

NÖROLOJİK DEFİSİT OLAN TORAKOLOMBER VERTEBRA KIRIKLARINDA ERKEN CERRAHİ TEDAVİ SONUÇLARINI ETKİLER Mİ?

DOES EARLY SURGERY OF THORACOLUMBAR VERTEBRAL FRACTURES WITH NEURAL DEFICITS EFFECT TO CLINICAL RESULTS?

Halil GÖKÇE*, Sancar SERBEST*, Hacı Bayram TOSUN**,
Erhan SERİN***, Lokman KARAKURT****

ÖZET:

Amaç: Bu çalışmada stabil olmayan torakolomber vertebra kırıklı olgularda erken cerrahi girişimin spinal kanal restorasyonu, nörolojik iyileşme ve klinik sonuçlar üzerindeki etkisinin olup olmadığının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntemler: Çalışmamızda 58 olgu retrospektif olarak incelenmiştir. Takip süresi minimum 3 yıldır. Hastalar operasyona alınma sürelerine göre üç gruba ayrılmıştır. İlk 24 saatte operasyona alınanlar Grup I (n:31), 24-96. saatlerde alınanlar Grup II (n:18), 96. saatten sonra alınanlar ise Grup III (n:9) olarak belirlenmiştir. Olguların operasyona alınma süreleri ise ortalama 5.2 gün (5 saat-19 gün) olduğu saptanmıştır. Olguların nörolojik değerlendirmesi Frankel sınıflamasına göre yapılmıştır. Hastaların son kontrolünde Denis'in ağrı ve iş skalası kullanılarak ağrı ve mesleki durumları değerlendirilmiştir.

Bulgular: Tüm gruplarda, postoperatif spinal kanal bası oranları preoperatif döneme göre anlamlı şekilde azalmıştır, ancak en belirgin azalma grup I'de gözlenmiştir ($p<0.05$). Komplet nörolojik defisiti olan 10 hastanın 3'ünde hiç düzelme görülmezken, Frankel A olan 7 hastada birkaç derece düzelme görülmüştür ve bu hastaların 6-24 saatte opere edildikleri belirlenmiştir.

Sonuç: Stabil olmayan torakolomber vertebra kırıklarında erken cerrahi tedavi ve yeterli posterior stabilizasyon spinal kanal basısını anlamlı derecede azaltarak hem nörolojik defisitte belirli derecelerde düzelmelere hem de hastanın daha kısa sürede sosyal hayata geri dönmesine olanak sağladığı fikri elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Torakolomber omurga kırığı, cerrahi tedavi, nörolojik defisit

Kanıt Düzeyi: Retrospektif klinik çalışma, Düzey III

(*) Ortopedi ve Travmatoloji Uzmanı, Van Bölge Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Van.

(**) Ortopedi ve Travmatoloji Uzmanı, Çankırı Devlet Hastanesi, Çankırı.

(***) Prof. Dr., Ortopedi ve Travmatoloji Uzmanı, Özel Acıbadem Hastanesi, Adana.

(****) Prof. Dr., Ortopedi ve Travmatoloji Uzmanı, Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Elazığ.

SUMMARY:

Purpose: The aim of this study is to determine the effect of early surgical intervention for unstable thoracolumbar vertebral fractures on restoration of spinal canal, neurologic recovery and clinical results.

Material and method: 58 patients with minimum three years follow up, retrospectively reviewed in this study. The patients divided into three groups according to timing of surgery. Group I (n:31) consist of the patients who had surgery within 24 hours, group II (n:18) consist of the patients who had surgery within 24 to 96 hours, and group III (n:9) consist of the patients who had surgery after 96th hour. Mean time interval between trauma and surgery was found 5,2 days (5 hours to 19 day). Neurologic functions were classified according to Frankel classification. Patients were evaluated with Denis pain and work scale for pain and Professional status at last visits.

Results: Spinal canal compression rates were significantly decreased postoperatively in all groups but maximum improvement was in group I ($p<0.05$). 3 of the 10 patients who had complete neurological deficit didn't show any recovery, and 7 patients who were classified as Frankel A showed some degrees of recovery and these patients were operated within 6-24 hours.

Conclusion: This study showed that early surgical treatment and adequate posterior stabilization in unstable thoracolumbar vertebral fractures significantly decreases spinal canal compression and provides some degrees of neurological recovery and patients' earlier return to social activities.

Key words: thoracolumbar vertebral fractures, surgical treatment, neurologic deficit

Level of evidence: Retrospective clinical study, Level III

GİRİŞ:

Tüm yaralanmaların % 5 kadarı omurga yaralanmaları olup, bu yaralanmaların % 50'den fazlası torakolomber (T11-L2) bölgede görülmektedir ^(14,24). Omurga yaralanmaları sıklıkla nörolojik yaralanma ile birlikte olup torakolomber bölge yaralanmalarında bu oran % 15-20'dir ⁽²²⁾. Stabilitenin belirlenmesi, uygulanacak tedavinin seçiminde anahtar rolü üstlenir ⁽⁴⁾. Omurga stabilitesinin değerlendirilmesinde posterior ligamentöz kompleksin yaralanmış olup olmaması en önemli kriterdir. Bununla beraber nörolojik defisit varlığı cerrahi tedavi endikasyonlarından biridir.

Literatürde torakolomber bölgenin patlama kırıklarında, kanal işgal oranının % 30'dan fazla ise cerrahi tedavi uygulanması gerektiğine dair çalışmalar mevcuttur. Ancak kanal işgal oranı ile nörolojik defisit miktarı ile korele olmadığı, nörolojik iyileşme ile kanal işgal oranında düzelme arasında da bir korelasyon olmadığı belirlenmiştir ^(3,16,18,23,27). Diğer taraftan cerrahi tedavinin klinik sonuçları olumlu yönde etkilediği de saptanmıştır. Ancak cerrahinin zamanı ile kanal işgal oranları ve klinik sonuçların ilişkisine dair kanıt düzeyi yüksek çalışmalara literatürde rastlanmamıştır. Bu çalışmada; bu amaçla stabil olmayan torakolomber vertebra kırığı nedeniyle cerrahi tedavi uygulanan hastalarda erken cerrahi girişimin spinal kanal restorasyonu ve nörolojik iyileşme üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir.

HASTALAR VE METOT:

Bu çalışmada, Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji kliniğinde Ocak 1996 ve Ocak 2008 yılları arasında torakal ve lomber vertebra kırığı nedeniyle cerrahi tedavi yapılan 58 olgu retrospektif olarak incelenmiştir. Hastaların 22'si

(% 38) kadın, 36'sı (% 62) erkektir. Takip süresi minimum 3 yıldır, ortalama 5.1 yıl (3 – 15 yıl)'dır.

Hastaların yaş dağılımı 16–72 (ortalama 40.5) idi. Travmanın oluş şekli incelendiğinde hastaların 41'i (% 70.6) yüksekten düşme, 14'ü (% 24) araç içi trafik kazası, 1'i (% 1.7) araç dışı trafik kazası ve 2'si (% 3.7) göçük altında kalma sonucu meydana geldiği öğrenilmiştir.

Çalışmamıza alınan 58 hastanın 65 vertebraında kırık olduğu saptanmış, hastaların 52'sinde (% 89.6) tek vertebrada, 5'inde (% 8.6) iki vertebrada, 1'inde (% 1.8) üç vertebrada kırık olduğu belirlenmiştir. Hastaların tamamında instabil patlama kırığı olduğu düşünülmüştür (8-9).

Vertebra kırığı ile birlikte ek yaralanması olan hasta sayısı 25 (% 43) olarak belirlenmiştir. Ek yaralanması olan hastalarda; 7 (% 12) kalkaneus kırığı, 4 (% 6.9) tibia kırığı, 3 (% 5.3) radius kırığı, 2 (% 3.5) pelvis kırığı, 1 (% 1.7) omuz çıkığı, 1 (% 1.7) humerus kırığı, 1 (% 1.7) klavikula kırığı, 1 (% 1.7) sakrum kırığı, 1 (% 1.7) ulna kırığı, 1 (% 1.7) skapula kırığı, 1 (% 1.7) femur boyun kırığı, 1 (% 1.7) navikula kırığı, 1 (% 1.7) sternoklavikuler eklem seperasyonu, 15 (% 25.8) kot kırığı görüldü. Kot kırığı mevcut hastaların 11'inde (% 19) hema-pnömotoraksa rastlanmıştır.

Hastalar ilk değerlendirme sonrası acil müdahaleleri yapıldıktan sonra nörolojik ve fizik muayeneleri tamamlanmıştır. Hastaların tümü rutin vertebral kolon direkt radyografisi ve bilgisayarlı tomografi (BT) ile incelenmiştir. Direkt radyografileri incelenerek omur cisminde yükseklik kaybı, açılanma, kayma, hangi omurlarda kırık olduğu değerlendirilmiş, bilgisayarlı tomografi kırığın tipi ve posterior ligamentöz kompleks (PLK)'in durumu ve TLIC sınıflamasına opere edilmesi gerekip gerekmediği ve spinal kanaldaki % daralma belirlenmiştir ⁽²⁵⁻²⁶⁾.

Bu değerlendirme sonrasında hastaların tamamında PLK'in yırtıldığı saptanan tüm patlama kırığı hastalarının cerrahi gerektiren 4 ve üzeri puanda olduğu belirlenmiştir. TLICS skoru ortalama 5.2⁽⁴⁻⁷⁾ olarak belirlendi.

Hastaların tamamında posterior, cerrahi girişim uygulanmıştır (Şekil-1). Stabil olmayan omurga kırığı nedeniyle posterior girişim yapılan olgularda enstrümantasyon enstrümantasyon yetmezliği riskini ekarte etmek üzere kırık omur seviyesinin iki alt ve iki üstüne uygulanmıştır^(1,17). Posteriorından enstrümantasyon konulan segmentlere füzyon yapmak için, lezyon seviyesinden alınan spinoz proses parçaları, dekortikasyon yapılırken oluşan kemik parçaları ve hazır greft karışımı kullanılmıştır.

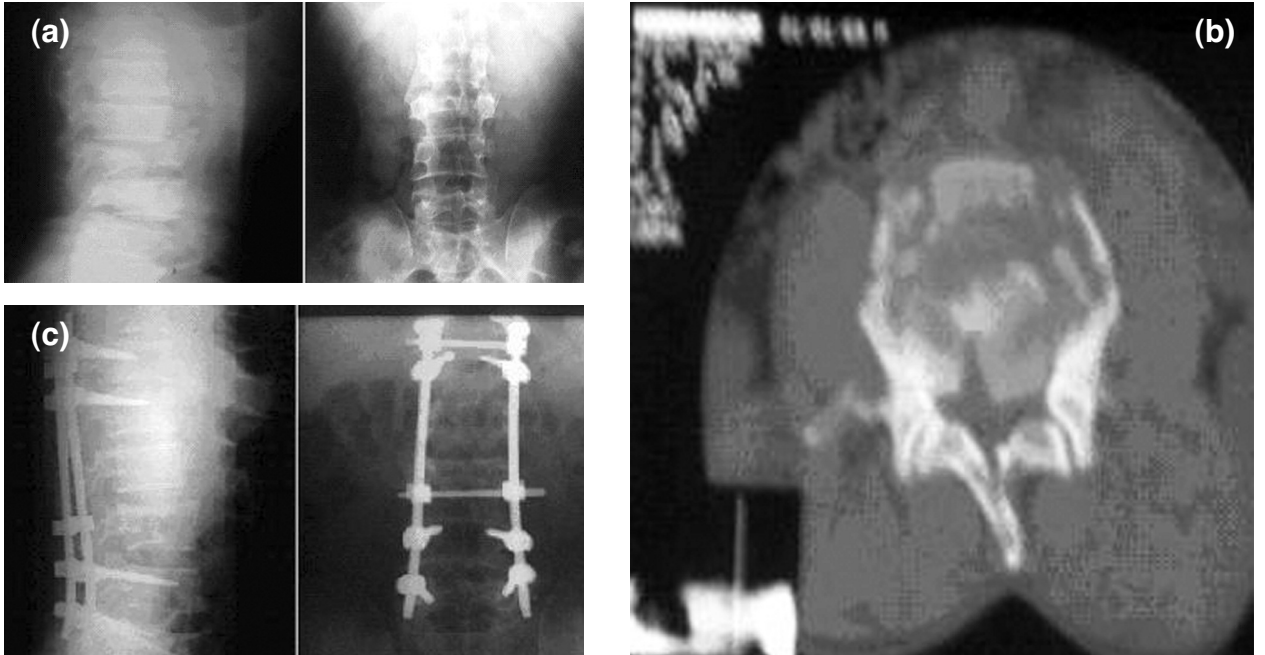
Tüm hastalara operasyona alınmadan 30 dk. önce antibiyotik profilaksisi olarak 1 gr sefazolin sodyum İV olarak uygulanmıştır. Operasyon sonrası tüm hastalara direkt radyografi ve BT inceleme yapılmıştır. Postoperatif bütün hastalara derin ven trombozu profilaksisi için

düşük molekül ağırlıklı heparin uygulanmıştır. Postoperatif tüm hastalara ortalama 3 gün kadar 1 gr sefazolin sodyum 2x1 İV olarak uygulanmıştır.

Hastaların cerrahi öncesi ve sonrası nörolojik değerlendirilmesinde Frankel ve arkadaşlarının⁽⁹⁾ sınıflandırması kullanılmıştır.

Genel durumu iyi ve diğer sistemik yaralanmaları olmayan hastalar çelik balenli korse ile ameliyat sonrası 1. gün mobilize edildi. Nörolojik defisiti olan hastalar ise çelik balenli korse ile tekerlekli sandalyede mobilize edildi ve fizik tedavi başlanmıştır.

Olguların hastaneye yatış zamanları 0. gün ile 15. gün arasında değişmekteydi. Olguların operasyona alınma süreleri ise hastaneye yatışının 5. saati ile hastaneye yatışının 19. günü arasında değişmekteydi. Hastalar operasyona alınma sürelerine göre üç gruba ayrıldı. Bu gruplar; ilk 24 saatte operasyona alınanlar Grup I (n:31), 24-96. saatler arasında operasyona alınanlar Grup II (n:18), 96. saatten



Şekil-1.a. L3 vertebra patlama kırığının preoperatif direk radyografisi, **b.** L3 vertebra patlama kırığının preoperatif BT görüntüsü, **c.** L3 vertebra patlama kırığının postoperatif direk radyografisi izleniyor.

sonra operasyona alınan hastalar ise Grup III (n: 9) olarak belirlendi. Olguların operasyona alınmasına ilişkin ortalama süre ise 5.2 gün olarak tespit edildi (Tablo-1). Olguların hastanede kalış süreleri ise 6 gün ile 70 gün arasında 89 değişmekteydi. Olguların hastanede kalış süresine ilişkin ortalama değer ise 16.6 gün olarak tespit edildi.

Torakolomber omurga kırıklı hastalar taburcu edildikten sonra 1, 3, 6 ve 12. aylarda kontrollere çağrılmıştır. Nörolojik muayeneleri yanında, direkt radyografi ve BT incelemesi ile füzyon oluşumu ve stabilizasyon sistemi değerlendirilip önceki bulguları ile karşılaştırılmıştır. Hastalara son kontrollerinde tekrar BT çektilerilerek kanal bası oranları tekrar değerlendirilmiştir. Hastaların son kontrolünde Denis'in ağrı ve iş skalası kullanılarak ağrı ve mesleki durumları değerlendirilmiştir⁽¹⁰⁾.

Tablo-1. Hastaların operasyona alınma sürelerine göre dağılımı

OPERASYONA ALINMA SÜRESİ HASTA SAYISI	
0-24 saat	27
24-96 saat	16
96 saat ve üstü	15

Tablo-2. Hastaların preoperatif ve postoperatif radyolojik verileri

Radyolojik kriterler	Preoperatif	Postoperatif
Spinal kanal basısı (%)	41.1	13.3
Kifoz Açısı	22.0°	7.1°
Ön Kolon Çökme %'si	51.0	13.5

Tablo-3. Spinal kanal basısı preoperatif ve postoperatif ortalamaları

Operasyona Alınma Zamanı	Preop.	Postop.	p
Grup I (n=27)	38.9 ± 17.6	11.1 ± 6.4	< 0.05
Grup II (n=16)	41.3 ± 16.0	19.1 ± 11.4	< 0.05
Grup III (n=15)	43.3 ± 15.0	20.5 ± 9.5	< 0.05

İstatistiksel analizler için SPSS (Statistical Package for Social Sciences) for Windows 12.0 programı kullanıldı. Sürekli değişkenler, ortalama ± SD (Standart Deviasyon) olarak parametrik testlerden bağımsız örneklerde Mann- Whitney U testi, bağımlı örneklerde ise Paired t testi, wilcoxon rank sum testi kullanıldı. Anlamlılık p<0.05 düzeyinde değerlendirildi.

SONUÇLAR:

Hastaların preoperatif ve postoperatif dönemlerinde yapılan radyolojik ölçüm değerlerinin ortalama sonuçları Tablo-2.'de görülmektedir.

Her üç grupta postoperatif dönemde spinal kanala bası oranlarında preoperatif döneme göre anlamlı azalma görülmüştür (Tablo-3) (p<0,05). Kantitatif olarak Grup I'de diğer iki gruptan istatistiki olarak daha fazla düzelme olduğu saptanmıştır (p<0.05), Grup II ve III'deki düzelme ise istatistiki olarak benzer bulunmuştur (p>0.05)

Hastalar preoperatif ve postoperatif dönemde nörolojik durumları Tablo-4'de görülmektedir. Frankel A olan ve operasyon sonrası düzelme görülmeyen 3 hastanın travmadan ortalama 72 saat sonra opere edildiği saptanmıştır. Fakat operasyon sonrası nörolojik defisitlerde düzelme görülen 7 Frankel A hastası ise travmadan sonraki 6-24 saat içerisinde opere edildiği anlaşılmıştır.

Hastalar cerrahi sonrası Denis'in ağrı ve iş skalasına göre sonuçları Tablo-5'de görülmektedir (Tablo-5).

Tablo-4. Hastaları preoperatif ve postoperatif Frankel sınıflamasına göre nörolojik durumlarının dağılımı.

FRANKEL SINIFLAMASI	PREOPERATİF	POSTOPERATİF)
A	10	3
B	15	8
C	11	10
D	22	17
E	0	20
Toplam	58	58

Tablo-5. Hastaları postoperatif Denis ağrı ve iş skalasına göre dağılımı

DENİS'İN AĞRI SKALASI	HASTA SAYISI
P1: Ağrı yok	40
P2: Nadiren hafif ağrı, tedavi ihtiyacı yok	10
P3: Hafif ağrı; nadiren tedavi gerektiriyor; işe engel olmuyor veya günlük aktivitelerde belirgin değişikliğe neden olmuyor	4
P4: Orta-ciddi ağrı, sık tedavi ihtiyacı; nadiren işe engel oluyor veya günlük aktivitelerde belirgin değişikliğe neden oluyor	3
P5: Sabit veya ciddi engelleyici ağrı, kronik tedavi	1
DENİS'İN İŞ SKALASI	HASTA SAYISI
W1: İşe geri dönüş (ağır iş)	40
W2: İşe geri dönüş (sedanter) veya kaldırma kısıtlamaları veya iş modifikasyonu gerektirecek şekilde ağır işe geri dönüş	5
W3: İşe geri dönüş mümkün değil, fakat tam gün çalışmalı yeni bir iş	2
W4: İşe geri dönüş mümkün değil, ağrı nedeniyle yarı zamanlı iş	3
W5: İş yok, tam engelli	8

Hastaların 17'sinde (% 29.5) postoperatif dönemde komplikasyon görüldüğü belirlenmiştir. Opere edilen hastaların 4'üne (% 6.9) revizyon cerrahisi uygulandı. 1 (%1.7) hastada derin enfeksiyonu, 1 (% 1.7) hastada implant yetmezliği, 1 (% 1.7) hastada anteriordan greftleme nedeni ile revizyon cerrahisi uygulandı. 1 (% 1.7) hastada ise ilk operasyonunda laminektomi yapılamaması nedeni ile tekrar operasyona alındı. Revizyona alınan hastaların postoperatif takiplerinde herhangi bir komplikasyona rastlanmadı.

TARTIŞMA:

Nörolojik yaralanmalarla ilişkili olan vertebral kolonun kırık ve/veya kırıklı-çıkıklarının tanı ve tedavisi çok önemlidir. Bugünkü çalışmalara göre medulla spinalisin restorasyonu mümkün olmadığından vertebral kolonun restorasyonu ve stabilizasyonu hayati önem taşır. Vertebral kolonun stabilizasyonu ve kanalın restorasyonu erken rehabilitasyon için çok önemlidir. Nadir olmasına rağmen nörolojik durumda gelişme görülmesi de muhtemeldir ^(2,11,15). Bu nedenle erken cerrahi stabilizasyonun önemli olduğu çok iyi bilinmektedir. Bu çalışmada bununla beraber

Tablo-6. Hastalarda postoperatif görülen komplikasyonlar

KOMPLİKASYONLAR	HASTA SAYISI
Yumuşak doku enfeksiyonu	7
İYE	2
Pedikül vida kırılması	1
İmplant yetmezliği	1
Dekübit ülser	3
DVT	1
Depresyon	1
Çengel çıkması	1

erken cerrahi tedavi ile spinal kanal işgal oranlarında azalma ile kanalın remodelingi arasında bir korelasyon olup olmadığı test edilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre 24 saatten erken opere edilen hastalarda daha geç sürede opere edilenlerin aksine kanal işgal oranlarında istatistiki olarak anlamlı bir azalma olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$).

Yapılan cerrahinin zamanlamasının nörolojik iyileşme üzerine etkisi konusunda genel düşünce nörolojik düzelmenin cerrahi girişim süresiyle ilgili olmadığı şeklindedir. Roy-Camille ve arkadaşları⁽¹⁹⁾ cerrahi tedavinin mümkün olan en kısa zamanda yapılması gerektiğini, kord yaralanması inkomplet ve nörolojik belirtilerde artma yok ise operasyonun 24–48 saat geciktirilmesinin operasyonda kanamayı azaltacağını, kord yaralanması komplet ise acil cerrahi gerektiğini belirtmişlerdir. Eğer kord tam kesilmemiş, sadece basıya uğramışsa erken dekompresyonla nörolojik iyileşme şansının arttığını belirtmişlerdir⁽¹⁵⁾. Diğer taraftan Burke ve Murray bu yaklaşımın aksini savunmuşlar cerrahi tedavinin nörolojik defisit iyileşmesine ek bir katkı sağlamadığını ileri sürmüşlerdir⁽⁵⁾. Dendinos ve arkadaşları komplet nörolojik yaralanması olan torakolomber patlama kırığı olan hasta serilerinde, cerrahi ve korse tedavisi uygulanan hastaların nörolojik iyileşme

oranlarının istatistikî olarak benzer olduğunu saptamışlar, cerrahi tedavinin nörolojik defisit üzerinde bir etkisi olmadığını ileri sürmüşlerdir⁽⁷⁾. Stadhouder ve arkadaşları, iki büyük omurga merkezinin 1991 ile 2001 arasında tedavi edilen 190 hastaya uygulanan cerrahi ve konservatif tedavilerin orta dönem sonuçlarını karşılaştırmışlar, klinik ve radyolojik sonuçların benzer olduğunu, ancak nörolojik iyileşme açısından operatif grubun daha iyi sonuçlara sahip olduğunu yayınlamışlardır⁽²¹⁾. Çalışmamızda yer alan nörolojik iyileşme görülen hastalarda iyileşmenin direkt olarak cerrahi tedavi ile bağlantılı olduğunu söylemek şüphesiz zordur. Ancak belirgin nörolojik iyileşme görülen bazı vakaları erken cerrahi uygulanan hastalar olması kanıtlanmasa da erken cerrahinin bu anlamda önemli olduğunu düşündürmektedir.

Dai, spinal kanal remodelinginin, kırık anındaki kanal işgal oranıyla ilişkili olduğunu, uygulanan tedavinin cerrahi veya konservatif olmasının bu konuda önemi olmadığını saptamıştır⁽⁶⁾. Wessberg ve arkadaşlarının bulguları da bu yöndedir. Bu çalışmada, ister açık enstrümantasyonla, ister kapalı redüksiyon sonrası, rezidü kanal içi fragman miktarı ile kanal “remodeling”i arasında bir korelasyon olmadığını ileri sürülmüştür⁽²⁹⁾. Çalışmamız retrospektif bir çalışma olması ve kısıtlı sayıda vaka içermesi aksi yönde saptadığımız verilerin doğruluğu konusunda şüphe uyandırsa da, çalışmamızda erken cerrahi uygulanan hastalarda spinal kanal “remodeling”inin daha iyi olduğu belirlenmiştir.

Siebenga ve arkadaşları, 2006 yılında kanıt düzeyi I olan çok merkezli randomize prospektif çalışmalarında, nörolojik defisit olmayan Tıp A torakolomber omurga kırıklarında tüm klinik değerlendirmelerin posterior enstrümantasyon uygulanan operatif grupta daha iyi olduğunu, hastaların hastane yatış ve işe dönme sürelerinin çok daha kısa olduğunu

belirlemişlerdir ⁽²⁰⁾. Diğer taraftan Giele ve arkadaşları, 7 retrospektif çalışmayı inceledikleri meta-analiz çalışmalarında torakolomber bölge kırıklarında korse tedavisinin etkinliği konusunda belirgin bir kanıt olmadığını saptamışlardır ⁽¹³⁾. Van der Roer ve arkadaşları, retrospektif ve 4 prospektif çalışmanın değerlendirildiği meta-analiz çalışmalarında, hangi vakada konservatif hangi vakada cerrahi tedavi uygulanmasına dair bir kanıt veya yeterli bir fikir elde edilemediğini belirlemişlerdir ⁽²⁷⁾. Çalışmamızda cerrahi tedavi uygulanan hastaların yaklaşık % 70'inin işlerine geri döndüğü, bu hastaların büyük kısmının ise erken cerrahi uygulanan hastalar olduğu saptanmıştır.

Sonuç olarak bu çalışmanın vaka sayısının kısıtlı ve retrospektif oluşu önemli defektleri olmasına karşın, erken cerrahi tedavinin kanal işgal oranlarını azalttığı ve nörolojik ve klinik iyileşmeye olumlu katkılar sağladığı fikri elde edilmiştir.

KAYNAKLAR:

1. Alanay A, Acaroglu E, Yazıcı M, et al. Short segment pedicle instrumentation of thoracolumbar burst fractures: does transpedicular intracorporeal grafting prevent early failure. *Spine* 2001; 26: 312-217.
2. Alıcı E, Baran Ö, Tolgay M, Serin E. Early results of thoracic and lumbar vertebrae injuries with treatment by Alıcı Spinal Instrumentation. *J Turk Spinal Surg* 1990; 1:4-7.
3. Boerger TO, Limb D, Dickson RA. Does "canal clearance" affect neurological outcome after thoracolumbar burst fractures? *J Bone Joint Surg* 2002; 82 – B (5): 629 – 635.
4. Bucholz RW, Gill K. Classification of injuries to the thoracolumbar spine. *Orthop Clin North Am* 1986; 17: 67–73.
5. Burke DC, Murray DD. The management of thoracic and thoracolumbar injuries of the spine with neurological involvement. *J Bone JointSurg* 1976; 58-B: 72-78.
6. Dai LY. Remodeling of the spinal canal after thoracolumbar burst fractures. *Clin Orthop Relat Res* 2001; 382: 119 – 123.
7. Dendrinios GK, Halikias JG, Krallis PN, Asimakopoulus A. Factors influencing neurological recovery in burst thoracolumbar fractures. *Acta Orthop Belg* 1995; 61: 226-234.
8. Denis F. The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. *Spine* 1983; 8: 817–831.
9. Denis F. Spinal instability as defined by the three-column spine concept in acute spinal trauma. *Clin Orthop Rel Res* 1984; 189: 65–76.
10. 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.
11. Dinçer MD, Ömeroğlu H, Çetin İ. Anstabil vertebra kırıklarının Cotrel Dubousset instrumentasyonu ile tedavisi. *Acta Orthop Trauma Turc* 1992; 26: 85–88.
12. Frankel HL, Harnock DO. The value of postural reduction in the initial management of closed injuries of the spine with paraplegia and tetraplegia. *Paraplegia* 1969; 7: 179–192.
13. Giele BM, Wiertsema SH, Beelen A, Van de Schaaf M, Lucas C, Been HD, Bramer JA. No evidence for the effectiveness of bracing in patients with thoracolumbar fractures. *Acta Orthop* 2009; 80 (2): 226 – 232.
14. Grossman S, Wolfe BB, Yasuda RP, Wrathall JR. Alterations in AMPA receptor subunit expression after experimental spinal cord contusion injury. *J Neurosci* 2000; 19: 5711–5720.
15. Haheer TR, Felmy WT, O'Brien M. Thoracic and lumbar fractures: Diagnosis and management. In: Bridwell KH, Dewald RL (editors). *The Textbook of Spinal Surgery*, Philadelphia, JP Lippincott Company, 1991; pp: 857–910.

16. Mohanty SP, Venkatram N. Does neurological recovery in thoracolumbar and lumbar burst fractures depend on the extent of canal compromise? *Spinal Cord* 2002; 40 (6): 255 –259.
17. Mariotti AJ, Dwan AD. Current concepts in anterior surgery for thoracolumbar trauma. *Orthop Clin North Am* 2002; 33 (2): 403 – 412.
18. McLain RF, Burkus JK, Benson DR. Segmental instrumentation for thoracic and thoracolumbar fractures: prospective analysis constructs survival and five – year follow – up. *Spine J* 2001; 1(5): 310 – 323.
19. Roy-Camille R, Sailant G, Mazel CH. Plating of thoracic, thoracolumbar, and lumbar injuries with pedicle screw plates. *Orthop Clin North Am* 1986; 17: 147–159.
20. Siebenga J, Leferink VS, Segers MJ, Elzinga MJ, Bakker FC, Haarman HJ, Rommens PM ten Duis HJ, Patka P. Treatment of traumatic thoracolumbar spine fractures: a multicenter prospective randomized study of operative versus nonsurgical treatment. *Spine* 2006; 31 (85): 2881 – 2889.
21. Stadhouder A, Buskens E, Klerk LWd, Verhaar JA, Dhert WA, Verbout AR, Oner FC. Traumatic thoracic and lumbar spinal fractures: operative or nonoperative treatment. Comparison of two treatment strategies by means of surgeon equipoise. *Spine* 2008; 33 (9): 1006 – 1017.
22. Tator CH, Fehlings MG. Review of the secondary injury theory of acute spinal cord trauma with emphasis on vascular mechanisms. *J Neurosurg* 1991; 75: 15–26.
23. Tian H, Song YC, Chen JT, Ma N, Wang C, Xu Q, Ta YE. Systematic review of anterior versus posterior surgical treatment of thoracolumbar fractures. *Zhonghua Wai Ke Ze Zhi* 2008; 46 (20): 1562 – 1567 (Eng. Abstract).
24. Topsakal C, Erol FS, Özveren MF, et al. Effects of methylprednisolone and dexamethorphan on lipid peroxidation in an experimental model of spinal cord injury. *Neurosurg Rev* 2002; 25: 258–276.
25. Vaccaro AR, Kim DH, Brodke DS, Harris M, Chapman JR, Schildhauer T, Routt ML, Sasso RC. Diagnosis and management of thoracolumbar spine fractures. *Instr Course Lect* 2004; 53: 359 – 373.
26. Vaccaro AR, Baron EM, Sanfilippo S, Jacoby S, Steure J, Grossman E, DiPaola M, Ranier P, Austin L, Ropick R, Ciminello M, Okafor C, Eichenbaum M, Rapuri V, Smith E, Orozco F, Ugolini P, Şetcher M, Minnich J, Goldberg G, Wilsey J, Lee JY, Lim MR, Burns A, Mariano R, DiPaola C, Zeiller L, Zeiler S, Harrop J, Anderson G, Albert TJ, Hilibrand AS. Reliability of a novel classification system for thoracolumbar injuries: thoracolumbar injury severity score. *Spine* 2006, 31 (11): 562 – 569.
27. Van der Roer N, de Lange ES, Bakker FC, de vet HC, Van Tulder MW. Management of traumatic thoracolumbar fractures: a systematic review of the literature. *Eur Spine J* 2005; 14 (6): 527 – 534.
28. Wang XY, Dai LY, Xu HZ, Chi YL. Kyphosis recurrence after posterior short segment fixation in thoracolumbar burst fractures. *J Neurosurg Spine* 2008; 8(3): 246 – 254.
29. Wessberg P, Wang Y, Irstom L, Nordwall A. The effect of surgery and remodeling on spinal canal measurements after thoracolumbar burst fractures. *Eur Spine J* 2001; 10 (1): 55 –63.