



Robotik kalça artroskopisi: Bir kadavra fizibilite çalışması

Çetin IŞIK¹, Nihal APAYDIN², Halil İbrahim AÇAR²,
Nurdan ÇAY³, Ahmet FIRAT¹, Murat BOZKURT¹

¹Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ankara Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Ankara;

²Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı, Ankara;

³Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ankara Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Radyoloji Kliniği, Ankara

Amaç: Çalışmamızın amacı robotik cerrahinin kalça artroskopisinde kullanılıp kullanılmayacağını test etmektir.

Çalışma planı: Kalça artroskopisi taze dondurulmuş bir erkek insan kadavrasının iki kalça eklemine denendi. Femur başı, femur boynu ve asetabular labrumun artroskopik kontrolü da Vinci Cerrahi Sistemi kullanılarak yapıldı.

Bulgular: Robotik sistemin yerleştirilişi ve cerrahi aletlerin manipülasyonu başarılıydı. Standart artroskopisi ile ulaşılabilen çoğu alana robotik set ile de ulaşılabildiği rağmen, aletin eklem yapan kısmının uzunluğu nedeniyle 5 mm'lik enstrümanlarda hareket kısıtlıydı. Daha kısa eklemli bölüme sahip olan 8 mm'lik enstrümanlar, eklem içerisinde tam bir hareket açıklığı sergiledi. Ekipmanın rijiditesi nedeniyle femur başının posterioru ile posteroinferior asetabular labrum izlenemedi.

Çıkarımlar: Robotik kalça artroskopisi kadavra modelinde uygulanabilir görünmektirse de bazı önemli kısıtlamalara sahiptir. Büyük veya küçük eklemlerin robotik cerrahi ile artroskopisinin yapılması, özel aletlerin geliştirilmesi ile mümkün olabilir. Robotik cerrahi ile cerrahin dar alanlarda daha kompleks ve kusursuz işler yapmasına da olanak sağlanabilir.

Anahtar sözcükler: da Vinci Cerrahi Sistemi; kalça artroskopisi; robotik cerrahi.

Son birkaç yılda artroskopik tekniklerdeki ilerleme ile kalça yaralanmalarının tedavisinde önemli ölçüde gelişme kaydedilmiştir. Kronik ve sakatlayıcı kalça semptomlarına yol açan birçok eklem içi anormalliği ortaya çıkaran kalça artroskopisindeki ilerlemeler sayesinde, daha önceden tanı konulamayan durumların birçoğu artık teşhis ve tedavi edilebilmektedir.^[1]

Burman,^[2] 1931 yılında 20 kadavra kalçasında, kalçanın ilk artroskopik görüntülemesini gerçekleştirmiştir.

Günümüzde de halen sık kullanılan artroskopik kalça portallerinden biri olan anterolateral portal de Burman tarafından tanımlanmıştır.

Kalça artroskopisinin ilk klinik uygulaması, iki Charcot eklemi tedavi eden Takagi^[3] tarafından 1939 yılında rapor edilmiştir. Vakaların birinde neden tüberküloz artriti iken, diğerinde neden septik artriti. Bugün en sık görülen endikasyonlar; semptomatik asetabular labral yırtık, serbest cisimlerin varlığı, kalça kapsül gevşekliği

Yazışma adresi: Dr. Nurdan Çay, Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Tıp Fakültesi, Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Radyoloji Kliniği, Bilkent Yolu 3. Km., Çankaya, Ankara.

Tel: +90 312 – 291 25 25 e-posta: nurdancay@yahoo.com

Başvuru tarihi: 29.04.2013 **Kabul tarihi:** 18.02.2014

©2014 Türk Ortopedi ve Travmatoloji Derneği

Bu yazının çevrimiçi İngilizce versiyonu

www.aott.org.tr adresinde

doi: 10.3944/AOTT.2014.3273

Karekod (Quick Response Code)



ve instabilite, kondral lezyonlar, artrit, ligamentum teres yaralanmaları, iliopsoas bursiti, yapışkan kapsülit, kalça abdüktrlerinin yırtığı ve çözümlenmemiş eklem içi kalça ağrı tanısını içermektedir.^[1,4,5]

Robotik teknolojinin standart laparoskopik yaklaşımlara göre teknik avantajlar sağlaması üstünlüğüdür.^[6,7] Bu teknoloji, aynı zamanda, sınırlı alanlarda cerrahın daha kompleks ve kusursuz işleri yapmasına imkan sağlamaktadır. Da Vinci Cerrahi Sistemi uç kısmında tam hareket açıklığı ile eklemli cerrahi aletlerin uzaktan yönetimine imkan vermektedir. Robotik teknolojinin bu avantajlarına ilk olarak Kather ve ark.^[8] dikkat çekmiştir. Yazarlar, robotun becerikli bir şekilde yerleştirilmesi ile kalça eklemine rijit enstrümantasyon ile erişilemeyen alanlara erişilebilmesi nedeniyle, bu cerrahi sistemi kalça artroskopisi için önermişlerdir.

Yakın zamanda, daha küçük bir eklem olan omuzun artroskopik görüntülemesinde biz bu cerrahi sistemi denedik. Robotik omuz artroskopisinin kadavra modelinde uygulanabilir gözüktüğü, fakat günümüzde bazı önemli kısıtlamalara sahip olduğu sonucuna vardık.^[9]

Bu yazıda konvansiyonel kalça artroskopisine bir alternatif olarak da Vinci Cerrahi Sistemi'nin kalça artroskopisi uygulamasında kullanılıp kullanılmayacağını test etmeyi ve robotik kalça artroskopisinin avantaj ve dezavantajlarını tartışmayı; aynı zamanda, robotik kalça artroskopisinin mevcut problemleri, kısıtlılıkları ve muhtemel çözümleri ile ilgili teknik ipuçları vermeyi amaçladık.

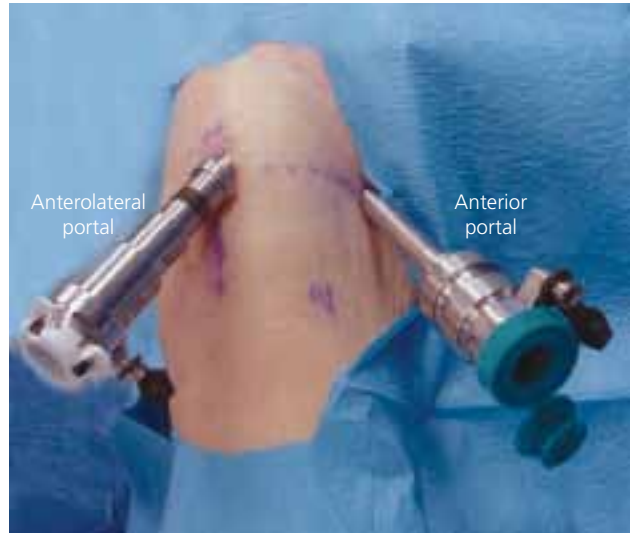
Gereç ve yöntem

Robotik kalça artroskopisi taze dondurulmuş bir erkek insan kadavrasının (88 yaş) iki kalçasında denendi. Kadavra ile ilgili kesin bilgi olmamakla birlikte geçirilmiş cerrahi veya kalça travmasına ait bir bulgu da yoktu. Tüm uygulamalar için dört kollu da Vinci Cerrahi Sistemi (Intuitive Surgical Inc., Sunnyvale, CA, ABD) kullanıldı.

Lateral pozisyonda kadavranın sağ ve sol tarafı opere edildi (Şekil 1). Cerrah konforlu bir şekilde kontrol panelinde oturup robotik kolları manipüle etti. 8.5 mm'lik endoskop kanülü (Intuitive Surgical Inc., Sunnyvale, CA, ABD) ile anterolateral portalden eklem girildi. Ardından 8.5 mm çapında 30°'lik da Vinci endoskopu (Intuitive Surgical, Sunnyvale, CA, USA) kanüle yerleştirildi. Artroskopik kontrol altında 5 mm'lik da Vinci trokarı (Intuitive Surgical Inc., Sunnyvale, CA, ABD) anterior portalden kalçaya yerleştirildi (Şekil 2). Sağ robotik kol ve kamera ile robot kenetlendi. Daha sonra 5 mm'lik robotik iğne tutucu robotik kola monte edildi. Hareket açıklığı ve kalça eklemine ulaşılabilirlik test edildi. Ta-



Şekil 1. Lateral pozisyonda kadavradaki robotik kurulum. Sağ taraftan görünüm. [Bu şekil, derginin www.aott.org.tr adresindeki çevrimiçi versiyonunda renkli görülebilir.]



Şekil 2. 8.5 mm'lik endoskop kanülü anterolateral portalden ve 5 mm'lik da Vinci trokarı anterior portalden yerleştirildi. [Bu şekil, derginin www.aott.org.tr adresindeki çevrimiçi versiyonunda renkli görülebilir.]

mamen robotik kontrol altında labrum manipüle edildi. Asetabular labrum, femur başı ve boynunun artroskopik kontrolü yapıldı.

Kadavranın her iki kalçası robotik artroskopik cerrahi sonrası, robotik enstrümanların kalça eklemine ne derece başarılı çalıştığını göstermek amacı ile dissekte edildi. Portal anatomisi ve referans noktaları da anterolateral yaklaşımla yapılan standart anatomik diseksiyon ile ortaya kondu.

Bulgular

Lateral pozisyonda 8.5 mm'lik da Vinci endoskopu kalça eklemine yerleştirilebildi ve femur başı ve asetabulum gibi önemli yapılar değerlendirildi. Bu pozisyonlarda, esasen laparoskopik cerrahi için tasarlanan trokar-

ları kullanmak mümkün oldu. Ortopedik açıdan eklem kapsülünde tanımlanamayan bölge ve yapı yoktu. Hem 5 hem de 8 mm'lik da Vinci trokarları kalça eklemine komplikasyonsuz yerleştirilebildi.

Bir veya iki çalışma kolu ve kamera ile robotik sistemin kullanılması mümkündür. Dahası, robotik enstrümanların manipülasyon amacı ile eklem içine yerleştirilmesi mümkün oldu. Enstrümanların eklemli bölgesinde iyi bir hareket açıklığı olduğu not edildi. Her denemede asetabular labrum, femur başı ve boynunun artroskopik kontrolü kısmen mümkündür. Robotik kolların varlığından dolayı kalçaya yeterli pozisyon verilememesi ve kameranın rijiditesi nedeniyle femur başının posterioru ile posteroinferior asetabular labrum gözlenemedi (Şekil 3).

Standart artroskopi ile erişilebilen çoğu alana robotik set ile de erişilebilmesine rağmen, 5 mm'lik enstrümanların hareketi sahip olduğu uzun eklemli kısım nedeniyle kısıtlıydı. 8 mm'lik enstrümanın eklemli kısmı daha kısa idi ve eklem içinde tam bir hareket açıklığı sergilemekteydi. Enstrümanların uyumu sayesinde asetabular labrumun kaldırılması, manipülasyonu ve rezeksiyonu mümkün oldu. Hastada hiçbir patolojik değişiklik izlenmedi ve bu kurulum dışında başka bir aksesuar portalin yerleştirilmesine ihtiyaç duyulmadı.

Cerrahi işlem sonrası kadavranın kalça eklemleri disseke edildi. Tüm enstrümanların eklem içine nöro-

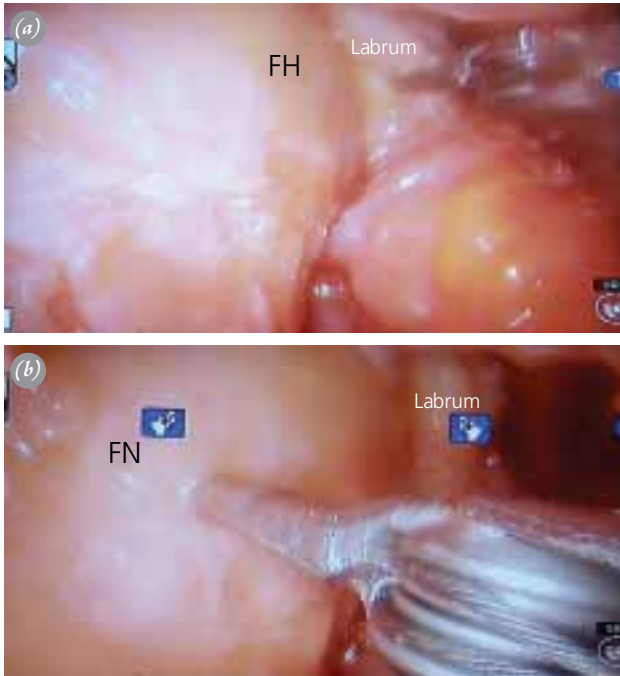
vasküler yaralanma olmaksızın doğru yerleştirildiği teyit edildi.

Tartışma

Robotik teknoloji geleneksel laparoskopiyeye göre belirgin avantajlar sağlamaktadır.^[10] Robotik cerrahinin artroskopiye adaptasyonu ilk kez kalça eklemine gerçekleştirilmiştir. Bazı kısıtlamalara işlemin kadavrada uygulanabilirliği teyit edilmiştir.^[8] Kadavra modelinde robotik omuz artroskopisinin de omuz eklemi cerrahisinde uygulanabilecek alternatif bir yaklaşım olduğu daha önceki bir çalışmada gösterilmiştir.^[9] Uygun bir robotik kalça artroskopisi için cerrahi ekipte robotu kullanacak bir cerrah, robotun ekipmanları ve kollarını yönetebilecek bir asistan, bir anestezi uzmanı ve robotik cerrahi ile teknik olarak ilgili, robota ek ekipmanlar sağlayabilecek bir tekniker bulunmalıdır. Çalışmamız sırasında esasen laparoskopik ve robotik cerrahi için tasarlanan enstrümanlar ile tüm denemelerde kalça eklemine kolay ulaşıldı. Bu enstrümanlar 8 ve 5 mm'lik trokar ve 8.5 mm'lik endoskop idi. Kalça eklemine boyutu ile karşılaştırıldığında 12 mm'lik da Vinci endoskopunun yerleştiği 12 mm'lik trokar genişliğinden dolayı kullanılmadı. Konvansiyonel artroskopiye en sık kullanılan ve en ideal gibi görünen enstrüman 5 mm'lik endoskopdur. Üç boyutlu görüntü sağlayan 5 mm'lik endoskop bizim düzeneğimizde olmamakla birlikte, üç boyutlu görüntünün belirgin avantajlarının olup olmadığı da kalça eklemi için tartışmalıdır.

Geleneksel kalça artroskopisi sürekli artan endikasyonlar ile giderek daha popüler ve daha çok sıklıkta gerçekleştirilen bir prosedür haline gelmiştir. Bununla birlikte, bu prosedürü kalça eklemine uygulamak diğer eklemlere nazaran daha zordur. Bunun yanında, hastanın hazırlanmasından başlayıp prosedürün sonuna kadar tüm uygulama yoğun efor ve dikkat gerektirmektedir. Kalça eklemine anatomisi diğer eklemlerden daha farklıdır ve femur başı, femur eklem yüzeyi, asetabular eklem yüzeyi, labrum ve çevre yumuşak doku gibi belli anatomik yapıları gözlemlemek diğer eklemlerden daha zordur. Bu zorluk çok da kolay olmayan kalça traksiyonunu gerektirmektedir. Eklem yüzeyine hasar vermeden portallerin yerleştirilmesi ve uygun cerrahi prosedürün uygulanması cerrahin tecrübeli ve yetenekli olmasını gerektirir. Da Vinci robotik sistemi eklem kırıkdağı ve diğer anatomik yapılara zarar vermeyen, pratik portalleriyle etkin bir sistemdir. Ayrıca, robotik kalça artroskopisi için tasarlanmış özel enstrümanlar ve yaklaşımlar gerektiği aşikardır.

Da Vinci sistemi telerobotik bir cerrahi sistemdir. Cerrahin sistemi kontrolü klasik ana/uydu sistem teleoperasyon mimarisine dayanmaktadır. Bu yapı iki modül-



Şekil 3. (a) Asetabular labrum ve femur başı (FH) için endoskopik kontrol ve görsel netlik çok iyiydi. (b) Femur boynunun (FN) endoskopik kontrolü. Bu şekiller dijital bir kamera ile ekrandan elde edildi. [Bu şekil, derginin www.aott.org.tr adresindeki çevrimiçi versiyonunda renkli görülebilir.]

den oluşur: cerrah konsolu (ana) ve robot (uydu). Diğer robotik sistemler görüntü rehberli sistemlerdir. Da Vinci sistemi ile karşılaştırıldığında bu sistemler hastaya özgün planlama ve daha kusursuz bir cerrahiye imkan tanır. Cerrahi sırasında cerrahi alan kayıt edilir ve dinamik bilgi sağlamak için cerrahi plan ile eşleştirilir. Robotik kol rehberliği, üç boyutlu görsel geribildirim ve gerçek zamanlı veri cerrahi asiste eder.

Omuz ve diz ile karşılaştırıldığında cilt ve eklem arası mesafe kalça eklemine daha uzundur. Bu durum robotik kalça artroskopisinde bir dezavantaj olabilir. Robotik kolların eklem dışında fakat vücut içinde kalan kısmının hareketi de prosedür boyunca göz önünde bulundurulmalıdır; zira, robotik kolların aşırı hareketi nedeniyle meydana gelecek gerilme veya traksiyon sonucu femoral veya lateral femoral kutanöz sinirde hasar oluşabilir. Eklem dışındaki hareketi sınırlanmış robotik kolların geliştirilmesi bu tür komplikasyonların azaltılmasında yararlı olabilir.

Robotik cerrahinin başlıca avantajlarından biri, dar alanda dikiş atabilmek gibi daha kompleks ve kusursuz işler yapmaya olanak tanınmasıdır. Kalça artroskopisi için özellikle artroskopiye özel yeni aletler ile de bu mümkün olacaktır. Ayrıca, robotik ekranın görsel netliği de geleneksel tekniğe nazaran daha iyiydi. Bununla birlikte, mükemmel robotik görsel netliğine kalça artroskopisi boyunca ulaşılamadı. Bu durum, robotik laparoskopisi için standart olan abdominal kavitenin hava ile doldurulması ile karşılaştırıldığında, eklem aralığına dolan suyun bulanıklık etkisine bağlı olabilir.^[9] Yüksek basınçlı sıvı dolu alanda çalışmak, güncel robotik aletlerin hava dolu alanda çalışacak şekilde tasarlanmış olması nedeniyle robotik sisteme başka bir dezavantaj getirmektedir. Robotik kalça artroskopisinin bir diğer kısıtlılığı, robotik kollar tarafından uygulanan gücün hissedilememesidir. Cerrah, aletin ucu ile hastanın dokusu arasındaki temas direncini hissedememektedir. Dokunma duyusunun yokluğu teleoperasyon tipi robotik sistemlerin dikkate değer ve olumsuz bir özelliğidir. Aletlere çok fazla güç uygulanırsa kemik veya sert bir dokuya çarptığında kolayca kırılabilir. Bu nedenle, bu tür komplikasyonları azaltmak için uygulanan gücü robottan cerraha ileten bir sistemin geliştirilmesini önermekteyiz.

Kamera ve diğer aletlerin esnek olmaması nedeniyle femur başının posterioru ve posteroinferior asetabular labrumu gözlemek mümkün olmadı. Buna ek olarak, robotik kollar cerrahi alanda büyük bir yer işgal ettiğinden, kalçaya doğru pozisyon verilemedi. Kalça artroskopisi girişimin başından itibaren floroskopi kontrolü gerektirmektedir. Girişim için gerekli olan bütün ekipmanların (robot, floroskopi, cerrahi ve anestezi aletler, vb.) yerleş-

tilmesi gerçekte söz konusu olmayabilir. Dolayısı ile, bu problemlere bir çözüm oluşturmak için daha uzun kollu ve daha küçük bir robotun geliştirilmesi, daha küçük floroskopik cihazların kullanılması veya daha geniş robotik cerrahi odalarının düzenlenmesini önermekteyiz. Kather ve ark. tarafından tanımlandığı gibi, günümüzde mevcut robotik enstrümanlar artroskopi için ideal olmayıp, pratik olarak da büyük avantaj sağlayamamaktadır.^[8] Her tür eklem cerrahisi için özelleştirilmiş yeni enstrümanların geliştirilmesi gerekmektedir. 5 mm'lik enstrümanlar ideal gözükse de, uzun eklemli kısımları nedeniyle hareketleri kısıtlıydı. Diğer taraftan, 8 mm'lik enstrümanlar daha kısa eklemli kısma sahipti ve eklem içinde daha büyük hareket açıklığı sergilemekteydiler. Bu yüzden cerrahi, 5 mm'lik enstrümanlarla yapılabildiği kadar kolaydı. Bununla birlikte, eklem içinde bu tür büyük enstrümanlar ile çalışmak pratik ve kolay olmadığından, uygun büyüklükte eklemli kısma sahip, robotik kalça artroskopisi için uygun kurulumu olan yeni esnek enstrümanların tasarlanmasını öneriyoruz.

Bu çalışmada kadavra taze dondurulmuş ve herhangi bir patolojiye sahip olmadığı için eklem içindeki tüm bölgeler kolayca gözlemlendi. Bununla birlikte, patolojik bir vakada kameranın pozisyonunun değiştirilmesine veya yeni aksesuar portallerin açılmasına ihtiyaç duyulabilir. Bu halde robotik kolların tekrar kurulumu gerekli olabilirdi. Bu durum, mevcut robot gövdesi ve kolları düşünüldüğünde büyük bir dezavantaj oluşturmaktadır.

Robotik kalça artroskopisini hem sırtüstü hem de yan yatar pozisyonunda gerçekleştirdik. Yan yatar pozisyonunda robotun, anesteziste yer bırakacak ve asistanın cerrahi alana ulaşabilmesine engel olmayacak şekilde, hastanın baş kısmına yakın yerleştirilmesi ve traksiyon cihazının da en distale yerleştirilmesini öneriyoruz. Bununla birlikte, sırtüstü pozisyonunda ise, robotun ameliyat edilecek kalçanın karşı tarafına yerleştirilmesi robotik kolların skopi görüntüsünü engellemesine neden olacaktır. Kather ve ark.'nın önerdiği robot yerleşimi anesteziste yer bırakmamakta ve kalçanın skopi ile görüntülenmesine engel olmaktadır.^[8]

Kalçanın periferik kompartmanının artroskopisinde cerrahi aletlerin yerleştirilmesi ve rezeksiyonun boyutuna floroskopi ile karar verilir. Bu yüzden radyo-opak robotik kollar büyük bir engel teşkil edebilir. Dolayısı ile, radyolüsen ve daha ince robotik kolların geliştirilmesini öneriyoruz. Santral kompartman artroskopisinde de traksiyon sırasında komplikasyon meydana gelebilir. Robotik artroskopinin ilk denemelerinde traksiyon süresi daha uzun olabilir. Robotik kalça artroskopisindeki ilerlemeler, traksiyon için gerekli süreyi, ve böylece, traksiyon ile ilişkili komplikasyonları da azaltabilecektir.

Sonuç olarak, robotik kalça artroskopisi kadavra modelinde uygulanabilir görünse de prosedürü gerçekte imkansızlaştıracak bazı belirgin kısıtlamalara sahiptir. Şimdilik, özel enstrümanlar geliştirilene kadar tanısal artroskopide kullanılmasının uygun olduğu görüşündeyiz. Önerdiğimiz gibi özel enstrümanların ve artroskopi için uygun robotun tasarımının ardından, büyük ve küçük eklemlerin artroskopisinin robotik cerrahi ile yapılması gelecekte mümkün olabilir. Robotik cerrahinin başlıca avantajları cerraha dar alanda daha kompleks ve detaylı işleri yapma imkanı tanıyabilir.

Çıkar örtüşmesi: Çıkar örtüşmesi bulunmadığı belirtilmiştir.

Kaynaklar

1. Kelly BT, Williams RJ 3rd, Philippon MJ. Hip arthroscopy: current indications, treatment options, and management issues. *Am J Sports Med* 2003;31:1020-37.
2. Burman M. Arthroscopy or the direct visualization of joints: an experimental cadaver study. *J Bone Joint Surg Am* 1931;13:669-95.
3. Takagi K. The arthroscope: the second report. *J Japanese Orthop Assoc* 1939;14:441-66.
4. Johnson LL. Diagnostic and surgical arthroscopy. *Clin Symp* 1982;34:2-32.
5. Nord RM, Meislin RJ. Hip arthroscopy in adults. *Bull NYU Hosp Jt Dis* 2010;68:97-102.
6. Iranmanesh P, Morel P, Wagner OJ, Inan I, Pugin F, Hagen ME. Set-up and docking of the da Vinci surgical system: prospective analysis of initial experience. *Int J Med Robot* 2010;6:57-60.
7. Jacobs S, Falk V. Pearls and pitfalls: lessons learned in endoscopic robotic surgery- the da Vinci experience. *Heart Surg Forum* 2001;4:307-10.
8. Kather J, Hagen ME, Morel P, Fasel J, Markar S, Schueler M. Robotic hip arthroscopy in human anatomy. *Int J Med Robot* 2010;6:301-5.
9. Bozkurt M, Apaydin N, Işık C, Bilgetekin YG, Acar HI, Elhan A. Robotic arthroscopic surgery: a new challenge in arthroscopic surgery Part-I: Robotic shoulder arthroscopy; a cadaveric feasibility study. *Int J Med Robot* 2011;7:496-500.
10. Sackier JM, Wang Y. Robotically assisted laparoscopic surgery. From concept to development. *Surg Endosc* 1994;8:63-6.