

Editör

Doç. Dr. Fatih GÖLGELİOĞLU

gece
kitaplığı

**Ortopedi ve
Travmatoloji
Alanında
Uluslararası
Araştırmalar ve
Değerlendirmeler**

**Ekim
2025**

Genel Yayın Yönetmeni / Editor in Chief • Eda Altunel

Kapak & İç Tasarım / Cover & Interior Design • Gece Kitaplığı

Birinci Basım / First Edition • © Ekim 2025

ISBN • 978-625-388-787-2

© copyright

Bu kitabın yayın hakkı Gece Kitaplığı'na aittir.

Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin almadan hiçbir yolla çoğaltılamaz. The right to publish this book belongs to Gece Kitaplığı. Citation can not be shown without the source, reproduced in any way without permission.

Gece Kitaplığı / Gece Kitaplığı

Türkiye Adres / Turkey Address: Kızılay Mah. Fevzi Çakmak 1. Sokak

Ümit Apt No: 22/A Çankaya/ANKARA

Telefon / Phone: 0312 384 80 40

web: www.gecekitapligi.com

e-mail: gecekitapligi@gmail.com

Baskı & Cilt / Printing & Volume

Sertifika / Certificate No: 42488

ORTOPEDİ VE
TRAVMATOLOJİ
ALANINDA
ULUSLARARASI
ARAŞTIRMALAR VE
DEĞERLENDİRMELER

EDİTÖR

DOÇ. DR. FATİH GÖLGELİOĞLU

İçindekiler

Bölüm 1

Yüksek Tibial Osteotomi: Endikasyonlar ve Genel bakış

Mehmet Fatih UZUN–1

Bölüm 2

Periprostetik Eklem Enfeksiyonları

Mehmet Okan ATAHAN–15

Bölüm 3

Menisküs Kök Yırtıkları: Güncel Yaklaşımlar

Anıl AYDIN–31

Bölüm 1

YÜKSEK TIBIAL OSTEOTOMİ: ENDİKASYONLAR VE GENEL BAKIŞ

Mehmet Fatih UZUN¹

¹Yozgat Şehir Hastanesi, ORCID: 0000-0003-2327-5536

1. Giriş

Diz osteoartriti , genellikle varus deformitesinin eşlik ettiği toplumda sık görülen bir hastalıktır(Chang et al., 2011). 50 yaşın üzerindeki kişilerde, morbidite açısından kardiyovasküler hastalıktan sonra ikinci sırada yer alır(Felson & Zhang, 1998). Dünyada 355 milyon osteoartrit hastası bulunmaktadır. Çin'deki osteoartrit hastalarının sayısı 100 milyonu aştığı bildirilmiştir. Bu hastaların %30'unu diz osteoartritli hastalar oluşturmaktadır. ABD'de 50 yaş üstü erkekler arasında diz osteoartrit görülme sıklığı %60-70 kadardır. Bu durum işgücünün %53'ünde kayba neden olur. Diz osteoartriti 'nin neden olduğu yıllık ekonomik kayıp 5,46 milyar ABD dolarıdır(Yelin, 1998). Şu anda, hastalığın ilerlemesini geciktirmek için tedavi esas olarak semptomatiktir. Orta ve ileri aşamalar öncelikle cerrahi ile tedavi edilmektedir. Başlıca cerrahi yöntemler Yüksek tibial osteotomi(YTO), tek kompartmanlı diz artroplastisi ve total diz artroplastisi dir. Yüksek tibial osteotomi (YTO), medial diz artrozunu tedavi etmek için uygulanan bir cerrahi tekniktir ve YTO için ideal hastalar , izole medial osteoartriti olan, hareket aralığı tam olan ve bağ instabilitesi olmayan orta yaşlı bir hastalardır . Tarihte ilk olarak Jackson ve Waugh tarafından tanımlanmıştır. Varus deformitesi olan medial diz artrozun tedavisinde Conventry tarafından kullanılması popüler olmuştur(Lee & Byun, 2012). YTO'nun iki ana hedefi vardır:

1. Medial osteoariti olan varus dizlerde yükü diğer kompartmana aktarmak

2. Medial eklem kompartmanının artiti yavaşlatarak ya da durdurarak diz protezi ihtiyacını geciktirmek(Insall et al., 1984).

2. Radyolojik değerlendirme ve Planlama

YTO cerrahisinde doğru endikasyonun belirlenmesi ve uygun cerrahi stratejinin seçilebilmesi için kapsamlı radyolojik değerlendirme yapılmalıdır. Bu doğrultuda, farklı pozisyonlarda alınan diz graflerinin çekilmesi gereklidir. Standart olarak ; her iki dizin tam ekstansiyonda basarak ön-arka (AP) grafleri, 30° fleksiyonda tünel grafleri, lateral grafler , patellofemoral grafler ve 45° fleksiyonda Rosenberg grafleri yer almalıdır(Phillips et al., 2010). Alt ekstremitte dizilimini belirlemek için, kalça, diz ve ayak bileği eklemlerini içeren alt ekstremit (mekanik aks) grafleri çekilmelidir(Şekil 1). Bacak uzunluk grafisi yük verilirken AP pozisyonunda ışın horizontal düzlemde eklem odaklanarak çekilmeli, rotasyonel bozukluğu önlemek için patella femoral kondilin tam ortasına olacak şekilde konumlandırılmalıdır(Jakob & Jacobi, 2004). Manyetik rezonans görüntüleme, kemik içi lezyonları, ligamentöz lezyonları, menisküs yırtıklarını, osteonekrozu , osteokondral defektleri, veya subkondral

ödemini tespit etmede yardımcı olabilir. Alt ekstremitenin torsiyonel dizilim bozukluğunun olduğu hastaların değerlendirilmesinde altın standart olan BT, kemik lezyonlarının ve travma sonrası oluşan defektlerin osteotomi öncesi ayrıntılı değerlendirilmesinde kullanılır(Güler et al., 2020).



(şekil 1). Ayakta yük verilerek çekilen bacak uzunluk graşısı. Sağ dizde eklem medialinden geçen mekanik aks görölmekte.

Normal bir insanda alt ekstremitede kalçanın merkezi ile ayak bileğinin merkezi aynı hizadadır. Dizden de geçen bu aks mekanik aks olarak adlandırılır ve mekanik eksen 0° 'dir. Çalışmaların çoğunda , postoperatif alt ekstremitte dizilimi; mekanik dizilime göre $3^\circ-5^\circ$ valgus veya anatomik dizilime göre $8^\circ-10^\circ$ valgus olarak kabul edilmektedir. Ayrıca postoperatif mekanik aks tibial plato'nun lateral üçte biri üzerinden geçmelidir(-Fujisawa et al., 1979). Düzeltme planlaması yapılırken dikkat edilmelidir. yetersiz düzeltme (undercorrection), varus deformitesinin nüksüne, aşırı düzeltme (overcorrection) ise kozmetik ve fonksiyonel sonuçların kötü olmasına neden olabilir (Lee & Byun, 2012).

2. Endikasyonlar ve Hasta seçimi

Ameliyata karar verirken hastanın yaşı, mesleği, daha önce dizde ameliyat geçirmiş olması aktivite seviyesi ve beklentisi ve sigara içip içmediği (özellikle açık kama osteotomisinde) göz önünde bulundurulmalıdır (W-Dahl & Toksvig-Larsen, 2004). Fizik muayene ile eklem hareket açıklığı, ligamentöz instabilite, deformite derecesi ve varsa bacak uzunluk farklılığının derecesi değerlendirilmelidir. Kalça eklemının durumu değerlendirilmelidir. Yürüme sırasında yük taşıma fazında gerçekleşen kalça abdüksiyonu, dizin lateral kompartmanında stres artışına neden olur. Bu olay, tensor fascia latae, gluteus maximus ve biceps femoris gibi stabilizatör kasların daha fazla aktivasyonuna yol açarak lateral diz bölgesinde daha yüksek stres oluşmasına neden olur . Dolayısıyla , hareket kısıtlılığı, kalça abdüktör kaslarında zayıflık veya kalça eklemi ankilozu gibi durumlar mevcutsa, bu patolojiler

YTO uygulanmadan önce mutlaka tedavi edilmelidir (Hinman et al., 2010). Uygun hasta seçimi, başarılı sonuçlar için zorunluluk oluşturmaktadır. En sık endikasyon primer veya sekonder medial kompartman dejeneratif artritidir . Varus deformitesi olan 60 ila 65 yaşları arasında, diz eklemının medialinde lokalize ağrısı olan, eklem hareket açıklığı iyi olan ve bağ instabilitesi olmayan izole medial osteoartriti olan hastalar ideal hastalardır(Rossi et al., 2011). Kötü prognostik faktörler arasında :

- ileri patellofemoral artrit
- ciddi eklem yıkımı ($\geq$ Ahlback derece III),
- $<90^\circ$ eklem hareket açıklığı,
- ≥ 65 yaş,
- $\geq 15^\circ$ fleksiyon kontraktürü,
- ≥ 1 cm lateral tibial kayma

- Lateral kompartmanda artiriti
- eklem instabilitesi
- romatoid artrit
- $\geq 20^\circ$ düzeltme yer alır (Aglietti et al., 1983)(Rudan & Simurda, 1990)

YTO için ideal varus miktarı 10° olarak kabul edilir ancak 15° altına YTO yapılabileceğini gösteren çalışmalarda vardır (Sabzevari et al., 2016). YTO başarısını etkileyen en önemli faktör preop eklem hareket açıklığıdır. En fazla 5° fleksiyon kontraktürü olan 120° diz eklem hareket açıklığı olan hastalarda daha başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Dettoni et al., 2010). Patella baja varlığı YTO için kontrendikasyon olarak kabul edilmekteydi. Patella baja olgularında, tek düzlemli kapalı kama osteotomisi patella yüksekliğinde artışa yol açabilirken, çift düzlemli (biplanar) osteotomi uygulamalarında patella pozisyonu genellikle korunur. Buna karşılık, patella alta varlığında hem biplanar açık kama osteotomisi hem de uniplanar açık kama osteotomisi, patella seviyesinin azalmasına neden olabilmektedir.(Hinterwimmer et al., 2011)(LaPrade et al., 2010).

65 yaş olarak bildirilen YTO için üst yaş sınırı; diğer endikasyonları karşılayan uygun hastalarada da yapılabilir. 65 yaş üstü göreceli kontrendikasyon oluşturmaktadır. Diğer göreceli kontrendikasyonlar içerisinde, patella infera, patella alta, obezite ($VKİ >30 \text{ kg/m}^2$) ve ciddi patellofemoral semptomların varlığı sayılabilir(Gürsan et al., 2020).

Yüksek Tibial Osteotomi (YTO) için Endikasyonlar:

- Aktif ve uyumlu hasta
- 65 yaş altı hasta
- 90° – 120° aktif eklem hareket açıklığı
- 5° – 15° varus dizilimi
- 5° 'den az fleksiyon kontraktürü
- Ahlbäck Evre I–II tek kompartmantal artrit
- Hareketle artan bölgesel ağrı
- Varus Dizilim Bozukluğu ve Kondral Yüzey Yenileme
- Menisektomize Dizlerde Varus Dizilim Bozukluğu

YTO göreceli kontrendikasyonları:

- Patella alta veya infera olması
- Ciddi patellofemoral bulguların olması
- Obezite (VKİ >30 kg/m²) şeklinde değerlendirilebilir.
- Hastanın 65 yaş üzerinde olması

YTO kesin kontrendikasyonları:

- 90°'den az eklem hareket açıklığı
- İnflamatuvar artrit
- Yaygın dejeneratif artrit
- İleri osteoporoz
- 15°'den fazla varus deformitesi
- Opere Lateral menisektomi
- Ciddi vasküler yetersizlik
- Tibiofemoral subluksasyon
- Uygun olmayan hasta beklentisi

(Gürsan et al., 2020)

3. Cerrahi Teknikler

Medial Açık Kama Osteotomisi

Medial açık kama osteotomisi, tek bir osteotomi içeren nispeten basit bir prosedürdür. Teknik, nörovasküler komplikasyonlarla ilişkili prosedürleri içermez. Cerrahi teknikden sonra tibia anatomik şekli korunur. TDA'ne dönüşüm daha kolaydır. Koronal ve sagittal düzlemlerde intraoperatif olarak düzeltme seviyesi belirleni. Cerrahi teknik, uzun süreli hareket kısıtlaması , yüksek kaynamama oranları ile ilişkilendirilmiştir. Diğer dezavantajları stabil olmayan fiksasyona bağlı nüks, greft yeri morbiditesi, ve plağın anterior pozisyonuna bağlı olarak tibial slobta artış sayılabilir(Lee & Byun, 2012).

Dome Osteotomisi

Dome osteotomisi 18–20 mm veya $\geq 20^\circ$ düzeltme gerektiren ciddi de-

formitelerde , travmatik varus deformitesi, ilerleyici kallus distraksiyonu veya Blount hastalığında uygulanabilir. Proksimal tibiada ters U şeklinde yapılan kesiye eksternal fiksator veya plak ile fiksasyon sağlanır. Bu yöntem, patellar yükseklikte değişikliğe neden olmadan etkili bir düzeltme imkânı sunar(Lee & Byun, 2012).

Lateral Kapalı Kama Osteotomisi

Lateral kapalı kama osteotomisi, varus deformitesinin en belirgin olduğu bölgede yapılan düzeltmelerde yüksek etkinlik gösterir. Cerrahi teknik, spongiyöz kemiğin geniş temas alanı ve erken mobilizasyona izin vermesi sayesinde hızlı kaynama olanağı sunar. Ancak bu yöntem, proksimal tibiofibular eklemin gevşetilmesi ve fibular osteotomi gerektirdiğinden, nörovasküler komplikasyon riski taşır. Kemik rezeksiyonu ekstremité kısalığına yol açabilir. lateral kondil kaybı ile proksimal tibial deformite, total diz protezine gidişte stem uyumsuzluğu veya augmentasyon gereksinimine neden olabilir(Lee & Byun, 2012).

Chevron Osteotomisi

Kemik kaybına neden olmaması ve greft gerektirmemesi avantajına sahiptir. Ancak tekniğin zor ve invaziv olması kullanımını kısıtlamaktadır. Ters V şeklinde yapılan kemik kesisiyle mediale bir kama yerleştirilir ve rijit plak ile fiksasyon sağlanır.

Postoperatif Rehabitasyon

YTO yapılan hastalara ameliyat sonrası eklem hareket açıklığı egzersizleri yapılmalıdır. 2 hafta kontrollü kısmi yük verme önerilmektedir. Egzersizler eklem hareket açıklığına izin veren (0°-90°) brace kullanılarak yapılır . 6 hafta sonra ise tam yük verme sağlanır . Lateral kortekte kırık varsa 6 haftaya kadar tam yük verilmemelidir (Takeuchi et al., 2012). Hobi tarzı eylemleri içeren spora dönüş işlemi 3 ayı bulur. Kemik kaynamasının izlenmesi için 6 ay a kadar düzenli olarak radyografi ve alt ekstremité uzunluk grafileri ile takip önerilir. Rehabiltasyon programı YTO ile birlikte yapılan ameliyata göre değişiklik(kıkırdak replasman ameliyatı vs.) göstermektedir.

5. Komplikasyonlar

YTO sonrası lateral tibial kortikal menteşe kırığı ve eklem içi kırık sık görülür ve bu durum osteotomi bölgesinde stabiliteyi ve iyileşmeyi bozabilir. Bu gibi durumlarda, daha stabil bir fiksasyon sağlamak için kilitlemeli plakların veya ek vida ve plak kombinasyonlarının kullanımı, düzeltme kaybı ve kaynamama riskini azaltılabilir(Amendola & Bonasia, 2010).

Komplikasyonlar

- Kaynamama,
- İmmobilizasyona bağlı patellar tendon kontraktürü, patellar infersa
- Peroneal sinir felci
- Enfeksiyon
- Fiksasyon başarısızlığı
- Düzeltme kaybı
- Psödoartroz
- Derin ven trombozu
- Pulmoner emboli
- Kompartman sendromu

7. Klinik Sonuçlar

Yüksek tibial osteotomide hafif bir overcorrectionın olması gerektiği konusunda genel bir görüş birliği bulunmaktadır. Ancak, en uygun valgus açısı derecesi hâlâ tartışmalıdır. On yıllık takip sonuçlarına göre, valgus açılanma derecesi arttıkça sağkalım oranlarının da yükseldiği; bu oranın 5° valgusta %63, 6°–7° valgusta %87 ve ≥8° valgusta %94 olduğu belirtilmiştir(Coventry et al., 1993).

Yüksek tibial osteotomi sonrasında gerçekleştirilen total diz artroplastisi (TDA) uygulamalarında cerrahi teknik zorluklar ve olası komplikasyonlar açısından endişelerini dile getirmiştir. Bu olası sorunlar arasında; patellar tendonun kısılması, yumuşak doku yapışıklıkları, kemik kaybı ve tibial plato deformitesine bağlı aşırı düzeltme yer almaktadır (Amendola & Bonasia, 2010).

Uzun dönem takipli çok sayıda çalışma, primer TDA ile YTO sonrası yapılan TDA arasında komplikasyon oranları ,klinik sonuçlar ve implant sağkalımı açısından anlamlı bir fark olmadığını bildirmiştir. Uygun hasta seçimi ve dikkatli cerrahi planlama ile YTO'nun, sonraki TDA uygulamasını olumsuz etkilemeden uzun vadeli diz fonksiyonlarını koruyabileceğini göstermektedir.

Lateral kapalı kama osteotomisinin medial kompartman artriti olan

hastalarda ağrı kontrolü ve fonksiyonel iyileşme sağladığını göstermiştir. Bununla birlikte, bir yıllık takipte açık ve kapalı kama teknikleri arasında fonksiyonel skorlar, ağrı, ve komplikasyon oranları bakımından anlamlı farklılık bulunmamıştır(van Raaij et al., 2009).

Varus deformitesi, tam kat kıkırdak defekti ve menisküs yetmezliği bulunan bir hasta grubunda kombine osteotomi, kıkırdak rekonstrüksiyonu ve menisküs allogreft transplantasyonu uygulanan hastaların klinik sonuçları iyi olarak bulunan çalışmalar mevcuttur (Harris et al., 2015). Ancak kombine tedavi grubunda revizyon cerrahisi oranı %55,5 bildirilmiştir. Medial açık kama yüksek tibial osteotomisi ile birlikte gerçekleştirilen mikrokırık uygulamaları, medial kompartman kıkırdak kaybı olan olgularda daha düşük komplikasyon oranı bulunmuştur. Ön çapraz bağ yetersizliği bulunan hastalarda varus deformitesi de varsa ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu ile birlikte YTO yapılması, anterior stabilitenin güvenli ve etkili biçimde geri kazanılmasını sağlar(Li et al., 2015).

7. Tartışılan Konular

Yaş

65 yaş üzeri hastalarda lateral kapalı kama osteotomisi sonrasında fonksiyonel aktivitelerin, 65 yaş altı gruba göre daha düşük olduğu saptanmış; ancak hasta memnuniyeti, ağrı düzeyi ve sağkalım oranları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır(Kuwashima, 2023). başka bir çalışmada ise medial açık kama osteotomisi uygulanan ileri yaş grubundaki olguların uzun dönem sonuçlarının daha genç hastalara kıyasla daha kötü olduğu bildirilmiştir (Jin et al., 2020). Literatürde, yaşın YTO'nun uzun dönem başarısı üzerindeki etkisi konusunda görüş birliği bulunmamaktadır.

Düzeltilme Miktarı

Uzun dönem sonuçları etkileyen faktörlerden biride ekstremita dizilimidir. Cerrah tarafından kontroledilebilir bir faktördür. Çalışmaların çoğu ameliyat sonrası yetersiz düzeltmenin YTO'nun uzun dönem başarısını olumsuz etkileyebileceğini vurgulamaktadır(Jin et al., 2020). Postoperatif düzeltme hedefi, literatürde farklı çalışmalar arasında değişiklik göstermektedir. Bazı araştırmalar mekanik tibiofemoral veya kalça-diz-ayak bileği açısında (HKA) 0–6° valgus'u bazıları anatomik femorotibial açı (FTA) açısından 8–10° valgus'u, bazıları ise Fujisawa noktasını ideal hedef olarak tanımlamıştır(Kuwashima, 2023).

YTO ,Total Diz Artroplastisi

Total diz artroplastisi , YTO'nun başarısız olduğu durumlarda uygu-

lanan bir tedavi seçeneğidir. YTO'nun 10 yıllık sağ kalımı daha çok olduğunu bildirilmiştir. YTO sonrasında yapılan TDA'nın, primer TDA'ya kıyasla ekspojur güçlüğü, tibial eklem hattı değişiklikleri, patellar infera ve aşırı düzeltme sonucu gelişen yanlış hizalanmaya neden olabilir(Chen et al., 2020).

YTO , Patellofemoral Dejenerasyon ve Patellar Yükseklik

Patellofemoral dejenerasyonun YTO'nun orta ve uzun dönem klinik sonuçlar üzerindeki etkisi tartışmalı olmaya devam etmektedir. Patellar baja veya belirgin patellofemoral OA şüphesi bulunan olgularda açık kama distal tüberozite osteotomisi yapılmalıdır(Gaasbeek et al., 2004).

KAYNAKÇA

- Aglietti, P., Rinonapoli, E., Stringa, G., & Taviani, A. (1983). Tibial osteotomy for the varus osteoarthritic knee. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 176, 239–251.
- Amendola, A., & Bonasia, D. E. (2010). Results of high tibial osteotomy: review of the literature. *International Orthopaedics*, 34(2), 155–160. <https://doi.org/10.1007/s00264-009-0889-8>
- Chang, C. B., Koh, I. J., Seo, E. S., Kang, Y. G., Seong, S. C., & Kim, T. K. (2011). The radiographic predictors of symptom severity in advanced knee osteoarthritis with varus deformity. *The Knee*, 18(6), 456–460. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2010.08.010>
- Chen, X., Yang, Z., Li, H., Zhu, S., Wang, Y., & Qian, W. (2020). Higher risk of revision in total knee arthroplasty after high tibial osteotomy: a systematic review and updated meta-analysis. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 21(1), 153. <https://doi.org/10.1186/s12891-020-3177-9>
- Coventry, M. B., Ilstrup, D. M., & Wallrichs, S. L. (1993). Proximal tibial osteotomy. A critical long-term study of eighty-seven cases. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, 75(2), 196–201. <https://doi.org/10.2106/00004623-199302000-00006>
- Dettoni, F., Bonasia, D. E., Castoldi, F., Bruzzzone, M., Blonna, D., & Rossi, R. (2010). High tibial osteotomy versus unicompartmental knee arthroplasty for medial compartment arthrosis of the knee: a review of the literature. *The Iowa Orthopaedic Journal*, 30, 131–140.
- Felson, D. T., & Zhang, Y. (1998). An update on the epidemiology of knee and hip osteoarthritis with a view to prevention. *Arthritis and Rheumatism*, 41(8), 1343–1355. [https://doi.org/10.1002/1529-0131\(199808\)41:8<1343::AID-ART3>3.0.CO;2-9](https://doi.org/10.1002/1529-0131(199808)41:8<1343::AID-ART3>3.0.CO;2-9)
- 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. *The Orthopedic Clinics of North America*, 10(3), 585–608.
- Gaasbeek, R. D. A., Sonneveld, H., van Heerwaarden, R. J., Jacobs, W. C. H., & Wymenga, A. B. (2004). Distal tuberosity osteotomy in open wedge high tibial osteotomy can prevent patella infera: a new technique. *The Knee*, 11(6), 457–461. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2004.02.002>
- Güler, Y., Sivacioğlu, S., & Erdil, M. (2020). Ameliyat öncesi klinik değerlendirme, radyolojik planlama ve düzeltmenin hesaplanması. *TOTBID Dergisi*, 19(3), 343–348. <https://doi.org/10.14292/totbid.dergisi.2020.41>
- Gürsan, O., Açıkan, A. E., & Tatari, H. (2020). Diz çevresi osteotomilerinde modern endikasyonlar, kontrendikasyonlar ve hasta seçimi. *TOTBID Dergisi*, 19(3), 339–342. <https://doi.org/10.14292/totbid.dergisi.2020.40>
- Harris, J. D., Hussey, K., Wilson, H., Pilz, K., Gupta, A. K., Gomoll, A., & Cole, B. J. (2015). Biological knee reconstruction for combined malalignment, meniscal deficiency, and articular cartilage disease. *Arthroscopy : The Journal of Arthroscopic & Related Surgery : Official Publication of*

- the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association, 31(2), 275–282. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2014.08.012>
- Hinman, R. S., Hunt, M. A., Creaby, M. W., Wrigley, T. V, McManus, F. J., & Bennell, K. L. (2010). Hip muscle weakness in individuals with medial knee osteoarthritis. *Arthritis Care & Research*, 62(8), 1190–1193. <https://doi.org/10.1002/acr.20199>
- Hinterwimmer, S., Beitzel, K., Paul, J., Kirchhoff, C., Sauerschnig, M., von Eisenhart-Rothe, R., & Imhoff, A. B. (2011). Control of posterior tibial slope and patellar height in open-wedge valgus high tibial osteotomy. *The American Journal of Sports Medicine*, 39(4), 851–856. <https://doi.org/10.1177/0363546510388929>
- Insall, J. N., Joseph, D. M., & Msika, C. (1984). High tibial osteotomy for varus gonarthrosis. A long-term follow-up study. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, 66(7), 1040–1048.
- Jakob, R. P., & Jacobi, M. (2004). [Closing wedge osteotomy of the tibial head in treatment of single compartment arthrosis]. *Der Orthopade*, 33(2), 143–152. <https://doi.org/10.1007/s00132-003-0600-5>
- Jin, C., Song, E.-K., Santoso, A., Ingale, P. S., Choi, I.-S., & Seon, J.-K. (2020). Survival and Risk Factor Analysis of Medial Open Wedge High Tibial Osteotomy for Unicompartment Knee Osteoarthritis. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 36(2), 535–543. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.arthro.2019.08.040>
- Kuwashima, U. (2023). High tibial osteotomy: The past, present, and future. *Journal of Joint Surgery and Research*, 1(1), 103–107. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jjoisr.2023.03.001>
- LaPrade, R. F., Oro, F. B., Ziegler, C. G., Wijdicks, C. A., & Walsh, M. P. (2010). Patellar height and tibial slope after opening-wedge proximal tibial osteotomy: a prospective study. *The American Journal of Sports Medicine*, 38(1), 160–170. <https://doi.org/10.1177/0363546509342701>
- Lee, D. C., & Byun, S. J. (2012). High tibial osteotomy. *Knee Surgery & Related Research*, 24(2), 61–69. <https://doi.org/10.5792/ksrr.2012.24.2.61>
- Li, Y., Zhang, H., Zhang, J., Li, X., Song, G., & Feng, H. (2015). 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 & Related Surgery : Official Publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association*, 31(3), 507–519. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2014.07.026>
- Phillips, C. L., Silver, D. A. T., Schranz, P. J., & Mandalia, V. (2010). The measurement of patellar height: a review of the methods of imaging. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume*, 92(8), 1045–1053. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.92B8.23794>

- Rossi, R., Bonasia, D. E., & Amendola, A. (2011). The role of high tibial osteotomy in the varus knee. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 19(10), 590–599. <https://doi.org/10.5435/00124635-201110000-00003>
- Rudan, J. F., & Simurda, M. A. (1990). High tibial osteotomy. A prospective clinical and roentgenographic review. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 255, 251–256.
- Sabzevari, S., Ebrahimpour, A., Roudi, M. K., & Kachooei, A. R. (2016). High Tibial Osteotomy: A Systematic Review and Current Concept. *The Archives of Bone and Joint Surgery*, 4(3), 204–212.
- Takeuchi, R., Ishikawa, H., Kumagai, K., Yamaguchi, Y., Chiba, N., Akamatsu, Y., & Saito, T. (2012). Fractures around the lateral cortical hinge after a medial opening-wedge high tibial osteotomy: a new classification of lateral hinge fracture. *Arthroscopy : The Journal of Arthroscopic & Related Surgery : Official Publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association*, 28(1), 85–94. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2011.06.034>
- van Raaij, T. M., Reijman, M., Furlan, A. D., & Verhaar, J. A. N. (2009). Total knee arthroplasty after high tibial osteotomy. A systematic review. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 10, 88. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-10-88>
- W-Dahl, A., & Toksvig-Larsen, S. (2004). Cigarette smoking delays bone healing: a prospective study of 200 patients operated on by the hemicallotasis technique. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 75(3), 347–351. <https://doi.org/10.1080/00016470410001303>
- Yelin, E. (1998). osteoarthritis. In L. L. . Brandt K., Doherty M. (Ed.), Oxford University Press. Oxford University Press. <https://www.google.com/>

Bölüm 2

PERİPROSTETİK EKLEM ENFEKSİYONLARI

Mehmet Okan ATAĞAN¹

¹ Uzman Doktor, Afyonkarahisar Devlet Hastanesi,
mehmetokanatahan@gmail.com, ORCID İD: 0000-0003-2828-700X

Giriş

Periprostetik eklem enfeksiyonu (PEE) doğal kemik ve eklemleri etkileyen enfeksiyonlardan daha farklı bir karaktere sahip, özgün bir klinik tablodur. Bu enfeksiyon türü başta bakteriler olmak üzere nadiren mantarların da dahil olduğu mikroorganizmalar ve konakçı immün sistemi arasındaki karmaşık etkileşimle oluşur. Çok az sayıda mikroorganizmanın varlığı bile PEE başlatmak için yeterlidir. Mikroorganizmalar oluşturduğu biyofilmler sayesinde geniş bir antibiyotik yelpazesine karşı direnç oluşturarak bağışıklık sisteminden kaçabilirler. PEE'ye yol açan mikroorganizmalar genellikle cilt florasından kaynaklanır ve implantasyon prosedürü sırasında perioperatif dönemde cerrahi alana inokule olur. Cerrahi sonrası hematolojik yolla ya da enfekte olmuş komşu dokulardan doğrudan inokülasyonu diğer bulaş yollarıdır (1).

PEE'nin evrensel olarak kabul edilmiş kesin bir tanımı bulunmamaktadır. Klinik tablo çoğu zaman tipik enfeksiyon belirtilerinden yoksundur. Ateş, lökositoz ve sepsis belirtileri görülmeyebilir. Bir protezin varlığı başlı başına enfeksiyon risk faktörü olup PEE gelişimi için gereken mikrobiyal yük normal eklem enfeksiyonlarına kıyasla oldukça düşüktür. Enfeksiyonun en güçlü göstergesi, eklem aspirasyonu veya cerrahi yöntemlerle elde edilen periprostetik materyallerden kültürde mikroorganizma üremesidir. Ayrıca, eklemle ilişkili sinüs traktları, yara ayrışması, belirgin pürülan akıntı, protez gevşemesi, sinoviyal sıvıda lökositoz ve nötrofil varlığı ile serum inflamatuvar belirteçlerinde yükselme gibi bulgular da PEE düşündürülen diğer faktörlerdir. Bununla birlikte etken patojenin tanımlanamaması enfeksiyonun varlığını dışlamaz (2).

PEE klinik pratiği önemli ölçüde etkileyen bir sorundur. Bu bölümde, PEE'nin epidemiyolojisi, etiyolojisi, patofizyolojisi, tanı ve tedavi yöntemleri multidisipliner bir yaklaşımla ele alınacaktır.

Etiyoloji

PEE'na sebep olan etkenler bakterilerden mantarlara kadar geniş bir çeşitlilik göstermektedir. Yapılan çalışmalara göre en sık izole edilen patojenler koagülaz-negatif stafilokoklar, özellikle staphylococcus epidermidis türüdür. Ayrıca staphylococcus aureus, streptococcus türleri, enterococcus türleri, cutibacterium acnes ve enterobacterales gibi patojenlere de sıklıkla rastlanmaktadır. PEE olgularının yaklaşık %70'i monomikrobiyal, %25'i ise polimikrobiyaldir. Omuz PEE'da cutibacterium acnes yaklaşık %44 oranında saptanmıştır (3).

PEE protezin yerleştirilmesine göre erken, gecikmiş ve geç enfeksiyonlar olarak sınıflandırılır. Erken enfeksiyonlar primer artroplastiyi

takip eden ilk 4 hafta içinde ortaya çıkar ve genellikle yüksek virülanslı mikroorganizmalar (örneğin staf. aureus, aerobik gram-negatif basiller, beta-hemolitik streptokoklar ve enterococcus spp.) tarafından oluşturulur. Gecikmiş enfeksiyonlar ise 3 ila 12 ay arasında görülür ve daha düşük virülansa sahip koagülaz-negatif stafilokoklar, C. acnes ve enterokoklar gibi organizmalardan kaynaklanır. Geç enfeksiyonlar ise genellikle hematolojik yayılımı ile oluşur ve 1 ila 2 yıl sonrasında ortaya çıkar. Geç enfeksiyonlarda yaygın olarak izole edilen ajanlar arasında staf. aureus, koagülaz-negatif stafilokoklar, viridans streptokoklar ve enterokoklar bulunur. Kültür negatif enfeksiyonların oranları tanı yöntemleri ve önceden uygulanan antibiyotik tedavileri gibi faktörlere bağlı olarak çalışmalarda önemli ölçüde değişkenlik gösterir ve bu oran %45'e kadar çıkabilir (4).

Epidemiyoloji

Amerika Birleşik Devletleri'nde yılda yaklaşık 1 milyon kalça ve diz artroplastisi yapılmakta olup önümüzdeki 10-20 yıl içinde bu sayının dört katına çıkması öngörülmektedir. Artroplastisi sayılarındaki bu artışa paralel olarak PEE görülme sıklığında da belirgin bir yükselme yaşanmıştır ve bu artışın devam edeceği tahmin edilmektedir. Kalça ve diz artroplastisi sonrası gelişen PEE insidansı %1-2 civarında raporlanmıştır (5).

PEE riski artroplastisi ameliyatı sonrası erken dönemde en yüksek düzeye ulaşır ancak bu risk implant eklemde kaldığı sürece her zaman mevcuttur. Birçok PEE vakası ilk postoperatif yıldan sonra klinik olarak belirgin hale gelmektedir. Örneğin popülasyon tabanlı çalışmalarda diz artroplastisi sonrası PEE insidansının birinci yılda %0,8 iken, 15. yılda %2,0'ye kadar yükseldiği gösterilmiştir. Benzer şekilde başka bir çalışmada kalça artroplastisi sonrası PEE insidansının birinci yılda %0,5 iken 15. yılda %1,4'e yükseldiği bildirilmiştir. Günümüzde PEE polietilen aşınmasını geride bırakarak revizyon artroplastisi için en sık endikasyon haline gelmiştir (6).

Periprotetik Eklem Enfeksiyonları için Risk Faktörleri

PEE gelişimi için risk faktörleri preoperatif, modifiye edilebilir, modifiye edilemez, cerrahi ilişkili ve postoperatif faktörler olarak sınıflandırılmaktadır. Preoperatif dönemde PEE riskini artıran faktörler arasında artroplastisi bölgesinde geçirilmiş cerrahi öyküsü, bakteriyemi veya sepsis varlığı, cerrahi alanında oluşan yüzeysel veya derin enfeksiyon yer almaktadır. Daha önce birden fazla artroplastisi geçirmiş veya önceki bir PEE öyküsü bulunan hastalarda PEE gelişme riski %20'ye kadar çıkabilmektedir. Operasyon öncesi cerrahi alanın temizliğinin yeterli yapılmaması yada eksik yapılması PEE için risk faktörüdür (7).

Modifiye edilebilir risk faktörleri arasında sigara kullanımı, aşırı alkol tüketimi, intravenöz madde kullanımı, kötü ağız hijyeni, malnütrisyon, kötü glisemik kontrol ve obezite bulunmaktadır. Vücut kitle indeksi 40'ın üzerinde olan hastalarda PEE riski belirgin olarak artmaktadır (8).

Genetik olarak modifiye edilemeyen faktörlerin de PEE gelişimine yatkınlık yaratabileceği düşünülmektedir; ancak spesifik genler henüz belirlenmemiştir. Birinci veya ikinci derece yakınlarında PEE öyküsü bulunan hastaların sosyoekonomik duruma göre düzeltme yapıldıktan sonra bile PEE gelişme risklerinin arttığı bildirilmiştir (9).

Artroplastiden önceki 3 ay içinde eklem içine yapılan glukokortikoid, hyaluronik asit veya lokal anestetik enjeksiyonları PEE riskini artırmaktadır. İmmünsüpresyona neden olan tıbbi komorbiditeler de PEE riskini yükselten faktörler arasında sayılmaktadır. Bunlar arasında kötü kontrollü diyabet, akut karaciğer hasarı, kronik böbrek hastalığı, HIV enfeksiyonu, inflamatuvar artritler ve sistemik kortikosteroid ya da hastalık modifiye edici antiromatizmal ilaç kullanımı bulunmaktadır (10).

Cerrahi ilişkili risk faktörleri arasında cerrahi süresinin 90 dakikayı geçmesi ve prosedürün karmaşıklığının artması yer alır. Diz artroplastisinde belirgin varus, valgus veya fleksiyon deformitesi olan hastalar ile kalça displazisi olan hastaların PEE riski belirgin olarak yükseldiği gösterilmiştir. Primer artroplasti sonrası postoperatif dönemde hematoma, seroma veya insizyon bölgesi açılması gelişen hastaların da PEE riski artmaktadır. Operasyon sırasında sterilizasyon önemlerinin yeterli düzeyde alınmaması da PEE riskini artırır. Ameliyathanede laminar akım olmaması, tek kat eldiven giyilmesi, cerrahi ekibin kalabalık olması cerrahi sırasındaki başlıca risk faktörlerini tanımlar (11).

Periprostetik Eklem Enfeksiyonlarını Önleyici Yaklaşımlar

Modifiye edilebilir risk faktörlerinin yönetimi dışında PEE gelişimini azaltmak için alınabilecek önlemler bulunmaktadır. Düşük volümlü merkezlerde ve tecrübesi sınırlı cerrahlar tarafından yapılan artroplastilerde PEE gelişme riski daha yüksektir. Ameliyat öncesinde hastalarda staf. aureus kolonizasyonunun taranması ve dekontaminasyon yapılması önerilmektedir. Meta analizler, dekontaminasyon yapılmayan hastalarda PEE riskinin arttığını göstermektedir. Ayrıca hastaların cerrahi öncesinde klorheksidin bezleri veya sabun ve su ile cilt temizliği yapmaları önerilmektedir. Ameliyat alanının güncel uygulamalara dayalı hazırlığı ve ameliyathane trafiğinin azaltılması da PEE riskini düşürmektedir (12).

Cerrahi insizyondan önceki bir saat içinde sefazolin uygulaması ve turnike şişirilmeden önce antibiyotik verilmesi PEE insidansını azalttığı

gösterilmiştir. Penisilin alerjisi öyküsü bulunan çoğu hastada anafilaksi veya Stevens-Johnson sendromu gibi ciddi reaksiyonlar olmadıkça sefazolin güvenle kullanılabilir. MRSA kolonizasyonu olan hastalarda vankomisin ve sefazolin kombinasyonu önerilebilse de alternatif antibiyotik rejimlerinin (vankomisin ve klindamisin gibi) enfeksiyon riskini artırdığı bildirilmiştir. Derin ven trombozu profilaksisinde agresif antikoagülasyon yerine aspirin kullanımı önerilmektedir. İntraoperatif dönemde seyreltilmiş povidon-iyot lavajının PEE riskini azaltmada faydalı olduğu belirtilmektedir (13).

Patofizyoloji

PEE gelişiminde biyofilm oluşumu kritik bir patofizyolojik süreçtir. Koagülaz negatif stafilokoklar da dahil olmak üzere birçok bakteri, yüzeylerinde bulunan adezinler aracılığıyla yabancı cisimlere (kateter, protez eklem parçaları gibi) tutunabilir ve hücre dışı polisakkarit yapıda biyofilm üretirler. Biyofilmler bakterilerin antimikrobiyal ajanlara karşı direnç geliştirmesine neden olur. Bu durumda planktonik bakterilere kıyasla çok daha yüksek antibiyotik konsantrasyonları gerekir. Biyofilmler genellikle yaklaşık 4 haftada olgunlaşır ve varlıkları, uygulanacak tedavi rejiminin seçiminde önemli rol oynar. Ayrıca, bazı staf. aureus türleri, yavaş büyüyen küçük koloni varyantları oluşturabilir. Bu durum, enfeksiyonların tekrar etmesine ve tedavinin güçleşmesine neden olur (14).

PEE'nin etken mikroorganizmaları ekleme hematojen (kan yoluyla) veya lokal yayılım sonucu ulaşabilirler. Hematojen yayılım en sık görülen bulaş yoludur. En sık hematojen yayılım kaynakları şunlardır:

- Cilt ve yumuşak doku enfeksiyonları (staf. aureus)
- Alt solunum yolu enfeksiyonları (strep. pneumoniae)
- Üriner sistem enfeksiyonları (esc. coli, enterobakter türleri, klebsiella dahil)
- Gastrointestinal enfeksiyonlar (bakteroides, salmonella, strep. galoliticus)
- Yeni geçirilmiş diş işlemleri (viridans streptokoklar)
- Enfekte intravasküler cihazlar (staf. epidermidis)

Lokal yayılım ise genellikle komşu osteomyelit odağından veya çevre yumuşak doku enfeksiyonundan kaynaklanır. Açık periprotetik kırıklarda olduğu gibi doğrudan travmatik durumlar da lokal yayılıma zemin hazırlayabilir (15).

Öykü ve Fizik Muayene

PEE'nin en sık görülen klinik belirtisi etkilenen eklemde ortaya çıkan ağrıdır. Bazı hastalarda eritem, eklemde şişlik ve ısı artışı gibi lokal inflamatuvar bulgular bulunabilir. Ancak ateş gibi sistemik enfeksiyon belirtileri sıklıkla görülmez. Kronik enfeksiyonlarda klinik tablo bazen belirsizdir ve tek semptom olarak ağrı bulunabilir. Bazı durumlarda ise enfeksiyon protezin gevşemesi veya sinüs traktı ile belirgin hale gelir. Drene olan bir sinüs traktının varlığı PEE için patognomoniktir, fakat olmaması tanıyı dışlamaz. Artroplasti başarısızlığının enfektif olmayan nedenleri ile PEE arasındaki klinik ayırım dikkatli yapılmalıdır. Çünkü bu ayırma göre tedavi algoritması tamamen farklılık gösterir.

Daha önce belirtildiği gibi PEE erken, gecikmiş veya geç enfeksiyon şeklinde ortaya çıkabilir. Erken enfeksiyonlar genellikle perioperatif dönemde kazanılan virülan mikroorganizmalar nedeniyle oluşur. Akut başlangıçlı olan bu enfeksiyonlar eritem, ödem, kesi hattında sertleşme (indürasyon) ve yara yerinden akıntı ile kendini gösterir. Gecikmiş enfeksiyonlara yol açan mikroorganizmalar da perioperatif dönemde kazanılmış olabilir ancak bunların virülansı genellikle daha düşüktür. Geç dönem PEE'ler genellikle hematogen kökenlidir ve çoğunlukla ateş, drene olan yara veya lokal enfeksiyon bulguları olmaksızın ortaya çıkar (16).

PEE semptomları genellikle spesifik değildir. Çoğu hasta eklem şişliği veya geçmeyen, zamanla artış gösteren ağrı ile başvurur. Alt ekstremiteleri etkileyen PEE vakalarında eklem instabilitesi ve yürüme zorluğu bildirilmesi de sık rastlanan bir durumdur (17).

Tanı ve Değerlendirme

PEE'nin doğru tanısı subjektif semptomların, objektif fizik muayene bulgularının ve laboratuvar değerlendirmelerinin (sinovyal sıvı hücre sayımı, serum inflamatuvar belirteçler ve kültür sonuçları gibi) bir arada değerlendirilmesini gerektirir. PEE için kullanılan tanı kriterleri, 2012 yılında Amerikan Enfeksiyon Hastalıkları Derneği (IDSA) ve 2011 yılında Muskuloskeletal Enfeksiyon Derneği (MSIS) tarafından önerilen kriterlerden başlayarak, 2018 ve 2021 yılları arasında uluslararası uzlaşma grupları tarafından önerilen yeni kriterlerle güncellenmiştir. PEE tanısı için kullanılan eşik değerler doğal eklem septik artritine göre çok daha düşüktür. Örneğin, doğal eklem septik artritinde sinovyal sıvı lökosit sayısı sıklıkla on binlerle ifade edilirken, kalça protez enfeksiyonu tanısında 4200 hücre/ μ L üzerindeki değerler, diz protez enfeksiyonunda ise 1700 hücre/ μ L üzerindeki değerler tanıyı destekler niteliktedir. Nötrofil oranının %80'den fazla olması ise hem kalça hem diz PEE'lerinde tipik bir özelliktir (18).

Kan ve Sinovyal Sıvı Kùltürleri

Kan ve sinovyal sıvı kùltürleri PEE tanısında kritik öneme sahiptir. Sinovyal sıvı aerobik ve anaerobik ortamda, birden fazla kùltür seti kullanılarak değerlendirilmelidir. Klinik şùphe halinde mikobakteriyel ve fungal kùltürler de yapılabilir. Anaerobik kùltürler 14 gün süreyle takip edilmelidir. Sinovyal sıvının toplam lökosit sayısı ve nötrofil yüzdesi açısından analizi yapılmalıdır. Alfa-defensin, C-reaktif protein, lökosit esteraz ve kalprotektin gibi testler sinovyal sıvı üzerinde uygulanabilir; ancak bu testler genellikle tanı açısından örtüşen bilgiler sunmaktadır. Eęer sinovyal sıvı kùltüründen izole edilen organizmanın klinik anlamı belirsizse ikinci bir eklem aspirasyonu gerekebilir (19).

Kan kùltürleri PEE olgularının yaklaşık %25'inde pozitif sonuç verir ve bunların çoğu erken dönem enfeksiyonlardır. Ancak kan kùltüründen tespit edilen mikroorganizmalar her zaman sinovyal sıvı kùltüründe izole edilen mikroorganizmalarla eşleşmeyebilir. Yeni nesil dizileme (next-generation sequencing) gibi proteomik ve genomik yöntemler PEE etkenlerinin tanımlanmasında umut vadetse de henüz klinik pratikte geniş çaplı kullanım alanı bulamamıştır (20).

Görüntüleme Yöntemleri

Direkt radyografi PEE açısından sınırlı duyarlılık ve özgüllüğe sahiptir. PEE ve aseptik gevşeme bulguları radyografide benzerlik gösterebilir. PEE radyografilerinde eklem efüzyonu, dizilim bozukluğu, kemik-sement-metal arayüzünde lüsenzi (boşluklar), periost reaksiyonları ya da yamalı tarzda osteoliz görülebilir. Periprotetik kemik rezorpsiyonu veya transkortikal seyreden sinüs traktları da PEE varlığını düşündürebilir.

FDG-pozitron emisyon tomografisi veya Teknesyum 99m sintigrafisi gibi ileri görüntüleme yöntemlerinin PEE tanısında kullanımının diagnostik yararı sınırlıdır. Ancak bu yöntemler kemik erozyonu, abse veya sinüs traktı oluşumu ve protez gevşemesi gibi patolojilerin saptanmasında yardımcı olabilir (21).

İntraoperatif Değerlendirme

Preoperatif dönemde sinovyal sıvı kùltüründe PEE ile uyumlu bir mikroorganizma tanımlanmış olsa bile doku kùltürü önemlidir. Çünkü birçok PEE vakası polimikrobiyal enfeksiyonlardır. Kùltürlerin tek başına duyarlılığının sınırlı olması ve gerçek patojenlerin kontaminantlardan ayrılması gerekliliği nedeniyle intraoperatif olarak birden fazla örnek alınmalıdır. Mikrobiyolojik tanıyı doğrulamak için iki veya daha fazla dokuda aynı mikroorganizmanın saptanması gerekir. Doku kùltürleri-

nin tanısal verimliliğini artırmak için operasyondan en az iki hafta öncesinde antibiyotik kullanımına ara verilmelidir. İmplant komponentleri çıkarılmışsa, biyofilm varlığını araştırmak amacıyla yüzeylerin sonikasyon yöntemiyle kültürü yapılabilir (22).

Protez Eklem Enfeksiyonunun Tanı Kriterleri

Muskuloskeletal Enfeksiyon Derneği'nin (MSIS) 2018 yılında önerdiği kalça ve diz protez enfeksiyonu tanı kriterleri kanıta dayalı ve geçerliliği doğrulanmış kriterlerdir. Bu kriterler majör ve minör kriterlerden oluşur. Yavaş büyüyen mikroorganizmalar, kristal hastalıkları veya proteze karşı gelişen lokal advers doku reaksiyonları açısından dikkatli kullanılmalıdır. Majör kriterlerden biri bile karşılanırsa PEE tanısı konabilir. Major kriterler tablo 1 de gösterilmiştir.

Tablo 1. Periprostetik eklem enfeksiyonlarında MSIS major kriterleri

Major Kriterler (en az biri)
Aynı mikroorganizmanın iki ayrı pozitif kültürü
Eklem ile bağlantısı olan veya protezin görülebildiği sinüs traktı varlığı

PEE tanısı preoperatif bulguların toplam skoru ≥ 6 olduğunda da konabilir. Skorun 2 ile 5 arasında olması durumu belirsiz olarak değerlendirilir. Bu durumda hastada olası bir PEE söz konusudur ancak tanının kesinleşmesi için ek bulgulara ihtiyaç vardır. Skorun 0 veya 1 olması ise PEE açısından negatif olarak yorumlanır. MSIS in Minör kriterleri tablo 2 de gösterilmiştir (23).

Tablo 2. Periprostetik eklem enfeksiyonlarında MSIS minör kriterleri

Minör Kriterler	Puan
Artmış serum C-reaktif protein veya D-dimer	2
Artmış serum eritrosit sedimentasyonu	1
Synovial sıvıda artmış total lökosit sayısı veya pozitif lökosit esterase	3
Sinovial sıvıda pozitif alfa-defensin	3
Sinovial sıvıda artmış nötrofil yüzdesi	2
Sinovial sıvıda artmış C-reaktif protein	1
Puanlama	Sonuç
Skor ≥ 6	Enfekte
Skor 4 veya 5	Gri zon
Skor ≤ 3	Enfekte değil

Tedavi Yönetimi

PEE'nin başarılı tedavisi genellikle enfeksiyon hastalıkları, ortopedi ve travmatoloji uzmanı, mikrobiyolog ve bazı vakalarda plastik cerrahı dahil birçok bölümün gerektiği multidisipliner yaklaşım gerektirir. Çoğunlukla cerrahi tedaviyi takiben en az 6 hafta süren intravenöz antibiyotik tedavisini kapsayan kombine bir yaklaşım uygulanır. PEE'nin tedavisinde hedef, enfeksiyonun tamamen ortadan kaldırılması, eklem fonksiyonlarının yeniden kazanılması ve semptomların giderilmesiyle kür sağlamaktır. Nadir durumlarda enfeksiyonu kontrol altında tutarak semptomların azaltıldığı palyatif bir yaklaşımda izlenebilir (24).

Antibiyotik Tedavisi

Antibiyotik tedavisi neredeyse her zaman gereklidir ancak antibiyotik

başlanmadan önce, kan ve sinovyal sıvı kültürleri için örnek alınmalıdır. Bunun tek istisnası, hasta sepsis tablosundaysa veya ağır seyirli enfeksiyonun mevcut olmasıdır. Enfeksiyonun erken, gecikmiş ya da geç dönem olması, ampirik antibiyotik tedavi seçiminde önemli rol oynar. Başlangıç antibiyotik tedavisi mutlaka staf. aureus (MRSA dahil), koagülaz-negatif stafilocoklar ve aerobik gram-negatif basillere karşı etkinlik göstermelidir. Rifampin ve florokinolonlar gibi biyofilmlere karşı etkili antibiyotikler ampirik tedavide sıklıkla tercih edilir. Oral antibiyotik seçenekleri arasında minosiklin, linezolid ve trimetoprim-sülfametoksazol gibi ajanlar da bulunmaktadır. Tedavi sırasında antibiyotik duyarlılık test sonuçlarına göre revizyon ve güncelleme yapılmalıdır (25).

Cerrahi Tedavi Seçenekleri

Debridman ve implant korunması (DAIR)

Bu yöntemde metal implantlar yerinde bırakılır ancak eklem boşluğu cerrahi olarak temizlenir ve modüler polietilen liner bileşenleri değiştirilir. DAIR yöntemi genellikle erken dönem PEE’lerde uygulanır. İmplant stabilitesi mevcutsa, semptomların süresi üç haftadan kısaysa, sinüs traktı yoksa ve izole edilen patojen antibiyotiklere duyarlıysa tercih edilir. Ayrıca akut hematolojik enfeksiyonlarda semptomların süresi 72 saatten kısa ise DAIR yöntemi uygulanabilir. İşlem sonrası uzatılmış IV antibiyotik tedavisi yapılır. Bu yöntemin başarısında erken tanı ve uygun hasta seçimi kritik rol oynar (26).

Tek aşamalı revizyon

Avrupa’da daha yaygın şekilde uygulanan bir cerrahi yöntem olmakla beraber ABD’de de bu yöntemi uygulayan merkezler vardır. Tek aşamalı revizyonda enfekte protez tümüyle çıkarılır ve geniş etkili bir debridman yapılır. Aynı ameliyat seansında nihai tedavi ile kalıcı protez yerleştirilir. Bu yöntem için hasta seçimi oldukça önemlidir. İmmün yetmezliği olmayan, ciddi komorbiditeleri bulunmayan ve yumuşak doku sağlığı iyi olan hastalar daha uygundur. Enfeksiyona neden olan mikroorganizma düşük virülansta olmalı ve antibiyotik duyarlılıkları cerrahi öncesi bilinmelidir. Tek aşamalı revizyon, iki aşamalı revizyona göre daha düşük maliyet, daha kısa hastanede kalış süresi ve daha hızlı mobilizasyon avantajlarına sahiptir. Ancak rezidüel enfeksiyon riski biraz daha yüksektir. Her iki yöntemin sonuçları halen klinik araştırmalar ile karşılaştırılmaktadır (27).

İki aşamalı revizyon

Bu yöntem, özellikle gecikmiş ve geç dönem PEE vakalarında altın

standart cerrahi yaklaşımdır. Enfekte protez tamamen çıkarılır, yerine geçici olarak antibiyotikli spacer yerleştirilir. Devamında hastaya etken mikroorganizmaya göre 6-8 hafta süreyle IV antibiyotik tedavisi verilir. Sonrasında enfeksiyon labaratuvar bulguları istenilen düzeye inip uygun şartlar sağlanınca yeni bir protez implantasyonu yapılır. Bu yöntemde hastanın birden fazla ameliyatı kaldırabilecek genel sağlık durumunda olması ve yeterli kemik rezervinin bulunması gereklidir. Reimplantasyon kararı için klinik olarak enfeksiyon bulgularının olmaması, normal inflamatuvar belirteçler ve antibiyotik tedavisinin tamamlanmasından en az 2 hafta sonra yapılan kültürlerin negatif olması gereklidir (28).

Kurtarma (Salvage) cerrahisi

Salvage tedavi yöntemleri iki aşamalı revizyon için uygun olmayan ya da önceki cerrahi girişimlerin başarısız olduğu durumlarda uygulanır. Cerrahi için uygun olmayan, ileri yaşta, yatağa bağımlı, genel durumu kötü veya çoklu ciddi komorbid hastalığı olan hastalarda uzun süreli kronik antibiyotik tedavisi tercih edilebilir. Ancak bu yaklaşım genellikle enfeksiyonu tamamen ortadan kaldırmada yetersiz kalır ve hasta ömür boyu antibiyotik kullanmak zorunda kalabilir.

Cerrahi sonrası eklem fonksiyonlarının yeterli düzeyde olmayacağı düşünülen durumlarda veya enfeksiyonun cerrahi girişimlere rağmen kontrol altına alınamadığı durumlarda, protezin çıkarıldığı ancak yerine yenisinin konmadığı rezeksiyon artroplastisi (Girdlestone prosedürü) uygulanabilir. Rezeksiyon artroplastisi sıklıkla ileri yaş, yürüyemeyen, ameliyat riski yüksek hastalar için tercih edilir. Ayrıca yeterli kemik dokusu bulunmayan, yumuşak dokuları kötü durumda olan, enfeksiyonları tekrar eden veya önceki cerrahileri başarısız olmuş hastalarda da uygulanabilir bir seçenektir.

PEE'nin konservatif ve cerrahi tüm yöntemlere rağmen kontrol edilemediği, ciddi vasküler yetersizliğin eşlik ettiği veya kemik ve yumuşak doku kaybının çok fazla olduğu ekstrem durumlarda amputasyon gerekebilir. Amputasyon kararı hastanın yaşam kalitesini koruma adına multidisipliner bir değerlendirme sonrası verilmelidir (29).

Sonuç

PEE artroplastisi sonrası gelişen en ciddi komplikasyonlardan biridir. Hem mortalite hemde morbiditenin önemli bir sebebi olan PEE sağlık sistemi üzerine ciddi bir yük oluşturmaktadır (30). PEE yönetimi, etiolojisinin karmaşıklığı ve klinik tanının zorluğu nedeniyle multidisipliner bir yaklaşımı gerekli kılar. Hastalığın önlenmesi için modifiye edilebilir risk faktörlerinin yönetimi ve cerrahi tekniklerin optimize edilmesi

büyük önem taşır. PEE tanısında kesin kriterlerin yanı sıra klinik ve laboratuvar verilerinin kapsamlı değerlendirilmesi kritik rol oynar. Güncel MSIS kriterleri, klinisyenlerin bu enfeksiyonları daha hassas bir şekilde tanımlamasına yardımcı olmakta ve belirsiz vakaların daha doğru yönetilmesini sağlamaktadır. Yeni nesil tanısal tekniklerin klinik pratiğe entegrasyonu, gelecekte daha hassas ve hızlı tanı imkanları sunabilir. Cerrahi tedavi seçenekleri arasında DAIR yöntemi, erken dönem vakalar için umut vaat etmekteyken, iki aşamalı revizyon prosedürleri gecikmiş ve geç dönem enfeksiyonlarda altın standart olmayı sürdürmektedir. Tek aşamalı revizyon ise uygun seçilmiş hasta gruplarında faydalı ve maliyet etkin bir alternatif olabilir. Cerrahi yöntemlerin başarısı için hasta seçimi, cerrahi deneyim ve multidisipliner ekiplerin koordinasyonu vazgeçilmez unsurlardır. Sonuç olarak, PEE'nin etkili yönetimi ve önlenmesi, hasta eğitiminden cerrahi tekniğe, tanısal yaklaşımdan tedavi stratejilerine kadar tüm basamaklarda proaktif ve bütünlük bir yaklaşımı gerektirir. Araştırmaların derinleştirilmesi ve klinik uygulamalara entegre edilmesiyle gelecekte daha başarılı sonuçlar elde edilecektir.

KAYNAKÇA

- Salar, O., Phillips, J., & Porter, R. (2021). Diagnosis of knee prosthetic joint infection; aspiration and biopsy. *The Knee*, 30, 249–253.
- Beam, E., & Osmon, D. (2018). Prosthetic Joint Infection Update. *Infectious disease clinics of North America*, 32(4), 843–859.
- Rajput, V., Meek, R. M. D., & Haddad, F. S. (2022). Periprosthetic joint infection: what next?. *The bone & joint journal*, 104-B(11), 1193–1195.
- Parvizi, J., Tan, T. L., Goswami, K., Higuera, C., Della Valle, C., Chen, A. F., & Shohat, N. (2018). The 2018 Definition of Periprosthetic Hip and Knee Infection: An Evidence-Based and Validated Criteria. *The Journal of arthroplasty*, 33(5), 1309–1314.e2.
- Koh, C. K., Zeng, I., Ravi, S., Zhu, M., Vince, K. G., & Young, S. W. (2017). Periprosthetic Joint Infection Is the Main Cause of Failure for Modern Knee Arthroplasty: An Analysis of 11,134 Knees. *Clinical orthopaedics and related research*, 475(9), 2194–2201.
- Koh, C. K., Zeng, I., Ravi, S., Zhu, M., Vince, K. G., & Young, S. W. (2017). Periprosthetic Joint Infection Is the Main Cause of Failure for Modern Knee Arthroplasty: An Analysis of 11,134 Knees. *Clinical orthopaedics and related research*, 475(9), 2194–2201.
- Blanco, J. F., Díaz, A., Melchor, F. R., da Casa, C., & Pescador, D. (2020). Risk factors for periprosthetic joint infection after total knee arthroplasty. *Archives of orthopaedic and trauma surgery*, 140(2), 239–245.
- Kong, L., Cao, J., Zhang, Y., Ding, W., & Shen, Y. (2017). Risk factors for periprosthetic joint infection following primary total hip or knee arthroplasty: a meta-analysis. *International wound journal*, 14(3), 529–536.
- Bae, K. J., Chae, Y. J., Jung, S. J., & Gong, H. S. (2022). Incidence and risk factors for periprosthetic joint infection: A common data model analysis. *Joint diseases and related surgery*, 33(2), 303–313.
- Qvistgaard, M., Nätman, J., Lovebo, J., Almerud-Österberg, S., & Rolfson, O. (2022). Risk factors for reoperation due to periprosthetic joint infection after elective total hip arthroplasty: a study of 35,056 patients using linked data of the Swedish Hip Arthroplasty Registry (SHAR) and Swedish Perioperative Registry (SPOR). *BMC musculoskeletal disorders*, 23(1), 275.
- Panula, V. J., Alakylä, K. J., Venäläinen, M. S., Haapakoski, J. J., Eskelinen, A. P., Manninen, M. J., Kettunen, J. S., Puhto, A. P., Vasara, A. I., Elo, L. L., & Mäkelä, K. T. (2021). Risk factors for prosthetic joint infections following total hip arthroplasty based on 33,337 hips in the Finnish Arthroplasty Register from 2014 to 2018.
- Tubb, C. C., Polkowksi, G. G., & Krause, B. (2020). Diagnosis and Prevention of Periprosthetic Joint Infections. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 28(8), e340–e348.

- Frank, R. M., Cross, M. B., & Della Valle, C. J. (2015). Periprosthetic joint infection: modern aspects of prevention, diagnosis, and treatment. *The journal of knee surgery*, 28(2), 105–112.
- Parvizi, J., Alijanipour, P., Barberi, E. F., Hickok, N. J., Phillips, K. S., Shapiro, I. M., Schwarz, E. M., Stevens, M. H., Wang, Y., & Shirliff, M. E. (2015). Novel developments in the prevention, diagnosis, and treatment of periprosthetic joint infections. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 23 Suppl, S32–S43.
- Linke, S., Thürmer, A., Bienger, K., Kleber, C., Bellova, P., Lützner, J., & Stiehler, M. (2022). Microbiological pathogen analysis in native versus periprosthetic joint infections: a retrospective study. *Journal of orthopaedic surgery and research*, 17(1), 9.
- Li, C., Renz, N., Trampuz, A., & Ojeda-Thies, C. (2020). Twenty common errors in the diagnosis and treatment of periprosthetic joint infection. *International orthopaedics*, 44(1), 3–14.
- Zmistowski, B., Della Valle, C., Bauer, T. W., Malizos, K. N., Alavi, A., Bedair, H., Booth, R. E., Choong, P., Deirmengian, C., Ehrlich, G. D., Gambir, A., Huang, R., Kissin, Y., Kobayashi, H., Kobayashi, N., Krenn, V., Lorenzo, D., Marston, S. B., Meermans, G., Perez, J., ... Witzo, E. (2014). Diagnosis of periprosthetic joint infection. *Journal of orthopaedic research : official publication of the Orthopaedic Research Society*, 32 Suppl 1, S98–S107.
- Nelson, S. B., Pinkney, J. A., Chen, A. F., & Tande, A. J. (2023). Periprosthetic Joint Infection: Current Clinical Challenges. *Clinical infectious diseases : an official publication of the Infectious Diseases Society of America*, 77(7), e34–e45.
- Pupaibool, J., Fulnecky, E. J., Swords, R. L., Jr, Sistrunk, W. W., & Haddow, A. D. (2016). Alpha-defensin-novel synovial fluid biomarker for the diagnosis of periprosthetic joint infection. *International orthopaedics*, 40(12), 2447–2452.
- Goh, G. S., & Parvizi, J. (2022). Diagnosis and Treatment of Culture-Negative Periprosthetic Joint Infection. *The Journal of arthroplasty*, 37(8), 1488–1493.
- Hynes, J. P., Murphy, M. C., Gillespie, C., & Kavanagh, E. C. (2020). Periprosthetic Hip Joint Infection and Its Diagnosis. *Radiology*, 297(1), E240.
- Zanna, L., Sangaletti, R., Akkaya, M., Shen, T., Abuljadail, S., Gehrke, T., & Citak, M. (2023). What is the concordance rate of preoperative synovial fluid aspiration and intraoperative biopsy in detecting periprosthetic joint infection of the shoulder?. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 32(3), 492–499.
- Patel, M., Gazendam, A., Wood, T. J., Tushinski, D., Hamilton Arthroplasty Group, & Bali, K. (2023). The quality of diagnostic studies used for the diagnostic criteria of periprosthetic joint infections. *European journal of orthopaedic surgery & traumatology : orthopedie traumatologie*, 33(5), 2035–2048.

- Siljander, M. P., Sobh, A. H., Baker, K. C., Baker, E. A., & Kaplan, L. M. (2018). Multidrug-Resistant Organisms in the Setting of Periprosthetic Joint Infection-Diagnosis, Prevention, and Treatment. *The Journal of arthroplasty*, 33(1), 185–194.
- Knoll, L., Steppacher, S. D., Furrer, H., Thurnheer-Zürcher, M. C., & Renz, N. (2023). High treatment failure rate in haematogenous compared to non-haematogenous periprosthetic joint infection. *The bone & joint journal*, 105-B(12), 1294–1302.
- Gonzalez, M. R., Acosta, J. I., Clunk, M. J., Bedi, A. D. S., Karczewski, D., Newman, E. T., Raskin, K. A., & Lozano-Calderon, S. A. (2024). Debridement, Antibiotics, and Implant Retention (DAIR) Plus Offers Similar Periprosthetic Joint Infection Treatment Success Rates to Two-Stage Revision in Oncologic Megaprosthesis. *The Journal of arthroplasty*, 39(7), 1820–1827.
- Kildow, B. J., Della-Valle, C. J., & Springer, B. D. (2020). Single vs 2-Stage Revision for the Treatment of Periprosthetic Joint Infection. *The Journal of arthroplasty*, 35(3S), S24–S30.
- Bhanushali, A., Tran, L., Nairne-Nagy, J., Bereza, S., Callary, S. A., Atkins, G. J., Ramasamy, B., & Solomon, L. B. (2024). Patient-Related Predictors of Treatment Failure After Two-Stage Total Hip Arthroplasty Revision for Periprosthetic Joint Infection: A Systematic Review and Meta-Analysis. *The Journal of arthroplasty*, 39(9), 2395–2402.e14.
- Gramlich, Y., & Parvizi, J. (2023). Enough is enough: salvage procedures in severe periprosthetic joint infection. *Arthroplasty (London, England)*, 5(1), 36.
- Golgelioglu, F., Oguzkaya, S., Misir, A., & Guney, A. (2020). The Effect of Time Spent with a Dynamic Spacer on Clinical and Functional Outcomes in Two-Stage Revision Knee Arthroplasty. *Indian journal of orthopaedics*, 54(6), 824–830.

Bölüm 3

MENİSKÜS KÖK YIRTIKLARI: GENEL YAKLAŞIMLAR

Anıl AYDIN¹

¹ Kayseri Devlet Hastanesi, ORCID:0009-0008-6977-7500

1. Giriş

Menisküs kök yırtıkları, tibial bağlanma yerinde menisküsün tam kopması veya menisküsün tibia yapışma yerinin 1 cm çevresindeki menisküs yırtıklarıdır. Bu yaralanmalar genellikle 50 yaş üzeri kişilerde görülmekte olup, tedavi edilmediğinde diz eklemine kinematiğini bozarak osteoartrit neden olmaktadır. Genç bireylerde ise daha çok travmatik nedenlere bağlı kök yırtıkları oluşmaktadır.(Gerhold et al., 2025)

Menisküs kök yırtıkları yerleşim yerine göre posterior veya anterior kök yırtıkları olarak isimlendirilebilir. Posterior kök yırtıkları hareket sırasında daha çok yüke maruz kaldığı için daha sık görülür. Anterior kök yırtıkları ise daha çok ön çapraz bağ rekonstrüksiyon yapılırken tibial tünel açma sırasında veya antegrade tibia çivi operasyonları sırasında iatrojenik yaralanmalarda görülür.(Bonasia et al., 2015). Menisküs kökü yırtıklarının sıklığı medial menisküste %5,9-21,5 ; lateral menisküste %3,5-8 olduğu bildirilmiştir.(R. F. LaPrade et al., 2015) Lateral menisküs posterior kök yırtıklarının ön çapraz bağ rüptürüne eşlik etme olasılığı mediale göre 10,3 kat daha fazla iken medial menisküs posterior kök yırtıklarının diz içinde kırıldak hasarı birlikte görülme oranı laterale göre 5,8 kat daha fazladır.(ElAttar et al., 2011)

Bu bölümde konunun genel çerçevesi çizilir, bölümün amacı belirtilir ve literatürdeki boşluklar vurgulanır. Metin Times New Roman, 12 punto ve tek satır aralığıyla yazılmalıdır.

2. Anatomi ve Biyomekanik

Menisküs su ,tip 1 kollajen ve proteoglikagandan oluşan; tibiofemoral eklem uyumu sağlayarak diz eklemine gelen aksiyal yüklenmeleri eşit dağıtan yapılardır.(Strauss et al., 2016a) Medial menisküs “C şeklinde” iken lateral menisküs “U şeklinde ”görülmetedir. Her iki menisküsün uç kısımlarına boynuz denilmekte, orta kısımları ise gövde olarak isimlendirilmektedir.Bu boynuzlar kök kısımları ile tibiya yapışmaktadır.(LaPrade et al., 2014)Menisküs kök kısmı kemiğe yelpaze şeklinde uzanan güçlü parlak beyaz liflerle yapışır.Posterior ve anterior kök kısmındaki bu lifler tibia platosunun santral kısmında birleşirler.Bu lifler histolojik olarak incelendiğinde dört katmandan oluşur. Bunlar; menisküs lifleri, kalsifiye olmayan fibrokartilaj, kalsifiye fibrokartilaj ve kemiktir.(Farr et al., 2007)

Medial menisküsün posterior kökünün ayak izi medial tibia platonun eklem yüzeyinin laterali,medial tibia platosunun apeksinin posterior kısımda ve arka çapraz bağın en proksimal noktasının anteriorunda yer alır.Bu yakaşık olarak medial tibia eminensianın 9,6 mm posterioru ve 0.7

mm lateraline denk gelmektedir. Lateral menisküsün posterior kökünün yapışma yerinin ayak izi ise yaklaşık olarak arka çapraz bağın tibia yapışma yerinin 12.7 mm anterioru, lateral eminensianın 1,5 mm posterioru ve 4.2 mm medialidir(Johannsen et al., 2012)

Medial menisküsün anterior kök kısmın ayak izi ise,yaklaşık olarak tibia interkondiler çentigin anterior kısmında başlayarak ön çapraz bağın tibia yapışma yerinin 18.2 mm anteromedialinde bulunmaktadır.Lateral menisküsün anterior kök kısmının yapışma yeri ise lateral eminensianın yaklaşık 14.4 mm ve ön çapraz bağın tibia yapışma yerinin 5.0 mm later-alinde yer almaktadır.(Zaffagnini et al., 2019)

Menisküsün kök kısmı,yük altında menisküsün ekstürüde olmasını engelleyerek yükün absorbe edilmesini sağlar.(hoop stres) Menisküs kök yırtığında, menisküs ekstürüde olur temas alanı azalarak hyalin kırık-dak üzerindeki temas basıncı artar.Artan temas basıncı hyalin kırık-dak atrit bulgularına yol açar.(Habata et al., 2004; Moon et al., 2023) Medial menisküs kapsüle ve kemiğe daha sıkı bağlarla bağlıdır.Bu yüzden daha az hareketlidir.Medial menisküsün posterior kök yırtıkları total menisektomiye benzer tabloaya yol açar.(Allaire et al., 2008) Menisküs kök kısımlarının bir diğer önemli görevide bağ yaralanmaları sonrasında rotasyonel ve ön arka stabiliteye katkı sağlamasıdır.(Bernard et al., 2020)

3. Sınıflandırma

LaPrade menisküs kök yırtıklarını beş grupta göstermiştir. (C. M. LaPrade et al., 2015)

- Tip 1 yırtıklar; kısmi stabil kök yırtıkları,
- Tip 2 yırtıklar; komplet radyal kök yırtıkları,
- Tip 2A yırtıklar:radyal kök yırtığı,yapışma yerinden 0-3 mm mesafede
- Tip 2B yırtıklar:radyal kök yırtığı,yapışma yerinden 3-6 mm mesafede
- Tip 2C yırtıklar:radyal kök yırtığı,yapışma yerinden 6-9 mm mesafede
- Tip 3 yırtıklar; komplet kök yırtıkları ve eşlik eden kova sapı menisküs yırtığı,
- Tip 4 yırtıklar; menisküs kökü tibial yapışma noktasına uzanan oblik yırtık,

- TİP 5 yırtıklar:menisküs ayak izinde avülziyon kırık
Forkel ve Petersende lateral menisküs kök yırtıklarını üç gruba ayırmıştır.(Forkel et al., 2013)
- Tip 1 yırtıklar; lateral menisküsün kök avulsiyonu
- Tip 2 yırtıklar; köke yakın radyal yırtık veya kök ile meniskofemoral bağın meniskal yapışma yeri arasındaki yırtıklar,
- Tip 3 yırtıklar; lateral menisküsün posterior yapışma yerinin komplet yırtığı

4. Klinik Değerlendirme

Menisküs kök yırtıkları akut travma veya dejeneratif değişiklikler sonucu meydana gelebilir.(Bhatia et al., 2014) Travmatik yırtıklara diğer bağ yaralanmaları eşlik edebilir. Diz bağ yaralanmaları ile menisküs kök yırtığının birlikte görülme sıklığı % 3-%14 arasındadır.(Kosy et al., 2018) Dejeneratif yırtıkların sıklığı daha fazladır. Özellikle en az harekete sahip medial menisküsün posterior kök yırtığı en yaygın olanıdır.(Bhatia et al., 2014) Artan yaş,varus dizilim bozukluğu,obezite ,kadın cinsiyeti ve azalan aktivite düzeyleri medial posterior kök yırtığı oluşumunda önemli bir risk faktörleridir.(Hwang et al., 2012a) Lateral menisküs kök yırtıkları ise daha çok temaslı spor yapan kişilerin risk altında olduğu görülmüştür.(Tandogan et al., 2004)

Hastalar medial menisküs kök yırtığında çömelip kalkmakla ve yük verme ile eklem çizgisi hizasında artan şekilde hissedilen ağrı tariflemektedir. Genellikle hastalarda menisküse bağlı boşlama, takılma ve kitleme gibi mekanik semptomlar görülmez.(Strauss et al., 2016b) Menisküs yırtıklarında yaygın görülen semptomlar kök yırtıklarında ortaya çıkmayabilir bu durum kök yırtığı tanısını klinik olarak zorlaştırmaktadır.

Fizik muayenede hastalar daha çok derin fleksiyonda ağrı tariflemektedirler. Eklem hattında palpasyonla hassasiyet,efüzyon artışı ve pozitif McMurray testi diğer muayene bulgularıdır.(Jauregui et al., 2018) Seil ve arkadaşları medial menisküs kök yırtıkları için tanısall bir test tariflemişlerdir. Bu teste göre diz tam ekstansiyondayken varus stres testi uyguladığında ekstrüde olan menisküsün palpe edilmesi durumunda test pozitif olarak kabul edilmiştir. Bu test erken tanı ve cerrahi sonrası takipler için bir yol gösterici olabilir.(Seil et al., 2011) Lateral menisküs kök yırtıkları daha çok ön çapraz bağ rüptürleri ile birlikte görülür. Ön çapraz bağ rüptürü olan kişilerde ileri artmış pivot –shift testinde lateral menisküs kök yırtığından şüphelenilmelidir.(Musahl et al., 2010)

Bu bölümde endikasyonlar, hasta grupları ve seçim kriterleri anlatılmıştır.

5. Görüntüleme

Manyetik rezonans (MRG) görüntülemeye altın standart olarak kullanılmaktadır.Yapılan bir çalışmada MRG'in menisküs kök yırtığı tanısında %77 duyarlılık ve % 73 özgüllük gösterdiği görülmüştür. (Warth & Rodkey, 2015) Başka bir çalışmada ise artroskopik olarak tespit edilen medial menisküs posterior kök yırtığı olan 67 hastanın sadece %72,9'unda kök yırtığı tanısı MRG ile konulmuş.(Ozkoc et al., 2008)

Üç MRG işareti direkt olarak menisküs kök yırtıkları için karakteristiktir.(Harper et al., 2005)

1. Aksiyel görüntülemeye radyal lineer kesik (Şekil 1.1)
2. Koronal görüntülemeye vertikal lineer kesik (Şekil 1.2)
3. Sagittal görüntülemeye menisküs kök kaybı (hayalet belirtisi)

MRG'da görülen indirekt bulgularlada menisküs kök yırtığı tanısı tahmin edilebilir.(Choi et al., 2010)

1. Menisküs ekstrüzyon
2. Kondral hasar
3. Kemik iliği ödemi

6. Tedavi

Menisküs kök yırtıklarının tedavisi cerrahi olmayan,kısmi menisektomi ve menisküs kök onarımı şeklinde kabaca üç gruba ayrılır.Geçmişte cerrahi olmayan tedavi ve menisektomi yaygın olarak kullanılmaktayken günümüzde artık kök onarımı tercih edilmektedir.(C. M. LaPrade et al., 2015)

Menisküs kök onarımı yapılamayan hastalarda zamanla diz eklemi osteoartrite ilerlesede bazı hasta gruplarında cerrahi olmayan tedavi tercih edilebilir. İleri sedanter yaşam öyküsü olan yaşlı hastalar,ileri komorbidite riski olan ve ileri atriti olan hastalarda konservatif tedavi tercih edilebilir.Konservatif tedavide anti-inflamatuar ilaçlar fizik tedavi,eklem içi enjeksiyonlar ve yük aktarımın azaltan breysler denenebilir.(Hwang et al., 2012b)

Parsiyel menisektomi klinik olarak ilk başlarda semptomları hafifletilebilir..Uzun dönemde ise sonuçları oldukça kötü olup diz eklemine osteo-

atrit riskini artırır.(Hong et al., 2022)

Menisküs kök tamiri endikasyonları için henüz fikir birliği tam sağlanamamış olsada genel kabul görmüş endikasyon, fiziksel aktivitesi yüksek genç hastalar ,yüksek olmayan vücut kitle indeksi,ileri atriti olmayan ve ileri varusu olmayan hasta gruplarıdır.(Chung et al., 2016; S. S. Lee et al., 2018) Yapılan bir çalışmada Outerbridge skorlamasına göre evre 3-4 artritli olan ve 5 dereceden fazla varusu olan hastalarda kök tamirinin sonuçlarının iyi olmadığı gösterilmiştir.(Stärke et al., 2010) Yüksek vücut kitle indeksine sahip bireylerde de onarım sonuçlarının iyi olmadığı görülmüştür.(Brophy et al., 2019)

Menisküs kök tamiri için 2 cerrahi teknik günümüzde sık kullanılmaktadır. Bunlar trans tibial pull-out tekniği ve dikiş çapası ile kök tamir tekniğidir.(Hwang et al., 2012a)Transtibial pull-out tekniği ile onarım ilk kez 1995 yılında kullanılmıştır.(Raustol et al., 2006) Bu teknikte menisküsün posterior kök kısmının yapışma bölgesinden ön çapraz bağ tibia kılavuzu kullanılarak tünel açılması ve meniskus kök kısmından geçirilen sütürlerin bu tünelden geçirilip tespitin tibianın ön bölgesinde sağlanmasıdır.(Petersen & Zantop, 2006) (Şekil 2) Bazı cerrahlar kök kısmının yapıştığı yere temas alanını arttırdığı için çift tünel tekniği kullanmaktadır.(Ahn et al., 2009) Çift tünel tekniğinin dezvanatajıda komplikasyon riski daha yüksek olması ve bağ tamiri yapılacaksa tünellerin birleşme ihtimalidir.

Dikiş çapa yöntemi ile kök tamiri teknik olarak zordur. Ek posteromedial portale ve özel aletlere ihtiyaç vardır.(Engelsohn et al., 2007) Avantajı ise tünel ihtiyacı olmaması bağ rekonstrüksiyon yapılacak hastalar için bir avantajdır Ayrıca bir diğer avantajı ise sütürlerin aşınmasına bağlı oluşabilecek komplikasyon riskini azaltmasıdır.(D. R. Lee et al., 2022a)

7. Komplikasyonlar

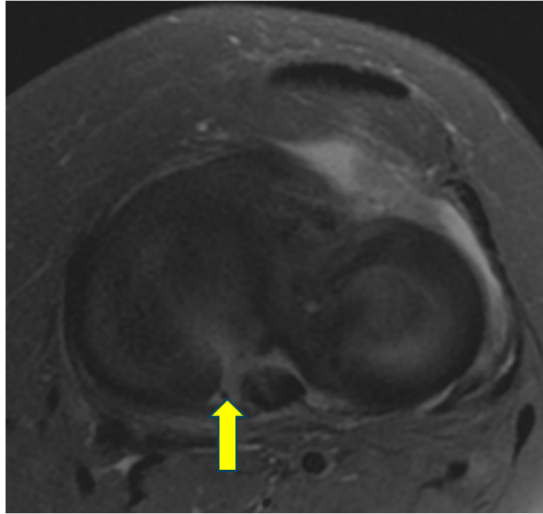
Menisküs kök onarımı sonrası komplikasyonlar görülebilir. Bu komplikasyonlar tamir edilen kök kısmının tekrar yırtılması buna bağlı artrit ilerlemesi, enfeksiyon ,iatrojenik kıkırdak hasarı,atrofibrozis ve derin ven trombozu gibi yaygın komplikasyonlardır.(Strauss et al., 2016c) Ayrıca transtibial pull-out tekniği ile yapılan onarımlar sonrası tünel içinde sütür aşınmasına bağlı tespitin başarısız olması diğer komplikasyonlardan biridir.(Cerminara et al., 2014)

Bu kısımda olası komplikasyonlar ve yönetim stratejileri açıklanır.

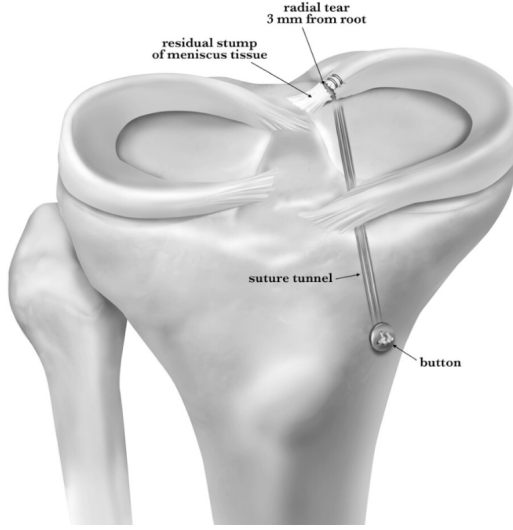
7. řekiller ve Tablolar



şekil 1.1 Koronal kesitte vertikal yırtık



şekil 1.2 Aksiyel kesitte radial yırtık



Şekil 2

Posterior medial menisküs kök yırtığının Transtibial Pull-out tekniği ile tespiti(Padalecki et al., 2014)

7. Kilinik Sonuçlar

Menisküs kök kısmı menisküse iletilen yükün dağıtılmasında kritik bir öneme sahiptir.Bu yapının hasarlanması diz eklemine biyomekanik işlevini bozarak osteoartrit tablosuna hızlı ilerleme sine neden olur..Menisküs kök kısmının olabildiğince cerrahi olarak onarılması önerilmektedir.(Langhans et al., 2023) Yapılan bazı çalışmalarda kök yırtığı cerrahi olarak onarım yapılanlarla ,cerrahi dışı tedavi edilenlere göre ilerleyen zamanlarda osteoartrit gelişme ve total diz atrofisi ilerme oranları daha az bulunmuştur .(Bernard et al., 2020; Chung et al., 2018) Ayrıca anatomik menisküs kök onarımı geçiren hastaların diz ağrısı azalmış; işlev ve aktivite düzeyleri artmıştır.(Eseonu et al., 2022) Bazı çalışmalarda ise kök onarımındaki gelişmelere rağmen osteoartritin önlenmesinde yetersiz kaldığı yönündedir.(Daney et al., 2019; D. R. Lee et al., 2022b).

Menisküs kök yırtıklarının cerrahi endikasyonları,cerrahi teknikleri ve rehabilitasyon açısından hala literatürde tam bir fikir birliği bulunmamaktadır.Bu sorunların ele alınıp daha fazla multidisipliner çalışma yapılması önerilmektedir.Gelecekte doku mühendisliği ve rejeneratif tıp menisküs kök yırtığı tedavisinde alternatif yöntemler sunabilir. Özellikle kök hücre kaynaklı tedavilerin menisküs onarımı sonrası iyileşme hızını önemli ölçüde arttırdığı görülmektedir.(D. R. Lee et al., 2022b)

8. Kaynakça

1. Gerhold C, Dave U, Bi AS, Chahla J. Medial Meniscus Root Tears: Anatomy, Repair Options, and Outcomes. *Arthroscopy - Journal of Arthroscopic and Related Surgery* [Internet]. 2025 Apr 1 [cited 2025 Oct 20];41(4):871–3. Available from: <https://www.arthroscopyjournal.org/action/showFullText?pii=S0749806325000076>
2. Bonasia DE, Pellegrino P, D'Amelio A, Cottino U, Rossi R. Meniscal root tear repair: why, when and how? *Orthop Rev (Pavia)*. 2015 Jun 11;7(2):34–9.
3. LaPrade RF, Ho CP, James E, Crespo B, LaPrade CM, Matheny LM. Diagnostic accuracy of 3.0 T magnetic resonance imaging for the detection of meniscus posterior root pathology. *Springer RF LaPrade, CP Ho, E James, B Crespo, CM LaPrade, LM Matheny Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 2015•Springer [Internet]. 2015 Jan 1 [cited 2025 Oct 20];23(1):152–7. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00167-014-3395-5>
4. ElAttar M, Dhollander A, Verdonk R, Almqvist KF, Verdonk P. Twenty-six years of meniscal allograft transplantation: is it still experimental? A meta-analysis of 44 trials. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* [Internet]. 2011 Feb 1 [cited 2025 Oct 20];19(2):147–57. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21161170/>
5. Strauss EJ, Day MS, Ryan M, Jazrawi L. Evaluation, treatment, and outcomes of meniscal root tears a critical analysis review. *JBJS Rev* [Internet]. 2016 Jan 1 [cited 2025 Oct 20];4(8). Available from: https://journals.lww.com/jbjsreviews/fulltext/2016/08000/evaluation,_treatment,_and_outcomes_of_meniscal.4.aspx
6. Laprade CM, Ellman MB, Rasmussen MT, James EW, Wijdicks CA, Engebretsen L, et al. Anatomy of the anterior root attachments of the medial and lateral menisci: a quantitative analysis. *Am J Sports Med* [Internet]. 2014 Oct 11 [cited 2025 Oct 20];42(10):2386–92. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25106782/>
7. Farr J, Rawal A, Marberry KM. Concomitant meniscal allograft transplantation and autologous chondrocyte implantation: minimum 2-year follow-up. *Am J Sports Med* [Internet]. 2007 Sep [cited 2025 Oct 20];35(9):1459–66. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17435058/>
8. Johannsen AM, Civitarese DM, Padalecki JR, Goldsmith MT, Wijdicks CA, Laprade RF. Qualitative and quantitative anatomic analysis of the posterior root attachments of the medial and lateral menisci. *journals.sagepub.com*AM Johannsen, DM Civitarese, JR Padalecki, MT Goldsmith, CA Wijdicks, RF LaPradeThe American journal of sports medicine, 2012•journals.sagepub.com [Internet]. 2012 Oct [cited 2025 Oct 20];40(10):2342–7. Available from: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0363546512457642>

9. Zaffagnini S, Grassi A, Macchiarola L, Stefanelli F, Coco V, Marcacci M, et al. Meniscal Allograft Transplantation Is an Effective Treatment in Patients Older Than 50 Years but Yields Inferior Results Compared With Younger Patients: A Case-Control Study. *Arthroscopy - Journal of Arthroscopic and Related Surgery* [Internet]. 2019 Aug 1 [cited 2025 Oct 20];35(8):2448–58. Available from: <https://www.arthroscopyjournal.org/action/showFullText?pii=S0749806319303081>
10. Habata T, Uematsu K, Hattori K, Takakura Y, Fujisawa Y. Clinical features of the posterior horn tear in the medial meniscus. *Arch Orthop Trauma Surg* [Internet]. 2004 Nov [cited 2025 Oct 20];124(9):642–5. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15133696/>
11. Moon HS, Choi CH, Jung M, Chung K, Jung SH, Kim YH, et al. Medial Meniscus Posterior Root Tear: How Far Have We Come and What Remains? *Medicina (B Aires)* [Internet]. 2023 Jul 1 [cited 2025 Oct 20];59(7):1181. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10386469/>
12. 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* [Internet]. 2008 Sep 1 [cited 2025 Oct 20];90(9):1922–31. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18762653/>
13. Qi YS, Bao HRC, Tao LY, Gu PL, Kong CLM, Wang JC, et al. The Effects of Lateral Meniscus Posterior Root Tear and its Repair on Knee Stability of Internal Rotation and Forward Shift: A Biomechanical Kinematics Cadaver Study. *Front Bioeng Biotechnol* [Internet]. 2022 Jan 19 [cited 2025 Oct 20];9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35127667/>
14. LaPrade CM, James EW, Cram TR, Feagin JA, Engebretsen L, Laprade RF. Meniscal Root Tears. *Am J Sports Med* [Internet]. 2015 [cited 2025 Oct 20];43(2):363–9. Available from: [/doi/pdf/10.1177/0363546514559684?download=true](https://doi.org/10.1177/0363546514559684?download=true)
15. Forkel P, Herbolt M, Schulze M, Rosenbaum D, Kirstein L, Raschke M, et al. Biomechanical consequences of a posterior root tear of the lateral meniscus: Stabilizing effect of the meniscomfemoral ligament. *Arch Orthop Trauma Surg* [Internet]. 2013 May 31 [cited 2025 Oct 20];133(5):621–6. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00402-013-1716-7>
16. Bhatia S, Laprade CM, Ellman MB, Laprade RF. Meniscal root tears: significance, diagnosis, and treatment. *Am J Sports Med* [Internet]. 2014 Dec 29 [cited 2025 Oct 20];42(12):3016–30. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24623276/>
17. Kosy JD, Matteliano L, Rastogi A, Pearce D, Whelan DB. Meniscal root tears occur frequently in multi-ligament knee injury and can be predicted by associated MRI injury patterns. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* [Internet]. 2018 Dec 1 [cited 2025 Oct 20];26(12):3731–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29872868/>
18. Hwang BY, Kim SJ, Lee SW, Lee HE, Lee CK, Hunter DJ, et al. Risk factors

- for medial meniscus posterior root tear. *Am J Sports Med* [Internet]. 2012 Jul [cited 2025 Oct 20];40(7):1606–10. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22582224/>
19. Tandogan RN, Taşer Ö, Kayaalp A, Taşkıran E, Pinar H, Alparslan B, et al. Analysis of meniscal and chondral lesions accompanying anterior cruciate ligament tears: relationship with age, time from injury, and level of sport. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* [Internet]. 2004 Jul [cited 2025 Oct 20];12(4):262–70. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14504718/>
 20. Strauss EJ, Day MS, Ryan M, Jazrawi L. Evaluation, treatment, and outcomes of meniscal root tears a critical analysis review. *JBJS Rev* [Internet]. 2016 Jan 1 [cited 2025 Oct 20];4(8). Available from: https://journals.lww.com/jbjsreviews/fulltext/2016/08000/evaluation,_treatment,_and_outcomes_of_meniscal.4.aspx
 21. Jauregui JJ, Wu ZD, Meredith S, Griffith C, Packer JD, Henn RF. How Should We Secure Our Transplanted Meniscus? A Meta-analysis. *Am J Sports Med* [Internet]. 2018 Jul 1 [cited 2025 Oct 20];46(9):2285–90. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28816515/>
 22. Seil R, Dück K, Pape D. A clinical sign to detect root avulsions of the posterior horn of the medial meniscus. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* [Internet]. 2011 Dec 1 [cited 2025 Oct 20];19(12):2072–5. Available from: [/doi/pdf/10.1007/s00167-011-1550-9](https://doi/pdf/10.1007/s00167-011-1550-9)
 23. Musahl V, Citak M, O'Loughlin PF, Choi D, Bedi A, Pearle AD. The Effect of Medial Versus Lateral Meniscectomy on the Stability of the Anterior Cruciate Ligament-Deficient Knee. *Am J Sports Med* [Internet]. 2010 Aug [cited 2025 Oct 20];38(8):1591–7. Available from: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546510364402>
 24. Warth RJ, Rodkey WG. Resorbable Collagen Scaffolds for the Treatment of Meniscus Defects: A Systematic Review. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* [Internet]. 2015 May 1 [cited 2025 Oct 20];31(5):927–41. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0749806314009372>
 25. Ozkoc G, Circi 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* [Internet]. 2008 Sep [cited 2025 Oct 20];16(9):849–54. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18536902/>
 26. Harper KW, Helms CA, Lambert HS, Higgins LD. Radial meniscal tears: significance, incidence, and MR appearance. *AJR Am J Roentgenol* [Internet]. 2005 [cited 2025 Oct 20];185(6):1429–34. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16303993/>
 27. Choi CJ, Choi YJ, Lee JJ, Choi CH. Magnetic resonance imaging evidence of meniscal extrusion in medial meniscus posterior root tear. *Arthroscopy - Journal of Arthroscopic and Related Surgery* [Internet]. 2010 Dec 1 [cited 2025 Oct 20];26(12):1602–6. Available from: <https://www.>

- arthroscopyjournal.org/action/showFullText?pii=S0749806310004895
28. Hwang BY, Kim SJ, Lee SW, Lee HE, Lee CK, Hunter DJ, et al. Risk Factors for Medial Meniscus Posterior Root Tear. *Am J Sports Med* [Internet]. 2012 Jul [cited 2025 Oct 20];40(7):1606–10. Available from: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546512447792>
29. Hong SY, Han W, Jang J, Lee J, Ro DH, Lee MC, et al. Prognostic Factors of Mid- to Long-term Clinical Outcomes after Arthroscopic Partial Meniscectomy for Medial Meniscal Tears. *Clin Orthop Surg* [Internet]. 2022 Jun 1 [cited 2025 Oct 20];14(2):227–35. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35685983/>
30. Lee SS, Ahn JH, Kim JH, Kyung BS, Wang JH. Evaluation of Healing After Medial Meniscal Root Repair Using Second-Look Arthroscopy, Clinical, and Radiological Criteria. *Am J Sports Med* [Internet]. 2018 Sep 1 [cited 2025 Oct 20];46(11):2661–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30118319/>
31. Chung KS, Ha JK, Ra HJ, Kim JG. Prognostic Factors in the Midterm Results of Pullout Fixation for Posterior Root Tears of the Medial Meniscus. *Arthroscopy* [Internet]. 2016 Jul 1 [cited 2025 Oct 20];32(7):1319–27. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26952089/>
32. Stärke C, Kopf S, Gröbel KH, Becker R. The Effect of a Nonanatomic Repair of the Meniscal Horn Attachment on Meniscal Tension: A Biomechanical Study. *Arthroscopy - Journal of Arthroscopic and Related Surgery* [Internet]. 2010 Mar 1 [cited 2025 Oct 20];26(3):358–65. Available from: <https://www.arthroscopyjournal.org/action/showFullText?pii=S074980630900735X>
33. Brophy RH, Wojahn RD, Lillegraven O, Lamplot JD. Outcomes of Arthroscopic Posterior Medial Meniscus Root Repair: Association With Body Mass Index. *J Am Acad Orthop Surg* [Internet]. 2019 Feb 1 [cited 2025 Oct 20];27(3):104–11. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30192250/>
34. Raustol OA, Poelstra KA, Chhabra A, Diduch DR. The Meniscal Ossicle Revisited: Etiology and an Arthroscopic Technique for Treatment. *Arthroscopy - Journal of Arthroscopic and Related Surgery* [Internet]. 2006 Jun 1 [cited 2025 Oct 20];22(6):687.e1–687.e3. Available from: <https://www.arthroscopyjournal.org/action/showFullText?pii=S0749806305016774>
35. Petersen W, Zantop T. Avulsionsverletzung des außenmeniskushinterhorns. Arthroskopische refixationstechnik. *Unfallchirurg* [Internet]. 2006 Nov [cited 2025 Oct 20];109(11):984–7. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00113-006-1193-3>
36. Ahn JH, Wang JH, Lim HC, Bae JH, Park JS, Yoo JC, et al. Double transosseous pull out suture technique for transection of posterior horn of medial meniscus. *Arch Orthop Trauma Surg* [Internet]. 2009 Apr 30 [cited 2025 Oct 20];129(3):387–92. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00402-008-0639-1>
37. Engelsohn E, Umans H, DiFelice GS. Marginal fractures of the medial

- tibial plateau: possible association with medial meniscal root tear. *Skeletal Radiol* [Internet]. 2007 Jan [cited 2025 Oct 20];36(1):73–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16570169/>
38. Lee DR, Reinholz AK, Till SE, Lu Y, Camp CL, DeBerardino TM, et al. Current Reviews in Musculoskeletal Medicine: Current Controversies for Treatment of Meniscus Root Tears. *Curr Rev Musculoskelet Med* [Internet]. 2022 Aug 1 [cited 2025 Oct 20];15(4):231–43. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35476312/>
 39. Strauss EJ, Day MS, Ryan M, Jazrawi L. Evaluation, treatment, and outcomes of meniscal root tears a critical analysis review. *JBJS Rev* [Internet]. 2016 Jan 1 [cited 2025 Oct 20];4(8). Available from: https://journals.lww.com/jbjsreviews/fulltext/2016/08000/evaluation,_treatment,_and_outcomes_of_meniscal.4.aspx
 40. Cerminara AJ, Laprade CM, Smith SD, Ellman MB, Wijdicks CA, Laprade RF. Biomechanical evaluation of a transtibial pull-out meniscal root repair: challenging the bungee effect. *Am J Sports Med* [Internet]. 2014 Dec 29 [cited 2025 Oct 20];42(12):2988–95. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25239930/>
 41. Langhans MT, Lamba A, Saris DBF, Smith P, Krych AJ. Meniscal Extrusion: Diagnosis, Etiology, and Treatment Options. *Curr Rev Musculoskelet Med* [Internet]. 2023 Jul 1 [cited 2025 Oct 20];16(7):316–27. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12178-023-09840-4>
 42. Chung KS, Noh JM, Ha JK, Ra HJ, Park SB, Kim HK, et al. Survivorship Analysis and Clinical Outcomes of Transtibial Pullout Repair for Medial Meniscus Posterior Root Tears: A 5- to 10-Year Follow-up Study. *Arthroscopy - Journal of Arthroscopic and Related Surgery* [Internet]. 2018 Feb 1 [cited 2025 Oct 20];34(2):530–5. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29183645/>
 43. Bernard CD, Kennedy NI, Tagliero AJ, Camp CL, Saris DBF, Levy BA, et al. Medial Meniscus Posterior Root Tear Treatment: A Matched Cohort Comparison of Nonoperative Management, Partial Meniscectomy, and Repair. *Am J Sports Med* [Internet]. 2020 Jan 1 [cited 2025 Oct 20];48(1):128–32. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31765234/>
 44. Eseonu KC, Neale J, Lyons A, Kluzek S. Are Outcomes of Acute Meniscus Root Tear Repair Better Than Debridement or Nonoperative Management? A Systematic Review. *Am J Sports Med* [Internet]. 2022 Sep 1 [cited 2025 Oct 20];50(11):3130–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34633226/>
 45. Lee DR, Reinholz AK, Till SE, Lu Y, Camp CL, DeBerardino TM, et al. Current Reviews in Musculoskeletal Medicine: Current Controversies for Treatment of Meniscus Root Tears. *Curr Rev Musculoskelet Med* [Internet]. 2022 Aug 1 [cited 2025 Oct 20];15(4):231. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9276892/>

46. Daney BT, Aman ZS, Krob JJ, Storaci HW, Brady AW, Nakama G, et al. Utilization of Transtibial Centralization Suture Best Minimizes Extrusion and Restores Tibiofemoral Contact Mechanics for Anatomic Medial Meniscal Root Repairs in a Cadaveric Model. *Am J Sports Med* [Internet]. 2019 Jun 1 [cited 2025 Oct 20];47(7):1591–600. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31091129/>