

T.C.
ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
BEYİN VE SİNİR CERRAHİSİ ANABİLİM DALI

**MİKROSKOBİK UNİLATERAL YAKLAŞIM İLE BİLATERAL
DEKOMPRESYONUN TOTAL LAMİNEKTOMİ VE FÜZYON
İLE KARŞILAŞTIRILMASI**

TIPTA UZMANLIK TEZİ

Dr. Serhat HIZAL

DANIŞMANLAR
DR. ÖĞR. ÜYESİ HASAN ALİ AYDIN
DOÇ. DR. EMRAH KESKİN

ZONGULDAK

2025

T.C.
ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
BEYİN VE SİNİR CERRAHİSİ ANABİLİM DALI

**MİKROSKOBİK UNİLATERAL YAKLAŞIM İLE BİLATERAL
DEKOMPRESYONUN TOTAL LAMİNEKTOMİ VE FÜZYON
İLE KARŞILAŞTIRILMASI**

TIPTA UZMANLIK TEZİ

Dr. Serhat HIZAL

DANIŞMANLAR
DR. ÖĞR. ÜYESİ HASAN ALİ AYDIN
DOÇ. DR. EMRAH KESKİN

ZONGULDAK

2025

ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim süresince deneyimleri ve bilgi birikimleriyle en iyi şekilde yetiştirmemiz için çabalayan değerli hocam Prof. Dr. Murat KALAYCI'ya

Eğitimim döneminde bilgi ve deneyimleri ile her aşamada bana yardımcı olan, desteğini her zaman hissettiğim, tezimi yazma sürecinde büyük emeği olan tez danışmanlarım Dr. Öğr. Üyesi Hasan Ali AYDIN 'a ve Doç.Dr. Emrah KESKİN'e

Bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, eğitimime büyük katkıları olan değerli hocalarım, Şanser GÜL ve İlker ALACA' ya,

Birlikte çalıştığım asistan arkadaşlarıma, bize her zaman destek olan başta sorumlu hemşiremiz Gülay BAKKALOĞLU olmak üzere servis hemşirelerimize, personellerimize, başta Merve TUNCA olmak üzere sekreterlerimize, ameliyathanede desteklerini esirgemeyen hemşire , personellerimize, çizdiği çizimler ile çalışmama yardımcı olan Alperen Aslan 'a ve birlikte çalışma fırsatı bulduğum tüm dostlarıma,

Hayatımın her aşamasında varlıklarıyla bana güç veren, destekleriyle bugünlere gelmemi sağlayan, her zaman yanımda olan kıymetli annem Nazife HIZAL, babam Cemal HIZAL ve kıymetli kardeşlerim Sinem HIZAL ERCAN, Dr. Burcu HIZAL ÇELİKAY'a

Varlığıyla hayatıma anlam katan, asistanlık sürecimde hep yanımda olan, hayatı paylaştığım, desteği, sevgisi ve sabrından ötürü sevgili eşim Dr. Sena KUYUMCU HIZAL'a

En içten sevgi, saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Zonguldak 2025

Dr. Serhat HIZAL

ÖZET

Serhat HIZAL, Mikroskopik Unilateral Yaklaşım ile Bilateral Dekompresyonun Total Laminektomi ve Füzyon ile Karşılaştırılması, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Tıp Fakültesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Uzmanlık Tezi, Zonguldak, 2025

Amaç: Bu çalışmada, lomber spinal stenozlu (LSS) hastalarda bilateral dekompresyon için mikroskopik unilateral laminotomi (ULYBD) ve posterior füzyonlu laminektomi sonuçlarının karşılaştırılması amaçlandı.

Yöntemler: 2015-2022 yılları arasında LSS tanısı konan 123 hastanın retrospektif analizi yapıldı. Hastalar iki gruba ayrıldı: Grup 1'e ULYBD ve Grup 2'ye füzyon ile konvansiyonel laminektomi uygulandı. Demografik veriler, cerrahi parametreler (süre, kan kaybı, transfüzyon ihtiyacı), hastanede kalış süresi ve Görsel Analog Skala (VAS) ve Odom's skorları dahil olmak üzere ameliyat sonrası sonuçlar değerlendirildi.

Bulgular: Grup 1'de Grup 2'ye kıyasla anlamlı olarak daha kısa cerrahi süre (134.86 ± 30.99 vs. 225.44 ± 70.22 dakika, $p < 0.01$) ve daha düşük kan kaybı (347.8 ± 141.1 vs. 496.5 ± 254.8 mL, $p < 0.01$) vardı. Hastanede kalış süresi ve diren kalma süresi de Grup 1'de anlamlı olarak azaldı ($p < 0.01$). Ameliyat sonrası VAS ve Odom' s skorları her iki grupta da anlamlı iyileşmeler göstermiştir ($p < 0.01$); ancak 12 aylık takipte bu sonuçlar açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p > 0.05$). Grup 1, Grup 2' ye kıyasla daha düşük transfüzyon oranları ve daha az komplikasyonla daha erken iyileşme göstermiştir.

Sonuç: ULYBD, LSS için füzyonlu geleneksel laminektomiye güvenli ve etkili bir alternatif olup; daha kısa cerrahi süre, daha az kan kaybı ve daha hızlı iyileşme sağlar. Bu bulgular, omurga cerrahisinde minimal invaziv tekniklerin avantajlarını vurgulamaktadır. Uzun vadeli sonuçları doğrulamak için daha ileri prospektif çalışmalara ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: *Lomber spinal stenoz, Bilateral dekompresyonla unilateral laminotomi, Konvansiyonel laminektomi, Minimal invaziv, omurga cerrahisi, cerrahi sonuçlar*

ABSTRACT

Serhat HIZAL, Comparison of Bilateral Decompression By Total Laminectomy And Fusion With Microscopic Unilateral Approach, Zonguldak Bülent Ecevit University, Faculty of Medicine, Department of Neurosurgery Thesis, Zonguldak, 2025.

Objective: This study aimed to compare the outcomes of microscopic unilateral laminotomy for bilateral decompression (ULYBD) and laminectomy with posterior fusion in patients with lumbar spinal stenosis (LSS).

Methods: A retrospective analysis of 123 patients diagnosed with LSS between 2015 and 2022 was conducted. Patients were divided into two groups: Group 1 underwent ULYBD, and Group 2 underwent conventional laminectomy with fusion. Demographic data, surgical parameters (duration, blood loss, transfusion needs), hospital stay, and postoperative outcomes, including Visual Analog Scale (VAS) and Odom's scores, were evaluated.

Results: Group 1 had significantly shorter surgical time (134.86 ± 30.99 vs. 225.44 ± 70.22 minutes, $p < 0.01$) and lower blood loss (347.8 ± 141.1 vs. 496.5 ± 254.8 mL, $p < 0.01$) compared to Group 2. Hospital stay and drain retention duration were also significantly reduced in Group 1 ($p < 0.01$). Postoperative VAS and Odom's scores showed significant improvements in both groups ($p < 0.01$); however, no statistically significant differences were observed between the groups in terms of these outcomes at the 12-month follow-up ($p > 0.05$). Group 1 demonstrated lower transfusion rates and earlier recovery with fewer complications compared to Group 2.

Conclusion: ULYBD is a safe and effective alternative to conventional laminectomy with fusion for LSS, offering shorter surgical time, reduced blood loss, and faster recovery. These findings highlight the advantages of minimally invasive techniques in spine surgery. Further prospective studies are warranted to confirm long-term outcomes.

Keywords: *Lumbar spinal stenosis, Unilateral laminotomy for bilateral decompression, Conventional laminectomy, Minimally invasive, spine surgery, Postoperative outcomes*

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
TABLolar DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Omurga Anatomisi	2
2.1.1. Lomber Bölge Anatomisi	3
2.1.2. Lomber Bölgenin Kan Dolaşımı	16
2.1.3. Lomber Omurganın İnnervasyonu	19
2.2. Vertebra'nın Embriyolojisi	20
2.2.1. Kas-İskelet Kısmı	20
2.2.2. Nöral Kısım	22
2.3. Lomber Vertebra Biyomekaniği	23
2.4. Dejeneratif Lomber Dar Kanal	25
2.4.1. Etiyoloji	25
2.4.2. Epidemiyoloji	26
2.4.3. Patofizyoloji	26
2.4.4. Klinik	27
2.4.5. Lomber Spinal Stenoz Tanı ve Değerlendirmesi	27
2.4.5.1. Tanı	28
2.4.5.2. Görüntüleme Prosedürleri	28
2.4.6. Tedavi	34
3. GEREÇ VE YÖNTEM	41
3.1. İstatiksel Analiz	41
4. BULGULAR	42
5. TARTIŞMA	46

6. SONUÇ	49
7. KAYNAKLAR	50
8. EKLER	63
Ek 1: Etik Kurul Onayı	63
Ek 2: Odom Kriterleri ve Vas Skalas	64



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler/Kisaltmalar	Açıklamalar
ALL	Anterior Longitudinal Ligament
AP	Anteroposterior
BT	Bilgisayarlı Tomografi
EMG	Elektromiyografi
KL	Klasik Laminektomi
LSS	Lomber Spinal Stenoz
MIP	Çoklu Yoğunluk Projeksiyon
MPR	Multiplanar Rekonstrüksiyon
MRG	Manyetik Rezonans Görüntüleme
MRM	Manyetik Rezonans Myelografi
PLL	Posterior Longitudinal Ligament
PVA	Paravertebral Adele
ULYBD	Unilateral Yaklaşım ile Bilateral Dekompresyon
USG	Ultrasonografi

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo numarası	Tablo Başlığı	Sayfa numarası
1	Hastaların demografik özellikleri ve cerrahi seviyeleri	43
2	Her iki gruba ait cerrahi seviyelerin dağılımı	43
3	Cerrahi Süreler, Kanama Miktarı, Es Replasman İhtiyacı, Hastaneye Yatış Süreleri, Diren Kalış Süresileri ile ilgili gruplar arası dağılım.	44
4	Her iki grubun kendi içindeki cerrahi öncesi ve birinci yıl sonundaki VAS ve Odom's değerleri karşılaştırıldı	45
5	Her iki grup arasındaki cerrahi öncesi ve cerrahi sonrası VAS ve Odom's sonuçları değerlendirildi.	45

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil numarası	Şekil Başlığı	Sayfa numarası
1	İnsan omurgasının önden, yandan ve arkadan görünümü	3
2	Tipik bir erişkin insan lomber omurunun üstten görünümü	5
3	Posterior longitudinal ligament ve ligamentum flavum'un arkadan görüntüsü	8
4	Anterior longitudinal ligament, supraspinöz ligament, interspinöz ligament ve lig. flavumun sagittal kesitten görüntüsü	10
5	Anterior longitudinal ligament, posterior longitudinal ligament, faset kapsülü, supra spinöz ligament, interspinöz ligament ve ligamentum flavumun görüntüsü	10
6	İntervertebral diskin üstten görüntüsü izlenmektedir.	11
7	Lomber omurganın yandan görünümünde, pedikül ve intervertebral foramenler ilişkisi izlenmektedir.	14
8	Omurga ve spinal kordun arteriyel dolaşımının aksiyel görünümü izlenmektedir.	17
9	Omurganın innervasyonu ve sinuvertebral sinir	20
10	Lomber spinal stenoz'u olan hastanın aksiyel BT görüntüsü	31
11	T2 sekansında sagittal lomber MRG görüntüsü; L2-L3 ılımlı darkanal, L3-L4 ve L4-L5 ileri dar kanal izlenmektedir.	33
12	Orta hat cerrahi insizyon sınırı gösterilmektedir	37
13	Yüksek devirli tur ile laminektomi aşaması gösterilmiştir.	37
14	Unilateral yaklaşım ile bilateral dekompresyon tekniği ile aynı taraf (A) ve masının karşı tarafa yatırılması ile kerison rounger yardımı ile yapılan karşı taraf dekompresyon (B) gösterilmiştir.	38
15	Unilateral yaklaşım ile bilateral dekompresyon tekniğiyle yapılan karşı laminektomi sınırları (kırmızı ile çizili alan) gösterilmektedir (A). Bu yaklaşım ile bilateral dekompresyon tekniğiyle yapılan karşı laminektomi sınırları gösterilmektedir (B).	38
16	İleri derecede Lomber spinal stenoz'u olan hastanın aksiyel MRG görüntüsü (A), hastanın postperatif aksiyel MRG (B) ve aksiyel BT görüntüsü izlenmektedir (C).	39

17	Total laminektomi ve füzyon şematize edilmiştir.	40
18	Spinal posterior enstrümantasyon cerrahisi sonrasında hastanın sagittal düz radyografisi (A) ve aksiyel lomber BT görüntüsü (B) izlenmektedir.	40



1. GİRİŞ VE AMAÇ

Spinal stenoz; spinal kanal, intervertebral foramen veya lateral reseslerin daralmasıyla meydana gelen yaygın bir dejeneratif hastalıktır.

Spinal segmentlerdeki dejeneratif kronik süreçler morfolojik değişikliklere yol açarak spinal kanalın ve nörovasküler yapıların; disk herniasyonu, genişlemiş osteofitler, faset hipertrofisi ve hipertrofik ligamentum flavum gibi nedenlerle daralmasına ve kompresyonuna neden olur.

Lomber omurga, spinal stenozun en sık görüldüğü bölgedir. Lomber spinal stenoz (LSS) daha çok yaşlı yetişkinlerde olmasına rağmen genç popülasyonu da etkileyen, dünya çapında yaklaşık 100 milyondan fazla kişide bel ağrısı, bacak ağrısı ve nörojenik kladikasyoya sebep olan hastalıktır.

Konservatif tedavinin başarısız olması durumunda, altın standart olarak geleneksel açık laminektomi ve füzyon ameliyatları kabul edilmektedir. Spinal füzyon ameliyatları total laminektomi, diskektomi foraminotomi ve bazende fasetektomileri kapsamaktadır. Böylece sinir kökü dekompresyonu hedeflenmektedir. Zaman içerisinde teknolojinin ve cerrahinin gelişmesi ile minimal invaziv omurga cerrahisi giderek popüler hale gelmiştir. En sık kullanılan yöntemlerden biri unilateral yaklaşım ile bilateral dekompresyondur (ULYBD). Daha az doku hasarına ve kan kaybına sahip minimal invaziv omurga cerrahisinin, açık laminektomi ile benzer klinik sonuçlara sahip olduğu bildirilmektedir. Paraspinal muskuloligamentöz yapılarda minimum yaralanma, gelişmiş postoperatif iyileşme, hastanede kalış süresinde azalma ve çok daha az komplikasyon gibi avantajlar minimal invaziv cerrahinin popülaritesini ve kullanım sıklığını arttırmıştır.

Bu çalışmada LSS hastalarda bilateral dekompresyon için mikroskopik ULYBD ve posterior füzyonlu konvansiyonel laminektomi cerrahi teknikleri karşılaştırılarak demografik veriler (yaş, cinsiyet), cerrahi parametreler (ameliyat süresi, kan kaybı, transfüzyon ihtiyacı), hastanede kalış süresi ve Görsel Analog Skala (VAS) ve Odom's skorları dahil olmak üzere ameliyat sonrası sonuçlar değerlendirildi. (1,2,3,4,5)

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Omurga Anatomisi

Omurga, iskelet sisteminin temel bileşenini oluşturur ve üst üste dizilmiş vertebral segmentlerden oluşur. Bu yapı, sağlam kas ve bağ bileşenleri tarafından desteklenir ve 33-34 vertebranın kaynaşmasıyla oluşur (Şekil 1). İlk 24 vertebra eklemler aracılığıyla birbirine bağlıdır ve topluca presakral vertebralar olarak adlandırılır.

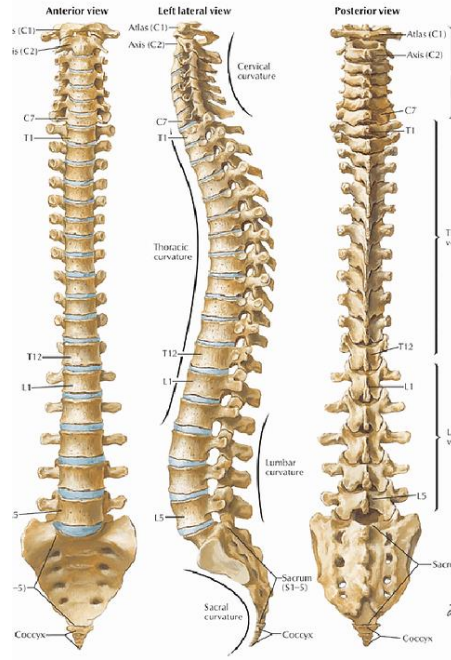
Geriye kalan 9-10 omur iki farklı yapıya ayrılmıştır:

1. Sakrum: Beş sakral omurun kaynaşmasıyla oluşan, pelvis kuşağıyla eklemlenen tek kemik.
2. Koksiks: Omurganın, dört veya beş gelişmemiş omurun kaynaşarak tek bir ünite oluşturmasından oluşan son kısmı.

Omurga aşağıdaki bölgelere ayrılır:

- ✓ Boyun omurgası: 7 omur,
- ✓ Torasik omurga: 12 omur,
- ✓ Bel omurgası: 5 omur,
- ✓ Sakral omurga: 5 omur,
- ✓ Kuyruk sokumu omurgası: 4 omur

Toplamda, vertebral kolon 33 vertebradan oluşur. Servikal, torasik ve lomber bölgelerdeki (C1 ve C2 hariç) vertebralar, hareketlilik ve şok emilimi sağlayan omurlar arası disklerle ayrılmıştır. Tersine, sakral ve koksigeal vertebralar, sakrum ve koksiks olmak üzere iki ayrı kemik oluşturmak üzere kaynaşmıştır.



Şekil 1: İnsan omurgasının önden, yandan ve arkadan görünümü

2.1.1. Lomber Bölge Anatomisi

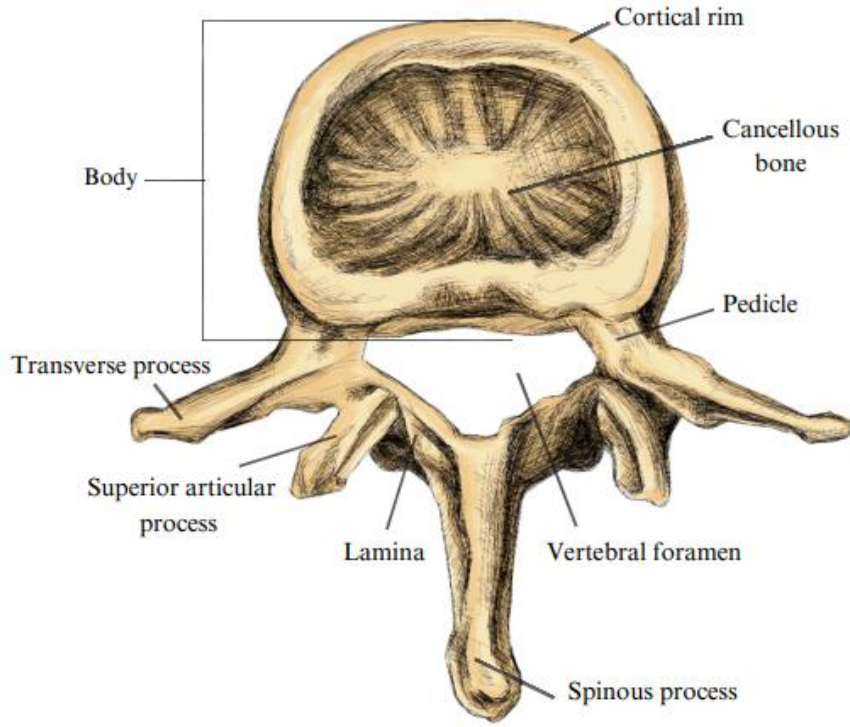
Lomber omurga, vertebral kolonun en büyük bileşenleri olan beş omurdan oluşur (Şekil 2). Servikal omurların aksine, lomber omurlar transvers foraminaller içermez. Lomber omurların ön-arka çapı, lateral genişliklerinden daha küçüktür. Ek olarak, lomber bölgedeki foraminaller servikal omurgadakilere kıyasla daha büyüktür. Pediküller kısa ve kalındır, vertebral gövdenin üst-posterolateral yönünden kaynaklanır. Bu anatomik düzenleme, üst vertebral çentiklerin alt çentiklerden daha derin olmasına neden olur. Laminalar, orta hatta birleşerek dikdörtgen prizma şeklinde spinöz prosesleri oluşturan geniş ve kalın plakalardır. Lamina, spinöz proses ilişkisi diğer omurgalara kıyasla daha geniştir. Eklemsel çıkıntılar pediküller ve laminaların birleşim noktasından çıkar, üst ve alt yönde yönlendirilir. Süperiordaki eklem çıkıntıları posteromedial olarak yönlendirilir ve hafifçe içbükeydir, karşılık gelen posterolateral olarak yönlendirilmiş inferiordaki eklemlerle birleşir. Bu faset eklem konfigürasyonu sınırlı fleksiyon ve ekstansiyona izin verir ancak rotasyonu önemli ölçüde kısıtlar.

Lomber bölgedeki aksesuar prosesler, dorsal bölgenin kostal elemanlarına karşılık gelir. Birinci lomber vertebrada, bu kostal elemanlar lomber kaburgalar olarak

gelişebilir. Mamiller prosesler, üst eklemisel proseslerin arka yüzeylerinde bulunan ve musküler eklemler için bağlanma yerleri olarak görev yapan küçük çıkıntılardır. Beşinci lomber vertebra, lomber vertebralar arasında en büyüğüdür ve gövde yüksekliğinin artmasıyla karakterize edilir. Alt eklem yüzeyleri öne bakar ve eklemler arası mesafe diğer lomber vertebralara kıyasla daha fazladır. Üst eklem çıkıntılarıyla ilişkili pediküller üst ve alt vertebra çentikleri (incisura vertebralis superior ve incisura vertebralis inferior) içerir. Bir vertebranın alt çentiği ile altındaki vertebranın üst çentiği arasında, omurlar arası foramen (foramen intervertebrale) oluşur ve bu da spinal sinir köklerinin geçişine izin verir.

Her lomber vertebra yedi çıkıntıya sahiptir:

1. Processus spinosus (Tek): İki laminanın kesiştiği bölgeden posteriora doğru olan çıkıntı
2. Processus articularis superior (Çift): Üst artiküler faset yukarıya doğrudur. Arkaya doğru bakan bir eklem yüzü vardır
3. Processus articularis inferior (Çift): Alt artiküler faset aşağıya doğru çıkıntı yapar. Üzerindeki eklem yüzü aşağıya ve biraz içe doğrudur.
4. Processus transversus (Çift): Pedikül ve laminanın kesiştiği bölgeden laterale doğru olan çıkıntılardır. Önden arkaya doğru üç çıkıntıdan meydana gelmiştir;
 - a. Processus costarius (Çift): Uzun, sivridir. Dış yana doğru ilerler. Kaburga taslakları tarafından oluşturulur. Birinci lomber omurganın processus costariusu en küçük olandır.
 - b. Processus accessorius (Çift): Küçük kemik çıkıntısıdır.
 - c. Processus mamillaris (Çift): Üst eklem çıkıntısının lateral yüzeyinde bulunur.



Şekil 2: Tipik bir erişkin insan lomber omurunun üstten görünümü

Faset Eklemlerinin Mekanik Rolü

Faset eklemleri, omurganın hareket yönünü ve stabilitesini belirlemede önemli bir rol oynar. Ayrıca yük taşımanın birleştirilmesi bulunur. Omurganın pozisyonlarına bağlı olarak faset eklemlerdeki yük durumu değişiklik gösterir.

Omurganın Pozisyonunun Etkileri

Omurganın mevcut pozisyonları hem hızlı bağlantıların hem de intervertebral disklerin yük taşıma kapasitelerini doğrudan etkiler. Yüklerin doğru bir şekilde dağıtılması, omurganın uzun vadeli sağlığı ve iyileşme açısından çok önemlidir.

Lomber Omurganın Ligamanları

Omurganın bütünlüğünü koruyan ve aksisten sakruma kadar intervertebral diskleri, omur cisimciklerini, spinözleri, faset eklemlerini ve diğer anatomik yapıları bir arada tutan çeşitli ligamanlar bulunmaktadır. Bunun yanı sıra, atlas ve aksis, kaburgala ve torokal omurları, alt lomber, sakral ve koksigeal yapılarını, kalça kemikleri ile birleştiren eklemeler ve ligaman yapıları da mevcuttur.

Ligamanların Fonksiyonu

Ligamanların ana görevi, omurganın aşırı hareketine engel olarak stabiliteyi sağlamaktır. Ayrıca bu yapı kapsülleriyle birlikte postür ve hareketle ilgili proprioseptif duyu reseptörlerini içerir.

Omurgadaki uzunlamasına seyreden ligamanlar:

- Anterior longitudinal ligament
- Posterior longitudinal ligament

Omur Arkuslarını Birleştiren Ligamanlar:

- Ligamentum flavum
- Kapsül Ligamanı
- İnterspinöz Ligaman
- Supraspinöz Ligaman
- İntertransvers Ligaman
- Vertebropelvik Ligamanlar

Ligamanlar, omurganın hareketi sırasında aşırı yüklenmelerde kritik bir rol oynar ve hem yapısal bütünlük hem de fonksiyona katkı sağlarlar.

Anterior Longitudinal Ligament

Anterior longitudinal ligament (ALL) atlasın anterior tüberkülünden sakruma kadar uzanır ve aşağı indikçe hem genişliği hem de kalınlığı giderek artar. Bu bağ, omur gövdelerinin ön yüzeylerine ve intervertebral disk boşluklarına sıkıca yapışarak omurga boyunca yapısal bütünlüğü sağlar.

Yapısal Özellikler

ALL iki farklı katmandan oluşur.

1. Yüzeysel lifler: Bu lifler bağın uzunluğu boyunca uzunlamasına uzanır.
2. Derin lifler: Bu lifler komşu vertebra gövdelerini ve intervertebral diskleri birbirine bağlar.

ALL, omurganın diğer bölgelerine kıyasla özellikle dorsal bölgede daha sağlamdır. İntervertebral disk aralıklarının nispeten sabit genişliğinin aksine, ALL omurga boyunca aşağı doğru ilerledikçe giderek daha geniş ve kalın hale gelir.

ALL, aşağıdakiler de dâhil olmak üzere birkaç kritik rolü yerine getirir:

- Hiperekstansiyonu Sınırlama: ALL, omurganın geriye doğru aşırı bükülmesini sınırlayarak vertebral kolonu potansiyel yaralanmalardan korur.
- Annulus Fibrosus'u Güçlendirmek: Bağ, annulus fibrosusa temel anterior destek sağlayarak intervertebral disklerin genel stabilitesini artırır.
- Lomber Stabilizasyon: Kilit bir stabilize edici yapı olarak hizmet veren ALL, yük taşıma koşulları altında lomber omurganın mekanik bütünlüğünün korunmasında çok önemli bir rol oynar.

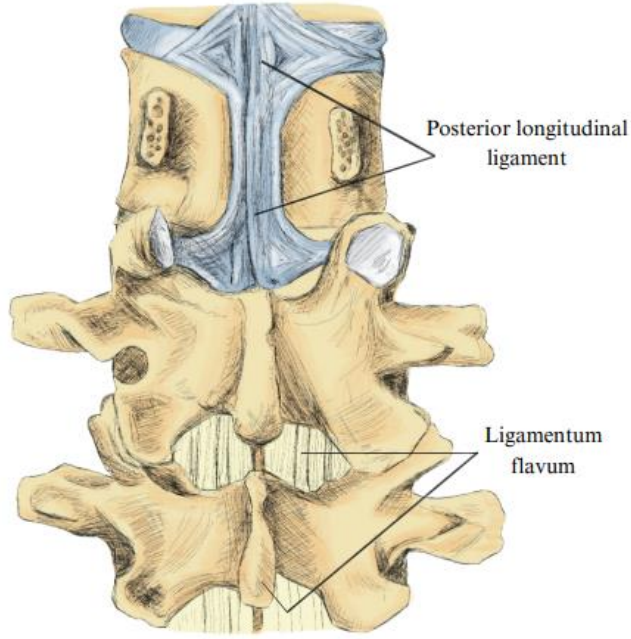
ALL spinal stabilite için vazgeçilmezdir, hem yapısal bir destek hem de aşırı spinal hareketlere karşı mekanik bir kısıtlama görevi görür.

Posterior longitudinal ligaman

Posterior longitudinal ligaman (PLL) omurganın üst bölgelerinde alt bölgelerine göre daha kalın olup omur cisimlerinin posterior duvarında bulunur (Şekil 3). PLL' nin üst kısmı tektoriyal membran ile devam eder ve aksisten sakruma kadar uzanır. PLL' nin özellikle laterale doğru olan çıkıntıları alt dorsal ve lomber bölgede belirgin olup, bu lifler lateralde annulus fibrozis ile karışır. Ön internal venöz pleksusa karışan bazı vertebral venler ile omur cisimlerinin arka yüzeyinden ayrılır. Birinci lomber omurgadan itibaren genişliğinde azalma başlar beşinci lomber omurga ve birinci sakral omurgada genişlik yarıya düşer. Bu sebeple disk hernilerinin oluşmasındaki önemli anatomik nedeni ortaya çıkarır.

PLL'nin fonksiyonu;

- Hiperekstansiyonu önlemek ve vertebral kolunun anterior bölgesini posteriordan desteklemektir. (9,10,11)



Şekil 3: Posterior longitudinal ligament ve ligamentum flavum'un arkadan görüntüsü

Ligamentum Flavum

Ligamentum flavum esas olarak sarı elastik dokudan oluşur ve ona benzersiz mekanik özellikler kazandırır. Bu bağ, üst laminanın anterior-inferior yüzeyinden alt laminanın posterior-superior yüzeyine uzanarak komşu vertebraların laminaları arasında kritik bir bağlantı görevi görür. Orta hatta lateralde eklem kapsülleri ile devamlılık gösterir.

Yapısal Özellikleri

Bağın yaklaşık %80' i esnekliğini ve elastik yapısını oluşturan elastinden oluşur. Ligamentum flavum servikal omurgadan lomber omurgaya doğru inildikçe giderek kalınlaşır. Komşu omurların laminaları arasında uzanır ve omurganın posterior desteğinin önemli bir parçasını oluşturur.

Fonksiyonel Roller

Hiperfleksiyonu Önleme: Elastik özellikleri nedeniyle bağ, özellikle bel bölgesinde aşırı öne eğilmeyi sınırlamaya yardımcı olur.

Postüral Restorasyon: Esnekliği, fleksiyonun ardından omurganın nötr duruşuna dönmesine yardımcı olur.

Ligamentin sıklıkla gözden kaçan bir işlevi, spinal kanalın arka tarafı boyunca yumuşak, koruyucu bir yüzey oluşturarak altta yatan nöral yapıları korumadaki rolüdür.

Ligamentum flavum sadece spinal esneklik ve stabilitenin korunması için hayati önem taşımaz, aynı zamanda nöral bütünlüğün korunmasında da koruyucu bir rol oynar.

Supraspinoz ligament

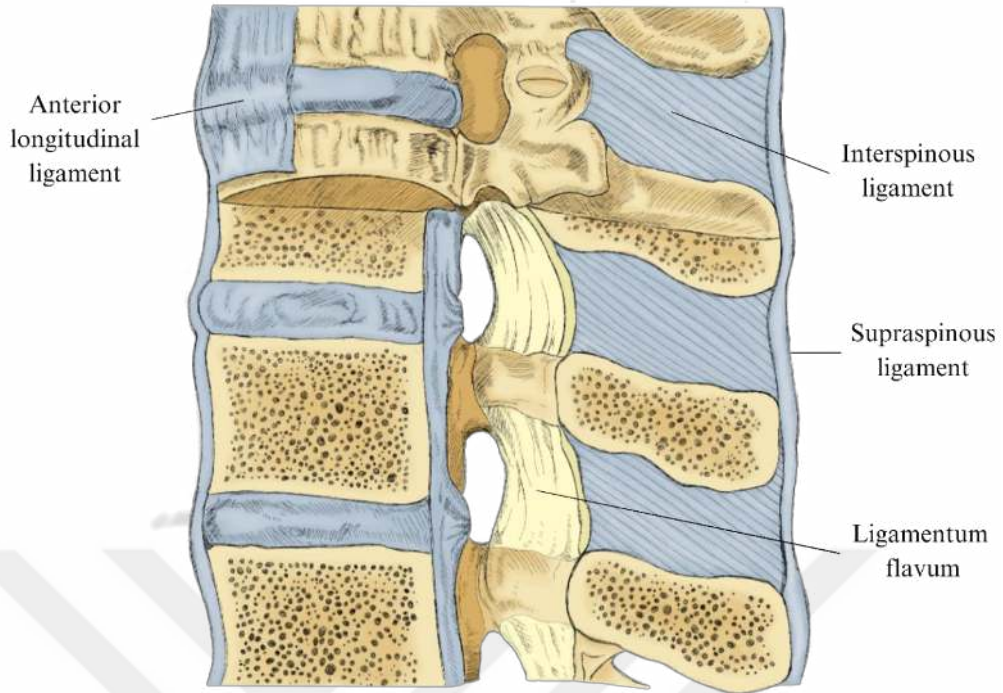
C7'den sakruma kadar proc. spinosusların uçları arasında uzanan kuvvetli fibröz bir bağdır. Servikal bölgede ligamentum Nucha denilmektedir. Üç kat liften oluşmuştur. En yüzeysel olanlar üç dört vertebrayı, orta lifleri iki-üç vertebrayı, en derin lifleri ise komşu iki vertebrayı birbirine bağlar. Bu ligament vertebral kolonun fleksiyon ve rotasyon hareketlerini sınırlamaktadır (Şekil 4).

İnterspinal Ligament

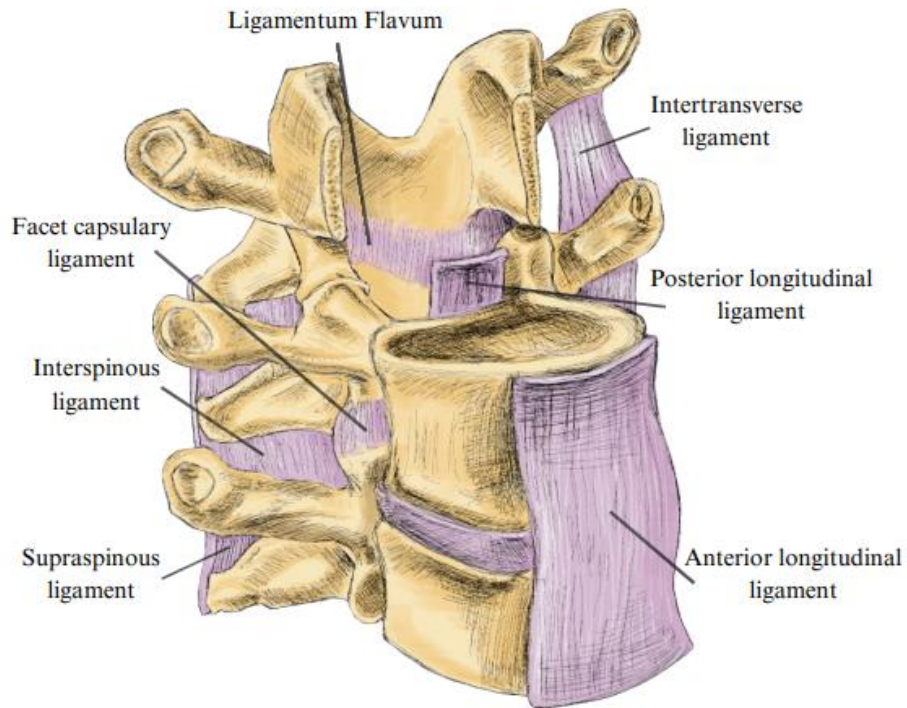
İnce ve membranöz yapıda olup, komşu iki proc. spinozus arasındadır. Önde ligamentum flavum, ardaka ise ligamentum supraspinozis ile devam eder (Şekil 5).

İntertransvers Ligament

Transvers çıkıntılar arasında uzanmaktadır. Servikalde gergin ve ince, torakalde alt ve üst interkostal ligamentlerle devam eder. Lomber bölgede ise membranöz bantlar şeklindedir. (9,10,11)



Şekil 4: Anterior longitudinal ligament, supraspinöz ligament, interspinöz ligament ve lig. flavumun sagittal kesitten görüntüsü

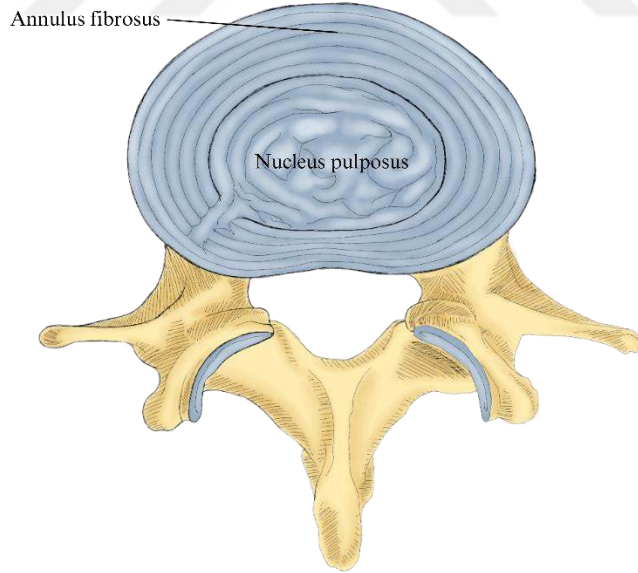


Şekil 5: Anterior longitudinal ligament, posterior longitudinal ligament, faset kapsülü, supra spinöz ligament, interspinöz ligament ve ligamentum flavumun görüntüsü

İntervertebral disk:

Omurga gövdeleri arasında yer alan kıkırdaklı ve eklemlili bir yapı olan intervertebral diskler, omurganın gerekli hareketliliğine (fleksiyon, ekstansiyon ve rotasyon) izin vermek için yeterli esnekliğe sahipken, vertebral kemik sütunu için ana destek sağlayan ikinci bir role sahiptir (şekil 6).

Her bir disk, ortada jelatinimsi bir yapıya sahip olan nükleus pulposus ve bu yapıyı çevreleyen elastik kolajen dokudan meydana gelen halka şeklinde anulus fibrosustan oluşur. Mukavemeti korurken anulusun kolajen lifleri, komşu dokulara doğru devam ederek bu yapıyı kenarındaki her bir vertebra gövdesine, anterior ve PLL' lere ve superior ve inferiora hiyalin kıkırdak uç plakalarına bağlar. Kıkırdak uç plakaları da kalsifiye kıkırdak aracılığıyla osseus vertebral uç plakalarına kilitlenir. Nükleus pulposus, sağlıklı genç bir diskte %88' i su olan, kendi kendine yeten, bükülebilir jelatinimsi bir yapıdır. Esasen destek sağlayan ve omurları ayıran, şoku absorbe eden, geçici kompresyona izin veren ve harekete izin veren hidrolik bir sistemdir. (6,7,12,13,14)



Şekil 6: İntervertebral diskin üstten görüntüsü izlenmektedir.

Santral omurga kanalı

Spinal kanal, vertebral kanal, eklem elemanları ve intervertebral diskler tarafından oluşturulan kompozit bir yapıdır. Şekli ve boyutları lomber omurga boyunca önemli farklılıklar gösterir ve aşağıya doğru inildikçe eliptikten yonca şekline geçiş yapar.

Morfolojik Özellikler

Seviyeye Göre Şekil Değişimleri:

L1 ve L2'de kanal tipik olarak eliptik bir konfigürasyon sergiler. L3'te kanal, pedikül uzunluğundaki azalmaya bağlı olarak üçgen bir şekil alır. L4'ten S1'e kadar kanal, daha fazla pedikül kısalması ve faset eklemlerinin kanal içine doğru çıkmasının neden olduğu lateral girinti oluşumuna atfedilen bir yonca şekli alır.

Boyutlar:

Lomber spinal kanalın anteroposterior (AP) çapı ortalama 22-25 mm'dir. Kanalın transvers çapı üst lomber seviyelerden alt lomber seviyelere doğru giderek artarken, AP çapı azalır.

Fonksiyonel ve Klinik Özellikler:

Spinal kanal, semptomlara yol açmadan veya sinir sıkışmasına neden olmadan %50' ye kadar daralabilir ve bu da uyum kapasitesini gösterir. Lomber omurgada transvers çap genişledikçe ve AP çap azaldıkça, kanalın lateral kısımları daha belirgin hale gelir ve daha düşük seviyelerde gözlenen karakteristik yonca şekline katkıda bulunur. Sonuç olarak, santral spinal kanal lomber omurga boyunca farklı yapısal ve boyutsal adaptasyonlar göstererek nöral yapıları barındırma ve spinal fonksiyonu desteklemedeki rolünü yansıtır. (11,15)

Radiküler Kanal

Radiküler kanal, lomber spinal kanalın orta kısmını intervertebral kanala bağlayan osteoligamentöz bir bölgedir (Şekil 7). Yapısı, tabanı mediale ve tepesi laterale doğru yönlendirilmiş bir koniyi andırır.

Anatomik Sınırlar

- Arka Duvar: Bu duvar ligamentum flavum, lamina ve omurun üst eklem fasetinden oluşur.
- Ön Duvar: İntervertebral disk ve vertebra gövdesi tarafından oluşturulur.

Radiküler kanal, nöral elemanlar için kritik bir geçit görevi görerek lomber omurganın fonksiyonel bütünlüğüne katkıda bulunur.

Lateral resses

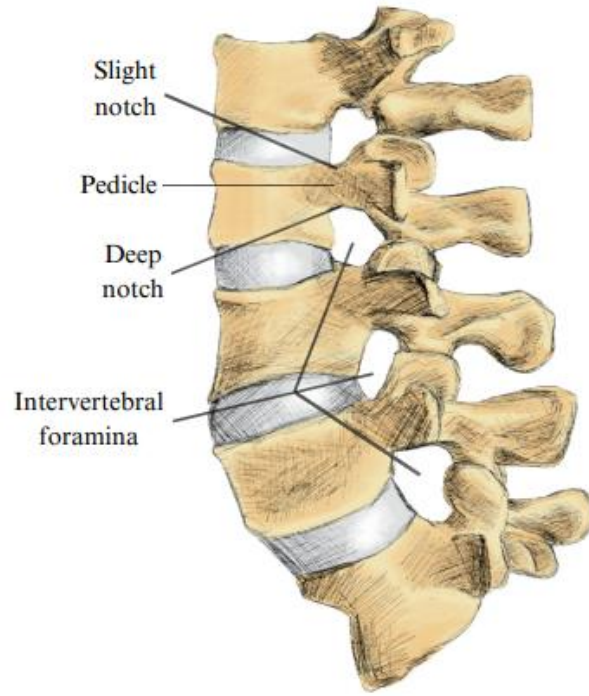
Lateral resses, belirli anatomik sınırlarla tanımlanan huni şeklinde bir kemik kanalıdır. Ön sınırı vertebra gövdesinin posterolateral yüzeyi, lateral sınırı pedikül ve arka sınırı superior artiküler proses tarafından oluşturulur.

Anatomik ve Morfolojik Özellikler

- Lateral girinti köşeleri üst lomber vertebralarda daha az belirgindir.
- Spinal sinir dural keseden çıktıktan sonra hemen intervertebral foramene girer. Lateral girintinin en dar bölgesi pedikülün rostral kenarında yer alır.
- L4, L5 ve S1 omurlarının lateral girintileri nispeten uzundur ve spinal sinirlerin oblik inferolateral yörüngesini kolaylaştırır.
- Sinir Seyri: Dural keseden çıktıktan sonra, spinal sinirler lateral girintiden geçer, intervertebral foramene ulaşmadan önce pedikülün inferior ve medialine doğru ilerler.
- Lomber Bölge Özgüllüğü: Lateral girinti özellikle L3, L4 ve L5 vertebralarında iyi tanımlanmıştır.

Boyutlar ve Stenoz Kriterleri:

- Normal yükseklik: 4-5 mm.
- Göreceli darlık: Yükseklik 3 mm'nin altında.
- İleri darlık: Yükseklik 2 mm'nin altında. Lateral resses, özellikle lomber omurgada çok önemli bir anatomik bölgedir; boyutu ve şekli sinir sıkışması ve ilgili patolojiler üzerinde önemli etkilere sahiptir. (11,15)



Şekil 7: Lomber omurganın yandan görünümünde, pedikül ve intervertebral foramenler ilişkisi izlenmektedir.

İntervertebral kanal

İntervertebral kanal, çeşitli vertebra bileşenleri tarafından oluşturulan sınırlara sahip anatomik olarak karmaşık bir yapıdır:

Kraniyal Sınır: Üst pedikülün alt çentiği

Kaudal Sınır: Alt pedikülün üst çentiği

Anterior Sınır: Komşu omurların omur gövdeleri ve intervertebral disk

Posterior Sınır: Üst vertebraya ait laminanın pars interartikülarisi

Anatomik ve Klinik Özellikler

Sinir Kökü Yolları:

L5 sinir kökü L4-5 diskinin alt sınırındaki dural keseden çıkarken, S1 sinir kökü L5-S1 diskinin üst sınırından çıkar. L3 ve L4 sinir kökleri, spinal kanal içinde nispeten kısa yollarla kendi pediküllerinin orta-üst seviyelerinde ortaya çıkar. L1 ve

L2 bölgelerinde, kökler dural keseden pediküllerinin alt sınırında çıkar, bu da kısa ve neredeyse yatay radiküler kanallarla sonuçlanır.

Radiküler Kanal Uzunluğu:

L4, L5 ve S1 sinir köklerinin kanalları nispeten daha uzundur, bu da bu kökleri radiküler kanal içinde sıkışmaya daha duyarlı hale getirir.

Anatomik Alt Bölümler

Radiküler kanalın anatomisi, her biri sinir kökü sıkışması ve diğer spinal bozuklukların fonksiyonel ve klinik sonuçlarına katkıda bulunan üç farklı bölgeye ayrılabilir. (11,15)

1- Giriş (Subartiküler) Bölgesi

Bu bölge sinir kanalının en üst kısmını temsil eder ve sinir kökünü barındırır.

Sınırlar:

Anterior: İntervertebral diskin arka yüzeyi.

Posterior: Faset eklemi. Stenoz Mekanizması: Bu bölgedeki daralma tipik olarak superior artiküler fasetten kaynaklanan hipertrofik osteofitlerden kaynaklanır. (11,15)

2- Orta Bölge (Foramen, Sinir Kökü Kanalı)

Radiküler kanalın orta bölümü, dorsal kök gangliyonunun bulunduğu giriş ve çıkış bölgeleri arasında yer alır.

Sınırlar:

- Anterior: Omur gövdesinin arka yüzü.
- Posterior: Pars interartikülaris.
- Medial: Spinal kanalın dura materyali.

Stenoz Mekanizması: Bu bölgedeki kompresyon genellikle pars interartikülarisin altındaki osteofit oluşumundan kaynaklanır. (11,15)

3- Çıkış (Ekstraforaminal) Bölgesi

Bu bölge radiküler kanalın lateral çıkışını işaret eder ve periferik siniri içerir.

Sınırlar:

Posterior: Alt omurun faset ekleminin lateral yüzeyi.

Anterior: İlgili alt seviyedeki diskin arka yüzeyi.

Stenoz Mekanizması: Hipertrofik fasetler bu bölgedeki daralmanın birincil nedenidir ve potansiyel sinir sıkışmasına yol açar. (11,15)

Klinik Önem

Radiküler kanalın her bölgesi, sinir kökü sıkışmasına ve ilişkili semptomlara katkıda bulunabilecek stenoz da dahil olmak üzere spesifik patolojilere duyarlıdır. Bu bölgelerin anatomik ve patolojik nüanslarını anlamak, doğru tanı ve etkili yönetim için kritik öneme sahiptir.

2.1.2. Lomber Bölgenin Kan Dolaşımı

Arteriyel Dolaşım

Vertebral kolon ve ilişkili yapıların arteriyel kan akımı, öncelikle farklı anatomik ve işlevsel özellikler sergileyen segmental arterler ve bunların dallarından kaynaklanır (Şekil 8).

Segmental Arterler:

L1 ve L4 arasında, segmental arterler abdominal aortadan çıkar, iki taraflı olarak dallanır ve vertebra gövdesinin orta seviyesinde vertebral foramene girer. L5'i besleyen arter tipik olarak orta sakral arterin bir dalıdır. Her segmental arter vertebra gövdesinin yüzeyi boyunca dikey olarak uzanan çıkan ve inen dallar çıkarır. Ek dallar vertebral cismin merkezine doğru radyal olarak ilerleyerek bir damar ağı oluşturur. Transvers proses'in altında segmental arter birden fazla dala ayrılır. Dorsal dal lateral olarak intervertebral foramene uzanır ve doğrudan vertebra gövdesine giren anterior santral dala yol açar.

Spinal Dallar:

Spinal dal vertebral kolonu ve spinal kanal içindeki yapıları besler. Bu dallar řu şekilde sınıflandırılır:

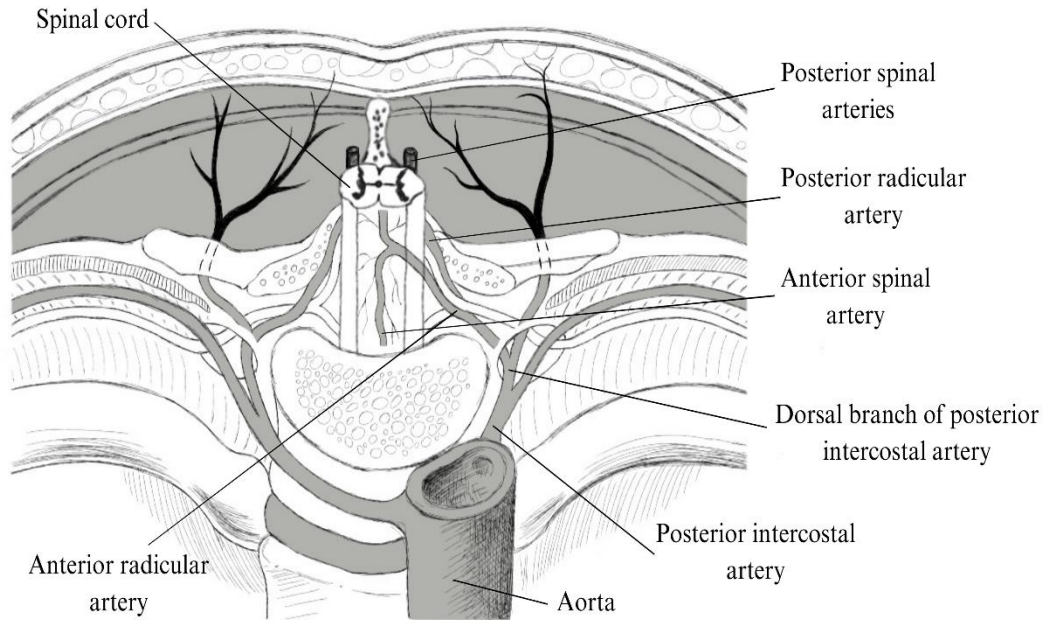
- Posterior Santral Dal: Vertebral gövdeye vasküler besleme sağlar.
- Prelaminar Dal: Lamina, ligamentum flavum ve epidural dokulara kan sağlar.
- Ara Nöral Dallar: Kanı omuriliğe iletir.

Kanalın Ötesinde Kan Akımı:

İntervertebral foramende spinal dallara yol atıktan sonra, dorsal dal spinöz prosesleri ve erektör spina kaslarını beslemeye devam eder.

Klinik Önemi

Vertebral kolonun karmaşık vasküler ağını anlamak, bu hayati yapılara kan akışını tehlikeye atabilecek iskemi veya kırıklar gibi durumları teşhis etmek ve yönetmek için kritik öneme sahiptir. (16)



şekil 8: Omurga ve spinal kordun arteryal dolaşımının aksiyel görünümü izlenmektedir.

Venöz Dolaşım

Vertebral kolonun venöz drenaj sistemi karmaşık bir yapıya sahiptir ve vasküler homeostazın korunmasında ve atıkların uzaklaştırılmasında önemli bir rol oynar.

Venöz Drenaj Yolları

Kapiller Ağ ve Subkondral Venöz Drenaj: Kapiller ağ uç plakalar, intervertebral disk ve kemik yüzeyi boyunca uzanır ve nihayetinde yatay subkondral venöz ağa drene olur. Vertebra gövdesi içindeki venler, her ikisi de kapaksız olan ve geniş anastomozlar içeren iç ve dış venöz pleksuslara drene olur. Bu pleksuslar intervertebral venlere drene olur, bunlar da lomber venlere ve nihayetinde inferior vena kavaya boşalır. Lomber venler ile çıkan lomber venler arasında azigos ve hemiazygos venlerine drenajı kolaylaştıran ek bağlantılar mevcuttur.

Periferik Sinirlerde Venöz Dolaşım

- Kan-Sinir Bariyeri: Periferik sinirlerdeki endonöral kılcal damarların duvarlarında, kan-sinir bariyeri olarak bilinen bir difüzyon bariyeri, maddelerin kan ve sinir dokusu arasındaki hareketini kısıtlar.
- Epinöriyal Damarlar: Epinörium içindeki damarlar deliklidir ve intravasküler ve ekstrasvasküler kompartmanlar arasında daha fazla alışverişe izin verir.

Patofizyolojik Etkiler (Mikrovasküler Hasar ve Ödem Oluşumu):

Sinirlerin ve sinir köklerinin mikrodamarlarının hasar görmesi vasküler geçirgenliği artırarak ödem oluşumuna yol açar. Bu ödem, sinirlerin yapısını ve işlevini olumsuz etkileyerek nöropatik durumlara ve işlevsel eksikliklere potansiyel olarak katkıda bulunabilir.

Klinik Önem

Vertebral kolon ve periferik sinirlerdeki venöz dolaşımı anlamak, venöz konjesyon, nöropatiler ve normal vasküler dinamikleri bozan enflamatuar süreçler gibi durumları teşhis etmek ve yönetmek için hayati önem taşır. (16)

2.1.3. Lomber Omurganın İnnervasyonu

Lomber omurganın duysal sinirlenmesini anlamak, alt sırt ağrısının altında yatan mekanizmaları kavramak için kritik öneme sahiptir. Birincil innervasyon kaynakları, her ikisi de spinal sinirin dalları olan sinuvertebral sinir (Şekil 9) ve posterior primer ramus'tur.

Sinuvertebral Sinir

Sinuvertebral sinir spinal kanala girer ve iki dala ayrılır:

- Küçük dal: Kaudal olarak ilerler ve giriş seviyesindeki omurlar arası diske sinirlenme sağlar.
- Büyük dal: Kranial olarak ilerler ve PLL lateral kısmına paraleldir.

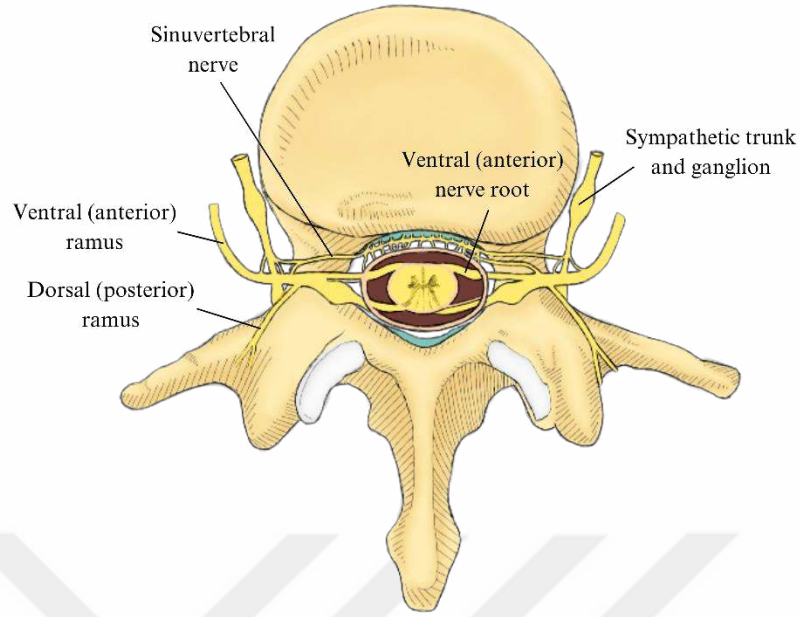
İşlevsel Rol:

Bu sinir, ağrı da dahil olmak üzere duysal bilgileri omurlar arası disklerden ve bitişik yapılardan iletmekle görevlidir. Spinal Sinir Dalları İntervertebral foramenden çıktıktan sonra spinal sinir ön ve arka primer ramusa ayrılır:

- Ön Primer Ramus: Öne doğru ilerler ve alt ekstremitelere motor ve duysal innervasyon sağlayan lumbosakral pleksusun oluşumuna katkıda bulunur.
- Arka Primer Ramus: Her biri farklı rollere sahip medial ve lateral dallara ayrılır:
 - Medial Dal: Faset eklemi, ağrı ve propriosepsiyon duyularını da içerecek şekilde besler. Komşu arka primer ramusların medial dallarıyla anastomozlar oluşturur.
 - Lateral Dal: Lomber bölgedeki cilde duysal innervasyon sağlar.

Klinik Önem

Bu duysal yolların, özellikle sinuvertebral sinirin veya posterior primer ramus dallarının bozulması veya tahrişi, genellikle bel ağrısına neden olan durumlarda rol oynar. Bu innervasyon modellerinin doğru haritalanması, etkili tanı ve tedavi müdahaleleri için önemlidir.



Şekil 9: Omurganın innervasyonu ve sinuvertebral sinir

2.2. Vertebranın Embriyolojisi

Omurganın embriyolojisi iki unsur içerir:

2.2.1. Kas-İskelet Kısım

İlkel çizgi, iyi tanımlanmış germ tabakaları ve notokord, genellikle gebeliğin üçüncü haftasında meydana gelen gastrulasyon sırasında gelişir. Epiblastik hücreler ilkel çizginin derin yüzeyinden göç eder ve embriyonik endodermi oluşturur. Daha sonra, hücreler ilkel çizgiden göç etmeye devam ederek embriyonik mezodermi oluşturur. Embriyonik diskin epiblastik tarafında kalan hücreler embriyonik ektodermi oluşturur. Hücre göçü gelişimin dördüncü haftasına kadar devam eder ve sonrasında ilkel çizgi gerileyerek sakrokoksigeal bölgede kaybolur. İlkel çizginin kranial ucunda bulunan ilkel düğümünden göç eden bir grup özelleşmiş hücre, prekordal plak ve notokordal süreci meydana getirir. Hücreler ilkel düğümün tüm bölgelerinden içeri göç eder. Bununla birlikte, en öne göç eden hücreler prekordal plağı oluştururken, en arkaya göç edenler notokordal süreci oluşturur ve daha sonra merkezi bir kanal içeren

notokord oluşturmak için katlanır. Notokordun her iki tarafında mezoderm üç ana alana ayrılır: paraksiyal, ara ve yan mezoderm. Beşinci haftanın sonuna kadar paraksiyel mezodermden 42 ila 44 çift somit oluşacaktır. Somitlerin gelişimi kraniokaudal bir şekilde gerçekleşir ve sonunda kafa kemikleri, omurlar, toraksın diğer kemik yapıları ve ilişkili kas sisteminin oluşmasına yardımcı olur.

Her somit iki parçadan oluşur:

1. Bir sklerotom omurganın oluşumundan sorumludur.
2. Bir dermomyotom kas hücrelerini ve üstteki dermisi oluşturur.

Dördüncü hafta boyunca, sklerotom hücreleri notokord ve nöral tüpe doğru ve etrafına göç etmeye başlar. Sklerotomlar notokord ve nöral tüpü çevreledikten sonra, her seviye aşağıdakilere ayrılacaktır:

1. Gevşek paketlenmiş hücrelerden oluşan kraniyal alan
2. yoğun şekilde paketlenmiş hücrelerin kaudal alanı.

İntervertebral disk bu iki hücre tabakası arasında oluşacaktır. Sklerotomun bir seviyesinde iki yarı arasındaki alan “hücresiz boşluk” tur. Spinal sinir sklerotomun kaudal bölgesiyle ilişkilidir ve intersegmental arter ya somitler arasında ya da doğrudan kaudal bölgeye bitişik olarak bulunur. “Hücresiz boşluk”, annulus fibrosusu oluşturmak üzere kaudal yoğun sklerotom tabakasından kraniale göç eden hücrelerle dolacaktır. Nükleus pulposus notokorddan annulus içinde gelişecektir. Gelişen intervertebral disk her bir sklerotom seviyesini böler ve belirli bir yoğun paketlenmiş katmandan kalan hücreleri bitişik kaudal seviyenin gevşek paketlenmiş hücreleri ile kaynaşmaya zorlar. Sonuç olarak, tam bir omurun normal şekilde gelişebilmesi için iki somitin birbiriyle düzgün şekilde etkileşime girmesi gerekir. Bitişik sklerotomların parçalarının füzyonu sentrumu oluşturur ve bu sentrum daha sonra vertebra gövdesine dönüşür. Başlangıçta nöral tüpe bitişik olarak göç eden hücreler nöral kemurlere dönüşür. Vertebral arklar iki pedikül ve laminanın sağ ve sol yarısından oluşur. Posterior vertebral ark ile ilişkili diğer prosesler spinöz proses, transvers prosesler ve artiküler prosesleri içerir. Sentrum ve vertebral arkların iki yarısı ayrı ayrı gelişir ve birbirleriyle kaynaşmaları gerekir. Altıncı hafta boyunca, hücreler göç ettikten ve vertebral yapılar kaynaşmaya başladıktan sonra, notokord ve nöral tüpten gelen

sinyaller ilgili yapıların kondrifikasyonunu indükler. Kondrifikasyondan sonra kemikleşme başlayacaktır. Kemikleşme merkezleri omurlarda üç ana bölgede bulunabilir: merkezde bir tane ve omur kemerinin her iki yanında birer tane. Sentrum veya vertebra gövdesi doğumda vertebral ark ile eklemleşir ve füzyon 5 ila 8 yaşları arasında gerçekleşir. Arkın iki parçası yaşamın ilk yılında kaynaşmaya başlar ve tam kaynaşma altı yaşına kadar gerçekleşir. Doğumdan sonra oluşan beş yapı ikincil kemikleşme merkezini tanımlar; her transvers prosesin ucu için bir tane, spinöz prosesin ekstremitesi için bir tane, vücudun üst yüzeyi için bir tane ve vücudun alt yüzeyi için bir tane. İkincil merkezlerden kemikleşen kemiğin büyüme plaklarının oluşumuna katkıda bulunacağını belirtmek önemlidir.

2.2.2. Nöral Kısım

Embriyonun sinir sistemi trilaminar diskin yüzey ektoderminden türetilir ve üçüncü hafta boyunca gelişmeye başlar. Nöral oluk bir tüp şeklinde katlanır ve gelecekteki merkezi sinir sistemini temsil eder. Periferik sinir sistemi katlanma süreci sırasında göç eden nöral krest hücrelerinden gelişir. Beyin, nöral tüpün en kranial yönlerinden gelişir ve omurilik kalan kaudal bölgelerden gelişir. Pia ve araknoid zarın her ikisi de nöral krest kökenlidir. Dura mater mezenkimal kökenlidir. Embriyoda spinal kord kanalı doldurur, ancak normal büyüme ve gelişmenin bir sonucu olarak sonunda pozisyon değiştirecektir. Doğumdan sonra çocuk geliştikçe omurilik birinci veya ikinci bel omuru seviyesine kadar yükselmeye devam edecektir. Spinal kanalın kalan kaudal kısmı lomber ve sakral sinir kökleri (kauda ekina) için bir kanal haline gelir. Sinir kökleri, normal omurilik yükselmesinin bir sonucu olarak omuriliği açılarla terk eder. Fetal dönemde vertebral kolonun normal eğrisi kifotiktir. Boyun omurlarındaki lordoz, bebeğin başını dik tutmasının bir sonucu olarak gelişir. Lomber lordoz da benzer şekilde bebeğin oturma ve ardından ayakta durma postürüne ulaşması sonucunda ikincil olarak gelişir. (17)

2.3. Lomber Vertebra Biyomekaniği

Omurga, dik bir duruşa izin veren, karmaşık hareketleri mümkün kılan ve günlük aktiviteler sırasında yüklenmeye dayanabilen çeşitli aktif ve pasif yapıların karmaşık bir bileşimidir. Aktif, nöromüsküler bileşenler hareketi kontrol ederken, omurganın pasif yapıları stabiliteyi sağlar, hareket aralığını sınırlar ve tanımlar ve spinal kanaldaki nöral yapıları korur. Omurlar dışında ana anatomik yapılar, omur korpuslarını birbirine bağlayan intervertebral disk, omurların ventral bölümünü kaplayan anterior longitudinal ligament ve omurun dorsal korteksine bağlı olan PLL, spinal kolonun laminalarını birbirine bağlayan ligamentum flavum, transvers prosesleri birbirine bağlayan intertransvers ligamentler ve dorsal yatan spinöz prosesleri birbirine bağlayan interspinöz ve supraspinöz ligamentler. Pasif stabilite sağlayan tek kemik yapı, faset eklem kapsülleri tarafından çevrelenen kıkırdak eklem yüzeylerinden oluşan faset eklemlerdir. Anatomik konumları ve spesifik bileşimleri nedeniyle, her pasif yapı belirli hareketler sırasında ve belirli yükleme koşulları altında stabiliteye katkıda bulunur. Ortaya çıkan mekanik stresler nedeniyle, bu yapılar dejenerasyona yatkındır, bu da etkinliklerini değiştirebilir ve ağrıya veya işlev bozukluğuna yol açabilir. Bu nedenle, bu omurga yapılarının her birinin özel işlevini anlamak çok önemlidir. Ayrıca, belirli tıbbi durumların klinik sunumlarını anlamak, dejeneratif ve travmatik hastalıklardaki patomekanizmaları kavramak, cerrahi müdahaleleri optimize etmek ve biyomekanik sonlu eleman ve çok gövdeli dinamik simülasyonlarını doğru bir şekilde modellemek için kapsamlı bilgiye ihtiyaç vardır. (18,19,20,21)

Vertebral kolon farklı seviyelerde ve farklı açılarda latereal fleksiyon, rotasyon, ekstansiyon, sirkümdiksiyon ve en önemlisi fleksiyon hareketine sahiptir. Bu durum İntervertebral eklemlerin farklı anatomik şekillerinden kaynaklanmaktadır. Örneğin torakal vertebraların orta bölümleri, lomber vertebraya göre çok daha kısıtlı ön-arka hareketine izin vermektedir. Bunun yanında ise lomber vertebra bölgesinde rotasyon hareketleri neredeyse imkânsızdır. Bu omurga eklemlerindeki hareket farklılıkları omuriliğin korunması bakımından önem arz etmektedir. (22,23)

Vertebral kolonun elastik bir sütun halinde hareket etmesinde faset eklemler ve diskler önemlidir. Hareket halinde iken omurgaya uygulanan kuvvet oturma

pozisyonundakine göre çok daha fazladır. Kompresif kuvvetlere karşı kompensatif özelliklere sahip olan intervertebral diskleri en çok zorlayan durum torsiyonel kuvvetlerdir. İntervertebral diskler değişken kuvvetler altında, diskin bulunduğu vertebra seviyesine, hastanın yaşına ve uygulanan kuvvetin şiddetine bağlı olarak esnek yapıları sayesinde şekil değişikliği ile meydana gelen enerjiyi absorbe etmektedir. Vertbrada bulunan ligamanlar ise vertebra stabilitesine aşırı hareketleri kısıtlayarak katkıda bulunurlar. PLL fleksiyon hareketinde gerilirken ekstansiyon hareketinde gevşemektedir. Anterior longitudinal ligament ise tam aksi şekilde çalışmaktadır. (24,25)

Rotasyon hareketinde faset eklemin ipsilateral alt ve üst kapsüler ligamentleri gerilirken kontralateral ligamentler gevşer. Ekstansiyon hareketinde faset eklemin alt kapsüler ligamentleri gevşerken üst kapsüler ligamentler gerilir. Fleksiyon hareketinde ise her iki kapsüler ligamentler gerilir.

Vertebra hareketlerinin fizyolojik sınırlarda kalmasını ligamentöz sistem, direnç ve enerji harcamasını minimal seviyelerde tutarak sağlamaktadır. Vertebral kolona uygulanan kuvvetlerde intervertebral disklerle birlikte vertebra korpus endplateleri yük dağılımında önemli bir role sahiptir. Vertebra cismi, hem kompresif gücü artırma hemde şok absorpsiyonu özelliği taşımaktadır. Longitudinal ligamentler ve disk oluşan kuvvetin çok büyük bir kısmını her iki faset ve kapsüler ligamentlere eşit olarak dağıtmakta, kalan az bir kısmı ise interspinöz ligamentlerle sağlanmaktadır.

Vertebrayı ön kolon, orta kolon ve arka kolon olarak 3' e ayıran Denis'in 3 kolon teorisiyle mekanik instabilitenin daha iyi anlaşılması sağlanmıştır. Anterior longitudinal ligament, vertebra cismi 3 te 2'lik anterior kısmı, annulusun ve diskin anterior kısmı ön kolonu oluşturur. Orta kolon; vertebra cisminin posterior 3'te 1'lik kısmı, disk ile annulusun posterior kısmı ve PLL tarafından meydana getirilirken, inter ve supraspinöz ligamentler, pedikül, lamina ve spinöz proçes arka kolonda yer almaktadır. Aksiyel kuvvetlerin % 70' lik kısmının ön ve arka kolon tarafından taşınmasından dolayı bunları hasarı mekanik instabiliteye sebep olur. Rotasyonel stabilitede en önemli faktör ön kolondur. Bunun hasarında özellikle lomber vertebra bölgesinde rotasyonel rezistansta önemli ölçüde bozulma meydana gelir. Orta ve arka kolon hasarında rotasyonel dirençte 3'te 1'lik bir kayıp yaşanmaktadır.

Faset eklemleri ve annulusun posteriorunu kapsayan bölgede yer alan rotasyon eksen, anterior yapıların hasarında arkaya doğru kayarken posterior elemanların hasarında ise öne doğru yer değiştirmektedir. Lumbosakral vertebra biyomekaniğinde yapılan posterior rezeksiyonun boyutu stabilitenin belirlenmesinde çok önemli bir role sahiptir. (22,23,26,27,28)

2.4. Dejeneratif Lomber Dar Kanal

Spinal stenoz, bir dizi patolojik faktörün sinir köklerini sıkıştırarak ağrı, uyuşukluk ve güçsüzlük gibi semptomlara yol açtığı bir durumdur. En sık üst boyun (servikal) ve alt sırt (lomber) bölgeleri etkilenir. Omurga kanalındaki üç farklı anatomik bölge spinal stenozdan etkilenebilir. İlk olarak, omuriliği barındıran merkezi kanal, ön-arka boyutta daralabilir ve bu da sinir elemanlarının sıkışmasına ve servikal bölgede omuriliğe ve lomber bölgede kauda ekinaya giden kan akışının azalmasına yol açabilir. İkinci olarak, sinir köklerinin omurilikten çıktığı açıklıklar olan nöral foramen, disk hernisi, faset eklemleri ve bağların hipertrofisi veya bir omur gövdesinin altındaki seviyeye göre dengesiz kayması sonucu sıkışabilir. Son olarak, sadece lomber omurgada görülen ve sinir kökünün nöral foramenden çıkışından hemen önce girdiği pedikül boyunca uzanan alan olarak tanımlanan lateral girinti, faset eklem hipertrofisinden dolayı sıkışabilir. Genelde ileri yaşlarda meydana gelen dejeneratif değişikliklere yanıt olarak ortaya çıkar. (29,30,31)

2.4.1. Etiyoloji

Spinal stenoz konjenital veya edinilmiş etyolojilerden kaynaklanabilir. Vakaların sadece %9' u konjenital etyolojilerden kaynaklanır. Bazı yaygın konjenital nedenler arasında akondroplazi, kısalmış pediküller, osteopetrozis, apikal vertebral kama, spinal disrafizm, segmentasyon başarısızlığı erken vertebral ark ossifikasyonu, torakolomber kifoz, morquio sendromu ve osseöz ekzostoz bulunur.

Edinilmiş stenoz öncelikle travma, dejeneratif değişiklikler, iatrojenik nedenler ve sistemik süreçlerden kaynaklanır. Travma genellikle vertebral kanalı mekanik bir kuvvetle akut olarak etkiler. Dejeneratif değişiklikler, posterior disk herniasyonu,

ligamentum flavum hipertrofisi ve spondilolistezis nedeniyle merkezi kanal ve lateral girintide daralma olduğunda oluşur. Laminektomi, füzyon ve diskektomi ameliyatları iatrojenik spinal stenoza neden olabilir. (32,33,34,35).

2.4.2. Epidemiyoloji

Lomber spinal stenoz, geriatric popülasyonda polikliniklerde yaygın olarak görülmektedir. Erken yaşlarda lomber spinal stenoz genellikle konjenital malformasyonlardan kaynaklanırken, 50 yaş üstü hastalarda dejeneratif nedenler muhtemeldir. Çalışmalar, 65 yaş üstü kişilerin 1/1000'inin ve 50 yaş üstü kişilerin yaklaşık 5/1000'inin spinal stenoz geçirme olasılığının yüksek olduğunu göstermiştir. Hastalığın yaygınlığının önümüzdeki on yılda yaklaşık 18 milyona çıkacağı tahmin edilmektedir. Omurga ameliyatı geçiren 65 yaş üstü yetişkinlerde lomber spinal stenoz (LSS) önde gelen tanıdır. Lomber omurgada aşağı doğru indikçe sinir kökü alanı oranı azalır ve bu da foraminal stenozun ve dolayısıyla spinal stenozun insidansını artırır. (35)

2.4.3. Patofizyoloji

Spinal stenoz, vertebral spinal kanalın ve lateral girintilerin daralması sonucu oluşan bir hastalık sürecidir. Bu durum sıklıkla omurilik, yakındaki sinir dokusu ve beyin omurilik sıvısı dahil olmak üzere spinal kanal içinde bulunan yapıların sıkışmasına yol açar. Daralmaya yol açabilen birden fazla faktör vardır. Bunlara intervertebral disklerin çıkıntısı veya dışarı çıkması, nucleus pulposusun posterior olarak fıtıklaşması, epidural yağ birikimi, PLL veya ligamentum flavumun hipertrofisi ve faset eklemlerinin hipertrofisi dahildir. Omurilik yaralanması, miyelopatik sendrom veya kauda equina sendromu gibi majör komplikasyonlarına yol açabilir (36).

2.4.4. Klinik

Lomber spinal stenoz, nörojenik topallamaya, miyeloradikülopati semptomlarına, duyuşal bozukluklara, motor güçsüzlüğe ve patolojik reflekslere yol açabilir. L3-4 ve L4-5 vertebra seviyeleri daha fazla etkilenmiştir (37,38).

Hastaların hemen hemen hepsinde bel ağrısı, yarısından fazlasında bacak ağrısı ve yaklaşık 3'te 1'inde kuvvet kaybı izlenir (39,40).

Çoğunlukla bilateal tutulum mevcuttur. Hastalar ayakta durma ve yürüme ile artan bel ve bacak ağrısı olarak tanımlanan nörojenik kladikasyondan bahseder. Ağrının, bel ve kalçanın fleksiyonuna sebep olan yatma veya oturma hareketiyle rahatladığını ifade ederler. Hiperekstansiyonda hem ağrının şiddeti artacak hem de yürüme mesafesi önemli ölçüde azalacaktır. Yürüme mesafesindeki azalma en belirgin şikayetlerden biridir (41,42).

Hastalığın ilerlemesiyle beraber yürüme mesafesinde azalma arttıracak ve dinlenme ile ağrının azalmamasına sebep olacaktır.

2.4.5. Lomber Spinal Stenoz Tanı ve Değerlendirmesi

Sınıflama

Arnoldi Sınıflaması (7,10,23,24,29)

I. Konjenital

- a. İdiyopatik
- b. Akondroplastik

II. Edinsel

- a. Dejeneratif
 - 1- Santral kanal
 - 2- Periferik kanal, lateral reses, sinir kökü kanalları
 - 3- Dejeneratif spondilolistezis
 - 4- Dejeneratif skolyoz
- b. Konjenital ve dejeneratif stenozun kombinasyonu
- c. İyatrojenik: Laminektomi sonrası, füzyon sonrası (anterior veya posterior), kemonükleoliz sonrası

- d. Spondilolitik (istmik spondilolistezis)
- e. Posttravmatik
- f. Diğer (Paget hastalığı, klorozis, diffüz interstisyel iskelet hipertrofisi, hiperostotik lomber dar kanal, oksalozis, psödogut).

2.4.5.1. Tanı

Lomber spinal stenozun teşhisi klinik bulgulara ek olarak radyolojik görüntüleme yöntemleri ile doğrulanır. Tanıda Kullanılan görüntüleme teknikleri, lateral ve ap direkt radyografi, myelografi, Bilgisayarlı tomografi (BT) ve Manyetik Rezonans Görüntülemedir (MRG). Birbirine göre üstünlükleri olan görüntüleme yöntemlerinden BT ve MRG tetkiklerinin kullanım sıklığındaki artış sonrasında lomber spinal stenoz hastalığının insidansında artış gözlemlenmiştir (43).

2.4.5.2. Görüntüleme Prosedürleri

LSS'yi düşündüren semptomları olan hastaların değerlendirilmesinde herhangi bir görüntüleme tekniğinin rolü yalnızca darlığın mevcut olduğunu göstermek değil, aynı zamanda bölgeyi (bölgeleri) ve hem kemik hem de yumuşak doku yapılarından gelen göreceli katkıları tanımlamak ve böylece iyi bir cerrahi sonuç için hayati önem taşıyan doğru ameliyat öncesi planlamaya izin vermektir. LSS'nin dinamik bir fenomen olduğu ve dik, uzatılmış pozisyonda maksimum kaliks basısının meydana geldiği bilgisi, ideal görüntüleme tekniklerinin omurga uzatılmış halde dik görüntülemeyi içermesi gerektiğini göstermektedir.

Düz Radyografi

LSS olduğundan şüphelenilen hastalarda lomber omurganın düz radyografileri genellikle kanal stenozu varlığı ile zayıf korelasyon gösteren çok seviyeli dejeneratif değişiklik kanıtları gösterir .Dejeneratif spondilolistezis veya lomber skolyozun gösterilmesi, LSS ile ilişkili olma olasılığı daha yüksek olan özelliklerdir .İdiyopatik gelişimsel stenoz tipik olarak alt iki ila üç lomber vertebrayı içerir ve radyografilerde kısa, hacimli pediküller, interpedikülat mesafenin azalması ve laminaların

kalınlaşması görülür , bu birleşik özellikler kanalın kesit alanında azalmaya neden olur ve bireyi disk dejenerasyonu ve herniasyonun etkilerine yatkın hale getirir. Düz radyografide tanımlanan diğer bulgular, LSS'nin çeşitli nadir nedenleriyle ilgilidir ve Paget hastalığı, Forestier hastalığı ve PLL' in ossifikasyon değişikliklerini içerir. (44,45,46,47,48,49,50)

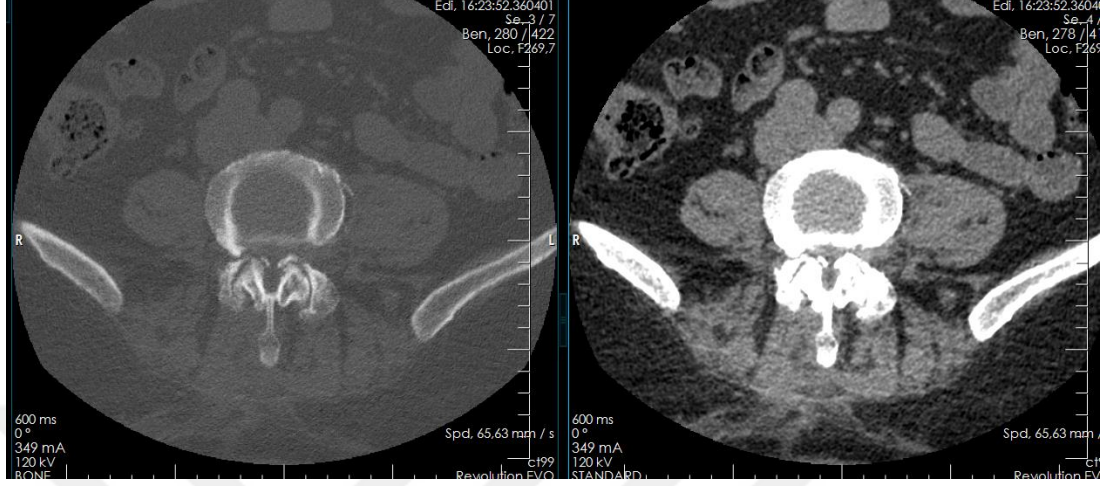
Miyelografi

Miyelografi tek başına ve daha sonra BT ile uzun yıllar boyunca LSS'nin radyolojik tanısının temel dayanağı olmuştur ve bazı durumlarda bir görüntüleme tekniği olarak gerekli olmaya devam edecektir. Santral kanal stenozunda miyelografik bulgular arasında kontrast kolonuna tam veya kısmi blokaj yer alır ve AP görünümde 'ekşi cam daralması' şeklinde görülür; bunun nedeni şişkin diskten kaynaklanan anterior tekal kompresyon, inferior artiküler proseslerin hipertrofisinden kaynaklanan posterolateral kompresyon ve ligamentum flavum ve posterior epidural yağ yastığından kaynaklanan posterior kompresyon kombinasyonudur. Tam bir bloğun kaudalini görüntüleme sorunu genellikle hastayı 1 dakika boyunca fleksiyon pozisyonunda oturarak veya BT eklenerek aşılabılır. Dik lateral fleksiyon/ekstansiyon görüntüleri esastır ve tipik olarak uzatılmış pozisyonda AP kanal boyutlarında bir azalma gösterir, ancak bazen tersi de görülebilir. Alternatif olarak, dejeneratif spondilolistezis fleksiyonda daha da kötüleşebilir. Dejeneratif LSS en sık L4/5 seviyesinde görülür, ancak çok seviyeli değişiklikler olağandışı değildir. Serpiginöz intradural dolum defektlerinin tanımlanması 'gereksiz lomber sinir kökü sendromu' olarak adlandırılmıştır ve tam veya kısmi miyelografik blok ile ilişkilidir. Bu bulgu aynı zamanda duruşa da bağlıdır. Santral kesenin lateral girintisi ve/veya sinir kökü kılıfının az dolması, superior artiküler süreçten medial osteofit oluşumuna bağlıdır ve lateral reses stenozunda görülür. Bununla birlikte hem lateral reses hem de foraminal stenoz BT ile daha hassas bir şekilde tanımlanır, özellikle de multiplanar rekonstrüksiyon (MPR) eklendiğinde. Klinik semptomlar ile miyelografi bulguları arasında zayıf bir korelasyon olduğu görülmektedir ve miyelografi genellikle beklenenden daha fazla anormallik göstermektedir, ancak kontrast madde akışında bir blok varlığının spinal dekompresyon sonrası başarılı sonucun iyi bir belirleyicisi olduğu öne sürülmüştür (51,52,53,54,55,56,57,58,59,60,61,62,63,64,65,66).

Bilgisayarlı Tomografi

BT'nin kullanıma girmesi, spinal kanal ölçümlerine dayalı olarak LSS'yi tanımlamayı amaçlayan bir dizi çalışma ile sonuçlanmıştır. Bunlar başka bir yerde gözden geçirilmiştir. Lomber spinal stenoz, faset eklemlerinin gelişimsel olarak genişlemesi ve lateral girintilerin daralmasına neden olan laminaların kalınlaşması nedeniyle spinal kanalın trefoil konfigürasyonunun gelişmesiyle de ilişkilendirilmiştir. Bununla birlikte, bu durum en sık L5'te görülen normal anatominin gelişimsel bir varyasyonunu da temsil edebilir ve kendi başına LSS'nin patognomonik olduğu düşünülmemelidir. BT'nin miyelografiye göre en büyük avantajı, epidural yağın efüzyonunu veya kökün sıkışmasını tanımlayarak lateral girinti ve vertebral foramende ekstratekal sinir kökünün sıkışmasını doğru bir şekilde gösterebilmesidir. BT ayrıca disk, bağ ve kemik tarafından sıkıştırmayı net bir şekilde ayırt edebilir (Şekil 10). Multiplanar rekonstrüksiyonun (MPR) kullanıma girmesi foramen değerlendirmesini iyileştirmiş ve parasagittal MPR kullanılarak foraminal stenoz için subjektif bir derecelendirme geliştirilmiştir. Ancak düz BT, intratekal sinir kökü çevresindeki BOS'tan ayırt edilemediği için intratekal sinir kökü basısının tanımlanmasında sınırlamalara sahiptir. İntratekal sinir kökü kompresyonunu değerlendirmek için miyelografi ve BT arasında yapılan bir karşılaştırmada, açıkça normal veya anormal bölgelerde bir miktar korelasyon gösterilmiştir, ancak sınırda nöral kompresyon alanlarında zayıf bir uyum vardı. Düz BT'nin bir dezavantajı da kalça ve dizlerin fleksyonu ile ortaya çıkan bir dereceye kadar göreceli lomber lordoz ile ağırlık taşımayan bir pozisyonda gerçekleştirilmesidir. Bu pozisyonda, kanal boyutları maksimaldir ve önemli santral stenoz gözden kaçabilir. Miyelografi ve ardından BT (BTM), tek başına uygulandığında iki prosedürün dezavantajlarının çoğunun üstesinden gelir ve gelişmiş tanısal doğrulukla ilişkilendirilir. Miyelografide dik fleksiyon-ekstansiyon lateral görüntüleme, santral kanal stenozunun mümkün olan en doğru değerlendirmesini verirken, BT'nin eklenmesi lateral kanal stenozunu açıkça gösterebilir. Mevcut BT yazılım paketleri, özellikle de dejeneratif skolyoz varlığında foraminal stenozun değerlendirilmesinde değerli olabilecek oblik ve kavisli MPR'ye izin vermektedir. Aksiyel yüklemenin eklenmesi ve omurga hafifçe uzatılmış haldeyken görüntüleme, hem BTM hem de MRG ile psoas gevşek pozisyonda

görüntüleme ile karşılaştırıldığında, tekal kese kesit alanlarında önemli azalmalar olduğunu göstermiştir. (46,51,56,62,64,65,67,68,69,70,71,72)



Şekil 10: Lomber spinal stenoz'u olan hastanın aksiyel BT görüntüsü

Manyetik Rezonans Görüntüleme

Vücut koil görüntülemesini kullanan ilk MRG çalışmaları düşük çözünürlüklü görüntülerle sonuçlanmış ancak LSS'nin değerlendirilmesinde MRG'nin potansiyelini açıkça göstermiştir. Yüzey bobinlerinin kullanılmaya başlanmasıyla lomber omurganın yüksek çözünürlüklü görüntülenmesi mümkün hale gelmiş ve LSS gelişiminde rol oynayan çeşitli anatomik yapıların net bir şekilde ayırt edilmesine olanak sağlamıştır. BT ve miyelografiye göre avantajları, invazif olmayan doğası ve iyonlaştırıcı radyasyon içermemesinin yanı sıra, doğrudan parasagittal görüntülerde intervertebral foramen içindeki sinir kökünü gösterebilmesi ve T2 ağırlıklı sekanslarda beyin omurilik sıvısı ile intratekal sinir kökü arasındaki doğal kontrasttır. MRG ile BTM'yi karşılaştıran çalışmalar, LSS'nin değerlendirilmesinde yüksek derecede korelasyon olduğunu göstermiştir. Santral stenoz MRG'de sagittal görüntülerde tekal kesenin AP boyutunda focal veya genel bir azalma veya aksiyel görüntülerde kesit alanında bir azalma ile kendini gösterir. Bununla birlikte, klinik stenozun belirgin hale gelmesi için tekal kesenin ne derece tehlikeye girmesi gerektiği açık değildir. Bir çalışmada, birden fazla seviyede 100 mm² 'den az ölçülen kesitsel tekal kese alanları, nörojenik kladikasyon varlığı ile yüksek oranda ilişkilendirilmiştir. Fonksiyonel miyelografide tam veya sub-total blok önemli bir görüntüleme bulgusudur ancak

bunun MRG korelasyonu net olarak tanımlanmamıştır. T2 ağırlıklı sekanslarda sinir kökleri etrafında beyin omurilik sıvısı kaybı önemli bir görünüm olabilir ancak bu bulgudan literatürde nadiren bahsedilmektedir (Şekil 11). İntratekal sinir kökü basısı ile ilgili olarak fonksiyonel miyelografi ve MRG bulgularını ilişkilendirmek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır; bu bulguların yalnızca görüntüleme köklerin etrafında beyin omurilik sıvısı olmadığını gösterdiğinde mevcut olarak kabul edilmesi önerilmektedir. Lateral reses stenozunda MRG bulguları BT ile aynıdır. Günümüzde mevcut olan yüksek kaliteli aksiyal görüntüleme genellikle yumuşak doku ve kemiğin göreceli katkılarını belirleyebilmektedir ancak ciddi dejeneratif faset hastalığı varlığında BT yine de daha iyi olabilir. Foraminal stenozun değerlendirilmesi için, genellikle foraminal yağ azalmasının subjektif değerlendirmesine dayanan çeşitli derecelendirme sistemleri geliştirilmiştir. Sinir kökünün etrafında kısmen veya tamamen yağ kaybı olduğunda ciddi foraminal stenoz mevcuttur. Bununla birlikte, foraminal stenoz altıncı dekattan sonra nispeten yaygın bir bulgudur ve genellikle asemptomatiktir. Litik spondilolistezis vakalarında sinir kökünün foramen içinde doğrudan sıkışması MRG ile açıkça gösterilmiştir. Ekstraforaminal stenoz, sinir kökünün transizyonel vertebranın genişlemiş transvers prosesi ile sakral ala arasında sıkışabildiği transizyonel lumbosakral bileşke vakalarında tanımlanmıştır. Bu tür sinir kökü sıkışması koronal MR görüntülerinde gösterilmiştir. Sinir kökü, genellikle L5-S1 seviyesinde, vertebra gövdelerinden gelen lateral osteofitler tarafından foramenin ötesinde de sıkıştırılabilir.

LSS'de gelişmiş MRG'nin rolü hakkında çok az şey yazılmıştır. Klinik olarak nörojenik topallamadan şüphelenilen ve ciddi santral kanal stenozu olan yedi hasta üzerinde yapılan küçük bir çalışmada, vakaların beşinde noktasal veya eğrisel intratekal artış gösterilmiştir. Bu artışın ya periradiküler damarların tıkanmasından ya da kan-sinir bariyerinin bozulmasından kaynaklandığı ve muhtemelen kronik kompresyondan kaynaklanan sinir hasarına işaret ettiği düşünülmüştür. Açık MR sistemlerinin kullanılmaya başlanması, omurganın dik pozisyonda görüntülenmesine olanak sağlamıştır. Görüntüleme sırtüstü, dik-fleksiyon ve dik-ekstansiyon pozisyonlarında yapıldığında hem AP tekal kese boyutlarında hem de foraminal boyutta farklılıklar gösterilmiştir; bu farklılıklar en çok L3/4 ve L4/5 seviyelerinde belirgindir. (73,74,75,76,77,78,79,80,81,82,83,84)



Şekil 11: T2 sekansında sagittal lomber MRG görüntüsü; L2-L3 ılımlı darkanal, L3-L4 ve L4-L5 ileri dar kanal izlenmektedir.

MR Miyelografi

Manyetik rezonans miyelografi (MRM) 1986 gibi erken bir tarihte tanımlanmıştır ve miyelogram benzeri görüntülerin elde edilmesini sağlar. Kullanılan teknikler arasında yağ satürasyonlu ağır T2 ağırlıklı hızlı spin-eko sekansları, ağır T2 ağırlıklı 3D gradyan eko sekansları ve tek çekim turbo spin-eko sekansı yer alıyor. BOS'un hiperintens görüldüğü ve sinir köklerinin “kontrast” sütununda hipointens dolum defektleri olarak gösterildiği görüntüler üretilir. Epidural damarlar dışında çevredeki kemik veya yumuşak doku yapılarından çok az sinyal üretilir veya hiç sinyal üretilmez. Çoklu yoğunluk projeksiyonu (MIP) tekniği genellikle görüntülerin lateral ve oblik projeksiyonlarda yeniden yapılandırılmasına izin vermek için orijinal veri setine uygulanır. Birkaç çalışma LSS'li hastalarda MRM ile konvansiyonel miyelografiyi karşılaştırmıştır. MRM, merkezi darlık alanlarını sinyal kaybı bölgeleri olarak gösterir ve konvansiyonel miyelografiye benzer şekilde sinir kökü kılıfı kesilmesini açıkça gösterir. Kontrast BOS'un kendisi tarafından üretildiğinden, MRM'nin konvansiyonel miyelografiye göre avantajı, tam bir bloğun distalinde tekal kese ve sinir kökünün görüntülenebilmesidir. Konvansiyonel miyelografide olduğu gibi, MRM tek başına sinir kökü sıkışmasının nedenlerini net bir şekilde belirleyemez ve yalnızca lomber omurganın standart MRG incelemesine ek olarak yapılmalıdır.

Hiçbir çalışma MRM'nin standart MRG'ye kıyasla elde edilen ek bilgiler açısından değerini belirlememiştir (85,86,87,88,89,90,91,92,93).

Diğer Görüntüleme Yöntemleri

Spinal kanal transabdominal ultrasonografi (USG) ile intervertebral disk boyunca görüntülenebilir ve vakaların yaklaşık üçte ikisinde alttaki üç disk görüntülenebilir. Bununla birlikte, USG ve miyelografi veya BT ile kanal boyutu ölçümleri arasındaki korelasyon zayıftır ve darlığın nedeni genellikle belirlenemez, bu da değerini sınırlar. Tanısal sinir kökü enjeksiyonu, kortikosteroidli veya kortikosteroidsiz lokal anesteziğin perinöral infiltrasyonunu içerir ve görüntülemenin çok seviyeli bası gösterdiği durumlarda dekompresif cerrahi öncesinde semptomatik sinir kökünün belirlenmesinde değerli olduğu düşünülmektedir.

Nörojenik şikâyeti olan hastalarda EMG (Elektromyografi), motor (Motor Evoked Potentials-MEP) ve duysal potansiyeller (Somatosensorial Evoked Potentials-SEP) kanal darlığına bağlı nöral bozukluğun komplet olup olmadığının ve hangi seviyede olduğunun belirlenmesinde fayda sağlayabilir.

Epidural Basınç Ölçümünün postüre bağlı olduğu gösterilmiştir. Epidural basınç, stenozun olduğu seviyede ayakta dururken ve ekstansiyon durumunda arttığı, fleksiyonda, yatar ve oturur durumda ise düşük bulunmuştur. (26,39,94,95,96,97,98)

2.4.6. Tedavi

Konservatif Tedaviler

Lomber spinal stenoz tanısı almış ve cerrahi tedavi planlanmayan hastalarda hem medikal hem de egzersiz tedavileri uygulamaktadır. Öncelikle hastalarda analjezik, myorelaksan ve antispazmotik gibi medikal tedaviler uygulanabilir. Bunun yanında uygun egzersiz tedavileri ve fizik tedavi protokolleri yapılabilir.

Stenotik vertebra düzeyinde meydana gelen enflamasyonun azaltılmasıyla hastaların kliniğinde düzelme olduğu daha önceki çalışmalarda bildirilmiştir. Bu sebeple hastalara hem sistemik steroid tedavisi hem de epidural steroid enjeksiyonu uygulanabilir.

Yapılan fizyoterapilerin amacı abdominal ve paravertebral kasları kuvvetlendirerek postürün düzelmesine ve ağrıyı azaltmaya fayda sağlar. Ancak konservatif tedavilere cevap alınamayan hastalarda, daha kalıcı bir tedavi sunan cerrahi girişimler tercih edilmektedir. Serilerde 438 hastanın 406'sında cerrahi öncesi konservatif tedavi fayda sağlamamıştır. Bu 438 hastadan 222 hastaya fizyoterapi, 112 hastaya antiinflamatuvar veya analjezik, 64 hastaya da multidisipliner rehabilitasyon programı uygulanmıştır. Bir diğer alternatif tıbbi tedavi yöntemi de kalsitonin kullanılmasıdır. Kalsitonin için ileri sürülen etki mekanizması, hipotalamusta santral analjezik etki, spinal ve/veya kauda ekuinadaki kan akımının düzeltilmesi ya da muhtemelen prostoglandin inhibisyonu ile anti-inflamatuvar etki ile ilgilidir.

Fakat kalsitonin, spinal stenozun konservatif tedavisinde standart olmamıştır. Yakınmaları az bulguları belirgin olmayan spinal stenozlu hastalarda konservatif tedavi uygulanmalıdır. Bununla birlikte yavaş gelişen fokal kayıpları olduğu zaman cerrahi tedavi tercih edilmelidir. LSS'li hastalarda uygulanacak tedavinin tıbbi mi, cerrahi mi olacağını belirlemede kesin sınırlar olmamasına karşın buna karar vermede zorluk yoktur. Tedavi yöntemini belirleyen daha çok hastaların yakınmalarının düzeyi ve iş ya da sosyal yaşamlarını ne kadar etkilediğidir.

Radyolojik bulgular her zaman hastanın yakınmaları ile uyumlu olmayabilir. Bu yüzden tedavi seçimi hastanın yakınmalarının şiddetine ve nörolojik bulgu ya da kaybının olup olmamasına bağlıdır (99,100).

Cerrahi Tedavi

Lss'li hastalarda nörojenik kladikasyo ve hastaların günlük yaşamını etkileyen progresif nörolojik defisit varlığı konservatif tedaviden ziyade cerrahi tedavi gerektirmektedir. Bunun yanında medikal tedavilere rağmen geçmeyen ve hastaların günlük yaşamını etkileyen ağrı varlığı da diğer bir cerrahi sebeptir. Cerrahi girişim öncesi hastanın klinik durumu ve radyolojik görüntülemelerinin detaylı incelenmesi gerekir. Cerrahi girişimde yapılacak olan dekompresyonun temel amacı nöral yapıların hem spinal kanalda hemde foramen içinde yeterli alan kazanmasıdır. Spinal stenozun türleri ve radyolojik görüntüleme sonuçları göz önünde bulundurularak belirlenmiş birden fazla dekompresyon yöntemi vardır. Uygulanan cerrahideki dekompresyon miktarı stenozun boyutuna bağlı olarak değişkenlik gösterdiğinden, instabiliteye sebep

olmamak için minimal invaziv dekompresyon cerrahisi uygulanması önemlidir. Tek seviyede, ılımlı santral stenoza ve/veya foraminal stenoza sahip, ek hastalığı olmayan kişilerde yapılan dekompresif cerrahide, birden fazla vertebra seviyesinde ileri derecede santral stenozun ve ek romatizmal hastalığın eşlik ettiği vakalara göre daha başarılı sonuçlar elde edilebilmektedir (101,102,103,104).

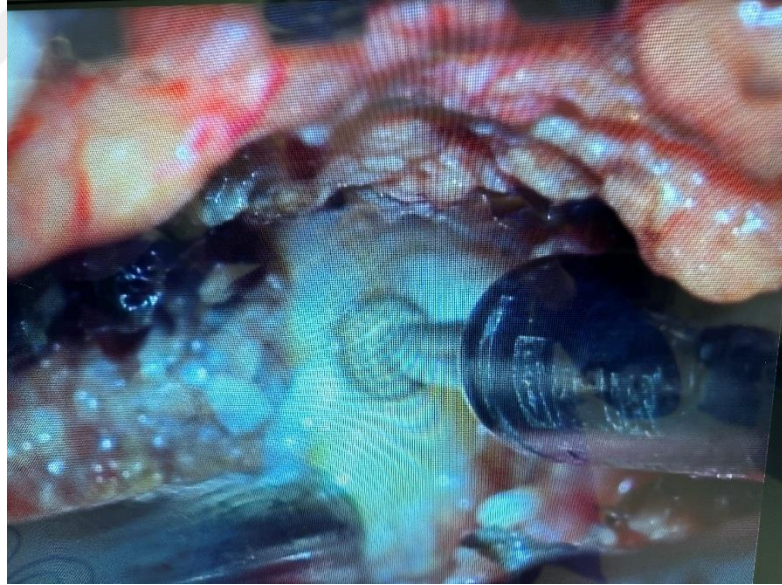
Temel olarak 2 çeşit dekompresyon yapılmaktadır;

1-Unilateral yaklaşım ile bilateral dekompresyon

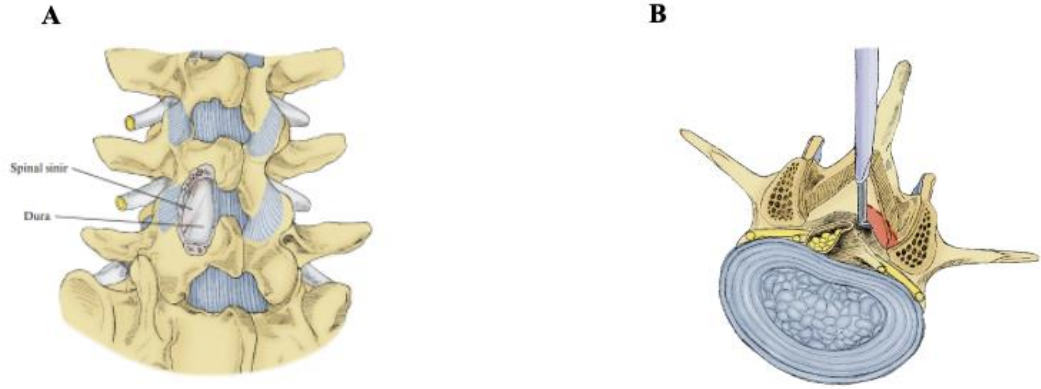
Tüm ameliyatlar genel anestezi altında ve prone pozisyonunda uygulanır. Ameliyatın tüm aşamaları cerrahi mikroskop altında yapılır. Hastanın muaynesinde şikayetin fazla olduğu taraftan, belli bir taraf belirtmeyen hastada ise yapılan görüntülemeler ile stenozun belirgin olduğu bölgeden yaklaşık 2 cm lik orta hat kesisi ile girişim yapılır (Şekil 12). Cilt cilt altı dokular ve lumbosakral fasya anatomik plana uygun şekilde açılır. Hedeflenen tarafın paravertebral adeleleri laterale sıyrılır ve lamina ortaya koyulur. Bu mesafenin faset ekleminin lateraline pva ları arkasına alacak şekilde taylor ekartör koyulur. Kullanılan bu ekartöre ağırlık asılarak sabitlenir. Saha hazırlığı tamamlandıktan sonra kerrison ronger veya yüksek devirli tur (Şekil 13) ile parsiyel hemilaminektomi/hemilaminektomi uygulanır. Ligamentum flavum ortaya koyulur. kerrison ronger yardımı ile flavum kaldırılır, aynı taraf foraminotomi yapılır. Masa karşı tarafa yatırılır ve mikroskobun açısında düzeltilmesi ile yaklaşık 60° - 70° lik görüş açısı kazanılır (Şekil 10). Kerrison ronger yardımı ile orta hat spinöz yapıları ve karşı taraf pedikül hizasına kadar ligamentum flavum eksize edilir. Karşı foramen görülür hale getirildiğinde karşı foraminotomide yapılır. Sonuçta unilateral yaklaşım ile bilateral dekompresyon tamamlanmış olur (Şekil 15, Şekil 16).(40)



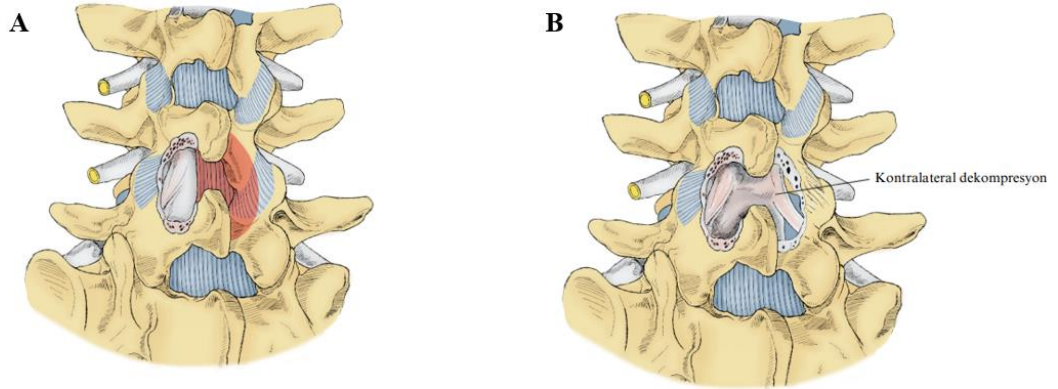
Şekil 12: Orta hat cerrahi insizyon sınırı gösterilmektedir



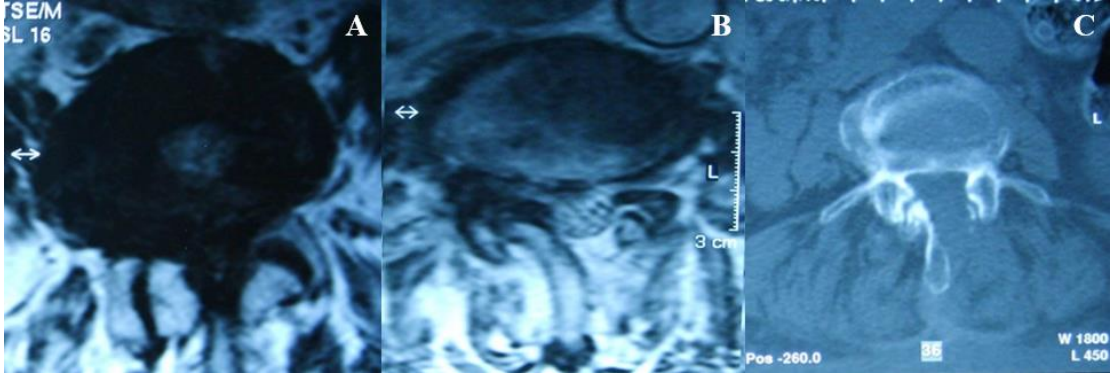
Şekil 13: Yüksek devirli tur ile laminektomi aşaması gösterilmiştir.



Şekil 14: Unilateral yaklaşım ile bilateral dekompresyon tekniği ile aynı taraf (A) ve masının karşı tarafa yatırılması ile kerison rounger yardımı ile yapılan karşı taraf dekompresyon (B) gösterilmiştir.



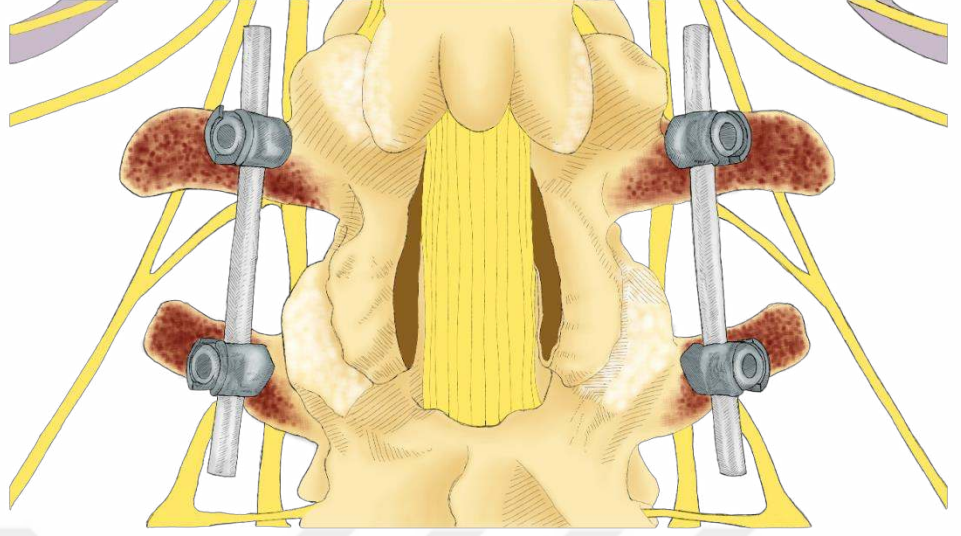
Şekil 15: Unilateral yaklaşım ile bilateral dekompresyon tekniğiyle yapılan karşı laminektomi sınırları (kırmızı ile çizili alan) gösterilmektedir (A). Bu yaklaşım ile bilateral dekompresyon tekniğiyle yapılan karşı laminektomi sınırları gösterilmektedir (B).



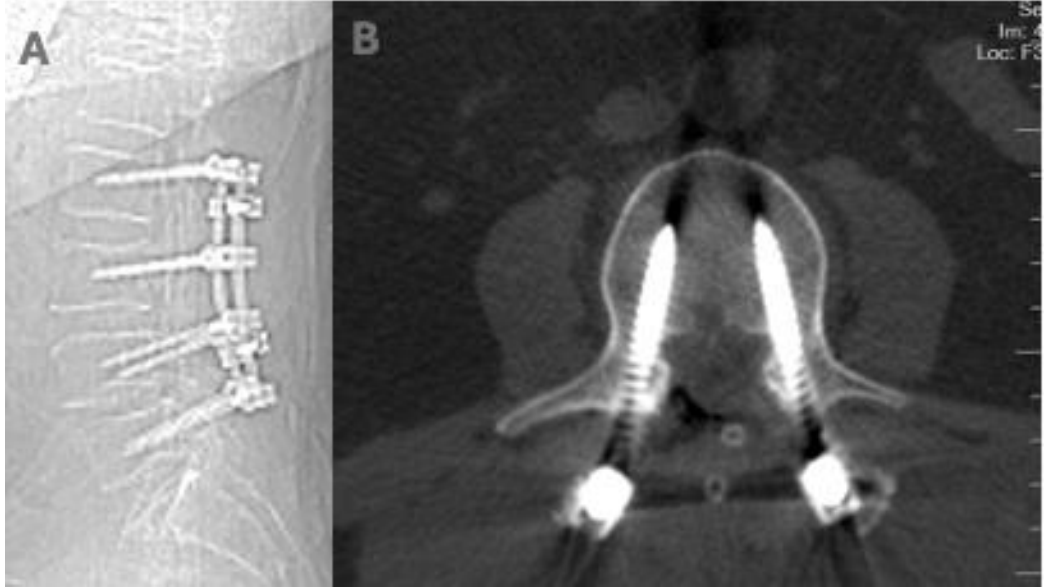
Şekil 16: İleri derecede Lomber spinal stenoz'u olan hastanın aksiyel MRG görüntüsü (A), hastanın postperatif aksiyel MRG (B) ve aksiyel BT görüntüsü izlenmektedir (C).

2-Total Laminektomi ve Füzyon

Tüm ameliyatlar genel anestezi altında ve prone pozisyonunda uygulanır. Belirlenen seviyenin bir alt ve bir üst seviyesi işaretlenerek (yapılacak enstürmantasyon planına göre açılacak seviyeler değişiklik göstermektedir) orta hat insizyonu yapılır. PVA' ler bilateral sıyrılır ve ekartör yerleştirilir. Mikroskop sahaya çekilerek, stenozun olduğu laminaya Kerrison ronger veya yüksek devirli tur ile total laminektomi yapılır ve ligamentum flavum kaldırılıp, bilateral foraminotomiler yapılır. Belirlenen seviyelere transpediküler vidalar gönderilir sistem 2 adet rod ile sabitlenir. Böylece total laminektomi ve füzyon cerrahisi tamamlanmış olur (Şekil 17).



Şekil 17: Total laminektomi ve füzyon şematize edilmiştir.



Şekil 18: Spinal posterior enstrümantasyon cerrahisi sonrasında hastanın sagittal düz radyografisi (A) ve aksiyel lomber BT görüntüsü (B) izlenmektedir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamıza, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Etik Kurul 30/10/2024 tarihli, 2024/19-6 toplantı numaralı onay alınarak başlandı. Bu çalışmada, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroşirürji kliniğinde, 2015-2022 yılları arasında, lomber spinal stenoz tanısı alan hastaların; posterior segmental enstrüman ve laminektomi operasyonu uygulananları ile unilateral yaklaşımla bilateral dekompresyon uygulananlar retrospektif olarak analiz edildi. Hastaların yaş, cinsiyet, nörolojik muayeneleri ve kladikasyo mesafesi, cerrahi seviyeleri, operasyon süreleri, perop kanama miktarları ile kan replasman miktarları, hastanede kalış süreleri, VAS ve ODOMS skorları değerlendirildi. Çalışmaya dahil edilen hastaların ameliyat öncesi ve sonrası, BT, MRG' leri, dinamik grafileri, hemoglobin değerleri tarandı.

3.1. İstatiksel Analiz

Araştırmada kullanılan değişkenler 123 hastaya uygulanmış ve verilerin analizinde SPSS 22 programı kullanılmıştır.

Analizlere geçilmeden önce sürekli değişkenler bazında normallik varsayımları kontrol edilmiştir. Bu varsayımlar sırasıyla çarpıklık basıklık değerleri ve q-q plot grafiklerinin yorumlanması ile sağlanmıştır. Bu işlemler sonucunda hastane yatış süresi haricindeki tüm sürekli değişkenlerin normal dağılım gösterdiği gözlemlenmiştir. Normal dağılım gösteren sürekli değişkenlerin analizinde, iki bağımsız grup arasındaki fark bağımsız örneklem t-testi ile; bağımlı iki grup arasındaki fark ise bağımlı örneklem t testi ile analize konu edilmiştir. Karegorik değişkenler arasındaki istatistiksel farklılık Ki-kare analizi ile incelenmiştir. Normal dağılım göstermeyen iki bağımsız grup arasındaki fark, parametrik olmayan testlerden Mann-Whitney U testi ile analize konu edilmiştir. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p<0.05$ ve $p<0.01$ olarak kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

Çalışmamızda hastalar Grup 1 ve Grup 2 olmak üzere iki gruba ayrıldı. Grup 1' deki olgular, lomber spinal stenoz tanılı olup, unilateral yaklaşımla bilateral dekompresyon uygulananlardan oluşmaktadır. Grup 2' deki olgular ise, lomber spinal stenoz tanılı olup, posterior segmental enstrüman ve laminektomi uygulananlardır. Olguların 82'si (%66,7) kadın ve 41'i (33,3%) erkek olup; Grup 1' de 43 (70,5%) kadın, 18 (29,5%) erkek yer alırken; Grup 2' de 39 (62,9%) kadın, 23 (37,1%) erkek yer almaktadır. Grup 1' deki yaş ortalaması $66,4 \pm 9,31$ iken; Grup 2' de $63,1 \pm 11,48$ idi. Grup 1' deki olguların BMI $30,5 \pm 4,01$ iken; Grup 2' de $30,6 \pm 4,76$ idi. Genel özellikleri (yaş, cinsiyet ve BMI) açısından iki grup arasında anlamlı fark olmadığı gözlemlendi ($p > 0,05$, Tablo 1).

Antikoagülan kullanımı açısından gruplar değerlendirildiğinde, Grup 1' de olguların 20(32,8%)' si antikoagülan kullanırken, 41(45,2%)' nin kullanmadığı görüldü. Grup 2' de ise olguların 28(67,2%)' si antikoagülan kullanırken, 34(54,8%) nün kullanmadığı görüldü. Antikoagülan kullanımı açısından her iki grup arasında anlamlı fark olmadığı gözlemlendi ($p > 0,05$, Tablo 1). Antiagregan kullanımı açısından gruplar değerlendirildiğinde ise, Grup 1' de olguların 9 (14,8%)' u antiagregan kullanırken, 52 (85,2%)' sinin kullanmadığı görüldü. Grup 2' de ise olguların 25 (40,3%)' i antiagregan kullanırken, 37 (59,7%)' sinin kullanmadığı görüldü. Antiagregan kullanımı açısından her iki grup arasında anlamlı fark olduğu gözlemlendi ($p < 0,01$, Tablo 1).

Cerrahi seviye açısından gruplar değerlendirildiğinde; Grup 1' de olguların tek seviye olanlar 44 (72,1%) iken; 2 ve üzeri seviye olanlar 17 (27,9%) olup; Grup 2' de olguların tek seviye olanlar 31 (50,0%) iken; 2 ve üzeri seviye olanlar 31 (50,0%) idi. Cerrahi seviye açısından her iki grup arasında anlamlı fark olmadığı gözlemlendi ($p > 0,05$, Tablo 1). Tablo 2' de her iki gruba ait cerrahi seviyelere ait frekans analiz sonucu detaylı olarak verilmiştir.

Tablo 1: Hastaların demografik özellikleri ve cerrahi seviyeleri

Grup		Grup 1	Grup 2	p
Kadın	82	43 (70,5%)	39 (62,9%)	p>0,05
Erkek	41	18 (29,5%)	23 (37,1%)	
Yaş	123	66,4±9,31	63,1±11,48	p>0,05
BMI	123	30,5±4,01	30,6±4,76	p>0,05
Antikoagülan				
Var	48	20 (32,8%)	28 (67,2%)	p>0,05
Yok	75	41 (45,2%)	34 (54,8%)	
Antiagregan				
Var	34	9 (14,8%)	25 (40,3%)	p<0,01**
Yok	98	52 (85,2%)	37 (59,7%)	
Tekli Seviye	75	44 (72,1%)	31 (50,0%)	p<0,05*
Çoklu Seviye	48	17 (27,9%)	31 (50,0%)	
Mesafe	123	1,3±0,57	1,7±0,77	p<0,01**

Tablo 2: Her iki gruba ait cerrahi seviyelerin dağılımı

Grup	Grup 1	Grup 2
L2-3	2 (3,3%)	4 (6,5%)
L3-4	15 (24,6%)	13 (21,0%)
L4-5	27 (44,3%)	13 (21,0%)
L5-S1	-	1 (1,6%)
L2-3, L3-4	-	6 (9,7%)
L3-4, L4-5	13 (21,3%)	16 (25,8%)
L4-5, L5-S1	1 (1,6%)	-
L2-3, L3-4, L4-5	3 (4,9%)	8 (12,9%)
L2-3, L3-4, L4-5, L5-S1	-	1 (1,6%)

Gruplar cerrahi süre açısından değerlendirildiğinde Grup 1' de cerrahi süre 134,86±30,99 dakika iken; Grup 2' de bu süre 225,44±70,22 dakika idi. Grup 1' de kanama miktarı 347,8±141,1 mL iken; Grup 2' de 496,5±254,8 mL idi. Grup 1' de Es replasmanı sayısı 5 (8,2%) iken; Grup 2' de ise bu sayı 28 (45,2%) idi. Hastanede kalış süresi Grup 1' de 5,26±3,33 gün iken; Grup 2' de 8,47±3,06 gün idi. Diren Kalış Süresi Grup 1' de 1,54±1,98 gün iken; Grup 2' de 4,94±2,09 gün idi. Bu bağlamda her iki grup

arasında cerrahi süre, kanama miktarı, Es replasmanı, hastanede yatış süresi ve diren çekilme süresi açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık izlendi ($p<0,01$, Tablo 3).

Tablo 3: Cerrahi Süreler, Kanama Miktarı, Es Replasman İhtiyacı, Hastaneye Yatış Süreleri, Diren Kalış Süresileri ile ilgili gruplar arası dağılım.

Değişkenler	Grup 1	Grup 2	p
Cerrahi Süre (dakika)	134,86±30,99	225,44±70,22	$p<0,01^{**}$
Kanama Miktarı (mL)	347,8±141,1	496,5±254,8	$p<0,01^{**}$
Es Replasman İhtiyaçları			
0	56 (91,8%)	34 (54,8%)	
1	4 (6,6%)	23 (37,1%)	$p<0,01^{**}$
2	1 (1,6%)	5 (8,1%)	
Hastaneye Yatış Süresi (gün)	5,26±3,33	8,47±3,06	$p<0,01^{**}$
Diren Kalış Süresi (gün)	1,54±1,98	4,94±2,09	$p<0,01^{**}$

Her iki grup VAS skoru açısından değerlendirildiğinde; Grup 1’ de cerrahi öncesi VAS skoru ortalaması $8,07\pm1,31$ iken bu değer 1. yıl sonunda $1,75\pm0,98$ olup, istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde azalmıştır ($p<0,01$, Tablo 4). Grup 2’ de ise cerrahi öncesi VAS skoru $8,73\pm1,07$ bu değer 1. yıl sonunda $1,81\pm1,17$ olup, istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde azalmıştır ($p<0,01$, Tablo 4). Grup 1’ de Odom’s değerleri cerrahi öncesi $3,84\pm0,37$ iken bu değer 1. yıl sonunda $1,46\pm0,59$ olup, istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde azalmıştır ($p<0,01$, Tablo 4). Grup 2’ de Odom’s değerleri cerrahi öncesi $3,90\pm0,30$ iken bu değer 1. yıl sonunda $1,53\pm0,86$ olup, istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde azalmıştır ($p<0,01$, Tablo 4). Sonuç olarak her ne kadar Grup 1’ de cerrahi öncesi VAS skoru Grup 2’ ye kıyasla daha düşük olsa da ($p<0,01$, Tablo 5); 1. yıl sonunda VAS skoru açısından her iki grup arasında azalma olup istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir ($p>0,05$, Tablo 5). Odom’s değerleri açısından her iki grup kıyaslandığında gerek cerrahi öncesi gerek ise cerrahi sonrasında her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir ($p>0,05$, Tablo 5).

Tablo 4: Her iki grubun kendi içindeki cerrahi öncesi ve birinci yıl sonundaki VAS ve Odom's değerleri karşılaştırıldı

Grup	N	Pre	12. Ay	p
Vas (Grup 1)	61	8,07±1,31	1,75±0,98	p<0,01**
Vas (Grup 2)	62	8,73±1,07	1,81±1,17	p<0,01**
Odom's (Grup 1)	61	3,84±0,37	1,46±0,59	p<0,01**
Odom's (Grup 2)	62	3,90±0,30	1,53±0,86	p<0,01**

Tablo 5: Her iki grup arasındaki cerrahi öncesi ve cerrahi sonrası VAS ve Odom's sonuçları değerlendirildi.

Grup	N	Grup 1	Grup 2	p
VAS – Pre-operatif	123	8,07±1,31	8,73±1,07	p<0,01**
VAS– Post-operatif	123	1,75±0,98	1,81±1,17	p>0,05
Odom's – Pre-operatif	123	3,84±0,37	3,90±0,29	p>0,05
Odom's–Post-operatif	123	1,46±0,59	1,53±0,86	p>0,05

5. TARTIŞMA

Yaşlı nüfusun genel popülasyonda artması ile birlikte; dejeneratif omurga rahatsızlıklarından etkilenen yüzde de artmaktadır ve önümüzdeki yıllarda daha fazla hastanın ameliyat gereksinim duyması beklenmektedir. (105) LSS için birçok farklı dekompresyon tekniği tanımlanmıştır. Geleneksel yöntemler kullanılarak LSS tedavisinin tek başına bir seçenek olduğu düşüncesi, 2000 yılların başında minimal invaziv cerrahinin omurga cerrahisi pratiğine girmesi ile yıkılmıştır(106). Minimal invaziv işlemlerin daha sık tercih edilmesinin temelinde; daha küçük cerrahi alanın kullanılmasının yanı sıra, daha az doku travmasına sebep olmasıdır. Tek taraflı bir yaklaşımla yapılan iki taraflı dekompresyon etkili ve yeterli bir şekilde yapılabilir. Bu yaklaşım kullanılarak yapılan cerrahi, kontralateral faset eklemlerini ve sinir yapılarını korur ve böylece postoperatif instabiliteyi sınırlar. Bizde bu çalışmamızda minimal bir yaklaşım olan ULYBD tekniğini, klasik laminektomi (füzyon ile) ile kıyasladık ve her iki tekniğin birbirine olan üstünlüklerini ortaya koymayı amaçladık.

Thomé ve ark. 120 LSS hastada, tek ve çift taraflı laminotomi ile laminektominin güvenliğini ve sonuçlarını karşılaştırdıkları ilk randomize prospektif çalışmalarında komplikasyonların insidansı gruplar arasında önemli ölçüde farklılık göstermediğini gözlemlemişlerdir. Her üç prosedür de semptomlarda önemli iyileşme sağladığı; ancak çift taraflı laminotominin daha iyi klinik sonuçlar göstermişlerdir (107). Ho ve ark.' da bilateral laminotomi ile unilateral yaklaşımla bilateral dekompsresyonun (ULYBD) biyomekanik olarak benzer sonuçlara sahip olduğunu bildirmişlerdir (104). Ancak yıllar içerisinde ULYBD tekniği bilateral yaklaşıma göre daha az invaziv bir yaklaşım olarak benimsenmiştir. (109,110,111). Huang Y ve ark. Yaşlı hastalarda geleneksel yaklaşım ile transforaminal lomber interbody füzyon uyguladıkları olgularını ULYBD olguları ile kıyaslamışlardır. Teknik olarak daha invaziv olmak için Wiltse tekniği ile füzyon cerrahisini uygulamışlardır (112). Ancak sonuçları itibari ile ULYBD grubunda daha az kanama ve daha az yağlı dejenerasyon meydana geldiğini bildirmişlerdir (113). Klasik yaklaşımla transpediküler vidalarla yapılan posterior füzyon için önemli ölçüde paraspinal kas ekartmanına ihtiyaç vardır. Cha ve arkadaşları, füzyonla pedikül vidası fiksasyonundan 12 ay sonra erector spinae kaslarında denervasyon olduğunu gözlemlemiştir (114). Bu, postoperatif uzun vadeli bel

ağrısını açıklar. Buna ek olarak erken dönemde enstrümantasyona bağlı sinir kökü veya damar yaralanması hasarını bildiren yayınlarda vardır (116). Posterior füzyon cerrahisine bağlı kanama ve bunun getirdiği sonuçlar halen önemli bir sorun olmaya devam etmektedir. Bu bağlamda kanama miktarını, diren çekilme süresi ve hastanede kalış süresini azaltmak amacıyla pek çok yöntem denenmiştir. Bu yöntemler arasında endoskopik füzyon cerrahisi, kısa enstrüman kullanımı, tek taraflı enstrümantasyon gibi cerrahi tekniklerin yanı sıra, topikal ve sistemik transamin kullanımı günümüz omurga cerrahisi yaygın olarak tercih edilmektedir (116). Bizde bu çalışmamızda Grup 2' deki vakalarımızın kanama miktarı, Es replasmanı ihtiyacı, diren kalış süresi ve hastanede kalış süreleri literatürdeki sürelerle uyumlu olduğunu gözlemledik. Serimizde, Grup1' deki olgularımızda herhangi bir komplikasyon olmadığı gibi; Grup2' ye kıyasla cerrahi süre, kanama miktarı, Es replasmanı ihtiyacı, diren çekilme süresi ve hastanede kalış süresinin istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha kısa olduğunu gözlemledik (Tablo 3). Mobbs ve ark.' ı 54 hastanın değerlendirilmeye alındığı ULYBD ve klasik laminektomiye karşılaştıran prospektif randomize çalışmalarında ULYBD' nin fonksiyonu iyileştirmede (ODI) açık dekompresyon kadar etkili olmasının yanı sıra; VAS skorlarında görece olarak anlamlı iyileşme olduğunu bildirilmiştir. Ek olarak, daha kısa hastanede kalış süresi, erken mobilizasyon süresi ve analjezik kullanımının azalması ULYBD tekniğinin ek avantajları olarak görülmüştür (117,118,119). Klinik ve fonksiyonel sonuçları bildiren çalışmalarda, kısa ve uzun vadeli takipte ULYBD'yi takiben VAS ağrı skorlarında iyileşme ve iyi fonksiyonel sonuçlar olduğunu göstermiştir. Ayrıca, çok sayıda çalışmada hasta memnuniyeti oranlarının %73,3 ile %85,71 arasında olduğu bildirilmiş olup, bir çalışmada ULYBD ile klasik laminektomi arasında hasta memnuniyeti açısından anlamlı bir fark olmadığı bildirilmiştir (120). Bununla birlikte, mikroskobik ULYBD'yi klasik laminektomi ile karşılaştıran çalışmalarda, her iki teknik için de anlamlı bir klinik avantaj bulunmamaktadır (121). ULYBD tekniği çalışmamızdaki gibi klasik laminektomi tekniği ile pek çok çalışmada kıyaslanmıştır. Wu ve ark.' ise LSS olgularının 5 farklı posterior cerrahi tekniğini (spinöz proses osteotomisi ve ULYBD, konvansiyonel laminotomi/laminektomi, bilateral laminotomi/laminektomi, spinöz proses ayırarak laminotomi/laminektomi) kıyasladığı 1260 olguluk meta-analiz çalışmalarında ise spinöz proses osteotomisi ve ULYBD tekniklerinin sırasıyla daha az kan kaybı ve daha

kısa hastanede kalış süresi açısından diğer posterior dekompresyon tekniklerinden üstün olduğu gözlemlenmiştir (109). Bizim çalışmamızda da benzer şekilde her iki gruptaki olguların 1. yıl sonundaki VAS ve ODOMS değerlerinde anlamlı bir iyileşme olduğu görülmekle beraber; Grup 1' deki olguların Grup 2' ye kıyasla istatistiksel olarak anlamlı olmasa da daha iyi fonksiyonel iyileşme olduğu (ODOMS) izlenmiştir (Tablo 5). Çalışmamızda literatürdeki sonuçlara benzer şekilde Grup 1' de Grup 2' ye kıyasla; daha az kanama, daha az cerrahi süre ve kan replasmanı ile daha az hastanede kalış süresi olduğu ve bu sonuçların istatistiksel olarak da anlamlı olduğu gözlemlenmiştir (Tablo 3,4).

Günümüzde, bilateral laminotomiler ve foraminotomiler ile daha az invaziv ve daha kısıtlı interlaminar dekompresyon uygulanmıştır. Ancak her iki taraf kas kitlesinin bu açılışla daha fazla travmatize olduğu açıktır. ULYBD cerrahi yaklaşım ile nöral yapıları korur ve cerrahi yaklaşımın travma etkisi en aza indirilir. Bu tekniğinin bir diğer avantajı da multipl segmental stenoz tedavisinde, posterior anatomik yapıların korunmasıyla doğal anatominin bozulmasını önler (110). Geleneksel laminektomiye kıyasla ULYBD olumlu klinik sonuçları konusu halen tartışılmaktadır. Overtesed ve ark. 10 randomize kontrollü çalışmadaki bilateral laminatomi, unilateral laminatomi, spinöz proces laminatomisi ve farklı posterior tekniklerin klasik laminektomiye kıyaslanmasını değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak; bu tekniklerin iatrojenik instabilite ve postoperatif sırt ağrısı azaltmadaki avantajlarının makul olması ile, bu çalışmalardaki yetersiz metodoloji ve sonuçlarının yetersiz raporlanması nedeniyle sınırlı olmasının yanı sıra; uzun vadeli sonuçlarının eksik olduğunu vurgulamışlardır (120). Bu durumun aksine Moughal ve ark.' ları ise çoğunluğunu retrospektif makalelerden oluşan kapsamlı çalışmalarında ULYBD' nin klasik laminektomiye kıyasla, daha kısa ameliyat süresi ve daha az kan kaybı olduğunu gözlemlemişlerdir. Sonuç olarak, ULYBD' nun normal posterior spinal anatomideki bozulmayı en aza indiren ve kabul edilebilir klinik sonuçlara sahip bir teknik olduğunu vurgulamışlardır (122). Gülensoy ve ark. nın LSS' lu 142 olgu üzerinde yaptıkları çalışmalarında ULYBD, bilateral laminatomi ve klasik laminektomiye göre daha az invaziv, daha etkili ve daha güvenli bir cerrahi alternatif olabileceği, ancak yara yeri enfeksiyonu konusunda gerekli önlemlerin alınması gerektiğini gözlemlemişlerdir (123).

6. SONUÇ

Sonuç olarak, ULYBD yöntemi minimal invaziv bir yaklaşım olarak klasik laminektomiye kıyasla daha az doku travması, daha az kan kaybı ve daha kısa iyileşme süresi ile avantajlı bir teknik olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca, ULYBD'nin postoperatif instabilite riskini azaltarak fonksiyonel iyileşmeye katkıda bulunduğu görülmüştür. Bununla birlikte, uzun vadeli klinik sonuçların değerlendirileceği geniş çaplı çalışmalara ihtiyaç vardır.



7. KAYNAKLAR

- 1-Chiang PL, Chen YY, Chen KT, Hsu JC, Wu C, Lee CY, Huang TJ, Huang YH, Chen CM, Wu MH. Comparison Between Lumbar Endoscopic Unilateral Laminotomy for Bilateral Decompression and Other Decompression Approaches for Lumbar Spinal Stenosis: A Systematic Review. *World Neurosurg.* 2022 Dec;168:369-380. doi: 10.1016/j.wneu.2022.08.086. PMID: 36527216.
- 2-Arabmotlagh M, Sellei RM, Vinas-Rios JM, Rauschmann M. Klassifikation und Diagnostik der lumbalen Spinalkanalstenose [Classification and diagnosis of lumbar spinal stenosis]. *Orthopade.* 2019 Oct;48(10):816-823. German. doi: 10.1007/s00132-019-03746-1. PMID: 31101963.
- 3-Ahorukomeye P, Saniei S, Pennacchio CA, Kuo A, Mlis ACS, Cheng CW, et al. Outcomes in surgical treatment for tandem spinal stenosis: systematic literature review. *Spine J.* 2022;22(11):1788–1800
- 4-McGrath LB, White-Dzuro GA, Hofstetter CP. Comparison of clinical outcomes following minimally invasive or lumbar endoscopic unilateral laminotomy for bilateral decompression. *J Neurosurg Spine.* 2019;30:1–9.
- 5-Chen KT, Choi KC, Shim HK, Lee DC, Kim JS. Full-endoscopic versus microscopic unilateral laminotomy for bilateral decompression of lumbar spinal stenosis at L4-L5: comparative study. *Int Orthop.* 2022;46(12):2887–2895.
- 6- Haefeli M, Kalberer F, Saegesser D, Nerlich AG, Boos N, Paesold G. The course of macroscopic degeneration in the human lumbar intervertebral disc. *Spine (Phila Pa 1976).* 2006 Jun 15;31(14):1522-31. doi: 10.1097/01.brs.0000222032.52336.8e. PMID: 16778683..
- 7- Nerlich AG, Schaaf R, Wälchli B, Boos N. Temporo-spatial distribution of blood vessels in human lumbar intervertebral discs. *Eur Spine J.* 2007 Apr;16(4):547-55. doi: 10.1007/s00586-006-0213-x. Epub 2006 Sep 1. PMID: 16947015; PMCID: PMC2229818.

- 8- Battié MC, Videman T, Kaprio J, Gibbons LE, Gill K, Manninen H, Saarela J, Peltonen L. The Twin Spine Study: contributions to a changing view of disc degeneration. *Spine J.* 2009 Jan-Feb;9(1):47-59. doi: 10.1016/j.spinee.2008.11.011. PMID: 19111259
- 9- Çimen A: Anatomi. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı, Bursa, 1991
- 10-Ayca A: Lomber disk hernisi hastalarında ameliyat öncesi ve sonrası lumbosakral açıların değerlendirilmesi ve hasta kliniği üzerine etkileri. Bezm-i Alem Valide Sultan Vakıf Gureba Eğitim Araştırma Hastanesi Nöroşirürji Kliniği, Uzmanlık Tezi, İstanbul, 2007
- 11-Moore KL, Dalley AF: Kliniğe Yönelik Anatomi, Cilt 1, Nobel Kitapevi, İstanbul, 2007
- 12- Boos N., Weissbach S., Rohrbach H., et. al.: Classification of age-related changes in lumbar intervertebral discs. *Spine* 2002; 27: pp. 2631-2644.
- 13- Roberts S., Evans H., Trivedi J., et. al.: History and pathology of the human intervertebral disc. *J Bone Joint Surg Am* 2006; 88: pp. 10-14.
- 14- Battie M.C., Videman T.: Lumbar disc degeneration: epidemiology and genetics. *J Bone Joint Surg Am* 2006; 88: pp. 3-9.
- 15- Çavdar S: Omurga ve Omurilik Anatomisi ve Embriyolojisi. Zileli M, Özer F. (editörler), Omurilik ve Omurga Cerrahisi, Cilt 1, ikinci baskı, Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir, 2002, s 15-42
- 16- Aydoğan S, Özer AF: Omuriliğin Vasküler Anatomisi ve Kan Akımı. Zileli M, Özer AF (editörler) Omurilik ve Omurga Cerrahisi, Cilt 1, ikinci baskı, Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir, 2002, s 87-91
- 17- Pediatric and congenital Spine disorders Dr. T. Myles Mahmoud Benour R
- 18- VK Goel, SJ Fromknecht, K Nishiyama, YK Liu, J Weinstein
- 19- The role of lumbar spinal elements in flexion *Spine (Phila Pa)* 1976, 10 (1985), pp. 516-523

- 20- AF Tencer, AM Ahmed, DL Burke Some static mechanical properties of the lumbar intervertebral joint, intact and injured J Biomech Eng, 104 (1982), pp. 193-201
- 21- F Heuer, H Schmidt, Z Klezl, L Claes, HJ Wilke Stepwise reduction of functional spinal structures increase range of motion and change lordosis angle J Biomech, 40 (2007), pp. 271-280
- 22- Haher TR, Tozzi JM, Lospinuso MF, et al: The contribution of the three columns of the spine to spinal stability: A biomechanical model. Paraplegia. 27: 432, 1989. 68.
- 23- Haher TR, Femly WT, Baruch H. et al: The contribution of the three columns of the spine to rotational stability: A biomechanical model. Spine 14: 663, 1989
- 24- Karatosun V, Güvençer M. Omurganın kinematiği. J Turk Spinal Surg 2001.
- 25- 17. Ronald M R. (Çeviri: Leblebicioğlu G). Klinik Ortopedik Muayene. Ankara: Güneş Kitabevi;2004:133-4.
- 26- Tuna S. Dejeneratif lumbar kombine spinal stenoz'daradikal dekompresyon, enstrümantasyon füzyonla kısa- orta dönem sonuçlarımız (Tez) Konya: selçuk üniversitesi; 2006
- 27-Çiftdemir M. Omurga Kırıklarında Perkutanöz Vertebroplasti ile Tedavinin Ağrı Üzerine Etkinliği (tez). Edirne: Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi;2005
- 28-Esses SL, Botsford DJ, Kostuik JP: Evaluation of surgical treatment for burst fractures. Spine. 15: 667-673, 1990.
- 29- Tang C, Moser FG, Reveille J, Bruckel J, Weisman MH. Ankilozan Spondilitte Cauda Equina Sendromu: Tanı, Yönetim ve Patogenezdaki Zorluklar. J Rheumatol. 2019 Aralık; 46 (12):1582-1588.
- 30- Glassman DM, Magnusson E, Agel J, Bellabarba C, Bransford RJ. Travmatik servikal faset çıkıklarında omurilik yaralanmalarında stenoz ve translasyonun etkisi. Spine J. 2019 Nisan; 19 (4):687-694

- 31- Bindal S, Bindal SK, Bindal M, Bindal AK. Yaşlılarda Spondilolistezisli Spinal Stenoz İçin Kemik Morfogenetik Proteinlerle Enstrümanlı Lomber Füzyon. World Neurosurg. 2019 Haziran; 126 : e1427-e1435
- 32- Messiah S, Tharian AR, Candido KD, Knezevic NN. Nörojenik Topallama: Güncel Anlayış ve Tedavi Seçeneklerinin İncelenmesi. Curr Pain Headache Rep. 2019 Mar 19; 23 (5):32
- 33- Urits I, Burshtein A, Sharma M, Testa L, Gold PA, Orhurhu V, Viswanath O, Jones MR, Sidransky MA, Spektor B, Kaye AD. Bel Ağrısı, Kapsamlı Bir İnceleme: Patofizyoloji, Tanı ve Tedavi. Curr Pain Baş Ağrısı Rep. 2019 Mar 11; 23 (3):23
- 34- Bagley C, MacAllister M, Dosselman L, Moreno J, Aoun SG, El Ahmadi TY. Lomber omurga stenozunu anlama ve yönetmede güncel kavramlar ve son gelişmeler. F1000Res. 2019; 8
- 35- Melancia JL, Francisco AF, Antunes JL. Omurga stenozu. Handb Clin Neurol. 2014; 119 : 541-9
- 36- Akar E, Somay H. Doğuştan ve edinilmiş lomber spinal stenozun karşılaştırmalı morfometrik analizi. J Clin Neurosci. 2019 Ekim; 68 : 256-261
- 37- Jeffrey M. Spivak. Current concepts review. Degenerative lumbar spinal stenosis. J Bone Joint Surg (Am) 1998;80: 1053-66
- 38- Kaya A, Güçlü B, Benli İT. Spinal stenosis. J Turk Spinal Surg 2007;18(2):31-56
- 39- Whiffen JR, Neuwirth MG. Spinal stenosis. In: Bridwell KH, DeWald RL (Eds.). The Textbook of Spinal Surgery, 2nd Ed., Lippincott Raven Publishers, Philadelphia, 1997, pp: 1561-80.
- 40- Koç ÖN. İnstabilitesi Olmayan Dejeneratif Lomber Spinal Stenoz Olgularında Tek Taraflı Yaklaşımla Bilateral Mikrodekompresyonun Klinik Sonuçları (tez). İstanbul: Şişli Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi;2005.
- 41- Karaeminoğulları O. Dejeneratif lomber spinal stenoz. Yazar T, Altun N (Editörler). Dejeneratif omurga hastalıkları. Ankara: Türk OmurgaDerneği Yayınları 2007:373-400

- 42- Altınmakas M, Oğuz E. Dejeneratif lomber spinal stenoz. Altınmakas M (Editör). Türkiye Klinikleri J Surg Med Sci 2006;2(30):49-61
- 43- Kondo M, Matsuda H, Kureya S, Shimazu A. Electrophysiological studies of intermittent claudication in lumbar stenosis. Spine 1989;14(8):862-6.
- 44- Spivak JM. Degenerative lumbar spinal stenosis. J Bone Joint Surg [Am] 1998;80-A:1053-1066
- 45- Zlatkin MB, Lander PH, Hadjipavlou AG, Levine JS. Paget disease of the spine: CT with clinical correlation. Radiology 1986;160:155-159
- 46- Moreland LW, Lopez-Mendez A, Alarcon GS. Spinal stenosis: a comprehensive review of the literature. Semin Arthritis Rheum 1989; 19:127-149
- 47- Kurihara A, Tanaka Y, Tsumura N, Iwasaki Y. Hyperostotic lumbar spinal stenosis. A review of 12 surgically treated cases with roentgenographic survey of ossification of the yellow ligament at the lumbar spine. Spine 1988;13:1308-1316
- 48- Weisz GM. Stenosis of the lumbar spinal canal in Forestier's disease. Int Orthop 1983;7:61-64
- 49- Sheldon JJ, Russin LA, Gargano FP. Lumbar spinal stenosis. Radiographic diagnosis with special reference to transverse axial tomography. Clin Orthop 1976;115:53-67
- 50- Roberson GH, Llewellyn HJ, Traveras JM. The narrow lumbar spinal canal syndrome. Radiology 1973;107:89-97.
- 51- Rothman SL, Glenn WV Jr. CT multiplanar reconstruction in 253 cases of lumbar spondylolysis. Am J Neuroradiol 1984;5:81-90
- 52- Amundsen T, Weber H, Lilleas F, Nordal HJ, Abdelnoor HJ, Magnaes B. Lumbar spinal stenosis. Clinical and radiologic features. Spine 1995;15;20:1178-1186
- 53- Sato K, Kikuchi S. Clinical analysis of two-level compression of the cauda equina and the nerve roots in lumbar spinal canal stenosis. Spine 1997;22:1898-1903
- 54- Sortland O, Magnaes B, Hauge T. Functional myelography with metrizamide in the diagnosis of lumbar spinal stenosis. Acta Radiol Suppl (Stockh) 1977;355:42-54

- 55- Wilmink JT, Penning L. Influence of spinal posture on abnormalities demonstrated by lumbar myelography. *Am J Neuroradiol* 1983;4: 656-658
- 56- Zander DR, Lander PH. Positionally dependent spinal stenosis: correlation of upright flexion-extension myelography and computed tomographic myelography. *Can Assoc Radiol J* 1998;49:256-261
- 57- McIvor GW, Kirkaldy-Willis WH. Pathological and myelographic changes in the major types of lumbar spinal stenosis. *Clin Orthop* 1976;115:72-76
- 58- Kapila A, Chakeres DW. Flexed sitting maneuver for complete lumbar myelography in patients with severe spinal stenosis and apparent block. *Radiology* 1986;160:265-267
- 59- Herkowitz HN, Garzon SR, Bell GR, Bumphrey F, Rothman RH. The use of computerized tomography in evaluating non-visualized vertebral levels caudad to a complete block on a lumbar myelogram. A review of thirty-two cases. *J Bone Joint Surg [Am]* 1987;69-A:218- 224
- 60- Hacker DA, Latchaw RE, Yock DH Jr, Ghosharjura K, Gold LH. Redundant lumbar nerve root syndrome: myelographic features. *Radiology* 1982;143:457-461
- 61- Rigsby CM, Virapongse C, Duncan C. Positional variability in redundant lumbar nerve-root syndrome. *Surg Neurol* 1983;19:513-516
- 62- Risius B, Modic MT, Hardy RW Jr, Duchesneau PM, Weinstein MA. Sector computed tomographic spine scanning in the diagnosis of lumbar nerve root entrapment. *Radiology* 1982;143:109-114
- 63- Wilmink JT. CT morphology of intrathecal lumbosacral nerve-root compression. *AJNR Am J Neuroradiol*. 1989 Mar-Apr;10(2):233-48. PMID: 2494846; PMCID: PMC8331366.
- 64- McAfee PC, Ullrich CG, Yuan HA, Sherry RG, Lockwood RC. Computed tomography in degenerative spinal stenosis. *Clin Orthop* 1981;161:221-23

- 65- Rothman SL, Glenn WV Jr, Kerber CW. Multiplanar CT in the evaluation of degenerative spondylolisthesis. A review of 150 cases. *Comput Radiol* 1985;9:223-232
- 66- Herno A, Airaksinen O, Saari T, Miettinen H. The predictive value of preoperative myelography in lumbar spinal stenosis. *Spine* 1994;19: 1335-1338
- 67- Weisz GM, Lee P. Spinal canal stenosis. Concept of spinal reserve capacity: radiologic measurements and clinical applications. *Clin Orthop* 1983;179:134-140
- 68- Stockley I, Getty CJ, Dixon AK, Graves I, Euinton HA, Barrington NA. Lumbar lateral canal entrapment: clinical, radiculographic and computed tomographic findings. *Clin Radiol* 1988;39:144-149
- 69- Eisenstein S. The trefoil configuration of the lumbar vertebral canal. A study of South African skeletal material. *J Bone Joint Surg [Br]* 1980; 62-B:73-77
- 70- Wilmink JT. CT morphology of intrathecal lumbosacral nerve-root compression. *Am J Neuroradiol* 1989;10:233-248.
- 71- Voelker JL, Mealey J Jr, Eskridge JM, Gilmor RL. Metrizamide-enhanced computed tomography as an adjunct to metrizamide myelography in the evaluation of lumbar disc herniation and spondylosis. *Neurosurgery* 1987;20:379-384.
- 72- Willen J, Danielson B, Gaulitz A, Niklason T, Schonstrom N, Hansson T. Dynamic effects on the lumbar spinal canal: axially loaded CT myelography and MRI in patients with sciatica and/or neurogenic claudication. *Spine* 1997;22:2968-2976.
- 73- Crawshaw C, Kean DM, Mulholland RC, et al. The use of nuclear magnetic resonance in the diagnosis of lateral canal entrapment. *J Bone Joint Surg [Br]* 1984; 66-B:711-715
- 74- Modic MT, Pavlicek W, Weinstein MA, Boumpfhey F, Ngo F, Hardy R, Duchesneau PM. Magnetic resonance imaging of intervertebral disk disease. Clinical and pulse sequence considerations. *Radiology* 1984;152:103-111

- 75- Grenier N, Kressel HY, Schiebler ML, Grossman RI, Dalinka MK. Normal and degenerative posterior spinal structures: MR imaging. *Radiology* 1987;165:517-525
- 76- Modic MT, Masaryk T, Boumpfrey F, Goormastic M, Bell G. Lumbar herniated disk disease and canal stenosis: prospective evaluation by surface coil MR, CT, and myelography. *Am J Roentgenol* 1986; 147:757-765
- 77- Schnebel B, Kingston S, Watkins R, Dillin W. Comparison of MRI to contrast CT in the diagnosis of spinal stenosis. *Spine* 1989;14:332- 337
- 78- Bischoff RJ, Rodriguez RP, Gupta K, Righi A, Dalton JE, Whitecloud TS. A comparison of computed tomography-myelography, magnetic resonance imaging, and myelography in the diagnosis of herniated nucleus pulposus and spinal stenosis. *J Spinal Disord* 1993;6:289- 295
- 79- Postacchini F, Amatruda A, Morace GB, Perugia D. Magnetic resonance imaging in the diagnosis of lumbar spinal canal stenosis. *Ital J Orthop Traumatol* 1991;17:327-337
- 80- Sasaki K. Magnetic resonance imaging findings of the lumbar root pathway in patients over 50 years old. *Eur Spine J.* 1995;4(2):71-6. doi: 10.1007/BF00278915. PMID: 7600153.
- 81- Wildermuth S, Zanetti M, Duewell S, Schmid MR, Romanowski B, Benini A, Böni T, Hodler J. Lumbar spine: quantitative and qualitative assessment of positional (upright flexion and extension) MR imaging and myelography. *Radiology.* 1998 May;207(2):391-8. doi: 10.1148/radiology.207.2.9577486. Erratum in: *Radiology* 1998 Sep;208(3):834. PMID: 9577486.
- 82- Hashimoto M, Watanabe O, Hirano H. Extraforaminal stenosis in the lumbosacral spine. Efficacy of MR imaging in the coronal plane. *Acta Radiol* 1996;37:610-61
- 83- Herzog RJ. The radiologic evaluation of lumbar degenerative disk disease and spinal stenosis in patients with back or radicular symptoms. *Instr Course Lect* 1992;41:193-203
- 84- Jinkins JR. Gd-DTPA enhanced MR of the lumbar spinal canal in patients with claudication. *J Comput Assist Tomogr* 1993;17:555-562

- 85- Hennig J, Friedburg H, Strobel B. Rapid nontomographic approach to MR myelography without contrast agents. *J Comput Assist Tomogr* 1986;10:375-378.
- 86- Krudy AG. MR myelography using heavily T2-weighted fast spin-echo pulse sequences with fat presaturation. *Am J Roentgenol* 1992;159:1315-1320.
- 87- EL Gammal T, Brooks BS, Freedy RM, Crews CE. MR myelography: imaging findings. *Am J Roentgenol* 1995;164:173-177.
- 88- Hergan K, Amann T, Vonbank H, Hefel C. MR-myelography: a comparison with conventional myelography. *Eur J Radiol* 1996;21: 196-200.
- 89- Zisch RJ, Hollenbach HP, Artmann W. Lumbar myelography with three-dimensional MR imaging. *J Magn Reson Imaging* 1992;2:731- 734.
- 90- VanDyke CW, Modic MT, Beale SM, Amartur S, Ross JS. 3D MR myelography. *J Comput Assist Tomogr* 1992;16:497-500.
- 91- Eberhardt KE, Hollenbach HP, Tomandl B, Huk WJ. Three-dimensional MR myelography of the lumbar spine: comparative case study to X-ray myelography. *Eur Radiol.* 1997;7(5):737-42. doi: 10.1007/BF02742936. PMID: 9166575.
- 92- Ramsbacher J, Schilling AM, Wolf KJ, Brock M. Magnetic resonance myelography (MRM) as a spinal examination technique. *Acta Neurochir (Wien)* 1997;139:1080-1084.
- 93- Demaerel P, Bosmans H, Wilms G, et al. Rapid lumbar spine MR myelography using rapid acquisition with relaxation enhancement. *Am J Roentgenol* 1997;168:377-378.
- 94- Asztely M, Kadziolka R, Nachemson A. A comparison of sonography and myelography in clinically suspected spinal stenosis. *Spine* 1983; 8:885-890.
- 95- Engel JM, Engel GM, Gunn DR. Ultrasound of the spine in focal stenosis and disc disease. *Spine* 1985;10:928-931.
- 96- Tervonen O, Koivukangas J. Transabdominal ultrasound measurement of the lumbar spinal canal. Its value for evaluation of lumbar spinal stenosis. *Spine* 1989;14:232-235.

- 97- Jonsson B, Stromqvist B, Annertz M, Holtas S, Sundén G. Diagnostic lumbar nerve root block. *J Spinal Disord* 1988;1:232-235.
- 98- Slosar Jr PJ, White AH, Wetzel FT. Controversy. The use of selective nerve root blocks: Diagnostic, therapeutic or placebo? *Spine* 1998; 23:2253-2256.
- 99- Ay S, Evcik D: Spinal stenoz ve fizik tedavi yaklaşımları. *J Turk Spinal Surg* 18:57-66, 2007
- 100- Weiner BK, Walker M, Brower RS, McCulloch JA: Microdecompression for lumbar spinal canal stenosis. *Spine* 24:2268-2272, 1999
- 101- Kaya A, Güçlü B, Benli T: Spinal Stenoz. *J Turk Spinal Surg* 18:31-56, 2007
- 102- Güner G, Elmalı N, Ertem K: Lumbal spinal stenoz. *T Özal Tıp Merk Derg.* 4:236-242, 1997
- 103- Kotil K, Bilge T: Microinvasive bilateral decompression via unilateral surgical approaches in the bilateral lumbar disk herniation (Contralateral diskektomy). A novel technique and clinical study. *J Neurol Sci* 23, 102-107, 2006
- 104- Çavuşoğlu H, Türkmenoğlu O, Kaya AR, Tuncer C, Çolak İ, Şahin Y, Aydın Y: Efficacy of unilateral laminectomy for bilateral decompression in lumbar spinal stenosis. *Turk Neurosurg* 17, 100-108, 2007
- 105- Yagi M, Fujita N, Okada E, Tsuji O, Nagoshi N, Tsuji T, Nakamura M, Matsumoto M, Watanabe K. Comparisons of direct costs, outcomes, and cost-utility of decompression surgery with fusion versus decompression alone for degenerative lumbar spondylolisthesis. *J Orthop Sci.* 2018 Jul;23(4):653-657. doi: 10.1016/j.jos.2018.04.001. Epub 2018 Apr 24. PMID: 29699906
- 106- Brauer CA, Rosen AB, Olchanski NV, Neumann PJ. Cost-utility analyses in orthopaedic surgery. *J Bone Joint Surg Am.* 2005 Jun;87(6):1253-9. doi: 10.2106/JBJS.D.02152

- 107- Thomé, C., Zevgaridis, D., Leheta, O., Bänzner, H., Pöckler-Schöniger, C., Wöhrle, J., & Schmiedek, P. (2005). Outcome after less-invasive decompression of lumbar spinal stenosis: a randomized comparison of unilateral laminotomy, bilateral laminotomy, and laminectomy. *Journal of Neurosurgery: Spine*, 3(2), 129-141. <https://doi.org/10.3171/spi.2005.3.2.0129>
- 108- Ho YH, Tu YK, Hsiao CK, Chang CH. Outcomes after minimally invasive lumbar decompression: a biomechanical comparison of unilateral and bilateral laminotomies. *BMC Musculoskelet Disord*. 2015 Aug 19;16:208. doi: 10.1186/s12891-015-0659-2. PMID: 26285817; PMCID: PMC4545783
- 109- Kaptan H, Kasimcan Ö, Özyörük Ş, Yılmaz M. Microscopic Unilateral Approach for Bilateral Decompression of Lumbar Spinal Stenosis. *Arch Iran Med*. 2022 Nov 1;25(11):742-747. doi: 10.34172/aim.2022.117. PMID: 37543899; PMCID: PMC10685853
- 110- Overdevest GM, Jacobs W, Vleggeert-Lankamp C, Thomé C, Gunzburg R, Peul W. Effectiveness of posterior decompression techniques compared with conventional laminectomy for lumbar stenosis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015 Mar 11;(3):CD010036. doi: 10.1002/14651858.CD010036.pub2. PMID: 25760812
- 111-Yaman O, Ozdemir N, Dagli AT, Acar E, Dalbayrak S, Temiz C. A Comparison of Bilateral Decompression via Unilateral Approach and Classic Laminectomy in Patients with Lumbar Spinal Stenosis: A retrospective Clinical Study. *Turk Neurosurg*. 2015;25(2):239-45. doi: 10.5137/1019-5149.JTN.8710-13.1. PMID: 26014006
- 112- Wiltse LL. The paraspinal sacrospinalis-splitting approach to the lumbar spine. *Clin Orthop Relat Res*. 1973:48–57
- 113- Cha JR, Kim YC, Yoon WK, Lee WG, Kim TH, Oh JK, Kim SW, Ohn SH, Cui JH. The recovery of damaged paraspinal muscles by posterior surgical treatment for patients with lumbar degenerative diseases and its clinical consequence. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2017;30(4):801-809. doi: 10.3233/BMR-150455. PMID: 28372312

- 114- Lonstein JE, Denis F, Perra JH, Pinto MR, Smith MD, Winter RB. Complications associated with pedicle screws. *J Bone Joint Surg Am.* 1999;81(11):1519–28. doi: 10.2106/00004623-199911000-00003
- 115- Emrah K, Ali AH, Utku O, Murat K, Kenan S, Deniz B. Efficacy of Tranexamic Acid on Blood Loss in Thoracolumbar Spinal Fusion Surgery. *J Coll Physicians Surg Pak.* 2021 Dec;31(12):1449-1454. doi: 10.29271/jcpsp.2021.12.1449. PMID: 34794286. Luo H, Zhang X, Xie C, Wu L, Cai G, Ren Y. Efficacy and safety of topical tranexamic acid in spinal surgery: a systematic review and meta-analysis. *EFORT Open Rev.* 2024 Aug 1;9(8):796-805. doi: 10.1530/EOR-23-0199. PMID: 39087512; PMCID: PMC11370716
- 116- Mobbs RJ, Li J, Sivabalan P, Raley D, Rao PJ. Outcomes after decompressive laminectomy for lumbar spinal stenosis: comparison between minimally invasive unilateral laminectomy for bilateral decompression and open laminectomy: clinical article. *J Neurosurg Spine.* 2014 Aug;21(2):179-86. doi: 10.3171/2014.4.SPINE13420
- 117-Horan J, Husien MB, Bolger C (2021) Bilateral laminotomy through a unilateral approach (minimally invasive) versus open laminectomy for lumbar spinal stenosis. *Br J Neurosurg* 35:161–165. <https://doi.org/10.1080/02688697.2020.1777253>
- 118- Ko S, Oh T. Comparison of bilateral decompression via unilateral laminotomy and conventional laminectomy for single-level degenerative lumbar spinal stenosis regarding low back pain, functional outcome, and quality of life - A Randomized Controlled, Prospective Trial. *J Orthop Surg Res.* 2019 Aug 8;14(1):252. doi: 10.1186/s13018-019-1298-3. PMID: 31395104; PMCID: PMC6686452.
- 119- Thome C, Zevgaridis D, Leheta O, Bazner H, Pockler-Schoniger C, Wöhrle J, Schmiedek P (2005) Outcome after less-invasive decompression of lumbar spinal stenosis: a randomized comparison of unilateral laminotomy, bilateral laminotomy, and laminectomy. *J Neurosurg Spine* 3:129–141. <https://doi.org/10.3171/spi.2005.3.2.0129>

- 120- Moughal S, Quaye MC, Wahab S, Hempenstall J, Griffith C, Harvey J, Giannoulis K, McGillion S, Shenouda E, Brooke N, Nader-Sepahi A, Dare CJ, Shtaya A. Unilateral microscopic approach for lumbar spinal stenosis decompression: a scoping review. *Eur Spine J.* 2023 Feb;32(2):475-487. doi: 10.1007/s00586-022-07461-y. Epub 2022 Nov 27. PMID: 36437434
- 121- Wu K, Yun Z, Zhang J, Yu T, Dai A, Sun Y, Li C, Wang Y, Liu Q. Comparative effects of different posterior decompression techniques for lumbar spinal stenosis: a systematic review and Bayesian network meta-analysis. *J Orthop Surg Res.* 2024 Jul 20;19(1):417. doi: 10.1186/s13018-024-04792-y. PMID: 39030552; PMCID: PMC11264886
- 122- Gülensoy B, Şimşek S. Retrospective Study to Compare the Effectiveness of Minimally Invasive Microscopic Unilateral Laminotomy with Microscopic Bilateral Laminotomy for Bilateral Decompression in the Early Postoperative Period in 142 Patients with Single-Level Lumbar Spinal Stenosis. *Med Sci Monit.* 2024 Mar 16;30:e943815. doi: 10.12659/MSM.943815. PMID: 38491725; PMCID: PMC10953316
- 123- Chin BZ, Yong JH, Wang E, Sim SI, Lin S, Wu PH, Hey HWD. Full-endoscopic versus microscopic spinal decompression for lumbar spinal stenosis: a systematic review & meta-analysis. *Spine J.* 2024 Jun;24(6):1022-1033. doi: 10.1016/j.spinee.2023.12.009. Epub 2024 Jan 6. PMID: 38190892.
- 124-Delgado DA, Lambert BS, Boutris N, McCulloch PC, Robbins AB, Moreno MR, Harris JD. Validation of digital visual analog scale pain scoring with a traditional paper-based visual analog scale in adults. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. Global research & reviews.* 2018 Mar;2(3)
- 125-D. Gould et al. Visual Analogue Scale (VAS). *Journal of Clinical Nursing* 2001; 10:697-706

8. EKLER

Ek 1: Etik Kurul Onayı



T.C.
ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar
Etik Kurul Başkanlığı

TOPLANTI TARİHİ : 30/10/2024
TOPLANTI NO : 2024/19

KARARLAR :

- 6- 23/11/2022 tarih ve 2022/20 sayılı toplantıda uygun bulunan Tıp Fakültesi Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı öğretim üyesi Dr. Öğr. Üyesi Hasan Ali AYDIN'ın sorumluluğunda yürütülen "Lomber Spinal Stenozda Total Laminektomi ve Füzyon ile Tek Taraflı Yaklaşımla Bilateral Dekompresyonun Karşılaştırılması" konulu çalışmanın başlığının "Mikroskopik Unilateral Yaklaşım ile Bilateral Dekompresyonun Total Laminektomi ve Füzyon ile Karşılaştırılması" olarak değiştirilmesinin uygunluğuna,

Oy birliği ile karar verilmiştir.

A S L I G İ B İ D İ R

Prof. Dr. Günnur ÖZBAKİŞ DENGİZ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanı

Ek 2: Odom Kriterleri ve Vas Skalası

Hasta ile görüşmeyi yapan kişi tarafından hastanın kendi bildirdiği geçmişine göre puanlanır (109).

PUAN AÇIKLAMA		KRİTERLER
1	MÜKEMMEL	SEMPATOMLAR TAMAMEN ORTADAN KALKTI, GÜNLÜK YAŞAM VE AKTİVİTELERE DEVAM EDEBİLİYOR
2	İYİ	ARALIKLI SEMPTOMLAR MEVCUT ANCAK GÜNLÜK YAŞAM VE AKTİVİTELERİ ETKİLEMİYOR
3	ORTA	ESKİYE GÖRE SEMPTOMLAR AZALDI ANCAK GÜNLÜK YAŞAM VE AKTİVİTELER KISITLI
4	KÖTÜ	HİÇBİR İYİLEŞME YOK, SEMPTOMLAR KÖTÜLEŞTİ

Görsel Analog Skala(VAS)

Görsel Analog Ölçeği (VAS), ilk kez 1921 yılında Hayes ve Patterson tarafından kullanılan ağrı derecelendirme ölçeklerinden biridir. Genellikle epidemiyolojik ve klinik araştırmalarda çeşitli semptomların yoğunluğunu veya sıklığını ölçmek için kullanılır. Örneğin, bir hastanın hissettiği ağrı miktarı, hiç ağrı olmamasından aşırı miktarda ağrıya kadar bir süreklilik boyunca değişir. Hastanın bakış açısından bu spektrum sürekli görünür; ağrıları, hiç, hafif, orta ve şiddetli şeklinde bir kategorizasyonun önereceği gibi ayrı sıçramalar yapmaz. VAS, altta yatan bu süreklilik fikrini yakalamak için geliştirilmiştir (124,125).

