



T.C.

SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ

**BAKIRKÖY PROF. DR. MAZHAR OSMAN RUH SAĞLIĞI VE SİNİR
HASTALIKLARI SAĞLIK UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ
BEYİN VE SİNİR CERRAHİSİ EĞİTİM KLİNİĞİ**

**KOMŞU SEGMENT HASTALIĞININ DEJENERATİF
LOMBER OMURGADA DİNAMİK, RİJİT VE HİBRİT
SİSTEMLERDE KLİNİK VE RADYOLOJİK OLARAK
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dr. İbrahim Taha ALBAS

TIPTA UZMANLIK TEZİ

İSTANBUL / 2023



T.C.

SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ

**BAKIRKÖY PROF. DR. MAZHAR OSMAN RUH SAĞLIĞI VE SİNİR
HASTALIKLARI SAĞLIK UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ
BEYİN VE SİNİR CERRAHİSİ EĞİTİM KLİNİĞİ**

**KOMŞU SEGMENT HASTALIĞININ DEJENERATİF
LOMBER OMURGADA DİNAMİK, RİJİT VE HİBRİT
SİSTEMLERDE KLİNİK VE RADYOLOJİK OLARAK
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dr. İbrahim Taha ALBAS

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Uzak ERDOĞAN

TIPTA UZMANLIK TEZİ

İSTANBUL / 2023

TEŞEKKÜR

Bakırköy Prof. Dr. Mazhar Osman Ruh Sağlığı ve Sinir Hastalıkları Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde, asistanlık eğitimim süresince engin bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım, kendisinden çok şey öğrendiğim klinik şefim **Prof. Dr. Erhan EMEL** Hocama, tez danışmanım, eğitimime sağladığı büyük katkı ve destekleri için değerli ağabeyim **Doç. Dr. Uzey ERDOĞAN'a**

Eğitimim boyunca emeklerini esirgemeyen her zaman beni destekleyen değerli **Op. Dr. Bülent Timur DEMİRGİL** ve **Doç. Dr. Abuzer GÜNGÖR'e**,

Çalıştığım süre boyunca çok şey öğrendiğim ve desteklerini esirgemeyen sevgili **Prof. Dr. Ender OFLUOĞLU'na**,

Yanımda geçirdiğim eğitim dolu güzel vakitler için sevgili **Prof. Dr. Onur YAMAN'a** ve beraber çalıştığımız **Doç. Dr. Salim ŞENTÜRK'e** ve **Op. Dr. Kemal PAKSOY'a**,

Çalıştığım süre boyunca verdikleri eğitim ve destekleri için sevgili **Prof. Dr. Bekir TUĞCU'ya**, **Prof. Dr. Ömür GÜNALDI'ya**, **Doç. Dr. Lütfi Şinasi POSTALCI'ya** ve **Doç. Dr. Osman TANRIVERDİYE'ye**,

Eğitimime verdiği katkı için ve desteğini esirgemeyen sevgili **Op. Dr. Müslüm GÜNEŞ'e**

Çalışmaktan keyif aldığım ve desteğini esirgemeyen sevgili **Op. Dr. Yunus Emre DURMUŞ'a**,

Yanımdan ayrılarak bizi üzen, kendisinden çok şey öğrendiğim her zaman özleyeceğimiz sevgili **Op. Dr. Ahmet AKBAŞ'a**

Çalıştığım süre boyunca desteğini esirgemeyen sevgili uzmanım **Doç. Dr. Neşe KESER'e**,

Çalışmaktan keyif aldığım ve eğitimime büyük katkı sağlayan **Op. Dr. Ozan HAŞİMOĞLU**, **Op. Dr. Emir DARCAN**, **Op. Dr. Nasıf ORTAŞ**, **Op. Dr. Ebubekir AKPINAR** ve **Op. Dr. Ozan BARUT'a**

Asistanlık hayatım boyunca güzel vakit geçirdiğim ve beraber çalışmaktan keyif aldığım sevgili arkadaşlarım **Dr. Semih FİDAN** ve **Dr. Yusuf KILIÇ'a**

Çalıştığım süre boyunca desteklerini esirgemeyen ve her zaman yanımda olan sevgili arkadaşlarım **Dr. Neslihan ÇAVUŞOĞLU**, **Dr. Melihcan SAVAŞCI** ve **Dr. Mert BABUR'a**,

Tez çalışmamda yanımda olan ve desteklerini gösteren sevgili asistan arkadaşlarım **Dr. Mehmet ÖZTÜRK**, **Dr. Barış KAVAL**, **Dr. Feride BULGUR**, **Dr. Aleyna Gökçen ŞAHİN**, **Dr. Said ONAR**, **Dr. Alper YENİ**, **Dr. Buket KARA**, **Dr. Safa KURŞUN**, **Dr. Melih KAPDAN**, **Dr. Fatih EKŞİ**, **Dr. Fikret ÖZTÜRK**, **Dr. Dilek KARADAĞ** ve **Dr. Seyhun BAĞCI'ya**,

Asistanlık eğitimim boyunca beni her zaman destekleyen sevgili **Uzm. Dr. Ceyhan OFLEZER'e** ve **Uzm. Dr. Önder UYAR'a**

Tezime büyük katkı sağlayan her zaman beni destekleyen sevgili dostum **Dr. Emre UYSAL'a**,

Başta **Dilek Uysal** olmak üzere çalışmaktan ve desteklerinden mutluluk duyduğum hemşire arkadaşlarıma ve yardımcı sağlık personeline

Teşekkür Ederim ...

Dr. İbrahim Taha ALBAS
İstanbul, 2023

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER ve KISALTMALAR	v
TABLO LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
GRAFİK LİSTESİ	ix
ÖZET	x
ABSTRACT	xiii
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. OMURGANIN EMBRİYOLOJİK GELİŞİMİ	2
2.1.1 Mezenşimal Dönem.....	2
2.1.2 Kıkırdak Dönemi.....	2
2.1.3 Kemik Dönemi.....	2
2.2. LOMBER VERTEBRA ANATOMİSİ.....	2
2.2.1 Vertebra Korpusu.....	3
2.2.2 Vertebral Uç Plakları (End Plates)	4
2.2.3 İntervertebral Disk.....	5
2.2.4 Vertebra Pedikülü ve Laminası.....	5
2.2.5 Transvers Process.....	5
2.2.6 Ligaman ve Paravertebral Kas Anatomisi.....	5
2.2.6.1 Anterior Longitudinal Ligaman (ALL)	6
2.2.6.2 Posterior Longitudinal Ligaman (PLL)	6
2.2.6.3 Ligamentum Flavum.....	6
2.2.6.4 Supraspinal Ligamanlar.....	6
2.2.6.5 Interspinöz Ligamanlar.....	6
2.2.6.6 Intertransvers Ligamanlar.....	6
2.2.6.7 Paravertebral Kaslar.....	6
2.3. OMURGA BİYOMEKANİĞİ.....	8

2.4.OMURGADA SAGİTTAL VE KORONAL DENGİ.....	9
2.5.OMURGADA İNSTABİLİTE KAVRAMI.....	12
2.6.DEJENERATİF LOMBER OMURGA HASTALIĞI.....	14
2.6.1 Dejeneratif Disk Hastalığı.....	15
2.6.2 Lomber Dar Kanal.....	16
2.6.3 Lateral Reses Sendromu.....	17
2.6.4 Spondilolistezis	18
2.7.DEJENERATİF LOMBER OMURGA HASTALIĞINDA TANI.....	19
2.7.1 Direkt Grafi.....	19
2.7.2 Bilgisayarlı Tomografi (BT)	20
2.7.3 Manyetik Rezonans (MR)	20
2.7.4 Elektromiyografi (EMG)	20
2.7.5 Kemik Mineral Yoğunluğunun Ölçülmesi.....	20
2.8.DEJENERATİF LOMBER OMURGA HASTALIĞINDA TEDAVİ.....	21
2.8.1 Konservatif Tedavi.....	21
2.8.2 Minimal İnvaziv Tedaviler.....	21
2.8.3 Cerrahi Tedavi.....	22
2.9. KOMŞU SEGMENT HASTALIĞI.....	22
3. GEREÇ VE YÖNTEM	24
3.1. Hasta Grupları.....	24
3.2. Cerrahi İşlem	25
3.3. Kullanılan Parametreler	31
3.3.1 Genel Parametreler.....	31
3.3.2 Klinik Parametreler.....	31
3.3.3 Radyolojik Parametreler.....	31
3.3.4 Diğer Parametreler.....	38
4. BULGULAR	40
4.1. İstatistiksel İncelemeler	40
4.2. Genel Bulgular	40
4.3. Klinik Bulgular	41
4.4. Radyolojik Bulgular	43
4.5. Diğer Bulgular	53

5. TARTIŞMA	57
6. SONUÇ	62
7. KAYNAKLAR	63
8. ÖZGEÇMİŞ	67
9. EKLER	69
EK1- ETİK KURUL ONAYI.....	69
EK 2 – TIPTA UZMANLIK EĞİTİM KURULU KARARI	70
EK 3 – TEZ KONUSU ONAY FORMU	71



SİMGELER VE KISALTMALAR

ALL	: “Anterior Longitudinal Ligaman”
PLL	: “Posterior Longitudinal Ligaman “
BT	: Bilgisayarlı Tomografi
MR	: Manyetik Rezonans Görüntüleme
EMG	: Elektromiyelografi
TLİF	: “Transforaminal İnterbody Füzyon“
SVA	: Sagittal Vertikal Aks
Pİ	: Pelvik İnsidans
PT	: Pelvik Tilt
SS	: Sakral Slop
SSDÇ	: Santral Sakral Dik Çizgi
CSVL	: “Central Sacral Vertical Line”
ROM	: “Range of Motion”
QCT	: “Quantative Computed Tomography”
TENS	: Transkutanöz elektriksel sinir stimülasyonu
PLİF	: “Posterior Lomber İnterbody Füzyon”
PEEK	: Polietereterketon
VAS	: Vizuel Analog Skala
DYİ	: Disk Yüksekliği İndeksi
FYİ	: Foraminal Yükseklik İndeksi
KSH	: Komşu Segment Hastalığı
SS	: Standart Sapma

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.0: Omurgada Sagittal Parametrelerin fizyolojik Ölçüm Değerleri.....	0
Tablo 2.0: Modic Tip Değişiklik Sınıflaması.....	14
Tablo 3.0: MR ile Disk Dejenerasyonu Sınıflaması.....	16
Tablo 4.0: Direkt Grafide Lomber Spinal Kanal Ölçümü Değerleri.....	17
Tablo 5.0: BT’de Lomber Spinal Kanal Ölçümü Değerleri.....	17
Tablo 6.0: Meyerding Spondilolistezis Sınıflaması.....	18
Tablo 7.0: Gruplara Uygulanan Cerrahi Teknikler.....	25
Tablo 8.0: İncelenen Parametreler.....	31
Tablo 9.0: Hastaların genel özellikleri.....	41
Tablo 10.0 Hastaların Bel VAS skoru.....	41
Tablo 11.0 Hastaların Bacak VAS skoru.....	43
Tablo 12.0 Hastaların Segmental ROM ölçümlerinin karşılaştırılması.....	44
Tablo 13.0 Hastaların Total ROM ölçümlerinin karşılaştırılması.....	46
Tablo 14.0 Hastaların Üst Segment DYİ ölçümlerinin karşılaştırılması.....	47
Tablo 15.0 Hastaların Alt Segment DYİ ölçümlerinin karşılaştırılması.....	49
Tablo 16.0 Hastaların Üst Segment FYİ ölçümlerinin karşılaştırılması.....	50
Tablo 17.0 Hastaların Alt Segment FYİ ölçümlerinin karşılaştırılması.....	52
Tablo 18.0 Postoperatif hastane yatış süreleri ve Operasyon süreleri.....	54
Tablo 19.0 Hastaların Komşu Segment Hastalığı, Anterior ve Posterior Füzyon, Psödoartroz ve Enfeksiyon açısından karşılaştırılması.....	55
Tablo 20.0 Hastaların istatistiksel değişkenlerinin genel tablosu.....	56

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.0: Lomber Vertebra sagittal ve aksiyel kesit görünümü.....	3
Şekil 2.0: İntervertebral disk görünümü.....	4
Şekil 3.0: Lomber Vertebra CT Görüntüsü.....	5
Şekil 4.0: Vertebral Ligamanların Görünümü.....	7
Şekil 5.0: Paravertebral Kaslar.....	7
Şekil 6.0: Omurga biyomekaniğinin 3D görüntüsü.....	9
Şekil 7.0: Sagittal Vertikal Aks Görünümü.....	10
Şekil 8.0: Pelvik İnsidans,Sakral Slop ve Pelvik Tilt Görünümü.....	11
Şekil 9.0: CVSL ve Cobb açılarının ölçülmesi.....	12
Şekil 10.0: ROM’u oluşturan nötral ve elastik bölgeler.....	13
Şekil 11.0: Modic Tip değişiklikler.....	15
Şekil 12.0: Lateral reses stenozunun BT görünümü.....	17
Şekil 13.0: Meyerding sınıflamasına göre spondilolistezis.....	19
Şekil 14.0: Çalışmamızdaki olgulardan L4-S1 rijit sistem uygulanan hastada postop gelişen komşu segment hastalığının MR görüntüsü.....	24
Şekil 15.0: Rijit Grup Postop Anterior-Posterior ve Lateral Grafi.....	27
Şekil 16.0: Dinamik Grup Postop Anterior-Posterior ve Lateral Grafi.....	27
Şekil 17.0: Rijit+TLIF Grubu Postop Anterior-Posterior ve Lateral Grafi.....	29
Şekil 18.0: Dinamik+TLIF (Hibrit) Postop Anterior-Posterior ve Lateral Grafi...30	
Şekil 19.0: Çalışmamızdaki vakalardan preop-postop segmental ROM ölçümü...32	
Şekil 20.0: Çalışmamızdaki vakalardan preop-postop Total ROM (Lomber Lordoz) ölçümü.....	33
Şekil 21.0: Çalışmamızdaki vakalardan postop Üst DYİ ölçümü.....	34
Şekil 22.0: Çalışmamızdaki vakalardan postop Alt DYİ ölçümü.....	34
Şekil 23.0: Çalışmamızdaki vakalardan postop Üst FYİ ölçümü.....	35
Şekil 24.0: Çalışmamızdaki vakalardan postop Alt FYİ ölçümü.....	36
Şekil 25.0: Çalışmamızdaki vakalardan postop 1.yıl anterior füzyon gelişen olgunun BT görüntüsü.....	37

Şekil 26.0: Çalışmamızdaki vakalardan postop 1.yıl posterior füzyon gelişen olgunun BT görüntüsü.....	37
Şekil 27.0: Çalışmamızdaki vakalardan postop takiplerinde psödoartroz gelişen olgunun sagittal ve aksiyel kesit BT görüntüsü.....	38
Şekil 28.0: Çalışmamızdaki vakalardan postop takiplerinde komşu segment gelişen olgunun MR görüntüsü.....	39
Şekil 29.0: Çalışmamızdaki vakalardan postop takiplerinde komşu segment gelişen olgunun fleksiyon-ekstansiyon grafi görüntüsü.....	39



GRAFİK LİSTESİ

Sayfa No

Grafik 1.0: Hastaların Bel Vas skorunun 4 grup arasında zamansal değişimi.....	42
Grafik 2.0: Hastaların Bacak Vas skorunun 4 grup arasında zamansal değişimi...	43
Grafik 3.0: Hastaların Segmental ROM ölçümlerinin karşılaştırılması.....	45
Grafik 4.0: Hastaların Total ROM ölçümlerinin karşılaştırılması.....	46
Grafik 5.0: Hastaların Üst Segment DYİ ölçümlerinin karşılaştırılması.....	48
Grafik 6.0: Hastaların Alt Segment DYİ ölçümlerinin karşılaştırılması.....	50
Grafik 7.0: Hastaların Üst Segment FYİ ölçümlerinin karşılaştırılması.....	51
Grafik 8.0: Hastaların Alt Segment FYİ ölçümlerinin karşılaştırılması.....	53

ÖZET

KOMŞU SEGMENT HASTALIĞININ DEJENERATİF LOMBER OMURGADA DİNAMİK, RİJİT VE HİBRİT SİSTEMLERDE KLİNİK VE RADYOLOJİK OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. İbrahim Taha ALBAS

Amaç: Dejeneratif lomber omurga hastalıklarının tedavisinde konservatif tedavi veya cerrahi tedavi uygulanmaktadır. Konservatif tedavinin yetersiz olduğu durumlarda cerrahi tedavi uygulanmaktadır. Bu cerrahi transpediküler vida ile rijit veya dinamik sistemlerin uygulanmasıyla gerçekleştirilmektedir. Aynı zamanda füzyon hedeflenen olgularda Transforaminal Lomber İnterbody Füzyon (TLIF) uygulanarak füzyon oranı artırılmaktadır. Stabilizasyon cerrahisinin postoperatif komplikasyonlarından en önemlilerinden bir tanesi de komşu segment hastalığıdır. Komşu segment hastalığı füzyon cerrahisi sonrası üst ya da alt vertebra segmentinde gelişen dejeneratif bulgular ve klinik yansımalarıdır. Çalışmamızda dejeneratif lomber omurga hastalarına poliaksiyel transpediküler vida ve rijit ya da dinamik rod sistemi kullanılarak cerrahi tedavi uygulandı. Bu hastaların bir kısmına TLIF tekniği ile hibrit sistem oluşturuldu. Günümüzde hala tartışma konusu olan ve çözüm geliştirilmeye çalışılan komşu segment hastalığını nasıl önleyebiliriz, hangi enstrüman sistemini kullanabiliriz, nasıl tedavi edebiliriz gibi sorulara cevap bulmayı çalışmamızda hedefledik.

Gereç ve Yöntem: Bu çalışma için Sağlık Bilimleri Üniversitesi Bakırköy Dr. Sadi Konuk Eğitim ve Araştırma Hastanesinden 21.03.2022 tarihinde 101 protokol no ile onay alınmıştır. Bu çalışmada Sağlık Bilimleri Üniversitesi İstanbul Bakırköy Prof. Dr. Mazhar Osman Ruh Sağlığı ve Sinir Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesi Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniğinde 01.01.2017-01.12.2021 tarihleri arasında posterior lomber transpediküler stabilizasyon uygulanan 86 adet hastanın dosyaları geriye dönük olarak incelenmiştir. Çalışmaya dahil edilen tüm hastalar yaş, cinsiyet, sigara kullanımı, diyabet, hipertansiyon, bel ve bacak ağrısı için Vizuel Analog Skala (VAS), Segmental ROM (Range of Motion), Total ROM (Lomber Lordoz), Üst ve Alt Segment Disk Yüksekliği İndeksi, Üst ve Alt Segment

Foraminal Yükseklik İndeksi, Füzyon, Psödoartroz, Komşu Segment Hastalığı, Operasyon Süresi, Postop yatış süresi ve enfeksiyon açısından değerlendirilmiştir.

Bulgular: Çalışmaya dahil edilen 86 hastanın 21'i (%24,4) Dinamik, 24'ü (%27,9) Dinamik + TLIF, 19'u (%22,1) Rijid, 22'si (%25,6) Rijid + TLIF tekniği ile opere edildi (Tablo 1). Hastaların ortalama yaşı 57 ± 10 olmakla birlikte 31 ile 79 arasında değişmekteydi ve gruplar arasında fark yoktu ($p=0,487$). Çoğunluğu kadınlardan (%70,9) oluşan hastalar gruplar arasında benzer oranda dağılmaktaydı ($p=0,303$). Çalışmamızda preop bel ve bacak VAS skoru 4 grupta da postop, 1.ay ve 1.yıl takiplerinde belirgin azalma göstermiştir. VAS skalasındaki bu anlamlı değişikliği cerrahide uyguladığımız yeterli nöral doku dekompresyonuna bağlamaktayız. Çalışmamızda preop üst FYİ ve alt FYİ 4 grupta da postop, 1.ay ve 1. yıl takiplerinde anlamlı artış göstermiştir. Üst segment FYİ değeri 1.ay ve 1.yıl takiplerinde postopa göre daha düşük bulunmuştur. Bu durumu kranial komşu segmentte gerçekleşen dejenerasyona ve foramenin kısmen kapanmasına bağlamaktayız. Çalışmamızda %25.6 olan psödoartroz oranı literatüre göre yüksek olup sebebini TLIF uygulanmayan rijit grubuna bağlamaktayız. Komşu segment hastalığı, Rijid + TLIF grubunda diğer gruplara kıyasla istatistiksel olarak daha fazla bulundu ($p<0,001$). Komşu segment hastalığı gelişen hastalarda yaş ortalama 65 ± 10 , gelişmeyenlerde ise ortalama 55 ± 10 bulundu. Komşu segment hastalığı ile yaş arasında istatistiksel olarak anlamlı sonuç bulundu. ($p=0,001$) Çalışmamızda KSH insidansı Dinamik grupta %4.8, Dinamik+TLIF grubunda %4.2 ve genel insidansı %15.1 olarak saptadık. Dinamik sistem kullanılan gruplarda anlamlı olarak KSH gelişiminin düşük olduğunu gördük.

Sonuç: Dejeneratif lomber omurga hastalığında günümüzde en yaygın standart tedavi hala füzyon cerrahisidir. Her ne kadar bu cerrahinin erken dönem sonuçları başarılı olsa da uzun dönem takiplerde gelişen komplikasyonlardan biri Komşu Segment Hastalığıdır. Günümüzde omurganın biyomekaniğine daha yakın olan dinamik sistemler geliştirilmiştir. Her ne kadar yapılan çalışmalar dinamik sistemlerin KSH'ni azalttığını gösterse de uzun süreli klinik takipler henüz yoktur. Çalışmamızda da bahsettiğimiz hibrit sistem bir nebze başarılı sonuçlar gösterse de hala tam olarak uzun takipli çalışmalar yoktur.

Anahtar Kelimeler: Komşu Segment Hastalığı, Dinamik Sistem, Rijit Sistem, Hibrit Sistem, Dejeneratif Lomber Omurga



ABSTRACT

CLINICAL AND RADIOLOGICAL EVALUATION OF ADJACENT SEGMENT DISEASE IN DEGENERATIVE LUMBAR SPINE IN DYNAMIC, RIGID AND HYBRID SYSTEMS

Aim: Conservative treatment or surgical treatment is used in the treatment of degenerative lumbar spine diseases. In cases where conservative treatment is insufficient, surgical treatment is applied. This surgery is performed by the application of rigid or dynamic systems with a transpedicular screw. At the same time, fusion rate is increased by applying Transforaminal Lumbar Interbody Fusion (TLIF) in cases where fusion is targeted. One of the most important postoperative complications of stabilization surgery is adjacent segment disease. Adjacent segment disease is the degenerative findings and clinical reflections that develop in the upper or lower vertebral segment after fusion surgery. In our study, surgical treatment was applied to degenerative lumbar spine patients using polyaxial transpedicular screw and rigid or dynamic rod system. A hybrid system was created with TLIF technique in some of these patients. In our study, we aimed to find answers to questions such as how we can prevent adjacent segment disease, which is still a topic of discussion and for which solutions are being developed, which instrument system we can use, and how we can treat it.

Materials and Methods: Approval for this study was obtained from Bakırköy Dr Sadi Konuk Training and Research Hospital, University of Health Sciences, on 21.03.2022 with protocol number 101. In this study, the files of 86 patients who underwent posterior lumbar transpedicular stabilization between 01.01.2017 and 01.12.2021 in the Department of Neurosurgery of Health Sciences University, Istanbul Bakırköy Prof Dr Mazhar Osman Mental Health and Neurological Diseases Training and Research Hospital were retrospectively analyzed. All patients included in the study were evaluated in terms of age, gender, smoking, diabetes, hypertension, Visual Analogue Scale (VAS), Segmental ROM (Range of Motion), Total ROM (Lumbar Lordosis), Upper and Lower Segment Disc Height Index for Low Back and Leg Pain, Upper and Lower Segment

Foraminal Height Index, Fusion, Pseudoarthrosis, Adjacent Segment Disease, Duration of Operation, Postoperative hospital stay, and infection.

Results: Of the 86 patients included in the study, 21 (24.4%) were Dynamic, 24 (27.9%) Dynamic + TLIF, 19 (22.1%) Rigid, 22 (25.6%) was operated with the rigid + TLIF technique (Table 1). The mean age of the patients was 57 ± 10 , but it ranged from 31 to 79, and there was no difference between the groups ($p=0.487$). The majority of patients (70.9%) were women, with a similar distribution between the groups ($p=0.303$). In our study, preoperative waist and leg VAS scores showed a significant decrease in all 4 groups in the postoperative, 1st month and 1st year follow-ups. We attribute this significant change in the VAS scale to the adequate neural tissue decompression we performed during surgery. In our study, there was a significant increase in the preoperative upper FHI and lower FHI in all 4 groups in the postoperative, 1st month and 1st year follow-ups. Upper segment FHI value was found to be lower than postoperatively in the 1st month and 1st year follow-ups. We attribute this to the degeneration of the adjacent cranial segment and partial closure of the foramen. The rate of pseudoarthrosis, which was 25.6% in our study, is higher than the literature, and we attribute the reason to the rigid group that did not receive TLIF. Adjacent segment disease was statistically higher in the Rigid + TLIF group compared to the other groups ($p<0.001$). The mean age was 65 ± 10 years in patients with adjacent segment disease and 55 ± 10 years in patients who did not. Statistically significant results were found between adjacent segment disease and age. ($p=0.001$) In our study, we found the incidence of ASD to be 4.8% in the Dynamic group, 4.2% in the Dynamic+TLIF group and 15.1% in the overall incidence. We observed that the development of ASD was significantly lower in the groups using the dynamic system.

Conclusion: Fusion surgery is still the most common standard treatment for degenerative lumbar spine disease today. Although the early results of this surgery are successful, one of the complications that develop in long-term follow-up is Adjacent Segment Disease. Today, dynamic systems that are closer to the biomechanics of the spine have been developed. Although studies have shown that dynamic systems reduce ASD, long-term clinical follow-ups are not yet available.

Although the hybrid system we mentioned in our study showed some successful results, there are still no long-term studies.

Keywords: Adjacent Segment Disease, Dynamic System, Rigid System, Hybrid System, Degenerative Lumbar Spine



1. GİRİŞ VE AMAÇ

Dejeneratif lomber omurga hastalıkları lomber disk hernisi, lomber dar kanal, lateral reses sendromu, spondilolistezis gibi hastalıkları kapsamaktadır. Bu patolojiler radikülopati, nörolojik kladikasyo, lumbalji ve nörolojik defisit gibi klinik bulgularla karşımıza çıkmaktadır. Bu hastalıkların tedavisinde konservatif tedavi veya cerrahi tedavi uygulanmaktadır.

Konservatif tedavinin yetersiz kaldığı durumlarda cerrahi tedavi uygulanmaktadır. Dejeneratif lomber omurgada instabilite varlığında enstrümantasyon sistemleri ile stabilizasyon cerrahisi yapılmaktadır. Bu cerrahi transpediküler vida ile rijit veya dinamik sistemlerin uygulanmasıyla gerçekleştirilmektedir. Aynı zamanda füzyon hedeflenen olgularda Transforaminal Lomber İnterbody Füzyon (TLIF) uygulanarak füzyon oranı artırılmaktadır.

Stabilizasyon cerrahisinin postoperatif komplikasyonlarından en önemlilerinden bir tanesi de komşu segment hastalığıdır. Komşu segment hastalığı füzyon cerrahisi sonrası üst ya da alt vertebra segmentinde gelişen dejeneratif bulgular ve klinik yansımalarıdır (1). Komşu segment gelişimini önlemek amacıyla dinamik sistemler ve interspinöz artrodezler geliştirilmiştir.

Çalışmamızda dejeneratif lomber omurga hastalarına poliaksiyel transpediküler vida ve rijit ya da dinamik rod sistemi kullanılarak cerrahi tedavi uygulandı. Bu hastaların bir kısmına TLIF tekniği ile hibrit sistem oluşturuldu.

Olguların postoperatif dönemlerinde komşu segment hastalığı gelişip gelişmediği radyolojik ve klinik olarak değerlendirildi.

Günümüzde hala tartışma konusu olan ve çözüm geliştirilmeye çalışılan komşu segment hastalığını nasıl önleyebiliriz, hangi enstrüman sistemini kullanabiliriz, nasıl tedavi edebiliriz gibi sorulara cevap bulmayı çalışmamızda hedefledik.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. OMURGANIN EMBRİYOLOJİK GELİŞİMİ

Omurganın embriyolojik gelişimi klasik olarak 3 evreye ayrılır: 1) Mezenşimal dönem, 2) Kıkırdak dönemi, 3) Kemik dönemi

2.1.1 Mezenşimal Dönem

Vertebral kolonun gelişimi mezenşim hücrelerinin notokord etrafında toplanmasıyla başlar. Embriyolojik dönemin 4. haftasında mezenşim hücreleri notokord, nöral tüp ve korpus duvarı çevresinde toplanır.

2.1.2 Kıkırdak Dönemi

Embriyolojik dönemin 6. haftasında mezenşimal vertebralarda kıkırdaklaşma merkezleri oluşur. Vertebra arkuslarındaki kıkırdak merkezlerinin uzamasıyla spinoz ve transvers çıkıntılar ortaya çıkar. İntervertebral diskin nükleus pulposusu bu dönemde oluşur.

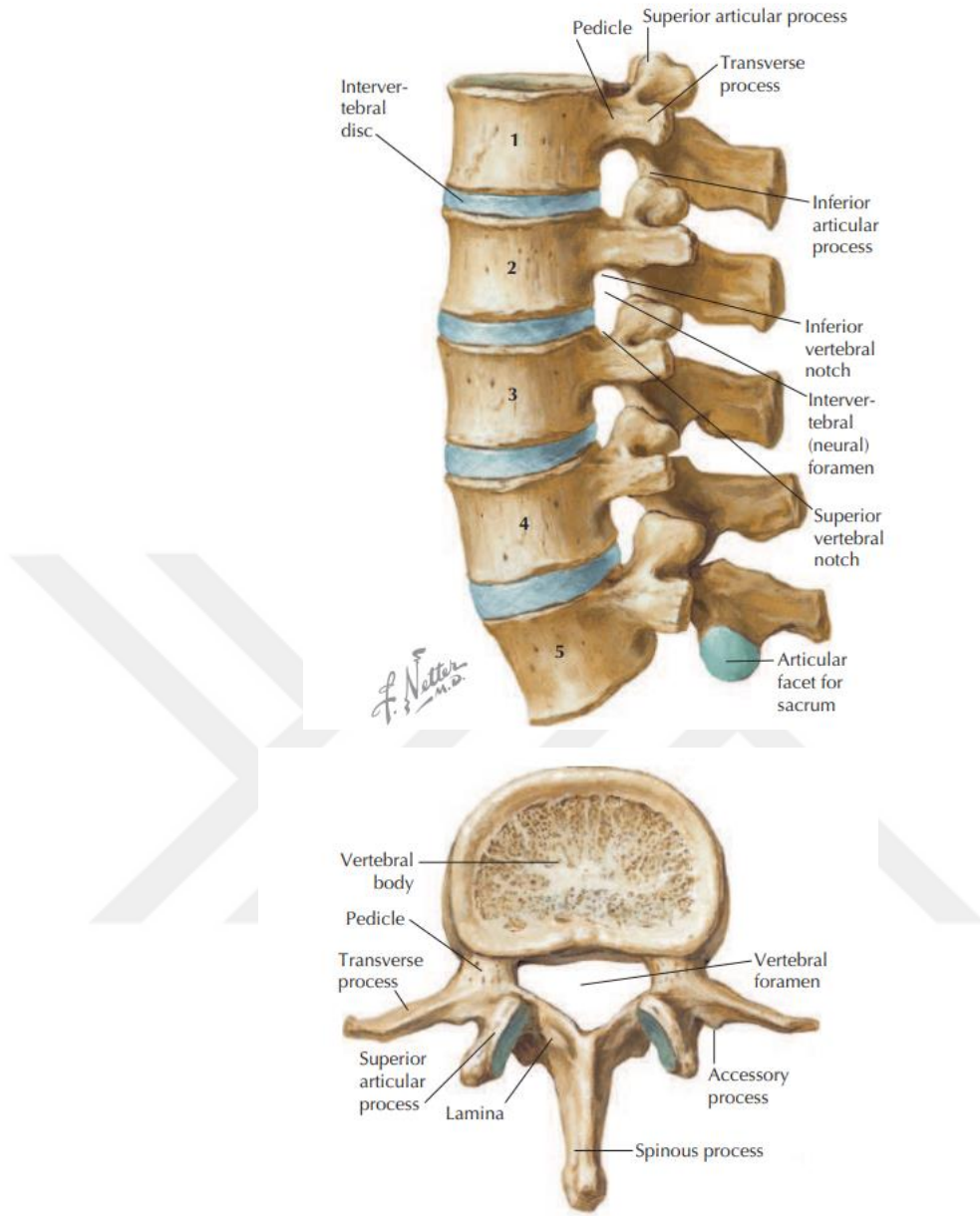
2.1.3 Kemik Dönemi

Vertebral kolonun kemikleşmesi embriyolojik dönemde başlar ve 25 yaşına kadar devam eder.(2)

2.2. LOMBER VERTEBRA ANATOMİSİ

Vertebral kolon 33 adet omurun birbiriyle eklem yapmasıyla oluşmaktadır. Vertebral kolon 7 adet servikal, 12 adet torakal, 5 ya da 6 adet lomber, 5 adet sakral ve 3 ya da 4 adet de koksigeal vertebradan meydana gelmektedir. Vertebral kolonun stabilitesi; İntervertebral disk ligamanlar ve kaslar ile sağlanmaktadır. Diskler vertebra hareketlerinde vertebral kolon

Lomber omurgayı diğer omurlardan ayıran en önemli özelliği diğer omurlara göre oldukça büyük olması ve korpuslarının geniş olmasıdır. Vertebral foramenleri üçgen şeklinde olup torakal omurlardan büyük, servikal omurlardan küçüktür. Lomber pediküller diğer pediküllere göre kısadır. Spinoz çıkıntılar horizontal uzanır ve dikdörtgen şeklindedir (3,4).



Şekil 1.0: Lomber Vertebra sagittal ve aksiyel kesit görünümü (5)

2.2.1 VERTEBRA KORPUSU

Vertebra korpusu insan ağırlığını destekleyen omurganın büyük ön kısmıdır. Korpuslar fibrokartilajinöz intervertebral diskler tarafından birbirine bağlanır ve omurganın hareketini destekler. Korpusun çapı servikal vertebralardan lomber vertebralara doğru artar ve bunun sebebi omurganın yükünün aşağı doğru artması düşünülmektedir (6).

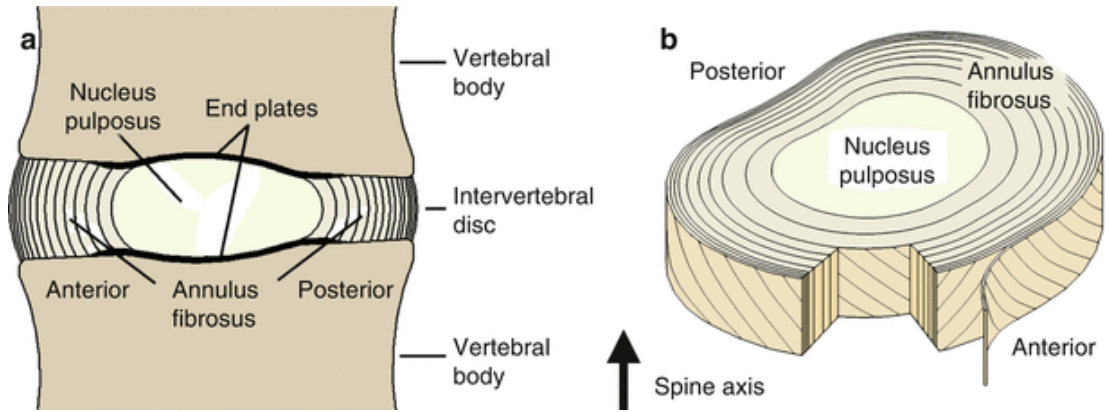
Vertebral gövdelerde dikey trabeküller baskındır. Dikey trabeküller, destek kirişleri gibi işlev gören yatay trabeküller tarafından desteklenir. Osteoporozda dikey trabeküllerde azalma görülür ve yatay trabeküllerin desteği azalır. Bunun sonucunda kemik mineral eksikliğiyle beraber kemik kitlesinde %25 ve hareket kabiliyetinde %50 kayıp meydana gelir.

2.2.2 VERTEBRAL UÇ PLAKLARI (END PLATES)

Vertebral uç plaklar intervertebral diskı oluşturan parçalardan biridir. Kıkırdak yapıdan oluşur ve disklerle korpus arasında destek görevi görür.

2.2.3 İNTERVERTEBRAL DİSK

İntervertebral disk nükleus pulposus, anulus fibrosus ve vertebral uç plaklar olmak üzere 3 temel yapıdan oluşur. İnsan vücudunda 23 adet disk bulunmaktadır. Bunların 6'sı servikal, 12'si torakal ve 5 tanesi lomber disklerdir. Atlas, aksis ve koksikte disk bulunmamaktadır. Diskler en kalın lomber bölgede en ince torakal bölgededir. Disklerin dış kısmını bol kolajen ve lameller içeren anulus fibrosus, iç kısmını kolajen ve proteoglikandan zengin ve jelatin yapısıyla su tutucu özelliği olan nükleus pulposus oluşturur.



(7)

Şekil 2.0: İntervertebral disk görünümü

2.2.4 VERTEBRA PEDİKÜLÜ VE LAMİNASI

Omurga korpusunun arkaya doğru uzanan kısımlarına pedikül adı verilmektedir. Pediküller posterioara doğru uzanarak yassılaşmakta, genişlemekte ve

laminaları oluşturmaktadır. Pediküller en kısa servikal bölgede izlenirken uzunlukları lomber bölgeye indikçe artar. Korpus,pedikül ve lamina beraber vertebral foramenin sınırlarını oluşturmaktadır. Vertebral foramen anatomik olarak önemli olup nöral doku içermektedir. Vertebral pediküller vertebral kolonları birbirine bağlayan güçlü kemik yapısıyla transpediküler enstrüman sistemleri için güvenli bir anatomik bölgedir. Vertebral laminalar ise mikroskobik spinal cerrahide dekompresyon ve diskektomi için önemli anatomik yapılardır.

2.2.5 TRANSVERS PROCESS

Omurgaya rotasyon ve fleksiyon yaptıran önemli kasların birleşme yeri olan ve horizontal seyreden önemli bir anatomik yapıdır. Lomber bölgede en uzun olup torakal bölge kostalarla eklem yapar. Transpediküler vida tekniklerinde önemli bir landmark oluşturur.



Şekil 3.0: Lomber Vertebra CT Görüntüsü (8)

2.2.5 LİGAMAN VE PARAVERTEBRAL KAS ANATOMİSİ

Ligamanlar omurganın stabilitesini sağlayan ve hareket sisteminde görev alan fibröz dokulardır. Omurganın aşırı hareketini engeller ve kaslarla beraber

omurga biyomekaniğinin önemli bir kısmını oluşturur. Aynı zamanda kemik dokularla anatomik birliktelik göstererek medulla spinalis ve diğer nöral dokuları koruyucu görev üstlenir.

2.2.5.1 Anterior Longitudinal Ligaman (ALL)

C1 tuberkulum anteriordan başlayarak sakruma doğru genişleyerek devam eden,vertebral korpusta ve intervertebral disklere yapışan ligamandır. Vertebranın hiperekstansiyonunu engelleyerek omurga biyomekaniğinde görev alır.

2.2.5.2 Posterior Longitudinal Ligaman (PLL)

Aksisin posteriorundan başlayarak sakruma doğru daralarak devam eden, vertebral kanal içinde uzanan ligamandır. Disklerin anulus liflerine yapışır. Vertebranın hiperfleksiyonunu engeller.

2.2.5.3 Ligamentum Flavum

Flavum ligament,üst vertebra lamasının anterioinferioru ile alt vertebra lamasının posteriosuperioru arasında uzanır. Hipertrofisinde spinal kanalı sıkıştırabilir ve spinal stenoz kliniği oluşturabilir.

2.2.5.4 Supraspinal Ligamanlar

C7 spinos procesinden sakrum spinos procesine uzanan ligamandır. Aşağı doğru kalınlığı artmaktadır.

2.2.5.5 Interspinöz Ligamanlar

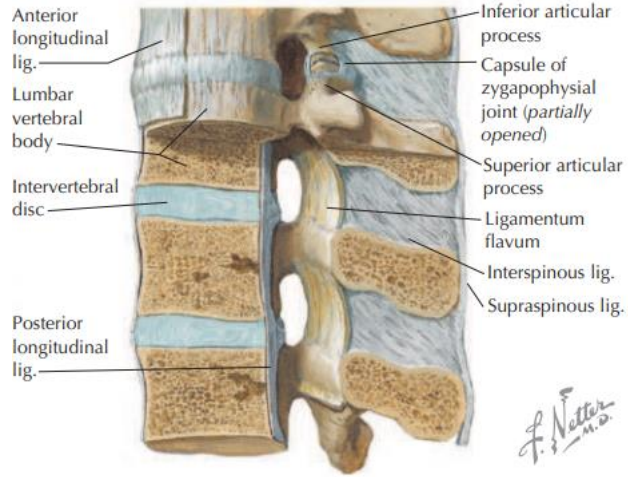
Spinos processler arasında kalan ligamanlardır. Hiperfleksiyonu engelleyerek stabilitede görev almaktadırlar.

2.2.5.6 Intertransvers Ligamanlar

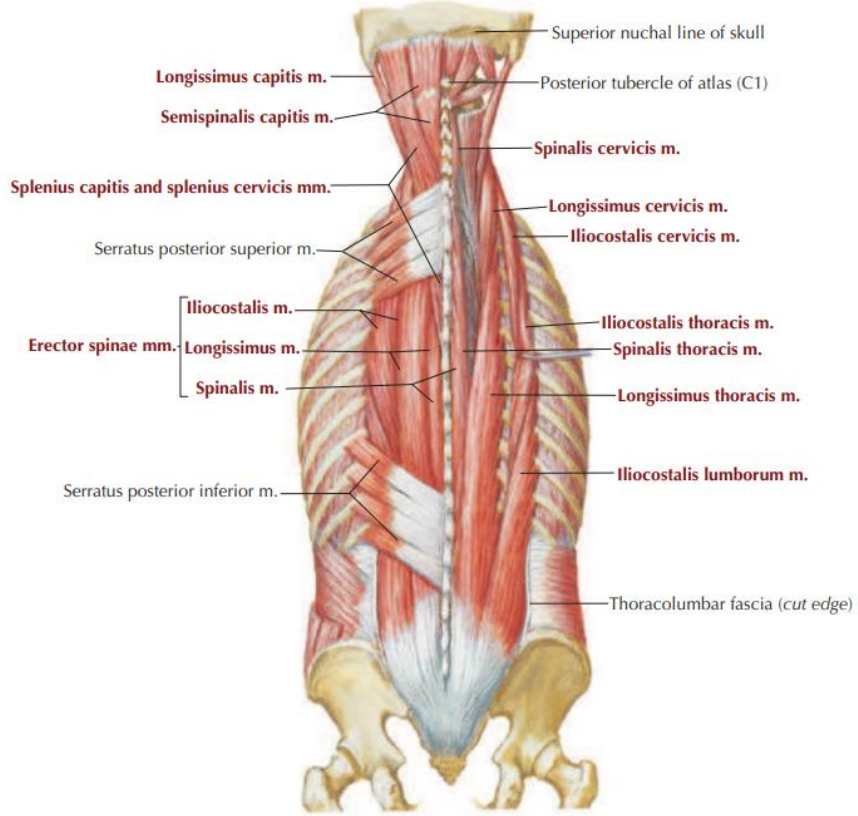
Transvers processler arasında yer alan rotasyonu sağlayan kaslarla omurga biyomekaniğine katkı sağlayan ligamanlardır.

2.2.5.7 Paravertebral Kaslar

Paravertebral kaslar yüzeysel ve derin kas grupları olarak ikiye ayrılmaktadır.Medulla Spinalisten çıkan posterior sinirler tarafından innerve edilirler.Fleksiyon hareketi sağlayan kaslar:Longus servisis,rectus abdominisken Ekstansiyon hareketi sağlayan kaslar:Erector spinalis,Splenius,Semispinalis kapitis ve Trapeziustur (4).



Şekil 4.0: Vertebral Ligamanların Görünümü (9)



Şekil 5.0: Paravertebral Kaslar (9)

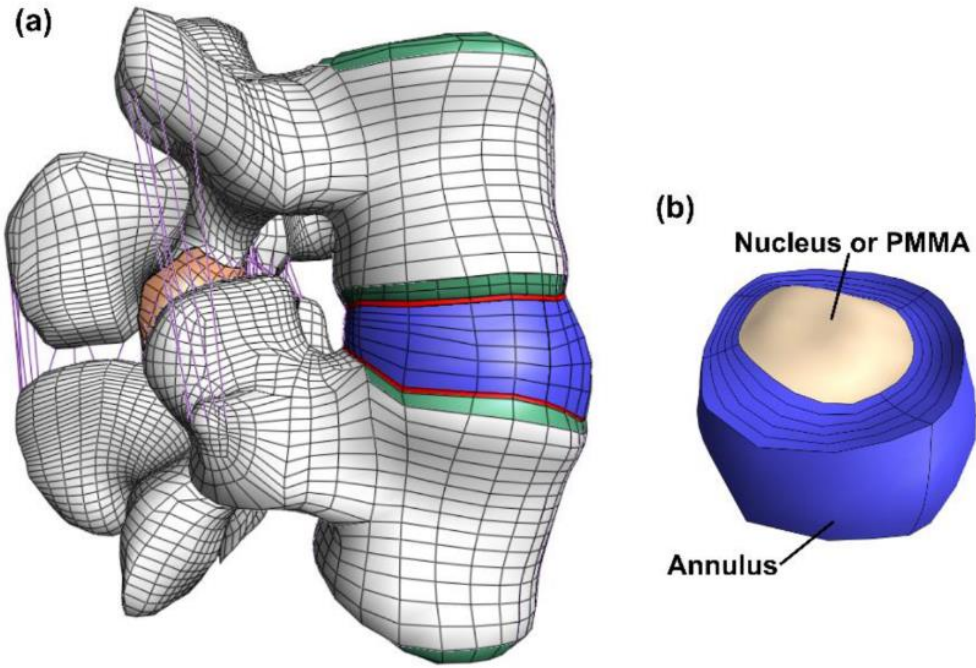
2.3. OMURGA BİYOMEKANİĞİ

Omurgayı 3 boyutlu geometrik ekseninde değerlendirdiğimiz takdirde sagittal planda servikal ve lomber lordoz, torakal kifoz görmekteyiz. Koronal planda servikal, torakal, lomber ve sakral bölgeler vertikal planda ise tek bir hat üzerinde değerlendirilmez.

Omurganın hareketini değerlendirdiğimizde dinamik ve statik yapılardan bahsetmek doğru olacaktır. Dinamik yapı; intervertebral disk, anterior longitudinal ligaman (ALL), posterior longitudinal ligaman (PLL), supraspinöz ve interspinöz ligamanlar, ligamentum flavum, kapsüller ligaman ve paravertebral kaslar olarak değerlendirilirken statik yapı ise; korpus, pedikül, faset eklemler, lamina, spinöz ve transvers processlerdir (10).

Denis'in 3 kolon teorisi bu yapıların görevlerini anlamamıza daha yardımcı olacaktır. Denis'e göre ALL, diskin ön kısmı ve korpusun ön kısmı ön kolonu oluşturur. PLL, diskin arka kısmı ve korpusun arka kısmı orta kolonu oluşturur. Posterior kemik elemanlar, posterior ligamanlar, flavum, faset eklemler de arka kolonu oluşturur (11).

Lomber vertebranın hareketini daha ayrıntılı incelediğimizde; rotasyon eksenini fleksiyon esnasında disklerin ön kısmında, ekstansiyon sırasında diskin arka kısmında ve faset eklemlerde bulunmaktadır. Yana eğilme hareketlerinde ise yük sağa harekette koronal planda disk mesafesinin soluna, sola harekette ise koronal planda disk mesafesinin sağına yerleşmektedir. Aksiyel yüklenmede ise rotasyon eksenini diskin merkezinde kalmaktadır. Bahsettiğimiz bu rotasyon eksenini stabil olmayıp yer değiştirebilmektedir. Bu yer değiştirmeye instabilite denilmektedir.



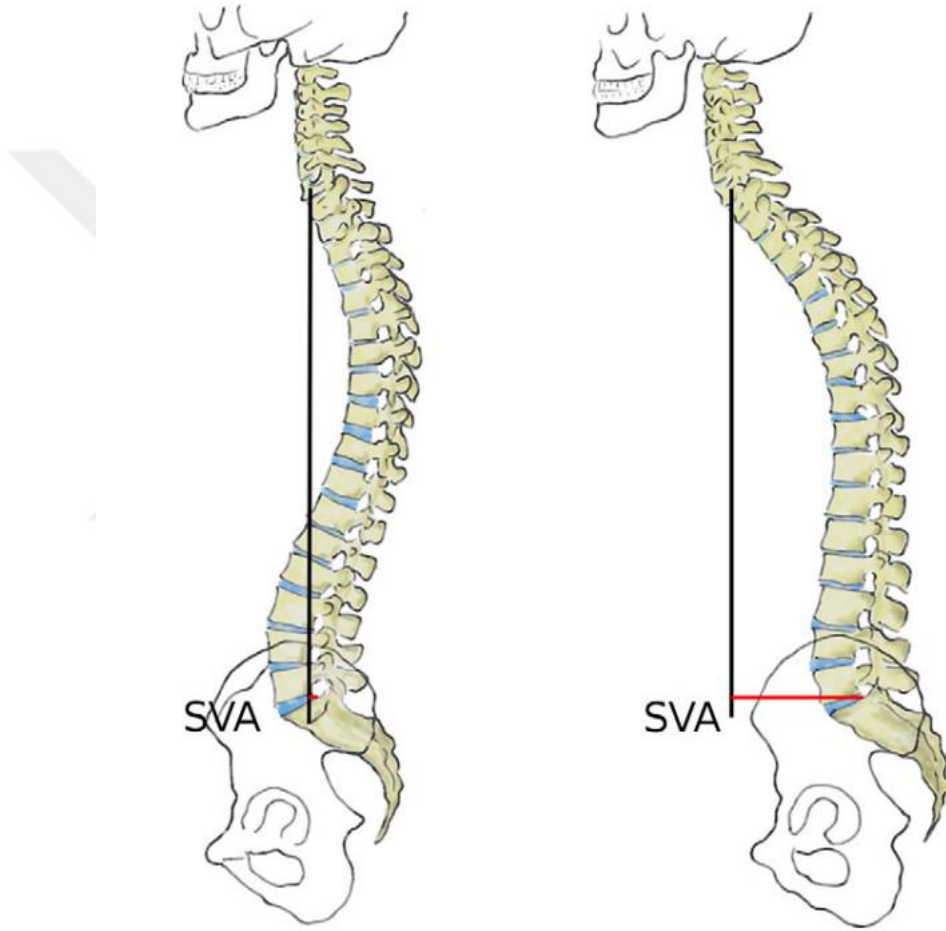
Şekil 6.0: Omurga biyomekaniğinin 3D görüntüsü a) Beyaz renkte omurga biyomekaniğini oluşturan kemik dokular, b) Omurga biyomekaniğini oluşturan intervertebral disk (12).

2.4.OMURGADA SAGİTTAL VE KORONAL DENGE

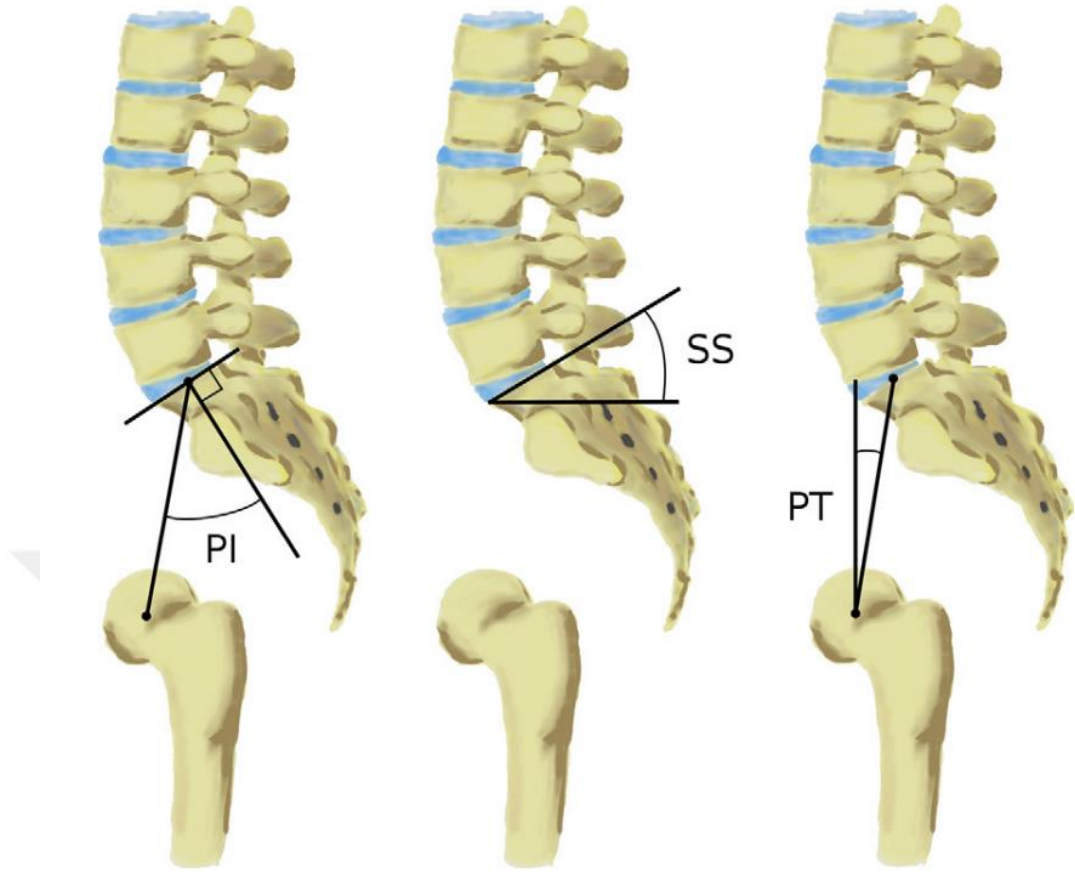
Omurga insanın dik durmasını sağlar ve bu dik duruşta sagittal ve koronal ekseninde omurganın bir dengesi vardır. Sagittal denge servikal lordozun, torakal kifozun ve lomber lordozun uyumuyla sağlanır. Bu dengenin göstergesi de C7'nin merkezinden çizilen hattın S1'in posterosuperior kenarında birleşmesidir. Bu hatta sagittal vertikal aks (SVA) denilmektedir. Bu aksın önde kalmasına pozitif denge, arkada kalmasına negatif denge denir ve bu akstaki kayma 5mm altında fizyolojiktir (13). Sagittal dengenin anlaşılmasında bazı ölçümler değerlidir. Bu ölçümler servikal lordoz, torakal kifoz, lomber lordoz, pelvik tilt, pelvik insidans, sakral slop ve bahsettiğimiz SVA'dır. Pelvik insidans, pelvik tilt ve sakral slop değerlerinin toplamına eşittir. Bu ölçümlerin fizyolojik değerleri derece cinsinden aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.

Tablo 1.0: Omurgada Sagittal Parametrelerin fizyolojik Ölçüm Değerleri
(14)

Servikal Lordoz	20-40
Torakal Kifoz	20-50
Lomber Lordoz	55 +/- 10
Pelvik Tilt	<20
Pelvik İnsidans	55 +/- 10
Sagittal Vertikal Aks(SVA)	<5mm



Şekil 7.0: Sagittal Vertikal Aks Görünümü (13)

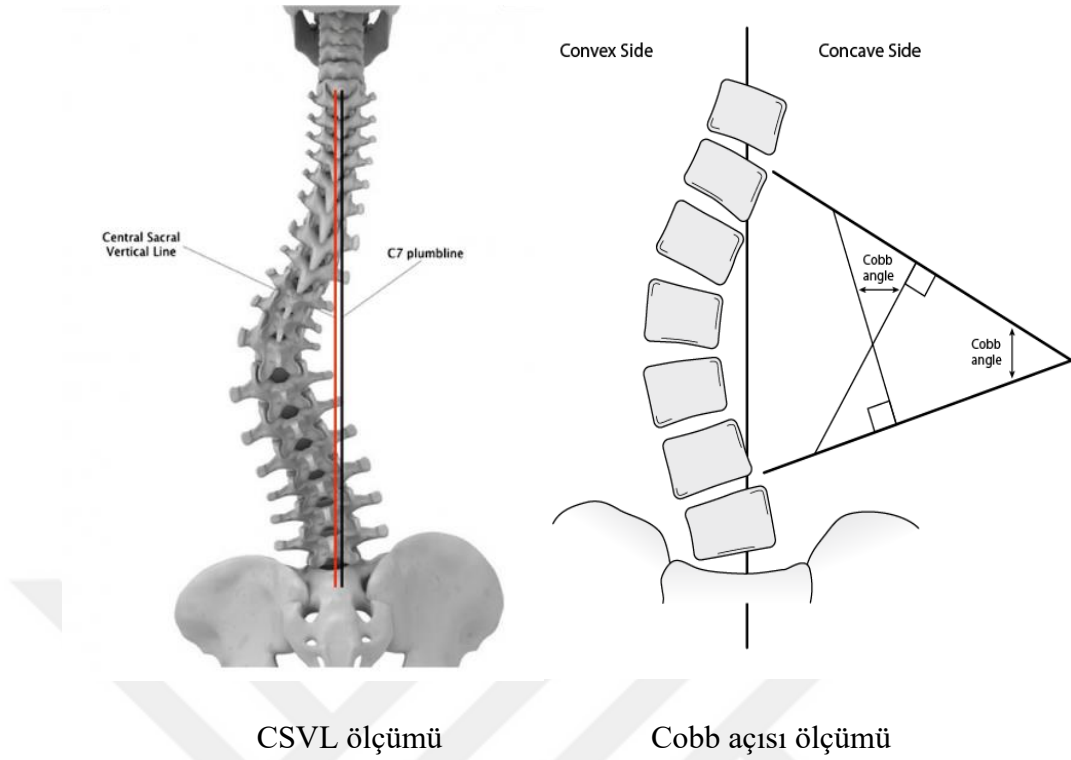


Şekil 8.0: Pelvik İnsidans, Sakral Slop ve Pelvik Tilt Görünümü ($PI=PT+SS$)

(13)

Koronal denge yine insanın ayakta durduğu zamanki ön-arka bakış açısıyla değerlendirildiğindeki merkezde olan dengesidir. Bu dengenin daha iyi anlaşılabilmesi için santral sakral dik çizgi (SSDÇ) ya da orijinal adıyla central sacral vertical line (CSVL) kavramından bahsetmek gerekir. CSVL S1'in ortasından yukarı çizilen dik çizgidir. Omurga bu hattın sağında ya da solunda duruyorsa koronal imbalanstan söz edilir. Bu imbalansa sebep olan eğrilik cobb açısıyla ölçülür. Bu açının 10 dereceden fazla olması skolyoz olarak adlandırılır

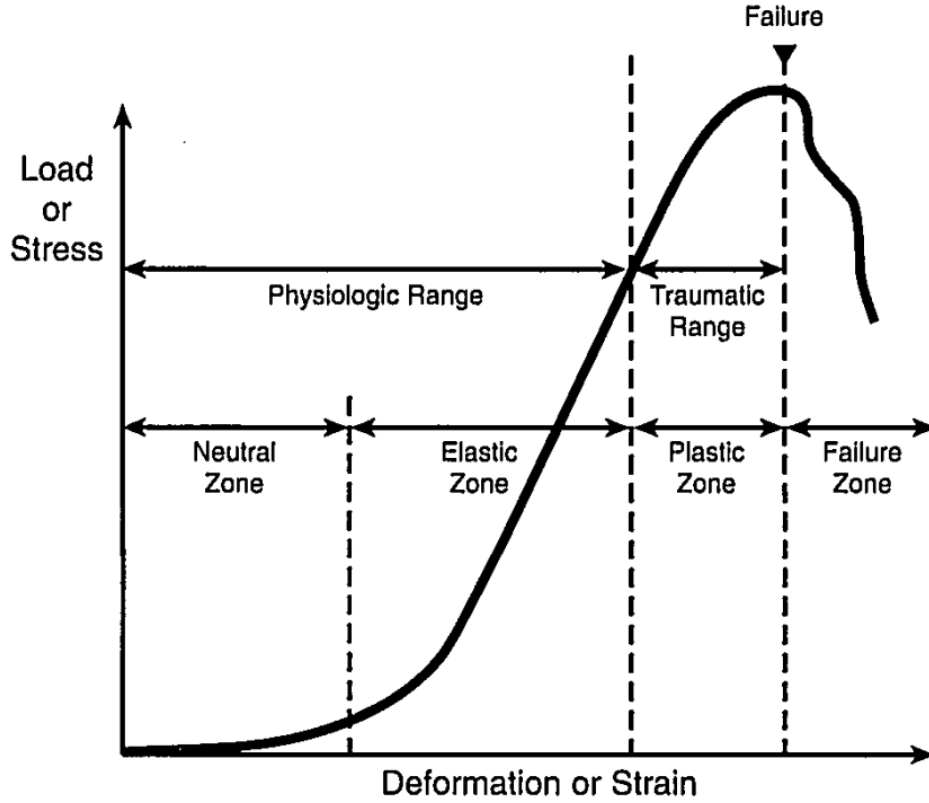
(15).



Şekil 9.0: CVSL ve Cobb açılarının ölçülmesi

2.5.OMURGADA İNSTABİLİTE KAVRAMI

Omurgada instabiliteyi anlamak için Range of Motion (ROM) kavramından bahsetmek gerekir. ROM kısaca omurganın hareket aralığı olarak tanımlanabilir. Omurganın stabilitesi bu hareketin yani ROM'un korunmasıyla mümkündür. Bu stabilite kemikler, kaslar ve ligamanların birlikte çalışmasıyla sağlanmaktadır. ROM elastik ve nötral bölgeden oluşur. Nötral bölge omurgada küçük yüklerle ortaya çıkan hareketin oluşturduğu ROM'un ilk bölgesidir. Burası minimal dirençle karşılaşır ve omurganın en esnek olduğu yerdir. Nötral bölgedeki bu minimal direnç ligaman direnci olarak tanımlanır. Nötral bölgeye lax zone yani gevşek bölge de denir. Bu kavram ligamanların gevşemesinden gelir. Elastik bölge ise nötral bölgeden sonraki hareketi oluşturur. Bu bölgede hareket daha dirençli devam etmekte olup bu harekete karşı gelen direnci eklemler oluşturur (16).



Şekil 10.0: ROM'u oluşturan nötral ve elastik bölgeler(16)

Omurganın stabilitesini 3 sistem sağlar. Bunlar pasif sistem, aktif sistem ve nöral sistemdir. Bu sistemlerin herhangi birindeki bozukluk instabiliteye sebep olmaktadır.

Pasif sistemi korpus, intervertebral disk ve faset eklemler oluştururken, aktif sistemi ise kas ve tendonlar oluşturur. Nöral sistem bu sistemlerin kontrolünden sorumludur (17).

İnstabilite tanısı koymak için yararlanılan tetkikler direkt grafi, bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans (MR)'tır. Grafi ve BT'de kemik yapılar daha belirgin görüldüğünden faset eklem açıklığındaki artış, disklerdeki vakum belirtisi gibi bulgular ile instabilite tanısı konulabilir. MR'da ise disk dejenerasyonu, ligaman yırtıkları, ligamentum flavum hipertrofisi ve Modic tip değişiklikler gibi yumuşak doku bulgularıyla instabilite tanısı konulabilir (18).

2.6. DEJENERATİF LOMBER OMURGA HASTALIĞI

Yaşlanmayla birlikte görülen insan vücudunun tüm organlarındaki fizyolojik değişiklikler omurgada da hem biyomekanik hem de biyokimyasal anlamda kendini gösterir. Bu değişikliklerin organda fonksiyon bozukluğu olarak ortaya çıkması dejenerasyon olarak tanımlanabilir. Omurgadaki dejenerasyona bağlı olarak gerçekleşen fonksiyon bozukluklarıyla beraber ortaya çıkan klinik bulgularla bütününe de dejeneratif omurga hastalığı diyebiliriz.

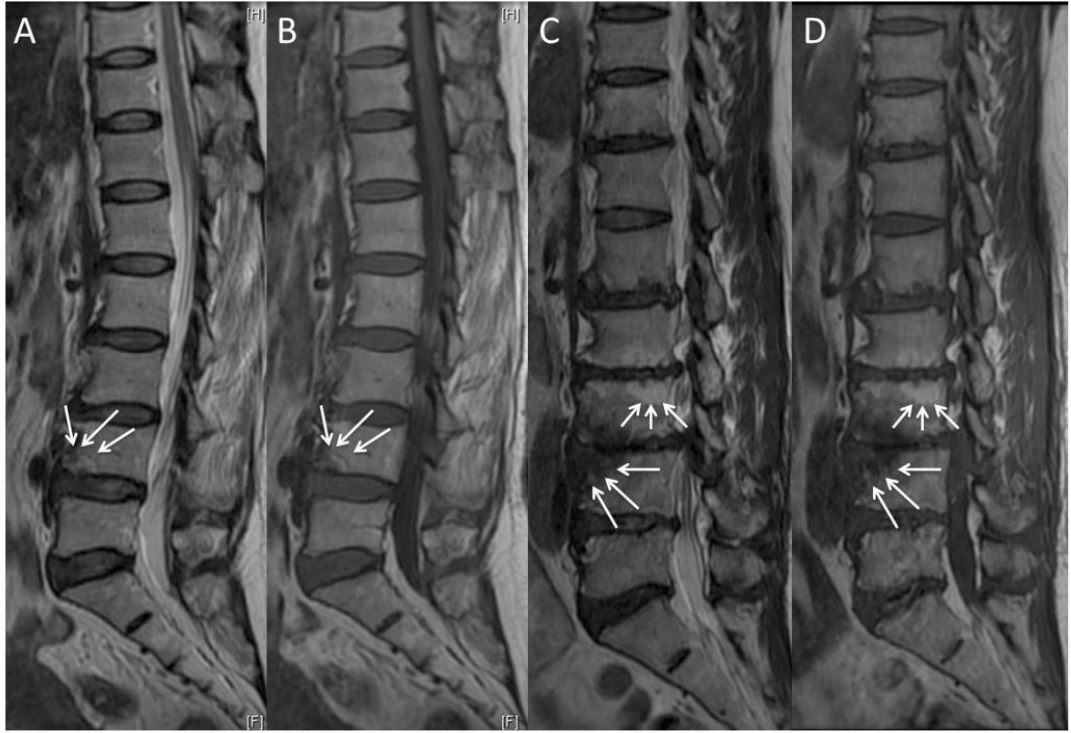
Zamanla oluşan aksiyel yüklenmelere bağlı gerçekleşen mikro ve makrotravmalarla hızlanan dejeneratif süreç nöral dokulara karşı kompresyon oluşturur. Bu kompresyona bağlı olarak insanlarda klinik semptomlar meydana gelmektedir. Bu semptomların en yaygını bel ağrısıdır. Bel ağrısının prevalansı %80 olup bunların %10-20'si iyileşmeyen kronik ağrılardır. Cerrahi insidansları ise popülasyonun %1-3'dür (19).

Dejeneratif lomber omurga hastalığında meydana gelen bozukluklar osteofitler, spondilolistezis, ligamentum flavum hipertrofisi, faset eklem değişikliği, disk dejenerasyonu gibi patolojik değişiklikler ve bunların sebep olduğu klinik semptomlardır. Etyolojisine bakacak olursak omurga üzerindeki yük ve stres, osteoporoz, kas tonusu zayıflığı, sigara ve genetik faktörler önemli rol oynamaktadır (20).

Dejeneratif omurgada Modic tip değişikliklerden bahsetmek doğru olacaktır. Modic tip değişiklik sınıflaması şu şekildedir:

Tablo 2.0: Modic Tip Değişiklik Sınıflaması (21)

Tip 0	Normal disk ve kemik görünümü
Tip 1	Korpusta kemik iliği ödemi ve hipervaskülarizasyon
Tip 2	Korpusta yağlı kemik iliği görünümü
Tip 3	Subkondral kemik sklerozisi



Şekil 11.0: Modic Tip 1 değişiklik: A-B L4 inferior end-plate T2WI sekansta hiperintens T1WI hipointens; Modic Tip 2 değişiklik: C-D L3 superior end-plate T2WI ve T1WI sekanlarda hiperintens; Modic Tip 3 değişiklik: C-D L4 superior end-plate T2WI ve T1WI sekanlarda hipointens (21).

2.6.1 DEJENERATİF DİSK HASTALIĞI

İntervertebral diskin omurga biyomekaniğinde önemli yeri olduğundan; nucleus pulposus, anulus fibrosus ve end-plate'lerden oluştuğundan bahsetmiştik. Omurga yaşlandıkça, dejenere oldukça aksiyel yüklenmelere bağlı olarak nükleus pulposus sıvı içeriğini kaybetmektedir. Anulus fibrosus ise içerdiği fibrokartilajinöz ve kollajenöz lifler yardımıyla nükleus pulposusa sınırlayıcı bariyer görevi görmektedir. Aynı zamanda anulusun dış yüzeyine ulaşan damarlar ve difüzyon yardımıyla nucleus pulposus beslenmektedir. Yaşla birlikte bu beslenme de azalarak diskin dejenere olması ve klinik semptomlara yol açtığı hastalık tablosu oluşur. Etyolojisinde stres, sigara kullanımı, sismorl nodülleri ve genetik faktörler yer almaktadır (22).

Disk dejenerasyonu sonucunda osteofit ve osteokondrozis oluşumu, disk mesafesinde daralma, disk herniasyonu, diskte sinyal kayıpları gibi bulgular

görülmektedir. Disk dejenerasyonunu en iyi gösteren tanı yöntemi MR'dır. Pfirrmann ve arkadaşları MR ile disk dejenerasyonu sınıflaması geliştirmişlerdir (23):

Tablo 3.0: MR ile Disk Dejenerasyonu Sınıflaması (23)

Grade	Disk Yapısı	Nucleus ve Anulus ayrımı	Sinyal değişikliği	Disk Yüksekliği
1	Homojen,parlak beyaz	net	hiperintens	Normal
2	Homojen değil, horizontal bantlar	net	hiperintens	Normal
3	Homojen değil, gri	Net değil	orta	Normal-hafif azalmış
4	Homojen değil, gri-siyah	kaybolmuş	Orta-hipointens	Normal-orta azalmış
5	Homojen değil, siyah	kaybolmuş	hipointens	çökmüş

2.6.2 LOMBER DAR KANAL

Spinal dar kanal; spinal kanalın anterior-posterior çapının azalması (Santral Dar Kanal), nöral foramenin daralması ve lateral resesin daralması şeklinde kendini gösterir. Oluşum mekanizmasına bakacak olursak spondilolistezis, disk dejenerasyonu ve taşması, konjenital dar kanal, faset eklem hipertrofisi, osteofit oluşumları ve ligamentum flavum hipertrofisi karşımıza çıkar.

En sık L4-5 seviyesinde, ikinci olarak L3-4 seviyesinde, üçüncü olarak L2-3 ve daha nadir olarak da L5-S1 seviyesinde görülür. En sık görülen semptom yürümekle ve egzersizle artan, istirahat ve yatmakla azalan bel ve bacak ağrısıdır. Bu nörolojik kladikasyo olarak tanımlanır ve vasküler kladikasyodan ayırt edilmesi önemlidir (20). Direkt Grafide lomber spinal kanal ölçümü aşağıdaki gibidir:

Tablo 4.0: Direkt Grafide Lomber Spinal Kanal Ölçümü Değerleri (24)

Normal	22-25mm
Az darlık	15mm
Ciddi darlık	<11mm

Ullrich ve arkadaşları lomber spinal kanalı BT’de ölçmüşlerdir. Yaptıkları ölçümlerin daha küçüklerini dar kanal olarak isimlendirmişlerdir. Sonuçları aşağıdaki gibidir:

Tablo 5.0: BT’de Lomber Spinal Kanal Ölçümü Değerleri (25)

Anterior-Posterior mesafe	<11.5mm
İnterpediküler mesafe	<16mm
Kanal kesit alanı	<1.45 cm ²

2.6.3 LATERAL RESES SENDROMU

Lateral resesi anatomik olarak tanımlamak gerekirse ön sınırı korpus,arka sınırı superior articular faset eklem, lateral sınırı pedikül ve medial sınırı köktür. Patofizyolojisinde faset eklem hipertrofisi vardır ve en sık L4-5 faseti sebep olur. Bu hastalıkta semptomlar genelde nörolojik kladikasyo değil bilateral ya da unilateral bacak ağrısıdır. Buradaki bacak ağrısının lomber disk hernisindeki bacak ağrısından farkı oturmayla artmaması ve düz bacak kaldırma testinin negatif olabilmesidir.



Şekil 12.0: Lateral reses stenozunun BT görünümü(26)

2.6.4 SPONDİLOLİSTEZİS

Dejeneratif lomber omurganın hastalıklarından bir tanesi de spondilolistezistir. Erişkin popülasyonda görülme sıklığı %4-8 arasındadır (27). Wiltse sınıflamasına göre spondilolistezis 6 çeşittir.

1-Displastik (Genelde spina bifida ile seyreder)

2-İstmik (Genelde pars fraktörü eşlik eder)

3-Dejeneratif (Genelde uzun süreli ortaya çıkar)

4-Travmatik

5-Patolojik (Genelde osteogenesis imperfekta gibi kemik anomali eşlik eder)

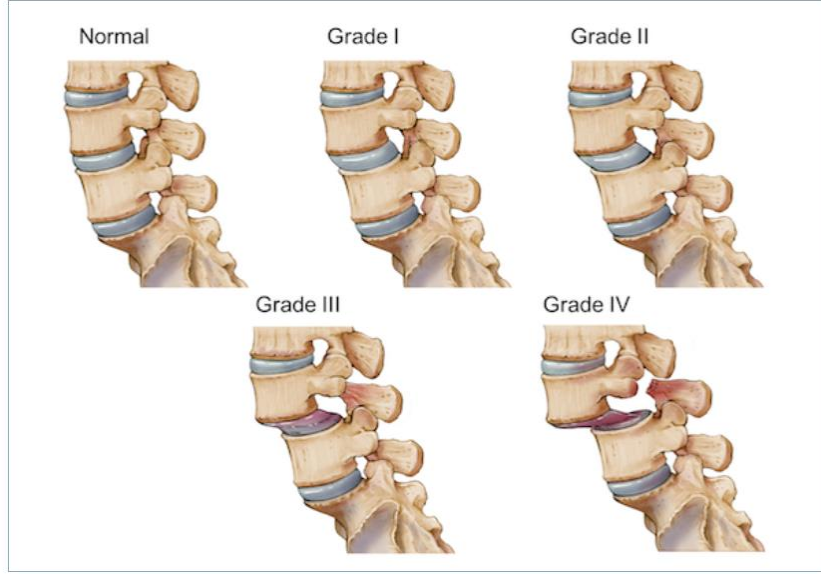
6-Postcerrahi

Burada genelde dejeneratif spondilolistezisten bahsedeceğiz. İnsidansı erkeklerde %5.8, kadınlarda %9.1'dir (20). Genelde 50 yaş üstünde görülür. Dejeneratif spondilolistezisin patofizyolojisinde disk dejenerasyonu ve faset artropatisine bağlı vertebralarda kayma sonucu nöral dokulara bası yer alır. Genelde dejeneratif listezise spinal kanal, foraminal ve lateral reses darlıkları eşlik eder. En sık L4-5 seviyesinde görülür.

Meyerding spondilolistezisleri kayma miktarına göre sınıflamıştır.

Tablo 6.0: Meyerding Spondilolistezis Sınıflaması (28)

Grade	Kayma Miktarı
1	<%25
2	%25-50
3	%50-75
4	%75-tam
5 (Spondiloptosis)	>%100



Şekil 13.0: Meyerding sınıflamasına göre spondilolistezis (29)

2.7.DEJENERATİF LOMBER OMURGA HASTALIĞINDA TANI

Dejeneratif lomber omurga hastalığında diğer hastalıklarda olduğu gibi tanı anamnez ve fizik muayene ile başlar. Anamnezde hastanın mesleği, ailesinde hastalık öyküsü, sigara, obezite, malignite, ilaç kullanımı, travma mutlaka sorgulanmalıdır. Hastanın ağrısının tipi, şiddeti ve siyatalji, nörolojik kladikasyo, yayıldığı dermatom anlaşılmalıdır.

Fizik muayene mutlaka yapılmalı ve radiküler semptom, dermatomal duyu kusuru, motor kayıp anlaşılmalıdır. Kauda Ekuina sendromu gibi kırmızı bayraklar atlanılmamalıdır. Fizik muayenede düz bacak kaldırma testi, femoral germe testi, FABERE, FADİRE, Bragard manevrası, parmak ucu-yer testi, duyu ve motor muayeneleri yapılabilir.

Anamnez ve fizik muayeneden sonra tanı koymada en önemli yardımcılar görüntüleme tetkikleridir. Bunlar direkt grafi, bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans (MR)'dır. Aynı zamanda kemik dansitometresi ve nörofizyolojik incelemeler de tanıda yer alır.

2.7.1 DİREKT GRAFİ

Maliyetinin düşük olması ve kolay ulaşılabilir olması grafipleri avantajlı kılarken günümüz teknolojileri düşünüldüğünde kullanımı sınırlıdır. Lomber disk

hernilerini ve nöral basıları göstermede yetersizken listezis, osteofitler, fraktürler, disk mesafesi yüksekliği hakkında bize fikir verebilirler.

Tekal keseye kontrast madde verilerek yapılan miyelografinin sensitivitesi ve spesifitesi daha yüksektir. Bilgisayarlı Tomografi ve MR'ın yaygınlaşması ile kullanımı nadir hale gelmiştir.

2.7.2 BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ (BT)

Kemik anatomiye göstermede üstün olan BT nöral doku ve yumuşak dokuları göstermede MR'a göre dezavantajlıdır. Hasta yatar pozisyonda çekildiğinden dolayı aksiyel yüklenmenin etkisi görülemediğinden spondilolistezis gibi tanılarda direkt grafi üstün olabilmektedir. Aynı zamanda konjenital kemik defektleri için de ayrıntılı bilgi vermektedir.

2.7.3 MANYETİK REZONANS (MR)

Lomber disk hernisinin tanısı için altın standart olan MR yumuşak dokuları ve nöral yapıları göstermede en avantajlı tetkiktir. Kemik yapılar konusunda BT'ye göre dezavantajlıdır. Ligaman ve paravertebral kasları da ayrıntılı gösterdiğinden bize birçok hastalık hakkında fikir vermektedir.

İnstabilite kriterlerinden olan disk dejenerasyonu, Modic tip değişiklikler ve komşu segment hastalığı yine Mr'da başarılı şekilde görülebilmektedir.

2.7.4 ELEKTROMİYOGRAFİ (EMG)

Stimüle edilen kastaki elektriksel aktivitenin ölçülmesidir. İğne EMG ve iletim çalışması olarak 2 tiptir (30). Motor defisiti olan hastalarda kullanılabilirken duyu defisitini göstermede yeri yoktur. Radikülopatinin segmenti ve tuzak nöropatileri göstermede başarılıdır. Dejeneratif lomber omurgada tek başına tanı yöntemi olmamakla beraber şüpheli olgularda destekleyici tetkik olarak yol gösterici olabilir.

2.7.5 KEMİK MİNERAL YOĞUNLUĞUNUN ÖLÇÜLMESİ

Osteoporoz düşük kemik kitlesi ve kemik dokusunun yapısal olarak bozulmasıdır. Bu durum da kemik yapısının kırılabilir olmasına ve kırık riskinin

artışına yol açar. Osteoporotik hastalar hem cerrahi endikasyonda hem de komplikasyon riskini artırma konusunda önemli yer tutar. Özellikle yaşlı hastalara enstrümantasyon cerrahisi planlanırken hastanın osteoporoz açısından değerlendirilmesi gerekir. Bu değerlendirmede 2 tetkik önemlidir: DXA ve qCT. DXA kemik ölçümünü 2 boyutta değerlendirirken qCT 3 boyutta değerlendirir (31). Ancak kolay ulaşılması ve düşük maliyetten ötürü günümüzde DXA daha sık kullanılmaktadır.

2.8. DEJENERATİF LOMBER OMURGA HASTALIĞINDA TEDAVİ

Dejeneratif lomber omurgada tedavi seçenekleri konservatif ve cerrahi tedavi olarak ikiye ayrılabilir. Tedavi seçeneği değerlendirilirken hastanın anamnezi iyi alınmalı ve hasta iyi muayene edilmelidir. Aynı patolojiye sahip 2 hastanın klinik farklılıklarından dolayı tedavi seçenekleri parasetamol kullanımından cerrahi tedaviye kadar farklılık gösterebilir.

2.8.1 KONSERVATİF TEDAVİ

Lomber disk hernisinde hastaların ilk 6 hafta içerisinde konservatif tedaviyle rahatlayabilecekleri gösterilmiştir (32).

Konservatif tedavide non-steroid antiinflatuar ilaçlar, parasetamol, opioid analjezikler, kas gevşeticiler, steroidler, antidepresanlar gibi ilaçlar yer alırken fizik tedavi, korse tedavisi ve yaşam tarzı değişikliği yer alır.

Medikal tedavi hastalığın akut alevlenmesinde ağrıyı hafifleterek etkili olabildiği gibi fizik tedavi programlarına da uyumu kolaylaştırır. İlaç tedavisinin de komplikasyonları olabileceği düşünülmeli ve bağımlılık yapıcı ilaçların kullanımlarına dikkat edilmelidir.

Fizik tedavi yöntemleri arasında sıcak-soğuk uygulama, Transkutanöz elektriksel sinir stimülasyonu (TENS) ve egzersizler yer alır. Özellikle Aerobik egzersizlerin kronik bel ağrısındaki faydalarıyla alakalı çalışmalar bulunmaktadır (33).

2.8.2 MİNİMAL İNVAZİV TEDAVİLER

Konservatif tedavi olarak da değerlendirilebilen minimal invaziv tedavileri epidural steroid enjeksiyonu, kök blokajı, transforaminal steroid enjeksiyonu ve faset ablasyonu gibi sıralayabiliriz. Bu tedavi yöntemleri medikal tedavi ve fizik tedaviden fayda görmeyen cerrahi endikasyon koyulmayan hastalarda uygulanabilir.

2.8.3 CERRAHİ TEDAVİ

Konservatif tedavinin yetersiz kaldığı ya da nörodefisiti olan hastalarda cerrahi tedavi uygulanabilir.

Radikülopatinin eşlik ettiği lomber disk herniasyonu olgularında mikrodiskektomi ya da endoskopik diskektomi ve foraminotomi gibi cerrahi teknikler tedavi için uygulanabilir.

Yine lomber dar kanal hastalarında laminektomi ile dekompresyon, ligamentum flavumun alınması gibi yöntemlerle nöral dekompresyon sağlanabilir. Bu cerrahide pars articularisin ve faset eklemin korunması stabilite açısından önemlidir (34).

Unilateral yaklaşımla karşı foraminotomi yapılacak şekilde gerçekleştirilen bilateral dekompresyon da hem daha az invaziv seçenek olarak hem de yeterli dekompresyon açısından başarılı bir yöntemdir (35).

Dejeneratif lomber omurgada klinik ve radyolojik olarak instabilite varlığında cerrahi tedavi olarak transpediküler vidalarla rijit ve dinamik sistemler kullanılarak stabilizasyon uygulanabilir (36).

Rijit sistemler ile füzyon hedeflenirken dinamik sistemler ile hareketi sınırlayıcı olarak stabilizasyon sağlanır. Füzyon için Transforaminal Lomber İnterbody Füzyon (TLIF) tekniği de destekleyici olarak kullanılabilir.

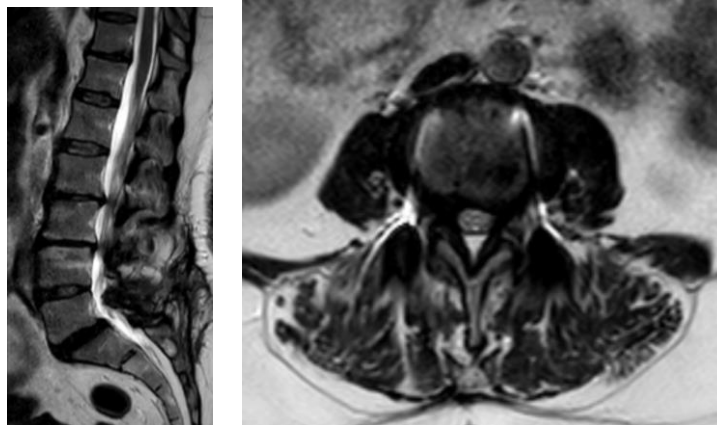
2.9. KOMŞU SEGMENT HASTALIĞI

Dejeneratif lomber omurgaya uygulanan füzyon cerrahileri sonrası gelişen komplikasyonlardan biri de komşu segment hastalığıdır. Füzyon gelişen vertebraların bir üst ya da bir alt segmentinde oluşan patolojik değişiklikler ve bunların sonucunda oluşan klinik bulguların bütünü olarak tanımlanabilir.

2020 yılında Tao Wang ve arkadaşları tarafından yapılan meta-analiz çalışmalarda posterior lomber füzyon cerrahisi sonrası komşu segment hastalığı gelişme insidansı %18.6 olarak gösterildi. Yine aynı çalışmada komşu segmentte risk faktörleri olarak dejeneratif disk varlığı, uzun segment enstrümantasyon, faset eklem bozulması, interbody füzyon, postmenapozal kadın, osteoporoz, ileri yaş ve sagittal dizilim bozukluğu gösterildi (37).

Cerrahi esnasında da komşu segmente yapılan laminektomi ve komşu segmentin sagittal bozukluğu, hipolordoz gibi faktörler de komşu segment oranını artırmaktadır (38). PLIF (Posterior Lomber İnterbody Füzyon) ve TLIF gibi füzyon hedefleyen cerrahi tekniklerin de komşu segmentte spondilolistezis oluşturarak komşu segment riskini artırdığı görülmüştür (39). Komşu segment dejenerasyonunun patofizyolojisinde komşu segmente aşırı mekanik yüklenme ve buna bağlı olarak spondilolistezis, spinal stenoz, osteofit oluşumu ve disk dejenerasyonu gösterilebilir (40). Komşu segment hastalığı riskini azaltmak için faset eklem kapsülünün korunması, interspinos ligamanın korunması, komşu segmentte laminektomiden kaçınılması gibi cerrahi teknikler uygulanabilir.

Cerrahi planlama yapılırken de en az segmentin füzyona katılmasının riski azalttığı gösterilmiştir (41). Günümüzde bu hastalığın gelişmesinin önlenmesinde dinamik sistemler ve interspinöz artrodezler kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarda dinamik fiksasyon tekniklerinin komşu segment dejenerasyonunu kesin olarak engellemediği ancak komşu segment hastalığının gelişmesinin ve semptomlarını azalttığı gösterilmiştir (42).



Şekil 14.0: Çalışmamızdaki olgulardan L4-S1 rijit sistem uygulanan hastada postop gelişen komşu segment hastalığının MR görüntüsü

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma için Sağlık Bilimleri Üniversitesi Bakırköy Dr. Sadi Konuk Eğitim ve Araştırma Hastanesinden 21.03.2022 tarihinde 101 protokol no ile onay alınmıştır.

Bu çalışmada Sağlık Bilimleri Üniversitesi İstanbul Bakırköy Prof. Dr. Mazhar Osman Ruh Sağlığı ve Sinir Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesi Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniğinde 01.01.2017-01.12.2021 tarihleri arasında posterior lomber transpediküler stabilizasyon uygulanan 86 adet hastanın dosyaları geriye dönük olarak incelenmiştir. Çalışma kriterlerine uymayan hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir.

Çalışmaya dahil etme kriterleri

- Dejeneratif Lomber Omurga Hastalığı
- Grade 1 Spondilolistezis
- Deformite olmayan omurga (Skolyoz derecesi <10)
- Radyoloji ile uyumlu semptomlar
- 35 yaşından büyük olanlar
- Aydınlatılmış Onam Formu imzalamış olanlar
- 5 vertebra ve daha azına enstrümantasyon uygulanmış hastalar

Çalışmaya dahil etmeme kriterleri

- Yetersiz veri
- Gebe olmak
- Deformitesi olan omurga (Skolyoz derecesi >10)
- Grade 2 ve daha büyük derecede Spondilolistezis
- Malignite, enfeksiyon, travma, konjenital hastalık ve romatolojik hastalık
- 5 vertebradan fazla enstrümantasyon uygulanan hastalar
- Revizyon cerrahisi geçirmiş hastalar
- 35 yaşından küçük olanlar

3.1. HASTA GRUPLARI

Posterior Lomber Transpediküler vida ve rod sistemi ile enstrumante edilen 86 hasta çalışmaya dahil edilmiştir. Operasyonda poliaksiyel vida kullanılmış olup Freehand teknik ile transpediküler olarak uygulanmıştır. Titanyum veya

polietereterketon (PEEK) içerikli rodlar kullanılarak vidalar birbirine bağlanmıştır. Rod olarak titanyum kullanılan hastalar Rijit Grup, PEEK kullanılan hastalar Dinamik Grup olarak isimlendirilmiştir. Transforaminal Lomber Interbody Füzyon (TLIF) uygulanan hastalarda titanyum rod kullanılanlar Rijit+TLIF grubu, PEEK rod kullanılanlar Dinamik+TLIF (Hibrit) grubu olarak isimlendirilmiştir. Bu 4 grubun tablo hali aşağıda görülmektedir (Tablo 7.0).

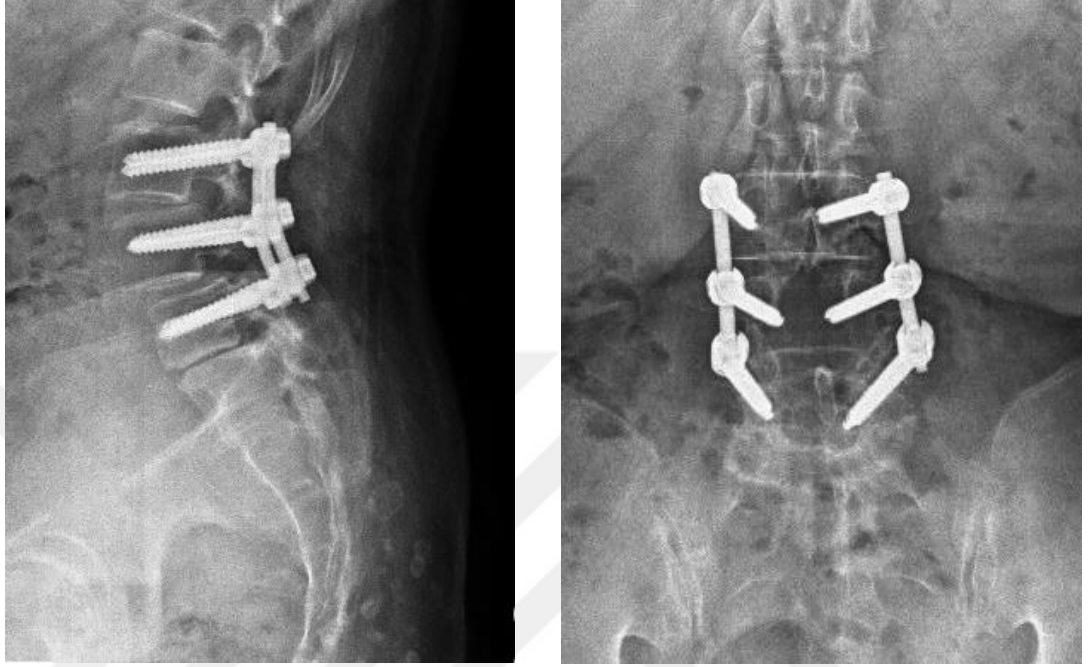
Tablo 7.0: Uygulanan Cerrahi Teknikler

Rijit Grup	Titanyum Rod
Dinamik Grup	PEEK Rod
Rijit+TLIF Grubu	Titanyum Rod ve TLIF
Dinamik+TLIF Grubu(Hibrit Grup)	PEEK Rod ve TLIF

3. 2. CERRAHİ İŞLEM

Rijit Grup: Tüm hastalar Genel Anestezi altında prone pozisyonda ameliyat masasına alındı. Scopi ile mesafe tayini yapıldı. Gerekli cilt temizliği betadin ile sağlandı. Steril örtümü takiben enstrüman sistemine dahil edilen vertebra seviyelerinin bir üst seviyesi de dahil olacak şekilde orta hat insizyonu kullanıldı. Cilt altı dokusu geçildi ve fascia bilateral kesici koter yardımıyla açıldı. Bilateral adaleler transvers procesler görülene kadar subperiostal diseksiyonla sıyrıldı. Scopi ile vertebra korpusları görüldü. Freehand tekniği kullanılarak vertebra korpuslarına gidecek şekilde poliaksiyel vidalar transpediküler olarak yerleştirildi. Ortama mikroskop çekildi. Diamond uçlu motor ve kerrison kullanılarak Laminektomiler,Foraminotomiler ve fasetektomilerle gerekli nöral dokuların dekompresyonu sağlandı. Vidalar lomber lordozu revize edecek şekilde eğilen 2 adet titanyum rod ile birleştirildi. Scopi ile enstrüman sistemi kontrol edildi. Faset eklemler, sağlam kalan laminektomi defekti dekortike edildi. Dekortike edilen kemik dokulara ve vidaların latereline otogreft kemik dokular yerleştirildi. Füzyon hedeflendi. Kanama kontrolü yapıldı. Katlar anatomisine

uygun biçimde kapatıldı. Hasta ekstübe edilerek servise verildi. Hastanın postop takibinde antibiyotik ve analjezik ile medikal tedavisi yapıldı. Hasta postop 1. gününde mobilize edildi ve kontrol grafisi çekildi.



Şekil 15. 0: Rijit Grup Postop Anterior-Posterior ve Lateral Grafi

Dinamik Grup: Tüm hastalar Genel Anestezi altında prone pozisyonda ameliyat masasına alındı. Scopi ile mesafe tayini yapıldı. Gerekli cilt temizliği betadin ile sağlandı. Steril örtümü takiben enstrüman sistemine dahil edilen vertebra seviyelerinin bir üst seviyesi de dahil olacak şekilde orta hat insizyonu kullanıldı. Cilt altı dokusu geçildi ve fascia bilateral kesici koter yardımıyla açıldı. Bilateral adaleler transvers procesler görülene kadar subperiostal diseksiyonla sıyrıldı. Faset eklem kapsülleri diseksiyon esnasında korundu. Scopi ile vertebra korpusları görüldü. Freehand tekniği kullanılarak vertebra korpuslarına gidecek şekilde poliaksiyel vidalar transpediküler olarak yerleştirildi. Ortama mikroskop çekildi. Diamond uçlu motor ve kerrison kullanılarak Laminektomiler, Foraminotomiler ve fasetektomilerle gerekli nöral dokuların dekompresyonu sağlandı. Vidalar 2 adet peek rod ile birleştirildi. Scopi ile enstrüman sistemi kontrol edildi. Kanama kontrolü yapıldı. Katlar anatomisine uygun biçimde

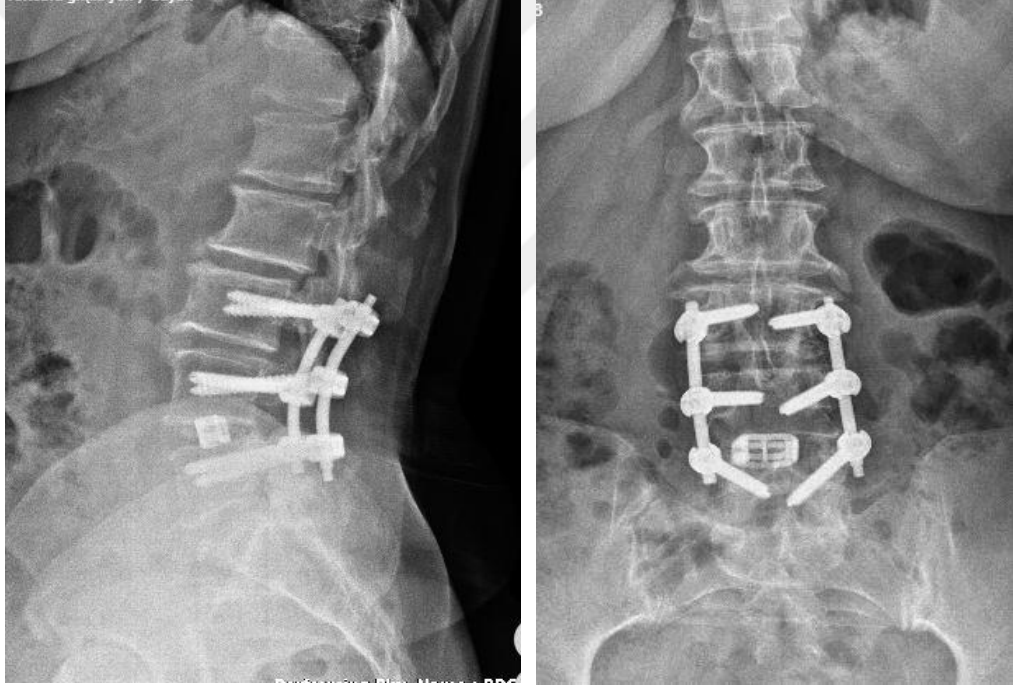
kapatıldı. Hasta ekstübe edilerek servise verildi. Hastanın postop takibinde antibiyotik ve analjezik ile medikal tedavisi yapıldı. Hasta postop 1. gününde mobilize edildi ve kontrol grafisi çekildi.



Şekil 16. 0: Dinamik Grup Postop Anterior-Posterior ve Lateral Grafi

Rijit+TLIF Grubu: Tüm hastalar Genel Anestezi altında prone pozisyonda ameliyat masasına alındı. Scopi ile mesafe tayini yapıldı. Gerekli cilt temizliği betadin ile sağlandı. Steril örtümü takiben enstrüman sistemine dahil edilen vertebra seviyelerinin bir üst seviyesi de dahil olacak şekilde orta hat insizyonu kullanıldı. Cilt altı dokusu geçildi ve fascia bilateral kesici koter yardımıyla açıldı. Bilateral adaleler transvers procesler görülene kadar subperiostal diseksiyonla sıyrıldı. Scopi ile vertebra korpusları görüldü. Freehand tekniği kullanılarak vertebra korpuslarına gidecek şekilde poliaksiyel vidalar transpediküler olarak yerleştirildi. Ortama mikroskop çekildi. Diamond uçlu motor ve kerrison kullanılarak Laminektomiler, foraminotomiler ve fasetektomilerle gerekli nöral dokuların dekompresyonu sağlandı.

TLIF uygulanacak seviyeye Radikal diskektomi uygulandı. End-Plateler kürete edildi. Mesafeye otogreft doldurulmuş kafes yerleştirildi ve mesafe komprese edildi. Vidalar lomber lordozu revize edecek şekilde eğilen 2 adet titanyum rod ile birleştirildi. Scopi ile enstrüman sistemi kontrol edildi. Faset eklemler, sağlam kalan laminektomi defekti dekortike edildi. Dekortike edilen kemik dokulara ve vidaların lateralline otogreft kemik dokular yerleştirildi. Füzyon hedeflendi. Kanama kontrolü yapıldı. Katlar anatomisine uygun biçimde kapatıldı. Hasta ekstübe edilerek servise verildi. Hastanın postop takibinde antibiyotik ve analjezik ile medikal tedavisi yapıldı. Hasta postop 1. gününde mobilize edildi ve kontrol grafisi çekildi.



Şekil 17. 0: Rijit+TLIF Grubu Postop Anterior-Posterior ve Lateral Grafi

Dinamik+TLIF (Hibrit) Grubu: Tüm hastalar Genel Anestezi altında prone pozisyonda ameliyat masasına alındı. Scopi ile mesafe tayini yapıldı. Gerekli cilt temizliği betadin ile sağlandı. Steril örtümü takiben enstrüman sistemine dahil edilen vertebra seviyelerinin bir üst seviyesi de dahil olacak şekilde orta hat insizyonu kullanıldı. Cilt altı dokusu geçildi ve fascia bilateral kesici koter yardımıyla açıldı. Bilateral adaleler transvers procesler görülüne kadar subperiostal

diseksiyonla sıyrıldı. Faset eklem kapsülleri diseksiyon esnasında korundu. Scopi ile vertebra korpusları görüldü. Freehand tekniği kullanılarak vertebra korpuslarına gidecek şekilde poliaksiyel vidalar transpediküler olarak yerleştirildi. Ortama mikroskop çekildi. Diamond uçlu motor ve kerrison kullanılarak Laminektomiler, Foraminotomiler ve fasetektomilerle gerekli nöral dokuların dekompresyonu sağlandı. TLIF uygulanacak seviyeye Radikal diskektomi uygulandı. End-Plateler kürete edildi. Mesafeye otogreft doldurulmuş kafes yerleştirildi ve mesafe komprese edildi. TLIF uygulanan seviyede füzyon amaçlandı. Vidalar 2 adet peek rod ile birleştirildi. Scopi ile enstrüman sistemi kontrol edildi. Kanama kontrolü yapıldı. Katlar anatomisine uygun biçimde kapatıldı. Hasta ekstübe edilerek servise verildi. Hastanın postop takibinde antibiyotik ve analjezik ile medikal tedavisi yapıldı. Hasta postop 1. gününde mobilize edildi ve kontrol grafisi çekildi.



Şekil 18.0: Dinamik+TLIF(Hibrit) Postop Anterior-Posterior ve Lateral Grafi

3.3. KULLANILAN PARAMETRELER

Tablo 8.0: İncelenen Parametreler

Genel Parametreler	• Yaş • Cinsiyet • Sigara kullanımı • Diyabet • Hipertansiyon
Klinik Parametreler	• Vizuel Analog Skala (VAS)
Radyolojik Parametreler	• Segmental ROM (Range of Motion) • Total ROM (Lomber Lordoz) • Üst ve Alt Segment Disk Yüksekliği İndeksi • Üst ve Alt Segment Foraminal Yükseklik İndeksi • Füzyon • Psödoartroz
Diğer Parametreler	• Komşu Segment Hastalığı • Operasyon Süresi • Postop yatış süresi • Enfeksiyon

3.3.1 GENEL PARAMETRELER

Hastalar yaş, cinsiyet, sigara kullanımı, diyabet ve hipertansiyon açısından değerlendirildi.

3.3.2 KLİNİK PARAMETRELER

Hastaların VAS kullanılarak operasyon öncesi ve sonrası ağrıları değerlendirildi. Hastalara aynı zamanda lumbalji ve radikülopati açısından bel ve bacak ağrıları da VAS kullanılarak sorgulandı. VAS skoruna göre hastalara 0'dan 10'a kadar ağrıların şiddetleri soruldu. 0 hiç ağrı yok ve 10 en şiddetli ağrı olmak üzere hastaların ağrı skorları kaydedildi.

3.3.3 RADYOLOJİK PARAMETRELER

Hastaların preop, postop, postop 1.ay ve postop 1.yıl çekilen direkt grafileri kullanılarak Segmental ROM (Range of Motion), Total ROM (Lomber Lordoz),

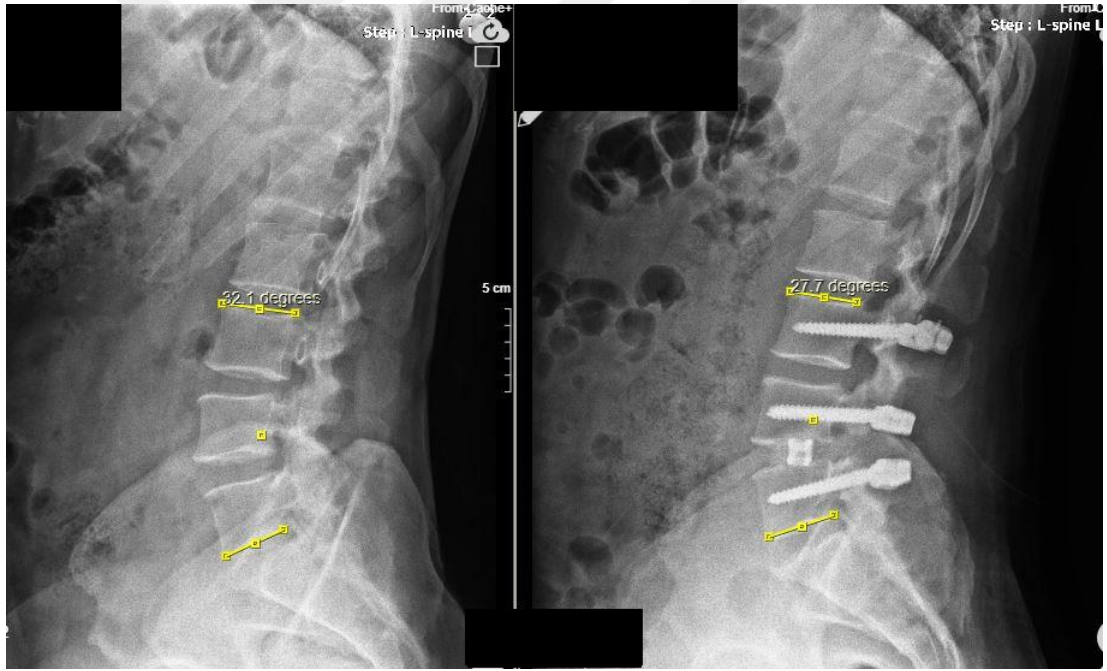
Üst ve alt segment disk yüksekliği indeksi, Üst ve alt segment foraminal yükseklik indeksi değerleri ölçülmüştür.

Direkt grafiler ayakta çekilmiş lomber grafiler olup anterior-posterior ve lateral yönlü çekilmiştir.

Hastaların postop 1.ay ve 1.yıl takiplerinde çekilen lomber BT'lerine bakılarak füzyon gelişip gelişmediği,psödoartroz olup olmadığı değerlendirilmiştir.

a) Segmental ROM

Hastaların ayakta çekilen lateral direkt grafileri üzerinden Segmental ROM ölçümü yapılmıştır.Hastaların preop,postop,postop 1. ay ve postop 1. Yıl çekilen grafilerindeki ölçümler değerlendirilmiştir.Enstrumante edilen vertebralardan üst vertebranın üst end-plate'i ile alt vertebranın alt end-plate'i arasındaki cobb açısı ölçülerek Segmental ROM değerine ulaşılmıştır.

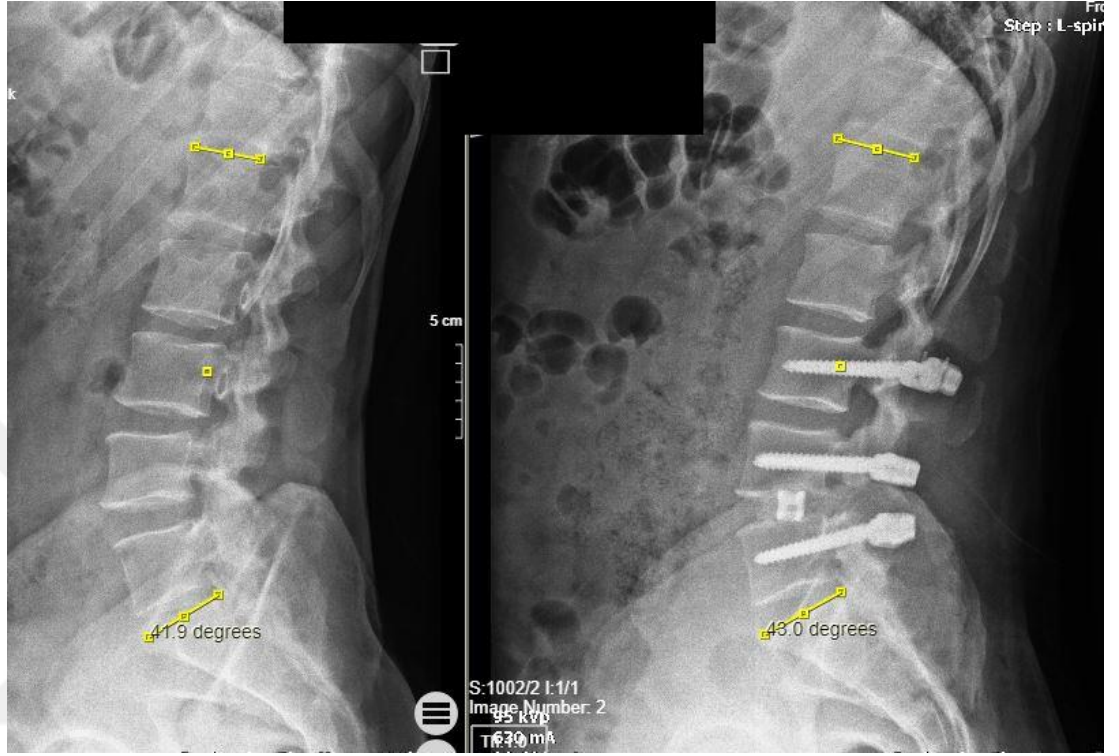


Şekil 19.0: Çalışmamızdaki vakalardan preop-postop segmental ROM ölçümü

b) Total ROM (Lomber Lordoz)

Hastaların ayakta çekilen lateral direkt grafileri üzerinden Total ROM (Lomber Lordoz) ölçümü yapılmıştır. Hastaların preop, postop, postop 1. ay ve

postop 1. Yıl çekilen grafilerindeki ölçümler değerlendirilmiştir. L1 vertebraının üst end-plate'i ile S1 vertebraının üst end-plate'i arasındaki Cobb açısı ölçülerek Lomber Lordoz açısı yani Total ROM değerlendirilmiştir.



Şekil 20.0: Çalışmamızdaki vakalardan preop-postop Total ROM (Lomber Lordoz) ölçümü

c) Disk Yüksekliği İndeksi (DYİ)

Hastaların ayakta çekilen lateral direkt grafileri üzerinden Disk Yüksekliği İndeksi (DYİ) ölçümü yapılmıştır. Hastaların preop, postop, postop 1. ay ve postop 1. Yıl çekilen grafilerindeki ölçümler değerlendirilmiştir. Enstrüman sisteminin bir üst segmentteki intervertebral disk yüksekliği ve bir üst vertebraının korpus yüksekliği hesaplanarak, DYİ formülü kullanılarak Üst Segment Disk Yüksekliği İndeksi hesaplanmıştır.

Enstrüman sisteminin bir alt segmentteki intervertebral disk yüksekliği ve bir alt vertebraının korpus yüksekliği hesaplanarak, DYİ formülü kullanılarak Alt Segment Disk Yüksekliği İndeksi hesaplanmıştır. DYİ formülü aşağıda gösterilmiştir.

$$\text{Disk Yüksekliği İndeksi} = \frac{\text{Komşu Segment İntervertebral Disk Yüksekliği}}{\text{Komşu Segment Korpus Yüksekliği}}$$



Şekil 21.0: Çalışmamızdaki vakalardan postop Üst DYİ ölçümü



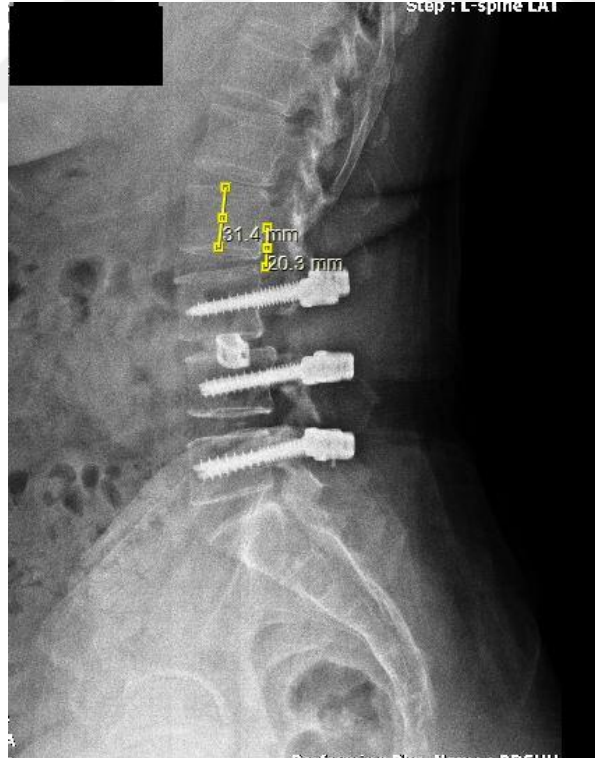
Şekil 22.0: Çalışmamızdaki vakalardan postop Alt DYİ ölçümü

c) Foraminal Yükseklik İndeksi (FYİ)

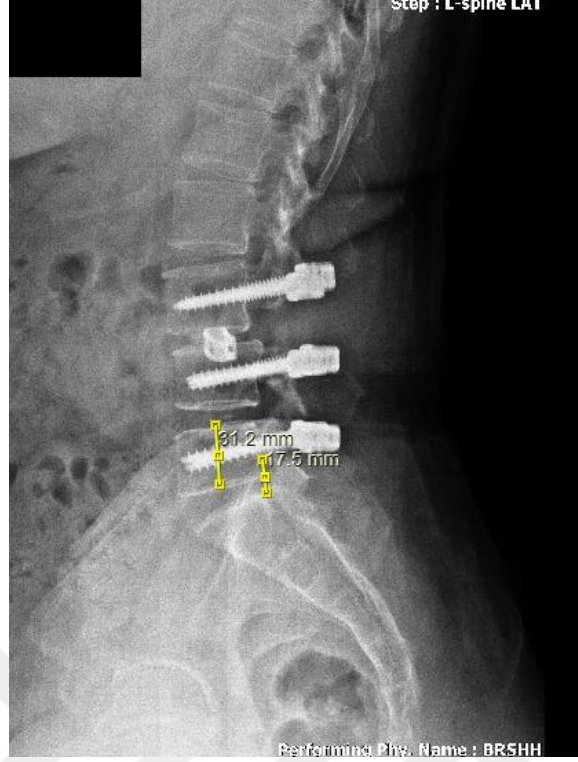
Hastaların ayakta çekilen lateral direkt grafileri üzerinden Foraminal Yükseklik İndeksi (FYİ) ölçümü yapılmıştır. Hastaların preop,postop,postop 1. ay ve postop 1. Yıl çekilen grafilerindeki ölçümler değerlendirilmiştir. Enstrüman sisteminin bir üst segmentteki foramen yüksekliği ve bir üst vertebra'nın korpus yüksekliği hesaplanarak, FYİ formülü kullanılarak Üst Segment Foramen Yükseklik İndeksi hesaplanmıştır.

Enstrüman sisteminin bir alt segmentteki foramen yüksekliği ve bir alt vertebra'nın korpus yüksekliği hesaplanarak, FYİ formülü kullanılarak Alt Segment Foramen Yükseklik İndeksi hesaplanmıştır. FYİ formülü aşağıda gösterilmiştir.

$$\text{Foramen Yükseklik İndeksi} = \frac{\text{Komşu Segment Foramen Yüksekliği}}{\text{Komşu Segment Korpus Yüksekliği}}$$



Şekil 23.0: Çalışmamızdaki vakalardan postop Üst FYİ ölçümü



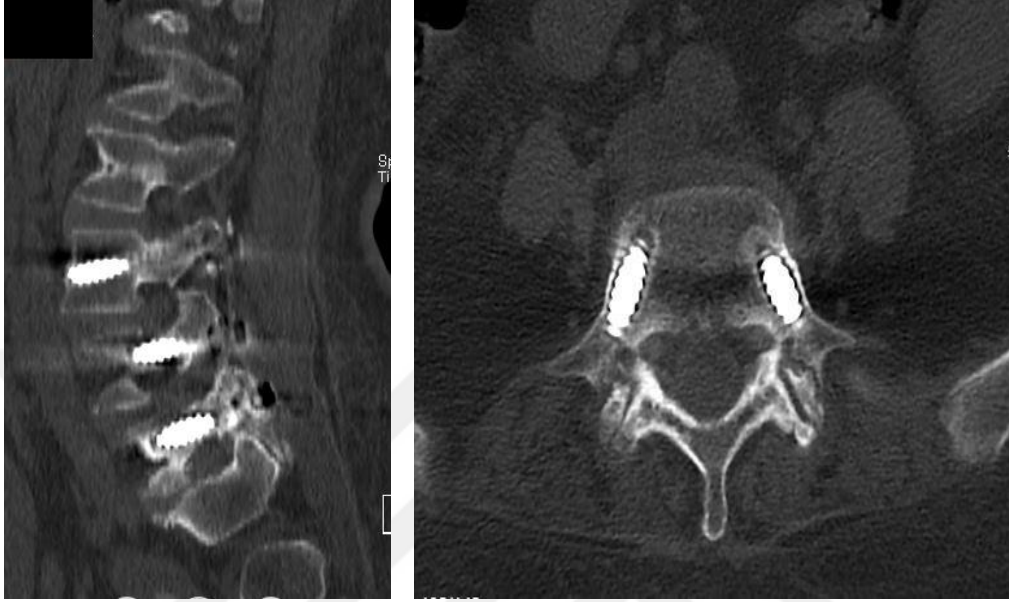
Şekil 24.0: Çalışmamızdaki vakalardan postop Alt FYİ ölçümü

c) Füzyon Değerlendirilmesi

Hastaların 1 yıllık takiplerinde çekilen BT görüntüleri kullanılarak anterior ve posterior füzyon değerlendirilmiştir.

d) Psödoartroz Değerlendirilmesi

Hastaların 1 yıllık takiplerinde çekilen BT görüntüleri kullanılarak psödoartroz gelişip gelişmediği değerlendirilmiştir.



Şekil 27.0: Çalışmamızdaki vakalardan postop takiplerinde psödoartroz gelişen olgunun sagittal ve aksiyel kesit BT görüntüsü

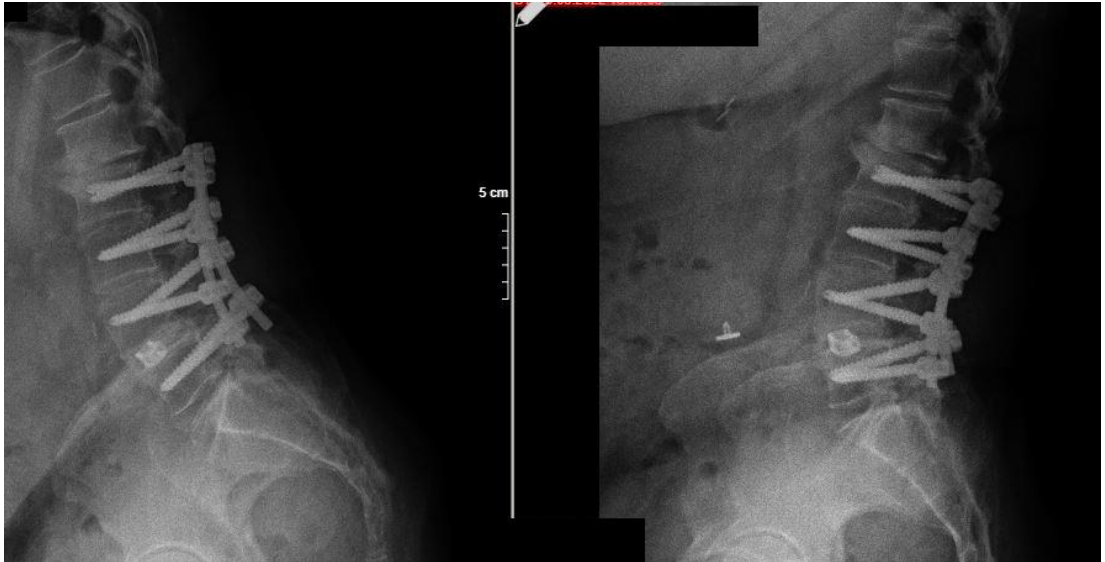
3.3.4 DİĞER PARAMETRELER

Hastalar operasyon süresi, postop serviste yatış süresi ve postop takiplerinde enfeksiyon gelişip gelişmediği açısından değerlendirilmiştir.

Hastaların postop takiplerinde çekilen MR ve fleksiyon-ekstansiyon grafileri kullanılarak, klinik semptomlar sorgulanarak komşu segment hastalığı tanısı konulup verilere kaydedilmiştir.



Şekil 28.0: Çalışmamızdaki vakalardan postop takiplerinde komşu segment gelişen olgunun MR görüntüsü



Şekil 29.0: Çalışmamızdaki vakalardan postop takiplerinde komşu segment gelişen olgunun fleksiyon-ekstansiyon grafi görüntüsü

4. BULGULAR

4.1 İstatistiksel İncelemeler

Kategorik değişkenler sayı (%), sürekli değişkenler ortalama $\pm$ standart sapma (ort $\pm$ SS) ile gösterildi. Sürekli değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testi ile değerlendirildi. Yatış süresi normal dağılım göstermezken, diğer sürekli değişkenler normal dağılım gösterdi. Normal dağılım göstermeyen ikiden fazla grubun karşılaştırmasında Kruskal-Wallis testi kullanıldı. İkiiden fazla grupta oranların karşılaştırmasında k-kare testi, sonuçların ikili karşılaştırmasında Bonferroni düzeltmesi uygulandı. İkiiden fazla grup arasında sürekli değişkenlerin karşılaştırmasında tek yönlü ANOVA testi, ikili karşılaştırmada post-hoc Tukey testi kullanıldı. Sürekli değişkenlerin ameliyat öncesi ve sonrası grup içi ve gruplar arası değişimi tekrarlı ölçümler ANOVA testi ile, ikili karşılaştırması post-hoc Tukey testi ile değerlendirildi. p değerinin 0,05'in altında olduğu durumlar istatistiksel anlamlılık olarak kabul edildi. İstatistiklerin hesaplanması için IBM SPSS Statistics for Windows, version 29 (IBM Corp., Armonk, N.Y., USA) kullanıldı.

4.2 Genel Bulgular

Çalışmaya dahil edilen 86 hastanın 21'i (%24,4) Dinamik, 24'ü (%27,9) Dinamik + TLIF, 19'u (%22,1) Rijid, 22'si (%25,6) Rijid + TLIF tekniği ile opere edildi (Tablo 1). Hastaların ortalama yaşı 57 ± 10 olmakla birlikte 31 ile 79 arasında değişmekteydi ve gruplar arasında fark yoktu ($p=0,487$). Çoğunluğu kadınlardan (%70,9) oluşan hastalar gruplar arasında benzer oranda dağılmaktaydı ($p=0,303$). Sigara kullanan, diyabet tanılı ve hipertansiyon tanılı hastalar açısından gruplar arasında fark saptanmadı (sırasıyla, $p=0,607$, $p=0,208$, $p=0,163$).

Tablo 9.0 Hastaların genel özellikleri

	Total	Tedavi grupları				p
		Dinamik (n=21) %	Dinamik + TLIF (n=24) %	Rijid (n=19) %	Rijid + TILF (n=22) %	
Yaş, ort ±SS	57 ±10	55 ±10	57 ±8	55 ±10	59 ±13	0,487
Cinsiyet						0,303
Kadın	61 (70,9)	13 (61,9)	16 (66,7)	13 (68,4)	19 (86,4)	
Erkek	25 (29,1)	8 (38,1)	8 (33,3)	6 (31,6)	3 (13,6)	
Sigara	22 (37,9)	8 (38,1)	7 (46,7)	4 (44,4)	3 (23,1)	0,607
Diyabet	12 (20,7)	2 (9,5)	5 (33,3)	1 (11,1)	4 (30,8)	0,208
Hipertansiyon	25 (43,1)	8 (38,1)	6 (40,0)	2 (22,2)	9 (69,2)	0,163
ort ±SS: ortalama ±standart sapma						

4.3 Klinik Bulgular

a) Bel VAS Skoru

Tablo 10.0 Hastaların Bel VAS skoru

	Toplam	Tedavi Grupları				p	
		Dinamik	Dinamik + TLIF	Rijid	Rijid + TILF	Zaman	Grup
Pre	8,5±1,5	9,0±1,2	8,8±1,0	7,7±1,9	8,3±1,1		
Post	4,5±2,4	5,4±2,5	4,0±2,5	4,3±1,8	4,4±2,4		
1. ay	2,8±1,8	3,7±2,1	2,6±1,7	2,2±1,1	2,9±1,7	<0.001	0,020
1. yıl	2,0±1,6	2,4±2,0	2,2±1,5	1,5±0,9	1,9±1,9		

Zaman faktörü

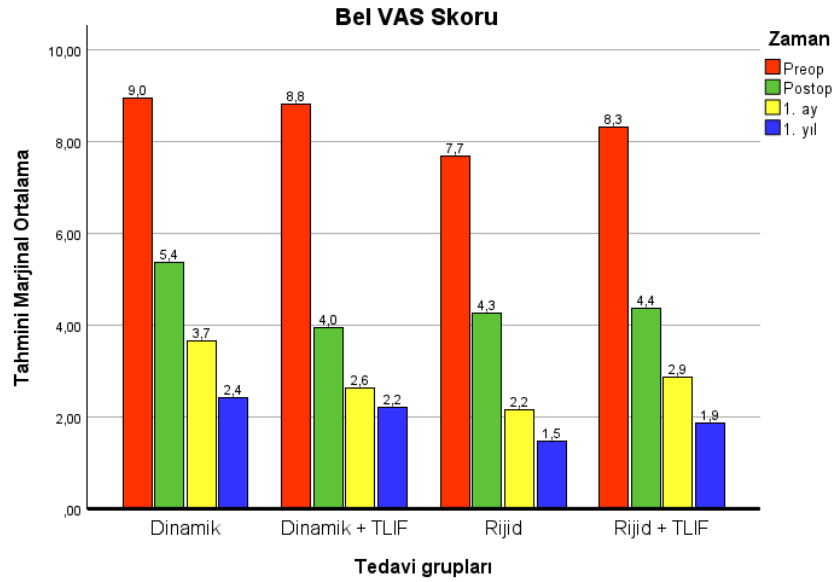
Bel VAS Skorunun zaman içindeki değişimi istatistiksel olarak anlamlı bulundu (<0,001). Ölçümlerin ikili karşılaştırmasında her iki ölçüm arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu (p<0,001).

Gruplar arası karşılaştırma

Gruplar arasında istatistiksel anlamlı fark bulundu ($p=0,020$) İkili karşılaştırmada dinamik grubu ile Rijid ve RİJİD+TLIF grubu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı saptandı ($p=0,002$, $p=0,044$). Diğer grupların ikili karşılaştırmaları istatistiksel olarak anlamsızdı ($p>0,05$).

Grup içi karşılaştırma

Gruplar kendi içinde değerlendirildiğinde, tüm gruplarda 4 ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p<0,05$).



Grafik 1.0: Hastaların Bel VAS skorunun 4 grup arasında zamansal değişimi

b) Bacak VAS Skoru

Tablo 11.0 Hastaların Bacak VAS skoru

		Toplam	Tedavi Grupları				p	
			Dinamik	Dinamik + TLIF	Rijid	Rijid + TLIF	Zaman	Grup
Bacak VAS	Pre	7,1±2,1	7,0±2,0	7,7±1,7	6,5±3,0	7,1±1,8	<0.001	0,068
	Post	2,2±1,8	2,7±1,9	2,0±1,7	1,7±1,6	2,4±2,0		
	1. ay	1,7±1,4	2,2±1,4	1,7±1,0	1,1±1,2	1,6±1,7		
	1. yıl	1,2±1,1	1,3±1,1	1,2±1,1	0,7±1,2	1,3±0,9		

Zaman faktörü

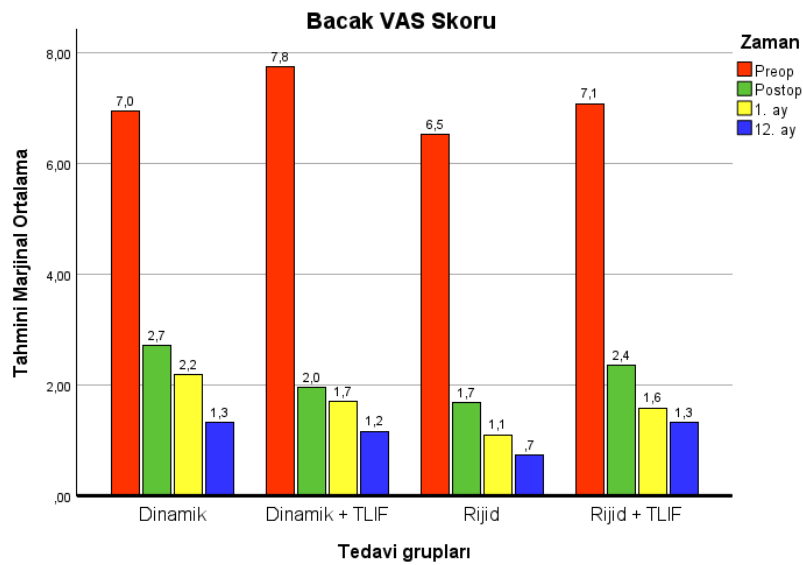
Bacak VAS Skorunun zaman içindeki değişimi istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,001$). Ölçümlerin ikili karşılaştırmasında her iki ölçüm arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0,001$).

Gruplar arası karşılaştırılma

Gruplar arasında istatistiksel anlamlı fark saptanmadı ($p=0,068$).

Grup içi karşılaştırma

Dinamik + TLIF grubunun postoperatif 1. ay ve 1. yıl ölçümü arasındaki fark anlamlı değilken diğer grup içi tüm ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p=0,087$, $p<0,05$).



Grafik 2.0: Hastaların Bacak Vas skorunun 4 grup arasında zamansal değişimi

4.3 Radyolojik Bulgular

a) Segmental ROM (Range of Motion)

Tablo 12.0 Hastaların Segmental ROM ölçümlerinin karşılaştırılması

		Toplam	Tedavi Grupları				p	
			Dinamik	Dinamik + TLIF	Rijid	Rijid + TILF		
							Zaman	Grup
Seg ROM	Pre	28,9±1,7	28,0±3,4	29,5±3,1	28,8±3,5	29,2±3,3	0.107	0,786
	Post	32,2±3,0	33,9±6,0	37,1±5,6	30,3±6,3	27,6±5,8		
	1. ay	29,1±2,6	29,8±5,3	32,7±4,9	28,2±5,5	25,6±5,1		
	1. yıl	26,7±1,9	29,7±3,9	26,3±3,7	28,2±4,1	22,8±3,8		

Zaman faktörü

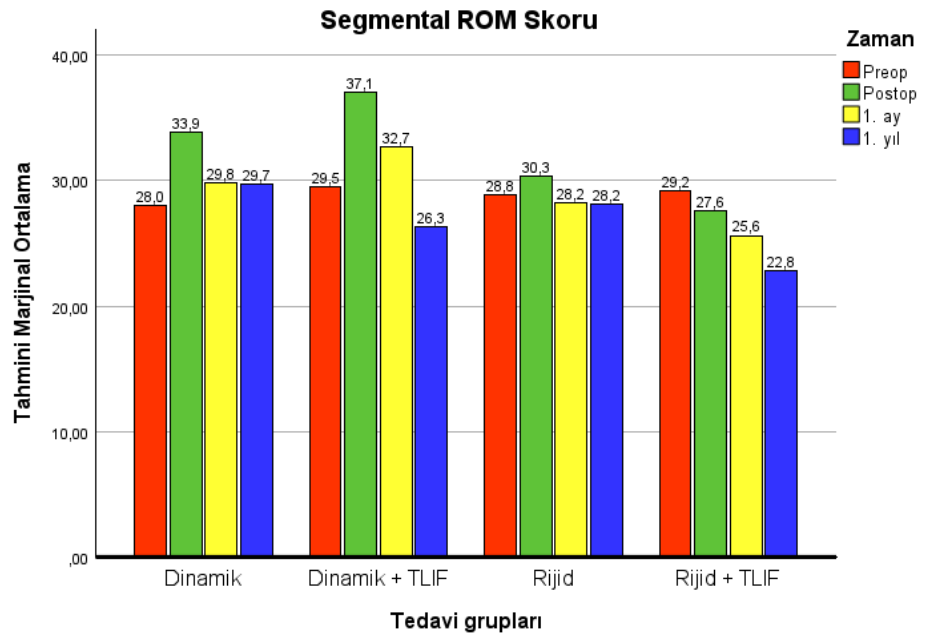
Ölçümlerin zamana göre değişiminde istatistiksel anlamlılık bulunmadı (p=0,107)

Gruplar arası karşılaştırma

Gruplar arasında istatistiksel anlamlı fark saptanmadı (p=0,786).

Grup içi karşılaştırma

Dinamik grubunda postoperatif ölçüm ile postoperatif 1. ay ölçümü arasında istatistiksel fark saptandı (p=0,039). Dinamik + TLIF grubunda postoperatif ölçüm, postoperatif 1. ay ve 1. yıl ölçümünden istatistiksel olarak daha yüksek bulundu (p=0,018, p=0,011). Diğer grup içi karşılaştırmalarda istatistiksel anlamlı fark saptanmadı (p>0,05)



Grafik 3.0: Hastaların Segmental ROM ölçümlerinin karşılaştırılması

b) Total ROM (Lomber Lordoz)

Tablo 13.0 Hastaların Total ROM ölçümlerinin karşılaştırılması

		Toplam	Tedavi Grupları				p	
			Dinamik	Dinamik + TLIF	Rijid	Rijid + TLIF	Zaman	Grup
Total ROM	Pre	51,6±24,6	48,9±14,0	54,5±39,6	48,0±16,6	53,9±16,6	0,359	0,443
	Post	51,9±50,8	60,1±75,9	40,2±11,3	47,7±11,0	60,6±66,3		
	1. ay	45,7±12,4	45,2±12,9	42,3±10,5	47,1±10,5	48,6±13,3		
	1. yıl	46,5±14,2	45,4±15,8	43,8±12,8	48,5±12,8	48,8±14,3		

Zaman faktörü

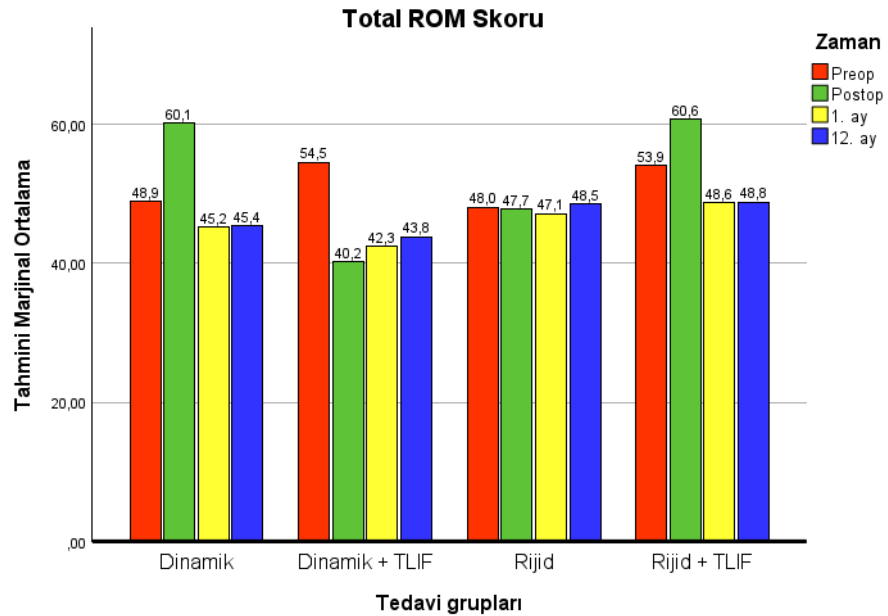
Ölçümlerin zamana göre değişiminde istatistiksel anlamlılık bulunmadı (p=0,359).

Gruplar arası karşılaştırma

Gruplar arasında istatistiksel anlamlı fark saptanmadı (p=0,443).

Grup içi karşılaştırma

Dinamik + TLIF grubunda preoperatif ölçüm, postoperatif 1. ay ve 1. yıl ölçümünden istatistiksel olarak daha yüksek bulundu (p=0,015, p=0,039). Diğer grup içi karşılaştırmalarda istatistiksel anlamlı fark saptanmadı (p>0,05).



Grafik 4.0: Hastaların Total ROM ölçümlerinin karşılaştırılması

c) Üst Segment Disk Yüksekliği İndeksi (DYİ)

Tablo 14.0 Hastaların Üst Segment DYİ ölçümlerinin karşılaştırılması

		Toplam	Tedavi Grupları				p	
			Dinamik	Dinamik + TLIF	Rijid	Rijid + TLIF	Zaman	Grup
Üst DYİ	Pre	0,36±0,08	0,37±0,09	0,35±0,08	0,36±0,07	0,35±0,09	<0,001	0,360
	Post	0,37±0,08	0,38±0,10	0,36±0,05	0,38±0,07	0,36±0,09		
	1. ay	0,37±0,08	0,37±0,10	0,35±0,06	0,39±0,08	0,37±0,08		
	1. yıl	0,36±0,08	0,35±0,10	0,35±0,06	0,38±0,07	0,37±0,09		

Zaman faktörü

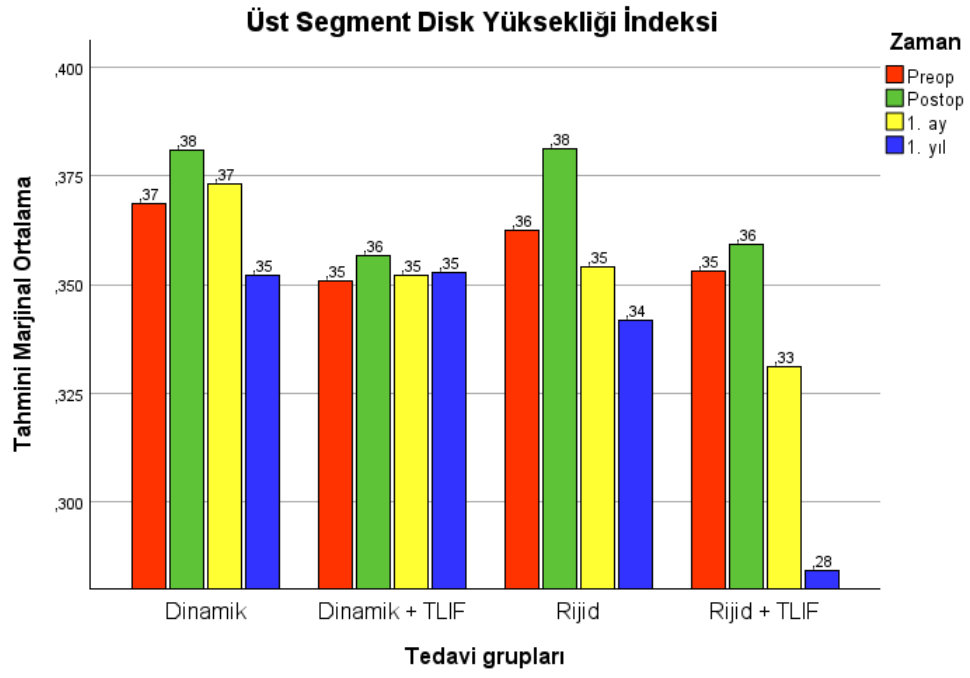
Üst DYİ skorunun zaman içindeki değişimi istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,001$). Ölçümlerin ikili karşılaştırmasında preoperatif ölçüm, postoperatif 1. yıl ölçümünden; postoperatif ölçüm, postoperatif 1. ay ve postoperatif 1. yıl ölçümünden; postoperatif 1. ay ölçümü de postoperatif 1. yıl ölçümünden istatistiksel olarak daha yüksek bulundu ($p=0,001$, $p=0,001$, $p<0,001$, $p<0,001$).

Gruplar arası karşılaştırma

Gruplar arasında istatistiksel anlamlı fark saptanmadı ($p=0,360$)

Grup içi karşılaştırma

Gruplar kendi içinde değerlendirildiğinde, Dinamik grubunda postoperatif ve postoperatif 1. ay ölçüm, 1. yıl ölçümünden daha yüksek bulundu ($p=0,012$, $p=0,002$). Rijid grubunda postoperatif ölçüm, postoperatif 1. ay ve 1. yıl ölçümünden daha yüksek bulundu ($p=0,014$, $p=0,001$). Rijid + TLIF grubunda Preoperatif, postoperatif ve postoperatif 1. ay ölçümü, postoperatif 1. yıl ölçümünden daha yüksek bulundu ($p<0,001$, $p<0,001$, $p<0,001$)



Grafik 5.0: Hastaların Üst Segment DYİ ölçümlerinin karşılaştırılması

d) Alt Segment Disk Yüksekliği İndeksi (DYİ)

Tablo 15.0 Hastaların Alt Segment DYİ ölçümlerinin karşılaştırılması

		Toplam	Tedavi Grupları				p	
			Dinamik	Dinamik + TLIF	Rijid	Rijid + TILF	Zaman	Grup
Alt DYİ	Pre	0,30±0,10	0,30±0,13	0,28±0,07	0,28±0,12	0,33±0,09	0,334	0,066
	Post	0,31±0,10	0,31±0,11	0,30±0,07	0,29±0,12	0,35±0,10		
	1. ay	0,31±0,10	0,29±0,10	0,30±0,07	0,27±0,11	0,36±0,09		
	1. yıl	0,30±0,10	0,28±0,10	0,30±0,08	0,27±0,11	0,34±0,09		

Zaman faktörü

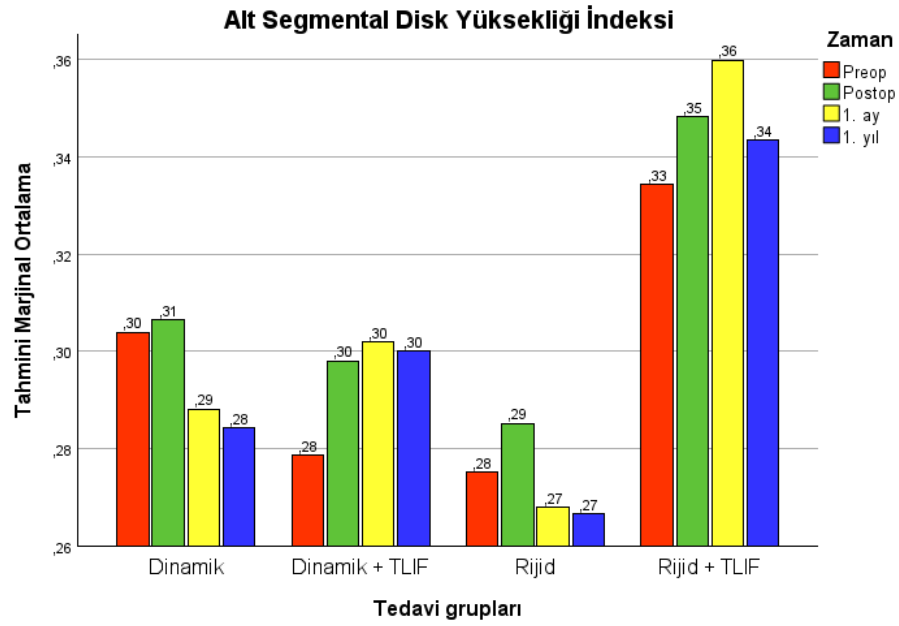
Alt DYİ skorunun zaman içindeki değişiminde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamadı (p=0,334).

Gruplar arası karşılaştırma

Gruplar arasında istatistiksel anlamlı fark saptanmadı (p=0,066)

Grup içi karşılaştırma

Gruplar kendi içinde değerlendirildiğinde, alt DYİ skorları arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmadı (p>0,05)



Grafik 6.0: Hastaların Alt Segment DYİ ölçümlerinin karşılaştırılması

e) Üst Segment Foraminal Yükseklik İndeksi (FYİ)

Tablo 16.0 Hastaların Üst Segment FYİ ölçümlerinin karşılaştırılması

		Tedavi Grupları					p	
		Toplam	Dinamik	Dinamik + TLIF	Rijid	Rijid + TLIF	Zaman	Grup
Üst FY	Pre	0,65±11	0,69±0,10	0,64±0,09	0,61±0,15	0,67±0,10	<0.001	0,003
	Post	0,71±11	0,76±0,08	0,70±0,11	0,64±0,13	0,73±0,10		
	1. ay	0,68±11	0,72±0,10	0,68±0,09	0,63±0,13	0,69±0,09		
	1. yıl	0,67±11	0,73±0,11	0,67±0,10	0,61±0,12	0,67±0,10		

Zaman faktörü

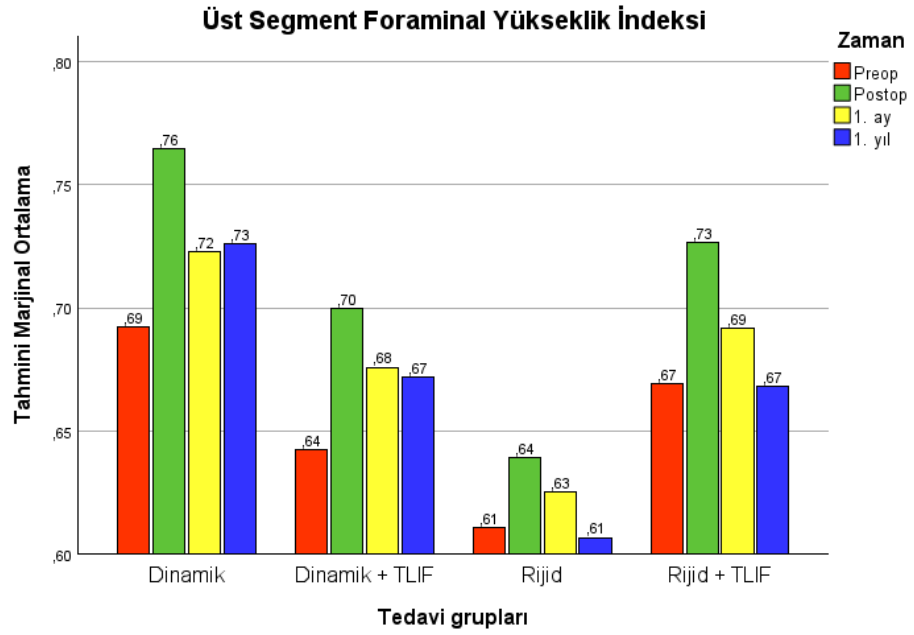
Üst FY skorunun zaman içindeki değişimi istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0,001$). Ölçümlerin ikili karşılaştırmasında preoperatif ölçüm, postoperatif ve postoperatif 1. ay ölçümünden; postoperatif ölçüm, postoperatif 1. ay ve postoperatif 1. yıl ölçümünden istatistiksel olarak daha yüksek bulundu. ($p = 0,001$, $p = 0,001$, $p < 0,001$). Postoperatif 1. ay ve 1. yıl ölçümleri arasında istatistiksel fark saptanmadı ($p = 0,173$).

Gruplar arası karşılaştırma

Gruplar arasında istatistiksel anlamlı fark saptandı ($p=0,003$). Grupların ikili Dinamik grubu ile Rijid grubu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p=0,002$).

Grup içi karşılaştırma

Gruplar kendi içinde değerlendirildiğinde, Dinamik ve Dinamik + TLIF grubunda preoperatif ölçüm, postoperatif ölçümden istatistiksel olarak daha düşük bulundu ($p<0,012$, $p=0,003$). Rijid + TLIF grubunda Postoperatif ölçüm, preoperatif ve postoperatif 1. yıl ölçümünden istatistiksel olarak daha yüksek bulundu ($p=0,005$, $p=0,007$).



Grafik 7.0: Hastaların Üst Segment FYİ ölçümlerinin karşılaştırılması

f) Alt Segment Foraminal Yükseklik İndeksi(FYİ)

Tablo 17.0 Hastaların Alt Segment FYİ ölçümlerinin karşılaştırılması

		Toplam	Tedavi Grupları				p	
			Dinamik	Dinamik + TLIF	Rijid	Rijid + TLIF	Zaman	Grup
Alt FY	Pre	0,52±0,11	0,53±0,09	0,51±0,08	0,48±0,14	0,54±0,0,12	<0.001	0,216
	Post	0,55±0,11	0,58±0,10	0,54±0,11	0,51±0,11	0,58±0,10		
	1. ay	0,53±0,09	0,54±0,09	0,52±0,09	0,50±0,08	0,55±0,10		
	1. yıl	0,53±0,10	0,55±0,11	0,52±0,09	0,52±0,10	0,53±0,12		

Zaman faktörü

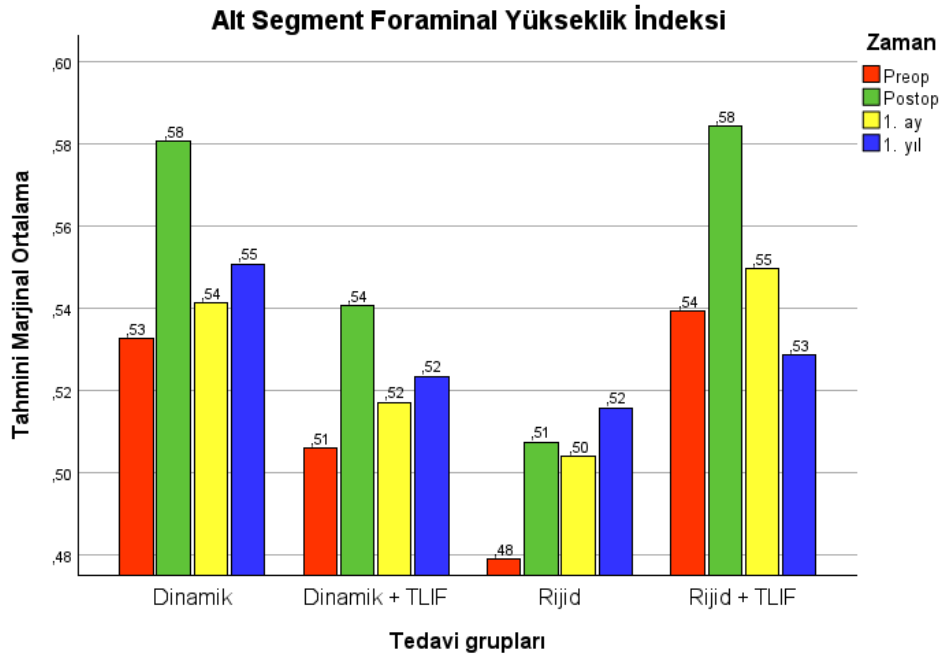
Alt FY skorunun zaman içindeki değişimi istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,001$). Ölçümlerin ikili karşılaştırmasında preoperatif ölçüm, postoperatif ölçümden; postoperatif ölçüm, 1. ay ve 12. ay ölçümünden istatistiksel olarak daha yüksek bulundu ($p<0,001$, $p<0,001$, $p=0,009$).

Gruplar arası karşılaştırma

Gruplar kendi içinde değerlendirildiğinde, alt FY skorları arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmadı ($p>0,05$).

Grup içi karşılaştırma

Gruplar kendi içinde değerlendirildiğinde, Dinamik grubundan postoperatif ölçüm, preoperatif ve postoperatif 1. ay ölçümünden istatistiksel olarak daha yüksek bulundu ($p=0,012$, $p=0,005$). Rijid + TLIF grubunda postoperatif ölçüm, diğer 3 ölçümden istatistiksel olarak daha yüksek bulundu ($p=0,016$, $p=0,011$, $p=0,002$).



Grafik 8.0: Hastaların Alt Segment FYİ ölçümlerinin karşılaştırılması

g) Anterior ve Posterior Füzyon

Anterior Füzyon, Dinamik TLIF ve Rijid + TLIF gruplarında, Dinamik ve Rijid gruplarına kıyasla istatistiksel olarak daha fazla görüldü ($p < 0,001$). Posterior Füzyon oranları 4 grup arasında istatistiksel olarak benzerdi ($p = 0,292$) (Tablo18).

h) Psödoartroz

Psödoartroz, Rijid grubunda; Dinamik ve Dinamik + TLIF grubundan istatistiksel olarak daha fazla izlendi ($p = 0,001$). (Tablo18)

4.4 Diğer Bulgular

a) Komşu Segment Hastalığı

Komşu segment hastalığı, Rijid + TLIF grubunda diğer gruplara kıyasla istatistiksel olarak daha fazla bulundu ($p < 0,001$) (Tablo18).

Komşu segment hastalığı gelişen hastalarda yaş ortalama 65 ± 10 , gelişmeyenlerde ise ortalama 55 ± 10 bulundu. Komşu segment hastalığı ile yaş arasında istatistiksel olarak anlamlı sonuç bulundu ($p = 0,001$).

Komşu segment hastalığı gelişen hastaların 10 (%16,4) ‘u kadın, 3 (%12)’ü erkekti. KSH ile cinsiyet arasında istatistiksel olarak anlamlı sonuç bulunmamıştır. (p=0,748)

b) Postop Enfeksiyon Gelişimi

Enfeksiyon gelişimi açısından 4 hasta grubu arasında anlamlı fark saptanmadı (p=0,773). (Tablo18).

c) Postop Hastane Yatış Süresi

Hastalar postoperatif medyan 3 gün (2-12 gün) yatarak takip edildi. Gruplar arasında yatış süreleri açısından fark saptanmadı (p=0,120).

d) Operasyon Süresi

Operasyon süreleri gruplar arasında karşılaştırıldığında, Rijid grubun operasyon süresi diğer gruplardan anlamlı olarak daha kısa bulundu (p<0,001).

Tablo 18.0 Postoperatif hastane yatış süreleri ve Operasyon süreleri

	Total	Tedavi grupları				p
		Dinamik medyan (aralık)	Dinamik + TLIF medyan (aralık)	Rijid medyan (aralık)	Rijid + TILF medyan (aralık)	
Operasyon süresi, dk	250 (260-560)	245 (182-560) ^a	290 (180-539) ^a	180 (160-320) ^b	247 (160-375) ^a	<0,001
Yatış süresi, gün	3 (2-12)	3 (2-6)	3 (2-12)	3 (2-10)	4 (2-5)	0,120

İstatistiksel sonuçların ikili gruplar arasındaki karşılaştırması üst simge ile gösterilmektedir. Farklı harfler ile gösterilen değerler arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmaktadır.

Tablo 19.0 Hastaların Komşu Segment Hastalığı, Anterior ve Posterior Füzyon, Psödoartroz ve Enfeksiyon açısından karşılaştırılması

	Total	Tedavi grupları				p
		Dinami k (n=21) %	Dinami k + TLIF (n=24) %	Rijid (n=19) %	Rijid + TILF (n=22) %	
Komşu Segment Hastalığı	13 (15,1)	1 ^a (4,8)	1 ^a (4,2)	1 ^a (5,3)	10 ^b (45,5)	<0,001
Psödoartroz	13 (15,1)	1 ^a (4,8)	3 ^a (12,5)	5 ^b (26,3)	4 ^{a, b} (18,1)	0,001
Anterior Füzyon	41 (47,7)	2 ^a (9,5)	22 ^b (91,7)	1 ^a (5,3)	16 ^b (72,7)	<0,001
Posterior Füzyon	22 (25,6)	6 ^a (28,6)	6 ^a (25,0)	2 ^a (10,5)	8 ^a (36,4)	0,292
Enfeksiyon	5 (8,2)	1 ^a (4,8)	2 ^a (8,3)	1 ^a (12,5)	1 ^a (12,5)	0,773
İstatistiksel sonuçların ikili gruplar arasındaki karşılaştırması üst simge ile gösterilmektedir. Farklı harfler ile gösterilen değerler arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmaktadır.						

Tablo 20.0 Hastaların istatistiksel değişkenlerinin genel tablosu

		Tedavi Grupları					P	
		Toplam	Dinamik	Dinamik + TLIF	Rijid	Rijid + TILF	Zaman	Grup
Bel VAS	Pre	8,5±1,5	9,0±1,2	8,8±1,0	7,7±1,9	8,3±1,1	<0.001	0,020
	Post	4,5±2,4	5,4±2,5	4,0±2,5	4,3±1,8	4,4±2,4		
	1. ay	2,8±1,8	3,7±2,1	2,6±1,7	2,2±1,1	2,9±1,7		
	1. yıl	2,0±1,6	2,4±2,0	2,2±1,5	1,5±0,9	1,9±1,9		
Bacak VAS	Pre	7,1±2,1	7,0±2,0	7,7±1,7	6,5±3,0	7,1±1,8	<0.001	0,068
	Post	2,2±1,8	2,7±1,9	2,0±1,7	1,7±1,6	2,4±2,0		
	1. ay	1,7±1,4	2,2±1,4	1,7±1,0	1,1±1,2	1,6±1,7		
	1. yıl	1,2±1,1	1,3±1,1	1,2±1,1	0,7±1,2	1,3±0,9		
Seg ROM	Pre	28,9±1,7	28,0±3,4	29,5±3,1	28,8±3,5	29,2±3,3	0.001	0,786
	Post	32,2±3,0	33,9±6,0	37,1±5,6	30,3±6,3	27,6±5,8		
	1. ay	29,1±2,6	29,8±5,3	32,7±4,9	28,2±5,5	25,6±5,1		
	1. yıl	26,7±1,9	29,7±3,9	26,3±3,7	28,2±4,1	22,8±3,8		
Total ROM	Pre	51,6±24,6	48,9±14,0	54,5±39,6	48,0±16,6	53,9±16,6	<0.001	0,443
	Post	51,9±50,8	60,1±75,9	40,2±11,3	47,7±11,0	60,6±66,3		
	1. ay	45,7±12,4	45,2±12,9	42,3±10,5	47,1±10,5	48,6±13,3		
	1. yıl	46,5±14,2	45,4±15,8	43,8±12,8	48,5±12,8	48,8±14,3		
Üst DYİ	Pre	0,36±0,08	0,37±0,09	0,35±0,08	0,36±0,07	0,35±0,09	0.152	0,724
	Post	0,37±0,08	0,38±0,10	0,36±0,05	0,38±0,07	0,36±0,09		
	1. ay	0,37±0,08	0,37±0,10	0,35±0,06	0,39±0,08	0,37±0,08		
	1. yıl	0,36±0,08	0,35±0,10	0,35±0,06	0,38±0,07	0,37±0,09		
Alt DYİ	Pre	0,30±0,10	0,30±0,13	0,28±0,07	0,28±0,12	0,33±0,09	0,334	0,066
	Post	0,31±0,10	0,31±0,11	0,30±0,07	0,29±0,12	0,35±0,10		
	1. ay	0,31±0,10	0,29±0,10	0,30±0,07	0,27±0,11	0,36±0,09		
	1. yıl	0,30±0,10	0,28±0,10	0,30±0,08	0,27±0,11	0,34±0,09		
Üst FY	Pre	0,65±11	0,69±0,10	0,64±0,09	0,61±0,15	0,67±0,10	<0.001	0,003
	Post	0,71±11	0,76±0,08	0,70±0,11	0,64±0,13	0,73±0,10		
	1. ay	0,68±11	0,72±0,10	0,68±0,09	0,63±0,13	0,69±0,09		
	1. yıl	0,67±11	0,73±0,11	0,67±0,10	0,61±0,12	0,67±0,10		
Alt FY	Pre	0,52±0,11	0,53±0,09	0,51±0,08	0,48±0,14	0,54±0,0,12	<0.001	0,216
	Post	0,55±0,11	0,58±0,10	0,54±0,11	0,51±0,11	0,58±0,10		
	1. ay	0,53±0,09	0,54±0,09	0,52±0,09	0,50±0,08	0,55±0,10		
	1. yıl	0,53±0,10	0,55±0,11	0,52±0,09	0,52±0,10	0,53±0,12		

5. TARTIŞMA

Omurga hareket eden ve kendi biyomekaniğine sahip bir organdır. Yaşla beraber gelişen dejeneratif süreç ile beraber günümüzde de yaygınlaşan hastalıklar ortaya çıkmaktadır. Bu hastalıklardan en önemlilerinden bir tanesi de dejeneratif lomber omurga hastalığıdır. Bu hastalığın tedavisinde konservatif tedavi ya da cerrahi yöntemler uygulanabilir. Dejeneratif lomber omurgayı değerlendirirken anatomik yapısını kavramak, fizyolojisini anlamak ve en önemlisi hastanın klinik semptomlarını değerlendirerek tedavi kararı vermek önemlidir. Radyolojik ve klinik değerlendirmeler sonucunda verilen cerrahi kararlardan biri de enstrüman sistemleri kullanılarak omurgaya uygulanan stabilizasyon operasyonudur. Bu tedavi dejeneratif lomber omurga hastalığında instabilite ve bununla uyumlu klinik bulgular varlığında uygulanan geleneksel cerrahi tedavidir. Cerrahi planlama olarak füzyon ya da non-füzyon cerrahi kararı verilebilir. Füzyon cerrahisinde rijit, genellikle titanyum kaynaklı rodlar ve poliaksiyel vidalar kullanılırken; non-füzyon cerrahide dinamik rodlar ve dinamik ya da standart poliaksiyel vidalar kullanılabilir. TLIF ve benzer interbody füzyon teknikleri uygulanarak da daha başarılı füzyon hedeflenebilir.

İntervertebral diskler, faset eklemler, ligamanlar ve paraspinal kasların fonksiyonları düşünüldüğünde omurga dinamik bir sisteme sahiptir. Bu dinamik sisteme uygulanan füzyon cerrahisinin rijit bir yapı oluşturarak hareketi kısıtlayıcı etkisi sebebiyle çeşitli komplikasyonları olmaktadır. Psödoartroz gelişimi ve komşu segment hastalığı bu komplikasyonların en önemlilerindendir (43).

Farzam Vazifehdan ve ark. 419 hastalık serilerinde psödoartroz insidansını %7,6 olarak saptamışlardır (44). Çalışmamızda %15,1 olan psödoartroz oranı literatüre göre yüksek olup sebebini TLIF uygulanmayan rijit grubuna bağlamaktayız. Anterior füzyon hedeflemeden yapılan cerrahilerde psödoartroz oranının yüksek olacağını düşünmekteyiz.

Füzyon sağlanan sistemin bir üst ya da bir alt vertebraında gelişen KSH (Komşu Segment Hastalığı) patofizyolojisinde dejenerasyonla ve zamanla artan mekanik strese karşı gelişen disk herniasyonları, stenozlar ve spondilolistezisler yer

almaktadır. Füzyon hedeflenirken komşu segmentin disk dejenerasyonu, faset hipertrofisi ve nöral doku stenozu değerlendirilmelidir. (45).

Radyolojik olarak KSH komşu segmentin 3 mm ve daha fazla listezisi, 10 dereceden fazla kifoz açısı ve %50'den fazla disk yüksekliği kaybı olarak tanımlanmıştır (46).

Paul Park ve arkadaşlarının 2004 yılında yayınladığı meta-analizde KSH'nin risk faktörlerini sagittal dizilim bozukluğu, füzyon planlanan segmentin uzunluğu, faset dejenerasyonu ve yaşla beraber ilerleyen dejenerasyon olarak belirtmişlerdir. Aynı zamanda semptomatik KSH'nin insidansını %12.2 ile %18.5 olarak açıklamışlardır (47). Jeong ve arkadaşlarının 2021 yılındaki çalışmasında 119 hastaya füzyon uygulanmış ve 10 yıl klinik takip yapılmış. KSH insidansı %33 olarak değerlendirilmiş (48). Bizim çalışmamızda ise KSH insidansını %15,1 olarak bulduk.

Aota ve arkadaşları KSH gelişiminde yaşı risk faktörü olarak değerlendirirken, Anandijiwala ve ark yaşı risk faktörü olarak anlamsız değerlendirmişlerdir (49,50).

Çalışmamızda biz de yaşı KSH gelişimi açısından risk faktörü olarak değerlendirdik.

Etebar ve ark. yaptıkları çalışmada kadın cinsiyetinin KSH gelişmesinde risk faktörü olduğunu belirtmişlerdir (51). Ancak çalışmamızda KSH ile cinsiyet arasında istatistiksel olarak anlamlı bir sonuca varmadık.

Çalışmamızda füzyon amaçladığımız rijit ve rijit+TLIF gruplarında KSH hastalığı diğer gruplara göre daha fazla görülmüş ve bu literatür ile uyumludur. Anterior füzyon oranının da daha yüksek olduğu rijit+TLIF grubunda başarılı füzyon oranı görülmekle birlikte en yüksek KSH oranı yine bu gruptadır. Bu da bize literatür ile uyumlu olarak füzyonun KSH'ye sebep olduğunu göstermiştir (52). Füzyon cerrahisinin hareketli olan omurganın biyomekaniğini bozup fizyolojisine ters bir etki ile KSH'ye sebep olabileceğini düşünebiliriz.

Omurga biyomekaniğine daha yakın bir fizyolojiye sahip olan sistemler geliştirilmiştir ve günümüzde hala çalışmaları sürmektedir. Bu sistemleri dinamik vidalar ve dinamik rodler olarak özetleyebiliriz. Çalışmamıza dahil ettiğimiz hasta

gruplarında kullandığımız materyaller standart poliaksiyel vidalar ve dinamik rod olarak PEEK rodlardır.

PEEK rodlar kullanılarak yapılan cerrahilerde hem stabilizasyonun sağlandığı hem de vidalara ve omurgalara dağılan mekanik yükün azaldığı, omurga fizyolojisine daha yakın bir sistem olduğu bunun sonucu olarak da KSH'nın daha az görülebileceği düşünülmüştür (53). Gornet ve ark. yaptığı biyomekanik çalışmada PEEK sisteminin titanyum sistemine göre stabilite sağlanmasında anlamlı farklılık göstermediği ancak yükün 3 kolona dağılımında daha omurga fizyolojisine yakın olduğunu göstermişlerdir (54). Bizim çalışmamızda da posterior füzyon oranları tüm gruplarda benzer olup bu düşüncayı destekler niteliktedir.

PEEK rod kullandığımız 2 grupta psödoartroz oranını rijit titanyum rod kullandığımız gruplara göre daha düşük bulduk. Korovessis ve ark yaptığı çalışmada da dinamik sistem uygulanan grubun enstrüman yetmezliği yani psödoartrozu daha düşük bulunmuştur. (55) Ancak Varol ve ark yayınladığı çalışmada peek ve rijit gruplarının vida psödoartrozu açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır (56). Yine Ormond ve ark yaptığı çalışmada Peek rodun daha esnek ve yumuşak etkisinden dolayı vidalara dağıtılan yükün azaldığı ve bunun psödoartrozu azaltabileceği gösterilmiştir (57).

PEEK rod radyoaktif özelliği sebebiyle grafi ve BT'lerde görülmesi güçtür (58). Bu sebeple peek rod kırılması gibi komplikasyonları fark etmeyi zorlaştırır. Fakat bu özelliği sebebiyle MR'da artefaktı azaltmaktadır. Böylece MR'da nöral doku değerlendirmesini kolaylaştırmaktadır.

Her ne kadar esnek ve yumuşak özelliklere sahip olan PEEK rodlar mekanik stresi azaltsa da kırılma yapısı sebebiyle komplikasyonlara sebep olabilir (59). Çalışmamızda herhangi bir rod kırığına rastlamadık. Peek rodun dezavantajlarından bir tanesi de yüksek maliyetidir. Diğer enstrüman malzemelerine göre örneğin titanyum maliyetine göre çok daha fazla ve temin edilmesi zordur.

Fasetektomi, laminektomi ve diskektominin beraber uygulandığı geniş nöral doku dekompresyonu sağlandığında ileri instabilite ve disk mesafesinde hipermobilitate durumuyla karşı karşıya kalınabilir. Bu cerrahilerde dinamik peek sistem uygulandığında yeterli stabilizasyon sağlanamayıp hastalarda postop uzun

dönem takiplerinde instabilite ve aksiyel yüklenmeye bağlı bel ağrısıyla karşılaşılabilir.

Oikonomidis ve ark yaptıkları çalışmada bu fizyolojiden bahsetmiş ve patolojik segmente füzyon uygulayıp kranial komşu segmente dinamik sistem uygulamışlardır. 22 hastayı dahil ettikleri çalışmalarında anlamlı sonuç elde edememişlerdir (60). Mageswaran ve ark yaptığı biyomekanik çalışmada hibrit sistem kullanımının komşu segmente yumuşak bir geçiş sağladığı ve omurganın hipermobilitelerini kısıtladığını göstermişlerdir (61). Yine benzer bir biyomekanik çalışmada füzyon yapılan segmentin kranial komşu segmentinde aşırı mekanik stres olduğu ve bu segmente dinamik sistem dahil edildiğinde mekanik stresi azalttığı gösterilmiştir (62).

Sears ve ark 2021 yılında yaptıkları çalışmada patolojik segmente füzyon uygulayıp (PLIF tercih etmişlerdir) kranial üst segmente dinamik geçişi hibrit rod kullanarak sağlamışlardır. Bu cerrahi tekniğe de ‘‘Topping-off’’ adını vermişlerdir. Bu sistemin reoperasyon oranını %60 oranında azalttığını saptamışlardır (63).

Çalışmamızda biz de benzer fizyolojiyi düşünerek patolojik segmente TLIF uygulayarak füzyon hedefledik. Kranial segmentte ise hem hareketi kısıtlaması açısından hem de hipermobilitayı engellemesi açısından dinamik segment olarak planladık ve rod olarak PEEK rod kullandık. Bu sistem bize aynı zamanda fasetektomi gibi geniş nöral dekompresyon imkanı da sağlamış oldu. %91.7 anterior füzyon oranıyla patolojik segmentteki füzyon hedefimizin gerçekleştiğini gördük. Aynı zamanda %4.2 komşu segment hastalığı oranı ile de hem füzyon gruplarımızdan hem de literatürden düşük insidans saptadık. Psödoartroz oranı da rijit grubumuza göre anlamlı olarak düşük görüldü.

Çalışmamızda preop Bel VAS skoru 4 grupta da postop 1. ay ve 1. yıl takiplerinde belirgin azalma göstermiştir. Ancak dinamik grubunda Bel VAS skoru postop takiplerde rijit ve rijit+TLIF yani füzyon grubuna göre anlamlı olarak yüksek bulunmuştur. Bu durumu daha önce de bahsettiğimiz dinamik sistem uygulanan omurgada zamanla instabilite ve aksiyel yüklenmeye bağlı gerçekleşen bel ağrısına bağladık.

Preop Bacak VAS skoru da aynı şekilde 4 grupta da postop 1. ay ve 1. yıl takiplerinde belirgin azalma göstermiştir. VAS skalasındaki bu anlamlı değişikliği cerrahide uyguladığımız yeterli nöral doku dekompresyonuna bağlamaktayız.

Cerrahi teknik olarak uyguladığımız fasetektomiler ve foraminotomiler yeterli kök dekompresyonunu sağlamaktadır. Bu durumu yalnızca postop klinik takiplerdeki bacak VAS skorundaki düşüklükle değil aynı zamanda üst ve alt segment foramen yükseklik indeksindeki artışla da görmekteyiz. Çalışmamızda preop üst FYİ ve alt FYİ 4 grupta da postop, 1. ay ve 1. yıl takiplerde anlamlı artış göstermiştir. Bu yükseliş literatür ile uyumluluk göstermektedir (64).

Üst segment FYİ değeri 1. ay ve 1. yıl takiplerde postopa göre daha düşük bulunmuştur. Bu durumu kranial komşu segmentte gerçekleşen dejenerasyona ve foramenin kısmen kapanmasına bağlamaktayız.

Çalışmamızda preop üst segment DYİ 4 grupta da postop, 1. ay ve 1. yıl takiplerde anlamlı yüksek bulunmuştur. Aynı zamanda üst segment DYİ postop 1. ay ve 1. yıl takiplerde giderek azalma göstermiştir. Bu durum literatür ile benzerdir (65). Üst segmentte gerçekleşen disk yüksekliğindeki azalmayı sisteme dahil edilmeyen kranial segmentteki zamanla oluşan dejenerasyona bağlayabiliriz.

Çalışmamızda alt segment DYİ açısından 4 grupta da zamansal açıdan da anlamlı bir fark izlenmemiştir.

ROM (Range of Motion) omurganın hareket açıklığı olarak söylenebilir ve omurganın stabilitesini belirler. Yapılan çalışmalarda dinamik sistemlerde segmental ROM açısının rijit sistemlere göre daha düşüş eğiliminde olduğu söylenmiş ve bunun da dinamik sistemin daha mobil olmasından kaynaklandığı gösterilmiştir (66,67).

Çalışmamızda literatür ile uyumlu olarak sadece dinamik ve dinamik+TLIF grubunda segmental ROM açısında anlamlı bir azalma görülmüştür.

Total ROM yani lomber lordoz omurganın fizyolojik duruşunu gösteren önemli bir parametredir. Her ne kadar lomber lordozu patolojik olan hastalarda, rijit sistem kullandığımızda fizyolojik lomber lordozu hedeflese de çalışmamızda anlamlı bir istatistiksel sonuçla karşılaşmadık.

Postop gelişen yara yeri enfeksiyon oranını çalışmamızda %8,2 olarak saptadık. Literatür ile benzerlik göstermektedir. Omurga cerrahisinde yara yeri enfeksiyon oranı %0,2 ile %18,8 arasında bildirilmiştir (68).



6. SONUÇ

Spinal cerrahide cerrahi planlama yapılırken hastanın klinik ve radyolojik bulgularını bir bütün olarak değerlendirmenin önemini vurgulamak isteriz. Enstrüman sistemi kullanarak yapılan cerrahide nöral dokunun dekompresyonunun önemi de unutulmamalıdır.

Artan yaşam süresiyle de beraber omurgada gelişen dejenerasyon daha önemli bir hal almıştır. Dejeneratif lomber omurga hastalığında günümüzde en yaygın standart tedavi hala füzyon cerrahisidir. Her ne kadar bu cerrahinin erken dönem sonuçları başarılı olsa da omurganın biyomekaniği düşünüldüğünde zamanla gelişen dejenerasyonla da beraber bu cerrahinin uzun dönem komplikasyonları meydana gelmektedir. Bu komplikasyonların en önemlilerinden biri Komşu Segment Hastalığıdır. Günümüzde omurganın biyomekaniğine daha yakın olan dinamik sistemler geliştirilmiştir. Her ne kadar yapılan çalışmalar dinamik sistemlerin KSH'nı azalttığını gösterse de uzun süreli klinik takipler henüz yoktur. Bu çalışmaların kanıt düzeyi düşüktür.

Çalışmamızda da bahsettiğimiz hibrit sistem bir nebze başarılı sonuçlar gösterse de hala tam olarak uzun takipli çalışmalar yoktur.

Her geçen gün gelişen teknolojiyle beraber insan omurgasına en yakın fizyolojide çalışacak enstrüman sistemlerinin geliştirileceğini düşünmekteyiz.

KAYNAKLAR

1. Alex P Michael MWWKRDVG. Adjacent-segment disease following two-level axial lumbar interbody fusion. J Neurosurg Spine . 2019;
2. Hamilton WJ. Human Embryoloji. 4th ed. Hamilton WJ, editor. 1972. 437–526 p.
3. Williams P. Gray's Anatomy (37th ed). 37th ed. Williams P, editor. Chur-Chill Livingstone Longmann Group; 1989. 315–489 p.
4. Netter FH. The Ciba collection of medical illustrations. In: The Ciba collection of medical illustrations. 1983. p. 11–20.
5. NETTER FH. The Ciba collection of medical illustrations. 1983.
6. Gregory D. Cramer and Susan A. Darby. Clinical Anatomy of the Spine, Spinal Cord and ANS. 2014.
7. Irving M. Shapiro MVR. The İntervertebral Disc Molecular and Structural Studies of the Disc in Health and Disease. Irving M. Shapiro MVR, editor. 2014. 17–33 p.
8. Gregory D. Cramer and Susan A. Darby (2014). Clinical Anatomy of the Spine, Spinal Cord and ANS. 2014.
9. Netter FH. Netter's Clinical Anatomy 4th Edition. 2019.
10. P Dolan 1 MAAWCH. Commonly adopted postures and their effect on the lumbar spine. Spine (Phila Pa 1976) . 1988;197–201.
11. Denis F. Denis F. The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. Spine (Phila Pa 1976). 1983;817–31.
12. Susanne Lewin PFCP. Low-Modulus PMMA Has the Potential to Reduce Stresses on Endplates after Cement Discoplasty. J Funct Biomater. 2022;
13. Claudia Ottardi * AL†, FG†. Sagittal Imbalance. Biomechanics of the Spine. 2018;379–91.
14. Daniel Kim; Donald D. Davis; Richard P. Menger. Spine Sagittal Balance. StatPearls Publishing. 2023;
15. Ibrahim Obeid 1 PB 2, CL 2, DC 3, LB 4, AB 5. Classification of coronal imbalance in adult scoliosis and spine deformity: a treatment-oriented guideline. Eur Spine J . 2019;94–113.
16. N R Crawford JDPCAD. The spinal lax zone and neutral zone: measurement techniques and parameter comparisons. J Spinal Disord 1998 . 1998;416–29.
17. M M Panjabi. The stabilizing system of the spine. Part II. Neutral zone and instability hypothesis. J Spinal Disord 1992 . 1992;390–7.
18. M T Modic PMSJSRTJMJRC. Degenerative disk disease: assessment of changes in vertebral body marrow with MR imaging. 1988;
19. J. RUSCALLEDA MFAR. Degenerative Changes of Lumbosacral Spine . Rivista di Neuroradiologia 8. 1995;177–95.
20. Greenberg Mark S. Handbook of Neurosurgery by Mark S. Greenberg (z-lib.org). :1142–7.

21. Weiwei Xia CLSDSXKWZZHL. The influence of spinal-pelvic parameters on the prevalence of endplate Modic changes in degenerative thoracolumbar/lumbar kyphosis patients. 2018;
22. Wilson C.W. Chan PKLSPDSDsVYLLPDCP. Structure and Biology of the Intervertebral Disk in Health and Disease. 2011;
23. Pfirrmann CWAMMAMZMMHJM and; BNM. Magnetic Resonance Classification of Lumbar Intervertebral Disc Degeneration. Spine (Phila Pa 1976). 2001;1873–8.
24. G Ehni. Significance of the small lumbar spinal canal: cauda equina compression syndromes due to spondylosis. 1. Introduction. J Neurosurg. 1969;
25. C G Ullrich EFBMGSSAK. Quantitative assessment of the lumbar spinal canal by computed tomography. Radiology. 1980;137–43.
26. Radiologykey.
27. Amundson G ECGR. The Spine, 3th edition. 3rd ed. Rothman RH SF, editor. Philadelphia: WB Saunders Co; 1992. 913–969 p.
28. Meyerding H W. Spondyloptosis. Surg Gynecol Obstet. 1932;371–7.
29. SPONDYLOLYSIS - SPONDYLOLISTESIS.
30. Mark S. Greenberg. Handbook of Neurosurgery by Mark S. Greenberg (z-lib.org). 2020;258–60.
31. Na Li X min LLX 1Wei jie SX guang C and WT. Comparison of QCT and DXA: Osteoporosis Detection Rates in Postmenopausal Women. <https://www.hindawi.com/journals/ije>.
32. Andrew J Schoenfeld and Bradley K Weiner. Treatment of lumbar disc herniation: Evidence-based practice. Int J Gen Med. 2010;209–14.
33. A F Mannion MMSTJD. Comparison of three active therapies for chronic low back pain: results of a randomized clinical trial with one-year follow-up. Rheumatology (Oxford) . 2001;772–8.
34. Philip S Yuan REBJTJA. Nonsurgical and surgical management of lumbar spinal stenosis. Instr Course Lect . 2005;303–12.
35. Megan M Finneran ANJCHEMN. Minimally invasive bilateral decompressive lumbar laminectomy with unilateral approach: patient series. J Neurosurg Case Lessons . 2022;
36. Patrick C Reid SMMGK. State of the union: a review of lumbar fusion indications and techniques for degenerative spine disease. J Neurosurg Spine . 2019;
37. Tao Wang WD. 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;
38. Kristen E Radcliff CKKAJGSSJRARVTJAASH. Adjacent segment disease in the lumbar spine following different treatment interventions. Spine J . 2013;

39. Shinya Okuda YNTMTSYTMI. Adjacent Segment Disease After Single Segment Posterior Lumbar Interbody Fusion for Degenerative Spondylolisthesis: Minimum 10 Years Follow-up. *Spine (Phila Pa 1976)* . 2018;
40. Vincent J Alentado DLATHRDOMPSECBTEM. Predisposing Characteristics of Adjacent Segment Disease After Lumbar Fusion. *Spine (Phila Pa 1976)* . 2016;
41. Chao Zhang SHBMFMHW. Adjacent Segment Degeneration Versus Disease After Lumbar Spine Fusion for Degenerative Pathology: A Systematic Review With Meta-Analysis of the Literature. *Clin Spine Surg.* 2016;
42. Salvador Fuster JJMASACRCVRET. Dynamic Fixation Techniques for the Prevention of Adjacent Segment Disease: A Retrospective Controlled Study. *Asian Spine J* . 2022;
43. W J Chen PLLCCNLHCTSFCBW. Surgical treatment of adjacent instability after lumbar spine fusion. *Spine (Phila Pa 1976)* . 2001;
44. Farzam Vazifehdan VGKVGI. Sagittal alignment assessment after short-segment lumbar fusion for degenerative disc disease. *Int Orthop* . 2019;
45. P Zencica RCJHMK. Adjacent segment degeneration after lumbosacral fusion in spondylolisthesis: a retrospective radiological and clinical analysis. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech* . 2010;
46. P.-E. Moreau EF a, GRTL a, PG. Radiologic adjacent segment degeneration 2 years after lumbar fusion for degenerative spondylolisthesis. *orthopaedics and traumatology surgery and research.* 2016;
47. Paul Park HJGVCGJTHJEM. Adjacent segment disease after lumbar or lumbosacral fusion: review of the literature. *Spine (Phila Pa 1976).* 2004;
48. Tae Seok Jeong MD PSSMPSGLMP. Comparison of adjacent segment disease after minimally invasive versus open lumbar fusion: a minimum 10-year follow-up. *J Neurosurg.* 2021;
49. Y Aota KKSH. Postfusion instability at the adjacent segments after rigid pedicle screw fixation for degenerative lumbar spinal disorders. *J Spinal Disord* . 1995;
50. Jigar Anandjiwala JYSKYH corresponding author ISO and DCS. Adjacent segment degeneration after instrumented posterolateral lumbar fusion: a prospective cohort study with a minimum five-year follow-up. *Eur Spine J*. 2011;
51. S Etebar DWC. Risk factors for adjacent-segment failure following lumbar fixation with rigid instrumentation for degenerative instability. *J Neurosurg* . 1999;
52. Chao-Hung Kuo 1 2 WCH 1 3, JCW 1 3, THT 1 3 4, LYF 1 3 5, CLW 3 6, HC 1 3 5. Radiological adjacent-segment degeneration in L4-5 spondylolisthesis: comparison between dynamic stabilization and minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion. *J Neurosurg Spine.* 2018;
53. Chan Li 1 LL 2, JYS 1, KZY 1, WZS 1, ZRY. Clinical and biomechanical researches of polyetheretherketone (PEEK) rods for semi-rigid lumbar fusion: a systematic review. *Neurosurg Rev* . 2016;

54. Matthew F Gornet 1 FWCJCCBMRPNBATTHLJAO. Biomechanical assessment of a PEEK rod system for semi-rigid fixation of lumbar fusion constructs. *J Biomech Eng* . 2011;
55. Panagiotis Korovessis ZPGKEL. Rigid, semirigid versus dynamic instrumentation for degenerative lumbar spinal stenosis: a correlative radiological and clinical analysis of short-term results. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2004;
56. Eyup Varol 1 MUE 1, FA 1, CKY 1, AFR 1, MRO 2, SN 1. Comparison of clinical and radiological results of dynamic and rigid instrumentation in degenerative lumbar spinal stenosis. *J Craniovertebr Junction Spine*. 2022;
57. D Ryan Ormond 1 LAJK Das. Polyetheretherketone (PEEK) Rods in Lumbar Spine Degenerative Disease: A Case Series. *Clin Spine Surg* . 2016;
58. Elizabeth E Rutherford 1 LJTEMJMHJLK. Lumbar spine fusion and stabilization: hardware, techniques, and imaging appearances. *Radiographics*. 2007;
59. Andreas F Mavrogenis 1 CVGTPJPSPG. PEEK rod systems for the spine. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2014;
60. Stavros Oikonomidis GATKCHJSRS. Clinical experiences with a PEEK-based dynamic instrumentation device in lumbar spinal surgery: 2 years and no more. *J Orthop Surg Res*. 2018;
61. Prasath Mageswaran FTRWCTFBRFM. Hybrid dynamic stabilization: a biomechanical assessment of adjacent and supraadjacent levels of the lumbar spine. *J Neurosurg Spine* . 2012;
62. Aldemar Andres Hegewald SHAKKMSCTWS. Biomechanical investigation of lumbar hybrid stabilization in two-level posterior instrumentation. *Euro Spine J*. 2018;
63. William R Sears ACSJAK. Risk of adjacent segment disease after “topping-off” multi-level lumbar fusions with posterior dynamic stabilisers: an observational cohort study. *Euro Spine J*. 2021;
64. Rolf Sobottke 1 KSBTKMRBJHSPEPSJK. Interspinous implants (X Stop, Wallis, Diam) for the treatment of LSS: is there a correlation between radiological parameters and clinical outcome? *Euro Spine J*. 2009;
65. Wei Wang XSTZSSCKJDXLSL. Comparison between topping-off technology and posterior lumbar interbody fusion in the treatment of chronic low back pain. *Medicine (Baltimore)*. 2020;
66. Haiying Wang BL. Comparison of Clinical and Radiographic Results Between Posterior Pedicle-Based Dynamic Stabilization and Posterior Lumbar Intervertebral Fusion for Lumbar Degenerative Disease: A 2-Year Retrospective Study. *World Neurosurg*. 2018;
67. Weimin Huang 1 ZC 1, RS 1, KZ 1, XY 2. Non-fusion procedure using PEEK rod systems for lumbar degenerative diseases: clinical experience with a 2-year follow-up. *BMC Musculoskelet Disord* . 2016;

68. Emre Yilmaz MRBMMMMCMTMOMMAAJMJRDP and RJOM. Is There an Optimal Wound Closure Technique for Major Posterior Spine Surgery? A Systematic Review. AO Spine. 2018;

