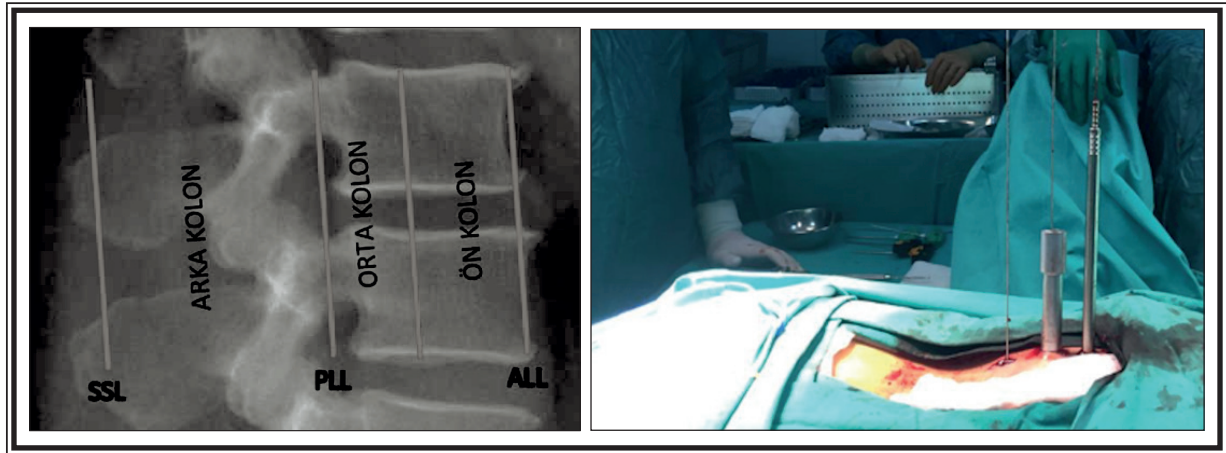


SPİNAL

PERİFERİK SİNİR CERRAHİSİ BÜLTENİ

E ISSN 2148-0842



TORAKOLOMBER KIRIKLAR



TÜRK NÖROŞİRÜRJİ DERNEĞİ
SPİNAL VE PERİFERİK SİNİR CERRAHİSİ
ÖĞRETİM VE EĞİTİM GRUBU YAYIN ORGANI
Sayı 85 / Ekim 2019

www.spinetr.com



SPİNAL

PERİFERİK SİNİR CERRAHİSİ BÜLTENİ

Türk Nöroşirürji Derneği Spinal ve Periferik Sinir Cerrahisi Öğretim ve Eğitim Grubu'nun resmi yayım organıdır.

Sayı: 85 Ekim / 2019



Türk Nöroşirürji Derneği Yönetim Kurulu

Başkan
Emel AVCI

2. Başkan
Ömer Hakan EMMEZ

Sekreter
Hüseyin Hayri KERTMEN

Muhasip
İlker SOLMAZ

Veznedar
Gökmen KAHİLOĞULLARI

Üyeler
İbrahim Suat ÖKTEM
Ali Metin KAFADAR
Mevlüt Özgür TAŞKAPILIOĞLU
Bülent BOZYİĞİT
Ali Fatih RAMAZANOĞLU

**Türk Nöroşirürji Derneği
Spinal ve Periferik Sinir Cerrahisi
Öğretim ve Eğitim Grubu
Yönetim Kurulu**

Başkan
Ali DALGIÇ

2. Başkan
Mesut YILMAZ

Sekreter
Şeref DOĞAN

Üyeler
Cumhur KILINÇER
Ahmet DAĞTEKİN
Ahmet Gürhan GÜRÇAY
Onur YAMAN

Editör

Ali DALGIÇ

alidalgic@yahoo.com

Editör Yardımcıları

Ahmet DAĞTEKİN

dagtekin69@yahoo.com

Şeref DOĞAN

serefdogan01@yahoo.com

Ahmet Gürhan GÜRÇAY

drgurcay@gmail.com

Cumhur KILINÇER

ckilincer@hotmail.com

Onur YAMAN

dronuryaman@yahoo.com

Mesut YILMAZ

drmesutyilmaz@yahoo.com

Danışma Kurulu

Cem AÇIKBAŞ

Nusret DEMİRCAN

Sait NADERİ

Ali ARSLANTAŞ

Tahsin ERMAN

Fahir ÖZER

Özkan ATEŞ

Murat HANCI

İlker SOLMAZ

Şükrü ÇAĞLAR

Serdar IŞIK

Alparslan ŞENEL

Sedat ÇAĞLI

Erkan KAPTANOĞLU

Serkan ŞİMŞEK

Süleyman ÇAYLI

Ümit KEPOĞLU

Cüneyt TEMİZ

Sedat DALBAYRAK

Cumhur KILINÇER

Kudret TÜREYEN

Ali DALGIÇ

Kemal KOÇ

Mesut YILMAZ

Ahmet DAĞTEKİN

Kadir KOTİL

Mehmet ZİLELİ

SPİNAL

PERİFERİK SİNİR CERRAHİSİ BÜLTENİ

Türk Nöroşirürji Derneği Spinal ve Periferik Sinir Cerrahisi Öğretim ve Eğitim Grubu'nun resmi yayım organıdır.

Spinal ve Periferik Sinir Cerrahisi Bülteni

Türk Nöroşirürji Derneği adına yayım sahibi:
Emel AVCI

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü:
Mesut YILMAZ

Yayın türü: Yaygın süreli yayım
E ISSN: 2148-0842

Tüm hakları Türk Nöroşirürji Derneği Spinal ve Periferik Sinir Cerrahisi Öğretim ve Eğitim Grubu'na aittir.
Yazıların içeriğinden yazarlar sorumludur.

Spinal ve Periferik Sinir Cerrahisi Bülteni elektronik olarak yılda dört sayı olmak üzere Ocak, Nisan, Temmuz, Ekim aylarında yayımlanmaktadır.

Sayı: 92 Temmuz / 2021

Online yayım tarihi: 15.11.2021
Kapak resmi: Apaydın, s. 6; Öcal, s. 28

Web Adresi

<http://www.spinetr.com/menu/14/bultenler>

Yazışma Adresi

TÜRK NÖROŞİRÜRJİ DERNEĞİ
Taşkent Caddesi 13/4
06500 Bahçelievler, Ankara
Tel: 0312 212 64 08 Faks: 0312 215 46 26
E-mail: info@turknorosirurji.org.tr
Web: www.turknorosirurji.org.tr

Yayın Hizmetleri ve Düzenleme

Buluş Tasarım ve Matbaacılık Hizmetleri San. Tic.
Bahriye Üçok Caddesi 9/1 Beşevler, 06500 Ankara
Tel: 0312 222 44 06 Faks: 0312 222 44 07
www.bulustasarim.com.tr

Yazım Kuralları

Spinal ve Periferik Sinir Cerrahisi Bülteni, esas olarak nöroşirürji eğitimine katkıda bulunacak davetli yazıların yanı sıra nöroşirürji ve ayrıca nöroloji, nöropatoloji, nöroradyoloji, nöroanestezi, nörofarmakoloji, nöroanatomi, nörofizyoloji, omurga, omurilik ve periferik sinir cerrahisi dallarındaki **derleme** makaleleri, nöroşirürji ile ilgili önemli ve yeni bilgileri içermesi koşulu ile yayımlar. Yazı dili Türkçedir. Yazılar **e-posta** yoluyla dergi editörüne gönderilecektir. Makaledeki tüm yazarların e-posta adresleri ve ORCID ID (ORCID kayıt numarası) bilgisi makale gönderilme aşamasında belirtilmelidir. ORCID kaydı <http://orcid.org> adresinden ücretsiz yapılabilir ve ORCID ID bu adresten elde edilebilir. Yazılar, yayım kurulu tarafından değerlendirilecektir. Editör, yazıları düzeltme, değiştirme, reddetme veya yeniden düzenlenmesi için geri gönderme hakkına sahiptir. Dergi, yazarların görüş ve yorumlarından sorumlu değildir. Tüm yazılar, uluslararası etik kurallara uygun olmalı ve gerektiğinde yayımlarda etik kurul izninin alındığı belgelenmelidir.

Makalenin Hazırlanması

Başlık Sayfası: Yazının Türkçe başlığı, İngilizce alt başlığı, yazarların ad ve soyadları (akademik ve mesleki ünvanları yazılmaz) belirtilir. Aynı kurumdan yazarlar, aynı numarayı almak üzere klinik, bölüm, enstitü veya kuruluşun ismi ve adresleri yazar sırasına göre numaralandırılarak yazılır. Yazının kısa başlığı da verilmelidir. Yazışmaların yapılacağı yazarın adı, tam posta adresi, telefon, faks numarası ve elektronik posta adresleri yazılmalıdır. Çalışma bir kongre ya da bir toplantıda bildiri olarak sunulmuşsa, yazarlar bu durumu sayfanın sonunda, yapılan toplantının adını, yerini ve tarihini vererek belirtmelidir.

Öz: İki yüz elli sözcükten fazla olmayan Türkçe ve İngilizce öz yazılmalıdır. Öz kısmı **bölümlerden oluşmayacaktır**. Kısaltmalar ve kaynaklar kullanılmamalıdır. Özün sonunda yer alacak Türkçe ve İngilizce anahtar sözcükler, üç ile yedi sözcük arasında, Index Medicus Tıbbi Başlıklar (MeSH) listesine uygun olarak alfabetik sırada verilmelidir. Özün sonunda yer alacak Türkçe anahtar sözcükler, üç ile yedi sözcük arasında, Index Medicus Tıbbi Başlıklar (MeSH) listesine uygun olarak alfabetik sırada verilmelidir. Bir başka sayfaya, Türkçe öz ve anahtar sözcüklerin birebir tercümesi olacak biçimde İngilizce öz (abstract) yazılmalıdır.

Metin Sayfaları: Bütün ölçümler metrik sistemde verilmelidir. Simge ve kısaltmalar uluslararası standartlarda olmalıdır. Kısaltmalar metinde ilk görüldüğünde açıklanmalı ve genel kabul görmüş olanlarla sınırlandırılmalıdır. İstatistiksel analiz için kullanılan testler metinde ve tablolarda belirtilmelidir. Yazarlar, metnin sonunda **teşekkür** başlığı altında, çalışmanın gerçekleşmesi için katkıda bulunan kişi, kurum ve kuruluşlar varsa bildirebilirler.

Kaynaklar: **Alfabetik** olarak numaralanmalı ve metinde cümle sonuna noktadan önce parantez içinde yerleştirilmelidir. Kısaltmalar Index Medicus'a uygun olmalıdır.

Aynı yazara ait birden çok makale varsa, bunlar eskiden yeniye doğru tarih sırasına göre verilmelidir. Bütün yazarların isimleri belirtilmelidir. Kişisel bilgiler, incelemedeki yazılar ve yayınlanmamış veriler kaynak listesine alınmaz, metnin uygun bir yerinde parantez içinde belirtilir. Yayınlanmak üzere kabul edilen yazılar kaynak listesine alınabilir. Kaynak listesi metin içinde yer alan tüm kaynakları, metin de tüm kaynak numaralarını içermelidir.

1. Makale örneği

Erdoğan P, Dalgıç A, Tüzgen S, Çıplak N, Oral Z, Kuday C: Çocukluk çağı posterior fossa tümörleri: 73 olgunun değerlendirilmesi. Türk Nöroşir Derg 12:31-39, 2002

2. Ek örneği

Altınörs N, Kars Z, Arda N, Şenveli E, Türker A, Çınar N: Spinal extradural metastasis of medulloblastoma. Turk Neurosurg Suppl (veya ek) 1:144, 1989

3. Kitap örneği

Taveras JM, Wood EH: Diagnostic Neuroradiology, cilt 1, ikinci baskı, Baltimore: Williams and Wilkins, 1976:542-550

4. Kitapta bölüm örneği

Verbiest H: Lumbar spine stenosis. Youmans JR (ed), Neurological Surgery, cilt 4, üçüncü baskı, Philadelphia: WB Saunders, 1990:2805-2855

5. Tez örneği

Kanpolat Y: Trigeminal ganglionu deneysel perkütan giriş ve radyofrekans termik lezyonun histopatolojik değerlendirilmesi (Doçentlik tezi), Ankara: Ankara Üniversitesi, 1978:1-52

6. *Yazılım*

Epi Info [computer program]. Version 6. Atlanta: Centers for Disease Control and Prevention, 1994.

7. *Çevrimiçi dergi*

Friedman SA. Preeclampsia: A review of the role of prostaglandins. *Obstet Gynecol* [serial online]. January 1988;71:22-37. Available from: BRS Information Technologies, McLean, VA. Accessed December 15, 1990.

8. *Veritabanı*

CANCERNET-PDQ [database online]. Bethesda, MD: National Cancer Institute, 1996. Updated March 29, 1996.

9. *World Wide Web*

Gostin LO. Drug use and HIV/AIDS [JAMA HIV/AIDS web site]. June 1, 1996. Available at: <http://www.ama-assn.org/special/hiv/ethics>. Accessed June 26, 1997.

Tablolar: Her tablonun bir başlığı olmalıdır. Tablolar çift aralıklı olarak ayrı bir sayfada listelenmeli ve numaralandırılmalıdır. Tablo numaraları metin içinde yer almalıdır.

Şekiller: Tüm şekillerin altyazısı olmalı ve ayrı bir sayfada listelenmelidir. Şekil altyazıları kısa ve açıklayıcı olmalıdır. Altyazılar şeklin üstüne yazılmamalıdır. Şekiller (fotoğraflar, çizimler ve grafikler) numaralandırılmalı ve tüm şekil numaraları metin içinde de geçmelidir. Fotoğraflarda hastanın ismini, kimliğini belirleyen bölümler gizlenmelidir. Sadece aynı sütun içinde yer alan ve birlikte görünen şekiller aynı numarayı, farklı harflerle alabilirler (1A,1B gibi). Diğer tüm şekiller farklı numaralandırılmalıdır. Fotoğraflar en az 300 dpi çözünürlükte olmalıdır. Fotomikrograflardaki büyütme oranı şekil altyazılarında verilmelidir. Eğer mümkünse fotoğraf üzerine ölçek eklenmelidir. Radyolojik görüntüler (MRG, BT, Anjiyografi) mutlaka siyah beyaz olmalıdır.

Videolar: Videoklipler, yazarların özgün eserleri olmalıdır. Türkçe altyazı ve sesli anlatım eklenmelidir. Kabul edilen formatlar .avi, .mpeg ve .mp4'dür. En fazla 40MB boyutta olmalı ve 10 dakikadan uzun sürmemelidir. Sözkonusu videolar makaledeki bir figür ya da figürlerin yerini alabilir. Yayın hakları Spinal ve Periferik Sinir Cerrahisi Bülteni'nin diğer bölümlerinde belirtildiği gibidir.

İçindekiler

Sayı: 85 Ekim / 2019

Konuk Editörün Mesajı	1
Torakolomber Bileşke Kırıklarında Epidemiyoloji	2
<i>Epidemiology of Thoracolumber Junction Fractures</i>	
Torakolomber Bileşke Travmalarının Biomekaniği	4
<i>Biomechanics of Thoracolumber Consequential Trauma</i>	
Torakolomber Vertebra Kırıklarında Sınıflandırma	10
<i>Classification of the Thoracolumbar Vertebrae Fractures</i>	
Torakolomber Bileşke Kırıklarında Cerrahi Tedavi, Endikasyon, Yaklaşım ve Segment Seçimi	20
<i>Endications and Treatment Approachs on Thoracolumbar Junctional Fractures, Surgical Methods and Segment Selection</i>	
Torakolomber Vertebra Kırıklarında Perkütan Stabilizasyon	26
<i>Percutaneous Pedicle Screw Fixation in Thoracolumbar Fractures</i>	
Torakolomber Bileşke Kırıklarında Vertebroplasti ve Kifoplasti	30
<i>Vertebroplasty and Kyphoplasty for Fractures of the Thoracolumbar Junction</i>	
Torakolomber Bileşke Kırıklarında Konservatif Tedavi, Korse Seçimi	36
<i>Conservative Treatment of Thoracolumbar Junction Fractures, Choosing a Corset</i>	
Torakolomber Bileşkede Gecikmiş Travmaya Yaklaşım ve Posttravmatik Deformite	45
<i>Approach to Delayed Trauma in the Thoracholumbar Junction and Posttraumatic Deformity</i>	

Konuk Editörün mesajı

Dr. Ahmet Gürhan GÜRÇAY



Değerli Meslektaşlarımız,

Spinal cerrahi pratiğimizde travma hastalarıyla oldukça sık karşılaşıyoruz, omurganın travmaya en çok maruz kalan bölgesi olan Torakolomber Bileşke Bültenimizin bu sayısının konusu.

Torakolomber bileşke travmalarını biyomekaniğinden sınıflamalarına, tedavisinden komplikasyonlarına tüm yönleri ile ele almaya çalıştığımız bu sayımızı Ankara Şehir Hastanesi Beyin ve Sinir Cerrahi Kliniği'nin genç uzmanlarının katkılarıyla oluşturduk, kendilerine teşekkür ediyoruz.

Tüm meslektaşlarımıza yararlı olması dileğiyle...

Dr. Ahmet Gürhan GÜRÇAY

Derleme / Review

TORAKOLOMBER BİLEŞKE KIRIKLARINDA EPİDEMİYOLOJİ

EPIDEMIOLOGY OF THORACOLOMBER JUNCTION FRACTURES

ÖZ

Torakolomber bileşke kırıkları, T10-L2 bölgesini içerir ve travmadan en çok etkilenen bölgedir. Çoğu yüksek enerjili ve yüksek hızlı travmalar sonucu oluşan yaralanmalardır. Künt travma sonrası görülen önemli mortalite ve morbidite nedenlerindedir. Görülme insidansı %6,9'dur. Bu kırıkların %27'sinde kalıcı nörolojik defisitler görülür. Torakolomber omurga yaralanmalarının en yaygın nedeni motorlu araç kazalarıdır. İlişkili olduğu ek yaralanmalarla birlikte görülebilir. Epidemiyolojisinin ve eşlik eden nedenlerin iyi anlaşılması, bu kırıkların değerlendirilmesine ve yönetimine rehberlik eder.

Anahtar Sözcükler: Torakolomber bileşke kırıkları, Epidemiyoloji, Travma

ABSTRACT

Thoracolumbar junction fractures involve the T10-L2 region and is the most common area of the spine affected by trauma. Most are injuries resulting from high-energy and high-velocity trauma. It is one of the important causes of mortality and morbidity after blunt trauma. Its incidence is 6.9%. Permanent neurological deficits are seen in 27% of these fractures. The most common cause of injuries to the thoracolumbar spine is motor vehicle accidents. It can be seen with associated additional injuries. A good understanding of its epidemiology and associated causes guides the evaluation and management of these fractures.

Keywords: Thoracolumbar junction fractures, Epidemiology, Trauma

Torakolomber bileşke kırıkları, vertebral kolonun en sık görülen yaralanmasıdır. Bunun altında yatan patofizyoloji, nispeten immobil torasik omurgadan (kostaların, sternal ve bilateral omurgaya tutunması) dinamik lomber omurgaya geçişteki artan biyomekanik streştir (8,10). İlk kez Stagnara tarafından tanımlanan ve bileşke kabul edilen bu T10-L2 bölgesi travmadan en çok etkilenen bölgedir (9,10). Bu bölge kırıkları genellikle hastalarda ciddi tıbbi, sosyal ve mali sonuçlara yol açar ve önemli mortalite-morbidite nedenlerindedir. Torakolomber bölge kırıkları önceleri en sık 15-29 yaş arasında raporlanırken günümüzde ortalama yaş 35'dir (3,10). Künt

travmalı hastalarda görülme insidansı %6,9'dur. Bu kırıkların %27'sinde kalıcı nörolojik defisitler görülür (3). Kalıcı nörolojik defisitler, konus medüllaris ya da kauda ekuina liflerinin basısı veya direkt yaralanmasına bağlı olarak gelişebilir ve bu durum acil değerlendirme ve müdahale gerektirir (5). Erkek/kadın oranı 1,4:1'dir (4). Torakolomber bileşke kırıklarına neden olan en önemli mekanizmalar motorlu araç kazaları (%36,7 ile en sık), yüksekten düşmeler (%31,7 ile 2. sıklıkta), spor yaralanmaları ve iş yeri kazaları sayılabilir (3). Bunların çoğu yüksek enerjili ve yüksek hızlı yaralanmalardır (6,7). Her yıl artmakla birlikte motorlu araç kazalarından sonra

torakolomber bileşke kırıklarının görülme insidansı %2,4'dür. Bu kırıkların birlikte görüldüğü diğer yaralanmalar; abdominal (%7,63), torasik (%22,64), pelvik (%9,39), ekstremiteler (%18,26) ve kafa (%12,96) travmalarıdır. Bileşkenin fleksiyon-distraksiyon yaralanmalarına en çok abdominal travmalar (%38,7) eşlik etmektedir. Burst/AO tip A3 fraktürleri (%39,5) en çok görülen kırık morfolojisi iken bunu kompresyon/AO tip A1 (%33,6), dislokasyon/AO tip C (%14,2) ve fleksiyon-distraksiyon/AO tip B (%6,96) kırıkları takip etmektedir (3). Çocuklarda torakolomber kırıklar nadirdir ve tüm omurga kırıklarının %2'si kadardır. Bazı serilerde insidans %5-34 arasında bildirilmiştir. Çocuklarda en sık sebep yüksekten düşme ve bunların %25'inde komplet defisit görülür ve %20'sinde cerrahi gerekir (1). Yaşlı hastalarda osteoporozla bağlı en sık torakolomber bileşke kırıkları görülür. Yaşlılarda bu bölge kırıkları düşük enerjili travmalara sekonder gerçekleşir ve hastaların çoğunun (%77) tanısı anında mobilizasyonları yeterlidir. Yaşlı hastalardaki kompresyon kırıklarında insidans yaşa ve cinsiyete bağlı olarak değişmekle birlikte postmenopozal kadınların 50 yaşından sonra %25'ini ve 80 yaşına kadar %40'ını etkilemektedir (2,11).

Torakolomber bileşke kırıklarının epidemiyolojisi ve ilişkili olduğu diğer yaralanma paternlerinin net olarak anlaşılması, travma hastalarının hem acilde hem de operasyon sırasında değerlendirilmesine ve yönetimine kolaylık sağlar.

KAYNAKLAR

1. Babu RA, Arimappamagan A, Pruthi N, et al: Pediatric thoracolumbar spinal injuries: The etiology and clinical spectrum of an uncommon entity in childhood. *Neurol India* 65(3):546-550, 2017
2. Goldstein CL, Chutkan NB, Choma TJ, Orr RD: Management of the elderly with vertebral compression fractures. *Neurosurgery* 77(4):S33-S45, 2015
3. Katsuura Y, Osborn JM, Cason GW: The epidemiology of thoracolumbar trauma: A meta-analysis. *J Orthop* 13(4):383-388, 2016
4. Li B, Sun C, Zhao C, et al: Epidemiological profile of thoracolumbar fracture (TLF) over a period of 10 years in Tianjin, China. *J Spinal Cord Med* 42(2):178-183, 2019
5. Marchan EM, Ghobrial GM, Harrop JS: Thoracolumbar Spine Fractures. In: *Principles of Neurological Surgery*. StatPearls Publishing, 2018:493-499.e2
6. Mohammad A, Branicki F, Abu-Zidan FiM: Educational and clinical impact of Advanced Trauma Life Support (ATLS) courses: A systematic review. *World J Surg* 38(2):322-329, 2014
7. Navarro S, Montmany S, Pere R, Carme C, Pallisera A: Impact of ATLS training on preventable and potentially preventable deaths. *World J Surg* 38(9):2273-2278, 2014
8. Rath N, Inam MB: The management of spinal fractures. *Surg* 39(8):547-553, 2021
9. Stagnara P, De Mauroy JC, Dran G, et al: Reciprocal angulation of vertebral bodies in a sagittal plane: Approach to references for the evaluation of kyphosis and lordosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 7(4):335-342, 1982
10. Thomas RJE, Jesus O De: Thoracolumbar spine fracture. *Princ Neurol Surg* 493-499.e2, 2021
11. Weerink LBM, Folbert EC, Kraai M, Smit RS, Hegeman JH, Velde D van der: Thoracolumbar Spine Fractures in the Geriatric Fracture Center: Early ambulation leads to good results on short term and is a successful and safe alternative compared to immobilization in elderly patients with two-column vertebral fractures. *Geriatr Orthop Surg Rehabil* 5(2):43, 2014

Derleme / Review

TORAKOLOMBER BİLEŞKE TRAVMALARININ BİOMEKANİĞİ

BIOMECHANICS OF THORACOLOMBER CONSEQUENTIAL TRAUMA

ÖZ

İnsan vertebra bir yandan doğal dejenerasyon süreçleri yaşarken diğer yandan da birçok patolojik durumlar, travmalar ile karşılaşır. Bütün bu doğal süreç ve patolojik süreçlerin doğru bir şekilde ele alınabilmesi için, vertebra biyomekaniği ilkelerinin bilinmesi ve klinik uygulamalara adapte edilmesi gerekmektedir. Biyomekanik testler yapılırken kas dokusu hariç tutularak vertebra'nın en küçük birimi olan fonksiyonel spinal ünite (FSU) üzerinde değerlendirme yapılmalıdır. Klinikte vertebra biyomekaniğinin değerlendirilmesinde spinal stabilite ve instabilite üzerinde durulmaktadır. Vertebra stabilitesi nöral yapılarını korunması ve vertebra'nın erken mekanik bozulmasını önlemek için temel gereksinimdir. Vertebra biyomekaniği gerek fiziksel yönü gerekse klinik yönü ile spinal cerrahinin önemli bir disiplindir. Torakal ve lomber vertebra kırıkları yaşam kalitesinde ani bir değişikliğe neden olurken, ağrı ve fonksiyonel kayıplarla birlikte kronik komplikasyonlara da yol açar. Vertebra yaralanmaları, farklı travmatik duyarlılığa ve iyileşme potansiyeline sahip yumuşak dokulardan ve kemik yapılardan oluşan karmaşık bir yapıyı etkiler. Bu karmaşıklık, sınıflandırmayı, instabiliteyi ve tedavi sonuçlarını değerlendirmeyi zorlaştırır. Bununla birlikte, dejeneratif instabilitenin aksine, travmatik instabilite, görüntüleme bulguları ve klinik semptomlar arasında daha doğrudan olan bir ilişki mevcuttur. Torakolomber travmalarda Denis'in üç kolonu, tümörlere bağlı stabilitenin değerlendirilmesinde ise Kostuik'in önerdiği modifikasyon uygulanabilir. Spinal stabilitenin değerlendirilmesinde ister kolonlar sisteminden ister puanlama sisteminden yararlanalım, biyomekanik kavramlar ışığında, daha sistematik ve rasyonel bir şekilde karar verme yeteneği kazanmış oluruz.

Anahtar Sözcükler: Torakolomber vertebra, Biyomekanik, Instabilite

ABSTRACT

While the human vertebra experiences natural degeneration processes, it also encounters many pathological conditions and traumas. In order to handle all these natural and pathological processes correctly, the principles of vertebral biomechanics should be known and adapted to clinical practice. While performing biomechanical tests, the functional spinal unit (FSU), which is the smallest unit of the vertebra, should be evaluated by excluding muscle tissue. Spinal stability and instability are emphasized in the evaluation of vertebral biomechanics in the clinic. Vertebral stability is essential for preserving neural structures and preventing premature mechanical deterioration of the vertebrae. Vertebral biomechanics is an important discipline of spinal surgery with both its physical and clinical aspects. While thoracic and lumbar vertebral fractures cause a sudden change in quality of life, they also cause chronic complications along with pain and functional losses. Vertebral injuries affect a complex structure of soft tissues and bone structures with different traumatic susceptibility and healing potential. This complexity makes it difficult to classify, assess instability and treatment outcomes. However, unlike degenerative instability, there is a more direct relationship between traumatic instability, imaging findings, and clinical symptoms.

Denis's three columns in thoracolumbar traumas and Kostuik's modification can be applied in the evaluation of stability due to tumors. Whether we use the column system or the scoring system in the evaluation of spinal stability, we gain the ability to make decisions in a more systematic and rational way in the light of biomechanical concepts.

Keywords: Thoracolumbar vertebra, Biomechanics, Instability

Vertebralar, yük taşıyan korpus yapısı, harekete izin veren veya kısıtlayan faset eklemleri ve disk yapısı, pasif direnç gösteren ligamentöz yapılar ve aktif hareket sağlayan kas yapıları ile kompleks bir mekanik yapıdır. Spinal cerrahi pratik uygulamaları arasında, doğru tanı ve tedavi uygulayabilmesi için biyomekanik disiplinin temel kurallarını bilmesi gerekmektedir.

Kinematik: Vertebranın bir bölgesinin veya tamamının fizyolojik sınırlar içerisindeki hareketini belirtir.

Fonksiyonel Spinal Ünite (FSU): Komşu iki vertebra, etrafındaki tüm yumuşak dokular ile hareket segmentini (FSU) oluşturur. Bir hareket segmenti vertebranın en temel birimidir.

Translasyon: Daha çok kaymayı tarif eder. Sabit bir noktaya göre bütünsel olarak aynı yönde yapılan harekettir. Ölçüm birimi mm'dir.

Rotasyon: Sabit bir noktaya göre aynı yönde bütünsel yapılan harekettir.

Nötral Zon: Nötral pozisyondan vertebranın direnç gösterdiği maksimum pozisyona kadar vertebranın yer değiştirme hareketini tanımlar.

Elastik Zon: Nötral zonun sonundan, hareket yelpazesinin sonuna kadar vertebranın yer değiştirme hareketini tanımlar.

Hareket Yelpazesi (range of motion ROM): Bir spinal segmentte aynı düzlemdeki fizyolojik iki hareketin toplamıdır.

Rotasyonun anlık eksen: Herhangi bir segment rotasyona uğradığı zaman hiç hareket etmeyen bir eksenidir.

Servikal, torakal ve lomber vertebraların dizilişi, segmental yapıları, yetmezlik mekanizmaları, biyomekanik özellikleri, patolojik süreçleri farklılıklar göstermektedir. Bu farklılıklar nedeniyle patolojik süreçlerdeki yaralanma mekanizmaları ve yaralanma tipleri de farklılıklar içerir. Vertebra yaralanmalarının büyük kısmı anatomik ve biyomekanik özellikler sebebiyle torakolomber bileşke bölgesinde meydana gelmektedir. Göğüs kafesi tarafından desteklenen, hareket aralığı sınırlı kifotik torakal vertebra ile, daha mobil lordotik lomber vertebra arasında ki biyomekanik farklılıklarından dolayı travma oluşturan durumların en sık hasar verdiği bölgedir. Böylelikle travmalar sonucunda izole minör kompresyon yaralanmalarından instabil çevresel ligamentöz yapıların yaralanmasına kadar farklı yaralanmalar oluşabilir.

Vertebra kırıklarının tedavisinin planlanmasında öncelikle stabilitenin değerlendirilmesi çok önemlidir. Cerrahi tedavi yöntemleri bozulan spinal biyomekanikğin tamiri ve sürdürülmesi temel hedeftir (7,8).

Vertebral Kolon:

Vertebra sabit yapılar (korpus), eklem yapıları (disk ve faset eklemleri), harekete pasif direnç sağlayan yapılar (ligamanlar) ve aktif destek sağlayan yapılardan (kaslar) oluşan mekanik bir yapıdır. Vertebra sistemini bütün olarak ele alırsak nöral dokuları korumak gibi önemli görevlerinin yanında gövdenin mevcut yükünü taşımak ve hareketlerimize izin vermek gibi temel görevleri de vardır. Bir sistemin işlev ve fonksiyonlarını yapabilmesi için stabil olması gereklidir. Vertebranın stabil hali; yük taşıyabilmesi, harekete izin verme özellikleri ile değerlendirilir. Tüm bu özellikleri beraber taşıyarak ağrıya ve nörolojik defisite yol açmayan vertebra sistemi stabil kabul edilir.

İnsan vertebra sistemi doğal dejenerasyon sürecini yaşarken bir yandan da birçok patolojik durumlarla karşılaşır. Tüm bu doğal ve patolojik süreçlerin etkin değerlendirilebilmesi ise vertebra biyomekanikği ilkelerinin bilinmesi ve klinik pratiklere uygulanması gerekir.

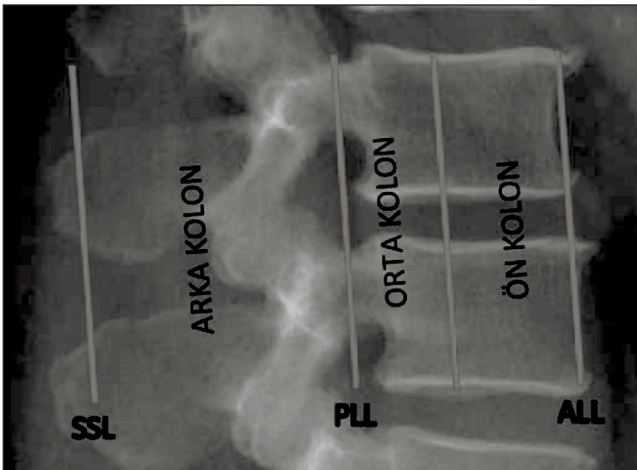
Spinal stabilite kavramı ilk olarak lumbosakral bölgedeki dejeneratif hastalıklar için 1923 yılında Von Lackum tarafından belirtilmiştir (22). Sonraki yıllarda White ve Panjabi tarafından klinik stabilite “fizyolojik yüklenme altında, vertebranın bütünlüğünü koruyabilmesi, nörolojik defisit ve şiddetli ağrı olmaması” olarak ifade edilmiştir (18,23). Daha sonraki yıllarda yapılan biyomekanik çalışmalar ile hareket yelpazesi ve nötral zonun önemine dikkat çekilmiş ve Panjabi tarafından stabilite “vertebranın stabilize edici sisteminin vertebrayı nötral zonda tutabilme, nörolojik defisit oluşmama ve inkapasite edici ağrı oluşmaması durumu” olarak ifade edilmiştir (19,20).

İnstabilite durumu ise yukarıda açıklanan durumlarında fonksiyonların kaybolması olarak “fizyolojik yük altında vertebranın anormal yer değiştirme paternini koruyamaması ve bunun sonucunda oluşabilecek nörolojik defisit, majör deformite ve ağrıyı önleme yeteneğini kaybetmesi” olarak ifade edilir.

Amerikan Ortopedik Cerrahlar Derneği (AAOS) tarafından yapılan tanımlamada ise “vertebranın tüm fizyolojik hareketlerde, birbirine bağlı ve normal deplasman sınırlarında kalması” olarak ifade edilmiştir (11).

Kemik yapı, yumuşak doku ve ligamanların spinal stabiliteye katkıları ve travmanın bu yapılar üzerindeki etkilerini araştıran pek çok biyomekanik çalışmalar yapılmıştır. Holdsworth ve ark., spinal stabilite kavramını kolon teorisiyle açıklamaya çalıştılar. Vertebra cismi ve diskten oluşan, kompresif streslere dirençli anterior kolon ile streslere maruz kalan ve nöral kavislerin de bulunduğu arka kolondan oluşan ikili kolon modelini önerdiler. Holdsworth, posterior kolona “posterior bağ kompleksi” (PLC) tanımlamasında bulundu ve stabilite üzerinde rol aldığından bahsetti (6).

Daha sonraki yıllarda Denis, üç kolondan oluşan bir model tanımladı. Bu çalışmada vertebra cisminin ve diskin ön yarısı ile anterior longitudinal (ALL) bağdan oluşan ön kolon, cismin ve diskin arka yarısı ve posterior longitudinal bağdan oluşan orta kolon olarak ikiye ayırdı (Şekil 1). Posterior kolon ise Holdsworth’un tanımlamasında ki gibi nöral kanal, supraspinöz, interspinöz, lig. flavum ve faset eklem kapsüllerini içeren PLC’den meydana gelmektedir (6). Spinal stabilitenin belirlenmesinde en önemli görev orta kolona aittir. En az iki kolonun aynı zamanlı yetmezlikleri sonrası instabilite gelişir. Denis burst (patlama) kırıklarını eş zamanlı hem orta kolona hem de ön kolona verdiği eş zamanlı hasar nedeniyle instabil kırıklar olarak yeniden tanımladı. Denis’in belirlediği yeni model, hem yumuşak bağ dokusunu hem de kemik yapıyı ilgilendiren vertebra kırıkları sonrası gelişen instabiliteyi değerlendirmek için kullanışlıdır. Bugün en çok kabul edilen referanslardan biridir. Günümüzde yapılan histolojik ve biyomekanik çalışmalarla orta kolonun ayrı bir yapı olarak ele alınabileceği üzerinde durulmaktadır (1). Denis’ in üç kolon modeline göre ön kolon kırıkları



Şekil 1: Denis’in üç kolon modeli.

kompresyon (çökme) kırıkları, ön ve orta kolon kırıkları burst (patlama) kırıkları, üç kolon eş zamanlı kırıkları ise rotasyonel burst kırıkları olarak sınıflandırılır (2).

Mc Afee ve ark., Denis’in üç kolon modelini desteklemişlerdir, fakat orta kolonu daha küçük bir bölüm olarak PLL, vertebra cismi 1/3 posterioru ve anulus fibrosis 1/3 posterioru olarak tanımlamışlardır. Arka kolon ve orta kolon hasarı ile birlikte instabilite oluştuğunu iddia etmişlerdir. Burst kırıklarını ise ikiye ayırmışlardır:

- 1) Stabil burst kırığı: Sadece ön ve arka kolonun tutulduğu belirgin kanal darlığı oluşturmayan kırıklardır. Bu tipde; arka kolon hasarı olsa bile, kırık laminospinoz bileşkede vertikal tarzda ayrışma şeklindedir ve arka bağ yapıları sağlamdır.
- 2) İnstabil burst kırığı: Arka kolonunda hasar gördüğü hem kemik yapıların hem bağ dokuların zarar gördüğü büyük oranda nörolojik yaralanmanın eşlik ettiği burst kırıklarıdır (15).

Kostuik ise klinik ve anatomik olarak instabiliteyi iki gruba ayırmıştır. L4-5 vertebra ve T2-9 arası vertebra kırıklarını stabil kırık kabul etmiştir. L4-5 arası kırıklar daha geniş spinal kanala sahip olmaları, T2-9 arası kırıkları ise çevresindeki toraks nedeniyle torakolomber bölgeye göre daha stabil kabul etmiştir (12). Dunn, Denis’ in üç kolon teorisine göre orta kolon sağlığını esas almıştır. Ayrıca;

1. T8 vertebra üzerindeki kırıklarda orta kolon hasarı olsa dahi toraks sağlam ise stabil kabul edilir. Göğüs duvarı instabil ise vertebra kırığı da instabildir.
2. L4 ve L5 vertebralarda orta kolon hasarına rağmen posterior elemanlar sağlam ve sadece vertikal kırık varsa stabildir.
3. *Chance kırığı* karşı taraftaki yumuşak doku yaralanmaları nedeni ile instabildir.
4. Kompresyon kırıklarında, vertebra yükseklik kaybı %50’den fazla ise instabil kabul edilir.
5. Tüm kırıklı çıkıklar instabildir (3).

Edwards ve Levine, bazı özel radyolojik bulgulara dayanarak instabilite kriterlerini bildirmişlerdir:

1. Lateral grafide vertebra cismindeki kollaps ile anterior-posterior (AP) grafide pediküller arası mesafenin artması

2. Tomografi kesitlerinde lomber bölgede kanal çapının 1/3'den daha fazla daralmaya neden olan kırıklar.
3. Herhangi bir planda vertebra cisimleri arasında 2,5 mm'den fazla kayma veya kırık olmaksızın spinöz çıkıntılarda veya faset eklemlerde belirgin kayma varlığı.
4. İki taraflı faset eklem çıkığı.
5. Vertebra cisminin anterior kolon çökmesinin %50'den fazla olduğu olgularda, spinöz çıkıntılar ve lamina arasında anormal açılanmanın varlığı instabiliteyi gösterir (4,25).

Farcy ve Weidenbaum, Denis'in üç kolon modelini revize ederek her üç kolondaki kemik ve yumuşak doku hasarını ayrı ayrı değerlendiren altı elemanlı bir sınıflandırma tasarlamışlardır. Buna göre; her kolondaki kemik yapı B (bone) ile yumuşak dokular ise L (ligament) ile gösterilir. Böylece, bir vertebra ve diskinden oluşan bir hareketli segment altı elemandan meydana gelir. Bu elemanların durumu manyetik rezonans (MR) görüntüleme ile tespit edilir. Üç ve üstünde elemanın hasarı instabiliteyi gösterir. Burst kırığı, genelde ön ve orta kolonların "B" ve "L"lerini kapsar ve bu yüzden dört elemanı tutar, instabildir. (2B+2L). Kompresyon kırığı ön kolonu (B+L), iki elemanı tutar, stabildir. Kırıklı-çıkıkta tüm kolon ve elemanlar hasarlanmıştır ve altı elemanı da tutan instabilite mevcuttur (5).

Kifune ve ark., kadavra vertebraasında yaptıkları çalışmalarda; yüksek hızlı travma gücü üretilmiş aksiyel ve kompresyon/ fleksiyon yüklerine cevap olarak, yüklenmeye oluşan deplasman ve esneme hareketleri sonrası, hareket aralığını (ROM), nötral zon (NZ), elastik zon (EZ) instabilitelerini değerlendirmişler; sırasıyla 57, 84 ve 104 Nm ortalama darbe enerjisi sonrası end-plate'lerde kama ve burst kırıklarını izlemişler; hareket modelleri üzerinde, endplate kırıkları belirgin bir farklılık oluşturmazken, ilk değişikliklerin kama kırıklarında meydana geldiğini göstermişlerdir. Burst kırıkları, instabilite üzerinde en büyük değişiklikleri göstermiştir. Burst kırıklarının instabiliteye etkisi kama kırıkları ile karşılaştırıldığında, aralarında yüksek oranda farklılık olduğunu belirtmişlerdir. Vertebrada ilk lezyonu oluşturabilmek için ciddi miktarda enerji gerekirken, bu enerjiye ek olarak uygulanacak nispeten küçük bir enerji, instabilite meydana getirmeye yeterlidir. Klinik bakış açısından, konservatif takip gerektiren stabil bir

kırığı cerrahi stabilizasyon gerektiren instabil kırığa dönüştürmek için, şiddeti sadece küçük bir miktarda artmış bir travma yeterlidir (10).

Son yıllarda, özellikle genç hastalarda, cerrahi morbiditeyi azaltmak ve daha az sayıda hareketli segmenti füzyon alanına dahil etmek için uygulanan kısa segment enstrümantasyon sonrasında, yüksek oranda kifoz ve enstrümantasyon yetmezliği gelişebileceği görülmüştür (13). McCormack ve ark., kırık hatlarının vertebra korpusuna ve komşu diske uzanımını değerlendirerek, anterior spinal kolonun rezidüel yük taşıma kapasitesinin tahmin edilebileceğini ve bunun sonucunda konservatif ve cerrahi yaklaşım sonuçlarının, enstrümantasyon (kısa ve uzun segment) yetmezliği riskinin de tahmin edilebilir olduğunu iddia etmişlerdir (16). McCormack ve ark.'na göre, uzun kemik kırıklarındaki kemik ile implant arasında doğru yük dağılımını sağlayıp, pseudarthrosis ve implant başarısızlığını engelleyen osteosentez prensibi, akut spinal kırıklarının tedavi yönetiminde de geçerlidir. McCormack ve ark. tarafından, toplam puanın üç ile dokuz arasında değiştiği, yük paylaşımı sınıflandırması (LSC) tanımlanmıştır. Bu skorlama, hasar görmüş vertebra gövdesi miktarı (bilgisayarlı tomografi [BT] sagittal rekonstrüksiyonunda), kırık parçalarının yatay dağılımı (aksiyel BT taramalarında) ve ameliyat sonrası anterior kolonda kifoz düzeltme derecesi öngörülerek yapılmıştır. Kırık parçalarının aşırı radyal deplasmanı, anterior kolonun yetersiz redüksiyonu halinde kifoz gelişiminin kaçınılmaz olduğunu ve mekanik stres altında anterior kolonun yük paylaşımı yeterince olmadığı için, bunun cerrahi başarısızlık için bir risk teşkil ettiğini belirtmişlerdir. Kısa segment posterior tespit uygulanan veya konservatif takip edilen yüksek skorlu hastalar, kifoz gelişimi ve enstrümantasyon yetmezliği meydana gelme eğilimindedir. Bunun yanı sıra, düşük skorlu hastaların, uzun segment enstrümantasyon uygulaması ile gereksiz morbiditeye maruz kalabileceklerini bildirmişlerdir.

McCormack sınıflandırması, redüksiyon kaybına yol açabilecek kırıkları saptamak için önemlidir, fakat vertebra stabilitesinin korunmasında başlıca etmen olan ligamentlerin bütünlüklerinin bozulmasını hesaba katmaz. Son yıllarda yapılan çalışmalarda, posterior bağ yetmezliğinin geçmişte tahmin edilenden çok daha yaygın olduğu gösterilmiştir. Bir çalışmada, artmış interspinöz boşluk, 20° üzeri lokal kifoz, sagittal deplasman, %50'nin üzerinde bir yükseklik kaybı ve faset kırıkları, mekanik instabilitenin radyolojik özellikleri olarak öne sürülmüştür.

Ayrıca Magerl'in torakolomber kırık sınıflandırması, artan instabilite derecesine karşılık gelen A, B ve C tipleri olarak adlandırılan üç ana grup kırığı içerir. Daha stabil olan Magerl A'yı (kompresyon) Magerl B (distraksiyon) tip kırıklardan ayırt eden önemli bulgu, posterior bağların durumudur (14). Yaralanma sonrası posterior bağların durumu, kırık vertebra stabilitesi için büyük önem taşımaktadır. Burst kırıklarında instabilitenin değerlendirilmesinde, Denis'in yaklaşımında önemli bir bileşen olan orta sütundan ziyade, posterior kolonun durumunun daha iyi bir gösterge olduğunu ileri süren çalışmalar son yıllarda artmaktadır (9). Bu bağlardaki lezyona tanı konmaması ya da yanlış tedavi uygulandığı durumlarda, biyomekanik restorasyonun sağlanamaması nedeni ile progresif deformite, kronik ağrı ve kalıcı sakatlık benzeri komplikasyonlarla karşılaşılabilir.

Optimum spinal dizilim, kişi ayakta dururken kasların minimum enerji harcamasına olanak sağlar. Normalde bu durum vertebranın fizyolojik eğimleri, pelvis morfolojisi, aksiyel ve appendiküler iskelet kasları arasındaki kompleks ilişki ile sağlanır. Debousset'nin ekonomi konisi kavramı, spino-pelvik dengenin dik bir postür sağlama, yürüme ve dik durma sırasında enerji harcamasını minimize etmesinin önemini ortaya koyar (21). Global spinal dengeyi koruma yaklaşımı, vertebra travmaları sonrası izlenecek tedavi yaklaşımlarının hedefi olan biyomekanik restorasyonun sağlanmasında ana unsurlardan biridir. Sagittal spinal eğrilikler, vertikal yüklerle karşı, direnci 17 kata kadar artırmaktadır. Bunu, deformasyonları daha önceden belirlenmiş ve paravertebral kas kontraksiyonu ile hızlıca kontrol edilebilen alanlara yönlendirerek sağlar. Vertebranın fizyolojik eğrilikleri, travmatik güçlere verilen yanıtı etkiler. Torakal bölgede bulunan vertebra, kifozdan dolayı vücudun AP denge ekseninden uzaktır (dış odituar kanallardan geçen, C7-T1 ve L5-S1 aralığında olan femoral başların merkezi) ve eksentrik kuvvetlerle karşı karşıya kalır. Dorsal kifoz, doğumda mevcut olan tek sagittal spinal eğriliktir. Servikal ve lomber lordozlar sırasıyla, yürüme sonrasında gelişim gösterir. Hem normal bireylerde, hem de patolojik koşullarda sagittal vertebra eğrileri, pelvik insidans (PI), sakral eğim (SS) ve pelvik tilt (PT) gibi farklı parametrelerce sınırları çizilmiş, pelvik geometrik değerlerce düzenlenir (17,24).

KAYNAKLAR

1. Berk H: Sırt-bel omur kırıkları. TOTBİD Derg 7(1-2):20-34, 2008
2. Denis F: The three columns spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. Spine 8(8):817-831,1983
3. Dunn HK: Anterior spine stabilization and decompression for thoracolumbar injuries. Orthop Clin North Am 17(1):113-119, 1986
4. Edwards CC, Lewine AM: Early rod-sleeve stabilization of the injured thoracic and lumbar spine. Orthop Clin North Am 17(1):121-145, 1986
5. Farcy JP, Weidenbaum M, Glassman SD: Sagittal index in management of thoracolumbar burst fractures. Spine 15(9):958-965,1990
6. Holdsworth FW: Fracture, dislocation and fracture-dislocation of the spine. J Bone Joint Surg Br 45B:6-20, 1983
7. Izzo R, Guarnieri G, Guglielmi G, Muto M: Biomechanics of the spine. Part 1: Spinal stability. Eur J Radiol 82(1):118-126, 2013
8. Izzo R, Guarnieri G, Guglielmi G, Muto M: Biomechanics of the spine. Part 2: Spinal stability. Eur J Radiol 82(1):127-138, 2013
9. James KS, Wenger KH, Schlegel JD, Dunn HK: Biomechanical evaluation of the stability of thoracolumbar burst fractures. Spine 19(15):1731-1740, 1994
10. Kifune M, Panjabi MM, Arand M, Liu W: Fracture pattern and instability of thoracolumbar injuries. Eur Spine J 4(2):98-103, 1995
11. Kirkaldy-Willis WH: Presidential symposium on instability of the lumbar spine. Spine 10(3):254, 1985
12. Kostuik JP: Anterior fixation for fractures of the thoracic and lumbar spine with or without neurologic involvement. Clin Orthop Relat Res 189:103-115, 1984
13. Knop C, Bastian L, Lange U, Oeser M, Zdichavsky M, Blauth M: Complications in surgical treatment of thoracolumbar injuries. Eur Spine J 11(3):214-226, 2002
14. Magerl F, Aebi M, Gertzbein SD, Harms J, Nazarian S: A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. Eur Spine J 3(4):184-201, 1994
15. McAfee PC, Yuan HA, Frederickson BE, Lubicky JP: The value of computed tomography in thoracolumbar fractures. J Bone Joint Surg 65(4):461-473, 1983
16. McCormack T, Karaikovic E, Gaines RW: The load sharing classification of spine fractures. Spine 19(15):1741-174, 1994

17. Morvan G, Wybier M, Mathieu P, Vuillemin V, Guerini H: Plain radiographs of the spine: Static and relationships between spine and pelvis. *J Radiol* 89(5 Pt 2):654-663, 2008
18. Panjabi MM, White AA: Basic biomechanics of the spine. *Neurosurgery* 7:76-93, 1980
19. Panjabi MM: The stabilizing system of the spine. Part I: Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *J Spinal Disord* 5:383-389, 1992
20. Panjabi MM: The stabilizing system of the spine. Part II. Neutral zone and instability hypothesis. *J Spinal Disord* 5:390-397, 1992
21. Schwab F, Patel A, Ungar B, Farcy JP, Lafage V: Adult spinal deformity-postoperative standing imbalance: How much can you tolerate? An overview of key parameters in 35 assessing alignment and planning corrective surgery. *Spine* 35(25):2224-2231, 2010
22. Von Lackum HL: The lumbosacral region. An anatomic study and some clinical observations. *JAMA* 82:1109-1114, 1924
23. White AA, Panjabi MM: *Clinical Biomechanics of the Spine*. 2nd ed. Philadelphia: Lipincott, 1990:1-125
24. Vialle R, Levassor N, Rillardon L, Templier A, Skalli W, Guigui P: Radiographic analysis of the sagittal alignment and balance of the spine in asymptomatic subjects. *J Bone Joint Surg* 87(2):260-267, 2005
25. Yetis M: Torakolomber burst kırıklarında posterior enstrümantasyon ve füzyon sonuçlarımız (Tıpta Uzmanlık Tezi). İstanbul 2009:34-37

Derleme / Review

TORAKOLOMBER VERTEBRA KIRIKLARINDA SINIFLANDIRMA

CLASSIFICATION OF THE THORACOLUMBAR VERTEBRAE FRACTURES

ÖZ

Torakolomber omurga kırıkları bölgenin anatomik ve biyomekanik olarak geçiş bölgesi olmasından dolayı tüm omurga kırıkları içinde en sık görüleni olup ciddi morbidite ve mortalite nedenidir. Torakolomber fraktürlerin tedavi algoritmasının oluşturulmasında kırık sınıflamalarının önemi büyüktür. İdeal bir sınıflama basit, tüm kırık tiplerini eksiksiz tanımlayabilen, kolay uygulanabilir, tanısal olarak tekrarlanabilir, prognozu belirleyici ve tedaviyi yönlendirici olmalıdır. Geçmişteki sınıflandırma sistemleri, iki veya üç kolon stabilite, yaralanma mekanizması veya yaralanma tipine dayanmakta ise de güncel sınıflamalarda, yaralanmanın morfolojisi, posterior longitudinal yapının bütünlüğü, hastanın nörolojik durumu ve spinal kolonun morfolojik yapısı gibi özellikler de dikkate alınmaktadır. Tarih boyunca birçok sınıflama tanımlanmış olsa da günümüzde ortak bir dil kullanan yeni sınıflandırmalara hâlâ ihtiyaç vardır.

Anahtar Sözcükler: Vertebra kırıkları, Torakolomber, Sınıflandırma

ABSTRACT

Thoracic lumbar spine fractures are the most common cause of serious morbidity and mortality among all spinal fractures due to the fact that the region is anatomically and biomechanically a transition zone. The importance of fracture classifications in the creation of a treatment algorithm for thoracolumbar fractures is great. An ideal classification should be simple, able to fully identify all types of fractures, easily applicable, diagnostically repeatable, determine the prognosis and guide treatment. Classification systems in the past two or three colon stability, or type of injury the mechanism of injury is based on current classifications of injury morphology, the integrity of the structure longitudinal posterior, the patient's neurological status and features such as the morphology of the spinal column are taken into account. Although many classifications have been defined throughout history, new classifications using a common language are still needed today.

Keywords: Vertebral fractures, Thoracolumbar, Classification

GİRİŞ

Omurganın travmatik yaralanma sıklığının, tüm kırıklar göz önüne alındığında %4–23 arasında olduğu belirtilmektedir (11). Bu yaralanmalar ciddi sakatlık nedenlerinin başında geldiğinden ve sosyal, fonksiyonel, ekonomik etkileri diğer yaralanmalara göre daha belirgin olduğundan omurga kırıklarının tedavi planlamasında

kırık sınıflandırmalarını büyük önem kazanmaktadır (12). İdeal bir sınıflandırma göreceli olarak basit, tanısal olarak tekrarlanabilir, prognozu belirleyebilir ve tedaviyi yönlendirici olmalıdır. Bu özellikleri sağlayan sınıflandırmalar bilimsel ortak bir dil konuşmayı mümkün kılarak akademik ve pratik iletişimi kolaylaştırabilir (12).

Geçmişte, torakolomber travmaları inceleyen ve bir tedavi rehberi oluşturmayı amaçlayan birçok sınıflama tanımlanmış olsa da çok azı yaygın kullanım alanı bulmuştur. Bunun nedeni, sınıflandırmalardaki güvenilirlik, doğruluk ve klinik uyumluluk eksikliğidir (14). Omurga kırıklarında hastaların doğru tedavi yönetimlerinin yapılabilmesi ve ortak bir hastalık tanımlama, anlaşma ve tartışma dili yaratabilmek için, bilim dünyası uzun yıllardır sınıflama yapma gayreti içerisinde olmuştur. Geliştirilen bu sınıflamalar ne kadar mantıklı, zamanın bilim gerçeklerine uygun, kolay ve hasta yönetiminde başarılı olursa da, hiç olmazsa belli bir süre kalıcı olmuş ve yaygın olarak da kullanılmıştır. Bilimdeki gelişmeler ile de bu sınıflamalar evrilmeye mecburdur.

Torakolomber kırıkların tarihsel sınıflamalarına baktığımızda karşımıza çıkan ses getiren sınıflamaların kronolojisine ve temeline bakacak olursak aşağıdaki şekilde özetlemek mümkündür.

Watson-Jones Sınıflaması

Torakolomber kırıklar morfolojik özelliklerine göre ilk kez 1938 tarihinde Watson-Jones tarafından; basit kama kırıkları, devamlılık gösteren kırıklar ve kırık dislokasyonlar olarak üç grupta sınıflandırılmıştır (17).

Nicoll Sınıflaması (1949)

1949 yılında Nicoll tanımladığı sınıflamada ilk kez anatomik klasifikasyon ile stabilite ve instabilite kavramlarını kullanarak interspinöz ligamanın devamlılığını stabiliteyi belirttiğini gündeme getirmiştir (10). Oluşturduğu sınıflama anatomik ve morfolojik temellidir. Bu sınıflamaya göre en belirleyici faktör interspinöz ligamanların bütünlüğüdür. Posterior ligamanlarda hasar olması halinde kırık instabil kabul edilmektedir.

Holdsworth Sınıflaması (1970)

Radyolojik bulgular ve 2 kolon teorisine dayanan ilk modern sınıflandırma 1963 yılında Holdsworth tarafından yapılmıştır (4). Temel olarak fleksiyon, fleksiyon rotasyon, ekstansiyon ve kompresyondan oluşan 4 primer tip zedelenme mekanizması tariflemiştir. Bu tanımlama daha sonra stabil ve instabil kırıklar olarak revize edilmiştir. 1970 yılında Holdsworth patlama kırığını arka duvarın hasarlandığı kompresyon kırığı olarak tanımlamış ve ilk mekanik sınıflamayı önermiştir (Tablo 1).

Kelly-Whiteside Sınıflaması

İlerleyen yıllarda Kelly, Whitesides ve Dewald, 2 kolon teorisine sadık kalarak Holdsworth'un klasifikasyonunu modifiye etmişlerdir (6,2). Anterior kolon içeriği olarak tüm vertebral cisim ve intervertebral disk, posterior kolon içeriği ise nöral ark ve posterior longitudinal kompleks (PLK) olarak belirlenmiştir. Yaralanma tek kolonu tutuyorsa stabil, her iki kolonu tutuyorsa instabil olarak kabul edilmiştir (Tablo 2) (6,2). Bu sınıflama bundan sonra tanımlanacak 3 kolon teorisini temelli sınıflamalara referans olmuştur.

Denis Sınıflaması (1983):

Francis Denis 1983 yılında radyolojik incelemeleri de kullanarak "3 kolon teorisini" tanımlamıştır. Orta kolonu tanımlayarak torakolomber kırıkların daha iyi analiz edilmesini sağlamıştır. Her bir spinal segmenti anterior kolon (anterior longitudinal ligaman ve vertebral cismin anterior 2/3'ü), orta kolon (vertebral cismin posterior 1/3'ü ile PLK) ve posterior kolon (PLK'nin posteriorundaki tüm anatomik yapılar) olmak üzere üç kolona bölmüştür (Şekil 1).

Tablo 1. Holdsworth sınıflaması

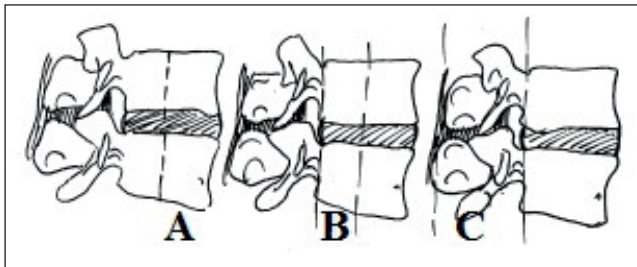
1. Basit kama kırıkları	Stabil
2. Çıkık	İnstabil
3. Rotasyonel kırıklı çıkık	İnstabil
4. İntervertebral disk ve ALL rüptürüyle birlikte vertebra ön kenarında kemik fragman avülsiyonunun (spontan gerileyen ve fleksiyonda stabil olan) eşlik ettiği ekstansiyon kırığı	Stabil
5. Kırılmış kemik fragmanların ayrılmadığı patlama kırığı	Stabil
6. Makaslama kırığı	İnstabil

Tablo 2. Kelly-Whiteside sınıflaması

1. Stabil Kırıklar	
a. Kama kırıkları	Anterior kama kırıkları (fleksiyon yaralanmaları) Lateral kama kırıkları
b. Stabil Patlama Kırıkları	
2. İnstabil Kırıklar	
a. Yeni kırıklar	Fleksiyon- dislokasyon Fleksiyon- rotasyon Diğer (instabil patlama kırığı)
b. Eski kırıklar	Restore edilmiş stabilite Devam eden instabilite

Tablo 3. Denis'e göre omurga kırıkları sınıflaması

Minör Kırıklar	
1	İzole Artiküler çıkıntı kırıkları
2	Transvers çıkıntı kırıkları
3	Spinöz çıkıntı kırıkları
4	Pars interartikularis kırıkları
Major Kırıklar	
1	Kompresyon kırıkları
2	Patlama kırıkları
3	Fleksiyon Distraksiyon (Emniyet kemeri) kırıkları
4	Kırıklı çıkıklar



Şekil 1. Denis'in 3 kolon teorisi (A. Anterior kolon, B. Posterior kolon, C. Posterior kolon)

En fazla kabul gören bu teoride, torakolomber kırıkları temelde majör ve minör kırıklar olarak ikiye ayrılmaktadır. Majör kırıklar ise çökme kırıkları, burst kırıkları, emniyet kemeri tipi yaralanmalar ve kırıklı çıkıklar olarak 4 alt gruba ayrılmıştır (Tablo 3). Daha sonra her bir kırık tipini toplam 16 alt tipe ayırmıştır (Tablo 4). İzole anterior ve posterior kolon yaralanmaları stabil, ama bunlara orta kolon yaralanması eşlik ederse instabil olarak kabul etmiştir (1). Bu nedenle, tedavinin

Tablo 4. Denis'e göre omurga kırıkları alt sınıflaması

Kompresyon (anterior veya lateral)	
Tip A	Anterior kolon koronal split
Tip B	Anterior kolon superior uç plak kırığı
Tip C	Anterior kolon inferior uç plak kırığı
Tip D	Uç plakların sağlam olduğu anterior korteks kırığı
Burst	
Tip A	Her iki uç plak ve arka duvarı içeren kırık
Tip B	Superior uç plak ve arka duvarı içeren kırık
Tip C	İnferior uç plak ve arka duvarı içeren kırık
Tip D	Rotasyonun eşlik ettiği burst kırığı
Tip E	Her iki uç plak ve arka duvarı içeren lateral burst kırığı
Emniyet kemeri tipi	
Tip A	Tek seviyeli osseöz yaralanma
Tip B	Tek seviyeli ligamentöz yaralanma
Tip C	Orta kolonun osseöz tutulumunun olduğu iki seviyeli yaralanma
Tip D	Orta kolonun ligamentöz tutulumunun olduğu iki seviyeli yaralanma
Kırıklı-çıkık	
Tip A	Rotasyon ve fleksiyon
Tip B	Makaslama yaralanması
Tip C	Fleksiyon-distraksiyon yaralanması

orta kolon bütünlüğüne göre belirlenmesini önermiştir. Üç kolon stabilite teorisi küresel olarak kabul görmüştür ve hâlâ günümüzde birçok omurga cerrahisi tarafından özellikle nörolojik hasarı olmayan torakolomber burst kırıklarında cerrahi tedavi kararında kullanılmaktadır (20).

Tablo 5. McAfee sınıflaması

1	Kama-kompresyon kırıkları; Anterior kolon izole kırığı, stabil
2	Stabil burst kırıklar; Posterior elemanlarda bütünlük kaybı olmadan kompresyon etkisi ile anterior ve orta kolon kırığı, stabil
3	Unstabil burst kırıklar; Posterior kolon etkilenmesi ile birlikte kompresyon etkisi ile anterior ve orta kolon kırığı, instabil
4	Fleksiyon distraksiyon yaralanmaları; Anterior kolona kompresyon etkisi ile orta ve posterior kolonda gerilme
5	Şans kırıkları; Anterior longitudinal ligamana fleksiyon etkisi ile vertebra korpusunda horizontal avulsiyon yaralanması
6	Translasyonel kırıklar; 3 kolonun da kırılması ile nöral kanalın bütünlüğünün bozulması, instabil

Tablo 6. Ferguson ve Allen sınıflandırması

Vertikal kompresyon
Belirgin retropulsiyonu olan burst kırığı Superior ve inferior uç plakta retropulsiyonu olan burst kırığı
Kompresyon fleksiyon
Anterior kama Posterior tansiyon bandı yaralanması ile anterior kama Posterior tansiyon bandı yaralanması ile burst kırığı Fleksiyon distraksiyon Lateral fleksiyon Translasyon Torsiyonel fleksiyon

McAfee Sınıflaması (1983):

Denis'in sınıflaması sonrası aynı yıl McAfee bilgisayarlı tomografi (BT) incelemeleri sonrası aksiyel yüklenme, aksiyel distraksiyon ve translasyondan oluşan 3 tip travma tanımlamıştır (3). PLK bütünlüğünün instabilitedeki önemine vurgu yapan 3 kolon temelli bir sınıflamadır. Buna bağlı olarak; kama kompresyon, stabil patlama kırığı, instabil patlama kırığı, şans (chance) kırığı, fleksiyon-distraksiyon, translasyon kırıklarından oluşan 6 tip klinik kırık mevcuttur (Tablo 5).

Denis ve McAfee sınıflamaları arasındaki en önemli fark, patlama kırıklarının Denis tarafından orta kolonu tuttuğu için instabil, McAfee tarafından ise posterior kolon lezyonu olmadığı için stabil kabul edilmesidir. McAfee'ye göre unstabil kırıklar ise; ilerleyici nörolojik defisit varlığı, %50'den fazla yükseklik kaybı, faset eklem

subluksasyonu ve inkomplet nörolojik defisit ile birlikte BT'de kanal içi parça varlığında düşünülmektedir. Bu sınıflamada posterior elemanlardaki hasar burst fraktürünün stabilitesini belirler.

Ferguson ve Allen Sınıflandırması (1984):

Denis'in 3 kolon teorisinin bazı farklılıklarla yorumlandığı ve torakolomber travma mekanizmaları üzerine yapılmış en detaylı sınıflamadır. Biyomekanik temelli bir sınıflamadır. İnstabiliteyi belirlemek üzere yaralanmanın mekanizması, deformite artışı, nörolojik disfonksiyon ve hastanın işlevlerini yerine getirebilme becerisi üzerine yoğunlaşmıştır. Tedavi prensipleri açısından literatüre katkısı fazla olmamıştır. Bu sınıflandırma yedi ana yaralanma tipi ile beş alt yaralanma tipini içerir (Tablo 6) (3).

Maegerly sınıflaması (1994):

Bu sınıflandırma ile kırıklar, Kompresyon/Tip A kırıklar, Distraksiyon/Tip B kırıklar, Rotasyonel/Tip C kırıklar olmak üzere 3 gruba; bunlar da morfolojik tiplerine göre 53 alt gruba ayrılmaktadır (8).

Tip A Kırıklar; Omurga cisminde özellikle yükseklik kaybının olduğu aksiyel kompresyon sonucu oluşan kırıklardır. Posterior elemanlarda hasar yoktur ya da minimal hasar mevcuttur. Sagittal planlarda translasyon görülmeyen bu kırık tipinde nörolojik defisit nadiren görülmektedir.

Tip B Kırıklar; Anterior ve posterior elemanlarda yaralanma ile bu elemanlar arasında mesafenin açılması ile karakterize kırıklardır. Fleksiyon-distraksiyon yaralanması ile posterior yapılarda ayrılma veya hiperekstansiyon sonucu anterior yapılarda ayrılma görülür. Fleksiyon-

distraksiyon mekanizması ile oluşan kırıklarda radyolojik olarak interspinöz çıkıntılar arası mesafe artmıştır. Nörolojik defisit riski Tip A kırıklara göre daha fazladır.

Tip C Kırıklar; Anterior ve posterior kolonun instabil olduğu hem anterior hem de posterior kolonda aksiyel kuvvet sonucu oluşan torakolomber bölgenin en ciddi kırık tipidir. Rotasyonel yer değiştirme, artiküler yapıların kırığı, transvers proçes kırığı, kostaların dislokasyonu ve omurga cisminde asimetrik kırık gözlenmektedir.

Bu sınıflandırma, her ne kadar Tip A'dan C'ye ilerledikçe yaralanma şiddeti artış gösteriyor olsa da, Denis'in üç kolon biyomekanik stabilite teorisine dayandırılmıştır. Bu nedenle, tedavi algoritmasına katkısı sınırlı kalmıştır. Sınıflandırmanın karmaşıklığı nedeniyle güvenilirlik oranları zayıf ve yetersiz bulunmuştur (8).

McCormack Yük Paylaşım Sınıflaması (1994):

Kısa segment enstrümantasyon sonrası stabilizasyon yetersizliğini analiz etmek üzere oluşturulan yük dağılımı temelli bir sınıflamadır (9). Korpusun parçalanması, ayrılması ve deforme düzeltilmesine göre oluşturulan radyolojik puanlama sistemi mevcuttur (Şekil 2).

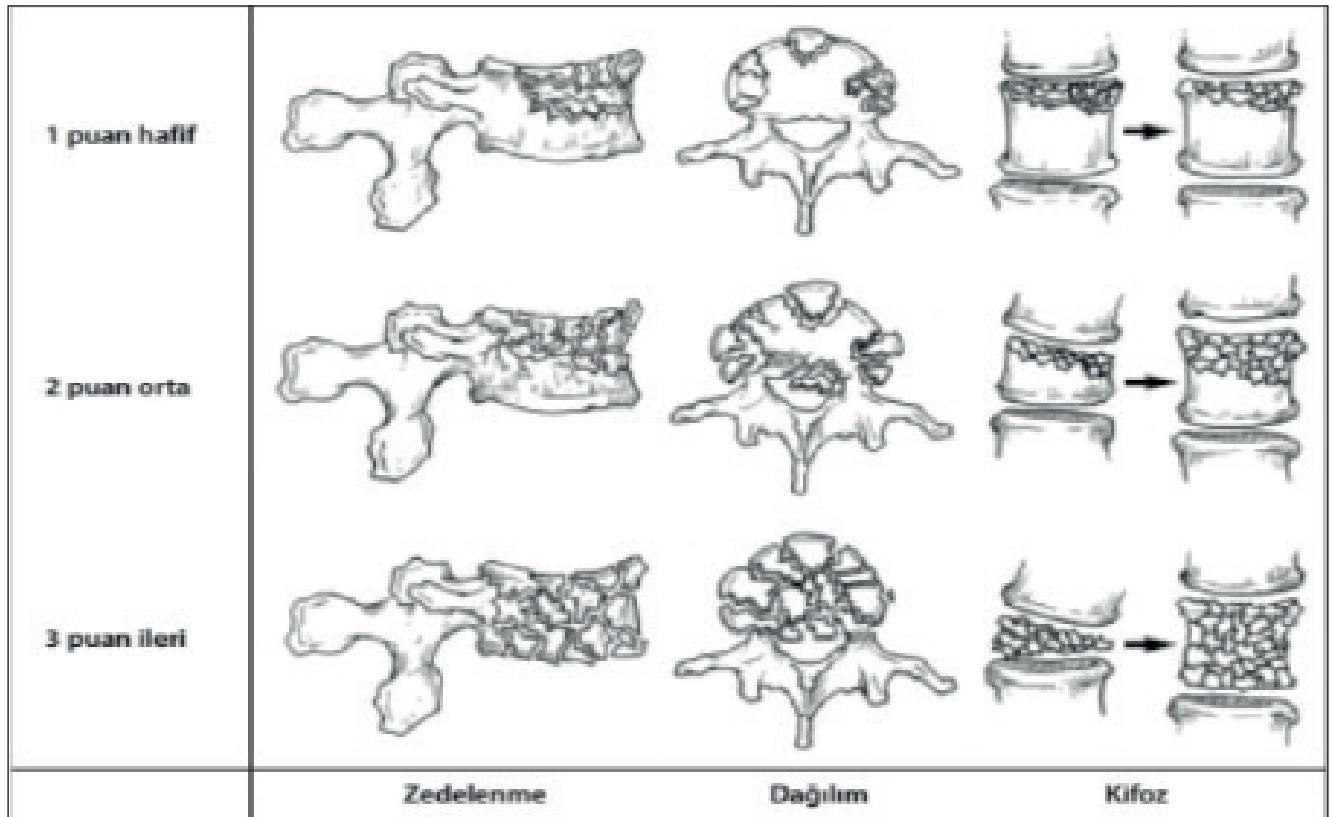
Toplam yük paylaşım skoru;

- 1-6 puan: posterior kısa segment enstrümantasyon,
- 7-9 puan: posterior uzun segment enstrümantasyon veya kombine yaklaşımlar önerilmektedir (Tablo 7).

Ligaman ve nöral doku hasarının göz önüne alınmaması, tekrarlanabilir özelliğinin kısıtlı olması ve prognozu değerlendirmede yetersiz bulunması sınıflamanın eksik yönlerini oluşturmaktadır.

Vaccaro-Torakolomber Yaralanma Sınıflandırma Skorlaması (TLICS) (2005):

Hekimlerin hasta takibinde ve tedavisinde ortak bir dil kullanılabilmesi ve hasta bakımının optimize edilebilmesi amacı ile geliştirilen bu sınıflandırma PLK'nin yapısal bütünlüğü ve hastanın nörolojik durumunu sorgulayan ilk sınıflamadır. Torakolomber travma sınıflaması ve şiddet skoru (TLICS); kırıkları; morfolojisi, posterior ligamentöz kompleks hasarı, nörolojik hasar varlığına göre değerlendirilir. Puanlama sonucu cerrahi gerekliliğine karar vermede yardımcı olur (18) (Tablo 8). Elde edilen skor eğer 3 ve altında ise konservatif tedavi önerilir.



Şekil 2. McCormack sınıflamasında puanlamaya temel olacak vertebra kırıklarının radyolojik görüntüleri verilmiştir.

Tablo 7. McCormack sınıflamasında puanlama parametreleri

A. Omurga cisminin parçalanma miktarı	Az : sagital planda % 30 dan az parçalanma Çok: sagital planda % 30- 60 parçalanma Yaygın: sagital planda % 60 dan çok parçalanma
B. Omurga cisim kırığının ayrılması	Az: aksiyel planda hafif yer değiştirme Yaygın: aksiyel planda cismin % 50 den azı, en az 2 mm yer değiştirmiş Geniş: aksiyel planda cismin % 50 den fazlası, en az 2 mm yer değiştirmiş
C. Travmatik kifoz oranı	Az: 3 derece ve daha az kifoz Fazla: 4-9 derece kifoz Çok fazla: 10 derece ve daha fazla kifozda

Tablo 8. Torakolomber travma sınıflaması ve şiddet skoru (TLICS) ile kullanılan parametreler ve puan karşılıkları

Morfolojik özellikler (radyolojik görüntülere göre)	Kompresyon kırığı: 1 puan Patlama kırığı: 2 puan Translasyonel veya rotasyonel zedelenme: 3 puan Distraksiyon zedelenmeleri: 4 puan
Posterior Ligamentöz Yapının bütünlüğü (MRG bulgusuna göre)	Bütünlük sağlam: 0 puan Şüpheli zedelenme: 2 puan Aşık zedelenme: 3 puan
Nörolojik tablo	Defisit yok: 0 puan Sinir kökü zedelenmesi: 2 puan Kord/ konus yaralanması (komplet): 2 puan Kord/ konus yaralanması (inkomplet): 3 puan Kauda Equina yaralanması: 3 puan

Tablo 9. TLICS skorlamasında, nörolojik tablo ile cerrahi planlamaya ilişkin öneriler

Nörolojik Durum	Cerrahi girişim, İntakt PLL*	Cerrahi girişim, Hasarlı PLL*
İntakt veya kök hasarı	Posterior yaklaşım	Posterior yaklaşım
İnkomplet spinal kord hasarı	Anterior yaklaşım	Kombine yaklaşım
Komplet spinal kord hasarı	Anterior veya posterior yaklaşım	Kombine veya posterior yaklaşım

*PLL: Posteriyör Longitudinal Ligament.

Skor 4 ise konservatif veya cerrahi tedaviye cerrah karar verecektir. Skor 5 ve üzerinde ise cerrahi tedavi önerilir (Tablo 9).

Modifiye Torakolomber Yaralanma Sınıflandırma Skorlaması (mTLICS) (2015)

Torakolomber kırıklarının TLICS skorlaması ile tedavi planlamasında tespit edilen aksaklıkları gidermek amacı ile Park ve arkadaşları, mevcut TLICS sınıflamasını özellikle PLK hasarı ve her tip kompresyon ve patlama kırıkları için yeterince kapsayıcı ve güvenilir olmadığı savından yola çıkarak modifiye etmişlerdir (Tablo 10) (13).

TLICS ve modifiye TLICS (mTLICS) skorlaması ile 134 hasta değerlendirilmiş ve gözlemci içinde tekrar edilebilirlik araştırılmıştır. Bu yeni sınıflamada kompresyon ve burst kırıkları çökme miktarı ve kanal daralma miktarına göre yeniden puanlandırılmış, ayrıca posterior ligament kompleks hasarı, yumuşak doku ve kemik dokuda görülen tutulum artışına göre farklı puanlandırılmıştır. TLICS sınıflamasında PLK'nın interspinöz genişleme olmadığı durumlarda intakt kabul edildiğini ancak intakt PLK'da yaygın ödem, kemik yapıda düzensizlikler ve ligamentum flavum ya da duranın bütünlüğünde bozulma olmayacağını ve aynı zamanda MRG'de anormal kontrastlanma

Tablo 10. Modifiye TLICS skorlaması (mTLICS)

Kategori	Parametre	Puan
Morfoloji	Kompresyon kırığı, çökme <%50	1
	Kompresyon kırığı, çökme ≥%50	2
	Burst kırığı, çökme < %50 ve spinal stenoz < %50	2
	Burst kırığı, çökme ≥ %50 ve spinal stenoz ≥ %50	3
	Translasyon/rotasyon yaralanması	3
	Distraksiyon	4
Nörolojik Durum	Sağlam	0
	Sinir kökü hasarı	2
	Kord, konus medullaris tam olmayan yaralanması	3
	Kord, konus medullaris tam yaralanması	2
	Kauda Equina yaralanması	3
Posterior Ligament Kompleksi (PLK)	Sağlam	0
	Fokal ödem veya MRG'de PLK yumuşak dokusunda artmış tutulum	1
	Fokal ödem veya MRG'de faset eklem veya spinöz çıkıntı kemik dokusunda artmış tutulum	2
	PLK devamlılığının kesin bozulması	3
Posterior Ligament Kompleksi: supraspinöz ve interspinöz ligament, ligamentum flavum ve faset eklemler.		
Toplam puan: 1-3: Konservatif tedavi 4: Gri zon 5-10: Cerrahi tedavi		

izlenmeyeceğini belirterek ek puanlamalar getirmişlerdir. Sonuçta; mTLICS skorlamasının, TLICS skorlamasına göre cerrahi tedavi öngörmede daha kullanışlı olduğunu, tekrar edilebilirliği iyi düzeyde olduğunu bildirmiş ve mTLICS skorlamasının, TLICS skorlamasının hatalarını düzelttiğini öne sürmüşlerdir (5).

4 puan olan hastalarda; aşırı kifoz varlığında, belirgin çökme varlığında, lateral açılanma fazlalığında, açık kırık mevcut ise, komşu kosta kırığı eşlik ediyorsa, korse kullanmaya engel bir durum varlığında, sternum kırığı mevcut ise cerrahi tedavi tercih edilmelidir. Burst kırığı olan nörolojik intakt hastalarda tedavi önerisi PLK bütünlüğüne bağlıdır. Eğer PLK intakt ise cerrahi dışı tedavi, PLK hasarlı ise cerrahi tedavi önerilmektedir. PLK'in durumunun belirsiz olduğu olgularda bu sınıflandırmada tedavi önerisi yetersiz kalmaktadır. Günümüz koşullarındaki görüntüleme yöntemleriyle, bu kırık tiplerinde PLK bütünlüğü açısından görüş ayrılığı olmaktadır (15). TLICS ile osteoporoz, ankilozan spondilit gibi patolojiler, travmanın lokalizasyonu (geçiş bölgeleri), ağrı ve olası nöral hasar ve geç olgular konusu dikkate alınmadığından bu gruplarda sınıflandırma eksikliği mevcuttur.

Vaccaro-AOSpine Torakolomber Yaralanma Sınıflama Sistemi (AOSpine TLICS)(2013):

Temelde kırık morfoloji, nöral hasar ve klinik modifiye edicileri değerlendiren bir sınıflamadır (Şekil 3) (19). Bu sınıflamanın değerlendirilmesinde direkt radyolojik görüntüleri ve rekonstrükte edilmiş multiplanar BT görüntüleri gereklidir. Spinal kolon hasarı baz alınarak üç temel tipi tanımlanmıştır.

Tip A: Kompresyon hasarı sonrası anterior yapıların hasarı

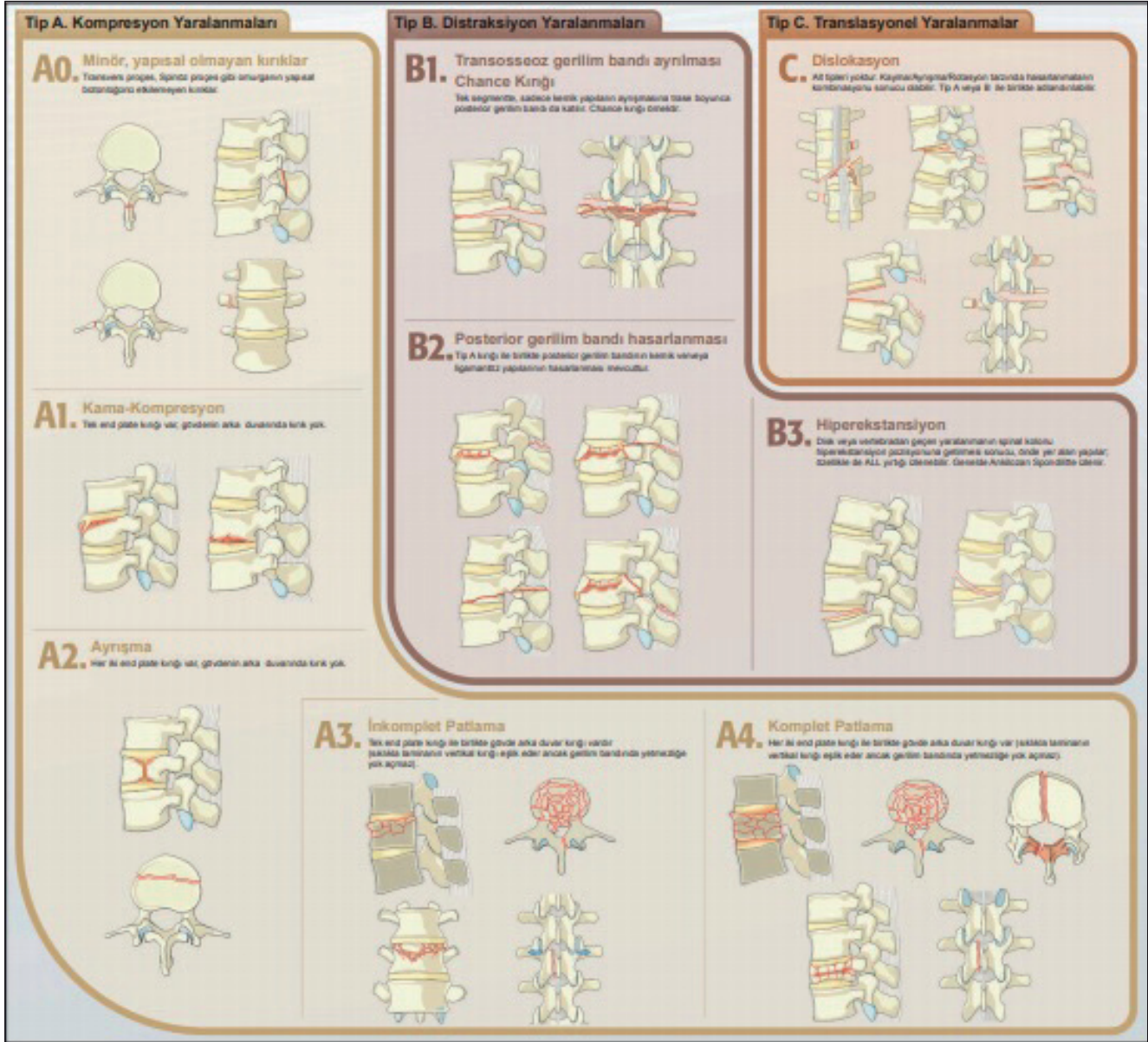
Tip B: Anterior ve posterior ligamaların hasarı

Tip C: Dislokasyon veya translasyona bağlı tüm yapıların hasarı

Bu sınıflandırma sistemi, tedavi algoritmasını belirlemek için modifiye Delphi metodunu kullanan ilk sınıflama özelliğini taşımaktadır. Bunun için yazarlar, önce başlangıç sınıflandırmasını yayımlamışlar, daha sonra tedavi algoritmasını yayımlamadan önce uzun dönem takipli birçok çalışma yapmışlardır (7,16).

AOSpine TLAOSIS (Torakolomber AOSpine Yaralanma Skoru) Sınıflaması (2016)

2016 yılında Kepler ve ark, AO sınıflamasına puanla-



Şekil 3. AOSpine sınıflamasına göre torakolomber omurga kırıklarının morfolojik özellikleri.

mayı ekleyerek, bu yolla elde edilen toplam TLAOSIS skoru üzerinden cerrahi algoritmaya karar vermede kullanılabileceğini önermişlerdir (7). Kırıklar morfolojik özellikleri göz önüne alınarak, kompresyon, distraksiyon ve translasyon yaralanmaları olarak üç ana alt grupta incelenmektedir. Her grup da alt gruplara ayrılmış ve her alt grupta şiddeti gittikçe artan tiplere ayrılmıştır (Tablo 11). TLICS'e benzer şekilde, hastanın nörolojik durumu ve iki adet hastaya özgü niteleyiciler sınıflandırmaya dahil edilmiştir (Tablo 12). TLICS sınıflandırmasına benzer şekilde, TLAOSIS sınıflandırmasında da her bir

değişken için puan verilerek toplam bir TLAOSIS skoru elde edilir.

Buna göre, toplam TLAOSIS skoru 4'ün altındaki olgularda cerrahi dışı tedavi, 5'in üzerindeki olgularda erken cerrahi tedavi önerilmektedir. Toplam TLAOSIS skoru 4 ve 5 puan olanlar hastalar için ise kişiselleştirilmiş karar alınması önerilmiş ve karar alırken cerrahın ve hastanın değişkenlerinin göz önüne alınması sonrasında cerrahi veya cerrahi dışı tedavilerden uygun olanının seçilmesi gerekliliği belirtilmiştir (15).

Tablo 11. AOSpine torakolomber yaralanma sınıflandırma skorlaması (TLAOSIS)

Alt grup	Tanım	TLAOSIS
Tip A- Kompresyon kırıkları		
A0	Omurganın yapısal bütünlüğünü bozmayan yaralanma (spinöz veya transvers çıkıntı kırığı)	0
A1	Arka duvarı etkilemeyen tek bir uç plağı tutan kırık	1
A2	Arka duvarı etkilemeyen ve her iki uç plağı tutan kırık	2
A3	Arka duvarı tutan ve tek bir uç plağı tutan kırık (inkomplet burst)	3
A4	Arka duvarı tutan ve her iki uç plağı tutan kırık (komplet burst)	5
Tip B- Tansiyon bandı yaralanmaları		
B1	Komplet kemiksel tansiyon bandı yaralanması (kemiksel chance kırığı)	5
B2	Posterior tansiyon bandı yaralanması	6
B3	Anterior tansiyon bandı yaralanması	7
Tip C-translasyonel yaralanmalar		
C	Vertebral cismin translasyonuna neden olan yaralanma	8

Tablo 12. AOSpine torakolomber yaralanma sınıflandırma skorlaması durum ve niteleyicileri

Alt grup	Tanım	TLAOSIS
Nörolojik durum		
N0	Nörolojik yaralanma yok	0
N1	İyileşmiş geçici nörolojik yaralanma	1
N2	Sinir kökü hasarı	2
N3	İnkomplet spinal kord veya kauda ekina sendromu	4
N4	Komplet spinal kord yaralanması	4
Nx	Güvenilir nörolojik muayene mümkün değil	3
Hastaya özgü niteleyiciler		
M1	PLK bütünlüğü net değil	1
M2	Hastaya özgü tedaviyi etkileyecek durumlar (örn; ankilozan spondilit)	0

Sonuç olarak; günümüzde torakolomber travmaların tedavisinde bölgelere göre cerrahlar arasında değişkenlikler vardır. Bunun bir nedeni de, küresel ölçekte kabul edilebilir bir sınıflandırma sisteminin yokluğudur. Geçmişteki sınıflandırma sistemleri, iki veya üç kolon stabilite, yaralanma mekanizması veya özgül kemiksel yaralanma tipine dayanmaktaydı. Daha yakın tarihteki sınıflandırmalar, yaralanmanın morfolojisini, PLK bütünlüğünü ve hastanın nörolojik durumunu da değerlendirmektedir. En son olarak yapılan TLAOSIS sınıflandırmasında ise; spinal kolonun morfolojik yapısı, yetmezlik modelleri, nörolojik durum ve tedavi niteleyicileri gibi klinik özellikler

dikkate alınmaktadır. Gözlemciler arası ve gözlemciler içi güvenilirliği birçok çalışmada ispatlanan TLAOSIS sınıflandırması, cerrahlar arası iletişim, tedavi planlaması ve akademik amaçlar için kullanılabilir.

KAYNAKLAR

1. Denis F: The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. Spine (Phila Pa 1976) 8(8):817-831, 1983
2. Dewald R: Burst fractures of the thoracic and lumbar spine. Clin Orthop 189:150, 1984

3. Ferguson RL, Allen BL Jr: A mechanistic classification of thoracolumbar spine fractures. *Clin Orthop* 189:77-88, 1984
4. Holdworth FW: Fractures, dislocations and fracture dislocations of the spine. *J Bone Joint Surg (Br)* 35:540-550, 1953
5. Joaquim AF, Daubs MD, Lawrence BD, et al: Retrospective evaluation of the validity of the Thoracolumbar Injury Classification System in 458 consecutively treated patients. *Spine J* 13(12):1760-1765, 2013
6. Kelly RP, Whitesides TE Jr: Treatment of lumbodorsal fracture-dislocation. *Ann Surg* 167:705, 1968
7. Kepler C, Vaccaro A, Koerner J, et al: Reliability analysis of the AOSpine thoracolumbar spine injury classification system by a worldwide group of native spinal surgeons. *Eur Spine J* 25(4):1082-1086, 2016
8. Magerl F, Aebi M, Gertzbein SD, et al: A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. *Eur Spine J* 3(4):184-201, 1994
9. McCormack T, Karaikovic E, Gaines RW: The load sharing classification of spine fractures. *Spine (Phila Pa 1976)* 19(15):1741-1744, 1994
10. Nicoll EA: Fractures of the dorso-lumbar spine. *J Bone Joint Surg (Br)* 31:376-394, 1949
11. Oliver M, Inaba K, Tang A, et al: The changing epidemiology of spinal trauma: A 13-year review from a Level I trauma centre. *Injury* 43(8):1296-300, 2012
12. Oner C, Rajasekaran S, Chapman JR, et al: Spine Trauma – What are the current controversies? *J Orthop Trauma* 31 Suppl 4:S1–6, 2017
13. Park HJ, Lee SY, Park NH, et al: Modified thoracolumbar injury classification and severity score (TLICS) and its clinical usefulness. *Acta Radiol* 2015 (Epub ahead of print)
14. Schnake KJ, Schroeder GD, Vaccaro AR, et al: AOSpine classification systems (Subaxial, Thoracolumbar). *J Orthop Trauma* 31 Suppl 4:S14-23, 2017
15. Schroeder GD, Harrop JS, Vaccaro AR: Thoracolumbar trauma classification. *Neurosurg Clin N Am* 28(1):23-29, 2017
16. Schroeder GD, Kepler CK, Koerner JD, et al: Is there a regional difference in morphology interpretation of A3 and A4 fractures among different cultures? *J Neurosurg Spine* 24(2):332–339, 2016
17. Watson-Jones R: The results of postural reduction of fractures of the spine. *J Bone Joint Surg (Am)* 20:567-586, 1938
18. Vaccaro AR, Lehman RA Jr, Hurlbert RJ, et al: A new classification of thoracolumbar injuries: The importance of injury morphology, the integrity of the posterior ligamentous complex, and neurologic status. *Spine (Phila Pa 1976)* 30(20):2325-2333, 2005
19. Vaccaro AR, Oner C, Kepler CK, et al: AOSpine thoracolumbar spine injury classification system: Fracture description, neurological status, and key modifiers. *Spine (Phila Pa 1976)* 38(23):2028-2037, 2013
20. Vaccaro AR, Schroeder GD, Kepler CK, et al: The surgical algorithm for the AOSpine thoracolumbar spine injury classification system. *Eur Spine J* 25(4):1087-1094, 2016

Derleme / Review

TORAKOLOMBER BİLEŞKE KIRIKLARINDA CERRAHİ TEDAVİ, ENDİKASYON, YAKLAŞIM VE SEGMENT SEÇİMİ

ENDICATIONS AND TREATMENT APPROACHS ON THORACOLUMBAR JUNCTIONAL FRACTURES, SURGICAL METHODS AND SEGMENT SELECTION

ÖZ

T10-L2 vertebralarını içeren bölge torakolomber bileşke olarak değerlendirilmekte olup tüm spinal segmentin en hareketli yerlerinden biridir. Mekanik ve fonksiyonel önemi nedeniyle bu bölgenin kırıklarında stabilite ve instabilitesinin değerlendirilmesi oldukça önemlidir. Tedavide genel görüş stabil olan, nörolojik defisit yaratmayan, kifoz yada postür bozukluğuna yol açmayan kırıklarda konservatif tedavi; instabil olan, nörolojik defisit veya postür bozukluğuna yol açan fraktürlerinde ise cerrahi tedavi şeklindedir. Konservatif tedavide yaklaşım etkili ağrı yönetimi, torakolomber korse veya hiperekstansiyon korsesi ile yakın takipdir. Cerrahi tedavide ise son yıllardaki enstrümantasyon sistemlerinin gelişmesi ile birlikte en sık posterior yaklaşım ile stabilizasyon cerrahileri tercih edilmektedir. Ayrıca uygun hastalarda anterior ve anterior-posterior yaklaşımlar da uygulanabilmektedir. Hastanın işe dönüş süresinin uzaması, kalıcı deformite riski, ağrı yönetiminin iyi yapılamaması, enstrümantasyon sistemleri ile kifoplasti ve vertebroplasti gibi yöntemlerin gelişmesi, orteze uyumsuzluk hekimleri konservatif tedavi seçeneğinden uzaklaştıran faktörlerdir. Bunun yanında cerrahi tecrübe, erken ve geç dönem cerrahi komplikasyonlar, hasta fizyolojisi ve dinamiği nedeniyle altın standart tedavi yaklaşımı standardize edilememiştir.

Anahtar Sözcükler: Torakolomber bileşke kırığı, Torakolomber instabilite, Torakolomber konservatif tedavi, Torakolomber kırık cerrahisi

ABSTRACT

The section including T10-L2 vertebra is considered as thoracolumbar junction and is one of the most removable area. It is really important to evaluate stability and instability on this section because of it's mechanic and functional importance. For treatment; if the general view is stabile, conservative treatment is used for fractures which do not cause neurologic deficit, kyphoses or posture disorder. However; if the general view is instabile, surgical therapy is used for fractures that cause neurologic deficit or posture disorders. In conservative treatment, thoracolumbar binder or hyperextantion binder is recommended with effective pain management. In surgical therapy, thanks to the development of instrumentation systems in recent years, stabilization surgery is preferred with the most posterior view. Moreover ; anterior and anterior-posterior approaches can be used on suitable patients. Conservative treatment cannot be a choosable option because of many reasons; such as increasing the patients returning time to work, persistent deformity risk, failure in the pain management, orthosis incoordination and the development both on the instrumentation system, kyphoplasty and vertebroplasty methods. Besides that, surgical experiment, early or late surgical complications, golden standard treatment approaches related to patients physiology and dynamic are not standardized.

Keywords: Thoracolumbar junction fracture, Thoracolumbar instability, Thoracolumbar conservative treatment, Thoracolumbar fracture surgery

GİRİŞ

Torakolomber bileşke kırıkları (TLBK) T10-T11-T12-L1-L2 vertebralarnı içeren kırıklardır. Torakolomber bileşke (TLB) kostalar ile kısmen stabilenmiş hareket olanağı az, rijit bir alan olan torakal bölgeden, hareket olanağı daha fazla olan lomber bölgeye geçiş özelliğı gösterir. Bu sebepten dolayı gerek patolojik gerekse travmatik kırıklar bu bölgede fazlaca görülür. Omurga kırıkları tüm kırıkların %4-23'ünü oluştururken tüm omurga kırıklarının %10-20'si TLBK'lardır (22,25). TLBK'nın %25'inde başka vertebralarda kırık saptanabilir, %15 oranında nörolojik defisit eşlik edebilir ve takiplerde kifotik deformiteye neden olabilir (6). TLBK'larda batın içi organ ve akciğer zedelenme ihtimali oldukça yüksektir. Bundan dolayı kırığın oluş mekanizması ve hasta yönetimi oldukça önemlidir. TLBK'da stabilize/instabilite'nin değerlendirilmesi tedavi yaklaşımını belirlemesi açısından önemlidir. Spinal kordun TLB'de sonlanması ve kauda equina liflerinin spinal kanalı doldurması nedeniyle bu bölge kırıklarında nörolojik defisitler sık görülmektedir (2). TLBK gençlerde genellikle yüksek enerjili araç kazaları ve yüksekten düşme sonucu görülürken, yaşlı hastalarda sıklıkla osteoporozla bağlı düşük enerjili kazalarda görülür (5).

ENDİKASYON VE TEDAVİ SEÇİMİ

Torakolomber bölge toraks ve batının geçiş kavşağı olduğundan mortalite ve morbidite gelişme ihtimali oldukça yüksektir. Bu nedenle hasta yönetimi ve tedavi seçeneklerinin iyi bilinmesi gerekmektedir. TLBK ilk olarak 1938'de Watson-Jones tarafından sınıflandırılmıştır (31). Chance kırığı olarak bilinen fleksiyon hareketine bağlı kama vertebra oluşması ve posterior elemanların hasarını gösteren kırıkların sınıflaması 1948 yılında yapılmıştır (8). Holdsworth 1970'de, vertebra korpusunun arka duvarında olan kırıkları sınıflamıştır (ikili kolon). 1983'de Denis'in üçlü kolon teorisi tanımlanmıştır. Anterior kolon; vertebra korpusunun 2/3 ön kısmı, orta kolon; vertebra korpusunun arka 1/3'ü, posterior kolon ise pedikül, lamina ve spinöz prosesleri içine almaktadır. Orta kolon dışında sadece anterior ve posterior kolonda kırık var ise stabil, bu kırıklarla beraber orta kolon kırığı da varsa instabil olarak değerlendirilir (11,23). McAfee ve ark, 1984'de Ferguson ve Allen, 1994'de Magerl ve ark. üç kolon, nörolojik defisitleri içine alan sınıflama yapmışlar fakat çalışmanın geçerliliğı kanıtlanamamış ve kabul görmemiştir. 2013'de Vaccaro,

Magerl ve ark. Torakolomber Yaralanma Sınıflandırma Skorlaması (TLICS)'i düzenleyerek AOSpine TLBK sınıflamasını (TLAOSIS) yayınlamıştır (30). Bu sınıflamada; kompresyon kırığı (Tip A), tansiyon bandı yaralanmaları (Tip B), translasyonel yaralanmalar (Tip C) olarak ayrılır.

TLAOSIS skoru 4'ün altındakilere konservatif, 4-5 arasındakilere hasta ve cerrahın tercihinine göre, 5'in üstü olanlara cerrahi tedavi önerilmektedir (Tablo 1) (12, 26).

TLICS'e benzer şekilde, hastanın nörolojik durumu ve hastaya özgü iki niteleyici sınıflandırmaya dahil edilmiştir (Tablo 2) (12). Kepler ve ark. araştırmalarında, TLAOSIS sınıflandırması için gözlemciler arası güvenilirlik ($\kappa=0,74$) ve üç kırık tipi için mükemmel gözlemci içi güvenilirlik ($\kappa=0,81$) oranlarını bularak, bu sınıflamanın geçerliliğini kanıtlamışlardır (15).

Nörolojik defisitinin eşlik ettiği TLBK'larda bazı çalışmalarda mutlak cerrahi önerilmemiştir (21). Buna rağmen genel kabul gören yaklaşım mümkün olan en kısa sürede cerrahi yaklaşımdır. Direkt grafilerde vertebra korpusunda %50'den fazla çökmesi, 30-35 derece açılanması posterior kompleks hasarı olduğunun göstergesi olup instabil kabul edilir (4). Bilgisayarlı tomografi'de (BT) yine korpus yüksekliğı, anterior ve posterior kemik yapıların değerlendirilmesi ve fasetlerin durumu hakkında önemli bilgiler vermektedir ve sınıflamada yardımcıdır (30). Manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ligaman disk gibi yumuşak dokular, posterior kompleksin durumu ve nöronal bası hakkında en fazla bilgi veren görüntüleme yöntemidir. MRG T2 STIR sekansında posterior komplekste hiperintensite görünümü hasarın akut göstergesi olarak yorumlanır (21).

Tedavi yaklaşımında genel görüş stabil olan, ağrı yönetimi yapılabilen TLBK'larda konservatif tedavi iken; ilerleyici nörolojik defisiti olan, deformitede hızlı ilerleyişi ve instabilitesi olan vertebra fraktürlerinde ise cerrahi tedavidir. TLB cerrahilerinde nöral yapıları dekomprese etme, nörolojik fonksiyonları koruma ve geliştirme, spinal deformitenin düzeltilmesi, vertebra yüksekliğinin sağlanması, angular deformiteyi düzeltme, ağrıyı ve daha sonra oluşabilecek deformiteleri azaltma, anatomik yapıyı koruma, stabilizasyonu sağlama, erken mobilizasyon ve rehabilitasyonu sağlama, hastanın hayatındaki değişiklikleri en aza indirme amaçlanmaktadır (2,13). Kısmi veya tam nörolojik defisiti olan hastalara mümkün olan en erken sürede cerrahi girişim yapılmalıdır (17). Nöral elemanlar

Tablo 1. Aospine torakolomber yaralanma sınıflandırma skorlaması (12)

Alt grup	Tanım	TLAOSIS
Tip A-kompresyon kırıkları		
A0	Omurganın yapısal bütünlüğünü bozmayan yaralanma (spinöz veya transvers çıkıntı kırığı)	0
A1	Arka duvarı etkilemeyen tek bir uç plağı tutan kırık	1
A2	Arka duvarı etkilemeyen ve her iki uç plağı tutan kırık	2
A3	Arka duvarı tutan ve tek bir uç plağı tutan kırık (inkomplet burst)	3
A4	Arka duvarı tutan ve her iki uç plağı tutan kırık (komplet burst)	5
Tip B-tansiyon bandı yaralanmaları		
B1	Komplet kemiksel tansiyon bandı yaralanması (kemiksel chance kırığı)	5
B2	Posterior tansiyon bandı yaralanması	6
B3	Anterior tansiyon bandı yaralanması	7
Tip C-translasyonel yaralanmalar		
C	Vertebral cismin translasyonuna neden olan yaralanma	8

Tablo 2. AOspine torakolomber yaralanma sınıflandırma skorlaması durum ve niteleyicileri (12)

Alt grup	Tanım	TLAOSIS
Nörolojik durum		
N0	Nörolojik yaralanma yok	0
N1	İyileşmiş geçici nörolojik yaralanma	1
N2	Sinir kökü hasarı	2
N3	İnkomplet spinal kord veya kauda ekina sendromu	4
N4	Komplet spinal kord yaralanması	4
Nx	Güvenilir nörolojik muayene mümkün değil	3
Hastaya özgü niteleyiciler		
M1	PLK bütünlüğü net değil	1
M2	Hastaya özgü tedaviyi etkileyecek durumlar (örn; ankilozan spondilit)	0

ne kadar erken sürede dekompresyon edilirse nörolojik olarak iyileşme ihtimali o kadar artar. Total nörolojik defisiti olan veya hiçbir nörolojik defisiti olmayan hastalar, gerekli hazırlıklar tamamlandıktan sonra en erken sürede opere edilmelidir. Çünkü erken cerrahi müdahale hastanede kalış süresini kısaltmaktadır (18).

Konservatif tedavi; analjezik antiinflamatuvarlar, kas gevşeticiler ve ortezler ile yapılmaktadır. Ortezler; torakolomber ortezler, Jewett brace (tek düzlemde hareketi kısıtlayan), çoklu düzlemde hareketi kısıtlayan (özel tasarımlı ortezler), hiper ekstansiyon korsesi vb.dir. Literatürde stabil TLBK'larda konservatif tedavi ile cerrahi tedavi sonuçları arasında benzerlik mevcuttur (24). Güvenilirliği yüksek bazı çalışmalarda konservatif

tedavi ile cerrahi tedavi arasında nörolojik defisit oluşma oranları arasında fark bulunmadığı ifade edilmiştir. Buna rağmen yaygın görüş spinal dekompresyonun nörolojik defisit oluşmasını engelleyeceği yönündedir. Ortezleri hastaların uzun süre kullanması gerekmekte olup uyum sürecinde zorluk yaşanmaktadır (24). Bu da tedavi başarısını etkilemektedir. Fakat bazı çalışmalarda konservatif tedavide, radyografik olarak kifoz açısında artma olmasına rağmen, ağrı ve fonksiyon skorları iyi olarak bulunmuştur (1).

CERRAHİ YÖNTEMLER VE SEGMENT SEÇİMİ

TLBK'larda cerrahi yöntemler posterior, anterior ve anterioposterior olarak üç gruba ayrılır;

Anterior yaklaşım: Hastalarda posterior dekompresyonla yeterince dekompresyon sağlanamıyorsa ve posterior enstrümantasyonun yetersiz kalacağı düşünülen durumlarda bu yaklaşım tercih edilebilir. Bu yaklaşım göreceli zor olup ciddi tecrübe gerektirmektedir. Anterior yaklaşım ön kolonun stabilizasyonunda ve spinal kordun dekompresyonunda oldukça başarılı bir yöntemdir (9). McDonough ve ark, anterior korpektomi ve plak uygulaması ile füzyon yapılan hastaların sonuçlarının başarılı olduğunu yayınlamışlardır (20). Bazı çalışmalarda anterior yaklaşımın deformiteyi daha iyi düzelttiği ve stabilitenin sağlanmasında daha iyi olduğu bildirilmiştir (14). Anterior yaklaşımdan sonra hastanın uzun süre torakolomber ortez kullanması gerekmektedir. Fakat komşu organ zedelenme sıklığı, multidisipliner ekip gerekebileceği ve diğer komplikasyonların görülme oranı daha fazla olduğundan pek tercih edilmez (16).

Posterior yaklaşım: Son yıllarda implant teknolojisi ilerlediğinden genelde tercih edilen yaklaşımdır ve 360 derece dekompresyon imkânı sağlamaktadır. Posterior enstrümantasyon sonrası total laminektomi ile dekompresyon ve ligamentotaksi ile korpusun kırık parçasının korda bası yapan kısımları yerine yerleştirilebilir. Aynı zamanda posterior kolon rezeksiyonu ile kırık parça posteriolateralden çıkartılabilir ve yeterli dekompresyon imkânı sağlanır (24).

Anterior posterior (kombine) yaklaşım: Vertebranın ön ve arka kolon stabilizasyonunun sağlanmasında, sagittal ve koronal dengenin sağlanmasında ve uzun dönem füzyon açısından başarılı bir yöntemdir (32). Bazı biyomekanik çalışmalarda TLBK'da anterior stabilizasyonun yetersiz kaldığı ve posterior stabilizasyon ile desteklenmesi gerektiği belirtilmiştir (28). Fakat bu yaklaşımında pür anterior yaklaşım gibi komplikasyon oranının fazla olduğu görülmektedir (24). Bazı yayınlarda torakoskopik yaklaşımla anterior dekompresyon ve füzyonla beraber posterior stabilizasyonun komplikasyon oranının daha az olduğu ve yüksek oranda kemik füzyon sağladığı bildirilmektedir (19). Literatürde kombine yaklaşımda posterior yaklaşıma göre daha fazla komplikasyonla karşılaşılacağı bildirilmiştir (27).

Günümüzde posterior yaklaşımda, birçok nöroşirürjiyenin sıklıkla kullandığı ve aşına olduğu yöntem olan transpediküler vidalama yöntemi kullanılmaktadır. İnterspinöz ve sublaminar telleme, distraksiyon çubuk ve sublaminar kancalar artık oldukça nadir tercih edilen yöntemlerdir. Transpediküler vida ile fiksasyon yönteminde, pedikül-

den konulan vida segmental fiksasyona izin verir ve üç kolonu da stabilize eder ve spinal dizilimin sağlanması ve korunmasında etkindir. Ayrıca TLBK'da kifoz gelişme riski olduğundan, kifozun düzeltilmesi nörolojik ve morfolojik iyileşme için önemli bir yöntemdir (23). Postop erken dönemde hasta mobilizasyonunu sağlar. Anterior ve orta kolonda ciddi hasar yoksa füzyon oranı oldukça yüksektir. Füzyon yapılacak segmentin üst ve alt kısımlarında iatrojenik hasarlanmalara neden olmamak için, faset eklem hasarlanmasına özen gösterilmelidir (15).

Posterior yaklaşımda uzun segment veya kısa segment yaklaşımları hâlen tartışmalı bir konudur. Kısa segment pedikül vidası kırık vertebranın bir alt ve bir üst pedikülüne vida yerleştirilmesi demektir. Kısa segment stabilizasyon yöntemi füzyon, fleksiyon ve distraksiyon travmalarında önerilir (16). Kısa segment stabilizasyonda hareketli segmentin fazla olması başlangıçta olumlu sonuçları olsa da, bazı araştırmacılar geç dönemde enstrümantasyon yetmezliğinin %20-50 arasında olduğunu bildirmişlerdir (9,29). Uzun segment stabilizasyonda hareketli segment daha azdır; fakat stabilite ve sagittal dengenin korunması sağlanmaktadır (9). AO sınıflamasında, A3 ve B2 tip kırıklarda kırığa kifoplasti, pedikül vidası ve posterior stabilizasyon stabiliteyi daha iyi sağladığını belirten yayınlar mevcuttur (7). Kısa ve uzun segment stabilizasyonun da kırık bölgesine balon kifoplasti uygulamasının segmental kifozu ve omurga gövdesi yüksekliğini eşit derecede düzelttiği bildirilmiştir. TLBK'larda kırık vertebraya pedikül vidası ve kısa segment posterior stabilizasyon ile, uzun segment posterior stabilizasyon arasında radyolojik açıdan benzer sonuçlar bildirilmiştir (10).

SONUÇ

TLBK'lar sıklıkla spinal kord zedelenmesi ile birliktelik gösteren oldukça sık görülen vertebra fraktürleridir. Bu sebepten kırığın stabilitesinin değerlendirilmesi, kırığın sınıflandırılması, hasta seçimi ve tedavi algoritması oldukça önemlidir. %50'den fazla spinal kanal işgali, nörolojik defisit, kifoz açısının 30 derecenin üzerinde olması, %50'den fazla korpus yükseklik kaybı ve MRG'de posterior ligaman hasarının görülmesi instabiliteyi düşündürmelidir. TLBK'nın instabilitesi de bizleri cerrahi yaklaşımlara yönlendirmektedir. Genel kanı, stabil vertebra fraktürlerinde konservatif tedavidir fakat ağrı yönetiminin iyi yapılamaması, işe dönüş süresinin uzaması, enstrümantasyon sistemlerinin gelişmesi, ortez uyum, komplikasyonlar, cerrahın tecrübesi konservatif

tedavi seçeneğinden uzaklaştırmaktadır. Fakat yine de TLB'ye cerrahi yaklaşımlar konusunda henüz net bir bilgi yoktur.

KAYNAKLAR

1. Akesen B, Özyalçın A: Torakolomber omurga kırıklarında konservatif yaklaşımlar. TOTBİD Dergisi 17:554-559, 2018
2. Altun İ: Nöroşirürji Yeterlik Sınavına Hazırlık, cilt 2, bölüm 32, İzmir: US Akademi, 2016
3. aos_injury_classification_pocket_card_thoracolumbar.pdf (aofoundation.org).
4. Benson DR, Burkus JK, Montesano PX, Sutherland TB, McLain RF: Unstable thoracolumbar and lumbar burst fractures treated with the AO fixateur interne. J Spinal Disord 5(3):335-343, 1992
5. Byung-Guk K, Jin-Myoung D, Dong-Eun S: Treatment of torakolumbar fraktüre. Asian Spine J 9(1):133-146, 2015
6. Calenoff L, Chessare JW, Roger LF, Toerge J, Rosen JS: Multiple level spinal injuries: Importance of early recognition. AJR Am J Roentgenol 130(4):665-669, 1978
7. Chen C, Lv G, Xu B, Zhang X, Ma X: Posterior short-segment instrumentation and limited segmental decompression supplemented with vertebroplasty with calcium sulphate and intermediate screws for thoracolumbar burst fractures. Eur Spine J 23(7):1548-1557, 2014
8. Chance GQ: Note on a type of flexion fracture of the spine. Br J Radiol 21(249):452-453, 1948
9. Chen ZQ, Xie JT, Gu XM, Xie GS, Hu DP, Wang R, Lu JM: Posterior short-segment pedicle screw fixation combined with vertebroplasty for the treatment of thoracolumbar burst fractures. Zhongguo Gu Shang 23:102-106, 2010
10. Çetin E, Öner A: Torakolomber kırıklarda kırık omurgaya vida yerleştirilerek uygulanan kısa segment posterior pedikül vidası tespiti ile uzun segment tespitin karşılaştırılması. J Acad Res Med 10(1):32-35, 2020
11. Denis F: The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. Spine (Phila Pa 1976) 8(8):817-831, 1983
12. Erkan S: Torakolomber omurga kırıklarında güncel sınıflandırmalar. TOTBİD Dergisi 17:534-538, 2018
13. Gui Jun Xu, Zhi Jun Li, Jian Ma, Tao Zhang, Xin Fu, Xin Long Ma: Anterior versus posterior approach for treatment of torakolumbar burst fractures: ameta-analysis. Eur Spine J 22:2176-2183, 2013
14. Hitchon PW, Torner J, Eichholz KM, Beeler SN: Comparison of anterolateral and posterior approaches in the management of thoracolumbar burst fractures. J Neurosurg Spine 5(2):117-125, 2006
15. Kepler C, Vaccaro A, Koerner J, Dvorak MF, Kandziora F, Rajasekaran S, Aarabi B, Vialle LR, Fehlings MG, Schroeder GD, Reinhold M, Schnake KJ, Bellabarba C, Öner FC: Reliability analysis of the AOSpine thoracolumbar spine injury classification system by a worldwide group of native spinal surgeons. Eur Spine J 25(4):1082-1086, 2016
16. Kim BG, Dan JM, Shin DE: Treatment of thoracolumbar fracture. Asian Spine J 9(1):133-146, 2015
17. Koç RK: Torakolomber Spinal Travmalar ve Cerrahisi. Temel Nöroşirürji, Cilt 2, Ankara: Türk Nöroşirürji Derneği Yayınları, 2010:1703-1722
18. Redcliff K, Limthongkul W, Gruskay J, Sidhu G, Miller L: Surgical planning for the treatment of thoracolumbar fractures: Anterior, posterior or combined approach? Semin Spine Surg 24:244-251, 2012
19. Lindtner RA, Mueller M, Schmid R, Spicher A, Zegg M, Kammerlander C, Krappinger D: Monosegmental anterior column reconstruction using an expandable vertebral body replacement device in combined posterior-anterior stabilization of thoracolumbar burst fractures. Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery 138:939-951, 2018
20. McDonough PW, Davis R, Tribus C, Zdeblick TA: The management of acute thoracolumbar burst fractures with anterior corpectomy and Z-plate fixation. Spine (Phila Pa 1976) 29:1901-1908, 2004
21. Moller A, Hasserius R, Redlund-Johnell I, Ohlin A, Karlsson MK: Nonoperatively treated burst fractures of the thoracic and lumbar spine in adults: A 23- to 41-year follow-up. Spine J 7(6):701-707, 2007
22. Oliver M, Inaba K, Tang A, Branco BC, Barmparas G, Schnüriger B, Lustenberger T, Demetriades D: The changing epidemiology of spinal trauma: A 13-year review from a Level I trauma centre. Injury 43(8):1296-300, 2012
23. Patel AA, Vaccaro AR: Thoracolumbar spine trauma classification. J Am Acad Orthop Surg 18(2):63-71, 2010
24. Paşahan R, Doğan Ş: Torakolomber bileşke kırıklarına yaklaşım. Türk Nöroşir Derg 30(3):428-431, 2020
25. Ray WZ, Krisht KM, Dailey AT, Schmidt MH: Clinical outcomes of unstable thoracolumbar junction burst fractures: Combined posterior short-segment correction followed by thoracoscopic corpectomy and fusion. Acta Neurochir (Wien) 155(7):1179-1186, 2013

26. Schroeder GD, Harrop JS, Vaccaro AR: Thoracolumbar trauma classification. *Neurosurg Clin N Am* 28(1):23-29, 2017
27. Scholz M, Kandziora F, Tschauder T, Kremer M, Pingel A: Prospective randomized controlled comparison of posterior vs. posterior-anterior stabilization of thoracolumbar incomplete cranial burst fractures in neurological intact patients: The RASPUTHINE Pilot Study. *Eur Spine J* 27(12):3016-3024, 2018
28. Schreiber U, Bence T, Grupp T, Steinhäuser E, Muckley T, Mittelmeier W, Beisse R: Is a single anterolateral screwplate fixation sufficient for the treatment of spinal fractures in the thoracolumbar junction? A biomechanical in vitro investigation. *Eur Spine J* 14:197-204, 2005
29. Tofuku K, Koga H, Ijiri K, Ishidou Y, Yamamoto T, Zenmyo M, Yone K, Komiyama S: Combined posterior and delayed staged mini-open anterior short-segment fusion for thoracolumbar burst fractures. *J Spinal Disord Tech* 25:38-46, 2012
30. Vaccaro AR, Oner C, Kepler CK, Dvorak M, Schnake K, Bellabarba C, Reinhold M, Aarabi B, Kandziora F, Chapman J, Shanmuganathan R, Fehlings M, Vialle L: AOSpine thoracolumbar spine injury classification system: Fracture description, neurological status, and key modifiers. *Spine (Phila Pa 1976)* 38(23):2028-2037, 2013
31. Watson-Jones R: The results of postural reduction of fractures of the spine. *J Bone Joint Surg Am* 20(3):567-586, 1938
32. Wilke HJ, Kemmerich V, Claes LE, Arand M: Combined anteroposterior spinal fixation provides superior stabilisation to a single anterior or posterior procedure. *J Bone Joint Surg Br* 83:609-617, 2001

Derleme / Review

TORAKOLOMBER VERTEBRA KIRIKLARINDA PERKÜTAN STABİLİZASYON

PERCUTANEOUS PEDICLE SCREW FIXATION IN THORACOLUMBAR FRACTURES

ÖZ

Omurga cerrahisinde son yıllarda minimal invaziv yöntemlerin kullanımı artmıştır. Bu yöntemlerden birisi perkütan pedikül vida-rod sistemi ile enstrümantasyondur (PPVE). PPVE yönteminde hastanın hastanede kalış süresi, enfeksiyon oranı, cerrahide kanama miktarı, ameliyat sonrası ağrı ve günlük yaşama dönme süresi geleneksel açık cerrahi yöntemlere göre belirgin olarak daha azdır. Bu avantajları nedeniyle uygun hastalarda açık cerrahiye tercih edilmektedir.

Anahtar Sözcükler: Torakolomber omurga kırıkları, Perkütan pedikül vidası, Minimal invaziv omurga cerrahisi

ABSTRACT

The use of minimally invasive methods in spine surgery has increased in recent years. One of these methods is instrumentation with the percutaneous pedicle screw-rod system (PPVE). In the PPVE method, the patient's hospital stay, infection rate, amount of bleeding during surgery, postoperative pain and time to return to daily life are significantly less than in traditional open surgical methods. Because of these advantages, it is preferred to open surgery in suitable patients.

Keywords: Thoracolumbar spine fracture, Percutaneous pedicle screw, Minimal invasive spine surgery

PPVE TEDAVİSİ İÇİN UYGUN HASTA SEÇİMİ VE KLİNİK UYGULAMALAR

PPVE için en uygun olgular vertebra kırıkları, redüksiyon ve dekompresyon gerektirmeyen kırık olgularıdır. Magerl tip A1, A2, bazı A3 kırıklar ve torakolomber injury klasifikasyon ve şiddet (TLICS) skoru <5 olan olgular bu grupta sayılabilir. Subluksasyon ve dislokasyon olmadan posterior longitudinal ligaman (PLL) hasarı olan (bazı Magerl tip B) kırıklar da PPVE ile tedavi edilebilir. Spinal kanalda kemik parça olan ve nörolojik defisiti olan (TLICS skoru>5), belirgin kifozu olan ve sagittal dizilim bozukluğu olan hastalar için PPVE uygun değildir (1,6).

Dahdaleh ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada burst kırıkları, kompresyon kırıkları, fleksiyon ya da ekstansiyon-distaksiyon kırıklarını içeren 30 vaka PPVE ile tedavi edilmiş, yalnızca 1 vakaya vida malpozisyonu nedeniyle revizyon cerrahisi uygulanmıştır (6).

Fleksiyon- Distaksiyon kırıkları, kırılmış pedikül ve orta kolona destek olma ve posterior ligamentöz kompleks (PLK) tarafından oluşturulan hasarlanmış posterior gerilim bandı restorasyonu amacıyla yapılan PPVE ile tedavi edilebilir. Literatürde 2 ayrı çalışmada Chance kırığı olan toplam 4 kırık vakasının PPVE tekniğini kullanarak başarıyla tedavi edildiği gösterilmiştir (2,19).

Grossbach ve ark vertebranın fleksiyon-distraksiyon kırıklarında perkütan yöntemin açık yöntemle karşılaştırıldığında kan kaybı ve hastanede kalış süresi açısından daha avantajlı olduğunu göstermişlerdir (10).

Düşük yük paylaşım skorlu burst kırıkları PPVE yoluyla tedavi edilebilen kırıklardandır. Anterior kolona PPVE ile destek olunur. Ni ve ark. 36 düşük yük paylaşım skorlu(≤ 6 , Magerl Tip A3 (burst) fraktürlü olguyu kısa segment PPVE tedavi etmişlerdir (15). 48,5 aylık ortalama takip sonrası; 19 olguda mükemmel, 12 olguda iyi ve 5 olguda makul sonuçlar elde etmişlerdir. Ayrıca literatürde PPVE ile kifoplastinin birlikte kullanımının başarılı olacağına vurgu yapan çalışmalar da vardır (3,8).

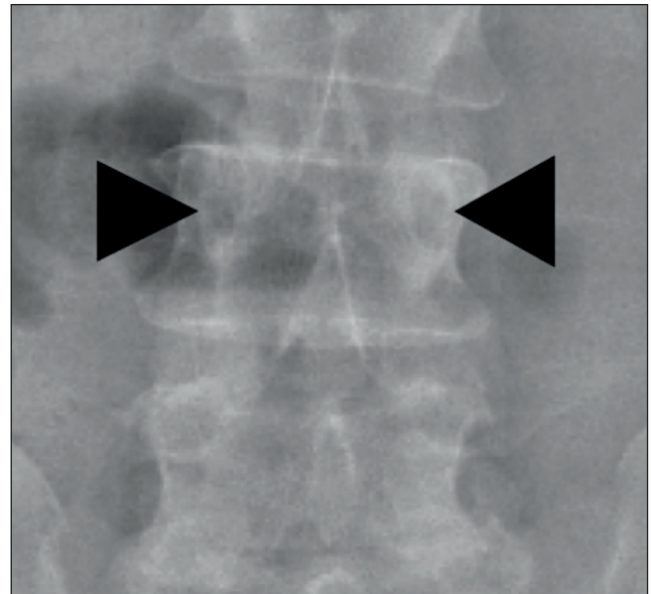
Kompresyon kırıkları çoğunlukla konservatif yöntemlerle tedavi edilebilen stabil vertebra kırıklarıdır. PPVE'nin bu hasta grubunda katkısı daha az ağrı olduğundan erken mobilizasyona olanak sağlamasıdır. Palmisani ve ark retrospektif olarak yaptıkları bir çalışmada; 64 torakolomber kompresyon kırık içeren ve PPVE ile tedavi edilen 51 hastayı incelemişlerdir. Bu vakaların ortalama takip süresi 14.2 ay, Torakal (T) 12 ve lomber (L) 2 kırıkları vakaların %66'sını oluşturmaktadır. 30 vaka Magerly/AO tip A1 ve A2 kırığı, geriye kalanlar A3, B1, B2, C1, C2 kırıklarıdır. Poliaksiyel vida kullanılanlar dışındakilerde postoperatif kifozda düzelme ve iyileşme görülmüştür. 64 kırığın 63 tanesinde bel ağrısının geçmesini takiben füzyon görülmüştür. 1 kırık iyileşmemiştir. 2 vakada mekanik yetmezlik görülmüştür. 51 hastanın 10 tanesinde enstrümantasyonlar çıkarılmıştır (4,18).

CERRAHİ TEKNİK

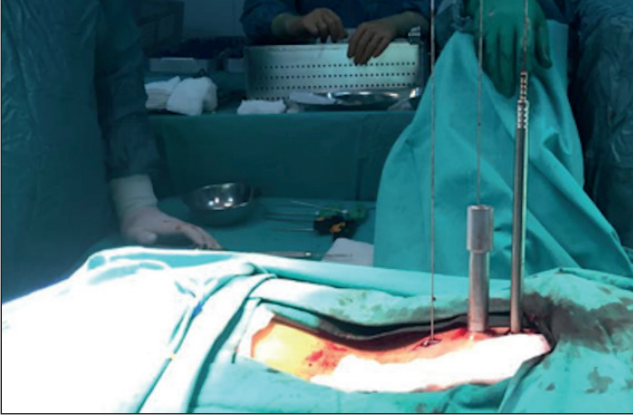
1. Hasta ameliyathanede, pron pozisyonda cerrahiye alınır. C-kollu floroskopi yardımıyla lateral (L) görüntülerde enstrümente edilecek vertebralar ile kırık olan vertebra görüntülenir ve vertebral dizilim değerlendirilir. Sonrasında antero-posterior (AP) görüntülemeye geçilir. Doğru AP görüntülemeden emin olmak için spinöz çıkıntıların orta hatta olduğundan emin olunmalıdır (1,6)
2. Pediküllerin lateral yüzleri cilt üzerinde C-kollu floroskopi eşliğinde AP pozisyonda işaretlenir (Şekil 1). Cilt ve pedikül arasındaki doku kalınlığına göre, cilt insizyonu ve buna bağlı olarak cilt üzerindeki vida giriş noktası laterale doğru kaydırılabilir. Bu sayede Jamshidi iğnesine lateral-medial doğrultuda

pediküle girişi esnasında uygun açı verilebilir. Vertikal insizyonla cilt-cilt altı dokular fasyaya kadar geçilir. Fasya da longitudinal olarak insize edilebilir (1,6).

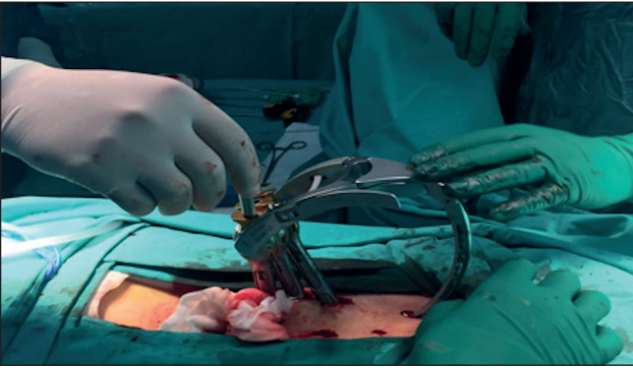
3. Jamshidi iğnesi cilt insizyonundan ilerletilerek pedikülün en lateral yüzüne doğru yönlendirilir. İğne, C-kollu floroskopik AP görüntülemesinde sağ tarafta saat 3 yönünde sol tarafta saat 9 yönünde konumlandırılır ve iğnenin yeri konfirme edilir. Ardından trokar floroskopi altında pedikülün lateral kenarını ortalayacak şekilde kemiğe yerleştirilir (1,5,6).
4. AP floroskopik görüntülemeye Jamshid iğnesinin pedikülün lateral kenarından, medial kenarına kadar geldiği görülür. Bu aşamada korpuse giriş noktasına gelmiş olduğundan lateral floroskopik görüntü alınarak iğnenin yer ve doğrultusu kontrol edilir (1,6,10).
5. Jamshid iğnesinin hedeflenen yerde olduğu görüldükten sonra üzerinden kirschner (K-wire) teli yerleştirilir ve Jamshid iğnesi çıkarılır. İğne çıkarılırken K-telinin çıkmamasına özen gösterilmelidir. Bu işlem tüm enstrümente edilecek vertebralara ayrı ayrı uygulanır. Ardından K-teli içeren vertebralar C-kollu floroskopi ile AP ve lateral olarak görüntülenir. Transpediküler vidanın ilerletileceği yol K-teli üzerinden dilatörler yardımıyla dilate edilerek tapping ile açılır (Şekil 2). Bu aşamada transpediküler vidanın



Şekil 1: Vertebranın pediküllerin lateral yüzleri cilt üzerinde C-kollu floroskopi eşliğinde AP pozisyonda işaretlenmesi.



Şekil 2: PPVE' da perkütan K teli ve dilatatörler.



Şekil 3: PPVE' da perkütan rod yerleştirilmesi.

ilerleyeceği yolun güvenli olduğunu belirlemek için floroskopi ile lateral görüntü alınmalıdır (1,5,6).

6. Son olarak transpediküler vida, K-teli üzerinden yerleştirilir. Vida boyutları preoperatif dönemde belirlenmelidir.
7. Rod uzunluğu ölçüldükten sonra uygun rod yerleştirilmelidir (Şekil 3). Rod hafifçe büyütülmüş bir insizyondan, proksimalden distale ya da distalden proksimale doğru geçirilir. Her vida başı içindeki rod oturma yeri floroskopi ile doğrulanmalıdır. Rodun vida başlarına oturtulmasında, kas ve fasyanın vida başı ile rod arasında girmesi, rodun yolu üzerinde kemik yapının varlığı, vidaların aynı düzlemde bulunmaması, komşu faset eklemi gibi faktörler işleme engel olabilmektedir. Ardından vidalar ile rod nutlar yardımıyla birleştirilir. Her vida için tork uygulanarak rodların vidalara kilitlenmesi sağlanır. Tüm vida tutucular çıkartılarak yerleştirilen vida sisteminin AP/lateral floroskopik görüntülemesi yapılmalıdır. Bu tür sistemler rodların vidalara göre rahatça şekillendirilmesini engellemektedir. Rodların

takılması için eğme, esnetme, bükme gibi cerrahi manipülasyonların yapılabileceği geniş bir cerrahi alan bulunmamaktadır. Rod yerleştirme işlemi de vida takılması gibi iyi bir cerrahi planlama, doğru cerrahi teknik kullanımı ve dikkat gerektirir (1,5,6).

PPVE SİSTEMİNİN ÇIKARILMASI

Radyolojik takiplerde kallus dokusunun oluşması, kemik kırığının iyileşmesi ve remodelingin görülmesi sonrası PPVE sistemi çıkarılabilir. Böylece kırığın üst ve altındaki segmentlerde eklem hareket açıklığı korunmuş olur. PPVE sisteminin çıkarılma zamanı ile ilgili henüz net ortak bir görüş yoktur.

Oh ve ark., torakolomber fraktur içeren nörolojik olarak intakt 30 vakayı PPVE ile tedavi etmişlerdir. Takiplerinde cerrahiden sonraki 12 ay içerisinde PPVE sistemi çıkarılan vakalarda range of motion (ROM) değerlerinin, cerrahiden 12 ay sonra PPVE sistemi çıkarılanlara göre ROM değerlerinin belirgin olarak daha iyi olduğunu bulmuşlardır. Anterior vertebra yükseklik oranı (AVYO), Sagittal Cobb açısı (CA) değerlerinin her iki grup arasında önemli bir farklılık göstermediğini bulmuşlardır (17).

Çoğu araştırmaya göre operasyondan sonraki 9. ay ile 12. ay arasında sistemin çıkarılması için en uygun zamandır (6).

KOMPLİKASYONLAR

Ortaya çıkma zamanına göre 3 başlık altında incelenebilir (20).

- 1- İnraoperatif komplikasyonlar: Kılavuz tel kırılması, abdominal aorta gibi vasküler yapıların yaralanması, serebrospinal sıvı kaçağı
- 2- Erken postoperatif komplikasyonlar: Transpediküler vida malpozisyonuna bağlı pedikülün lateral duvarının ya da medial duvarının ya da her iki duvarının birlikte kırılması, vertebraların yeterince redükte edilememesi
- 3- Geç postoperatif komplikasyonlar: Pedikül vida kırılması, rod gevşemesi, enfeksiyon

Ancak bu komplikasyonlar perkütan tekniğe özgü değildir. Açık teknikte de görülebilmektedir (12,16).

SONUÇ

Günümüzdeki teknolojik gelişmelere paralel olarak PPVE ekipmanları ve diğer minimal invaziv spinal cerrahi sistemleri de gelişecek ve her geçen gün daha da

artan kullanım alanları bulacaktır. Minimal invaziv spinal cerrahi uygulamalarındaki başarıda en önemli katkı temel spinal cerrahi prensiplerinin bilinmesidir. Temel spinal cerrahi prensiplerinin, radyolojik görüntülerle ve teknolojik olarak gelişen yeni minimal invaziv spinal cerrahi sistemlerle beraber doğru olarak yorumlanması, yapılan cerrahi girişimleri başarıya ulaştıracak en önemli unsurdur.

KAYNAKLAR

1. Alander DH, Cui S: Percutaneous pedicle screw stabilization: surgical technique, fracture reduction, and review of current spine trauma applications. *JAAOS- Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* 26(7):231-240, 2018
2. Beringer W, Potts E, Khairi S, Mobasser JP: Percutaneous pedicle screw instrumentation for temporary internal bracing of nondisplaced bony Chance fractures. *Clinical Spine Surgery* 20(3):242-247, 2007
3. Bironneau A, Bouquet C, Millet Barbe B, Leclercq N, Pries P, Gayet LE: Percutaneous internal fixation combined with kyphoplasty for neurologically intact thoracolumbar fractures: a prospective cohort study of 24 patients with one year of follow-up. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research* 97(4):389-395, 2011
4. Burkus JK, Denis F: Hyperextension injuries of the thoracic spine in diffuse idiopathic skeletal hyperostosis. Report of four cases. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 76(2):237-243, 1994
5. Charles YP, Ntilikina Y, Collinet A, Schuller S, Garnon J, Godet J, Clavert P: Accuracy and technical limits of percutaneous pedicle screw placement in the thoracolumbar spine. *Surg Radiol Anat* 43(6):843-853, 2021
6. Dahdaleh NS, Smith ZA, Hitchon PW: Percutaneous pedicle screw fixation for thoracolumbar fractures. *Neurosurgery Clinics of North America* 25(2):337-346, 2014
7. De Iure F, Cappuccio M, Paderni S, Bosco G, Amendola L: Minimal invasive percutaneous fixation of thoracic and lumbar spine fractures. *Minim Invasive Surg* 2012:141032, 2012
8. Fuentes, S, Blondel B, Metellus P, Gaudart J, Adetchessi T, Dufour H: Percutaneous kyphoplasty and pedicle screw fixation for the management of thoraco-lumbar burst fractures. *European Spine Journal* 19(8):1281-1287, 2010
9. Gasbarrini A, Cappuccio M, Colangeli S, Posadas MD, Ghermandi R, Amendola L: Complications in minimally invasive percutaneous fixation of thoracic and lumbar spine fractures and tumors. *European Spine Journal* 22(S6):965-971, 2013
10. Grossbach AJ, Dahdaleh NS, Abel TJ, Woods GD, Dlouhy BJ, Hitchon PW: Flexion-distraction injuries of the thoracolumbar spine: open fusion versus percutaneous pedicle screw fixation. *Neurosurgical Focus* 35(2):E2, 2013
11. Kreinest M, Rillig J, Grützner PA, Küffer M, Tinelli M, Matschke S: Analysis of complications and perioperative data after open or percutaneous dorsal instrumentation following traumatic spinal fracture of the thoracic and lumbar spine: Aretrospective cohort study including 491 patients. *European Spine Journal* 26(5):1535-1540, 2017
12. Lee JC, Jang HD, Shin BJ: Learning curve and clinical outcomes of minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion: Our experience in 86 consecutive cases. *Spine* 37(18):1548-1557, 2012
13. Magerl F, Aebi M, Gertzbein S, Harms J, Nazarian S: Acomprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. *European Spine Journal* 3(4):184-201, 1994
14. Mobbs RJ, Park A, Maharaj M, Phan K: Outcomes of percutaneous pedicle screw fixation for spinal trauma and umours. *Journal of Clinical Neuroscience* 23:88-94, 2016
15. Ni WF, Huang YX, Chi YL, Xu HZ, Lin Y, Wang XY, Huang QS, Mao FM: Percutaneous pedicle screw fixation for neurologic intact thoracolumbar burst fractures. *J Spinal Disord Tech* 23(8):530-537, 2010
16. Oh HS, Kim JS, Lee SH, Liu WC, Hong SW: Comparison between the accuracy of percutaneous and open pedicle screw fixations in lumbosacral fusion. *The Spine Journal* 13(12):1751-1757, 2013
17. Oh HS, Seo HY: Percutaneous pedicle screw fixation in thoracolumbar fractures: comparison of results according to implant removal time. *Clinics in Orthopedic Surgery* 11(3):291-296, 2019
18. Palmisani M, Gasbarrini A, Brodano GB, De Iure F, Cappuccio M, L Amendola Boriani L, Boriani S: Minimally invasive percutaneous fixation in the treatment of thoracic and lumbar spine fractures. *European Spine Journal* 18(1):71-74, 2009
19. Schizas C, Kosmopoulos V: Percutaneous surgical treatment of Chance fractures using cannulated pedicle screws: Report of two cases. *J Neurosurg Spine* 7(1):71-74, 2007
20. Sembrano JN, Yson SC, Polly DW: Percutaneous pedicle screws. *Minimally Invasive Spine Surgery: Surgical Techniques and Disease Management*. Springer, 2019:215-225
21. Zhao Q, Zhang H, Hao D, Guo H, WangB, He B: Complications of percutaneous pedicle screw fixation in treating thoracolumbar and lumbar fracture. *Medicine* 97(29):e11560, 2018

Derleme / Review

TORAKOLOMBER BİLEŞKE KIRIKLARINDA VERTEBROPLASTİ VE KİFOPLASTİ

VERTEBROPLASTY AND KYPHOPLASTY FOR FRACTURES OF THE THORACOLUMBAR JUNCTION

ÖZ

Torakolomber bileşke kırıkları Th10-L2 vertebralarını içine alan kırıklardır. Travma, osteoporoz, primer kemik tümörleri ve sekonder kemik tümörlerine bağlı olarak bu bölgenin kırıkları ile karşılaşmaktayız. Bu bölge ile ilgili kırıklar gündeme geldiğinde omurganın instabil olması ve nörolojik defisitlerin görülmesi cerrahi veya konservatif tedavi seçeneklerini gündeme getirmektedir. Günümüzde uygun olan seçilmiş hastalara majör cerrahiler dışında minimal invaziv işlemler yapılabilmektedir. Endikasyonu olan hastalara vertebroplasti ve kifoplasti güvenli ve etkin şekilde yapılabilmektedir. Uygun olan veya genel durumu majör cerrahi için uygun olmayan hastalara bu tedavi planlamaları yapılabilir. Özellikle akut ağrının hafifletilmesi ve vertebra gövdesinin yüksekliğinin artırılması mümkündür.

Anahtar Sözcükler: Torakolomber bileşke, Kırık, Vertebroplasti, Kifoplasti

ABSTRACT

Thoracolumbar junction fractures are fractures involving the Th10-L2 vertebrae. We encounter fractures of this region due to trauma, osteoporosis, primary bone tumors and secondary bone tumors. When fractures related to this region are raised, the instability of the spine and the appearance of neurological deficits raise surgical or conservative treatment options. Currently, minimally invasive procedures other than major surgeries can be performed on selected patients who are eligible. Vertebroplasty and Kyphoplasty can be performed safely and effectively in patients with indications. Patients who are eligible or whose general condition is not suitable for major surgery may be advised not to plan this treatment. In particular, it is possible to relieve acute pain and increase the height of the vertebral body.

Keywords: Fracture, Vertebroplasty, Kyphoplasty, Thoracolumbar junction

GİRİŞ

Torakolomber bölge kırıkları travma dahil olmak üzere osteoporoz gibi sistemik hastalıklar, primer kemik tümörleri ve metastazlar dahil birçok nedenle meydana gelebilir. Kırıklar sonrası mevcut şikayetlerin azaltılması ve omurganın dengesini korumak amacıyla cerrahi ve cerrahi dışı uygulamalar hastadan hastaya değişmektedir. Bu nedenle vertebroplasti (VP) ve kifoplasti (KP)

uygulamaları son yıllarda ağırlı vertebra kırıklarını (VK) tedavi etmek için minimal invaziv cerrahi seçenekler olarak ortaya çıkan prosedürlerdir. Vertebra kırığı, kırık bölgesi çevresinde akut ağrıya, vertebral kollapsa bağlı vertebral yükseklik kaybına, spinal instabiliteye ve kifotik deformiteye neden olabilir. VP ve KP prosedürlerinin ana amacı hızlı bir şekilde ağrıyı kesmek ve kırık nedeniyle kaybedilen instabil vertebra yüksekliğini geri kazandırmaktır (2).

Vertebroplasti ve Kifoplasti

Torakolomber vertebra kırıkları birçok nedenden dolayı oluşabilecek akut dönemde ağrılı, geçiş bölgesi olması nedeniyle ilerleyen dönemlerde omurga deformitelerine kadar varabilecek takip edilmesi gereken patolojilerdir. Genellikle majör cerrahi gerektirmeyecek sadece korse ve analjezikler gibi konservatif tedavilerle takibi yapılabilen kırıklardır. Akut ağrının kontrolünde non steroid anti-inflamatuar ilaçlar (NSAİİ), kas gevşeticiler, narkotik içerikli ağrı kesiciler, analjezik bantlar kullanılabilir.

Konservatif tedaviye rağmen şikayetlerinde azalma olmayan, takiplerinde kırık seviyelerinde ilerleme, nörolojik defisitleri olan hastalarda cerrahi karar alınmalıdır. Cerrahi karar verilen hastalar genel durumları, eşlik eden ek hastalıkları, nörolojik durumları gözönüne alınarak cerrahi planlama yapılmalıdır. Omurgayı stabil hâle getirmek için yapılan stabilizasyon cerrahisine uygun olmayan ve daha minimal invaziv müdahalelerle fayda görecektir hastalara son yıllarda popüler hâle gelen vertebroplasti ve kifoplasti işlemleri yapılabilir. Hasta seçimleri ve hangi cerrahi yaklaşımla fayda sağlanabileceği önemlidir. Özellikle her iki işlem içinde ilk endikasyonlardan biri vertebra hemanjiomlarıdır. Osteoporoz, tümöral veya tümöral olmayan litik lezyonlara bağlı kırıklarda endikasyonları arasındadır.

Vertebroplasti ilk olarak 1984 yılında Galibert ve ark. tarafından polimetilmetakrilat (PMMA) kemik çimentosu olarak kullandı (11). İlerleyen dönemlerde bu tekniğin osteoporoz kırıkları dahil birçok yerde kullanılması ve hızlı şekilde ağrıyı ortadan kaldırması nedeniyle popüler hâle geldi. Her ne kadar ağrı üzerine etkin bir tedavisi olsa da vertebra gövdesini yükseltmede yeterli bir tedavi seçeneği olmayabilir. Bunun yanında ekstremitasyon riski, venöz kanal yoluyla akciğerlere emboli, omuriliğe kaçarak yıkıcı nörolojik komplikasyonlara neden olabilir. Tüm bu sorunlara bir çözüm olarak, 1990' larda vertebra kırığını stabilize etmek ve vertebra yüksekliğini kırık öncesi seviyeye mümkün olduğunca yakın hâle getirmek ve buna bağlı kifotik deformiteyi en aza indirmek amacıyla kifoplasti tanıtıldı. Mark Reiley, vertebrayı orijinal yüksekliğine yükseltmek veya genişletmek için VP' ye şişirilebilir bir balon yerleştirme fikrini ortaya attı. VP kırık omurun kapalı alanına sıvı PMMA enjeksiyonunu içerir. Fakat KP'de önce omur gövdesi içinde bir balon yardımıyla boşluk oluşturur, ardından boşluğa PMMA ile kontrollü bir şekilde doldurulma işlemi yapılır (3,27).

En son yayınlanan tedavi protokollerine göre, VP için yaygın endikasyonlar arasında 2 haftadan eski ve medikal tedaviye dirençli osteoporotik vertebra kırıkları, travmatik kırıklar, iyi veya kötü huylu tümörlere sekonder ağrılı vertebra kırıklarıdır (20). Mutlak kontrendikasyonlar aktif osteomyelit, düzeltilemez koagülopati, kemik çimentosuna alerji gibi durumlardır. VP için endikasyonlar ve kontrendikasyonlar KP içinde geçerlidir.

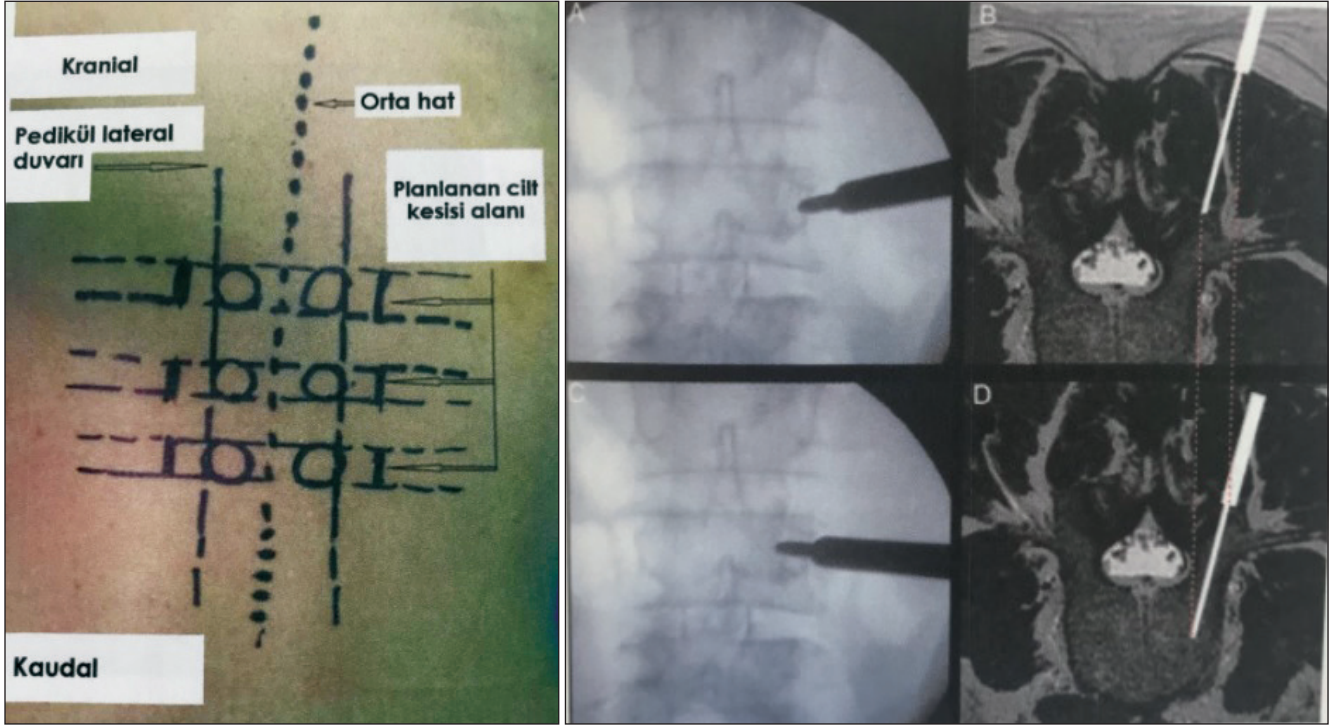
Vertebroplasti ve kifoplasti transpediküler veya posterolateral yaklaşımla direkt olarak vertebra korpusuna çimento enjeksiyonu işlemidir. Spinal anatomi, kırığın seviyesi ve tespitinde floroskopi çok önemlidir. Biplanar veya C kollu floroskopi genellikle maksimum güvenliği sağlamak için kullanılır.

Genel anestezi, uzun süreli birden fazla vertebra kırığı vakası için en uygun seçimdir. Bazı hastalarda lokal anestezi tercih edilebilir. Ancak trokarın ilerletilmesi, balon şişirme (kifoplasti durumunda) ve kemik çimentosu enjeksiyonu sırasında hastalar ağrı duyabileceğinden işlem esnasında dikkatli olunmalıdır. Hasta prone (yüz üstü) pozisyonunda yastıklarla destelenerek yatırılır (Şekil 1). Hastalar genel anestezi veya lokal anestezi-sedasyon ile alınabilir. Lokal anestezide cilt-cilt altı, fascia, paravertebral adaleler pedinküle kadar anestezik madde ile uyuşturulur.

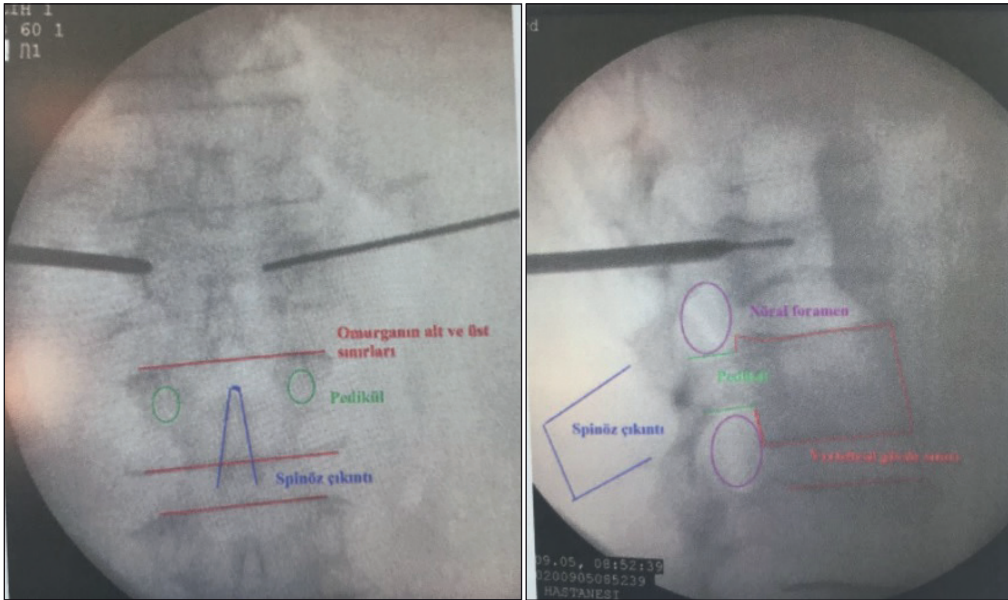
Deride guide telinin sokulacağı pedinküle doğru küçük bir insizyon yapılır. Skopi yardımı ile postero-anterior ve lateral görüntüler alınarak işlem yapılacak vertebranın pedinkül ve korpusu belirlenir. Guide teli pedinküle ve korpusa doğru hafif ve yavaş hareketlerle vertebra korpusuna ulaşılır. Guide yardımıyla çalışma kanülü vertebra korpusuna yerleştirilir (Şekil 2). Kanül ucu vertebranın 1/3 anterioruna kadar ilerletilir (7,21,22,25).

Ardından kifoplasti amaçlanıyorsa balonun şişirilebilmesi için tap yapılabilir. Vertebra korpusunda yeterli alan oluşturuldu ise radioopak maddeli sement içeriği yeterli viskoz kıvamı ulaşıldıktan sonra enjektörler yardımıyla enjekte edilir. İşlem esnasında her aşamada C kollu skopi ile kontroller yapılmalıdır (Şekil 3).

Kifoplastide floroskopi yardımıyla bir balonun kırık vertebra gövdesi içine transpediküler veya ekstrapediküler yerleştirilmesinin ardından süngerimsi kemik içinde bir boşluk oluşturmak için şişirme-söndürme işidir. Mümkünse çökmüş olan omurganın



Şekil 1: İşlem öncesi skopi yardımıyla seviye tespiti.

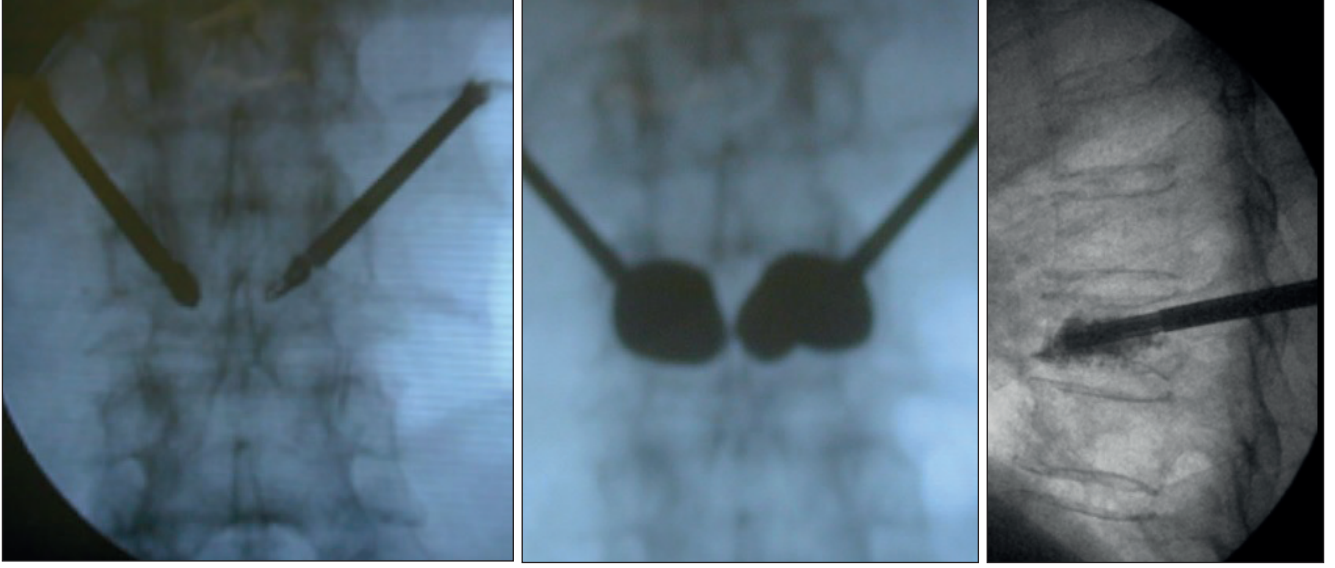


Şekil 2: Skopi yardımıyla L1 vertebraına postero-anterior guide yerleştirilmiş görüntüsü.

balon yardımıyla yüksekliğini sağladıktan sonra balon alınır ve boşluğa PMMA enjekte edilir. KP ve VP gibi vertebral güçlendirme prosedürlerinde dolgu malzemesi olarak kullanılan kemik çimentoları, temel olarak kendi kendine sertleşen maddelerdir. Genellikle ameliyathanede karıştırılacak şekilde toz ve sıvı şeklinde farklı paketler halinde bulunurlar. Bu malzemeler karıştırıldıktan

sonra enjeksiyonun ardından polimerizasyona uğrar ve vertebral kolona yeterli desteği sağlamak için sertleşir ve ortalama sertleşme süreleri 15-20 dakika arasında değişir (9,16).

Kemik çimentosu, biyouyumlu olması gereken bir biyomateryalidir. Enjekte edildikten sonra ana işlevi, kuvvetlerin kemikten implanta ve implanttan kemiğe



Şekil 3: İşlem esnasında sement verilirken skopi ile PA ve Lateral görüntü.

aktarılmasıdır. Bu nedenle, kemik çimentosu olarak kullanılan malzemeler sertlik, esneme, radyoopasite ve belirli vizkoelastik yapıya sahip olmalıdır. Akrilat esaslı kemik çimentoları öncelikle vertebral augmentasyon için kullanılır. PMMA en sık kullanılan kemik çimentosudur. Akrilat bazlı dolgu malzemeleri ayrıca etil akrilat ve metil akrilat içeren akrilik polimerleri veya metil metakrilat-stiren kopolimerini içerir. Bileşimleri biraz farklı olan biyomateryaller farklı marka adları altında satılırlar.

VP ve KP' de osteoporotik, travmatik veya tümörle ilişkili vertebra kırıklarında ilk amaç ağrıyı gidermek ve vertebra gövdesini stabil halde tutmaktır.

Komplikasyonlar

Hem KP hem de VP'de işleme bağlı olarak bazı komplikasyonlar görülebilmektedir. Çimento sızıntısı, çimento embolisi, pulmoner emboli, hematoma, omurilik kompresyonu, radikülopati, enfeksiyon ve komşu vertebra kırığı gibi bazı perioperatif ve postoperatif komplikasyonlar görülebilir (10,13,14,24). Her iki prosedürde de toplam komplikasyon oranı <math><2\%</math> (osteoporotik kırıkları tedavi ederken) ile %10 (malign tümörleri tedavi ederken) arasında değişmektedir (8,19,26). Hulme ve ark., VP ve KP' de nörolojik komplikasyon oranlarını sırasıyla %0.6-%0.03 olduğunu bildirmiştir (14). Çimentonun epidural boşluklara ekstrasızması daha ciddi komplikasyonlara yol açar. Venöz kanala kemik çimentosu sızıntısının bir sonucu olarak, pulmoner emboli gibi ölümcül durumlar, %0.6 (VP için) ile %0.01 (KP için) arasında değişen

oranlarda meydana gelir (14). Çimento sızıntısının boyutu vertebra fraktürlerinin nedenine bağlıdır. Osteoporotik kırıkların tedavisinde çimento sızıntısı insidansı, tümörle ilişkili kırıklara göre daha yüksek bulunmuştur (6). Anesteziye bağlı solunum sıkıntısı ve enfeksiyonlar görülebilir (1,15,18,22,28). Diğer komplikasyonlar epidural hematoma, kısmi motor kaybı ve sindirim sistemi kanamasıdır (4,12).

Vertebroplasti ve kifoplasti, kısa sürede ağrı giderme ve hızlı fiziksel işlevsellik sağlamada gayet etkili müdahalelerdir. Bu 2 prosedürle ilgili çeşitli komplikasyonlar vardır. Bu prosedürler esas olarak vertebra kırıklarının tedavisi ile sınırlıdır. Bu nedenle araştırmalar, ilgili komplikasyonları en aza indirecek, etkinlik ve güvenliği en üst düzeye çıkaracak, uygulama alanını genişletecek malzeme ve tekniklerin tasarımına, geliştirilmesine yönelik çalışmalar vardır. Araştırmalar, yalnızca toksisiteyi en aza indirmekle kalmayıp aynı zamanda uzun vadeli fayda sağlayabilecek yeni kemik oluşumunu başlatan biyoaktif kemik çimentosu malzemelerinin geliştirilmesine odaklanmıştır. Dikkat edilmesi gereken bir diğer alan ise kırık vertebra gövdesine ekstra takviye sağlayabilecek yeni stent malzemelerinin geliştirilmesidir. Bu nedenle Rotter ve ark. dezavantajların ve vertebra yüksekliğindeki kaybın üstesinden gelmek için "vertebral cisim stentleme" adı verilen alternatif bir prosedür bildirmiştir (23).

Son zamanlarda mevcut vertebral yükseliğini artırmak, işlemin güvenliğini ve etkinliğini artırmak için yenilikçi bir vertebral büyütme prosedürü geliştirmişlerdir. Yeni

prosedür, Radyofrekans kifoplasti veya Radyofrekans Hedefli Vertebral Büyütme (R-TVA) olarak bilinir (5,17). Bu yeni prosedürde balon gerekmez. Cilt üzerinde bir kesi oluşturduktan sonra, omur gövdesinin orta üçte birine 10 g'lık bir introdüser yerleştirilir. Osteotomlar yardımıyla kırık vertebra içinde bölgeye özel boşluklar oluşturulur. Boşluklar daha sonra bir hidrolik dağıtım sistemi kullanılarak kontrollü bir şekilde radyofrekansla aktive olan ılık kemik çimentosu (PMMA) ile yavaşça doldurulur. RF enerjisi, erken sertleşme olmadan ultra yüksek viskoz kemik çimentosunun tutarlı akışına izin vererek hekimin çalışma süresini artırır.

SONUÇ

Vertebroplati ve kifoplasti osteoporotik, travmatik veya tümörle ilişkili vertebra kırıkları olan hastalarda vertebra büyütme ve ağrının giderilmesinde etkilidir. Her iki prosedürün de birçok konservatif tedaviye üstün olduğu kanıtlanmıştır. Ancak randomize çalışmaların olmaması nedeniyle, bu 2 prosedür arasındaki tedavi başarısının karşılaştırılması pek mümkün değildir. Her iki prosedür de ağrıyı anında hafifletir ve fiziksel işlevsellikte iyileşme sağlar. Bu 2 prosedürle ilişkili genel komplikasyon oranı düşüktür, ancak VP' de çimento ekstrevasyonu oranı daha yüksektir. Klinik çalışmalar, KP ve VP arasında vertebral yükseklik kazanımında çok az fark olduğunu göstermiştir. Ameliyat sonrası komşu seviye vertebra kırığı oluşması bir tartışma konusudur. Yakın zamanda geliştirilen radyofrekans kifoplasti, boy restorasyonu ve balon kifoplastide sıklıkla görülen trabeküler yıkım gibi prosedürle ilişkili diğer komplikasyonlar açısından umut verici sonuçlar göstermiştir. Tüm bu prosedürlerin göreceli güçlü ve zayıf yönlerini belirlemek, iyi tasarlanmış randomize klinik çalışmalara ihtiyaç vardır. Daha fazla araştırma, bu mevcut prosedürlerin dezavantajlarının üstesinden gelebilecek yeni malzeme ve yöntemlerin geliştirilmesine odaklanmalı ve uzun vadeli etkinlik ve gelişmiş güvenlik ile umut verici yeni alternatif teknikler oluşturulmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Amar AP, Larsen DW, Esnaashari N, et al: Percutaneous transpedicular polymethylmethacrylate vertebroplasty for the treatment of spinal compression fractures. *Neurosurgery* 49:1105-1115, 2001
2. Barr JD, Barr MS, Lemley TJ, et al: Percutaneous vertebroplasty for pain relief and spinal stabilization. *Spine* 25:923-928, 2000
3. Belkoff SM, Mathis JM, Deramond H, Jasper LE: An ex vivo biomechanical evaluation of a hydroxyapatite cement for use with Kyphoplasty. *Am J Neuroradiol* 22:1212-1216, 2001
4. Berlemann U, Franz T, Orlor R, et al: Kyphoplasty for treatment of osteoporotic vertebral fractures: A prospective non-randomized study. *Eur Spine J* 13:496-501, 2004
5. Bornemann R, Kabir K, Otten LA, et al: Radiofrequency kyphoplasty – an innovative method for the treatment of vertebral compression fractures – comparison with conservative treatment. *Z Orthop Unfall* 150(4):392-396, 2012
6. Bouza C, Lopez T, Magro A, et al: Efficacy and safety of balloon kyphoplasty in the treatment of vertebral compression fractures: A systematic review. *Eur Spine J* 15:1050-1067, 2006
7. Carle PM: Other disorder of the spine. In: Canale ST, Beaty JH. *Campbell's Operative Orthopedics*. Philadelphia: Mosby, 2:2324-2341, 2008
8. Chiras J, Depriester C, Weill A, et al: Percutaneous vertebral surgery. *Technics and indications*. *J Neuroradiol* 24:45-59, 1997
9. Deb S: A Review of improvements in acrylic bone cements. *J Biomater Appl* 14:16-46, 1999
10. Eck JC, Nachtigall D, Humphreys SC, Hodges SD: Comparison of vertebroplasty and balloon kyphoplasty for treatment of vertebral compression fractures: A meta-analysis of the literature. *Spine J* 8:488-497, 2008
11. Galibert P, Deramond H, Rosat P, et al. Preliminary note on the treatment of vertebral angioma by percutaneous acrylic vertebroplasty. *Neurochirurgie*. 1987;33:166–68.
12. Garfin SR, Yuan HA, Reiley MA: Kyphoplasty and vertebroplasty for the treatment of painful osteoporotic compression fractures. *Spine* 26:1511-1515, 2001
13. Hochmuth K, Proschek D, Schwarz W, et al: Percutaneous vertebroplasty in the therapy of osteoporotic vertebral compression fractures: A critical review. *Eur Radiol* 16:998-1004, 2006
14. Hulme PA, Krebs J, Ferguson SJ, et al: Vertebroplasty and kyphoplasty: A systematic review of 69 clinical studies. *Spine* 31:1983-2001, 2006
15. Kallmes DE, Schweickert PA, Marx WF, et al: Vertebroplasty in the mid and upper thoracic spine. *Am J Neuroradiol* 23:1117-1120, 2002
16. Kuhn KD: *Bone Cements*. New York: Springer, 2000:246-247
17. Kurth AA, Bayer-Helms H, Böwe C, et al: Radiofrequency Kyphoplasty – a novel vertebral augmentation system. *Osteologie* 21(3):174-179, 2012

18. Martin JB, Jean B, Sugi K, et al: Vertebroplasty: Clinical experience and follow-up results. *Bone* 25:11S-15S, 1999
19. Mathis JM, Barr JD, Belkoff SM, et al: Percutaneous vertebroplasty: A developing standard of care for vertebral compression fractures. *Am J Neuroradiol* 22:373-381, 2001
20. McGraw JK, Cardella J, Barr JD, et al: Society of Interventional Radiology quality improvement guidelines for percutaneous vertebroplasty. *J Vasc Interv Radiol* 14(9 Pt 2):S311-315, 2003
21. McGirt MJ, Parker SL, Wolinsky JP, Witham TF, Bydon A, Gokaslan ZL: Vertebroplasty and kyphoplasty for the treatment of vertebral compression fractures: An evidenced-based review of the literature. *Spine J* 9:501-508, 2009
22. Nakano M, Hirano N, Matsuura K, Watanabe H, Kitagawa H, Ishihara H, et al: Percutaneous transpedicular vertebroplasty with calcium phosphate cement in the treatment of osteoporotic vertebral compression and burst fractures. *J Neurosurg* 97:287-293, 2002
23. Rotter R, Martin H, Fuerderer S, et al: Vertebral body stenting: A new method for vertebral augmentation versus kyphoplasty. *Eur Spine J* 19:916-923, 2010
24. Taylor RS, Fritzell P, Taylor RJ: Balloon kyphoplasty in the management of vertebral compression fractures: An updated systematic review and meta-analysis. *Eur Spine J* 16:1085-100, 2007
25. Voggenreiter G: Balloon kyphoplasty is effective in deformity correction of osteoporotic vertebral compression fractures. *Spine* 30:2806-2812, 2005
26. Weill A, Chiras J, Simon JM, et al: Spinal metastases: Indications for and results of percutaneous injection of acrylic surgical cement. *Radiology* 199:241-247, 1996
27. Wilson DR, Myers ER, Mathis JM, et al: Effect of augmentation on the mechanics of vertebral wedge fractures. *Spine* 25:158-165, 2000
28. Yu SW, Lee PC, Ma CH, et al: Vertebroplasty for the treatment of osteoporotic compression spinal fracture: Comparison of remedial action at different stages of injury. *J Trauma* 56:629-632, 2004

Derleme / Review

TORAKOLOMBER BİLEŞKE KIRIKLARINDA KONSERVATİF TEDAVİ, KORSE SEÇİMİ

CONSERVATIVE TREATMENT OF THORACOLUMBAR JUNCTION FRACTURES, CHOOSING A CORSET

ÖZ

Vertebra kırıklarının büyük çoğunluğu torakolomber bölgede meydana gelir. Nörolojik defisite neden olan, stabil olmayan kırıklar cerrahi olarak tedavi edilirken; nörolojik defisite neden olmayan, stabil olan kırıklar genellikle konservatif olarak tedavi edilirler.

Anahtar Sözcükler: Torakolomber bölge, Konservatif tedavi, Korse tedavisi

ABSTRACT

The majority of vertebral fractures occur in the thoracolumbar region. While unstable fractures that cause neurological deficits are treated surgically; fractures that are stable and do not cause neurological deficits are usually treated conservatively.

Keywords: Thoracolumbar region, Conservative treatment, Corset treatment

GİRİŞ

Omurga travması sonrası gelişen kırıklar en sık torakolomber bileşke (T10-L2) bölgesinde görülür (23). Torakolomber vertebra kırıkları yüksek enerjili travmalarda yaygındır ve sıklıkla diğer organ yaralanmaları da eşlik eder. Torakolomber bölge kırıkları hafif sırt ağrısından felç, deformite, fonksiyon kaybı gibi yıkıcı sekillere neden olabilir (12,23,42).

Posterior bağ ve posterior kolonun sağlam olduğu; anterior kolonda oluşan ve hiperfleksiyona bağlı gelişen kompresyon kırıkları stabil olarak kabul edilir ve genellikle konservatif yöntemlerle tedavi edilirler. Posterior bağ hasarlanması ile birlikte posterior kolon ve orta kolonu içine alan; nörolojik defisite yol açan kırıklar instabil

olarak kabul edilip genellikle cerrahi olarak tedavi edilir. Torakolomber bölge kırıklarında cerrahi veya konservatif tedavinin üstünlüğü konusunda kesin görüş birliği yoktur (17,18,33-35). Bu nedenle, bu nispeten yaygın sorunla karşılaşıldığında en etkili tedavi seçeneklerinin farkında olmak tedavi eden doktorun görevidir (11). Cerrahi tekniklerin ve enstrümantasyonun geliştirilmesinden önce, torakolomber kırıkların tedavisi için mevcut tek modaliteler yatak istirahati ve korse idi. Günümüzde torakolomber kırıklar için bir dizi farklı cerrahi yaklaşım ve enstrümantasyon tekniği vardır, ancak birçok torakolomber yaralanmanın tedavisinde korseleme temel dayanak noktası olmaya devam etmektedir. Hastanın nörolojik durumu tedavi seçeneğinin belirlenmesindeki en temel husustur.

Nörolojik defisiti olmayan torakolomber patlama kırıklarının konservatif tedavisiyle cerrahi tedavisini karşılaştıran son randomize kontrollü çalışmalar çelişkili sonuçlar vermiştir. Torakolomber kırığın tedavisinde çeşitli tedavi yöntemleri kullanılmıştır (2,25,36,38). Cerrahi veya konservatif olarak tedavi edilen hastalarda ortez- korse kullanımının etkinliğine dair hiçbir kanıt bulunamamıştır (14). Aynı şekilde konservatif yöntemlerin tipi konusunda da görüş birliği yoktur. Maliyet ve komplikasyonlar yönünden cerrahi yöntemler dezavantajlıdır. Hippocrates döneminden itibaren beri ortezleme işlemleri mevcut iken son 40 yılda spinal cerrahi enstrümantasyonundaki gelişme ve dünya genelinde yaygınlaşması ile bu kırıklardaki tedavi kriterleri de değişmiştir. Tedavideki en önemli kriter hastanın nörolojik ve klinik durumu ile cerrahın tecrübesidir . Ancak nörolojik defisit olması konservatif yöntem için kesin bir kontrendikasyon da oluşturmaz (26).

Tedavinin temel amaçları; stabiliteyi sağlamak, ağrıyı gidermek, fonksiyonu eski hâline getirmek ve omurga kırığına bağlı kifoz veya lordoz gibi deformiteleri azaltmaktır. Korse sayesinde aktarılan yükün azalmasıyla ön kolon ve segmental hareketin sınırlandırılması ağrı kontrolüne yardımcı olur (9,30). Çeşitli çalışmaların sonuçlarına göre, ortez-korsenin omurga kırığındaki rolü çoğunlukla immobilizasyon, koruma ve hatırlatma olacaktır. Giele ve ark., travmatik torakolomber kırığı olan hastalarda korselemenin etkinliğini gösteren hiçbir kanıt olmadığı sonucuna varmıştır (14).

Torakolomber omurgada stabil bir kırığı olan hastalarda ortez kullanımının tedavinin sonucunu etkilediğini ve ayrıca ortez kullanımı ağrıyı azaltıp fonksiyonel iyileşmeyi de artırdığı belirtilen araştırma sonuçları da vardır. Ancak ortez kullanımının vertebra yüksekliği ve kifotik açıyı etkilemediği bildirilmiştir (20).

KONSERVATİF TEDAVİ YÖNTEMLERİ

Stabil torakolomber omurga kırıklarının tedavisinde konservatif yöntemlerin kullanılması gerektiği konusunda birçok yazar tarafından fikir birliği bulunmaktadır. Nörolojik defisit olmayan stabil kırıklar, Denis'in sınıflamasındaki minör vertebra kırıkları, vertebra cisim yükseklik kaybının % 50'den az olduğu kırıklar, sagittal indeksi 20'nin altındaki kompresyon tipi kırıkları, santral osteoporotik kırıklar, vertebra arkusu sağlam ve potansiyel nörolojik defisit riski olmayan burst kırıkları,

cerrahi kontrendikasyon (girişim yapılacak bölgede yanık ya da cilt hasarı; hemodinamik instabilite, ciddi kafa yaralanması, aktif sepsis, eşlik eden ciddi hastalıklar) durumları konservatif tedavi endikasyonlarını oluşturur (7).

Literatürde hem cerrahi hem de konservatif tedaviler iyi sonuçlarla açıklanmıştır (5,15,16).

Konservatif tedaviler yatak istirahati, fizyoterapi, spinal korseler ve alçıyla ilişkili kapalı redüksiyonu (CRC) kapsar; ancak literatürde daha iyi bir konservatif tedavi olduğuna dair kanıt yoktur (6). Şu anda korse, ameliyattan sonra bile torakolomber kırığın konservatif tedavisinin temel bir parçasıdır. Korse kullanımının torakolomber kırık üzerine etkileri konusunda bazı çalışmalar olmasına rağmen, korse kullanımının hastalara faydasının olup olmadığı tartışmalıdır. Osteoporotik kompresyon kırıklarının tedavisinde de korsenin rolünü belirlemek için daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır (10,25,36,41).

Korseler, kırık vertebrayı stabilize etmeye, ağrıyı gidermeye ve disk içi basıncı azaltmaya yardımcı olur (3). Ayrıca vertebra kırığı olan hastaların hastaneye yatış süresini azaltmaya da yardımcı olurlar. Ayrıca bu durum için uygun maliyetli bir müdahale olduğu bildirilmiştir. Ancak korse kullanımının vertebral kolonu stabilize etmede, kırıkla ilişkili deformiteleri azaltmada ve ağrıyı azaltmada etkili bir yöntem olduğu hâlen tartışmalıdır (14,28,29). Spinal korse kullanımının mobilizasyon aşamasında subjektif semptomları azalttığı gösterilmiştir, ancak kifotik deformiteyi önlemede anlamlı bir etkisi olmamıştır (14,21).

1. SPİNAL ORTEZ-KORSE UYGULAMALAR

Spinal ortezler genellikle deformiteyi düzeltmek ve önlemek, vertebra segmentlerindeki aksiyel yüklenmeyi azaltarak stabilizasyonu sağlamak, ağrıyı azaltmak, hareketi ve fonksiyonu kısıtlamak amaçlı kullanılırlar. Kuvvetlerden iki tanesi bir yönden, bir tanesi de bunlara zıt yönden olacak şekilde 3 nokta prensibi vardır. Buradaki temel amaç immobilizasyonu sağlamak ve desteklemektir.

Torakal ortezler pelvis ve omuzlar arasında fiksasyon ile torakal bölgeyi kısıtlar. Gövde ve intervertebral hareketi kısıtlar, omurgayı destekler. İntervertebral diskler üzerine ve vertebralarda üzerine düşen yükü azaltır. Abdominal kompresyon ile lomber lordozu azaltır. Hangi amaç için kullanılırsa kullanılsın, hangi malzemeden üretilirse üretilsin spinal ortezlerinin temelini pelvik bantlar veya pelvik korseler oluşturur.

Korse, özellikle yaşlı popülasyonda risksiz değildir. Korsein sert dokusundan kaynaklanan bası yaraları, dekübit ülserlerine ve ardından yumuşak doku enfeksiyonlarına neden olabilir. Bu nedenle, korse işlemi sınırlı bir süre için yapılmalı ve hastalar aşağıda belirtilen komplikasyonlardan herhangi biri için sürekli olarak izlenmelidir (Tablo 1).

Tablo 1: Korse Komplikasyonları

Lokal ağrı
İmmobilize edilen bölgede kontraktür oluşması
Bası yarası oluşması
Paravertebral kaslarda zayıflama
Solunum güçlüğü
Yumuşak dokuda kısaltmalar olması
Hareketsiz segmentin dışında kalan segmentte hareketin artması
Fiziksel ve psikolojik bağımlılık

Korseler kontrol sağlama derecelerine göre 3 tipe ayrılabilir (Tablo 2).

Korseler kontrol edilen hareket yönüne göre de 4 grupta incelenebilir (Tablo 3).

Postür Korsesi: Postür bozukluğu ve omuz kaslarının zayıflığı durumlarında kullanılır (Şekil 1).

Torakolomber Çelik Balenli Bez Korse: Vertebra kırıkları, kifoz, postoperatif immobilizasyon amaçlı kullanılır. Tekstil ile çelik balen karması olan çoğunlukla fabrikasyon ürünlerdir. Ayarlanabilir ortezler olup kişinin vücut yapısına göre ayarlanmalıdır (Şekil 2).

CASH (Cruciform Anterior Spinal Hiperekstansiyon) Korsesi: Abdominal kompresyon olmadan 3 nokta basınç sistemini kullanır. Kompresyon fraktürlerinde kullanılır. Önde sternum üstü, altta pubis, arkada sırt ortası petler mevcuttur. Hafif ancak kullanımı zordur. Uçlarında pedleri bulunan artı (cruciform) şeklindeki tek bir anterior metal çerçeveden oluşur. Giyip çıkarma Jewett korseden daha kolaydır (Şekil 3).

Tablo 2: Kontrol Sağlama Derecelerine Göre Korse Çeşitleri

Kontrol Derecesi	Korse tipi
1. Hafif Derecede Kontrol Sağlayan	<ul style="list-style-type: none"> Torakolomber çelik balenli bez korse Postür-kifoz korsesi
2. Orta Derecede Kontrol Sağlayan	<ul style="list-style-type: none"> Jewett hiperekstansiyon korsesi CASH (cruciform anterior spinal hiperekstansiyon) korsesi Taylor korsesi Taylor-Knight korsesi
3. Etkili Derecede Kontrol Sağlayan	<ul style="list-style-type: none"> Milwaukee ortezi Torakolomber sakral ortez (TLSO- polietilen-plastik tipi) Cowhorn TLSO TLSO skolyoz korsesi Steindler ortez Boston skolyoz korsesi

Tablo 3: Kontrol Edilen Hareket Yönüne Göre Korse Çeşitleri

Kontrol Edilen Hareket Yönü	Korse Tipi
1. Fleksiyon Kontrol Ortezi	<ul style="list-style-type: none"> Jewett hiperekstansiyon korsesi CASH (cruciform anterior spinal hiperekstansiyon) korsesi
2. Fleksiyon-Ekstansiyon Kontrol Ortezi	<ul style="list-style-type: none"> Taylor korsesi
3. Fleksiyon-Ekstansiyon-Lateral Hareket Kontrol Ortezi	<ul style="list-style-type: none"> Taylor-Knight korsesi
4. Fleksiyon-Ekstansiyon-Lateral Hareket-Rotasyon Kontrol Ortezi	<ul style="list-style-type: none"> Cowhorn TLSO



Şekil 1: Postür korsesi.

Jewett Hiperekstansiyon Korsesi: Fleksiyonu önlemek için dizayn edilmiştir. Osteoporoz ve anterior kompresyon kırığı tedavilerinde kullanılır. Kifoza azalttıkları saptanmamıştır. Stabil olmayan kırıklarda önerilmez. Metal bir anterior ve lateral çerçeveden oluşur. Çerçevelere bağlı iki lateral, bir sternal, bir suprapubik, bir posterior torakolomber ped bulunur. Torakal bölge vertebra travmalarında fleksiyon-ekstansiyon hareketlerinin 3 nokta prensibine göre sternum, pubis, abdominal ve dorsalden torakolomber destekle orta derecede kontrol eder. Hazır malzeme de olsa kişiye özel ayarlanması gereken ortezlerdir. Kifoz gibi omurganın sagittal deformasyonlarında kullanılır (Şekil 4).



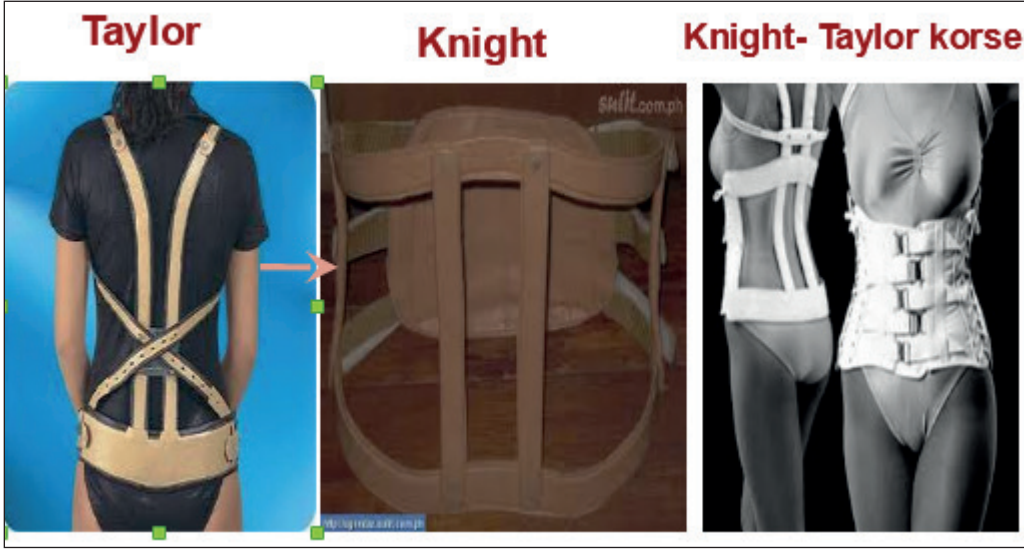
Şekil 2:
Torakolomber
çelik balenli bez
korse.



Şekil 3: CASH
(Cruciform
Anterior Spinal
Hiperekstansiyon)
Korsesi.



Şekil 4: Jewett Hiperekstansiyon Korsesi.



Şekil 5: Taylor-Knight korsesi.



Şekil 6:
Cowhorn TLSO.

Taylor korsesi: En sık orta-alt torakal ve üst lomber bölgede gövde ekstansiyonunu kısıtlar. Lomber bölge üzerine etkisi daha azdır. Altta iliak krista, üstte skapula, alt düzeyinde yatay rijid barlar, sağ ve sol ikişer adet paraspinal dikey barlar mevcuttur. Kifoz için kullanılır. Torasik ve torakolomber vertebra travmalarında ve postop dönemde gövdenin fleksiyon ve özellikle ekstansiyon kontrolünü sağlar (Şekil 5).

Taylor-Knight korsesi: Knight ve Taylor korselerinin birleşimidir. Torakolomber hareketi kısıtlar. Lateral gövde hareketini kısıtlamak için dizaynına bir çift lateral dikey bar eklenmiştir (Şekil 5).

Cowhorn Torakolomber Sakral Ortez (TLSO): İnterskapular bandın öne ve yukarıya uzanması ve eklenen subklavikular pedler dışında Taylor-Knight korsesine benzer. Torakal ve üst lomber omurgada gövde rotasyonu ve fleksiyonu kısıtlar (Şekil 6).

Steindler Ortez: Arthur Steindler tarafından geliştirilen ve spinal kolonun tam immobilizasyonunu sağlayan bir TLSO'dur. Çift pelvik bant üzerine inşa edilen ortezin bir çift paravertebral, bir çift midaksillar ve bir çift parasternal dikine çelik çubuğu bulunur. Paravertebral çubuklar spina skapulalaraltında uzanan transvers çubukla birleşir.

Paravertebral çubukları kesen, spinaskapulalar altında uzanan transvers çubuk anteriorda klavikuların 3 cm altında sona erer ve yönleri larenkse doğrudur. Torakal vertebraları ilgilendiren travmatik, enfeksiyöz veya tümoral nedenli lezyonlarda; postoperatif füzyon, kifoz, kompresyon kırığı, osteoporoz, burst kırığı, spinal stenoz, laminektomi sonrasında kullanılan ve vertebral kolonu tam immobilize edici bu ortezlerle gövde hareketleri tümüyle kısıtlanır (Şekil 7).

Plastik Mold Ceket: Sert plastik materyal kullanılır. İyi yumuşak plastik materyalle kaplıdır. Terlemeyi önlemek için delikler açılır. Vücuda tam temas eder. Basıncı eşit olarak dağıtır. Çok iyi stabilizasyon sağlar. Yapımı güç ve maliyeti yüksektir (Şekil 8).

Milwaukee Ortez: Skolyoz tedavisinde kullanılır. Torakolombosakral ortezdir. Pelvik kısmı plastikten yapıdır. Arkada iki, önde bir çubuk ve boyun halkası mevcuttur. Skolyoz bölgesindeki pedler transvers yönde kuvvet uy-



Şekil 7: Steindler ortez.



Şekil 9: Milwaukee ortez.



Şekil 8: Plastik mold ceket.

gularak skolyozu düzeltir. Basınç ve rahatsızlık hissi kullanımını kısıtlar (Şekil 9).

Boston Skolyoz Korse: Skolyozun konservatif tedavisinde yaygın olarak kullanılan TLSO tipidir. 3-4 nokta düzeltici sistem prensibi ile çalışır. Tek lomber veya torako lomber eğrilere 3 nokta çift eğrilere 4 nokta üzerinden düzeltme yapar. Hastanın alçı ölçüsü alınarak imal edilir. İsteğe bağlı olarak korsenin iç kısmı plastrozot materyal ile kaplanır (Şekil 10).

Torakolomber Sakral Ortez (TLSO): Omurgadaki kırıklarda, vücudu saran omurga hareketlerini kısıtlayan ortezlerdir. Lomber ve torakolomber travmalarda, post-



Şekil 10: Boston skolyoz korse.

op dönemde gövdenin fleksiyon, ekstansiyon, lateral eğilimi, tam kontrolünü ve immobilizasyonunu sağlar. En sık kullanılan tipi Boston korsesidir. Kolaltı korse olarak da adlandırılır. Lomber veya torakolomber bileşkesindeki skolyotik eğriliklerde kullanılırlar. Tamamıyla plastikten üretilir ve hastanın vücuduna tam olarak oturacak şekilde kişiye özel üretilir. Elbisenin altına giyilebilir ve genelde farkedilmez (Şekil 11).



Şekil 11: Torakolomber sakral ortez (TLSO).

Korselerin uzun süre kullanılması, gövde ve paraspinal kaslarda kondisyon kaybı ve atrofi yapabilir. Bu da fonksiyonel iyileşmeyi bozar (40). Daha önceki biyomekanik çalışmalar, korsenin açılma hareketi azaltabileceğini gösterse de, korsenin kırık translasyonu ve hareketi üzerinde hiçbir etkisinin bulunmadığı, hareket nedeniyle ortezin vertebral kollaps ve kifoz ilerlemesini önlemede başarısız olduğu bildirilmiştir (22,31).

Bazı sistematik derlemelerde, ortez kullanımının akut torakolomber travmatik kırığı olan erişkin hastalarda hiçbir faydasının olmadığı belirtilmektedir (24).

2. FİZYOTERAPİ VE MANUEL TERAPİ

Vertebra kırığı olan hastalarda primer tedaviye ek olarak uygulanabilir. Osteoporotik hastalarda yapılan bir çalışmada kırık komplikasyon oranını ve ağrıyı önemli ölçüde azalttığı belirtilmiştir (13). Uygulanan izometrik egzersizler kas boyutunda bir artışa neden olmaktadır. Manuel terapi ve sıcak ve soğuk gibi fizik tedavi uygulamaları, ultrason, elektroterapi ve manyetik alan gibi alternatif tedavi türleri, akupunktur ile ilgili kanıta dayalı yeterli çalışma mevcut değil.

3. KAPALI REDÜKSİYON VE VÜCUT ALÇILAMASI

1932 yılında Böhler, ilk kez ekstansiyon alçısı ile vertebra kırıklarının tedavisini önerdi (1,8). Kapalı redüksiyon ve alçılama, spinal kord tutulumu olmayan seçilmiş torakolomber kırıklarda güvenilir bir tedavi seçeneği olabilir. Doğru bir kırık değerlendirmesi, hasta uyumu ve motivasyon esastır. Cerrahi olmayan stratejilerin maliyet etkinlikleri açısından cerrahi olanlardan daha düşük

olmadığı kanıtlanmıştır (4). Günümüzde posttravmatik kifozun muhtemelen spinal deformiteyi çevreleyen yumuşak dokudan ve komşu spinal segmentlerdeki biyomekanik değişikliklerden kaynaklanan kronik bel ağrısına neden olabileceği konusunda bir fikir birliği vardır (27,35,39). Otuz dereceden az açılı kompresyon kırıkları için uygulanan alçı tedavisi radyografik parametrelerde herhangi bir iyileşmeye neden olmamakta, ancak bu durum hasta fonksiyonlarını olumsuz etkilememektedir.

4. FARMAKOTERAPİ

Çok az kanıt vardır. Torakolomber kırıklarda uygulanan tedavi yönteminden bağımsız olarak zamanla ağrıda azalma beklenir (37).

• Non opioid ilaçlar

Non Steroid Antiinflatuar İlaçlar (NSAİ), Coxibler (COX-2 selektif inhibitörler), Metamizol

Hasta yaşı, eşlik eden hastalıklar, kontrendikasyonlar dikkate alınmalıdır. Kontrendikasyon yoksa ağrı kontrolü amaçlı kullanılabilirler.

• Opioidler

Şiddetli ağrısı olan veya tedaviye yetersiz yanıt veren hastalarda NOPA'lar, zayıf opioid analjezikler (tramadol, tilidin/nalokson) kullanılabilir. Bağımlılık riskine ve baş dönmesi yan etkisi ile birlikte düşme riskinde artışa dikkat etmek gerekir. Kalıcı veya artan şiddetli hastalarda güçlü opioidlerin kullanımı düşünülebilir.

• Kas Gevşeticiler

Diğer analjeziklerle kombinasyon halinde kullanılabilir.

Opioidleri kesmeyi kolaylaştırır. Yan etki profilleri nedeniyle kas gevşeticiler iki haftadan daha uzun süre kullanılmamalıdır.

Temel yeterli diyet ve ek kalsiyum ve D vitamini ile antiosteoporotik ilaçlar için kılavuzlar tanımlanmıştır.

SONUÇ

Stabil torakolomber kırığı olan nörolojik olarak intakt hastaların hem kısa hem de uzun dönem takipleri, korseli veya korsersiz benzer klinik ve radyografik sonuçlar elde ettiğini göstermektedir (19,32). Birçok bilimsel yayında radyolojik iyileşme ile fonksiyonel iyileşme arasında tam bir korelasyon olmadığı belirtilmekle beraber cerrahi ile konservatif tedavi yaklaşımlarındaki başarı oranlarının da benzer olduğu belirtilmiştir. Bu kırıkları takiben ortezlerin rutin kullanımı, klinik fayda sağlamadan önemli maliyetlere ve hasta morbiditesine neden olabilir. Bireysel durumlarda, analjezik özelliğinden dolayı ortez tedavisi endike olabilir. Mobilizasyondan sonra ve 1, 3, 6 ve 12. haftalarda takip ayakta radyografileri alınmalıdır. En uygun tedavi seçeneği için uzun dönem takip sonuçları içeren ve geniş kapsamlı ve herhangi bir tedavi uygulanmamış hastaların verileri ile de karşılaştırmalı çalışmalar gereklidir.

KAYNAKLAR

- Alberstone CD, Benzel EC: History of thoracolumbar decompression and stabilization. *Neurosurgery Clinics of North America* 12(1):181-196, 2001
- Aligizakis A, Katonis P, Stergiopoulos K, et al: Functional outcome of burst fractures of the thoracolumbar spine managed non-operatively, with early ambulation, evaluated using the load sharing classification. *Acta Orthop Belg* 68:279-287, 2002
- American Academy of Orthopaedic Surgeons. *Atlas of Orthotics*. Mosby: St. Louis, MO, 1985:199-237
- Aras EL, Bunger C, Hansen ES, Sogaard R: Cost-effectiveness of surgical versus conservative treatment for thoracolumbar burst fractures. *Spine (Phila Pa 1976)* 41:337-343, 2016
- Bagga RS, Goregaonkar AB, Dahapute AA, Muni SR, Gokhale S, Manghwani J, et al: Functional and radiological outcomes of thoracolumbar traumatic spine fractures managed conservatively according to thoracolumbar injury severity score. *J Craniovertebr Junction Spine* 8:369-373, 2017
- Bakhsheshian J, Dahdaleh NS, Fakurnejad S, Scheer JK, Smith ZA: Evidence-based management of traumatic thoracolumbar burst fractures: A systematic review of nonoperative management. *Neurosurg Focus* 37:E1, 2014
- Boerger TO, Limb D, Dickson RA: Does 'canal clearance' affect neurological outcome after thoracolumbar burst fractures? *J BJS Br* 82(5):629-635, 2000
- Böhler L: *Die Technik der Knochenbruchbehandlung*. Wien: Aufl. Maudrich; 1957:12-3
- Chang V, Holly LT: Bracing for thoracolumbar fractures. *Neurosurg Focus* 37:E3, 2014
- Celebi L, Muratli HH, Dogan O, et al: The efficacy of non-operative treatment of burst fractures of the thoracolumbar vertebrae. *Acta Orthop Traumatol Turc* 38:16-22, 2004
- Diaz JJ Jr, Cullinane DC, Altman DT, Bokhari F, Cheng JS, Como J, et al: Practice management guidelines for the screening of thoracolumbar spine fracture. *J Trauma* 63:709-718, 2007
- Ensrud KE, Schousboe JT: Clinical practice. Vertebral fractures. *N Engl J Med* 364:1634-1642, 2011
- Giangregorio LM, Macintyre NJ, Thabane L, Skidmore CJ, Papaioanou A: Exercise for improving outcomes after osteoporotic vertebral fracture. *Cochrane Database Syst Rev* 1:CD008618, 2013
- Giele BM, Wiertsema SH, Beelen A, et al: No evidence for the effectiveness of bracing in patients with thoracolumbar fractures. *Acta Orthop* 80:226-232, 2009
- Girardo M, Cinnella P, Gargiulo G, Viglierchio P, Rava A, Aleotti S, et al: Surgical treatment of osteoporotic thoraco-lumbar compressive fractures: The use of pedicle screw with augmentation PMMA. *Eur Spine J* 26:546-51, 2017
- Girardo M, Rava A, Fusini F, Gargiulo G, Coniglio A, Cinnella P, et al: Different pedicle osteosynthesis for thoracolumbar vertebral fractures in elderly patients. *Eur Spine J* 27:198-205, 2018
- Gnanenthiran SR, Adie S, Harris IA: Nonoperative versus operative treatment for thoracolumbar burst fractures without neurologic deficit: A meta-analysis. *Clin Orthop Relat Res* 470(2):567-577, 2012
- Hitchon PW, Torner JC, Haddad SF, Follett KA: Management options in thoracolumbar burst fractures. *Surg Neurol* 49(6):619-627, 1998

19. Hoh DJ, Qureshi S, Anderson PA, Arnold PM, John HC, Dailey AT, Dhall SS, Eichholz KM, Harrop JS, Rabb CH, Raksin PB, Kaiser MG, O'Toole: Congress of neurological surgeons systematic review and evidence-based guidelines on the evaluation and treatment of patients with thoracolumbar spine trauma: Nonoperative care. *J Neurosurgery* 84(1):E46-E49, 2019
20. Karimi M: The effects of orthosis on thoracolumbar fracture healing: A review of the literature. *J Orthop* 12 Suppl 2:S230-237, 2015
21. Karjalainen M, Aho AJ, Katevuo K: Painful spine after stable fractures of the thoracic and lumbar spine. What benefit from the use of extension brace? *Ann Chir Gynaecol* 80:45-48, 1991
22. Kienle A, Saidi S, Oberst M: Effect of 2 different thoracolumbar orthoses on the stability of the spine during various body movements. *Spine (Phila Pa 1976)* 38:E1082-1089, 2013
23. Leucht P, Fischer K, Muhr G, et al: Epidemiology of traumatic spine fractures. *Injury* 40:166-172, 2009
24. Linhares D, Pinto BS, Ribeiro da Silva M, Neves N, Fonseca: Orthosis in thoracolumbar fractures: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *JA. Spine (Phila Pa 1976)* 45(22):E1523-E1531, 2020
25. Longo UG, Loppini M, Denaro L, et al: Conservative management of patients with an osteoporotic vertebral fracture: A review of the literature. *J Bone Joint Surg Br* 94:152-157, 2012
26. Mohanty SP, Venkatram N: Does neurological recovery in thoracolumbar and lumbar burst fractures depend on the extent of canal compromise? *Spinal Cord* 40(6):295-299, 2002
27. Oda I, Cunningham BW, Buckley RA, Goebel MJ, Haggerty CJ, Orbegoso CM, et al: Does spinal kyphotic deformity influence the biomechanical characteristics of the adjacent motion segments? An in vivo animal model. *Spine (Phila Pa 1976)* 24:2139-2146, 1999
28. Ohana N, Sheinis D, Rath E, et al: Is there a need for lumbar orthosis in mild compression fractures of the thoracolumbar spine? A retrospective study comparing the radiographic results between early ambulation with and without lumbar orthosis. *J Spinal Disord* 13:305-308, 2000
29. Rajasekaran S: Thoracolumbar burst fractures without neurological deficit: The role for conservative treatment. *Eur Spine J* 19 Suppl 1:S40-S47, 2010
30. Rosenthal BD, Boody BS, Jenkins TJ, et al: Thoracolumbar burst fractures. *Clin spine Surg* 31:143-151, 2018
31. Rubery PT, Brown R, Prasarn M, et al: Stabilization of 2-column thoracolumbar fractures with orthoses: A cadaver model. *Spine (Phila Pa 1976)* 38:E270-275, 2013
32. Shamji MF, Roffey DM, Young DK, Reindl R, Wai EK: A pilot evaluation of the role of bracing in stable thoracolumbar burst fractures without neurological deficit. *J Spinal Disord Tech* 27(7):370-375, 2014
33. Shen WJ, Shen YS: Nonsurgical treatment of three-column thoracolumbar junction burst fractures without neurologic deficit. *Spine (Phila Pa 1976)* 24(4):412-415, 1999
34. Shen WJ, Liu TJ, Shen YS: Nonoperative treatment versus posterior fixation for thoracolumbar junction burst fractures without neurologic deficit. *Spine (Phila Pa 1976)* 26(9):1038-1045, 2001
35. Siebenga J, Leferink VJM, Segers MJM, Elzinga MJ, Bakker FC, Haarman HJThM, Rommens PM, Duis HJ, Patka P: Treatment of traumatic thoracolumbar spine fractures: A multicenter prospective randomized study of operative versus nonsurgical treatment. *Spine (Phila Pa 1976)* 31(25):2881-2890, 2006
36. Tezer M, Erturer RE, Ozturk C, et al: Conservative treatment of fractures of the thoracolumbar spine. *Int Orthop* 29:78-82, 2005
37. Thomas KC, Bailey CS, Dvorak MF, et al: Comparison of operative and nonoperative treatment for thoracolumbar burst fractures in patients without neurological deficit: A systematic review. *J Neurosurg Spine* 4:351-358, 2006
38. Tonbul M, Yilmaz MR, Ozbaydar MU, et al: Long-term results of conservative treatment for thoracolumbar compression fractures. *Acta Orthop Traumatol Turc* 42:80-83, 2008
39. Vaccaro AR, Silber JS: Post-traumatic spinal deformity. *Spine (Phila Pa 1976)* 26:S111-118, 2001
40. Wong CC, McGirt MJ: Vertebral compression fractures: A review of current management and multimodal therapy. *J Multidiscip Healthc* 6:205-214, 2013
41. Wood K, Buttermann G, Mehbod A, et al: Operative compared with nonoperative treatment of a thoracolumbar burst fracture without neurological deficit. A prospective, randomized study. *J Bone Joint Surg Am* 85:773-781, 2003
42. Wood KB, Li W, Lebl DR, et al: Management of thoracolumbar spine fractures. *Spine J* 14:145-164, 2014

Derleme / Review

**TORAKOLOMBER BİLEŞKEDE GECİKMİŞ TRAVMAYA
YAKLAŞIM VE POSTTRAVMATİK DEFORMİTE****APPROACH TO DELAYED TRAUMA IN THE THORACHOLUMBAR
JUNCTION AND POSTTRAUMATIC DEFORMITY****ÖZ**

Omurga travmalarına sık maruz kalınan bölgelerin başında torakolomber bileşke gelir. Torakal ve lomber kırıkların büyük bölümü bu bölgede görülür. Posttravmatik dönemde en çok gelişen deformite kifozdur. Gecikmiş travmada, deformite de gelişmişse tedavi zordur. Bu nedenle torakolomber bileşke travmaları için en iyi tedavi yaklaşımı mümkün olduğunca deformitenin düzeltilmesi veya deformite gelişmeden bunun önlenmesidir. Tedavilerinde en uygun yöntemin ne olduğu konusunda yeterli sayıda randomize kontrollü çalışma bulunmamaktadır. Anterior, posterior veya kombine yaklaşımlar, konservatif izlemler; tedavi yaklaşımlarının farklı şekilleridir. Hepsinin ortak hedefi stabil bir mekanik yapı meydana getirmek ve deformitenin korreksiyonunu sağlamaktır.

Anahtar Sözcükler: Travma, Omurga, Bileşke, Deformite, Torakal, Lomber

ABSTRACT

The thoracholumbar junction is one of the most frequently exposed area of spinal trauma. The large part of the thoracic and lumbar fractures is seen in this region. The most developing deformity is kyphosis in the posttraumatic period. The treatment is difficult to treat if deformity is also developed in the delayed trauma. For this reason, the best treatment approach for thoracolumbar junction trauma is that the correction of deformity as much as possible or prevent deformity. There are no sufficient randomized controlled studies on what the most appropriate method in their treatment is. Anterior, posterior or combined approaches, conservative follow-ups; are different forms of treatment approaches. The common goal of all is to form a stable mechanical structure and provide the correction of deformity.

Keywords: Trauma, Spine, Junction, Deformity, Thoracic, Lumbar

GİRİŞ

Omurga travmalarına sık maruz kalınan bölgelerin başında torakolomber bileşke gelir. Torakal ve lomber kırıkların büyük bölümünün bu bölgede görüldüğüne dair geniş seriler mevcuttur (69). Etiyolojiden, % 40-80 oranında yüksekten düşme ve trafik kazaları gibi yüksek enerjili travmalar sorumludur. En sık erkeklerde ve 2.-3. dekada görülürler (48).

Tüm fraktürlerin %4-23'ünü spinal fraktürler oluştururken, tüm spinal kırıkların %10-20'si Torakolomber Bileşke Kırıkları'dır (53,57). TLBK'nın %25'inde başka vertebralarda kırık saptanabilir, %15 oranında nörolojik defisit eşlik edebilir ve takiplerde kifotik deformiteye neden olabilir (18). TLBK'larda 1/2 oranında batın içi organ ve akciğer zedelenmeleri olur. Bundan dolayı kırığın oluş mekanizması önemlidir. Omurga travmalarında

stabilite/instabilite'nin değerlendirilmesi önemlidir. Torakolomber bölge geçiş bölgesi olduğundan dolayı komplikasyon gelişme oranı fazladır. Bu nedenle hasta seçimi, yöntemleri ve tedavi seçeneklerinin iyi bilinmesi gerekmektedir.

Kifoz, en çok gelişen deformitedir. Posttravmatik deformite gelişiminin önlenmesi; yapılan konservatif veya cerrahi tedavinin planlanması, kurgusu, zamanlamasına gösterilen hassasiyete bağlıdır. Özellikle bileşke kırıklarının konservatif veya cerrahi tedavileri sonrası takipleri esnasında birkaç derecelik kayıp yaşanması muhtemeldir. Bu sebeple, posttravmatik deformite hastalarına (erken dönem veya gecikmiş olsun) tedavi planı iyi tartışılarak karar verilmelidir. Ayrıca karar aşamasına cerrahi deneyim, olası komplikasyonlara karşı donanımlı bir merkez avantajları, hastanın beklentisi ve ek hastalıkları da mutlaka dâhil edilmelidir. Deformite açısından yüksek riskli sayılan travmalar; fleksiyon-distaksiyon yaralanmaları ve patlama tipi kırıklardır (43,55,67,68). Post-travmatik deformiteler, tipik olarak omurga kırıklarının sık olduğu geçiş bölgelerinde bulunurlar (55,68). En önemli sebepleri; bölgesel instabilite, Kümmell hastalığı (post-travmatik iskemik vertebra korpus çökmesi), yanlış konservatif tedavi kararı (>%50 kollaps olan burst, ligamentöz hasarlar), cerrahi tedavinin planlanmasındaki hatalar (gereksiz laminektomi, kısa segmental enstrümantasyon, füzyon çabası olmaması) ve/veya komplikasyonları (enfeksiyon, pseudoartroz) sayılabilir (17,21,36,47,59,64,67,72). Hastanın şikayetleri, gelişmekte olan deformiteye bağlı oluşan tolerans mekanizmalarının yetersiz kalması nedeniyle dramatik bir hâl alır ve cerrahi tedavi gerekli hâle gelebilir. Posttravmatik deformite hastalarında yapılan düzeltme operasyonlarında ağrı şikâyetlerinde yaklaşık %90 düzeylerinde azalma oranları bildirilmiştir (2,8,24,71,73). Geç dönemde müdahale yapılan hastalarda dahi semptomlarda iyileşmeler bildirilmiştir (35,51,73,74). Ancak posttravmatik deformite düzeltme operasyonlarında komplikasyon oranları genel olarak yaklaşık %40 kadardır ve yaklaşık %20 hastada revizyon cerrahisi gerekmektedir (9,35,44). Büyük nörolojik ve damarsal komplikasyonlar ise yaklaşık %20 olarak ve bunun dışında enfeksiyon ise %7 dolaylarında bildirilmiştir (15,17,68).

GEÇİKMİŞ TRAVMAYA YAKLAŞIM ve TRAVMA SONRASI DEFORMİTE

Gecikmiş travmada, deformite de gelişmişse tedavi zordur. Bu nedenle torakolomber bileşke travmaları için en iyi tedavi yaklaşımı mümkün olduğunca deformitenin düzeltilmesi veya deformite gelişmeden bunun önlenmesidir. Bütün kolonların hasara uğradığı spinal instabilite durumlarında dekompanasyon oluşmadan önce cerrahi tedavi uygulanmalı ve komplikasyonları önleyecek bir mekanik stabilite ortamı oluşturulmalıdır. Özellikle T12 ve L1 seviyesinde oluşan kompresyon kırıkları en az 1 yıl çok dikkatli bir şekilde takip edilmelidir. Eğer post-travmatik deformite oluşur ve semptomatik hâle gelirse, o zaman cerrahi müdahale endikasyonu doğar (36,70).

Gecikmiş torakolomber bileşke travmalarının tedavisinde en uygun yöntemin ne olduğu konusunda yeterli sayıda randomize kontrollü çalışma bulunmamaktadır. Özellikle bileşke kırıklarında, cerrahi tedavinin erken hareket, ağrıda daha hızlı iyileşme ve daha erken işe dönme gibi avantajları olduğu bildirilse de hastalar açısından tedavi sonucunu değerlendirmede en önemli gösterge olan HRQOL (health – related quality of life) açısından sonuçların daha iyi olduğu gösterilememiştir. Ayrıca, hastalarda cerrahi tedavi ile sagittal uyum daha iyi sağlansa da HRQOL ile bir korelasyon göstermemektedir. Mevcut klinik çalışmalar, torakolomber patlama kırıklarının çoğunun konservatif olarak başarılı bir şekilde tedavi edilebileceğini göstermiştir ve sonuçlar en azından cerrahi tedaviye eşit bulunmuştur. Cerrahi tedavinin, multitravmalı hastalar ile nörolojik durumu kötüye giden hastalarda belirgin avantajı vardır. Torakolomber patlama kırığı olan ve nörolojik olarak sağlam hastaların tedavisinde konservatif tedavi yöntemleri, kabul edilebilir ve emniyetli bir seçenek olarak sunulmalıdır.

TLBK'lar sıklıkla spinal kord zedelenmesi ile birliktelik göstermektedir. Bundan dolayı kırığın stabilitesinin değerlendirilmesi, kırığın sınıflandırılması, hasta seçimi ve tedavi algoritması önemlidir. %50'den fazla kanal işgali, kifoz açısının 30°den fazla olması, %50'den fazla korpus yükseklik kaybı ve MRG'de posterior ligaman hasarının olması instabiliteyi düşündürmelidir. Genel kanı instabil vertebra fraktürleri ve nörolojik defisiti olan hastalarda cerrahi tedavi, stabil vertebra fraktürlerinde ise konservatif tedavidir. Ağrı yönetiminin iyi yapılamaması, işe dönüş süresinin uzaması, enstrümantasyon sistemlerinin gelişmesi, orteze uyum, komplikasyonlar, cerrahin

tecrübesi konservatif tedavi seçeneğinden uzaklaştırmaktadır ve bundan dolayıdır ki mutlak tedavi endikasyonu standardize edilememiştir.

Farklı tedavi seçeneklerinin bulunmakla birlikte Post-travmatik Deformite (PTD)'nin tedavisi hâlâ tartışmalıdır (Tablo 1). Hedef, stabil bir mekanik yapı meydana getirmek ve kifozun korreksiyonunu sağlamaktır. Nörolojik defisit ve dekompresyon endikasyonu varsa akut müdahale edilerek hem şikayetler hem de nörolojik tablo düzeltilebilir (Tablo 2).

Global saggital balansın bozulduğu durumlarda posterior enstrümantasyon tek başına yetersiz kalabilir ve implant

yetmezliği, korreksiyon kaybı, psödoartroz ortaya çıkabilir. Harrington rod sisteminin bulunmasıyla posttravmatik kifoz cerrahisinde posterior enstrümantasyon ve füzyon kullanılmaya başlandı ancak bunun post- travmatik kifoz deformitesine yeterli korreksiyon ve stabilizasyonu sağlamadığı gösterildi (39,42) (Tablo 3). Bu yöntemle kifotik deformitenin ilerleyebileceği ve implant yetmezliğinin kaçınılmaz olacağına dair örnekler mevcut (68). Cerrah kifotik deformiteyi düzeltirken solid füzyon elde edilene kadar anterior kolonu desteklemeli (kompresif kuvvetler), yeterli posterior enstrümantasyon (tensil kuvvetler) sağlamalıdır.

Tablo 1: Posttravmatik Deformitede Kullanılan Cerrahi Teknikler

1	Anterior dekompresyon +Anterior füzyon (kosta / fibular allogreft)
2	Anterior dekompresyon + Anterior füzyon (otogreft/allogreft) + Anterior enstrümantasyon (+/- vertebral spacer/cage)
3	Aynı seansta önce Anterior dekompresyon ve Anterior füzyon (otogreft/allogreft) + Anterior enstrümantasyon (+/- vertebral spacer/cage) + Posterior enstrümantasyon + Posterior füzyon (otogreft/allogreft)
4	İki ayrı seansta (Two-stage) anterior+posterior yaklaşım
5	Anterior dekompresyon +Posterior dekompresyon + Anterior enstrümantasyon + Anterior füzyon
6	Tek seansta Dorso-ventro-dorsal yaklaşım (Posterior dekompresyon+ Posterior geçici stabilizasyon+ Anterior dekompresyon + Anterior füzyon (kosta / fibular allogreft) + Posterior füzyon (otogreft/allogreft)+ Posterior enstrümantasyon)
7	Posterior egg-shell yöntemi
8	Posterior kapalı kama (closing wedge) osteotomisi

Tablo 2: Posttravmatik Deformitede Başlıca Cerrahi Hedefler

1	Sinir ve kord dekompresyonu ile spinal kanal çevresindeki fizyolojik ve topografik ilişkilerin restore edilmesi
2	Anterior ve posterior vertebral kolonun mono/oligosegmental korreksiyon/rekonstruksiyonu
3	Komşu sağlam segmentlere zarar vermeden elde ettiğimiz korreksiyonu korumak için hemen ve postoperatif uzun dönem stabilitenin sağlanması
4	Güçlü, güvenli ve hızlı kemik füzyonunun (kaynamasının) elde edilmesi

Tablo 3: Posterior Yaklaşımın Dezavantajları

1	İndirek nöral dekompresyon
2	Sağlam posterior elemanların hasarı
3	Anterior kolonun desteklenmesinde güçlük
4	Daha uzun seviyede posterior enstrümantasyonun gerekliliği
5	Anterior ek girişim gerektirebilmesi

Esnek deformiteye sahip global pozitif sagittal imbalanslı hastalar, osteotomiye ihtiyaç duyulmadan intraoperatif pozisyon verme ve enstrümantasyonla tedavi edilebilir. Esnek olmayan deformiteler ise Smith-Petersen veya pedikül subtraksiyon osteotomisi gibi osteotomiler gerektirir. Posterior chevron osteotomi, Smith-Petersen osteotomi (SPO) olarak bilinir. İstenilen seviyede posterior elemanların rezeksiyonu (ligamentum flavum ve fasetler) posterior kolonu kısaltır, segmentler arasında posterior kompresyon uygulanır, posterior kolon kapanarak sagittal korreksiyon sağlanır. Anteriorda disk boyunca bir miktar yükselme görülür (17). Bu tip osteotomide anterior kolondaki yükselme boyunca omurgada stabilite kaybı olur o nedenle rijid segmental posterior fiksasyon gereklidir. Kifoz korreksiyonunu sürdürmekteki potansiyel başarısızlık nedeniyle anterior kolon yapısal greftlemesi bu osteotomi sonrası önerilmektedir (19,28,38,41,56). Tek seviye SPO ile ortalama 10-15 derece düzelme elde edilmektedir. Thomasen ilk olarak transpediküler kortikal dekansellasyon osteotomisini (pedikül subtraksiyon osteotomi=PSO) tanımlamıştır (65). Diğerleri egg shell osteotomiyi tanımlayan teknik varyasyonları tarif etmiştir (20,27,50). PSO için önce korreksiyon planlanan seviyede posterior elemanlar çıkarılır (16), sonra pedikül içinden vertebra cismi dekansellasyonuna başlanır, egg shell modifikasyonunda posterior ve lateral vertebra cisminin duvarları kapalı kama şeklinde çıkarılır (20,27). Omurga daha sonra vertebra cisminin ön sınırından itibaren hiperekstansiyona getirilir. Teknik zorluğuna ve artmış kanamaya rağmen PSO'nun SPO'ya göre avantajları vardır; PSO ön kolonu yükseltmeden segmental kifozu düzeltir (SPO vertebra cisminin arka sınırı boyunca korreksiyon aksına sahiptir ve bu ön kolonda yükselmeye neden olur). PSO anterior ve posterior kemikleri uç uca getirir, daha fazla stabilite sağlar, kemik kaynama potansiyelini artırır, tek bir seviyede daha fazla düzelme sağlar (ort 30-35 derece), asimetrik olarak yapılabilmesine bağlı olarak hem koronal hem de sagittal planda düzelme sağlar (14,15,16,56). SPO rutin olarak torasik omurgadaki keskin açılı post-travmatik kifozlarda kullanılırken PSO daha çok lomber bölgenin keskin açılı kifozlarında kullanılır (17). Minör sagittal imbalanslı (<2.5-5 cm) ve yuvarlak post-travmatik kifozlu hastalarda (torasik veya lomber) SPO uygulanabilir. Majör sagittal imbalanslı ve keskin açılı post-travmatik kifozlar (torasik veya lomber) çoğu zaman PSO gerektirir ancak bazen özellikle torasik bölgedekiler vertebral kolon

rezeksiyonu da düzelebilir (33,62,61). Torasik majör sagittal imbalans ve yuvarlak PTD tek veya multipl SPO ile, lomber majör sagittal imbalans ve yuvarlak PTD, PSO ile tedavi edilir. Torasik minör sagittal imbalans ve keskin açılı kifoz SPO veya PSO (veya vertebral kolon rezeksiyonu) ile, lomber minör sagittal imbalans ve keskin açılı kifoz PSO ile tedavi edilir (17). Sakruma uzanan uzun füzyon uygulamalarında anterior kolon desteği psödoartroz oranını azaltmak için gereklidir (22). Global sagittal dengeyi etkilediği için fokal deformite korreksiyonu önemlidir. 30° ve üzerindeki bölgesel kifoz açılı hastalarda kronik ağrı riski artmaktadır (26,45,58).

Kostuik ve Matsusaki'ye göre post-travmatik deformite için en önemli cerrahi endikasyonlar progresif nörolojik defisit ve konservatif tedaviyle geçmeyen ağrıdır (39). Post travmatik deformitelerin cerrahi girişim uygulamasında 30° ve üzeri sınır olarak kabul edilmektedir (39,40,45,60). Vaccaro ve Silber sagittal plandaki progresif deformitenin de kesin endikasyonlar arasında bulunduğunu savunmuştur (68). Gecikmiş travma sonrası ortaya çıkan deformitede ilgili kozmetik şikayetler de rölatif endikasyonlardandır. Kırık tedavisinde kullanılan prensipler posttravmatik deformite için uygulanan cerrahi tekniklerde de uygulanabilir. Öncelikle fonksiyonel anatominin tekrar eski hâline getirilmesi gereklidir.

Post-travmatik deformitede %50-100 olguda ağrı görülmektedir (6,30,68). Cerrahi sonrasında özellikle ağrı, belirgin şekilde azalabilmektedir. Malcolm ve ark. ları serilerinde hastalarının %31'inde ağrının belirgin bir şekilde azaldığını ve %67'sinde tamamen kaybolduğunu bildirmiştir (45). Kostuik ve ark.ları hastalarının %78'inde ağrıda belirgin azalma saptamışlardır (37,38,39). Bohlman ve ark.ları ise 45 hastalık vaka serisinin 30'unda ağrının tamamen kaybolduğunu 11'inde ise kısmen kaybolduğunu saptamışlardır (11). Bridwell ve ark.ları posttravmatik deformiteli hastaların cerrahi düzeltmeyle ağrılarının azaldığını bulmuştur (15,16). Ahn ve ark ları spinal osteotomi sonrası iyi fonksiyonel sonuç ve radyolojik düzelme olduğunu göstermiştir (3). Kostuik ve Matsusaki enstrümantasyon, anterior stabilizasyon ve dekompresyonla geç post-travmatik kifozda hastaların çoğunda ağrıda azalma bildirmiştir (39).

Anterior enstrümantasyon ağrı şikayetinde belirgin azalmaya yol açmaktadır (7,25,52). PTD'de geç dönemde ortaya çıkan lokalize ağrı veya nörolojik defisit in en sık nedeni anteriordan kronik kord kompresyonudur.

Post-travmatik kifoz tedavisinde en iyi yaklaşımın anterior yaklaşım olduğunu tek başına anterior enstrümantasyonla başarılı sonuçlar alınabileceğini savunan çalışmalar da mevcuttur (23,31,39,40). Orta kolon kırığı ve kanal içinde kemik parçasının bulunması, nonunion, ağrılı kifotik deformite anterior yaklaşım endikasyonlarını oluşturur (39). Anterior yaklaşım ile ön ve orta kolona posterolateral veya transforaminal yaklaşıma göre daha kolay ulaşılmakta, deformite korreksiyonu ve füzyon sağlanmasını kolaylaştırıcı anterior yapısal destekler daha kolay yerleştirilmektedir (1,10,39,58). Anterior dekompresyonla nöral dekompresyon ve daha yüksek korreksiyon oranları anterior yaklaşımla elde edilebilmektedir (5,39,55). Robertson ve Whitesides posterior elemanların sağlam olduğu olgularda yalnızca anterior füzyon uygulamışlar, serilerindeki 18 hastadan 17'sinde hiçbir progresyon gözlemlenmeyip yeterli füzyon ve iyi bir mekanik stabilite elde etmişlerdir (58). Kaneda, anteriordan konulan Kaneda cihazının düşük dereceli post-travmatik kifoz tedavisinde yeterli olduğunu bildirmiştir (31). Dekompresyon ve strut greftleme sonrası anterior enstrümantasyon posterior enstrümantasyon kadar stabilite sağlamaktadır (39). Been ve ark. post-travmatik kifozun cerrahi tedavisinde anterior enstrümantasyonla posterior enstrümantasyonu karşılaştırmış ve iki grup arasında radyolojik ve klinik sonuçlar açısından benzerlik bulmuştur (6). Anterior enstrümantasyonun kullanılmaya başlanmasından itibaren stabilizasyonla ilgili komplikasyonlar nadir görülmektedir. Mc Afee'nin çalışmasında 35 hasta anterior Kaneda fiksasyon sistemiyle tedavi edilmiş, 33 hastada (%94) solid artrodez (kifoz'da artış görülmeden) gösterilmiştir (46). Kaneda ve Ito'nun ilk 100 hastalık serisinde, 6 hastada psödoartroz (%6) görülmüştür. Bu, transvers bağlantıların kullanılmaya başlamasından sonra bir hastaya (%1) kadar azaltılabilmektedir (31,32). Anterior enstrümantasyonun en önemli avantajı posterior enstrümantasyona göre daha az sayıda mobil segmentin füzyon alanına katılması, dolayısıyla bitişik vertebrada iatrojenik hasara neden olunmamasıdır (6,49). Kifotik deformite varlığında nöral elemanlara bası tipik olarak anteriordan olmaktadır. O nedenle bu olguların dekompresyonuna geleneksel yaklaşım anteriordan korpektomi uygulamasıdır. İnkomplet nörolojik defisit anterior dekompresyonla daha iyi iyileşmektedir (1,4,13,66). Anterior interbody greft desteği konulması yük paylaşımıyla füzyon oranını artırmakta, lordoz restorasyonuna yardım etmektedir. İnterbody greft geleneksel anterior yaklaşımla, posterior transforaminal veya posterior lomber interbody füzyon

yaklaşımıyla yerleştirilebilir (55). Yeni tekniklerden XLIF'de bu amaçla kullanılmaya başlanmıştır (54). Son yıllarda özellikle osteoporotik omurganın geç PT rekonstrüksiyonlarında vertebroplasti veya kifoplastiyle polimetilmetakrilat sement desteği faydalı olabilmektedir. Bu gibi durumlarda osteoporotik enstrüman seviyelerinin sementle desteklenmesi stabiliteyi artırmakta ve implantın pull-out ihtimalini azaltmaktadır. Anteriordan yerleştirilen greftleri korumak ve vertebral instabiliteyi düzeltmek için anterior girişimi takiben yapılan posterior enstrümantasyon en yaygın kullanılan yöntemdir (29,30,55,60,63).

Posterior stabilitenin yetersiz kaldığı olgularda kombine yaklaşım (anterior + posterior) düşünülebilir. Ayrıca tek başına uygulanan anterior yaklaşımda, deformitenin korreksiyonu çoğu vakada posterior yapılar tarafından engellenebilmektedir. Böhm ve ark.ları posteriorda rijit kifoz varlığında, genellikle yalnızca anterior yaklaşım yapıldığında yeterli korreksiyonun sağlanamayacağını savunmuşlardır (12). Dorsoventro- dorsal yaklaşım ile tedavi ettikleri 40 PTD vakasının takiplerinde belirgin korreksiyon kaybı, psödoartroz ve nörolojik bulgularda ilerleme görmediklerini bildirmişlerdir (12). Anterior cerrahi çok iyi bir şekilde uygulandığında meydana gelen eğilme momentleri, yalnızca anterior füzyon yapılan olgularda saptanan başarısızlığın (%50) en başta gelen nedenidir. Bundan dolayı bu hastalarda iki-aşamalı veya kombine (anterior + posterior) cerrahi endikasyon vardır. Malcolm ve ark'ları semptomatik PTK nedeniyle yalnız kosta veya fibular allogreft kullanarak anterior füzyon yaptıkları 48 hastanın %50'sinde başarısız sonuç almışlar, posterior füzyon veya kombine anterior ve posterior füzyon uyguladıkları bütün olgularda ise primer füzyon elde etmişlerdir (45).

Bradford ve McBride posterior dekompresyon ile karşılaştırdıklarında anterior dekompresyon yapılan vakalarında nörolojik bulguların daha iyi iyileştiğini bildirmişlerdir (Anterior:%88 /Posterior: %64). Normal bağırsak ve mesane kontrolü anterior dekompresyon yapılan grupta daha sık olarak geri dönmüştür (Anterior:%69/Posterior: %33) (13). Transfeldt ve ark. ları yaralanmadan sonra 2 yıldan daha az süre içinde ameliyat yaptıklarında, hastaların %68'inde nörolojik belirtilerin iyileştiğini ve Frankel derecesinin %32 hastada düzeldiğini, %43'ünde mesane fonksiyonların iyileştiğini bildirmişlerdir (66). Bohlman ve ark. anterior cerrahi sonrasında 25 hastadan 21'inde (%84) iyileşme elde

etmiş, 14 vakasında ise Eismont sınıflandırmasına göre bir ya da daha fazla derecesinin ilerlediğini bildirmişlerdir (11).

PTD cerrahisinde en korkulan komplikasyon nörolojik yaralanmadır ve oran %0 ile %20 arasında değişmektedir (6,68). PTK cerrahisi sonrası görülen diğer komplikasyonlar postoperatif cerrahi saha enfeksiyonu (%0-7), korreksiyon kaybı, psödoartroz, revizyon cerrahisi gereksinimi ve medikal komplikasyonlardır (6,19,26,30,33,34,39,45,68,70).

SONUÇ

Torakolomber bileşke travmaları, sık görülen ve tedavi planı doğru yapılmadığı takdirde dramatik sonuçlara yol açan patolojilerdir. İlerleyen nörolojik defisiti veya geçmeyen kısmi nörolojik defisiti olan hastalar için, acil müdahale mutlak endikedir. Nörolojik olarak sağlam hastalarda sürekli ağrı kaynağı olan mekanik instabilite için de posttravmatik deformite tedavi edilmelidir. Tedavi yalnız anterior ve posterior elemanların stabilitesi için değil aynı zamanda deformitenin fleksibilitesine bağlıdır. Eğer posterior elemanlar sağlam ve fleksibl ise enstrümantasyon ile birlikte yapılan anterior dekompresyon ve füzyon akılcı bir yaklaşım olarak görülmektedir. Kombine yaklaşım (anterior + posterior) genellikle posterior stabilite ile ilgili aklımızda soru olduğu zaman gereklidir. Bazı vakalarda instabil posterior elemanlar bulunsa bile anterior cerrahi tek başına yeterli olabilmektedir. Post travmatize omurgada deformite gelişmemişse, deformite gelişene kadar meydana gelmiş olan kompensasyon mekanizmalarını da tedavi planına dahil etmek gerekir. Gecikmiş travma yaklaşımları konusunda net bir yöntem tanımlanmamış olsa da temel prosedür, posttravmatik deformitenin düzeltilmesi veya deformite gelişmeden bunun önlenmesidir.

KAYNAKLAR

1. Abel R, Gerner HJ, Smit C, Meiners T: Residual deformity of the spinal canal in patients with traumatic paraplegia and secondary changes of the spinal cord. *Spinal Cord* 37:14-19, 1999
2. Aebli N, Timm K, Patrick M, Krebs J: Shortsegment posterior instrumentation combined with anterior spondylodesis using an autologous rib graft in thoracolumbar burst fractures. *Acta Orthop* 85:84-90, 2014
3. Ahn UM, Ahn NU, Buchowski JM, Kebaish KM, Lee JH, Song ES, Lemma MA, Sieber AN, Kostuik JP: Functional outcome and radiographic correction after spinal osteotomy. *Spine* 27:1308-1311, 2002
4. Anderson PA, Bohlman HH: Late anterior decompression of thoracolumbar spine fractures. *Semin Spine Surg* 2:54-62, 1990
5. Aydın E, Solak AS, Tuzuner MM, Benli IT, Kis M: Z-plate instrumentation in thoracolumbar spinal fractures. *Bull Hosp Jt Dis* 58:92-97, 1999
6. Been HD, Poolman RW, Ubags LH: Clinical outcome and radiographic results after surgical treatment of post-traumatic thoracolumbar kyphosis following simple type A fractures. *Eur Spine J* 13:101-107, 2004
7. Benli IT, Kaya A, Uruç V, Akalin S: Minimum 5-year follow-up surgical results of post-traumatic thoracic and lumbar kyphosis treated with anterior instrumentation comparison of anterior plate and dual rod systems. *Spine* 32:986-994, 2007
8. Berjano P, Pejrona M, Damilano M, Cecchinato R, Aguirre MFI, Lamartina C: Corner osteotomy: A modified pedicle subtraction osteotomy for increased sagittal correction in the lumbar spine. *Eur Spine J* 24 Suppl 1:58-65, 2015
9. Bianco K, Norton R, Schwab F, Smith JS, Klineberg E, Obeid I, Mundis G Jr, Shaffrey CI, Kebaish K, Hostin R, Hart R, Gupta MC, Burton D, Ames C, Boachie-Adjei O, Protopsaltis TS, Lafage V; International Spine Study Group: Complications and intercenter variability of threecolumn osteotomies for spinal deformity surgery: A retrospective review of 423 patients. *Neurosurg Focus* 36:E18, 2014
10. Bohlman HH, Freehafer A, Dejak J: The results of treatment of acute injuries of the upper thoracic spine with paralysis. *J Bone Joint Surg Am* 67:360-369, 1985
11. Bohlman HH, Kirkpatrick JS, Delamarter RB, Leventhal M: Anterior decompression for late pain and paralysis after fractures of the thoracolumbar spine. *Clin Orthop* 300: 24-29, 1994
12. Böhm H, Harms J, Donk R, Zielke K: Correction and stabilization of angular kyphosis. *Clin Orthop* 258:56-61, 1990
13. Bradford DS, McBride GG: Surgical management of thoracolumbar spine fractures with incomplete neurologic deficits. *Clin Orthop Relat Res* 218:201-226, 1994
14. Bridwell KH, Lenke LG, Lewis SJ: Treatment of spinal stenosis and fixed sagittal imbalance. *Clin Orthop Relat Res* 384:35-44, 2001

15. Bridwell KH, Lewis SJ, Edwards C, Lenke LG, Iffrig TM, Berra A, Baldus C, Blanke K: Complications and outcomes of pedicle subtraction osteotomies for fixed sagittal imbalance. *Spine* 28:2093-2101, 2003
16. Bridwell KH, Lewis SJ, Lenke LG, Baldus C, Blanke K: Pedicle subtraction osteotomy for the treatment of fixed sagittal imbalance. *J Bone Joint Surg Am* 85:454-463, 2003
17. Buchowski JM, Kuhns CA, Bridwell KH, Lenke LG: Surgical management of posttraumatic thoracolumbar kyphosis. *Spine J* 8:666-677, 2008
18. Calenoff L, Chessare JW, Roger LF, Toerge J, Rosen JS: Multiple level spinal injuries: Importance of early recognition. *AJR Am J Roentgenol* 130(4):665-669, 1978
19. Chang KW: Oligosegmental correction of post-traumatic thoracolumbar angular kyphosis. *Spine* 18:1909-1915, 1993
20. Chewning SJ Jr, Heinig CF: Eggshell procedure. In: Bradford DS (ed), *The Spine*. Philadelphia, PA: Lippincott-Raven Publishers, 1997:199-208
21. Chou LH, Knight RQ: Idiopathic avascular necrosis of a vertebral body: Case report and literature review. *Spine* 22:1928-1932, 1997
22. Cohen DB, Chotivichit A, Fujita T, Wong TH, Huckell CB, Sieber AN, Kostuik JP, Lawson HC: Pseudarthrosis repair. Autogenous iliac crest versus femoral ring allograft. *Clin Orthop Relat Res* 371:46-55, 2000
23. Eysel P, Hopf C, Furderer S: Kyphotic deformation in fractures of the thoracic and lumbar spine. *Orthopade* 30:355-364, 2001
24. Faundez A, Byrne F, Sylvestre C, Lafage V, Cogniet A, Le Huec JC: Pedicle subtraction osteotomy in the thoracic spine and thoracolumbar junction: A retrospective series of 28 cases. *Eur Spine J* 24 Suppl 1:S42-S48, 2015
25. Freeman BL: Scoliosis and kyphosis. In: Canale ST (ed), *Campbell's Operative Orthopaedics*, 10 ed. Philadelphia: Mosby, 2003:1751-1837
26. Gertzbein SD, Harris MB: Wedge osteotomy for the correction of post-traumatic kyphosis. A new technique and a report of three cases. *Spine* 17(3):374-379, 1992
27. Heining CF: Eggshell procedure. In: Luque ER, (ed). *Segmental spine instrumentation*. Thorofare, NJ: Slack, 1984:221-234
28. Herbert JJ: Vertebral osteotomy. Technique, indications, and results. *J Bone Joint Surg Am* 30:680-689, 1948
29. Illes T, de Jonge T, Doman I, Doczi T: Surgical correction of the late consequences of post traumatic spinal disorders. *J Spinal Disord Tech* 15:127-132, 2002
30. Jodoin A, Gillet P, Dupuis PR: Surgical treatment of posttraumatik kyphosis: A report of 16 cases. *Can J Surg* 32 (1):36-42, 1989
31. Kaneda K: Anterior approach and Kaneda instrumentation for lesions of the thoracic and lumbar spine. In: Bridwell KH, DeWald RL, (eds). *The Textbook of Spinal Surgery*. Philadelphia: Lippincott, 1991:959-990
32. Kaneda K, Ito M: Thoracic and lomber fractures with emphasis on osteoporotic-posttraumatic vertebral collapse. In: Obrant K (ed), *Manangement of Fractures in Severly Osteoporotic Bone*. Springer Verlag, 2000:214-227
33. Kawahara N, Tomita K, Baba H, Kobayashi T, Fujita T, Murakami H: Closing-opening osteotomy to correct angular kyphotic deformity by a single posterior approach. *Spine* 26(4):391-402, 2002
34. Keene JS, Lash EG, Kling TF Jr: Undetected posttraumatic instability of "stable" thoracolumbar fractures. *J Orthop Trauma* 2:201-211, 1988
35. Kim WJ, Lee ES, Jeon SH, Yalug I: Correction of osteoporotic fracture deformities with global sagittal imbalance. *Clin Orthop Relat Res* 443:75-93, 2006
36. Knop C, Fabian HF, Bastian L, Blauth M: Late results of thoracolumbar fractures after posterior instrumentation and transpedicular bone grafting. *Spine* 26:88-99, 2001
37. Kostuik JP, Errico TJ, Gleason TF: Techniques of internal fixation for degenerative conditions of the lomber spine. *Clin Orthop* 203:219-231, 1986
38. Kostuik JP, Maurais GR, Richardson WJ, Okajima Y: Combined single stage anterior and posterior osteotomy for correction of iatrogenic lomber kyphosis. *Spine* 13(3):257-266, 1988
39. Kostuik JP, Matsusaki H: Anterior stabilization, instrumentation, and decompression for post traumatic kyphosis. *Spine* 14(4):379-386, 1989
40. Kostuik JP: Anterior Kostuik-Harrington distraction systems for the treatment of kyphotic deformities. *Spine* 15(3):169-180, 1990
41. La Chapelle EH: Osteotomy of the lumbar spine for correction of kyphosis in a case of ankylosing spondylarthritis. *J Bone Joint Surg Am* 28:851-858, 1946
42. Lonstein JE, Winter RE, Bradford DS, Moe JH, Bianco AJ: Post laminectomy spine deformity. *J Bone Joint Surg* 58A:727-732, 1976
43. Magerl F, Aebi M, Gertzbein SD, Harms J, Nazarian S: A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. *Eur Spine J* 3:184-201, 1994

44. Maier S, Smith JS, Schwab F, Obeid I, Mundis GM, Klineberg E, Hostin R, Hart RA, Burton D, Boachie-Adjei O, Gupta M, Ames C, Protosaltis TS, Lafage V; International Spine Study Group: Revision surgery after three-column osteotomy in 335 adult spinal deformity patients: Intercenter variability and risk factors. *Spine (Phila Pa 1976)* 39(11):881-885, 2014
45. Malcolm BW, Bradford DS, Winter RB, Chou SN: Posttraumatic kyphosis. A review of forty eight surgically treated patients. *J Bone Joint Surg Am* 63(6):891-899, 1981
46. McAfee PC: Complications of anterior approaches to the thoracolumbar spine. Emphasis on Kaneda instrumentation. *Clin Orthop* 306:110-119, 1994
47. McEvoy RD, Bradford DS: The management of burst fractures of the thoracic and lumbar spine: Experience in 53 patients. *Spine* 10:631-637, 1985
48. Meves R, Avanzi O: Correlation between neurological deficit and spinal canal compromise in 198 patients with thoracolumbar and lumbar fractures. *Spine* 30(7):787-791, 2005
49. Moe JH, Winter RB, Bradford DS, et al: Scoliosis and other Spinal Deformities. Philadelphia: Saunders, 1987:540-577
50. Murrey DB, Brigham CD, Kiebzak GM, Finger F, Chewning SJ: Transpedicular decompression and pedicle subtraction osteotomy (eggshell procedure): A retrospective review of 59 patients. *Spine* 27:2338-2345, 2002
51. O'shaughnessy BA, Kuklo TR, Hsieh PC, Yang BP, Koski TR, Ondra SL: Thoracic pedicle subtraction osteotomy for fixed sagittal spinal deformity. *Spine* 34:2893-2899, 2009
52. Ogilvie JW: Spinal biomechanics. In: Lonstein JE, Winter RB, Bradford DS, Ogilvie JW (eds). *Moe's Textbook of Scoliosis and Other Spinal Deformities*, 3rd ed. Philadelphia: WB Saunders, 1996
53. Oliver M, Inaba K, Tang A, Branco BC, Barmparas G, Schnüriger B, Lustenberger T, Demetriades D: The changing epidemiology of spinal trauma: A 13-year review from a Level I trauma centre. *Injury* 43(8):1296-300, 2012
54. Ozgur BM, Aryan HE, Pimenta L, Taylor WR: Extreme Lateral Interbody Fusion (XLIF): A novel surgical technique for anterior lumbar interbody fusion. *Spine J* 6(4):435-443, 2006
55. Polly DW Jr, Klemme WR, Shawen S: Management options for the treatment of posttraumatic thoracic kyphosis. *Semin Spine Surg* 12:110-116, 2000
56. Potter BK, Lenke LG, Kuklo TR: Prevention and management of iatrogenic flatback deformity. *J Bone Joint Surg Am* 86:1793-1808, 2004
57. Ray WZ, Krisht KM, Dailey AT, Schmidt MH: Clinical outcomes of unstable thoracolumbar junction burst fractures: Combined posterior short-segment correction followed by thoracoscopic corpectomy and fusion. *Acta Neurochir (Wien)* 155(7):1179-1186, 2013
58. Roberson JR, Whitesides TE Jr: Surgical reconstruction of late post-traumatic thoracolumbar kyphosis. *Spine* 10(4):307-312, 1985
59. Shen WJ, Liu TJ, Shen YS: Nonoperative treatment versus posterior fixation for thoracolumbar junction burst fractures without neurological deficit. *Spine* 26:1038-1045, 2001
60. Stoltze D, Harms J: Correction of post-traumatic deformities: Principles and methods. *Orthopade* 28:731-745, 1999
61. Suk SI, Chung ER, Lee SM, et al: Posterior vertebral column resection in fixed lumbosacral deformity. *Spine* 30:E703-710, 2005
62. Suk SI, Kim JH, Kim WJ, et al: Posterior vertebral column resection for severe spinal deformities. *Spine* 27:2374-2382, 2002
63. Suk SI, Kim JH, Lee SM, Chung ER, Lee JH: Anterior-posterior surgery versus posterior closing wedge osteotomy in posttraumatic kyphosis with neurologic compromised osteoporotic fracture. *Spine* 28(18):2170-2175, 2003
64. Swartz K, Fee D: Kümmell's disease: A case report and literature review. *Spine* 33:E152-E155, 2008
65. Thomasen E: Vertebral osteotomy for correction of kyphosis in ankylosing spondylitis. *Clin Orthop Relat Res* 194:142-152, 1985
66. Transfeldt EE, White D, Bradford DS, Roche B: Delayed anterior decompression in patients with spinal cord and cauda equina injuries of the thoracolumbar spine. *Spine* 15:953-957, 1990
67. Vaccaro AR, Jacoby SM: Thoracolumbar fractures. *Orthopaedic Knowledge Update Spine 2* (eds), Illinois: American Academy of Orthopedic Surgeons, 2002:263-278
68. Vaccaro AR, Silber JS: Post-traumatic spinal deformity. *Spine* 26:S111-118, 2001
69. Wood KB, Bohn D, Mehbod A: Anterior versus posterior treatment of stable thoracolumbar burst fractures without neurologic deficit: A prospective, randomized study. *J Spinal Disord Tech* 18 Suppl:S15-23, 2005
70. Wu SS, Hwa SY, Lin LC, Pai WM, Chen PQ, Au MK: Management of rigid post-traumatic kyphosis. *Spine* 21(19):2260-2266, 1996

71. Xi YM, Pan M, Wang ZJ, Zhang GQ, Shan R, Liu YJ, Chen BH, Hu YG: Correction of posttraumatic thoracolumbar kyphosis using pedicle subtraction osteotomy. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 23 Suppl 1:S59-S66, 2013
72. Young WF, Brown D, Kendler A, Clements D: Delayed posttraumatic osteonecrosis of a vertebral body (Kummell's disease). *Acta Orthop Belg* 68:13-19, 2002
73. Zeng Y, Chen Z, Sun C, Li W, Qi Q, Guo Z, Zhao Y, Yang Y: Posterior surgical correction of posttraumatic kyphosis of the thoracolumbar segment. *J Spinal Disord Tech* 26:37-41, 2013
74. Zhang X, Zhang X, Zhang Y, Wang Z, Wang Y: Modified posterior closing wedge osteotomy for the treatment of posttraumatic thoracolumbar kyphosis. *J Trauma* 71:209-216, 2011