

Total Kalça Artroplastisinde Aynı Cerrah ile İki Farklı Yaklaşımın Komponent Dizilimine Etkisi

Süleyman Semih Dedeoğlu, Yunus İmren, Haluk Çabuk, Ali Çağrı Tekin, Abdullah Faruk Uyanık
Okmeydanı Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, İstanbul

ÖZ

Amaç: Total kalça artroplastisi femur başı ve asetabulumu ilgilendiren avasküler nekroz veya dejeneratif artrit gibi hastalıkların tedavisinde kullanılan yaygın bir ortopedik girişimdir. Anterolateral (AL) ve posterolateral (PL) yaklaşımlar kalça eklemine ulaşmada sık kullanılan yaklaşımlardır. Bu çalışmanın amacı, cerrahi yaklaşımın total kalça artroplastisinde asetabuler ve femoral komponent dizilimine etkilerinin radyolojik olarak tespit edilmesidir.

Gereç ve Yöntem: Posterolateral yaklaşım konusunda deneyimli bir cerrahın anterolateral yaklaşımla uyguladığı total kalça artroplastisinde her iki yaklaşımdaki komponent dizilimleri radyolojik olarak kıyaslandı. Çalışmaya 74 hasta dahil edildi. Dışlama kriterleri revizyon artroplastisi, displazik kalça, kalça çevresinde enfeksiyon veya kırık öyküsüydü. Femoral stem ve asetabular kap için anterversiyon ve asetabulum inklinasyonu ameliyat sonrası birinci gün çekilen bilgisayarlı tomografi (BT) ile ölçüldü. Verilerin dağılımı komagrov simirnow testi ile değerlendirildikten sonra iki grup arasındaki niceliksel değerlerin karşılaştırılmasında bağımsız örnekler t testi ile niteliksel değerlerin kıyaslamasında ise ki-kare testi kullanıldı, anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edildi.

Bulgular: Kırk ikisi kadın, 32'si erkek 74 hastanın yarısı PL, diğer yarısı ise AL grubunda idi. Yaş, ortalama asetabular anterversiyon, inklinasyon ve femoral anterversiyon dereceleri açısından anlamlı bir fark saptanmadı ($p > 0,05$). AL yaklaşımla opere edilenlerin asetabular anterversiyonu daha yüksek doğruluk oranına sahipti ($p < 0,05$).

Sonuç: Posterolateral yaklaşıma alışkın cerrahın anterolateral yaklaşımla uyguladığı cerrahinin komponent pozisyonu üzerinde olumsuz bir etkisi gözlenmemiştir.

Anahtar kelimeler: anterolateral yaklaşım, anterversiyon, inklinasyon, posterolateral yaklaşım, total kalça artroplastisi

ABSTRACT

Effect of Two Different Approaches by the Same Surgeon on Component Alignment in Total Hip Arthroplasty

Objective: Total hip arthroplasty is a common orthopedic procedures used in the treatment of diseases such as avascular necrosis or degenerative arthritis of femoral head and the acetabulum. Anterolateral (AL) and posterolateral (PL) approaches are commonly used for the hip joint. The purpose of this study was to determine the effect of surgical exposure on radiological alignment of femoral and acetabular components in total hip arthroplasty.

Material and Methods: Component alignments in total hip arthroplasty were compared radiologically in both AL and PL approaches that were applied by an experienced surgeon in a standard PL approach. 74 patients were included in the study. Exclusion criteria were revision arthroplasty, hip dysplasia, history of fracture or infection around the hip joint. Anteversion and inclination angles were measured for both femoral stem and acetabular cup by computed tomography (CT) on the first postoperative day. Distribution of data was evaluated by Komagrov simirnow test, and for comparison of quantitative values between the two groups independent samples t-test was used. The chi-square test was used to compare the qualitative value. P was set < 0.05 as statistically significant.

Results: There were 74 patients: 42 females and 32 males. Half of them were in PL, while the other half were in the AL group. Any significant difference was not noted in terms of age, acetabular inclination and anteversion of both components ($p > 0.05$). Those who were operated by AL approach had a higher accuracy rate of acetabular anteversion ($p < 0.05$).

Conclusion: Any negative effect was not detected with AL approach by a PL approach familiar surgeon on component positioning in total hip arthroplasty.

Keywords: anterolateral approach, anteversion, inclination, posterolateral approach, total hip arthroplasty

Alındığı Tarih: 31.10.2016

Kabul Tarihi: 14.11.2016

Yazışma adresi: Uzm. Dr. Yunus İmren, Okmeydanı Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Darülaceze Cad. No:25, Okmeydanı 34382 Şişli / İstanbul

e-posta: yunusimren@gmail.com

GİRİŞ

Total kalça artroplastisi femur başı ve asetabulumu ilgilendiren avasküler nekroz veya dejeneratif artrit gibi hastalıkların tedavisinde kullanılan yaygın bir ortopedik girişimdir ⁽¹⁾. Prosedürün uygulanmasında pek çok cerrahi yaklaşım tanımlanmıştır. Bunların kendi aralarında kıyaslandıklarında farklı avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Literatürde cerrahi yaklaşım seçeneklerinin total kalça artroplastisi sonuçlarına etkilerini sorgulayan birçok çalışma bulunmaktadır. İdeal bir yaklaşım, femur başı ve asetabulumun vizüelizasyonunun yeterli olmasına, komponentlerin doğru konumlandırılmasına izin verirken damar- sinir yaralanması, enfeksiyon veya dislokasyon gibi komplikasyon oranlarının düşük olması ve hasta memnuniyetinin elde edilmesinde yardımcı olmalıdır ⁽²⁾.

Anterolateral ve posterolateral yaklaşımlar kalça eklemine ulaşmada sık kullanılan yaklaşımlardır. Anterolateral yaklaşım daha düşük dislokasyon oranlarına sahip olmakla beraber, özellikle çok iyi asetabulum vizüelizasyonu sağlamaktadır ^(3,4). Ancak, hastalarda gluteus mediusun yetersizliğine bağlı topallama sıklığı daha fazladır ⁽⁵⁾. Posterolateral yaklaşım ise anterolateral yaklaşımla kıyaslandığında daha az kan kaybı ve abduktör kas gücünde korunma sağlarken daha yüksek dislokasyon oranlarına sahiptir ⁽⁶⁾.

Komponent pozisyonu total kalça artroplastisinde stabiliteyi ve aşınma oranlarını etkileyen en önemli faktör olarak gösterilmektedir ⁽⁷⁾. Özellikle asetabuler komponentin abduksiyon ve anteverسیون açılarının doğru ayarlanması oldukça önemlidir ⁽⁸⁾. Bununla beraber, cerrahi yaklaşımın komponent dizilimini etkilediğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır ⁽⁹⁾. Ayrıca cerrahın öğrenme eğrisi ve alışkanlığının komponent dizilimi üzerine etkileri literatürde incelenmiş ve öğrenme eğrisi sonrası radyolojik ve klinik sonuçların daha tatminkar olduğu gösterilmiştir ⁽¹⁰⁾.

Çalışmamızın amacı, cerrahi tecrübe, alışkanlıklar ve iki farklı teknik olan posterolateral veya anterolateral yaklaşım seçimlerinin yapılan total kalça artroplastisinin asetabuler ve femoral komponent dizilimine etkilerinin radyolojik olarak tespit edilmesidir.

GEREÇ ve YÖNTEM

Bu çalışma için İstanbul Okmeydanı Eğitim ve Araştırma Hastanesi Etik Kurulu onayı alınmıştır. Tüm kalça artroplastisi uygulamaları artroplastisi konusunda uzman tek cerrah tarafından yapılmıştır. Cerrah 10 yıllık tecrübesi bulunan standart posterolateral yaklaşım konusunda deneyimlidir. Çalışma öncesi anterolateral yaklaşımla total kalça artroplastisi kadavra kursuna katılmış ve rutin anterolateral yaklaşımla kalça artroplastisi yapılan bir klinikte uzman olarak eğitim görmüştür.

Çalışmaya alınan anterolateral yaklaşımla cerrahi yapılan hastalar cerrahın öğrenme eğrisi döneminindedir. Retrospektif çalışmamız, Şubat 2014-Eylül 2016 tarihleri arasında yapılmış ve çalışmamıza 74 hasta dahil edilmiştir. Hastalar anterolateral ve posterolateral olarak iki ayrı gruba ayrılmıştır. Yaş, cinsiyet, vücut kitle indeksi ve eşlik eden komorbiditeler kayıt altına alındı. Dahil edilme kriterleri olarak cerrahi endikasyon almış kalça osteoartriti, inflamatuvar artrit, romatoid artrit, femur başı avasküler nekrozu gibi hastalıklara sekonder dejeneratif eklem artrozu kabul edildi. Dışlama kriterleri olarak revizyon kalça artroplastisi, daha önce kalça bölgesinde kırık öyküsü veya kırık nedeni ile cerrahi tedavi, enfeksiyon, displazik kalçalar olarak belirlendi.

Tüm hastalar AP pelvis grafisi üzerinden şablon yardımıyla protez büyüklüğü ve pozisyonu preoperatif olarak ölçüldü ve cerrahi planlama yapıldı. Antibiyotik profilaksisi olarak ameliyattan 1 saat önce standart 1,5 g sefuroksim intravenöz olarak uygulandı. Yetmiş beş mg diclofenac günlük olarak heterotopik osifikasyonu önlemek için 4 hafta, düşük molekül ağırlıklı heparin derin ven trombozu profilaksisi amacıyla 6 hafta uygulandı.

Birinci grupta lateral dekübit pozisyonunda standart anterolateral yaklaşımla tensör fasya lata geçilerek gluteus medius 1/3 ön lifleri yapışma yerinden kaldırılarak kapsüle ulaşıldı. Kapsül T şeklinde açılarak baş osteotomize edilerek kalça eklemine ulaşıldı. Cerrah her 2 grupta femurda güvenli press-fit fiksasyonu, asetabulumda ise vidalı press fit fiksasyonu hedefledi. Asetabular kabın abduksiyonu için 30-50 derece, anteverسیونu için 10-30 derece anteverسیون değerleri hedeflenirken aligment rodları kullanılarak femoral

stemin anteversiyonu için 20 derece (nötral) hedeflenerek implantasyon yapıldı. Komponentler yerleştirildikten sonra kombine anteversiyonları değerlendirildi. Gluteus medius lifleri kaldırıldıkları yere 3 adet kemik tüneli vasıtasıyla emilmeyen sütür materyali ile tespit edildi.

İkinci grup lateral dekübit pozisyonda standart posterolateral yaklaşımla tensör fasya lata geçilerek gluteus maximus lifleri geçildikten sonra gluteus medius tendinöz kısmından tub majus altına boyunun üzerine ekartör konuldu. Kısa dış rotatorlar tespit sütürleri geçirildikten sonra alt kalça iç rotasyondayken tuberculum majustaki yapışma yerinden kaldırıldı. İmplantasyon sonrası kısa dış rotatorlar açılan kemik tünellere emilmeyen sütürlerle tespit edildi.

Tüm hastalara implant olarak Smith & Nephew firmasının "The SYNERGY Hip System" sementsiz femoral stemi, metal veya seramik başı, vidalı asetabuler komponenti ve polietilen lineri kullanıldı.

Tüm hastalar ameliyat sonrası birinci gün konvansiyonel pelvis, her iki kalça grafileri ve bilgisayarlı tomografi görüntüleme işlemleri yapıldı. Tüm radyolojik ölçümler ameliyat sonrası 1. gün çekilen aksiyel ve koronal bilgisayarlı tomografi imajları üzerinden infiniti programı kullanılarak yapıldı.

Asetabular kap anteversiyonu için BT aksiyel kesitlerde transiskiial çizgi çekildi. Bu hat asetabuler kabın anterior ve posterior dudaklarının görüldüğü kesite transpoze edildi. Anterior ve posterior dudaklardan ikinci bir çizgi çekildi. Bu iki çizgi arasındaki açı asetabuler anteversiyon açısı olarak kabul edildi.

Asetabuler abduksiyon açısı BT üzerindeki AP pilot imaj üzerindeki transiskiial hattın çekilen çizgi ile kabın süperior ve inferior dudakları arasındaki çizgi arasındaki açı ölçülerek bulundu.

Femoral anteversiyon ölçümünde femoral kondiller ve kalçanın görüldüğü BT aksiyel imajlar ayrı ayrı tespit edildikten sonra medial ve lateral femoral kondillerin posteriorundan geçen hat çizildi. Bu hat kalça eklemine görüldüğü aksiyel bt görüntüsüne taşındı. Femoral stemin boynundan geçen hat çizildi. Bu iki hat arasındaki açı olarak bulundu.

İstatistiksel analizde verilerin dağılımı komagrov simirnow testi ile değerlendirildikten sonra iki grup arasındaki niceliksel değerlerin karşılaştırılmasında bağımsız örnekler t testi ile niteliksel değerlerin kıyaslamasında ise ki-kare testi kullanıldı, anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak kabul edildi.

BULGULAR

Her 2 grupta 37 olmak üzere toplam 74 hasta çalışmaya dâhil edildi. Hastaların 42'si kadın, 32'si erkekti. Kırk bir hastanın sağ kalçası 33 hastanın sol kalçası opere edildi. Gruplar anterolateral (AL) ve posterolateral (PL) olarak adlandırıldı.

	Independent t test		
	Posterolateral mean.±s.d.	Anterolateral mean.±s.d.	p
Yaş	58,27±13,61	58,13±13,65	0,97
Asetabular anteversiyon	11,89±8,07	20,54±7,56	0,42
Asetabular abduksiyon	46,16±7,89	45,68±5,75	0,15
Femoral anteversiyon	17,10±5,00	18,77±5,92	0,35

İki grup arasında hastaların yaş, ortalama asetabular anteversiyon, inklinasyon ve femoral anteversiyon dereceleri açısından anlamlı bir fark saptanmadı ($p > 0,05$).

Demografik özellikler açısından (yaş, cinsiyet, taraf) her iki cerrahi yaklaşım uygulanan gruplar arasında anlamlı fark gösterilemedi.

Asetabuler anteversiyon değerleri.

		Asetabuler anteversiyon		
		Doğru	Yanlış	Toplam
Yaklaşım	AL	31	6	37
	PL	21	16	37
Toplam		52	22	74

Hastaların femoral anteversiyonları 10-20 derece arasında doğru, asetabuler anteversiyonları 5-25 derece arasında doğru, ve asetabular abduksiyon açıları 30-50 derece arasında doğru pozisyonlanmış olarak kabul

Asetabuler abduksiyon değerleri.

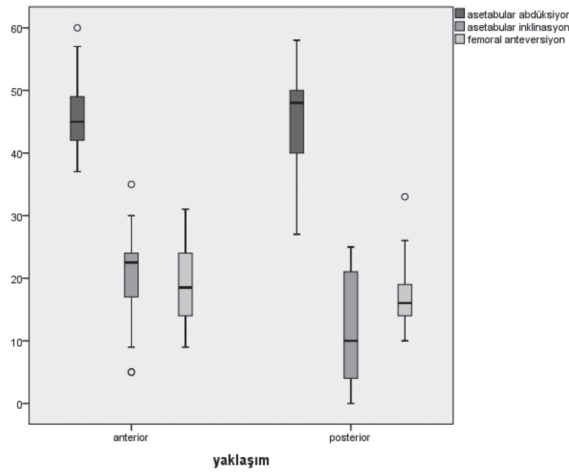
		Asetabuler abd açısı		
		Doğru	Yanlış	Toplam
Yaklaşım	AL	32	5	37
	PL	27	10	37
Toplam		59	15	74

edildiğinde gruplar ki-kare testi ile değerlendirildi. $P < 0,05$ anlamı olarak kabul edildi.

Femoral anteversiyon değerleri.

		Femoral anteversiyon		
		Doğru	Yanlış	Toplam
Yaklaşım	AL	24	13	37
	PL	30	7	37
Toplam		54	20	74

Asetabuler anteversiyon açısından p değeri 0.011 olarak bulundu. Yani anterior yaklaşımla opere edilenler daha yüksek doğruluk oranı ile anteversiyonları ayarlanmış olduğu görüldü ($p < 0,05$).



İki grup kıyaslandığında P değeri 0.148 olarak bulundu ve asetabuler abduksiyon açıları arasında anlamlı fark görülmedi ($p > 0,05$).

Femoral anteversiyon açısından iki grup karşılaştırıldığında p değeri 0.116 bulundu ve istatistiksel olarak anlamlı fark görülmedi ($p > 0,05$).

Yaklaşımlara göre ortalama asetabular anteversiyon, abduksiyon ve femoral anteversiyon açıları tabloda gösterilmektedir.

TARTIŞMA

Asetabuler kap malpozisyonunun dislokasyon oranlarında, ekstremiteler uzunluk farkı, komponent sıkışması, pelvik osteoliz, aşınma, liner kırığı oluşumu ve uzun dönem revizyon riskinde artışa neden olduğu

gösterilmiştir⁽¹¹⁾. Biz asetabuler kap pozisyonlandırılmasında Lewinnek'in güvenli zonlarını baz aldık⁽⁸⁾. Özellikle asetabuler abduksiyon açısının polietilen aşınmasındaki en önemli prediktif faktör olduğu gösterilmiştir⁽¹²⁾. Bu açının üst sınırının 50 derece olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur⁽¹³⁾. AL grubunda üst sınırımız 50 derece iken, PL grubunda 53 derece olarak bulundu. Her ne kadar üst sınır değerlerinde PL grubu bir miktar daha yüksek bulunsada ortalama açısal değerler ve doğruluk oranları incelendiğinde istatistiksel olarak iki grup arasında anlamlı bir fark görülmedi.

Literatür incelendiğinde asetabuler anteversiyon açıları çeşitli çalışmalarda 10.7 ile 27.3 derece arasında olduğu gösterilmiştir⁽¹⁴⁻¹⁶⁾. Çalışmamızda, AL grubunda ortalama asetabuler anteversiyon açısı değerleri 17 derece olarak bulunurken PL grubunda bu değer 11 derece olarak bulunmuştur. Her 2 grup dağılım oranları incelendiğinde AL grubunda %83 doğruluk oranı bulunurken, PL grubunda bu oran %56 olarak bulunmuştur. Doğruluk oranları kıyaslandığında AL grubu istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur. Literatürde %79 oranlarında doğruluk oranları gösterilmiştir⁽¹³⁾. Cerrahin posterolateral yaklaşım konusunda daha deneyimli olmasına rağmen, AL grubunda literatüre uygun daha ideal anteversiyon değerleri yakalanması dikkat çekmektedir.

Tercih edilen cerrahi yaklaşımın kap pozisyonuna etki eden bir faktör olduğunu gösteren birçok çalışma bulunmaktadır⁽¹⁷⁾. Özellikle birçok yayında posterolateral yaklaşımda daha ideal kap açıları elde edilmiş. Ancak bu çalışmalar genel olarak direkt grafi üzerinden ölçümler yapılmış^(18,19). Çalışmamızda, abduksiyon değerleri her iki grupta da istenilen sınırlar arasında olmasına rağmen, özellikle anteversiyon açıları kıyaslandığında anterolateral yaklaşım daha başarılı bulundu. Çalışmamızın diğer birçok çalışmanın aksine bilgisayarlı tomografi üzerinden yapılması anteversiyonun daha iyi değerlendirilmesini düşündürmektedir.

Femoral stem malpozisyonu dislokasyon, sıkışma, eklem hareket açıklığına azalma gibi risklerde artışa neden olabilmektedir. Özellikle kombine anteversiyonun elde edilmesinde femoral anteversiyon önem taşımaktadır⁽²⁰⁾. Sıkışma ve dislokasyonun önlenmesinde 25-50 derece arasında kombine anteversiyon

elde edilmelidir ⁽²¹⁾. Anteversiyon proksimal femurun posterior korteksi veya femoral epikondiler aks referans alınarak ayarlandı. Hiçbir olguda floroskopi kullanılmadı. Femoral anteversiyon ayarlanmasında birçok güvenli zon tanımlanmıştır ⁽²²⁾. Her iki grupta da bu değer literatürle uyumlu bulundu. İki grubun doğruluk oranları karşılaştırıldığında PL grubu daha yüksek oranlarda doğruluk verirken istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Biz cerrahi yaklaşımın femoral anteversiyon değerleri üzerine etkili olmadığını düşünmekteyiz.

Yapılan birçok çalışmada cerrahi tecrübe kalça artroplastisinde komponent pozisyonunu etkileyen faktörlerden birisi olduğu literatürde gösterilmiştir ⁽¹³⁾. Bunun yanında, literatür incelemelerinde bunu desteklemeyen çalışmalarda bulunmaktadır ⁽²³⁾. Cerrahi tecrübenin önemine inanmakla beraber, çalışmamızda posterolateral yaklaşım konusunda tecrübeli bir cerrahın anterolateral yaklaşımla yaptığı operasyonlarda özellikle asetabuler anteversiyon değerleri ortalamalarının önerilen açılara daha yakın değerlerde olduğunu göstermektedir.

Çalışmamızın birçok limitasyonu bulunmaktadır. Öncelikle hasta sayısı yetersiz olabilir. İkincisi, çalışmamız uzun dönem takip sonuçları, dislokasyon oranları, klinik ve fonksiyonel skorların bulunmaması nedeniyle takip kriterleri açısından yetersiz kalmaktadır. Üçüncüsü, çalışma tek bir hastanede tek bir cerrah tarafından yapılmıştır. Ayrıca, hastaların vücut kitle indekslerinin değerlendirilmemiş olması gruplamaların yapılmasında standardizasyonu engellemektedir. Vücut kitle indeksi farklılıkları cerrahi yaklaşım sırasında asetabulum ve femurun görüntülenmesi ve komponent pozisyonunu etkileyebilmektedir.

Çıkarımlar

Çalışmamızda total kalça artroplastisinde posterolateral yaklaşım konusunda tecrübeli bir cerrahın cerrahi alışkanlıklarını değiştirerek öğrenme eğrisini tamamlamadan anterolateral cerrahi yaklaşım ile opere ettiği hastalar ile tecrübeli olduğu posterolateral yaklaşımı kullanarak opere ettiği hastalarda komponent dizilimleri erken dönem radyolojik ölçümler yapılarak asetabuler kap anteversiyonu, abduksiyonu ve femoral anteversiyon açıları değerlendirildi. Sonuç olarak, iki grubun kıyasıyla, posterolateral yaklaşıma

alışkın cerrahın anterolateral yaklaşımla uyguladığı cerrahinin komponent pozisyonu üzerinde olumsuz bir etkisi gözlenmemiştir.

KAYNAKLAR

1. Petis S, Howard JL, Lanting BL, Vasarhelyi EM. Surgical approach in primary total hip arthroplasty: anatomy, technique and clinical outcomes. *Can J Surg* 2015;58(2):128-39. Review. PubMed PMID: 25799249; PubMed Central PMCID: PMC4373995
2. Flören M, Lester DK. Durability of implant fixation after less-invasive total hip arthroplasty. *J Arthroplasty* 2006;21(6):783-90. PubMed PMID: 16950027.
3. Ritter MA, Harty LD, Keating ME, Faris PM, Meding JB. A clinical comparison of the anterolateral and posterolateral approaches to the hip. *Clin Orthop Relat Res* 2001;(385):95-9. PubMed PMID: 11302333.
4. Masonis JL, Bourne RB. Surgical approach, abductor function, and total hip arthroplasty dislocation. *Clin Orthop Relat Res* 2002;(405):46-53. Review. PubMed PMID: 12461355.
5. Gore DR, Murray MP, Sepic SB, Gardner GM. Anterolateral compared to posterior approach in total hip arthroplasty: differences in component positioning, hip strength, and hip motion. *Clin Orthop Relat Res* 1982;(165):180-7. PubMed PMID: 7075057.
6. Mallory TH, Lombardi AV Jr, Fada RA, Herrington SM, Eberle RW. Dislocation after total hip arthroplasty using the anterolateral abductor split approach. *Clin Orthop Relat Res* 1999;(358):166-72. PubMed PMID: 9973988.
7. Lewinnek GE, Lewis JL, Tarr R, Compere CL, Zimmerman JR. Dislocations after total hip-replacement arthroplasties. *J Bone Joint Surg Am* 1978;60(2):217-20. PubMed PMID: 641088.
8. Tripuraneni KR, Munson NR, Archibeck MJ, Carothers JT. Acetabular Abduction and Dislocations in Direct Anterior vs Posterior Total Hip Arthroplasty: A Retrospective, Matched Cohort Study. *J Arthroplasty* 2016;31(10):2299-302. doi: 10.1016/j.arth.2016.03.008. Epub 2016 Mar 15. PubMed PMID: 27067169.
9. Leucht P, Huddleston HG, Bellino MJ, Huddleston JI. Does Intraoperative Fluoroscopy Optimize Limb Length and the Precision of Acetabular Positioning in Primary THA? *Orthopedics* 2015;38(5):e380-6. doi: 10.3928/01477447-20150504-54. PubMed PMID: 25970364.
10. Rathod PA, Bhalla S, Deshmukh AJ, Rodriguez JA. Does fluoroscopy with anterior hip arthroplasty decrease acetabular cup variability compared with a non-guided posterior approach? *Clin Orthop Relat Res* 2014;472(6): 1877-85. doi: 10.1007/s11999-014-3512-2. Epub 2014 Feb 19. PubMed PMID: 24549773; PubMed Central PMCID: PMC4016457.

11. Kelley SS, Lachiewicz PF, Hickman JM, Paterno SM. Relationship of femoral head and acetabular size to the prevalence of dislocation. *Clin Orthop Relat Res* 1998;(355):163-70. PubMed PMID: 9917601.
12. Gallo J, Havranek V, Zapletalova J. Risk factors for accelerated polyethylene wear and osteolysis in ABG I total hip arthroplasty. *Int Orthop* 2010;34(1):19-26. doi: 10.1007/s00264-009-0731-3. Epub 2009 Feb 13. PubMed PMID: 19214506; PubMed Central PMCID: PMC2899268.
13. Callanan MC, Jarrett B, Bragdon CR, Zurakowski D, Rubash HE, Freiberg AA, Malchau H. The John Charnley Award: risk factors for cup malpositioning: quality improvement through a joint registry at a tertiary hospital. *Clin Orthop Relat Res* 2011;469(2):319-29. doi: 10.1007/s11999-010-1487-1. PubMed PMID: 20717858; PubMed Central PMCID: PMC3018230.
14. Bosker BH, Verheyen CC, Horstmann WG, Tulp NJ. Poor accuracy of freehand cup positioning during total hip arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg* 2007;127(5):375-9. Epub 2007 Feb 13. PubMed PMID: 17297597; PubMed Central PMCID: PMC1914284.
15. Myers GJ, Morgan D, McBryde CW, O'Dwyer K. Does surgical approach influence component positioning with Birmingham Hip Resurfacing? *Int Orthop* 2009;33(1):59-63. Epub 2007 Oct 30. PubMed PMID: 17968547; PubMed Central PMCID: PMC2899254.
16. Todkar M. Obesity does not necessarily affect the accuracy of acetabular cup implantation in total hip replacement. *Acta Orthop Belg* 2008;74(2):206-9. PubMed PMID: 18564477.
17. Pirard E, De Lint JA. Anteversion of the acetabular component in obese patients. *Hip Int* 2007;17(2):99-103. PubMed PMID: 19197853.
18. Saxler G, Marx A, Vandeveld D, Langlotz U, Tannast M, Wiese M, Michaelis U, Kemper G, Grützner PA, Steffen R, von Knoch M, Holland-Letz T, Bernsmann K. The accuracy of free-hand cup positioning--a CT based measurement of cup placement in 105 total hip arthroplasties. *Int Orthop* 2004;28(4):198-201. Epub 2004 May 15. PubMed PMID: 15309327.
19. Shoji T, Yasunaga Y, Yamasaki T, Izumi S, Hachisuka S, Ochi M. Low femoral anteversion and total hip arthroplasty: a risk factor. *Int Orthop* 2015;39(1):7-12. doi: 10.1007/s00264-014-2452-5. Epub 2014 Aug 3. PubMed PMID: 25086820.
20. Tönnis D, Heinecke A. Acetabular and femoral anteversion: relationship with osteoarthritis of the hip. *J Bone Joint Surg Am* 1999;81(12):1747-70. Review. PubMed PMID: 10608388.
21. Bargar WL, Jamali AA, Nejad AH. Femoral anteversion in THA and its lack of correlation with native acetabular anteversion. *Clin Orthop Relat Res* 2010;468(2):527-32. doi: 10.1007/s11999-009-1040-2. Epub 2009 Aug 28. PubMed PMID: 19714389; PubMed Central PMCID: PMC2806998.
22. Leichtle U, Gosselke N, Wirth CJ, Rudert M. [Radiologic evaluation of cup placement variation in conventional total hip arthroplasty]. *Rofo* 2007;179(1):46-52. German. PubMed PMID: 17203443.