

# Torakal Disk Hernisi Cerrahisinde Minimal İnvazif Lateral Transtorasik Yaklaşım: Cerrahi Teknik ve Mevcut Diğer Yaklaşımlarla Karşılaştırma

## *Minimally Invasive Lateral Transthoracic Approach for Thoracic Disc Herniation: Surgical Technique and Comparison with Other Available Approaches*

Osman Arıkan NACAR<sup>2</sup>, Mustafa Onur ULU<sup>1</sup>, Murat PEKMEZCİ<sup>3</sup>, Vedat DEVİREN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>İstanbul Üniversitesi, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Nöroşirürji Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

<sup>2</sup>Kalifornia San Francisco Üniversitesi (UCSF), Nöroşirürji Anabilim Dalı, San Francisco, ABD

<sup>3</sup>Kalifornia San Francisco Üniversitesi (UCSF), Ortopedi Anabilim Dalı, Omurga Cerrahisi Merkezi, San Francisco, ABD

Yazışma Adresi: Mustafa Onur ULU / E-posta: dronorulu@gmail.com

### ÖZ

Torakal disk hastalığı nadir görülmesi, karakteristik bir semptomatolojisinin olmaması ve torakal bölgenin kendine has anatomik özellikleri nedenleriyle spinal patolojiler içerisinde teşhis ve tedavisi en zor olanlarındandır. Klinik semptom ve bulgular disk dejenerasyonunun lokal mekanik etkilerinin sonucunda aksiyel ağrı, omurilik veya torakal sinir kökü baskısı nedeniyle myelopati veya radikülopati veya bunların beraber görülmesi şeklindedir. Cerrahların minimal invazivlikle maksimum dekompresyonu sağlayacak cerrahi teknik arayışı torakal disk hernisi tedavisinde günümüze kadar farklı birtakım cerrahi yaklaşımlar geliştirmiştir. Mevcut cerrahi yaklaşımlar posterolateral, lateral, anterior ve torakoskopik teknikler olarak özetlenebilir. Bu yazıda yazarlar torakal disk herniasyonlarının cerrahi tedavisinde yakın zamanda tanımlanan bir teknik olan minimal invazif lateral transtorasik yaklaşımı incelemişlerdir. Tekniğin detaylı tarifinin yanı sıra diğer yaklaşımlarla karşılaştırılması amaçlanmıştır.

**ANAHTAR SÖZCÜKLER:** Cerrahi tedavi, Epidemiyoloji, Lateral transtorasik yaklaşım, Torakal disk hernisi

### ABSTRACT

Thoracic disc disease is one of the most challenging clinical entities to diagnose and to treat among spinal pathologies, mainly due to its infrequency, lack of a characteristic symptomatology and the specific features of the thoracic anatomy. Clinical symptoms and signs may be caused by either local mechanical effects due to disc degeneration causing axial pain, compression of the spinal cord causing myelopathy or compression of the thoracic nerve root with radiculopathy or any of the above in combination. Up to now, the search of surgeons for the techniques providing maximal decompression with minimal invasiveness have led a number of surgical approaches available for the treatment of thoracic disc herniation. The surgical approaches available can be summarized as posterolateral, lateral, anterior and thoracoscopic techniques. In this manuscript the authors review the minimally invasive lateral transthoracic approach, a recently described technique for the surgical treatment of thoracic disc herniations. A detailed description of this technique along with its comparison with other approaches is discussed.

**KEYWORDS:** Epidemiology, Lateral transthoracic approach, Surgical treatment, Thoracic disc herniation

Torakal disk hernisi (TDH) nadir görülen fakat ciddi işlevsel bozukluklara yol açabilen bir hastalıktır. Kendine has karakteristik bir kliniğe sahip değildir. Hastalar sadece sırt ve/veya karın ağrısı ile başvurabileceği gibi, klinik tabloyu sifinkter işlev kaybının eşlik ettiği myelopati de oluşturabilir (71). Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)'nin yaygın kullanımı TDH teşhisinin sıklığını arttırmıştır. Hastalığın doğal seyri tam olarak bilinmemektedir ve cerrahi endikasyon ve hangi tip cerrahi yaklaşımın yapılacağı konuları tartışmalıdır. Günümüze kadar her birinin kendine göre avantajı ve dezavantajı olan birçok cerrahi yaklaşım tanımlanmışsa da

hangi yaklaşımın daha üstün olduğu konusunda bir fikir birliği yoktur (4, 9, 11, 13, 17, 20, 23, 25, 29, 34-36, 40, 41, 47, 50, 51, 54, 57, 59-61, 66, 67, 69, 74, 75). Bu yazıda, torakal disk hastalığına genel bir bakışın yanı sıra, cerrahi tedavide minimal invaziv bir yaklaşım olan lateral transtorasik transpleval cerrahi tekniğinin değerlendirilmesi ve diğer yaklaşımlarla kıyaslanması amaçlanmıştır.

### İNSİDANS

TDH nadir bir hastalıktır ve insidansı 1/1000000/yıl olarak bildirilmiştir (64). Buna karşın radikülopati ve/

veya myelopatinin eşlik ettiği TDH insidansı ve prevalansı bilinmemektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nde toplam nüfusta asemptomatik TDH görülme oranı % 15 ila % 37 arasındadır (13, 55). Bel ağrısı olan hastaların % 2'sinden TDH sorumludur (45). Kadın ve erkekte eşit oranda görülür ve genellikle 3., 4., ve 5. dekatta ortaya çıkar (1, 7, 23, 45). Tüm TDH'li hastaların yaklaşık % 0,15 ila % 1,8'i cerrahi olarak tedavi edilir (8, 78).

### ANATOMİ ve PATOFİZYOLOJİ

Hastaların çoğunda travmanın eşlik ettiği veya etmediği, sürekli devam eden bir dejeneratif süreç vardır. Bu gözlem aynı zamanda TDH'nin, dejeneratif değişikliklerin daha çok görüldüğü alt torakal seviyelerde daha sık gelişmesinin bir kanıtı olarak da değerlendirilebilir (12, 70, 76). Hastaların % 75'inde etkilenen seviye T8'in altındadır ve herniasyon en çok T 11-12 seviyesinde görülmektedir (6). Bu durum alt torakal seviyenin daha hareketli olması ve bu seviyede posterior longitudinal ligamanın göreceli olarak daha zayıf olmasına bağlanabilir.

Torakal omuriliğin anatomik yapısı ve anatomik komşulukları, basının özellikle anteriordan gelişmesi riskini arttırmaktadır. Torakal omurga kifotiktir ve torakal omurilik vertebra korpusunun posterioruna çok yakın şekilde seyredir. Ayrıca, dentat ligamanlar omuriliği gergin tutar ve bu durum anteriordan bir bası olduğunda omuriliğin hareket kabiliyetini sınırlar (37). Omuriliğin çapının kanal çapına oranı torakal seviyede servikal ve lomber seviyeye göre daha yüksektir. Dolayısıyla bu seviyede bir darlık olduğunda omurilik daha çok bası altında kalır (59). TDH, servikal ve lomber disk hernilerine kıyasla daha santral yerleşimlidir ve kalsifiye olma ihtimali daha fazladır (65). Ayrıca torakal omuriliğin kan dolaşımının sınırlı olmasından dolayı (watershed zone) iskemik hasar oluşma riski daha fazladır (26). Lokal vasküler dolaşım bozukluğu omurilik işlev kaybına ve buna bağlı klinik belirtilerin ortaya çıkmasına neden olur (7, 44, 45). Deneysel bir hayvan modelinde omurilik yaralanması sonrası normal kan dolaşımının sağlanması durumunda nörolojik kaybın düzelenbileceği, fakat normal kan dolaşımı sağlanamazsa nörolojik kaybın düzelmediği gösterilmiştir (27). Torakal omurga ve omuriliğin kendine has bu özelliklerini kavramak, TDH patofizyolojisini anlamada ve seçilecek tedavi yöntemini veya cerrahi yaklaşımı belirlemede çok önemlidir.

### DOĞAL SEYİR

Torakal disk hastalığının doğal seyri ile ilgili sınırlı bilgi vardır. Wood ve ark. insidental olarak tespit edilen toplam 48 TDH bulunan 20 hastanın, ortalama 26 aylık takip sonrasında hala asemptomatik olduğunu bildirmiştir (78). Ayrıca bu hastalarda herniasyonların 35'inde son takiplerde ölçülebilecek bir değişiklik olmadığını göstermişlerdir (78). Brown ve ark. torakal MRG'lerinde protrüzyon olan 55 semptomatik hastayı değerlendirmiş ve tutucu tedavi uygulanan 40 (%73) hastanın % 77'sinin hastalık öncesi aktivite düzeyine geri döndüğünü bildirmişlerdir (16). Buna karşın hem aksiyel ağrısı hem de radikülopatisi olan hastaların tutucu tedaviden fayda

gördüklerini bildiren çalışma sayısı çok sınırlıdır. Zira hastalığın doğal seyri semptomlara göre de değişiklik göstermektedir. Örneğin alt ekstremitte bulguları olan hastalarda şikayetler artma eğilimindedir (18, 72). Sadece radiküler bacak ağrısı olan bir hastanın klinik tablosuna zamanla motor ve duyu kayıpları, sfinkter bozuklukları ve diğer myelopati bulguları eklenebilmektedir (18, 72). Myelopati gelişimi genç hastalarda özellikle travmaya ikincil olarak akut şekilde ortaya çıkarken travma öyküsü olmayan ve dejeneratif disk hastalığı olan orta ve yaşlı hasta grubunda daha yavaştır (7). Myelopatisi olan hastalarda spontan düzelme beklenmez ve cerrahi dekompresyon önerilir (71).

### KLİNİK PREZENTASYON

Klinik bulgular herniasyonun şiddetine ve hangi seviyede olduğuna göre değişir. TDH'li hastalar çok çeşitli klinik bulgularla başvurabilir. En sık görülen başlangıç bulgusu genellikle yanıcı veya saplanıcı şekilde tarif edilen ve sürekli ya da aralıklı olarak ortaya çıkan sırt ağrısıdır (79, 80). Lezyonun yerine göre ağrı yan ağrısı, karın ağrısı veya kasık ağrısı şeklinde olabilir. Hastaların bu klinik çeşitlilikten dolayı yanlışlıkla kolelitiazis, nefrolitiazis veya gastrit tanısı alması nadir değildir (10, 28, 46, 58, 77, 80). Arc ve Dohrmann, 179 hastayı kapsayan klinik çalışmalarında % 57 hastanın ağrı, % 24'ünün duyu kaybı, %17'sinin motor güç kaybı ve %2'sinin de sfinkter kusuru ile başvurduklarını bildirmişlerdir (6). Hastaların genelde ilk klinik bulguları omurilik basısına bağlıdır. T11 ve L1 seviyeleri arasındaki disk hernilerinde prezentasyon kauda equina veya konus medullaris olan bası nedeniyle olabilir (71). Konus medullarisin üst seviyelerinde basısı olan hastalar genelde yürüme bozukluğu, alt ekstremitede güçsüzlük, spastisite ve/veya sfinkter kusuru (retansiyon, sık idrara çıkma, idrarını tam boşaltmama hissi veya inkontinans) gibi uzun yolak bulguları ile başvururlar. Torakal disk hastalarında üst ekstremitelerde motor ve duyu kaybı yoktur. Eğer üst ekstremitelerde nörolojik bulgu tespit edilirse hastalar mutlaka servikal bölge patolojileri, santral patolojiler veya sistemik nörolojik hastalıklar açısından incelenmelidir. Torakal disk hastalığında literatürde bugüne kadar bildirilmiş semptom ve bulgular Tablo 1'de özetlenmiştir.

### TANI

TDH'nden şüphelenilen hastalarda detaylı bir fizik/ nörolojik muayene ve nöroradyolojik inceleme yapılmalıdır. Myelopati olmayan hastalarda torakal patolojiyi atlamak ve mevcut bulguları beraberinde olan lomber bir dejeneratif tabloya başlamak olası bir hatadır. Hastaya ağrısının nerede olduğunu sormak ve yerini göstermesini istemek doğru tanı koymaya yardımcı olur. TDH olduğundan şüphelenilen hastada tanı koymak ve seviyeyi belirlemek için torakal MRG altın standarttır (3, 12). MRG ile ayırıcı tanıdaki enfeksiyöz, neoplastik ve konjenital hastalıklar dejeneratif süreçten kolaylıkla ayırt edilebilir (3, 12). Özellikle posterior longitudinal ligaman veya ligamentum flavum kalsifikasyonu varlığında bilgisayarlı tomografi-miyelografi'nin tanı sürecinde çok faydalı ek bilgiler verebileceği unutulmamalıdır (3, 5, 19).

**Tablo I:** Literatürde Bildirilmiş Torakal Disk Hastalığı Semptom ve Bulguları (75 No'lu kaynaktan uyarlanmıştır)

Ağrı	Myelopati	Diğer
Bant şeklinde saran göğüs ağrısı	<b>His Kusurları</b>	Sfinkter kusurları
Aksiyel torakal sırt ağrısı	Cilt Hassasiyetinde ↑ veya ↓	Mesane / Bağırsak hastalıkları semptomları
Aksiyel bel ağrısı	Hipoestezi	Psikiyatrik hastalık semptomları
Periodik lumbago	Parestezi	Demyelinizan hastalık semptomları
'Doğum sancısı' benzeri ağrı	Anestezi	Over hastalıkları semptomları
Radikülopati	Tam his kaybı	Kardiyak Hastalık semptomları
öksürme ile artan ağrı	Genital bölgede anestezi	Şiddetli baş ağrısı
Nokta Hassasiyeti	Disestezi	Spontan İntrakranial hipotansiyon semptomları
Karın ağrısı	<b>Motor Güç Kusurları</b>	Skolioz / kifoz semptomları
Interkostal Nevralji	Karın refleksi kaybı	Travma sonrası semptom başlangıcı
Anjina Pektoris	Refleks anormallikleri	Paraspinal kas rijiditesi
Kasık Ağrısı	Hiperefleksi	Multiple skleroz semptomları
	Yaygın kuvvetsizlik	Spinal tumor semptomları
	mono/paraparezi	İktidarsızlık
	mono/parapleji	Cilt hastalığı bulguları
	Brown-Séguard sendromu	Safra Kesesi Hastalığı semptomları
	Akut başlangıçlı parapleji	Gastrit semptom ve bulguları
	İlerleyici parapleji	Nefrolithiasis semptom ve bulguları
	Spastik / ataksik yürüyüş	

### TEDAVİ

Tedavi kararı sürecinde TDH hastaları radiküler bulgular ve/veya ağrının eşlik ettiği veya etmediği myelopatili hastalar, alt ekstremitelerinde güç kaybı olan hastalar ve ağrı ve radikülopatinin olduğu myelopatinin olmadığı hastalar olmak üzere üç gruba ayrılabilir. Birinci ve ikinci hasta grubunda cerrahi tedavi seçeneği tutucu tedaviye göre daha ön plandadır. Üçüncü grup genelde tutucu tedaviden fayda görür ve ancak bu tedaviye rağmen düzelmeyen ve/veya bulguları ilerleyen hastalara cerrahi tedavi önerilir. Tutucu tedavi seçenekleri arasında istirahat ek olarak nonsteroidal antiinflatuvar ilaçlar, narkotik ilaçlar, trisiklikler gibi üçüncü jenerasyon ağrı kesici ilaçlar ve serotonin geri alım inhibitörleri gibi antidepresan ilaçların tek başına veya birlikte kullanımı, fizik tedavi ve interkostal sinir bloğu sayılabilir.

TDH'nin cerrahi tedavisinde literatürde birçok yaklaşım tarif edilmiştir (4, 9, 11, 13, 17, 20, 23, 25, 29, 34-36, 40, 41, 47, 50, 51, 54, 57, 59-61, 66, 67, 69, 74, 75). Her yöntemin kendine göre avantajı ve dezavantajı vardır ve altın standart bir yaklaşım yoktur. Cerrahi yaklaşımlar; posterior, posterolateral, anterior ve lateral olarak sınıflandırılabilir.

### POSTERİOR YAKLAŞIM

#### Laminektomi

Sadece laminektomi veya laminektomi sonrası diskektomi TDH cerrahisinde uygulanan en eski tekniktir (29, 44, 45, 72).

Özellikle duraya yapışık santral disk hernilerinde omurilik veya sinir kökü hasarı yapmadan diskektomi yapmak bu yaklaşımla çok zordur. Yüksek morbidite ile birlikte olmasının yanı sıra posterior elemanların hasarı sonrası geç dönemde torakal kifoza gelişebilir (29, 45, 61, 72). Perot ve Munro sadece posterior yaklaşımla tedavi edilen 91 hastayı değerlendirdikleri çalışmalarında hastaların sadece 35'inde (% 38) semptomlarda düzelmeye bildirirken, 40 (% 43) hastada semptomlarda herhangi bir gelişme olmadığını ve daha da önemlisi 16 hastanın (% 19) operasyon sonrası paraplejik olduğunu bildirmişlerdir (61). Paraplejik olan 16 hastanın 15'inde TDH santral yerleşimlidir. Bu ve benzeri çalışmaların katastrofik sonuçları TDH cerrahisinde posterior yaklaşımın güvenli bir yöntem olmadığını ve artık ancak tarihsel bir önemi olduğunu göstermiştir (29, 45, 61, 72).

### POSTEROLATERAL YAKLAŞIM

#### Transpediküler Yaklaşım

Transpediküler yaklaşım ilk defa Patterson ve Arbit tarafından tarif edilmiştir (59). Bu yaklaşımın en büyük avantajı yumuşak doku diseksiyonunun az olmasıdır. Bu nedenle, ameliyat süresi kısadır, kan kaybı azdır, hastanede kalma süresi kısadır ve rehabilitasyon süresi uzun değildir. Posterolateral yaklaşımla herniye olan disk posterior yaklaşıma göre daha iyi görünür ve dolayısıyla diskektomi yapmak göreceli olarak kolaylaşır. Ama yine de bu yaklaşımla sınırlı bir görüş açısı mevcuttur ve özellikle kalsifiye disk ve osteofitlerin çıkarılması zordur (43).

Transpediküler yaklaşımda faset ve pedikülün subtotal olarak çıkarılması gerekir. Bu durumda da iatrojenik olarak instabilite oluşturma ihtimali vardır. Pedikül ve fasetin totale yakın çıkarılması gerektiği durumlarda ileri dönemde kifoz veya listezis oluşmasını engellemek için stabilizasyon ve posterior füzyon yapma ihtiyacı olabilir. Stillerman ve ark. 1995 yılında transfaset pedikül koruyucu yaklaşım tarif etmişlerdir (69). Fakat bu yaklaşımla da özellikle santral yerleşimli disklere yönelik yeterli görüş açısı elde edilememektedir. Literatürde minimal invazif transpediküler yaklaşımla ilgili çalışmalar da mevcuttur (11, 20). Bisky ve ark. minimal invaziv posterolateral transpediküler yaklaşımla tedavi ettikleri 20 hastanın 17'sinin (% 75) son kontrollerde işlemden iyi ya da çok iyi oranda fayda gördüğünü bildirmişlerdir (11). Başka bir çalışmada Chi ve ark. küçük açılışlı (mini-open) transpediküler yaklaşımla tedavi ettikleri 7 hastanın % 71,4'ünde iyi veya çok iyi sonuç bildirirken her iki çalışmada da posterolateral yaklaşım özellikle santral yerleşimli kalsifiye disk hernilerinde yeterli görüş alanı sağlayamamıştır (11, 20).

#### *Kostotransversektomi*

Kostotransversektomi TDH cerrahisinde dekompresif laminektominin terk edilmesiyle uygulanmaya başlanan bir tekniktir (34). Bu yaklaşımın da handikapları transpediküler yaklaşıma benzer şekilde, kontralateral diske ulaşmak için omuriliğin aşırı retraksiyonunun gerekmesi, osteotomiler için sınırlı bir pencere alanının olması ve daha geniş dekompresyonun gerektiği büyük kalsifiye disk olgularında sinir kokünü feda etme ihtimalidir (2,13,20,34,41). Klasik kostotransversektomiler cerrahi girişime bağlı olan yüksek morbidite oranları ile beraberdir (33,63). Hott JS ve ark. kostotransversektomi serilerinde komplikasyon oranını %66.7 olarak bildirirken (33) benzer bir seride komplikasyon oranı % 73.3 ve ikinci kez cerrahi gereken hasta oranı % 13 olarak bildirilmiştir (63). Minimal invazif küçük açılışlı kostotransversektomi yaklaşımında ise klasik kostotransversektomiye göre komplikasyon oranları daha düşük (% 14.2), hasta sonuçları ise daha iyi olarak bildirilmiştir (66).

#### *Transforaminal / Transfaset Yaklaşım*

TDH cerrahisinde transforaminal / transfaset yaklaşım ve lomber interbody füzyon için transforaminal yaklaşım 1990'ların ortası ve sonuna doğru hemen hemen aynı zamanda uygulanmaya bağlanmıştır (15, 47, 68). Torakal disk hernileri için yapılan klasik transforaminal ve transfaset yaklaşımlarda komplikasyon oranı % 33 gibi yüksek bir düzeyde rapor edilirken (15), kan kaybı 588 ml ile 870 ml arası ve ortalama hastanede kalış süreside 10,8 gün olarak bildirilmiştir (15, 43, 47). Bu yaklaşımın morbidite oranlarını azaltmak için daha az invaziv olan modifikasyonları uygulanmıştır (60, 68). Küçük açılışlı transforaminal cerrahi tekniği ile %71.4, transfaset yaklaşımla %67 oranında iyi veya mükemmel sonuçlar bildirilse de bu minimal invazif çalışmalar toplam 13 hastayı içeren öncü çalışmalardır (60, 68).

#### **LATERAL EKSTRAKAVİTER YAKLAŞIM**

Lateral ekstrakaviter yaklaşım daha önceleri Pott hastalığının tedavisinde kullanılan bir cerrahi teknikten (52) türetilmiş

ve Larson ve ark. tarafından popülerize edilmiştir (42). 1991 yılında Fessler ve ark. C7'nin inferioruna ulaşımı sağlayacak lateral ekstrakaviter yaklaşımın daha genişletilmiş bir modifikasyonunu yayınladılar (30). Bu tekniğin adı, lateral paraskapular ekstrapleval yaklaşımdı ve daha çok C7 ile T6'nin anterioruna yerleşmiş lezyonlarda kullanılması uygundu. Lateral ekstrakaviter yaklaşım torakolomber omurganın her seviyesine ulaşım sağlar ve aynı insizyondan anterior ve posterior olarak kombine cerrahi yapılabilir. Aynı anda anterior, lateral ve posterior elemanlara ulaşım imkânı verir. Ayrıca C7 ile L5 arasında aynı anda birden fazla omura ulaşmayı sağlar. Tekniğin dezavantajı ise, santral disklere ve intradural lezyonlara net ulaşım sağlayamamasıdır.

Bu teknik için en ideal hasta posterolateral diski olan ve torakotomiye iyi tolere edemeyecek hastalardır. Genel olarak omuriliğe anteriordan bası yaparak myelopatiye neden olan hastalıkların cerrahi tedavisinde veya anterior spinal instabilite varlığında yine bu yaklaşım kullanılabilir. Yaklaşımda hasta prone ya da lateral dekübit pozisyonuna alınır. Cerrahi teknikte, herniye olan disk tarafındaki posterior kosta çıkarılır ve plevra anterolaterale doğru itilir. Akabinde transvers çıkıntı çıkarılır. Intervertebral foramen, ilgili pedikül çıkarılarak genişletilebilir ve böylelikle diskin posterolateralinden omuriliği manipüle etmeden kolayca diskektomi yapılabilir. Bu cerrahi teknikte opere edilen hastaların %71 ile %91 oranında cerrahiden fayda gördüğü, hastaların %45-47 oranında radiküler bulgularının geçtiğini bildiren yayınlar mevcuttur (5, 49).

#### **ANTERİOR (ANTEROLATERAL) TRANSTORASİK TRANSPLEVRAL YAKLAŞIM**

Lateral ekstrakaviter ve transpediküler yaklaşımlar parasantral lezyonlar için yeterli bakış açısı sağlayabilmelerine rağmen, bu yaklaşımlar halen omuriliğin anteriorundaki lezyonlarda anterior yaklaşıma göre yetersiz kalmaktadır. Bunun yaklaşımların diğer bir dezavantajı da disk parçasının intradural uzanımı veya disk ve dura arasında belirgin yapışıklık olduğu durumlarda sıklıkla yetersiz kalmalarıdır.

Torakotomi ile anterior-anterolateral yaklaşım 1969'da Perot ve Munro (61), ve tekrar 1988'de Bohlman ve Zdeblick tarafından tanımlanmıştır (13). Bu teknik ile T4 seviyesi altındaki tüm herniasyonlara ulaşma imkanı mevcuttur. Tüm TDH tiplerinde (santral, parasantral ve lateral) direkt bakış açısı sağlar (13). Özellikle kalsifiye santral herniasyonların dekompresyonunda yararlı olmakla birlikte, hem yumuşak hem de sert disklere ve ayrıca komşu mesafelerdeki çoklu disk herniasyonlarına da kolay ulaşmayı sağlar. Son olarak da, diskektomi sonrası interbody füzyon uygulamaları için mükemmel bir görüş alanına izin verir (14, 17, 61).

Torakotominin belirgin perioperatif zorluk ve pulmoner komplikasyonlara yol açtığı bilinmektedir. Teknik, genellikle bir kotun rezeke edilmesi, aynı taraf akciğerin söndürülmesi ve göğüs tüpü takılması aşamalarını içermektedir. Bu işlemlerin her biri ameliyat sonrası ateletaksi, plevral effüzyon ve pnömoni gibi pulmoner komplikasyon riskini arttırmaktadır. Diafram serbestleştirildi ise, diafragma hernisi meydana gele-

bilir. Büyük arteriel ve venöz yapılar zarar görebilir. Hastalarda kalıcı ağrılar gelişebilir. Sol taraflı yaklaşımlarda Adamkiewicz arterinin yaralanması ve buna bağlı omurilik enfarktı gelişmesi riski mevcuttur. Bazı yazarlar bu ana segmental damarın gösterilmesi için anjiyografi kullanılmasını ve yaklaşımın buna göre modifiye edilmesini önerse de literatürde Adamkiewicz arteri bağlansa bile nöral foramen çevresinde, omuriliğe yeterli kan akımını sağlayabilecek, bol miktarda kollateral dolaşımın mevcut olduğunu bildiren yayınlar da bulunmaktadır (21, 22, 24, 26). Ek olarak dekompresyonun miktarına göre, instabilite veya deformitenin önüne geçilmesi için, anterior füzyon yapılması gerekebilir. Bunun yanında Mulier ve Debois in bir çalışması, lateral ve posterolateral yaklaşımlar ile kıyaslandığında anterior yaklaşımın, yüksek pulmoner komplikasyon oranlarına rağmen, nörolojik iyileşme sürecinde üstün olduğunu göstermektedir (53). Otani ve ark. pulmoner komplikasyonları azaltmak amacıyla transtorasik ekstraplevral yaklaşımı tanımlamışlardır (56). Yaptıkları 23 vakalılık çalışmanın sonuçları, pulmoner komplikasyon gelişmemiş olan diğer transtorasik dekompresyon yapılan seriler ile benzer bulunmuştur (56).

#### ANTERİOR VİDEO-YARDIMLI TORAKOSKOPİK CERRAHİ

Son on yılda torakoskopik spinal cerrahinin sıklığı artmış ve torasik diskektomi bu prosedürün yaygın bir endikasyonu haline gelmiştir (4, 32, 48, 50, 62). Regan ve ark. video-yardımlı torakoskopik cerrahi (VATS) ile torasik diskektomi yaptıkları 29 hastayı bildirmişler; bunlardan % 76'sında tatmin edici sonuçlar almışlardır (62). VATS'ın avantajları, cerrahi diseksiyonun minimal olması, ameliyat morbiditesini azaltması, kosta rezeksiyonu veya ekartasyonunu gerektirmemesi, cerrahi ekip ve yardımcı ekip için daha iyi görüntü sağlaması, hastaların ventilatörden erken ayrılmasını sağlaması, ameliyat sonrası ağrıyı azaltması, hastane yatış sürelerinin ve rehabilitasyon süresinin kısa olması olarak sayılabilir (4, 32, 48, 50, 62). Buna ek olarak, işlemin kot ekartasyonu gerektirmemesi interkostal nevralsi insidansını da azalmaktadır. Torakoskopinin en büyük dezavantajı tekniğin kendisidir. Bu işlem endoskopik olarak yapılmaktadır ki, işlemin başarısı portların doğru bir şekilde yerleştirilmesine bağlıdır. Ortalama bir omurga cerrahinin bu işlemi etkili şekilde yapabilmesi için ek bir eğitimden geçmesi gerekmekte ve öğrenme eğrisinde öncelikle uzun ameliyat sürelerine ve bazı durumlarda da açık torakotomiye dönmeye ihtiyacı bulunmaktadır (39). Ek olarak, işlem sırasında aynı taraftaki akciğer söndürülmektedir ki bu durum plevral efüzyon, atelektazi, pnömoni ve pnömotoraks gibi pulmoner komplikasyonların gelişme riskini arttırmaktadır. Anand ve Regan 100 hastalık serilerinde % 15'i pulmoner komplikasyon olmak üzere genel komplikasyon oranını % 21 olarak rapor etmişlerdir (4). McAfee ve ark. VATS uygulanan 78 hasta (41'i torasik disk hernisi için) arasında en sık görülen komplikasyonun interkostal nevralsi (% 8) ve taburculuğu geciktirecek şekilde atelektazi (% 6) olduğunu rapor etmişlerdir (50). VATS'ın avantajları olmasına rağmen, literatürde miyelopati olan torakal disk hernisi hastalarında torakotomi ile VATS'ı karşılaştıracak bir çalışma bulunmamaktadır.

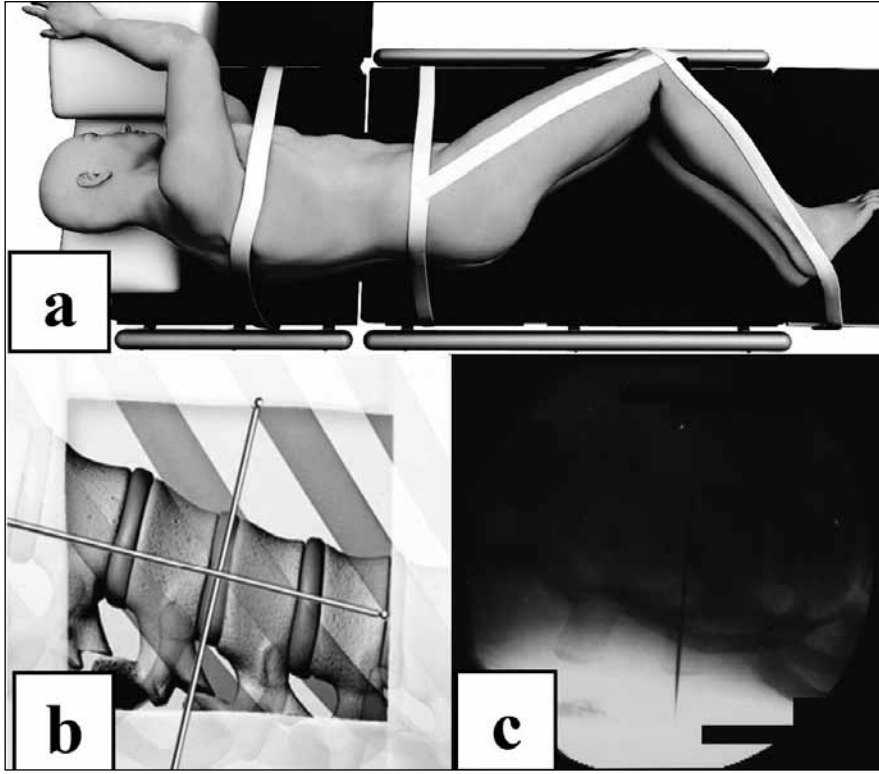
#### MİNİMAL İNVAZİF LATERAL TRANSTORASİK YAKLAŞIM

Bu yazıda sunulan minimal invazif lateral transtorasik yaklaşım ilk olarak "extreme lateral interbody fusion (XLIF)" adıyla lomber omurga cerrahisinde tarif edilmiştir (57). Bu tekniğin TDH cerrahisinde kullanımı yenidir ve yakın zamanlı çalışmalarda sonuçları yayınlanmaya başlanmıştır (23, 67, 74, 75). Lomber XLIF yönteminde olduğu gibi, bu yöntemin de amacı cerrahi tekniğe bağlı morbiditelerden kaçınılarak beklenen cerrahiye gerçekleştirmektir. Yaklaşım, lateral modifiye küçük bir torakotomi penceresinden standart anterior torakal diskektomi ve enstrümantasyon ile füzyon yapmayı minimal invazif olarak mümkün kılmaktadır. Bu yaklaşım seçilmiş vakalarda retroplevral olarak da uygulanabilmektedir (73).

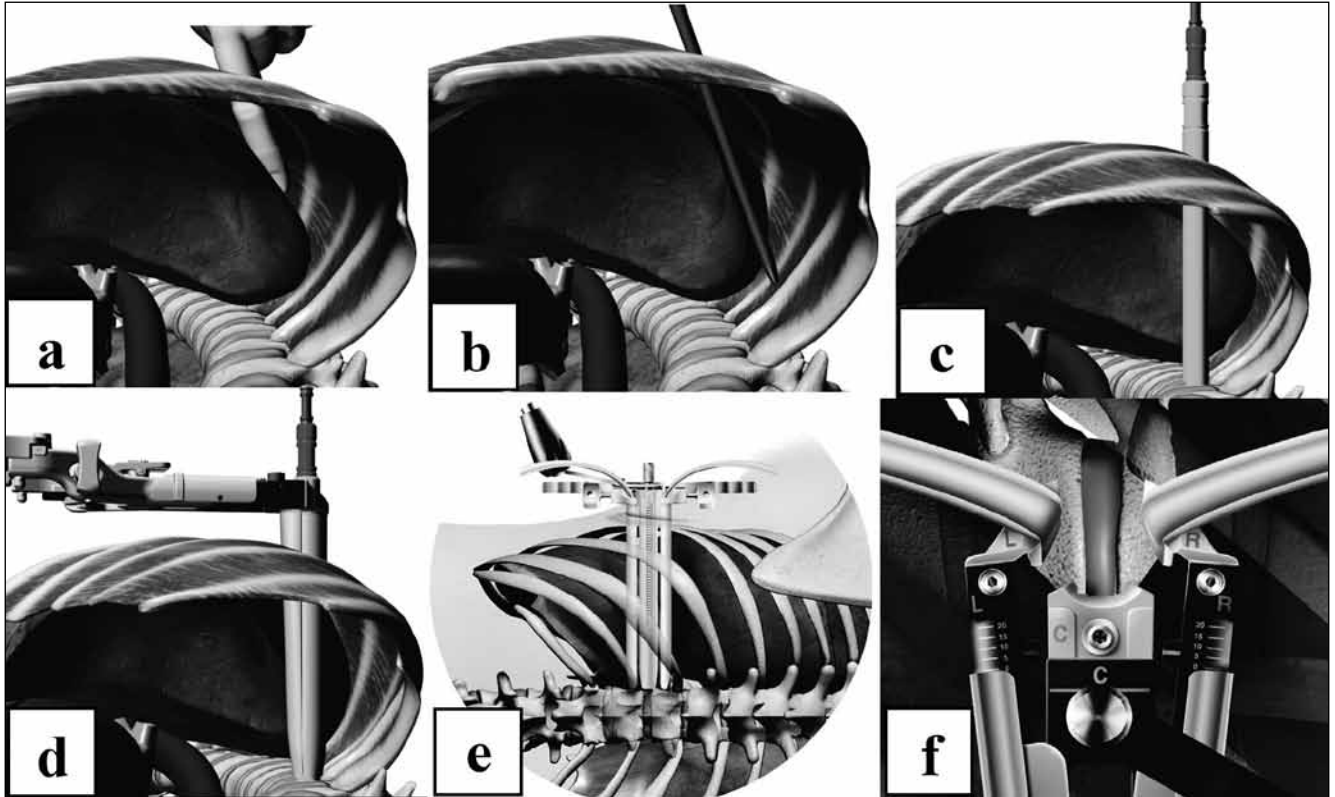
#### CERRAHİ TEKNİK

İşlem endotrakeal genel anestezi altında gerçekleştirilir. İşlem sırasında toraks boşluğunun çok küçük bir alanına ihtiyaç duyulması sebebiyle çift lümenli tüp yerine standart tek lümenli endotrakeal tüp kullanılmaktadır. Somatosensoryal uyarılmış potansiyeller (SSEP), motor uyarılmış potansiyeller (MEP) ve alt torakal segmentlerde (T8 - T12) elektromyografi (EMG) içeren nöromonitörizasyon tüm hastalarda standart olarak uygulanmalıdır. Ameliyat masası olarak, terse kırılabilir standart masa kullanılır. Hastaya, etkilenen mesafenin masanın kırılma bölgesine denk gelecek şekilde lateral dekübitus pozisyonu verilir. Tüm basınç noktaları dikkatli şekilde desteklendikten sonra, hasta 10 cm genişliğindeki bantlar ile masaya sabitlenir ve etkilenen mesafenin açılması için masaya fleksiyon verilir (Şekil 1A).

Cerrahi saha gerektiğinde standart torakotomiye dönülebilecek şekilde hazırlanır. Floroskopi kullanılarak disk mesafesinin posterior ve orta 1/3'ü arasındaki birleşme yeri cilt üzerinden işaretlenir (Şekil 1B, C). Cerrahiye, konulan işareti ortalayacak şekilde 4 - 5 cm'lik bir insizyon ile başlanır. Elektrokoter yardımıyla ciltaltı ve interkostal kaslar açıldıktan sonra interkostal nörovasküler yapılar zarar vermemek için toraks boşluğuna disk mesafesinin üzerini örten kostanın üst kenarından girilmelidir. C-kollu skopi kullanılarak doğru mesafede olduğu doğrulandıktan sonra etkilenen disk aralığına dilatörler yerleştirilir (Şekil 2A-C). Ardından minimal invazif lateral ve posterior lomber yaklaşımlar için özel olarak tasarlanmış olan ekartör (MaXcess® Access, NuVasive®, Inc., San Diego, CA) toraks boşluğuna yerleştirilir (Şekil 2D). Bu ekartörün ikisi yanlarda ve biri merkezde olacak şekilde üç parçası bulunmaktadır. Ortadaki parça disk mesafesinin arka 1/3'üne sabitlendikten sonra yanlardaki parçalar ameliyat sahasını daha iyi göstermek için distrakte edilir (Şekil 2E, F). Lomber yaklaşımdan farklı olarak anterior torakal diskektomide, daha iyi görüş alanı sağlanması için ekartör ters olarak yerleştirilir. Ekartörün proksimal bıçağı ile akciğer arasına ıslak kompresler yerleştirilir. Ardından parietal plevraya uzunlamasına bir insizyon yapılır. Plevranın künt diseksiyonu sonrasında, disk mesafesi üzeri ve altındaki segmental damarlar belirlenir ve kliplenir. Diskin posterolateral köşesinin üzerini örten kosta başı belirlenir ve osteotom ile kesilerek diskin posterolateral köşesi ve vertebra korpusu ortaya konulur (Şekil 3A, B). Ante-



**Şekil 1:** (A) Hastaya etkilenen mesafe masanın kırılma bölgesine denk gelecek şekilde lateral dekübitus pozisyonu verilir. Mesafenin açılması için masaya fleksiyon verilir. Floroskopi kullanılarak disk mesafesinin posterior ve orta 1/3'ü arasındaki birleşme yeri cilt üzerinden işaretlenir (B-C).

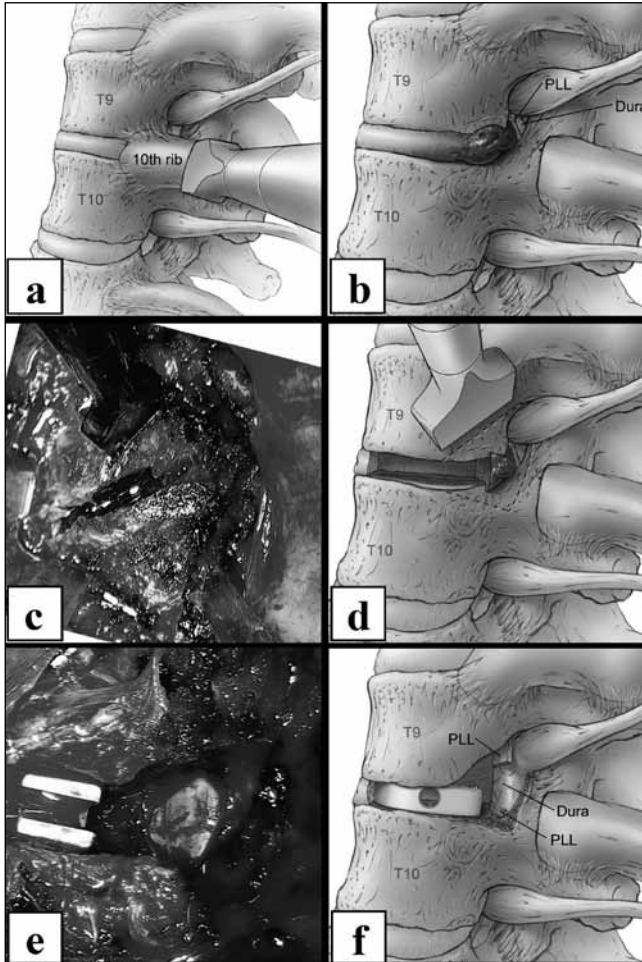


**Şekil 2:** (A) Elektrokoter yardımıyla ciltaltı ve interkostal kaslar açıldıktan sonra interkostal nörovasküler yapılara zarar vermemek için toraks boşluğuna disk mesafesinin üzerini örten kostanın üst kenarından girilmelidir. (B-C) C-kollu skopi kullanılarak doğru mesafede olduğu doğrulandıktan sonra etkilenen disk aralığına dilatatörler yerleştirilir. (D) Ardından minimal invazif lateral ve posterior lomber yaklaşımlar için özel olarak tasarlanmış olan ekartör toraks boşluğuna yerleştirilir. (E-F) Ekartörün orta bıçağı disk mesafesinin arka 1/3'üne sabitlendikten sonra yanlardaki parçalar ameliyat sahasını daha iyi göstermek için distrakte edilir.

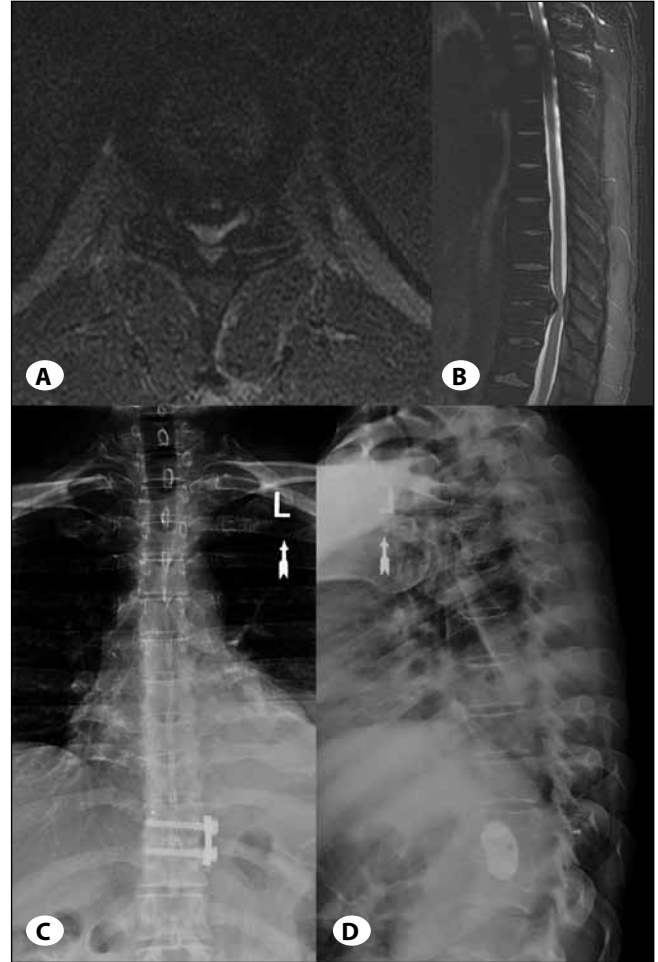
rior ve posterior anulus özellikle sağlam bırakılacak şekilde diskektomi yapılır. Daha sonra üstteki vertebranın postero-inferior köşesi ve alttaki vertebranın posterosüperior köşesi düz bir osteotomla çıkarılarak dekompresyon alanı genişletilir (Şekil 3C, D). Akabinde Penfield disektör yardımı ile, posterior longitudinal ligaman ve posterior annulusun posterior sınırı duradan ayrılır ve hipofiz rongeurları ve küretleri kullanılarak posterior longitudinal ligaman çıkarılır. Dekompresyona karşı pedikül görününceye kadar devam edilir. Sonrasında, disk aralığına koyulacak kafes'in içine cerrahi sırasında çıkarılan kemik parçaları doldurulur ve mesafeye yerleştirilir (Şekil 3E, F). Cerrahi yapılan seviyedeki vertebralar vida-rod veya plak kullanılarak skopi altında anteriordan sabitleme yapılır. Akabinde standart büyük toraks tüpü (20-28F) yerine küçük "pigtail" kateter (10-14F) yerleştirilir ve kesi yeri standart

tarzda kapatılır. Kateter ameliyat sonrası gelen sıvı miktarına göre 1. veya 2. gün çıkartılır. Tüm hastalara ameliyat sonrası 6 hafta süre ile torakolomber korse kullanmaları önerilir. Örnek olgular Şekil 4A-D ve 5A-F'te sunulmuştur.

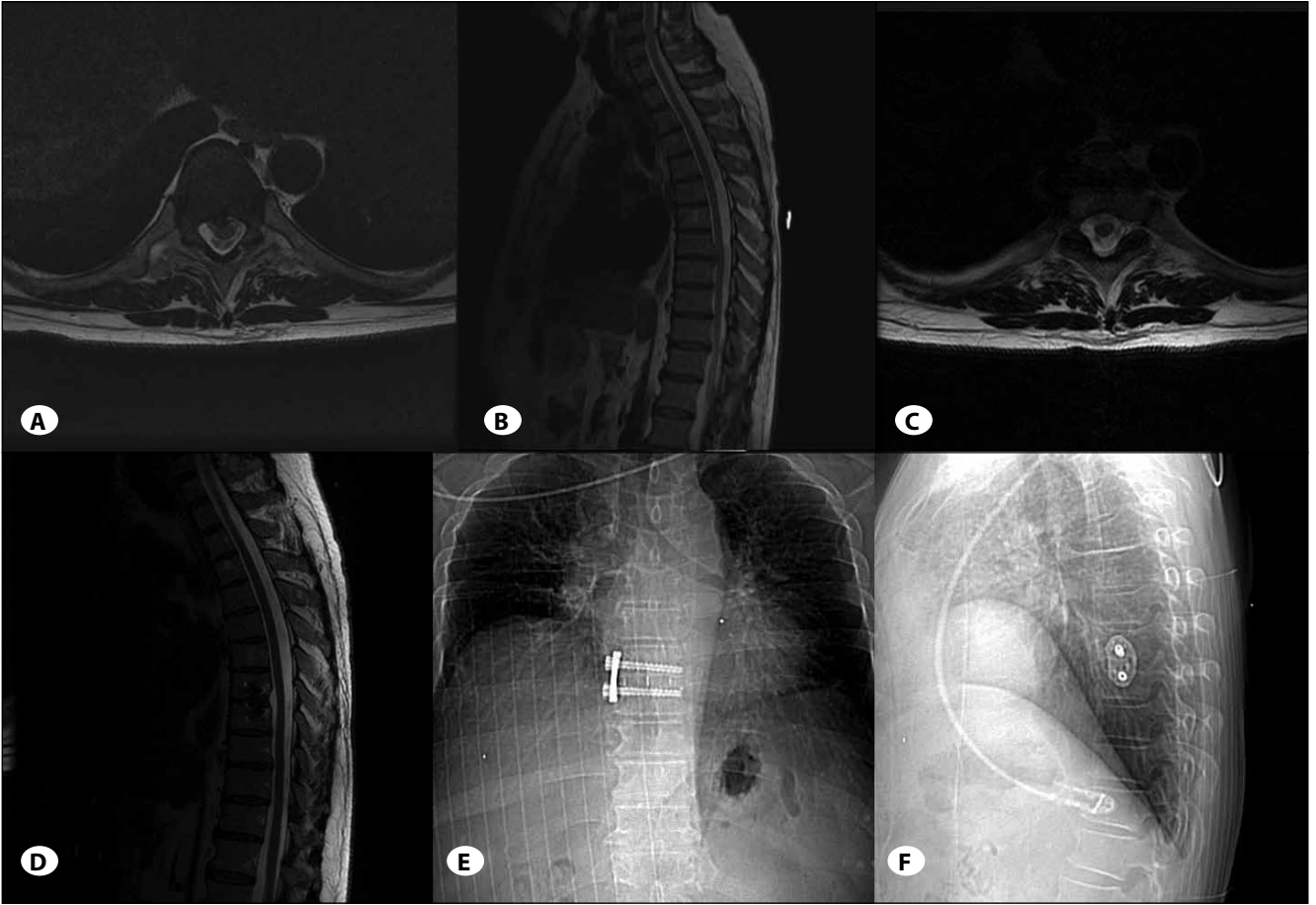
Bu yaklaşımın torakal bölgedeki avantajları kot rezeksiyonuna ihtiyaç olmaması, işlemin direkt olarak üç boyutta görülerek yapılması ve ameliyat sırasındaki morbiditenin az olmasını içermektedir. Direkt görüntü ile yapılması ve konvansiyonel cerrahi teknik kullanılıyor olması, daha önce tartışılan minimal invaziv yöntemler ile karşılaştırıldığında öğrenme eğrisinin çok daha az olmasını sağlamaktadır. Ayrıca kullanılan özel ekartör aynı taraf akciğerin söndürülmesi ihtiyacını ortadan kaldırarak, teorik olarak ameliyat sonrası gelişecek atelettazi ve diğer pulmoner komplikasyonları azaltmaktadır. Buna



**Şekil 3:** (A) Diskin posterolateral köşesinin üzerini örten kosta başının osteotom ile kesilmesi (B) Diskin posterolateral köşesi ve vertebra korpusunun ortaya konulmuş hali (C-D) Anterior ve posterior anulus özellikle sağlam bırakılacak şekilde diskektomi yapıldıktan sonra üstteki vertebranın posteroinferior köşesi ve alttaki vertebranın posterosüperior köşesi düz bir osteotomla çıkarılarak dekompresyon alanı genişletilir. (E-F) Disk aralığına koyulacak kafes'in içine cerrahi sırasında çıkarılan kemik parçaları doldurulur ve mesafeye yerleştirilir.



**Şekil 4:** Sol bacağı ve kasiğa yayılan bel ve sırt ağrısı şikayetiyle başvuran ve sol bacakta hipoestezi ve kuvvet kaybı tespit edilen 47 yaşındaki erkek hasta. Aksial (A) ve sagittal (B) MRG kesitlerinde omuriliğe bası yapan T 10-11 santral torakal disk hernisi görülmekte. Retroplevral lateral yaklaşım ile torakal diskektomi, interbody kafes ve anterolateral plaklama sonrası postoperatif AP (C) ve lateral (D) direkt grafi görüntüleri. Tahmin edilen intraoperatif kan kaybı 300 cc, ameliyat zamanı 130 dk. ve hastanede yatış süresi 1 gündür (Postop 1.gün taburcu edilmiştir).



**Şekil 5:** Sol bacakta uyuşukluk ve sağ bacağa yayılan sırt ve bel ağrısı şikayeti ile başvuran 58 yaşında erkek hasta. Preop aksial (A) ve sagittal (B) MRG kesitlerinde T 7-8 düzeyinde omurilik basısı yapan kalsifiye torakal disk hernisi görülmekte. Transplevral lateral yaklaşım ile torakal diskektomi, interbody kafes ve anterolateral plaklama sonrası aksial (C) ve sagittal (D) MRG kesitleri ve AP (E) ve lateral (F) direkt grafi görüntülerinde dekomprese olmuş omurilik ve yerleştirilen kafes+plak görülmekte. Tahmin edilen intraoperatif kan kaybı 400 cc, ameliyat zamanı 162 dk. ve hastanede yatış süresi 4 gündür.

ek olarak, bu yöntemde toraks boşluğuna alt kostanın üst kenarından girilmesi nörovasküler yapıların hasarlanmasını engellese de, literatürde interkostal nevralji gelişen hastalar rapor edilmiştir (23, 75). Gene de bu durum konvansiyonel ya da alternatif minimal invazif transtorasik cerrahi yöntemler ile karşılaştırıldığında çok nadir görülmektedir (33, 36, 40, 54, 63). Son olarak bu yöntem, konvansiyonel torakotomi ve torakoskopinin sıklıkla rutin bir bölümü olan, ameliyat sonrası göğüs tüpü takılmasını tam olarak engellemese de standart büyük toraks tüpü yerine küçük "pigtail" kateter kullanılmaktadır ve ameliyat sonrası genellikle ilk gün çıkartılmaktadır.

TDH'de minimal invazif lateral transtorasik yaklaşım literatürde ilk kez Deviren ve ark. tarafından 2011 yılında tarif edilmiştir (23). Deviren ve ark. bu yaklaşım ile tedavi edilen 12 vakalık tek mesafe TDH serisinde hastaların ortalama 28 aylık takibi sonrasında komplikasyonlar ile klinik ve radyolojik tedavi sonuçlarını yayınlamıştır (23). Ameliyat süresi ortalama 210 dakika ve tahmin edilen kanama hasta başına ortalama 440 mL olarak bildirilmiştir. Yalnızca bir hasta ameliyat sonrası

yoğun bakım ünitesine alınırken, diğer hastalar direkt olarak servise transfer edilmiştir. Hastanede yatış süresi ortalama 5 gün olarak hesaplanmıştır. Fakat, 3 vaka haricindeki tüm hastalar 5 günden daha kısa süre hastanede yatmışlardır. Bir hastada plevral efüzyon ve bir hasta da da interkostal nevralji olmak üzere iki komplikasyon bildirilmiştir. Ameliyat öncesi tüm hastalar için yapılan bazal ağrı değerlendirmesinin son muayenedeki VAS skorunun 9'dan 3'e gerilediği, % 67 iyileştiği izlenmiştir. Yaşam kalitesinin değerlendirilmesi amacıyla SF-36 kullanılmış ve ameliyat öncesi ile son muayene karşılaştırıldığında, aynı süre içerisinde, fiziksel skorun (PCS) 26.7'den 33.7'ye mental skorun da (MCS) 37.1'den 47.8'e çıktığı görülmüştür. İlerleyici myelopati bulguları olan (bacaklarda güçsüzlük, yürüyüş bozukluğu, sfinkter disfonksiyonu) sekiz hastanın hepsinde de ameliyat sonrası düzelleme saptanmıştır. Ameliyat sonrası memnuniyeti belirlemek için on hastada yapılan ankete göre hastaların % 80'inin işlem sonucundan memnun olduğu saptanmıştır (23).

TDH cerrahisinde lateral transtorasik yaklaşım hakkında yakın tarihli başka bilimsel çalışmalar da yayınlanmaya bağlanmıştır



(38, 73, 75). Karikari ve ark. torakal veya torakolomber seviyelere yerleşik, farklı patolojileri olan 22 hastayı XLIF yöntemi ile tedavi etmişlerdir (38). Bu hastalardan sadece 3'ü (% 14) herniasyon seviyeleri sırasıyla T6-7, T8-9 ve T9-10 düzeyinde olmak üzere TDH nedeniyle tedavi edilmiştir. Hastaların ortalama kan kaybı 67 mL, yoğun bakım ünitesinde yatış süresi 0.3 gün ve hastanede yatış süresi 3.7 gün olarak belirlenmiştir. Tedavi sonrası ortalama 17 ay boyunca izlenen hastalarda bu süre içerisinde herhangi bir perioperatif veya postoperatif komplikasyon gelişmemiş ve tüm hastalarda radyolojik olarak füzyon geliştiği gösterilmiştir (38). Bel ağrısı için ameliyat öncesi ortalama VAS skoru 8.3 iken, ameliyat sonrası en son kontrolde 4.5'e gerileyerek % 46 oranında iyileşme bildirilmiştir. Bu hastaların Oswestry Sakatlık İndeksi (ODI) değerleri de benzer şekilde ameliyat öncesi ortalama 54'ten ameliyat sonrası en son kontrolde 31.3'e gerileyerek % 42 oranında iyileşme gözlenmiştir. Tüm hastalar VAS veya ODI değerleri üzerinden tatminkar klinik sonuç (SCB) kriterlerini (31) karşılamışlardır (38).

Burada anlatılan yaklaşımın farklı bir uyarlaması, MaXcess ekartör sisteminin VATS sistemi ile birleştirilmesi yolu ile 2011'de Yanni ve ark. tarafından yayınlanmıştır. Yazarlar bu sistemle T3-4 ve T10-11 mesafelerinde disk hernileri olan 5 hastayı tedavi etmiştir (81). Bu modifiye yöntemin kullanılması ile ameliyatı aynı taraf akciğeri söndürmeden yapma avantajı kaybedildiği gibi, VATS tüplerinin yerleştirilmesi için cerrahiye fazladan en az iki insizyon eklenerek yaklaşımın morbiditesi artırılmıştır, Bu 5 hastanın 3'ünde ameliyat öncesi bulunan nörolojik kayıpların (ASIA C, D ve D) ameliyat sonrası bir yıl içerisinde 2 hastada iyileştiği gözlenmiştir (C'den D'ye ve D'den E'ye).

TDH cerrahisinde minimal invazif lateral transtorasik yaklaşımla ilgili son çalışma da Uribe ve ark.'nın yürüttüğü ve yazarlardan V.D.'nin de katıldığı 60 hastayı içeren çok merkezli bir çalışmadır (75). Bu çalışmada XLIF yapılan 60 TDH hastası, beş uluslararası merkezden birinde, ortalama 11 ay takip edilmiştir. Hastaların % 70'inde myelopati, % 52'sinde radikülopati, % 77'sinde aksiyel bel ağrısı ve % 27'sinde barsak ve/veya mesane disfonksiyonu saptanmıştır. 6 hasta (% 10) haricindekilerin tümüne diskektomi sonrası kafes ile füzyon uygulanmıştır. Hastaların %75'ine transplevral, % 25'ine ise retroplevral yöntem ile yaklaşılmıştır. Ortalama ameliyat süresi 182 dakika, kan kaybı 290 mL ve hastanede yatış süresi 5 gün olarak bulunmuştur. Bir hastada pnömoni, bir hastada retroplevral serbest hava nedeniyle göğüs tüpü takılması, bir hastada yeni gelişen alt ekstremitelerde kuvvet kaybı ve bir hastada da yara yeri enfeksiyonu olmak üzere toplamda 4 hastada (% 6.7) komplikasyon bildirilmiştir. 60 hastanın 3'ünde (% 5), biri yara yeri enfeksiyonu, biri semptomatik rezidü disk ve biri de posterior reeksplorasyon olmak üzere tekrar ameliyat gerekmiştir. Hastaların VAS skorları ameliyat öncesine göre % 60 oranında (7.8'den 3.1'e) iyileşmiş ve toplamda tedavi sonuçları % 80 hastada mükemmel veya iyi, % 15 hastada orta düzeyde veya değişmemiş olarak, % 5 hastada ise zayıf düzeyde bulunmuştur. Hastalarda myelopati

% 83, radikülopati % 87, bel ağrısı % 91, barsak ve/veya mesane disfonksiyonu ise % 88 oranında düzelme göstermiştir. Tüm bu sonuçlar değerlendirildiğinde TDH cerrahi tedavisinde geleneksel yaklaşımlar hatta diğer modern minimal invazif yöntemlere göre, tarif edilen bu yaklaşımın birçok açıdan üstünlüğü olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak TDH nadir görülen, genelde gecikmiş olarak tanı konulan, yanlış tedaviler uygulanabilen veya yanlış tanı almış hastaların olduğu çok çeşitli bulguları olan bir hastalıktır ve klinik olarak başa çıkılması zor bir durumdur. Cerrahi tedavi myelopati gibi nörolojik bulguların olduğu veya tutucu tedaviye yanıt alınamayan hastalarda gereklidir. Doğru hasta seçimi ile yapılan cerrahi tedavi, hastaların yaklaşık olarak % 80-90'ının ağrısının geçmesi ve nörolojik bulguların düzelmesi ile sonuçlanır. TDH cerrahisinde birden fazla yaklaşım yolu olmasına rağmen altın standart bir cerrahi teknik yoktur. Bir çok cerrah, anterior transtorasik transplevral yaklaşımın en iyi görüntüyü sağladığı ve en güvenilir yol olduğu şeklinde hemfikirlerdir. Bunun yanında VATS yöntemi de az morbidite oluşturur fakat öğrenme eğrisi daha uzun ve zordur. Bu yazıda tarif edilen minimal invazif lateral transtorasik yaklaşım öğrenmesi ve uygulaması daha kolay olan ve komplikasyonu diğer tekniklere göre daha az olan etkili bir yöntem gibi görünmektedir. Bununla birlikte daha uzun süreli hasta takiplerinin olduğu başka çalışmalara da ihtiyaç olduğuna düşünmekteyiz.

#### KAYNAKLAR

1. Abbott KH, Retter RH: Protrusions of thoracic intervertebral disks. *Neurology* 1:1-10, 1956
2. Albrand OW, Corkill G: Thoracic disc herniation. Treatment and prognosis. *Spine* 1:41-46, 1979
3. Alvarez O, Roque CT, Pampati M: Multilevel thoracic disc herniations: CT and MR studies. *J Comput Assist Tomogr* 4:649-652, 1988
4. Anand N, Regan JJ: Video-assisted thoracoscopic surgery for thoracic disc disease: Classification and outcome study of 100 consecutive cases with a 2-year minimum follow-up period. *Spine* 8:871-879, 2002
5. Arce CA, Dohrmann GJ: Herniated thoracic disks. *Neurol Clin* 2:383-392, 1985
6. Arce CA, Dohrmann GJ: Thoracic disc herniation. Improved diagnosis with computed tomographic scanning and a review of the literature. *Surg Neurol* 4:356-361, 1985
7. Arseni C, Nash F: Thoracic intervertebral disc protrusion: A clinical study. *J Neurosurg* 17:418-430, 1960
8. Awwad EE, Martin DS, Smith KR, Jr Baker BK: Asymptomatic versus symptomatic herniated thoracic discs: Their frequency and characteristics as detected by computed tomography after myelography. *Neurosurgery* 2:180-186, 1991
9. Bartels RH, Peul WC: Mini-thoracotomy or thoracoscopic treatment for medially located thoracic herniated disc?. *Spine (Phila Pa 1976)* 32:E581-E584, 2007
10. Benson MK, Byrnes DP: The clinical syndromes and surgical treatment of thoracic intervertebral disc prolapse. *J Bone Joint Surg Br* 4:471-477, 1975

11. Bilsky MH: Transpedicular approach for thoracic disc herniations. *Neurosurg Focus* 9(4):e3, 2000
12. Blumenkopf B: Thoracic intervertebral disc herniations: Diagnostic value of magnetic resonance imaging. *Neurosurgery* 1:36-40, 1988
13. Bohlman HH, Zdeblick TA: Anterior excision of herniated thoracic discs. *J Bone Joint Surg Am* 7:1038-1047, 1988
14. Boriani S, Biagini R, De IF, Rocella P, Veronesi V, Dalbuono S, Di Fiore M: Two-level thoracic disc herniation. *Spine* 21:2461-2466, 1994
15. Bransford R, Zhang F, Bellabarba C, Konodi M, Chapman JR: Early experience treating thoracic disc herniations using a modified transfacet pedicle-sparing decompression and fusion. *J Neurosurg Spine* 2:221-231, 2010
16. Brown CW, Deffer PA Jr, Akmakjian J, Donaldson DH, Brugman JL: The natural history of thoracic disc herniation. *Spine* 6 Suppl:S97-102, 1992
17. Burke TG, Caputy AJ: Treatment of thoracic disc herniation: Evolution toward the minimally invasive thoracoscopic technique. *Neurosurg Focus* 15(4):e9, 2000
18. Campbelle E, Kite WC Jr, Whitfield RD: The thoracic herniated intervertebral disc syndrome. *J Neurosurg* 1:61-67, 1957
19. Chambers AA: Thoracic disk herniation. *Semin Roentgenol* 2:111-117, 1988
20. Chi JH, Dhall SS, Kanter AS, Mummaneni PV: The Mini-Open transpedicular thoracic discectomy: Surgical technique and assessment. *Neurosurg Focus* 2:E5, 2008
21. Connolly E: Treatment of thoracic disc herniation with myelopathy: Thoracotomy vs. costotransversectomy vs. the lateral extracavitary approach. 246-250, 1996
22. Currier BL, Eismont FJ, Green BA: Transthoracic disc excision and fusion for herniated thoracic discs. *Spine* 3:323-328, 1994
23. Deviren V, Kuelling FA, Poulter G, Pekmezci M: Minimal invasive anterolateral transthoracic transpleural approach: A novel technique for thoracic disc herniation. A review of the literature, description of a new surgical technique and experience with first 12 consecutive patients. *J Spinal Disord Tech* 5:E40-E48, 2011
24. Di CG, Fried LC, Doppman JL: Experimental spinal cord angiography. *Br J Radiol* 50:19-30, 1970
25. Dinh DH, Tompkins J, Clark SB: Transcostovertebral approach for thoracic disc herniations. *J Neurosurg* 94 (1 Suppl):38-44, 2001
26. Dommissie GF: The blood supply of the spinal cord. A critical vascular zone in spinal surgery. *J Bone Joint Surg Br* 2: 225-235, 1974
27. Doppman JL, Girton M: Angiographic study of the effect of laminectomy in the presence of acute anterior epidural masses. *J Neurosurg* 2:195-202, 1976
28. Eleraky MA, Apostolides PJ, Dickman CA, Sonntag VK: Herniated thoracic discs mimic cardiac disease: Three case reports. *Acta Neurochir (Wien)* 7:643-646, 1998
29. Epstein JA: The syndrome of herniation of the lower thoracic intervertebral discs with nerve root and spinal cord compression. *J Neurosurg* 6:525-538, 1954
30. Fessler RG, Dietze DD Jr, Millan MM, Peace D: Lateral parascapular extrapleural approach to the upper thoracic spine. *J Neurosurg* 3:349-355, 1991
31. Glassman SD, Copay AG, Berven SH, Polly DW, Subach BR, Carreon LY: Defining substantial clinical benefit following lumbar spine arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am* 9:1839-1847, 2008
32. Horowitz MB, Moossy JJ, Julian T, Ferson PF, Huneke K: Thoracic discectomy using video assisted thoracoscopy. *Spine* 9:1082-1086, 1994
33. Hott JS, Feiz-Erfan I, Kenny K, Dickman CA: Surgical management of giant herniated thoracic discs: Analysis of 20 cases. *J Neurosurg Spine* 3:191-197, 2005
34. Hulme A: The surgical approach to thoracic intervertebral disc protrusions. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 23:133-137, 1960
35. Jho HD: Endoscopic transpedicular thoracic discectomy. *J Neurosurg* 91 (2 Suppl):151-156, 1999
36. Johnson JP, Filler AG, Mc Bride DQ: Endoscopic thoracic discectomy. *Neurosurg Focus* 9(4):e11, 2000
37. Kahn EA: The role of the dentate ligaments in spinal cord compression and the syndrome of lateral sclerosis. *J Neurosurg* 3:191-199, 1947
38. Karikari IO, Nimjee SM, Hardin CA, Hughes BD, Hodges TR, Mehta AI, Choi J, Brown CR, Isaacs RE: Extreme lateral interbody fusion approach for isolated thoracic and thoracolumbar spine diseases: Initial clinical experience and early outcomes. *J Spinal Disord Tech* 6:368-375, 2011
39. Khoo LT, Beisse R, Potulski M: Thoracoscopic-assisted treatment of thoracic and lumbar fractures: A series of 371 consecutive cases. *Neurosurgery* 5:S104-S117, 2002
40. Khoo LT, Smith ZA, Asgarzadie F, Barlas Y, Armin SS, Tashjian V, Zarate B: Minimally invasive extracavitary approach for thoracic discectomy and interbody fusion: 1-year clinical and radiographic outcomes in 13 patients compared with a cohort of traditional anterior transthoracic approaches. *J Neurosurg Spine* 2:250-260, 2011
41. Kim KD, Babbitt JD, Mimbs J: Imaging-guided costotransversectomy for thoracic disc herniation. *Neurosurg Focus* 9(4):e7, 2000
42. Larson SJ, Holst RA, Hemmy DC, Sances A Jr: Lateral extracavitary approach to traumatic lesions of the thoracic and lumbar spine. *J Neurosurg* 6:628-637, 1976
43. Le Roux PD, Haglund MM, Harris AB: Thoracic disc disease: Experience with the transpedicular approach in twenty consecutive patients. *Neurosurgery* 1:58-66, 1993
44. Logue V: Thoracic intervertebral disc prolapse with spinal cord compression. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 4:227-241, 1952
45. Love JG, Kieffer EJ: Root pain and paraplegia due to protrusions of thoracic intervertebral disks. *J Neurosurg* 1: 62-69, 1950
46. Lyu RK, Chang HS, Tang LM, Chen ST: Thoracic disc herniation mimicking acute lumbar disc disease. *Spine* 4:416-418, 1999
47. Machino M, Yukawa Y, Ito K, Nakashima H, Kato F: A new thoracic reconstruction technique "transforaminal thoracic interbody fusion": A preliminary report of clinical outcomes. *Spine* 19:E1000-E1005, 2010
48. Mack MJ, Regan JJ, McAfee PC, Picetti G, Ben-Yishay A, Acuff TE: Video-assisted thoracic surgery for the anterior approach to the thoracic spine. *Ann Thorac Surg* 5:1100-1106, 1995

49. Maiman DJ, Larson SJ, Luck E, El-Ghatit A: Lateral extracavitary approach to the spine for thoracic disc herniation: Report of 23 cases. *Neurosurgery* 2:178-182, 1984
50. McAfee PC, Regan JR, Zdeblick T, Zuckerman J, Picetti GD, III, Heim S, Geis WP, Fedder IL: The incidence of complications in endoscopic anterior thoracolumbar spinal reconstructive surgery. A prospective multicenter study comprising the first 100 consecutive cases. *Spine* 14:1624-1632, 1995
51. McCormick PC: Retropleural approach to the thoracic and thoracolumbar spine. *Neurosurgery* 5:908-914, 1995
52. Menard V: Causes de la paraplegia dans la maladie de Pott, son traitement chirurgical par l'ouverture directe du foyer tuberculeux des vertebrae. *Rev Orthop* 47-64, 1894
53. Mulier S, Debois V: Thoracic disc herniations: transthoracic, lateral, or posterolateral approach? A review. *Surg Neurol* 6:599-606, 1998
54. Oskouian RJ, Johnson JP: Endoscopic thoracic microdiscectomy. *J Neurosurg Spine* 6:459-464, 2005
55. Otani K, Nakai S, Fujimura Y, Manzoku S, Shibasaki K: Surgical treatment of thoracic disc herniation using the anterior approach. *J Bone Joint Surg Br* 3:340-343, 1982
56. Otani K, Yoshida M, Fujii E, Nakai S, Shibasaki K: Thoracic disc herniation. Surgical treatment in 23 patients. *Spine* 11: 1262-1267, 1988
57. Ozgur BM, Aryan HE, Pimenta L, Taylor WR: Extreme Lateral Interbody Fusion (XLIF): A novel surgical technique for anterior lumbar interbody fusion. *Spine J* 6:435-443, 2006
58. Ozturk C, Tezer M, Sirvanci M, Sarier M, Aydogan M, Hamzaoglu A: Far lateral thoracic disc herniation presenting with flank pain. *Spine J* 2:201-203, 2006
59. Patterson RH Jr, Arbit E: A surgical approach through the pedicle to protruded thoracic discs. *J Neurosurg* 5:768-772, 1978
60. Perez-Cruet MJ, Kim BS, Sandhu F, Samartzis D, Fessler RG: Thoracic microendoscopic discectomy. *J Neurosurg Spine* 1:58-63, 2004
61. Perot PL Jr, Munro DD: Transthoracic removal of midline thoracic disc protrusions causing spinal cord compression. *J Neurosurg* 4:452-458, 1969
62. Regan JJ, Ben-Yishay A, Mack MJ: Video-assisted thoracoscopic excision of herniated thoracic disc: Description of technique and preliminary experience in the first 29 cases. *J Spinal Disord* 3:183-191, 1998
63. Rosenthal D, Dickman CA: Thoracoscopic microsurgical excision of herniated thoracic discs. *J Neurosurg* 2:224-235, 1998
64. Russell T: Thoracic intervertebral disc protrusion: Experience of 67 cases and review of the literature. *Br J Neurosurg* 2:153-160, 1989
65. Severi P, Ruelle A, Andrioli G: Multiple calcified thoracic disc herniations. A case report. *Spine* 4:449-451, 1992
66. Singounas EG, Kyriades EM, Kellerman AJ, Garvan N: Thoracic disc herniation. Analysis of 14 cases and review of the literature. *Acta Neurochir (Wien)* 1:49-52, 1992
67. Smith WD, Dakwar E, Le TV, Christian G, Serrano S, Uribe JS: Minimally invasive surgery for traumatic spinal pathologies: A mini-open, lateral approach in the thoracic and lumbar spine. *Spine (Phila Pa 1976)* 35 (26 Suppl):S338-S346, 2010
68. Stillerman CB, Chen TC, Couldwell WT, Zhang W, Weiss MH: Experience in the surgical management of 82 symptomatic herniated thoracic discs and review of the literature. *J Neurosurg* 4:623-633, 1998
69. Stillerman CB, Chen TC, Day JD, Couldwell WT, Weiss MH: The transfacet pedicle-sparing approach for thoracic disc removal: Cadaveric morphometric analysis and preliminary clinical experience. *J Neurosurg* 6:971-976, 1995
70. Tahmouresie A: Herniated thoracic intervertebral disc--an unusual presentation: Case report. *Neurosurgery* 6:623-625, 1980
71. Tokuhashi Y, Matsuzaki H, Uematsu Y, Oda H: Symptoms of thoracolumbar junction disc herniation. *Spine* 26:512-518, 2001
72. Tovi D, Strang RR: Thoracic intervertebral disk protrusions. *Acta Chir Scand Suppl* 1-41, 1960
73. Uribe JS, Dakwar E, Cardona RF, Vale FL: Minimally invasive lateral retropleural thoracolumbar approach: Cadaveric feasibility study and report of four clinical cases. *Neurosurgery* 68:32-39, 2011
74. Uribe JS, Dakwar E, Le TV, Christian G, Serrano S, Smith WD: Minimally invasive surgery treatment for thoracic spine tumor removal: A mini-open, lateral approach. *Spine (Phila Pa 1976)* 35 (26 Suppl):S347-S354, 2010
75. Uribe JS, Smith WD, Pimenta L, Hartl R, Dakwar E, Modhia UM, Pollock GA, Nagineni V, Smith R, Christian G, Oliveira L, Marchi L, Deviren V: Minimally invasive lateral approach for symptomatic thoracic disc herniation: Initial multi-center clinical experience. *Journal of Neurosurgery Spine* 16(3): 264-279, 2012
76. Videman T, Battie MC, Gill K, Manninen H, Gibbons LE, Fisher LD: Magnetic resonance imaging findings and their relationships in the thoracic and lumbar spine. Insights into the etiopathogenesis of spinal degeneration. *Spine* 8: 928-935, 1995
77. Whitcomb DC, Martin SP, Schoen RE, Jho HD: Chronic abdominal pain caused by thoracic disc herniation. *Am J Gastroenterol* 5:835-837, 1995
78. Wood KB, Blair JM, Aepple DM, Schendel MJ, Garvey TA, Gundry CR, Heithoff KB: The natural history of asymptomatic thoracic disc herniations. *Spine* 5:525-529, 1997
79. Wood KB, Garvey TA, Gundry C, Heithoff KB: Magnetic resonance imaging of the thoracic spine. Evaluation of asymptomatic individuals. *J Bone Joint Surg Am* 11: 1631-1638, 1995
80. Xiong Y, Lachmann E, Marini S, Nagler W: Thoracic disk herniation presenting as abdominal and pelvic pain: A case report. *Arch Phys Med Rehabil* 8:1142-1144, 2001
81. Yanni DS, Connery C, Perin NI: Video-assisted thoracoscopic surgery combined with a tubular retractor system for minimally invasive thoracic discectomy. *Neurosurgery* 68(1 Suppl Operative):138-143, 2011