

Torakolomber Vertebra Kırıklarında Spinal Kanal Daralması İle Nörolojik Yaralanma Arasındaki İlişki

THE RELATIONSHIP BETWEEN THE SPINAL CANAL DIAMETER AND THE NEUROLOGICAL DEFICIT SEVERITY IN SPINAL INJURIES

Sezer UÇAR¹, Makbule VARER², Berna DİRİM², Melda APAYDIN², Mehmet DİRİK², Engin ULUÇ²

¹Bursa Gemlik Devlet Hastanesi

²İzmir Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Radyoloji Anabilim Dalı

Amaç: Torakolomber vertebra kırıklı hastalarda travmadan sonra (3 ay içinde) ve geç postoperatif (6 ay içinde) dönemde Bilgisayarlı Tomografi (BT) tetkiki ile spinal kanal daralma oranını ve aynı dönemlerde nörolojik bakı ile nörolojik yaralanma düzeylerini belirleyerek; aralarındaki korelasyonu ve BT'nin bu değerlendirmedeki yerini belirlemeyi amaçladık.

Gereç ve yöntem: Torakolomber vertebra kırığı tanısı almış ve cerrahi tedavi görmüş 28 hasta preoperatif ve geç postoperatif dönemde BT ile incelendi. Ayrıca her hastanın Frankel Sınıflamasına göre nörolojik değerlendirmeleri yapıldı. Her hastada kanal işgal yüzdeleri tek tek belirlenip istatistiksel hesaplaması yapıldı.

Bulgular: Olguların %61'i yüksekten düşme, %39'u trafik kazasıydı. Ortalama yaş 34,6 olup hastaların %57'si erkek, %43'ü kadındı. 28 hastanın 18'inde (%64,3) nörolojik yaralanma mevcuttu. Frankel A'dan Frankel E'ye kadar beş ayrı nörolojik derecede ortalama kanal işgal oranı sırasıyla %66, %51, %37, %21 ve %27 idi. Kanal darlığının artması ile nörolojik yaralanmanın ağırlaşması arasında doğru orantılı ve anlamlı bir ilişki bulundu. Geç dönemde kanal işgal oranı ile nörolojik durum arasında ise anlamlı bir ilişki bulunmadı. Yaralanmanın seviyesinin de nörolojik yaralanma derecesini etkilediği görüldü.

Sonuç: Torakolomber vertebra kırıklarında nörolojik yaralanma primer olarak ilk travmanın ağırlığı ile belirlenmektedir. Yaralanmanın seviyesiyle birlikte ilk travma anında oluşan kanaldaki darlığın miktarı nörolojik yaralanmanın ağırlığını belirleyici unsurlardandır. Spinal kanalın görüntülenmesinde, kanal işgal oranının tesbitinde, tedavi planlanması ve postoperatif komplikasyonların değerlendirilmesinde BT üstün ve değerli bir görüntüleme yöntemidir.

Anahtar sözcükler: Torakolomber vertebra kırığı, bilgisayarlı tomografi, spinal kanal, nörolojik defisit

SUMMARY

Objective: Patients with thoracolumbar fractures were evaluated with c.t scan before and after operation in order to detect the degree of obliteration in the spinal canal. Also neurological evaluation was done. The relationship between spinal canal obliteration and the neurological deficit and the role of CT in this evaluation was investigated.

Material and method: Pre and postoperative CT scans were performed in 28 cases with vertebra fractures. Also they were evaluated neurologically according to the Frankel Classification.

Results: 61% of the patients fell from a high place, 39% had a traffic accident. Ava-

Mehmet DİRİK

İzmir Atatürk Eğitim ve

Araştırma Hastanesi

Radyodiagnostik AD

Tel. (232) 2434343

e- posta: mehdirik@hotmail.com

ÖZET

rage age was 34.6. 57% was male, 43% was female. Spinal canal obliteration per-cent was measured for each patient. 64.3% of the patients had neurological deficit. Spinal canal obliteration was classified neurologically as Frankel A, B, C, D, E and the ratios were as follows in the same order 66%, 51%, 37%, 21%and 27%. The spinal canal narrowing and neurological deficit severity was correlated well. But there wasn't such a correlation at the late stage. Also the level of trauma affected the neurological deficit severity.

Conclusion: In thoracolumber vertebra fractures neurological deficit is primerally correlated with the severity of trauma at first. The spinal narrowing and the level of trauma verrifies the severity of neurological deficit. CT examination is a good guide for planning surgery, finding out the spinal narrowing ratio and detecting the postoperative complications.

Key words: Thoracolumber vertebra fractures, computerize tomografi, spinal canal, neurological deficit

Torakolomber vertebra kırıklarında Bilgisayarlı Tomografi (BT) incelemesi 1980'lerde yaygınlaşmaya başlamış olup vertebra kırıklarının derece ve boyutlarının değerlendirilmesinde ve vertebral kanalın incelenmesinde diğer görüntüleme yöntemlerine göre üstündür.

En sık yaralanmaya yolaçan kırık tipi burst kırığıdır (1). Denis'e göre burst kırıkları ön ve orta kolonu tutar, potansiyel olarak stabil değildir. Nörolojik yaralanmayı yaratan çoğunlukla orta kolondan kanala taşan kemik fragmanlardır. Basının medullaya, konya ve kauda ekinaya oluşuna göre nörolojik tutulumun niteliği ve seviyesi değişir (2).

BT vertebral kanaldaki daralmayı, kanala taşmış kemik fragmanların miktar ve durumunu çok net olarak ortaya koyar (1,3). Vertebral kanaldaki daralmanın nörolojik yaralanmaya sebep olacağı düşünülür. Ancak bazı hastalarda kanalda daralma olduğu halde nörolojik kayıp olmadığı görülmektedir. Vertebral kanaldaki daralma ile nörolojik yaralanmanın derecesi arasında doğru orantılı bir ilişki olup olmadığını anlamak amacıyla torakolomber vertebra fraktürlü hastaları radyolojik ve klinik olarak değerlendirdik.

GEREÇ VE YÖNTEM

Torakolomber vertebra kırığı tanısı almış olan 28 hasta preoperatif dönemde ve geç postoperatif dönemde BT ile incelemeye alındı. Tüm hastaların BT incelemesi Toshiba W 950 SR X-Ray spiral sistem cihaz kullanılarak yapıldı. Supin pozisyonunda, kırık

vertebra seviyesinin bir alt ve bir üstü vertebra dahil olacak şekilde 5 mm aralıklarla aksiyel görüntüler elde edildi.

Preoperatif ve geç postoperatif BT tetkikleri yapılan torakolomber vertebra travmalı 28 olguda kanal işgal oranları hesaplandı. Kanal işgal oranı (KİO) Willien yöntemine göre; kırık vertebranın bir üst ve bir alt vertebra midsagittal kanal çapı ortalamasının, kırık vertebra düzeyindeki kanal çapına oranı olarak belirlendi.

$$\%KİO = 100 - (F/(A+B) \times 100)$$

A= Bir üst seviyedeki midsagittal çap

B= Bir alt seviyedeki midsagittal çap

F= Kırık vertebra seviyesinde en dar kanal çapı

Olguların preoperatif ve son takip nörolojik durumları, fonksiyonel durumu en iyi belirleyen sınıflama olarak kabul edilen Frankel sınıflamasına göre değerlendirildi. Nörolojik muayenelerin tamamı ortopedi uzmanları tarafından yapıldı. Frankel'in 1969 yılında yaptığı, halen popüler, basit ve fonksiyonel olan sınıflaması 5 fonksiyonel evreden oluşur :

- Lezyon seviyesi altında tam motor ve duyu kaybı mevcuttur.
- Lezyon seviyesi altında tam motor kayıp varken duyu mevcuttur.
- Motor kuvvet mevcut ama destekli ve desteksiz yürüyecek kuvvette değildir.

- d. Motor kuvvet destekli veya desteksiz yürümeye izin verecek güçte ancak normalden zayıftır.
e. Normal motor ve duyu fonksiyonu.

İstatistiksel değerlendirmede S.P.S.S istatistik programı kullanıldı. İstatistiksel analiz yapılırken Mana-Whitney U, Wilcoxon, Kruskal Wallis testi uygulandı. $p < 0,05$ anlamlı olarak kabul edildi.

BULGULAR

Çalışmamıza alınan olguların yaşları 15-63 arasında değişmekte; ortalama yaş 34.6 idi. Olguların 16'sı erkek (%57,1), 12'si kadındı (%42,8). Kırık etyolojisi 17 hastada yüksekte düşme (%60,7), 11 hastada trafik kazasıydı (%39,2). Olgular kırık seviyesine göre incelendiğinde 28 olgunun 3'ü (%10,7) T1-T10, 20'si (%71,4) T11-L1, 5'i (%17,8) L2-L5 düzeyindeydi (Tablo I). Olguların kırık tipine göre dağılımında 28 olgunun 21'i (%75) burst fraktürü, 3'ü (%10,7) kırıklı-çıkık, 4'ü (%14,2) kompresyon fraktüründen oluşmaktaydı (Tablo II). Toplam 28 olgunun 25'inde (%89) kanal içi kemik fragmanları mevcuttu (Resim 1,2).

Yüksek oranda nörolojik bulgularla seyreden bu tip kırıkların nörolojik değerlendirilmesi Frankel sınıflamasına göre yapıldı (Tablo III). Travma sonrası çekilen BT ile olguların kanal işgal oranları hesaplandı ve Frankel sınıflaması ile karşılaştırıldı. Frankel A'da ortalama kanal işgal oranı %66, B'de %51, C'de %37, D'de %21, E'de %27, tüm hastaların ortalama kanal işgal oranı %42 olup, Frankel sınıflaması ile kanal işgal oranı karşılaştırıldığında Kruskal Wallis testi ile istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0,05$). Kanal işgal oranının artmasıyla birlikte nörolojik bulgular doğru orantılı olarak artmaktaydı (Grafik 1). Ancak kırık seviyeleri ile nörolojik yaralanma oranı arasında Ki-kare testi ile istatistiksel bir anlamlılık bulunmadı ($p > 0,05$). 28 olgudan 3'ünde (%10,7) kanal işgal oranı %75 den fazla idi ve bu olguların tümünde nörolojik yaralanma ağır olup hepsi Frankel A olarak tesbit edildi. 11 olguda (%39,2) %25-50 arasında kanal işgal oranı tesbit edildi ve bunlardan 8 olgu T11-L1, 3 olgu L2-L5 seviyelerindeydi. Travma sonrası 28 olgunun 13'ünde (%46,4) posterior eleman hasarı tesbit edildi ve bu 13

olgunun 10'unda (%76) nörolojik defisit saptandı. Posterior eleman hasarı olmayan 15 olgudan 8'inde (%53) nörolojik defisit mevcuttu (Grafik 2).

Tablo I. Olguların kemik seviyesi ve Frankel skoruna göre sınıflaması

Frankel Skorlaması	Hasta sayısı	Seviye			P. eleman kırığı
		T 1-10	T 11-L1	L 2-5	
A	8	3	4	1	
B	5	-	3	2	
C	2	-	2	-	10
D	3	-	2	1	
E	10	-	9	1	3
Toplam	28	3	20	5	13

Tablo II. Kırık tipine göre dağılım

Kırık tipi	Sayısı	Yüzdesi
Burst	21	75,0
Kırıklı-çıkıklı	3	10,7
Kompresyon	4	14,2
Toplam	28	100,0

Tümü opere edilen olguların geç postoperatif dönemde çekilen BT'lerinde kanal işgal oranları hesaplandı ve Frankel sınıflaması ile karşılaştırıldı. Frankel A'da ortalama kanal işgal oranı %28, B'de %53, C'de %27, D'de %10, E'de %13, tüm hastaların ortalama kanal işgal oranı %17 olup Frankel sınıflaması ile kanal işgal oranı karşılaştırıldığında Kruskal Wallis testi ile istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p > 0,05$) (Tablo IV).

Travma sonrası ve geç postoperatif dönem nörolojik iyileşme ile kanal işgal oranı karşılaştırıldığında, başlangıçta nörolojik defisiti olan 18 olgunun 13'ünde

(%72) Frankel sınıflamasında ilerleme olarak nörolojik iyileşme tesbit edildi. Aynı hastaların kanal işgal oranları %51'den %15'e geriledi. Wilcoxon testi ile nörolo-

jik iyileşme ve kanal işgal oranındaki gerileme karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,05$).



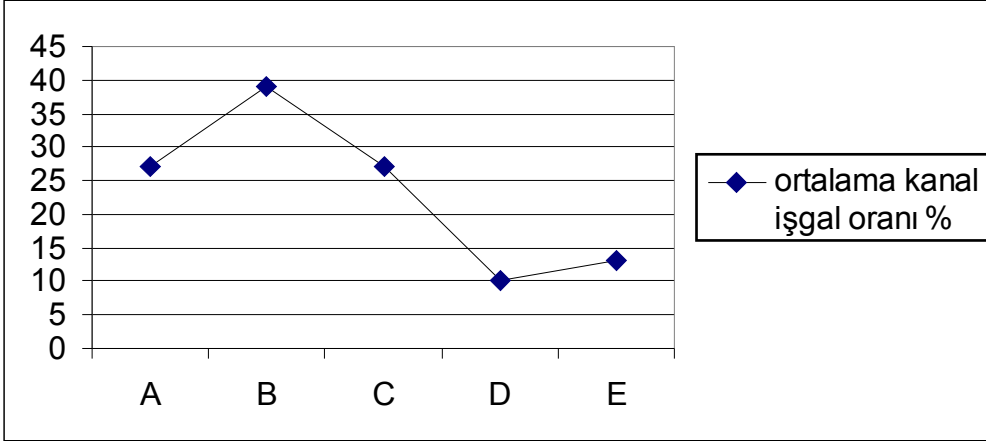
Resim 1. Burst fraktürlü hastanın pre ve postoperatif BT kesitleri; **A:** Vertebra korpusu ve posterior elemanlarda fraktür ve spinal kanalda obliterasyon; **B:** Ameliyat sonrası kanal çapı artmış. (postop 6. ay)



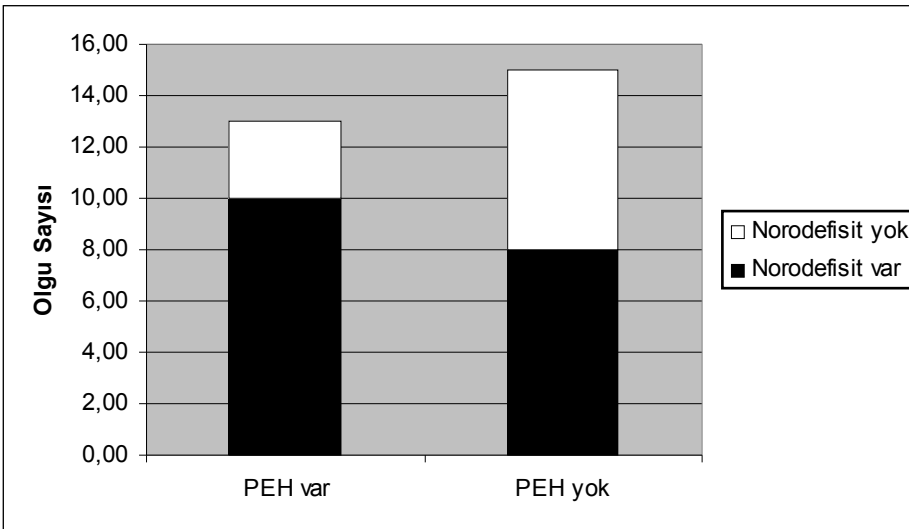
Resim 2. Vertebra fraktürlü hastanın pre ve postoperatif BT kesitleri; kemik fragmanlar nedeniyle spinal kanalda belirgin daralma

Tablo III. Olguların preoperatif sınıflaması

Frankel Sınıflaması	Olgu sayısı	Yüzde
A	8	28,5
B	5	17,8
C	2	7,1
D	3	10,7
E	10	35,7



Grafik 1. Travma sonrası frankel sınıflaması ile kanal işgal oranının karşılaştırılması



Grafik 2. Posterior eleman hasarı olan ve olmayan olgularda nörodefisit karşılaştırılması

Tablo IV. Olguların preoperatif ve postoperatif kanal işgal oranları ve frankel skorlaması karşılaştırması

Frankel Skorlaması	Hasta sayısı	Preop. kanal işgal oranı (%)	Geç postop. Kanal işgal oranı (%)
A	8	66	28
B	5	51	53
C	2	37	27
D	3	21	10
E	10	27	13

TARTIŞMA

Son yıllarda iş kollarında yüksek enerji kullanımı ve her geçen gün artan trafik kazaları nedeniyle yalnızca ülkemizde değil tüm dünyada torakolomber vertebra kırıkları büyük problem oluşturmaya başlamıştır. Torakolomber vertebra kırıklarının literatürde trafik kazası ve yüksekte düşme olarak tanımlanan temel etyolojisi, bizim çalışmamızda %39,2 trafik kazası ve %60,7 yüksekte düşme olarak bulunmuştur. Yüksekten düşmenin bu kadar yüksek oranda bulunmasının nedeni sosyoekonomik ve sosyokültürel yapı ile açıklanabilir.

Vertebra kırıklarında radyolojik inceleme yöntemleri, kırık düzeyini, tipini, kemik ve yumuşak dokuların travma sonrasındaki durumunu, yaralanma sonrasında vertebral kolonun stabil olup olmadığını ve travma dışında önceden mevcut bulunan yapısal deformiteleri ortaya koymayı amaçlar (4,5).

Vertebra kırıklarında BT çoğu kez düz grafilere sonra yapılacak ilk radyolojik inceleme yöntemi olup, vertebra korpusu ve kavsinin, faset eklemlerin iyi bir şekilde görüntülenmesine olanak sağlar (6). BT spinal fraktürlerin derece ve boyutlarını değerlendirmede, spinal kanal içindeki kemik fragmanları göstermede ve posterior nöral hasarın tesbitinde diğer görüntüleme modellerinden daha faydalı olup, ayrıca gerektiğinde intratekal kontrast madde kullanılarak ayrıntılı değerlendirme açısından da avantajlıdır. BT, intratekal madde verilsin veya verilmesin torakolomber spinal fraktürlerin değerlendirilmesinde diğer görüntüleme yöntemlerinden daha üstündür (6).

Burst kırıklarında medüller kanala yer değiştirmiş kemik fragmanlarıyla spinal kanal arasındaki ilişki ve anulus fibrozusun arka bölümünün değerlendirilmesinde BT çok önemli bir tetkiktir (6). Spinal travmalı olgularda BT de kanal açıklığının yüzdesel değerini ölçmek gerekir (7). Yapılan çalışmalar, burst kırıklarında spinal kanala bası yüzdesinin ölçümünde komplike ölçüm ve hesaplama yöntemleriyle, basit yöntemler arasında sonuç olarak bir fark olmadığını

göstermiştir (8). Biz de çalışmamızda basit ve pratik olması nedeni ile Willen formülünü kullandık. Hashimoto ve ark. tarafından da aynı formül kullanıldı.

Kanaldaki daralmayı yaratan, kompresyona uğrayan vertebra korpusunun ve/veya intervertebral diskin arka kısmının kanala taşmasıdır. Nörolojik defisit primer olarak ilk travmanın ağırlığı ile belirlenir (9).

Spinal kord yaralanması olan hastaların nörolojik fonksiyonlarının değerlendirilmesinde pek çok sınıflama ortaya atılmışsa da Frankel ve ark.'nın sınıflaması güncelliğini korumaktadır (10-12). Biz de vertebral kanal yaralanması olan olgularda nörolojik fonksiyonların değerlendirilmesinde Frankel sınıflamasını kullandık. Çalışmamızda, Frankel sınıflaması ile kanal işgal oranı karşılaştırıldığında, nörolojik muayene bulgularının ağırlığı ile kanal işgal oranı büyüklüğü arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon bulundu ve bu sonuç diğer çalışmalarla uyumluydu (9,13-15).

Hashimoto T, burst kırıklarında T11-T12 seviyesinde %35 ve üzerinde, L1 düzeyinde %45 ve üzerinde, L2 ve altında %55 ve üzerinde daralma olduğunda belirgin nörolojik tutulum riski olduğunu bildirmiştir (16). Her seviyede nörolojik defisiti olanlarla olmayanlar arasında kanal daralmasında istatistiksel anlamlılık saptanmıştır (16). Denis, kanal kesit alanında %75'den fazla daralmanın nörolojik yaralanma ile sonuçlandığını ve bunun da genellikle konus düzeyinde Frankel B, kauda düzeyinde Frankel C olduğunu bildirmiştir.

Çalışmamızda olgularımızın %10,7'sinde kanal işgal oranı %75'den fazla idi ve bu olguların tümünde nörolojik yaralanma ağır olup hepsi Frankel A olarak tesbit edildi. 11 olguda %25-50 arasında kanal işgal oranı tesbit edildi ve bunlardan 8 olgu T11-L1, 3 olgu L2-L5 seviyelerindeydi. T11-L1 seviyesindeki olgulardan %62,5'da L2-L5 seviyesindeki olgulardan %33'de nörolojik defisit mevcuttu. Bu sonuç da Hashimoto ve Denis'in çalışmaları ile uyumluydu (16,17).

Posterior eleman kırığının mevcudiyeti, daha ağır

bir travmanın varlığını gösterir ve hatta burst kırıklarında anstabiliteyi belirleyen önemli bir faktördür (18). Eren ve ark.nın yaptıkları çalışmada nörolojik defisitli hastaların %62'sinde posterior eleman kırığı tesbit edilmişler ve kanal darlığı ile nörolojik tutulum arasındaki ilişkiyi anlamlı bulmuşlardır (19). Çalışmamızdaki olguların %46,4 ünde posterior eleman hasarı tesbit edildi ve bu olguların %76'sında nörolojik defisit mevcuttu. Posterior eleman hasarı tesbit edilmeyen olguların ise %53'ünde nörolojik defisit mevcuttu. Çalışmamızın sonucunda, literatürü destekler şekilde, ilave posterior eleman hasarı olan torakolomber vertebra travmalarında nörodefisit sıklık ve şiddetinin daha fazla olduğu tesbit edildi.

Tümü opere olan olguların travma sonrası ve geç postoperatif dönem, nörolojik iyileşme ile kanal işgal oranı karşılaştırıldığında, başlangıçta nörolojik defisiti olan 18 olgunun %72'sinde Frankel sınıflamasında ilerleme olarak nörolojik iyileşme tesbit edildi. Aynı hastaların kanal işgal oranları %51'den %15'e geriledi. Nörolojik iyileşme ile kanal işgal oranındaki gerileme karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bulundu.

Zool Wessberg ve ark. da 157 olgunun 5 yıllık izlemlerini içeren çalışmalarında; kanal işgal oranının azalması ile klinik iyileşme arasında anlamlı bir korelasyon bulmuşlardır (20). Medikal yada cerrahi tedavi uygulanmış burst fraktürlü 31 hastanın 7 yıllık izlemlerini yapan Zool Daily ve ark; tüm olgularda izlem sürecinde kanal daralma oranının azaldığını, bu azalma ile nörolojik iyileşme arasında anlamlı bir korelasyon olduğunu ve cerrahi uygulanan hastalarda iyileşmenin daha hızlı olduğunu belirtmişlerdir (21). Çalışmamızda; nörolojik iyileşme ile kanal işgal oranındaki gerileme karşılaştırıldığında; literatürle uyumlu olarak nörolojik defisitli hastalarda bu korelasyon istatistiki olarak anlamlı bulunmasına rağmen; nörolojik defisiti olan ve olmayan 28 olgunun tümü değerlendirildiğinde anlamlı korelasyon saptanmamıştır (15).

Sonuç olarak; nörolojik defisit primer olarak ilk travmanın şiddeti ile belirlenmektedir. Yaralanmanın seviyesi ile ilk travma anında oluşan kanal daralmasının

oranı; nörolojik yaralanmanın ağırlığını belirleyen unsurlardır. Torakolomber vertebra travmalarında, travma sonrası çekilen konvansiyonel grafilerden sonra; spinal kanalın açıklığı, kanal işgal oranının belirlenmesi, tedavinin planlanması ve postoperatif komplikasyonların değerlendirilmesinde BT üstün ve uygulanması gerekli olan tetkiktir.

KAYNAKLAR

1. Argenson C, Lovet J, De Perefli F et al. Instrumentation for the fixation of thoracic and lumbar vertebral fractures (110 Cases). *Acts Orthop Traumatol Turc* 1993; 27: 248-256.
2. Anderson AF, Green N. Residual functional deficit after partial fibulectomy for bone graft. *Clin Orthop* 1996; 260:137-140.
3. Altınmakas M, Aydoğdu N, Şehirlioğlu A, Yaman H, Molla G. Application of transpedicular screw to the fractured vertebra in thoracolumbar burst fracture, 4th International Congress on Spine Surgery, İzmir, Turkey, 1996.
4. Apple, DF. Spinal cord injury rehabilitation in spine. Ed RH. Rothman, FA Simeone. Third edition W.B. Saunders Company 1992; 1225-1246.
5. Harris, JM. Spinal imaging in skeletal trauma. Ed. BD Browner, JB Jupiter AM, Levine PG, Trafton WB. Saunders Company. Vol 1, 1992; 605-622.
6. Daffner RH. Thoracic and lumbar vertebral trauma. *Orthop Clin North Am* 1990; 21:463-482.
7. McGrory BJ, Vander Wilde RS, Currier BL, Eismont FJ. Diagnosis of subtle thoracolumbar burst fractures. A new radiographic sign. *Spine* 1993; 18:2282-2285.
8. Zjöström L, Karlström G, Peck P. Indirect spinal canal decompression in burst fractures treated with pedicle screw instrumentation. *Spine*, 1996;21: 113-123.
9. Keene JS, Fischer SP, Vanderby R Jr. Significance of acute post traumatic bony encroachment of the neural canal. *Spine*, 1989;14: 799-802.
10. Chapman JR, Anderson PA. Thoracolumbar spine fractures with neurologic deficit. *Orthop Clin North Am*, 1994;25:595-612.
11. Davies, LA, Warren, SA, Reid, DC. Incomplete neural deficit in thoracolumbar and lumbar spine fractures,

- reliability of Frankel and Sunnybrook Scales Spine, 1993;18:257-263.
12. El Masry, WS, Tsubo M, Katoh S. Validation of the American Spinal Injury Association (ASIA) Motor Score and the National Acute Spinal Injury Study (NASCIS) Motor Score Spine, 1996;21: 614-619.
 13. Vaccaro AR, Nachwalter RS, Klein GR, Sowards JM, Albert TJ, Garfin SR. The significance of thoracolumbar spinal canal size in spinal cord injury patients. Spine 2001; 26:371-376.
 14. Knop C, Blauth M, Bühren V et al. Surgical treatment of injuries of the thoracolumbar transition. 2: Operation and roentgenologic findings. Unfallchirurg 2000; 103: 1032-1047.
 15. Kim NH, Lee HM, Chun IM. Neurologic injury and recovery in patients with burst fracture of the thoracolumbar spine. Spine 1999; 24:290-293; discussion 294.
 16. Hashimoto T, Kaneda K, Abumi K. Relationship between traumatic spinal canal stenosis and neurologic deficits in thoracolumbar burst fractures. Spine 1988; 13: 1268-1272.
 17. Denis F. Spinal instability as defined by the three-column spine concept in acute spinal trauma Clin Orthop 1984; 189: 65-76.
 18. Kılıçkap C, Eren AH, Zayim E. Assessment of plain radiograph and CT scanning of thoracic and lumbar spine fractures. Represented in third International Congress of Spine Surgery in Turkey. 2-6 October 1994.
 19. Eren AH, Kılıçalp C, Zaim E. Omurga burst kırıklarında spinal kanal daralması ile nörolojik yaralanmanın ağırlığı. Acta Ortop Et Traumatologica Turcica, 1995; 29: 189-191.
 20. Wessberg Z, Wang Y, Irstam L, Nordwall A. The effect of surgery and remodelling on spinal canal measurements after thoracolumbar burst fractures. Eur Spine J 2001; 10:55-63.
 21. Daily Z. Remodeling of the spinal canal after thoracolumbar burst fractures. Clin Orthop 2001; 382: 119-123.