksiyon şüphesinde antibiyotik kullanımı önerilmiştir (31,32).

Enfeksiyon, ortopedik cerrahinin en önemli komplikasyonlarından biri olup cerrahi hazırlığın kurallara uygun olarak yapılması, profilaktik antibiyotik kullanımı, yara yeri bakımı ile birlikte enfeksiyon açısından risk grubundaki hastaların saptanması yüzeysel ve derin enfeksiyon oluşumunun önlenmesi açısından hayati önem taşımaktadır.

Teknik açıdan tecrübe gerektiren cerrahilerden olan diz çevresi osteotomiler doğru endikasyon ve doğru hasta seçiminde yüz güldürücü sonuçlar verir. Bu cerrahilerle birlikte görülmesi muhtemel önemli komplikasyonlar mevcut olup bu komplikasyonlar doğru hasta seçimi, ameliyat öncesi planlamanın ayrıntılı ve dikkatli yapılması, uygun cerrahi teknik, cerrahi sonrası takip ile tromboemboli ve enfeksiyon profilaksilerinin yapılması ile önlenir. Bu faktörlerin göz önünde bulundurulması dışında cerrahin tecrübesinin en fazla olduğu yöntemi uygulaması önemlidir.

Kaynaklar

- Amendola A, Bonasia DE (2010) Results of high tibial osteotomy: review of the literature. *Int Orthop* 34:155–160
- Hui C, Salmon LJ, Kok A, Williams HA, Hockers N, van der Tempel WM, Chana R, Pinczewski LA (2011) Long-term survival of high tibial osteotomy for medial compartment osteoarthritis of the knee. *Am J Sports Med* 39:64–70
- Sprenger TR, Doerzbacher JF (2003) Tibial osteotomy for the treatment of varus gonarthrosis. Survival and failure analysis to 22 years. *J Bone Joint Surg Am* 85A:469–474
- Brouwer RW, van Raaij TM, Bierma-Zeinstra SM, et al. Osteotomy for treating knee osteoarthritis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2007;CD004019.
- Badhe NP, Forster IW. High tibial osteotomy in knee instability: the rationale of treatment and early results. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2002;10:38–43.
- Lee DC, Byun SJ. High tibial osteotomy. *Knee Surg Relat Res*. 2012;24:61-9.
- Cameron JJ, McCauley JC, Kermanshahi AY, Bugbee WD. Lateral opening-wedge distal femoral osteotomy: pain relief, functional improvement, and survivorship at 5 years. *Clin Orthop Relat Res*. 2015;473(6):2009-2015.
- Wang JW, Hsu CC. Distal femoral varus osteotomy for osteoarthritis of the knee. *J Bone Joint Surg*. 2005;87-A:127–133.
- Dugdale TW, Noyes FR, Styer D. Preoperative planning for high tibial osteotomy. The effect of lateral tibiofemoral separation and tibiofemoral length. *Clin Orthop Relat Res*. 1992;274:248–264.
- Niemeyer P, Schmal H, Hauschild O, von Heyden J, SJ, Sn NP, Kostler W. Open-wedge osteotomy using an internal plate fixator in patients with medial-compartment itis and varus malalignment: 3-year results with regard to preoperative arthroscopic and radiographic findings. *Arthroscopy*. 2010;26:1607-16.
- Sprenger TR, Doerzbacher JF (2003) Tibial osteotomy for the treatment of varus gonarthrosis. Survival and failure analysis to 22 years. *J Bone Joint Surg Am* 85A:469–474
- Matsui G et al. Medial opening wedge distal femoral osteotomy for post-traumatic secondary knee osteoarthritis. *BMJ Case Rep*. (2014)
- Chahla J, Mitchell JJ, Liechti DJ, Moatshe G, Menge TJ, Dean CS, LaPrade RF. Opening- and Closing-Wedge Distal Femoral Osteotomy: A Systematic Review of Outcomes for Isolated Lateral Compartment Osteoarthritis. *Orthop J Sports Med*. 2016 Jun 6;4(6):2325967116649901.
- Bisicchia S, Rosso F, Pizzimenti MA, Rungprai C, Goetz JE, Amendola A (2015) Injury risk to extraosseous knee vasculature during osteotomies: a cadaveric study with CT and dissection analysis. *Clin Orthop Relat Res* 473:1030–1039
- Darnis A, Villa V, Debetto C, Lustig S, Servien E, Neyret P (2014) Vascular injuries during closing-wedge high tibial osteotomy: a cadaveric angiographic study. *Orthop Traumatol Surg Res* 100:891–894
- Vena G, D'Adamio S, Amendola A. Complications of osteotomies about the knee. *Sports Med Arthrosc*. 2013 Jun;21(2):113-20.
- Schenke M, Dickschas J, Simon M, Strecker W. Corrective osteotomies of the lower limb show a low intra- and perioperative complication rate-an analysis of 1003 patients. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2017 May 10.
- Chae DJ, Shetty GM, Wang KH, et al. Early complications of medial opening wedge high tibial osteotomy using autologous stricortical iliac bone graft and T-plate fixation. *Knee*. 2011;18:278–284.
- Naudie D, Bourne RB, Rorabeck CH, et al. The Install Award. Survivorship of the high tibial valgus osteotomy. A 10- to 22-year follow up study. *Clin Orthop Relat Res*. 1999;367:18–27.
- Floerkemeier S, Staubli AE, Schroeter S, et al. Outcome after high tibial open-wedge osteotomy: a retrospective evaluation of 533 patients. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2012.
- van den Bekerom MP, Patt TW, Kleinhou MY, et al. Early complications after high tibial osteotomy: a comparison of two techniques. *J Knee Surg*. 2008;21:68–74.
- Hoell S, Suttmoeller J, Stoll V. The high tibial osteotomy, open versus closed wedge, a comparison of methods in 108 patients. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2005;125:638–643.
- Asik M, Sen C, Kilic B, et al. High tibial osteotomy with Puudu plate for the treatment of varus gonarthrosis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2006;14:948–954.
- Nelissen EM, van Langelaan EJ, Nelissen RG. Stability of medial opening wedge high tibial osteotomy: a failure analysis. *Int Orthop*. 2010;34:217–223.
- Miller BS, Downie B, McDonough EB, et al. Complications after medial opening wedge high tibial osteotomy. *Arthroscopy*. 2009;25:639–46, 9.
- Spahn G. Complications in high tibial (medial opening wedge osteotomy. *Arch Orth Trauma Surg*. 2004;124:649–653.
- Seo SS, Kim OG, Seo JH, Kim DH, Kim YG, Lee IS. Complications and Short-Term Outcomes of Medial Opening Wedge High Tibial Osteotomy Using a Locking Plate for Medial Osteoarthritis of the Knee. *Knee Surg Relat Res*. 2016 Dec 1;28(4):289-296.

28. Valkering KP, van den Bekerom MP, Kappelhoff FM, et al. Complications after tomofix medial opening wedge high tibial osteotomy. *J Knee Surg.* 2009;22:218–225.
29. Jacobi M, Wahl P, Bouaicha S, et al. Distal femoral varus osteotomy: problems associated with the lateral open-wedge technique. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2011;131:725–728.
30. Stahelin T, Hardegger F, Ward JC. Supracondylar osteotomy of the femur with use of compression. Osteosynthesis with a malleable implant. *J Bone Joint Surg Am.* 2000;82:712–722.
31. Weale AE, Lee AS, MacEachern AG. High tibial osteotomy using a dynamic axial external fixator. *Clin Orthop Relat Res.* 2001;382:154–167.
32. Fowler JL, Gie GA, Maceachern AG. Upper tibial valgus osteotomy using a dynamic external fixator. *J Bone Joint Surg Br.* 1991;73:690–691.
33. Trieb K, Grohs J, Hanslik-Schnabel B, et al. Age predicts outcome of high-tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2006;14:149–152.
34. van Houten AH, Heesterbeek PJ, van Heerwaarden RJ, van Tienen TG, Wymenga AB. Medial open wedge high tibial osteotomy: can delayed or nonunion be predicted? *Clin Orthop Relat Res.* 2014;472:1217–23.
35. Vasconcellos DA, Giffin JR, Amendola A. *Avoiding and Managing Complications in Osteotomies of the Knee.* London: Springer-Verlag; 2009:115–132.
36. Marx RG, Grimm P, Lillemoe KA, et al. Reliability of lower extremity alignment measurement using radiographs and PACS. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011;19: 1693–1698.
37. Niemeyer P, Koestler W, Kaehny C, et al. Two-year results of open-wedge high tibial osteotomy with fixation by medial plate fixator for medial compartment arthritis with varus malalignment of the knee. *Arthroscopy.* 2008;24:796–804.
38. Tunggal JA, Higgins GA, Waddell JP. Complications of closing wedge high tibial osteotomy. *Int Orthop.* 2010;34:255–261.
39. Brouwer RW, Bierma-Zeinstra SM, van Raaij TM, et al. Osteotomy for medial compartment arthritis of the knee using a closing wedge or an opening wedge controlled by a Puddu plate. A one-year randomised, controlled study. *J Bone Joint Surg Br.* 2006;88:1454–1459.
40. Ducat A, Sariali E, Lebel B, et al. Posterior tibial slope changes after opening- and closing-wedge high tibial osteotomy: a comparative prospective multicenter study. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2012;98:68–74.
41. Brouwer RW, Bierma-Zeinstra SM, van Koeveeringe AJ, et al. Patellar height and the inclination of the tibial plateau after high tibial osteotomy. The open versus the closed-wedge technique. *J Bone Joint Surg Br.* 2005;87:1227–1232.
42. Takeuchi R, Ishikawa H, Kumagai K, et al. Fractures around the lateral cortical hinge after a medial opening-wedge high tibial osteotomy: a new classification of lateral hinge fracture. *Arthroscopy.* 2012;28:85–94.
43. van Raaij TM, Brouwer RW, de Vlieger R, et al. Opposite cortical fracture in high tibial osteotomy: lateral closing compared to the medial opening-wedge technique. *Acta Orthop.* 2008;79:508–514.
44. Kuremsky MA, Schaller TM, Hall CC, Roehr BA, Masonis JL. Comparison of autograft vs allograft in opening-wedge high tibial osteotomy. *J Arthroplasty.* 2010 Sep;25(6):951-7.
45. Gouin F, Yaouanc F, Waast D, et al. Open wedge high tibial osteotomies: calcium-phosphate ceramic spacer versus autologous bonegraft. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2010;96: 637–645.
46. Wright JM, Crockett HC, Slawski DP, et al. High tibial osteotomy. *J Am Acad Orthop Surg.* 2005;13:279–289.
47. Zaidi SH, Cobb AG, Bentley G. Danger to the popliteal artery in high tibial osteotomy. *J Bone Joint Surg Br.* 1995;77: 384–386.
48. Forkel P, Achtnich A, Metzlauff S, Zantop T, Petersen W. Midterm results following medial closed wedge distal femoral osteotomy stabilized with a locking internal fixation device. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015 Jul;23(7):2061-7
49. Erickson BJ, Tilton A, Frank RM, Park W, Cole BJ. Am Rates of Deep Vein Thrombosis Occurring After Osteotomy About the Knee. *J Orthop (Belle Mead NJ).* 2017 Jan/Feb;46(1):
50. Motycka T, Eggerth G, Landsiedl F. The incidence of thrombosis in high tibial osteotomies with and without the use of a tourniquet. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2000;120: 157–159.
51. Dorsey WO, Miller BS, Tadge JP, et al. The stability of three commercially available implants used in medial opening wedge high tibial osteotomy. *J Knee Surg.* 2006;19:95–98.
52. Billings A, Scott DF, Camargo MP, et al. High tibial osteotomy with a calibrated osteotomy guide, rigid internal fixation, and early motion. *J Bone Jt Surg Am.* 2000;82:70–79.
53. Anagnostakos K, Mosser P, Kohn D. Infections after high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013;21:161–169.
54. Smith TO, Sexton D, Mitchell P, et al. Opening- or closing wedged high tibial osteotomy: a meta-analysis of clinical and radiological outcomes. *Knee.* 2011;18:361–368.
55. Nha KW1, Kim HJ2, Ahn HS2, Lee DH3. Change in Posterior Tibial Slope After Open-Wedge and Closed-Wedge High Tibial Osteotomy: A Meta-analysis. *Am J Sports Med.* 2016 Nov;44(11):3006-3013. Epub 2016 Feb 12.

Yüksek Tibial Osteotomi ve Distal Femoral Osteotomi Sonrası Rehabilitasyon

Duygu Geler Külcü, Hasan Bombacı

Giriş

Yüksek tibial osteotomi (YTO) ve distal femoral osteotomi (DFO) sonrası rehabilitasyonun tartışıldığı bu bölümde amaç erken hareket vererek osteotomi hattında anormal kuvvetlere sebep olmadan, artrofibrozis gelişmeden hastanın dizinin mümkün olan en üst seviyede işlev kazanmasını sağlamaktır. Osteotomi sonrasında rehabilitasyonun temel hedefleri eklem ağrısı, şişme ve hemartrozu kontrol etmek, diz fleksiyonu ve ekstansiyon açılarını tam olarak kazanmak, normal yürüyüş paternini ve alt ekstremitte kas kuvvetlerinde artışı sağlamaktır. Propriyosepsiyon ve denge egzersizleri de mutlaka programda yer almaktadır. Eğer kişi geçmişinde yüksek fiziksel aktiviteye sahipse ve bir spor dalıyla ilgileniyorsa program 6 ay devam etmelidir. Yani rehabilitasyon programı, hastanın da hedefleri göz önüne alınarak planlanmalıdır. Planlanan rehabilitasyon programı, deplasman olmaması için osteotomiyi koruyacak şekilde olmalıdır.

Genel olarak YTO ve DFO sonrası rehabilitasyon sürecini yapılan operasyonun tekniği belirler. Örneğin iliak kanat otogrefti yerine allogreft kullanıldıysa, ameliyat edilen dize, yük bindirmek için daha temkinli bir yaklaşım gerekmektedir, çünkü iyileşme otogreft kullanımına göre yaklaşık iki misli geciktirir. İliak kanat otogrefti, femur osteotomi alanına yerleştirilen daha büyük torklar sayesinde daha hızlı iyileşmeye neden olduğundan açık kama DFO'da halen tercih edilmektedir (1). Yük bindirme kararında bir diğer unsur radyografik iyileşmenin görülmesidir. Ayrıca kilitli plak ve vida tespiti kullanıldıysa daha

sert bir tespit olur. Dolayısıyla daha hızlı bir rehabilitasyon süreci planlanabilir. Kilitli plak ve vidalar kullanıldığında, osteotomi iyileşmesi tamamlanana kadar yük bindirme geciktirilir.

Ameliyat sonrası rehabilitasyon protokolü

Ameliyat sonrası dönemde, kuadriseps kas inhibisyonunu önlemek için diz ağrısı ve efüzyon kontrol edilmelidir. Ödem kontrol altına alınması için soğuk uygulama ve elevasyon uygulanmasının yanı sıra; interferansiyel akım, kesikli ultrason gibi ödem üzerine etkili elektroterapi cihazlarından faydalanılabilir (2,3). Eklem efüzyonu kontrol edildikten sonra kas "re-edüksiyonu" ve yeterli kuadriseps kasılmasının kolaylaştırılması için nöromüsküler elektrik stimülasyonu başlatılabilir. Bir elektrot vastus medialis oblikus üzerine, ikinci elektrod, rektus femoris üst üçte birinin orta ila yan yüzü üzerine yerleştirilir. Tedavi süresi 20 dakikadır. Nöromüsküler elektrik stimülasyonu, kas derecesi iyi olarak değerlendirilinceye kadar devam eder (4).

Soğuk uygulama, ağrı ve şişme derecesine bağlı olarak, günde üç kereden, yatana kadar her saatte bir 5-10 dakikaya kadar uygulanabilir. Soğuk uygulama tipik olarak egzersiz sonrası veya ağrı ve şişme kontrolü için gerekli oldukça tüm protokol süresince gerektiğinde uygulanabilir. Ağrı kontrolünde bir diğer yöntem "transkutenöz elektrik stimülasyonu"dur (TENS). Diz çevresine elektrodlar yerleştirilir ve amplitud hastanın akımı hissettiği ancak rahatsızlık ve kasılma uyandırmayacak düzeyde ayarlanır (4).

Manyetik alan tedavisi de yine ortopedik girişimlerden sonra sıkça başvurulan analjezi ve doku iyileşmesini sağlayan bir tedavidir (5).

Postoperatif yük verme

Açık kama osteotomisi uygulanan vakalarda ameliyat sonrası erken dönemde hastaların ameliyat edilen ekstremiteye yük vermesi tavsiye edilmez. Ameliyat sonrası uygulanan breys ilk gece 0 derecede kitlenir. Breys ertesi gün 0-90 derece harekete izin verecek şekilde ayarlanır (6). İlk 2 hafta içerisinde hastaların ayakta iken, ameliyat edilen tarafta ayak parmaklarıyla zemine hafifçe dokunmalarına izin verilir (6). Postoperatif 4 hafta sonra, radyolojik olarak osteotomi hattı ve tespit materyalinin yeterli stabilitede olduğu durumlarda, hastalar vücut ağırlığının %25'ine kadar yük verebilirler. Bu süre zarfında fizik tedavi uygulanırken breys çıkarılır.

Tam yük verme kullanılan implantın cinsine, osteotomi hattında lateral korteksin korunup korunmadığına ve osteotomi hattına konan greftin özelliklerine bağlı olarak değişmekle beraber postoperatif 12 haftaya kadar ertelenebilir (1). Eğer allograft kullanılmış ise postoperatif tam yük verme 2 hafta daha geciktirilir. Savarese ve ark.'a göre parsiyel yük vermeye 6. haftada, tam yük vermeye 12. haftada geçilmelidir (7). Portner, açık, kombine ve kapalı kama osteotomisi uyguladıkları hastalardan, kapalı kama osteotomi

uygulanan hastaların hemen, kombine osteotomi uygulanan hastaların 3-4. haftada, açık kama osteotomi uygulanan hastaların 8. haftada tam yük bindirmelerine izin vermişler ve sonuçları tatminkâr bulmuşlardır (8). Sabzevari ve ark. da açık kama osteotomisinde Tomofix implantı uygulandı ise 2 hafta sonra tam yük vermeye izin verilebileceğini ifade etmişlerdir (9). Imhoff ve ark., sabit açılı implant ile tespit yapıldığında hem açık hem kapalı kama osteotomilerde ilk 2 hafta 20 kg'ı geçmeyecek şekilde parsiyel yüke izin verilebileceğini, üçüncü haftadan itibaren her hafta %25 arttırarak tam yük vermeye tedrici olarak geçilebileceğini ifade etmişlerdir (10). Genel olarak daha erken yük verilen kapalı kama osteotomilerinde 6. haftaya kadar vücut ağırlığının %50'si kadar yük vermeye izin verilir (11). Kapalı kama osteotomilerinde açık kama osteotomilerinden farklı olarak 6. haftada tam ya da tama yakın yük vermeye daha sıklıkla izin verilir (11).

Eklem hareket açıklığı (EHA) egzersizleri

Eklem hareket açıklığı egzersizlerine ameliyat sonrası 1. haftada başlanır. Amaç 2 hafta sonunda 110 derece fleksiyon açısına ulaşabilmek, 4. haftada ise tam fleksiyon açısına ulaşabilmektir (12,13). Hastalar, fizyoterapist tarafından pasif EHA egzersizlerinin yanı sıra daha hızlı hareket açıklığında artış sağlayabilmek için devamlı pasif hareket cihazı ile de çalıştırılırlar (13). Uyum gösterebilen hastalar günde üç ila dört kez ak-



Resim 1. a) sandalye yuvarlama, b) duvar kaydırma egzersizleri



Resim 2. Ekstansiyon egzersizleri

tif EHA egzersizleri yaparlar. Fleksiyonu 90 dereceye ulaştıktan sonra tam açığa ulaşmak için, sandalye yuvarlama, duvar kaymaları ve pasif kuadriseps gerdirmeye egzersizleri eklenebilir (Resim 1).

İkinci haftada tam ekstansiyon kazanılmış olmalıdır. Kazanılmadıysa hastalara ayak bileği altına yerleştirilen bir destekle ekstansiyon egzersizleri yaptırılır. Arka kapsülü daha iyi girmek için dize 4-5 kg ağırlık eklenebilir (Resim 2) (1). Bu yöntemle tam ekstansiyon hala kazanılmamışsa, eklenen ağırlık 5-10 kg'a çıkılabilir. Kapalı kama osteotomilerinde ise ameliyattan hemen sonra devamlı pasif hareketle 0-30 derece arası fleksiyona ve takip eden günlerde hareket açıklığının her gün 10 derece artırılmasına izin verilir (11).

Patellar mobilizasyon

Normal patellar hareketliliğinin yeniden başlatılması, diz hareketinin normal aralığına kavuşması için kritik önem taşır (14). Patellar kaymalar, postoperatif birinci günden başlayarak dört düzlemde (superior, inferior, medial ve lateral), uygun patella sınırına uygun basınç verilerek en az 10 saniye süreyle uygulanır (Resim 3). Basınçlar, parmaklarla sefalik, kaudal, medial ve lateral yönlerde olup, direkt patella üzerine bir basınç uygulama şeklinde değil, patellada istenilen doğrultuda kayma hareketi sağlayacak şekilde olmalıdır (15). Bir ekstansör gecikmesi algılanırsa dikkat edilmelidir, çünkü bu patella'nın zayıf bir şekilde yukarı yönde hareket etmesine neden olabilir. Bu da bu egzersize daha çok önem verilmesi gerektiğini gösterir. Patellar mobilizasyon postoperatif yaklaşık 8 hafta boyunca yapılır.



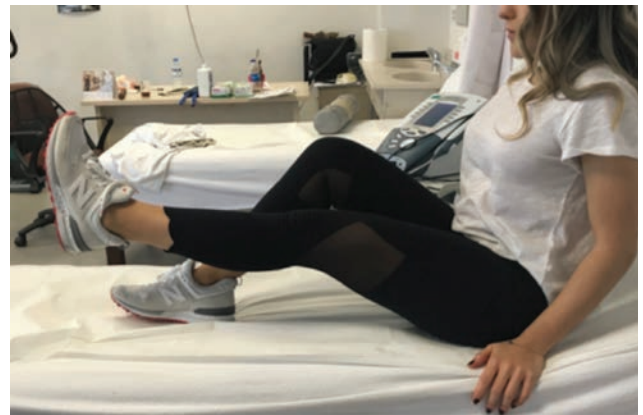
Resim 3. Patellar mobilizasyon

Esneklik egzersizleri

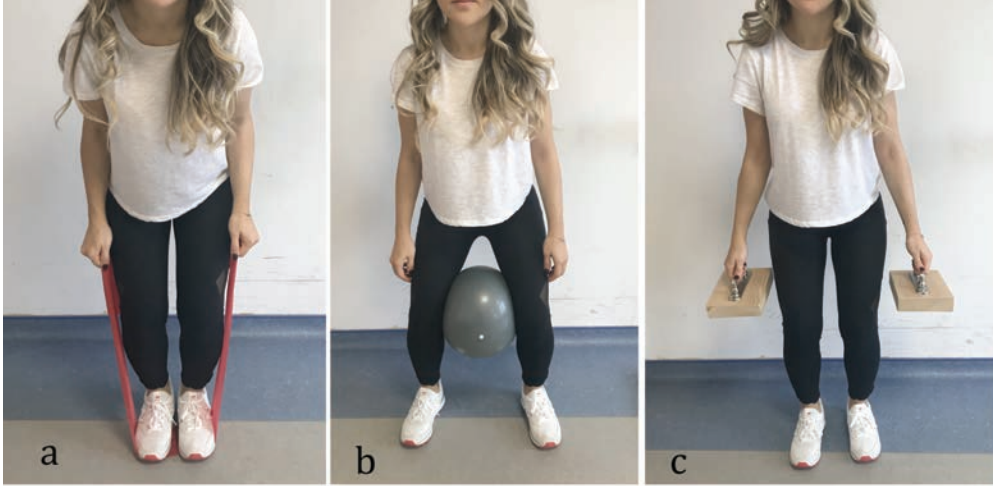
Ameliyattan sonraki ilk hafta, hamstring ve gastrocnemius-soleus esneklik egzersizlerine başlanır. Sürekli statik gerilme şeklinde uygulanır. Ağrı nedeniyle tolere edemeyen hastalarda havlu çekme egzersizleri yaptırılabilir. Kuadriseps ve iliotibial band esneklik çalışmalarına ameliyat sonrası dokuzuncu haftada öneren yazarların yanı sıra birinci haftada başlanabileceğini belirten yazarlar da mevcuttur (1,13).

Güçlendirme egzersizleri

Kuvvetlendirme egzersizleri ilk haftada sadece izometrik kuadriseps egzersizleri, "gluteal settings", düz bacak kaldırma ve aktif diz ekstansiyonu olarak kısıtlı bir şekilde başlanır. "Düz bacak kaldırma plus" diye adlandırdığımız egzersizler ile alternatif olarak



Resim 4. "Düz bacak kaldırma plus" egzersizleri



Resim 5. Kapalı kinetik zincir egzersizleri: a) "mini squat", b ve c) duvar oturma

da bu dönemde kuadriseps kuvvetlendirme çalışılabilir (Resim 4). Bu egzersizde hastanın kuadrisepsini kasmaını isteyerek yukarıda tutması istenir ve daha sonra indirilir ve rahat bırakılır. İlk başta hasta zorlanacağından rahat bırakılma süresi daha uzun tutulur, sonra giderek bu süre kısaltılır. Bu egzersizlere eklenecek olan kapalı kinetik zincir egzersizleri ise (parmak ucuna kalkma, mini squat egzersizleri, leg-press egzersizleri gibi) en erken 3. haftada en geç 5-6. haftada başlanır ve ilk 3 ay devam edebilir (1,12,13). Genelde "mini squat" egzersizleri parmak ucuna kalkma iyi başarıldıktan sonra geçilir. Zamanla direnç için theraband, dambıl veya bacak arasına sıkıştırılacak bir top kullanımı ile egzersizlerde progresyon sağlanır (Resim 5). Duvarda oturma egzersizleri ve "mini squat" egzersizleri sırasında patellofemoral eklem ağrısı hissediliyorsa, egzersizin yapıldığı açı aralığı gözden geçirilip düzeltilmelidir.

İzotonik hamstring ve kuadriseps güçlendirme egzersizleri, ağırlıklı "düz bacak kaldırma plus" egzersizleri ile kalça abduktör-addüktör kuvvetlendirme egzersizleri daha geç dönemde 7-8. hafta gibi programa dahil olur (12, 13). Noyes ve ark.'a göre kalça abduktör-addüktör kuvvetlendirme egzersizleri YTO uygulanan hastalarda; 4-6 hafta arasında, DFO uygulanan hastalar ise 6-8 hafta arasında başlanmalıdır (1). Bu egzersizlere daha geç başlanmasının sebebi patellofemoral eklemi korumaktır.

Tüm kuvvetlendirme egzersiz reçetelerinde her ne kadar belli haftalarda zamanlamalar verilerek önerilerde bulunulsa da, özellikle açık-kama DFO uygulanan, kilitli plak ve vida tespiti yapılan hastalarda operasyonu gerçekleştiren hekimin de onayıyla, radyografik olarak iyileşme gözlemlendiğinde egzersizler

progresif olarak arttırılır. Osteotomi hattı stabil değil ise ek 4 hafta daha sonra güçlendirme egzersizlerinde progresyon gerçekleştirilir (12).

Denge, propriyoseptif ve pertürbasyon eğitimi

Denge ve propriyoseptif eğitim 9-12. haftalarda başlanıp, 6 aya kadar devam edilebilir. Engelden atlama yürüyüşü, cerrahi uygulanan ve uygulanmayan ekstremite arasındaki simetriyi arttıran bir egzersiz türüdür. Bu egzersiz diz hiperekstansiyonunu önlemek için yürüyüş esnasında kalça ve diz fleksiyonu ve kuadriseps kontrolü geliştirmeye yardımcı olur. Ek olarak, engel atlama yürüyüşü, yürümenin orta fazı sırasında kalça ve pelvik hareketi, itme esnasında gastroknemius-soleus aktivitesini ve aşırı kalça kaldırmadan yürüyüşü kontrol eder. Bu egzersiz, kısmi yük verme fazında başlatılabilir (16).

Başlangıçta hasta ayakta durur ve vücut ağırlığını her iki yana ve önden arkaya kaydırır. Bu etkinlik, bacağın yük taşıma baskısına dayanma güvenini teşvik eder ve diz eklemi pozisyon duygusunu başlatır. Duruş pozisyonundaki çift bacak ve tek bacak denge egzersizleri de faydalıdır. Tek bacak egzersizi sırasında hastanın ayağı düz ileriye doğru, diz 20-30 derece fleksiyonda, kollar 90 derece abduksiyonda olacak şekilde dışa doğru uzatılmış şekilde hastanın dengesi bozuluncaya kadar bu konumda kalması istenir. Bu egzersizi daha zorlaştırmak için mini-trambolin veya dengesiz platform kullanılabilir (16).

Denge egzersizleri sırasında pertürbasyon eğitim teknikleri de uygulanır. Terapist, hastanın arkasında durur ve dinamik diz stabilitesini arttırmak için peri-



Resim 6. Perturbasyon teknikleri

yodik olarak konumunu veya vücut duruşunu bozar (Resim 6).

Hastayla doğrudan temas ya da hastanın ayakta durduğu platformun bozulması gibi teknikler kullanılabilir ve hastanın dengesiz konumu düzeltilmesi istenir (17). Yarı köpük rulolar, bu süre içerisinde yürüyüş ve denge eğitiminin bir parçası olarak kullanılır. Bu teknik, hastanın dengesini geliştirmesine ve dik postürü koruması ve rulonun bir ucundan diğerine doğru yürüyebilmesi için gerekli olan dinamik

kas kontrolü sağlanmasına yardımcı olur. Bir denge tahtası veya başka bir dengesiz platformun çift ayak ve tek ayak duruşta kullanılması başka etkili bir yöntemdir (Resim 7).

Kondüsyon ve aktiviteyedönüş

Ameliyat sonrası erken dönemde, yani alt ekstremiteye tam yük verilmediği dönemde, kardiyovasküler dayanıklılığın azalmaması için "üst ekstremitte ergometre" egzersizleri başlatılabilir. Sabit bisiklet, yüzme, su yürüyüşü ameliyat sonrası 5-6. haftada başlanabilir. Yürüyüş, merdiven tırmanma makineleri, uzay yürüyüşü makineleri ve eliptik ise 9-12. haftada başlanabilir (12). Patellofemoral eklemin aşırı yük binmemesi için bu egzersizler sırasında bazı önlemler alınmalıdır. Örneğin, sabit bisiklet ile egzersiz yapacak ise bisikletin koltuk yüksekliği, hasta vücut boyutuna göre en üst seviyeye ayarlanır. Genel olarak, dayanıklılık ve kuvvetlendirme egzersizlerinin bir arada yapıldığı bu egzersizlerde düşük direnç ile uzun süre prensibi unutulmamalıdır. Kardiyovasküler dayanıklılığı artırmak için, hedef kalp hızının en az %60 ila %80'ine ulaşılacak şekilde gerçekleştirilen egzersiz yoğunluğu gerekir. Egzersiz süresi ve sıklığı 20 ila 30 dakikadan az olmamalı ve haftada en az üç kez olmalıdır. Osteotomi yapılan hastalarda koşu ve tamamen spora dönüş ancak 6. ayda mümkün olabilir.



Resim 7. Denge egzersizleri

Kaynaklar

1. Noyes FR, Heckmann TP, Barber-Westin SD, Rehabilitation after tibial and femoral osteotomy. In: Noyes FR, Barber-Westin SD, editors. Noyes' Knee Disorders: Surgery, Rehabilitation, Clinical Outcomes. 2nd ed. Philadelphia: Elsevier; 2017. p.858-867.
2. Karaca İ, Koyuncu H., editors. Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyonda Elektrototerapi. Özel Akım Türleri ve Uygulamaları. Ankara: Güneş Kitabevi; 2003; p.113-115.

3. Öztürk C, Akşit R. Tedavide Sıcak ve Soğuk. In: Oğuz H, Dursun E, Dursun N, editors. *Tıbbi Rehabilitasyon*. İstanbul: Nobel; 2004. p.333-353.
4. Çidem M, Koyuncu H. Temel elektroterapi In: Oğuz H, Çakırbey H, Yanık B, editors. *Tıbbi Rehabilitasyon 3rd ed*. İstanbul Nobel Tıp Kitabevi; 2015; p. 273-275.
5. Tekeoğlu İ. Rehabilitasyonda Alternatif Yöntemler. In: Oğuz H, Dursun E, Dursun N, editors. *Tıbbi Rehabilitasyon*. İstanbul: Nobel; 2004. p.459-475.
6. Litchfield R, Amendola A. Proximal tibial and distal femoral osteotomy. In: Sgaglione NA, Lubowitz JH, Provencher MT. Editors. *The Knee AANA Advanced Arthroscopic Surgical Techniques Series*. Thorofare: SLACK; 2016; p.297-312.
7. Savarese E, Bisicchia S, Romeo R, Amendola A. Role of high tibial osteotomy in chronic injuries of posterior cruciate ligament and posterolateral corner. *J Orthop Traumatol*. 2011; 12(1):1-17.
8. Portner O. High Tibial Valgus Osteotomy: Closing, Opening or Combined? Patellar Height as a Determining Factor. *Clin Orthop Relat Res*. 2014;472:3432-3440.
9. Sabzevari S, Ebrahimpour A, Roudi, MK, Kachooei AR. High Tibial Osteotomy: A Systematic Review and Current Concept. *Arch Bone Jt Surg*. 2016;4(3): 204-212.
10. Imhoff A, Beitzel K, Stamer K, Klein E, Knee: Surgical procedure/aftercare. In: Imhoff A, Beitzel K, Stamer K, Klein E, Mazzocca G, editors. *Rehabilitation in Orthopedic Surgery*. 2nd ed. Berlin: Springer; 2016. p.125-136.
11. Crenshaw Jr AN. Soft-tissue procedures and corrective osteotomies about knee. In: Azar FM, Beaty JH, Canale ST, editors. *Campbell's Operative Orthopaedics*. Vol 1, 13th ed. Philadelphia: Elsevier; 2017. p.477-506.
12. Aalderink KJ, Shaffer M, Amendola A. Rehabilitation Following HighTibial Osteotomy. *Clin Sports Med*. 2010;29:291-301.
13. Anbari A. Proximal Tibial and Distal Femoral Osteotomy. In: J Cole B, Gomoll AH, editors. *Biologic Joint Reconstruction Alternatives to Arthroplasty*. Thorofare: SLACK; 2009. p.205-212.
14. Boling MC, Beutler A, Patellofemoral Injuries. In: Starkey C, editor. *Athletic Training Sports Medicine*. 5th ed. Burlington: World Headquarters; 2013. p.214.
15. Gary Shankman, editor. *Fundementa Orthopedic Management for the Physical Therapist Assistant*. Orthopedic Management of the Knee. China: Mosby, Elsevier; 2004. p.289-333.
16. Power B, Rivard J, Hayner B, Grimsby O, Exercise Rehabilitation of the Knee. In: Grimsby O, Rivard J, editors. *Science, Theory and Clinical Application in Orthopaedic Manual Physical Therapy*. USA: Taylorsville; 2009. p.71-160.
17. Clark N, Herrington DL, The knee. In: Comfort P, Abrahamson E, editors. *Sports Rehabilitation and Injury Prevention*. UK: John Wiley & Sons Ltd; 2010. p.407-463.

Osteotomi Sonrası Sağlıkım ve Etkileyen Faktörler

Osman Tecimel, Ahmet Fırat, Şahin Çepni

Diz osteoartriti, endüstrinin gelişimine paralel olarak iş gücü artan günümüz insanında, büyük oranda iş-güç kaybına neden olan ve artık genç yaşlarda da prevalansı artan bir durumdur. Dizin en sık görülen hastalığı olmasının yanında ciddi ağrı ve hareket kaybı nedenlerindedir. Her bir dizin yürüme sırasında tüm vücut yükünü tek başına taşıyor olması, dizlerden birinde gelişen osteoartritin, vücudun refleks mekanizmaları ile, hem çevresindeki eklemlerde hem de karşı taraf eklemlerde biyomekanik değişikliklere neden olduğu bilinmektedir. Bu olayların erken yaşlarda meydana gelmesi, etkilenecek eklem sayısını da artırmaktadır. Halen genç yaşta uygulanacak bir artroplastik için ideal ve uzun dönem dayanıklılığı ispat edilmiş yüzeyler ve implantlar bulunamadığından, yük aktarımının, doğal diz kompartmanları ve yüzeyleri üzerinden devamlılığını sağlayan diz çevresi osteotomileri, bu yaş grubu için ideal tedavi olarak rağbet görmektedir.

Bu yazıda diz çevresi osteotomileri, endikasyonları daha önceden tartışıldığı üzere, proksimal (yüksek) tibia ve distal femur osteotomileri olarak ele alınacaktır. Klinik sonuçlar, uygulanan cerrahi yöntem ve fiksasyon tiplerine göre değerlendirilecektir.

YÜKSEK TIBIAL OSTEOTOMİLER (YTO)

Uygulanan Tekniğin Sonuçlara Etkisi

Yüksek tibial osteotomilerde, sonuçlara etki eden hasta seçimi ve uygulanacak cerrahi teknik gibi faktörler son kırk yıl içinde açıkça ortaya konmuştur.

Literatür, 60 yaş altındaki, 12 dereceden az açısız deformitesi, tek kompartmanda sınırlı hastalığı, sağlam bağ dengesi ve cerrahi öncesinde en az 90 derecelik Eklem Hareket Açıklığı(EHA) olan hastalarda uygulandığında YTO'nun, sağlam ve tatminkâr sonuçlar verdiğini göstermektedir.(1) Medial kompartman artrozuna bağlı varus gonartrozunda, en sık kullanılan teknikler Kapalı Kama (KK) YTO ve Açık Kama (AK) YTO'dur. Her iki tekniğin de literatürde kendine özgü avantaj ve dezavantajları çeşitli yayınlarla dile getirilmiştir.(2,3) Wu ve arkadaşlarının yakın zamanda yayınladıkları meta analizlerinde AK-YTO ve KK-YTO'nun klinik ve radyolojik sonuçları değerlendirilmiştir.(4) Yedisi randomize kontrollü çalışma olan 22 çalışmadaki, 2582 vaka gözden geçirilmiştir. Klinik sonuç olarak cerrahi süre, hastanede kalma süresi, HSS skoru, diz ağrısı VAS skoru, EHA (fleksiyon açısı) ve Lysholm diz skoru kullanılmıştır. Araştırma sonucunda hastaların cerrahi ve hastanede kalış süreleri açısından belirgin bir farklılığın olmadığı gösterilmiştir. Klinik sonuç olarak değerlendirmeye dâhil edilen Hospital for Special Surgery (HSS) diz skoru, Görsel Ağrı Skalası (GAS) ve Lysholm skorları açısından değerlendirmede iki teknik arasında GAS ve Lysholm skorlarında belirgin farklılık görülmemiştir. HSS skoru ise AK-YTO hastalarında hafif ancak istatistiksel olarak belirgin olmayacak şekilde KK-YTO hastalarına göre daha yüksek elde edilmiştir. İlginç olarak EHA (fleksiyon açısı) değerlendirildiğinde AK-YTO vakalarında belirgin derecede farklılık gösterecek şekilde daha yüksek açıklık elde edilmiştir.

Radyolojik sonuçlar incelendiğinde, kalça-diz-ayak bileği açısı (7 çalışma, 459 AK-YTO, 397 KK-YTO

vakası) ve ortalama düzeltme açısı (8 çalışma, 310 AK-YTO, 327 KK-YTO) yönünden gruplar arasında belirgin bir fark olmadığı gösterilmiştir. Bununla beraber posterior tibial eğim (slope) açısı (11 çalışma, 663 AK-YTO, 581 KK-YTO vakası) değerlendirildiğinde, AK-YTO vakaları sonrası elde edilen posterior tibial eğim açısının KK-YTO vakalarına göre belirgin derecede fazla olduğu gözlenmiştir. Yine patellar yükseklik, Caton indeksi(5), Insall-Salvati indeksi(6) ve Blackburne-Peel oranı(7) kullanılarak ölçülmüş ve Caton ve Insall-Salvati indeksleri kullanıldığında KK-YTO hasta grubunda, AK-YTO hastalarına kıyasla belirgin derecede farklı olarak daha yüksek patellar yükseklik elde edildiği gösterilmiştir. Blackburne-Peel oranında ise iki grup arasında belirgin bir farklılık gösterilememiştir.

Klinik sonuçlar içerisinde en belirgin farklılığın görüldüğü fleksiyon derecesindeki artış kullanılan tekniğin yanı sıra, tespitin sağlamlığına bağlı olarak cerrahi sonrası erken dönemde geniş EHA egzersizlerinin uygulanmasına da bağlıdır. EHA'nın daha fazla görüldüğü çalışmada, Song ve arkadaşları(7,8) AK-YTO ve KK-YTO vakalarını karşılaştırırken, AK vakalarında kamalı plaklar kullanıp erken EHA egzersizleri başlamış, KK vakalarında ise uygulanan cerrahinin minimal invazivliğine dayanarak basamaklı zımba (staple) kullanmışlar ve erken EHA egzersizleri başlamamışlardır. Buradan da kullanılan tespit materyalinin klinik sonuçları etkilediği görülmüştür.

Patella yüksekliğindeki sonuçlar irdelendiğinde, AK-YTO sonrası bu yüksekliğin azalması tuberositas tibianın daha aşağı seviyeye indirilmesi, KK-YTO'da ise proksimal tibianın yükseltilmesine bağlı tibia tüberkülünün elevasyonu ile açıklanabilir.(9)

Tibia posterior eğiminin AK-YTO sonrası artması proksimal tibianın eşsiz anatomik geometrisinden kaynaklanmaktadır. Bu geometrik yapı, kesi sonrası anterior kısmın osteotominin kaldırma koluna daha yakın olmasından dolayı, posteriora göre anteriorda daha küçük bir gap açılmasını gerektirmektedir. Eşit derecede açılan boşluk posterior eğimin (slope) daha fazla olması ile sonuçlanmaktadır.(10)

Duivenvordeen ve ark.(2), retrospektif olarak 412 hastanın (354 KK-YTO, 112 AK-YTO) sonuçlarını incelemişlerdir. Tespit amaçlı olarak, AK-YTO'da Puddu ve Tomofix plak, KK-YTO için ise üç değişik tipte kanca (staple) kullanmışlardır. Her iki tekniğin komplikasyonlarını inceledikleri çalışmalarında, enfeksiyon, tromboembolizm, kanama, parestezi, düşük ayak, refleks sempatik distrofi sendromu, kalıcı ağrı, (greft alınmışsa) iliak kanatta ağrı ve kaynamama oranlarını incelemişlerdir. Total veya unikonkiler diz artroplastisine dönüş ise sağkalımın sonu olarak değerlendirilmiştir. Genel komplikasyon oranı %17

olarak bulunmuş ve en sık komplikasyonun KK YTO grubunda geçici ortak peroneal sinir duysal arazı(%4), AK-YTO grubunda ise greft alınan hastalarda iliak kanatta kalıcı ağrı(%19,7) idi. Kaynamama KK-YTO hastalarının %2,3'ünde, AK-YTO hastalarının ise %3,6'sında tespit edildi. Sağkalım oranlarına bakıldığında genel olarak artroplastie geçiş vakaların %17,4'ünde bulunmuş ve bu artroplastilerin büyük oranda KK-YTO vakalarında uygulandığı gösterilmiştir. Bununla birlikte Osteoarthritis Research Society International (OARSI) kriterlerine göre unikonkiler veya total diz artroplastisi uygulanmasına "ihtiyaç duyulması" göz önüne alındığında ise, sağkalım açısından KK-YTO ve AK-YTO grupları arasında belirgin bir farklılık görülmemiştir.

Yüksek Tibial Osteotomide Yaşın Etkisi

Literatürde valgus oluşturan YTO vakalarında sonucu etkileyen faktör olarak yaşı inceleyen yayın sayısı azdır. Bunlardan ikisi, 50 yaş üstüyle karşılaştırılmadan sadece 50 yaş altındaki sonuçları incelemiştir. (11,12) Trieb ve ark.(13) ise hastaları 65 yaş üstü ve altı olarak ayırmış ancak sadece sağkalım açısından incelemiştir. Bu çalışmalarında diz protezi uygulamasını YTO sağkalımı için son nokta olarak tayin etmişler ve genç hasta grubunu ortalama 13 yıl, yaşlı grubu ise ortalama 12 yıl takip etmişlerdir. 65 yaş altındaki hastalarda 10 yıllık sağ kalım %90 olarak tespit edilirken, 65 yaş üstü hastalarda sadece %70 olarak tespit edilmiştir. Yine yaşlı grupta protez cerrahisi, YTO müdahalesinden ortalama 4,6 yıl sonra uygulanırken 65 yaş altı grupta bu süre ortalama 9,1 yıl ile daha geç idi.

Kohn ve ark.(14), ortalama 57 yaş (55-63) ve ortalama 42 yaş (39-47) hastaların dahil edildiği 2 grubu fonksiyonel skorlar açısından değerlendirmişlerdir. İleri yaş grubundaki hastaların %69'u, genç yaş grubundakilerin ise %77'si çok veya yeterli düzeyde tatmin olduklarını belirtmişlerdir. Yine her iki grupta da benzer oranlarda, hastaların ağrı duymadıklarını ve bu cerrahiyi tekrar tercih edebileceklerini belirttikleri gözlenmiştir. Hastaların Lysholm skorları hem genel anlamda hem de gruplar arasında belirgin farklılık göstermeyecek şekilde cerrahi sonrası dönemde artış göstermiştir. Bu bulgular ışığında yazarlar hasta yaşının, yüksek tibial osteotomi klinik sonuçlarını etkilemek açısından bir farklılık göstermediğini ileri sürmüşlerdir.

İki Taraflı YTO Uygulamalarının Etkisi

Trieb ve ark.,(15) 2003 yılında tek veya iki taraflı uygulanmış YTO vakalarının sonuçlarını yayınlamışlar-

dır. Yine Kaplan-Meier analizine göre diz artroplastisi uygulamasının sağkalımın sonu varsayıldığında her iki grupta ve tüm vakalarda ortalama sağkalımın 8 yıl (1-13 yıl) olduğu görülmüş ve her iki gruptaki klinik ve radyolojik sonuçların benzer olduğu ortaya konmuştur. Buradan çıkan sonuçla bilateral uygulanan YTO'nin sağkalımı etkilemediği dolayısıyla da her iki endikasyonun uygun hastalarda uzun dönem sonuçları değiştirmediği görülmüştür.

YTO Uygulamasının Eklem Kıkırdak Rejenerasyonuna Etkisi

Medial gonartrozlu vakalarda uygulanan YTO sonrası, eklem aralığının genişlemesi(16) ve subkondral kemikteki sklerozun gerilemesi(17) literatürde yer almıştır. Schultz,(18) yayınladığı kapsamlı çalışmasında, YTO uygulanmış dizlerde kıkırdak rejenerasyonunu ve kalitesini, bu gelişime fiksasyon tipinin ve ek artroskopik müdahalenin (mikrokırık veya abrazyon artroplastisi) etkisini araştırmıştır. Hastalarda implant çıkımı sırasında diagnostik artroskopi uygulanmış ve kıkırdakların durumu tekrar gözlenmiştir. Çalışmanın sonucunda klinik sonuçların tüm hastalarda düzeldiği gösterilmekle birlikte mikro kırık veya abrazyon artroplastisi uygulanmış hastalarda uygulanmamışlara göre yürüme mesafesi ve cerrahi öncesi var olan EHA kısıtlılıklarındaki düzelmenin daha fazla olduğu gözlenmiştir. Cerrahi öncesi döneme göre hastaların %75'inde medial eklem boşluğunda artış (genişleme) tespit edilirken lateral kompartmanda hastaların %90'ında değişiklik olmadığı gösterilmiştir. Kıkırdağa müdahale edilmeyen dizlerde saçaklı tarzda kıkırdak rejenerasyonu mevcutken, mikro kırık veya abrazyon uygulanan dizlerde rejeneren olan kıkırdak daha kalın, altındaki kemiğe daha sıkı tutunmuş ve daha geniş bir alana yayılmış haldeydi. Rejenere olan kıkırdaklardan alınan biyopsiler incelendiğinde; ışık mikroskopisinde hiçbir grupta normal kıkırdak görülmemiş, oluşan kıkırdakların tümü fibrokartilaj yapısında olduğu tespit edilmiştir. Elektron mikroskopisi incelemesinde ise dejeneratif değişiklikler tüm biyopsilerde görülmüştür. Artroskopik müdahale uygulanan dizlerde kıkırdak kalitesi ve miktarının daha fazla olması, ekstremitte diziliminin düzeltilmesinin, her ne kadar eklem aralığında artışa sebep olsa da tek başına kondral rejenerasyon için yeterli olmadığını göstermiştir. Yine ilginç olarak, aynı çalışmada, osteotomi tespiti için için zımba (staple) kullanılıp cerrahi sonrası dönemde alçı ile takip edilen hastalardaki kıkırdak kalitesi, plakla tespit edilip erken dönemde hareket verilen olgulardaki kıkırdaklara göre daha zayıf olarak tespit edilmiştir.

Bu da erken hareket ve stabil tespitin kıkırdak rejenerasyonuna etkisini gösteren önemli bir bulgudur.

Bilgisayar Yardımlı Osteotominin Uzun Dönem Sonuçlara Etkisi

YTO vakalarında amaçlanan esas olgunun, medial kompartmana yönelmiş alt ekstremitte diziliminin yeniden düzenlenmesi olduğundan, birçok araştırmada uzun dönem sonuçları etkileyen en önemli faktör olarak dizilimin en doğru şekilde düzeltilmesi gösterilmiştir.(19,20) Düzeltme açısını ve kapalı kama osteotomilerde çıkarılacak kama miktarını belirlemede kullanılan konvansiyonel yöntemlerden bazıları; cerrahi öncesi radyolojik ölçümler ve planlama, cerrahi sırasında anatomik noktalara yerleştirilen kablolar ve kalibreli ölçüm aparatları olarak sıralanabilir.(21) Ancak tüm bu konvansiyonel yöntemlere rağmen ideal düzeltmeyi elde etmek mümkün olmayabilmektedir. Cerrahi öncesi planlamada konvansiyonel uzunluk grafipleri alt ekstremitedeki rotasyon nedeniyle gerçek doğrusal ölçümleri veremebilmektedir.(22) Yine çıkarılacak veya oluşturulacak kama miktarının belirlenmesinde hastanın kemik boyutları, mevcut ve planlanan proksimal tibia eğim miktarı, bırakılacak medial kortikal kemik miktarı gibi durumlar etkili olduğundan ideal kama şeklinin belirlenmesi mümkün olamayabilmektedir.(23,24) Çok laterale yerleştirilmiş bir kama ucu, osteotomi hattının kapanmasında zorluğa veya bir tibia plato kırığına neden olabilmektedir. Çok mediale yerleştirilmiş kama ucu ise medial korteksin zayıflamasına ve tespitin instabilitesine hatta açılma düzeltmenin kaybolmasına neden olabilir. Bu ve buna benzer ölçüm ve planlama hatalarını gidermek ve daha ideal bir dizilim elde etme amacıyla, Bae ve ark. (25) bilgisayar destekli navigasyon sistemleri kullanılarak yapılmış KK-YTO vakalarını radyolojik yönden değerlendirmiş ve konvansiyonel tekniklerle yapılmış YTO vakalarının klinik sonuçları ile karşılaştırmışlardır. Çalışmalarının sonucunda 3°'lik bir mekanik aks oluşturmada bilgisayar destekli navigasyon kullanımı ile %80'lik bir restorasyon sağlanırken, konvansiyonel yöntemlerde bu oran %50'de kalmıştır. Dolayısı ile navigasyon kullanılarak belirgin derecede iyileştirilmiş bir dizilim elde edilmiştir. Yine rotasyonel dizilim kusurları incelendiğinde, 5°'lik bir rotasyon veya fleksiyonun, alt ekstremitte diziliminde sırasıyla 3,4° ve 2,8°'lik hataya neden olduğu ve navigasyon kullanımının bu hataları minimuma indirdiği de literatürde gösterilmiştir.(22) Navigasyon sistemlerinin etkili olduğu durumlardan biri de kama ölçüsü ve şeklinin belirlenmesidir. Kamanın 3 boyutlu şeklinin

yanlış oluşturulması, asimetrik kapanmaya dolayısıyla transvers planda malrotasyona, sagittal planda ise proksimal tibia eğim açısının bozulmasına neden olmaktadır. Literatürde KK-YTO ile Lee'nin çalışmasında (26) $-3,7^\circ$ lik, Hohmann'ın çalışmasında ise (27) $-4,9^\circ$ lik fark elde edilmiştir. Bae'nin navigasyon kullandığı çalışmasında bu fark $-2,0^\circ$ olarak ölçülmüştür. Bae'nin çalışmasında navigasyonlu osteotomilerde posterior tibia eğimindeki ortalama değişiklik $-2,0^\circ$ ile literatürün çok altında çıkmış ve belirgin derecede farklılık göstermiştir. Kontrol gruplarındaki konvansiyonel osteotomilerde ise bu değişiklik $-4,0^\circ$ olarak bulunmuştur. Dolayısıyla bilgisayar destekli navigasyon kontrollü yapılan osteotomilerde ideale yalın kama şekli ve uygun yerde medial kama ucu oluşturulmuştur. Ortopedik cerrahide, bilgisayar destekli navigasyonlu kontrol sistemlerinin, gerek kullanışlılığı gerekse de maliyet etkinliği açısından ve de uzun dönem sonuçlara katkısı yönüyle en doğru kullanım alanı osteotomiler olması muhtemeldir ancak bunların uzun dönem sonuçları bilinmediğinden kesin kanaatler için yapılan çalışmaların ileri dönemlerdeki sonuçlarını beklemek gerekmektedir.

YTO Sonrası Sportif Faaliyetlere Katılım

Genç dönem artrozlarında osteotominin popülarite kazanmasının en büyük nedenlerinden birisi, bu dönemdeki aktif yaşantının sonucunda diz üzerine binen döngüsel yüklenmelerin daha fazla olması, bunun da prostetik replasmanların sağkalım sürelerine olan olumsuz etkisidir. Literatürde Total Diz Artroplastisi (TDA) sonrası gerek sporu bırakmış atletlerde (28,29) gerekse de genel popülasyonda (30) spora dönüş bildiren yayınlar olmakla birlikte, darbeye maruz kalınabilen sporlarda bulunmak isteyen bu hastalarda polietilen aşınması riski, her zaman mevcuttur. (31) Osteotominin bu konuda proteze göre potansiyel avantajı, gevşeme veya yük taşıyan yüzeylerde aşınma riskine sahip olmamasıdır. (32) Bonnin ve ark.'nın, rastgele seçilmiş ve YTO uygulanmış popülasyonda, hastaların cerrahi sonrası dönemde rekreasyon veya spor aktivitelerinde bulunma veya eski aktivitelerine dönebilme derecesini araştırdıkları çalışmalarında hastaların beklentisi ve bu beklentiyi karşılama miktarı araştırılmıştır. (32) Yine bu sonuçları, benzer metodoloji ile oluşturulmuş TDA uygulanmış hastalarla karşılaştırmışlardır. Hastaların %56'sı cerrahi sonrası dönemde, öncesinde bekledikleri kadar aktif olduklarını belirtmiş ve bu hastaların %98'inin yapılan müdahaleden tatmin oldukları bildirilmiştir. Beklentilerinin altında aktiviteye sahip olduğunu düşünenlerde ise cerrahiden tatmin olma oranı %51 idi. 75 yaş altı hastaların %40'ı, zorlayıcı tipte ağır

sporlara katılma yönünden kendilerini motive hissettiklerini bildirmişlerdir. Motive sporcuların ise %66'sı bu sporlarda düzenli olarak yer almaktaydı. Bu sonuçlarla, genç ve motive hastaların YTO sonrası ağır sporlarda yer alabildiklerini öne sürmüşlerdir. Bonnin, YTO ile elde ettiği sonuçları TDA sonrası spora katılım çalışması (33) ile karşılaştırdığında, spora katılım için motivasyon YTO grubunda %40 ile daha fazla iken, TDA hastalarında bu oranı %13 olarak bulmuştur. Nagel'in çalışmasında ise YTO sonrası koşma ve zıplama gibi aktivitelerde bulunma ve prosedürden tatmin oranı %82 olarak bulunmuştur. (34) Unikonkondiler diz artroplastisi sonrası sportif faaliyetlere katılımı incelediği çalışmasında, Naal, 18 aylık takip sonrasında Bonnin'in sonuçlarına benzer oranlar elde etmiştir. (35)

Cerrahi Öncesi Artroskopik ve Klinik Sonuçlara Etkisi

YTO ile beraber eş zamanlı artroskopinin yapılması konusunda literatürde değişik çalışmalar mevcuttur. YTO öncesi yapılan artroskopide elde edilen katalog bulgularla ilgili olarak, İlahi ve ark.'nın (36) yaptığı incelemede, YTO uygulanan 32 dizde düzeltilebilir artroskopik bulgular olarak; menisküs yırtıkları %94, kırıldak flepler %50, serbest partiküller %31 görülmüştür. Yine potansiyel ağrı kaynakları olarak sinovit %50, patolojik plika %38 oranında tespit edilmiştir. Ayrıca 2 vakada da Ön Çapraz Bağ (ÖÇB) rüptürü gösterilmiştir. Hastaların yarısından fazlasında, YTO sonrası yük taşıyacak kompartman olacak lateral kompartmanda menisküs yırtığı veya kondral hasar görülmüştür. İlginç olarak, düzeltilebilir patoloji görülmeyen diz tespit edilememiştir. YTO uygulanmış bu hastalarda yeniden operasyonu gerektirecek hiçbir komplikasyona da rastlanmamıştır. Bu bulguların klinik önemi ise tartışılmamıştır. Buradan çıkacak sonuçta; YTO öncesi rutin artroskopi uygulaması, lateral kompartman hastalıklarını ortaya koymak yönünden akılcı olabilir ancak lateral kompartmanda bulunan lezyon sayısı da belirgin değildir. Komplikasyon oranının az olması ise rutin artroskopiden korkulmaması gerektiğini göstermektedir. YTO öncesi rutin artroskopinin klinik sonuçlarını inceleyen çalışmada, Kim ve ark., sadece YTO uyguladıkları grupla rutin artroskopi ile beraber YTO uyguladıkları 98 hastayı karşılaştırmış ve 5 yıllık sonuçları yayınlamışlardır. (37) Hastaların tümüne artroskopik menisektomi uygulamışlar ve cerrahi sonrası erken dönemde komplikasyona rastlamamışlardır. Hastaları EHA, ağrı, klinik skorlamalar ve radyolojik parametrelerle değerlendirmişlerdir. Hastalarda rutin artroskopi uygulanan grup lehine olacak şekilde EHA'da

5° artış tespit etmişlerdir. Diğer parametreler yönünden iki grup arasında hiçbir fark gösterilmemiştir. Bu sonuçlar, 5°'lik EHA artışının klinik önemini sorgulayarak, YTO'nin klinik sonuçlar üzerinde artroskopiden daha etkili olduğunu göstermektedir. Yine Nha ve ark., rutin uyguladıkları artroskopi ve YTO vakalarında tespit ettikleri medial menisküs arka kök yırtıklarının hiçbirine müdahale etmemişler, 2 yıllık takip sonunda, implant çıkımı sırasında yapılan ikinci artroskopik bakıda %80'inin tam veya tama yakın iyileştiğini göstermişlerdir. (38) Burada ilginç olarak kök yırtığı iyileşenlerle iyileşmeyen hastalar arasında klinik bir fark yoktu. Dolayısıyla kök yırtığının iyileşmesinin klinik sonuçlara bir etkisinin olmadığı kanaatine varılmıştır. YTO sırasında kondral girişimlere bakıldığında, yakın zamanda Schuster'in (39) yaptığı çalışmada AK-YTO ile beraber kondral yüzey yenileme (mikro kırık veya abrazyon artroplastisi) uygulanan hastalarda, 5 ila 10 yıllık sonuçlar incelendiğinde sağkalım literatürle uyumlu olarak %95 civarında tespit edilmiş, 5. Yılda hastaların %95'inin aynı ameliyatı tekrar olmayı isteyebilecekleri belirtilmiştir. Sağkalım sonu olarak artroplastisi uygulanan 4 hastadan 3'ü ise, ikinci ameliyat sonrasında, TDA yerine osteotomiyi tercih edeceklerini söylemişlerdir. Ferruzzi ise otolog kondrosit implantasyonu ile combine ettikleri YTO vakalarında, otolog kondrosit implantasyonu uygulanan vakaların izole YTO vakalarına klinik üstünlüklerinin olmadığını göstermişlerdir. (40) Komplikasyon oranlarını inceleyen çalışmalarda, (36, 41, 42) YTO öncesi artroskopik girişimin komplikasyon oranlarını arttırmadığı gösterilmiştir. Bu bulgular ışığında artroskopik girişimin klinik sonuçları etkilemediği gösterilmekle birlikte uzun dönemli, karşılaştırmalı yayın sayısı yetersizdir.

YTO ve Eşzamanlı ÖÇB Tamiri

Genç hastalarda semptomatik medial kompartman osteoartritinin en önemli sebeplerinden birisi de kronik ÖÇB rüptürüdür.(43) Bunun yanında ileri varus deformitesinin kendisi de, doğal veya rekonstrükte edilmiş ÖÇB üzerinde yüklenmeyi artıran, dolayısıyla bu bağın fonksiyonunu bozan hatta kopmasına zemin hazırlayan bir durumdur.(44) Dolayısıyla proksimal tibia varus deformitesi YTO ile düzeltilirken sağkalımı artırmak amacıyla eşzamanlı ÖÇB onarımı gündeme gelmiştir. Bu konuda çeşitli yazarlar, aşamalı veya eşzamanlı cerrahi, değişik tiplerde implant ve osteotomi tekniği kullanarak klinik sonuçlarını yayınlamışlardır.(45-47) Zaffagnini ve ark.'nın eş zamanlı uyguladıkları YTO ve ÖÇB rekonstrüksiyonu/ revizyonu vakalarının ortalama 7 yıllık takiplerinde, hastaların hiçbirinde osteotomi revizyonu, ÖÇB re-

vizyonu, unikondiler diz artroplastisi veya TDA uygulanmadı ve %100 sağkalım elde edildi.(48) Çalışma grubunun ortalama yaşı 46 olmasına rağmen hastaların %62'sinin düzenli olarak yoğun içerikli sportif faaliyetlere katıldığı gösterilmiştir. Lattermann ve ark. karşılaştırmalı çalışmalarında hastaları yalnızca YTO, YTO ve eşzamanlı ÖÇB tamiri ve YTO'dan 6-12 ay sonra ÖÇB şeklinde gruplandırarak, 40 yaş üstünde yalnızca YTO'nin kendi başına yeterli bir tedavi olduğunu belirtmişler, daha genç hastalarda ise öncelikle YTO uygulamasını, instabilite devam ettiği taktirde 6 ila 12 ay sonra ÖÇB tamiri yapılmasını önermişlerdir. (49) Bu çalışmanın tartışma kısmında eşzamanlı combine YTO+ÖÇB tamiri prosedürünün belirgin derecede komplikasyon oranına sahip olduğu konusunda uygulayıcıların dikkatinin çekilmesi gerektiği belirtilmiştir. Yine devamında bu hastaların, cerrahın teşhis ve tedavi becerilerine meydan okuyacak kadar komplike bir duruma sahip oldukları belirtilmiştir. Robin ve Neyret'in laksiteye sahip dizlerde YTO uygulamalarıyla ilgili gözden geçirmelerinde, ÖÇB ve AÇB'dan yoksun dizlerdeki YTO prensiplerini tartışmışlardır. KK-YTO'nun proksimal tibia posterior eğimini (slope) azaltmaya, AK-YTO'nun ise artırmaya eğilimi olduğu literatürde belirtilmiştir. Eğimin azalması, ÖÇB hasarlanması sonucu ortaya çıkan anterior instabiliteyi azaltmaya yardımcı olurken, eğimin artması AÇB hasarlanması sonucu ortaya çıkan posterior instabiliteyi azaltmaya yardımcı olmaktadır.(50) Bu bulgular, ÖÇB hasarına sahip genç hastalarda YTO ile elde edilen dizilim düzelmesinin ÖÇB tamiri ile klinik sonuçlara pozitif katkı sağladığı yönündedir.

Uzun Dönem Serilerde YTO Sağkalımı

YTO'nun yayınlanmış uzun dönem sonuçları farklılık göstermektedir. Hasta seçiminden uygulanan tekniğe, fiksasyon tipinden eşlik eden komorbiditelere kadar birçok parametre uygulanan cerrahinin uzun dönem sonuçlarını etkilemektedir. Bütün bunların içinde uzun dönem başarı için en önemli faktör, hasta seçimi hariç tutulursa, cerrahi sonrası elde edilen dizilimdir. Burada zorluk "en uygun cerrahi sonrası dizilim" kriterinin yayınlarda değişkenlik göstermesindedir.(51) 3 ila 6 derecelik valgus (52), 10-12 derece valgus (53) veya 6 ila 14 derecelik anatomik valgusu (54) önerenler mevcuttur. Coventry, cerrahi sonrası 8 derece veya daha fazla valgus elde edilen dizlerde 5 ila 10 yıllık sağkalımı %94 olarak bulmuş iken, 5 derece veya daha az valgusa düzeltilen dizlerde 5 ila 10 yıllık sağkalım %63'lerde kalmıştır.(55) Yine Odenbring, YTO uygulanıp 10 ila 19 yıl takip edilen 314 hastadan cerrahi sonrası yetersiz düzeltme yapılan 170 hastanın 54'ünde (%31) revizyon cerrahi-

Tablo 1. Literatürdeki YTO 2,5,7, 10 ve 15 yıllık sağkalım oranları (51)

Yazar	Yıl	Sayı	2 yıl	5 yıl	7 yıl	10 yıl	15 yıl
Aglietti ve ark.(57)	2003	102	–	%96	%88	%78	%57
Berman ve ark.(1)	1991	39	%87	–	–	–	%57
Billings ve ark.(58)	2000	64	–	%85	–	%53	–
Cass ve Bryan (59)	1988	86	%94	%87	–	%69	–
Coventry ve ark.(55)	1993	87	–	%87	–	%66	–
Hernigou ve Ma (60)	2001	245	–	%94	–	%85	%68
Majima ve ark. (61)	2000	48	%91	–	–	%61	–
Naudie ve ark. (62)	1999	85	–	%95	–	%80	%60
Ritter ve Fitchman (63)	1988	78	%95	%80	%58	%58	%58
Sprenger ve Doerzbacher (64)	2003	66	–	%86	–	%74	%56

Kaynak: Melone JM, Hanssen AD. Chapter:94 Osteotomy about the knee. American Perspective. in Insall and Scott Surgery of the Knee, Fifth Edition, ed. W Norman S. Elsevier, 2012

si uygulamak zorunda kalınırken, normal veya aşırı düzeltilen 144 dizin sadece 8'inde (%5) revizyon cerrahisi gerekmiştir.(56)

Kubbe (Dome) osteotomisi uzun dönem sonuçları

Bu osteotomi aynı zamanda kemer (barrel-vault) osteotomisi olarak da bilinir. Sublukse dizlerde ve 15 dereceyi aşan deformitelerde kullanılabilir. (65) Fokal kubbe osteotomisi ise kubbenin merkezinin, deformite analizlerinden sonra elde edilen CORA (center of rotation angulation) noktasında olduğu osteotomilerdir. Osteotominin konkasitesi proksimale bakmaktadır. Dolayısıyla daha geniş bir temas alanına sahiptir. Erdem ve ark. açık kama fokal kubbe osteotomisi uyguladıkları medial laksiteye sahip varus gonartrozlu hastaları ortalama 27 ay takip ettikleri serilerinde, cerrahi öncesi eklem konverjans açısının belirgin derecede azaldığını göstermişlerdir. (66) Hastaların cerrahi öncesi ortalama 9,9° varus olan alt ekstremite mekanik açısı, bu yöntemle cerrahi sonrası ortalama 3,9° valgus mekanik açısına düzelmisti. Medial laksitede ise ortalama 2,6° azalma meydana gelmiştir. Knee Society ve HSS skorlarında da belirgin düzelme etmişlerdir.

Kerimoğlu ve ark., yüksek tibial kubbe osteotomisi sonuçlarında tibiofemoral açı değişikliklerinin etkisini ortalama 5,4 yıllık takiplerinde araştırmışlardır.(67) Osteotomi tespitinde Charnley tipi eksternal

fiksator kullandıkları vakalarında hastaları cerrahi sonrası femorotibial açlarına göre <8°, 8-12°, >12° valgus olarak ayırmışlar ve klinik skorlarını karşılaştırmışlardır. Kubbe osteotomisi sonucunda bu gruplar arasında klinik skorlar açısından istatistiksel olarak belirgin bir farklılık olmadığını ileri sürmüşlerdir.

Chiang ve ark., ortalama 15 yıllık dome osteotomisi sonuçlarını yayınladıkları çalışmalarında, özel bir kalibreli kesici kılavuz kullanarak oluşturdukları osteotomiyi, rijit eksternal fiksatorle tespit etmişler ve erken hareketle hastalarını rehabilite etmişlerdir.(68) Cerrahi sonrası ortalama 12,4° valgus olarak elde ettikleri dizilimin 5 yıl sonunda ortalama 7,8° valgusa gerilediğini tespit etmişlerdir. 5 yıl sonunda 25 hastanın 18'inde, 15 yıl sonunda ise 13'ünde HSS skorlarına göre iyi veya mükemmel sonuç elde etmişlerdir. Yine hastaların hiçbirinde, sonraki dönemde yapılabilecek bir artroplastiyi riske etmemesi yönüyle önem arzeden patellar pozisyonda bir değişiklik olmadığını göstermişlerdir. Kubbe osteotomisini, ileri dönemde yapılacak bir artroplasti için güvenilir bir zaman kazanma aracı olarak tanımlamışlardır.

Bilgen ve ark., fokal kubbe osteotomisi ve KK-YTO sonuçlarını radyolojik olarak karşılaştırdıkları çalışmalarında, dizilimdeki düzelme kaybı ve tibia aks lokalizasyonu değişiklikleri açısından ek bir deformiteye sebep olmaması yönüyle fokal kubbe osteotomisini daha yararlı bulmuşlardır.(69)

Kubbe osteotomisinin proksimal tibia eğim açısı na etkisini araştıran Çullu ve ark., eksternal fiksatorle

tespit ettikleri osteotominin ortalama 55 aylık sonuçlarını değerlendirmişlerdir.(70) Dört ayrı eğim açısı ölçme tekniği (anterior tibia korteksi, proksimal tibia anatomik aksı, posterior tibia korteksi ve proksimal fibula anatomik aksı) kullanılarak cerrahi öncesi ve sonrası elde edilen değerler, frontal planda aşırı düzeltilmiş, normal olarak düzeltilmiş ve yetersiz düzeltilmiş hasta gruplarında karşılaştırıldığında, genel olarak tüm ölçümlerde eğim açısının belirgin azaldığı tespit edilmiştir. Eğim açısındaki azalmanın, yetersiz düzeltme yapılan (veya deformitenin nüksettiği) hasta grubunda daha fazla olduğu görülmüştür. Cerrahi sonrası daha yüksek mekanik aks valgusunun oluşturulması, daha yüksek posterior tibial eğim açısı ile sonuçlanmıştır. Sonuç olarak da kubbe osteotomisi ardından sagittal planda meydana gelen posterior eğim açısı değişiklikleri, sonradan yapılacak artroplasti girişimleri açısından dikkatle değerlendirilmelidir.

YTO Sonrası Erken Hareketin Sonuçlara Etkisi

AK-YTO, değişik merkezlerde artan popülerite ve sayı ile uygulanıyor olmasına rağmen, kullanılan tekniklerin, uygulanan tespitlerin, uğraşılan kemik kalitesinin farklı olmaları nedeniyle kabul edilmiş, standart rehabilitasyon protokolleri bulunmamaktadır. AK-YTO vakalarında kilitli plak ile tespit uygulamalarının başlamasıyla kemik grefti veya diğer boşluk doldurucu materyaller kullanılmasa bile, kilitli olmayan plaklara göre daha üstün sonuçlar elde edilmiş ve klinik ve radyolojik sonuçlarda kötüleşme olmadan erken yük verilmesine olanak sağlanmıştır. (71) Bu konuda kapsamlı bir çalışma ortaya koyan Schröter ve ark., Level 1 prospektif randomize kontrollü çalışmalarında AK-YTO uyguladıkları ve Tomo-Fix™ plağı (DePuySynthes, Solothurn, Switzerland) kullanarak tespit ettikleri osteotomileri 2 gruba ayırmış ve bir gruba 11 gün parsiyel yük (20 kg) diğer gruba ise 6 hafta parsiyel yük (20 kg) verdirerek rehabilitasyon uygulamışlardır.(72) Çalışmalarının en önemli sonucu olarak da, osteotomi boşluğunda greft kullanmadan tespit uygulayıp erken (11.gün) tam yük vermeye geçtikleri hasta grubunda klinik sonuçların, komplikasyon oranlarını artırmadan daha iyi olduğunu belirtmişlerdir.

AK-YTO'de Osteotomi Hattında Greft Kullanımı (Oto-, Allo- veya Sentetik Greft)

AK-YTO, kapalı kama cerrahiyle karşılaştırıldığında kemik stoğunun korunması, öngörülebilir ve ayarlanabilen düzeltme yapılabilmesi, proksimal tibi-fibular eklemin korunduğu daha kolay yaklaşım

sağlaması, kompartman sendromu ve peroneal sinir yaralanmasından korunma sağlaması gibi avantajlara sahiptir. Bununla birlikte, açılan kama nedeniyle metafizer bölgede oluşan boşlukta iyileşmeyi, daha doğru tanımlamayla, kaynamayı, bunun sonucu olarak ta stabiliteyi artırmak amacıyla kemik greftleri veya kemik yerini alacak materyallerle buranın doldurulması ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Yine AK-YTO vakalarında komplikasyon olarak kaynamama, çökme ve alt ekstremitte diziliminin tekrar bozulması görülebilmektedir.(73) Otolog kemik grefti, kemik defektini doldurmak yönünden "altın standart" olmakla birlikte, kemik grefti donör sahası olarak en sık kullanılan yer olan iliak kemik, ağrı, uyluk hipoestezisi, enfeksiyon, pelvik kemik kırığı ve kıyafet giyerken rahatsızlık gibi komplikasyonların da kaynağı haline gelmektedir.(74) Donör saha morbiditesini ortadan kaldırmak üzere kullanılan allogreftler bu konuda başarı sağlamış olmakla birlikte,(75) hastalık bulaşma riski, immünolojik reaksiyonlar ve yavaş remodelizasyon gibi riskleri de beraberinde getirmektedir. Osteotomi boşluğunu doldurmak için hidroksiapatit, β-trikalsiyum fosfat veya bunların kombinasyonu gibi sentetik greftler ve metalik boşluk doldurucularla da başarılı sonuçlar bildirilmekle birlikte, son dönemde yapılan bazı çalışmalar, tespit sonrası herhangi bir organik veya sentetik greft kullanmadan kısa dönemde iyi sonuçlar vermiştir.(76,77) Ancak halen, osteotomi boşluğunu dolduracak en ideal materyal henüz bulunabilmiş değildir. Han ve ark., AK-YTO vakalarında kemik grefti (oto-, allo-, sentetik greftler) kullanılan ve kullanılmayan uygulamaların radyolojik sonuçlarını karşılaştırdıkları meta analizlerinde 25 çalışma ve 1841 hastayı değerlendirmeye dahil etmişlerdir.(78) Analiz sonuçlarında kemik grefti olarak kullanılan materyaller arasında kaynama süresi, oranı ve dizilimin korunması yönünden belirgin bir fark bulunamamışlardır. Yine, materyal kullanılan ve kullanılmayan vakalar arasında da bir fark bulunamamıştır. Bununla birlikte, Aryee ve ark., iliak kanat otogreftini, sadece obez, sigara içen veya 10 mm'den fazla boşluk açılan hastalar gibi kaynamama yönünden riskli hasta grubunda kullanmayı tavsiye etmişlerdir.(79) Ferner ve ark. ise, boşluk doldurma amaçlı kullanılan sentetik greftli vakalarda kaynamama oranlarının daha yüksek olduğunu göstermişlerdir.(80)

DİSTAL FEMORAL OSTEOTOMİLER

Genç hastalarda lateral kompartman osteoartriti, ortopedik cerrahide tanısal ve tedavi yönünden zorlayıcı durumlardan biridir. YTO'lerde olduğu gibi, distal femoral osteotomiler için yayınlanmış başarı oranları

Tablo 2 . Literatürdeki distal femur osteotomileri sağkalım oranları (81)

Yazar	Yıl	Sayı	Başarı %	Takip süresi
Cameron ve ark. (82)	1997	49	87	7 yıl
Edgerten ve ark. (83)	1993	24	71	8,3 yıl
Finkelstein ve ark. (84)	1996	21	64	11 yıl
Marin Morales ve ark. (85)	2000	17	75	6,5 yıl
Mathews ve ark. (86)	1998	21	57	3 yıl
McDermott ve ark. (87)	1988	24	92	4 yıl
Miniaci ve ark. (88)	1989	35	86	5,4 yıl
Terry ve Cimino (89)	1992	35	60	5,4 yıl
Wang ve Hau (90)	2005	30	87	10 yıl
Beckstein ve ark (91)	2007	38	82 (45)	10 (15) yıl
Dewilde ve ark. (92)	2013	16	82	7 yıl
Saithna ve ark. (93)	2014	21	79	5 yıl
Madelaine ve ark (94)	2014	29	91	5 yıl
Cameron ve ark. (95)	2015	40	92	5 yıl
Ekeland ve ark. (96)	2016	24	88 (74)	5 (10) yıl

- Melone JM, Hanssen AD. Chapter:94 Osteotomy about the knee. American Perspective. in Insall and Scott Surgery of the Knee, Fifth Edition, ed. W Norman S. Elsevier, 2012

- Kim YC, Yang JH, Kim HJ, Tawonsawatruk T, Chang YS, Lee JS, Bhandare NN, Kim KS, Delgado GDG, Nha KW. Distal femoral varus osteotomy for valgus arthritis of the knees: Systematic Review of open versus closed wedge osteotomy. Knee Surg Relat Res. 2018;4. doi: 10.5792/kssr.16.064. [Epub ahead of print].

da değişkenlik göstermektedir. Hasta seçim kriterleri, cerrahi sonrası elde edilen uygun ekstremite dizilimi, iyi cerrahi teknik (açık veya kapalı kama), fiksasyon metodu (zımba (staple), kamalı plak, anatomik plak, kilitli-kilitsiz plak) ve takip süreleri uzun dönem sonuçları etkileyen faktörlerdir. Literatürde fikir birliği sağlanmış uygun hasta kriterleri 65 yaş altı, yeterli kemik stoğu, izole lateral kompartman osteoartriti, minimal bağ instabilitesi, 90 dereceden fazla EHA, 20 dereceden az fleksiyon kontraktürüdür.

Distal femoral osteotomiler (DFO) gerek Açık Kama (AK-DFO) gerekse de Kapalı Kama (KK-DFO) olarak uygulanabilmektedir. AK-DFO, genelde orta veya yüksek dereceli düzeltmeler için iyi bir tercihtir. Uygulaması daha kolay ve daha kesin düzeltmeler sağlamaktadır. Ekstremitte yüksekliğinin sağlanması avantajlarından biri olmakla birlikte, açık kamanın greft ile doldurulma ihtiyacı ve karşı korteksin kırılma riski ortaya çıkabilmektedir.(97) KK-DFO, medialden daha güvenli bir yaklaşımla uygulanıp, osteo-

tomi hattında daha hızlı bir kaynama potansiyeline sahiptir. Daha hızlı rehabilitasyon uygulanabilmekte ve karşı korteks kırılma riski daha azdır.

Kim ve ark., 2018 başında, 16 çalışmanın (8 AK-DFO, 8 KK-DFO) dahil edildiği bir meta analizde, açık kama ve kapalı kama DFO vakalarını, klinik ve radyolojik sonuçlar, sağkalım ve komplikasyonlar açısından, KK-DFO sonuçlarının daha iyi olacağı hipotezi ile karşılaştırmışlardır.(81) Analiz sonucunda hipotezlerinin aksine, osteotomiler arasında sağkalımı da içerecek şekilde klinik ve radyolojik sonuçlar açısından belirgin bir fark olmadığı gösterilmiştir. AK-DFO vakaları için Saithna (93), 12 mm üzerinde gap açılan vakalarda greft kullanımını önermiştir. KK-YTO vakalarında ise çıkarılan kemik bloktan elde edilen greft haricinde greft kullanımı önerilmemiştir. (87) Analizde kullanılan çalışmalarda tespit materyalleri de karşılaştırılmıştır. Edgerton, zımba (staple) kullandığı 24 vakasının 17'sinde (%70) kaynamama veya kaynama gecikmesinin de olduğu komplikas-

yonlar tespit etmiştir. Çalışmalar Puddu plağı (Arthrex, Naples, FL, USA), kamalı plak (Synthes, Oberdorf, Switzerland) ve kilitle TomoFix plağı (Synthes) arasında aksiyel ve torsiyonel stabilite açısından bir fark olmadığını göstermiştir. Çalışmalar arasında rehabilitasyon ve yük verme açısından bir standartizasyon olmamakla birlikte, genel olarak yük vermenin AK-DFO vakalarında, KK-DFO vakalarına göre 2 ila 4 hafta geç başladığı gösterilmiştir. Tibianın aksine femurun moment kolu daha uzun olduğu ve osteotomi hattına daha fazla torsiyonel yük bindiği için, komplikasyon oranları uygulanan rehabilitasyon protokollerinden etkilenmektedir. Erken tam yük vermek fiksasyon kaybına ve dizilimin bozulmasına daha çok neden olabilmektedir. Gerek AK- gerekse de KK-DFO vakalarında en sık bildirilen komplikasyon, çıkıntılı plağa bağlı tekrar cerrahiye maruz kalmaydı. Jacobi ve ark., kendi AK-DFO serilerinde %86 oranında TomoFix plaklarının çıkarılmasına bağlı yeniden cerrahi gereksinimini yayınlamışlardır. Bunun sebebi olarak ta plağın çıkıntı yapıp iliotibial banta sürtünmesini ileri sürmüşlerdir.

Brinkman ve ark., 5 farklı suprakondiler osteotomi konfigürasyonu (1. Sabit açılı *implant* ile tespit edilmiş oblik medial KK-DFO, sabit açılı *kamalı plakla* tespit edilmiş 2. Oblik ve 3. Yere paralel KK-DFO, 4. *Metal gap doldurucu plak* ve 5. *Sabit açılı implant* ile lateral AK-DFO) osteotomi sonrası uygulanan teknik ve tespitlerin biyomekanik dayanıklılık ve stabilitesini araştırmışlardır.(98) Osteotomi hattında en az hareket ve en yüksek dayanıklılık, açılı kama plakla fikse edilen medial oblik KK-DFO uygulamalarında elde edilmiştir. Lateral AK-DFO uygulamaları medial KK-DFO ile karşılaştırıldığında stabilite yönünden daha zayıftı ve dayanıklılığı daha azdı. Yine oblik kesiler de yere paralel osteotomilere göre daha stabil ve yüksek dayanıklılığa sahipti. Bu sonuçlar cerrahi sonrası rehabilitasyonu programlamak açısından da yol gösterici rol oynamaktadır.

Kaynaklar

- Berman AT, Bosacco SJ, Kirshner S, Avolio A Jr. Factors influencing long-term results in high tibial osteotomy. *Clin Orthop Relat Res* 1991;272:192-198
- Duijvenvoorden T, van Diggele P, Reijman M, Bos PK, van Egmond J, Bierma-Zeinstra SM, et al. Adverse events and survival after closing- and opening-wedge high tibial osteotomy: a comparative study of 412 patients. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017;25(3):895-901
- van Egmond N, van Grinsven S, van Loon CJ, Gaasbeek RD, van Kampen A. Better clinical results after closed- compared to open-wedge high tibial osteotomy in patients with medial knee osteoarthritis and varus leg alignment. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016; 24(1):34-41
- Wu L, Jun L, Zhicheng J, Xiaobin C, Weiyang G. Comparison of clinical and radiological outcomes between opening-wedge and closing-wedge high tibial osteotomy: A comprehensive meta-analysis. *PLoS ONE* 12(2):e0171700.doi:10.1371/journal.pone.0171700
- Amzallag J, Pujol N, Maqdes A, Beauflis P, Judet T, Catonne Y. Patellar height modification after high tibial osteotomy by either medial opening-wedge or lateral closing-wedge osteotomies. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013; 21(1):255-9.
- Portner O. High tibial valgus osteotomy: closing, opening or combined? Patellar height as a determining factor. *Clin Orthop Relat Res.* 2014; 472(11):3432-40.
- Song IH, Song EK, Seo HY, Lee KB, Yim JH, Seon JK. Patellofemoral alignment and anterior knee pain after closing- and opening-wedge valgus high tibial osteotomy. *Arthroscopy.* 2012; 28(8):1087-93.
- Song EK, Seon JK, Park SJ, Jeong MS. The complications of high tibial osteotomy: closing- versus opening-wedge methods. *J Bone Joint Surg Br.* 2010; 92(9):1245-52.
- Brouwer RW, Bierma-Zeinstra SM, van Koeveeringe AJ, Verhaar JA. Patellar height and the inclination of the tibial plateau after high tibial osteotomy. The open versus the closed-wedge technique. *J Bone Joint Surg Br.* 2005; 87(9):1227-32.
- Asada S, Akagi M, Mori S, Matsushita T, Hashimoto K, Hamanishi C. Increase in posterior tibial slope would result in correction loss in frontal plane after medial open-wedge high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2012; 20(3):571-8.
- Holden DL, James SL, Larson RL, Slocum DB (1988) Proximal tibial osteotomy in patients who are 65 years old or less. A long-term follow-up study. *J Bone Joint Surg Am* 70(7):977-982.
- Odenbring S, Tjornstrand B, Egund N, Hagstedt B, Hovelius L, Lindstrand A, Luxhoj T, Svanstrom A (1989) Function after tibial osteotomy for medial gonarthrosis below aged 50 years. *Acta Orthop Scand* 60(5):527-531.
- Trieb K, Grohs J, Hanslik-Schnabel B, Stulnig T, Panotopoulos J, Wavivenhaus A (2006) Age predicts outcome of high-tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 14(2):149-152.
- Kohn L, Sauerschnig M, Iskandar S, Lorenz S, Meidinger G, Imhoff AB, Hinterwimmer S. Age does not influence the clinical outcome after high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2013;21:146-151.
- Trieb K, Cetin E, Stulnig T, Wavivenhaus A. Long-term results after uni- and bilateral high tibial osteotomies. *Z Orthop Grenzgeb* 2003;141:33-36.
- Tjornstrand B, Egund N, Hagstedt B. High tibial osteotomy. A seven-year clinical and radiographic follow-up. *Clin Orthop* 1982;160: 124-136.
- Akamatsu Y, Koshino T, Saito T, Wada J. Changes in osteosclerosis of the knee after high tibial osteotomy. *Clin Orthop* 1997;334: 207-214.
- Schultz W, Göbel D. Articular cartilage regeneration of the knee joint after proximal tibial valgus osteotomy: a prospective study of different intra- and extra-articular operative techniques. 1999;7:29-36.
- Bae DK, Yoon KH, Kwon OS, Kim YC, Shin DJ. Results and survivorship of high tibial osteotomy. *J Korean Orthop Assoc* 2002;37:357-63.
- Kirgis A, Albrecht S. Palsy of the deep peroneal nerve after proximal tibial osteotomy: an anatomical study. *J Bone Joint Surg [Am]* 1992;74-A:1180-5.
- Hsu RW, Himeno S, Coventry MB, Chao EY. Normal axial alignment of the lower extremity and load-bearing distribution at the knee. *Clin Orthop* 1990;255:215-27.
- Ellis RE, Tso CY, Rudan JF, Harrison MM. A surgical planning and guidance system for high tibial osteotomy. *Comput Aided Surg* 1999;4:264-74.

23. El-Azab H, Halawa A, Anetzberger H, Imhoff AB, Hinterwimmer S. The effect of closed- and open-wedge high tibial osteotomy on tibial slope: a retrospective radiological review of 120 cases. *J Bone Joint Surg [Br]* 2008;90-B:1193-7.
24. Moreland JR, Bassett LW, Hunker GJ. Radiographic analysis of the axial alignment of the lower extremity. *J Bone Joint Surg [Am]* 1987;69-A:745-9.
25. Bae DK, Song SJ, Yoon KH. Closed-wedge high tibial osteotomy using computer-assisted surgery compared to the conventional technique. *J Bone Joint Surg [Br]* 2009;90-B:1164-71.
26. Lee JY, Seon JK, Song EK, et al. Comparison of high tibial osteotomy: opening versus closing wedge osteotomy. *J Korean Orthop Assoc* 2004;39:790-6.
27. Hohmann E, Bryant A, Imhoff AB. The effect of closed wedge high tibial osteotomy on tibial slope: a radiographic study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006;14:454-9.
28. Diduch DR, Insall JN, Scott WN, Scuderi GR, Font-Rodriguez D. Total knee replacement in young active patients. Long-term follow-up and functional outcome. *J Bone Joint Surg Am* 1997;79:575-582.
29. Mont MA, Rajadhyaksha AD, Marxen JL, Silberstein CE, Hungerford DS. Tennis after total knee arthroplasty. *Am J Sports Med* 2002;30:163-166.
30. Chatterji U, Ashworth MJ, Lewis PL, Dobson PJ (2005) Effect of total knee arthroplasty on recreational and sporting activity. *ANZ J Surg* 75:405-408
31. Lavernia CJ, Sierra RJ, Hungerford DS, Krackow K (2001). Activity Level and wear in total knee arthroplasty: a study of autopsy retrieved specimens. *J Arthroplasty* 16:446-453.
32. Bonnin MP, Laurent JR, Zadegan F, Badet R, Archbold HAP, Servien E. Can patients really participate in sport after high tibial osteotomy? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2013;21:64-73.
33. Bonnin M, Laurent JR, Parratte S, Zadegan F, Badet R, Bissery A. Can patients really do sport after TKA? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2010;18:853-862.
34. Nagel A, Insall JN, Scuderi GR. Proximal tibial osteotomy: a subjective outcome study. *J Bone Joint Surg Am* 1996;78:1353-1358.
35. Naal FD, Fischer M, Preuss A, Goldhahn J, von Knoch F, Preiss S, Munzinger U, Drobny T. Return to sports and recreational activity after unicompartmental knee arthroplasty. *Am J Sports Med* 2007;35:1688-1695.
36. Ilahi O, Stein JD, Ho DM, Bocell JR, Lindsey RW. Arthroscopic findings in knees undergoing proximal tibial osteotomy. *J Knee Surg* 2008;21(1):63-67.
37. Kim CW, Lee CR, Seo SS, Gwak HC, Kim JH, Jeong JW. Clinical efficacy of an arthroscopic surgery in open wedge high tibial osteotomy *J Knee Surg* 2106;30(4):352-358.
38. Nha KW¹, Lee YS, Hwang DH, Kwon JH, Chae DJ, Park YJ, Kim JI. Second-look arthroscopic findings after open-wedge high tibia osteotomy focusing on the posterior root tears of the medial meniscus Arthroscopy. 2013 Feb;29(2):226-31
39. Schuster P, Schulz M, Mayer P, Schlumberger M, Immendoerfer, M Joerg Richter J. Open-wedge high tibial osteotomy and combined abrasion/microfracture in severe medial osteoarthritis and varus malalignment: 5-year results and arthroscopic findings after 2 years. *Arthroscopy* 2015; 31(7):1279-1288.
40. A. Ferruzzi, R. Buda, M. Cavallo, A. Timoncini, S. Natali, S. Gianini. Cartilage repair procedures associated with high tibial osteotomy in varus knees: Clinical results at 11 years follow-up. *Knee* 2014;21(2):445-450.
41. Mac Intosh DL, Welsh RP. Joint debridement – a complement to high tibial osteotomy in the treatment of degenerative arthritis. *J Bone Joint Surg [Am]* 1977;59:1094-1097.
42. Psczolla M, Groeneveld HB Die Tibiakopfsosteotomie mit der AO-Winkelplatte *Orthop Praxis* 1984;20: 118- 121.
43. Li G, Papannagari R, DeFrate LE, Yoo JD, Park SE, Gill TJ. The effects of ACL deficiency on mediolateral translation and varus-valgus rotation. *Acta Orthop* 2007;78(3):355-360.
44. van de Pol GJ, Arnold MP, Verdonshot N, van Kampen A. Varus alignment leads to increased forces in the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med* 2009;37(3):481-487.
45. Bonin N, Ait Si Selmi T, Donell ST, Dejour H, Neyret P. Anterior cruciate reconstruction combined with valgus upper tibial osteotomy: 12 years follow-up. *Knee* 2004;11(6):431-437.
46. Dejour H, Neyret P, Boileau P, Donell ST. Anterior cruciate reconstruction combined with valgus tibial osteotomy. *Clin Orthop Relat Res* 1994;299:220-228.
47. Noyes FR, Barber-Westin SD, Hewett TE. High tibial osteotomy and ligament reconstruction for varus angulated anterior cruciate ligament-deficient knees. *Am J Sports Med* 2000;28(3):282-296.
48. Zaffagnini S, Bonanzinga T, Grassi A, Marcheggiani Muccioli GM, Musiani C, Raggi F, Iacono F, Vaccari V, Marcacci M. Combined ACL reconstruction and closing-wedge HTO for varus angulated ACL-deficient knees. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013;21(4):934-41.
49. Lattermann C, Jakob RP. High tibial osteotomy alone or combined with ligament reconstruction in anterior cruciate ligament-deficient knees. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1996;4(1):32-8.
50. Robin JG, Neyret P. High tibial osteotomy in knee laxities: Concepts review and results. *EFORT Open Rev* 2016;1:3-11.
51. Melone JM, Hanssen AD. Chapter:94 Osteotomy about the knee. American Perspective. in Insall and Scott *Surgery of the Knee*, Fifth Edition, ed. W Norman S. Elsevier, 2012:911-925.
52. Hernigou P, Medevielle D, Debeyre J, Goutallier D: Proximal tibial osteotomy for osteoarthritis with varus deformity: a ten to thirteen-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Am.* 1987;69:332-354.
53. Cass JR, Bryan RS: High tibial osteotomy. *Clin Orthop Relat Res.* 1988;230:196-199.
54. Rudan JF, Simurda MA: High tibial osteotomy: a prospective clinical and roentgenographic review. *Clin Orthop Relat Res.* 1990;255:251-256.
55. Coventry MB: Proximal tibial varus osteotomy for osteoarthritis of the lateral compartment of the knee. *J Bone Joint Surg Am.* 1987;69:32-38.
56. Odenbring S, Egund N, Knutson K, et al.: Revision after osteotomy for gonarthrosis: a 10- to 19-year follow-up of 314 cases. *Acta Orthop Scand.* 1990;61:128-130.
57. Aglietti P, Buzzi R, Vena LM, et al.: High tibial valgus osteotomy for medial gonarthrosis: a 10- to 21-year study. *J Knee Surg.* 2003;16:21-26.
58. Billings A, Scott DF, Camargo MP, Hofmann AA: High tibial osteotomy with a calibrated osteotomy guide, rigid internal fixation, and early motion: long-term follow-up. *J Bone Joint Surg Am.* 2000;82:70-79.
59. Cass JR, Bryan RS: High tibial osteotomy. *Clin Orthop Relat Res.* 1988;230:196-199.
60. Hernigou P, Ma W: Open wedge tibial osteotomy with acrylic bone cement as bone substitute. *Knee.* 2001;8:103-110.
61. Majima T, Yasuda K, Katsuragi R, Kaneda K: Progression of joint arthrosis 10 to 15 years after high tibial osteotomy. *Clin Orthop Relat Res.* 2000;381:177-184.
62. Naudie D, Bourne RB, Rorabeck CH, Bourne TJ: The Install Award: survivorship of the high tibial valgus osteotomy. A 10- to 22-year followup study. *Clin Orthop Relat Res.* 1999;367:18-27.

63. Ritter MA, Fechtman RA: Proximal tibial osteotomy: a survivorship analysis. *J Arthroplasty*. 1988;3:309-311.
64. Sprenger TR, Doerzbacher JF: Tibial osteotomy for the treatment of varus gonarthrosis: survival and failure analysis to twenty-two years. *J Bone Joint Surg Am*. 2003;85:469-474.
65. Esenkaya I, Unay K, Akan K. Proximal tibial osteotomies for the medial compartment arthrosis of the knee: a historical journey. *Strat Traum Limb Recon* 2012;7:13–21.
66. Erdem M, Güneş T, Şen C, Bostan B, Aşçı M. Medial gevşekliğin eşlik ettiği varus gonartroz tedavisinde açıcı fokal-kubbe osteotomisi Opening focal dome osteotomy in the treatment of varus gonarthrosis associated with medial laxity. *Eklem Hastalık Cerrahisi* 2010;21(2):80-85.
67. Kerimoğlu S, Çavuşoğlu S, Turhan AU. The effect of tibiofemoral angle changes on the results of dome osteotomy. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2008 Mar-Apr;42(2):75-79.
68. Chiang H, Hsu HC, Jiang CC. Dome-shaped high tibial osteotomy: a long-term follow-up study. *J Formos Med Assoc*. 2006;105(3):214-9.
69. Bilgen MS, Atici T, Bilgen OF. High tibial osteotomy for medial compartment osteoarthritis: a comparison of clinical and radiological results from closed wedge and focal dome osteotomies. *J Int Med Res*. 2007;35(6):733-41.
70. Cullu E, Aydoğdu S, Alparslan B, Sur H. Tibial slope changes following dome-type high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2005;13(1):38-43.
71. Cotic M, Vogt S, Hinterwimmer S, Feucht MJ, Slotta-Huspenina J, Schuster T, Imhoff. A matched-pair comparison of two different locking plates for valgus-producing medial open-wedge high tibial osteotomy: peek-carbon composite plate versus titanium plate. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2015;23(7):2032-40.
72. Schröter S, Ateschrang A, Löwe W, Nakayama H, Stöckle U, Ihle C. Early full weight-bearing versus 6-week partial weight-bearing after open wedge high tibial osteotomy leads to earlier improvement of the clinical results: a prospective, randomised evaluation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2017;25(1):325-332.
73. Akizuki S, Shibakawa A, Takizawa T, Yamazaki I, Horiuchi H. The long-term outcome of high tibial osteotomy: a ten- to 20-year follow-up. *J Bone Joint Surg Br*. 2008;90:592-6.
74. Chae DJ, Shetty GM, Wang KH, Montalban AS Jr, Kim JI, Nha KW. Early complications of medial opening wedge high tibial osteotomy using autologous tricortical iliac bone graft and T-plate fixation. *Knee*. 2011;18:278-84.
75. Yacobucci GN, Cocking MR. Union of medial opening-wedge high tibial osteotomy using a corticocancellous proximal tibial wedge allograft. *Am J Sports Med*. 2008;36:713-9.
76. Lobenhoffer P, Agneskirchner J, Zoch W. Open valgus alignment osteotomy of the proximal tibia with fixation by medial plate fixator. *Orthopade*. 2004;33:153-60.
77. Niemeyer P, Schmal H, Hauschild O, von Heyden J, Sudkamp NP, Kostler W. Open-wedge osteotomy using an internal plate fixator in patients with medial-compartment gonarthrosis and varus malalignment: 3-year results with regard to preoperative arthroscopic and radiographic findings. *Arthroscopy*. 2010;26:1607-16.
78. Han JH, Kim HJ, Song JG, Yang JH, Bhandare NN, Fernandez AR, Park HJ, Nha KW. Is Bone Grafting Necessary in Opening Wedge High Tibial Osteotomy? A meta-analysis of radiological outcomes. *Knee Surg Relat Res* 2015;27(4):207-220.
79. Aryee S, Imhoff AB, Rose T, Tischer T. Do we need synthetic osteotomy augmentation materials for opening-wedge high tibial osteotomy. *Biomaterials*. 2008;29:3497-502.
80. Ferner F, Dickschas J, Ostertag H, Poske U, Schwitulla J, Harrer J, Strecker W. Is a synthetic augmentation in medial open wedge high tibial osteotomies superior to no augmentation in terms of bone-healing? *Knee* 2016;23(1):2-7.
81. Kim YC, Yang JH, Kim HJ, Tawonsawatruk T, Chang YS, Lee JS, Bhandare NN, Kim KS, Delgado GDG, Nha KW. Distal femoral varus osteotomy for valgus arthritis of the knees: Systematic Review of open versus closed wedge osteotomy. *Knee Surg Relat Res*. 2018;4. doi: 10.5792/kssr.16.064. [Epub ahead of print].
82. Cameron HU, Botsford DJ, Park YS. Prognostic factors in the outcome of supracondylar femoral osteotomy for lateral compartment osteoarthritis of the knee. *Can J Surg*. 1997;40:114-118.
83. Edgerton BC, Mariani EM, Morrey BF. Distal femoral varus osteotomy for painful genu valgum: a five-to-11-year follow-up study. *Clin Orthop Relat Res*. 1993;288:263-269.
84. Finklestein JA, Gross AE, Davis A. Varus osteotomy of the distal part of the femur: a survivorship analysis. *J Bone Joint Surg Am*. 1996;78:1348-1352.
85. Marin Morales LA, Gomez Navalon LA, Zorilla RP. Treatment of osteoarthritis of the knee with valgus deformity by means of a varus osteotomy. *Acta Orthop Belg*. 2000;66:272-278.
86. Mathews J, Cobb AG, Richardson S, Bentley G. Distal femoral osteotomy for lateral compartment osteoarthritis of the knee. *Orthopedics*. 1998;21:437-440.
87. McDermott AG, Finklestein JA, Farine I. Distal femoral varus osteotomy for valgus deformity of the knee. *J Bone Joint Surg Am*. 1988;70:110-116.
88. Miniaci A, Grossman SP, Jacob RP. Supracondylar femoral varus osteotomy in the treatment of valgus knee deformity. *Am J Knee Surg*. 1989;2:65-70.
89. Terry GC, Cimino PM. Distal femoral osteotomy for valgus deformity of the knee. *Orthopedics*. 1992;15:1283-1289.
90. Wang JW, Hsu CC. Distal femoral varus osteotomy for osteoarthritis of the knee. *J Bone Joint Surg Am*. 2005;87(1):127-33.
91. Backstein D, Morag G, Hanna S, Safir O, Gross A. Longterm follow-up of distal femoral varus osteotomy of the knee. *J Arthroplasty*. 2007;22(4 Suppl 1):2-6.
92. Dewilde TR, Dauw J, Vandenuecker H, Bellemans J. Opening wedge distal femoral varus osteotomy using the Puudu plate and calcium phosphate bone cement. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2013;21:249-54.
93. Saithna A, Kundra R, Getgood A, Spalding T. Opening wedge distal femoral varus osteotomy for lateral compartment osteoarthritis in the valgus knee. *Knee*. 2014;21:172-5.
94. Madelaine A, Lording T, Villa V, Lustig S, Servien E, Neyret P. The effect of lateral opening wedge distal femoral osteotomy on leg length. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2016;24:847-54.
95. Cameron JI, McCauley JC, Kermanshahi AY, Bugbee WD. Lateral Opening-wedge Distal Femoral Osteotomy: Pain Relief, Functional Improvement, and Survivorship at 5 Years. *Clin Orthop Relat Res*. 2015 Jun;473(6):2009-15.
96. Ekeland A, Nerhus TK, Dimmen S, Heir S. Good functional results of distal femoral opening-wedge osteotomy of knees with lateral osteoarthritis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2016;24:1702-9.
97. Thein R, Bronak S, Thein R, Haviv B. Distal femoral osteotomy for valgus arthritic knees. *J Orthop Sci*. 2012;17:745-9.
98. Brinkman JM, Hurschler C, Agneskirchner JD, Freiling D, van Heerwaarden RJ. Axial and torsional stability of supracondylar femur osteotomies: biomechanical comparison of the stability of five different plate and osteotomy configurations. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2011;19:579-87.

Diz Çevresi Osteotomilerinden Sonra Total Diz Protezi Uygulamaları; PTO/YTO'nun Sonraki Ameliyatlara Etkisi

Cumhur Cevdet Kesemenli, Kaya Memişoğlu

Proksimal Tibia Osteotomileri (PTO), gonatrozun tedavisinde sıklıkla kullanılan tedavi yöntemlerinden biridir. Birçok PTO tekniği tanımlanmışsa da sık olarak medial açık kama osteotomisi (MAKO) ve lateral kapalı kama osteotomisi (LKKO) teknikleri kullanılmaktadır (1,2). LKKO geleneksel olarak kullanılmakla birlikte 90'lı yılların sonları 2000 yıllarının başından itibaren MAKO popüler olarak tercih edilmeye başlanmıştır. MAKO'nin kolay koreksiyon sağlaması, proksimal kemik stoğunun korunması, proksimal tibiofibular eklemin bozulmaması, peroneal sinir yaralanması olmaması, kompartman sendromu riskinin az olması gibi avantajları vardır. Proksimal tibiada kemik stoğunun korunması LKKO ne göre total diz protezine (TDP) geçişte daha az teknik zorluk getirmektedir (3,4). TDP'ne dönüş; MAKO uygulanan hastalarda, LKKO uygulanan hastalara oranla daha kolay olup klinik ve radyolojik sonuçları arasında önemli farklılık yoktur. PTO sonrası 10 yıllık süreçte sağkalım yaklaşık %80-90 oranlarındadır. PTO sonrası TDP ne geçiş oranı tam olarak bilinmemektedir. PTO sonrası TDP'ne geçişte başarı oranları hakkında çok sayıda çalışma olmakla birlikte primer TDP arasında önemli bir fark olmadığı da bildirilmektedir (3,4). Ancak PTO sonrası TDP'ne geçişin primer diz gibi düşünülmesi büyük hata olur. Teknik olarak bazı zorluklarla karşılaşılacağı önceden düşünülmeli ve ameliyat sırasında revizyon protezine ihtiyaç duyulabileceği akılda tutularak hazırlıklı olunmalıdır. PTO de fiksasyon için kullanılan malzemelerin varlığı, kullanılan greftler, trikalsyum fosfat gibi sentetik greftlerin, allogreftlerin kullanılması cerrahi sorunlarla karşılaşılmasına neden olabilmektedir. Ayrıca kapalı

kama osteotomilerinde kemik bloğu çıkarılması kemik stoğunun azalmasına neden olabilmektedir. PTO sonrası TDP ne geçişte yumuşak doku problemleri, patellanın eversiyonu zorluğu, proksimal tibiada koronal ve sagittal plan deformitelerinin olması, instabilite, eklem sertliği, patellanın olukta olmaması patella infera gibi sorunlar önceden tespit edilmelidir (5).

PTO' dan TDP'ne geçiş nedenleri

1. Yetersiz düzeltme
2. Koreksiyon kaybı
3. Cerrahi hatalar
4. Osteoartrit ilerlemesi
5. Yaş
6. Vucut kitle indeksi
7. Osteoartrit derecesi
8. Cinsiyet

Proteze Geçişte Olası Cerrahi Zorluklar

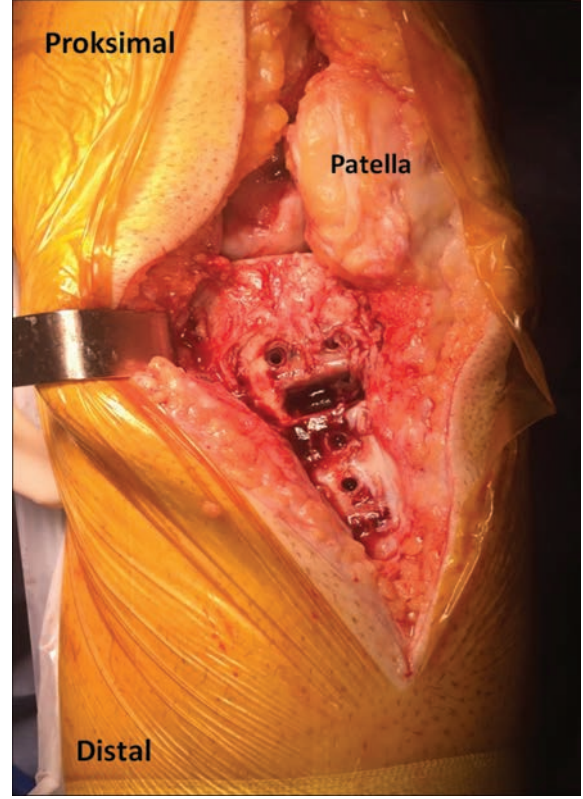
Insizyon

Tibiannın proksimalinde ya da lateralinde longitudinal ya da transvers bir insizyon skarı olabilir. Transvers insizyonlar güvenli bir şekilde ihmal edilebilir ancak çoklu longitudinal insizyonlar da dikkatli davranılması gerekir. Diz eklemi çevresinde çoklu paralel insizyonlar nedeniyle cilt sorunlarıyla karşılaşılabilir. Kan akımı ve lenf drenajı medialden olduğu için lateral flep daha savunmasızdır. Eğer önceki ameliyatlara ait insizyon varsa, yeni insizyon için en lateraldeki insizyon kullanılmalıdır. Cerrahin tercihinine göre ciddi valgus deformitesi olanlarda cerrah lateral yaklaşıma

alışkınsa lateral yaklaşımı da tercih edebilir. TDP'ne geçişte önemli bir tartışmada infra patellar ve osteotomi çevresindeki yapışıklıklar ve fibroz dokular nedeniyle patellanın everte edilmesindeki zorluktur (6,7). Bunun sebebi osteotomi çevresindeki yapışıklıklar ve patella bajadır. Bu nedenle pateller tendonu koruyarak iyi bir gevşetme yapılmalıdır. Buna rağmen hala patella eversyonu yapılamıyorsa lateral retinakular ve patellofemoral ligament gevşetmesi, Rektus snip, kuadrisepte Y veya V plasti, tibial tüberkül osteotomisi gibi yaklaşımlar gerekebilir (5). Ancak V veya Y plasti sonrasında ekstensor mekanizmada güçsüzlük, daha fazla patella baja ve ya ekstansiyon kaybı gelişebilir. Tibial tüberkül osteotomisi daha geniş bir cerrahi bakışa izin verir. Ancak ameliyat sonrasında ekstansiyon kaybı tibial tüberkülün proksimale migrasyonu veya tibial kırık oluşabilir. Ancak bu belirtilen yöntemler her zaman gerekmemektedir (8). Bizim yaptığımız olgularda ek bir yonteme gerek kalmaksızın TDP'ne dönüşüm sağlanmıştır.

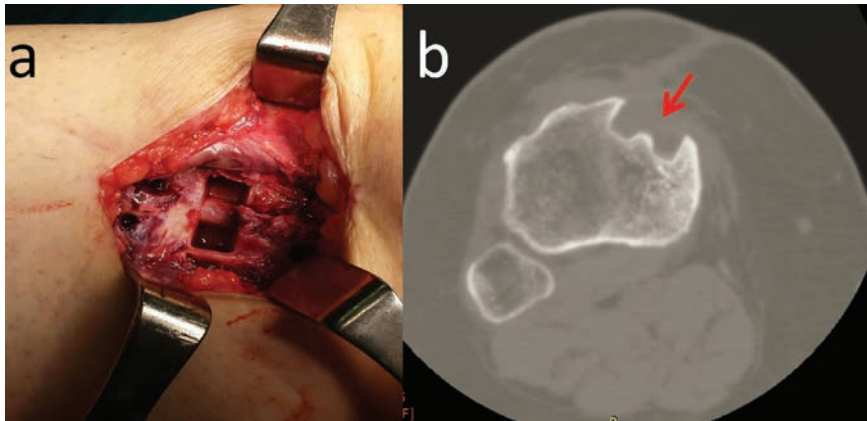
Osteotomi Yerinde Tespit Materyalleri

PTO'de kullanılan tespit materyalleri ağırı ya da yumuşak dokuda irritasyon yapmıyorsa yerinde bırakılabilir ancak tibial komponentin yerleştirilmesinde engel oluşturacaksa çıkarılması gerekir. İmplantlar proteze dönüşme esnasında çıkarılabileceği gibi implant çıkarılıp bir süre sonra total diz protezi yapılabilir (9). Önceki insizyon üzerinden staple ya da vidalar aynı anda güvenli bir şekilde alınabilir (Resim 1). Daha büyük insizyona gerek kalmadan aynı insizyonla çıkarılabilir. Ancak bazen kullanılan uzun plaklarda daha büyük insizyon yapmadan vidalar üzerinden açılan küçük insizyonlarla vidalar alınıp implant kolaylıkla çıkarılabilir. İki aşamalı yapılacaksa yumuşak doku iyileşmesi için iki cerrahi arasında 4-6 haftalık bir süre bırakılmalıdır. Eğer aynı seansta



Resim 1. İmplantların TDP ameliyatı ile eş zamanlı çıkarılması.

iki ayrı insizyon yapılmak zorunda kalınırsa iki insizyon arasında en az 6 cm'lik bir genişlik bırakılmalıdır (5). Özellikle bloklu plakların çıkarılması sonrasında kemikte defekt oluşmaktadır. Ancak bu boşluk artroplastiye geçişe engel değildir ve ekstra bir risk oluşturmamaktadır (Resim 2). Tecrübelerimize göre tek seansta rahatlıkla implant çıkartılıp, implant çıkarma esnasında herhangi bir komplikasyon yaşanmadıysa rahatlıkla TDP'ne geçilebilir.



Resim 2. (a) Bloklu plak çıkarıldıktan sonra oluşan defektin görünümü. (b) Bloklu plak çıkarılması sonrası oluşan defektin tomografik kesiti

Anatomik Deformiteler

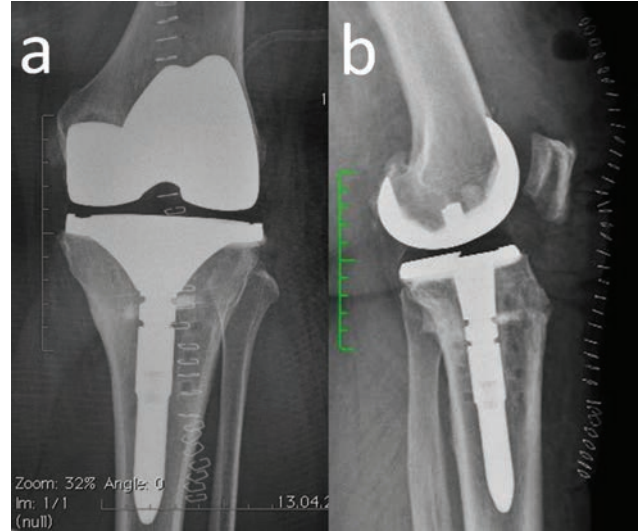
LKKO ya da MAKO açık sonrası tibial platoda koronal ya da rotasyonel deformiteler ya da posterior tibial eğim açısında değişiklikler oluşabilir. Bu deformitelerin ameliyat öncesinde belirlenmesi gerekir. Eklem çizgisine yakın olan deformiteler TDP dönüşme esnasında düzeltilebilir. Bununla beraber ciddi deformitelerin ligament ve yumuşak doku imbalansına ve distorsiyonuna neden olabileceği de düşünülmelidir. Deformitelerin varlığında alışılmamış kemik rezeksiyonları yapmak gerekebilir cerrahın bu konuda tecrübeli olması gerekir. Rotasyonel deformite hem tibio femoral hem de patello femoral kinematiği etkileyebileceğinden tibial komponentin doğru yerleştirilmesi ile düzeltilebilir. Ciddi deformiteler de derotasyonel osteotomi ya da tüberkül osteotomisi patelofemoral kinematiği düzeltmek için gerekebilir. Bazen patella sublüksasyonları ile karşılaşılabilir bu durumda lateral gevşetme patellanın oluğa oturmasına yardımcı olabilir (10).

Bazen osteotomi sonrası translasyon olabilir bu durumda tibia proksimalindeki anatomik aks medialde veya anteromedialde kalabilir. Bu durumda tibial komponentin stemi korteks ile temas edebilir. Bu problem küçük boy tibial komponent kullanılarak, ofset'li stem kullanılarak ya da komponenti mediale yerleştirerek çözülebilir (11).

Özellikle LKKO sonrası metafizer kemik kaybı meydana gelmektedir. Bu nedenle LKKO sonrası TDP'ne dönüşüm yaparken daha az kemik rezeksiyonu yapmaya dikkat edilmeli ve fibula başı dikkate alınıp eklem çizgisi korunarak rezeksiyon yapılmalıdır (11).

Bağ Dengesi

PTO sonrası hastalarda yumuşak doku gerginliklerindeki değişim nedeniyle TDP'ne geçerken kemik rezeksiyonları sonrasında medial ya da lateral instabilite gözlemlenebilir. Bu durum genellikle asimmetrik kesi aralığı (ekstansiyon/ fleksiyon aralık eşitsizliği) ile sonuçlanır. TDP'ne geçiş esnasında yetersiz düzeltme, varus rekürensisi, aşırı düzeltme ya da valgus deformitesi ile karşılaşılabilir. Varus deformitesi tekrar etmiş olgularda, metafizer malunion gelişmişlerde yeteri kadar medial gevşetme yapılmalıdır. Düzeltilen deformiteler varsa düzeltilmesi gerekebilir. Ameliyat öncesi çekilen stres grafipleri kemik rezeksiyon miktarını belirleme de yardımcı olabilir ancak her zaman doğru olmaz. Fazla valgus deformite oluşturulmuş vakalarda ise uygun balansı sağlamak çok daha zor olabilir (12).



Resim 3. PTO sonrası TDP'ne dönülen bir olgunun (a) ön-arka ve (b) lateral diz grafisi.

Protez Seçimi

PTO sonrası TDP ye dönüşümde protez seçimine karar vermek önemlidir. Bağ koruyan protezler kullanılabileceği gibi bağ kesen protezler de kullanılabilir. Burada önemli olan proteze dönüşme sırasında elimizin altında revizyon protezinin hazır olması gerektiğidir. Bağ kesen protezlerle daha başarılı sonuçlar bildirilmesine rağmen her iki protez arasında farklılık olmadığını belirten çalışmalar da vardır (8). Bağ kesen protez yerine bağ koruyan protezlerde derin insörtler kullanılabilir. Bazen uzun stem ya da kama ihtiyacı duyulabilir (Resim 3). Bazen ileri derecede valgus varus deformitelerinde ya da bağ imbalansı olan vakalarda semikonstrain (kısıtlayıcı veya menteşeli) proteze ihtiyaç duyulabilir. Patellar yüzey değişimi her zaman gerekmez, tamamen hekimin tercihine bağlıdır. Bizim kendi deneyimlerimizde, yaptığımız vakalarda primer protezler tercih ediyoruz ancak bazı vakalarda tibial komponentte stem kullanmamız gerekebiliyor. Bu nedenle primer bağ koruyan protezler PTO sonrası TDP'ne geçişte yeterli olmaktadır.

PTO esnasında allogreft ve substüsyon kullanılan olgular

PTO cerrahisi esnasında özellikle MAKO uygulanan hastalarda oluşan boşluk için allogreft veya kalsiyum trifosfat bloklar kullanılabilir. Bu tip greftlerin kullanıldığı PTO dönüşüm esnasında tibial komponent için kesilerin hazırlanması ya da protezin yerleştirilmesi sırasında o bölgede sertlik nedeniyle tibianın delinmesi veya raspalanması esnasında zorlukla kar-

şılabilir. Bu medullanın merkezinde mediale ya da laterale kaymalar oluşabilir. Eğer dikkat edilmez ise komponentin yerleştirilmesi sırasında tibial komponentinin mediale ya da laterale kaymasıyla sonuçlanır (8,11).

Kaynaklar

1. Coventry MB. Osteotomy of the upper portion of the tibia for degenerative arthritis of the knee: a preliminary report. *J Bone Joint Surg Am* 1965;47:984.
2. Maquet P. A biomechanical treatment of femoro-patellar arthritis: advancement of patellar tendon. *Rev Rhum Mal Osteoartic* 1963;30:779
3. Amendola A, Bonasia DE. Results of high tibial osteotomy: a review of the literature. *Int Orthop* 2010;34(2):155-60.
4. Smith TO, Sexton D, Mitchell P, Hing CB. Opening- or closing-wedged high tibial osteotomy: a meta-analysis of clinical and radiological outcomes. *Knee* 2011;18(6):361-368.
5. Meding JB, Keating EM, Ritter MA, Faris PM. Total knee arthroplasty after high tibial osteotomy. A comparison study in patients who had bilateral total knee replacement. *J Bone Joint Surg Am*. 2000;82:1252-9.
6. Mont MA, Antonades S, Krackow KA, Hungerford DS. Total knee arthroplasty after failed high tibial osteotomy. A comparison with a matched group. *Clin Orthop* 1994;299:125-130
7. Scuderi GR, Windsor RE, Insall JN. Observations on patellar height after proximal tibial osteotomy. *J Bone Joint Surg Am* 1989;71:245-248
8. Bae D K, Song JS, Yoon KH. Total knee arthroplasty following closed wedge high tibial. *Int Orthopedics* 2010;34:283-287
9. Bastos Filho R, Magnussen RA, Duthon V, Demey G, Servien E, Granjeiro JM, Neyret P. Total knee arthroplasty after high tibial osteotomy: a comparison of opening and closing wedge osteotomy. *Int Orthop*. 2013;37:427-31.
10. Windsor RE, Insall JN, Vince KG. Technical considerations of total knee arthroplasty after proximal tibial osteotomy. *J Bone Joint Surg Am* 1988;70(4): 547-55
11. Nagamine R, Inoue S, Miura H, Matsuda S, Iwamoto Y. Femoral shaft bowing influences the correction angle for high tibial osteotomy. *J Orthop Sci*. 2007;12:214-8.
12. Cerciello S, Vasso M, Maffulli N, Neyret P, Corona K, Panni AS. Total knee arthroplasty after high tibial osteotomy. *Orthopedics*. 2014;37:191-8.