

T.C
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
BEYİN VE SİNİR CERRAHİSİ ANABİLİM DALI

Tez Yöneticisi
Doç. Dr. Numan KARAARSLAN

LOMBER SPİNAL STENOZ OLGULARININ CERRAHİ
TEDAVİSİNDE UYGULANAN RİJİD PEDİKÜL-ROD
SİSTEMLERİ VE DİNAMİK
POLYETHERETHERKETONE (PEEK) ROD
SİSTEMLERİNİN POSTOPERATİF KOMŞU SEGMENT
DEJENERASYON SÜREÇLERİ ÜZERİNE
ETKİLERİNİN RETROSPEKTİF OLARAK
DEĞERLENDİRİLEREK KARŞILAŞTIRILMASI

(Uzmanlık Tezi)

Dr. Bilgehan POTOĞLU

TEKİRDAĞ 2021

TEŞEKKÜR

Cerrahi ve bilimsel bakış açımı sabır ve nezaketle ilmek ilmek işleyen, başta değerli tez danışmanım Doç. Dr. Numan KARAARSLAN olmak üzere, Dr. Öğrt. Üyesi Tezcan ÇALIŞKAN ve Dr. Öğrt. Üyesi Tamer TUNÇKALE'ye eğitimim süresince her daim yanımda oldukları ve bana kattıkları sonsuz güzellikler için;

Tezimin hazırlık sürecinde Dr. Öğrt. Üyesi Ömer ÖZÇAĞLAYAN'a radyoloji ile ilgili destekleri için;

Beyin ve sinir cerrahisinin servisi, ameliyathanesi, polikliniğinde çalışan kıymetli mesai arkadaşlarıma ve tüm sağlık çalışanlarına vazgeçilemez emekleri için;

Değerli aile üyelerim Nuray POTOĞLU, Alaattin POTOĞLU, Hatice ENGİN, Züber ENGİN, Dr. Enes POTOĞLU ve Dr. Taner ENGİN'e eğitime ve bilime verdikleri sonsuz önemle her daim bana sundukları destek için;

En kıymetli yol arkadaşım, naif ve güzel insan eşim Dr. Büşra ENGİN POTOĞLU'na varlığı için;

En kalbi hislerimle teşekkürlerimi sunarım. Hepinize minnettarım.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİL LİSTESİ	iii
TABLO LİSTESİ	v
SİMGE VE KISALTMALAR	vii
GİRİŞ VE AMAÇ	1
GENEL BİLGİLER	3
VERTEBRAL KOLON ANATOMİSİ VE GELİŞİMİ	3
LOMBER SPİNAL BÖLGE ANATOMİSİ	10
OMURGA BİYOMEKANİĞİ	12
BEL AĞRISI	14
LOMBER SPİNAL STENOZLARIN TARİHÇESİ VE EPİDEMİYOLOJİSİ	16
LOMBER SPİNAL STENOZ KLİNİĞİ VE PATOGENEZİ	17
LOMBER SPİNAL STENOZLARDA TANISAL YÖNTEMLER	19
LOMBER SPİNAL STENOZ OLGULARINDA TEDAVİ YÖNTEMLERİ	21
LOMBER SPİNAL STENOZDA CERRAHİ TEDAVİLER	23
SPİNAL FÜZYONDA PEDİKÜL VİDA-ROD SİSTEMİNİN KULLANIMI	25
POSTOPERATİF KOMŞU SEGMENT HASTALIĞI	28
GEREÇ VE YÖNTEMLER	30
BULGULAR	33
TARTIŞMA	70
SONUÇLAR	86
ÖZET	90
SUMMARY	91
KAYNAKLAR	96
EKLER	108

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Spinal kord ve ilişkili yapıların, sagittal ve koronal illüstrasyonu	4
Şekil 2: Vertebral kolonunun anterior, posterior ve lateral görünümü	5
Şekil 3: Lomber vertebra gövdesi temsili çizimi	6
Şekil 4: İntervertebral foramenin sagittal kesitten görünümü	7
Şekil 5: İntervertebral disk dokusunun yapısal illüstrasyonu	8
Şekil 6: İntervertebral disk yapısını ve vertebral kolonda yer alan ligamanları gösteren lomber sagittal vertebral kolon kesiti	9
Şekil 7: Lomber vertebra'nın 3 boyutlu bilgisayarlı tomografi (BT) görünümü	11
Şekil 8: Spinopelvik parametrelerin şematik gösterimi	13
Şekil 9: Dejeneratif spinal stenoz çizimleri	18
Şekil 10: Lomber lateral direkt grafi kesiti	19
Şekil 11: Lomber spinal BT görüntüsü	20
Şekil 12: T-2 Ağırlıklı Lomber spinal MRG kesitleri	21
Şekil 13: Poliaksiyel vertebral pedikül vidası ve rod sistemine konneksiyonda kullanılan vida kapağı	25
Şekil 14: Lomber omurgada vida giriş noktasının çizimi	26
Şekil 15: Poliaksiyel vidalar ile konnekte edilmiş rod resimleri	28
Şekil 16: Kanal AP çapı ölçümlerinin gruplara göre dağılımı	39
Şekil 17: Kanal lateral çapı ölçümlerinin gruplara göre dağılımı	41
Şekil 18: Mesafe kanal hacmi ölçümlerinin gruplara göre dağılımı	42
Şekil 19: Üst mesafe ve alt mesafe kanal hacimlerinin ölçümlerinin gruplara göre dağılımı.	45
Şekil 20: Lordoz açısı ölçümlerinin gruplara göre dağılımı	47
Şekil 21: Üst ve alt mesafe disk ANT uzunluk ölçümlerinin gruplara göre dağılımı	51
Şekil 22: Üst ve alt mesafe disk POST uzunluk ölçümlerinin gruplara göre dağılımı	52
Şekil 23: Üst mesafe sol foramen çapı AP-SI ölçümlerinin gruplara göre dağılımı	55
Şekil 24: Üst mesafe sağ foramen çapı AP-SI ölçümlerinin gruplara göre dağılımı	58
Şekil 25: Alt mesafe sol foramen çapı AP-SI ölçümlerinin gruplara göre dağılımı	61
Şekil 26: Alt mesafe sağ foramen çapı AP-SI ölçümlerinin gruplara göre dağılımı	64
Şekil 27: Sağ ve sol üst ligamentum flavum kalınlık ölçümlerinin gruplara göre dağılımı ...	67
Şekil 28: Sağ ve sol alt ligamentum flavum kalınlık ölçümlerinin gruplara göre dağılımı	69

Şekil 29: 1. Olgunun operasyon öncesi lomber MRG tetkikinde morfometrik ölçümlerine dair örnek görüntüler	92
Şekil 30: 1. Olgunun operasyon sonrası lomber MRG tetkikinde morfometrik ölçümlerine dair örnek görüntüler	93
Şekil 31: PEEK rod kullanılan 1. olguda operasyon sonrası lateral röntgen görüntüsü	93
Şekil 32: 2. Olgunun operasyon öncesi lomber MRG tetkikinde morfometrik ölçümlerine dair örnek görüntüler	94
Şekil 33: 2. Olgunun operasyon sonrası lomber MRG tetkikinde morfometrik ölçümlerine dair örnek görüntüler	95
Şekil 34: Rijid rod kullanılan 2. olguda operasyon sonrası lateral röntgen görüntüsü	95



TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Tanımlayıcı özelliklere ilişkin bilgiler	33
Tablo 2: Spinal Parametrelerin ölçümlerine ait ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası değerlerin dağılımı	34
Tablo 3: Gruplar arasında tanımlayıcı özelliklerin kıyaslanması	37
Tablo 4: Kanal AP çapı değeri için elde edilen model sonuçları	38
Tablo 5: Gruplarda ve zamana göre Kanal AP çapı değerlerinin kıyaslanması	38
Tablo 6: Kanal LAT çapı uzunluk değeri için elde edilen model sonuçları	40
Tablo 7: Gruplarda ve zamana göre Kanal LAT çapı değerlerinin kıyaslanması	40
Tablo 8: Mesafe kanal hacmi değeri için elde edilen model sonuçları	41
Tablo 9: Gruplarda ve zamana göre mesafe kanal hacmi değerlerinin kıyaslanması	42
Tablo 10: Üst mesafe kanal hacmi değeri için elde edilen model sonuçları	43
Tablo 11: Gruplarda ve zamana göre üst mesafe kanal hacmi değerlerinin kıyaslanması ...	43
Tablo 12: Alt mesafe kanal hacmi değeri için elde edilen model sonuçları	44
Tablo 13: Gruplarda ve zamana göre alt mesafe kanal hacmi değerlerinin kıyaslanması ...	45
Tablo 14: Lordoz açısı değeri için elde edilen model sonuçları	46
Tablo 15: Gruplarda ve zamana göre lordoz açısı değerlerinin kıyaslanması	46
Tablo 16: Üst mesafe disk ANT değeri için elde edilen model sonuçları	47
Tablo 17: Gruplarda ve zamana göre üst mesafe disk ANT değerlerinin kıyaslanması	48
Tablo 18: Üst mesafe disk POST değeri için elde edilen model sonuçları	49
Tablo 19: Gruplarda ve zamana göre üst mesafe disk POST değerlerinin kıyaslanması	49
Tablo 20: Alt mesafe disk ANT değeri için elde edilen model sonuçları	50
Tablo 21: Gruplarda ve zamana göre alt mesafe disk ANT değerlerinin kıyaslanması	50
Tablo 22: Alt mesafe disk POST değeri için elde edilen model sonuçları	51
Tablo 23: Gruplarda ve zamana göre alt mesafe disk POST değerlerinin kıyaslanması	52
Tablo 24: Üst mesafe sol foramen AP çapı değeri için elde edilen model sonuçları	53
Tablo 25: Gruplarda ve zamana göre Üst mesafe sol foramen AP çapı değerlerinin kıyaslanması	53
Tablo 26: Üst mesafe sol foramen SI çapı değeri için elde edilen model sonuçları	54
Tablo 27: Gruplarda ve zamana göre Üst mesafe sol foramen SI çapı değerlerinin kıyaslanması	55
Tablo 28: Üst mesafe sağ foramen AP çapı değeri için elde edilen model sonuçları	56

Tablo 29: Gruplarda ve zamana göre üst mesafe sağ foramen AP çapı değerlerinin kıyaslanması	56
Tablo 30: Üst mesafe sağ foramen SI çapı değeri için elde edilen model sonuçları	57
Tablo 31: Gruplarda ve zamana göre üst mesafe sağ foramen SI çapı değerlerinin kıyaslanması	57
Tablo 32: Alt mesafe sol foramen AP çapı değeri için elde edilen model sonuçları	59
Tablo 33: Gruplarda ve zamana göre alt mesafe sol foramen AP çapı değerlerinin kıyaslanması	59
Tablo 34: Alt mesafe sol foramen SI çapı değeri için elde edilen model sonuçları	60
Tablo 35: Gruplarda ve zamana göre alt mesafe sol foramen SI çapı değerlerinin kıyaslanması	60
Tablo 36: Alt mesafe sağ foramen AP çapı değeri için elde edilen model sonuçları	61
Tablo 37: Gruplarda ve zamana göre alt mesafe sağ foramen AP çapı değerlerinin kıyaslanması	62
Tablo 38: Alt mesafe sağ foramen SI çapı değeri için elde edilen model sonuçları	63
Tablo 39: Gruplarda ve zamana göre alt mesafe sağ foramen SI çapı değerlerinin kıyaslanması	63
Tablo 40: Üst sağ ligamentum flavum kalınlık değeri için elde edilen model sonuçları	64
Tablo 41: Gruplarda ve zamana göre üst sağ ligamentum flavum kalınlık değerlerinin kıyaslanması	65
Tablo 42: Üst sol ligamentum flavum kalınlık değeri için elde edilen model sonuçları	65
Tablo 43: Gruplarda ve zamana göre üst sol ligamentum flavum kalınlık değerlerinin kıyaslanması	66
Tablo 44: Alt sağ ligamentum flavum kalınlık değeri için elde edilen model sonuçları	67
Tablo 45: Gruplarda ve zamana göre alt sağ ligamentum flavum kalınlık değerlerinin kıyaslanması	68
Tablo 46: Alt sol ligamentum flavum kalınlık değeri için elde edilen model sonuçları	68
Tablo 47: Gruplarda ve zamana göre alt sol ligamentum flavum kalınlık değerlerinin kıyaslanması	69

SİMGE VE KISALTMALAR

ANT: Anterior

AP: Anterior-Posterior

BT: Bilgisayarlı Tomografi

DR: Dinamik Polyetheretherketone Rod

LAT: Lateral

LF: Ligamentum Flavum

LSS: Lomber Spinal Stenoz

MKG: Manyetik Rezonans Görüntüleme

NSAİİ: Non Steroid Anti İnflamatuar İlaçlar

ODI: Oswestry Disability Index

PEEK: Polyetheretherketone

POST: Posterior

Postop: Postoperatif

Preop: Preoperatif

RR: Rijid Rod

SI: Superior-İnferior

VAS: Vizüel Ağrı Skalası

GİRİŞ VE AMAÇ

Günümüzde bel ağrısı çok yaygın bir şekilde karşılaşılan, bireyin yaşam kalitesinde ciddi bozulmalara yol açan, hem hastane süreci hem de iş gücü kaybı ile değerlendirildiğinde önemli ekonomik sonuçları olan klinik bir antitedir. Yaşlanan nüfus ile birlikte düşünüldüğünde bu sorunun önümüzdeki yıllarda bir çığ gibi katlanarak artması çok olasıdır. Bel ağrısının önemli nedenlerinden birisi olan lomber spinal stenoz (LSS) nöroşirurji pratiğinde sık görülen bir hastalık olarak karşımıza çıkmaktadır. LSS, temel olarak santral spinal kanalın, lateral reseslerin veya intervertebral foramenin daralması ile birlikte, ilişkili olan nörovasküler yapılarda meydana gelen kompresyon sonucu ortaya çıkmaktadır. Yapılan epidemiyolojik çalışmalarda, lomber spinal stenoz prevalansının genel popülasyonda %11 ve kliniğe başvuran popülasyonda ise %25-39 aralığında olduğu görülmüştür (1). Klinik olarak, hastalarda bel ağrısı, bacak ağrısı, yürüme mesafesinde azalma ve nörolojik kladikasyon görülmektedir. Hastalığın tanısı için altın standart bir tanı yöntemi olmamakla birlikte, hastalığın tanısı ayrıntılı anamnez, fizik muayene ve görüntüleme yöntemleri ile spinal kanal hacminde azalma ve nöral dokuda kompresyon varlığının ispatlanması neticesinde konulur. Mevcut görüntüleme yöntemleri içerisinde lomber spinal stenoz tanısının tespitinde spesifitesi ve sensitivitesi en yüksek yöntemin manyetik rezonans görüntüleme (MRG) olduğu gösterilmiştir (2).

Lomber spinal stenoz olgularında, analjezik ve non-steroidal antiinflamator ilaçlar (NSAİİ) gibi medikal tedaviler, fizik tedavi ve rehabilitasyon uygulamaları, spinal enjeksiyonlar, iş değişikliği, yaşam tarzında değişiklikler ve multidisipliner rehabilitasyon uygulamaları gibi cerrahi dışı tedavi yöntemleri günümüzde hala uygulanmaktadır. Ancak Ammendolia ve arkadaşları (3) tarafından yapılan bir sistematik derlemede, klinik bulgular ve radyolojik görüntüleme yöntemleri sonrasında lomber spinal stenoz tanısı alan hastalarda, cerrahi dışı tedavi yöntemlerini önermek için yeterli kanıt olmadığı sonucuna varılmıştır. Cerrahi tedavi yönteminde temel hedef nöral doku üzerindeki kompresyonun ortadan kaldırılmasıdır, nöral dokunun dekompresyonu çeşitli cerrahi teknikler ile yapılabilir. Bu

cerrahi yöntemler arasında; klasik laminektomi ve hemilaminektomi yöntemiyle yapılan dekompresyon, minimal invaziv girişimlerle dekompresyon, interspinöz ayırıcılar, füzyon enstrümanları eklenerek dekompresyon yapılması sayılabilir. LSS olgularının cerrahi tedavisinde; nöral dekompresyona füzyon eklenmesi omurganın stabilitesinin korunması ve güçlendirilmesi amacıyla yapılır.

Füzyon cerrahisi uygulanacak hastalarda, lomber omurgaya en yaygın yaklaşım şekli posterior spinal yaklaşımlardır. Ön-orta-arka kolon olmak üzere vertebranın 3 kolonuyla birden ilişkili olan yapı pediküldür ve elimizdeki mevcut en güçlü posterior füzyon aracı transpediküler vida-rod sistemleridir. Dolayısı ile posterior füzyon cerrahisinde oldukça yaygın kullanılmaktadır (4).

Geleneksel olarak omurga cerrahisinin ilk yıllarında kullanılan enstrüman sistemleri paslanmaz çeliktir. Ancak özellikle son iki dekatta titanyum, kemiğe daha yakın biyomekanik özellikler göstermesi, iyileştirilmiş biyouyumluluk, azaltılmış MRG artefaktı nedeniyle çeliğin yerini almıştır. Titanyum, fizyolojik yüklere karşı yeterli direnç sağlar ve kortikal kemiğin elastisite modeline yakın bir sertlik oluşturur. Bununla birlikte aşırı sert titanyum yapılar komşu segmentte stres ve buna bağlı dejeneratif süreçlerin gelişimine yol açabilir. Bu nedenle füzyon cerrahisinde ortaya çıkabilecek komşu segment dejenerasyonunun önüne geçmek ve omurganın hareket açıklığını korumak amacı ile dinamik sistemler ve Peek rod gibi yarı sert sistemler alternatif biyomateryaller olarak ortaya çıkmıştır (5).

Füzyon cerrahisi uygulanan lomber spinal patolojilerde, reoperasyona yol açan nedenler arasında %52 oranla postoperatif komşu segment hastalığı oldukça önemli bir yer tutmaktadır (6). Wang ve arkadaşları (7) lomber füzyon sonrası komşu segment hastalığı oluşma oranını %18,6 olarak göstermişlerdi. Bu veriler lomber spinal stenoz tanılı hastaya yaklaşımda komşu segment hastalığını azaltmaya yönelik yaklaşımları oldukça değerli kılmaktadır.

Lomber spinal stenozun, gerek bireyin iş gücünde yol açtığı kayıp gerekse sağlık harcamaları üzerine etkilerine yönelik yapılan çalışmalarda, bu patolojilerin tedavi süreçlerinin kişisel ve ulusal ekonomiler üzerine ciddi düzeyde olumsuz etkiler yarattığı gösterilmiştir (8). İkincil cerrahiye sık yol açan nedenlerden olan spinal komşu segment hastalığı, bu etkilerin katlanarak artmasına sebep olan bir durum olarak karşımıza çıkar. Genel olarak değerlendirildiğinde, lomber spinal stenoz gibi toplumda yaygın olarak görülen ve önemli bir sağlık sorunu olan bu hastalığın tedavi sürecinde ikincil bir cerrahi gereksiniminin azaltılmasını sağlayacak çalışmalar günümüz klinik pratiğinde kıymetli bir yer tutmaktadır.

Yapılan bu çalışmada retrospektif olarak, lomber spinal stenoz nedeni ile opere edilmiş, rijid pedikül rod sistemi (titanyum) ve Peek rod sistemi uygulanmış olan hasta gruplarında operasyon sonrası komşu segment lokalizasyonunda gelişen morfometrik değişimlerin araştırılması ve karşılaştırılması hedeflenmiştir.

GENEL BİLGİLER

VERTEBRAL KOLON ANATOMİSİ VE GELİŞİMİ

Spinal Anatominin Tarihçesi

Spinal korda dair ilk deneyim kökenli bildiri, Imhotep tarafından yazıldığına inanılan Edwin-Smith papirüsüdür (milattan önce 2600) (9). Khalkedon'da doğup, İskenderiye Tıp Okulu'nda çalışan Herophilus (milattan önce 325-260), ilk olarak arka beynin kaudal genişlemesini gösterdi ve ona "omurilik" adını verdi. İstemli hareketi mümkün kılan nöronun, cerebrum ve omurilikten köken aldığı belirtti. Hollandalı bir anatomist olan Gerard Blasius (1625-1692) *Anatome Medullae Spinalis Nervorum* 'da (1666) anterior ve posterior spinal kökleri gösterdi ve kordu gri ve ak cevher olarak ayırdı. İsviçreli anatomist Johann Jacob Huber (1707-1778) kordun ilk doğru betimlemesini "*De medulla spinalis speciatim de nervis ab ea provenientes commentatio cum adjunctis iconibus*" 'da yaptı. 1824'de Benedikt Stilling tarafından tasarlanan paha biçilemez bir alet olan mikrotom sayesinde, yani çıplak gözden mikroskopik incelemeye geçişle spinal kord incelemelerinde hayati bir ilerleme dönemi başladı (10).

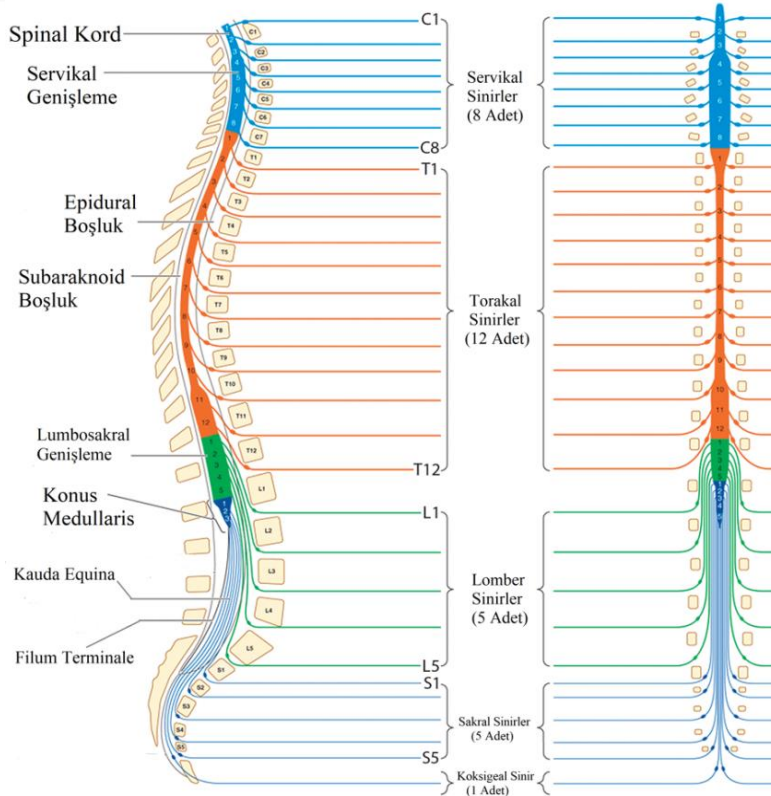
Omuriliğin Anatomisi

Omurilik; gövdenin, üst ve alt ekstremitelerin istemli kaslarını kontrol eder ve vücudun bu bölgelerinden duyuşal girdi alır. Omurilik spinal kanalın içinde yer alır, ancak bu kanalın tüm uzunluğu boyunca uzanmaz. Spinal kordun uzunluğu yaklaşık olarak erkeklerde 45 cm, kadınlarda 43 cm olup, genişliği oldukça varyatif olarak servikal ve lomber bölgede 127 mm'den torakal bölgede 64 mm'ye kadar değişmektedir (11). Omuriliğin anterolateral segmentinde, cerrahi açıdan önemli olan, 20-21 çift dentikulat ligaman vardır. Omurilik

kaudal kısmında konus medullaristen kaynaklanan, nöral doku içermeyen, fibröz yapıda, bir zar şeklinde olan filum terminale aracılığıyla koksikse tutunur (11).

Omuriliğin 8 servikal, 12 torasik veya dorsal, 5 lomber, 5 sakral ve 1 koksigeal olmak üzere 31 segmenti vardır (Şekil 1). Bunların her biri (sadece ventral kökü olan ilk servikal segment hariç) bir çift dorsal kök, bir çift ventral kök ve bir çift spinal sinir içerir (12). Her dorsal ve ventral kök bir spinal sinir oluşturmak için intervertebral foramene katılır. Omuriliğin dışında ve ventral kök ile birleşim noktasının hemen yakınında, dorsal kök oval bir genişleme ile duyuşal nöronları içeren dorsal kök ganglionu olur. Spinal sinirler vertebral kanalı, intervertebral foramen aracılığıyla terk ederler (13).

İlk servikal sinir oksipital kemik ile atlas arasında, vertebral arterin anteriorundan vertebral kanalı terk eder. Sekizinci servikal sinir, 7. Servikal vertebra ve 1. Torakal vertebra arasındaki intervertebral foramenden çıkar. T1'den başlayarak, spinal sinirler karşılık gelen omurganın altındaki intervertebral foramenden spinal kanalı terk eder (Şekil 1). Embriyonik gelişim sürecinde vertebral kolon, omurilikten daha hızlı büyür. Omurilik dışarıdan içeri doğru sırasıyla dura mater, araknoid ve pia mater adı verilen 3 kat zar tabakası ile sarılıdır (12).



Şekil 1: Spinal kord ve ilişkili yapıların, sagittal ve koronal illüstrasyonu (14)

Epidural alan, durayı vertebral spinal kanaldan ayırır, içerdiği adipoz tabaka sayesinde manyetik rezonans görüntülemeye faydalı bir belirteçdir (12). Ayrıca bu alan, Batson Pleksusu adı verilen epidural ven ağını içerir, bu yapının enfeksiyon ve metastatik kanser yayılımında önemli olduğu düşünülmektedir. Subdural boşluk, dura ile araknoid arasındaki mesafedir. Subaraknoid mesafe omuriliği çevreleyen pia materin, araknoidden ayrıldığı, beyin omurilik sıvısının yer aldığı alandır (Şekil 1) (11).

Spinal kord, derin bir anterior median fissür ve yüzeysel bir posterior median fissür ile ikiye bölünmüştür. Daha lateralde yer alan anterolateral sulkus, ventral köklerin çıkış noktasını gösterir. Posterior funikül, posterior median fissür ile dorsal kökler arasında yer alır. Lateral funikül dorsal ve ventral kökler arasında, ön funikül ise anterior median fissür ile ventral kökler arasında yer alır (11).

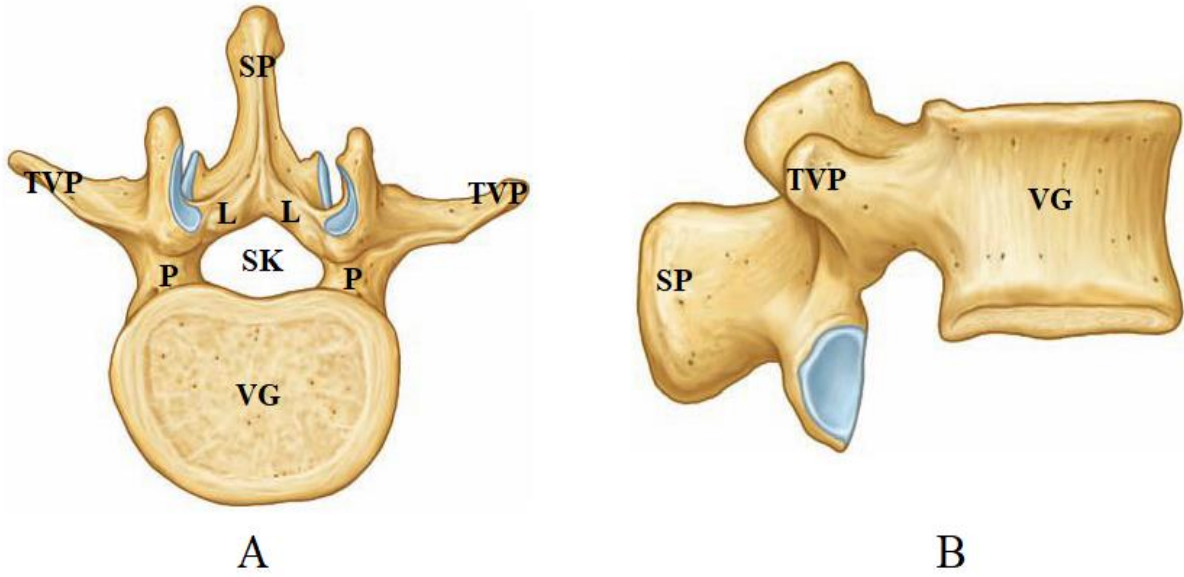
Omurganın Anatomisi

Vertebral kolonu oluşturan yapılar; gövdeyi ve ekstremiteleri destekleyecek kadar sert, omuriliği koruyacak kadar güçlü buna rağmen gövde ve başın birçok yöne hareketine izin verecek kadar esnek olmalıdır. Spinal kolunun ve ilişkili yapıların anatomik mimarisi bütün bunları sağlayacak yeterliliktedir, ancak özellikle servikal ve lomber bölgede omurganın dayanıklılık ve esneklik kabiliyetlerinin bir arada bulunma zorunluluğu önemli sorunlara yol açabilmektedir (Şekil 2) (15).



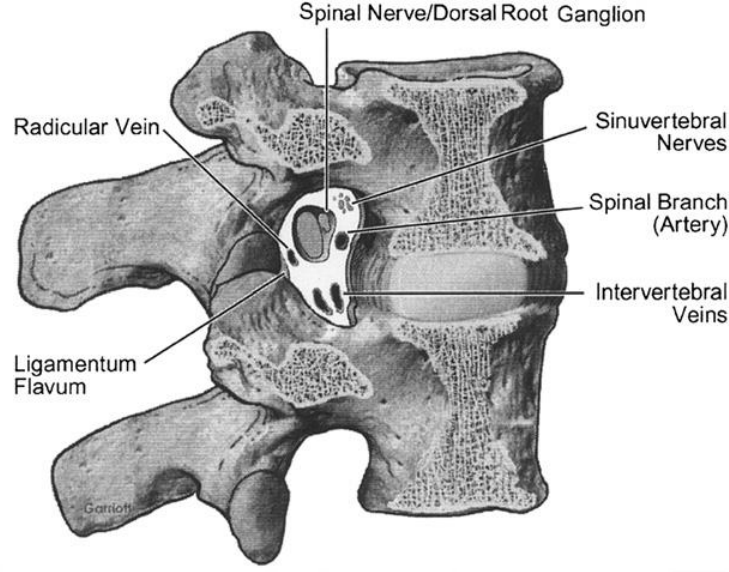
Şekil 2: Vertebral kolununun anterior, posterior ve lateral görünümü (13)

Spinal kolon, 7 servikal, 12 torakal, 5 lomber, 5 adet birbiri ile füzyona uğramış sakral ve 5 adet koksigeal vertebradan oluşur. Birinci servikal vertebra (atlas) ve ikinci servikal vertebra (axis) hariç servikal, torakal ve lomber vertebralar yapısal olarak benzerdir (15). Her bir “ standart ” vertebra, 1 adet vertebra gövdesi, 2 adet pedikül, 2 adet lamina, 4 adet eklem faseti ve spinöz procesten oluşur. (Şekil 3) Atlas vertebra, gövdesi olmayan bir kemik halkasından oluşurken; Axis, atlasın etrafını sardığı bir odontoid çıkıntıya sahiptir (13).



Şekil 3: Lomber vertebra temsili çizimi. A- Aksiyel Görünüm B-Lateral Görünüm
VG: Vertebra gövdesi, P: Pedikül, L:Lamina, SP: Spinöz proces, TVP: Transvers Proses
(16)

İki vertebra arasından her iki yana açılan içinden spinal sinir, radiküler damarlar geçen, intervertebral foramen adını verdiğimiz açıklıklar mevcuttur. Her foramen üst ve alt kısmından komşu vertebraların pedikülleri ile anteriorda intervertebral disk ve vertebra korpuslarının posterior kısımları ile posteriorda ise komşu iki vertebra tarafından oluşturulan zigapofizyal eklemler ile sınırlanmıştır (Şekil 4) (15). Torun ve arkadaşlarının (17) yaptığı kadavra çalışmalarında Lomber nöral foramen çaplarının transvers düzlemde $8,8 \text{ mm} \pm 1,7 \text{ mm}$ olduğu ve sagittal düzlemde $19,4 \text{ mm} \pm 2,7 \text{ mm}$ olduğu görülmüştür.



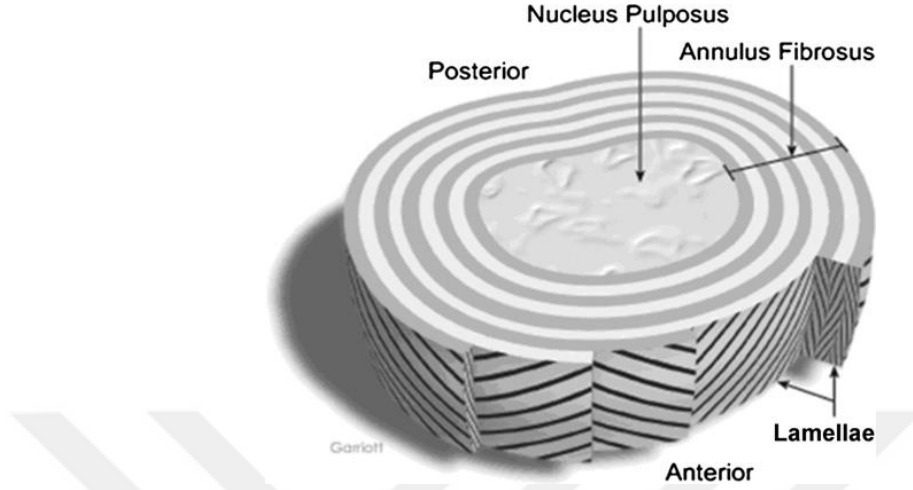
Şekil 4: İntervertebral foramenin sagittal kesitten görünümü

(18)

Spinal kanalın kendisi, anteriorda intervertebral disk ve vertebra korpusunun posterior yüzeyi ile posterolateralde laminalar ve ligamentum flavum tarafından, anterolateral olarak ise pediküller tarafından sınırlanır. Lomber bölgede spinal kanalın mid-sagittal çapı yaklaşık olarak 18 mm'dir. Spinal kanalda spondiloz sonucu ortaya çıkan stenoz nörojenik kladikasyoya yol açabilir. Faset eklem, intervertebral diskten farklı olarak gerçek bir sinovyal eklemdir. Bu eklem spinal sinirin posterior ramusunun dalları tarafından innerve edilir. Omurga kolonunun desteklenmesine sınırlı bir ölçüde katkıda bulunmasına rağmen ana işlevi vertebral hareket sırasında kolonun stabilitesini korumaktır. Ligamentum flavumun kalınlaşması ve faset eklem, maruz kaldığı dejeneratif değişiklikler ile hipertrofisi lomber spinal spondilozun bir bileşeni olabilir (15).

İntervertebral disk, vertebra gövdeleri arasında eklem oluşturan kıkırdak bir yapıdır (19). İntervertebral diskler omurganın gerekli hareketliliğine (fleksiyon, ekstansiyon ve rotasyon) izin veren bir esnekliğe sahip olmanın yanı sıra vertebral kolonu oluşturan osseöz dokuların birincil desteğini sağlamak gibi ikincil bir role de sahiptir. İntervertebral disklerin toplam uzunluğu omurga uzunluğunun yaklaşık %25-30' unu oluşturur (15). Makroskopik olarak sağlıklı yetişkin bireylerde, intervertebral diskin 2 yapıdan oluştuğu görülür. Bu yapılar, merkezde nukleus pulposus ve onu konsantrik lameller ile çevreleyen anulus fibrosustur. İnsan lomber omurgasından elde edilen intervertebral disk dokularında 15 ile 25 adet lamel olduğu görülmüştür (19). Anulus fibrosusun kollajen liflerinin, birbirini aynı açılar

ile kesen oblik ve farklı yönlerde diziliminden dolayı, intervertebral disk dokusuna hem dayanıklılık hem de esneklik katmaktadır (Şekil 5).



Şekil 5: İntervertebral disk dokusunun yapısal illüstrasyonu

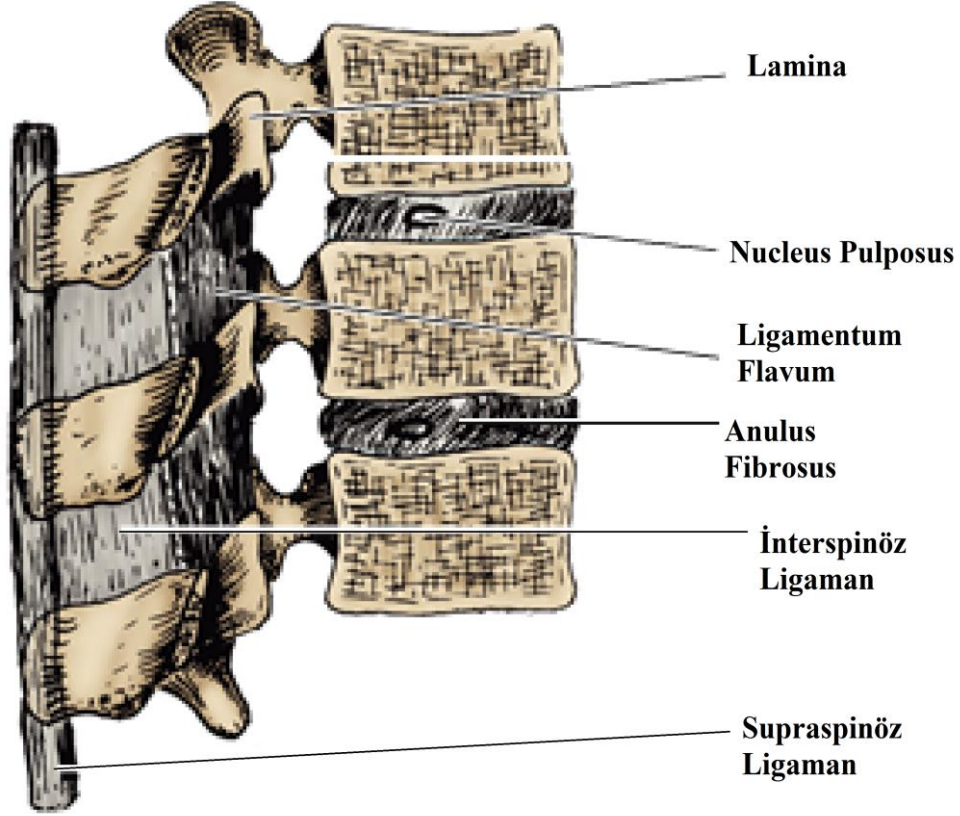
(18)

Sağlıklı bir nukleus pulposus, yaklaşık %88 oranında su ihtiva eden esnek jelatinimsi bir yapıdır. Omurları desteklemekle birlikte, vektörel yüklenmeleri absorbe eden, geçici basınç artışına ve harekete izin veren hidrolik bir sistemdir. Yaşlanma süreci ve disk hasarı sonucunda, son derece elastik kollajen liflerinin yerini fibröz doku alır. Bunun sonucunda yaşlı disk daha az esnek olur ve hidrolik geri tepki mekanizması zayıflar. İntervertebral disk yaşamın 3. dekadında avaskülerdir ve beslenmesi komşu vertebraların yüzeyindeki hyalin membrandaki porlardan diffüzyon aracılığıyla gerçekleşir. Nükleus pulposusun sinir innervasyonu yoktur, ancak anulus fibrosusun dış lamelleri sinuvertebral sinir tarafından innerve edilir (15).

Posterior longitudinal ligaman, axisten (üst servikal mesafede tektorial ligaman olarak adlandırılır) başlayıp sakruma uzanır ve spinal kanalın ön duvarını oluşturur. Omurganın servikal ve torakal kısımları boyunca geniştir, L1 seviyesinde daralmaya başlayarak L5 seviyesinde normal genişliğinin yaklaşık yarısı kadar olur.

Normal Ligamentum Flavum yaklaşık %80 elastik lif ve %20 kollajen lif içeren yapıda olup, spinal kanalın arka ve yan duvarlarını kaplamaktadır. Ligamentum flavumun yapısındaki elastik bağlar yaşla birlikte azalır ve yerini fibröz dokuya bırakır (20). Anterior longitudinal ligaman, infraspinoz ligaman, supraspinoz ligaman ve ligamentum nuchae de omurganın stabilizasyonuna katkıda bulunan diğer ligamanlardır (Şekil 6).

Atlas ve axis dışında tüm omurga bölümlerinde hareketin türü ve aralığı faset eklemler tarafından belirlenir, ancak omurga stabilitesi ve omurga hareketinin kontrolü komşu kas kitlesine ve ligamanlara bağlıdır (15).



Şekil 6: İntervertebral disk yapısını ve vertebral kolonda yer alan ligamanları gösteren lomber sagittal vertebral kolon kesiti (13)

Anterior spinal arter, anterior median fissürde spinal kord boyunca uzanır, posterior spinal arterler dorsilateral sulkusta seyretmektedir. Anterior spinal arter, omuriliğin ön üçte ikisini beslerken, posterior spinal arterler omuriliğin arka üçte birini beslemektedir. Anterior ve Posterior spinal arterler vertebral arterden köken alırlar. Spinal arterler ayrıca servikal bölgedeki segmental radiküler arterlerden, orta torasik bölgedeki aortun interkostal dallarından ve alt torasik, lomber bölgedeki büyük radiküler arterden (Adamkiewicz) dallar almaktadır. Omuriliğin venöz drenajı ise longitudinal anterior ve longitudinal posterior ven aracılığıyla olmaktadır (12).

Omurganın Histolojik Gelişimi

Vertebral kolonun büyük bir kısmı, vertebral osseöz yapılar, komşu end plateler ve anulus fibrosus, mezodermden gelişir. Nukleus pulposus ise notokord kalıntısı olan endodermden gelişmektedir. Vertebral kolon gebeliğin yaklaşık 4. haftasında gelişmeye başlamaktadır ve bu gelişimin indüksiyonunda hem notokord hem de nöral tüp rol alır. Her bir vertebra gövdesi alt ve üst komşu somitlerden köken alır ve gelişmekte olan omur gövdesi notokordu iyi bir şekilde çevreler. Nukleus pulposusdaki notokordal hücre sayısı doğumdan sonra hızla azalır, 6 haftalık iken 2000 hücre (milimetrekarede) 1 yaşında 100 hücre (milimetrekarede) görülürken; dört yaşından sonra hiç notokordal hücre tanımlanamamaktadır (19).

Doğumun hemen sonrasında, insan hyalin kıkırdak end plateleri intervertebral boşluğun neredeyse yarısını kaplamakta (yetişkinde yaklaşık %5 ini kaplar) ve büyük vasküler yapılar ihtiva etmektedir. Doğumdan kısa bir süre sonra kıkırdak end plate tabakasının vasküler kanalları, hücre dışı matriks ile dolar ve ilk 10 yaşın sonunda vasküler yapılar tamamen regrese olmaktadır. Bu nedenle sağlıklı yetişkinlerde intervertebral disk dokusu genellikle en büyük avasküler yapı olarak tanımlanır (19).

Yapısal olarak epifizyal büyüme plağına benzeyen kıkırdak end plateler, yaşamın erken döneminde komşu vertebra gövdesi için bir büyüme plağı olarak işlev görürler. Bu yapı iskelet olgunlaşması sırasında kaybolur ve erişkinde yaklaşık 0,6 mm kalınlığında hyalin kıkırdak bir yapıya dönüşür (19).

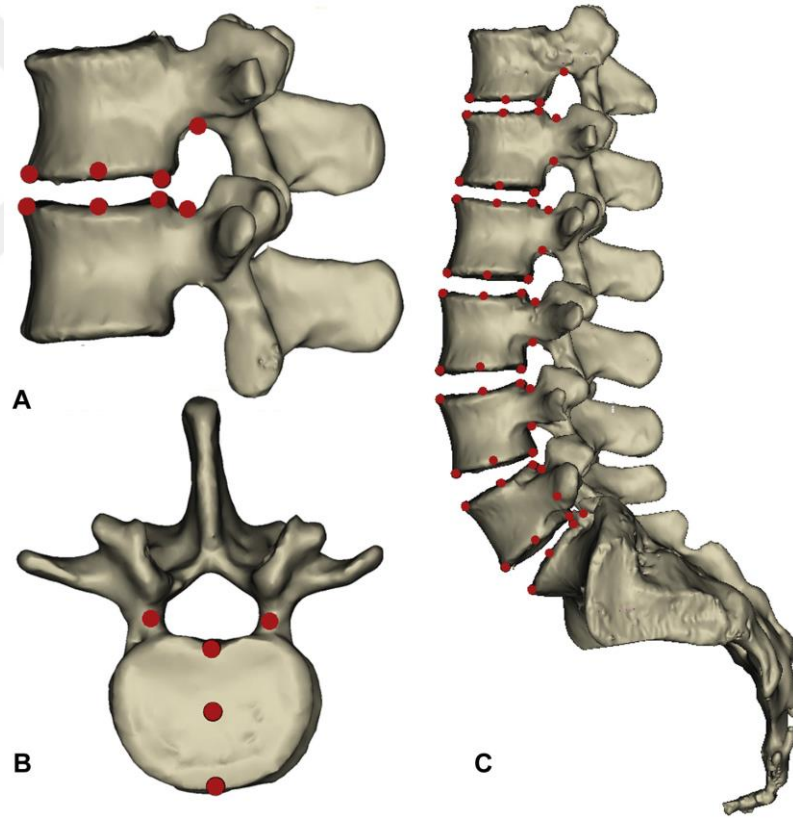
Fetüste vertebral kolon “ C ” harfi şeklinde kavislidir. Bu anterior konkavite vertebral kolonun birincil eğriliği olarak adlandırılır ve torakal, sakral ve koksigeal bölgelerde yaşam boyu korunur. Ancak doğumdan sonra, servikal ve lomber bölgelerde kademeli olarak anterior konveksiteye sahip sekonder eğrilikler ortaya çıkar. Önce çocuğun başını kaldırması ile servikal lordoz, sonra oturmayı, ayakta durmayı, yürümeyi öğrendiğinde lomber lordoz ortaya çıkar. Bu da erişkin vertebral kolona yandan bakıldığında, kolonun kıvrımlı bir görüntüde olmasını sağlar (13).

LOMBER SPİNAL BÖLGE ANATOMİSİ

Lomber omurganın temel işlevi göğüs kafesini ve üst ekstremiteleri (ve onların taşıdığı yük ile beraber) desteklemek ve bu yükleri pelvise ve alt ekstremitelere iletmektir. İkincil olarak göğüs ve pelvis arasında ılımlı bir hareket aralığı sağlamaktadır. Bu işlevleri yerine getiren ana unsurlar, lomber spinal bölgede yer alan beş adet lomber omurga

gövdesidir. Bunlar güçlü bir sütun halinde sıralanırlar, intervertebral diskler ve anterior, posterior longitudinal ligamanlar aracılığıyla birbirleri ile kompakt bir yapı oluştururlar. Lomber kolonun lordotik olarak eğimi, lomber omurgaya aksiyel yükleri absorbe etme yeteneği kazandırır (Şekil 7). Aksiyel tepkiler eğimi deforme eder, kuvvet elastik intervertebral diskler ve longitudinal ligamanlar tarafından emilir, aksiyel kuvvet geçtikten sonra ise dikey eğim eski haline döndürülür (21).

Lomber intervertebral diskler, kompresyon yüklerine uyum sağlamak için iyi tasarlanmışlardır. Her disk, üstte ve altta end plateler ile vertebral gövdeye birleşen; anulus fibrosus ile sarılı su içeriği yüksek bir nukleus pulposus oluşturur. Aksiyel kompresyona başlıca anulus fibrosusun katmanları direnç gösterir, yük altındaki anulus hem dışa hem içe bükülme eğilimindedir (21).



Şekil 7: Lomber vertebranın 3 boyutlu bilgisayarlı tomografi (BT) görünümü. (A,B) Lomber vertebranın sagittal ve aksiyel 3 Boyutlu BT görüntüsü (C) Lomber ve sakral bölgeyi içeren sagittal 3 boyutlu BT görüntüsü (22)

Bach ve arkadaşlarının (22) yaptığı bir çalışmada, lomber intervertebral disk dokularının morfometrik değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu çalışmaya göre intervertebral disk yükseklikleri ortalama olarak L1-2 mesafesinde erkekler için $6,9\pm 1,3$ mm, kadınlar için $5,8\pm 0,9$ mm ölçülmüştür. L2-3 mesafesinde erkekler için $8,1\pm 1,4$ mm, kadınlar için $6,9\pm 1,1$ mm, L3-4 mesafesinde erkekler için $8,7\pm 1,5$ mm, kadınlar için $7,6\pm 1,2$ mm ölçülmüştür. L4-5 mesafesinde erkekler için $9,2\pm 1,6$ mm, kadınlar için $8,5\pm 1,6$ mm iken L5-S1 mesafesinde ise erkekler için $8,8\pm 1,6$ mm, kadınlar için $8,6\pm 1,8$ mm saptanmıştır.

İntervertebral disk yüksekliklerinin anterior ve posteriordan da ölçüldüğü aynı çalışmada ise L1-2 mesafesinde anterior disk yüksekliğinin erkeklerde 7.59 ± 1.58 mm ve kadın cinsiyette 5.92 ± 1.27 mm, posterior disk yüksekliği ise erkeklerde 4.96 ± 1.27 mm ve kadınlarda 4.31 ± 0.92 mm olduğu gösterilmiştir. L2-3 mesafesinde yapılan ölçümlerde ise bu sonuçların sırası ile anteriorda erkeklerde 8.70 ± 1.67 mm ve kadınlarda 7.13 ± 1.51 mm, posterior yüksekliğin ise erkeklerde 5.67 ± 1.45 ve kadınlarda ise 5.14 ± 1.04 olduğu saptanmıştır. L3-4 mesafesinde anterior yüksekliğin erkekte 9.66 ± 1.75 mm ve kadında 8.11 ± 1.62 mm, posterior disk yüksekliğinin erkeklerde 5.90 ± 1.50 mm ve kadınlarda 5.59 ± 1.22 mm olduğu, L4-5 mesafesinde ise anterior disk yüksekliğinin erkek cinsiyette 10.94 ± 2.15 ve kadınlarda ise 9.82 ± 2.28 mm olduğu, posterior disk yüksekliğinin erkeklerde 6.05 ± 1.42 mm ve kadınlarda 5.98 ± 1.41 mm olduğu ölçülmüştür. L5-S1 mesafesi anterior yüksekliğin erkeklerde 11.92 ± 2.59 mm ve kadınlarda 11.36 ± 2.94 mm, posterior intervertebral disk yüksekliğinin erkeklerde 5.27 ± 1.38 mm ve kadın cinsiyette ise 5.23 ± 1.43 mm olduğu saptanmıştır. Bunun yanı sıra disk yüksekliğinin, L5-S1 mesafesi hariç lomber omurgada kadınlarda erkeklere göre anlamlı olarak düşük olduğu görülmüştür. En yüksek intervertebral disk mesafesinin L4-5 mesafesinde olduğu saptanmıştır (22).

Lomber vertebralarda pedikül boyutlarının morfolojik olarak incelendiği bir çalışmada ise pedikül yüksekliğinin L1'den L5'e gidildikçe azaldığı ve bu ölçümler sonucunda pedikül boyutlarının kadınlarda 14,4-13,6 mm, erkeklerde 15,9-14,4 mm aralıklarında olduğu bulunmuştur. Ayrıca aynı çalışmada, pedikül genişliğinin L1'den L5'e gidildikçe arttığı ve morfometrik ölçümler sonucunda kadınlarda 6,7-13,3 mm, erkeklerde 5,6-13,1 mm aralığında olduğu gösterilmiştir (23).

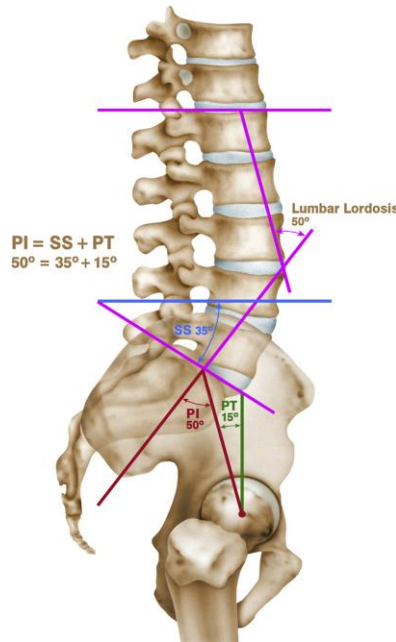
OMURGA BİYOMEKANİĞİ

Vertebral kolon ve vücut, minimum enerji harcayarak sagittal ve koronal düzlemde dengede olmak için çalışır (24). Bu denge servikal lordoz, torasik kifoz, lomber lordoz ve

pelvik anatominin içerdiği bir uyum ile oluşur. Amaç kranium, femur başları ve alt ekstremitenin merkezi ile sagittal ve koronal düzlemde mekanik bir denge sağlamaktır.

Omurganın sagittal dizilimi, özellikle yaşlanma sürecinde ortaya çıkan spinal patolojilerin altında yatan biyomekanik bozukluğu anlamının temel taşıdır. Omurga dengesi, omurgaya dışardan gelen kuvvetler (öncelikle yerçekimi) ile gövdenin kasları arasında, sensörinöral regülasyon tarafından yönlendirilen, statik veya dinamik olarak stabil dik duruşu sürdürmeye yarayan denge olarak tanımlanır. Sagittal hizalanma Homo Sapiens için iki ayaklı hale gelme sürecinde gelişmiştir (25).

Omurga biyomekaniğini tanımlamak için bazı kavramların bilinmesinde yarar vardır. Lomber lordoz açısı, L1 vertebraşının üst end plate hizası ve S1 superior end plate hizası arasındaki sagittal Cobb açısını ifade eder (Şekil 8). Genel kural olarak gelişimini tamamlamış bir omurgada lomber lordoz 20 ila 45 derece arasında normal olarak kabul edilir. Her hastanın ideal lordoz oranı pelvik insidansı ile tanımlanır. Bunun yanı sıra segmental lordoz miktarı her seviyeye göre değişmektedir. Lomber lordoza en çok katkı sağlayan segmentlerin L4-5 ve L5-S1 mesafeleri olduğu ileri sürülmektedir. Yaşlanmaya bağlı intervertebral disk yükseklik kaybı da dahil olmak üzere spondilolitik değişiklikler lomber lordoz açısında azalmaya neden olur (24). Lomber lordoz ameliyat ile kolay değişebilen bir parametredir ve pelvik insidans ile lomber lordoz arasındaki uyumsuzluğu 11 derecenin altına düşürmek yetişkin omurga deformitesinde önemli bir hedeftir (26).



Şekil 8: Spinopelvik parametrelerin şematik gösterimi; Lomber Lordoz, Pelvik insidans (PI), Sakral Slop (SS), Pelvik Tilt (PT) (24)

Pelvik insidans, geometrik olarak femur başının merkezinden sakral end plate orta noktası arasına çizilen çizgi ve sakral end plateden dikey çizilen çizgi arasındaki açıdır (Şekil 8). Pelvik insidans, sakral slop ve pelvik tilt değerlerinin toplamına eşittir (24). Pelvik insidans genellikle iskelet büyümesi sırasında artış gösterir, ancak omurga olgunluğu tamamlandığında, hastaya özgü sabit bir değer olarak kalır (27). Pelvik İnsidans, omurganın üzerine inşa edildiği temeldir ve sabit olduğu için lomber spondiloz veya cerrahi nedenli lomber lordozda azalma hastada sagittal denge uyumsuzluğunu etkileyen bir faktör olabilir.

Pelvik tilt, femur başının merkezinden zemine çizilen dikey bir çizgi ile sakral end plate orta noktasına çekilen çizgi arasında kalan açıdır (24).(Şekil 8) Normal bir bireyde pelvik tilt açısı 15 dereceden azdır. Lomber lordozu azalan hastalar normal sagittal dengeyi sağlamak için mümkünse, genetik olarak belirlenen ve değişen miktarlarda kalça ekstansiyonu aracılığıyla pelvik tilt açılarını artıracaklardır. Artan pelvik tilt açısı aynı zamanda pelvik retroversiyon olarak adlandırılır. (28)

Sakral slop, zemine paralel çizilen yatay çizgi ile sakral end plate arasında kalan açı olarak tanımlanır (28). (Şekil 8) Sakral slop sabit bir açı değildir, pelvisin kalça eksenine göre pozisyonuna dayanır. Daha önce belirtildiği gibi pelvik tilt ile toplamı her hasta için sabit bir değer olan pelvik insidansa eşittir, yani sakral slop ile pelvik insidans arasında tersine bir orantı mevcuttur (24).

Global dengeyi değerlendirmek için sagittal vertikal mesafeyi kullanırız. Sakral end plate superior-posterior köşesinden yere dikine çizilen çizgi ile C7 vertebra korpusunun ortasından yere dik çizilen çizgi arasındaki mesafeye sagittal vertikal mesafe denilir (28).

BEL AĞRISI

Omurga patolojilerine bağlı ortaya çıkan aksiyel bel ağrıları, toplumda oldukça sık görülmekte olup, gerek iş gücü kaybına gerekse bireysel ve toplumsal ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Bel ağrısı artan sağlık hizmeti maliyetleri ile birlikte değerlendirildiğinde, sıklıkla fiziksel ve psikolojik etkilere de yol açan; iş, aile ve sosyal yaşamda bireyler üzerine olumsuz etkilere sebep olmaktadır (29). Hoy ve arkadaşlarının (30) yaptığı sistematik derlemede; bel ağrısının tüm dünyada önemli bir sorun olduğu ve en çok kadınlar ve 40-80 yaş arası erişkinleri etkilediği gösterilmiştir. Bir günden uzun süren aktivite kısıtlayıcı bel ağrısının prevalansının %11,9 ve 1 aylık prevalansının ise %23,2 olduğu gösterilmiştir. Bel ağrısının genel ortalama yaygınlığı $31,0 \pm 0,6$, bir yıllık prevalansı $38,0 \pm 19,4$ ve

yaşam boyu prevalansı %39,9 ± %24,3 olarak saptanmıştır (30). Freburger ve arkadaşları (31) Kuzey Carolina'da 1992'de yapılan ve 2006'da tekrarlanan bir değerlendirmenin ardından bel ağrısı prevalansının geçen 14 yılda %3,9'dan %10,2'ye çıktığını göstermiştir. Artışın tüm yaş gruplarında, cinsiyet ve ırk ayrımı göstermeksizin görüldüğünü bildirmişlerdir. Kronik bel ağrısının genel yaygınlığının %162 artarken, 21-34 yaş arası kadınlarda %320 ve 45-54 yaş arası erkeklerde %293 arttığı saptanmıştır (31).

Bel ağrısı, günümüzde dünyada çok yaygın bir sorun olmaya devam etmekle birlikte yaşlanan popülasyon da düşünüldüğünde, bel ağrılı hasta sayısının önümüzdeki on yıllarda artması muhtemeldir (30). Sonuç olarak bel ağrısı sağlık profesyonelleri, hastalar ve politika yapıcılar için yönetilmesi en tartışmalı ve zor durumlardan birisi olmaya devam etmektedir (29). Bel ağrısı prevalansı, çalışma hayatının en verimli olduğu orta yaşlarda daha sık görülmektedir. Bu durum birçok kişi, aile, işletme ve devletler için büyük bir ekonomik etkiye ve kayba sebep olmaktadır (30).

Bel ağrısı potansiyel olarak birçok farklı risk faktörü ile ilişkili multifaktöryel bir hastalıktır (29). Cohen ve arkadaşları (32) bel ağrısının kronikleşmesinin nedeni olarak en önemli risk faktörlerinin psikososyal ve mesleki olduğu sonucuna varmışlardır. Ritzwoller ve arkadaşları (33) bel ağrısının, ülke ekonomisine verdiği zararın, bel ağrısına bağlı engelliliğin, diyabet, romatoid artrit, anksiyete, psikiyatrik hastalıklar ve depresyon gibi komorbid hastalıklar ile arttığını göstermişlerdir. Ayrıca hem fiziksel hem de psikolojik olarak mesleki koşullar bel ağrısı ile ilişkilendirilmiştir.

Ağır yük kaldırma, itme, çekme, uzun süreli yürüme ve ayakta durmanın gelecekteki bel ağrısı ile ilişkili olduğu saptanmış olup aynı şekilde fiziksel iş yükünün, iş talepleri ve kontrolünün, stresli ve monoton çalışma ve işle ilgili tatminsizliklerin de aynı şekilde bel ağrısı ile ilişkili olduğu ileri sürülmüştür (29). Sistemik bir derlemede, obezitenin cinsiyetten bağımsız olarak bel ağrısını arttıran bir predispozan faktör olduğu saptanmıştır (34). Aynı çalışmada, vücut-kitle indeksi ile bel ağrısı arasında ilişki olduğu da görülmüştür (34). Bel ağrısı prevalansı ve insidansının sigara kullanımı ile ilişkili olduğu da saptanmıştır. Bu ilişkinin, akut ağrıda ılımlı iken kronik ağrı ve engelliliğe yol açan bel ağrısında daha kuvvetli olduğu saptanmıştır. Bunun yanı sıra bu ilişkinin adölesan dönemdeki bireylerde erişkinlere göre daha kuvvetli olduğu görülmüştür (35). Bel ağrısı için yaş da bir risk faktörü olarak değerlendirilmiştir. Bel ağrısı genellikle erken yaşlarda başlayıp, semptomların en sık görüldüğü dönem 35-55 yaş aralığında olmaktadır. Hastalık sıklığı ve semptom süresi yaş ile birlikte artış göstermektedir (29).

Ağrının kaynağı genel olarak mekanik, nöropatik veya sekonder bir nedene bağlı olarak sınıflandırılmıştır (32). Mekanik bel ağrısının kaynağı, omurga ve destek dokular iken; nöropatik ağrı sinir kökündeki irritasyona bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Mekanik bel ağrısı ve nöropatik ağrının ayırıcı tanısı ayrıntılı anamnez aşamasında başlamaktadır. Hastalar nöropatik radiküler ağrıyı daha çok “yanma, vurma, bıçak batması” gibi tariflerken; mekanik bel ağrısını ise “ zonklama, acıma ” şeklinde tarif etmektedirler. Mekanik bel ağrısı daha çok kalça ve uyluğun proksimal kesiminde lokalize iken; distalde diz altına yayılım gösteren klinik bulgular radiküler ağrıya göre daha az oranda görülmektedir. Kas spazmları da dahil olmak üzere bel ağrısının mekanik nedenleri tipik olarak hareketle agreve olmakta ve dinlenmek ile regrese olmaktadır (32). Hastalarda, akut spesifik olmayan bel ağrısı (4 haftadan kısa), radikülopatinin eşlik etmediği kronik bel ağrısı (3 aydan uzun) , radiküler ağrı ve ciddi bir hastalığın eşlik ettiği bel ağrısı görülebilir. İntervertebral disk dejenerasyonu olan hastalarda uzun süre oturmak ve lomber ante-fleksiyon ağrıyı şiddetlendirebilir. Spinal stenoz ile ilişkili ağrı, klasik olarak ante-fleksiyon postüründe azalırken, lomber ekstansiyon halinde şiddetlenebilmektedir (32).

LOMBER SPİNAL STENOZLARIN TARİHÇESİ VE EPİDEMİYOLOJİSİ

Omurga yaralanmalarının kapalı redüksiyonu hakkındaki Hipokratik notlar, muhtemelen omurgadaki aktif terapötik müdahalelerin bilinen en eski tanımlarıdır. Omurga hastalıklarının teşhisinde bir devrim, Wilhelm Conrad Röntgen tarafından X-ışınlarının keşfedilmesi ile başladı ve bu yeni teknik günlük klinik uygulamalarda hızla kullanılmaya başlandı. Lomber spinal stenozla ilgili olarak, orta çağdan beri vertebral kanalın dekompresyonunu anlatan çeşitli kaynaklar mevcuttur. (Ambroise Pare, 1549) İki veteriner hekim olan Jean Francois Bouley ve A. Goubax 1831 yılında “ kladikasyo intermittans ” tanımını yapmışlardır (36). Lomber spinal stenoz ilk defa 1900 yılında Sachs ve Fraenkel tarafından yayınlanan bir çalışmada tanımlanmıştır (37). Sonrasında 1927 yılında İtalyan ortopedist Vittorio Putti, spondiloartrozdaki dejeneratif değişiklikler ile ortaya çıkan ve Putti Sendromu (lomber vertebral sendrom) olarak adlandırdığı sinir kökü sıkışması sendromunu tanımlamış ve laminektomi ile semptomların ortadan kaldırılabilceğini ileri sürmüştür (36). Klinik olarak lomber spinal stenozun detaylı açıklaması ve tanımı 1954 yılında Verbiest tarafından yapılmıştır (38). Daha sonra Porter ve arkadaşları bel ağrısı ve alt ekstremitede ortaya çıkan kuvvet kaybını spinal kanalın stenozu ile ilişkilendirmişlerdir. Lomber spinal kökün vertebral kanal içinde ve/veya intervertebral foramende kompresyonunu, alt

ekstremitelerde şiddetli ve sürekli radiküler ağrı, yatak istirahati ile geçmeyen ağrı, minimum gerilme belirtileri, hasta yaşının 40 üzeri olması şeklinde 4 kriter ile betimlediler (39). 1990'lı yıllarda Johnsson ve arkadaşları ortalama yaşı 60 olan ve ortalama 49 ay süre ile lomber spinal stenozu olan 32 hastayı takip etmiş ve lomber spinal stenozun doğal seyrini, prognozunu ve tedavisini tarif etmişlerdir (40).

Lomber spinal stenoz, klinikte en çok karşılaşılan omurga hastalıklarından birisidir ve hastanın yaşam kalitesini ciddi olarak etkilemektedir. Lomber spinal stenoz, Amerika Birleşik Devletleri'nde yılda yaklaşık 200.000 kişiyi etkilemekte, önemli ölçüde ağrı ve engelliliğe neden olmaktadır. Tüm bunlara ilaveten 65 yaş üzerinde en sık omurga cerrahisi nedeni olmaya devam etmektedir (41). Jensen ve arkadaşlarının (1) yaptığı sistematik bir derlemede, klinik tanı değerlendirmesinde lomber spinal stenoz prevalansının genel popülasyonda %11 ve polikliniğe başvuran popülasyonda ise %25-39 aralığında olduğunu saptamışlardır. Ayrıca radyolojik prevalansa bakıldığında asemptomatik popülasyonda %11, genel popülasyonda %38 ve klinik popülasyonda %15-32 aralığında olduğu raporlanmıştır.

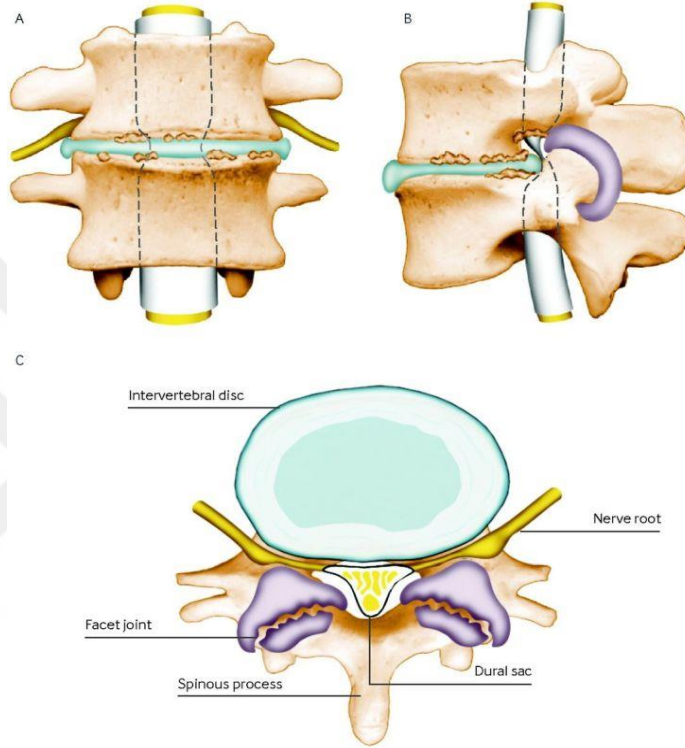
2007 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde lomber spinal stenoz ile ilişkili cerrahi uygulanan 37.000 hastanın, ülke ekonomisine maliyetinin yaklaşık olarak 1,65 milyar dolar olduğu saptanmıştır (42). Martin ve arkadaşlarının (8) yaptığı çalışmada ise Amerika Birleşik Devletleri'nde spinal stenoz bağlantılı hastane maliyetlerinin 2004 yılından 2015 yılına %177 artış gösterdiği ve 2015 yılındaki toplam sağlık harcamalarının 10 milyar doları aştığını ileri sürülmüştür.

LOMBER SPİNAL STENOZ KLİNİĞİ VE PATOGENEZİ

Lomber spinal stenoz santral spinal kanalın, lateral reseslerin veya intervertebral foramenin (veya bunların kombine şekilde) daralması ve ilişkili nörovasküler yapıların kompresyonuna neden olur (Şekil 9). Konjenital (gelişimsel) veya edinsel (veya her ikisi birlikte) olarak ortaya çıkabilir. Konjenital spinal stenoz, doğum sonrası gelişimsel kusurlar sonucu ortaya çıkan ve Framingham çalışmasında da belirtildiği gibi %2,6-4,7 aralığında, nadir görülen bir durumdur (43). Çoğu lomber spinal stenoz vakası dejeneratif süreçlerin bir sonucudur ve yaşlanan omurgadaki değişikliklerden kaynaklanmaktadır. Lomber spinal stenozu yol açabilecek değişiklikler arasında faset eklem hipertrofisi, intervertebral disk yüksekliğinde kayıp, osteofit oluşumu ve ligamentum flavum hipertrofisi yer almaktadır (41).

Lomber spinal stenozda, dejeneratif disk hastalığının, anılan patolojinin fizyopatolojik sürecinin ilk basamağı olabileceği ileri sürülmektedir. Vertebral end plate'lerde ortaya çıkan

dejenerasyon sonucu, intervertebral disk dokusunun difüzyonla beslenmesi azalır ve diskin hücresel düzeydeki dejenerasyon süreci hızlanır, intervertebral disk yüksekliğinde azalma görülür ve sonuç olarak omurganın biyomekaniği bozulmaya başlar. Tüm bu süreçlerin sonunda faset artropatisi, osteofit formasyonları, spondiloz ve dejeneratif spinal stenoz ortaya çıkabilmektedir (40).



Şekil 9: Dejeneratif spinal stenoz çizimleri, A-anterior görünüm, B-lateral görünüm, C-aksiyel görünüm illüstrasyonu Dural sakı çevreleyen dokuların hipertrofisi mor renkte görülmektedir. (41)

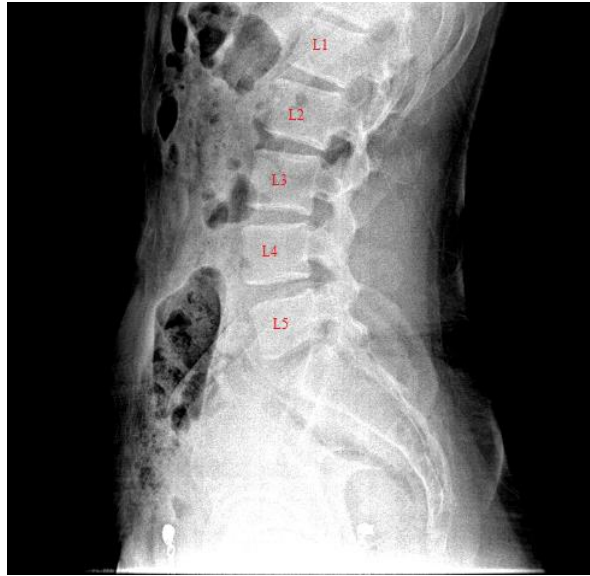
Lomber spinal stenozun en yaygın klinik belirtisi, psodokladikasyon olarak da adlandırılan nörolojik kladikasyondur. Bunun yanı sıra aksiyel bel ağrısı, bacak ağrısı ve yürüme mesafesinde azalma olarak da klinik şikâyetler görülür. Lomber spinal stenoz sonucu ortaya çıkan klinik bulgular nedeni ile özellikle 65 yaş üstü hastalarda sıklıkla omurga cerrahisi bir tedavi yöntemi olarak tercih edilmekte olup, bu yaş grubunda en sık omurga cerrahisi nedenidir. Olguların ante-fleksiyon postürü semptomların gerilemesine neden olmaktadır. Çünkü lomber ekstansiyon sırasında spinal kanal hacmi iyice daralır ve bu durumda semptomlar daha da kötüleşir (40). Sandella ve arkadaşları (44) tarafından yapılan çalışmada lomber spinal stenoz tanısında “yürürken bacak ağrısı”, “yürürken semptomları

hafifletmek için öne doğru esneme”, “ağrıyı hafifletmek için oturma veya öne doğru eğilme”, “normal ayak nabızları”, “dinlenerek rahatlama” ve “alt ekstremitte güçsüzlüğü” en önemli 6 tanısal faktör olarak gösterilmiştir.

LOMBER SPİNAL STENOZLARDA TANISAL YÖNTEMLER

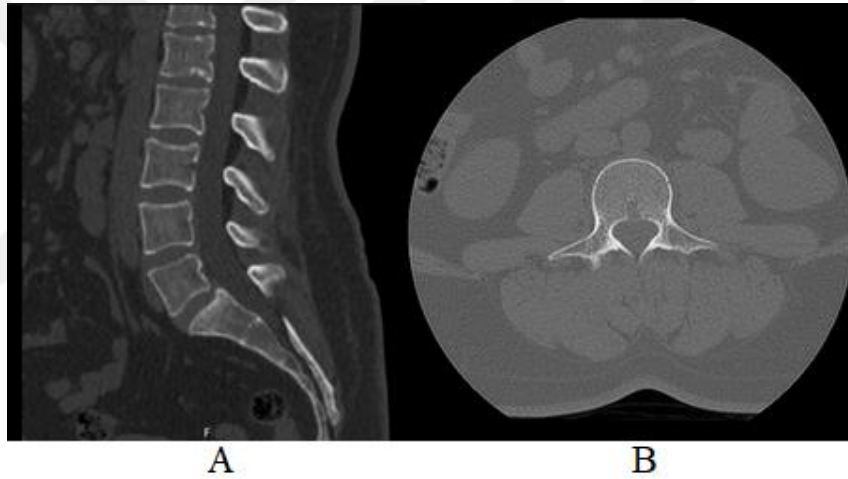
Lomber spinal stenozda yaygın olarak kabul edilen, altın standart bir tanısal yöntem yoktur, ancak vertebral kolonun stenozunu ve spinal nöral dokunun kompresyonunu gösteren görüntülemenin gerekliliği hayati bir konudur (41). Spinal stenoz anatomik veya radyolojik bir bulgu değil, klinik bir sendromdur. Tanısal değerlendirme; hastanın hikayesi, fizik muayene ve radyolojik görüntülemeden oluşur. Olguların anamnezinde, ayakta ve yürürken ortaya çıkan bel ve/veya bacak ağrısının oturma ve öne eğilme ile azalması önemli bir göstergedir (40).

Genellikle bel ağrısının radyolojik olarak ilk değerlendirmesinde, kolay ulaşılabilir ve ucuz olması nedeni ile direkt grafiler kullanılmaktadır (Şekil 10). Direkt grafiler ile vertebra korpusları ve dizilimleri, sagittal ve koronal denge, disk yüksekliğinde kayıp, vakum fenomeni, osteofit oluşumları, spondilolistezisler değerlendirilebilir. Ancak yumuşak doku, disk yapısı ve nöral dokunun değerlendirilebilmesinde oldukça kısıtlı faydaları bulunmaktadır. Bundan dolayı lomber spinal stenoz tanısında sadece direkt grafilerin yararları sınırlıdır (40).



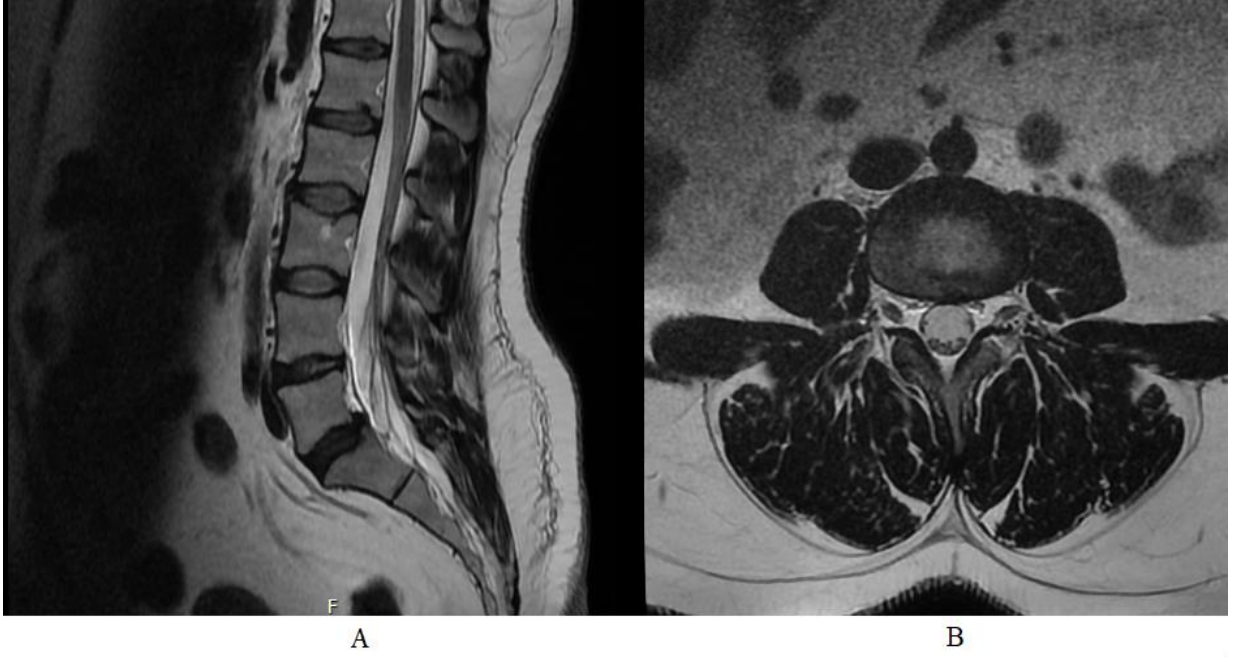
Şekil 10: Lomber lateral direkt grafi kesiti

Osseöz dokunun anatomik yapısını en iyi gösteren görüntüleme yöntemi ise bilgisayarlı tomografidir (BT).(Şekil 11) İntervertebral disk herniasyonu ve spinal stenozu tespit etmemize yardımcı olmasına rağmen, spinal kanal içerisinde seyreden nöral dokuyu, bu dokunun kompresyon derecesini ve olası nöral hasarı güvenilir bir şekilde gösteremez. Ayrıca, görüntüleme tetkiki esnasında hastanın maruz kaldığı radyoaktiviteye bağlı olası yan etkiler ise diğer bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle, lomber spinal stenoz tanısında öncelikli tercih değildir. Diğer bir alternatif görüntüleme yöntemi ise BT myelogram olabilir. Normal lomber spinal BT ile kıyaslandığında, subaraknoid mesafedeki kontrast nöral dokuların görünürlüğünü artırır. Bu yöntemin dezavantajları ise hastanın X-ışını maruziyeti, işlem sırasında invaziv bir girişim olan Lomber ponksiyon yapılması ve bununla birlikte alerjik reaksiyonlara neden olabilecek kontrast madde verilmesidir (40).



Şekil 11: Lomber spinal BT görüntüsü A-Sagittal kesit, B-L2 vertebra pedikül hizasından geçen aksiyel kesit

Manyetik rezonans görüntüleme (MRG) yöntemi ise iyonize radyasyon içermez ve non-invaziv bir görüntüleme yöntemidir (Şekil 12). Yumuşak dokuyu gösterme yeteneği yüksektir ve lomber spinal stenoz tanısında yüksek hassasiyete sahiptir. Omurilik, sinir kökleri ve kemik iliği anormalliklerini iyi göstermektedir ve bu nedenle spinal stenoz ve disk hernilerinin tanısında oldukça faydalı ve ilk tercih edilmesi gereken görüntüleme yöntemidir (2). Wassenaar ve arkadaşları (45) tarafında yapılan bir sistematik derlemede, lomber MRG tetkikinin lomber spinal stenoz tanısında duyarlılığının %87-96 aralığında olduğu ve özgüllüğünün %68-75 aralığında olduğu gösterilmiştir.



Şekil 12: T-2 Ağırlıklı Lomber spinal MRG kesitleri. A-Sagittal kesit, B-L3-4 intervertebral disk mesafesinden geçen aksiyel kesit

Steurer ve arkadaşları (46) tarafından yapılan bir derlemede, santral kanal çapının anterior-posterior olarak bazı yayınlarda 10 mm, bazı yayınlarda ise 7 mm'nin altına düşmesi ve spinal kanal stenozunun en dar olduğu kesitlerdeki kanal alanının 100 mm² altında olması radyolojik olarak santral spinal stenoz olarak tanımlanmıştır.

LOMBER SPİNAL STENOZ OLGULARINDA TEDAVİ YÖNTEMLERİ

Lomber spinal stenoz için cerrahi dışı tedavi yöntemleri arasında; medikal tedaviler, fizik tedavi ve rehabilitasyon uygulamaları, spinal enjeksiyonlar, yaşam tarzı değişiklikleri ve multidisipliner rehabilitasyon yer almaktadır. Nörojenik kladikasyon ve görüntüleme ile doğrulanan lomber spinal stenoz tanılı hastalarda cerrahi dışı tedavi yöntemlerine yönelik yapılan bir sistematik derlemede bu tedavi yöntemlerini önermek için yeterli kanıt olmadığı sonucuna varılmıştır (3).

Düzenli egzersiz, dengeli beslenme ve ideal vücut ağırlığını koruma gibi yaşam tarzındaki değişiklikler ve iyileştirmeler genel omurga sağlığı için önerilmektedir. Ancak bunu destekleyen herhangi bir klinik çalışma henüz yapılmamıştır. Lomber spinal stenozların doğal seyri, minör semptomlarla sinsi bir şekilde yavaş yavaş başlar ve ardından kritik darlığa ulaşıldığında, klinik bulgularda algoritmik bir artışa neden olmaktadır. Lomber spinal stenoz

semptomları ilk fark edildiğinde, yaşam tarzı değişikliklerinin öngörülen faydalarının önemli ölçüde geçerli olması için genellikle çok geç olduğu ileri sürülmüştür (40).

Multidisipliner rehabilitasyon/fizyoterapinin hafif ve orta şiddette lomber spinal stenoz olgularında etkili olduğu raporlanmıştır. Kronik sırt ağrısı ve lomber spinal stenoz tedavisinde rehabilitasyonun terapötik rolü tam olarak doğrulanmıştır. İleri yaştaki lomber spinal stenoz hastalarında, güç ve dayanıklılık eğitimi, esneklik egzersizleri, yaşam tarzı değişiklikleri ve çevre değişiklikleri gibi multidisipliner tedavilerin olumlu sonuçlar gösterdiği raporlanmıştır. Buna rağmen halen spinal stenoz için fizik tedavi, egzersiz veya manipülasyon tedavisinin kullanımını destekleyecek kanıt değeri yüksek çalışmalar literatürde kısıtlı oranda mevcuttur (40).

Lomber spinal stenoz semptomları için önerilen medikal tedaviler esas olarak kronik bel ağrısında kullandığımız farmasötikler ile benzerlik göstermektedir. Sistemik kortikosteroidler, non-steroidal antiinflamatuvar ilaçlar (NSAİİ), antikonvülsanlar, antidepressanlar, kas gevşeticiler ve opioidler kullanılmaktadır. Non-steroidal antiinflamatuvar ilaçların gastrointestinal ve kardiyovasküler yan etkilere yol açtığı bildirilmiştir. Bununla birlikte uzun dönemli etkileri açısından değerlendirildiği bir çalışmada, radiküler semptomu olan kronik bel ağrısı için plasebo grubu ile kıyaslandığında anlamlı bir fark göstermediği ileri sürülmüştür (40). Chou ve arkadaşları (47) tarafından yapılan bir sistematik derlemede, gabapentin ve topiramet kullanımı ile ağrı skorlarında minimal oranda da olsa azalma olduğu gösterilmiştir. Sonuç olarak günümüzde lomber spinal stenoz olgularında farmakolojik tedaviyi destekleyecek yeterli kanıt bulunmadığı saptanmıştır (2).

Epidural enjeksiyon, lokal anestetik maddenin (kortikosteroidli veya kortikosteroidsiz) hedef bölgeye uygulanmasıdır ve lomber spinal stenoz tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Konservatif tedaviler tükendiğinde, hastaya genellikle spinal epidural enjeksiyon girişimleri önerilmektedir. Uygulanan lokal anestetiklerin, stenozun neden olduğu lokal enflamasyonu ve iskemiye azaltarak ağrının giderilmesine yardımcı olduğu ileri sürülmektedir (40). Bu minimal invaziv uygulamalar daha invaziv olan dekompresyon cerrahisine bir alternatif olarak veya kısa/orta vadeli ağrı kontrolü sağlayarak cerrahiye geciktirmede yardımcı olarak faydalı olabileceği ileri sürülmüştür (40). Manchikanti ve arkadaşlarının (48) yaptığı randomize kontrollü çalışmada, epidural enjeksiyon uygulanan lomber spinal stenozlu hastalarda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde ağrı kontrolü ve fonksiyonel kayıpta düzelme saptandığını gösterilmiştir. 2015 yılında yapılan bir meta analiz

çalışmasında ise lomber spinal stenozlu hastalarda epidural enjeksiyonun ağrı palyasyonu ve yürüme mesafesinde kısa ve uzun vadede kısıtlı bir iyileşme sağladığı raporlanmıştır (49).

LOMBER SPİNAL STENOZDA CERRAHİ TEDAVİLER

Omurga bozukluklarının tedavisinde cerrahi sığrama, spinal enstrümantasyon ve fiksasyon tekniklerinin evrimi ile son yüzyılda gerçekleşmiştir. 20. yüzyılın başlarında spinal fiksasyon teknikleri gelişmeden önce tedavide yatak istirahati, traksiyon, atelleme, ve destek ortezler vasıtasıyla immobilizasyon kullanıldığı ve antisepsi tekniğinin olmayışı, termokoterin olmaması, uygun anestezi yöntemlerinin yokluğu gibi sebeplere bağlı olarak cerrahi dışı tedavi yöntemlerinin ilk tercih haline geldiği bildirilmektedir (50). Milattan önce 400 yıllarında Hipokrat tarafından bulunan traksiyon ve immobilizasyon ekipmanlarının 20. yüzyıla kadar tedavinin temelini oluşturduğu bilinmektedir (51). Semmelweis ve Lister'in 19. Yüzyılda, cerrahi girişimler sırasında antisepsi uygulamaları üzerine yaptıkları çalışmalar ve antisepsiye katkıları sonrası omurga cerrahisi girişimleri tekrar popüler hale gelmiştir. Bu ilerlemeler sonrasında, 1886 yılında Macewen tarafından ilk laminektomi ameliyatının yapıldığı raporlanmıştır. En eski internal fiksasyon tekniklerinden biri Pott hastalığına bağlı servikal kırıkları tedavi etmek amacıyla 1891 yılında Hadra tarafından geliştirilmiştir (52). Hadra spinöz proceslerin etrafına 8 şeklinde gümüş tel bir halka bağlayarak servikal fraktürü cerrahi olarak tedavi ettiğini bildirmiştir. Sonrasında bu teknik 1911 yılında Hibbs tarafından geliştirilerek, yaklaşık sonraki 50 yıl boyunca en yaygın cerrahi yöntem olarak kullanıldığı saptanmıştır (53). 1950'li yılların sonunda, Harrington (54) skolyozu tedavi etmek için, deformiteyi kompresyon ve distraksiyon metotlarıyla düzeltmeye yönelik kancalara tutturulmuş çelik çubuklar kullanan bir sistem tasarlamıştır. Daha da önemlisi Boucher (55) 1959 yılında ilk pedikül vidasını geliştirdiğini raporlamıştır.

Lomber spinal stenoz hastalarında cerrahi tedavi yöntemleri genellikle daha önceki bölümlerde belirtildiği gibi, cerrahi dışı tedavi yöntemlerinden sonra tercih edilir ve 65 yaş üzeri grupta omurga ameliyatlarının en sık nedeni olduğu tespit edilmiştir (42). Ameliyatın amacı, etkilenen nöral doku üzerindeki kompresyonun azaltılması ve/veya ortadan kaldırılmasına yönelik olarak vertebral kanaldaki stenotik seviyelerin enine kesit alanını artırmaktır. Lomber spinal stenoz tanı ve tedavisi için kanıt dayalı yayınlanan bir kılavuz, orta ve şiddetli lomber spinal stenoz için, cerrahi dışı tedavilerdeki başarısızlığın, olguların tedavisinde cerrahi girişimlerin tercih edilmesi için yeterli bir kanıt olduğunu ileri sürmüştür (2).

Füzyonsuz dekompresif laminektominin, eşlik eden diğer kompleks omurga patolojilerinin yokluğunda, lomber spinal stenozlu hastalarda öncelikli tercih edilmesi gereken cerrahi tedavi şekli olarak kabul edilmesi önerilmektedir (56). Bu cerrahi girişim şeklinde; hasta cerrahi girişim esnasında prone pozisyonda yatarken, stenotik seviyelerde spinöz proceslerin, laminaların, faset eklemlerin ve ligamentöz dokular gibi yumuşak dokunun kısmen veya tamamıyla çıkarılarak nöral dokunun dekompresyonu hedeflenir. Her faset ekleminin en az %50'sinin ve pars interartikülarisin yeterli miktarda korunmasının, cerrahi sonrası gelişebilecek iyatrojenik instabiliteyi azalttığına yönelik görüşler ileri sürülmektedir (57).

Dekompresif laminektominin gerek daha invaziv bir işlem olması gerekse uzun dönemde spinal instabilite riski nedeni ile tek taraflı ya da iki taraflı hemilaminotomi gibi minimal invaziv laminektomi metodlarının kullanımı denenmektedir. Bu prosedürler tipik olarak küçük bir insizyon ve mikroskop veya endoskop yardımı ile omurganın anatomisini korunmasına dayalı cerrahi uygulamaları içermektedir. Tek merkezli, az sayıda vaka sayısı içeren ve kontrol grubu içermeyen kanıt değeri düşük bir araştırmada; uygulanan bu minimal invaziv cerrahi girişim metodlarının, klasik dekompresif laminektomi cerrahisine göre daha az kan kaybı, daha kısa cerrahi süre, daha hızlı mobilizasyon ve rehabilitasyon, postoperatif ağrı kontrolü için daha az miktarda farmakolojik ajan gereksinimi, işlem sırasında daha az oranda kas dokusu hasarı ile ilişkili olduğu söylenmiştir (40). Ancak bu konuda daha geniş seriler içeren, randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

İnterspinöz ve interlaminar separatörler dekompresif cerrahiye göre daha az invaziv bir yöntem olarak lomber spinal stenoz hastalarında ağrı kontrolü amacıyla kullanılabilir (41). Stenozun olduğu seviyedeki spinöz proceslerin birbirinden uzaklaştırılarak, bası altındaki nöral doku üzerindeki kompresif etkiyi azaltma temeline dayanmaktadır. İmplantın yerleştirilmesinden sonraki ilk iki yılda spinöz proces fraktürleri ve implant çökmesi ile karşılaşıldığı raporlanmıştır. L5-S1 mesafesi için anatomik kısıtlamalar nedeniyle endike değildir. (40)

Kompresyona ve stenozu neden olan faktörün ligamentum flavum olması durumunda minimal invaziv lomber dekompresyon yöntemi uygulanabilir. Bu yöntemin uygulanabilmesi için darlığı oluşturan sebep ligamentum flavum olmalı ve ligamentum flavumun kalınlığının 2,5 mm'nin üstünde olması gerekmektedir (58).

Spinal füzyonun birincil amacının, lokal aksiyel bel ağrısını tedavi etmek ve stabilizeyi sağlamak olduğu saptanmıştır (59). Füzyon ile birlikte dekompresif laminektomi, spinal

füzyon elde etmek amacıyla genellikle spondilolistezise bağlı stenoz, önceki dekompresyondan sonra tekrarlayan stenoz, instabilite mevcudiyetinde veya instabiliteden korunmak için ve skolyoz cerrahilerinde önerilmektedir (41). Resnick ve arkadaşlarının (60) yayınladığı bir kılavuza göre deformite yokluğunda veya instabilite oluşmayan hastalar için izole kanal darlığında füzyon kullanımı önerilmemiştir. Ahmed ve arkadaşlarının (61)yaptığı bir meta analiz çalışmasında, sadece dekompresyon ile füzyonlu dekompresyon karşılaştırılmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre füzyon uygulanan dekompresyonun, sadece dekompresyon ile kıyaslandığında daha iyi fonksiyonel sonuçları olduğu ve postoperatif sırt ve bacak ağrısının daha az oranda görüldüğü saptanmıştır.

SPİNAL FÜZYONDA PEDİKÜL VIDA-ROD SİSTEMİNİN KULLANIMI

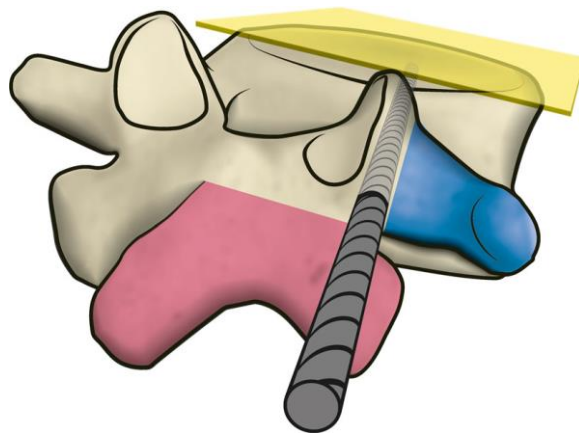
Lomber omurgaya geleneksel yaklaşım posteriordandır. Vertebra cisminde ön, orta ve arka 3 kolonu birden bağlayan yegane yapı vertebral pediküller olup transpediküler vida-rod (Şekil 13) sistemleri en güçlü posterior füzyon sağlamaktadır, bu nedenle günümüzde omurga cerrahisinde oldukça yaygın kullanım alanı bulmuş durumdadır. Spondilolistezis, dekompresyon sonrası instabilite, daha önceki cerrahiden sonra eksik füzyon, vertebra fraktür ve enfeksiyonları durumlarında da kullanılabilirdiği raporlanmıştır (4).



Şekil 13: Poliaksiyel vertebral pedikül vidası ve rod sistemine konneksiyonda kullanılan vida kapağı

Pedikül vida-rod sistemi, spinal cerrahide stabilizasyon ve füzyon amacıyla en yaygın kullanılan materyaller haline gelmiş durumdadır. Kullanım endikasyonları arasında omurga deformiteleri, spinal travmalar, omurga tümörleri, spinal enfeksiyonların yanı sıra dejeneratif omurga hastalıkları da yer alır. Tüm bunların yanında transpediküler vida-rod sistemleri hangi patolojide kullanılırsa kullanılsın, sistemin preoperatif doğru kurgulanması ve intraoperatif uygun bir biçimde uygulanması hangi teknikle olursa olsun cerrahın çok iyi bir anatomi bilgisine gereksinim duyması gerektiği vurgulanmıştır (62).

Lomber transpediküler vida uygulamalarına yönelik yapılan anatomik çalışmalarda, vida giriş noktasına yönelik farklı teknikler önerilmiş olsa da en sık tercih edilen yöntemde, transpediküler vida giriş noktası lomber vertebra için, transvers proces ile pars interartikularisin kesişim noktası olarak önerilmektedir. (Şekil 14). Uygulama esnasında, giriş noktasındaki kortikal kemiğin bir miktar alınarak süngerimsi kemiğin görülmesinin cerrahın pedikülü tespit etmesinde yardımcı olabileceği bildirilmiştir (62). Sonrasında sivri uçlu bir rehber ile spongioz kemikte yol açılır ve ardından bir pedikül probu aracılığıyla medial açı verilerek vertebra cismi içine girilir. Açılan kanülden Kirschner teli ile vidanın uygulanacağı boşluğun dört duvarı birden kontrol edilir. Bu süreçte fluoroskopi ile lateral ve antero-posterior olarak bakılmasının güvenli transpediküler vida uygulamaları için önem arz edeceği vurgulanmaktadır. Sonrasında pedikülü çatlatmayacak bir çapta vida gönderilir ve rodlar aracılığıyla bağlantı kurulur. Lomber bölgede kullanılacak vida çapının genellikle 6,5 mm ve vida uzunluğunun genellikle 35-50 mm olması gerektiği önerilmektedir (4).

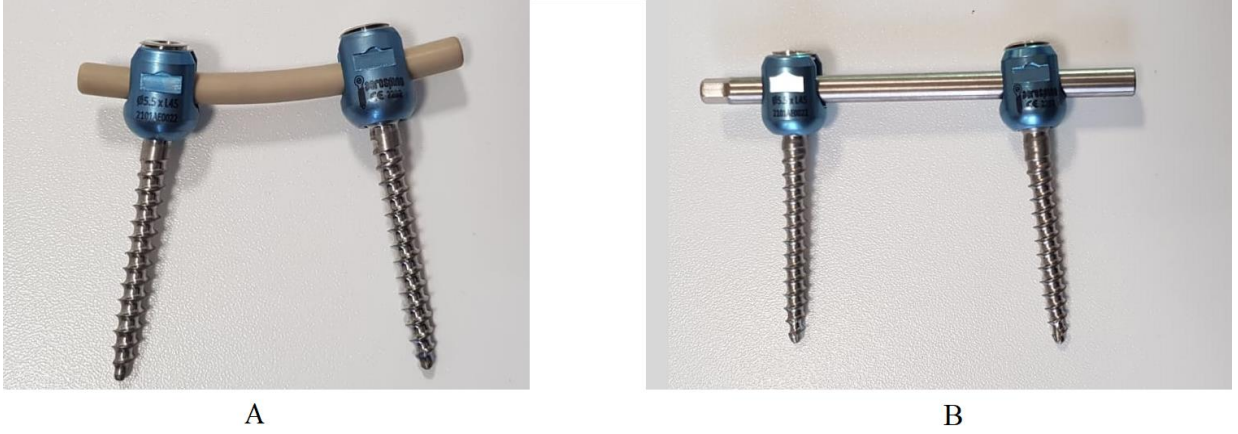


Şekil 14: Lomber omurgada vida giriş noktasının çizimi. Giriş noktasının transvers proces ile pars interartikularisin kesişim noktası olduğu görülmektedir. (62)

Omurga için ideal stabilizasyon sistemi, optimum füzyon, fizyolojik omurga dizilimi ve ideal duruş, omurga hareket açıklığında aşırı kısıtlamaya neden olmadan yeterli stabilite sağlamalıdır (63). Spinal cerrahide ilk yıllarda paslanmaz çelik yapılardan oluşan geleneksel enstrümantasyon sistemleri, kemiğe daha yakın biyomekanik özellikler, iyileştirilmiş biyouyumluluk ve azaltılmış MRG artefaktı gibi sebeplerle yıllar içinde yerini titanyum elementine bırakmış durumdadır. Titanyum, fizyolojik yüklere karşı yeterli direnç sağlar ve kortikal kemiğin elastisite modeline yakın bir dayanıklılık oluşturur. Bununla birlikte aşırı rijid titanyum yapıların, komşu segmentte stres ve buna bağlı dejeneratif süreçlerin gelişmesine yol açabileceği ileri sürülmüştür (5). Bu nedenlerle dinamik, esnek sistemler veya Peek rod gibi yarı esnek sistemler alternatif biyomateryaller olarak ortaya çıkmıştır.

Lomber omurgaya uygulanacak enstrümanlı cerrahilerde dinamik sistemler, füzyon için iyi bir alternatif olabilir. Dinamik sistemler, omurgaya binen yüke göre şekil değiştirerek ve anormal hareketi kontrol ederek komşu segmentte olan stresi azaltabilir ve ilerleyici dejenerasyonu önleyebileceği ileri sürülmüştür (5). Bununla birlikte dinamik stabilizasyon sistemleri kullanılan enstrümanlı spinal cerrahi girişimlerde, vida gevşemesi, sırt ve bacak ağrısı ve end plate vertebra kırığı gibi komplikasyon oranları %25 düzeylerine çıkmaktadır (5).

Polyetheretherketone (PEEK; Medtronic, CD-Horizon Legacy PEEK rods, Minneapolis, Minnesota/USA) tamamen biyouyumlu, minimum toksisiteye sahip, inert yarı kristal termoplastik bir polimerdir ve spinal cerrahilerde posterior spinal füzyonda kullanıma 2007 yılında girmiştir. Kimyasal olarak incelendiğinde 300 dereceyi aşan sıcaklıklarda yapısal stabilitesini koruyan, kimyasal ve radyasyon hasarlarına dirençli, kütle başına birçok metale göre daha yüksek mukavemet gösteren bir yapıda olduğu görülmüştür (63). Esnekliği kortikal kemik ile spongiöz kemik arasında bir değerdedir ve titanyuma göre önemli ölçüde esnektir. Peek rodlar, omurga hareketine kısmen izin verirler ve böylece komşu segment dejenerasyonunu azaltma potansiyelleri vardır (Şekil 15). Peek yapısının sertliği, dinamik sistemler ile karşılaştırıldığında, dinamik sistemin hareketi ile oluşma riski artan vida gevşemesi komplikasyonunu önleyebilmektedir (5). Titanyum ile karşılaştırıldığında Peek rodlar benzer stabilite sağlarken, açılma hareketine ve fizyolojik ön-arka kolon yük dağılımına daha fazla izin verir, bu durum pedikül vidalarındaki stresi azaltabilmektedir. Bunun yanı sıra daha az aşınma kalıntısı içerir ve radyolüsenttir (5). Sistematik bir derlemede semi rijid Peek rod ile daha düşük komşu segment hastalığı görüldüğü bildirilmiştir (64).



Şekil 15: Poliaksiyel vidalar ile konnekte edilmiş rod resimleri A-PEEK Rod B-Rijid Rod

Rod seçimi sırasında uygun metal içeriğine karar verilirken, mevcut veriler tek bir metali tercih etmek için yeterli değildir, tüm rod tiplerinin özellikleri dikkate alınmalıdır. Titanyum rodlar komşu segment hastalığına yol açabilir, dinamik rodlar hareketi korur ancak yüksek oranda implant sorunları nedeniyle ikincil cerrahiye yol açabilir. Günümüzde omurga cerrahları birçok farklı implant tipini kullanabilmektedirler. Omurga cerrahilerindeki biyomateryallerin daha iyi anlaşılabilmesi için bu konuda daha çok araştırma yapılması gerekmektedir (65).

POSTOPERATİF KOMŞU SEGMENT HASTALIĞI

Spinal enstrümantasyon tekniklerinin ve görüntüleme tetkiklerinin ilerlemesi ile lomber artrodez oranı gittikçe artmaktadır. Bununla birlikte füzyon cerrahisinin artan başarı oranlarına rağmen komşu segmentteki dejenerasyon ve buna bağlı ortaya çıkan klinik bulgular önemli bir sorun olmaya devam etmektedir. Böyle durumların, reoperasyon gereksinimi, yeniden hastane yatışı, artan sağlık bakım maliyetleri, iş gücü kaybında artış gibi sorunlara yol açabildiği raporlanmaktadır (66).

Genelde komşu segment dejenerasyonu ve komşu segment hastalığı terimleri birbiri yerine kullanılmaktadır. Temel olarak, komşu segment dejenerasyonu klinik belirti vermeden spinal füzyona bitişik seviyede radyolojik görüntülemelerde bulgu olması, komşu segment hastalığı ise radyografik görüntülemelere klinik belirteçlerin eşlik etmesi anlamına gelmektedir. Bu tanımsal karmaşa ile de ilişkili olarak lomber omurga için komşu segment hastalığı/dejenerasyonu prevalansı %17 ile %84 aralığında gösterilmiştir (66). Füzyon sonrası ikincil cerrahi nedenleri arasında, komşu segment hastalığının oranı %52 olarak gösterilmiştir (6). Sears ve arkadaşlarının (67) çalışmasında lomber füzyon sonrası cerrahi gerektiren komşu

segment hastalığı insidansının yıllık %2,5 ve 10 yıllık prevalansının %22,2 olduğu gösterilmiştir.

Wang ve arkadaşlarının (7) yaptığı bir sistematik derlemede, posterior lomber füzyon sonrası komşu segment hastalığı oranının %18,6 olduğu gösterilmiştir. Aynı çalışmada ortalama yaş, vücut kitle indeksi, sigara ve hipertansiyon öyküsü, ameliyat öncesi komşu segment dejenerasyonu, uzun segment füzyonun komşu segment hastalığı ile ilişkili olduğu ve cinsiyet, diyabet öyküsü, kemik mineral yoğunluğu ile ilişkisinin bulunmadığı saptanmıştır (7). Ancak komşu segment dejenerasyonu yalnızca lomber spinal füzyon yapılan hastalarda görülmemiştir, Bydon ve arkadaşları (68) yaptıkları çalışmada, füzyonsuz dekompresif laminektomi uygulanan hastaların postoperatif 4 yıllık takiplerinde olguların yaklaşık %10'unda cerrahi gereksinim duyulan komşu segment hastalığı oluştuğunu raporlamışlardır.

Cheung ve arkadaşlarının (69) yaptığı çalışmada; LSS nedeni ile 235 dekompresyon uygulanmış olgu 5 yıl süre ile takip edilmiştir. Bu sürede komşu segment hastalığı nedeniyle reoperasyon gereksinimi olan hasta oranı %21,7 olarak saptanmıştır. Dekompresyon sonrası komşu segment hastalığı gelişim oranının 3,9 kat arttığı ifade edilmiştir. Komşu segment hastalığı ile ilişkili olan risk faktörleri olarak yaş ve dekompresyon uygulanan segment sayısı gösterilmiştir (69).

Komşu segment hastalığında, gerek nörolojik ve klinik semptomlar, gerekse radyolojik görüntülemelerde şüpheler oluşması durumunda önceki cerrahi girişim esnasında müdahale edilen seviyenin veya komşu segmentlerin incelenmesi gerektiği raporlanmıştır. Bu inceleme için spinal BT ve spinal vertebra MRG birlikte kullanılabilir. Bununla birlikte opere edilmeyen alanda, uygulanan enstrümana bağlı olarak, radyolojik tetkikleri (özellikle MRG) yorumlamanın zorlaşabileceği ve değerlendirmenin suboptimal olabileceği bildirilmiştir (70).

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 26.01.2021 tarihinde 2021.02.01.02 araştırma protokol numarasına sahip etik kurul onayı ile çalışmaya başlandı (Ek-1). Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Beyin ve Sinir Cerrahisi polikliniğine 2015-2020 tarihleri arasında, bel ve/veya bacak ağrısı, yol yürüme mesafesinde kısılma, kuvvet kayıpları, duyu bozuklukları ve idrar, gaita inkontinası şikayetlerinden herhangi biri veya birkaçı ile başvurmuş olan, yapılan nörolojik muayene, görüntüleme tetkiki ve/veya nörofizyolojik testler sonucu lomber spinal stenoz tanısı almış olan sonrasında bu şikayetler nedeni ile dekompresif cerrahiye ek posterolateral enstrümantasyonlu spinal füzyon cerrahisi uygulanmış olan toplam n=100 hastanın dosyaları retrospektif olarak tarandı. Olguların tamamının aynı cerrahi ekip tarafından opere edilmiş olması göz önüne alındı. Klinik ve radyolojik görüntülemeler sonrasında lomber spinal stenoz tanısı almış ve opere edilmiş 18 yaşından büyük ve en fazla 2 vertebra segmentine kadar spinal stenoz saptanmış ve postoperatif kontrolleri esnasında en az 9 aylık takipleri sonrasında kontrol lomber spinal MRG tetkiki yapılmış olan olgular araştırmaya dahil edilirken (n=60), 18 yaşından küçük olgular (n=8), travmatik, patolojik ve enfeksiyöz nedenlere bağlı ortaya çıkmış olan spinal stenozlu hastalar (n=10), ayrıca 3 seviye üstü vertebra segmentinde lomber spinal stenoz saptanmış olgular (n=22) araştırmadan dışlandı. Araştırmaya dahil edilen lomber spinal stenoz tanısıyla enstrümantasyonlu dekompresyon uygulanan hastalar cerrahi girişim esnasında kullanılan enstrüman sistemlerine göre iki gruba ayrıldı. Cerrahi girişim esnasında spinal stabilizasyon amacıyla posterolateral transpediküler rijid sistem uygulanan olgular grup I olarak adlandırıldı. (n=30). Spinal operasyon sırasında omurga stabilizasyonu amacıyla dinamik polyetheretherketone (PEEK) rod sistemi uygulanmış hastalar ise grup II olarak isimlendirildi. (n=30).

Tüm olguların preoperatif lomber spinal MRG tetkikleri ve operasyon sonrası ortalama 17.50±10.30 ay sonrasına ait Postoperatif lomber spinal MRG tetkikleri Namık Kemal Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı tarafından morfometrik ölçümler açısından değerlendirildi. Retrospektif olarak, inceleme manyetik gücü 1,5 Tesla olan GE HEALTHCARE™ BRIVO™ MR355, WI, USA cihazındaki görüntülerden alındı. Ölçümler aksiyel ve sagittal planlarda elde edilmiş kesitler kullanılarak yapıldı. Aksiyel T2 Ağırlıklı (T2A) inceleme parametrelerinin; Time of Repetition (TR):2850 msn, Time of Echo (TE):102msn, Field of View (FOV): 20x20 cm matrix: 288x224, kesit kalınlığı:4 mm, kesit aralığı:1 mm, NEX:4, Bandwidht (BW):31,25 KHz olduğu ve Sagittal T2A inceleme parametreleri; TR:2800 msn, TE: 85 msn, FOV: 30x30 cm, matrix: 320x224, kesit kalınlığı: 4 mm, kesit aralığı: 1 mm, NEX:4, BW: 35,75 KHz olduğu görüldü.

İncelemede ölçümler, preoperatif darlık bulunan ve aynı seviye için postoperatif cerrahi uygulandığı, posterior elemanlardan korpusa doğru uzanım gösteren vida formasyonları ile doğrulanan seviye/seviyelerde veya bu bahsedilen stabilizasyon sonrası vida formasyonunun bir üst ve bir alt komşu segmentlerinden yapıldı.

Yukarıda tanımlanan stenoz/vida formasyonu bulunan seviyede kontrastsız aksiyel T2 ağırlıklı kesitlerde, spinal kanal AP ve lateral çapları, spinal kanal alanları ölçüldü. Spinal kanal AP çapı, darlık bulunan seviyede midsagittal düzlemde önde vertebra gövdesinden başlayıp arkada laminaya kadar uzanan uzunluk olarak ölçüldü. Spinal kanal lateral çapı darlık bulunan segmentin en geniş seviyesinden iki pedikül medial kısımlarının izdüşümünün arasında kalan uzunluk olarak ölçüldü. Spinal kanal hacmi, ilgili ölçümde adı geçen segmentte (mesafe kanal hacmi için darlığın bulunduğu segment) kanal hacminin en geniş olduğu yerden yapıldı. Spinal kanal hacmi ölçümü, yukarıda tanımlanmış darlık/vida formasyonu bulunan segmentte ve vida formasyonlarının bitişinin üst ve alt komşu segmentlerinde ayrı ayrı olarak ölçüldü. Ayrıca yine aksiyel kesitlerde Ligamentum Flavum (LF) kalınlığı daha öncesinde Park ve ark. (71) tarafından tanımlandığı gibi hastaların MRG T2 ağırlıklı aksiyel görüntülerinde üst ve alt komşu seviyelerde, sağ ve sol taraf için ayrı ayrı ölçüldü.

Sagittal T2A kesitlerde üst ve alt seviyelerde intervertebral disk anterior ve posterior yüksekliği ayrıca sağ ve sol nöral foraminal düzeyde de foramen AP ve SI ölçümleri gerçekleştirildi. İntervertebral disk yüksekliği, bahsedilen seviye için üst vertebra korpusunun alt sınırı ile alt vertebra korpusunun üst sınırı arasındaki uzunluk olarak ölçüldü. Bu ölçümler vida formasyonunun bir üst ve bir alt komşulukları seviyesinde anterior ve

posterior olarak ayrı ayrı ölçüldü. Nöral foraminal düzeyde intervertebral foramen yükseklikleri (SI) ve genişlikleri (AP) olarak ölçüldü. İntervertebral foramen yükseklik ölçümünde, pedikül ile superior artiküler proces arasındaki uzunluk ölçüldü. İntervertebral foramen genişliği ölçümünde ise, en geniş yerinde vertebra gövdesinin posterior sınırı ile inferior artiküler proces arasındaki yatay uzunluk ölçüldü. Bahsedilen her iki uzunluk da, cerrahi işlem uygulanmış seviye veya seviyelerin bir üst ve bir alt komşuluğu için, hem sol hem sağ taraftan ölçüldü.

Preoperatif ve postoperatif lomber spinal MRG tetkiklerinde, hastaların stenotik mesafe kanal çapı anterior posterior (AP) ve lateral (LAT) olarak, mesafe kanal hacmi, lordoz açısı, üst mesafe komşu segment anterior ve posterior intervertebral disk yükseklikleri, kaudal komşu segment anterior ve posterior intervertebral disk yükseklikleri, kranial ve kaudal komşu segment intervertebral foramenlerin bilateral yükseklikleri superior-inferior (SI) olarak ve antero-posterior (AP) olarak ölçümü, üst ve alt komşu segment lokalizasyonlu ligamentum flavum kalınlığı bilateral olarak kaydedildi. Füzyon amaçlı, rijid pedikül rod sistemi ve dinamik polyetheretherketone (PEEK) rod sistemi uygulanan hastaların verileri preoperatif ve postoperatif olarak kendi içlerinde ve birbirleri arasında karşılaştırıldı ve bu değişimler istatistiksel olarak analiz edildi.

İstatistiksel İncelemeler

İstatistiksel analizler için NCSS (Number Cruncher Statistical System) 2007 (Kaysville, Utah, USA) (Lisans no: N7H5-J8E5-D4G2-H5L6-W2R7) programı kullanıldı. Çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metodlar (minimum, maksimum, ortalama, standart sapma, frekans, yüzde, medyan, birinci çeyreklik, üçüncü çeyreklik) kullanıldı. Nicel verilerin normal dağılıma uygunlukları Shapiro-Wilk testi ve grafiksel incelemeler ile sınıanmıştır. Normal dağılım gösteren nicel değişkenlerin iki grup arası karşılaştırmalarında Bağımsız gruplar t test, normal dağılım göstermeyen değişkenlerin kıyaslanmasında ise Mann-Whitney U test kullanıldı. Nitel değişkenlerin kıyaslanmasında Pearson ki-kare test ve Fisher-Freeman-Halton exact test kullanıldı. Spinal parametrelerin ölçümleri üzerine grup ve zamanın etkisini incelemek amacıyla GLMM'ler (Genelleştirilmiş Lineer Karma Modelleme) gerçekleştirilmiştir. İstatistiksel anlamlılık $p < 0.05$ olarak kabul edildi.

BULGULAR

Çalışma 01.01.2015-31.06.2020 tarihleri arasında opere edilmiş 30 Rijid Rod (RR) ve 30 Dinamik Peek Rod (DR) olgusu olmak üzere toplam 60 olgu üzerinde yapılmıştır.

Tablo 1: Tanımlayıcı özelliklere ilişkin bilgiler

	Min-Maks	Ort±ss
Yaş (yıl)	33-75	54.82±10.26
Ameliyat-MRG süresi (ay)	9-53	17.50±10.30
	n	%
Cinsiyet		
Kadın	31	51.7
Erkek	29	48.3
Uygulanan cerrahi		
L1-2	1	1.7
L2-3	2	3.3
L3-4	5	8.3
L4-5	43	71.7
L3-4-5	9	15.0

Olguların yaşları 33 ile 75 yıl arasında değişmekte olup ortalama 54.82±10.26 yıldır.

Olguların ameliyat-MRG süreleri 9 ile 53 ay arasında değişmekte olup ortalama 17.50±10.30 aydır.

Olguların %51,7'si (n=31) kadın, %48,3'ü (n=29) erkektir.

Olguların %1,7'sinde (n=1) L1-2, %3,3'ünde (n=2) L2-3, %8,3'ünde (n=5) L3-4, %71,7'sinde (n=43) L4-5, %15'inde (n=9) ise L3-4-5 seviyelerine cerrahi uygulanmıştır.

Tablo 2: Spinal Parametrelerin ölçümlerine ait ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası değerlerin dağılımı

	Preop		Postop	
	Min-Maks	Ort±ss	Min-Maks	Ort±ss
Kanal çapı (AP) (mm)	5.7-18.5	11.76±2.94	7.5-21.4	14.9±2.52
Kanal çapı (LAT) (mm)	4.9-24.7	13.45±4.34	8.5-25.4	18.07±3.24
Mesafe kanal hacmi (mm ²)	30.4-274.6	116.22±54.44	108.1- 332.1	212.84±55.14
Üst mesafe kanal hacmi (mm ²)	98.8-276.1	173.17±38.89	74.4-273.3	155.56±38.78
Alt mesafe kanal hacmi (mm ²)	116.2-301.7	200.59±48.15	96.7-301.7	191.63±49.66
Lordoz açısı (derece)	8.4-70	37.53±12.32	9-63.5	36.27±11.67
Üst mesafe disk (ANT) (mm)	5.4-13.6	9.16±1.93	3.6-13.6	8.43±2.29
Üst mesafe disk (POST) (mm)	2.7-9.9	5.72±1.5	2.2-8.6	5.19±1.54
Alt mesafe disk (ANT) (mm)	3.6-22.1	12.07±3.86	3.9-22.1	11.85±3.42
Alt mesafe disk (POST) (mm)	2.2-9.2	5.37±1.56	1.6-8.2	4.8±1.47
Üst mesafe foramen çapı (SOL)(AP)(mm)	6.3-12.7	9.47±1.33	6-12.9	9.23±1.33
Üst mesafe foramen çapı (SOL)(SI)(mm)	13.1-25.6	19.9±2.48	12.7-24.4	19.3±2.72
Üst mesafe foramen çapı (SAĞ)(AP)(mm)	7.3-12.2	9.63±1.19	6.3-13.6	9.2±1.52
Üst mesafe foramen çapı (SAĞ)(SI)(mm)	11.4-28.1	20.05±3.02	10.6-25.8	19.09±2.98
Alt mesafe foramen çapı (SOL)(AP)(mm)	6-15.8	10.32±2.39	6.1-16.7	11.4±2.51
Alt mesafe foramen çapı (SOL)(SI)(mm)	6.5-24.2	14.99±4	3.3-22.2	13.81±3.39
Alt mesafe foramen çapı (SAĞ)(AP)(mm)	6.1-14.9	10.42±1.91	6.4-15.4	10.61±2.33
Alt mesafe foramen çapı (SAĞ)(SI)(mm)	6.8-26.7	15.45±3.87	7.2-21.8	14.29±3.56
Üst ligamentum flavum kalınlık (SAĞ) (mm)	0.7-5.8	3.21±0.77	0.9-7.2	3.62±0.91
Üst ligamentum flavum kalınlık (SOL) (mm)	2.2-5.2	3.27±0.63	2.2-6.6	3.58±0.7
Alt ligamentum flavum kalınlık (SAĞ) (mm)	1.4-5.1	3.3±0.78	1.1-5.7	3.51±0.86
Alt ligamentum flavum kalınlık (SOL) (mm)	1.6-5.4	3.32±0.85	1-6.5	3.47±0.94

Olguların preop **kanal anterior posterior (AP) çapı uzunluk** değerleri 5.7-18.5 mm arasında değişmekte olup ortalama 11.76 ± 2.94 mm iken, postop değerlerinin 7.5-21.4 mm arasında değişmekte olup ortalama 14.9 ± 2.52 mm olduğu saptanmıştır.

Olguların preop **kanal lateral (LAT) çapı uzunluk** değerleri 4.9-24.7 mm arasında değişmekte olup ortalama 13.45 ± 4.34 mm iken, postop değerlerinin 8.5-25.4 mm arasında değişmekte olup ortalama 18.07 ± 3.24 mm olduğu saptanmıştır.

Olguların preop **mesafe kanal hacmi** değerleri 30.4-274.6 mm² arasında değişmekte olup ortalama 116.22 ± 54.44 mm² iken, postop değerlerinin 108.1-332.1 mm² arasında değişmekte olup ortalama 212.84 ± 55.14 mm² olduğu saptanmıştır.

Olguların preop **üst mesafe kanal hacmi** değerleri 98.8-276.1 mm² arasında değişmekte olup ortalama 173.17 ± 38.89 mm² iken, postop değerlerinin 74.4-273.3 mm² arasında değişmekte olup ortalama 155.56 ± 38.78 mm² olduğu saptanmıştır.

Olguların preop **alt mesafe kanal hacmi** değerleri 116.2-301.7 mm² arasında değişmekte olup ortalama 200.59 ± 48.15 mm² iken, postop değerlerinin 96.7-301.7 mm² arasında değişmekte olup ortalama 191.63 ± 49.66 mm² olduğu saptanmıştır.

Olguların preop **lordoz açısı** değerleri 8.4-70 derece arasında değişmekte olup ortalama 37.53 ± 12.32 derece iken, postop değerlerinin 9-63.5 derece arasında değişmekte olup ortalama 36.27 ± 11.67 derece olduğu saptanmıştır.

Olguların preop **üst mesafe disk anterior (ANT) uzunluk** değerleri 5.4-13.6 mm arasında değişmekte olup ortalama 9.16 ± 1.93 mm iken, postop değerlerinin 3.6-13.6 mm arasında değişmekte olup ortalama 8.43 ± 2.29 mm olduğu saptanmıştır.

Olguların preop **üst mesafe disk posterior (POST) uzunluk** değerleri 2.7-9.9 mm arasında değişmekte olup ortalama 5.72 ± 1.5 mm iken, postop değerlerinin 2.2-8.6 mm arasında değişmekte olup ortalama 5.19 ± 1.54 mm olduğu saptanmıştır.

Olguların preop **alt mesafe disk anterior (ANT) uzunluk** değerleri 3.6-22.1 mm arasında değişmekte olup ortalama 12.07 ± 3.86 mm iken, postop değerlerinin 3.9-22.1 mm arasında değişmekte olup ortalama 11.85 ± 3.42 mm olduğu saptanmıştır.

Olguların preop **alt mesafe disk posterior (POST) uzunluk** değerleri 2.2-9.2 mm arasında değişmekte olup ortalama 5.37 ± 1.56 mm iken, postop değerlerinin 1.6-8.2 mm arasında değişmekte olup ortalama 4.8 ± 1.47 mm olduğu saptanmıştır.

Olguların preop **üst mesafe sol foramen çapı (AP)** değerleri 6.3-12.7 mm arasında değişmekte olup ortalama 9.47 ± 1.33 mm iken, postop değerlerinin 6-12.9 mm arasında değişmekte olup ortalama 9.23 ± 1.33 mm olduğu saptanmıştır.

Olguların preop **üst mesafe sol foramen çapı superior-inferior (SI)** değerleri 13.1-25.6 mm arasında değişmekte olup ortalama 19.9 ± 2.48 mm iken, postop değerlerinin 12.7-24.4 mm arasında değişmekte olup ortalama 19.3 ± 2.72 mm olduğu saptanmıştır.

Olguların preop **üst mesafe sağ foramen çapı (AP)** değerleri 7.3-12.2 mm arasında değişmekte olup ortalama 9.63 ± 1.19 mm iken, postop değerlerinin 6.3-13.6 mm arasında değişmekte olup ortalama 9.2 ± 1.52 mm olduğu saptanmıştır.

Olguların preop **üst mesafe sağ foramen çapı (SI)** değerleri 11.4-28.1 mm arasında değişmekte olup ortalama 20.05 ± 3.02 mm iken, postop değerlerinin 10.6-25.8 mm arasında değişmekte olup ortalama 19.09 ± 2.98 mm olduğu saptanmıştır.

Olguların preop **alt mesafe sol foramen çapı (AP)** değerleri 6-15.8 mm arasında değişmekte olup ortalama 10.32 ± 2.39 mm iken, postop değerlerinin 6.1-16.7 mm arasında değişmekte olup ortalama 11.4 ± 2.51 mm olduğu saptanmıştır.

Olguların preop **alt mesafe sol foramen çapı (SI)** değerleri 6.5-24.2 mm arasında değişmekte olup ortalama 14.99 ± 4 mm iken, postop değerlerinin 3.3-22.2 mm arasında değişmekte olup ortalama 13.81 ± 3.39 mm olduğu saptanmıştır.

Olguların preop **alt mesafe sağ foramen çapı (AP)** değerleri 6.1-14.9 mm arasında değişmekte olup ortalama 10.42 ± 1.91 mm iken, postop değerlerinin 6.4-15.4 mm arasında değişmekte olup ortalama 10.61 ± 2.33 mm olduğu saptanmıştır.

Olguların preop **alt mesafe sağ foramen çapı (SI)** değerleri 6.8-26.7 mm arasında değişmekte olup ortalama 15.45 ± 3.87 mm iken, postop değerlerinin 7.2-21.8 mm arasında değişmekte olup ortalama 14.29 ± 3.56 mm olduğu saptanmıştır.

Olguların preop **üst sağ ligamentum flavum kalınlık** değerleri 0.7-5.8 mm arasında değişmekte olup ortalama 3.21 ± 0.77 mm iken, postop değerlerinin 0.9-7.2 mm arasında değişmekte olup ortalama 3.62 ± 0.91 mm olduğu saptanmıştır.

Olguların preop **üst sol ligamentum flavum kalınlık** değerleri 2.2-5.2 mm arasında değişmekte olup ortalama 3.27 ± 0.63 mm iken, postop değerlerinin 2.2-6.6 mm arasında değişmekte olup ortalama 3.58 ± 0.7 mm olduğu saptanmıştır.

Olguların preop **alt sağ ligamentum flavum kalınlık** değerleri 1.4-5.1 mm arasında değişmekte olup ortalama 3.3 ± 0.78 mm iken, postop değerlerinin 1.1-5.7 mm arasında değişmekte olup ortalama 3.51 ± 0.86 mm olduğu saptanmıştır.

Olguların preop **alt sol ligamentum flavum kalınlık** değerleri 1.6-5.4 mm arasında değişmekte olup ortalama 3.32 ± 0.85 mm iken, postop değerlerinin 1-6.5 mm arasında değişmekte olup ortalama 3.47 ± 0.94 mm olduğu saptanmıştır.

Tablo 3: Gruplar arasında tanımlayıcı özelliklerin kıyaslanması

	RR (n=30)	DR (n=30)	p
	Ort±ss	Ort±ss	
Yaş	57.47±9.63	52.17±10.33	^a0.044*
Ameliyat-MRG süresi (ay)	14.5 (11, 21)	13 (10, 18)	^b0.490
	n (%)	n (%)	
Cinsiyet			^c0.196
Kadın	13 (43.3)	18 (60)	
Erkek	17 (56.7)	12 (40)	
Uygulanan cerrahi			^d0.611
L1-2	1 (3.3)	0 (0)	
L2-3	2 (6.7)	0 (0)	
L3-4	3 (10)	2 (6.7)	
L4-5	20 (66.7)	23 (76.7)	
L3-4-5	4 (13.3)	5 (16.7)	

^aBağımsız gruplar t testi

^bMann-Whitney U test, sonuçlar medyan (birinci çeyreklik, üçüncü çeyreklik) olarak sunulmuştur.

^cPearson ki-kare test

^dFisher-Freeman-Halton exact test

*p<0.05

Gruplar arasında ameliyat-MRG süresi, cinsiyet ve uygulanan cerrahi yüzdeleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (p>0.05).

Gruplar arasında olguların yaşları bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu saptanmıştır (p=0.044). RR grubu olguların yaşları DR grubu olguların yaşlarından daha büyüktür.

Bu sonuçlar ışığında spinal parametrelerin ölçümlerine ilişkin değerlendirmelerde yaş değişkeninin karıştırıcı (covariate) etken olarak analizlere dahil edilmesine karar verilmiştir.

Kanal AP Çapı Uzunluk

Kanal AP çapı uzunluk değeri üzerine grup ve zamanın etkisini incelemek amacıyla GLMM (Genelleştirilmiş Lineer Karma Modelleme) gerçekleştirilmiştir. Yaş değişkeni ise analize karıştırıcı etken olarak dahil edilmiştir.

Tablo 4: Kanal AP çapı değeri için elde edilen model sonuçları

	F	p
Model	12.207	<0.001**
Zaman	10.835	0.001**
Grup	1.367	0.245
Yaş	1.624	0.205
Grup * Zaman	0.515	0.474
Yaş * Zaman	4.166	0.044*

*p<0.05

**p<0.01

Analiz sonucunda elde edilen modelin istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır (F=12.207, p<0.001). Modelde grup ve yaş değişkenlerinin ana etkileri ve grup * zaman ikili etkileşimlerinin etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0.05). Zaman değişkeninin ana etkisinin ve yaş * zaman ikili etkileşimlerinin etkilerinin ise istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır (sırasıyla, p=0.001, p=0.044).

Tablo 5: Gruplarda ve zamana göre Kanal AP çapı değerlerinin kıyaslanması

	RR	DR	p
	Ort±ss	Ort±ss	
Preop	11,93±2,85	11,58±2,96	0.648
Postop	15,4±2,76	14,41±1,99	0.123
Fark (Post-Pre)	3.47±3.35	2.83±3.14	0.474
p	<0.001**	<0.001**	

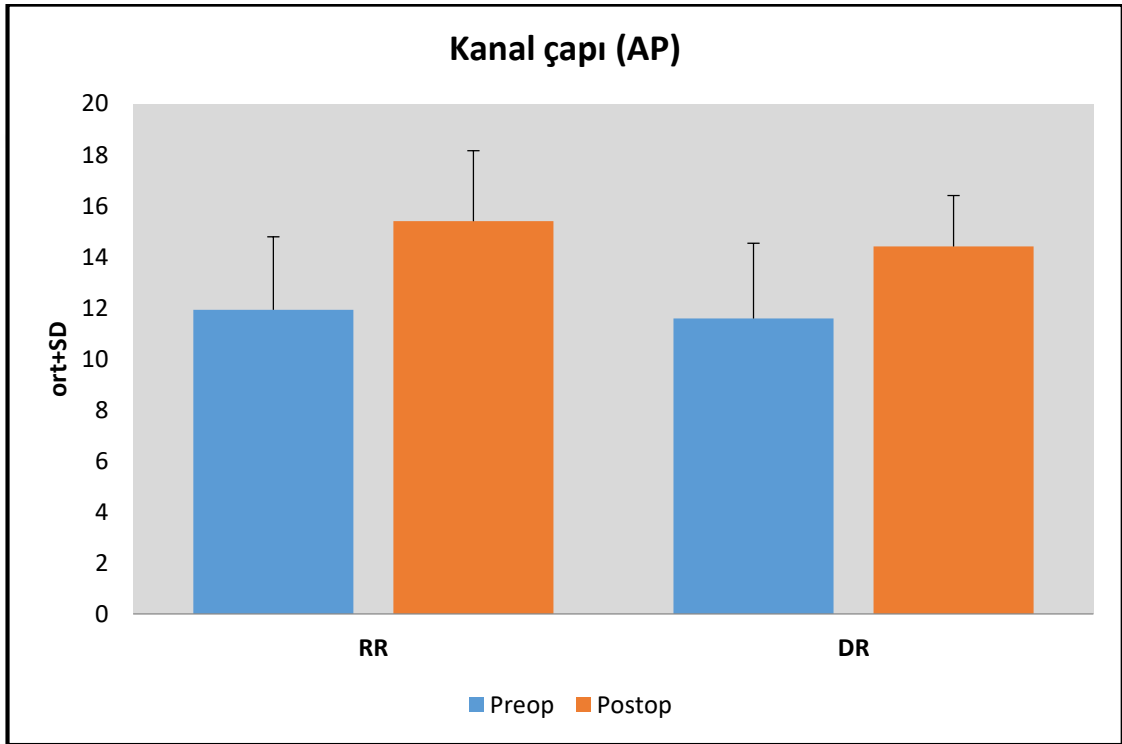
**p<0.01

Gruplar arasında **preop** ve **postop kanal AP çapı** değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (p>0.05).

RR grubunda; preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişimin istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır ($p<0.001$).

DR grubunda; preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişimin istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır ($p<0.001$).

Gruplar arasında preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişim bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p>0.05$).



Şekil 16: Kanal AP çapı ölçümlerinin gruplara göre dağılımı

Kanal Lateral Çapı Uzunluk

Kanal lateral çapı uzunluk değeri üzerine grup ve zamanın etkisini incelemek amacıyla GLMM (Genelleştirilmiş Lineer Karma Modelleme) gerçekleştirilmiştir. Yaş değişkeni ise analize karıştırıcı etken olarak dahil edilmiştir.

Tablo 6: Kanal LAT çapı uzunluk değeri için elde edilen model sonuçları

	F	p
Model	13.882	<0.001**
Zaman	4.124	0.045*
Grup	2.753	0.100
Yaş	0.987	0.323
Grup * Zaman	0.001	0.971
Yaş * Zaman	0.379	0.540

*p<0.05 **p<0.01

Analiz sonucunda elde edilen modelin istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır (F=13.882, p<0.001). Modelde grup ve yaş değişkenlerinin ana etkileri ve grup * zaman ve yaş * zaman ikili etkileşimlerinin etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0.05). Zaman değişkeninin ana etkisinin ise istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır (p=0.045).

Tablo 7: Gruplarda ve zamana göre Kanal LAT çapı değerlerinin kıyaslanması

	RR	DR	p
	Ort±ss	Ort±ss	
Preop	14.15±4.63	12.74±4.07	0.226
Postop	18.75±2.84	17.38±3.37	0.093
Fark (Post-Pre)	4.6±4.74	4.64±3.92	0.971
p	<0.001**	<0.001**	

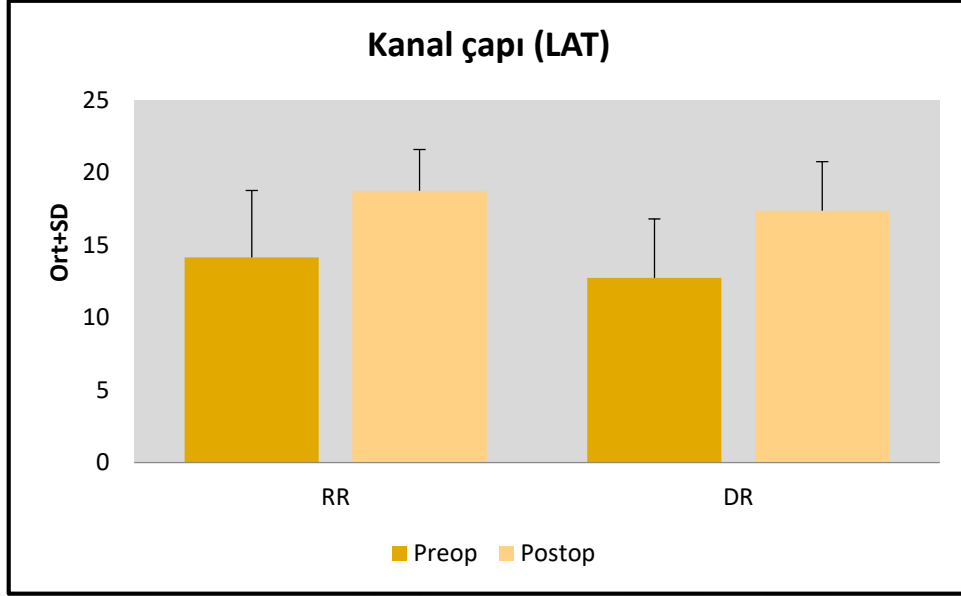
**p<0.01

Gruplar arasında **preop** ve **postop kanal LAT çapı** değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (p>0.05).

RR grubunda; preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişimin istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır (p=0.001).

DR grubunda; preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişimin istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır (p=0.001).

Gruplar arasında preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişim bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (p>0.05).



Şekil 17: Kanal lateral çapı ölçümlerinin gruplara göre dağılımı

Mesafe Kanal Hacmi

Mesafe kanal hacmi değeri üzerine grup ve zamanın etkisini incelemek amacıyla GLMM (Genelleştirilmiş Lineer Karma Modelleme) gerçekleştirilmiştir. Yaş değişkeni ise analize karıştırıcı etken olarak dahil edilmiştir.

Tablo 8: Mesafe kanal hacmi değeri için elde edilen model sonuçları

	F	p
Model	23.919	<0.001**
Zaman	8.025	0.005**
Grup	0.890	0.347
Yaş	2.267	0.135
Grup * Zaman	0.699	0.405
Yaş * Zaman	0.918	0.340

*p<0.05

**p<0.01

Analiz sonucunda elde edilen modelin istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır (F=23.919, p<0.001). Modelde grup ve yaş değişkenlerinin ana etkileri ve grup * zaman ve yaş * zaman ikili etkileşimlerinin etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0.05). Zaman değişkeninin ana etkisinin ise istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır (p=0.005).

Tablo 9: Gruplarda ve zamana göre mesafe kanal hacmi değerlerinin kıyaslanması

	RR	DR	p
	Ort±ss	Ort±ss	
Preop	125.42±59.91	107.02±48.63	0.205
Postop	214.23±55.85	211.45±50.65	0.841
Fark (Post-Pre)	88.81±73.24	104.43±66.27	0.405
P	<0.001**	<0.001**	

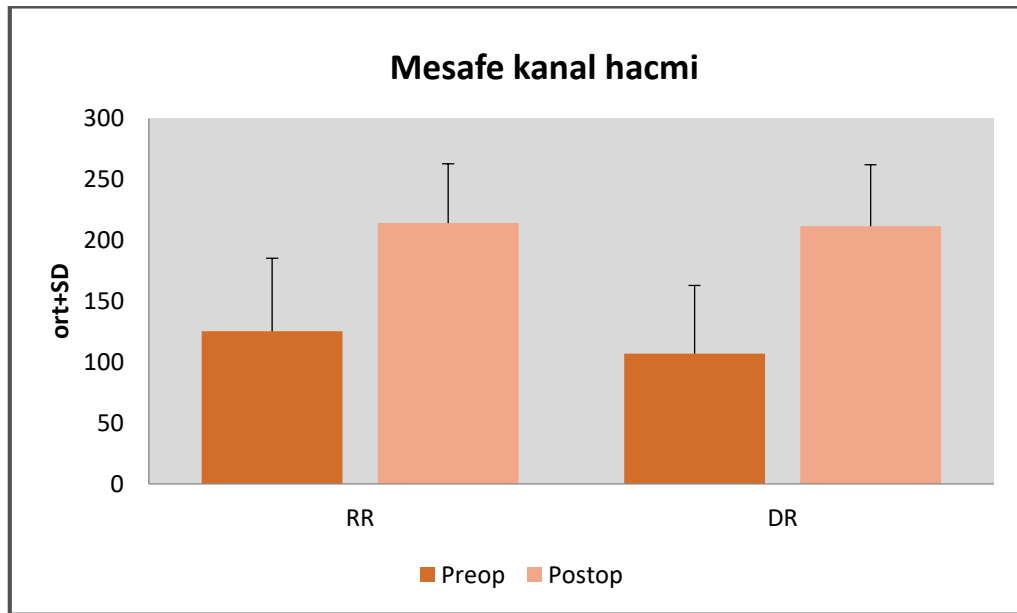
**p<0.01

Gruplar arasında **preop** ve **postop mesafe kanal hacmi** değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (p>0.05).

RR grubunda; preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişimin istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır (p=0.001).

DR grubunda; preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişimin istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır (p=0.001).

Gruplar arasında preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişim bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (p>0.05).



Şekil 18: Mesafe kanal hacmi ölçümlerinin gruplara göre dağılımı

Üst Mesafe Kanal Hacmi

Üst mesafe kanal hacmi değeri üzerine grup ve zamanın etkisini incelemek amacıyla GLMM (Genelleştirilmiş Lineer Karma Modelleme) gerçekleştirilmiştir. Yaş değişkeni ise analize karıştırıcı etken olarak dahil edilmiştir.

Tablo 10: Üst mesafe kanal hacmi değeri için elde edilen model sonuçları

	F	p
Model	13.132	<0.001**
Zaman	0.837	0.362
Grup	0.031	0.860
Yaş	0.372	0.543
Grup * Zaman	21.903	<0.001**
Yaş * Zaman	0.048	0.826

**p<0.01

Analiz sonucunda elde edilen modelin istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır (F=13.132, p<0.001). Modelde zaman, grup ve yaş değişkenlerinin ana etkileri ve yaş * zaman ikili etkileşimlerinin etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0.05). Grup * zaman ikili etkileşiminin etkisinin ise istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır (p<0.001).

Tablo 11: Gruplarda ve zamana göre üst mesafe kanal hacmi değerlerinin kıyaslanması

	RR	DR	p
	Ort±ss	Ort±ss	
Preop	178.92±31.09	167.39±44.8	0.258
Postop	148.03±35.17	163.09±41.83	0.143
Fark (Post-Pre)	-30.9±24.04	-4.3±18	<0.001**
p	<0.001**	0.193	

**p<0.01

Gruplar arasında **preop** ve **postop üst mesafe kanal hacmi** değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (p>0.05).

RR grubunda; preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişimin istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır ($p<0.001$).

DR grubunda; preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$).

RR grubu olgularda preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişimin DR grubu olgularda aynı süreçte gözlenen değişimden daha büyük olduğu saptanmıştır ($p<0.001$).

Alt Mesafe Kanal Hacmi

Alt mesafe kanal hacmi değeri üzerine grup ve zamanın etkisini incelemek amacıyla GLMM (Genelleştirilmiş Lineer Karma Modelleme) gerçekleştirilmiştir. Yaş değişkeni ise analize karıştırıcı etken olarak dahil edilmiştir.

Tablo 12: Alt mesafe kanal hacmi değeri için elde edilen model sonuçları

	F	p
Model	7.614	<0.001**
Zaman	0.641	0.425
Grup	0.331	0.566
Yaş	0.925	0.338
Grup * Zaman	13.291	<0.001**
Yaş * Zaman	0.000	0.999

** $p<0.01$

Analiz sonucunda elde edilen modelin istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır ($F=7.614$, $p<0.001$). Modelde zaman, grup ve yaş değişkenlerinin ana etkileri ve yaş * zaman ikili etkileşimlerinin etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$). Grup * zaman ikili etkileşiminin etkisinin ise istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır ($p<0.001$).

Tablo 13: Gruplarda ve zamana göre alt mesafe kanal hacmi değerlerinin kıyaslanması

	RR	DR	p
	Ort±ss	Ort±ss	
Preop	208.01±44.55	193.15±51.25	0.247
Postop	191.64±49.95	191.63±51.34	0.999
Fark (Post-Pre)	-16.37±14.64	-1.52±15.97	<0.001**
p	<0.001**	0.592	

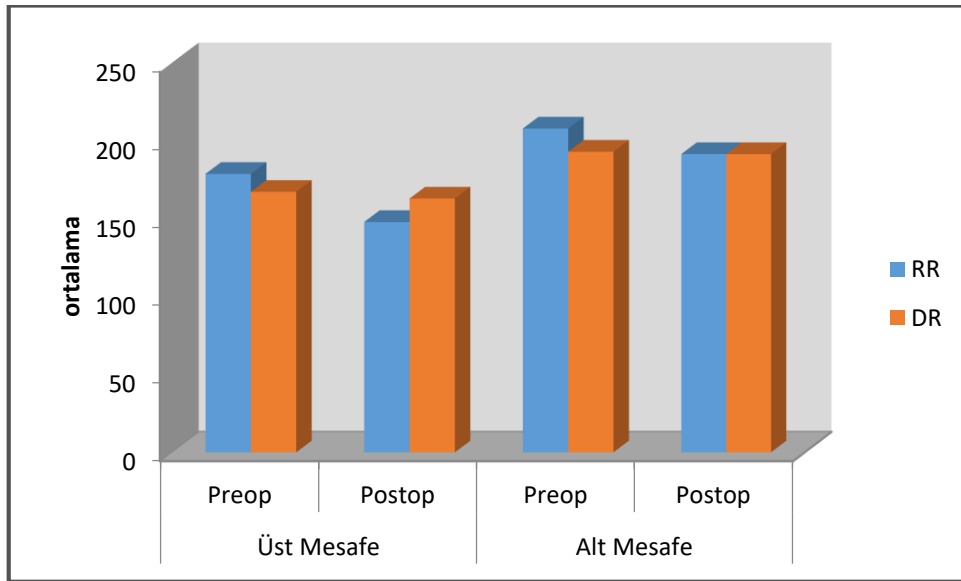
**p<0.01

Gruplar arasında **preop** ve **postop alt mesafe kanal hacmi** değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (p>0.05).

RR grubunda; preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişimin istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır (p<0.001).

DR grubunda; preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0.05).

RR grubu olgularda preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişimin DR grubu olgularda aynı süreçte gözlenen değişimden daha büyük olduğu saptanmıştır (p<0.001).



Şekil 19: Üst mesafe ve alt mesafe kanal hacimlerinin ölçümlerinin gruplara göre dağılımı

Lordoz Açısı

Lordoz açısı değeri üzerine grup ve zamanın etkisini incelemek amacıyla GLMM (Genelleştirilmiş Lineer Karma Modelleme) gerçekleştirilmiştir. Yaş değişkeni ise analize karıştırıcı etken olarak dahil edilmiştir.

Tablo 14: Lordoz açısı değeri için elde edilen model sonuçları

	F	p
Model	2.506	0.034*
Zaman	0.405	0.526
Grup	5.433	0.022*
Yaş	1.573	0.212
Grup * Zaman	4.682	0.033*
Yaş * Zaman	0.806	0.371

*p<0.05

Analiz sonucunda elde edilen modelin istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır (F=2.506, p=0.034). Modelde zaman ve yaş değişkenlerinin ana etkileri ve yaş * zaman ikili etkileşimlerinin etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0.05). Grup değişkeninin ana etkisinin ve grup * zaman ikili etkileşiminin etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır (sırasıyla, p=0.022, p=0.033).

Tablo 15: Gruplarda ve zamana göre lordoz açısı değerlerinin kıyaslanması

	RR	DR	p
	Ort±ss	Ort±ss	
Preop	33.06±11.72	41.99±11.57	0.006**
Postop	33.81±11.97	38.72±10.96	0.119
Fark (Post-Pre)	0.75±8.52	-3.27±5.22	0.033*
p	0.630	0.001**	

*p<0.05

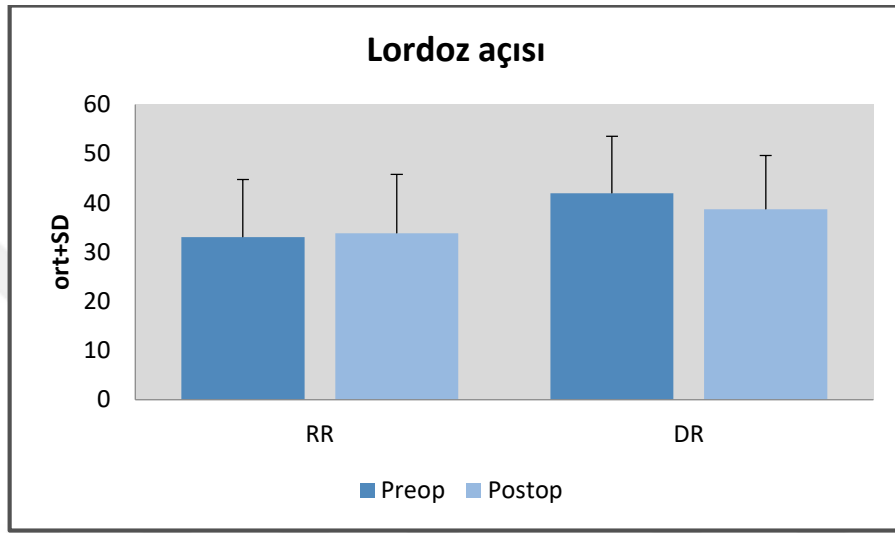
**p<0.01

Gruplar arasında **postop lordoz açısı** değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (p>0.05). RR grubu olguların **preop lordoz açısı** değerlerinin DR grubu olguların değerlerinden daha küçük olduğu saptanmıştır (p=0.006).

RR grubunda; preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$).

DR grubunda; preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişimin istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır ($p=0.001$).

DR grubu olgularda preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişimin RR grubu olgularda aynı süreçte gözlenen değişimden daha büyük olduğu saptanmıştır ($p=0.033$).



Şekil 20: Lordoz açısı ölçümlerinin gruplara göre dağılımı

Üst Mesafe Disk ANT Uzunluk

Üst mesafe disk ANT uzunluk değeri üzerine grup ve zamanın etkisini incelemek amacıyla GLMM (Genelleştirilmiş Lineer Karma Modelleme) gerçekleştirilmiştir. Yaş değişkeni ise analize karıştırıcı etken olarak dahil edilmiştir.

Tablo 16: Üst mesafe disk ANT değeri için elde edilen model sonuçları

	F	p
Model	2.923	0.016*
Zaman	0.014	0.905
Grup	3.766	0.055
Yaş	0.000	0.987
Grup * Zaman	1.231	0.270
Yaş * Zaman	0.440	0.508

* $p<0.05$

Analiz sonucunda elde edilen modelin istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır (F=2.923, p=0.016). Modelde zaman, grup ve yaş değişkenlerinin ana etkileri ve grup * zaman ve yaş * zaman ikili etkileşimlerinin etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0.05).

Tablo 17: Gruplarda ve zamana göre üst mesafe disk ANT değerlerinin kıyaslanması

	RR	DR	p
	Ort±ss	Ort±ss	
Preop	8.81±1.91	9.5±2.04	0.197
Postop	7.8±2.16	9.05±2.48	0.052
Fark (Post-Pre)	-1.01±1.92	-0.45±1.93	0.270
p	0.005**	0.201	

**p<0.01

Gruplar arasında **preop** ve **postop üst mesafe disk ANT** değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (p>0.05).

RR grubunda; preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişimin istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır (p=0.005).

DR grubunda; preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0.05).

Gruplar arasında preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişim bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (p>0.05).

Üst Mesafe Disk POST Uzunluk

Üst mesafe disk POST uzunluk değeri üzerine grup ve zamanın etkisini incelemek amacıyla GLMM (Genelleştirilmiş Lineer Karma Modelleme) gerçekleştirilmiştir. Yaş değişkeni ise analize karıştırıcı etken olarak dahil edilmiştir.

Tablo 18: Üst mesafe disk POST değeri için elde edilen model sonuçları

	F	p
Model	2.080	0.073
Zaman	0.018	0.894
Grup	0.295	0.588
Yaş	0.004	0.951
Grup * Zaman	0.077	0.782
Yaş * Zaman	0.179	0.673

Analiz sonucunda elde edilen modelin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı saptanmıştır (F=2.080, p=0.073). Model anlamlı olmamasına rağmen gruplarda ve zamana göre değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir.

Tablo 19: Gruplarda ve zamana göre üst mesafe disk POST değerlerinin kıyaslanması

	RR	DR	p
	Ort±ss	Ort±ss	
Preop	5.64±1.39	5.8±1.52	0.678
Postop	5.06±1.3	5.31±1.72	0.525
Fark (Post-Pre)	-0.58±1.06	-0.48±1.53	0.782
p	0.003**	0.087	

**p<0.01

Gruplar arasında **preop** ve **postop üst mesafe disk POST** değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (p>0.05).

RR grubunda; preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişimin istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır (p=0.003).

DR grubunda; preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0.05).

Gruplar arasında preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişim bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (p>0.05).

Alt Mesafe Disk ANT Uzunluk

Alt mesafe disk ANT uzunluk değeri üzerine grup ve zamanın etkisini incelemek amacıyla GLMM (Genelleştirilmiş Lineer Karma Modelleme) gerçekleştirilmiştir. Yaş değişkeni ise analize karıştırıcı etken olarak dahil edilmiştir.

Tablo 20: Alt mesafe disk ANT değeri için elde edilen model sonuçları

	F	p
Model	0.786	0.562
Zaman	0.235	0.629
Grup	2.473	0.119
Yaş	0.147	0.703
Grup * Zaman	0.665	0.417
Yaş * Zaman	0.452	0.503

Analiz sonucunda elde edilen modelin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı saptanmıştır (F=0.786, p=0.562). Model anlamlı olmamasına rağmen gruplarda ve zamana göre değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir.

Tablo 21: Gruplarda ve zamana göre alt mesafe disk ANT değerlerinin kıyaslanması

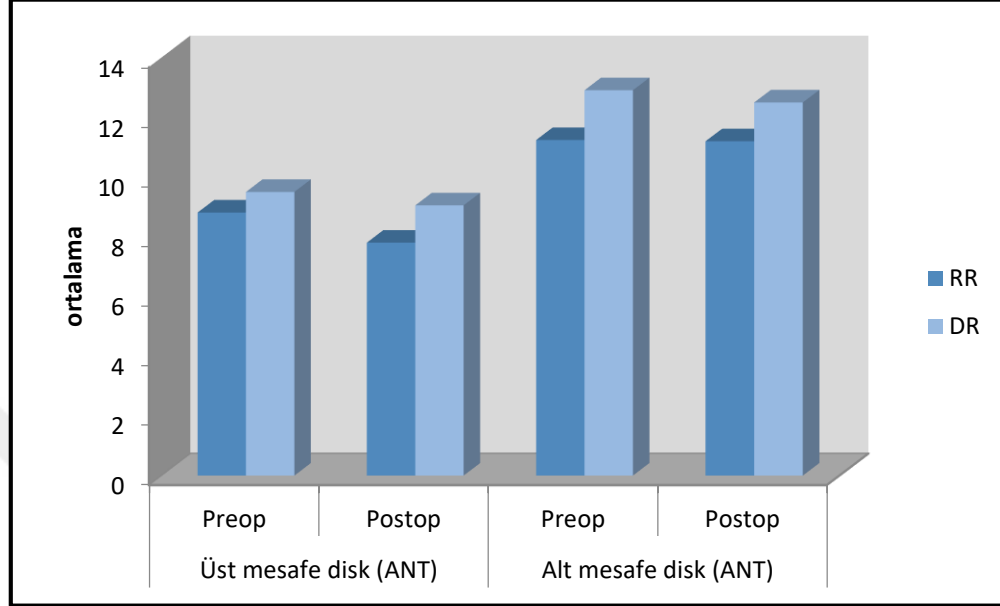
	RR	DR	p
	Ort±ss	Ort±ss	
Preop	11.24±3.36	12.91±4.38	0.106
Postop	11.2±3.21	12.5±3.6	0.160
Fark (Post-Pre)	-0.04±1.73	-0.41±1.85	0.417
P	0.911	0.201	

Gruplar arasında **preop** ve **postop alt mesafe disk ANT** değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (p>0.05).

RR grubunda; preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0.05).

DR grubunda; preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0.05).

Gruplar arasında preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişim bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p>0.05$).



Şekil 21: Üst ve alt mesafe disk ANT uzunluk ölçümlerinin gruplara göre dağılımı

Alt Mesafe Disk POST Uzunluk

Alt mesafe disk POST uzunluk değeri üzerine grup ve zamanın etkisini incelemek amacıyla GLMM (Genelleştirilmiş Lineer Karma Modelleme) gerçekleştirilmiştir. Yaş değişkeni ise analize karıştırıcı etken olarak dahil edilmiştir.

Tablo 22: Alt mesafe disk POST değeri için elde edilen model sonuçları

	F	p
Model	2.322	0.048*
Zaman	2.179	0.143
Grup	0.000	0.986
Yaş	0.024	0.876
Grup * Zaman	0.427	0.515
Yaş * Zaman	0.841	0.361

* $p<0.05$

Analiz sonucunda elde edilen modelin istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır ($F=2.322$, $p=0.048$). Modelde zaman, grup ve yaş değişkenlerinin ana etkileri ve grup *

zaman ve yaş * zaman ikili etkileşimlerinin etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 23: Gruplarda ve zamana göre alt mesafe disk POST değerlerinin kıyaslanması

	RR	DR	P
	Ort±ss	Ort±ss	
Preop	5.43±1.3	5.3±1.72	0.749
Postop	4.74±1.43	4.85±1.45	0.761
Fark (Post-Pre)	-0.69±1.27	-0.45±1.49	0.515
P	0.004**	0.100	

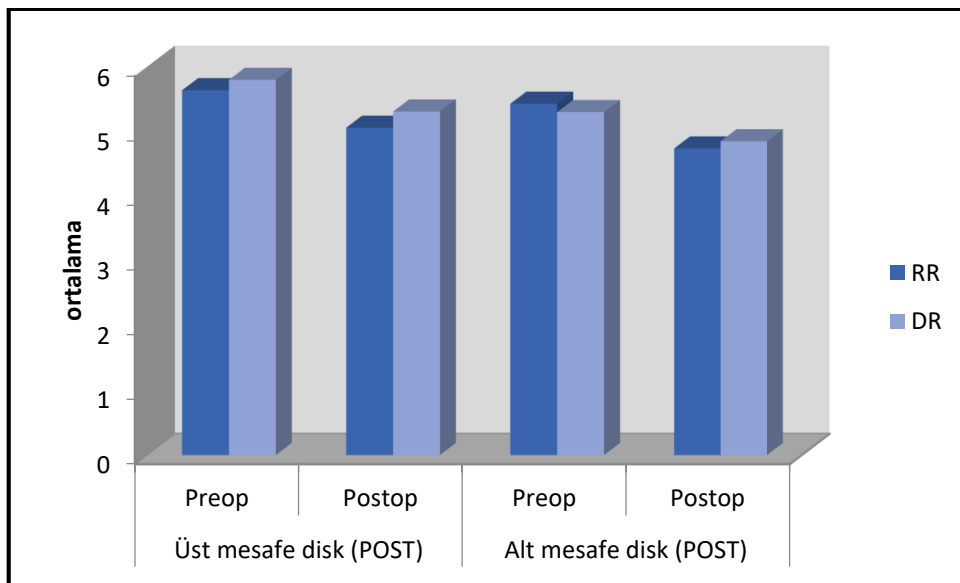
** $p<0.01$

Gruplar arasında **preop** ve **postop alt mesafe disk POST** değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p>0.05$).

RR grubunda; preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişimin istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır ($p=0.004$).

DR grubunda; preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$).

Gruplar arasında preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişim bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p>0.05$).



Şekil 22: Üst ve alt mesafe POST disk uzunluk ölçümlerinin gruplara göre dağılımı

Üst Mesafe Sol Foramen Çapı (AP)

Üst mesafe sol foramen çapı (AP) uzunluk değeri üzerine grup ve zamanın etkisini incelemek amacıyla GLMM (Genelleştirilmiş Lineer Karma Modelleme) gerçekleştirilmiştir. Yaş değişkeni ise analize karıştırıcı etken olarak dahil edilmiştir.

Tablo 24: Üst mesafe sol foramen AP çapı değeri için elde edilen model sonuçları

	F	p
Model	1.846	0.109
Zaman	0.358	0.551
Grup	0.058	0.810
Yaş	0.000	0.995
Grup * Zaman	7.446	0.007**
Yaş * Zaman	0.146	0.703

**p<0.01

Analiz sonucunda elde edilen modelin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı saptanmıştır (F=1.846, p=0.109). Model anlamlı olmamasına rağmen, grup * zaman etkileşiminin etkisi anlamlı bulunmuştur, gruplarda ve zamana göre değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir.

Tablo 25: Gruplarda ve zamana göre Üst mesafe sol foramen AP çapı değerlerinin kıyaslanması

	RR	DR	p
	Ort±ss	Ort±ss	
Preop	9.7±1.56	9.24±1.04	0.189
Postop	8.93±1.27	9.53±1.43	0.102
Fark (Post-Pre)	-0.77±1.56	0.3±1.44	0.007**
p	0.008**	0.263	

**p<0.01

Gruplar arasında **preop** ve **postop üst mesafe sol foramen çapı (AP)** değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p>0.05$).

RR grubunda; preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişimin istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır ($p=0.008$).

DR grubunda; preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$).

RR grubu olgularda preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişimin DR grubu olgularda aynı süreçte gözlenen değişimden daha büyük olduğu saptanmıştır ($p=0.007$).

Üst Mesafe Sol Foramen Çapı (SI)

Üst mesafe sol foramen çapı (SI) değeri üzerine grup ve zamanın etkisini incelemek amacıyla GLMM (Genelleştirilmiş Lineer Karma Modelleme) gerçekleştirilmiştir. Yaş değişkeni ise analize karıştırıcı etken olarak dahil edilmiştir.

Tablo 26: Üst mesafe sol foramen SI çapı değeri için elde edilen model sonuçları

	F	p
Model	2.045	0.078
Zaman	1.455	0.230
Grup	0.352	0.554
Yaş	0.694	0.407
Grup * Zaman	6.051	0.015*
Yaş * Zaman	0.871	0.353

* $p<0.05$

Analiz sonucunda elde edilen modelin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı saptanmıştır ($F=2.045$, $p=0.078$). Model anlamlı olmamasına rağmen, grup * zaman etkileşiminin etkisi anlamlı bulunmuştur, gruplarda ve zamana göre değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir.

Tablo 27: Gruplarda ve zamana göre Üst mesafe sol foramen SI çapı değerlerinin kıyaslanması

	RR	DR	p
	Ort±ss	Ort±ss	
Preop	20.54±2.15	19.26±2.9	0.070
Postop	19±3.24	19.6±2.19	0.416
Fark (Post-Pre)	-1.55±3.47	0.34±2.47	0.015*
p	0.016*	0.453	

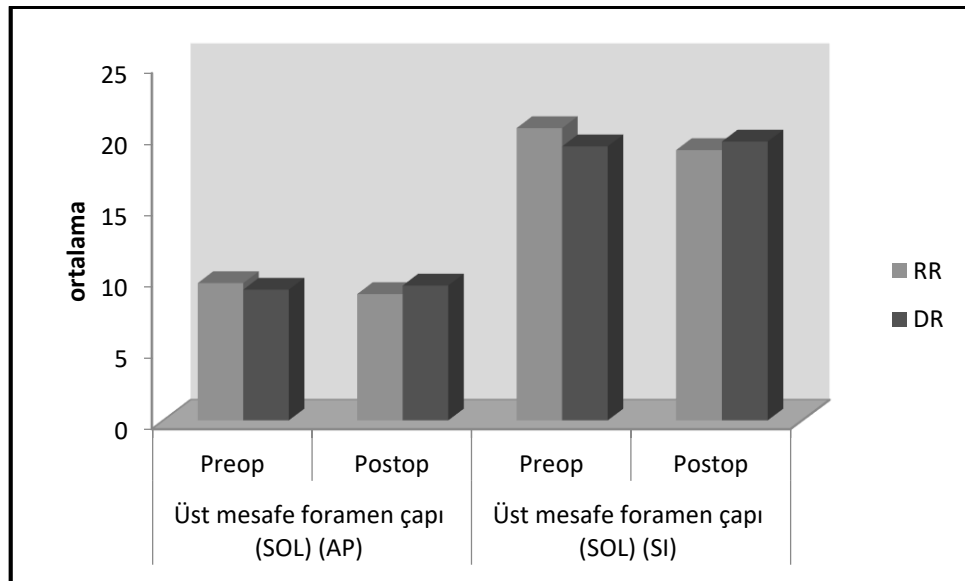
*p<0.05

Gruplar arasında **preop** ve **postop üst mesafe sol foramen çapı (SI)** değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (p>0.05).

RR grubunda; preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişimin istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır (p=0.016).

DR grubunda; preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0.05).

RR grubu olgularda preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişimin DR grubu olgularda aynı süreçte gözlenen değişimden daha büyük olduğu saptanmıştır (p=0.015).



Şekil 23: Üst mesafe sol foramen çapı AP-SI ölçümlerinin gruplara göre dağılımı

Üst Mesafe Sağ Foramen Çapı (AP)

Üst mesafe sağ foramen çapı (AP) değeri üzerine grup ve zamanın etkisini incelemek amacıyla GLMM (Genelleştirilmiş Lineer Karma Modelleme) gerçekleştirilmiştir. Yaş değişkeni ise analize karıştırıcı etken olarak dahil edilmiştir.

Tablo 28: Üst mesafe sağ foramen AP çapı değeri için elde edilen model sonuçları

	F	p
Model	0.996	0.423
Zaman	0.008	0.927
Grup	0.025	0.876
Yaş	0.027	0.871
Grup * Zaman	0.138	0.711
Yaş * Zaman	0.226	0.635

Analiz sonucunda elde edilen modelin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı saptanmıştır (F=2.045, p=0.078). Model anlamlı olmamasına rağmen gruplarda ve zamana göre değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir.

Tablo 29: Gruplarda ve zamana göre üst mesafe sağ foramen AP çapı değerlerinin kıyaslanması

	RR	DR	p
	Ort±ss	Ort±ss	
Preop	9.57±0.9	9.69±1.42	0.687
Postop	9.21±1.82	9.18±1.22	0.943
Fark (Post-Pre)	-0.35±1.63	-0.51±1.44	0.711
p	0.237	0.056	

Gruplar arasında **preop** ve **postop üst mesafe sağ foramen çapı (AP)** değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (p>0.05).

RR grubunda; preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0.05).

DR grubunda; preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0.05).

Gruplar arasında preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişim bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p>0.05$).

Üst Mesafe Sağ Foramen Çapı (SI)

Üst mesafe sağ foramen çapı (SI) değeri üzerine grup ve zamanın etkisini incelemek amacıyla GLMM (Genelleştirilmiş Lineer Karma Modelleme) gerçekleştirilmiştir. Yaş değişkeni ise analize karıştırıcı etken olarak dahil edilmiştir.

Tablo 30: Üst mesafe sağ foramen SI çapı değeri için elde edilen model sonuçları

	F	p
Model	4.299	0.001**
Zaman	2.456	0.120
Grup	0.794	0.375
Yaş	1.045	0.309
Grup * Zaman	11.728	0.001**
Yaş * Zaman	1.179	0.280

** $p<0.01$

Analiz sonucunda elde edilen modelin istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır ($F=4.299$, $p=0.001$). Modelde zaman, grup ve yaş değişkenlerinin ana etkileri ve yaş * zaman ikili etkileşimlerinin etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$). Grup * zaman ikili etkileşiminin etkisinin ise istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır ($p=0.001$).

Tablo 31: Gruplarda ve zamana göre üst mesafe sağ foramen SI çapı değerlerinin kıyaslanması

	RR	DR	p
	Ort±ss	Ort±ss	
Preop	20.97±2.72	19.13±3.31	0.028*
Postop	18.8±3.34	19.38±2.74	0.482
Fark (Post-Pre)	-2.17±2.97	0.25±2.31	0.001**
p	<0.001**	0.559	

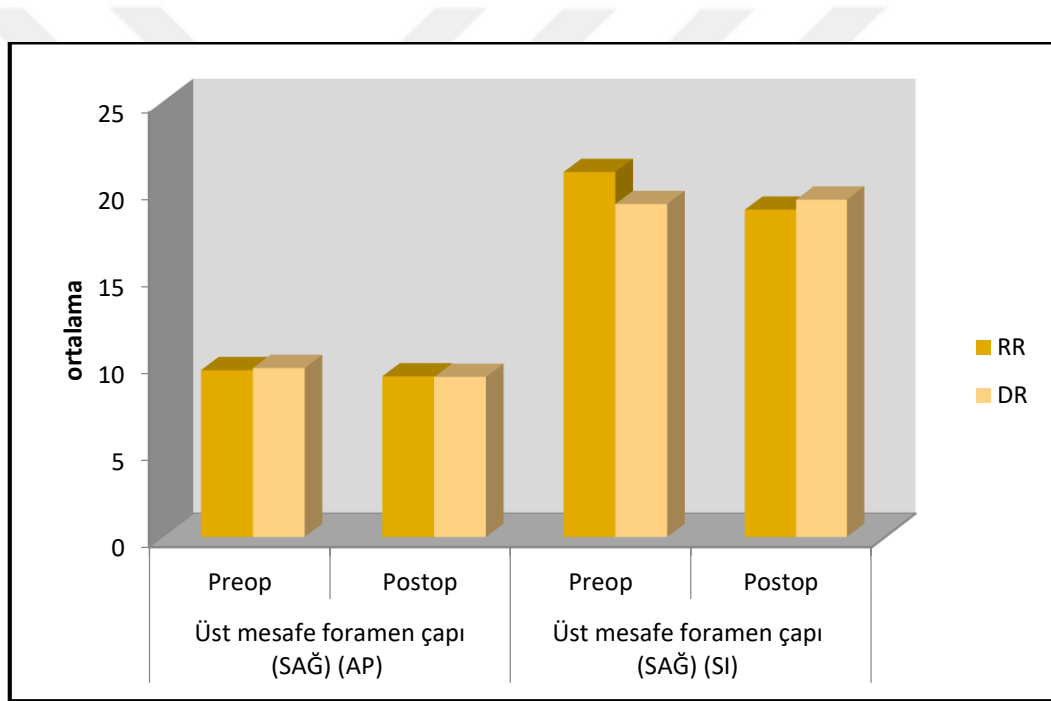
** $p<0.01$

Gruplar arasında **postop üst mesafe sağ foramen çapı (SI)** değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p>0.05$). RR grubu olguların **preop üst mesafe sağ foramen çapı (SI)** değerlerinin DR grubu olguların değerlerinden daha büyük olduğu saptanmıştır ($p=0.028$).

RR grubunda; preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişimin istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır ($p<0.001$).

DR grubunda; preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$).

RR grubu olgularda preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişimin DR grubu olgularda aynı süreçte gözlenen değişimden daha büyük olduğu saptanmıştır ($p=0.001$).



Şekil 24: Üst mesafe sağ foramen çapı AP-SI ölçümlerinin gruplara göre dağılımı

Alt Mesafe Sol Foramen Çapı (AP)

Alt mesafe sol foramen çapı (AP) değeri üzerine grup ve zamanın etkisini incelemek amacıyla GLMM (Genelleştirilmiş Lineer Karma Modelleme) gerçekleştirilmiştir. Yaş değişkeni ise analize karıştırıcı etken olarak dahil edilmiştir.

Tablo 32: Alt mesafe sol foramen AP çapı değeri için elde edilen model sonuçları

	F	p
Model	2.887	0.017*
Zaman	1.527	0.219
Grup	0.759	0.385
Yaş	1.528	0.219
Grup * Zaman	1.389	0.241
Yaş * Zaman	0.480	0.490

*p<0.05

Analiz sonucunda elde edilen modelin istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır (F=2.887, p=0.017). Modelde zaman, grup ve yaş değişkenlerinin ana etkileri ve grup * zaman ve yaş * zaman ikili etkileşimlerinin etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0.05).

Tablo 33: Gruplarda ve zamana göre alt mesafe sol foramen AP çapı değerlerinin kıyaslanması

	RR	DR	p
	Ort±ss	Ort±ss	
Preop	10.35±2.53	10.29±2.38	0.932
Postop	11.84±2.78	10.95±2.02	0.157
Fark (Post-Pre)	1.5±2.71	0.66±2.72	0.241
p	0.003**	0.187	

**p<0.01

Gruplar arasında **preop** ve **postop alt mesafe sol foramen çapı (AP)** değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (p>0.05).

RR grubunda; preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişimin istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır (p=0.003).

DR grubunda; preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0.05).

Gruplar arasında preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişim bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (p>0.05).

Alt Mesafe Sol Foramen Çapı (SI)

Alt mesafe sol foramen çapı (SI) değeri üzerine grup ve zamanın etkisini incelemek amacıyla GLMM (Genelleştirilmiş Lineer Karma Modelleme) gerçekleştirilmiştir. Yaş değişkeni ise analize karıştırıcı etken olarak dahil edilmiştir.

Tablo 34: Alt mesafe sol foramen SI çapı değeri için elde edilen model sonuçları

	F	p
Model	2.950	0.015*
Zaman	3.616	0.060
Grup	0.124	0.726
Yaş	4.086	0.046*
Grup * Zaman	1.273	0.262
Yaş * Zaman	1.959	0.164

*p<0.05

Analiz sonucunda elde edilen modelin istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır (F=2.950, p=0.015). Modelde zaman ve grup değişkenlerinin ana etkileri ve grup * zaman ve yaş * zaman ikili etkileşimlerinin etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0.05). Yaş değişkeninin ana etkisinin ise istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır (p=0.046).

Tablo 35: Gruplarda ve zamana göre alt mesafe sol foramen SI çapı değerlerinin kıyaslanması

	RR	DR	p
	Ort±ss	Ort±ss	
Preop	15.37±4.16	14.6±3.66	0.460
Postop	13.74±3.38	13.89±3.37	0.867
Fark (Post-Pre)	-1.63±2.43	-0.71±3.43	0.262
p	<0.001**	0.259	

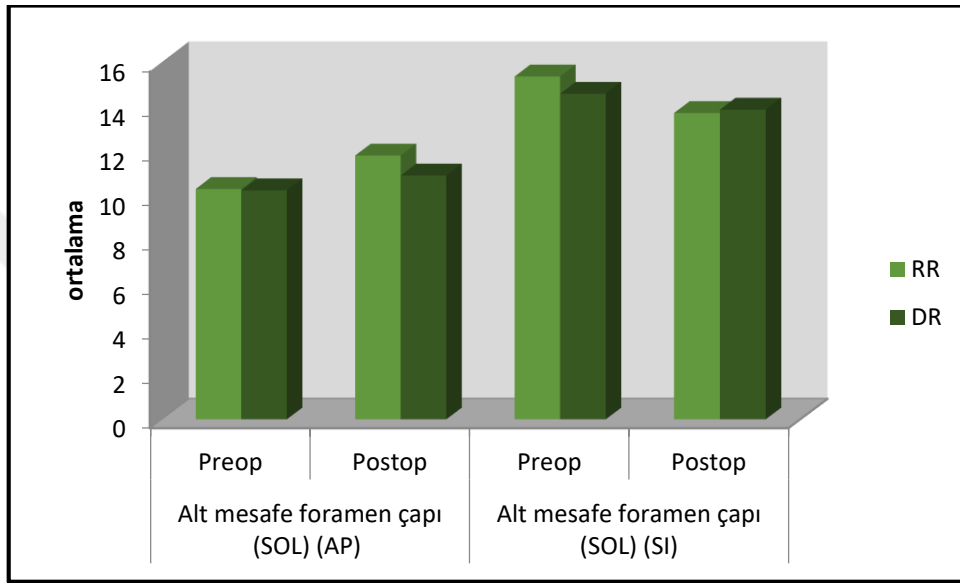
**p<0.01

Gruplar arasında **preop** ve **postop alt mesafe sol foramen çapı (SI)** değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (p>0.05).

RR grubunda; preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişimin istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır ($p<0.001$).

DR grubunda; preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$).

Gruplar arasında preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişim bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p>0.05$).



Şekil 25: Alt mesafe sol foramen çapı AP-SI ölçümlerinin gruplara göre dağılımı

Alt Mesafe Sağ Foramen Çapı (AP)

Alt mesafe sağ foramen çapı (AP) değeri üzerine grup ve zamanın etkisini incelemek amacıyla GLMM (Genelleştirilmiş Lineer Karma Modelleme) gerçekleştirilmiştir. Yaş değişkeni ise analize karıştırıcı etken olarak dahil edilmiştir.

Tablo 36: Alt mesafe sağ foramen AP çapı değeri için elde edilen model sonuçları

	F	p
Model	2.150	0.064
Zaman	0.053	0.818
Grup	6.224	0.014*
Yaş	1.064	0.305
Grup * Zaman	1.666	0.199
Yaş * Zaman	0.131	0.718

* $p<0.05$

Analiz sonucunda elde edilen modelin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı saptanmıştır (F=2.150, p=0.064). Model anlamlı olmamasına rağmen, grup değişkenini ana etkisi anlamlı bulunmuştur, gruplarda ve zamana göre değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir.

Tablo 37: Gruplarda ve zamana göre alt mesafe sağ foramen AP çapı değerlerinin kıyaslanması

	RR	DR	p
	Ort±ss	Ort±ss	
Preop	10.81±1.94	10.02±1.84	0.116
Postop	11.37±2.38	9.85±1.85	0.006**
Fark (Post-Pre)	0.56±2.13	-0.17±1.83	0.199
p	0.149	0.606	

**p<0.01

Gruplar arasında **preop alt mesafe sağ foramen çapı (AP)** değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (p>0.05). RR grubu olguların **postop alt mesafe sağ foramen çapı (AP)** değerlerinin DR grubu olguların değerlerinden daha büyük olduğu saptanmıştır (p=0.006).

RR grubunda; preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0.05).

DR grubunda; preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0.05).

Gruplar arasında preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişim bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (p>0.05).

Alt Mesafe Sağ Foramen Çapı (SI)

Alt mesafe sağ foramen çapı (SI) değeri üzerine grup ve zamanın etkisini incelemek amacıyla GLMM (Genelleştirilmiş Lineer Karma Modelleme) gerçekleştirilmiştir. Yaş değişkeni ise analize karıştırıcı etken olarak dahil edilmiştir.

Tablo 38: Alt mesafe sağ foramen SI apı değeri için elde edilen model sonuçları

	F	p
Model	2.623	0.028*
Zaman	0.173	0.678
Grup	0.382	0.538
Yaş	0.004	0.953
Grup * Zaman	3.249	0.074
Yaş * Zaman	0.011	0.916

*p<0.05

Analiz sonucunda elde edilen modelin istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır (F=2.623, p=0.028). Modelde zaman, grup ve yaş değişkenlerinin ana etkileri ve grup * zaman ve yaş * zaman ikili etkileşimlerinin etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0.05).

Tablo 39: Gruplarda ve zamana göre alt mesafe sağ foramen SI apı değerlerinin kıyaslanması

	RR	DR	p
	Ort±ss	Ort±ss	
Preop	15.53±4.53	15.37±3.16	0.876
Postop	13.65±3.73	14.94±3.36	0.169
Fark (Post-Pre)	-1.88±3.21	-0.42±2.48	0.074
p	0.002**	0.351	

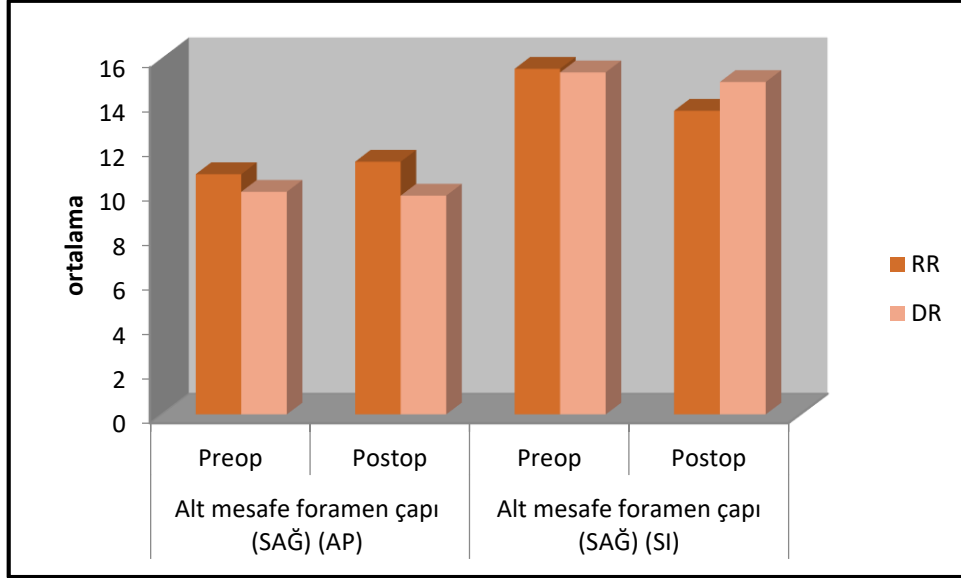
**p<0.01

Gruplar arasında **preop** ve **postop alt mesafe sağ foramen apı (SI)** değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (p>0.05).

RR grubunda; preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişimin istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır (p=0.002).

DR grubunda; preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0.05).

Gruplar arasında preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişim bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (p>0.05).



Şekil 26: Alt mesafe sağ foramen çapı AP-SI ölçümlerinin gruplara göre dağılımı

Üst Sağ Ligamentum Flavum Kalınlık

Üst sağ ligamentum flavum kalınlık değeri üzerine grup ve zamanın etkisini incelemek amacıyla GLMM (Genelleştirilmiş Lineer Karma Modelleme) gerçekleştirilmiştir. Yaş değişkeni ise analize karıştırıcı etken olarak dahil edilmiştir.

Tablo 40: Üst sağ ligamentum flavum kalınlık değeri için elde edilen model sonuçları

	F	p
Model	4.427	0.001**
Zaman	3.418	0.067
Grup	0.194	0.661
Yaş	1.277	0.261
Grup * Zaman	4.854	0.030*
Yaş * Zaman	1.422	0.236

*p<0.05

**p<0.01

Analiz sonucunda elde edilen modelin istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır (F=4.427, p=0.001). Modelde zaman, grup ve yaş değişkenlerinin ana etkileri ve yaş * zaman ikili etkileşimlerinin etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0.05). Grup * zaman ikili etkileşiminin etkisinin ise istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır (p=0.030).

Tablo 41: Gruplarda ve zamana göre üst sağ ligamentum flavum kalınlık değerlerinin kıyaslanması

	RR	DR	p
	Ort±ss	Ort±ss	
Preop	3.04±0.49	3.38±0.92	0.085
Postop	3.7±0.77	3.54±0.92	0.447
Fark (Post-Pre)	0.65±0.89	0.17±0.77	0.030*
p	<0.001**	0.242	

*p<0.05

**p<0.01

Gruplar arasında **preop** ve **postop üst sağ ligamentum flavum kalınlık** değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (p>0.05).

RR grubunda; preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişimin istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır (p<0.001).

DR grubunda; preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0.05).

RR grubu olgularda preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişimin DR grubu olgularda aynı süreçte gözlenen değişimden daha büyük olduğu saptanmıştır (p=0.030).

Üst Sol Ligamentum Flavum Kalınlık

Üst sol ligamentum flavum kalınlık değeri üzerine grup ve zamanın etkisini incelemek amacıyla GLMM (Genelleştirilmiş Lineer Karma Modelleme) gerçekleştirilmiştir. Yaş değişkeni ise analize karıştırıcı etken olarak dahil edilmiştir.

Tablo 42: Üst sol ligamentum flavum kalınlık değeri için elde edilen model sonuçları

	F	p
Model	3.911	0.003**
Zaman	0.568	0.453
Grup	1.529	0.219
Yaş	0.678	0.412
Grup * Zaman	2.549	0.113
Yaş * Zaman	0.014	0.905

**p<0.01

Analiz sonucunda elde edilen modelin istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır (F=3.911, p=0.003). Modelde zaman, grup ve yaş değişkenlerinin ana etkileri ve grup * zaman ve yaş * zaman ikili etkileşimlerinin etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0.05).

Tablo 43: Gruplarda ve zamana göre üst sol ligamentum flavum kalınlık değerlerinin kıyaslanması

	RR	DR	p
	Ort±ss	Ort±ss	
Preop	3.1±0.45	3.43±0.72	0.033*
Postop	3.56±0.58	3.6±0.75	0.790
Fark (Post-Pre)	0.46±0.63	0.17±0.68	0.113
p	<0.001**	0.172	

*p<0.05

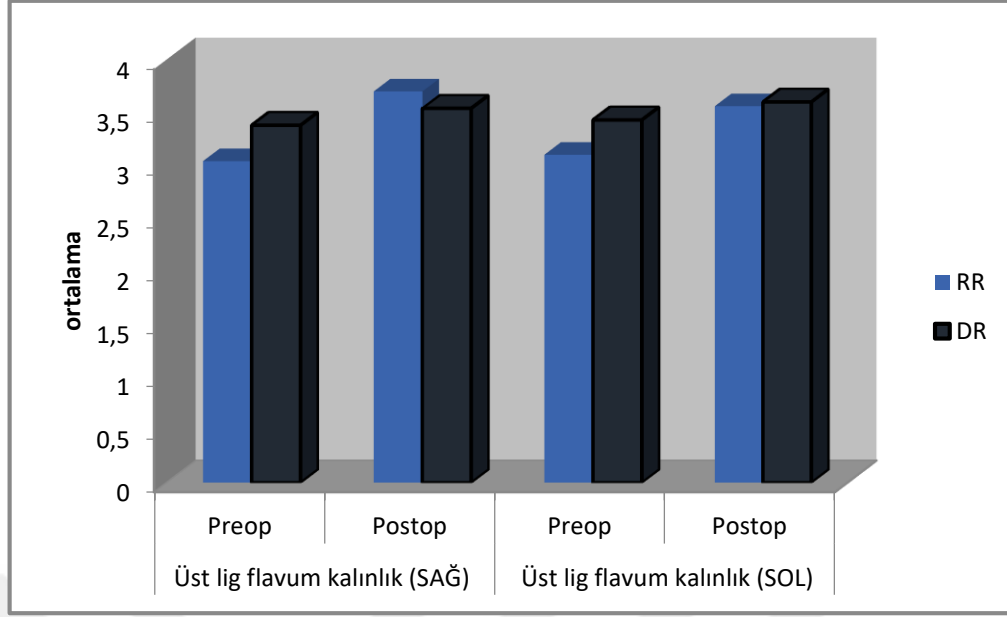
**p<0.01

Gruplar arasında **postop üst sol ligamentum flavum kalınlık** değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (p>0.05). RR grubu olguların **preop üst sol ligamentum flavum kalınlık** değerlerinin DR grubu olguların değerlerinden daha büyük olduğu saptanmıştır (p=0.033).

RR grubunda; preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişimin istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır (p<0.001).

DR grubunda; preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0.05).

Gruplar arasında preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişim bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (p>0.05).



Şekil 27: Sağ ve sol üst ligamentum flavum kalınlık ölçümlerinin gruplara göre dağılımı

Alt Sağ Ligamentum Flavum Kalınlık

Alt sağ ligamentum flavum kalınlık değeri üzerine grup ve zamanın etkisini incelemek amacıyla GLMM (Genelleştirilmiş Lineer Karma Modelleme) gerçekleştirilmiştir. Yaş değişkeni ise analize karıştırıcı etken olarak dahil edilmiştir.

Tablo 44: Alt sağ ligamentum flavum kalınlık değeri için elde edilen model sonuçları

	F	p
Model	4.388	0.001**
Zaman	0.387	0.535
Grup	0.042	0.837
Yaş	0.471	0.494
Grup * Zaman	10.749	0.001**
Yaş * Zaman	1.099	0.297

**p<0.01

Analiz sonucunda elde edilen modelin istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır (F=4.388, p=0.001). Modelde zaman, grup ve yaş değişkenlerinin ana etkileri ve yaş * zaman ikili etkileşimlerinin etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0.05). Grup * zaman ikili etkileşiminin etkisinin ise istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır (p=0.001).

Tablo 45: Gruplarda ve zamana göre alt sağ ligamentum flavum kalınlık değerlerinin kıyaslanması

	RR	DR	p
	Ort±ss	Ort±ss	
Preop	3.13±0.7	3.48±0.8	0.085
Postop	3.65±0.86	3.38±0.87	0.243
Fark (Post-Pre)	0.52±0.79	-0.1±0.64	0.001**
p	<0.001**	0.408	

**p<0.01

Gruplar arasında **preop** ve **postop alt sağ ligamentum flavum kalınlık** değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (p>0.05).

RR grubunda; preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişimin istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır (p<0.001).

DR grubunda; preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0.05).

RR grubu olgularda preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişimin DR grubu olgularda aynı süreçte gözlenen değişimden daha büyük olduğu saptanmıştır (p=0.001).

Alt Sol Ligamentum Flavum Kalınlık

Alt sol ligamentum flavum kalınlık değeri üzerine grup ve zamanın etkisini incelemek amacıyla GLMM (Genelleştirilmiş Lineer Karma Modelleme) gerçekleştirilmiştir. Yaş değişkeni ise analize karıştırıcı etken olarak dahil edilmiştir.

Tablo 46: Alt sol ligamentum flavum kalınlık değeri için elde edilen model sonuçları

	F	p
Model	3.890	0.003**
Zaman	1.717	0.193
Grup	0.101	0.751
Yaş	0.038	0.846
Grup * Zaman	11.046	0.001**
Yaş * Zaman	2.505	0.116

**p<0.01

Analiz sonucunda elde edilen modelin istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır (F=3.890, p=0.003). Modelde zaman, grup ve yaş değişkenlerinin ana etkileri ve yaş * zaman ikili etkileşimlerinin etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0.05). Grup * zaman ikili etkileşiminin etkisinin ise istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır (p=0.001).

Tablo 47: Gruplarda ve zamana göre alt sol ligamentum flavum kalınlık değerlerinin kıyaslanması

	RR	DR	p
	Ort±ss	Ort±ss	
Preop	3.17±0.66	3.47±0.97	0.166
Postop	3.69±1.09	3.25±0.73	0.081
Fark (Post-Pre)	0.52±0.93	-0.22±0.7	0.001**
p	0.003**	0.090	

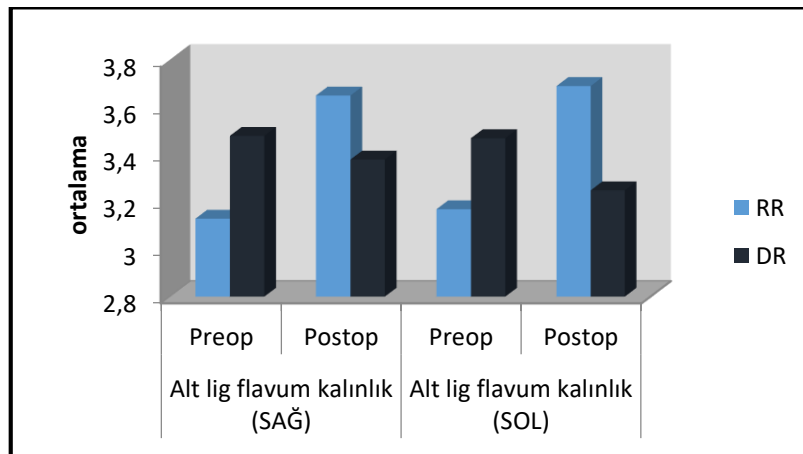
**p<0.01

Gruplar arasında **preop** ve **postop alt sol ligamentum flavum kalınlık** değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (p>0.05).

RR grubunda; preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişimin istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır (p=0.003).

DR grubunda; preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0.05).

RR grubu olgularda preop değerlere göre postop değerlerde gözlenen değişimin DR grubu olgularda aynı süreçte gözlenen değişimden daha büyük olduğu saptanmıştır (p=0.001).



Şekil 28: Sağ ve sol alt ligamentum flavum kalınlık ölçümlerinin gruplara göre dağılımı

TARTIŞMA

Lomber spinal stenoz (LSS), özellikle 65 yaş üstü olgularda kalça ve alt ekstremitelerde ortaya çıkan ağrının ve fonksiyonel kaybın en sık nedenidir. Bel ve sırt ağrısı ise tabloya eşlik edebilmektedir. Ayrıca bu yaş grubunda spinal cerrahi girişimlerin uygulandığı patolojiler arasında ilk sırada yer almaktadır. Özellikle lomber spinal kanal içerisinde seyreden nöral ve vasküler yapıların, spinal kanal hacminde meydana gelen daralma sonucunda, kompresyonu sonucu klinik bulgular ortaya çıkmaktadır. Semptomlar, ayakta iken, yürür iken ve lomber ekstansiyon postüründe ortaya çıkıp artarken, özellikle lomber fleksiyonda ve oturur iken azalmaktadır. Klinik bulguların heterojen olması, kesin tanımlanmış tanı kriterlerinin bulunmaması ve ileri yaş grubundaki popülasyonda asemptomatik spinal darlıklar saptanması nedeni ile, LSS olgularında yapılan araştırmalar ve klinik çalışmalar oldukça komplike ve karmaşık sonuçlar vermektedir (41).

Yaşam kalitesini önemli ölçüde etkileyen, LSS en sık karşılaşılan spinal patolojilerden birisidir. Bunun yanı sıra özellikle bu patolojiler ülke ekonomilerine de önemli ölçüde yük getirmektedir. Görülme sıklığı araştırmalar arasında farklılıklar göstermekle birlikte, yapılan bir çalışmada, her 100.000 kişide 135,5-137,5 oranında LSS olgusuna rastlandığı saptanmış ve opere edilen bu hastaların ülke ekonomisine yaklaşık 1.65 milyar dolar yük getirdiği raporlanmıştır (42). Fanuale ve ark. (72) yaptığı çok merkezli bir araştırmada ise LSS görülme insidansının %13,7 olduğu bildirilmiştir. Bir kesitsel gözlemsel çalışma olan, konjenital ve edinsel LSS olgularının prevalansını tespit etmek amacıyla kurgulanmış Framingham çalışmasında ise 3529 LSS olgusu çalışmaya dahil edilmiştir. Olgular rölatif LSS ve kesin LSS olarak iki gruba ayrılmıştır. Spinal kanal çapının en dar olduğu yerden kesitsel çap ölçümü yapılmış, bu ölçüm sonucunda kanal çapının 12 mm'den küçük olduğu olgular rölatif

LSS, 10 mm'den küçük olan olgular ise kesin LSS olarak gruplanmıştır. Konjenital grupta, rölatif LSS oranı %4,7 iken, kesin LSS oranı %2,6 saptanmıştır. Bu oranların edinsel grupta ise sırasıyla %22,5 ve %7,3 olduğu raporlanmıştır. Aynı çalışmada LSS prevalansının yaş ile birlikte arttığı ve 60-69 yaş aralığındaki hasta grubunda rölatif ve kesin LSS insidansının sırası ile %47,2 ve %19,4 olduğu bulunmuştur (43). Japonya'da yapılan çalışmada, 2666 olgu içeren bir seride LSS'nin ilerleyen yaş ile birlikte görülme sıklığının arttığı, 40-49 yaş aralığında LSS'nin kadınlarda %1,7, erkeklerde ise %2,2 oranında görüldüğü ileri sürülmüştür (73). Aynı çalışmada, 70-79 yaş aralığındaki olgularda ise kadınlarda bu oranın %11,2, erkeklerde ise %10,3 olduğu bildirilmiştir. Majidi ve arkadaşlarının (74) yaptığı çalışmada ise yaş aralığının 21-84 aralığında olduğu ve ortalama 53 olduğu bildirilmiştir.

Bu çalışmada ise LSS nedeni ile opere edilmiş olan 60 hasta araştırmaya dahil edildi. LSS nedeni ile opere edilen hastaların yaşı 33-75 aralığında ve ortalama yaş 54.82 ± 10.26 olarak saptandı. Çalışmada opere edilen 60 hastanın 31'i (%51,5) kadın cinsiyete sahipti. Araştırmaya dahil edilen olgulara ait yaş ve cinsiyet dağılımı literatür ile uyumluydu.

LSS özellikle ileri yaş popülasyonda sıklıkla görülmesine rağmen, özellikle erişkin yaş grubundan sonra her dekatta görülmektedir. Gerek bireysel ağrı ve fonksiyonel kayıplara neden olması gerekse kişisel ve ülke ekonomilerine getirdiği yük göz önüne alındığında olguların tanı, tedavi ve takipleri önem arz etmektedir. Özellikle beyin ve sinir cerrahisi, fizik tedavi ve rehabilitasyon, algoloji, ortopedi ve travmatoloji polikliniklerine başvuran bu hasta grubunun, tanısız yaklaşımdan tedavi algoritmasına kadar sağlık profesyonelleri tarafından dikkatlice irdelenmesi ve uygun tedavi yaklaşımının seçilmesi hayati önem arz etmektedir. Her ne kadar bu olgularda, kesin bir tedavi protokolü tanımlanmış olmasa bile, literatürde LSS tedavisine yönelik fazla sayıda çalışmaya rastlanmaktadır. Güncel klinik pratiklerde, LSS olgularının tedavisinde cerrahi ve cerrahi dışı tedaviler sıklıkla hekimler tarafından tercih edilmektedir. Hastaların klinik, radyolojik ve elektrofizyolojik değerlendirmeleri sonrasında uygun tedavi seçeneğine karar verilmektedir (75).

Hastalığın seyrini değerlendiren bir çalışmada; santral LSS saptanan 146 hastanın araştırmaya dahil edildiği görülmüştür. Olguların yaş ortalamasının 68 yaş, %58'nin kadın olduğu saptanmıştır. Araştırmaya dahil edilen hastaların ortalama 3,3 yıllık takipleri sonucunda, bel ve bacak ağrılarına yönelik vizüel ağrı skalasında (VAS) düzelmenin olguların %36'sında saptandığı, %54 hastada değişim olmadığı, %10'nunda ise şikayetlerin kötüleştiğini ileri sürmüşlerdir. Bu bulgular ışığında, cerrahi uygulanmayan hastaların, ağrı ve yaşam kalitesinde spontan düzelmelerin olduğunu ileri sürmelerine karşın, yürüme üzerine

herhangi bir etkisinin olmadığını saptamışlardır. Sonuç olarak, olguların LSS' ye bağlı semptomları tolere ettiği sürece, hastalığın cerrahi tedavisinin tercih edilmeyebileceğini ileri sürmüşlerdir (76). Yüce ve arkadaşlarının 37 LSS olgusu içeren çalışmalarında, cerrahi dışı transforaminal steroid enjeksiyon uygulamalarının hastaların bel, bacak ağrısı ve günlük fonksiyonel düzelme derecesi üzerine etkilerini Oswestry Disability Index (ODI) ve VAS skalası ışığında değerlendirmişlerdir. Transforaminal steroid enjeksiyonu sonrasında, hastalar 2. hafta, 3. ay, 6. ay ve 1. yılda değerlendirilmiştir. Sonuç olarak; transforaminal steroid enjeksiyonlarının LSS tedavisinde güvenli ve etkili cerrahi dışı tedavi seçeneği olabileceği, dahası bu uygulamanın LSS'de stenotik segmentin tespitinde tanınasal amaçlı da kullanılabilceğini ileri sürmüşlerdir. Fakat literatür incelendiğinde LSS tedavisinde cerrahi girişim yöntemlerinin, olguların ağrı kontrolü ve fonksiyonel düzelmeleri üzerine daha etkin bir yöntem olduğuna dair oldukça fazla çalışma mevcuttur. Lurie ve arkadaşlarının yaptığı geniş kapsamlı bir sistematik değerlendirme yazısında, tanımlanmış cerrahi dışı tedavi yöntemlerinin LSS tedavisindeki etkinliği üzerine yeterince ikna edici kanıtın olmadığını raporlamışlardır (41). Olguların cerrahi dışı tedavilerden fayda görmemesi üzerine cerrahi tedavi yöntemlerine yönelmesinin yanı sıra bel ve bacak ağrısı, günlük fonksiyonel düzelme üzerine yapılan değerlendirmelerde, cerrahi tedavi yöntemlerinin, cerrahi dışı tedavilere göre daha etkin tedavi metotları olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Gerek cerrahi gerekse cerrahi dışı tedavilerin LSS olgularında semptomların kontrolü üzerine yönelik olarak yapılmış olan çalışmaların yanı sıra, bu iki yöntemin karşılaştırıldığı araştırmalar da göze çarpmaktadır. Yapılan bir sistematik derleme çalışmasında; LSS olgularında, cerrahi ve cerrahi dışı tedavi arasında tercih yapılması gerektiğinde, olguların klinik bulgularının tedavi seçenekleri açısından en önemli yol gösterici olduğu ileri sürülmüştür. Ayrıca her ne kadar cerrahi tedavi yöntemine bağlı yan etkilerin fazla olduğu raporlanmış olsa da, seçilecek tedavi yönteminin tercihi açısından kanıt değeri yüksek çalışmaların eksikliğinden bahsedilmiştir (75). Yapılan başka bir çalışmada ise; cerrahi dışı ve cerrahi olarak tedavi edilmiş olan 147 olgu araştırmaya dahil edilmiş (77). Olguların 50'sine cerrahi girişim uygulanırken, 97 hasta cerrahi dışı tedavi edilmiş. 1, 3,6 ve 12. ay takipleri sonucunda tedavi yanıtı raporlandığı görülmüştür. Ağrı ve fonksiyonel düzelme derecesini tespit etmek için, ODI, EuroQol 5D ölçeği, kısa-form 36 yaşam kalite ölçeği kullanılmıştır. Sonuç olarak instabilite saptanmamış LSS olgularının 12 aylık takipleri sonrasında cerrahi dışı tedavi edilen grupta ağrı kontrolü ve fonksiyonel düzelmenin daha az oranda olduğunu ve

cerrahi tedavi yöntemlerinin, cerrahi dışı tedavi yöntemlerine göre daha etkin modaliteler olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Yapılan bu çalışmada, araştırmaya dahil edilen tüm olgulara cerrahi girişim tedavisi uygulanmış olup, cerrahi dışı tedavi edilen olgular çalışma dışında bırakılmıştır.

LSS olgularının tedavisinde uygulanan tüm cerrahi giriş yöntemlerinin amacı, omurga stabilitesini bozmadan, nöral kökleri, spinal kordu ve vasküler yapıları dekomprese etmektir. Olası dekompresif teknikler arasında laminektomi, hemilaminektomi, foraminotomi, bilateral interlaminar fenestrasyon sayılabilir. Özellikle yapılacak agresif laminektomi dorsal nörovasküler kompresyonu azaltmasına karşın, spinal kolonda instabiliteye neden olabilmektedir (78). Cerrahi dekompresyon geleneksel olarak invaziv bilateral laminektomiler ile sağlanmaktadır. Bununla birlikte stabilizasyona katkısı olan paraspinal kas kitlesine minimal hasar vermeyi amaçlayan ve koruyan minimal invaziv cerrahi yaklaşımlar da son dönemlerde popüler hale gelmiştir (79). Phan ve Mobbs'un (80) 2016 yılında yaptıkları çalışmalarında, LSS hastalarında, minimal invaziv girişim ile geleneksel açık nöral doku dekompresyonunu karşılaştırmışlardır. Araştırmanın sonunda, minimal invaziv dekompresyonun, geleneksel yöntemler ile benzer komplikasyon oranlarına sahip olduğunu ancak daha düşük kan kaybı, daha kısa hastanede yatış süresi, daha düşük ağrı düzeyleri gibi faktörler göz önüne alındığında daha etkin girişimler olduğunu ileri sürmüşlerdir. Fakat tüm bu olumlu etkilerinin yanında, cerrahi sürede kayda değer bir artış olduğunu da raporlamışlardır. Diğer bir minimal invaziv girişim yöntemi olan interspinöz distraktörler, LSS olgularında spinöz procesler arasındaki mesafeyi artırarak fleksiyonu simüle ederler ve bu şekilde nöral doku üzerindeki basıyı azaltma prensibi ile fonksiyon görürler. Interspinöz ayırıcılar ile geleneksel dekompresyonu karşılaştıran bir çalışmada, klinik düzelme üzerinde benzer yanıtlar olduğu saptanmış fakat interspinöz ayırıcı grubunda reoperasyon oranlarının daha yüksek bulunduğu ileri sürülmüş (81). Yang ve arkadaşları (82) tarafından yapılan bir sistematik derlemede, füzyon ile birlikte dekompresyonun, füzyon olmadan dekompresyona göre hastanede kalış süresini, ameliyat süresini ve tahmini kan kaybını önemli ölçüde arttırdığı ifade edilmiştir. Aynı çalışmada endoskopik dekompresyon ile karşılaştırıldığında mikroskobik dekompresyonun hastanede kalış süresi ve ameliyat süresini önemli ölçüde arttırdığı saptanmıştır. Farrokhi ve arkadaşlarının (83) LSS olgularında posterolateral enstrümantasyonlu füzyon ile posterior lomber interbody füzyon (PLIF) sonuçlarını karşılaştırdığı çalışmalarında, post-operatif 24. ayda grup I VAS skorlarının daha fazla azaldığı ve ODI skorlarında daha fazla iyileşme olduğu ifade edilmiştir. Sonuçlara

bakıldığında posterior füzyonun, PLIF uygulanan cerrahi girişimlere göre daha iyi klinik sonuçlarının olduğunu, bel ağrısı ve radiküler ağrının kontrolünde daha başarılı olduğunu, spinal sagittal dizilimde daha fazla restorasyon sağladığını raporlamışlardır. Ahmed ve arkadaşlarının (61) yaptığı bir meta analiz çalışmasında ise, LSS hastalarında sadece dekompresyon ile füzyonlu dekompresyon uygulamalarını karşılaştırılmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre füzyon uygulanan dekompresyonun, sadece dekompresyon ile kıyaslandığında daha iyi fonksiyonel düzelme sonuçları olduğu ve postoperatif sırt ve bacak ağrısının daha az oranda görüldüğünü saptamışlardır. LSS genellikle dekompresyon, stabilizasyon ve kemik greft ile füzyon temeli ile tedavi edilir. Yani yeterli dekompresyon zemininde rijid fiksasyon ve kemik greft ile füzyon yapılır. Uzun süreli takip sonuçlarına göre anılan yöntemin güvenli ve etkin tedavi yöntemi olduğu saptanmıştır. Dekompresyon sonrası rijid fiksasyon yapılmayan hastalarda postoperatif spondilolistezis gibi spinal instabilite komplikasyonları bildirilmiştir. Bu nedenle özellikle geniş dekompresyondan sonra füzyon kaçınılmazdır. Biyomekanik açısından bakıldığında ise güçlü stabilizasyon sistemleri, omurgaya binen yükün çoğunu taşıırken, komşu segmentlerde basınç ve stresi artırır. Bu nedenle LSS’de ideal yaklaşımın, omurganın sağlam ve stabil olmasını sağlarken, stres iletimini ve yük paylaşımını artırıyor olması gerektiği ileri sürülmüştür (82).

Bu araştırmada ise, LSS tanısı alıp tedavi protokolü olarak cerrahi girişim yöntemi uygulanan hastalar seçilmiş olup, cerrahide nörovasküler dekompresyon, dinamik ve rijid transpediküler vida-rod sistemleri ile yapılmış olgular araştırmaya dahil edilmiş ve karşılaştırılmıştır. Diğer cerrahi yöntemler çalışmadan dışlanmıştır.

Titanyum, fizyolojik yüklere karşı yeterli direnç sağlar ve kortikal kemiğin elastisite modeline yakın bir dayanıklılık oluşturur. Bununla birlikte aşırı rijid titanyum yapıların, komşu segmentte stres ve buna bağlı dejeneratif süreçlerin gelişmesine yol açabileceği ileri sürülmüştür. Bu nedenlerle dinamik sistemler ve Peek rod gibi yarı esnek sistemler alternatif biyomateryaller olarak ortaya çıkmıştır. Mavrogenis ve arkadaşları (5) yaptığı çalışmada, Peek rod sistemlerinin, fizyolojik omurga hareketlerine artmış uyumluluk gösterdiğini, füzyon oranlarında artışa neden olduğunu, komplikasyonları ve komşu segment hastalığını azalttığını ileri sürmüşlerdir. Yeager ve arkadaşları (84) ise yaptıkları in vitro bir çalışmada Peek rodların omurgada titanyum rijid rodlara benzer bir davranış gösterdiğini ifade etmişlerdir. Selim ve arkadaşları (85), Peek rod sistemlerinin güvenliği ve etkinliğini değerlendirmek amacıyla titanyum rod sistemi ile karşılaştırılan bir sistematik derleme çalışması yapmışlardır. Preoperatif ve postoperatif fonksiyonel skorları karşılaştırıldığında, Peek rod uygulanan

olguların operasyon sonrası skorlarında %67,4 iyileşme görüldüğü raporlanmıştır. Peek rod kullanılan olgularda bel ağrısı VAS skorunun operasyon sonrası %68,9 oranında iyileştiği, bacak ağrısı VAS skorunda ise %76,6 iyileşme olduğu ve gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığı ifade edilmiştir. Her iki grupta da füzyon başarı oranlarının %100 olduğu öne sürülmüştür. Aynı çalışmada, peek rod kırığına rastlanmadığı ve vida kırıklarının %2,6 oranında, vida gevşemesinin %2 oranında görüldüğü saptanmıştır. Li ve arkadaşlarının (64) yaptığı çalışmada, Peek rod kırılması saptanmamış olup, füzyon oranlarının %89,3-%100 aralığında olduğu ifade edilmiştir. Peek rod sistemlerinin, titanyum rod sistemlerine göre, azalan komşu segment basıncı ve yükün daha orantılı iletilip dağıtılması nedeniyle, aksiyel bel ağrısını azalttığını öne sürmüşlerdir. Sonuç olarak dejeneratif disk hastalığında ve hafif lomber spondilolistezis tedavisinde posterolateral stabilizasyon amacı ile kullanılabileceğini ifade etmişlerdir. Ogrenci ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada, 172 LSS tanılı olguya, posterior yaklaşımla dekompresyon ve Peek rod ile dinamik stabilizasyon cerrahisi uygulanmıştır (86). Anılan bu çalışma sonucunda; hastaların bel ve bacak ağrılarında operasyon sonrası istatistiksel olarak anlamlı bir iyileşme olduğu ve ODI skorların da anlamlı düzeyde iyileştiği saptanmıştır.

Bu çalışmada ise; dekompresyonla birlikte posterolateral stabilizasyon yapılan LSS olgularında, ortaya çıkabilecek ve omurga biyomekaniği üzerine olumlu ve olumsuz etkilerin daha derinlemesine irdelenmesi amacı ile Peek rod ve rijid rod uygulanmış olguların morfometrik analizlerinin yapılması hedeflenmiştir.

Tomkins-Lane ve arkadaşları (87) tarafından yapılan çalışmada, araştırmaya dahil edilen 173 olgunun radyolojik olarak 118'inde hem santral kanal hem lateral reseste stenoz bulgusu olduğu, 33'ünde sadece santral kanal stenozu ve 22'sinde ise sadece lateral reses stenozu olduğu görülmüştür. Olguların %44,1'inde L3-4 ve L4-5 iki seviye spinal stenoz olduğu, %23,5'inde L2-3, L3-4, L4-5 üç seviye stenoz olduğunu bildirmişlerdir. En sık stenotik segmentin L4-5 seviyesi olduğunu saptanmış, bunu sırasıyla L3-4, L5-S1, L2-3 ve L1-2 seviyelerinin takip ettiğini bildirmişlerdir. Park ve arkadaşları (88) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise çalışmaya dahil edilen hastalarda en fazla iki seviye lomber spinal stenoz saptamışlardır. Bunu tek seviye ve üç seviye lomber spinal stenozun takip ettiğini saptamışlardır. Aynı çalışmada, en sık darlık saptanan segmentin L4-5 seviyesinde olduğunu, daha sonra sırasıyla L3-4, L5-S1, L2-3 seviyelerinin LSS görülme sıklığı açısından sıralandığını bildirmişlerdir.

Tarafımızca yapılan çalışmada ise, çalışmaya dahil edilen 60 hastanın 43'ünün (%71,7) L4-5 tek seviye spinal stenoz nedeni ile opere edildiği, 5 olgunun (%8,3) L3-4 tek seviye spinal stenoz nedeni ile edildiği, 2 olgunun (%3,3) L2-3 tek seviye spinal stenoz ve 1 olgunun (%1,7) L1-2 tek seviye spinal stenoz nedeni ile opere edildiği saptanmıştır. Çalışmamızda 2 seviyeden fazla spinal stenoz saptanan hastalar dışlama kriteri sayılmış olup, L3-4 ve L4-5 iki seviye LSS olan toplam 9 olgu (%15) saptanmıştır. Bu veriler literatür ile uyumlu olarak en çok darlık saptanan seviyenin L4-5 seviyesi olduğu ve ardından L3-4, L2-3 ve L1-2 seviyelerinin geldiği görülmüştür.

Yadav ve arkadaşlarının (89) yaptığı çalışmada, LSS tanısı olmayan olguların spinal kanal AP çapının değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu değerlendirmede, spinal kanal AP çapının L1 mesafesinde erkeklerde 16,9 mm, kadınlarda 16,33 mm, L2 mesafesinde erkeklerde 14,57 mm, kadınlarda 15,2 mm, L3 seviyesinde erkeklerde 13,45 mm kadınlarda 13,6 mm, L4 seviyesinde erkeklerde 13,29 mm, kadınlarda 13,40 mm ve L5 seviyesinde erkeklerde 14,73 mm, kadınlarda 14,67 mm olduğu ileri sürülmüştür (89). Yine Hindistan'da yaşayan bireyler üzerine yapılan bir çalışmada, spinal kanal AP çapının L1 mesafesinde erkekler için 16,35mm, kadınlarda 16,7 mm, L2 için erkeklerde 15,2mm, kadınlarda 16,6mm, L3 için erkeklerde 14,8 mm, kadınlarda 15,9mm, L4 için erkeklerde 13,8mm kadınlarda 14,5mm, L5 için erkeklerde 15,4mm, kadınlarda 14,25mm olarak ölçüldüğü ileri sürülmüştür (90). Majidi ve arkadaşlarının (74) yaptığı bir çalışmada, 100 LSS tanısı ile uyumlu hasta ve 100 asemptomatik hastanın verileri kıyaslanmıştır. Bu çalışmaya göre LSS ile uyumlu hasta grubunda intervertebral disk seviyesinde ortalama kanal AP çapı $9,58\pm 3,49$ mm olarak saptanmış olup, asemptomatik grupta $12,71\pm 3,18$ mm olarak ifade edilmiştir.

Yaptığımız bu çalışmada ise, operasyon öncesi stenoz saptanan mesafede kanal AP çapı 5,7-18,5 mm aralığında değişim göstermiş olup ortalama $11,76\pm 2,94$ mm olarak görülmüştür, operasyon sonrası kanal AP çapı 7,5-21,4 mm aralığında olup ortalama $14,9\pm 2,52$ mm olarak görülmüştür. Gerek rijid rod uygulanan, gerekse peek rod uygulanan gruplarda kanal çapındaki postoperatif değişim istatistiksel olarak anlamlı idi. ($p<0,001$) Bu verilerin literatür ile karşılaştırıldığında benzerlik taşıdığı görülmüştür.

Majidi ve arkadaşlarının (74) yaptığı çalışmada, intervertebral disk seviyelerinden yapılan morfometrik analizlerde, LSS grubunda ortalama kanal lateral çapı $14,82\pm 4,77$ mm olarak ölçülmüş olup, LSS saptanmayan kontrol grupta ise $17,87\pm 4,43$ mm olduğu saptanmıştır. Yaptığımız çalışmada ise, operasyon öncesi kanal lateral çapı 4,9-24,7 mm olarak ölçülmüş olup, ortalama $13,45\pm 4,34$ mm olarak ölçülmüştür. Operasyon sonrasında ise 8,5-

25,4 mm aralığında ve ortalama $18,07 \pm 3,24$ mm olarak saptanmıştır. Postoperatif bu değişimlerin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür. ($p < 0,001$) Bu verilerin literatür ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Abbas ve arkadaşları (91) tarafından yapılan çalışmada, 100 dejeneratif lomber spinal stenoz tanısı almış olgu ile 100 lomber spinal stenoz semptomu olmayan kontrol grubunun dural sak hacimleri karşılaştırılmıştır. L3-4 seviyesi için LSS olgularında spinal kanal hacmi 67 ± 25 mm², kontrol grubunda $125,1 \pm 47$ mm², L4-5 seviyesi için LSS olgularında $50,3 \pm 28$ mm², kontrol grubunda $124,5 \pm 50$ mm² olarak saptandığı ileri sürülmüştür. Sirvanci ve arkadaşlarının (92) yaptığı çalışmada ise dural kesenin aksiyel kesit alanının 18 ile 232 mm² aralığında değişkenlik gösterdiği ifade edilmiştir. Diğer bir çalışmada LSS semptomu görülen olgularda ortalama kanal çapının $114,29 \pm 58$ mm² ve asemptomatik olgularda $171,47 \pm 65$ mm² olarak saptandığı söylenilmiştir (74). Tarafımızca dizayn edilen bu çalışmada ise, darlığın olduğu mesafede operasyon öncesi kanal hacmi $30,4-274,6$ mm² aralığında olup ortalama $116,22 \pm 54,44$ mm², operasyon sonrasında $108,1-332,1$ mm² aralığında ve ortalama olarak $212,84 \pm 55,14$ mm² görülmüştür. Spinal kanal hacimlerinde postoperatif saptanan bu değişimler istatistiksel olarak anlamlıydı. ($p < 0,001$) Cerrahi uygulanan segment veya segmentlerin üst mesafe ve alt mesafe kanal hacimlerinin de ölçümleri yapılmıştır. Darlığın olduğu mesafenin üstündeki kanal hacmi operasyon öncesi $98,8-276,1$ mm² aralığında olup, ortalama $173,17 \pm 38,89$ mm² olarak, darlığın olduğu mesafenin altındaki kanal hacmi operasyon öncesi $116,2-301,7$ mm² aralığında olup, ortalama $200,59 \pm 48,15$ mm² olarak ölçülmüştür. Bu ölçümler literatür ile benzer aralıkta saptanmış olup, alt mesafe kanal hacminin göreceli yüksekliği olguların çoğunluğunda alt mesafenin L5-S1 seviyesi olmasına bağlanmıştır.

Abbas ve arkadaşları (91) tarafından yapılan çalışmada, çalışmaya dahi edilen LSS olgularında lomber lordoz açısının ortalama 42,8 derece olduğu, kontrol grubunda ise bu değer ortalama 45,2 derece olduğu gösterilmiş olup aradaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu ileri sürülmüştür. Yapılan başka bir çalışmada, lomber lordozun ortalama 48,66 derece olarak ölçüldüğü söylenmiştir (93). Ogrenci ve arkadaşlarının (86) PEEK rod sistemleri üzerine yaptığı bir çalışmada ise ameliyat öncesi lomber lordoz ortalama 42,5 derece, operasyon sonrasında 44 derece olarak saptanmış ve aradaki farkın istatistiksel olarak anlamlı çıktığı ifade edilmiştir. Yaptığımız çalışmada ise operasyon öncesi lomber lordoz açısı 8,4 ila 70 derece arasında değişkenlik göstermiş olup, ortalama $37,53 \pm 12,32$ derece olarak görülmüştür. Ayrıca rijid rod grubunda lomber lordoz açısı, operasyon öncesi ortalama 33,06

derece, operasyon sonrası ortalama 33,81 derece ölçülmüştür. Bu değer, PEEK rod grubunda operasyon öncesi ortalama 41,99 derece, operasyon sonrası ortalama 38,72 derece olarak ölçülmüştür. Rijid rod grubunda operasyon sonrası lomber lordoz açısında minimal bir artış görülmekle birlikte değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$). PEEK rod grubunda operasyon sonrası lomber lordoz açısının azaldığı ve bunun istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ($p=0.001$). İki grup karşılaştırıldığında PEEK rod grubundaki değişimin, rijid rod sistemindeki değişimden büyük olduğu saptanmıştır ($p=0.033$). Bu çalışmada literatürün aksine PEEK rod uygulanan grupta lomber lordoz derecesinin operasyon sonrası azaldığı saptanmış iken rijid rod uygulanan grupta postoperatif lomber lordoz açısındaki artış literatür ile uyumlu idi.

Bach ve arkadaşları (22), lomber disk yüksekliklerini analiz ettikleri çalışmalarında, anterior ve posterior disk yüksekliklerini değerlendirmeye almışlardır. Çalışmalarında, L1-2 mesafesinde anterior disk yüksekliği erkeklerde $7,59\pm 1,58$ mm ve kadın cinsiyette $5,92\pm 1,27$ mm, posterior disk yüksekliği ise erkeklerde $4,96\pm 1,27$ mm ve kadınlarda $4,31\pm 0,92$ mm olduğu gösterilmiştir. L2-3 mesafesinde yapılan ölçümlerde ise bu oranların sırası ile anteriorda erkeklerde $8,70\pm 1,67$ mm ve kadınlarda $7,13\pm 1,51$ mm, posterior yüksekliğin ise erkeklerde $5,67\pm 1,45$ ve kadınlarda ise $5,14\pm 1,04$ olduğu saptanmıştır. L3-4 mesafesinde anterior yüksekliğin erkekte $9,66\pm 1,75$ mm ve kadında $8,11\pm 1,62$ mm, posterior disk yüksekliğinin erkeklerde $5,90\pm 1,50$ mm ve kadınlarda $5,59\pm 1,22$ mm olduğu saptanmıştır. L4-5 mesafesinde ise anterior disk yüksekliğinin erkek cinsiyette $10,94\pm 2,15$ ve kadınlarda ise $9,82\pm 2,28$ mm olduğu, posterior disk yüksekliğinin erkeklerde $6,05\pm 1,42$ mm ve kadınlarda $5,98\pm 1,41$ mm olduğu ölçülmüştür. L5-S1 mesafesi anterior yüksekliğin erkeklerde $11,92\pm 2,59$ mm ve kadınlarda $11,36\pm 2,94$ mm, posterior intervertebral disk yüksekliğinin erkeklerde $5,27\pm 1,38$ mm ve kadın cinsiyette ise $5,23\pm 1,43$ mm olduğu saptanmıştır (22). Abu-Leil ve arkadaşlarının (94) yaptığı çalışmada ise L1-2 mesafesinde ortalama olarak anterior disk yüksekliği erkek cinsiyette 5,28 mm kadın cinsiyette 4,14 mm ve posterior disk yüksekliği erkek cinsiyette 2,32 mm ve kadın cinsiyette 1,66 mm olarak gösterilmiştir. L2-3 mesafesinde ortalama olarak anterior disk yüksekliği erkek için 6,04 mm kadın için 5,40 mm, posterior disk yüksekliği erkek için 2,66 mm, kadın için 2,06 mm olarak ölçülmüştür. L3-4 mesafesinde ortalama olarak anterior disk yüksekliği erkekte 7,0mm kadında 6,14 mm, posterior disk yüksekliği erkekte 3,26 mm, kadında 2,65 mm ölçülmüştür. L4-5 mesafesinde ortalama olarak anterior disk yüksekliği erkekte 8,82 mm, kadında 8,27 mm, posterior disk yüksekliği erkekte 3,23 mm, kadında 3,19 mm ölçülmüştür. L5-S1 mesafesinde ortalama

olarak anterior disk yüksekliği erkekte 10,06 mm kadında 9,51 mm, posterior disk yüksekliği erkekte 1,92mm, kadında 2,67mm ölçölmüştür. Tarafımızca yapılan bu çalışmada ise spinal stenoz nedeniyle opere edilen hastalarda üst ve altı komşu disklerin anterior ve posterior yükseklikleri ölçölmüştür. Operasyon öncesi üst komşu diskin anterior yüksekliği 5,4-13,6 mm aralığında olup, ortalama $9,16 \pm 1,93$ mm olarak görölmüştür, posterior yüksekliği ise 2,7-9,9 mm aralığında olup, ortalama $5,72 \pm 1,5$ mm olarak ölçölmüştür. Operasyon öncesi alt komşu diskin anterior yüksekliği 3,6-22,1 mm aralığında olup, ortalama $12,07 \pm 3,86$ mm olarak görölmüştür, posterior yüksekliği ise 2,2-9,2 mm aralığında olup, ortalama $5,37 \pm 1,56$ mm olarak ölçölmüştür. Özellikle rijid rod uygulanan gruplarda postoperatif üst ve alt disk yüksekliklerinde değişimlerin istatistiksel olarak anlamlı derecede azaldığı görölmüş olup, disk dejenerasyonun açısından anlamlı olabileceği düşünölmüştür. ($p < 0.005$)

Yan ve arkadaşlarının (95) intervertebral foramenlere dair morfolojik inceleme yaptığı bir çalışmada, farklı yaş gruplarında 25 erkek olguda lomber vertebra için, pedikölden superior artiköler procese olan foramen yüksekliği (Foramen superior-inferior (SI) çapı) ve foramen genişliği (Foramen superior-inferior (AP) çapı) ölçölmüştür. Bu çalışmaya göre foramen yüksekliği orta yaş grubunda, L3-4 mesafesinde 17.85 ± 4.04 mm, L4-5 mesafesinde 15.67 ± 3.95 mm, L5-S1 mesafesinde 13.33 ± 2.98 mm olarak gösterilmiştir. Foramen genişliği ise L3-4 mesafesinde 8.44 ± 1.33 mm, L4-5 mesafesinde 7.77 ± 0.92 mm, L5-S1 mesafesinde 9.11 ± 1.93 mm olarak gösterilmiştir. Senoo ve arkadaşları (96) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise foramen yüksekliğinin L1-2 mesafesi için 17,9 mm, L2-3 mesafesi için 18,0 mm, L3-4 mesafesi için 17,2 mm, L4-5 mesafesi için 16,1 mm, L5-S1 mesafesi için 15,9 mm ölçöldüğü saptanmıştır. Aynı çalışmada foramen genişliklerinin L1-2 mesafesi için 7,2 mm, L2-3 mesafesi için 6,8 mm, L3-4 mesafesi için 6,5 mm, L4-5 mesafesi için 5,5 mm, L5-S1 mesafesi için 5,0 mm olarak ölçöldüğü bulunmuştur.

Tarafımızca yapılan bu çalışmada ise, cerrahi uygulanan segmentin üst ve alt komşu segmentlerindeki foramen yüksekliği ve foramen genişliği ölçölmüştür. Bu değerler operasyon öncesi, üst sol foramen SI çapı (foramen yüksekliği) için 13,1-25,6 mm aralığında değişim göstermiş olup, ortalama $19,9 \pm 2,48$ mm olarak, üst sağ foramen SI çapı (foramen yüksekliği) 11,4-28,1 mm aralığında saptanmış olup, ortalama $20,05 \pm 3,02$ mm olarak ölçölmüştür. Operasyon öncesi alt sol foramen SI çapı (foramen yüksekliği) değeri 6,5-24,2 mm aralığında olup, ortalama 14.99 ± 4 mm olarak, alt sağ foramen SI çapı (foramen yüksekliği) için 6,8-26,7 mm aralığında olup, ortalama olarak 15.45 ± 3.87 mm ölçölmüştür. Foramen genişliklerine bakıldığında operasyon öncesi sol üst foramen AP çapı (foramen

genişliği) 6,3-12,7 mm aralığında değişim göstermiş olup, ortalama 9.47 ± 1.33 mm olarak, sağ üst foramen AP çapı (foramen genişliği) 7,3-12,2 mm aralığında olup, ortalama 9.63 ± 1.19 mm olarak ölçülmüştür. Operasyon öncesi sol alt foramen AP çapı 6-15,8 mm aralığında olup, ortalama 10.32 ± 2.39 mm olarak, sağ alt foramen AP çapı 6,1-14,9 mm aralığında olup, ortalama 10.42 ± 1.91 mm olarak ölçülmüştür. Özellikle rijid rod uygulanan grupta foramen çaplarındaki değişimlerin büyük oranda istatistiksel olarak anlamlı olduğu dikkat çekmektedir. Literatürde benzer bir morfometrik analiz çalışmasına rastlanmamış olup, ilk kez LSS olgularında komşu segment foramen çapı analizi yapılmıştır.

Şafak ve arkadaşları (97) tarafından yapılan çalışmada, lomber spinal bölgede ligamentum flavum kalınlıkları morfometrik olarak analiz edilmiştir. Yaptıkları çalışmada sonuç olarak, ligamentum flavum kalınlıklarının yaş ve cinsiyet ile değişmediğini ve L4-5, L5-S1 seviyelerinde sol ligamentum flavumun sağ ligamentum flavumdan daha kalın olduğunu iddia etmişlerdir. L4-5 seviyesinde sol ligamentum flavum kalınlığını $3,46\pm 0,48$ mm, sağ ligamentum flavum kalınlığı $3,40\pm 0,53$ mm olarak ölçülmüşlerdir. L5-S1 seviyesinde sol ligamentum flavum kalınlığının $3,61\pm 0,53$ mm, sağ ligamentum flavum kalınlığının $3,55\pm 0,47$ mm olarak ölçüldüğü belirtilmiştir. Kolte ve arkadaşlarının (98) yaptığı başka bir çalışmada ise, L3-4 seviyesinde sol ligamentum flavum kalınlığı $3,52\pm 0,99$ mm, sağ ligamentum flavum kalınlığı $3,38\pm 0,94$ mm, L4-5 seviyesinde sol ligamentum flavum kalınlığı $3,84\pm 1,12$ mm, sağ ligamentum flavum kalınlığı $3,70\pm 1,16$ mm, L5-S1 seviyesinde sol ligamentum flavum kalınlığı $3,78\pm 1,24$ mm, sağ ligamentum flavum kalınlığı $3,65\pm 1,16$ mm olarak ölçülmüştür. Benzer şekilde sol ligamentum flavum kalınlıklarının daha fazla olduğu öne sürülmüştür. Yaptığımız çalışmada da, lomber spinal stenoz nedeniyle cerrahi girişim uygulanan segmentin üst ve alt komşu seviyelerinde ligamentum flavum kalınlıkları ölçülmüştür. Operasyon öncesi üst sol ligamentum flavum kalınlığı 2,2-5,2 mm aralığında değişkenlik göstermiş olup, ortalama 3.27 ± 0.63 mm olarak, üst sağ ligamentum flavum kalınlığı 0,7-5,8 mm aralığında değişkenlik göstermiş olup ortalama 3.21 ± 0.77 mm olarak ölçülmüştür. Operasyon öncesi alt sol ligamentum flavum kalınlığı 1,6-5,4 aralığında değişkenlik göstermiş olup, ortalama 3.32 ± 0.85 mm olarak, alt sağ ligamentum kalınlığı ise 1,4-5,1 aralığında değişkenlik göstermiş olup, ortalama $3,3\pm 0.78$ mm olarak saptanmıştır. Özellikle rijid rod uygulanan grupta gerek alt gerekse üst sağ ve sol ligamentum flavum kalınlıklarının istatistiksel olarak anlamlı derecede arttığı dikkat çekmektedir. ($p<0.001$) Ortalama sol ligamentum flavum kalınlığı bu çalışmada da sağ ligamentum flavum kalınlığına göre sayısal olarak yüksek çıkmış, ancak bu durum istatistiksel olarak değerlendirilmemiştir.

Komşu segment hastalığı spinal füzyona komşu seviyede radyolojik görüntülemelerde bulgu olması ve klinik belirteçlerin eşlik etmesi anlamına gelmektedir. Wang ve arkadaşlarının (7) yaptığı bir sistematik derlemede, posterior lomber füzyon sonrası komşu segment hastalığı oranının %18,6 olduğu gösterilmiştir. Füzyon sonrası ikincil cerrahi nedenleri arasında, komşu segment hastalığının oranı %52 olarak gösterilmiştir (6). Ancak komşu segment dejenerasyonu yalnızca lomber spinal füzyon yapılan hastalarda görülmemiştir, Bydon ve arkadaşları (68) yaptıkları çalışmada, füzyonsuz dekompresif laminektomi uygulanan hastaların postoperatif 4 yıllık takiplerinde olguların yaklaşık %10'unda cerrahi gereksinim duyulan komşu segment hastalığı oluştuğunu raporlamışlardır.

Cheung ve arkadaşlarının (69) yaptığı bir çalışmada 235 dekompresyon uygulanmış olgu 5 yıl süre ile takip edilmiş. Bu sürede komşu segment hastalığı nedeniyle reoperasyon gereksinimi olan hasta oranı %21,7 olarak saptanmış. Dekompresyon sonrası komşu segment hastalığı gelişim oranının 3,9 kat arttığı ifade edilmiştir. Komşu segment hastalığı nedeniyle ilişkili olan risk faktörleri olarak yaş ve dekompresyon uygulanan segment sayısı gösterilmiştir. Ogrenci ve arkadaşlarının (86) yaptıkları çalışmada, LSS tanısıyla Peek rod uygulanan 172 hastanın takiplerinde 10 olguda (%5,8) reoperasyon ihtiyacı olduğu ve bu hastalardan sadece 4'ünün komşu segment hastalığı nedeniyle opere edildiği raporlanmıştır. Ayrıca opere edilen bu 4 hastanın 2'sinin üst komşu segment hastalığı, kalanlarında alt komşu segment hastalığı olduğu belirtilmiştir. Athanasakopoulos ve arkadaşlarının (99) yaptığı bir çalışmada PEEK rod uygulanan 52 hasta ortalama 3 yıl süre ile takip edildiği ve komşu segment hastalığına rastlanılmadığı bildirilmiştir.

Yapılan bu çalışmada komşu segment hastalığına yönelik posterior transpediküler füzyon sistemlerinin morfometrik değişimler açısından karşılaştırılması hedeflenmiştir. Rijid titanyum rod ve PEEK rod uygulanmış olgular kendi içlerinde operasyon öncesi ve operasyon sonrası morfometrik veriler açısından değerlendirilmiş, bunun yanı sıra gruplar birbirleri ile de kıyaslanmıştır.

Verilerimiz incelendiğinde, beklenildiği gibi darlığın bulunduğu ve cerrahi işlemin uygulandığı seviyede gerek rijid rod uygulanan gerekse peek rod uygulanan gruplarda operasyon sonrası kanal AP çapında, kanal lateral çapında ve kanal hacminde istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu saptanmıştır. ($p<0.001$) İki grup arasındaki değişim kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Üst ve alt komşu segmentlerin kanal hacimleri de ölçülmüştür. Üst ve alt komşu segment kanal hacmi değerlendirildiğinde rijid rod grubunda istatistiksel olarak anlamlı bir

azalma görülmüştür. Ancak PEEK rod grubunda saptanan minimal azalma istatistiksel olarak anlamlı değildir. Rijid rod grubundaki kanal hacmindeki bu azalmanın, PEEK rod grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede fazla olduğu görülmüştür ($p<0.001$). Bu çalışmanın çarpıcı sonuçlarından birisi olarak PEEK rod kullanımının ortalama 17,5 aylık takipte üst ve alt komşu segmentlerin hacimlerindeki azalma açısından değerlendirildiğinde, rijid rod sistemine göre daha faydalı olabileceği kanısına varılmıştır. Ayrıca literatür incelendiğinde, tarafımızca yapılmış çalıma benzeri komşu segment kanal hacmi değerlendirmelerinin yapıldığı çalışmaya rastlanmamıştır. Dolayısı ile elimizdeki veriler bize PEEK rod sisteminin komşu segmentlerin kanal hacmini korumada daha efektif olduğunu gösterse de, bu konuda daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulduğu açıktır.

Bu çalışmada cerrahi uygulanan seviyenin üst ve alt komşu intervertebral disk yükseklikleri hem anterior hem posteriordan ölçülmüştür. Üst mesafe diskin anterior yüksekliği operasyon sonrası rijid rod uygulanan olgularda istatistiksel olarak anlamlı derecede azalmıştır ($p=0.005$). PEEK rod grubunda görülen azalma ise istatistiksel olarak anlamlı değildi. İki grup değişimleri açısından karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir. Üst mesafe diskin posterior yüksekliği operasyon sonrası rijid rod uygulanan olgularda istatistiksel olarak anlamlı derecede azalmıştır ($p=0.003$). PEEK rod grubunda görülen azalma ise istatistiksel olarak anlamlı olarak değerlendirilmemiştir. İki grup değişimleri açısından karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir. Alt mesafe diskin anterior yüksekliği operasyon sonrası her iki grupta azalsa da bu azalmalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. İki grup arasındaki değişim karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir. Alt mesafe diskin posterior yüksekliği operasyon sonrası rijid rod uygulanan olgularda istatistiksel olarak anlamlı derecede azalmıştır ($p=0.003$). PEEK rod grubunda görülen azalma ise istatistiksel olarak anlamlı değildi. İki grup değişimleri açısından karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir. Özellikle rijid rod uygulanan grupta, üst mesafe ve alt mesafe disk yüksekliklerindeki değişimlerin anlamlı derecede yüksek olması, komşu segment disk dejenerasyonu üzerine rijid stabilizasyon sistemlerinin etkisi olabileceğini göstermektedir.

Bu çalışmada cerrahi uygulanan seviyenin üst ve alt komşu segmentlerinde hem sağ hem sol nöral foramen yüksekliği ve nöral foramen genişlikleri rijid ve PEEK rod sistemleri için operasyon öncesi ve sonrası olarak ve gruplar arası karşılaştırılmıştır.

Üst sol foramen genişliği rijid rod kullanılan sistemde operasyon sonrası istatistiksel olarak anlamlı derecede azalmıştır ($p=0.008$). PEEK rod sisteminde ise operasyon sonrası

nöral foramen genişliği artış göstermesine rağmen istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bu iki değer birbiri ile kıyaslandığında Rijid rod sistemindeki değişimin dinamik rod sistemindeki değişime göre daha büyük olduğu görülmüştür ($p=0.007$). Alt mesafe sol foramen genişliğine bakıldığında her iki sistemde artış olduğu görülmüştür. Rijid rod sistemi kullanılan olgularda bu değişim istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. ($p=0.003$). Ancak PEEK rod sistemi kullanılan olgularda istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir. Üst mesafe sol foramen yüksekliği rijid rod grubunda istatistiksel olarak anlamlı derecede azalırken ($p=0.016$), PEEK rod grubunda artış görülmesine rağmen bu artış istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür. İki grup arasındaki değişim karşılaştırıldığında rijid rod grubundaki değişimin dinamik rod grubunda kıyasla anlamlı derecede büyük olduğu saptanmıştır ($p=0.015$). Üst mesafe sağ foramen yüksekliği rijid rod grubunda istatistiksel olarak anlamlı derecede azalırken ($p<0.001$), İki grup karşılaştırıldığında rijid rod grubundaki değişimin PEEK rod grubuna kıyasla anlamlı derecede büyük olduğu saptanmıştır ($p=0.001$). Alt mesafe sol foramen yüksekliği rijid rod grubunda istatistiksel olarak anlamlı derecede azalmıştır ($p<0.001$). Yine alt mesafe sağ foramen yüksekliği rijid rod uygulanan olgularda istatistiksel olarak anlamlı derecede azalmıştır ($p=0.002$). Literatürde komşu segment hastalığında komşu segment foraminal analizlerin değerlendirilip karşılaştırıldığı çalışmaya rastlanmamış olup, yapılan bu çalışmada, PEEK rod kullanılan olgularda üst komşu segmentteki foramen yüksekliklerinin rijid rod kullanılan olgulara göre daha iyi korunduğu ve hatta rijid rod sisteminde yükseklik azalırken PEEK rod sisteminde artış görüldüğü çıkarımı yapılabilir.

Tüm bu analizlere ek olarak bu çalışmada, stabilizasyon sistemlerinin komşu segment morfolometrik değişimlerine etkilerini değerlendirmek amacıyla, ligamentum flavum kalınlıkları da hem üst hem alt mesafede sağ ve sol taraflı olarak ölçülmüştür. Üst sağ ligamentum flavum kalınlığı operasyon sonrası rijid rod uygulanan olgularda istatistiksel olarak anlamlı derecede artış göstermiştir ($p<0.001$). PEEK rod uygulanan olgulardaki artış istatistiksel olarak anlamlı saptanmamıştır. İki grup arasındaki değişim kıyaslandığında rijid rod grubundaki değişimin anlamlı derecede daha büyük olduğu görülmüştür ($p=0.003$). Üst sol ligamentum flavum kalınlığında operasyon sonrası rijid rod uygulanan olgularda istatistiksel olarak anlamlı derecede arttığı görülmüştür ($p<0.001$). Alt sağ ligamentum flavum kalınlığının operasyon sonrası rijid rod grubunda istatistiksel olarak anlamlı derecede arttığı görülmüştür ($p<0.001$). PEEK rod grubunda minimal bir azalma görülmesine rağmen bu değişim istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır. İki grup karşılaştırıldığında rijid rod grubundaki değişimin PEEK rod grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede büyük olduğu

görülmüştür ($p=0.001$). Alt sol ligamentum flavum kalınlığının operasyon sonrası rijid rod uygulanan olgularda istatistiksel olarak anlamlı derecede arttığı görülmüştür ($p=0.003$). PEEK rod grubundaki minimal azalmanın ise istatistiksel olarak anlamlı olmayan şekilde azaldığı görülmüştür. İki grup arasındaki değişim karşılaştırıldığında rijid rod grubundaki değişimin PEEK rod grubuna göre anlamlı derecede büyük olduğu görülmüştür ($p=0.001$). Alt ve üst komşu segment lokalizasyonunda, ölçümleri yapılan, hem sağ hem sol ligamentum flavum kalınlıkları açısından değerlendirildiğinde, rijid rod uygulanan olgulardaki artışın PEEK rod kullanılan olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı derecede fazla olduğu saptanmış olup, komşu segment stenozu üzerine olumsuz etkisinin daha fazla olabileceği kanısına varılmıştır.

Yapılan bu çalışmadaki her iki grupta da operasyon öncesi morfometrik değerlerin literatür ile uyumlu olduğu görülmüştür. Özellikle LSS olgularını içeren bu çalışmada, dekompresyona ek olarak peek rod ile stabilizasyon uygulamalarının rijid vida-rod sistemi ile stabilize edilen olgulara göre, komşu segment hastalığı üzerine etkisinin daha koruyucu olduğu kanısına varılabilmektedir. Fakat literatürde, bu iki stabilizasyon sisteminin komşu segment hastalığı üzerine etkinliğinin karşılaştırıldığı, kapsamlı çalışmaların oldukça sınırlı sayıda olduğu dikkat çekmektedir. İleri yaş popülasyonunda oldukça sık karşılaşılan, ekonomik, psikososyal ve yaşam kalitesi açısından ciddi sonuçları olan LSS'de seçilecek olan cerrahi tedavi şeklinin ve kullanılan enstrüman sistemlerinin, bu hasta grubunda en sık reoperasyon nedeni olarak düşünülen komşu segment hastalığına etkileri açısından, daha çok çalışma yapılması büyük bir önem taşımaktadır. Yapılan bu çalışmanın güçlü yönleri, literatürde sık değinilen bir konuya az değinilen bir bakış açısı ile yeni veriler sunması ve cerrahi sonrası karşılaşılan sorunların daha iyi anlaşılabilmesini sağlayacak morfometrik ölçümler ile gelecek çalışmalar açısından yol gösterici olmasıdır. Bu çalışmanın limitasyonları arasında ise gruplar arasındaki hasta yaşlarının etkisinin öngörülememesi, cerrahi uygulanan segment sayısının ve lokalizasyonunun değişkenlik göstermesine bağlı olarak cerrahi etkilerin bu etkenlere bağlı sınıflandırılmaması, hastaların disk dejenerasyonuna neden olabilecek ek verilerinin ve cerrahi sonrası yaşam tarzlarının saptanmamış olması, morfometrik analizlerin klinik veriler ile korele edilerek morfometrik bu değişimlerin olgular üzerindeki etkilerinin anlaşılabilmesi gösterilebilir. Opere edilen LSS olgularında, cerrahi girişim yöntemi ve uygulanan enstrüman sistemlerinin, bu olgularda reoperasyonun en sık nedeni olan komşu segment hastalığı üzerine etkilerinin daha iyi anlaşılması için, yapılacak çalışmalar da geniş olgu sayısı içeren, yaş, cinsiyet ve ırksal açıdan heterojen olan, her segment için ayrı

değerlendirme yapılacak bir tasarıma sahip, morfometrik ölçüm sonuçları klinik bulgular ile korele edilmiş, prospektif, randomize, kontrollü, klinik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.



SONUÇLAR

Yapılan bu çalışmada araştırmaya dahil edilen LSS olgularında, operasyon öncesi morfometrik değerlerin literatür ile uyumlu olduğu görülmüştür. Operasyon sonrası değişimler ve operasyon sırasında stabilizasyon amacı ile kullanılan rijid rod ve peek rod sistemlerinin karşılaştıran yayın sayısı, literatürde sınırlı sayıdadır. Özellikle ileri yaş bireylerde oldukça sık karşılaşılan, ekonomik, psikososyal ve yaşam kalitesi açısından ciddi sonuçları olan LSS'de seçilecek olan cerrahi yöntemin ve stabilizasyon sisteminin, opere edilmiş LSS olgularında en sık reoperasyon nedeni olarak düşünülen komşu segment hastalığına etkileri açısından daha çok klinik çalışma yapılması büyük bir önem taşımaktadır.

Çalışmamızın tüm sonuçları aşağıda özetlenmiştir:

- ❖ Rijid rod ve Peek rod uygulanan her iki grupta da operasyon sonrası aynı mesafedeki kanal çapı AP ve lateral artmış olarak bulunmuştur. Preop ve postop değişimler açısından iki grup arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmamıştır.
- ❖ Rijid rod ve Peek rod uygulanan her iki grupta da operasyon sonrası aynı mesafedeki kanal hacmi beklendiği gibi artmış olarak bulunmuştur. Preop ve postop değişimler açısından iki grup arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmamıştır.
- ❖ Üst mesafe kanal hacmi operasyon sonrası Rijid rod grubunda istatistiksel olarak anlamlı derecede azalmışken; Peek rod grubundaki azalma istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Rijid rod grubunda üst mesafe kanal hacmi Peek rod grubuna göre anlamlı derecede azalmıştır. PEEK rod sisteminin komşu segmentlerin kanal hacmini korumada rijid rod sisteminden daha efektif olduğu gözlenmiştir
- ❖ Alt mesafe kanal hacmi operasyon sonrası Rijid rod grubunda istatistiksel olarak anlamlı derecede azalmışken; Peek rod grubundaki azalma istatistiksel olarak anlamlı

bulunmamıştır. Rijid rod grubunda alt mesafe kanal hacmi Peek rod grubuna göre anlamlı derecede azalmıştır

- ❖ Peek rod grubunda operasyon sonrası lomber lordoz açısının istatistiksel anlamlı olarak azaldığı görülmüştür. Rijid rod grubunda minimal bir artış olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı görülmemiştir. İki grup preop-postop değişimler açısından karşılaştırıldığında Peek rod grubunda izlenen değişimin rijid rod grubunda izlenen değişimden büyük olduğu gözlemlenmiştir.
- ❖ Üst mesafe disk ANT yüksekliği operasyon sonrası Rijid rod grubunda istatistiksel anlamlı olarak azalmıştır. Peek rod grubundaki azalma istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır. İki grup arasındaki değişimler karşılaştırıldığında istatistiksel anlamlı bir fark görülmemiştir.
- ❖ Üst mesafe disk POST yüksekliği operasyon sonrası Rijid rod grubunda istatistiksel anlamlı olarak azalmıştır. Peek rod grubundaki azalma istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır. İki grup arasındaki değişimler karşılaştırıldığında istatistiksel anlamlı bir fark görülmemiştir.
- ❖ Alt mesafe disk ANT yüksekliği operasyon sonrası Rijid rod ve Peek rod gruplarındaki azalma istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır. İki grup arasındaki değişimler karşılaştırıldığında istatistiksel anlamlı bir fark görülmemiştir.
- ❖ Alt mesafe disk POST yüksekliği operasyon sonrası Rijid rod grubunda istatistiksel anlamlı olarak azalmıştır. Peek rod grubundaki azalma istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır. İki grup arasındaki değişimler karşılaştırıldığında istatistiksel anlamlı bir fark görülmemiştir.
- ❖ Her iki sistemde de komşu segmentlerde hem anterior hem posterior disk yüksekliklerinde minimal de olsa azalma olduğu görülmüştür.
- ❖ Üst sol foramen AP çapı operasyon sonrası Rijid rod grubunda istatistiksel olarak anlamlı derecede azalmıştır. Peek rod grubunda gözlemlenen artış istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır. İki grup arasındaki değişim karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmüştür.
- ❖ Üst sol foramen SI çapı operasyon sonrası Rijid rod grubunda istatistiksel olarak anlamlı derecede azalmıştır. Peek rod grubunda gözlemlenen artış istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır. İki grup arasındaki değişim karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmüştür.

- ❖ Üst sağ foramen AP çapı operasyon sonrası her iki grupta azalmıştır, bu azalma istatikselsel olarak anlamlı çıkmamıştır. İki grup arasındaki değişim karşılaştırıldığında istatikselsel olarak anlamlı fark görülmemiştir.
- ❖ Üst sağ foramen SI çapı operasyon sonrası Rijid rod grubunda istatikselsel olarak anlamlı derecede azalmıştır. Peek rod grubunda gözlemlenen artış istatikselsel olarak anlamlı çıkmamıştır. İki grup arasındaki değişim karşılaştırıldığında istatikselsel olarak anlamlı fark görülmüştür.
- ❖ Alt sol foramen AP çapı operasyon sonrası Rijid rod grubunda istatikselsel olarak anlamlı derecede artmıştır. Peek rod grubunda gözlemlenen artış istatikselsel olarak anlamlı çıkmamıştır. İki grup arasındaki değişim karşılaştırıldığında istatikselsel olarak anlamlı fark görülmemiştir.
- ❖ Alt sol foramen SI çapı operasyon sonrası Rijid rod grubunda istatikselsel olarak anlamlı derecede azalmıştır. Peek rod grubunda gözlemlenen azalma istatikselsel olarak anlamlı çıkmamıştır. İki grup arasındaki değişim karşılaştırıldığında istatikselsel olarak anlamlı fark görülmemiştir.
- ❖ Alt sağ foramen AP çapı operasyon sonrası Rijid rod grubunda artmıştır, bu artış istatikselsel olarak anlamlı çıkmamıştır. Peek rod grubunda gözlemlenen azalma istatikselsel olarak anlamlı çıkmamıştır. İki grup arasındaki değişim karşılaştırıldığında istatikselsel olarak anlamlı fark görülmemiştir.
- ❖ Alt sol foramen SI çapı operasyon sonrası Rijid rod grubunda istatikselsel olarak anlamlı derecede azalmıştır. Peek rod grubunda gözlemlenen azalma istatikselsel olarak anlamlı çıkmamıştır. İki grup arasındaki değişim karşılaştırıldığında istatikselsel olarak anlamlı fark görülmemiştir.
- ❖ PEEK rod kullanılan olgularda üst komşu segmentteki foramen yüksekliklerinin rijid rod kullanılan olgulara göre daha iyi korunduğu ve hatta rijid rod sisteminde yükseklik azalırken PEEK rod sisteminde artış görüldüğü çıkarımı yapılmıştır.
- ❖ Üst sağ Ligamentum Flavum kalınlığı operasyon sonrası Rijid rod grubunda istatikselsel olarak anlamlı artış göstermiştir. Peek rod grubundaki artış ise istatikselsel olarak anlamlı çıkmamıştır. İki grup karşılaştırıldığında istatikselsel anlamlı fark görülmemiştir.
- ❖ Üst sol Ligamentum Flavum kalınlığı operasyon sonrası Rijid rod grubunda istatikselsel olarak anlamlı artış göstermiştir. Peek rod grubundaki artış ise istatikselsel olarak anlamlı çıkmamıştır. İki grup karşılaştırıldığında istatikselsel anlamlı fark görülmemiştir.

- ❖ Alt sağ Ligamentum Flavum kalınlığı operasyon sonrası Rijid rod grubunda istatıksel olarak anlamlı artış göstermiştir. Peek rod grubunda azalma görölmesine rağmen bu azalma istatıksel olarak anlamlı çıkmamıştır. İki grup karşılaştırıldığında istatıksel anlamlı fark görölmüştür.
- ❖ Alt sol Ligamentum Flavum kalınlığı operasyon sonrası Rijid rod grubunda istatıksel olarak anlamlı artış göstermiştir. Peek rod grubunda azalma görölmesine rağmen bu azalma istatıksel olarak anlamlı çıkmamıştır. İki grup karşılaştırıldığında istatıksel anlamlı fark görölmüştür.
- ❖ Alt ve üst komşuluktaki hem sağ hem sol ligamentum flavum kalınlıkları açısından değerlendirildiğinde rijid rod uygulanan olgulardaki artışın PEEK rod kullanılan olgulara göre istatıksel olarak anlamlı derecede fazla olduğu saptanmıştı

ÖZET

Lomber spinal stenoz (LSS), özellikle 65 yaş üstü olgularda kalça ve alt ekstremitelerde ortaya çıkan ağrının ve fonksiyonel kaybın en sık nedenidir. Yaşam kalitesini önemli ölçüde etkileyen bu patolojiler ülke ekonomilerine de önemli ölçüde yük getirmektedir. Lomber spinal stenoz olgularında, cerrahi ve cerrahi dışı tedavi arasında tercih yapılması gerektiğinde, olguların klinik bulgularının tedavi seçenekleri açısından en önemli yol gösterici olduğu önerilse olsa bile cerrahi tedavi yöntemlerinin, cerrahi dışı tedavi yöntemlerine göre daha etkin modaliteler olduğu ileri sürülmüştür. Komşu segment hastalığı ise LSS nedeni ile opere edilmiş hasta grubunda en sık reoperasyon nedenidir.

Bu çalışmanın amacı; komşu segment hastalığına yönelik posterior transpediküler füzyon sistemlerinin morfolometrik değişimler açısından karşılaştırılmasıdır. Rijid titanyum rod ve PEEK rod uygulanmış olgular kendi içlerinde operasyon öncesi ve operasyon sonrası morfolometrik veriler açısından değerlendirilmiş, bunun yanı sıra gruplar birbirleri ile de kıyaslanmıştır. Özellikle komşu segmentlerin kanal hacmini korumada, komşu segmentlerde hem anterior hem posterior disk yükseklik kayıplarını önlemede, üst komşu segmentteki foramen yüksekliklerinin korunmasında ve alt ve üst komşu segmentteki hem sağ hem sol ligamentum flavum hipertrofisini önlemede PEEK rod sistemlerinin daha etkin stabilizasyon sistemleri olduğu saptanmıştır. Dolayısı ile LSS olgularında stabilizasyon amaçlı PEEK rod sistemlerinin, gelişebilecek komşu segment hastalığı riskini azaltabileceği görülmektedir.

Sonuç olarak; özellikle ileri yaş bireylerde oldukça sık karşılaşılan, ekonomik, psikososyal ve yaşam kalitesi açısından ciddi sonuçları olan LSS’de seçilecek olan cerrahi yöntemin ve stabilizasyon sisteminin, opere edilmiş LSS olgularında en sık reoperasyon nedeni olarak düşünülen komşu segment hastalığına etkileri açısından daha çok klinik çalışma yapılması büyük bir önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Lomber Spinal Stenoz, Komşu Segment Hastalığı, PEEK Rod,

RETROSPECTIVE AND COMPARATIVE EVALUATION OF THE EFFECTS OF RIGID PEDICLE SCREW-ROD SYSTEMS AND DYNAMIC POLYETHERETHERKETONE (PEEK) ROD SYSTEMS PERFORMED FOR THE SURGICAL TREATMENT OF PATIENTS WITH LUMBAR SPINAL STENOSIS ON POSTOPERATIVE ADJACENT SEGMENT DEGENERATION PROCESSES

SUMMARY

Lumbar spinal stenosis (LSS) is the most common cause of pain and functional loss in the hip and lower extremities, particularly in patients over 65 years of age. These pathologies significantly affect the life quality and impose a heavy economic burden on the countries. The clinical findings are the most important guide in determining the appropriate treatment options in LSS cases. However, it has been suggested in the literature that surgical treatment methods are more effective than non-surgical treatment methods. Adjacent segment disease is the most common cause of reoperation in patients operated on for the treatment of LSS.

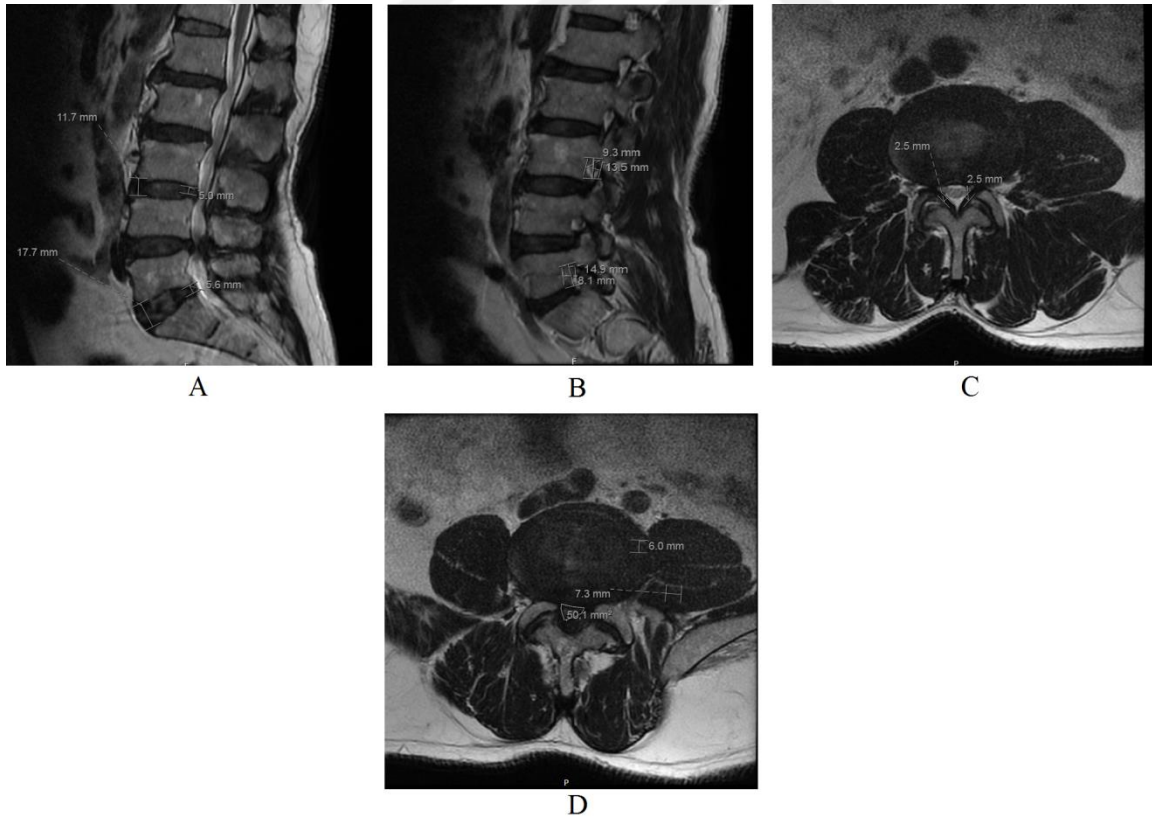
This study aims to compare posterior transpedicular fusion systems using for the surgical treatment of LSS in terms of morphometric changes. The cases in which rigid titanium rod and PEEK rod were applied were evaluated in terms of Pre- and postoperative morphometric data of rigid titanium rod and PEEK rod systems applied patients were evaluated and the group data were also compared with each other. It has been observed that PEEK rod systems provide more effective stabilization, especially in preserving the canal volume of adjacent segments, preventing loss of both anterior and posterior disc height in adjacent segments, preserving foramen heights in the upper adjacent segment, and preventing both right and left ligamentum flavum hypertrophy in the lower and upper adjacent segments. Therefore, PEEK rod systems may reduce the risk of adjacent segment disease in LSS cases.

LSS is a very common disorder, especially in elderly people, with serious economic and psychosocial consequences. In conclusion, more clinical studies are needed to accurately determine the effects of the surgical method and stabilization system using for the treatment of this disease on adjacent segment disease which is the most common cause of reoperation in operated LSS cases.

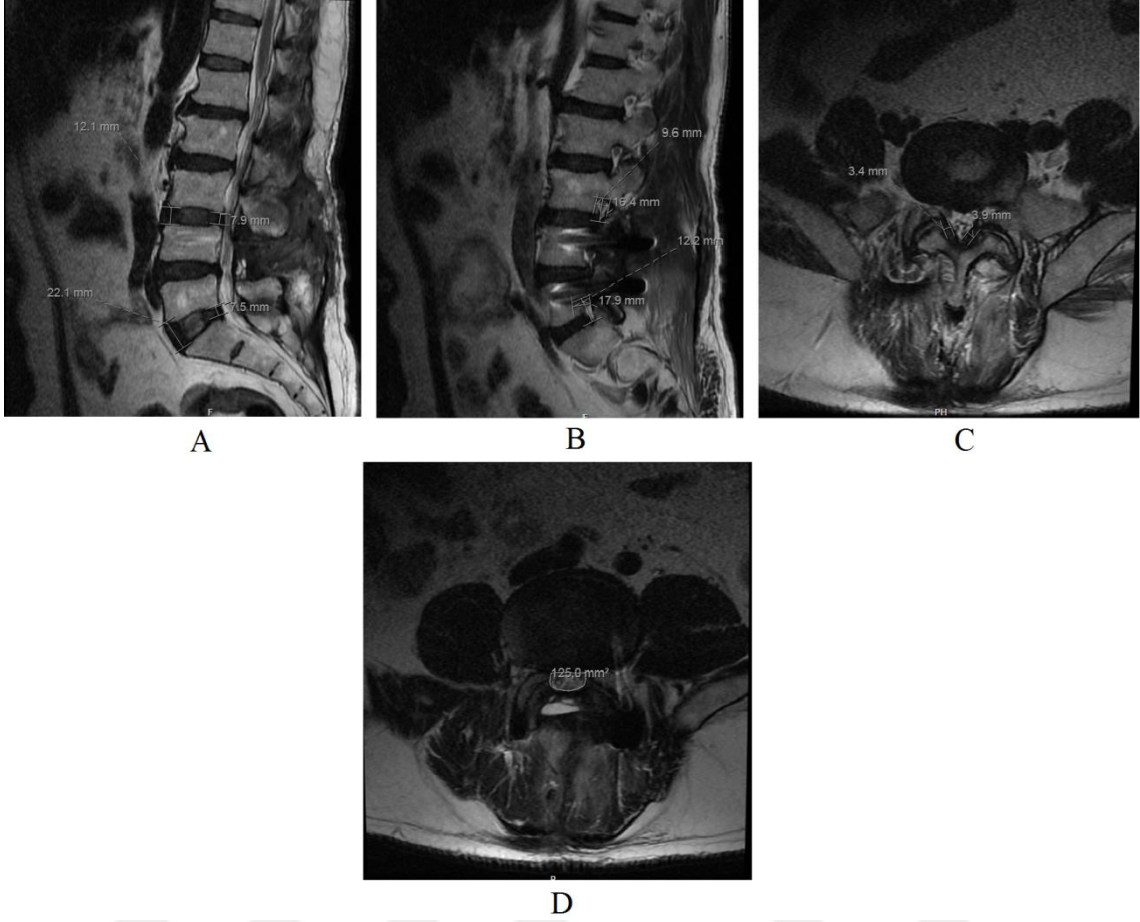
Keywords: Lumbar Spinal Stenosis, Adjacent Segment Disease, PEEK Rod

OLGU SUNUMU

Olgu 1: 59 yaşında erkek hasta polikliniğe, bel ağrısı, her iki bacakta ağrı, nörolojik kladikasyonun 100 metrenin altında olması şikayetleri ile 2017 yılında başvurdu. Yapılan muayenesinde bilateral ayak bileği dorsifleksiyonunun 4/5 olduğu, duyu muayenesinde L5 seviyesi ve altında parestezi olduğu, derin tendon reflekslerinin normal olduğu ve patolojik refleks saptanmadığı görüldü. Hastanın çekilen lomber MRG tetkikinde L4-5 seviyesinde LSS ile uyumlu spinal stenoz görüldü. Hastanın şikayetlerinin medikal tedaviye dirençli olması ve şikayetsiz yürüme mesafesinin gittikçe azalma göstermesi üzerine hastaya cerrahi girişim planlandı. Hasta cerrahi olarak dekompresif laminektomi ve transpediküler vida (Marka: Osimplant, Hammadde: Ti6Al4V, 2017 İstanbul, Türkiye) ve PEEK rod (Marka: Osimplant, Hammadde: Polyetheretherketone, 2017 İstanbul, Türkiye) sistemi ile opere edildi.



Şekil 29: 1. Olgunun operasyon öncesi lomber MRG tetkikinde morfometrik ölçümlerine dair örnek görüntüler. A-Sagittal kesitte disk yüksekliklerinin ölçümleri, B-Sagittal kesitte foramen yüksek ve genişliklerinin ölçümleri, C-Aksiyel kesitte Ligamentum Flavum kalınlıklarının ölçümleri, D-Aksiyel kesitte darlık görülen mesafede kanal hacmi ölçümleri

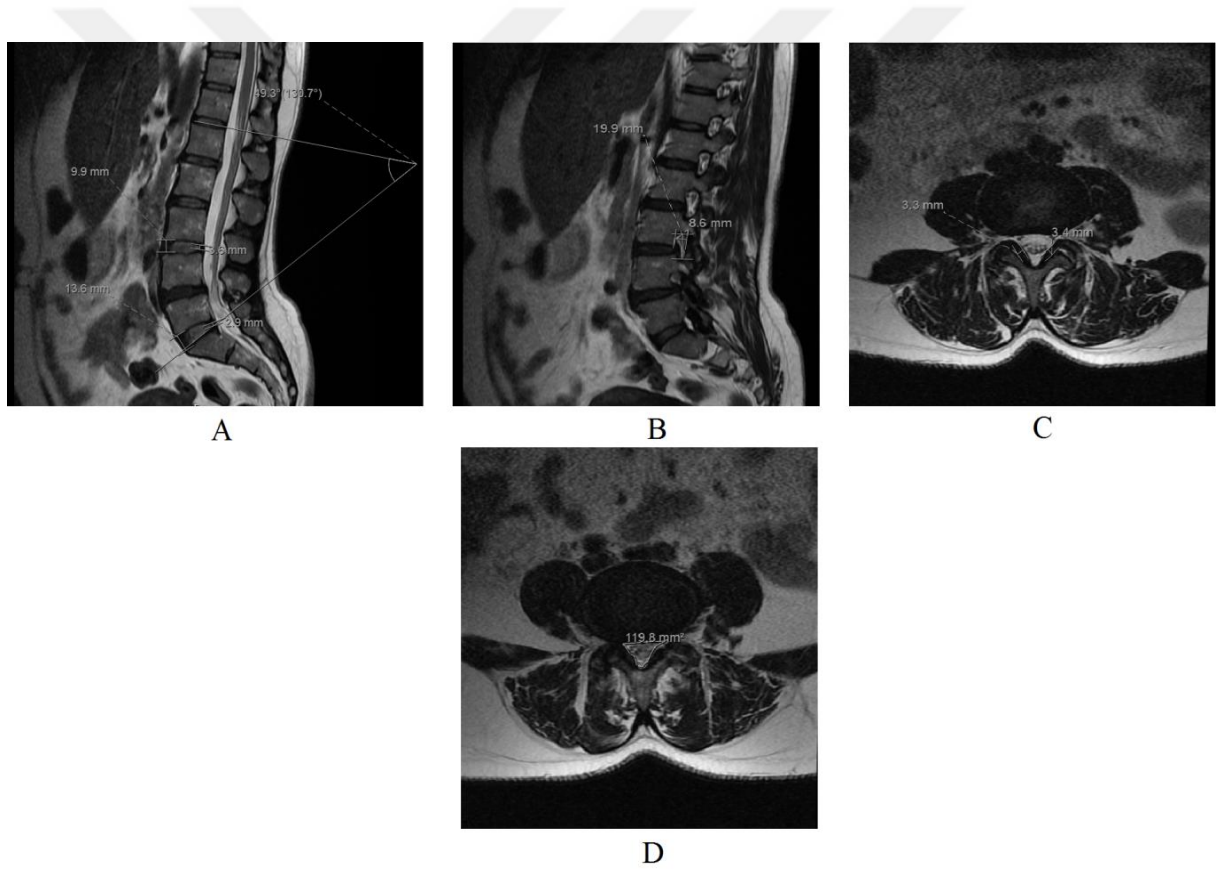


Şekil 30: 1. Olgunun operasyon sonrası lomber MRG tetkikinde morfometrik ölçümlerine dair örnek görüntüleri. A-Sagittal kesitte disk yüksekliklerinin ölçümleri, B-Sagittal kesitte foramen yükseklik ve genişliklerinin ölçümleri, C-Aksiyel kesitte Ligamentum Flavum kalınlıklarının ölçümleri, D-Aksiyel kesitte darlık görülen mesafede kanal hacmi ölçümleri

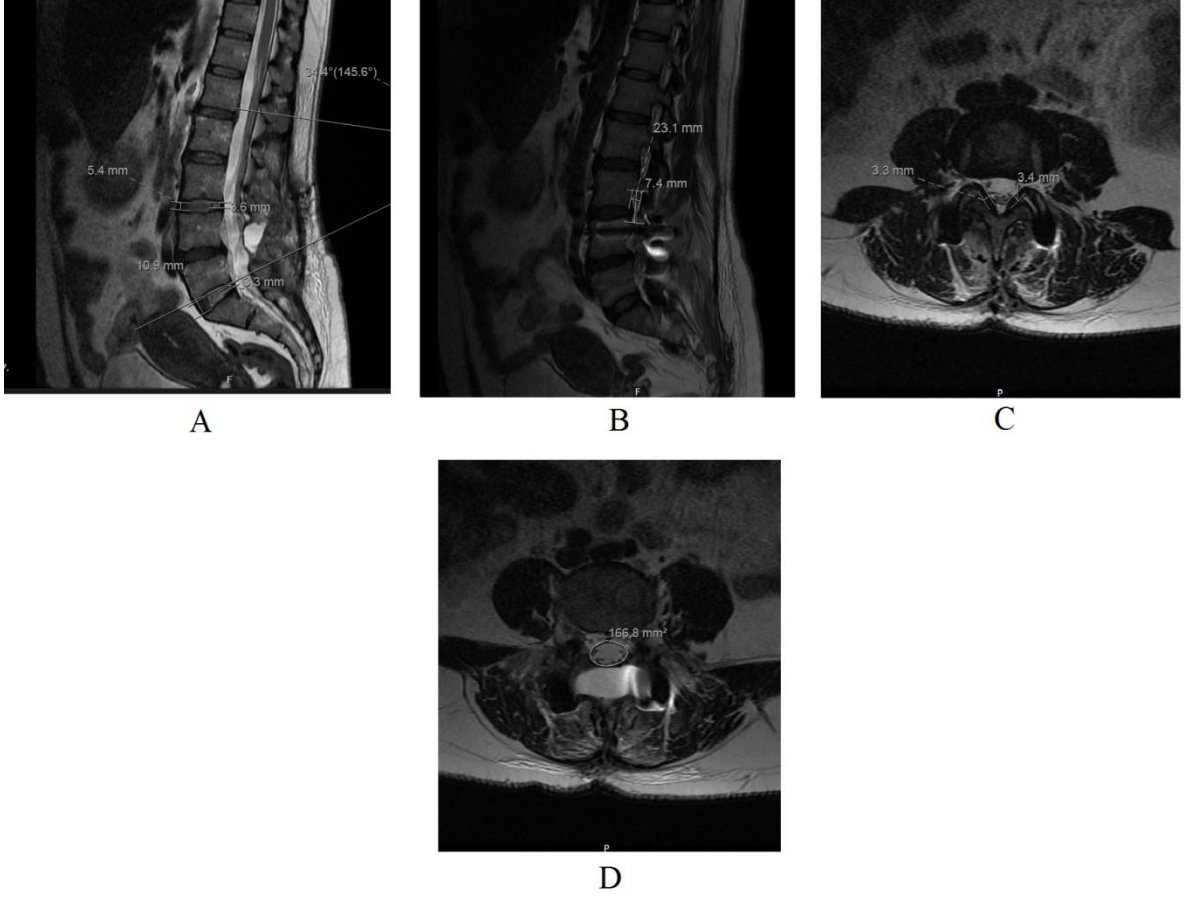


Şekil 31: PEEK rod kullanılan 1. olguda operasyon sonrası lateral röntgen görüntüsü

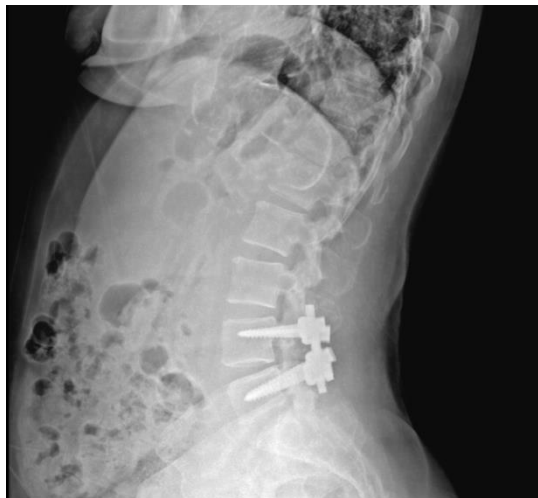
Olgu 2: 57 yaşında kadın hasta polikliniğe, bel ağrısı ve yürüme mesafesinde azalma şikayetleri ile 2018 yılında başvurdu. Yapılan muayenesinde kuvvet kaybı saptanmadığı, derin tendon reflekslerinin normal olduğu ve patolojik refleks saptanmadığı görüldü. Hastanın çekilen lomber MRG tetkikinde L4-5 seviyesinde LSS ile uyumlu spinal stenoz görüldü. Hastanın şikayetlerinin fizik tedavi ve rehabilitasyon sonrası artış göstermesi ve yürüme mesafesinin (nörojenik kladikasyo 50 mt) son 6 ayda ciddi derecede azalma göstermesi üzerine hastaya cerrahi girişim planlandı. Hastaya dekompresif laminektomi ve transpediküler vida (Marka: Osimplant, Hammadde: Ti6Al4V, 2018 İstanbul, Türkiye) ve rijid rod (Marka: Osimplant, Hammadde: Ti6Al4V, 2018 İstanbul, Türkiye) sistemi cerrahi olarak uygulandı.



Şekil 32: 2. Olgunun operasyon öncesi lomber MRG tetkikinde morfometrik ölçümlerine dair örnek görüntüler. A-Sagittal kesitte disk yüksekliklerinin ölçümleri, B-Sagittal kesitte foramen yükseklik ve genişliklerinin ölçümleri, C-Aksiyel kesitte Ligamentum Flavum kalınlıklarının ölçümleri, D-Aksiyel kesitte darlık görülen mesafede kanal hacmi ölçümleri



Şekil 33: 2. Olgunun operasyon sonrası lomber MRG tetkikinde morfometrik ölçümlerine dair örnek görüntüler. A-Sagittal kesitte disk yüksekliklerinin ölçümleri, B-Sagittal kesitte foramen yükseklik ve genişliklerinin ölçümleri, C-Aksiyel kesitte Ligamentum Flavum kalınlıklarının ölçümleri, D-Aksiyel kesitte darlık görülen mesafede kanal hacmi ölçümleri



Şekil 34: Rijid rod kullanılan 2. olguda operasyon sonrası lateral röntgen görüntüsü

KAYNAKLAR

1. Jensen RK, Jensen TS, Koes B, Hartvigsen J. Prevalence of lumbar spinal stenosis in general and clinical populations: a systematic review and meta-analysis. *Eur Spine J* [Internet]. 2020;29(9):2143–63. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00586-020-06339-1>
2. Kreiner DS, Shaffer WO, Baisden JL, Gilbert TJ, Summers JT, Toton JF, et al. An evidence-based clinical guideline for the diagnosis and treatment of degenerative lumbar spinal stenosis (update). *Spine J* [Internet]. 2013 Jul;13(7):734–43. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.spinee.2012.11.059>
3. Ammendolia C, Stuber K, de Bruin LK, Furlan AD, Kennedy CA, Rampersaud YR, et al. Nonoperative treatment of lumbar spinal stenosis with neurogenic claudication: a systematic review. *Spine (Phila Pa 1976)* [Internet]. 2012 May 1;37(10):E609-16. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22158059>
4. Zileli M. Torakolomber Posterior Enstrümanlar. In: Zileli M, Özer AF, editors. *Omurilik ve Omurga Cerrahisi*. 3.Baskı. Ankara: İntertıp Yayınevi; 2014. p. 1611–46.
5. Mavrogenis AF, Vottis C, Triantafyllopoulos G, Papagelopoulos PJ, Pneumaticos SG. PEEK rod systems for the spine. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2014;24(SUPPL.1).
6. Gerling MC, Leven D, Passias PG, Lafage V, Bianco K, Lee A, et al. Risk Factors for Reoperation in Patients Treated Surgically for Lumbar Stenosis. *Spine (Phila Pa 1976)* [Internet]. 2016 May;41(10):901–9. Available from: <http://journals.lww.com/00007632-201605150-00019>
7. Wang T, Ding W. Risk factors for adjacent segment degeneration after posterior lumbar fusion surgery in treatment for degenerative lumbar disorders: a meta-analysis. *J Orthop Surg Res*. 2020;15(1):1–16.
8. Martin BI, Mirza SK, Spina N, Spiker WR, Lawrence B, Brodke DS. Trends in Lumbar Fusion Procedure Rates and Associated Hospital Costs for Degenerative Spinal Diseases in the United States, 2004 to 2015. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2019;44(5):369–76.

9. Naderi S, Türe U, Pait TG. History of spinal cord localization. *Neurosurg Focus* [Internet]. 2004 Jan;16(1):1–6. Available from: <https://thejns.org/view/journals/neurosurg-focus/16/1/foc.2004.16.1.16.xml>
10. Pearce JMS. Burdach's Column. *Eur Neurol* [Internet]. 2006;55(3):179–80. Available from: <https://www.karger.com/Article/FullText/93580>
11. Bican O, Minagar A, Pruitt AA. The spinal cord: a review of functional neuroanatomy. *Neurol Clin* [Internet]. 2013 Feb;31(1):1–18. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ncl.2012.09.009>
12. Cho TA. Spinal Cord Functional Anatomy. *Contin Lifelong Learn Neurol* [Internet]. 2015 Feb;21(1 Spinal Cord Disorders):13–35. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25651215>
13. Mahadevan V. Anatomy of the vertebral column. *Surg* [Internet]. 2018 Jul;36(7):327–32. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.mpsur.2018.05.006>
14. Hardy TA. Spinal Cord Anatomy and Localization. *Contin Lifelong Learn Neurol* [Internet]. 2021 Feb;27(1):12–29. Available from: <https://journals.lww.com/10.1212/CON.0000000000000899>
15. Devereaux MW. Anatomy and Examination of the Spine. *Neurol Clin* [Internet]. 2007 May;25(2):331–51. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0733861907000163>
16. Agur AMR, Dalley AF. Grant's atlas of anatomy [Internet]. 2017. Available from: <http://meded.lwwhealthlibrary.com/book.aspx?bookid=1737>
17. Torun F, Dolgun H, Tuna H, Attar A, Uz A, Erdem A. Morphometric analysis of the roots and neural foramina of the lumbar vertebrae. *Surg Neurol*. 2006;66(2):148–51.
18. Levin K, Covington E, Devereaux MW. Neck and low back pain [Internet]. Vol. 7, CONTINUUM: Lifelong Learning in Neurology. 2001. 9–11 p. Available from: https://journals.lww.com/continuum/Fulltext/2001/07010/LOW_BACK_AND_NECK_PAIN.2.aspx
19. Roberts S, Evans H, Trivedi J, Menage J. Histology and pathology of the human intervertebral disc. *J Bone Jt Surg - Ser A*. 2006;88 Suppl 2(SUPPL. 2):10–4.

20. Reyes-Sánchez A, García-Ramos CL, Deras-Barrientos CM, Alpizar-Aguirre A, Rosales-Olivarez LM, Pichardo-Bahena R. Ligamentum flavum in lumbar spinal stenosis, disc herniation and degenerative spondylolisthesis. An histopathological description. *Acta Ortop Mex* [Internet]. 2019;33(5):308–13. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32253853>
21. Bogduk N. Functional anatomy of the spine. In: *Handbook of Clinical Neurology* [Internet]. 1st ed. Elsevier B.V.; 2016. p. 675–88. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-444-53486-6.00032-6>
22. Bach K, Ford J, Foley R, Januszewski J, Murtagh R, Decker S, et al. Morphometric Analysis of Lumbar Intervertebral Disc Height: An Imaging Study. *World Neurosurg* [Internet]. 2019 Apr;124:e106–18. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2018.12.014>
23. Dzierżanowski J, Skotarczyk M, Baczkowska-Waliszewska Z, Krakowiak M, Radkowski M, Łuczkiwicz P, et al. Morphometric Analysis of the Lumbar Vertebrae Concerning the Optimal Screw Selection for Transpedicular Stabilization. In: *Advances in Experimental Medicine and Biology* [Internet]. 2019. p. 83–96. Available from: http://link.springer.com/10.1007/5584_2018_324
24. Celestre PC, Dimar JR, Glassman SD. Spinopelvic Parameters: Lumbar Lordosis, Pelvic Incidence, Pelvic Tilt, and Sacral Slope: What Does a Spine Surgeon Need to Know to Plan a Lumbar Deformity Correction? *Neurosurg Clin N Am* [Internet]. 2018 Jul;29(3):323–9. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.nec.2018.03.003>
25. Abelin-Genevois K. Sagittal balance of the spine. *Orthop Traumatol Surg Res* [Internet]. 2021 Feb;107(1):102769. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2020.102769>
26. Schwab F, Patel A, Ungar B, Farcy J-P, Lafage V. Adult Spinal Deformity—Postoperative Standing Imbalance. *Spine (Phila Pa 1976)* [Internet]. 2010 Dec;35(25):2224–31. Available from: <http://journals.lww.com/00007632-201012010-00010>
27. Mac-Thiong JM, Berthonnaud É, Dimar JR, Betz RR, Labelle H. Sagittal alignment of the spine and pelvis during growth. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2004;29(15):1642–7.

28. Diebo BG, Varghese JJ, Lafage R, Schwab FJ, Lafage V. Sagittal alignment of the spine: What do you need to know? *Clin Neurol Neurosurg* [Internet]. 2015 Dec;139:295–301. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S030384671530055X>
29. Manchikanti L, Singh V, Falco FJE, Benyamin RM, Hirsch JA. Epidemiology of Low Back Pain in Adults. *Neuromodulation Technol Neural Interface* [Internet]. 2014 Oct;17(S2):3–10. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/ner.12018>
30. Hoy D, Bain C, Williams G, March L, Brooks P, Blyth F, et al. A systematic review of the global prevalence of low back pain. *Arthritis Rheum* [Internet]. 2012 Jun;64(6):2028–37. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1002/art.34347>
31. Freburger JK, Holmes GM, Agans RP, Jackman AM, Darter JD, Wallace AS, et al. The rising prevalence of chronic low back pain. *Arch Intern Med*. 2009;169(3):251–8.
32. Cohen SP, Argoff CE, Carragee EJ. Management of low back pain. *BMJ* [Internet]. 2008 Dec 22;337(dec22 1):a2718–a2718. Available from: <https://www.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bmj.a2718>
33. Ritzwoller DP, Crouse L, Shetterly S, Rublee D. The association of comorbidities, utilization and costs for patients identified with low back pain. *BMC Musculoskelet Disord*. 2006;7:1–10.
34. Zhang TT, Liu Z, Liu YL, Zhao JJ, Liu DW, Tian QB. Obesity as a Risk Factor for Low Back Pain. *Clin Spine Surg*. 2018;31(1):22–7.
35. Shiri R, Karppinen J, Leino-Arjas P, Solovieva S, Viikari-Juntura E. The Association between Smoking and Low Back Pain: A Meta-analysis. *Am J Med* [Internet]. 2010;123(1):87.e7-87.e35. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.amjmed.2009.05.028>
36. Rahim T, Vinas Rios JM, Arabmotlagh M, Sellei R, Rauschmann M. Lumbar spinal canal stenosis: A historical perspective. *Orthopade*. 2019;48(10):810–5.
37. Sachs B., & Fraenkel J. Progressive Ankylotic Rigidity of the Spine. *J Nerv Ment Dis*. 1900;27:1–15.
38. Verbiest H. Stenosis of the lumbar vertebral canal and sciatica. *Neurosurg Rev*. 1980;3(1):75–89.

39. Porter RW, Hibbert C, Evans C. The Natural History of Root Entrapment Syndrome. *Spine (Phila Pa 1976)* [Internet]. 1984 May;9(4):418–21. Available from: <http://journals.lww.com/00007632-198405000-00017>
40. Deer T, Sayed D, Michels J, Josephson Y, Li S, Calodney AK. A Review of Lumbar Spinal Stenosis with Intermittent Neurogenic Claudication: Disease and Diagnosis. *Pain Med* [Internet]. 2019 Dec 1;20(Supplement_2):S32–44. Available from: https://academic.oup.com/painmedicine/article/20/Supplement_2/S32/5661169
41. Lurie J, Tomkins-Lane C. Management of lumbar spinal stenosis. *BMJ*. 2016;352.
42. Deyo RA, Mirza SK, Martin BI, Kreuter W, Goodman DC, Jarvik JG. Trends, major Medical complications, and charges associated with surgery for lumbar spinal stenosis in older adults. *JAMA - J Am Med Assoc*. 2010;303(13):1259–65.
43. Kalichman L, Cole R, Kim DH, Li L, Suri P, Guermazi A, et al. Spinal stenosis prevalence and association with symptoms: the Framingham Study. *Spine J* [Internet]. 2009 Jul;9(7):545–50. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S152994300900117X>
44. Sandella DE, Haig AJ, Tomkins-Lane C, Yamakawa KSJ. Defining the Clinical Syndrome of Lumbar Spinal Stenosis: A Recursive Specialist Survey Process. *PM&R* [Internet]. 2013 Jun;5(6):491–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pmrj.2012.10.001>
45. Wassenaar M, Van Rijn RM, Van Tulder MW, Verhagen AP, Van Der Windt DAWM, Koes BW, et al. Magnetic resonance imaging for diagnosing lumbar spinal pathology in adult patients with low back pain or sciatica: A diagnostic systematic review. *Eur Spine J*. 2012;21(2):220–7.
46. Steurer J, Roner S, Gnannt R, Hodler J. Quantitative radiologic criteria for the diagnosis of lumbar spinal stenosis: A systematic literature review. *BMC Musculoskelet Disord* [Internet]. 2011;12(1):175. Available from: <http://www.biomedcentral.com/1471-2474/12/175>
47. Chou R, Huffman LH. Nonpharmacologic Therapies for Acute and Chronic Low Back Pain: A Review of the Evidence for an American Pain Society/American College of Physicians Clinical Practice Guideline. *Ann Intern Med* [Internet]. 2007 Oct

- 2;147(7):492. Available from: <http://annals.org/article.aspx?doi=10.7326/0003-4819-147-7-200710020-00007>
48. Manchikanti L, Candido KD, Kaye AD, Boswell M V., Benyamin RM, Falco FJE, et al. Randomized Trial of Epidural Injections for Spinal Stenosis Published in The New England Journal of Medicine: Further Confusion Without Clarification. *Pain Physician*. 2014;17(4):475–88.
 49. Liu K, Liu P, Liu R, Xing W, Cai M. Steroid for epidural injection in spinal stenosis: A systematic review and meta-analysis. *Drug Des Devel Ther*. 2015;9:707–16.
 50. Walker CT, Kakarla UK, Chang SW, Sonntag VKH. History and advances in spinal neurosurgery. *J Neurosurg Spine* [Internet]. 2019 Dec;31(6):775–85. Available from: <https://thejns.org/view/journals/j-neurosurg-spine/31/6/article-p775.xml>
 51. Marketos SG, Skiadas P. Hippocrates: The Father of Spine Surgery. *Spine (Phila Pa 1976)* [Internet]. 1999;24(13). Available from: https://journals.lww.com/spinejournal/Fulltext/1999/07010/Hippocrates__The_Father_of_Spine_Surgery.18.aspx
 52. Hadra BE. Wiring The Spinous Processes in Pott’s Disease. *JBJS* [Internet]. 1891;s1-4(1). Available from: https://journals.lww.com/jbjsjournal/Fulltext/1891/04010/WIRING_THE_SPINOUS_PROCESSES_IN_POTT_S_DISEASE.30.aspx
 53. Hibbs RA. THE CLASSIC: An Operation for Progressive Spinal Deformities. *Clin Orthop Relat Res* [Internet]. 2007 Jul;460:17–20. Available from: <https://journals.lww.com/00003086-200707000-00006>
 54. Harrington PR. 1973 Nicoals Andry Award Contribution: The History and Development of Harrington Instrumentation. *Clin Orthop Relat Res* [Internet]. 1973;93. Available from: https://journals.lww.com/corr/Fulltext/1973/06000/1973_Nicoals_Andry_Award_Contribution__The_History.13.aspx
 55. BOUCHER HH. A method of spinal fusion. *J Bone Joint Surg Br* [Internet]. 1959 May;41-B(2):248–59. Available from: <http://online.boneandjoint.org.uk/doi/10.1302/0301-620X.41B2.248>

56. Overdeest G, Vleggeert-Lankamp C, Jacobs W, Thomé C, Gunzburg R, Peul W. Effectiveness of posterior decompression techniques compared with conventional laminectomy for lumbar stenosis. *Eur Spine J* [Internet]. 2015 Oct 17;24(10):2244–63. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s00586-015-4098-4>
57. Weng Dennis Hey H. Post-Laminectomy Spondylolisthesis - A Review of the Posterior Elements and their Contribution to the Stability of the Lumbar Spine. *Open Spine J* [Internet]. 2012 May 18;4(1):5–9. Available from: <http://benthamopen.com/ABSTRACT/TOSPINEJ-4-5>
58. Deer TR, Grider JS, Pope JE, Falowski S, Lamer TJ, Calodney A, et al. The MIST Guidelines: The Lumbar Spinal Stenosis Consensus Group Guidelines for Minimally Invasive Spine Treatment. *Pain Pract* [Internet]. 2019 Mar;19(3):250–74. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30369003>
59. Diwan S, Sayed D, Deer TR, Salomons A, Liang K. An Algorithmic Approach to Treating Lumbar Spinal Stenosis: An Evidenced-Based Approach. *Pain Med* [Internet]. 2019 Dec 1;20(Supplement_2):S23–31. Available from: https://academic.oup.com/painmedicine/article/20/Supplement_2/S23/5661171
60. Resnick DK, Watters WC, Mummaneni P V., Dailey AT, Choudhri TF, Eck JC, et al. Guideline update for the performance of fusion procedures for degenerative disease of the lumbar spine. Part 10: Lumbar fusion for stenosis without spondylolisthesis. *J Neurosurg Spine* [Internet]. 2014 Jul;21(1):62–6. Available from: <https://thejns.org/view/journals/j-neurosurg-spine/21/1/article-p62.xml>
61. Ahmed SI, Javed G, Bareeqa SB, Shah A, Zubair M, Avedia RF, et al. Comparison of Decompression Alone Versus Decompression with Fusion for Stenotic Lumbar Spine: A Systematic Review and Meta-analysis. *Cureus* [Internet]. 2018 Aug 13;10(8):1–7. Available from: <https://www.cureus.com/articles/14225-comparison-of-decompression-alone-versus-decompression-with-fusion-for-stenotic-lumbar-spine-a-systematic-review-and-meta-analysis>
62. Perna F, Borghi R, Pilla F, Stefanini N, Mazzotti A, Chehrassan M. Pedicle screw insertion techniques: an update and review of the literature. *Musculoskelet Surg*. 2016;100(3):165–9.
63. Ponnappan RK, Serhan H, Zarda B, Patel R, Albert T, Vaccaro AR. Biomechanical

- evaluation and comparison of polyetheretherketone rod system to traditional titanium rod fixation. *Spine J* [Internet]. 2009 Mar;9(3):263–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.spinee.2008.08.002>
64. Li C, Liu L, Shi J-Y, Yan K-Z, Shen W-Z, Yang Z-R. Clinical and biomechanical researches of polyetheretherketone (PEEK) rods for semi-rigid lumbar fusion: a systematic review. *Neurosurg Rev* [Internet]. 2018 Apr 8;41(2):375–89. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s10143-016-0763-2>
65. Meisel H-J, Agarwal N. Commentary on “Biomaterials in Spinal Implants: A Review”. *Neurospine* [Internet]. 2020 Mar 31;17(1):111–3. Available from: <http://e-neurospine.org/journal/view.php?doi=10.14245/ns.2040126.063>
66. Louie PK, Harada GK, Sayari AJ, Mayo BC, Khan JM, Varthi AG, et al. Etiology-Based Classification of Adjacent Segment Disease Following Lumbar Spine Fusion. *HSS J* ® [Internet]. 2020 Jul 30;16(2):130–6. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1007/s11420-019-09723-w>
67. Sears WR, Sergides IG, Kazemi N, Smith M, White GJ, Osburg B. Incidence and prevalence of surgery at segments adjacent to a previous posterior lumbar arthrodesis. *Spine J* [Internet]. 2011 Jan;11(1):11–20. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.spinee.2010.09.026>
68. Bydon M, Macki M, De la Garza-Ramos R, McGovern K, Sciubba DM, Wolinsky J-P, et al. Incidence of Adjacent Segment Disease Requiring Reoperation After Lumbar Laminectomy Without Fusion. *Neurosurgery* [Internet]. 2016 Feb 1;78(2):192–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26348008>
69. Cheung PWH, Fong HK, Wong CS, Cheung JPY. The influence of developmental spinal stenosis on the risk of re-operation on an adjacent segment after decompression-only surgery for lumbar spinal stenosis. *Bone Joint J* [Internet]. 2019 Feb;101-B(2):154–61. Available from: <https://online.boneandjoint.org.uk/doi/10.1302/0301-620X.101B2.BJJ-2018-1136.R2>
70. Le Huec JC, Seresti S, Bourret S, Cloche T, Monteiro J, Cirullo A, et al. Revision after spinal stenosis surgery. *Eur Spine J* [Internet]. 2020 Feb 29;29(S1):22–38. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00586-020-06314-w>

71. Park JB, Chang H, Lee JK. Quantitative analysis of transforming growth factor-beta 1 in ligamentum flavum of lumbar spinal stenosis and disc herniation. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001;26(21):492–5.
72. Fanuele JC, Birkmeyer NJO, Abdu WA, Tosteson TD, Weinstein JN. The Impact of Spinal Problems on the Health Status of Patients. *Spine (Phila Pa 1976)* [Internet]. 2000 Jun;25(12):1509–14. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10851099>
73. Yabuki S, Fukumori N, Takegami M, Onishi Y, Otani K, Sekiguchi M, et al. Prevalence of lumbar spinal stenosis, using the diagnostic support tool, and correlated factors in Japan: A population-based study. *J Orthop Sci*. 2013;18(6):893–900.
74. Majidi H, Shafizad M, Niksolat F, Mahmudi M, Ehteshami S, Poorali M, et al. Relationship between magnetic resonance imaging findings and clinical symptoms in patients with suspected lumbar spinal canal stenosis: A Case-control Study. *Acta Inform Medica*. 2019;27(4):229–33.
75. Zaina F, Tomkins-Lane C, Carragee E, Negrini S. Surgical versus non-surgical treatment for lumbar spinal stenosis. In: Zaina F, editor. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [Internet]. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd; 2012. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD010264>
76. Wessberg P, Frennered K. Central lumbar spinal stenosis: natural history of non-surgical patients. *Eur Spine J* [Internet]. 2017 Oct 17;26(10):2536–42. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s00586-017-5075-x>
77. Jung J, Hyun S-J, Kim K-J, Kim CH, Chung CK, Kim KH, et al. A prospective study of non-surgical versus surgical treatment for lumbar spinal stenosis without instability. *J Clin Neurosci* [Internet]. 2020 Oct;80:100–7. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2020.07.062>
78. Kalff R, Ewald C, Waschke A, Gobisch L, Hopf C. Degenerative Lumbar Spinal Stenosis in Older People. *Dtsch Aerzteblatt Online* [Internet]. 2013 Sep 13;110(37):613–24. Available from: <https://www.aerzteblatt.de/10.3238/arztebl.2013.0613>
79. Bagley C, MacAllister M, Dosselman L, Moreno J, Aoun SG, El Ahmadieh TY.

- Current concepts and recent advances in understanding and managing lumbar spine stenosis. *F1000Research* [Internet]. 2019 Jan 31;8:137. Available from: <https://f1000research.com/articles/8-137/v1>
80. Phan K, Mobbs RJ. Minimally invasive versus open laminectomy for lumbar stenosis a systematic review and meta-analysis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2016;41(2):E91–100.
 81. Moojen WA, Arts MP, Jacobs WCH, van Zwet EW, van den Akker-van Marle ME, Koes BW, et al. Interspinous process device versus standard conventional surgical decompression for lumbar spinal stenosis: randomized controlled trial. *BMJ* [Internet]. 2013 Nov 14;347(nov14 5):f6415–f6415. Available from: <http://dx.doi.org/doi:10.1136/bmj.f6415>
 82. Yang L-H, Liu W, Li J, Zhu W-Y, An L-K, Yuan S, et al. Lumbar decompression and lumbar interbody fusion in the treatment of lumbar spinal stenosis. *Medicine (Baltimore)* [Internet]. 2020 Jul 2;99(27):e20323. Available from: <https://journals.lww.com/10.1097/MD.00000000000020323>
 83. Farrokhi MR. Clinical Outcomes of Posterolateral Fusion Versus Posterior Lumbar Interbody Fusion in Patients with Lumbar Spinal Stenosis and Degenerative Instability. *Pain Physician* [Internet]. 2018 Jul 15;1(21;1):383–406. Available from: <https://painphysicianjournal.com/current/pdf?article=NTMwNw%3D%3D&journal=112>
 84. Yeager MS, Cook DJ, Cheng BC. In Vitro Comparison of Dynesys, PEEK, and Titanium Constructs in the Lumbar Spine. *Adv Orthop* [Internet]. 2015;2015:1–8. Available from: <http://www.hindawi.com/journals/aorth/2015/895931/>
 85. Selim A, Mercer S, Tang F. Polyetheretherketone (PEEK) Rods for Lumbar Fusion: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J spine Surg* [Internet]. 2018 Apr 2;12(2):190–200. Available from: <http://ijssurgery.com/lookup/doi/10.14444/5027>
 86. Ogrenci A, Koban O, Yaman O, Yilmaz M, Dalbayrak S. Polyetheretherketone Rods in Lumbar Spine Degenerative Disease: Mid-term Results in a Patient Series Involving Radiological and Clinical Assessment. *Turk Neurosurg* [Internet]. 2019;29(3):392–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30649813>
 87. Tomkins-Lane CC, Battié MC, Hu R, Macedo L. Pathoanatomical characteristics of

- clinical lumbar spinal stenosis. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2014;27(2):223–9.
88. Park DK, An HS, Lurie JD, Zhao W, Tosteson A, Tosteson TD, et al. Does multilevel lumbar stenosis lead to poorer outcomes?: a subanalysis of the Spine Patient Outcomes Research Trial (SPORT) lumbar stenosis study. *Spine (Phila Pa 1976)* [Internet]. 2010 Feb 15;35(4):439–46. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20081560>
89. Yadav U, Singh V, Bhargava N, Kumar Srivastav A, Neyaz Z, Phadke R V, et al. Lumbar Canal Diameter Evaluation by CT Morphometry-Study of Indian Population. *Int J spine Surg* [Internet]. 2020 Apr 30;14(2):175–81. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32355623>
90. Kumar AP, Kasturi A, Ramu C, Nadadur S. Morphometric analysis of lumbar vertebrae in tertiary care institutions in Telangana. *Ann Int Med Dent Res.* 2016;2(1):157–62.
91. Abbas J, Hamoud K, May H, Hay O, Medlej B, Masharawi Y, et al. Degenerative lumbar spinal stenosis and lumbar spine configuration. *Eur Spine J* [Internet]. 2010 Nov 21;19(11):1865–73. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s00586-010-1516-5>
92. Sirvanci M, Bhatia M, Ganiyusufoglu KA, Duran C, Tezer M, Ozturk C, et al. Degenerative lumbar spinal stenosis: correlation with Oswestry Disability Index and MR Imaging. *Eur Spine J* [Internet]. 2008 May 7;17(5):679–85. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s00586-008-0646-5>
93. Lois Zlolniski S, Torres-Tamayo N, García-Martínez D, Blanco-Pérez E, Mata-Escolano F, Barash A, et al. 3D geometric morphometric analysis of variation in the human lumbar spine. *Am J Phys Anthropol.* 2019;170(3):361–72.
94. Abu-Leil S, Floman Y, Bronstein Y, Masharawi Y. A morphometric analysis of all lumbar intervertebral discs and vertebral bodies in degenerative spondylolisthesis. *Eur Spine J* [Internet]. 2016 Aug 27;25(8):2535–45. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s00586-016-4673-3>
95. Yan S, Zhang Y, Wang K, Han Y, Zhu K, He F, et al. Three-Dimensional Morphological Characteristics of Lower Lumbar Intervertebral Foramen with Age. *Biomed Res Int.* 2018;2018.

96. Senoo I, Espinoza Orías AA, An HS, Andersson GBJ, Park DK, Triano JJ, et al. In Vivo 3-Dimensional Morphometric Analysis of the Lumbar Foramen in Healthy Subjects. *Spine (Phila Pa 1976)* [Internet]. 2014 Jul;39(16):E929–35. Available from: <http://journals.lww.com/00007632-201407150-00002>
97. Safak AA, Is M, Sevinc O, Barut C, Eryoruk N, Erdogmus B, et al. The thickness of the ligamentum flavum in relation to age and gender. *Clin Anat.* 2010;23(1):79–83.
98. Kolte VS, Khambatta S, Ambiye MV. Thickness of the ligamentum flavum: Correlation with age and its asymmetry-an magnetic resonance imaging study. *Asian Spine J.* 2015;9(2):245–53.
99. Athanasakopoulos M, Mavrogenis AF, Triantafyllopoulos G, Koufos S, Pneumaticos SG. Posterior Spinal Fusion Using Pedicle Screws. *Orthopedics* [Internet]. 2013 Jul 1;36(7):e951–7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23823055>

EKLER

Ek 1: Etik kurul karar formu



TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR
ETİK KURULU KARAR FORMU



BAŞVURU BİLGİLERİ	Araştırmanın Açık Adı	Lomber Spinal Stenoz Olgularının Cerrahi Tedavisinde Uygulanan Rijid Pedikül-Rod Sistemleri Ve Dinamik Polyetheretherketone (Peek) Rod Sistemlerinin Postoperatif Komşu Segment Dejenerasyon Süreçleri Üzerine Etkilerinin Retrospektif Olarak Değerlendirilerek Karşılaştırılması (Retrospective and comparative evaluation of the effects of rigid pedicle screw-rod systems and dynamic polyetheretherketone (peek) rod systems performed for the surgical treatment of patients with lumbar spinal stenosis on postoperative adjacent segment degeneration processes)			
	Koordinatör / Sorumlu Araştırmacı	Doç. Dr. Numan Karaarslan / TNKÜ Tıp Fakültesi Beyin ve Sinir Cerrahisi			
	Etik Kurul Toplantı Tarihi	26.01.2021			
	Araştırma Protokol Numarası	2021.02.01.02			
	Araştırmanın Türü	Prospektif <input type="checkbox"/>	Retrospektif <input checked="" type="checkbox"/>	Diğer:	
	Araştırmanın Destekleyicisi	TÜBİTAK <input type="checkbox"/>	TNKÜ BAP <input type="checkbox"/>	Araştırmacı <input checked="" type="checkbox"/>	Diğer:
	Araştırmanın Bütçesi	150 ₺			
	Araştırmanın Merkezi	Tek Merkezli <input checked="" type="checkbox"/>	Çok Merkezli <input type="checkbox"/>		
KARAR BİLGİLERİ	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup, araştırmanın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik bilimsel sakınca bulunmadığına , toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının oy birliği ile karar verilmiştir.				

ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI	İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu
-----------------------------------	--

Ünvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Araştırma ile İlişkili		Katılım *		İmza
		E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Ali Rıza KIZILER	Biyofizik	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. M. Metin DONMA	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Savaş GÜZEL	Tıbbi Biyokimya	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Yakup ALBAYRAK	Ruh Sağlığı ve Hastalıkları	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Dr. Öğr. Üyesi Aysin NALBANTOĞLU	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Dr. Öğr. Üyesi Aliye ÇELİKKOL	Tıbbi Biyokimya	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Dr. Öğr. Üyesi Berna ERDAL	Tıbbi Mikrobiyoloji	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Dr. Öğr. Üyesi Birol TOPÇU	Biyoistatistik	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Ümit ÇETİN	Ortopedi ve Travmatoloji	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Dr. Öğr. Üyesi Naile Esra SAKA	Adli Tıp	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Dr. Öğr. Üyesi Sonat Pınar KARA	İç Hastalıkları	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Dr. Öğr. Üyesi Zeynep KURTULUŞ TOSUN	İç Hastalıkları Hemşireliği	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Dr. Öğr. Üyesi Mahluga JAFAROVA DEMİRKAPU	Tıbbi Farmakoloji	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Dr. Öğr. Üyesi Ayhan ŞAHİN	Anesteziyoloji ve Reanimasyon	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	

*: Toplantıda bulunma.

Etik Kurul Başkanının

Ünvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Ali Rıza KIZILER

İmza: