

## Torakolomber patlama kırıklarının uzun segment enstrümantasyon tekniği ile tedavisi

### *Treatment of thoracolumbar burst fractures with long segment instrumentation*

Mehmet Akif Altay, Cemil Ertürk, Uğur Erdem Işıkan

*Harran Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji AD, Şanlıurfa*

#### Özet

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı uzun segment enstrümantasyon tekniği ile tedavi ettiğimiz unstabil torakolomber patlama kırıklarının klinik ve radyolojik sonuçlarını değerlendirmektir.

**Gereç ve yöntem:** Torakolomber patlama kırığı nedeniyle tedavi edilmiş olan 23 erişkin hasta (17 erkek, 6 bayan; ort. yaş 28.7; dağılım 18-51 yıl) geriye dönük olarak değerlendirildi. T12-L2 arasındaki nörolojik durumları Frankel sınıflamasına göre C, D ve E grubu hastalar dahil edildi. Kırık yerleşimi 7 hastada T12, 11 hastada L1 kırığı ve 5 hastada L2 vertebrada idi. Tüm hastalarda kırık seviyesinin iki alt ve iki üst seviyesine bilateral pedikül vidaları ve rot sistemi ile tespit yapıldı. Ameliyat öncesi ve sonrası dönemde kanal işgali oranı, sagittal index (SI) ve korpus yüksekliğinde çökme oranlarının yanı sıra ağrı ve iş değerlendirilmeleri yapıldı.

**Bulgular:** Ortalama takip süresi 25.7 ay (dağılım 14-48 ay) idi. Kanal işgali oranı, SI ve korpus yüksekliğinde ameliyat sonrası dönemde, öncesine göre anlamlı bir düzelme olduğu tespit edildi. On dokuz hastada ağrı yok ya da nadir olarak bulundu. Dört hastada günlük aktiviteleri engellemeyen ağrı vardı. On iki hasta eski işine geri döndü. Sekiz hasta hafif işlere geçmek zorunda kalırken üç hasta tam günlük işlerde çalışmıyordu.

**Sonuç:** Uzun segment enstrümantasyon tekniği torakolomber bölge patlama kırıklarında etkili ve güvenli bir yöntem olarak kullanılabilir.

*Pam Tıp Derg 2011;4(1):1-7*

**Anahtar sözcükler:** Torakolomber patlama kırığı, cerrahi tedavi, uzun-segment enstrümantasyon

#### Abstract

**Aim:** The aim of this study was to evaluate the clinical and radiological results of the unstable thoracolumbar burst fractures which were treated with long-segment instrumentation.

**Material and Methods:** Twenty-three patient (17 men, 6 women; mean age 28.7 (range18-51)) who were treated with thoracolumbar burst fractures were evaluated retrospectively. Between T12 and L2 according to Frankel classification C, D and E type fractures were included in this study. Of all the patients, seven of them had T12, eleven patients had L1 and five patients had L2 fractures. Two segments above and below bilateral pedicular screw and rod system were used for all patients. In the preoperative and postoperative period, work and pain scale as well as canal compromise rate, sagittal index (SI) and anterior body compression were evaluated.

**Results:** Mean follow-up period was 25.7 months (range 14-48 months). There was a significant increase in postoperative period for canal compromise rate, sagittal index (SI) and anterior body compression. Nineteen patients had no or occasional minimal pain. Four patients had minimal pain but no interruption of work. Twelve patients returned to previous employment. Eight patients were unable to return to their previous employment but working full time at a new job and three patients were unable to return to their previous employment, not working full-time.

**Conclusion:** Long-segment instrumentation can be used effectively and safely in the treatment of thoracolumbar burst fracture.

*Pam Med J 2011;4(1):1-7*

**Key words:** Thoracolumbar burst fracture, surgical treatment, long-segment instrumentation

Mehmet Akif Altay

Yazışma Adresi: Harran Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji AD, Şanlıurfa  
e-mail: maltay63@yahoo.com

Geliş tarihi : 24.05.2010

Kabul tarihi: 01.10.2010

## Giriş

Vertebra kırıklarının yaklaşık %90'ı torakolomber bölge çevresinde olup bunların da % 10-20'sini patlama kırıkları oluşturmaktadır [1]. Torakolomber patlama kırıklarının tedavisinde hala tam bir fikir birliği olmasa da ortak amaç vertebral kanal stabilitesinin restorasyonu, spinal kanal dekompresyonunun sağlanması ve hastanın erken mobilizasyonudur [2]. Bu kırıklar önceleri konservatif olarak tedavi edilirken ilerleyici nörolojik kayıp, kanal işgali, cisim çökmesi ve kifotik değişimlerin görülmesinin yanı sıra tespit materyallerindeki gelişmeler nedeniyle cerrahi yaklaşımların önceliği artmıştır [3]. Cerrahi yaklaşımda anterior, posterior ya da her iki yaklaşım birlikte kullanılsa da her bir yaklaşımın etkinliği birbirine benzerdir [4]. Ancak posterior yaklaşım vertebra cerrahları arasında uygulama kolaylığı ve az insizyon alanı kullanımından dolayı instabil torakolomber patlama kırıklarında daha yaygın kullanım alanı bulmaktadır [4]. Son yıllarda kısa segment pedikül enstrümantasyonu daha az hareketli alanı ilgilendirmesi nedeniyle popüler bir yöntem olarak sunulmaktadır [5,6]. Ancak bu yöntemin ameliyat süresini kısaltması, daha az cerrahi tespit materyali kullanılması ve daha fazla hareketli alanı korumasının [7] yanısıra çeşitli çalışmalarda kısa segment pedikül enstrümantasyonuna bağlı uzun dönemde %9-54 oranında implant yetmezliği ve kifoz artışı, ayrıca %50 oranda da orta şiddetli ağrı gibi başarısızlıklar bildirilmiştir [2,5,8]. Uzun

segment enstrümantasyonu ve posterolateral füzyon sonrasında ise son derece başarılı klinik ve radyolojik sonuçlar bildirilmiştir [9,10].

Geriye dönük olarak düzenlenen bu çalışmanın amacı kliniğimizde uzun segment enstrümantasyon tekniği ve posterolateral füzyon ile tedavi ettiğimiz instabil olan torakolomber patlama kırıklarının klinik ve radyolojik sonuçlarını değerlendirmektir.

## Gereç ve yöntem

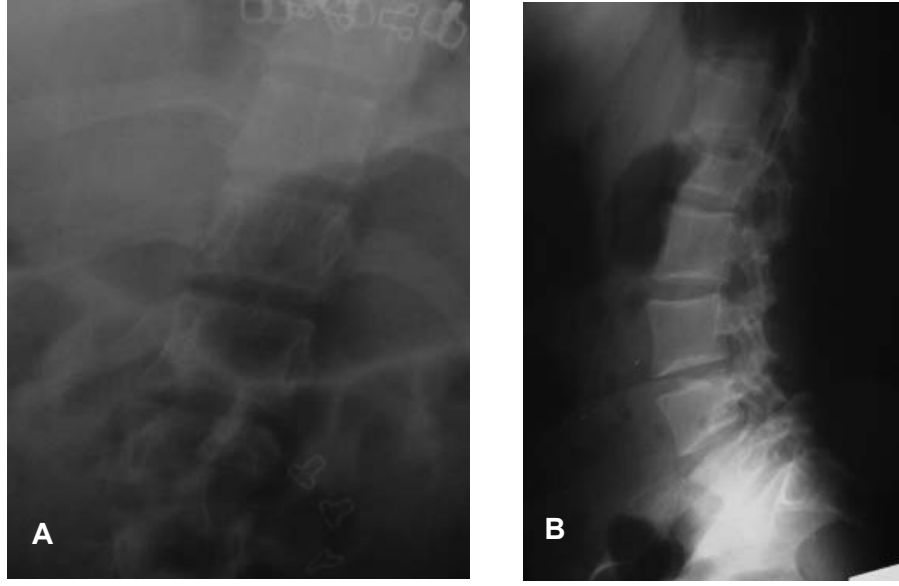
Bu çalışmada yerel etik kurul onayı alındıktan sonra 2001 - 2009 yılları arasında, torakolomber patlama kırığı nedeniyle tedavi edilmiş olan 23 erişkin hasta (17 erkek, 6 bayan; ort. yaş 28.7; dağılım 18-51 yıl) geriye dönük olarak değerlendirildi. Tüm hastalardan aydınlatılmış onam formu alındı. Çalışmamıza T12-L2 arasındaki nörolojik durumları Frankel [11] sınıflamasına göre C, D ve E grubu hastalar dahil edildi; Frankel derecesi 5 hastada C, 12 hastada D ve 6 hastada E idi. Kırık yerleşimi 7 (%30) hastada T12, 11 (%48) hastada L1 kırığı ve 5 (%22) hastada L2 vertebrada idi. Cerrahi endikasyon kriterleri sagittal index (SI)  $\geq 15^\circ$ , vertebra korpus yüksekliğinde %50'den fazla çökme ya da %40'dan fazla kanal darlığı olarak belirlendi [5,12,13]. On hastada kırık nedeni trafik kazası, 8 hastada yüksekten düşme ve 5 hastada ise sporla ilgili nedenlerdi. Kırıklar Denis'in [14] tanımladığı sınıflama sistemine göre değerlendirildi (Tablo 1).

**Tablo 1.** Hastalarımızın Denis sınıflamasına göre dağılımı

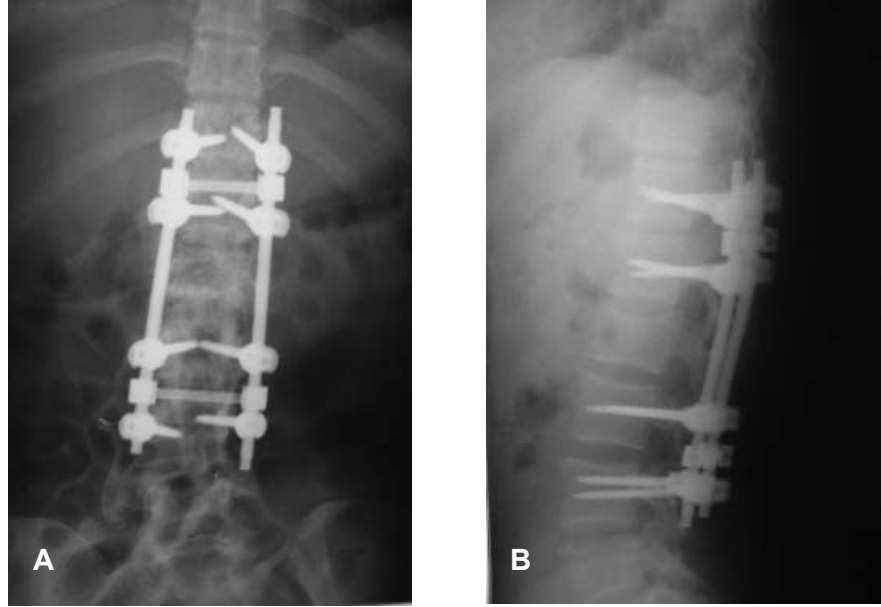
Denis sınıflaması	Tanımı	Hasta sayısı
A	Üst ve alt son-plakların her ikisinde kırık	3
B	Sadece üst son-plak kırığı	17
C	Sadece alt son-plak kırığı	2
D	Patlama rotasyon kırığı	0
E	Lateral fleksiyon patlama kırığı	1

Ameliyat sırasında tüm hastalar prone pozisyonunda ve kırık redüksiyonunu kolaylaştırmak amacı ile hiperekstansiyona zorlanacak şekilde yatırıldı. Tüm hastalarda Alıcı (Hipokrat, İzmir, Türkiye) spinal seti kullanıldı ve kırık seviyesinin iki alt ve iki üst seviyesine bilateral pedikül vidaları ve rot sistemi ile tespit yapıldı. Proksimal ve distal seviyeden iki adet transvers bağlayıcı uygulanarak rotasyonel stabilite sağlandı. Vidalar kilitlemeden önce rotlara verilen eğimler kullanılarak ve distraksiyon uygulanarak kırığın redüksiyonu ve ligamentotaksis ile spinal kanalın indirekt

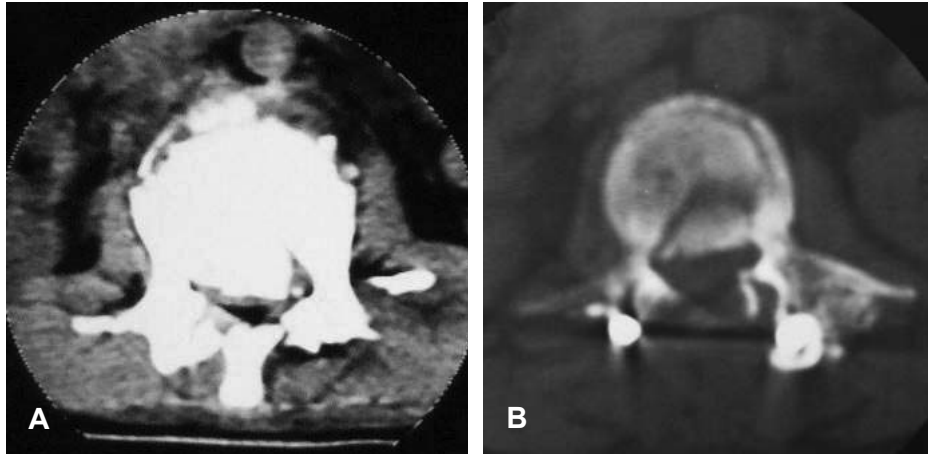
dekompresyonu sağlandı. Transvers proces ve laminalara dekortikasyon uygulandıktan sonra iliak kanattan alına otojen kemik grefti posterolateral alana füzyon sağlanması amacıyla uygulandı. Ameliyat sonrası dönemde hastaların 2-3 günlük yatak istirahati sonrası Jewet tipi hiperekstansiyon korsesi ile yürümelerine izin verildi ve 3-4 ay süreyle korse kullanımına devam etmeleri önerildi. Hastaların ameliyat öncesi, ameliyat sonrası erken dönem ve son kontrollerindeki ön-arka ve yan grafipleri ile bilgisayarlı tomografileri değerlendirildi (Resim 1,2,3).



**Resim 1.** 22 yaşında bayan hasta L1 patlama kırığı, ameliyat öncesi (A) ön-arka ve (B) yan grafileri.



**Resim 2.** Aynı hastanın ameliyat sonrası (A) ön-arka ve (B) yan grafileri.



**Resim 3.** Kanal basısının değerlendirilmesi için aynı hastanın (A) ameliyat öncesi ve (B) ameliyat sonrası bilgisayarlı tomografi kesitleri.

Direkt radyografilerde SI ve korpus yüksekliğindeki çökme belirlendi. Korpus yüksekliğindeki çökme Mumford ve ark.nın [15] yöntemiyle bir üst ve bir alt vertebra referans alınarak değerlendirildi. SI, Farcy ve ark.nın [16] tanımladığı şekilde ölçüldü. Kanal işgali oranı değerlendirilmesinde ise bilgisayarlı tomografiden yararlanıldı. Hastalarımızın fonksiyonel olarak değerlendirilmesinde Denis ağrı ve iş skalaları kullanıldı [17]. Yeterli füzyonun sağlanıp sağlanmadığı ise ameliyat sonrası takiplerdeki ön-arka ve yan grafiler ile bilgisayarlı tomografi görüntülerinin yardımıyla değerlendirildi.

İstatistiksel analiz için SPSS 15 programı kullanıldı. Ameliyat öncesi/sonrası ve son takiplerdeki parametrelerin değerlendirilmesinde Friedman analizi ve fark yaratan grubun belirlenmesinde Wilcoxon testi kullanıldı.  $p<0.05$  anlamlı olarak kabul edildi.

### Bulgular

Ortalama takip süresi 25.7 ay (dağılım 14-48 ay) ve ortalama hastanede kalış süresi 6.8 gün (dağılım 4-12 gün) idi. Bir hastada ameliyat sonrası 8. ayda  $18^{\circ}$  korreksiyon kaybı saptandı. Bu hastanın implantlarında kırılma ya da çıkma olmamasına karşın implant yetmezliği tespit edildi ancak klinik şikayetlerinin olmaması nedeniyle revizyon uygulanmadı ve bir yıl sonunda yeterli füzyon sağlandığı tespit edildi. İki hastada ameliyat sonrası erken dönemde yara yeri enfeksiyonu gelişti

ve uygun antibiyoterapi ile düzelme sağlandı. Yüksekten düşme nedeniyle ameliyat edilen bir hastada da kırık bölgesinde kaza sırasında oluşan yaralanmaya bağlı olacak cilt nekrozu gelişti ve plastik cerrahi konsültasyonu sonucu flep çevrilen hasta sorunsuz iyileşti. Hiçbir hastamızda ameliyat sırasında kanal basısına yönelik dekompresyon işlemi yapılmadı ve ameliyat sonrası geç dönemde nörolojik defisit gelişmedi. İki hastada birer pedikül vidalarında uygunsuz yerleşim tespit edildi ancak ek sorun oluşturmadığı için çıkartılmadı.

Hastalarımızın ameliyat öncesi, ameliyat sonrası ve son takiplerindeki kanal işgali oranı, SI ve vertebra korpuslarındaki çökme oranları ve istatistiksel analiz sonuçları tablo 2 de sunulmuştur. Bu sonuçlara göre kanal işgali oranının ameliyat sonrasında öncesine göre anlamlı derecede azaldığı ve bu gerilemenin son takip değerlendirmelerinde de anlamlı olduğu tespit edildi ( $p<0.001$ ). SI değerlendirilmesinde, ameliyat sonrası ölçümlerde öncesine göre anlamlı bir düzelme varken son takip değerlendirmelerinde bu düzelmede kısmi bir kayıp olduğu saptandı ( $p<0.001$ ). Korpus yüksekliğindeki çökme ölçümlerinin değerlendirilmesinde de ameliyat sonrasında anlamlı bir düzelme olmasına rağmen son takip değerlendirmesinde bu düzelmede kısmi bir kayıp olduğu saptandı ( $p<0.001$ ).

Son takiplerdeki ağrı değerlendirmesinde 11 hastanın (%48) ağrı yakınması yoktu (P1);

**Tablo 2.** Ameliyat öncesi, ameliyat sonrası ve son takipteki sonuçlar

	Ortalama+SD	$\chi^2$	p değeri
Kanal işgali oranı (%)			
Ameliyat öncesi	34.3±13.3	42.7	0.000
Ameliyat sonrası	11.3±7.0		
Son takip	10.6±6.5		
Sagittal indeks ( $^{\circ}$ )			
Ameliyat öncesi	18.9±4.8	41.7	0.000
Ameliyat sonrası	6.7±3.9		
Son takip	8.2±4.1		
Korpusta çökme (%)			
Ameliyat öncesi	42.5±12.9	43.3	0.000
Ameliyat sonrası	12.5±5.7		
Son takip	14.8±6.3		

\*Friedman analizi

8 hastada (%35) tedavi ihtiyacı gerektirmeyen nadir ağrı yakınması vardı (P2); 4 hastanın (%17) ise günlük aktivitelerine ve işlerine engel olmayan, ancak tedavi ihtiyacı doğuran ağrıları vardı (P3).

İş değerlendirmesinde, 12 hasta (%52) eski işlerine geri döndü; bu hastaların 7'si (%58) gerektiğinde fiziksel olarak ağır iş yapabiliyor (W1), 5'i (%42) yapamıyordu (W2). 8 hasta (%35) fiziksel olarak daha hafif işlere geçmek zorunda kaldı (W3). 3 hasta (%13) ise tam günlük işlerde çalışmıyordu (W4).

Genelde implantların çıkartılması kliniğimizde rutin bir uygulama olmamakla birlikte 18 ve 22 yaşlarındaki iki bayan hastamızda ağrı şikayetleri nedeniyle ameliyat sonrası 2. yılda implantlar çıkartıldı.

### Tartışma

Torakolomber bölge spinal yaralanmaların sık olduğu bir alandır. Bu bölge kaburgalar ve sternum tarafından korunan ve daha stabil olan torasik vertebralara hareketli lomber bölge arasında bir geçiş alanıdır. Bu nedenle bu bölge kırıkları genellikle oldukça instabildir ve kifotik deformiteler daha sık görülür [7]. Torakolomber patlama kırıklarının konservatif tedavisi ile geç dönemde karşılaşılabilen spinal kanal stabilitesinin yetersizliği, ağrı, deformite ve sinir yaralanmaları gibi sorunların yanı sıra sağlık yönetimindeki ve hastaların beklentilerindeki değişikliklerde cerrahi tedaviye yönelimi artırmıştır [12]. Cerrahi tedavideki avantajlar omurganın erken stabilizasyonu ve buna bağlı nörolojik durumun kötüleşme oranının azalması olarak bildirilmiştir [13]. Transpediküler vidaların kullanıma girmesi ile birlikte bu kırıkların tedavisinde uygun hasta seçimi yapılırsa kısa segment posterior enstrümantasyonun iyi bir tedavi alternatifini olabileceğini savunan yazarlar [5,6] olmasına rağmen çeşitli çalışmalarda bu uygulamanın yüksek başarısızlık oranları ile sonuçlandığı bildirilmiştir [8,9,18]. Bu başarısızlıkları önlemek için patlama kırıklarında anterior kolonu destekleyici çeşitli alternatif yöntemler geliştirilmiştir. Bunlardan birisi de kısa segment enstrümantasyonu takiben transpediküler greftleme uygulaması ile vertebra korpusunun yeniden şekillendirilmeye çalışılmasıdır. Ancak birçok otör transpediküler greftlemenin erken dönemde implant yetmezliği ve korreksiyon kaybını önlemediğini ve uzun dönemde düşük anterior interbody füzyon oranlarına yol açabileceğini bildirmektedir [18,19]. Yine implant yetmezliğini önlemek için kırık vertebra içine polymethyl methacrylate injeksiyonu uygulanmış fakat tatminkar uzun

dönem sonuçlar bildirilmemiştir [20,21]. Son olarak anterior yaklaşımla tespit ve strut greft uygulamaları önerilmiş, bu da daha invazif bir cerrahi işlem gerektirdiği, ameliyat süresini, kan kaybını ve morbiditeyi artırdığı için çok yaygın kullanım alanı bulamamıştır [19,22]. Ancak yine de bazı otörler uzun dönem takiplerini bildirdikleri çalışmalarında kısa segment enstrümantasyonu ile başarılı sonuçlar elde ettiklerini bildirmişlerdir [6,23-25]. Bu yöntemin avantajları olarak donör saha komplikasyonlarının azaldığı, daha fazla hareketli segmentin korunduğu, ameliyat süresi ve kan kaybının azaltıldığı savunulmaktadır [26]. Buna karşın birçok çalışmada uzun segment enstrümantasyonu ile hem radyolojik hem de klinik olarak başarılı sonuçlar bildirilmiştir [2,9,10]. Altay ve ark. [5] uzun segment enstrümantasyonun torakolomber bölgenin her tip kırığında kullanılabileceğini, ve çalışmalarından elde ettikleri sonuçlara göre uzun segment uygulamasının daha güvenli bir tespit sağladığını ve kısa segmente göre daha iyi bir düzelme elde ettiklerini bildirmişlerdir. Tezeren ve Kuru [2] kısa ve uzun segment uygulamalarını karşılaştırdıkları çalışmalarında tüm hastalarında yeterli füzyon sağladıklarını, iki yukarı ve iki aşağı seviyeli uzun segment uygulamasında hiç başarısız sonuçla karşılaşmalarına rağmen kısa segment uygulamalarında % 55 oranında başarısız sonuç elde ettiklerini bildirmişlerdir. Biz de bu çalışmamızda hiçbir hastamızda yetmezliğe bağlı başarısızlık tespit etmedik. Hastalarımızda ameliyat sonrası dönemde öncesine göre SI'da % 65 ve korpustaki çökme oranında ise % 70 bir düzelme sağlandığını gördük. Ortalama 25.7 ay takip sonunda tüm hastalarımızda füzyon sağlandığı ve ameliyat sonrasındaki değerlere göre SI'da % 8 ve korpustaki çökme oranında ise % 5 bir gerileme tespit edildi. Sasso ve Cotler [27] kısa segment enstrümantasyonu uyguladıkları 23 hastanın 20 aylık takiplerinde ameliyat sonrası erken dönemde kifozda anlamlı bir düzelme elde etmelerine karşın bu düzelmenin üçüncü ayda kaybolduğunu bildirmişlerdir.

Torakolomber patlama kırıklarında travmaya bağlı kanal işgali oranı, cerrahi müdahale sırasında kanalın dekompresyonu ve takiplerdeki remodelizasyon önemli bir konudur. Spinal kanalın takipler sırasında ortalama % 50 oranında remodelizasyona uğradığını bildiren çalışmalar vardır [13,28,29]. Bizim çalışmamızda da hiçbir hastaya basıya yönelik doğrudan müdahale yapılmadan son takiplerde ortalama kanal işgali oranında % 68' lik bir remodelizasyon gözlemlendi. Çelebi ve ark. [13] kısa segment uyguladıkları çalışmalarında

rezidüel kanal darlığının fonksiyonel sonuçları etkilemediğini ancak rezidüel kanal darlığının gelecekte dejeneratif sürece nasıl bir katkı yapacağını, klinik ve fonksiyonel sonuçları nasıl etkileyeceğinin tam olarak açıklığa kavuşturulamadığını bildirmişlerdir. Yine spinal kanal remodelizasyonu üzerine yapılan çalışmalarda düzelmelerin çoğunlukla ilk 12 ay içinde olduğu ve 12. aydan sonra anlamlı bir düzelme olmadığı bildirilmiştir [30]. Bizim çalışmamızda en kısa takip süremiz 14 ay olduğundan kanal remodelizasyonunda tatminkar bir başarı elde ettiğimiz ve sürecin tamamlandığı kanısındayız.

Sonuç olarak omurganın en hareketli bölgesi olan torakolomber bölgenin instabil patlama kırıkları ile yaptığımız bu çalışmada uzun segment enstrümantasyonun ortalama 25.7 aylık takip sonucunda kanal işgali oranı, SI ve korpustaki çökme oranında başarılı ve tatminkar bir düzelme sağladığı, tüm hastalarda yeterli füzyon sağlandığı ve hiçbir hastamızda implant yetmezliği oluşmadığı gözlenmiştir. Biz de uzun segment enstrümantasyonun torakolomber bölge patlama kırıklarında klinik ve radyolojik olarak başarılı sonuçlar elde edilebilen etkili ve güvenli bir yöntem olarak kullanılabileceği görüşündeyiz.

## Kaynaklar

1. Park WM, Park YS, Kim K, Kim YH. Biomechanical comparison of instrumentation techniques in treatment of thoracolumbar burst fractures: a finite element analysis. *J Orthop Sci* 2009;14:443-449.
2. Tezeren G, Kuru I. Posterior fixation of thoracolumbar burst fracture: short-segment pedicle fixation versus long-segment instrumentation. *J Spinal Disord Tech* 2005;18:485-488.
3. Ağuş H, Kayalı C, Pedükcoşkun S. Patlama tipi torakolomber omurga kırıklarında tedavi seçimi. *Acta Orthop Traumatol Turc* 1999;33:295-304.
4. Modi HN, Chung KJ, Seo IW, et al. Two levels above and one level below pedicle screw fixation for the treatment of unstable thoracolumbar fracture with partial or intact neurology. *J Orthop Surg Res* 2009;4:28.
5. Altay M, Ozkurt B, Aktekin CN, Ozturk AM, Dogan O, Tabak AY. Treatment of unstable thoracolumbar junction burst fractures with short- or long-segment posterior fixation in magerl type a fractures. *Eur Spine J* 2007; 16:1145-1155.
6. Siebenga J, Leferink VJ, Segers MJ, et al. Treatment of traumatic thoracolumbar spine fractures: a multicenter prospective randomized study of operative versus nonsurgical treatment. *Spine* 2006;31:2881-2890.
7. Yi L, Jingping B, Gele J, Baoleri X, Taixiang W. Operative versus non-operative treatment for thoracolumbar burst fractures without neurological deficit. *Cochrane Database Syst Rev* 2006;4:CD005079.
8. McLain RF, Sparling E, Benson DR. Early failure of short-segment pedicle instrumentation for thoracolumbar fractures. A preliminary report. *J Bone Joint Surg Am* 1993;75:162-167.
9. Tezeren G, Bulut O, Tukenmez M, Ozturk H, Oztemur Z, Ozturk A. Long segment instrumentation of

- thoracolumbar burst fracture: fusion versus nonfusion. *J Back Musculoskelet Rehabil* 2009;22:107-112.
10. Korovessis PG, Baikousis A, Stamatakis M. Use of the Texas Scottish Rite Hospital instrumentation in the treatment of thoracolumbar injuries. *Spine* 1997;22: 882-888.
11. Frankel HL, Hancock DO, Hyslop G, et al. The value of postural reduction in the initial management of closed injuries of the spine with paraplegia and tetraplegia I. *Paraplegia* 1969;7:179-192.
12. McLain RF. The biomechanics of long versus short fixation for thoracolumbar spine fractures. *Spine* 2006; 31:70-79.
13. Celebi L, Doğan O, Muratlı HH, Yağmurlu MF, Biçimoğlu A. Torakolomber vertebranın patlama kırıklarında kısa segment posterior enstrümantasyonun etkinliği. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2007;41:183-189.
14. Denis F. The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. *Spine* 1983;8:817-831.
15. Mumford J, Weinstein JN, Spratt KF, Goel VK. Thoracolumbar burst fractures. The clinical efficacy and outcome of nonoperative management. *Spine* 1993;18: 955-970.
16. Farcy JP, Weidenbaum M, Glassman SD. Sagittal index in management of thoracolumbar burst fractures. *Spine* 1990;15:958-965.
17. Denis F, Armstrong GW, Searls K, Matta L. Acute thoracolumbar burst fractures in the absence of neurologic deficit. A comparison between operative and nonoperative treatment. *Clin Orthop Relat Res* 1984; 189:142-149.
18. Alanay A, Acaroglu E, Yazici M, Oznur A, Surat A. Short-segment pedicle instrumentation of thoracolumbar burst fractures: does transpedicular intracorporeal grafting prevent early failure? *Spine* 2001;26:213-217.
19. Knop C, Fabian HF, Bastian L, et al. Fate of the transpedicular intervertebral bone graft after posterior stabilization of thoracolumbar fractures. *Eur Spine J* 2002;11:251-257.
20. Chen JF, Lee ST. Percutaneous vertebroplasty for treatment of thoracolumbar spine bursting fracture. *Surg Neurol* 2004;62:494-500.
21. Cho DY, Lee WY, Sheu PC. Treatment of thoracolumbar burst fractures with polymethyl methacrylate vertebroplasty and short-segment pedicle screw fixation. *Neurosurgery* 2003;53:1354-1360.
22. Kirkpatrick JS, Wilber RG, Likavec M, Emery SE, Ghanayem A. Anterior stabilization of thoracolumbar burst fractures using the Kaneda device: a preliminary report. *Orthopedics* 1995;18:673-678.
23. McNamara MJ, Stephens GC, Spengler DM. Transpedicular short-segment fusions for treatment of lumbar burst fractures. *J Spinal Disord* 1992;5:183-187.
24. Müller U, Berlemann U, Sledge J, Schwarzenbach O. Treatment of thoracolumbar burst fractures without neurologic deficit by indirect reduction and posterior instrumentation: bisegmental stabilization with monosegmental fusion. *Eur Spine J* 1999;8:284-289.
25. Rommens PM, Weyns F, Van Calenberghe F, Goffin J, Broos PL. Mechanical performance of the Dick internal fixator: a clinical study of 75 patients. *Eur Spine J* 1995; 4:104-109.
26. Wang ST, Ma HL, Liu CL, Yu WK, Chang MC, Chen TH. Is fusion necessary for surgically treated burst fractures of the thoracolumbar and lumbar spine?: a prospective, randomized study. *Spine* 2006;31:2646-2652.
27. Sasso RC, Cotler HB. Posterior instrumentation and fusion for unstable fractures and fracture-dislocations of the thoracic and lumbar spine. A comparative study of three fixation devices in 70 patients. *Spine* 1993;18: 450-460.

28. Sjöström L, Jacobsson O, Karlström G, Pech P, Rauschnig W. Spinal canal remodelling after stabilization of thoracolumbar burst fractures. *Eur Spine J* 1994;3:312-317.
29. Yazici M, Atilla B, Tepe S, Calisir A. Spinal canal remodeling in burst fractures of the thoracolumbar spine: a computerized tomographic comparison between operative and nonoperative treatment. *J Spinal Disord* 1996;9:409-413.
30. de Klerk LW, Fontijne WP, Stijnen T, Braakman R, Tanghe HL, van Linge B. Spontaneous remodeling of the spinal canal after conservative management of thoracolumbar burst fractures. *Spine* 1998;23:1057-1060.