

DENİS TİP-B TORAKOLOMBER PATLAMA KIRIKLARINDA UZUN SEGMENT TRANSPEDİKÜLER FİKSASYONUN ETKİNLİĞİ

THE EFFICIENCY OF LONG SEGMENT TRANSPEDICULAR FIXATION IN DENİS TYPE-B THORACOLUMBAR BURST FRACTURES

Serkan BİLGİÇ*, Tolga EGE****, Kenan KOCA*, Yüksel YURTTAŞ*,
Ömer ERŞEN*, Erbil OĞUZ**, Ali ŞEHİRLİOĞLU***

ÖZET:

Torakolomber patlama kırıklarında, stabil bir fiksasyon sağlayarak daha az segmentin etkilendiği kısa segment pedikül fiksasyonu sık kullanılan bir yöntem olmasına rağmen, redüksiyonun korunmasında yetersiz kaldığı ve implant yetersizliği riskinde artış olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada, uzun segment posterior fiksasyonun kırık sonrası oluşan deformitenin düzeltilmesi ve korunması üzerine etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2000 - 2007 yılları arasında tek seviyeli Dennis tip B torakolomber patlama kırığı nedeniyle kliniğimizde uzun segment posterior füzyon yapılmış olan hastalar, retrospektif olarak değerlendirilmiştir. Radyolojik değerlendirme anterior cisim yükseklik kaybı ve lokal kifoz açısı ile yapılmıştır. Hastaların hepsine aynı implantasyon sistemi uygulanmıştır ve nörolojik defisit olmadığından hastaların hiçbirine laminektomi veya dekompresyon uygulanmamıştır. Hastalar ağrı ve fonksiyon

yönünden Likert anketi kullanılarak değerlendirilmiştir.

Hastaların yaralanmadan sonra ameliyata alınmaları arasında geçen süre ortalama 21 saattir. Hastaların ortalama takip süresi ortalama 42 aydır. Anterior cisim yükseklik kaybı (ACYK) ortalama % 40.55 den postoperatif dönemde % 10.42'ye düşmüş, takiplerde % 17,41'e yükselmiştir. Preoperatif dönemde 16,41° olan lokal kifoz açısı (LKA), takiplerde 4,02° olarak bulunmuştur. Hastaların takiplerdeki fonksiyon ve ağrı skorlaması iyi olarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak uzun segment posterior fiksasyonun tek seviyeli Denis tip B patlama kırıklarında tercih edilmesi gereken bir tedavi yöntemi olduğu fikri elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Torakolomber patlama kırıkları, Denis tip B kırığı, cerrahi tedavi, uzun enstrümantasyon

Kanıt Düzeyi: Retrospektif Klinik Çalışma, Düzey III

(*) Yrd. Doç. Dr., GATA Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Ankara

(**) Doç. Dr., GATA Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Ankara

(***) Prof. Dr., GATA Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Ankara

(****) Uzm. Dr., Van Asker Hastanesi, Van

(*****) Uzm. Öğr., GATA Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Ankara

Yazışma Adresi: Yrd. Doç. Dr. Serkan Bilgiç, GATA Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Etilik / Ankara.

Tel: 0 312 304 30 76 - 304 55 01

e-mail: serbil11 @ yahoo.com

SUMMARY:

In thoracolumbar burst fractures, short segment pedicular fixation is an often method which provides stable fixation with less segment involvement. Despite of this, it is found to be inadequate secure the reduction and cause increase of implant failure risk. In this study we aim to determine the effect of long segment posterior fixation in correction and preservation of deformity caused by vertebral fracture.

We evaluate patients who had long segment posterior fusion surgery for single level Denis type B patlama fracture retrospectively. The radiologic evaluation of patients done with anterior corpus height loss (ACHL) and local kyphosis angle (LKA) preoperatively, postoperatively and late postoperative. All implant systems were the same and by reason of no patients has neurolojic deficiency, no

laminectomies or decompressions performed. Patients evaluated clinically with Linkert questionnaire.

The period between the accidents and surgeries was 21 hours. Average follow-up time was 42 months. ACHL decreased from 40.55 % to 10.42 % after surgery, but increased to 17,41° at follow up visit. LKA was 16,41° preoperatively and 4.02° in followup. Pain and function scores are good in follow-up. Consequently we believe that long segment posteior fixation should be the preferred choice in treatment of single level Dennis type B burst fractures.

Key Words: *Tproacolumbar burst fractures, Denis type-B fractures, surgical treatment, long instrumentation.*

Level of Evidence: *Retrospective Clinical Cohort Study, Level III*

GİRİŞ:

Torakolomber patlama kırıklarında cerrahi yöntem seçimiyle ilgili tartışmalar sürmektedir (2,4,8,22,32). Mükün olduğunca az sayıda hareketli segmentin etkilendiği, stabil bir fiksasyon elde etme çabalarıyla geliştirilmiş kısa segment pedikül fiksasyonu en yaygın kullanılan yöntemdir (2,10,16,33,34,40,44,50). Ancak uzun dönem takiplerde torakolomber kırık redüksiyonu ve bu redüksiyonun korunmasında, bu yöntemin yeterli olmadığı (5,6,12,15,16, 48), % 9-54 implant yetmezliği insidansı ve korreksiyon kaybı görüldüğü izlenmiştir (2,4,21,24,31,35,37,47). Bu da ortopedistleri anterior kolonun transpediküler kemik greftiyle (2,11,25,26), anterior destek yerleştirilmesine (8,32,43), polimetilmetakrilat enjeksiyonuyla (9,23) desteklenmesi arayışlarına itmiştir.

Pedikül vidalarına binen yükü azaltmak için kullanılan, daha başarılı sonuçlar bildirilen kırık seviyesinin iki alt ve iki üst seviyenin tespit edildiği uzun segment enstrümantasyon diğer bir alternatiftir (1,2,3,20,39,50).

Bu retrospektif çalışmanın amacı; Denis tip-B torakolomber patlama kırıklarında, iki alt iki üst seviyeye uyguladığımız transpediküler fiksasyonun, deformitenin düzeltilmesine ve düzelmenin korunmasına olan etkisini değerlendirmektir.

GEREÇ VE YÖNTEM:

Çalışmaya 2000-2007 yılları arasında patlama kırığı nedeniyle cerrahi tedavi uygulanan 22 hasta (4 kadın, 18 erkek) dahil edilmiştir. Kırıkların seviyesi 12 hastada L1, 8 hastada T12, 2 hastada L2 olup (Tablo-1), 16 hasta motorlu araç kazası, 8 hasta yüksekte düşme sonucu yaralanmıştır. Hiçbir hastada nörolojik defisit yoktur. Cerrahi esnasında hastaların ortalama yaşı 42.36 ± 3.56 yıldır.

Sagittal indeksin 15° 'yi ve anterior cisim yükseklik kaybının (ACYK) % 50'yi geçtiği olgularda cerrahi düşünülmüştür. Tek seviyeli Denis tip-B torakolomber patlama kırıkları olan hastalarda kırığın iki alt ve iki seviyesine transpediküler vida fiksasyonu ve kırık seviyesinin bir alt ve üst seviyesine füzyon uygulanmıştır. Tüm hastalarda T12 ve lomber seviyeler için 6.5 mm, daha yukarı seviyeler için 5.5 mm'lik aynı tip enstrümantasyon sisteminin pedikül vidaları rodları kullanıldı (PASSmed Spinal internal fixation system, La ROCHELLA-FRANCE).

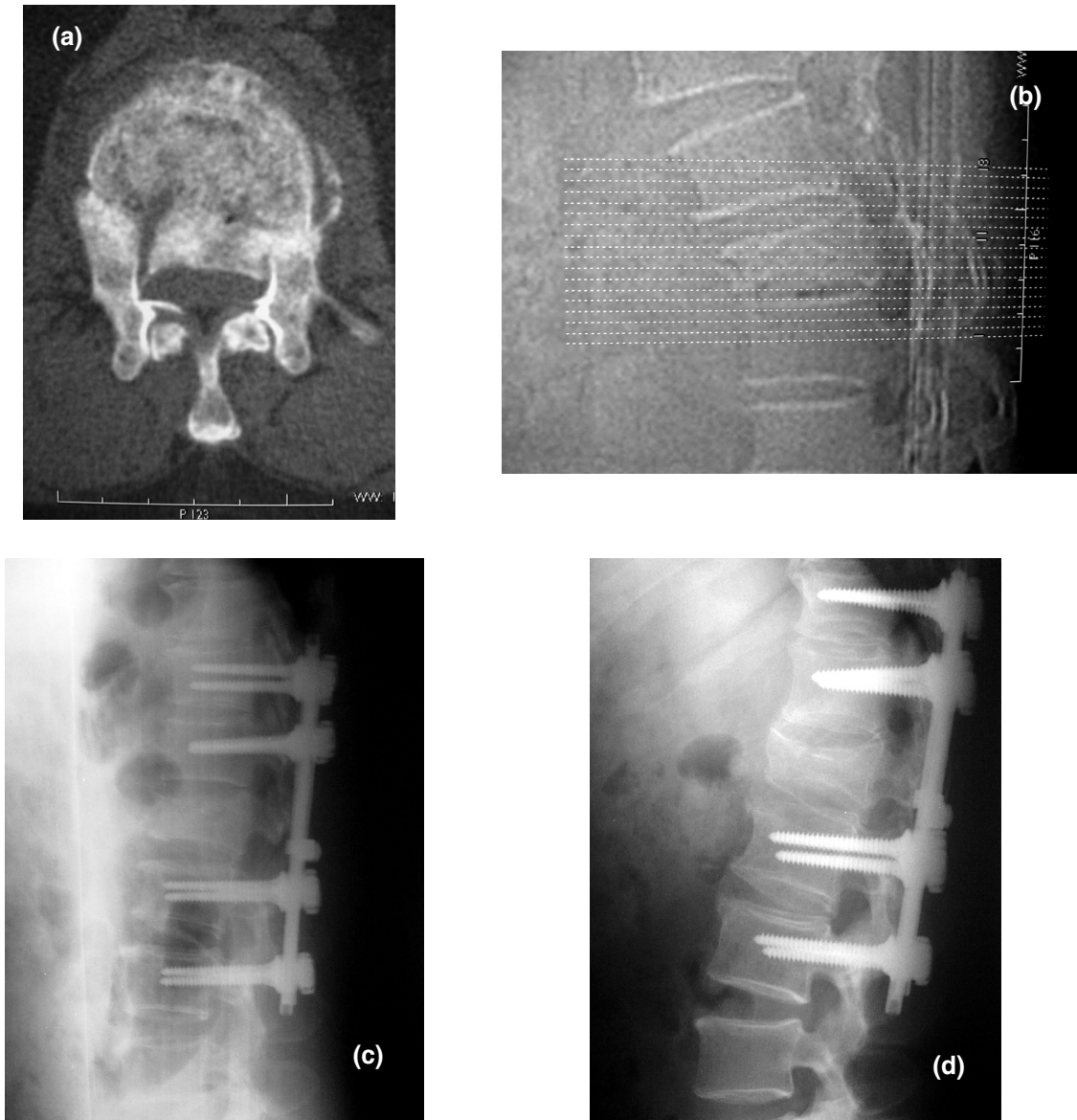
Tablo - 1. Araştırma grubunun bazı tanımlayıcı özellikleri

| | Ortalama | SS |
|-------------------|----------|------|
| Yaş (yıl) | 42,36 | 3,56 |
| Takip süresi (ay) | 42,45 | 4,51 |
| | Sayı | % |
| Cinsiyet | | |
| Erkek | 18 | 81,8 |
| Kadın | 4 | 18,2 |
| Vertebra | | |
| L1 | 12 | 54,5 |
| L2 | 2 | 9,1 |
| T12 | 8 | 36,4 |

Olgularımızda rodları pedikül vidalarına bağladıktan sonra distraksiyon uygulanmış ve hafif lordoz verilmesini takiben fiksasyon yapılmıştır. Nörolojik defisitleri olmadığı için hastaların hiçbirine laminektomi ve dekompresyon yapılmamıştır. Füzyon için lokal otogreftler ve allogreft kombinasyonu kullanılmıştır. Tüm hastalar postoperatif birinci gün tam temaslı bir breys takılarak ayağa kaldırılıp mobilize edilmiş ve bu breys 3 ay boyunca hastalar tarafından takılmıştır. Deformitenin ciddiyetini belirlemek için preoperatif, postoperatif ve son takip

radyografilerinde ACYK, sagittal indeks ve lokal kifoz açısı (LKA) değerlendirilmiştir (Resim-1.a-d). Anterior vertebra yükseklik kayıp oranı Mumford ve arkadaşlarının tarif ettiği formüle göre hesaplanmıştır⁽⁴¹⁾. Lokal kifoz açısı üstteki sağlam vertebranın üst son plağından geçen çizgi ile alttaki sağlam vertebranın alt son plağından geçen çizgi

arasındaki Cobb açısı hesaplanarak bulunmuştur. Sagittal indeks, Farcy ve arkadaşlarının tarif ettiği şekilde ölçülerek hesaplanmıştır⁽¹⁷⁾. Son kontroldeki lokal kifoz açısının ilk postoperatif radyografideki ölçümlere göre 10 derece artış göstermesi ve/veya implant yetmezliği görülmesi başarısızlık göstergesi olarak kullanılmıştır⁽²⁾.



Şekil-1. a.L1 patlama kırığı olan 68 yaşında erkek hastanın aksiyel BT görüntüsü, **b.** sagittal BT görüntüsü, **c.** erken postoperatif lateral grafisi, **d.** postoperatif 36. ay lateral grafisi

Her biri fonksiyon ve ağrı için yöneltilmiş 5 soru bulunan Likert anketi kullanılarak hastanın algıladığı fonksiyon ve ağrı en son kontrolde incelenmiştir. Ağrı ve fonksiyon skoru toplandığında sonuç 9 ya da 10 ise mükemmel, 7-8 ise iyi, 5-6 ise orta, 4 ve altı ise kötü olarak değerlendirilmiştir⁽⁴⁵⁾. Mükemmel ve iyi sonuçlar klinik başarı olarak değerlendirilirken orta ve kötü sonuçlar başarısızlık olarak değerlendirilmiştir.

Anterior vertebra yükseklik kayıp oranı (% ABC), lokal kifoz açısı ve sagittal indeks ölçüm değerleri açısından preoperatif, postoperatif ve takip ölçümlerinde istatistiksel bir fark olup olmadığının saptanmasında Friedman testi, bu değerlerin ikili karşılaştırmalarında aralarında bir fark olup olmadığını anlamak için Bonferoni düzeltilmiş Mann Whitney U testi kullanılmıştır. p değerinin 0.05'den küçük olması istatistiksel olarak anlamlı olarak değerlendirilmiştir.

SONUÇLAR:

Hastalar için yaralanmadan operasyona kadar geçen sürenin ortalama 21 saat olduğu saptanmıştır. Hastalar, ortalama 8 günde taburcu edilmişlerdir. Ortalama takip süresi 42.45 ± 4.51 aydır. Beş hasta, beş yılın üzerinde takip süresine sahiptir. Preoperatif ortalama sagittal indeks 13.73° iken erken postoperatif dönemde -1.55° 'e düştüğü, daha sonra son takipte 1.2° 'ye yükseldiği görülmüştür. ACYK preoperatif ortalama % 40.55'den postoperatif dönemde % 10.41'e düştüğü, son takipte ise % 17,41'e yükseldiği belirlenmiştir. LKA ise preoperatif dönemde ortalama $16,41^\circ$ 'den postoperatif dönemde $1,05^\circ$ 'e düşmüştür. Son takipte ise $4,02^\circ$ 'ye yükselmiştir.

Lokal kifoz açısı, anterior vertebra yükseklik kaybı oranı ve sagittal indeks postoperatif değerlerinde preoperatif değerlerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde düzelme görülmüştür ($p < 0.05$) (Tablo-2). Son takipte bu düzelmelerde istatistiksel olarak anlamlı bir kayıp izlenmediği saptanmıştır ($p > 0.05$) (Tablo-2).

Tablo - 2. İstatistik veriler.

| | Preop | | | Postop | | | Takip | | | p* | İkili karşılaştırmalar** | | |
|------|---------------|--------------|-----------|---------------|--------------|-----------|---------------|--------------|----------|------------|--------------------------|-----------------|------------------|
| | Ortalama a | Ortanca a | SS | Ortalama a | Ortanca a | SS | Ortalama a | Ortanca a | SS | | Preop- Postop | Preop- Takip | Postop- Takip |
| LKA | 16,41 | 15 | 3,88 | 1,05 | 0 | 7,66 | 4,02 | 1 | 4,6 | <0,00 1 | <0,001 | <0,001 | 0.324 |
| ACYK | 40,55 | 38 | 12,4 7 | 10,41 | 4 | 14,1 2 | 17,1 | 3 | 14, 3 | <0,00 1 | <0,001 | 0.006 | 0.669 |
| SI | 13,73 | 13,5 | 7,65 | -1,55 | -1,5 | 2,06 | 1,2 | 6,2 | 6,3 | <0,00 1 | <0,001 | 0.003 | 0.063 |

* Friedman test

** Bonferoni düzeltilmiş Mann Whitney U test

Hastaların fonksiyon ve ağrı skorlaması, 8.9 ± 0.2 olarak hesaplanmıştır. Bu skorlarla elde edilen sonuç iyi olarak değerlendirilmiştir. Yeterli füzyonun elde edildiği hastalarda, takip süresince revizyon ihtiyacı olmamıştır. Bir hastada vida kırılması izlenmiştir. Ancak, bu hastada füzyon sorunu gelişmediği için herhangi bir girişime gerek görülmemiştir. Hiçbir hastada cerrahiye bağlı nörolojik komplikasyon, psödoartroz veya enfeksiyon gözlenmemiştir. Hiçbir hastanın implantları takip süresince çıkarılmamıştır.

TARTIŞMA:

İki ya da üç kolonun yaralandığı patlama kırığında anterior ve orta kolonun restore edilmesi omurga stabilitesinin elde edilmesinde zorunludur⁽¹⁵⁾. Bu stabilitenin elde edilmesinde posterior, anterior ve kombine yaklaşımlar kullanılmıştır. Ancak, hangi cerrahi yöntemin kullanılması gerektiği konusu tartışmalıdır^(2,4,8,22,32). Kısa segment pedikül fiksasyonu daha az sayıda hareketli segmentin etkilendiği, stabil bir fiksasyon elde etme çabalarıyla geliştirilmiş en yaygın kullanılan yöntemdir^(2,10,16,33,34,40,44,50). Bu yöntemde kırığın bir alt ve bir üst seviyesine implantasyon uygulanmaktadır. Kısa segment transpediküler enstrümantasyon ile özellikle genç ve aktif, lomber kırığı olan hastalarda lomber lordoz restorasyonu ve alt mobil lomber segmentlerin füzyondan kurtarılması önemlidir. Anstabil alt seviye lomber kırıklarda bu yöntemin kullanılmasıyla lomber lordoz kaybı ile ilişkili düz bel sendromundan kaçınılabilmektedir^(5,6). Bu tip hastalarda kısa segment enstrümantasyon teknikleri kullanılabilmesine rağmen, torakolomber bölgedeki kuvvet dağılımı kısa enstrümantasyon sonrası sorunlara yol açabilir. Gerçekten de uzun dönem takiplerde bu yöntemin torakolomber kırık redüksiyonu

ve bu redüksiyonun korunmasında yeterli olmadığı^(10,31,35), yüksek oranda implant yetmezliği ve korreksiyon kaybı görüldüğü ortaya çıkarılmıştır^(2,4,21,24,31,35,37,47,48).

Daniaux ve arkadaşları torakolomber patlama kırıklarında distraksiyon ve ligamentotaksis ile indirek yükseklik restorasyonları sonrasında kırık vertebra içinde geniş kemik defekti oluştuğunu bunun da posterior enstrümantasyon başarısızlığına yol açtığını bildirmiş ve bu hastalarda enstrümantasyona ilaveten transpediküler greft yerleştirilmesi gerektiğini bildirmişlerdir⁽¹²⁾.

Kısa segment enstrümantasyon ve transpediküler greftleme başka yazarlar tarafından da kullanılmış ve kabul görmüştür^(2,11,25,26), ancak bu yöntemin greft yerleştirilirken potansiyel tehlikelere yol açabileceği^(2,25,49) ve korreksiyonun korunmasında yeterli olamayabileceği göz önünde bulundurulmalıdır^(2,24,37).

Kırık vertebrada anterior kolonu desteklemek için anterior kolonun transpediküler kemik greftlemesi^(2,11,25,26), kemik desteği yerleştirilmesi^(8,32,43), polimetilmetakrilat enjeksiyonu^(9,23) ve kırık vertebraya pedikül vidası uygulaması kullanılmaktadır. Balon kifoplasti gibi lokal etki yapan distraksiyon kuvvetlerinin direk vertebral yükseklik kaybını redükte ettiği tekniklerde, ligamentotaksiste görülebilen lomber lordoz kaybindan ve spinal kord hasarı ihtimalinden kaçınılabilmesi bu yöntemin avantajlarından biridir⁽²⁹⁾. Ancak, bu yöntemde de maliyet ve mini-invazif girişimlerin kendilerine özgü komplikasyon riskleri bulunmaktadır.

Kırık vertebraya anterior yaklaşım direk görecik dekompresyona ve anterior kolonun desteklenmesine izin vermektedir^(18,22,30). Anterior kolonu desteklemek amacıyla kullanılan anterior enstrümantasyon, strut

greft^(22,46), kafes ve plak uygulamaları etkili olmaktadır. Ancak, anterior yaklaşımlarda posterior yaklaşımlara göre uzamış operasyon ve hastanede yatış zamanı, kan kaybı, donör saha şikayetleri gibi daha fazla morbidite bulunmaktadır^(7,22,28,36). Ayrıca anterior yaklaşımın posteriora göre açık bir avantajı da yoktur^(13,38).

Pedikül vidalarına binen yükü azaltmak için kullanılan, daha başarılı gibi görünen kırık seviyesinin iki alt ve iki üst seviyenin tespit edildiği uzun segment enstrümantasyon diğer bir alternatiftir^(1,2,3,20,39,50). Uzun segment posterior enstrümantasyon pedikül vidası eğilme momentlerini azaltmakta ve fleksiyon-ekstansiyon planında artmış stabiliteye yol açmaktadır⁽¹⁾. Uzun posterior segment enstrümantasyonu, distraksiyon kuvvetleri kullanarak indirek olarak kifotik sagittal deformiteyi düzeltmekte ve vertebral cisim yüksekliğini ligamentotaksis ile restore etmektedir. Bu yolla, kanal içi fragman basısı da varsa bir miktar azaltılabilmekte ise de kanal dekompresyonu nispeten sınırlı olduğu için özellikle nörolojik defisit olmadığı, ileri derecede kanal basısının bulunmadığı olgularda tercih edilmelidir. Lomber bölgede uygulanacak distraktif kuvvet, lordoz kaybına neden olabileceğinden bu yöntem daha çok torakolomber bileşke bölgesinde uygulanmalıdır. Biomekanik açıdan kısa segment enstrümantasyon orta ve alt lomber bölgede güvenli olsa da uzun enstrümantasyon kısa segment enstrümantasyona göre torakolomber bölgede (T9-L1) daha güvenlidir^(19,23,27).

Korovessis ve arkadaşları, lezyonun iki alt ve iki üst seviyesinin çift pençe konfigürasyonu ile tespitinin torakolomber omurga yaralanmalarında korreksiyon kaybı olmaksızın solid internal fiksasyon ve sagittal

profil restorasyonu sağladığını bildirmiştir⁽²⁷⁾. Moon ve arkadaşları da uzun segment Cotrel–Dubousset enstrümantasyonun, kısa segment Cotrel–Dubousset'e göre daha etkili olduğunu bildirmiştir⁽³⁹⁾. Katonis ve arkadaşları, kifozun iki seviye üzerinin segmental transpediküler fiksasyonunun enstrüman yetmezliğini ve sagittal kollapsı azalttığını bulmuşlardır⁽²³⁾. De Peretti ve arkadaşları, lezyonun iki vertebra üstünün vida ve çengel ile, bir vertebra altının çengel ile tespitinin torakolomber bileşke patlama kırıklarının stabilizasyonunda en iyi seçenek olduğu savunmuştur⁽¹⁴⁾.

Bu çalışmada, biz, Denis tip B torakolomber (T12-L2) patlama kırıklarında uyguladığımız iki alt iki üst seviye transpediküler fiksasyonun deformite korreksiyonuna ve korreksiyonun korunmasına olan etkisini inceledik. Kırığın ciddiyetini belirlemede preoperatif, postoperatif ve son takip sagittal indeks ve anterior vertebral yükseklik kaybı ölçülerini kullandık. Hiçbir hastamızda son takipte postoperatif döneme göre 10 derecenin üzerinde korreksiyon kaybı görülmedi (vida kırılması görülen hastamız dahil).

Uzun segment enstrümantasyon kullanımı ile kısa segment enstrümantasyonla elde edilebilen hareketli segment korunma miktarı azalmaktadır^(2,34,40,44). Hareketli segmentlerin özellikle lomber bölgede korunmasının gerekliliğine biz de inanıyoruz, ancak üst lomber ve torakolomber bileşke bölgesinde omurganın maruz kaldığı yüklenme bu bölgelere uygulanacak kısa segment enstrümantasyon ve füzyonun ne kadar başarılı olabileceği konusunda kuşkulara yol açmaktadır. Torakolomber bileşke bölgesinde bu bölgenin maruz kaldığı yüklenmeye karşı en iyi tercih uzun segment (iki alt-iki üst

seviye) transpediküler fiksasyon uygulanmasıdır. Olgularımız genellikle torakolomber bileşke ve komşuluğunda olduğu için biz de uzun segment (iki alt-iki üst seviye) transpediküler fiksasyon uygulanmasını tercih ettik.

Oner ve arkadaşları, kırığa komşu disk aralığındaki çökmenin enstrümantasyon yetmezliğine ve enstrümanlar çıkarıldıktan sonra ilerleyici kifoz oluşumuna yol açtığını bildirmiştir (42). Beş yılın üzerinde takip süresi olan hastalar da dahil hiçbir hastamızda komşu segment dejenerasyonu gelişimine ait herhangi bir klinik şikayet veya radyolojik bulgu ortaya çıkmamıştır. Rutin uygulamada biz bir problem gelişmedikçe implantları yerinden çıkarmamaktayız. Bu çalışmada da takibimizdeki hiçbir hastanın implantlarını çıkarmadık. Bir vidanın kırılmış olduğu hastada da herhangi bir şikayet olmadığı ve füzyon oluşumuna ait bir problem görülmediği için kırık vidayı çıkarmak zorunda kalmadık.

Enstrümante omurganın paraplejik, yatağa bağımlı hastalardaki maruz kaldığı yüklenme nörolojik defisiti olmayan hastaların maruz kaldığı yüklenmelerden farklılık göstermektedir. Hastalarımızın hepsinin nörolojik olarak sağlam olmaları ve aynı kırık tipine sahip olmaları sonuçların daha tutarlı çıkmasını sağlamaktadır. Çalışmanın retrospektif oluşu, kontrol grubu olmayışı limitasyonlarını oluşturmaktadır.

Sonuç olarak; Denis tip B torakolomber patlama kırıklarının tedavisinde iki alt iki üst seviyenin transpediküler fiksasyonun ve posterolateral füzyonun uygun bir şekilde yapılması radyolojik bulguları yeterli bir şekilde düzeltip, bu düzelmeyi koruyabildiği gibi hastaların fonksiyonel ve ağrı durumlarını da olumlu bir şekilde etkilemektedir.

KAYNAKLAR:

1. Akbarnia BA, Crandall DG, Burkus K Matthews T. Use of long rods and a short arthrodesis for burst fractures of the thoracolumbar spine. A long-term follow-up study. *J Bone Joint Surg* 1994; 76-A (11): 1629–1635.
2. Alanay A, Acarolu E, Yazici M A Oznur, A Surat. Short-segment pedicle instrumentation of thoracolumbar patlama fractures: does transpedicular intracorporeal grafting prevent early failure. *Spine* 2001; 26 (2): 213–217.
3. Altay M, Ozkurt B, Aktekin CN. 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.
4. Alvine GF, Swain JM, Asher MA , Burtun DC. Treatment of thoracolumbar patlama fractures with variable screw placement or Isola instrumentation and arthrodesis: case series and literature review. *J Spinal Disord Tech* 2004; 17(4): 251–264.
5. An HS, Simpson JM, Ebraheim NA, Jackson J. Low lumbar fractures: comparison between conservative and surgical treatments. *Orthopedics* 1992; 15: 367–373.
6. An HS, Vaccaro A, Cotler JM, Lin S. Low lumbar fractures. Comparison among body cast, Harrington rod, Luque rod and Steffee plate. *Spine* 1991; 16(suppl.8): 440–444.
7. Arrington ED, Smith WJ, Chambers HG, Bucknell AL, Davino NA. Complications of iliac crest bone graft harvesting. *Clin Orthop* 1996; 329: 300–309.
8. Chen HH, Wang WK, Li KC Chen TH. Biomechanical effects of the body augments for reconstruction of the vertebral body. *Spine* 2004; 29(18): 382–387.
9. Chen JF, Lee ST. Percutaneous vertebroplasty for treatment of thoracolumbar spine bursting fracture. *Surg Neurol* 2004; 62(6): 494–500.
10. Cho DY, Lee WY, Sheu PC. Treatment of thoracolumbar burst fractures with polymethyl methacrylate vertebroplasty and shortsegment pedicle screw fixation. *Neurosurgery* 2003; 53: 1354–1360.

11. Daniaux H, Seykora P, Genelin A, Lang T, Kathrein A. Application of posterior plating and modifications in thoracolumbar spine injuries: indication, techniques and results. *Spine* 1991; 16: 125–133.
12. Daniaux H. Transpedikulare reposition und spongiosaplastik bei wirbelbrüchen der unteren patlama-und lendenwirbelsaule. *Unfallchirurg* 1986; 89: 197–213.
13. Danisa OA, Shaffrey CI, Jane JA, Whitehill R, Wang GJ, Szabo TA, Hansen CA, Shaffrey ME, Chan DPK. Surgical approaches for the correction of unstable thoracolumbar burst fractures: a retrospective analysis of treatment outcome. *J Neurosurg* 1995; 83: 977–983.
14. De Peretti F, Hovorka I, Cambas PM, et al. Short device fixation and early mobilization for burst fractures of the thoracolumbar junction. *Eur Spine J* 1996; 5: 112–120.
15. Denis F. Spinal instability as defined by the three-column spine concept in acute spinal trauma. *Clin Orthop* 1984; 189: 65–76.
16. Denis F. The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. *Spine* 1983; 8: 817–831.
17. Farcy JPC, Weidenbaum M, Glasmann SD. Sagittal index in management of thoracolumbar burst fractures. *Spine* 1990; 9: 958–965.
18. Gertzbein MD, Court-Brown CM, Marks P, Martin C, Fazl M, Jacops R. The neurological outcome following surgery for spinal fractures. *Spine* 1988; 13: 641–644.
19. Gurr KR, McAfee PC, Shif C. Biomechanical analysis of anterior and posterior instrumentation systems after corpectomy: a calf-spine model. *J Bone Joint Surg* 1988; 70-A: 1182–1191.
20. Gurr KR, McAfee PC. Cotrel-Dubousset instrumentation in adults. A preliminary report. *Spine* 1988; 13: 510–520.
21. Gurwitz GS, Dawson J, McNamara MJ, Federspiel CF, Spengler DM. Biomechanical analysis of three surgical approaches for lumbar patlama fractures using short segment instrumentation. *Spine* 1993; 18: 977–982.
22. Kaneda K, Taneichi H, Abumi K, Hashimoto T. Anterior decompression and stabilization with the Kaneda device for thoracolumbar patlama fractures associated with neurological deficits. *J Bone Joint Surg* 1997; 79-A (1): 69–83.
23. Katonis PG, Kontakis GM, Loupasis GA. Treatment of thoracolumbar and lumbar spine injuries using Cotrel-Dubousset instrumentation. *Spine* 1999; 24: 2352–2357.
24. Knop C, Bastian L, Lange U, Oeser M, Zdichavski M, Blauth M. Complications in surgical treatment of thoracolumbar injuries. *Eur Spine J* 2002; 11(3): 214–226.
25. Knop C, Fabian HF, Bastian L, Blauth M. Late results of thoracolumbar fractures after posterior instrumentation and transpedicular bone grafting. *Spine* 2001; 26(1): 88–99.
26. Knop C, Fabian HF, Bastian L, Rosenthal H, Lange U. Fate of the transpedicular intervertebral bone graft after posterior stabilisation of thoracolumbar fractures. *Eur Spine J* 2002; 11(3): 251–257.
27. Korovessis P, Baikousis A, Stamatakis M. Use of the Texas Scottish Rite Hospital Instrumentation in the treatment of thoracolumbar injuries. *Spine* 1997; 22: 882–888.
28. Korovessis P, Baikousis A, Zacharatos S, Petsinis G, Koureas G, Iliopoulos P. Combined anterior plus posterior stabilization versus posterior short-segment instrumentation and fusion for mid-lumbar (L2–L4) burst fractures. *Spine* 2006; 31: 859–868.
29. Korovessis P, Repantis T, Petsinis G, Iliopoulos P, and Hadjipavlou AL. Direct Reduction of Thoracolumbar Patlama Fractures by Means of Balloon Kyphoplasty With Calcium Phosphate and Stabilization With Pedicle-Screw Instrumentation and Fusion. *Spine* 2008; 33: E100–E108.
30. Kostuik JP. Anterior Kostuik-Harrington distraction system for the treatment of kyphotic deformities. *Spine* 1990; 15: 169–180.
31. Kramer DL, Rodgers WB, Mansfield FL. Transpedicular instrumentation and short-segment fusion of thoracolumbar fractures: a

- prospective study using a single instrumentation system. *J Orthop Trauma* 1995; 9: 499–506.
32. Li KC, Hsieh CH, Lee CY, Chen TH. Transpedicle body augments: a further step in treating patlama fractures. *Clin Orthop Relat Res* 2005; 436: 119–125.
33. Louis CA, Gauthier VY, Louis RP. Posterior approach with Louis plates for fractures of the thoracolumbar and lumbar spine with and without neurologic deficits. *Spine* 1998; 23: 2030–2040.
34. Mahar A, Kim C, Wedemeyer M, Mitsunaga M, Odell T, Johnson B, Garfin S.. Short-segment fixation of lumbar patlama fractures using pedicle fixation at the level of the fracture. *Spine* 2007; 32: 1503–1507.
35. McCormack T, Kariokovic E, Gaines RW. The load sharing classification of spine fractures. *Spine* 1994; 19: 1741–1744.
36. McDonough PW, Davis R, Tribus C, Zdeblick TA. The management of acute thoracolumbar burst fractures with anterior corpectomy and Z-plate fixation. *Spine* 2004; 29: 1901–1909.
37. McLain RF, Sparling E, Benson DR. Early failure of short-segment pedicle instrumentation of thoracolumbar fractures. A preliminary report. *J Bone Joint Surg* 1993; 75-A (2):162–167.
38. Mikles RM, Stcbr PR, Graziano PG. Posterior instrumentation for thoracolumbar fractures. *J Am Acad Orthop Surg* 2004; 12: 424–435.
39. Moon MS, Choi WT, Moon YW, Kim YS, Moon JL. Stabilisation of fractured thoracic and lumbar spine with Cotrel-Dubousset instrument. *J Orthop Surg* 2003; 11(1): 59–66.
40. Muller U, Berlemann U, Sledge J, O Schwarzenbach . 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.
41. Mumford J, Weinstein JN, Spratt KF, Goel VK. Thoracolumbar burst fractures. The clinical efficacy and outcome of non-operative management. *Spine* 1993; 18: 955–970.
42. Oner FC, van der Rijt RR, Ramos LMP, Dhert WJ, Verbout AJ. Changes in the disc space after fractures of the thoracolumbar spine. *J Bone Joint Surg* 1998; 80-B: 833–839.
43. Oner FC, Verlaan JJ, Verbout AJ, Dhert WJ. Cement augmentation techniques in traumatic thoracolumbar spine fractures. *Spine* 2006; 31: S89–S95.
44. Parker JW, Lane JR, Karaikovic EE, Gaines RW . Successful short-segment instrumentation and fusion for thoracolumbar spine fractures: a consecutive 4 1/2-year series. *Spine* 2000; 25: 1157–1170.
45. Prolo DJ, Oklund SA, Butcher M. Toward uniformity in evaluating results of lumbar spine operations: a paradigm applied to PLIF. *Spine* 1986; 11: 601–606.
46. Sasso RC, Best NM, Reilly TM, Mcguire AJ. Anterior-only stabilization of three-column thoracolumbar injuries. *J Spinal Disord Tech* 2005; 18: 7–14.
47. Sasso RC, Cotler HB. Posterior instrumentation and fusion for unstable fractures and fracture dislocations of the thoracic and lumbar spine. *Spine* 1993; 18: 45–60.
48. Speth MJ, Oner FC, Kadic MA, deKlerk LWL, Verbout AJ. Recurrent kyphosis after posterior stabilisation of thoracolumbar fractures: 24 cases treated with a Dick internal fixator followed for 1.5 to 4 years. *Acta Orthop Scand* 1995; 66: 406–410.
49. Tagil M, Johnsson R, Stromqvist B, Aspenberg P. Incomplete incorporation of morselized and impacted autologous bone graft: a histological study in 4 intracorporally grafted lumbar fractures. *Acta Orthop Scand* 1999; 70: 555–558.
50. Tezeren G, Kuru I. Posterior fixation of thoracolumbar patlama fracture: short-segment pedicle fixation versus long-segment instrumentation. *J Spinal Disord Tech* 2005; 18: 485–488.