



Total diz protezinde eklem hareket açıklığı ile femoral rollback arasındaki ilişki

Lúcio Honório de CARVALHO Jr.¹, Eduardo Frois TEMPONİ²,
Luiz Fernando Machado SOARES², Matheus Jacques Braga GONÇALVES²

¹Minas Gerais Federal Üniversitesi Tıp Fakültesi, Belo Horizonte, Brezilya;

²Madre Teresa Hastanesi, Diz Grubu, Belo Horizonte, Brezilya

Amaç: Bu çalışmanın amacı bağ koruyan (BK) ve posterior stabilize (PS) total diz protezli (TDP) hastalarda femoral rollback ile eklem hareket açıklığı (EHA) arasındaki ilişkiyi karşılaştırmaktır.

Çalışma planı: Primer diz artrozu bulunan ve TDP ameliyatı geçirmiş 31 hastanın (26 kadın ve 5 erkek) 38 dizi çalışmaya alındı. PS grubundaki 24 dizde arka çapraz bağ (AÇB) feda edilirken, BK grubundaki 14 AÇB korundu. Hastaların ortalama takip süresi 30.6 ay idi. Hastaların EHA ile femoral rollback değerlendirmesi için lateral skopiden yararlanıldı.

Bulgular: Ortalama EHA'nın BK grubunda $106.43 \pm 9^\circ$, PS grubunda $105.43 \pm 11.7^\circ$ olduğu saptandı ($p=0.78$). Ortalama femoral rollback 10.5 ± 9.7 mm iken, BK grubundaki ölçümün (5.8 ± 6.5 mm) PS grubuna (13.2 ± 10.5 mm) göre anlamlı derecede düşük olduğu belirlendi ($p=0.026615$). BK protezlerin değerlendirilmesinde femoral rollback ile EHA arasında korelasyon bulunamazken ($p=0.78$ and $r=0.8$), PS protezlerde anlamlı korelasyon saptandı ($p=0.01$ and $r=0.49$). Regresyon analizinde her femoral rollback birimi için EHA'nın 0.545 derece arttığı belirlendi.

Çıkarımlar: Posterior stabilize TDP'de femoral rollback artmış ve EHA ile ilişkili olduğu halde, BK TDP ve PS TDP arasında EHA açısından bir fark bulunmamıştır.

Anahtar sözcükler: Eklem hareket açıklığı; femoral rollback; total diz protezi.

Total diz protezi (TDP) ameliyatı sonrası eklem hareket açıklığının (EHA) geri kazanımı iyi fonksiyonel sonuçların alınması açısından esastır.^[1] Cerrahi öncesi EHA, cerrahi tekniği protez tasarımı ve cerrahi sonrası rehabilitasyon gibi pek çok faktör TDP ameliyatı sonrası EHA'yı etkileyebilir. Bununla birlikte, cerrahi öncesi EHA'ları geniş olan hastalarda bile cerrahi tedavi sonrası fleksiyon kaybı görülebilir.^[2-11] Femoral rollback, cerrahi sonrası EHA'nın yeterli ölçüde geri kazanımında belirleyici bir etkidir.^[12-14]

Total diz protezinde arka çapraz bağın (AÇB) korunmasının mı (bağ koruyan, BK) yoksa feda edilmesinin (posterior stabilize, PS) mi doğru olduğuna dair tartışmalar devam etmektedir. BK yöntemini benimseyenler, korumanın dizin kinematığının normal kalmasına olanak sağlandığını, bunun sonucunda da, kayma geriliminin azaldığını ve çimento-kemik arayüzünün korunduğunu savunmaktadırlar.^[15-18] Bazıları da korumanın EHA ve kuadriseps fonksiyonunu arttırdığı görüşündedirler.^[19-21] Bunun aksine, PS yöntemini savunanlar ise

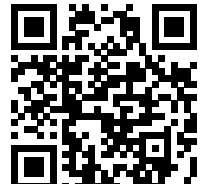
Yazışma adresi: Dr. Eduardo Frois Temponi, Madre Teresa Hospital, The Knee Group Belo Horizonte, MG, Brazil.

Tel: +55 31 98185808 e-posta: luciohcg@gmail.com

Başvuru tarihi: 29.06.2012 **Kabul tarihi:** 11.09.2013

©2014 Türk Ortopedi ve Travmatoloji Derneği

Bu yazının çevrimiçi İngilizce versiyonu
www.aott.org.tr adresinde
doi: 10.3944/AOTT.2014.2965
Karekod (Quick Response Code)



bu yöntemle daha uygun eklemleme yüzeyi oluşturulabileceğini ve deformatelerin düzeltilmesinin daha kolay olduğunu ve mekanik gerilim ve polietilen yıpranmanın azalacağını öne sürmektedir.^[15,22]

Literatürde, PS TDP sonrası EHA ve femoral rollback'in nasıl gelişeceği geniş biçimde ele alınmaktadır. Artan EHA'nın daha yüksek oranda bir femoral rollback ile mümkün olduğu öngörülmektedir.^[12-15,22] Lombardi ve Berend, en etkili femoral rollback'in AÇB'nin feda edilmesiyle sağlanabileceğini ifade etmişlerdir.^[23]

Bu çalışmanın amacı, BK ve PS TDP'li hastalarda femoral rollback ile eklem hareket açıklığı (EHA) arasındaki ilişkiyi değerlendirmektir.

Hastalar ve yöntem

Bu çalışmanın içeriği Madre Teresa Hastanesi Etik Kurulu'na onaylanmış ve çalışmanın başlatılmasından önce her katılımcıdan yazılı onam alınmıştır. Katılımcılara çalışmaya katılmaları için mali bir teşvik verilmemiştir.

Çalışmada, primer diz artritini nedeniyle Madre Teresa Hastanesi'nde çalışmanın kıdemli yazarı (L.H.C.Jr) tarafından 2008 ila 2009 yılları arasında TDP uygulanan 31 hastanın (38 diz) diz kinematikiği *in vivo* değerlendirildi. En az 24 ay boyunca takibi yapılan, HSS diz skoru 90 ve üzeri olan ve bağ laksitesi veya ağrısı bulunmayan, pasif şartlar altında dizi 100° fleksiyon yapabilen ve cerrahi esnasında 120 kg'nin altında olup 40-85 yaş aralığında bulunan hastalar çalışmaya alındı. İstenilen hareketleri rahat bir şekilde yapamayan hastalar ise çalışma dışında bırakıldı. Çalışmadaki 31 hastanın 26'sı (%84) kadın, 5'i erkekti. Cerrahi sonrası ortalama takip süresi 30.6±12.2 (dağılım: 24-48) ay olarak ölçülürken, cerrahi sırasındaki ortalama yaşın 73±5 (dağılım: 63-82) olduğu kaydedildi. Kellgren-Lawrence radyolojik osteoartrit puanlama sistemine göre 25 (%65.8) diz Evre 3, 13 diz Evre 4 olarak derecelendirildi.

Olguların tamamında NexGen® (Zimmer®, Warsaw, IN, ABD) protezleri kullanıldı. PS grubunda 24 dizde AÇB feda edilirken, BK grubundaki 14 dizde korundu. Mümkün olan durumlarda AÇB'nin korunması esas alındı. Enflamatuvar artrit bulunan, vücut kitle indeksi 40 kg/m² üzeri olan veya şiddetli kombine açılmal ve fleksiyon deformateleri olan hastalar ile 80 yaşını geçmiş ve osteoporozu bulunan kadın hastalar gibi belli hasta gruplarında bağın feda edilmesine cerrahiden önce karar verildi.

Artroplastilerin değerlendirmesi en az 24 aylık takip sürecinden sonra lateral skopi görüntülemesi ile yapıldı. Maksimum fleksiyon, ekstansiyon ve femoral rollback açıklıkları incelendi. Görüntülerin analizinde CorelDRAW® Graphics Suite X4 (Corel Corp., Ottawa, Kana-

da) programından yararlanıldı. Görüntüler milimetrik skalalı bir cetvele oturtularak, tibial bileşenin tabanı yatay hizalandırıldı ve 0 noktası anterior, 100 noktası posterior limit olarak esas alındı. Görüntünün büyütülmesi ile iki bileşen (ekstansiyon sırasındaki pik nokta (PE) ve bu noktanın pozisyonunun anterior-posterior birime göre tanımı) arasındaki en kısa mesafenin görülmesi sağlandı. Doksan derece fleksiyonda iken de görüntüde aynı işaretlemeler gerçekleştirilip, bileşenler arasındaki en kısa mesafe fleksiyon sırasındaki destek piki (PF) olarak ifade edildi. Femoral rollback yüzdesi PE'nin PF'ye bölünmesi ile bulundu (Şekil 1).

İstatistiksel analiz için Epi Info 2000 software (Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, GA, ABD) programından yararlanıldı. İstatistiksel anlamlılık seviyesi olarak p<0.05 alındı. Shapiro-Wilk testi ile verilerin normal dağılımı test edildi. Ortalama değerlerin karşılaştırması Student t-testi ile yapıldı. Örnekler arasındaki korelasyonu belirlemek için korelasyon analizi yapıldı ve anlamlılık olması halinde basit lineer regresyon analizi uygulandı.

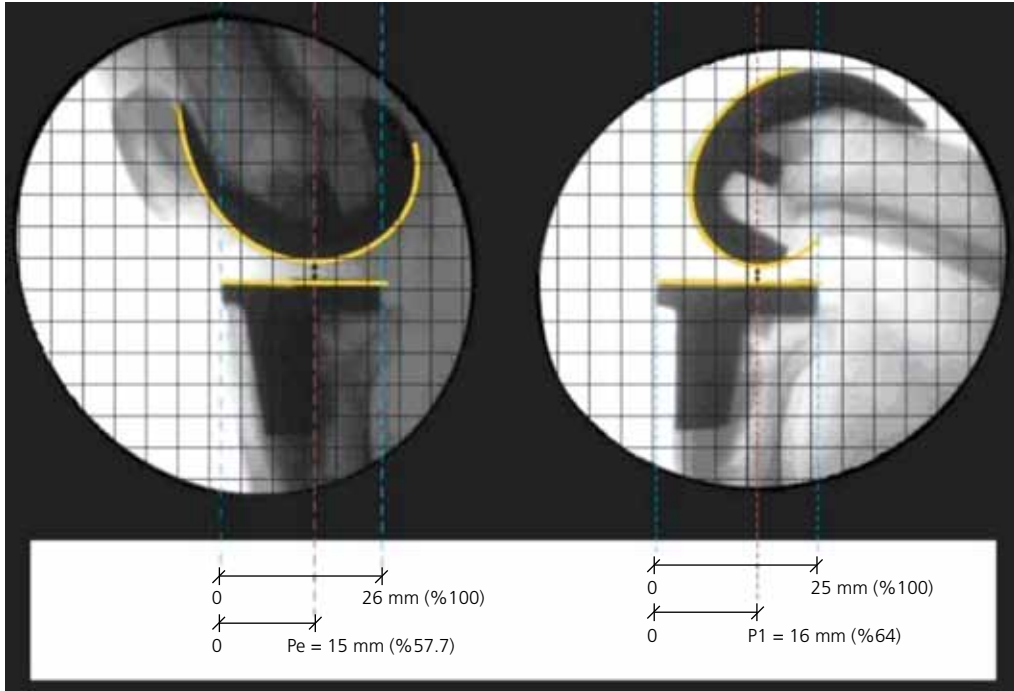
Bulgular

Tüm örneklerin ortalama EHA'sı 105.81°±10.64° (dağılım: 85°-125°) olarak saptanırken, BK grubunda ortalama 106.43°±9° (dağılım: 90°-125°) ve PS grubunda 105.43°±11.7° (dağılım: 85°-120°) değerleri elde edildi. Gruplar arasında anlamlı bir fark yoktu (p=0.78). Ortalama femoral rollback olarak ölçüldü. Gruplar açısından değerlendirildiğinde, BK grubundaki femoral rollback (ortalama: 5.8±6.5 mm; dağılım: -5.6-18.2 mm), PS grubundakine göre (ortalama: 13.2±10.5 mm; dağılım: -8.3-27.2 mm) anlamlı derecede düşüktü (p=0.026615).

Genele bakıldığında EHA ile femoral rollback arasında bir korelasyon saptanmazken (p=0.32), tatmin edici düzeyde bir regresyon paternine de erişilemedi (p=0.188). Aynı ayrı değerlendirildiğinde, femoral rollback ile EHA arasında bir ilişki saptanmadığından, BK protezler için bir regresyon modeli oluşturmak mümkün olmadı (p=0.78 ve r=-0.8). PS grubunda ise femoral rollback ile EHA arasında anlamlı bir ilişki vardı (p=0.01 ve r=0.49). Bu durumda her femoral rollback birimi için EHA'da 0.545 derecelik artış sağlayan bir regresyon modeli oluşturulabildi (regresyon denklemi: y=98.22+0.545x).

Tartışma

Total diz protezi sonrası pek çok faktör femoral rollback ve EHA'yı etkileyebilir. Bunlardan bazıları hastanın cerrahi öncesi ve sonrası özellikleriyle (cerrahi öncesi



Sekil 1. Femoral rollback'ın hesaplanmasında ekstansiyon ve fleksiyondaki pikler. Pe: Ekstansiyonda pik; Pf: Fleksiyonda pik. [Bu şekil, derginin www.aott.org.tr adresindeki çevrimiçi versiyonunda renkli görülebilir.]

EHA, obezite ve rehabilitasyon kalitesi gibi) ilgilidir. Diğerleri ise fleksiyondaki hataları, ekstansiyon boşlukları, posterior osteofitlerin rezeksiyonu, AÇB'nin korunması, eklem hattının yükseltilmesi, patellanın nihai kalınlığı, bileşenlerin pozisyonlanmasındaki hatalar ve tasarımındaki değişiklikler gibi cerrahiye ait teknik konuları içerir.^[2-14] Tam fleksiyonun sağlanacağı uygun tibial eğim ve femur posteriorundaki osteofitlerin rezeksiyonu daha iyi bir femoral rollback elde etmek için önem taşıyan teknik unsurlardır. Bu sayede daha istikrarlı bir femoral rollback elde edilirken, protezin posterior femurda yaratacağı direkt sıkışmanın da önünü alınmış olur.^[24-26] Gözlenmesi arzu edilen bir başka unsur yeterli yumuşak doku dengesidir ki, bu da daha iyi bir femoral rollback için esastır.^[12-15,22,24-26] Bu çalışmada PS TDP'de anlamlı femoral rollback saptanmasına rağmen, gruplar arasında EHA açısından bir fark gözlenmemiştir. BK grubunda hiçbir hastada EHA ve femoral rollback arasında bir ilişki bulunamazken, PS grubunda anlamlı bir ilişki gözlenmiştir.

Conditt ve ark.,^[27] gonyometre ile yaptıkları ölçümlerle, BK ve PS diz tasarımlarında cerrahi sonrası pasif EHA'ların eşdeğer olduğunu ifade etmişlerdir. Dıştan yapılan ölçümler skopi ile alınan sonuçlarla 9 dereceye kadar farklılık gösterebilmektedir.^[28] Yapılan çalışmalar tüm TDP'lerin normal dizinkinden daha farklı, değişken kinematik paternlere sahip olduğunu öne bil-

dirmişlerdir.^[28-31] Normal dizin kinematiğine en yakın paternlerin AÇB'yi koruyan diz protezi tasarımlarında bulunduğu bilinmektedir.^[29,30] Seon ve ark.,^[32] AÇB'nin korunmasının femoral rollback'i de muhafaza edeceğini, eklem normal hareketine izin vereceğini ve posteriora translasyonunu önleyeceğini öne sürmüşlerdir. Bu sayede aseptik gevşeme azalacak, polietilen yıpranması daha az olacaktır. Chaudhary ve ark., BK ve PS TDP'si geçiren hastaların cerrahi sonrası 2 yıllık takiplerinde gruplar arasında bir EHA farkı gözlememişlerdir.^[33] Kim ve ark., 'daha yüksek fleksiyonlu' PS ve BK protezlerle çift taraf TDP uygulanan 250 hastalık serilerinde EHA ve fonksiyonel sonuçları karşılaştırmışlar ve gruplar arasında bir fark bulamamışlardır.^[34] Misra ve ark.^[35] ise PS ve BK TDP yapılan grupları ağrının giderilmesi, deformitenin düzeltimi, EHA, stabilite ve kuvvet açısından karşılaştırmışlar ve yine bir fark saptamamışlardır.

Bununla birlikte, AÇB'nin TDA kinematiğindeki rolü hala tartışma konusudur. Femoral rollback değerleri de Carvalho Jr. ve ark.'nın çalışmasında PS protezler (%13.24) ile BK protezlerde (%5.75) farklılık göstermektedir.^[36] Bileşenlerin kinematiğini inceledikleri çalışmalarında Victor ve ark.,^[37] 5 yıllık takip süresinin sonucunda AÇB'nin korunması ve feda edilmesi arasında bir fark olmadığını bildirmişlerdir. Bununla birlikte, yazarlar, PS olgularında yüksek fleksiyonla birlikte daha büyük bir femoral rollback (hem medial hem lateral)

saptadıklarını aktarmışlardır ($p=0.018$). Seon ve ark., BK ve PS protezler arasında fonksiyonel skor açısından bir fark saptayamazken, ortalama EHA'nın gruplar arasında fark gösterdiğini (PS grubunda 126.3° ve BK grubunda 115°) ve maksimum fleksiyonda ortalama femoral rollback'in PS grubunda 9.6 mm, BK grubunda 6.1 mm olduğunu bildirmişlerdir.^[38] Bizim çalışmamızda, gruplar arasında EHA açısından bir farklılık gözlenmemişse de, femoral rollback değerlendirmemizde fark bulunmuştur. Femoral rollback ile EHA arasında bir ilişki ise sadece PS protezlerde söz konusudur.

Her grupta değerlendirilen diz sayısının az oluşu, tek tip protez kullanımı ve uygulamanın randomize yapılmaması çalışmamızın kısıtlılıkları arasında sayılabilir. Bununla birlikte, çalışma tek cerrahın ameliyat ettiği bir hasta serisinde gerçekleştirildiğinden, cerrah ve cerrahi tekniğe bağlı değişkenler bertaraf edilmiştir. Yine de, BK ve PS'li TDP arasındaki klinik farkları daha iyi değerlendirebilmek için gelecek çalışmalara ihtiyaç vardır.

Sonuç olarak, posterior stabilize TDP'de femoral rollback artmış ve EHA ile ilişkili olduğu halde, BK TDP ve PS TDP arasında EHA açısından bir fark bulunamamıştır.

Teşekkür: Yazarlar bu çalışmanın hazırlanmasındaki katkılarından dolayı Adriana Satuf Silva de CARVALHO Jr. ve Caroline Espinosa Moraes TEMPONİ'ye teşekkür ederler.

Çıkar örtüşmesi: Çıkar örtüşmesi bulunmadığı belirtilmiştir.

Kaynaklar

- Ritter MA, Campbell ED. Effect of range of motion on the success of a total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 1987;2:95-7.
- Aglietti P, Buzzi R, De Felice R, Giron F. The Insall-Burstein total knee replacement in osteoarthritis: a 10-year minimum follow-up. *J Arthroplasty* 1999;14:560-5.
- Anouchi YS, McShane M, Kelly F Jr, Elting J, Stiehl J. Range of motion in total knee replacement. *Clin Orthop Relat Res* 1996;331:87-92.
- Dennis DA, Komistek RD, Colwell CE Jr, Ranawat CS, Scott RD, Thornhill TS, et al. In vivo anteroposterior femorotibial translation of total knee arthroplasty: a multicenter analysis. *Clin Orthop Relat Res* 1998;356:47-57.
- Insall JN, Dorr LD, Scott RD, Scott WN. Rationale of the Knee Society clinical rating system. *Clin Orthop Relat Res* 1989;248:13-4.
- Insall JN, Hood RW, Flawn LB, Sullivan DJ. The total condylar knee prosthesis in gonarthrosis. A five to nine-year follow-up of the first one hundred consecutive replacements. *J Bone Joint Surg Am* 1983;65:619-28.
- McAuley JP, Harrer MF, Ammeen D, Engh GA. Outcome of knee arthroplasty in patients with poor preoperative range of motion. *Clin Orthop Relat Res* 2002;404:203-7.
- Myles CM, Rowe PJ, Walker CR, Nutton RW. Knee joint functional range of movement prior to and following total knee arthroplasty measured using flexible electrogoniometry. *Gait Posture* 2002;16:46-54.
- Tew M, Forster IW, Wallace WA. Effect of total knee arthroplasty on maximal flexion. *Clin Orthop Relat Res* 1989;247:168-74.
- Yamakado K, Kitaoka K, Yamada H, Hashiba K, Nakamura R, Tomita K. Influence of stability on range of motion after cruciate-retaining TKA. *Arch Orthop Trauma Surg* 2003;123:1-4.
- de Carvalho LH Jr, Castro CA, Gonçalves MB, Rodrigues LC, Cunha FV, Lopes FL. Range of motion after total knee arthroplasty. *Acta Ortop Bras* 2005;13:233-4.
- Walker PS, Garg A. Range of motion in total knee arthroplasty. A computer analysis. *Clin Orthop Relat Res* 1991;262:227-35.
- Hartford JM, Banit D, Hall K, Kaufer H. Radiographic analysis of low contact stress meniscal bearing total knee replacements. *J Bone Joint Surg Am* 2001;83-A:229-34.
- Andriacchi TP, Galante JO. Retention of the posterior cruciate in total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 1988;3 Suppl:13-9.
- Sorger JI, Federle D, Kirk PG, Grood E, Cochran J, Levy M. The posterior cruciate ligament in total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 1997;12:869-79.
- Clark CR, Rorabeck CH, MacDonald S, MacDonald D, Swafford J, Cleland D. Posterior-stabilized and cruciate-retaining total knee replacement: a randomized study. *Clin Orthop Relat Res* 2001;392:208-12.
- Goodfellow J, O'Connor J. The mechanics of the knee and prosthesis design. *J Bone Joint Surg Br* 1978;60-B:358-69.
- Malkani AL, Rand JA, Bryan RS, Wallrichs SL. Total knee arthroplasty with the kinematic condylar prosthesis. A ten-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Am* 1995;77:423-31.
- Pereira DS, Jaffe FF, Ortiguera C. Posterior cruciate ligament-sparing versus posterior cruciate ligament-sacrificing arthroplasty. Functional results using the same prosthesis. *J Arthroplasty* 1998;13:138-44.
- Fontanesi G, Rotini R, Pignedoli P, Giancetti F. Retention of the posterior cruciate ligament in total knee arthroplasty. *Ital J Orthop Traumatol* 1991;17:65-71.
- Scott RD, Volatile TB. Twelve years' experience with posterior cruciate-retaining total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 1986;205:100-7.
- Freeman MA, Railton GT. Should the posterior cruciate ligament be retained or resected in condylar nonmeniscal knee arthroplasty? The case for resection. *J Arthroplasty* 1988;3 Suppl:3-12.
- Lombardi AV Jr1, Berend KR. Posterior cruciate liga-

- ment-retaining, posterior stabilized, and varus/valgus posterior stabilized constrained articulations in total knee arthroplasty. *Instr Course Lect* 2006;55:419-27.
24. Cates HE, Komistek RD, Mahfouz MR, Schmidt MA, Anderle M. In vivo comparison of knee kinematics for subjects having either a posterior stabilized or cruciate retaining high-flexion total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 2008;23:1057-67.
 25. Sasaki H, Kubo S, Matsumoto T, Muratsu H, Matsushita T, Ishida K, ET AL. The influence of patella height on intra-operative soft tissue balance in posterior-stabilized total knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2012;20:2191-6.
 26. Chandran N, Amirouche F, Gonzalez MH, Hilton KM, Barmada R, Goldstein W. Optimisation of the posterior stabilised tibial post for greater femoral rollback after total knee arthroplasty--a finite element analysis. *Int Orthop* 2009;33:687-93.
 27. Conditt MA, Noble PC, Bertolusso R, Woody J, Parsley BS. The PCL significantly affects the functional outcome of total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 2004;19(7 Suppl 2):107-12.
 28. Dennis DA, Komistek RD, Stiehl JB, Walker SA, Dennis KN. Range of motion after total knee arthroplasty: the effect of implant design and weight-bearing conditions. *J Arthroplasty* 1998;13:748-52.
 29. Dennis DA, Komistek RD, Mahfouz MR, Haas BD, Stiehl JB. Multicenter determination of in vivo kinematics after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 2003;416:37-57.
 30. Komistek RD, Dennis DA, Mahfouz M. In vivo fluoroscopic analysis of the normal human knee. *Clin Orthop Relat Res* 2003;410:69-81.
 31. Mahfouz MR, Komistek RD, Dennis DA, Hoff WA. In vivo assessment of the kinematics in normal and anterior cruciate ligament-deficient knees. *J Bone Joint Surg Am* 2004;86-A Suppl 2:56-61.
 32. Seon JK, Park JK, Jeong MS, Jung WB, Park KS, Yoon TR, et al. Correlation between preoperative and postoperative knee kinematics in total knee arthroplasty using cruciate retaining designs. *Int Orthop* 2011;35:515-20.
 33. Chaudhary R, Beaupré LA, Johnston DW. Knee range of motion during the first two years after use of posterior cruciate-stabilizing or posterior cruciate-retaining total knee prostheses. A randomized clinical trial. *J Bone Joint Surg Am* 2008;90:2579-86.
 34. Kim YH, Choi Y, Kwon OR, Kim JS. Functional outcome and range of motion of high-flexion posterior cruciate-retaining and high-flexion posterior cruciate-substituting total knee prostheses. A prospective, randomized study. *J Bone Joint Surg Am* 2009;91:753-60.
 35. Misra AN, Hussain MR, Fiddian NJ, Newton G. The role of the posterior cruciate ligament in total knee replacement. *J Bone Joint Surg Br* 2003;85:389-92.
 36. Carvalho Jr LH, Soares LFM, Gonçalves MJB, Costa LL, Costa LP, Lessa RR. Femoral roll back in total knee arthroplasty: comparison between prostheses that preserve and sacrifice the posterior cruciate ligament. *Rev Bras Ortop* 2011;46:417-9.
 37. Victor J, Banks S, Bellemans J. Kinematics of posterior cruciate ligament-retaining and -substituting total knee arthroplasty: a prospective randomised outcome study. *J Bone Joint Surg Br* 2005;87:646-55.
 38. Seon JK, Park JK, Shin YJ, Seo HY, Lee KB, Song EK. Comparisons of kinematics and range of motion in high-flexion total knee arthroplasty: cruciate retaining vs. substituting designs. Comparisons of kinematics and range of motion in high-flexion total knee arthroplasty: cruciate retaining vs. substituting designs. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2011;19:2016-22.