

Erişkin kalça displazisinde total kalça artroplastisi asetabular komponent uygulama teknikleri: Greftli veya greftsiz

Total hip arthroplasty acetabular component application techniques in adult hip dysplasia: With or without grafting

Kerem Başarır¹, Rauf Alizada²

¹ Özel Muayenehane, Çankaya, Ankara

² Özel Çankaya Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Ankara

Gelişimsel kalça displazisi, asetabulum ve proksimal femurun anormal gelişimiyle karakterize olup erken osteoartrit (OA) en sık nedenidir. Total kalça artroplastisi (TKA), displazik kalça altın standart tedavisidir ancak primer OA'ya kıyasla daha fazla teknik zorluk ve komplikasyon içerir. Displazik asetabulum rekonstrüksiyonunda greftli ve greftsiz yöntemler uygulanmaktadır. Greftsiz rekonstrüksiyon, çimentosuz asetabular komponentin anatomik kalça rotasyon merkezinin proksimaline yerleştirilmesiyle gerçekleştirilir. Bu teknik, cerrahi süreyi kısaltıp, osteotomi ihtiyacını, sinir hasarı riskini ve kanama miktarını azaltarak avantaj sağlar. Ancak, polietilen aşınması, aseptik gevşeme ve abdüktör kas yetmezliği gibi dezavantajları da bildirilmiştir. Greftli rekonstrüksiyon ise çıkarılan femur başı veya boynundan elde edilen otogreftin asetabular defekt üzerine tespitiyle gerçekleştirilir. Anatomik kalça rotasyon merkezinin korunmasını sağlarken, yeterli kemik desteği oluşturur. Ancak greft rezorpsiyonu, siyatik sinir felci ve uzamış ameliyat süresi gibi dezavantajları bulunmaktadır. Her iki tekniğin uzun dönem klinik sonuçları literatürde tartışmalıdır. Yüksek kalça rotasyon merkezi (YKRM) tekniğinin, cerrahi ve cerrahi sonrası süreci kolaylaştırdığı ve rehabilitasyonu hızlandırdığı gösterilmiştir. Literatürde bu iki yöntemi karşılaştıran verilerin ve çalışmaların kısıtlı olması nedeniyle, optimal yöntem hasta özellikleri, cerrahi deneyim ve implant tercihi doğrultusunda belirlenmelidir.

Anahtar sözcükler: kalça displazisi; total kalça artroplastisi; asetabular rekonstrüksiyon; greft; yüksek kalça rotasyon merkezi

Developmental hip dysplasia is characterized by abnormal development of the acetabulum and proximal femur and is the most common cause of early osteoarthritis (OA). Total hip arthroplasty (THA) is the gold standard treatment for dysplastic hip OA; however, it presents greater technical challenges and complications compared to primary OA. In dysplastic acetabular reconstruction, grafted and non-grafted techniques are utilized. Non-grafted reconstruction is performed by placing the uncemented acetabular component proximally to the anatomical rotation center. This technique offers advantages such as shorter surgical duration, reduced need for osteotomy, lower risk of nerve injury, and decreased blood loss. However, complications such as polyethylene wear, aseptic loosening, and abductor muscle insufficiency have been reported. Grafted reconstruction, on the other hand, involves securing an autograft obtained from the resected femoral head or neck to the acetabular defect. While this method preserves the anatomical hip rotation center and provides adequate bone support, it has disadvantages such as graft resorption, sciatic nerve palsy, and prolonged surgical duration. The long-term clinical outcomes of both techniques remain controversial in the literature. The high hip rotation center (HHRC) technique has been shown to facilitate both surgical procedures and postoperative recovery. Due to the limited data and studies comparing these two methods, the optimal approach should be determined based on patient characteristics, surgical experience, and implant selection.

Key words: hip dysplasia; total hip arthroplasty; acetabular reconstruction; graft; high hip rotation center

Gelişimsel kalça displazisi, asetabulum ve proksimal femurun anormal gelişimiyle karakterize olup, erken yaşlarda osteoartrit (OA) en sık nedenidir.

[1] Total kalça artroplastisi (TKA), displazik kalça OA'nın

altın standart tedavisini oluşturur ve primer dejeneratif OA zemininde yapılmış olan TKA'ya göre daha sık komplikasyon bildirilmiştir. Displazik kalçaların değişen anatomisi nedeniyle, bu hastalarda TKA teknik olarak zorlu

bir prosedürdür. Asetabular ve femoral deformitelerin iyi anlaşılması, cerrahi planlamanın doğru yapılması, uygun protez tasarımlarının seçilmesi ve doğru cerrahi tekniğin uygulanması optimal hasta sonuçlarını sağlamak için önemlidir.

Her displazik kalçanın kendine özgü bir anatomisi olsa da asetabulum için iyi tanımlanmış değişiklikler görülmektedir. Asetabulum az gelişmiştir ve sığdır, medialde kemik miktarı azdır ve posterior superior da kemik miktarı daha çoktur, retroversiyon olma sıklığı artmıştır.^[2] Displazik kalça anatomisinde meydana gelen değişiklikler, işlevselliği azalmış ve artan yüke dayanıklılığı düşük bir kalça eklemine yol açar. Bu tür kalçalar, uyumsuz bir yapı sergileyerek rotasyon merkezinin kaymasına neden olur. Aynı zamanda, kalça abdükörleri ve fleksör kasları kısalmış ve güçsüzleşmiştir. Displazi tek taraflı ise, genellikle Trendelenburg yürüyüşü, bacak uzunluk farkı ve pelvik dengesizlik gibi durumlar gözlemlenir. Tüm bu etkenler, kalça eklemine binen yükleri artırarak kıkırdak ve kemik dokusunda daha hızlı dejenerasyona yol açabilir ve OA'nın daha erken ortaya çıkmasına zemin hazırlayabilir.^[3] Ameliyat öncesi planlamada pelvisin ön-arka (AP) ve etkilenen kalçanın iki yönlü grafilerini değerlendirmek önem arz eder. Pelvis AP grafisinde Wiberg'in lateral merkez-kenar açısı ve asetabular indeks, displaziyi tanımlamak için yardımcı parametrelerdir.^[4] Bilgisayarlı tomografi ile yapılan üç boyutlu görüntüleme yöntemi ise özellikle asetabulumun kemik stokunu değerlendirmek için değerli bir görüntüleme yöntemidir.

Tedaviyi planlama açısından birçok sınıflama mevcuttur. En yaygın olan Crowe ve ark.'nın yaptığı sınıflamadır.^[5] Bu sınıflama femur başının yer değiştirmesinin miktarına göre tanımlanmıştır. Bir diğer sınıflama ise Hartofilakidis ve ark.'nın yaptığı asetabulumun deformitesine yönelik yapılan sınıflamadır.^[6]

Tip A: Femur başının displazik asetabulumda bulunması,

Tip B: Femur başının gerçek asetabulum tarafından kısmen kaplanması ve sahte asetabulumla eklem oluşturduğu düşük çıkık,

Tip C: Femur başının hem sahte hem gerçek asetabulumla eklem oluşturmadığı yüksek çıkık durumunu tanımlar.

Primer TKA'da displazik olan ve kemik defekti bulunan asetabulumun rekonstrüksiyonu için çeşitli cerrahi teknikler tanımlanmıştır. Bu bağlamda, asetabular bileşenin yeterli kemik örtüsünü sağlayan kemik grefti veya toplu femur başı otogreftleme veya yuvanın sığ asetabulumun medialine veya proksimaline yerleştirilmesi gibi çeşitli uygulamalar mevcuttur. Otojen impaksiyon

greftleme, anatomik kalça merkezinin medializasyonu kotiloplasti, kemik grefti/augment kullanılarak anatomik kalça merkezi restorasyonu ve yüksek kalça merkezli asetabular rekonstrüksiyon gibi yöntemler günümüzde cerrahın tercihinine göre kullanılmaktadır.

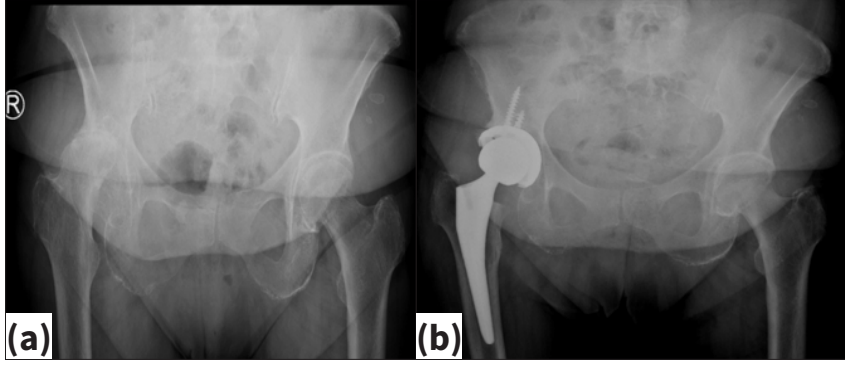
KALÇA ROTASYON MERKEZİ

Değişen anatomi nedeniyle displazik ve defektif asetabulum varlığında kalça rotasyon merkezini tanımlamak çok güçtür. Kalçanın rotasyon merkezi, TKA'nın temel unsurlarından biri olup bu konum hem bacak uzunluğunu hem de abdükör kaslarının mekanik gücünü belirleyen önemli bir faktördür. Rotasyon merkezi, ameliyat öncesi planlamada önemli bir bileşen olduğu gibi, cerrahi sırasında ve ameliyat sonrası değerlendirmelerde de dikkatle ele alınmalıdır. Karşı taraf kalçanın sağlıklı olması durumunda rotasyon merkezinin belirlenmesi görece kolay olsa da bilateral kalça dejenerasyonu varlığında bu süreç daha karmaşık hâle gelir.

Pelvisin AP radyografilerinde kullanılan çeşitli anatomik referans noktaları ve çizgileri tanımlanmış olup her birinin avantajları ve sınırlamaları bulunmaktadır. Anatomik varyasyonlar ve önceki cerrahi girişimler doğrultusunda en uygun yöntemin seçilmesi gerekmektedir. Boudriot ve ark.'nın iki referans çizgisinin kesişimini baz alan bir yöntem geliştirmişlerdir. Bu yöntemde, referans noktası olarak Kohler çizgisi ile her iki obtüratör foramenin üst kenarları arasına çizilen yatay doğrunun kesişim noktası kabul edilmiştir.^[7] Fessy ve ark. iki radyolojik gözyaşı damlası kenarının en distal noktaları arasındaki yatay çizgiyle Kohler çizgisinin kesişim noktasını, femur başının yatay ve dikey rotasyon merkezi olarak belirlemişlerdir. Bu teknik, bilateral asetabular dejenerasyon varlığında dahi ameliyat öncesi planlama açısından değerli bir yaklaşım sunmaktadır.^[8] Cerrahi sırasında rotasyon merkezini doğrulamak daha zorlu bir süreçtir. Lu ve ark., gözyaşı işaretini bu amaçla kullanmayı önermişlerdir. Asetabular komponentin alt sınırının, gözyaşı işaretinin alt kenarıyla aynı yatay düzlemde bulunması, protezin doğru yerleşimi açısından bir kılavuz görevi görebilir.^[9] Crowe ve ark. yaptıkları çalışmada anterior inferior iliak spina, iskial tüberosite ve obtüratör foramenin oluşturduğu bir üçgenin merkezini kalçanın gerçek rotasyon merkezi olarak belirlemişlerdir.^[5] Bu yöntemler, TKA sırasında rotasyon merkezinin belirlenmesi ve uygun implant yerleşiminin sağlanması açısından yol göstericidir.

GREFTSİZ DİSPLAZİK ASETABULAR REKONSTRÜKSİYON

Siğ ve kemik defekti olan asetabulumla kap yerleştirmek, kemik implant tutulumunu optimize etmek ve normal kalça biyomekaniğini elde etmek displazik kalçalar için güç bir işlemdir. Kemik defektini grefonaj



Şekil 1.a,b. Yetmiş beş yaşında kadın hasta Crowe tip III kalça displazisi zemininde sağ kok-sartrozu olan ameliyat öncesi radyolojik görünümü **(a)**, yüksek kalça rotasyon merkezi (YCRM) yöntemi ile uygulanmış TKA **(b)**.

işlemi yapmadan tutulumu arttırmanın en yaygın yöntemlerden biri ise çimentosuz kabı anatomik merkezden daha yüksek bir konuma yerleştirmek ve bu bölgede bulunan zengin kemik stokundan yararlanmaktır (Şekil 1). Bu teknik ile ilgili birçok çalışma bulunsada ilk olarak 1991 yılında Russotti ve Harris, revizyon TKA'da asetabular bileşenin proksimal yerleştirilmesini önermişlerdir. Bu teknik yüksek kalça rotasyon merkezi (YCRM) olarak adlandırılmıştır. Yüksek kalça rotasyon merkezi, asetabular bileşenin femoral baş merkezinden yaklaşık 15 milimetre (mm) yukarıya veya gözyaşı damlası çizgisinden 35 mm uzak bir noktaya yerleştirilmesini tanımlar.^[10] Birçok cerrahın öncelikli tercihi, asetabulumu anatomik kalça rotasyon merkezine (KRM) yerleştirmektir. Ancak Crowe tip III-IV displazili hastalarda, femoral osteotomi yapılmaksızın bu hedefe ulaşmak oldukça güçtür. Yüksek kalça rotasyon merkezi tekniği ile proksimale standart bir asetabular komponent yerleştirilmesinin başlıca avantajları; cerrahi sürenin kısalması, uygulanan tekniğin daha az karmaşık olması ve yalnızca orta düzeyde yumuşak doku mobilizasyonu gerektirmesidir. Siyatik sinirin travmatize edilmesini önlemek için yapısal kemik greftlerine veya proksimal kısaltma osteotomisi gibi ek cerrahi müdahalelere olan ihtiyacı önleyebilir.^[11] Kalça merkezinin proksimale yerleştirilmesi, sağlam kemikle asetabular implant arasındaki teması ve stabil kemik içe büyümesi olasılığını kolaylaştırır. Literatürde bu cerrahi tekniğin kullanımıyla ilgili net bir fikir birliği olmamasının nedeni ise avantajlarının yanı sıra dezavantajlarının bulunmasıdır. Dezavantajları arasında polietilen aşınması, erken aseptik gevşeme, bacak boyu eşitsizliği ve abdüksiyon kol yetmezliğine bağlı Trendelenburg yürüşü olduğu bildirilmiştir.^[12] Bu komplikasyonların aksini bildiren çalışmalar da mevcuttur. Kaneuji ve ark. YCRM gözyaşı damlasının 20 mm proksimali olarak belirleyip ve bu tekniği kullanarak 30 kalçayı ameliyat ettiklerini ve ortalama 15 yıllık takipte hiçbir hastada gevşeme görülmediğini bildirmişlerdir.^[13] Nawabi ve ark. ise Crowe

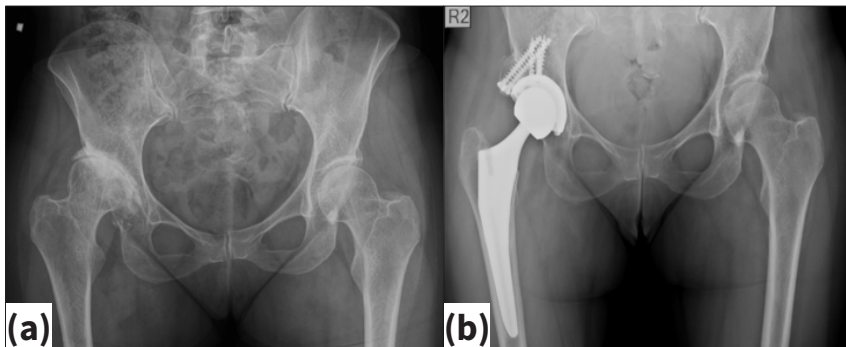
II, III YCRM grubu ile anatomik kalça merkezi kullanılan Crowe I kontrol grubu arasında sağkalım, aşınma oranları ve kalça skorları açısından bir fark göstermemişlerdir.^[14] Watts ve ark., ortalama 10 yıllık takipte 88 primer çimentosuz THA'yı gözden geçirmiş ve kabın yaklaşık femur başı merkezine göre 10 mm'den fazla proksimal ve 10 mm lateral olarak tanımlanan superolateral yerleştirilmesiyle daha yüksek oranda aseptik gevşeme ve kap revizyonu bildirmişlerdir.^[15] Bu durumdan kaçınmak için, asetabular bileşen medialize edilmelidir. Johnston ve ark., biyomekanik çalışmalarında, kalça merkezinin anatomik konumundan 20 mm laterale, 20 mm proksimale ve 10 mm posteriora kaymasının eklem momentinde %22, eklem temas kuvvetinde %20 ve normal yürüyüş sırasında kalçanın ihtiyaç duyduğu abdüksiyon kas kuvvetinde %116 oranında bir artışa neden olduğunu rapor etmişlerdir.^[16] Medializasyon eklem reaksiyon kuvvetindeki artışı engeller ve kronik olarak kısalması ve disfonksiyonel olan abdüksiyon kolun yükünü biyomekanik olarak hafifletir. Bazı yazarlar abdüksiyon kuvveti ile kalçanın YCRM arasında negatif bir korelasyon olduğunu öne sürmüştür. Abolghasemian ve ark., kalça merkezinin yükseltilmesinin kas uzunluğunu ve buna bağlı olarak ön yükü azalttığını, bunun da abdüksiyon kuvvetinin zayıflamasına yol açtığını belirtmişlerdir.^[17] Traina ve ark., femoral ofsetin ve abdüksiyon kaldırma kolunun doğru şekilde restore edilmesi durumunda, kalça rotasyon merkezinin 30 mm'den fazla olması hâlinde bile tatmin edici sonuçlar elde edilebileceğini göstermişlerdir.^[18] Yüksek kalça rotasyon merkezi nedeniyle gluteus medius kasında gevşeklik oluşsa da bu durum daha büyük bir gövde ve uygun baş/boyun uzunluklarının kullanılmasıyla telafi edilebilir. Ayrıca, bacak uzunluğu uyumsuzluğunun düzeltilmesine katkı sağlayarak alt ekstremitelerde dengesizliği önleme potansiyeline sahiptir. Shen ve ark., Crowe II, III hastalarında YCRM merkezinin 28 mm'nin üzerinde olmasının bile orta vade implant sağkalımını anlamlı şekilde azaltmadığını bildirmişlerdir.^[19]

Yüksek kalça rotasyon merkezli asetabular rekonstrüksiyon tekniği, displazik kalçalarda cerrahi sürenin kısaltılmasını, osteotomi ihtiyacının azaltılmasını ve sinir hasarı riskinin en aza indirilmesini sağlayarak umut vaat eden bir yöntemdir. Bu tekniği uygulamadan önce iyi bir ameliyat öncesi planlama ile istenmeyen komplikasyonlardan korunmak mümkündür.

GREFTLİ DİSPLAZİK ASETABULAR REKONSTRÜKSİYON

Displazik kalçalarda bir diğer yaygın kullanılan asetabular rekonstrüksiyon yöntemi, çıkarılan femur baş veya boynundan elde edilen femur başi otogreftinin sığ olan displazik asetabulumun üst dış kenarına tespitiyle anatomik kalça rotasyon merkezi onarımıdır (Şekil 2). Asetabular parçanın %30 ile %40 oranında örtülmemiş olması kabul edilebilir, ancak bu oranı aşan durumlarda ek destek sağlanmalıdır.^[20] Daha büyük asetabular defektlerde ise yapısal otogreft veya allogreft kullanımı gerekli olabilir. Ameliyat sırasında çıkarılan femur başi, uygun şekilde şekillendirilerek asetabular defekte yerleştirilir ve vida kullanılarak sabitlenir. Ardından, çimentosuz veya çimentolu bir asetabular bileşen greft üzerine yerleştirilerek kalça ekleminin fonksiyonel ve mekanik bütünlüğü sağlanır. Femoral baş otogreftiyle asetabular rekonstrüksiyon tekniği, Harris ve ark., tarafından 1977 yılında tanımlanmıştır.^[21] Bu teknikte, femoral baş grefti anterolateral asetabular defektin üzerine yerleştirilmiş ve çimentolu bir asetabular bileşenle kombine edilmiştir. Daha sonra birçok cerrah tarafından geliştirilmiş ve çimentosuz asetabular bileşenler, gelişmiş tespit teknikleri ve farklı cerrahi yaklaşımlarla uygulanarak günümüzde de kullanılmaya devam etmektedir. Displazik kalçalarda deforme olan asetabulumun çimentolu yöntemi için literatürde uzun vadeli vaka serilerinin ve yeterli takip sürelerinin sınırlı olması nedeniyle, bu yöntemin etkinliği konusunda fikir birliği oluşmamıştır. Bu yöntemin avantajları, dezavantajları ve teknik zorlukları bildirilmiştir.

Kalçanın normal biyomekaniğini sağlamak için anatomik rotasyon merkezinin restore edilmesi büyük önem taşır. Bu yöntem, asetabular kap için yeterli yapısal destek sağlayarak ve kemik örtüsünü arttırarak, implantın doğal anatomisine veya ona en yakın bölgeye yerleştirilmesini mümkün kılar. Gerçek anatomisine kavuşturulan kalçanın, karşı taraf bacak uzunluğuyla klinik olarak anlamlı bir farklılık göstermediğini bildiren çalışmalar mevcuttur. Ayrıca normal biyomekaniği oluşturan kalça eklemi optimum abdüktör kas fonksiyonunu sağlar. Bu yöntemin bir diğer avantajı ise greftin kolay bir şekilde elde edilmesi ve ileride gerekebilecek revizyon cerrahisi için asetabulumda yeterli kemik stoku oluşturmastır.^[22] Bu yöntemin cerrahi teknik zorlukları ve komplikasyon sıklığı literatürde çok fazla bildirilmiştir. Greft tespiti sırasında kullanılan titanyum vidalar ve kemik dokusu arasındaki elastik modülüs farkı nedeniyle stres kalkını geliştiği bildirilmiştir.^[23] Crowe III, IV gibi yüksek kalça çıkığı olan hastaların anatomik kalça rotasyon merkezini sağlamak adına femurun aşırı distalizasyonu nedeniyle siyatik sinir felcinin geliştiğini bildiren çalışmalar mevcuttur. Yang ve ark., subtrokanterik osteotomiyle anatomik KRM restorasyonu ile tedavi ettikleri hasta grubunda %30 oranında siyatik sinir felci bildirmişlerdir.^[24] Bu yöntemin en büyük dezavantajlarından biri, ameliyat süresinin uzamasıdır. Bunun en önemli nedenleri, yapısal kemik greftinin hazırlanarak tespit edilmesi ve gerektiğinde femura yönelik osteotomilerin uygulanmasıdır. Bu durum, cerrahinin teknik zorluk seviyesini arttırırken, ameliyat süresinin uzamasına ve hastaya uygulanan cerrahi travmanın, kan kaybının ve enfeksiyon riskinin daha büyük olmasına yol açabilir. Komplikasyon gelişmeyen TKA sonrasında, rehabilitasyon sürecinin ilk gününde hastanın ameliyatlı uzvunun üzerine tam yük vermesi standart bir uygulamadır. Ancak, vidayla otogreft tespiti yapılan TKA hastalarında, rehabilitasyon sürecinde 3 ile 8 hafta arasında değişen süre boyunca koltuk değneği kullanılarak kısmi yük verilmesi gerektiği bildirilmiştir.^[25,26] Kemik greftlerinin emilmesi ve çökmesi gibi komplikasyonlar



Şekil 2.a,b. Elli yaşında kadın hasta Crowe tip II kalça displazisi zemininde sağ koksartroz. Ameliyat öncesi radyolojik görünümü (a). Femur başından elde edilen otogreft iki adet kanüllü vida ile displazik asetabulumuna tespit edilmiş ve sonrasında AKRM sağlanarak TKA uygulanmış (b).

kolayca asetabular bileşenin aseptik gevşemesine yol açabilir. Literatürde, otogreft augmentasyonunun erken dönem sonuçları olumlu olmuştur, ancak uzun dönem takiplerde geç dönem greft çökmesi veya kap gevşemesi nedeniyle artan revizyon oranları bildirilmiştir. Abdel ve ark. ortalama 21 yıllık takip süresine sahip bir seride %34 revizyon oranı bildirmişlerdir.^[27] Otogreftle asetabular rekonstrüksiyonda kemik rezorpsiyonu sorunları bildirilmiş olsa da cerrahi tekniklerin ilerlemesi ve çeşitli etkili kaplamalı asetabular protezlerin kullanımıyla, orta ve uzun vadeli olumlu sonuçlar bildiren çalışmalar da mevcuttur.^[28] Chen ve ark., yaptıkları meta analiz çalışmasında alt ekstremité uzunluk farkı, Trendelenburg işareti, protez aşınması ve gevşemesi, WOMAC skoru ve Harris kalça skoru gibi parametreler açısından iki teknik arasında anlamlı bir fark bulunmadığını bildirmişlerdir.^[29] Stirling ve ark. ise sistematik incelemelerinde 475 displazik kalça artroplastisi vakasını (207 YKRM, 268 anatomik KRM) değerlendirerek benzer sonuçlar elde ettiklerini rapor etmişlerdir.^[30]

SONUÇ

Displazik kalçaların cerrahi tedavisi, anatomik varyasyonlar ve kemik defektleri nedeniyle teknik olarak zorluklar içermektedir. Asetabular rekonstrüksiyonda greftli ve greftsiz tekniklerin her birinin avantajları ve sınırlılıkları bulunmaktadır. Greftsiz yöntem, cerrahi sürenin kısalması ve komplikasyon riskinin azalması gibi avantajlar sunarken; greftli teknik, anatomik kalça rotasyon merkezinin korunması ve yeterli kemik desteği sağlanması açısından üstünlük göstermektedir. Yüksek kalça rotasyon merkezi tekniği ise özellikle ileri displazili olgularda cerrahi süreci kolaylaştıran, rehabilitasyonu hızlandıran ve osteotomi gereksinimini ortadan kaldıran bir alternatif olarak öne çıkmaktadır. Ancak mevcut literatürde uzun dönem sonuçlara ve yöntemler arası doğrudan karşılaştırmalara ilişkin yeterli veri bulunmamaktadır. Bu nedenle, optimal cerrahi yaklaşım; hastaya özgü anatomik yapı, cerrahın deneyimi ve kullanılan implant özellikleri dikkate alınarak bireyselleştirilmelidir.

KAYNAKLAR

- Papachristou G, Hatzigrigoris P, Panousis K, Plessas S, Sourlas J, Levidiotis C, et al. Total hip arthroplasty for developmental hip dysplasia. *Int Orthop* 2006;30(1):21-5. [Crossref](#)
- Li PL, Ganz R. Morphologic features of congenital acetabular dysplasia: One in six is retroverted. *Clin Orthop Relat Res* 2003;(416):245-53. [Crossref](#)
- Korzinek K, Muftić O. Biomechanical analysis of hip function after Chiari pelvic osteotomy. *Arch Orthop Trauma Surg* 1989;108(2):112-5. [Crossref](#)
- Werner CM, Copeland CE, Ruckstuhl T, Stromberg J, Turen CH, Bouaicha S. Relationship between Wiberg's lateral center edge angle, Lequesne's acetabular index, and medial acetabular bone stock. *Skeletal Radiol* 2011;40(11):1435-9. [Crossref](#)
- Crowe JF, Mani VJ, Ranawat CS. Total hip replacement in congenital dislocation and dysplasia of the hip. *J Bone Joint Surg Am* 1979;61(1):15-23. [Crossref](#)
- Hartofilakidis G, Stamos K, Karachalios T, Ioannidis TT, Zacharakis N. Congenital hip disease in adults. Classification of acetabular deficiencies and operative treatment with acetabuloplasty combined with total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 1996;78(5):683-92. [Crossref](#)
- Boudriot U, Hilgert J, Hinrichs F. Determination of the rotational center of the hip. *Arch Orthop Trauma Surg* 2006;126(6):417-20. [Crossref](#)
- Fessy MH, N'Diaye A, Carret JP, Fischer LP. Locating the center of rotation of the hip. *Surg Radiol Anat* 1999;21(4):247-50. [Crossref](#)
- Lu Y, Cheng L, Guo W, Yu Q, Gao F, Zhang Q, et al. Ability of lower teardrop edge to restore anatomical hip center height in total hip arthroplasty. *Chin Med J (Engl)* 2014;127(22):3915-20. [Crossref](#)
- Russotti GM, Harris WH. Proximal placement of the acetabular component in total hip arthroplasty. A long-term follow-up study. *J Bone Joint Surg Am* 1991;73(4):587-92. [Crossref](#)
- Wang D, Li LL, Wang HY, Pei FX, Zhou ZK. Long-term results of cementless total hip arthroplasty with subtrochanteric shortening osteotomy in Crowe type IV developmental dysplasia. *J Arthroplasty* 2017;32(4):1211-9. [Crossref](#)
- Doehring TC, Rubash HE, Shelley FJ, Schwendeman LJ, Donaldson TK, Navalund YA. Effect of superior and superolateral relocations of the hip center on hip joint forces. An experimental and analytical analysis. *J Arthroplasty* 1996;11(6):693-703. [Crossref](#)
- Kaneuji A, Sugimori T, Ichiseki T, Yamada K, Fukui K, Matsumoto T. Minimum ten-year results of a porous acetabular component for Crowe I to III hip dysplasia using an elevated hip center. *J Arthroplasty* 2009;24(2):187-94. [Crossref](#)
- Nawabi DH, Meftah M, Nam D, Ranawat AS, Ranawat CS. Durable fixation achieved with medialized, high hip center cementless THAs for Crowe II and III dysplasia. *Clin Orthop Relat Res* 2014;472(2):630-6. [Crossref](#)
- Watts CD, Martin JR, Fehring KA, Griffin WL. Inferomedial hip center decreases failure rates in cementless total hip arthroplasty for Crowe II and III hip dysplasia. *J Arthroplasty* 2018;33(7):2177-81. [Crossref](#)
- Johnston RC, Brand RA, Crowninshield RD. Reconstruction of the hip. A mathematical approach to determine optimum geometric relationships. *J Bone Joint Surg Am* 1979;61(5):639-52. [Crossref](#)
- Abolghasemian M, Samiezadeh S, Jafari D, Bougherara H, Gross AE, Ghazavi MT. Displacement of the hip center of rotation after arthroplasty of Crowe III and IV dysplasia: A radiological and biomechanical study. *J Arthroplasty* 2013;28(6):1031-5. [Crossref](#)

18. Traina F, De Fine M, Biondi F, Tassinari E, Galvani A, Toni A. The influence of the centre of rotation on implant survival using a modular stem hip prosthesis. *Int Orthop* 2009;33(6):1513-8. [Crossref](#)
19. Shen J, Sun J, Ma H, Du Y, Li T, Zhou Y. High hip center technique in total hip arthroplasty for Crowe type II-III developmental dysplasia: Results of midterm follow-up. *Orthop Surg* 2020;12(4):1245-52. [Crossref](#)
20. Li H, Wang L, Dai K, Zhu Z. Autogenous impaction grafting in total hip arthroplasty with developmental dysplasia of the hip. *J Arthroplasty* 2013;28(4):637-43. [Crossref](#)
21. Harris WH, Crothers O, Oh I. Total hip replacement and femoral-head bone-grafting for severe acetabular deficiency in adults. *J Bone Joint Surg Am* 1977;59(6):752-9. [Crossref](#)
22. Farrell CM, Berry DJ, Cabanela ME. Autogenous femoral head bone grafts for acetabular deficiency in total-hip arthroplasty for developmental dysplasia of the hip: Long-term effect on pelvic bone stock. *J Arthroplasty* 2005;20(6):698-702. [Crossref](#)
23. Huang S, Wang B, Zhang X, Lu F, Wang Z, Tian S, et al. High-purity weight-bearing magnesium screw: Translational application in the healing of femoral neck fracture. *Biomaterials* 2020;238:119829. [Crossref](#)
24. Yang TC, Chen CF, Tsai SW, Chen WM, Chang MC. Does restoration of hip center with subtrochanteric osteotomy provide preferable outcome for Crowe type III-IV irreducible development dysplasia of the hip? *J Chin Med Assoc* 2017;80(12):803-7. [Crossref](#)
25. Güneş Z, Bekmez Ş, Çağlar Ö, Mazhar Tokgözoğlu A, Atilla B. Anatomic acetabular reconstruction with femoral head autograft for developmental dysplasia of the hip (DDH) with a minimum follow-up of 10 years. *Hip Int* 2023;33(4):736-42. [Crossref](#)
26. Cheng L, Liu Y, Wang L, Ying J, Li J, Wang F, et al. Integrated acetabular prosthesis versus bone grafting in total hip arthroplasty for Crowe type II and III hip dysplasia: A retrospective case-control study. *Orthop Surg* 2024;16(10):2401-9. [Crossref](#)
27. Abdel MP, Stryker LS, Trousdale RT, Berry DJ, Cabanela ME. Uncemented acetabular components with femoral head autograft for acetabular reconstruction in developmental dysplasia of the hip: A concise follow-up report at a mean of twenty years. *J Bone Joint Surg Am* 2014;96(22):1878-82. [Crossref](#)
28. Ertlav D, Cavit A, Bilbaşar H, Ürgüden M. Stepped osteotomy of femoral head autograft for acetabular reconstruction in total hip arthroplasty for dysplasia of the hip: 3 to 12 years' results. *Jt Dis Relat Surg* 2020;31(2):353-9. [Crossref](#)
29. Wu C, Shu G, Xie X, Yuan X, Chen S. Meta-analysis of the efficacy of the anatomical center and high hip center techniques in the treatment of adult developmental dysplasia of the hip. *Biomed Res Int* 2022;2022:7256664. [Crossref](#)
30. Stirling P, Viamont-Guerra MR, Strom L, Chen AF, Saffarini M, Nover L, et al. Does cup position at the high hip center or anatomic hip center in THA for developmental dysplasia of the hip result in better harris hip scores and revision incidence? A systematic review. *Clin Orthop Relat Res* 2021;479(5):1119-30. [Crossref](#)