

Displazik kalçada robotik total kalça artroplastisi

Robotic total hip arthroplasty in dysplastic hips

Muzaffer Ağır, İbrahim Tuncay

Acıbadem Maslak Hastanesi, Uluslararası Eklem Merkezi, İstanbul

Gelişimsel kalça displazisi (GKD), kalça ekleminde morfolojik bozukluklara neden olan ve sıklıkla osteoartrit sonucunda gelişimsel bir patolojidir. Total kalça artroplastisi (TKA), semptomatik GKD olgularında etkili bir tedavi seçeneğidir ancak displazik kalçalarda anatomik varyasyonlar nedeniyle cerrahi teknik karmaşık hâle gelir. Robotik cerrahi sistemleri, bu karmaşıklıkları aşmak için son yıllarda ön plana çıkmaktadır. Bu derlemede, displazik kalçalarda robotik yardımcı TKA'nın avantajları kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Robotik sistemler, komponent yerleşiminde daha yüksek doğruluk, rotasyon merkezinin anatomik rekonstrüksiyonu, bacak uzunluk eşitliğini sağlamakta yüksek başarı oranı, cerrahi komplikasyonların azaltılması ve yumuşak doku hasarının önlenmesi gibi faydalar sunmaktadır. Ayrıca öğrenme eğrisini kısaltarak standartlaşmayı kolaylaştırmaktadır. Bununla birlikte, yüksek maliyet, femoral komponent desteğinin yetersizliği ve uzun dönem klinik veri eksikliği gibi sınırlılıklar da mevcuttur. Sonuç olarak, robotik TKA, displazik kalça cerrahisinde umut verici bir teknolojidir. Ancak bu sistemlerin yaygınlaşması için ileri düzey klinik çalışmalar ve teknolojik gelişmelere ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar sözcükler: kalça displazisi; robotik cerrahi; total kalça artroplastisi

Developmental dysplasia of the hip (DDH) is a congenital condition characterized by structural abnormalities of the hip joint, frequently leading to secondary osteoarthritis. Total hip arthroplasty (THA) is an effective treatment in symptomatic DDH cases; however, the procedure is technically demanding due to significant anatomical variations. Robotic-assisted surgical systems have recently emerged as a promising solution to overcome these challenges. This review comprehensively evaluates the advantages of robotic-assisted THA in dysplastic hips. Robotic systems offer increased accuracy in component positioning, anatomical reconstruction of the center of rotation, improved limb length equality, reduced surgical complications, and minimized soft tissue damage. Additionally, they shorten the learning curve and facilitate procedural standardization. Despite these benefits, there are several limitations, including high costs, insufficient femoral component support, and a lack of long-term clinical data. In conclusion, robotic-assisted THA represents a promising advancement in the surgical treatment of dysplastic hips. Nevertheless, further technological development and large-scale, long-term clinical studies are essential to validate its efficacy and support wider adoption in clinical practice.

Key words: hip dysplasia; robotic surgery; total hip arthroplasty

Gelişimsel kalça displazisi (GKD), kalça ekleminin embriyonik dönemdeki normal gelişim sürecinde meydana gelen sapmalar sonucu ortaya çıkan ve genellikle sıg asetabulum, femoral anteverسیون artışı, asetabular çatı yetersizliği gibi yapısal deformitelerle karakterize olan bir ortopedik hastalıktır.^[1-3] Gelişimsel kalça displazisi, yenidoğanlarda saptanabildiği gibi, subklinik vakalar ergenlik veya erken erişkinlik döneminde semptomatik hâle gelerek sekonder osteoartrite neden olabilir.

Total kalça artroplastisi (TKA), bu hastalığın ileri evrelerinde kaybolan fonksiyonu geri kazanmak, ağrıyı

dindirmek ve yaşam kalitesini arttırmak için en etkin tedavi yöntemidir. Ancak displazik kalçalarda yapısal deformiteler nedeniyle cerrahi uygulama, teknik olarak klasik osteoartrit olgularına kıyasla daha karmaşıktır. Bu karmaşıklıklar, asetabular komponentin doğru yerleşimi, rotasyon merkezi rekonstrüksiyonu, femoral kanal uyumu, bacak uzunluk eşitliğinin sağlanması ve yumuşak doku dengelemesi gibi birçok parametrede kendini gösterir. Son yıllarda gelişen robotik cerrahi teknolojileri, bu kompleks vakalarda daha hassas planlama, komponent yerleşimi ve ameliyat sonrası simetriyi sağlama konusunda umut vadetmektedir. Özellikle MAKO (Stryker) bil-

gisayarlı tomografi (BT) verileri, ROSA (Zimmer Biomet) gibi ameliyat öncesi röntgen verileri ile bireysel planlama yapan robotik sistemler, intraoperatif hassasiyetle uygulama olanağı sunar.

Bu derlemede, displazik kalça anatomisi, robotik TKA'nın yeri, teknik avantajları, klinik sonuçları, sınırlılıkları mevcut literatür eşliğinde ele alınacaktır.

DISPLAZİK KALÇA ANATOMİSİ VE TOTAL KALÇA ARTROPLASTİ CERRAHİSİ ZORLUKLARI

Gelişimsel kalça displazili kalçalarda morfolojik değişiklikler hem asetabular hem femoral bölgelerde önemli yapısal sapmalar ışığında tanımlanabilir. Asetabulumda en sık görülen anormallikler sıklıkla, anterior superior defekt, osteofitik çıkıntılar, *double floor* yapılanma ve medial duvarda incelmedir. Femur tarafında ise femoral kanal daralmış, anteverسیون artmış ve metafizer bölge hipoplastik olabilir. Tüm bu yapısal bozukluklar, cerrahın komponent yerleşimi, osteotomi ihtiyacı, femoral komponent seçimi ve yumuşak doku dengelemesini doğrudan etkiler.

Crowe sınıflaması (tip I-IV), femur başının dikey olarak ne kadar yer değiştirdiğini tanımlayarak displazi derecesini belirlemeye yarar.^[4] Hartofilakidis sınıflaması ise displaziye anatomik ve klinik alt tiplere ayırır.^[5] Özellikle Crowe tip III ve IV vakalarda femur başı %75'ten fazla proksimale kaymış olup asetabular taban tanımlanamaz durumdadır ve çoğu olguda femoral kısaltma osteotomisi kaçınılmaz hâle gelir.

Cerrahi planlamada özellikle rotasyon merkezinin belirlenmesi büyük önem taşır. Total kalça artroplastisi sırasında asetabular komponentin yanlış pozisyonlanmasının, ameliyat sonrası çıkık, sıkışma ve bacak boyu farkı gibi ciddi komplikasyonlarla ilişkili olabileceği öne sürülmüştür. Özellikle Crowe tip III ve IV hastalarda asetabular komponentin gevşeme ve çıkık riski anlamlı şekilde artmaktadır.^[6-11] Anatomik kalça rotasyon merkezi (*center of rotation*, COR), normal kalça biyomekaniğini yeniden kurmak için hedeflenmelidir. Ancak displazik kalçalarda kalça rotasyon merkezi ya mevcut değil ya da kemik stoku yetersizdir. Konvansiyonel teknikle bu hedeflere erişmek zorken robotik planlama bu konuda cerraha gözle görülmeyen detaylarda yardımcı olabilir. Ek olarak, yumuşak dokuların kontraktürleri, gluteal kas yetersizlikleri, pelvik obliklik gibi fonksiyonel bozukluklar nedeniyle komponent yerleşimi kadar bacak uzunluğu eşitliği sağlamak da önemlidir. Literatüre göre displazik kalçalarda bacak uzunluk farkı ortalama 2-4 santimetre (cm) civarındadır ve bu fark robotik sistem yardımıyla 5 milimetre (mm) altına indirilebilmektedir.

ROBOTİK SİSTEMLERİN TEKNİK ALTYAPISI

Robotik yardımcı TKA'da kullanılan sistemler, temel olarak iki kategoride sınıflandırılır: Aktif sistemler (örneğin ROBODOC) ve yarı-aktif sistemler (örneğin MAKO, ROSA). Aktif sistemler cerrahın manuel manipülasyonuna gerek duymadan kendiliğinden kemik kesilerini yapabilirken, yarı-aktif sistemler cerrahı yönlendiren ve onun kontrolü altında çalışan sistemlerdir. Displazik kalça gibi yüksek varyasyon gösteren anatomilerde, yarı-aktif sistemlerin cerrah kontrolünü sürdürmesi avantaj sağlayabilir.

Bu sistemlerin çoğu, ameliyat öncesi olarak BT veya üç boyutlu manyetik rezonans görüntüleme (3D-MRG) ya da ameliyat öncesi röntgen verilerine dayalı planlama yapar. Hasta spesifik anatomik yapılar dijital ortamda analiz edilir ve optimal asetabular/femoral komponent pozisyonları, açılar (anteversiyon, inklinasyon), bacak uzunluğu ayarı, rotasyon merkezi ve osteotomi gereksinimleri planlanır. İntraoperatif olarak, optik izleme sistemleri veya elektromanyetik sensörler yardımıyla kemik segmentleri takip edilir ve sistem, cerrahın planladığı pozisyonlara sadık kalmasını sağlar.

Örneğin MAKO sistemi, asetabular komponent yerleştirilmeden önce oyma sırasında yönlendirici sınırlar belirler ve oyucunun (*reamer*) sapmasını önler. Oyma derinliği, merkezden kayma miktarı ve yönelimi hassas biçimde takip edilir. Böylece özellikle displazik kalçalarda sık karşılaşılan aşırı oyma (*overreaming*) ya da yetersiz medializasyon problemleri minimize edilir. ROSA gibi diğer sistemlerde ise intraoperatif veri toplama işlemi (kinematik analiz dâhil), cerrahın gerçek zamanlı kararlar almasına olanak tanır. Güncel sistemlerin çoğu sadece asetabular tarafa odaklansa da femoral komponent yerleşimi için robotik destekli femoral kanalı genişletme ve *stem* yerleştirme çalışmaları da başlamıştır. Bu gelişme özellikle femoral deformitenin baskın olduğu Crowe tip III-IV olgularında çığır açıcı olabilir.

KLİNİK VE TEKNİK AVANTAJLAR

Robotik yardımcı TKA'nın displazik kalçalarda sunduğu avantajlar hem teknik doğruluk hem de klinik sonuçlar açısından çeşitli yönleriyle değerlendirilebilir.

Komponent Pozisyonlamasında Artan Doğruluk

Konvansiyonel cerrahide asetabular komponentin doğru açılarla (örneğin Lewinnek *safe zone* içinde) yerleştirilme oranı oldukça düşüktür. Karşılaştırmalı bir çalışmada, robotik grupta bu oranın %97'ye ulaştığı, konvansiyonel grupta ise %62 civarında kaldığı bildirilmiştir.^[12] Zhang ve ark.'nın çalışması da robotik cerrahi ile yerleştirilen komponentlerin anteverسیون ve inklinasyon

açılarındaki sapmanın konvansiyonel metotlara göre daha az olduğunu göstermiştir.^[13] Tamaki ve ark., Crowe tip I-II displazili hastalarda robotik sistemle yapılan TKA'nın, konvansiyonel tekniğe göre daha doğru komponent yerleşimi sağladığını ve %95 oranında Lewinnek güvenli bölge içinde asetabular komponent pozisyonu elde edildiğini bildirmiştir.^[14] Ameliyat öncesi planlama ve cerrahi sonrasındaki görüntülerin tutarlılığına bakıldığında ise, Zhu ve ark. planlanan ve yerleştirilen asetabular komponent açılarının (inklinasyon ve anteversiyon) neredeyse bire bir uyum gösterdiği vurgulanmıştır. Planlama sürecinde yeterli kemik örtüsünün sağlanmasına özel önem verilmiş olup bu yaklaşımın ileri displazi olgularında implant yerleşimini optimize edebileceği ifade edilmiştir.^[15] Ayrıca Konishi ve ark., robotik grupta komponent yerleşiminin daha düşük varyansla gerçekleştiğini ve intraoperatif kalça stabilitesinin manuel gruba kıyasla daha iyi olduğunu vurgulamıştır. Bu durum, displazik kalça gibi zor olgularda protez başarısını arttıracak önemli bir avantaj olarak değerlendirilmektedir.^[16]

Rotasyon Merkezinin Anatomik Rekonstrüksiyonu

Displazik kalçalarda rotasyon merkezinin yerinin değişmiş olması, doğal kalça biyomekaniklerinin yeniden kurulmasını zorlaştırır. Robotik planlama, bu merkezin BT görüntüleriyle belirlenip planlanan pozisyonda hassas yerleştirilmesini sağlar. Bu durum, özellikle yürüyüş simetrisi, kas kuvvet dengesi ve protezin uzun ömürlü olmasında önemlidir. Christian ve ark. robotik cerrahinin rotasyon merkezi rekonstrüksiyonundaki başarısını ön plana çıkarmıştır. Anatomik COR'a 5 mm'den az sapma ile yerleşim oranı %92 olarak bildirilmiş ve bu durumun ameliyat sonrası gluteal kas kuvvetinde belirgin artış sağladığı belirtilmiştir.^[17] Benzer şekilde, Zhu ve ark., Crowe tip IV displazili hastalarda 3D planlama ile belirlenen COR'un, intraoperatif olarak 0,4 mm sapma ile yeniden oluşturulabildiğini ve hedeflenen açılarla yüksek uyum sağlandığını raporlamıştır.^[15]

Kalça rotasyon merkezini orijinal anatomik yerinde uygun anteversiyon ve inklinasyonda kemik dokuya zarar vermeden yerleştirmek için konvansiyonel teknikle robotik tekniği aynı anda uygulamakta fayda vardır. Öncelikle robotik sistemle asetabulum tanımlandıktan sonra konvansiyonel olarak orijinal asetabulum manuel osteotomi ve ardından küçük boy oyucu ile ilk oyma yapılır ve robotla yerleşim ve açılar doğrulanır ve ardından yine robotla kalan oymalar yapılabilir. Böylece hedeflenen asetabular alan güvenli bir tarzda oluşturulabilir. Yine planlanan asetabular komponent robotun asetabulum çıkıcı kolunu çıkararak önce konvansiyonel olarak nazikçe yerleştirilir ve robot kola adapte edilerek pozisyon robotla doğrulanır ve nihai çakma yapılır.

Bacak Uzunluk Eşitliğini Sağlamakta Artan Başarı

Bacak uzunluğu farkı, displazik kalça cerrahisinde sık karşılaşılan bir problemdir. Xu ve ark. robotik cerrahi uygulanan displazik hasta grubunda bacak uzunluk farkının ortalama 20 mm'den 3,8 mm'ye indirildiğini, manuel yöntemde bu değerlerin daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.^[18] Yapılan çalışmaların birçoğunda robotik ve konvansiyonel TKA uygulamaları arasında bacak uzunluğu farkının düzeltilmesi açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı bildirilmiştir.^[16,17,19] Ancak robotik gruplarda bu farkın nicel olarak daha düşük seviyelerde olduğu ve bu yönüyle klinik açıdan avantaj sağlayabileceği ifade edilebilir.

Daha Düşük Cerrahi Komplikasyon Oranı ve Yumuşak Doku Hasarı

Robotik cerrahilerde kas ve tendon yaralanması daha az görülmektedir. Zhang ve ark.'nın çalışmasında, ameliyat sonrası serum kreatinin kinaz düzeyleri robotik grupta anlamlı şekilde daha düşük bulunmuş ve bu da daha az kas hasarıyla ilişkilendirilmiştir. Aynı çalışmada ameliyat sonrası erken dönemde ağrı düzeyleri ve mobilizasyon süresi robotik grupta daha iyi bulunmuştur.^[13] Ayrıca, Chai ve ark., displazik kalçalı hastalarda robotik cerrahinin intraoperatif kan kaybını azalttığını, operasyon süresini kısalttığını ve transfüzyon oranlarını anlamlı düzeyde düşürdüğünü göstermiştir. Takipte, bir yıllık WOMAC skorlarında robotik grubun anlamlı üstünlük sağladığı rapor edilmiştir.^[19] Bir başka çalışmada ise, Crowe tip I ve II displazili hastalarda robotik sistemle yapılan TKA'nın, konvansiyonel teknikle yapılan cerrahiye göre daha kısa sürede yürüme kapasitesi sağladığı ve Harris hip score (HHS) açısından erken dönemde anlamlı üstünlük kurduğu bildirilmiştir.^[14]

Öğrenme Eğrisinde Azalma ve Standartlaşma

Robotik sistemlerin bir diğer avantajı, cerrahi öğrenme eğrisini kısaltması ve prosedürleri daha öngörülebilir hâle getirmesidir. Özellikle yeni başlayan cerrahlar için bile robotik sistemlerin karmaşık vakalarda güvenli ve tekrarlanabilir sonuçlar sunduğu birçok çok merkezli çalışmada bildirilmiştir. Shi ve ark.'nın meta-analizinde, robotun konvansiyonel cerrahi gruplarına kıyasla komponent yerleşimini doğru yapma ve normal biyomekanik geri kazandırma konusunda faydalı olduğu belirtilmiştir. Ve bunun öğrenme eğrisi süresini ve prosedür karmaşıklığını azalttığını vurgulamışlardır.^[20]

ZORLUKLAR VE GELİŞİM ALANLARI

Her ne kadar robotik sistemler displazik kalçada pek çok avantaj sunsa da çeşitli sınırlamalar ve çözülmesi gereken teknik zorluklar da mevcuttur.

Maliyet ve Erişilebilirlik

Robotik cerrahi sistemlerinin kurulumu ve işletimi yüksek maliyetlidir. Özellikle düşük kaynaklı merkezlerde bu sistemlerin temini ve sürdürülebilir kullanımı sınırlıdır. Ayrıca, sistemin her ameliyat için gereken planlama yazılımı ve sarf malzemeleri de ek maliyet yaratmaktadır.

Femoral Komponent Desteğinin Yetersizliği

Mevcut robotik sistemler çoğunlukla asetabular taraf için geliştirilmiştir. Displazik kalça vakalarında femur tarafı deformiteleri sıkır (dar kanal, torsiyonel varyasyon, proksimal hipoplazi) ve bu durumda manuel müdahaleye ihtiyaç duyulur. Gelecekte femoral komponent yerleşimi için robotik desteklerin yaygınlaşması bu açığı kapatabilir.

Öğrenme Eğrisi ve Sistem Uyumu

Her ne kadar bazı çalışmalarda öğrenme eğrisinin kısa olduğu bildirilse de robotik sistemlerin efektif kullanımını sağlamak için özel eğitim ve adaptasyon süreci gerekir. Bu durum, deneyimsiz cerrahlar için başlangıçta zaman ve kaynak kaybına yol açabilir.

Bilgisayarlı Tomografi Tabanlı Planlamanın Sınırlılıkları

Bilgisayarlı tomografi temelli ön planlamalar radyasyon maruziyeti açısından endişe yaratabilir. Ayrıca, bazı hastalarda görüntü kalitesi yeterli olmadığında planlama hataları meydana gelebilir. Bu nedenle daha düşük radyasyonlu ve yüksek çözünürlüklü görüntüleme yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Kısıtlı Uzun Dönem Verisi

Robotik TKA teknolojisi henüz yeterli uzun dönem veriye sahip değildir. Protez sağkalımı, geç dönem komplikasyonlar (örneğin aşınma, gevşeme) ve revizyon oranları konusunda uzun süreli takip çalışmaları eksiktir.

SONUÇ

Displazik kalça olgularında TKA, cerrahi deneyim ve teknik destek gerektiren zorlu bir prosedürdür. Robotik yardımcı sistemler, bu zorluklara karşı yüksek doğrulukla planlama, komponent yerleştirme ve yumuşak doku dengelemesi sağlayarak cerrahi başarının artırılmasına katkı sunmaktadır. Mevcut literatür, robotik cerrahinin displazik kalça gibi kompleks anatomiye sahip olgularda komplikasyon oranlarını düşürdüğünü, bacak uzunluğu eşitliğini daha iyi sağladığını ve komponent pozisyonlamasında anlamlı üstünlük sağladığını ortaya koymaktadır.

Ancak maliyet, femoral tarafta yetersiz destek ve uzun dönem klinik verilerin eksikliği gibi sınırlılıklar nedeniyle bu teknolojilerin daha yaygın ve etkin kullanımı için ileri araştırmalara ihtiyaç vardır. Gelecekte yapılacak randomize, çok merkezli ve uzun süreli takip içeren çalışmalar, bu teknolojilerin displazik kalça cerrahisindeki yerini daha net belirleyecektir.

KAYNAKLAR

1. Gustke K. The dysplastic hip: Not for the shallow surgeon. Bone Joint J 2013;95-B(11 Suppl A):31-6. [Crossref](#)
2. Montalti M, Castagnini F, Giardina F, Tassinari E, Biondi F, Toni A. Cementless total hip arthroplasty in Crowe III and IV dysplasia: High hip center and modular necks. J Arthroplasty 2018;33(6):1813-9. [Crossref](#)
3. Ueoka K, Kabata T, Kajino Y, Yoshitani J, Ueno T, Tsuchiya H. The accuracy of the computed tomography-based navigation system in total hip arthroplasty is comparable with Crowe type IV and Crowe type I dysplasia: A case-control study. J Arthroplasty 2019;34(11):2686-91. [Crossref](#)
4. 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](#)
5. Hartofilakidis G, Babis GC, Lampropoulou-Adamidou K, Vlamis J. Results of total hip arthroplasty differ in subtypes of high dislocation. Clin Orthop Relat Res 2013;471(9):2972-9. [Crossref](#)
6. Biedermann R, Tonin A, Krismer M, Rachbauer F, Eibl G, Stöckl B. Reducing the risk of dislocation after total hip arthroplasty: The effect of orientation of the acetabular component. J Bone Joint Surg Br 2005;87(6):762-9. [Crossref](#)
7. Morrey BF. Difficult complications after hip joint replacement. Dislocation. Clin Orthop Relat Res 1997(344):179-87. [Crossref](#)
8. Shon WY, Baldini T, Peterson MG, Wright TM, Salvati EA. Impingement in total hip arthroplasty a study of retrieved acetabular components. J Arthroplasty 2005;20(4):427-35. [Crossref](#)
9. Murphy SB, Ecker TM. Evaluation of a new leg length measurement algorithm in hip arthroplasty. Clin Orthop Relat Res 2007;463:85-9. [Crossref](#)
10. Chougle A, Hemmady MV, Hodgkinson JP. Severity of hip dysplasia and loosening of the socket in cemented total hip replacement. A long-term follow-up. J Bone Joint Surg Br 2005;87(1):16-20. [Crossref](#)
11. Numair J, Joshi AB, Murphy JC, Porter ML, Hardinge K. Total hip arthroplasty for congenital dysplasia or dislocation of the hip. Survivorship analysis and long-term results. J Bone Joint Surg Am 1997;79(9):1352-60. [Crossref](#)
12. Sato K, Sato A, Okuda N, Masaaki M, Koga H. A propensity score-matched comparison between Mako robotic arm-assisted system and conventional technique in total hip arthroplasty for patients with osteoarthritis secondary to developmental dysplasia of the hip. Arch Orthop Trauma Surg 2023;143(5):2755-6. [Crossref](#)

13. Zhang S, Ma M, Kong X, Zhou Y, Chen J, Chai W. Robotic-assisted total hip arthroplasty in patients with developmental dysplasia of the hip. *Int Orthop* 2024;48(5):1189-99. [Crossref](#)
14. Tamaki Y, Goto T, Wada K, Omichi Y, Hamada D, Sairyo K. Robotic arm-assisted total hip arthroplasty via a minimally invasive anterolateral approach in the supine position improves the precision of cup placement in patients with developmental dysplasia of the hip. *J Orthop Sci* 2024;29(2):559-65. [Crossref](#)
15. Zhu YS, Mo TT, Zhang JN, Jiang C. The use of Mako robot-assisted total hip arthroplasty in the treatment of Crowe IV developmental dysplasia of the hip. *Asian J Surg* 2022;45(6):1333-5. [Crossref](#)
16. Konishi T, Sato T, Hamai S, Kawahara S, Hara D, Nakashima Y. Robotic arm-assisted system improved accuracy of cup position and orientation in cementless total hip arthroplasty for dysplastic hips: A comparison among groups with manual placement, computed tomography-based navigation, and robotic surgery. *Arthroplast Today* 2024;28:101461. [Crossref](#)
17. Hecht CJ, 2nd, Nedder VJ, Porto JR, Morgan KA, Kamath AF. Are robotic-assisted and computer-navigated total hip arthroplasty associated with superior outcomes in patients who have hip dysplasia? *J Orthop* 2024;53:125-32. [Crossref](#)
18. Xu G, Ma M, Zhang S, Liu Y, Kong X, Chai W. [Application of Mako robot-assisted total hip arthroplasty in developmental dysplasia of the hip]. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi* 2021;35(10):1233-9.
19. Chai W, Xu C, Guo RW, Kong XP, Fu J, Tang PF, et al. Does robotic-assisted computer navigation improve acetabular cup positioning in total hip arthroplasty for Crowe III/IV hip dysplasia? A propensity score case-match analysis. *Int Orthop* 2022;46(4):769-77. [Crossref](#)
20. Shi H, Yu R, Pu L, Qi B, Meng C, Ren J, et al. Application and exploration of total hip arthroplasty for developmental dysplasia of the hip assisted by full-process robotics. *BMC Musculoskelet Disord* 2025;26(1):225. [Crossref](#)