



Patellofemoral osteoartritte protez endikasyonu ve cerrahi teknikleri

Prosthesis indication and surgical techniques in patellofemoral osteoarthritis

Erden Ertürer¹, Gökhan Kürşat Kara²

¹İstinye Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı, İstanbul

²Liv Hastanesi-Ulus, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, İstanbul

Patellofemoral osteoartrit, patellofemoral eklemin dejenerasyonu ile oluşur. Genellikle diz önu ağrısı, tutukluk ve fonksiyonel yetersizlikle kendini gösterir. Temel nedeni patellofemoral ekleme binen stres yükünün artmasıdır. Patellofemoral protez, izole patellofemoral osteoartriti tedavi etmek için kullanılan kemik koruyucu bir protez tekniğidir. Patellofemoral osteoartritten kaynaklanan ağrıyı etkili bir şekilde giderebilir. Tibiofemoral kompartmanların, menisküslerin ve çapraz bağların korunması, diğer protez yöntemlerine kıyasla kinematik olarak daha doğal bir diz ekleminin oluşmasını sağlar. Özellikle aktif hastalar için uygun bir seçenektir ve gerektiğinde kolaylıkla total diz protezine dönüştürülebilir. Yeni nesil tasarımlar sayesinde sağ kalım süreleri giderek uzamıştır. Unikondiler diz protezleri ile beraber uygulanabilmesi yanında son yıllarda kullanıma giren robotik cerrahi uygulamalar sayesinde başarı şansı ve kullanım sıklığı giderek artmaktadır.

Anahtar sözcükler: patellofemoral osteoartrit; patellofemoral protez; diz önu ağrısı; *inlay* protez; *onlay* protez

Patellofemoral osteoarthritis occurs with degeneration of the patellofemoral joint. It usually presents with anterior knee pain, stiffness and functional failure. The main reason is the increased stress load on the patellofemoral joint. Patellofemoral arthroplasty is a bone-sparing arthroplasty technique used to treat isolated patellofemoral osteoarthritis. It can effectively relieve pain caused by patellofemoral osteoarthritis. Preservation of the tibiofemoral compartments, menisci and cruciate ligaments creates a kinematically more natural knee joint compared to other prosthesis methods. It is a suitable option especially for active patients and can be easily converted to total knee prosthesis when necessary. As new generation designs are developed, their survival times are getting longer. The chance of success and the frequency of use are gradually increasing with the ability to be applied with unicondylar knee prosthesis and the robotic applications that have been used in recent years.

Key words: patellofemoral osteoarthritis; patellofemoral prosthesis; anterior knee pain, *inlay* prosthesis; *onlay* prosthesis

Patellofemoral eklemin dejenerasyonu ile oluşan patellofemoral osteoartrit (PFOA), 40 yaş üstü bireylerin yaklaşık %10'unda görülen yaygın bir hastalıktır.^[1,2] Patellofemoral eklemin izole dejenerasyonu, semptomatik diz osteoartriti ile başvuran 55 yaşından büyük kadınların %24'ünde ve erkeklerin %11'inde bildirilmiştir.^[3] Genellikle diz önu ağrısı, tutukluk ve fonksiyonel yetersizlikle kendini gösterir. Temel nedeni patellofemoral ekleme binen stres yükünün artmasıdır. Kadınlardaki PFOA insidansının erkeklere oranla daha fazla olması, kadınlarda daha sık görülen patellofemoral dizilim bozukluğu ve troklear displaziyle ilişkilendirilmiştir.^[1,2,4] Obezite, geçirilmiş patella kırığı,

patellar veya kuadriseps tendon rüptürleri ve patellar instabilite oluşturan durumlar da patellofemoral osteoartrit gelişimi için risk oluşturur.^[5] Bunların haricinde dizde valgus dizilimi olması ve artmış femoral anteverسیون da patellofemoral ekleme binen yükü artırarak patellofemoral eklem kıkırdak dejenerasyonunun gelişimine sebep olabilir.^[1,6] Ön çapraz bağ cerrahisi geçiren hastalarda, ameliyattan 10-15 yıl sonra %50'ye varan oranlarda patellofemoral osteoartrit gelişimi bildirilmiştir.^[7] Davies ve ark. 40 yaşından büyük 174 ardışık hastada 206 dizin %9,2'sinde izole patellofemoral artrit bildirmişlerdir.^[8]

İletişim / Contact: Prof. Dr. Erden Ertürer • **E-posta / E-mail:** erdenerturer@gmail.com

ORCID iD: Erden Ertürer, 0000-0003-4489-5937 • Gökhan Kürşat Kara, 0000-0002-2058-6534

Geliş / Received: 14 Mayıs 2022 • **Revizyon / Revised:** 20 Mayıs 2022 • **Kabul / Accepted:** 13 Haziran 2022

Patellofemoral osteoartrit tedavisinde uygulanan konservatif tedavi yöntemleri arasında kilo kontrolü, aktivite modülasyonu, egzersiz, fizik tedavi, bantlama ve enjeksiyonlar sayılabilir. Cerrahi tedavi seçenekleri ise eklem debridmanından protez cerrahisine kadar uzanır. Eklemi koruyucu cerrahi yöntemler arasında artroskopik debridman, kondroplasti, mikrokirik, lateral gevşetme, otolog kıkırdak implantasyonu ve tibial tüberkül transferi sayılabilir.^[1,2,9,10] Tibial tüberkülün anterior transferi veya kıkırdığa yönelik yaklaşımlar da dâhil olmak üzere eklem koruyucu prosedürler, tedavi açısından kısa vadeli çözümler oluşturabilir, uzun vadeli sonuçları değişkendir.^[9,10] Patella eklem yüzünün değiştirildiği trikompartmental diz protezi (TDP), PFOA'yı tedavi etmek için kullanılan bir yöntemdir, ancak hastaların %7 ila %19'unda diz ön ağrısı devam edebilir.^[11,12] Trikompartmental diz protezi cerrahisi normal diz kinematığının kaybıyla sonuçlanır ve hastaların ameliyattan sonra geri dönebilecekleri aktivite türlerini ve seviyelerini belirgin şekilde sınırlar.^[13] İzole PFO'lu hastalar için başka bir alternatif cerrahi tedavide patellofemoral protez (PFP)'dir. Bu yöntem, TDP'ye kıyasla doğal diz hareketlerini daha doğru bir şekilde yeniden oluşturur. İzole PFOA'nın tedavisinde PFP, sağlıklı diz eklemine daha yakın bir eklem kinematığı sağlaması ve tibiofemoral eklemi koruması özellikleriyle hasta memnuniyetini artırırken, iyileşme süresini de kısaltan bir metot olarak ön plana çıkmaktadır.^[1,2,4,5,10]

TARİHÇE

İlk patellofemoral protez örneği, 1955 yılında MacKeever tarafından tasarlanmıştır.^[1,2] İlk protezler, patellanın arkasına vidalanan vitalliumdan imal edilmiş bir kabuk şeklinde olup başlangıçtaki iyi sonuçlara rağmen, troklear oluktaki aşırı aşınma nedeniyle hızla terk edilmiştir.^[1,2]

Modern tasarımlı ilk PFP olarak, 1970'lerde tanıtılan, birinci nesil Richards'ın protezleri (Smith & Nephew; Memphis, Tennessee, ABD) kabul edilir. Bu protezler, subkondral kemiğin şeklini değiştirmeden femurun aşınmış kıkırdığını değiştiren ve dolayısıyla doğal troklear anatomisine bağımlı olan yenileme implantları şeklinde tasarlanmıştır. Troklear komponentin çevre kıkırdakla aynı hizada ayarlandığı ve rotasyonel dizilimin troklear eğime paralel olduğu bu protezler cerrahi sırasında serbest el tekniğiyle yerleştirilmekteydi. Birinci nesil PFP, ağrıyı gidermede kısa vadede başarılı olmuş, ancak başarılı sonuçlar zamanla korunamamıştır. İmplantların %50'sinden fazlasında orta-uzun vadeli takiplerde ikinci ameliyatı gerektiren problemler oluşmuştur.^[1,14,15]

Klinik sonuçları iyileştirmek amacıyla önceki versiyonun hatalı dizilim ve instabiliteyle ilgili problemlerini

gidermek için tasarlanan ikinci nesil PFP implantları 1990'larda piyasaya sürülerek kullanılmaya başlanmıştır. Bu protezlerin uygulanmasında TDP'e benzer şekilde anterior femoral kesiler kullanılarak dizin ön kompartmanı tamamen değiştirilmektedir (*Onlay* tasarımı). Patellar düğme, faset veya kubbe şeklinde, simetrik veya asimetrik olabilir. Patellar düğme tasarımının, bir PFP revizyonu gerekiyorsa, bileşenin tutulmasına izin vermek için TDP'lerin troklear şekliyle eşleşmesi tavsiye edilmektedir.^[2,14,15]

Patellofemoral protezlerin evrimi çoğunlukla troklear bileşenin tasarımına dayanmaktadır. Sagittal eğrilik yarıçapı, mediolateral genişlik, distal-proksimal uzanım ve kısıtlama derecesi, troklear tasarımın en önemli özellikleridir. Daha az kısıtlı bir tasarım, patellaya daha fazla özgürlük sağlar, ancak patellar instabilite riskini artırabilir. Aksine, daha kısıtlı bir tasarım (derin troklear oluk gibi), patellofemoral yüklenmede artışa ve yüksek erken gevşeme riskine neden olarak daha az patellar harekete izin verir. Günümüze kadar ulaşan ikinci nesil PFP implantlarında beş yıllık hayatta kalma oranları %90'ın üzerinde bildirilmektedir.^[9,10,13,16]

Sonuç olarak, implant tasarımının amacı, normal anatomiye mümkün olduğunca yakın bir şekilde yeniden oluşturmak, böylece patellaya düzgün şekilde troklear hareket yolu sağlamak ve subluksasyon veya çıkık riskini en aza indirmektir.

ENDİKASYONLAR, KONTRENDİKASYONLAR VE HASTA SEÇİMİ

Başarılı bir patellofemoral protez için ön koşul, uygun hasta seçimidir. Patellofemoral protezin en yaygın endikasyonu, konservatif tedaviden yarar görmeyen ve hastanın günlük aktivitelerini kısıtlayacak düzeyde olan, izole patellofemoral eklem artritidir. Patellofemoral protez ayrıca travma sonrası (post-travmatik) PFOA, izole troklear displazi, patellar subluksasyon ile Fulkerson veya Maquet osteotomisi gibi önceki ekstansör mekanizma yüklem tekniklerinin başarısızlığı olan hastalarda uygulanır. İdeal hasta yaşı 40 ile 60 arasında değişmektedir. Hastalarda ağrı ana semptomdur. Özellikle merdiven inip çıkmak ve engebeli arazide yürümek gibi patellofemoral eklemi zorlayan aktiviteler ağrıyı tetikler. Hasta ayrıca tipik olarak alçak bir koltuktan kalkarken ağrı ve zorluk yaşar.^[1,2,5,13,17] Tibiofemoral osteoartritin varlığı, PFP başarısızlığının en yaygın nedenidir. Bu nedenle tibiofemoral osteoartritin eşlik ettiği hastalarda, PFP tek başına uygulanmamalıdır.^[1,2,4,9,10]

Patellofemoral eklem tanjansiyel radyografilerinde (diz yaklaşık 20° fleksiyondayken çekilmiş) kemik-kemik temasını göstermeli ve posteroanterior veya lateral

Tablo 1. Patellofemoral protez için endikasyonları, kontrendikasyonları ve göreceli kontrendikasyonları^[1,2,4,5,9,10,13,17]

Endikasyonlar	Kontrendikasyonlar	Göreceli Kontrendikasyonlar
İzole primer PFOA	Tibiofemoral osteoartrit	Kuadriseps atrofisi
Post-travmatik PFOA	Patellar dizilim bozukluğu	Patella baja
Troklear displazi	Diz instabilitesi (Ligaman/menisküs hasarı)	VKİ≥ 30
Patellar sublüksasyon veya hafif dereceli patellar tilt	Bacakta dizilim bozukluğu (Varus≥ 5°, valgus≥ 8°)	
Başarısız ekstansör mekanizma düzeltme yöntemleri	Akut enfeksiyon	
> 40 yaş	Kompleks bölgesel ağrı sendromu	
	Enflamatuvar artritler	
	Kondrokalsinozis	

PFOA: Patellofemoral osteoartrit, VKİ:Vücut kitle indeksi.

radyografilerde önemli bir tibiofemoral dejenerasyon bulunmamalıdır.^[17] Troklear displazi varlığı, PFP için bir kontrendikasyon oluşturmaz. Ancak yapılan çalışmalarda, troklear displazinin yokluğunun, troklear displazili hastalara göre tibiofemoral eklem hastalığının daha fazla ilerlemesi nedeniyle, TKP'ye dönüşüm cerrahisi açısından daha yüksek risk oluşturduğunu gösterilmiştir.^[18,19]

Tibiofemoral dizilim bozukluğu PFP için bir kontrendikasyon olabilir, ancak kabul edilebilir dizilimin sınırları konusunda bir anlaşma yoktur. Artan Q açısıyla birlikte patellofemoral eklem yanlı dizilimi varsa, bu durum tek başına PFP ile düzeltilemez; göreceli bir kontrendikasyon olarak kabul edilmelidir. Aksine, hafif patellar tilt veya sublüksasyon, PFP sırasında lateral retinaküler gevşetme, patellar komponentin medializasyonu veya parsiyel fasetektomi ile düzeltilebilir. Başarılı bir PFP, normal diz kinematiklerini sağlayabilmelidir. Bu nedenle bağların ve menisküslerin sağlam olması gerekir.^[2,4,17] Ayrıca, ciddi düzeltilmemiş koronal düzlem deformitesi (valgus> 8° veya varus> 5°) veya sagittal düzlem deformitesi (120° fleksiyon ve < 10° fleksiyon kontrktürü) varlığında PFP kontrendikedir. Enflamatuvar artrit veya kondrokalsinozisli hastalarda, aktif enfeksiyon durumunda, kronik bölgesel ağrı sendromu olanlarda PFP uygulanmamalıdır.^[12]

Kuadriseps atrofisi, patellar tendon skarlaşması, patella baja (Caton-Deschamps İndeksi [CDI]< 0,8) ve aşırı vücut kitle indeksi (VKİ> 30), daha kötü sonuçlarla ilişkilendirildiği için, PFP için nispi kontrendikasyonları sayılmalıdır. Bazı çalışmalar obezitenin sonuçları etkilemediğini gösterse de yakın tarihli bir retrospektif rapor, ≥ 30 kg/m² VKİ'nin daha düşük hasta memnuniyetiyle sonuçlandığını ve fonksiyonel sonuçlarda önemli bir

iyileşme olmadığını göstermektedir.^[18] Iwano evre I/II artroz ve > 10° fleksiyon kontraktürü varlığı da sonuçlar açısından kötü bir işaret kabul edilir.^[20-26]

Özetle PFP için ideal aday, konservatif tedaviye yanıt vermeyen, normal eklem dizilimine sahip, enflamatuvar bir patolojisi olmayan, izole PFOA'lı orta yaşlı hastalardır (Tablo 1).^[1,2,4,5,9,10,13,17]

Patellofemoral protez ameliyatlarında nihai karar cerrah tarafından ameliyat sırasında verilmelidir. Odgaard ve ark.'nın çalışmasında hastaların yaklaşık %25'i tibiofemoral dejeneratif değişiklikler nedeniyle intraoperatif olarak dışlanmıştı.^[16] Patellofemoral protez uygulanacak hastalar, ameliyat sırasında endikasyonun değişebileceği konusunda bilgilendirilmeli ve bu durum onam formlarında da yer almalıdır.

CERRAHİ TEKNİK

Patellanın bir santimetre proksimalinden tibial tüberkülün hemen proksimaline kadar uzanan orta hat cilt kesisinden sonra, artrotomi cerrahın tercihinine bağlı olarak medial parapatellar, midvastus veya subvastus yaklaşımla yapılabilir. Menisküslere, bağlara ve tibiofemoral eklem kıkırdağına zarar vermemeye özen gösterilmelidir. Ayrıca cerrah, tibiofemoral eklem etkilenmediğini ve bağ yaralanması olmadığını doğrulamak için diz eklemi incelemelidir.^[1] Komponent uygulama tekniği, kullanılan implanta göre değişir. Genel bir kural olarak, troklea, femurun ön korteksine zarar vermemeye özen göstererek kesme kılavuzuyla hazırlanır. İyi sonuçlar elde etmek için doğru rotasyonel hizalamanın sağlanması zorunludur ve intramedüller femoral kılavuz, navigasyon veya robotik cihazlar kullanılarak sağlanabilir.^[5,13]

Anterior femoral kesi ya anatomik ya da fonksiyonel bir şekilde yapılabilir. Anatomik anterior femoral kesi femur ön-arka eksenine (Whiteside çizgisi) dik veya transepikondiler eksene paralel olarak yapılır ve ardından lateral retinakulum serbest bırakılarak patella yeniden yönlendirilir.^[1,2] Alternatif olarak, fonksiyonel femoral kesim, patellar düzleme göre daha fazla dış rotasyon ile gerçekleştirilebilir ve ekstansör mekanizma üzerinde ek prosedürlerden kaçınmak için femoral bileşenin lateral translasyonu ile birleştirilebilir.^[20] Gerekli rotasyon elde edildikten sonra anterior kesi yapılır ve uygun boyutta troklear komponent seçilir. Kuyruklu piyano işaretinin varlığı, bileşenin iyi bir dış rotasyonunun göstergesidir (Kuyruklu piyano işareti, asimetrik anterior kesinin bir sonucu olarak femurun ön kesiminde ortaya çıkan, kuyruklu piyanoya benzeyen bir görüntüdür). Patellanın yanlış troklear hareketini önlemek için kesme kılavuzu ve ardından implant hafif laterale yerleştirilmelidir. Femur hazırlandıktan sonra, ön çapraz bağda sıkışma ve kondiler kırıkta herhangi bir basamaklaşma olmadığından emin olmak için deneme komponentleri yerleştirilir.^[1,5,17]

Patellar kesi standart TDP'deki gibi yapılır. En az 14 mm kemik kalınlığı bırakılması önemlidir ve asimetrik kesim veya fazla dolgun bir yapı oluşturulmamasına özen gösterilmelidir. Yeterli miktarda kemik stoğu bırakmak mümkün değilse, kemik grefti, çimento veya patella büyütme düğmesi uygun çözümlerdir. Patellanın hatalı troklear hareketini önlemek için patellar komponent medialize edilmeli ve kemik sıkışması olmaması için lateral osteofitler çıkarılmalıdır. Patella hareketi, deneme bileşenleri ile dikkatlice kontrol edilmelidir. Yeterli uyum yoksa, lateral gevşetme yapılabilir. Daha ciddi dizilim bozukluğu durumlarında, vastus medialis ilerletme veya tibial tüberkül transferi düşünülebilir.^[17,21,22]

Patellofemoral protez ameliyatlarında patellanın rutin olarak değiştirilmesi tartışmalı bir konudur. Feucht ve ark. patellar displazi, fokal osteonekroz veya osteoliz ve subkondral kemik defektleri nedeniyle patellofemoral uyumsuzluğu olan hastalarda patella değişimini önermektedirler. Kendi serilerine patella değişim oranları %33'tür.^[21]

İmplantın boyutunun ve konumunun doğru olduğuna karar verince, deneme bileşenleri çıkarılır ve nihai bileşenler çimentolanır. Cerrahlar, çimentolama sırasında bitişik kırıkdağa ısıya bağlı (termal) hasar vermemeye dikkat etmelidir.^[22]

Inlay Tasarımlı Patellofemoral Protez

Inlay olarak tanımlanan protezler, yaygın olarak bilinen markası ile HemiCAP® (ArthroSurface, Inc. Franklin, MA, ABD) olarak tanınan patellofemoral yüzey yenile-

me implantlarıdır. Prensipten subkondral kemikğin şeklini değiştirmeden aşınmış kırıkdağı değiştirirler.^[10,27] Değişken *offset*lere ve eğrilik yarıçaplarına sahip farklı implant tipleri mevcuttur. *Inlay* tasarımlı bir protezin potansiyel avantajları arasında daha az kemik çıkarılması, artan intrinsik implant stabilitesi, değiştirilmemiş yumuşak doku gerilimi ile ekstansör mekanizma ve patellofemoral eklem aşırı doldurulması riskinin daha az olması sayılabilir.^[21,28,29]

Tauro ve ark.'nın çalışmasında 66 PFP değerlendirilmiş ve sekiz yıllık takipte sağ kalım oranı %65, iyi veya mükemmel sonuçların oranı da %45 olarak verilmiştir. Bu çalışmada en sık revizyon nedenleri patellar izleme kusuru ve tibiofemoral osteoartritin ilerlemesi olarak gösterilmektedir.^[15] Argenson ve ark. 16 yıllık takipte %58 sağ kalım bildirirken, Van Jonbergen ve ark. 20 yıllık takipte %69 sağ kalım bildirmektedirler. Bu çalışmalarda da revizyonun ana nedenleri tibiofemoral osteoartritin ilerlemesi ve patellofemoral komplikasyonlardır.^[30,31] Diğer çeşitli çalışmalarda, *inlay* PFP'den sonra patellar izleme kusuru sıklığının %17 ile %36 arasında değiştiğini söylenmektedir.^[1,28,30,31] Feucht ve ark.'nın çalışmasında ameliyat öncesi patellofemoral anatomisinin, izole *inlay* PFP sonrası klinik iyileşme ve başarısızlık oranı ile önemli ölçüde ilişkili olduğu gösterilmiştir. Çalışmada patella alta, troklear displazi yokluğu ve tibial tüberositenin lateralize pozisyonu olan hastalarda daha az oranda iyileşme ve daha yüksek başarısızlık oranlarının görüldüğü söylenmekte ve bu hastalarda tibial tüberkül transferi gibi eş zamanlı prosedürlerin uygulanması önerilmektedir.^[21]

Hasta seçimine azami dikkat edilerek kullanılması önerilen ve artroskopik eşlikli de yerleştirilebilen *inlay* tasarımlara ait orta ve erken dönemde başarılı sonuçlar bildiren çalışmalar mevcuttur.^[27] Artroskopik uygulama ile diz içi patolojiler daha iyi gözlemlenebilmekte ve aynı zamanda lateral gevşetme de yapılabilmektedir.^[32] Laursen ve ark.'nın çalışmasında da yüzey protezi uygulanan hastalarda erken dönemde fonksiyon skoru ve ortalama ağrı skorlarının önemli ölçüde düzeldiği gösterilmiştir. Bu çalışmada altı yıl içinde, kırıkdağ lezyonlarının ilerlemesi, osteoartrit veya artan diz ağrısı nedeniyle implantların %28'i protez ile revize edilmiştir. Yazarların önerisi, dizin diğer bölümlerinde sağlıklı kırıkdağı olan genç hastalarda, büyük izole patellofemoral kırıkdağ lezyonları için yüzey protezi seçeneğinin, geçici bir tedavi olarak kullanılması yönündedir.^[33]

Onlay Tasarımlı Patellofemoral Protez

Onlay protezler, derinleştirilmiş ve lateralize bir troklear oluğa sahip asimetrik bir tasarımla patellanın normal troklear hareketinin yeniden sağlanması amaçlanmakta-

dır. Femurun ön-arka eksenine dik olarak implante edilirler ve dizin ön kompartmanını tamamen değiştirirler. Kinematik bir açıdan bakıldığında *onlay* protezler, dizin Q açısını değiştirebilirler ve böylece patellanın daha iyi troklear hareketinin ve daha az aşınmayla sonuçlanacak, patellofemoral eklem üzerine lateral yöne doğru etki eden kuvvetleri hafifletebilirler. Her bölge için geliştirilmiş farklı implant boyutları mevcuttur.^[10,13,20] *Onlay* tasarımların patellofemoral izleme bozukluğu sıklığını önemli oranda düşürebildiği çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir. Sağ kalım oranlarını Ackroyd ve ark. beş yıllık takipte %96, Sisto ve ark. altı yılda %100 olarak vermektedirler.^[14,34] Leadbetter ve ark. da 79 hastanın ortalama üç yıllık takibinde %94 hayatta kalma oranı ve %84 iyi-mükemmel sonuçlar bildirmişlerdir.^[35]

Literatürde *inlay* ve *onlay* PFP tasarımlarına ait karşılaştırmalı klinik çalışmalar da bulunmaktadır. Feucht ve ark.'nın çalışmasında iki grup arasında klinik sonuçlar ve yeniden operasyon oranları açısından fark bulunmamakla birlikte, *inlay* troklear bileşeni olan hastalarda tibiofemoral osteoartritin progresyonunun anlamlı olarak daha az yaygın olduğu gösterilmiştir.^[21] *Inlay* tipi tasarımların özel bir dezavantajı, protezin rotasyonunun distal femurun rotasyonu tarafından belirlenmesidir. Belirgin iç rotasyonu olan hastalarda kullanılacak *inlay* komponent, patellanın troklear hareket kusuru ve instabiliteyle sonuçlanabilmektedir. Bu durumdan kaçınmak için, Feucht ve ark. femoral anteversiyonu 20°'yi aşan hastalarda, *inlay* PFP'yi suprakondiler femoral derotasyon osteotomisiyle birleştirmeyi önermiştir. Öte yandan, *onlay* tasarımlı bir protez kullanıldığında, troklear komponentin rotasyonu cerrah tarafından belirlenir ve distal femurun iç rotasyonu, femoral komponent dış rotasyonda yerleştirilerek, bir dereceye kadar düzeltilebilir. Bu nedenle *onlay* tip protezler, minör rotasyonel dizilim bozukluğu olan hastalarda femoral osteotomiden kaçınmak için faydalı olabilir. Yüksek dereceli troklear displazili hastalarda da özellikle deneyimsiz cerrahlar için *inlay* tasarımlı bir protezin yerleştirilmesi zor olabileceğinden, *onlay* bir protez tercih edilmesi daha uygun olacaktır.^[21,36]

Patellofemoral Protez ve Total Diz Protezi

Literatürde izole PFOA için TDP uygulanan hastalarda, başarılı sonuçlar bildiren çalışmalar mevcuttur. Bununla birlikte hastaların yaklaşık %19'unda ameliyattan sonra diz önu ağrısının devam ettiği belirtilmiştir.^[1,2,4,9] Dahm ve ark. PFP uygulanan 33 hasta ile izole PFOA için TDP uygulanan 22 hastayı iki buçuk yıllık takiple karşılaştırdıkları çalışmalarında, benzer fonksiyonel ve ağrı skorları elde etmekle birlikte, PFP grubunda daha yüksek aktivite skorları bildirmişlerdir. Ayrıca, PFP grubunda daha az

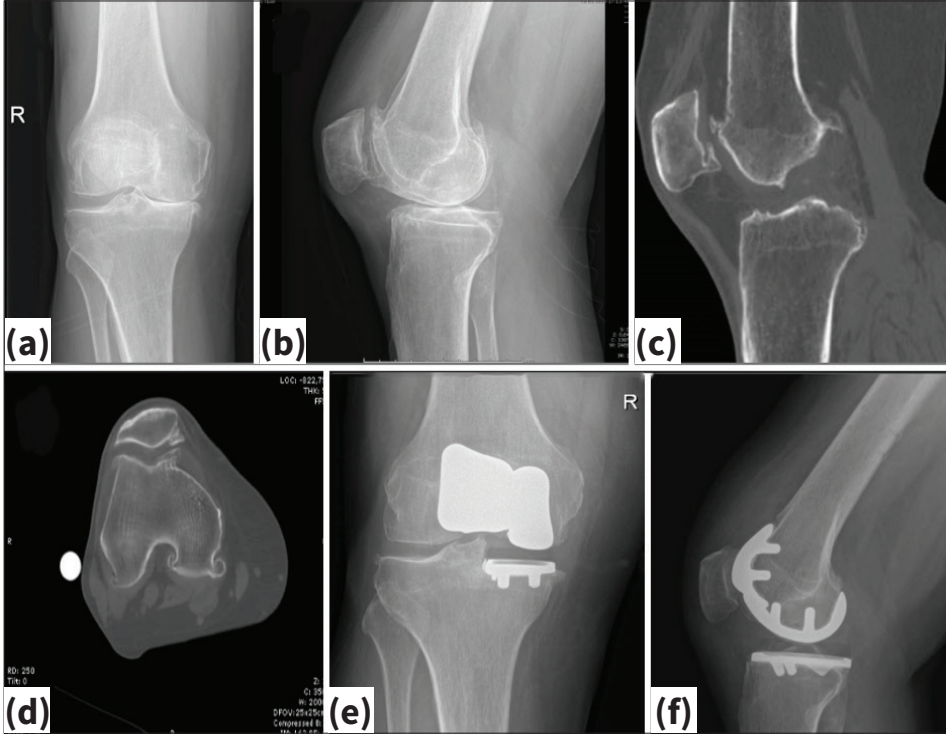
komplikasyon, daha kısa hastanede kalış süresi, daha az kan kaybı ve daha iyi ameliyat sonrası fleksiyon dereceleri olduğu ortaya konmuştur.^[37]

Patellofemoral protez, patellofemoral osteoartrit tedavisinde TDP'ye göre bir çok avantaja sahiptir. Patellofemoral protez daha az invaziv bir yöntem olup, daha kısa turnike süreleri gerektirir, iyileşme dönemi daha hızlıdır ve tibiofemoral kompartmanı koruyarak TKP'ye potansiyel dönüşüm için daha fazla doğal kemik bırakır.^[13] Çeşitli çalışmalarda, PFP'nin hastaların %80'inde TDP'yi potansiyel olarak 10 ila 15 yıl geciktirebileceği ve gerekli olduğunda TDP'ye revizyonun zorlanmadan gerçekleştirilebileceği gösterilmiştir.^[12,31,38] Patellofemoral protez dizin doğal kinemetiğini çok büyük oranda koruduğu için, aktivite ve fonksiyon açısından TDP'ye kıyasla daha iyi sonuçlar alınmasını sağlar.^[14] Patellofemoral protez sonrası gerektiğinde sorunsuz olarak TDP'ye geçilebileceği de düşünüldüğünde, izole PFOA hastalarında öncelikle PFP düşünülmesi faydalı olacaktır.

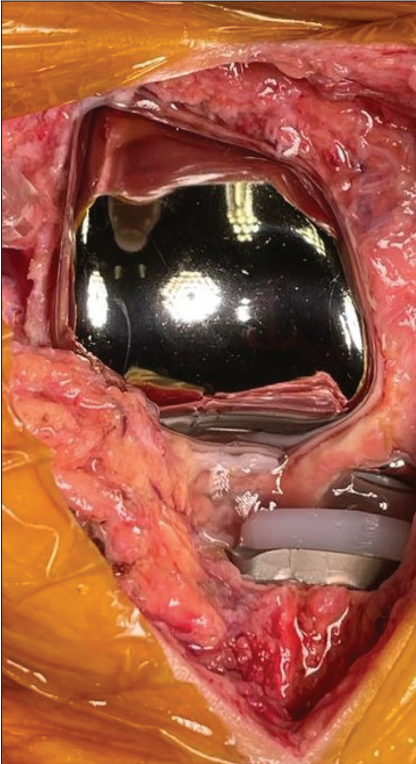
Patellofemoral Protez ve Unikompartmantal Diz Protezi

Tibiofemoral osteoartrit bulgusu olan hastalarda izole PFP kontrendikedir. Günümüzde implant tasarımı ve cerrahi tekniklerin gelişmesi sonucunda, PFP ile kombine medial veya lateral unikompartmantal protez (UKP) uygulamasına ait iyi sonuçlar literatürde artan sıklıkta karşımıza çıkmaktadır.^[39-41] Argenson ve ark. PFP ve UKP ile tedavi edilen 17 hastada optimal eklem hareket açıklığı elde edildiğini ve ameliyat sonrası belirgin ağrı olmadığını bildirmişlerdir.^[39] Sabatini ve ark, altı izole ve dokuz UKP ile beraber uyguladıkları PFP için tüm hastalarda fonksiyonel ve klinik diz skorlamasında iyi sonuçlara ulaştığını açıklamışlardır.^[40] Heyse ve ark. UKP ve PFP ile tedavi edilen dokuz hastada 12 yıllık takipte %100 sağ kalım oranı göstermişlerdir.^[41]

Bu kombinasyonun diğer bir avantajı ise, osteoartrit progresyonuna bağlı PFP başarısızlığı durumlarında TDP ile revizyonunu önleyebilmesidir. Gerçekten de PFP ve UKP arasındaki ilişki, daha iyi diz kinematığı ile medial pivotun korunmasına izin verir. Bu prosedür, özellikle genç hastalarda ve TDP ile karşılaştırıldığında ameliyatın daha az invaziv olması nedeniyle ciddi komorbiditeleri olan yaşlı hastalarda tercih edilebilir (Şekil 1,2). Patellofemoral protezin başarısızlığının ana nedeninin, tibiofemoral osteoartritin ilerlemesi olduğu düşünüldüğünde, PFP ve UKP birlikte kullanımının yaygınlaşmasıyla tibiofemoral osteoartrit progresyonu nedeniyle yapılan revizyon ameliyatlarının azaltılabileceği sonucu ortaya çıkmaktadır.^[1,2,5,37,39,41]



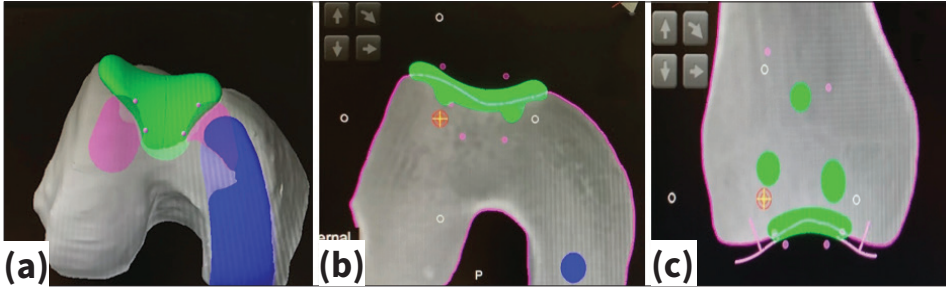
Şekil 1.a-f. Sağ diz medial ve patellofemoral kompartmanda artrozu olan 58 yaşındaki hastanın, ameliyat öncesi çekilen diz ön-arka (a) ve lateral (b) grafileri, diz sagittal (c) ve aksiyel (d) bilgisayarlı tomografi kesitleri, medial unikondiler ve patellofemoral protez uygulanan hastanın ameliyat sonrası çekilen diz ön-arka (e) ve lateral (f) grafileri.



Şekil 2. Patellofemoral + unikondiler diz protezleri uygulanan hastanın ameliyat sırasındaki görüntüsü.

Patellofemoral Protezde Robotik Teknolojinin Kullanımı

Son yıllarda protezde robotik teknolojilerin gelişimiyle patellofemoral protezde de robot kullanımına başlanmıştır. İlk geliştirilen ve günümüzde yaygın olarak kullanılan sistem, görüntü kullanarak planlama yapılan ve dokusal olarak çalışan Mako robotik sistemidir (Stryker, Mako Surgical Corp., Fort Lauderdale, FL, ABD). Bu sistemde, hastaya ait ameliyat öncesi çekirtilen bilgisayarlı tomografi (BT) kesitleri kullanılarak üç boyutlu kemik şablonları oluşturulur. Bu model üzerinden doğru boyuttaki implant seçimi yapılarak hastanın anatomisine en uygun şekilde konumlandırılır (Şekil 3). Ameliyat sırasında kemik kesilerine kılavuzluk etmek ve cerrahın implantları önceden planlanmış pozisyona yerleştirmesine yardımcı olmak için robotik bir kol kullanılır. Protezde robot kullanımının, implant konumlandırmanın anatomik uyumunu ve tekrarlanabilirliğini potansiyel olarak iyileştirdiği çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir.^[5,23] Selvarathnam ve ark.'nın çalışmasında robotik olarak uygulanan 23 PFP hastasının erken dönem sonuçlarında gevşeme ya da yetmezlik gelişmesi görülmemiştir.^[24] Son yıllarda görüntüsüz navigasyon eşlikli protez robotunun da patellofemoral protezde kullanımına başlanmıştır.^[25]



Şekil 3.a-c. Makoplasti robotik sistem ile yapılacak olan patellofemoral proteze ait ameliyat öncesi planlamada kullanılan bilgisayarlı tomografi görüntüleri; aksiyel kesit (a-b), koronal kesit (c) (yeşil renk patellofemoral protezin troklear komponentinin görüntüsü).

Robotik patellofemoral protez, özellikle unikondiler protez uygulamalarıyla beraber daha yaygın bir kullanım alanı bulmuştur. Patellofemoral protez ameliyatlarındaki potansiyel sorunlardan biri olan konumlandırma doğruluğunu arttırdığı düşünüldüğünde, robotik uygulamaların kullanımın giderek fazlaşacağını öngörmek doğru olacaktır.

AMELİYAT SONRASI REHABİLİTASYON

Ameliyat sonrası bakım, standart diz proteziyle benzer şekildedir. Hasta tam ağırlık vererek yürümeye, aksi bir durum yoksa, hemen başlayabilir. Rehabilitasyonda, yürüyüş eğitimiyle birlikte aktif ve pasif hareket egzersizlerine odaklanılır. Vastus medialis oblikus ilerletme veya tibial tüberkül transferi gibi ek işlemler uygulanmışsa daha yavaş ve daha dikkatli bir rehabilitasyon gerekebilir.^[1,17,26]

KOMPLİKASYONLAR VE BAŞARISIZLIKLAR

Patellofemoral protez ameliyatlarından sonra; polietilen aşınması, artrofibroz ve kalıcı ağrı gibi TDP'de rastlanılan komplikasyonların çoğu görülebilir. İnatçı diz önü ağrısı, patellar uyumun sağlanamaması, intraoperatif kırık ve ekstansör mekanizma başarısızlığı gibi erken komplikasyonlar PFP'de TDP'ye göre daha siktir ve çoğunlukla yanlış yerleşimle ilişkilidir. Gevşeme ve enfeksiyon gibi komplikasyonlar ise, TDP ile karşılaştırıldığında daha düşük oranda meydana gelir.^[19,42,43] Bununla birlikte, PFP ile ilgili belirtilmesi gereken bazı erken komplikasyonlar vardır. Spesifik bir komplikasyon, PFP sırasında lateral gevşetme yapıldığında, diz lateral bölgesinde kanamaya bağlı hematomdur.^[1,44] Diğer bir yaygın komplikasyon, medial patellofemora ligaman onarımının başarısız olması veya ameliyat sırasında patellanın troklear hareketinin düzeltilmemesinden kaynaklanan patellanın troklear hareket kusuru (*maltracking*) veya patellar instabilitedir.^[42,43] Ayrıca, patellar komponentin aşırı yükseltilmesi nedeniyle peripatellar ağrı oluşabilir. Diğer bir spesifik komplikasyon, ekstansör mekanizma-

nın yanlış hizalanmasından veya rotasyonel bir dizilim yanlışlığına bağlı hatalı troklear komponent yerleşiminden kaynaklanan lateral sürtünme durumudur.^[42-45]

Geç PFP başarısızlığının en yaygın nedeni, 15 yıllık takipte revizyonun yaklaşık %25'ini oluşturan tibiofemoral osteoartritin ilerlemesidir.^[2,5,45] Çeşitli yayınlarda, obez hastalarda ve primer PFOA hastalarında, tibiofemoral osteoartrit progresyonunun daha sık olduğunu bildirmiştir.^[46] Aseptik gevşeme bir başka olası revizyon nedenidir ve çimentosuz PFP'de daha sık rastlandığı rapor edilmiştir.^[1,42,46]

Van der List ve ark.'nın çalışmasında, PFP sonrası başarısızlıkları değerlendiren 39 çalışma incelenmiş ve başarısızlığın önde gelen nedenlerinin tibiofemoral osteoartrit progresyonu (%38), ağrı (%16), aseptik gevşeme (%14) ve patellar troklear hareket kusuru (%10) olduğu saptanmıştır.^[42] Ağrı, erken başarısızlıkların (beş yıl içinde) ilk nedeni (%31) olarak kabul edilirken, geç başarısızlıklarda osteoartrit progresyonu daha siktir (%46). Bu derlemede PFP'nin sağ kalım oranları, beş, 10, 15 ve 20 yıllık takipte sırasıyla %91,7, %83,3, %74,9 ve %66,6 olarak bulunmuştur.^[42] Bendixen ve ark. da 50 çalışmayı inceleyerek yaptıkları çıkarımda PFP sonrası başarısızlık nedenlerini; %42 osteoartrit progresyonu, %16 ağrı, %13 aseptik gevşeme, %12 cerrahi hata, %4 aşınma, %2 enfeksiyon, %2 kırık patellar komponent, %1 sertlik, %1 kırık ve %7 diğer nedenler olarak sıralamaktadır.^[46]

SONUÇ

Patellofemoral protez, izole patellofemoral osteoartriti tedavi etmek için kullanılan kemik koruyucu bir protez tekniğidir ve başarılı sonuçları yapılan çalışmalarla gösterilmiştir. Patellofemoral osteoartritten kaynaklanan ağrıyı etkili bir şekilde giderebilir. Tibiofemoral kompartmanların, menisküslerin ve çapraz bağların korunması, TDP'ye göre kinematik olarak daha doğal bir diz ekleminin oluşmasını sağlar. Özellikle aktif hastalar için uygun bir seçenektir ve gerektiğinde kolaylıkla TDP'ye dönüştürülebilir.^[2,4,12]

Patellofemoral protez için ideal aday, PFOA'sı konserve tedaviye yanıt vermeyen ve önemli dizilim bozukluğu veya tibiofemoral osteoartriti olmayan orta yaşlı hastalardır. Tibiofemoral osteoartriti progresyonu, PFP revizyonlarının üçte birini oluşturur.^[1,2,4,16,21] Bu nedenle hasta seçiminde azami özen gösterilmeli ve nihai karar ameliyat sırasında verilmelidir. Patellofemoral protez sonuçları, hasta seçimi, cerrahi teknikteki hatalar ve implantın tasarımı özellikleriyle yakından ilgilidir. İmplant tasarımındaki gelişmeler, robotik protezin yaygınlaşması ve tek kompartmanlı protezlere beraber yapılan uygulamalar sayesinde, PFP gelecek için umut vadeden bir yöntemdir.

KAYNAKLAR

- Pisanu G, Rosso F, Bertolo C, Dettoni F, Blonna D, Bonasia DE, et al. Patellofemoral arthroplasty: Current concepts and review of the literature. *Joints* 2017;4;5(4):237-45. [Crossref](#)
- Strickland SM, Bird ML, Christ AB. Advances in patellofemoral arthroplasty. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2018;11(2):221-30. [Crossref](#)
- McAlindon TE, Snow S, Cooper C, Dieppe PA. Radiographic patterns of osteoarthritis of the knee joint in the community: The importance of the patellofemoral joint. *Ann Rheum Dis* 1992;51(07):844-9. [Crossref](#)
- Lonner JH. Patellofemoral arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg* 2007;15(08):495-506. [Crossref](#)
- Hassebrock JD, Makovicka JL, Wong M, Patel KA, Scott KL, Deckey DG, et al. Minimally invasive robotic-assisted patellofemoral arthroplasty. *Arthrosc Tech* 2020;9(4):425-33. [Crossref](#)
- Mills K, Hunter DJ. Patellofemoral joint osteoarthritis: An individualised pathomechanical approach to management. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2014;28(01):73-91. [Crossref](#)
- Culvenor AG, Cook JL, Collins NJ, Crossley KM. Is patellofemoral joint osteoarthritis an under-recognised outcome of anterior cruciate ligament reconstruction? A narrative literature review. *Br J Sports Med* 2013;47(02):66-70. [Crossref](#)
- Davies AP, Vince AS, Shepstone L, Donell ST, Glasgow MM. The radiologic prevalence of patellofemoral osteoarthritis. *Clin Orthop* 2002;402:206-12. [Crossref](#)
- Grelsamer RP, Stein DA. Patellofemoral arthritis. *J Bone Joint Surg Am* 2006;88(08):1849-60. [Crossref](#)
- Villa JC, Paoli AR, Nelson-Williams HW, Badr RN, Harper KD. Onlay patellofemoral arthroplasty in patients with isolated patellofemoral arthritis: A systematic review. *J Arthroplasty* 2021;36(7):2642-9. [Crossref](#)
- Walker T, Perkinson B, Mihalko WM. Patellofemoral arthroplasty: The other unicompartmental knee replacement. *J Bone Joint Surg Am* 2012;94(18):1712-20. [Crossref](#)
- Lonner JH, Jasko JG, Booth RE Jr. Revision of a failed patellofemoral arthroplasty to a total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2006;88(11):2337-42. [Crossref](#)
- Lonner JH. Patellofemoral arthroplasty: Pros, cons, and design considerations. *Clin Orthop Relat Res* 2004;(428):158-65. [Crossref](#)
- Ackroyd CE, Chir B. Development and early results of a new patellofemoral arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 2005;(436):7-13. [Crossref](#)
- Tauro B, Ackroyd CE, Newman JH, Shah NA. The Lubinus patellofemoral arthroplasty. A five-to ten-year prospective study. *J Bone Joint Surg Br* 2001;83(05):696-701. [Crossref](#)
- Odgaard A, Madsen F, Kristensen PW, Kappel A, Fabrin J. The mark coventry award: patellofemoral arthroplasty results in better range of movement and early patient-reported outcomes than TKA. *Clin Orthop Relat Res* 2018;476(1):87-100. [Crossref](#)
- Odgaard A, Eldridge J, Madsen F. Patellofemoral arthroplasty. *JBJS Essent Surg Tech* 2019;24;9(2):15. [Crossref](#)
- Liow MH, Goh GS, Tay DK, Chia SL, Lo NN, Yeo SJ. Obesity and the absence of trochlear dysplasia increase the risk of revision in patellofemoral arthroplasty. *Knee* 2016;23(2):331-7. [Crossref](#)
- Dahm DL, Kalisvaart MM, Stuart MJ, Slettedahl SW. Patellofemoral arthroplasty: Outcomes and factors associated with early progression of tibiofemoral arthritis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2014;22(10):2554-9. [Crossref](#)
- Lustig S. Patellofemoral arthroplasty. *Orthop Traumatol Surg Res* 2014;100(1):35-43. [Crossref](#)
- Feucht MJ, Cotic M, Beitzel K, Baldini JF, Meidinger G, Schöttle PB, et al. A matched-pair comparison of inlay and onlay trochlear designs for patellofemoral arthroplasty: No differences in clinical outcome but less progression of osteoarthritis with inlay designs. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2017;25(9):2784-91. [Crossref](#)
- Leadbetter WB, Ragland PS, Mont MA. The appropriate use of patellofemoral arthroplasty: An analysis of reported indications, contraindications, and failures. *Clin Orthop Relat Res* 2005;(436):91-9. [Crossref](#)
- Lonner JH. Modular bicompartmental knee arthroplasty with robotic arm assistance. *Am J Orthop* 2009;38:28-31.
- Selvaratnam V, Cattell A, Eyres KS, Toms AD, Phillips JRP, Mandalia VI. Robotic-assisted patellofemoral replacement-correlation of preoperative planning with intraoperative implant position and early clinical experience: A minimum 2-year follow-up. *J Knee Surg* 2020;30. [Crossref](#)
- Hamlin, B. Patellofemoral arthroplasty: NAVIO. In: Lonner, J. (eds) *Robotics in Knee and Hip Arthroplasty*. Springer; 2019; Cham. [Crossref](#)
- Hoogervorst P, Arendt EA. Patellofemoral arthroplasty: expert opinion. *J Exp Orthop* 2022;4;9(1):24. [Crossref](#)
- Patel A, Haider Z, Anand A, Spicer D. Early results of patellofemoral inlay resurfacing arthroplasty using the HemiCap Wave prosthesis. *J Orthop Surg (Hong Kong)* 2017;25(1):2309499017692705. [Crossref](#)

28. Charalambous CP, Abiddin Z, Mills SP, Rogers S, Sutton P, Parkinson R. The low contact stress patellofemoral replacement: High early failure rate. *J Bone Joint Surg Br* 2011;93(4):484-9. [Crossref](#)
29. Provencher M, Ghodadra NS, Verma NN, Cole BJ, Zaire S, Shewman E, et al. Patellofemoral kinematics after limited resurfacing of the trochlea. *J Knee Surg* 2009;22(4):310-6. [Crossref](#)
30. Argenson JN, Guillaume JM, Aubaniac JM. Is there a place for patellofemoral arthroplasty? *Clin Orthop Relat Res* 1995;(321):162-7. [Crossref](#)
31. van Jonbergen HP, Werkman DM, Barnaart LF, van Kampen A. Long-term outcomes of patellofemoral arthroplasty. *J Arthroplasty* 2010;25(07):1066-71. [Crossref](#)
32. Davidson PA, Rivenburgh D. Focal anatomic patellofemoral inlay resurfacing: Theoretic basis, surgical technique, and case reports. *Orthop Clin North Am* 2008;39(3):337-46. [Crossref](#)
33. Laursen JO. High mid-term revision rate after treatment of large, full-thickness cartilage lesions and OA in the patellofemoral joint using a large inlay resurfacing prosthesis: HemiCAP-Wave®. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2017;25(12):3856-61. [Crossref](#)
34. Sisto DJ, Sarin VK. Custom patellofemoral arthroplasty of the knee. *J Bone Joint Surg Am* 2006;88(07):1475-80. [Crossref](#)
35. Leadbetter WB, Kolisek FR, Levitt RL, Brooker AF, Zietz P, Marker DR, et al. Patellofemoral arthroplasty: A multi-centre study with minimum 2-year follow-up. *Int Orthop* 2009;33(6):1597-601. [Crossref](#)
36. Hinterwimmer S, Minzlaff P, Saier T, Niemeyer P, Imhoff AB, Feucht MJ. Biplanar supracondylar femoral derotation osteotomy for patellofemoral malalignment: The anterior closed-wedge technique. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2014;22(10):2518-21. [Crossref](#)
37. Dahm DL, Al-Rayashi W, Dajani K, Shah JP, Levy BA, Stuart MJ. Patellofemoral arthroplasty versus total knee arthroplasty in patients with isolated patellofemoral osteoarthritis. *Am J Orthop* 2010;39(10):487-91.
38. Mont MA, Haas S, Mullick T, Hungerford DS. Total knee arthroplasty for patellofemoral arthritis. *J Bone Joint Surg Am* 2002;84(11):1977-81. [Crossref](#)
39. Argenson JN, Parratte S, Bertani A, Aubaniac JM, Lombardi AV Jr, Berend KR, et al. The new arthritic patient and arthroplasty treatment options. *J Bone Joint Surg Am* 2009;91(Suppl 5):43-8. [Crossref](#)
40. Sabatini L, Schirò M, Atzori F, Ferrero G, Massè A. Patellofemoral joint arthroplasty: Our experience in isolated patellofemoral and bicompartamental arthritic knees. *Clin Med Insights Arthritis Musculoskelet Disord* 2016;15;9:189-93. [Crossref](#)
41. Heyse TJ, Khefacha A, Cartier P. UKA in combination with PFR at average 12-year follow-up. *Arch Orthop Trauma Surg* 2010;130(10):1227-30. [Crossref](#)
42. van der List JP, Chawla H, Villa JC, Pearle AD. Why do patellofemoral arthroplasties fail today? A systematic review. *Knee* 2017;24(01):2-8. [Crossref](#)
43. Dy CJ, Franco N, Ma Y, Mazumdar M, McCarthy MM, Gonzalez Della Valle A. Complications after patello-femoral versus total knee replacement in the treatment of isolated patello-femoral osteoarthritis. A meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2012;20(11):2174-90. [Crossref](#)
44. Mulford JS, Eldridge JD, Porteous AJ, Ackroyd CE, Newman JH. Revision of isolated patellofemoral arthroplasty to total knee replacement. *Curr Orthop Pract* 2009;20(04):437-41. [Crossref](#)
45. Kooijman HJ, Driessen AP, van Horn JR. Long-term results of patellofemoral arthroplasty. A report of 56 arthroplasties with 17 years of follow-up. *J Bone Joint Surg Br* 2003;85(06):836-40. [Crossref](#)
46. Bendixen NB, Eskelund PW, Odgaard A. Failure modes of patellofemoral arthroplasty-registries vs. clinical studies: a systematic review. *Acta Orthop* 2019;90(5):473-8. [Crossref](#)