



# Femur boyun kırıklarında üç kanüle vida ve minimal invazif antirotator kompresyon vidasının biyomekanik karşılaştırması

Necdet SAĞLAM<sup>1</sup>, Fatih KÜÇÜKDURMAZ<sup>2</sup>, Hakan KIVILCIM<sup>3</sup>,  
Tuhan KURTULMUŞ<sup>1</sup>, Cengiz ŞEN<sup>2</sup>, Fuat AKPINAR<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Ümraniye Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, İstanbul;

<sup>2</sup>Bezmialem Vakıf Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, İstanbul;

<sup>3</sup>İstanbul Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, İstanbul;

<sup>4</sup>Abant İzzet Baysal Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Bolu

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı, Pauwels tip 3 femur boyun kırık modelinde, minimal invaziv kayıcı antirotator kompresyonlu kalça vidası (MIS-A-CHS) ile 3 kanüle vidanın (KV) tespit gücünü biyomekanik açıdan karşılaştırmaktır.

**Çalışma planı:** On iki adet üçüncü nesil proksimal femur kemik modelinde Pauwels tip 3 vertikal femur boyun kırığı oluşturuldu ve modeller iki gruba ayrıldı. Birinci gruba üç paralel KV, ikinci gruba MIS-A-CHS ile tespit uygulandı. İki grubun aksiyel ve torsiyonel yüklenmelere karşı dayanıklılıkları ve maksimal kompresyon güçleri hesaplandı ve birbirleri ile karşılaştırıldı.

**Bulgular:** MIS-A-CHS grubundaki maksimal aksiyel yüklenme sınırı (912.5 N), maksimal torsiyonel yüklenme sınırı (540 N) ve maksimal kompresyon gücü (10.2 N/m); KV grubundaki değerlerden (sırasıyla 627.5 N; 380 N ve 3.9 N/m) anlamlı olarak yüksek bulundu ( $p < 0.05$ ).

**Çıkarımlar:** MIS-A-CHS, Pauwels tip 3 femur boyun kırıklarında KV'e göre aksiyel ve torsiyonel kuvvetlere daha dayanıklı olan ve daha fazla kompresyon sağlayan bir tespit yöntemidir.

**Anahtar sözcükler:** Biyomekanik; femur boyun kırığı; kanüllü vida; kompresif kalça vidası.

Femur boynunun dikey makaslama kırıkları özellikle genç erişkinlerde tedavisi zor olan yaralanmalardır. Anatomik redüksiyon ve gelişmiş biyo-mekanik özelliklere sahip tespit materyalleri kullanılarak redüksiyonun korunması sonuçlar üzerine olumlu etki yapar. Femur boyun kırığı tespit materyellerindeki gelişmelere rağmen, eğilme ve rotasyon direncine karşı yetersizlikleri bu implantların kullanımlarını sınırlamaktadır.<sup>[1-5]</sup> Kanüle

vida (KV) ile karşılaştırıldığında dinamik kalça vidası (DHS) biyomekanik olarak nispeten daha avantajlı olsa da, geniş yumuşak doku hasarına sebep olması bu implantın önemli dezavantajıdır.<sup>[6-10]</sup> Bu sorunlar göz önüne alınarak, femur boyun kırıklarının tedavisi için, kurumumuzda yeni bir internal tespit materyeli [Minimal invaziv kayıcı antirotator kompresif kalça vidası (MIS-A-CHS)] (FA, patent no: 2009/02053) geliştirildi.

**Yazışma adresi:** Dr. Necdet Sağlam, Ümraniye Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Elmalıkent 1, Ümraniye Mah., 34766 Ümraniye, İstanbul.

Tel: +90 216 – 632 1818 / 1863 e-posta: necdetsaglam@hotmail.com

**Başvuru tarihi:** 09.01.2013 **Kabul tarihi:** 31.12.2013

©2014 Türk Ortopedi ve Travmatoloji Derneği

Bu yazının çevrimiçi İngilizce versiyonu  
www.aott.org.tr adresinde  
doi: 10.3944/AOTT.2014.3159  
Karekod (Quick Response Code)





**Şekil 1.** (a) Kemikğin drilleme ve teplenmesi, (b) kanüllü 12 mm çapında lag vidasının yerleştirilmesi. (c) Kılavuz yardımı ile 5 mm çaplı vidanın dikdörtgen şekilli dinamik kilitleme deliğine gönderilmesi. [Bu şekil, derginin [www.aott.org.tr](http://www.aott.org.tr) adresindeki çevrimiçi versiyonunda renkli görülebilir.]

Bu çalışmanın amacı, Pauwels tip 3 femur boyun kırık modelinde, MIS-A-CHS ile üç KV tespit gücünü biyomekanik açıdan karşılaştırmaktır.

### Gereç ve yöntem

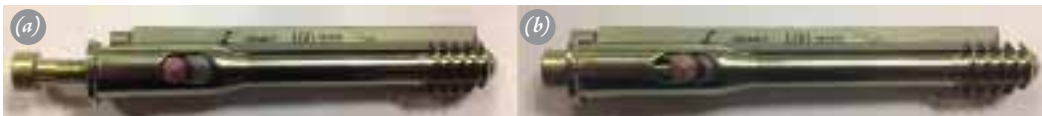
Yatay hatla 85 derece açılı kullanılan testere ile 12 üçüncü nesil proksimal femur modelinde (Synbone AG, Malans, İsviçre) Pauwels tip 3 femur boyun kırığı oluşturuldu. Kemikler 6'lı 2 eşit gruba ayrıldı. A Grubunda femur boyun kırığı 3 KV (TST Tıbbi Aletler Ltd., İstanbul, Türkiye), B grubunda ise 1 adet MIS-A-CHS (TST Tıbbi Aletler Ltd., İstanbul, Türkiye) ile tespit edildi.

A grubunda tespit birbirlerine 10 mm mesafeli ve paralel olarak yerleştirilen 85 mm uzunluğunda ve 6.5 mm kalınlığında 3 adet KV ile gerçekleştirildi. İlk kanüle vida femur boynu merkezinden femur başının subkondral bölgesine dek ilerletilirken, ikinci vida posterior kortekse, üçüncü vida ise inferior kortekse yakın olarak gönderildi.

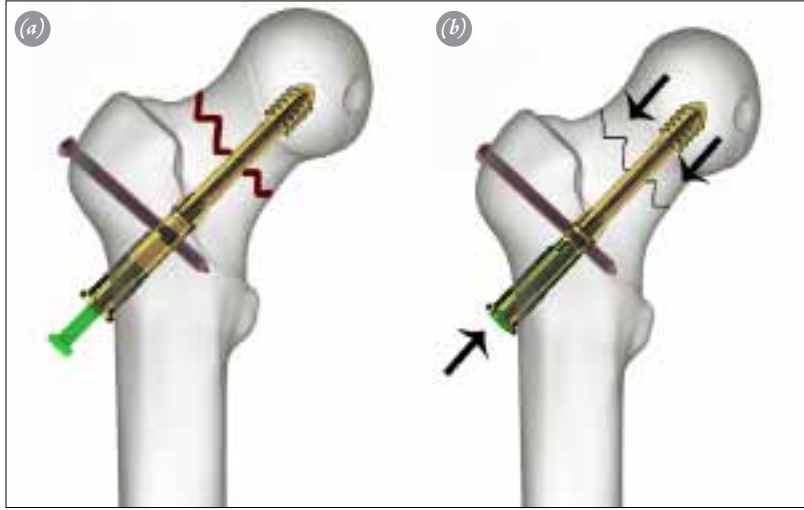
B grubunda ise drilleme ve tepleme sonrasında 12 mm çaplı kanüllü lag vidası yerleştirildi. Ardından 5 mm çaplı kilitleme vidası ile dinamik kilitleme yapıldı (Şekil 1a-c). Daha sonra, antirotator kama lag vidasındaki oluğa çakıldı (Şekil 2). Son olarak, bir sıkıştırma vidası, lag



**Şekil 2.** Lag vidasının oluşuna antirotator kamanın yerleştirilmesi AP (a) ve Lateral (b) yönden görülmektedir. [Bu şekil, derginin [www.aott.org.tr](http://www.aott.org.tr) adresindeki çevrimiçi versiyonunda renkli görülebilir.]



**Şekil 3.** Sıkıştırma vidası ile kompresyon yapıldıkça dikdörtgen delik içindeki kilitleme vidasının kaydığı görülüyor. (a) kompresyon öncesi; (b) kompresyon sonrası. [Bu şekil, derginin [www.aott.org.tr](http://www.aott.org.tr) adresindeki çevrimiçi versiyonunda renkli görülebilir.]



**Sekil 4.** Dikdörtgen delik içindeki kilitleme vidasının kompresyon vidası ile itilmesi öncesi (a) ve sonrası (b) kompresyon görülüyor. [Bu şekil, derginin [www.aott.org.tr](http://www.aott.org.tr) adresindeki çevrimiçi versiyonunda renkli görülebilir.]

vidasının distal ucundan kilitleme vidasını dikdörtgen delikte itecek şekilde gönderilerek (Şekil 3a, b) kompresyon sağlandı ve antirotator kama kilitlendi (Şekil 4). Maksimum sıkıştırma kuvvetleri, uygulama sırasında torkmetre (Torqueleader, Guildford, Surrey, UK) ile ölçüldü.

Biyomekanik karşılaştırmalar Shimatzu AGS-X test makinesi (Shimatzu, Kyoto, Japonya) kullanılarak yapıldı. Tüm gruplar eksen açısı, normal yüklenme aksını taklit etmek için dikey mekanik ekseninden 7° valgusta olacak şekilde kuvvet uygulanarak test edildi. Proksimalde, femur başı asetabulum benzeri bir yuvala, distalde femur cismi çimento içine yerleştirildi (Şekil 5). Kırık hattının stabilitesi takip edilerek femur başına dikey yönde kuvvet uygulanmaya başlandı. Dikey yük, 10 mm/dak olarak uygulandı ve 10 mm yer değiştirme başarısızlık olarak kabul edildi. Yer değiştirme otomatik olarak test makinesinin kendisi tarafından ölçüldü.

Çalışma öncesinde yapılan güç analizi ile 300 N anlamlılık farkı ve 150 N standart sapma ile %95 güven aralığı ile ölçülen %80 minimum kabul edilebilirlik ile her grupta 6 numunenin gerekli olduğu tespit edildi.

İstatistiksel karşılaştırmalar SPSS 16.0 yazılımı kullanılarak gerçekleştirildi. Tanımlayıcı istatistikler tüm parçalar ve iki vida tipi için hesaplandı. Mann-Whitney U-testi kullanılarak mekanik sertliklerine göre  $p < 0.05$  anlamlılık değeri ile 6 sağlam femur modeli istatistiksel olarak iki eşdeğer test grubuna dağıtıldı. Aynı istatistiksel yöntem kullanılarak iki tedavi grubu aksiyel ve torsiyonel kuvvetlere dayanıklılığı için birbirleri ile karşılaştırıldı. Aksiyel ve torsiyonel kuvvetlerin ortalama, standart sapma ve medyan değerleri ölçüldü.

## Bulgular

Aksiyel yüklenmede A grubu için ortalama 627.5 N ve B grubu için 912.5 N ( $p < 0.05$ ), torsiyonel yüklenmede A grubu için 380 N, B grubu için 540 N'da ( $p < 0.005$ ) başarısızlık gelişti (Tablo 1). Modellerin hiçbirinde implant yetmezliği veya kemik parçalanması olmadı. Hemen



**Sekil 5.** Kemik modelin test makinesindeki görüntüsü. [Bu şekil, derginin [www.aott.org.tr](http://www.aott.org.tr) adresindeki çevrimiçi versiyonunda renkli görülebilir.]

**Tablo 1.** A ve B Gruplarında aksiyel, torsiyonel yüklenme ve torkmetre ile ölçülen maksimum basınç.

	Aksiyel yüklenme (N)	Torsiyonel yüklenme (N)	Torkmetre ile ölçülen maksimum kompresyon (N/M)
Grup A			
Ortalama	627.50	380.00	3.90
Standart sapma	13.20	5.88	0.29
Medyan	626.60	380.00	3.90
Minimum	601	370	3.5
Maksimum	654.3	389.3	4.4
Grup B			
Ortalama	912.50	540.00	10.22
Standart sapma	8.49	6.60	0.30
Medyan	912.00	540.00	10.25
Minimum	900	530	9.8
Maksimum	924.2	550.2	10.6
p	0.001**	0.001**	0.001**

Mann-Whitey U-test: \*\*: p<0.01.

yetmezlikten önce torkmetre tarafından ölçülen maksimum sıkıştırma değerleri A grubunda 3.9 N/m ve B grubunda 10.2 N/m oldu (p<0.005).

Bu deneyin sonucunda, Pauwels tip 3 femur boyun kırık modelinin tespitinde MIS-A-CHS'nin, geleneksel KV'ya göre aksiyel kuvvetlere daha dayanıklı olduğu görüldü. Rotasyonel kuvvetlere dayanıklılık da MIS-A-CHS grubunda KV grubuna göre anlamlı şekilde daha yüksekti.

## Tartışma

Vertikal femur boyun kırıklarının tedavisi zordur. Vida gevşemesi, kırık deplasmanı ve diğer bazı komplikasyonlar femur boyun kırıklarının internal tespitinden sonra sıklıkla oluşabilir. Bunların sonucu olarak tekrarlayan ameliyatlara, kaynamama ve femur başı avasküler nekrozu ortaya çıkabilir.<sup>[3,4,11,12]</sup>

Femur boyun kırığı tespiti için ideal tespit materyali aşağıdaki kriterlere uygun olmalıdır: (1) basit ve karmaşık femur boyun kırıklarında mükemmel hasta sonuçları sağlamak, (2) kırık redüksiyonunu kolaylaştırmak, (3) kırık hattında kompresyon sağlamak (lag vida etkisi), (4) stabil tespit sağlamak ve femur boyun kısalmasını önlemek, (5) minimal invaziv yaklaşıma imkan tanımak, (6) anatomik redüksiyon olmadığı zaman bile mükemmel sonuçlar sağlamak ve (7) *cut-out*'u engelleyici özellikte olmak.<sup>[13-15]</sup>

Çalışmamızın iki zayıf noktası vardı. Gerçek kemiği taklit etmeyen 3. nesil yapay kemik kullanılması ve optik deplasman ölçüm cihazlarının kullanılmaması. Bizim biyomekanik laboratuvarımızda bu imkanlar yoktu.

MIS-A-CHS yukarıdaki gereksinimleri mümkün olduğunca karşılamak amacıyla geliştirilmiştir. MIS-A-CHS'nin sıkıştırma yapabilen, perkütan uygulanabilen ve dikdörtgen delikten bir vida ile kilitlenebilen özellikleri vardır. Bu implant, "Z" etkisinin ortaya çıkmasını önlemek için bir lag vidası ile bir monoblok implant olarak tasarlanmıştır.

Bu çalışma, bize Pauwels 3 femur boyun kırıklarında MIS-A-CHS'nin önemli biyomekanik avantajlarını gösterdi. MIS-A-CHS, KV ile tespit edilenlerle karşılaştırıldığında aksiyel ve torsiyonel yüklemeye karşı anlamlı ölçüde daha az femur başı yer değiştirmesine sebep olmakla birlikte, proksimal ve distal parçalar arasında daha fazla sıkıştırma kuvveti sağladı.

Teorik olarak, kırık impaksiyonu sağlayan bir cihaz kaynama gecikmesi veya kaynamama oranını belirgin derecede azaltır. MIS-A-CHS sadece geleneksel vidalama manevrası ile kırık bölgesinde kompresyon etkisi göstermez aynı zamanda sıkıştırma vidası tarafından sağlanan ilave bir sıkıştırma etkisi yapabilir (Şekil 2). Bütün bu kompresyon uygulamasından sonra yine de bir miktar kayma etkisi mevcuttur. Biz MIS-A-CHS ve KV tarafından sağlanan maksimum sıkıştırma etkisini dolaylı olarak ayrı ayrı ölçtük. Sonuçlar MIS-A-CHS'de daha iyi sıkıştırma etkisi gösterdi. Sonuçlar önceki çalışmaların da açıkça gösterdiği gibi KV üzerinde geleneksel dinamik kalça vidası (DKV)'nın üstünlüğünü gösterdi.<sup>[16-18]</sup> Bununla birlikte, kanüllü vida hala yaygın olarak kullanılan bir tespit yöntemidir.<sup>[5,19-21]</sup>

Sıkıştırma etkisi yapan geleneksel DKV ve MIS-A-CHS arasındaki fark, DKV'da sıkıştırma lateral kortekste plak üzerinden yapılır. Öte yandan MIS-A-CHS'de

aynı amaç için perkütan uygulanan bir kilitleme vidası kullanılır (Şekil 3). MIS-A-CHS'deki kilitleme vidası aynı zamanda lag vidasının geri gelmesini de önler.

KV tespiti için standart uygulama teknik olarak zordur. Bir çalışmada uygun yerleştirilmiş KV pozisyonu için sadece %56.3 (151/268) başarı oranı bildirilmiştir.<sup>[22]</sup> Ancak, bir lag vidanın yerleştirilmesi tekniğine uygun yapılırsa, paralel üç ayrı vida yerleştirilmesine göre daha kolaydır. Klinik uygulamada MIS-A-CHS'nin perkütan uygulaması daha kolay olabilir.

Lag vidasının yerleştirilmesi sırasında proksimal fragmanda kontrol edilemeyen dönmeyle zayıf tespit ve redüksiyon kaybı oluşabilir. Rau ve arkadaşları bu komplikasyonu kendi serilerinde %20 oranında bildirmişlerdir.<sup>[23]</sup> Orijinal teknikte MIS-A-CHS uygulaması sırasında geçici bir Kirchner teli kullanılması bu dönmeyle önler. MIS-A-CHS tasarımında, kilitli bir anti-rotasyon kama lag vidanın kenarındaki oluk üzerinde kayar. Kama yerleştirildikten sonra geri gelmesini önlemek için sıkıştırma vidası ile kilitlenir. Bu uygulama sonucunda anti-rotasyon kaması, deneyde proksimal fragmanın kontrolünde ek stabilite sağladı.

KV yönteminin avantajları küçük bir kesi, daha az invaziv cerrahi, daha az kan kaybı ve hastanın daha kısa süreli hastanede kalmasıdır.<sup>[23]</sup> Ayrıca DKV yöntemi daha fazla yumuşak doku diseksiyonuna sebep olması nedeniyle KV yöntemine göre dezavantajı daha fazladır.<sup>[9]</sup> Ancak MIS-A-CHS perkütan uygulanabilir.

MIS-A-CHS biyomekanik avantajlarının yanı sıra perkütan uygulanabilmesi, kolay implantasyonu ve herhangi bir implant yetersizliğine uğramaması gibi üstün klinik avantajlar sağlamaktadır.<sup>[24]</sup>

**Çıkar örtüşmesi:** Çıkar örtüşmesi bulunmadığı belirtilmiştir.

## Kaynaklar

- Chiu FY, Lo WH, Yu CT, Chen TH, Chen CM, Huang CK. Percutaneous pinning in undisplaced subcapital femoral neck fractures. *Injury* 1996;27:53-5.
- Springer ER, Lachiewicz PF, Gilbert JA. Internal fixation of femoral neck fractures. A comparative biomechanical study of Knowles pins and 6.5-mm cancellous screws. *Clin Orthop Relat Res* 1991;267:85-92.
- Kannus P, Parkkari J, Sievänen H, Heinonen A, Vuori I, Järvinen M. Epidemiology of hip fractures. *Bone* 1996;18(1 Suppl):57-63.
- Wallace WA. The increasing incidence of fractures of the proximal femur: an orthopaedic epidemic. *Lancet* 1983;1:1413-4.
- Liporace F, Gaines R, Collinge C, Haidukewych GJ. Results of internal fixation of Pauwels type-3 vertical femoral neck fractures. *J Bone Joint Surg Am* 2008;90:1654-9.
- Bartonicek J. Pauwels' classification of femoral neck fractures: correct interpretation of the original. *J Orthop Trauma* 2001;15:358-60.
- Deneka DA, Simonian PT, Stankewich CJ, Eckert D, Chapman JR, Tencer AF. Biomechanical comparison of internal fixation techniques for the treatment of unstable basicervical femoral neck fractures. *J Orthop Trauma* 1997;11:337-43.
- Sheng WC, Li JZ, Chen SH, Zhong SZ. A new technique for lag screw placement in the dynamic hip screw fixation of intertrochanteric fractures: decreasing radiation time dramatically. *Int Orthop* 2009;33:537-42.
- Lee YS, Chen SH, Tsuang YH, Huang HL, Lo TY, Huang CR. Internal fixation of undisplaced femoral neck fractures in the elderly: a retrospective comparison of fixation methods. *J Trauma* 2008;64:155-62.
- Dujardin FH, Benez C, Polle G, Alain J, Biga N, Thomine JM. Prospective randomized comparison between a dynamic hip screw and a mini-invasive static nail in fractures of the trochanteric area: preliminary results. *J Orthop Trauma* 2001;15:401-6.
- Thorngren KG, Hommel A, Norrman PO, Thorngren J, Wingstrand H. Epidemiology of femoral neck fractures. *Injury* 2002;33 Suppl 3:C1-7.
- McClung MR. The relationship between bone mineral density and fracture risk. *Curr Osteoporos Rep* 2005;3:57-63.
- Zhang Y, Tian L, Yan Y, Sang H, Ma Z, Jie Q, et al. Biomechanical evaluation of the expansive cannulated screw for fixation of femoral neck fractures. *Injury* 2011;42:1372-6.
- Zlowodzki M, Jönsson A, Paulke R, Kregor PJ, Bhandari M. Shortening after femoral neck fracture fixation: is there a solution? *Clin Orthop Relat Res* 2007;461:213-8.
- Bonnaire FA, Weber AT. Analysis of fracture gap changes, dynamic and static stability of different osteosynthetic procedures in the femoral neck. *Injury* 2002;33 Suppl 3:C24-32.
- Aminian A, Gao F, Fedorow WW, Zhang LQ, Kalainov DM, Merk BR. Vertically oriented femoral neck fractures: mechanical analysis of four fixation techniques. *J Orthop Trauma* 2007;21:544-8.
- Baitner AC, Maurer SG, Hickey DG, Jazrawi LM, Kummer FJ, Jamal J, et al. Vertical shear fractures of the femoral neck. A biomechanical study. *Clin Orthop Relat Res* 1999;367:300-5.
- Blair B, Koval KJ, Kummer F, Zuckerman JD. Basicervical fractures of the proximal femur. A biomechanical study of 3 internal fixation techniques. *Clin Orthop Relat Res* 1994;306:256-63.
- Walker E, Mukherjee DP, Ogden AL, Sadasivan KK, Albright JA. A biomechanical study of simulated femoral neck fracture fixation by cannulated screws: effects

- of placement angle and number of screws. *Am J Orthop* (Belle Mead NJ) 2007;36:680-4.
20. Rupperecht M, Grossterlinden L, Ruecker AH, de Oliveira AN, Sellenschloh K, Nüchtern J, et al. A comparative biomechanical analysis of fixation devices for unstable femoral neck fractures: the Intertan versus cannulated screws or a dynamic hip screw. *J Trauma* 2011;71:625-34.
21. Nowotarski PJ, Ervin B, Weatherby B, Pettit J, Goulet R, Norris B. Biomechanical analysis of a novel femoral neck locking plate for treatment of vertical shear Pauwel's type C femoral neck fractures. *Injury* 2012;43:802-6.
22. Lagerby M, Asplund S, Ringqvist I. Cannulated screws for fixation of femoral neck fractures. No difference between Uppsala screws and Richards screws in a randomized prospective study of 268 cases. *Acta Orthop Scand* 1998;69:387-91.
23. Rau FD, Manoli A 2nd, Morawa LG. Treatment of femoral neck fractures with the sliding compression screw. *Clin Orthop Relat Res* 1982;163:137-40.
24. Saka G, Kurtulmuş T, Sağlam N, Yeniocak S, Akpınar F. Early clinical outcomes of a new and different designed detection method: applying minimal invasiveness, allowing sliding compression and effective antirotator in adult collum femoris fractures. In: *Osteosynthese International 2012 Annula Meeting*; 19-22 September 2012 Rostock, Germany.