

# Robotik kalça artroplastisinde plana uymayan durumlar

## Conditions that do not comply with the plan in robotic hip arthroplasty

Mehmet Halis Çerçi<sup>1</sup>, Olcay Güler<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Memorial Şişli Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, İstanbul

<sup>2</sup>Haliç Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı, İstanbul

Total kalça artroplastisinin uygulanmaya başlamasından bu yana yazılım, donanım ve metalurji alanlarındaki gelişmelerle birlikte birçok alanda olduğu gibi kalça artroplastisi cerrahisi alanında da çok hızlı ilerlemeler meydana gelmiştir. Bu ilerlemeler sayesinde kalça artroplastisiyle ilgilenen ortopedi ve travmatoloji uzmanı hekimler, cerrahi öncesi planlama ve cerrahi uygulama sırasında yazılımlar ve ekipmanlar kullanarak robotik kalça artroplastisi uygulamaya başlamışlardır. Ameliyat öncesi planlamayı da içerecek şekilde bütün bir artroplastisi süreci yazılım ve donanımla desteklenerek implant yerleşimi, kemik doku rezeksiyonu ve operasyon sonrası memnuniyet alanlarında başari oranı arttırılmıştır. Bu avantajlarına rağmen robotik kalça artroplastisinde cerrahi sırasında plana uymayan durumlarla karşılaşmaktadır. Plana uymayan durumların bilinmesi ve çözüm yollarına hâkim olunması çok önemlidir. Plana uymayan durumlara; robota ait yazılım ve/veya mekanik sorunların yanında robotik cerrahiye özel olan yardımcı aletlerdeki sorunlar neden olabilir. Bu durumlara çözüm bulunmadığı takdirde ameliyatın robotik yöntem yerine manuel ile devam etmesi gerekebilir.

**Anahtar sözcükler:** robotik; total kalça artroplastisi; plana uymayan durumlar

Since the introduction of total hip arthroplasty, rapid advancements have occurred in hip arthroplasty surgery, as in many other fields, such as developments in software, hardware, and metallurgy. Thanks to these advancements, orthopedic and traumatology specialists involved in hip arthroplasty have begun performing robotic hip arthroplasty using software and equipment during preoperative planning and surgical procedures. By supporting the entire arthroplasty process by including preoperative planning and with software and hardware, success rates have increased in areas such as implant placement, bone tissue resection, and postoperative satisfaction. Despite these advantages, unexpected situations those do not comply with the surgical plan can occur during robotic hip arthroplasty. Recognizing these problems and their solution is crucial. These problems may arise from software and/or mechanical issues related to the robot, as well as problems with specialized instruments used in robotic surgery. If solutions to these issues are not found, the surgery may need to continue manually instead of robotically.

**Key words:** robotic; total hip arthroplasty; incongruous situations with plan

**T**otal kalça artroplastisi (TKA), hasta memnuniyet oranları %90'dan daha fazla olan en sık gerçekleştirilen ortopedik cerrahi tedavilerinden biridir.<sup>[1-3]</sup> Bu sonuçlara rağmen, çıkık ve mekanik gevşemeye bağlı TKA revizyon cerrahi sayısı giderek artmaya devam etmektedir.<sup>[4]</sup>

Manuel yöntemle göre komponent yerleşim açısının ve diziliminin daha doğru uygulanma imkanı sağlayabilmesine bağlı ameliyat sonrası komplikasyon oranlarını ve/veya revizyon sayılarını azaltacağı öngörülen robotik TKA uygulamaları geliştirilmiştir.<sup>[5-7]</sup> Ancak robotik yöntemin, TKA'nın revizyon oranlarında, işlevsel sonuçlarında veya

implant sağkalımında belirgin üstünlüğü gösterilememiştir.<sup>[8,9]</sup> Yine de ilerleyen yıllarda robotik TKA'nın manuel yönetime alternatif olabileceği öngörülmektedir.<sup>[10,11]</sup>

Total kalça artroplastisi cerrahisinde ilk olarak cerrahtan bağımsız tamamen aktif robotik sistemler kullanılırken, son yıllarda cerrahin kontrolünde olan yarı aktif sistemler kullanılmaktadır. Sistemler arası değişiklik gösterse de genellikle ameliyattan önce pelvis ve kalça grafileriyle birlikte bilgisayarlı tomografi taraması elde edilir ve robotik yazılıma aktarılır.<sup>[12,13]</sup> Bu, implant boyutlarını ve konumlandırmasını, ayrıca asetabular kemik oyma derinliğini ve femoral osteotomi bölgesini hesap-

lamak için kullanılır. Çoğu sistemde, anatomik referans noktalarının yazılım kaydına izin vermek için iliak krest ve proksimal femur içine Schanz veya vida yerleştirilmektedir. Komponentler için uygulanacak alan hazırlama ve implant yerleştirme işlemleri robotik sistemler aracılığıyla yapılmaktadır.<sup>[12,13]</sup>

Robotik TKA'da da gelişmekte olan çoğu teknolojiye olduğu gibi ameliyat öncesi yapılan planlama her zaman cerrahiye yansıtılamayabilir. Bu nedenle plana uymayan durumların nedenlerinin anlaşılmasıyla tedavi sonuçlarının daha başarılı ve sorunsuz olması sağlanabilir. Robotik TKA'da, plana uymayan beklenmedik olumsuz olaylarla ilgili literatürde sınırlı veriler mevcuttur.<sup>[1,13]</sup> Bu derlemede, robotik TKA sırasında ortaya çıkan plana uymayan durumların incelenerek çözüm yollarının araştırılması amaçlanmıştır.

## PLANA UYMAYAN DURUMLAR

Robotik kalça artroplastisi cerrahisi sırasında; robota ait mekanik sorunlar, robota ait yazılım sorunları ve cerrahiye yardımcı olan aletlerden kaynaklanan problemler nedeniyle planlanan cerrahiye yapmak mümkün olmayabilir. Cerrahi sırasında plana uymayan durumları bilmek ve bu durumlara karşı hazırlıklı olmak gereklidir. Çünkü plana uymayan durumların çözümü bulunmadığı veya bulunmadığı hâllerde manuel cerrahiye geçmek gerekebilmektedir. Plana uymayan durumlar arasında sıklıkla; kemik yüzey tanıtim hatası, kemik tanıtim sonrası kontrol noktası (*checkpoint*) vidasının doğrulanamaması, kemik kesi öncesi kesici bıçağın doğrulanamaması, Schanz vida (*pin*) gevşemesi, robotik yansıtıcıya (*array*) çarpılması (darbe almış yansıtıcı), robotik cihaz, kol veya el aletinin arızalanması, robotik sistemin güç desteğindeki sorunlar, robotik kol konsolunun konumlandırıldığı yüzeyle ilgili sorunlar sayılabilmektedir (Tablo 1).<sup>[1,13]</sup>

**Tablo 1.** Ameliyat sırasında karşılaşılabilecek plana uymayan durumlar ve çözüm yolları

| Plana Uymayan En Sık Durumlar                                                          | Çözüm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tanıtim sonrası kontrol noktası ( <i>check point</i> ) doğrulamasının başarısız olması | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kemik tanıtimına veya haritalamaya geri dönün. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kemik tanıtimı her üç planda da başarılıysa kontrol noktası (<i>check point</i>) yerinden oynamıştır.</li> <li>• Kontrol noktasını temizleyin, yerinden çıkartarak sert kemik dokusuna yeniden yerleştirin, yeniden doğrulama yapın.</li> </ul> </li> <li>- Kemik tanıtimına veya haritalamaya geri dönün. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kemik tanıtimı her üç planda da başarılı değilse veya tanıtim hata payı kabul edilebilir sınırların içinde değilse yansıtıcı yerinden oynamıştır.</li> <li>• Kemik tanıtimını ve ana doğrulama noktalarını silin.</li> <li>• Yansıtıcıyı sıkı bir şekilde tekrar sabitleyin.</li> <li>• Tekrar kemik tanıtimı yapın.</li> </ul> </li> </ul>                                 |
| Kemik kesisi öncesinde testere veya kesi blokunun kontrol noktasının doğrulanamaması   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Testerenin yanlış takılması <ul style="list-style-type: none"> <li>• Testereyi, ataçmanı veya kullanılan kesi blokunu düzeltin.</li> <li>• Güçlü bir şekilde sıkarak sabitleyin.</li> </ul> </li> <li>- Yukarıda tanımlananlar yapılmasına rağmen düzelme olmazsa yansıtıcının yerinden oynamış olması muhtemeldir. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Yansıtıcıyı kontrol ederek ve sıkarak sabitleyin, tekrar tanıtim yapın.</li> </ul> </li> <li>- Kontrol noktası yerinden oynamışsa yukarıda anlatılan tanıtim evresindeki süreci tekrar edin.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Schanz vidalarının gevşemesi                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kemik kesisi öncesinde <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schanz vidalarını yeniden uygulayın veya daha fazla Schanz vidasıyla sabitleyin.</li> <li>• Tekrar tanıtim yapın.</li> </ul> </li> <li>- Bütün işlemlere rağmen düzelme olmazsa manuel tekniğe dönün.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Darbe almış yansıtıcı                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kemik kesisi olmadan önce darbe aldıysa <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tekrar tanıtim yapın.</li> </ul> </li> <li>- Kısmen kemik kesisi yapıldıktan sonra darbe aldıysa <ul style="list-style-type: none"> <li>• Önceki pozisyonu koruyun, yansıtıcıyı sabitleyin, doğrulama yapın.</li> <li>• Başarılı olmadıysa yansıtıcıları sabitleyin, kemik tanıtimını, kontrol noktalarını silin ve yeniden tanıtim ve doğrulama yapın.</li> </ul> </li> <li>- Oyma işlemi tamamlandıktan sonra darbe aldıysa <ul style="list-style-type: none"> <li>• Asetabular komponenti serbest çakın.</li> <li>• Sonrasında eğim ve anteversiyonu kontrol edin.</li> <li>• Çimentosuz asetabular komponentlerde eğim ve/veya anteversiyon uygun değilse komponent çıkartılarak yeniden pozisyonlanabilir.</li> </ul> </li> </ul> |

### Kemik Yüzey Tanıtım Hatası

Robotik teknolojiyle ilgili temel bir endişe kemik yüzey tanıtım aşamasıdır. Tanıtım aşamasında hata miktarı çok büyükse tanıtım başarısız olarak kabul edilir, sistem ilerlemeye izin vermez. Öncelikle robotik sistem konsolunun hareketsiz olması sağlanmalıdır. Bu durumda yapılması gereken tanıtımın yeniden yapılmasıdır. Yeni tanıtım yapılırken sistemin ekranda gösterdiği tüm noktaların, anatomik belirteçleri dikkate alarak tanıtılması gerekir (Şekil 1). Bu aşamada prob ucunun kemik yüzeye tam teması gereklidir.<sup>[1,13]</sup>

### Kemik Tanıtımı Sonrası Kontrol Noktası (Checkpoint) Vidasının Doğrulanamaması

Robotik kalça artroplastisi cerrahisinin başlangıç aşamasında pelvik yansıtıcıların (arraylerin) yerleştirilmesi sonrasında kontrol noktaları sistemin belirttiği noktalara yerleştirilir. Yerleştirme sonrasında kemik tanıtımı (registration) uygulanır. Kemik tanıtımı sonrasında kontrol noktası doğrulaması yapılamazsa yapılması gerekenler; tekrar kemik tanıtımı ve haritalamaya geri dönülmesidir. Kemik tanıtımı her üç düzlemde de yapılır. Hâlen doğrulama yapılamıyorsa kontrol noktasının hareket edip etmediği değerlendirilir. Kontrol noktası yerinden çıkarılır, temizlenir ve sert kemik bölgesine yeniden sabitletılır. Sabitleme sonrasında doğrulama yapılır, doğrulama sonrasında kemik tanıtımı işlemi tekrar uygulanır. Her üç planda da kemik tanıtımı yapılır, tanıtım başarılı olmaz veya kabul edilebilir düzeyde olmazsa yansıtıcılar hareket etmiş olarak değerlendirilir. Bu durumda kemik tanıtım verileri silinir, yansıtıcılar tekrar sabitletılır, kontrol noktaları yerleştirilir ve kemik tanıtımı yeniden yapılır.<sup>[1,13]</sup>

### Kemik Kesi Öncesi Kesici Bıçağın Doğrulanamaması

Kemik tanıtım aşaması sonrasında kemik kesi aşamasına geçilir. Kemik kesisine başlanmadan önce robotik

kol konsolu uygun pozisyona getirilir ve sabitletılır. Kesi işlemine başlanmadan önce kesi yapılacak kemikteki ve kesici bıçak üzerindeki kontrol noktalarının doğrulanması gerekir. Eğer doğrulama yapılamıyorsa kesici bıçak ve/veya bıçak tutucusu doğru takılmamış olabilir. Yapılması gereken; kesici bıçağın ve/veya bıçak tutucusunun tekrar yerleştirilerek sabitletmesidir. Bu işlem sonrasında doğrulama işlemi tekrarlanır. Yeniden tanıtım sonrasında eğer hâlen sorun devam ediyorsa robotik kolun konsolundaki yansıtıcı hareket etmiş olabilir. Konsoldaki yansıtıcı sabitletılarak doğrulama tekrar edilir. Bu işleme rağmen doğrulama yapılamıyorsa kesi yapılacak kemikteki kontrol noktasıyla ilgili sorun olduğu sonucuna varılır. Bu durumda kontrol noktası yeniden uygulanarak yukarıda tarif edilen kontrol noktası doğrulanamaması prosedürü uygulanır.<sup>[1,12,13]</sup>

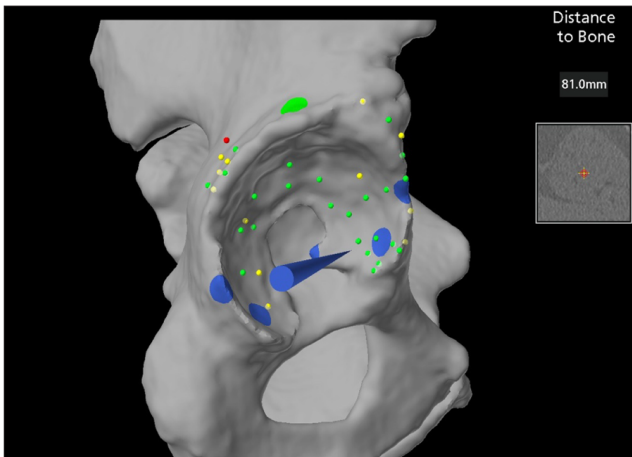
### Schanz Vida (Pin) Gevşemesi

Robotik kalça artroplastisinde pelvik yansıtıcılar ili-yak kanata Schanz vidaları (pin) ile sabitletılır. Cerrahi işlemin herhangi bir aşamasında pelvik yansıtıcıyla ilgili oluşan bir sorun cerrahi süreci aksatabilir. Yansıtıcıları ili-yak kanata sabitleyen pinlerin gevşemesi durumunda robotik sistem hata verir. Bu sorunun tespit edilmesi hâlinde pinler tekrar uygulanarak yansıtıcı sabitletılır bunu takiben tanıtım ve doğrulama işlemi baştan uygulanır.

Boy ölçme için kullanılan proksimal femur kontrol noktası vidasının femur medullasının raspası sırasında, asetabular kontrol noktası vidasının ise asetabular oyma sırasında gevşemesi sık olabilen bir durumdur. Özellikle robotik kol destekli sistemde femur proksimaline uygulanan vidanın gevşeme olasılığı oldukça yüksek olabilmektedir. Bu nedenle *express* olarak adlandırılan sistemin kullanılması bu ihtimali azaltan bir seçenektir.<sup>[1,13]</sup>

### Robotik Yansıtıcıya Çarpılması (Darbe Almış Yansıtıcı)

Artroplasti cerrahisi sırasında cerrahi ekibin işlem ve ekartasyonu sırasında yansıtıcıya çarpılabilir. Yine cerrahi sırasında yapılan skopi kontrolü sırasında yansıtıcılar darbe alabilir (Şekil 2). Bu çarpma kemik işlemi yapılmadan önce olursa kontrol nokta doğrulaması ve tanıtım tekrar edilmelidir. Bazı kemik işlemleri yapıldıktan sonra yansıtıcının darbe alması durumunda öncelikle yansıtıcı tekrar sabitletılır ve doğrulama tekrar edilir. Bu işleme rağmen düzelme olmazsa yansıtıcı tekrar sabitletılır sonrasında bütün tanıtım, kontrol noktası doğrulaması silinerek tekrar edilir. Ekspres protokolle yapılan robotik kalça artroplastisinde asetabular oyma yapıldıktan sonra yansıtıcının darbe alması hâlinde tekrar tanıtım yapılması mümkün olmayacaktır. Bu nedenle asetabular parça manuel olarak uygulanır. Uygulama sonrasında



Şekil 1. Asetabulum eklem yüzeyinin tanıtımının yapılması.



**Şekil 2.** Robotik kalça protez cerrahisinde iliyak kanatta Schanz yardımıyla fikse edilen yansıtıcı.

prob ile anteversiyon ve inklinasyon açısı kontrol edilir. Çimentosuz uygulanan asetabular parça eğer açılar uygun değilse tekrar çıkartılarak uygun açılarda tekrar uygulanabilir.<sup>[1,13]</sup>

### Robotik Cihaz, Kol veya El Aletinin Arızalanması

Çok nadir de olsa, ekipmanın arızalandığı veya sistemde beklenmedik bir arıza meydana geldiği durumlar olabilir. Robotik cihazı hareket ettirmede sorunlarla karşılaşılırsa ayak pedalı kontrol edilmelidir. Kırılmışsa manuel olarak kaldırılabilir (Şekil 3). MAKO sistemindeki



**Şekil 3.** Robotun ana gövdesini hareket ettiren sistem bozulduğunda manuel olarak hareket elde edilebilir.

robotik kol oyma sırasında kilitlenirse bu muhtemelen aşırı kuvvetten kaynaklanır. Kilitleme sistemini devre dışı bırakarak kolun manuel olarak serbest bırakılması uygun bir çözümdür. ROSA sisteminin robotik kolu işbirlikçi modda yavaşça sürükleniyorsa veya robotik kolun hareketi kesintiye uğrarsa muhtemelen uygun olmayan bir araç takılmıştır. Bu, ilgili aleti prosedürün geçerli aşamasında takıp hareketi yeniden başlatarak çözülebilir. CORI sistemiyle, robotik kontrollü el aleti çalışmayı durdurursa düzgün bir şekilde vidalanmamış olabileceği için yeniden monte edilmelidir.<sup>[13]</sup>

### Robotik Sistemin Güç Desteğindeki Sorunlar

Robotik artroplasti cerrahisinde kullanılan sistemlerin elektronik yapısı ileri derecede hassas devrelerdir. Robotik sistemi besleyen elektrik tesisatındaki voltaj dalgalanması sistemde akım düzensizliğine neden olabilir. Bu durumda robotik sistem güç kaynağıyla ilgili uyarı verir. Oluşan bu hatayı gidermek için güç kaynağının bağlı olduğu priz değiştirilmeli gerekirse kesintisiz güç kaynağına bağlanmalıdır. Cerrahinin uygulandığı salondaki prizlerle sonuç alınamıyorsa salonun değiştirilmesi gerekebilir. Aktif cerrahi sırasında artrotomi yapılmış ve/veya kemik kesi işlemine başlanmışken salonun değiştirilmesi mümkün olamayacaktır. Böyle bir durumla karşılaşmamak için ameliyata yönelik robotik sistem hazırlığı sırasında güç kaynağı dikkatli bir şekilde kontrol edilmeli ve ameliyat sırasında oluşabilecek olumsuz bir duruma karşı hazırlıklı olabilmek için alternatif bir güç kaynağı prizi tespit edilmelidir.<sup>[1,2,13]</sup>

### Robotik Kol Konsolunun Konumlandırıldığı Yüzeyle İlgili Sorunlar

Robotik kol konsolunun üzerinde hareket ettiği ameliyathane zeminin düz bir yapıda olması robotik sistemin kamerası ile konsolun yansıtıcısı arasındaki iletişimin hassasiyeti için önemlidir. Ameliyat öncesinde robotik kolun sistemin ana bilgisayarına kamera aracılığıyla tanıtılması ve kalibrasyonu yapılır. Bu robotik kolun ucundaki motor sisteminin ucuna takılan yansıtıcılarla motorun sistemin verdiği talimatlara uygun hareket ettirilmesiyle olur. Bu tanıtım ve kalibrasyon sırasında konsol kesi uygulanacağı sırada bulunacağı konumda değildir. Bu nedenle kesi yapılmadan hemen önce robotik kol konsolu ameliyat masasına yaklaştırılır. Ameliyathane zeminin tam olarak düz olmaması konsolun pozisyonunu bozabilir. Bu durumda çok hassas olan pozisyonlama güven sınırları dışına çıkabilir. Böyle bir durumla karşılaşıldığında robotik kolun bağlı olduğu konsol yeniden konumlandırılmalı kontrol noktalarına uygulanan prob ile yeniden güvenli sınırlar içinde olduğundan emin olunmalıdır.<sup>[1,13]</sup>



## SONUÇ

Robotik TKA'da, yapılan plana uymayan durumların bir çoğunda çözüm bulmak mümkün olmakta ve robotik cerrahi sorunsuz ilerlemektedir. Ancak bazen plana uymayan sorunlarla karşılaşıldığında vakaların %13'ünde robotik cerrahiden manuel cerrahiye dönmek gerekebilmektedir. Ayrıca hasta yaralanma oranı %13 olarak bildirilmiştir.<sup>[1,13]</sup> Manuel tekniğe geçişin sebepleri arasında ameliyat sırasındaki donanım arızası, yazılım hatası, kemik kaydında başarısızlık, yansıtıcı sorunları olarak bildirilmiştir. Robotik kalça artroplastisinde plana uymayan durumlar ve çözümlerini incelemek üzerine tasarlanmış çok az çalışma olmasına rağmen, mevcut kanıtlar robotik kalça artroplasti cerrahisinin gelecekte daha sorunsuz olabileceğini düşündürmektedir.

## KAYNAKLAR

1. Graefe SB, Kirchner GJ, Pahapill NK, Nam HH, Dunleavy ML, Haines N. Adverse events associated with robotic assistance in total hip arthroplasty: An analysis based on the FDA MAUDE database. *Hip Int* 2024;34(6):688-94. [Crossref](#)
2. Anakwe RE, Jenkins PJ, Moran M. Predicting dissatisfaction after total hip arthroplasty: A study of 850 patients. *J Arthroplasty* 2011;26:209-13. [Crossref](#)
3. Palazzo C, Jourdan C, Descamps S, Nizard R, Hamadouche M, Anract P, et al. Determinants of satisfaction 1 year after total hip arthroplasty: The role of expectations fulfilment. *BMC Musculoskelet Disord* 2014;15:53. [Crossref](#)
4. Gwam CU, Mistry JB, Mohamed NS, Thomas M, Bigart KC, Mont MA, et al. Current epidemiology of revision total hip arthroplasty in the United States: National inpatient sample 2009 to 2013. *J Arthroplasty* 2017;32(7):2088-92. [Crossref](#)
5. Nakamura N, Sugano N, Nishii T, Kakimoto A, Miki H. A comparison between robotic-assisted and manual implantation of cementless total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 2010;468(4):1072-81. [Crossref](#)
6. Wang W, Zhang Z, Wang G, Rong C, Xu H, Lu X, et al. Prospective randomized controlled trial on the accuracy of prosthesis positioning in total hip arthroplasty assisted by a newly designed whole-process robotic arm. *Int Orthop* 2023;47(2):413-9. [Crossref](#)
7. Domb BG, El Bitar YF, Sadik AY, Stake CE, Botser IB. Comparison of robotic-assisted and conventional acetabular cup placement in THA: A matched-pair controlled study. *Clin Orthop Relat Res* 2014;472(1):329-36. [Crossref](#)
8. Sweet MC, Borrelli GJ, Manawar SS, Miladore N. Comparison of outcomes after robotic-assisted or conventional total hip arthroplasty at a minimum 2-year follow-up: A systematic review. *JBJS Rev* 2021;9(6). [Crossref](#)
9. Kunze KN, Bovonratwet P, Polce EM, Paul K, Sculco PK. Comparison of surgical time, short-term adverse events, and implant placement accuracy between manual, robotic-assisted, and computer-navigated total hip arthroplasty: A network meta-analysis of randomized controlled trials. *J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev* 2022;6(4):e21.00200. [Crossref](#)
10. Emara AK, Zhou G, Klika AK, Koroukian SM, Schiltz NK, Higuera-Rueda CA, et al. Is there increased value in robotic arm-assisted total hip arthroplasty?: A nationwide outcomes, trends, and projections analysis of 4,699,894 cases. *Bone Joint J* 2021;103-B(9):1488-96. [Crossref](#)
11. Brinkman JC, Christopher ZK, Moore ML, Pollock JR, Haglin JM, Bingham JS. Patient interest in robotic total joint arthroplasty is exponential: A 10-year google trends analysis. *Arthroplast Today* 2022;15:13-8. [Crossref](#)
12. Chen X, Xiong J, Wang P, Zhu S, Qi W, Peng H, et al. Robotic-assisted compared with conventional total hip arthroplasty: Systematic review and meta-analysis. *Postgrad Med J* 2018;94(1112):335-41. [Crossref](#)
13. Fontalis A, Hansjee S, Giebaly DE, Mancino F, Plastow R, Haddad FS. Troubleshooting robotics during total hip and knee arthroplasty. *Orthop Clin North Am* 2024;55(1):33-48. [Crossref](#)