

T.C.
ISPARTA SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
BEYİN VE SİNİR CERRAHİSİ ANABİLİM DALI

**LOMBER OMURGA ENSTRÜMANTASYONUNUN
OMURGA AÇILARINA ETKİSİ**

UZMANLIK TEZİ
Dr. ŞAMİL DİKİCİ

TEZ DANIŞMANI
Dr. Öğretim Üyesi ALİ SERDAR OĞUZOĞLU

HAZİRAN 2019
ISPARTA

T.C.
ISPARTA SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
BEYİN VE SİNİR CERRAHİSİ ANABİLİM DALI

**LOMBER OMURGA ENSTRÜMANTASYONUNUN
OMURGA AÇILARINA ETKİSİ**

UZMANLIK TEZİ
Dr. ŞAMİL DİKİCİ

TEZ DANIŞMANI
Dr. Öğretim Üyesi ALİ SERDAR OĞUZOĞLU

HAZİRAN 2019
ISPARTA

TEŞEKKÜR

Beyin ve Sinir Cerrahisi uzmanlık tezimi sunarken, eğitimimde önemli yeri olan, tezimin hazırlanmasında bana yol gösteren tez danışmanım Dr Öğretim Üyesi Ali Serdar OĞUZOĞLU'na,

Uzmanlık eğitimim boyunca günlerimi bilgi, saygı, hoşgörü ile geçirmemi sağlayan ve eğitimimi yanında tamamlamayı bir şans olarak gördüğüm değerli anabilim dalı başkanımız sayın Prof. Dr. Hakan Murat GÖKSEL hocama,

Bilgi ve tecrübelerinden faydalanarak eğitimimde önemli rol oynayan kliniğimizin diğer öğretim üyeleri Doç. Dr. Nilgün Şenol'a, Dr Öğretim Üyesi Tamer KARAASLAN, Dr Öğretim Üyesi Kemal ERTİLAV'a,

Eğitim sürecimin belirli bir kısmını birlikte geçirdiğim Prof. Dr. Özgür İSMAİLOĞLU'na,

Senelerce uyum içinde çalışıp, birlikte eğitim gördüğüm araştırma görevlisi arkadaşlarım Dr. Yusuf ASLAN, Dr. Mustafa SADEF ve Dr. Alpkaan DURAN'a,

Kliniğimizde birlikte çalıştığım mesai arkadaşlarıma,

Çalışma verilerinin istatistik olarak değerlendirilmesi sırasında yardımlarından ötürü İstatistik Bölümü Dr. Öğretim Üyesi Cengiz Gazeloğlu'na,

Zorlu hekimlik hayatımda her daim büyük emek, sevgi ve desteklerini esirgemeyen sevgili eşim Serap DİKİCİ'ye,

Son olarak bu dünyaya gelmeme vesile olan hayatımın her anında yanımda olan ve bana sabreden ebeveynlerim annem Müjgan DİKİCİ ve babam Yusuf DİKİCİ'ye tüm içtenliğimle teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Şamil DİKİCİ

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
TABLolar DİZİNİ	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iv
GRAFİKLER DİZİNİ.....	v
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Tanım	2
2.2. Tarihçe.....	3
2.3. Embriyoloji	4
2.4. Anatomi.....	6
2.5. Biyomekaniksel Anatomi.....	9
2.6. Spinal Stabilite ve İnstabilite	21
2.7. Disfonksiyonel Segmental Hareket.....	25
3. SPİNAL FÜZYON GEREKTİREN BAŞLICA PATOLOJİLER	28
3.1. Travma, Tümör ve Enfeksiyon	28
3.2. Lomber Stenozis.....	28
3.3. Dejeneratif Spondilolistezis	29
3.4. Displastik Spondilolistezis	30
3.5. İstmik Spondilolistezis	30
3.6. Travmatik Spondilolistezis	31
3.7. Rutin Disk Operasyonu	32
3.8. Skolyoz.....	33
3.9. Faset Eklem Sendromu	33
3.10. Diskojenik Ağrı ve Dejeneratif Disk Hastalığı	34
4. MATERYAL VE METOD	36
5. BULGU VE SONUÇLAR	38
6. SONUÇ	55
7. ÖZET.....	56
8. ABSTRACT.....	57
9. KAYNAKLAR	58

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1: Lomber hareket aralığı (°).....	11
Tablo 2: Benzel'in (106) instabilite sınıflaması.....	24
Tablo 3: Son plağa komşu kemik iliğinde manyetik rezonans (MR görüntüleme ile tespit edilen dejeneratif değişiklikler (Modic değişiklikleri).....	27
Tablo 4: Grup 1 (posterior lomber stabilizasyon) hastalarının preoperatif ve postoperatif lomber lordoz açısı ölçüm sonuçları.....	39
Tablo 5: Grup 1 (posterior lomber stabilizasyon) hastalarının preoperatif ve postoperatif L4-5 wedge açısı ölçüm sonuçları.....	40
Tablo 6: Grup 2 (posterior lomber stabilizasyon ve interbody füzyon) hastalarının preoperatif ve postoperatif lomber lordoz açısı ölçüm sonuçları.....	41
Tablo 7: Grup 2 (posterior lomber stabilizasyon ve interbody füzyon) hastalarının preoperatif ve postoperatif L4-5 wedge açısı ölçüm sonuçları.....	42
Tablo 8: Lomber Lordoz açısının Grup 1 ve Grup 2 için saptanan preop ve postop 1. ay ölçüm değerleri arasındaki azalmanın yüzde olarak ortalama değerleri.....	47
Tablo 9: Lomber Lordoz açısının Grup 1 ve Grup 2 için saptanan preop ve postop 1. yıl ölçüm değerleri arasındaki azalmanın yüzde olarak ortalama değerleri.....	47
Tablo 10: L4-5 wedge açısının grup 1 ve grup 2 için saptanan preop ve postop 1. ay ölçüm değerleri arasındaki azalmanın yüzde olarak ortalama değerleri.....	48
Tablo 11: L4-5 wedge açısının grup 1 ve grup 2 için saptanan preop ve postop 1. yıl ölçüm değerleri arasındaki azalmanın yüzde olarak ortalama değerleri.....	48

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1: Lomber vertebra ve intervertebral disk anatomisi.....	8
Şekil 2: Lomber vertebra ligamanları.....	9
Şekil 3: Rotasyonun anlık eksenini (RAE)'nin üç plandaki harekete göre yer değiştirmesi görülmektedir.....	10
Şekil 4: Lomber omurganın yan ve superior-medial görüntüsü.....	12
Şekil 5: Lomber omurganın aksiyel yüklenmeye direnci görülmektedir.....	13
Şekil 6: Lomber diskin aksiyel yüklenmeye direnci görülmektedir.....	13
Şekil 7: Lomber bölgede faset eklemlerin oryantasyonu görülmektedir.....	14
Şekil 8: Ligamanların direnci görülmektedir.....	18
Şekil 9: Asimetrik yüklenmede anulus fibrosus, yüklenmenin aksi tarafına doğru yer değiştirmektedir.....	20
Şekil 10: Denis'in üç kolon teorisi görülmektedir.....	21
Şekil 11: Lomber sagittal manyetik rezonans (MR) görüntülemesinde, L4-5 seviyesinde dejeneratif disk hastalığı (kırmızı koyu ok), disk dejenerasyonu (kırmızı ince ok), Modic değişiklikler (kırmızı küçük ok) ve düz bel deformitesi görülmektedir.....	26
Şekil 12: Lomber Lordoz Açısının (L) hesaplanması.....	37
Şekil 13: L4-5 Wedge Açısının (W) hesaplanması.....	37

GRAFİKLER DİZİNİ

Grafik 1: Grup 1 (posterior lomber stabilizasyon) hastalarının preoperatif ve postoperatif lomber lordoz açısı ölçüm sonuçlarının grafiksel görünümü	43
Grafik 2: Grup 1 (posterior lomber stabilizasyon) hastalarının preoperatif ve postoperatif L4-5 wedge açısı ölçüm sonuçlarının grafiksel görünümü	43
Grafik 3: Grup 2 (posterior lomber stabilizasyon ve interbody füzyon) hastalarının preoperatif ve postoperatif lomber lordoz açısı ölçüm sonuçlarının grafiksel görünümü	44
Grafik 4: Grup 2 (posterior lomber stabilizasyon ve interbody füzyon) hastalarının preoperatif ve postoperatif L4-5 wedge açısı ölçüm sonuçlarının grafiksel görünümü	44
Grafik 5: Her iki gruptaki hastaların preoperatif ve postoperatif lomber lordoz açılarının ortalama değerlerinin grafiksel görünümü.....	45
Grafik 6: Her iki gruptaki hastaların preoperatif ve postoperatif L4-5 wedge açılarının ortalama değerlerinin grafiksel görünümü.....	45
Grafik 7: Lomber lordoz açısının Grup 1 ve Grup 2 için saptanan preop - postop 1. ay ve preop – postop 1. yıl ölçüm değerleri arasındaki azalmanın yüzde olarak ortalama değerleri.....	46
Grafik 8: L4-5 wedge açısının Grup 1 ve Grup 2 için saptanan preop - postop 1. ay ve preop – postop 1. yıl ölçüm değerleri arasındaki azalmanın yüzde olarak ortalama değerleri.....	46

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Özellikle son elli yıllık zaman diliminde, başta dejeneratif hastalıklar olmak üzere birçok farklı patolojide spinal stabilizasyon ve füzyon sıklıkla uygulanmaya başlanmıştır. Günümüz nöroşirürji pratiğinde de spinal posterior stabilizasyon ve füzyon girişimleri önemli bir yer tutmaktadır.

Spinal rahatsızlıklarda cerrahi tedavinin başlıca amacı;

1. Spinal deformiteyi düzeltmek
2. Spinal füzyon oranlarını arttırmak
3. Nöral elemanların dekompresyonunu sağlamak
4. Cerrahiye takiben rehabilitasyonu kolaylaştırmaktır.

Dejeneratif lomber omurga hastalıklarında anterior veya posterior stabilizasyon uygulamaları çok yaygın olarak yapılmaktadır. Bu cerrahi tedaviyi geçiren olguların gerçekten cerrahi endikasyonu olup olmadığı ve hastaların cerrahiden yarar görüp görmediği çeşitli parametrelerle (ağrı, günlük aktivite vb) araştırılmıştır. Bu olgularda temel radyolojik ölçütler olan omurga açılarının dejeneratif hastalarda ne kadar bozulduğu ve bu bozulmanın stabilizasyon cerrahisi ile ne kadar düzeldiği araştırılmıştır.

Bu çalışmada kliniğimizde Nisan 2017-Nisan 2018 yapılmış olan dejeneratif omurga stabilizasyon cerrahisi olgularında seçilmiş lomber açıların cerrahi öncesi ve sonrası radyolojik ölçümleri yapılacaktır. Elde edilen verilerle cerrahinin omurga geometrisini ne kadar değiştirdiği ve bu değişimin klinik tabloya etkisi araştırılacaktır. Çalışma sonucunda elde edilen sonuçların dejeneratif omurga olgularında verilecek olan cerrahi karara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Tanım

Spinal stabilizasyon uygulamaları son yıllarda giderek artış göstermesine rağmen yapılan enstrümantasyon ve füzyon ameliyatlarının endikasyonlarıyla ilgili değişik görüşler mevcuttur (1-12). Spinal füzyon işlemi uygulanan hasta sayısındaki artış; enstrümantasyon tekniklerinin gelişmesi, yüksek çözünürlüklü radyolojik incelemeler, kemik iyileşmesinin daha iyi anlaşılması, operasyon öncesi ve sonrasındaki bakımda gelişmeler, agresif rehabilitasyon programları, cerrahi alışkanlığın artması ve füzyon endikasyonlarının daha kesin sınırlarla tanımlanmaması gibi faktörlere bağlıdır (5,6,13,14). Lomber spinal füzyon uygulanan hasta sayısındaki değişikliklerin en önemli nedenlerinden biriside kesin endikasyonlar oluşturabilecek dar kapsamlı prospektif çalışmaların yapılmamasıdır (5,6,13,15,16,17).

Amerika Birleşik Devletleri'nde her yıl lomber omurga ile ilgili 40.000'den fazla füzyon prosedürü uygulanmaktadır. Bu sayı lomber bölgeye yapılan girişimlerin yaklaşık %20'sine denk gelmektedir. 1979 ile 1990 yılları arasında özellikle erişkin popülasyonda belirgin olmak üzere yapılan füzyon operasyonları sayısında yaklaşık %100'lük bir artış meydana gelmiştir. Yapılan füzyon ameliyatlarının yaklaşık yarısında da enstrüman kullanılmaktadır. Yapılan girişim ve kullanılan enstrüman sayısındaki artış da sağlık harcamalarını önemli ölçüde etkilemiştir (5,18).

Omurgada en küçük hareketli segment (motor segment) iki omur, omurlar arasındaki disk, çeşitli ligamanlar ve faset eklemlerinden oluşur. Hareketli segmentin stabilitesi ligamanlar, faset eklemleri ve omurlar arasındaki disk tarafından sağlanır. Çeşitli patolojik nedenlerden dolayı yapılan enstrümanlı spinal füzyon girişimleri omurga biyomekaniğini ciddi şekilde etkilemekte, bunun sonucu olarak motor segment fizyolojik kuvvetlere karşı olması gerekenden daha fazla yer değiştirmektedir. Bu durum segmental instabilite olarak adlandırılmaktadır (19).

Klinik ve radyolojik olarak instabiliteyi tanımlamak zaman zaman güç olabilir. Postür değişikliği ve hareketle değişen ağrı, ağrı nedeniyle belde oluşan kollapsa bağlı anksiyete hissi ve yatan hastada bacağı kaldırıp o şekilde tutması söylendiği

halde bacağın şiddetli ağrı nedeniyle düşmesi klinik instabilitenin önemli kriterleri olmakla beraber patognomik değildirler. Radyolojik görüntüleme en değerli araç direkt grafilerdir. Fakat bu grafilerin normal olması instabilite olmadığını göstermez (20).

2.2. Tarihçe

Spinal füzyonun geçmişi hemen hemen internal fiksasyon ile başlamıştır. İlk fiksasyon yöntemi olarak genellikle telleme kullanılmış, kemik füzyonun gerekliliği anlaşılınca enstrüman kullanılsın veya kullanılsın füzyon çalışmalarına ağırlık verilmiştir.

İlk fiksasyon cerrahisini 1887'de Wilkins yenidoğan bir bebekte torakolomber dislokasyon sebebiyle tel kullanarak gerçekleştirmiştir (21). Bundan üç yıl sonra Hadra servikal Pott hastalığında C6-7 spinöz süreçler arasında telleme yapmıştır (22).

Literatürde bildirilen ilk spinal füzyon uygulaması 1911'de Dr. Albee ve Dr. Hibbs'in otolog tibia greftini ortadan ikiye ayırdıkları spinöz süreçlerin arasına yerleştirilmesi ile yapılmıştır (23,24). Campbell 1920'de trisakral füzyon ile iliak krestten greft alma tekniği tanımlamıştır (25).

İlk vida kullanımını 1944'te Don King tarafından faset vidalaması ile olmuştur (26). Boucher 1959'da daha uzun vidalarla pedikül içerisine vida yerleştirilmesini kullanmıştır (25). Harrington'un geliştirdiği rod sistemleri (27), tellerle kombine kullanılmıştır (28). Humphries 1961'de anterior plak ile birlikte anterior füzyonu gerçekleştirmiştir (29). Roy-camille 1963'ten sonra (30), Rene Louise ise 1972'den bu yana pedikül vidası ve plak kullanmışlardır (31).

Ülkemiz tıp tarihine baktığımızda nöroşirürjinin geçmişi Osmanlı dönemine kadar uzanmaktadır. Şerafettin Sabuncuoğlu (doğum 1385) yazdığı Cerrahiyyetü'l Haniyye adlı eserinde birçok operasyon hakkında bilgi verirken, minyatür resimlerle tekniği göstermiştir. Sabuncuoğlu bu eserinde fraktür dislokasyonlarda redüksiyon tekniğinden söz etmektedir (32-36).

Geçen yüzyılda elde edilen verilere göre ilk spinal girişim Dr. Cemil Topuz tarafından gerçekleştirilmiştir (37). 1950'li yıllar öncesi temel spinal uygulamalar ilk nöroşirürjiyen ve ortopedist Dr. Sarpyener tarafından yapılmıştır (38).

Ülkemizde Dr. Abdülkadir Cahit Tuncer (1892-1983) ilk resmi nöroşirürjiyen olup ilk spinal tümör operasyonu yapan cerrahdır.

Füzyon cerrahisi ise 1960'larda başlamıştır (39-41). 1960'lı yılların sonlarına doğru Prof. Dr. Güngör Çakırgil Harrington operasyonunu yapmaya başladı (42-44). Bilindiği kadarı ile Türkiye'de ilk transpediküler fiksasyonu Dr. Emin Alıcı 1991 yılında kendi adıyla anılan seti ile yapmıştır. Spondilolistezisdeki ilk transpediküler uygulama Dr. Emin Alıcı tarafından yapılmıştır.

Nöroşirürjiyenler arasında torokalomber enstrümantasyon 1980'li yıllarda uygulanmaya başlanmış, ilk Harrington ameliyatı 1980 yılında Dr. Aydın Paşaoğlu tarafından yapılmıştır (45).

İbni Sina 11. yüzyılda "Al-Qanun fi al-Tıbb" adlı kitabında spinal anatomi ve biyomekanik kavramlarından bahsetmiştir (46). Yakın tarihte ise spinal stabilite ve instabilite kavramlarını, ilk kez 1923 yılında, Von Lackum lumbosakral bölgedeki dejeneratif hastalıklar için kullanmıştır (47). 1944 yılında Knutson dejeneratif disk hastalığında instabilitenin rolü üzerinde durarak, instabiliteyi tanımlamak için ilk kez fleksiyon - ekstansiyon graflerinin çekilmesini önermiştir (48).

Vertebra biyomekaniği ile ilgili bütün çalışmalara rağmen ilk yıllarda stabilite kavramı doktorlar arasında da tam bir kesinlik kazanmamıştı ve bu da farklı değerlendirmelere yol açıyordu. 1980'li yıllarda White ve Panjabi tarafından omurganın klinik stabilitesi için bir tanım getirilmiştir. Bu tanım:"Fizyolojik yüklenme altında deformite artışını ve nörolojik defisiti önleyecek şekilde omurganın yerleşim paternini devam ettirebilme durumunu kaybetmemesine klinik stabilite denir."şekindedir (49,50). White ve Panjabi bu alandaki çalışmalarını devam ettirmişler ve instabilite kriterlerini ortaya koymuşlardır. Bu kriterleri ortaya koyarken daha önceden üzerinde çalışılmış olan kolonlar sistemini kullanmışlardır. İnstabilite kriterleri ve kolonlar sisteminden ileride bahsedilecektir.

2.3. Embriyoloji

Bütün omurgalı canlılarda ilkel iskelet korda dorsalis (Notochorda) tarafından yapılır. İnsanda mezenşimal dönemden geçtikten sonra kıkırdak dönem başlamakta daha sonra omurga kemikleşmeye gitmektedir. Dolayısıyla insanlarda notokord sadece embriyolojik dönemde görülmektedir. Notokord insanda omurganın gelişmesi

için gerekli bir yapıdır. Korda dorsalisten kalkan impulslar sayesinde dorsal mezodermden somitler gelişmektedir. Korda dorsalisten çıkan impulslara, ektoderm sinir plağı şekline gelerek yanıt verirken mezoderm ise segmentasyonla yanıt verir.

Sklerotom ve myotom aynı düzeyde yerleşmişlerdir. Her sklerotomdan bir omur gelişeydi myotomlardan da her omura tutunmak üzere bir kasın gelişmesi gerekirdi. Ancak kasların omurgaya etki edebilmesi için bir kasın alt ve üst olmak üzere iki omurgaya yapışması gerekir. Bu düzeni sağlayabilmek için sklerotomun ortasında bir yarık belirir. Buna intrasegmental yarık denir. Daha sonra sklerotomlar bu yarık aracılığıyla kranial ve kaudal olmak üzere ikiye ayrılırlar ve bu ayrılma sonucunda kranial parçanın hücreleri daha gevşek bir yapı gösterir. Sklerotomların ikiye ayrılmasından sonra her sklerotomun kranial parçası bir evvelki sklerotomun kaudal parçası ile birleşir ve bu şekilde ortaya blastem adı verilen bir yapı çıkar ve bu blastemler vertebraların asıl taslağını yapar. Bundan sonra somitlerden gelişen çizgili kaslar iki ayrı vertebraya yapıştıklarından vertebral kolonu oynatabilirler.

Omurganın embriyolojik gelişimi klasik olarak üç evreye ayrılır (51).

1) Mezenşimal dönem, 2) Kıkırdak dönemi, 3) Kemik dönemi.

Mezenşimal dönem; mezenşimal hücrelerin notokord etrafında toplanmasıyla başlar. Embriyolojik dönemin 4. haftasında mezenşim hücreleri üç ana bölgede toplanır. 1) Notokord çevresi, 2) Nöral tüp çevresi, 3) Korpus duvarı.

Kıkırdak dönem; 6. haftada mezenşimal vertebralarda kıkırdaklaşma merkezleri oluşur. Her bir sentrumdaki iki merkez birleşerek kıkırdak sentrumu oluşturur. Aynı zamanda vertebra arkuslarındaki merkezler birbirleriyle ve sentrum ile birleşir. Vertebra arkuslarındaki kıkırdak merkezlerin uzamasıyla, spinöz ve transvers çıkıntılar ortaya çıkar.

Bu dönemde korda dorsalis geliştirmekte olan kıkırdağın basıncına uğrayıp daralır. Sadece intrasegmenter yarıklar hizasında bu basınç diğer bölgelerle kıyaslandığında fazla değildir. Dolayısıyla bu hizalarda korda dorsalis büyük olarak kalır. Bu kısımlar intervertebral diskin nükleus pulposusunu yapar. Daha sonra korda dorsalisin vertebralar hizasında kalan diğer kısımları da ortadan kalkar ve yalnız nükleus pulposus geriye kalır. Bu kıkırdak döneminde vertebraların bir gövde kısmı ve bir de arkaya doğru açık olan mezenkim ile sınırlı kısmı vardır. Dördüncü

embriyonal aydan itibaren bu yan kısımlar tamamen kapanır. Bu yan kısımların kapanmamasına Raşitizm adı verilir (52).

Kemik dönem; embriyolojik dönemde başlar ve 25 yaşa kadar devam eder.

2.4. Anatomi

Lomber ourgada, beş adet lomber omur bulunmaktadır. Lomber omurları diğer omurlardan ayıran en önemli özelliği, diğer omurlara oranla oldukça büyük olması ve yan yüzlerinde kaburgalarla eklem yapacak eklem yüzlerinin ve transvers çıkıntılarında (prosesus transversus) delik (foramen) bulunmayışıdır. Lomber omurların gövdesinin transvers çapı daha geniştir.

Vertebral foramenleri üçgen şeklinde olup, torakal omurlardan büyük ve servikal omurlardan küçüktürler (53,54). Lomber vertebra çıkıntıları (pedikül) ise kısadır. Prosesus spinosus, horizontal uzanır ve dikdörtgen şeklindedir.

Prosesus artikularis superior üzerinde posteromedial yerleşimli dikine uzanmış, konkav eklem yüzleri bulunmaktadır. Prosesus artikularis superiorun arka yüzlerinde “prosesus mamillaris” adı verilen çıkıntı yer almaktadır. Prosesus transversus beşinci lomber (L5) omur dışındakiler daha ince ve uzundurlar. Prosesus transversusların tabanında posterior-inferior yerleşimli küçük bir çıkıntı yer almakta, buna da “prosesus aksesoris” adı verilmektedir.

Lomber omurların gövdeleri, önde ve arkada longitudinal ligaman (ligamentum longitudinale) tarafından desteklenmektedir. Longitudinal ligamanın anteriorun lateraline üst lomber (sağda 3, solda 2 olmak üzere) omurlarına diafragmanın krusları bağlanmaktadır. Posterolateral olarak M. Psoas majus kası, tüm lomber omurların üst ve alt kenarına yapışmaktadır. Birinci lomber (L1) omurun vertebral forameni; omuriliğin konuş medullaris, kauda ekuina ve meninkslerini içermektedir.

Prosesus spinosuslara; torakolomber fascia, M. erector spinalis, M. spinalis toraxis, M. multifidi, M. interspinalis ve ligamantum interspinalis ve ligamantum supraspinosus yapışmaktadır. Beşinci lomber (L5) omurun prosesus spinosusları en küçük olanıdır ve ucu yuvarlak olup aşağı bakmaktadır. Prosesus transversuslar beşinci lomber (L5) omur hariç dorsoventral olarak basılmış ve dorsolateral olarak uzanmıştır (53,54). Beşinci lomber (L5) omurun prosesus transversusun alt kenarı açıktır, önce laterale daha sonra superolaterale uzanır ve künt uç olarak sonlanır.

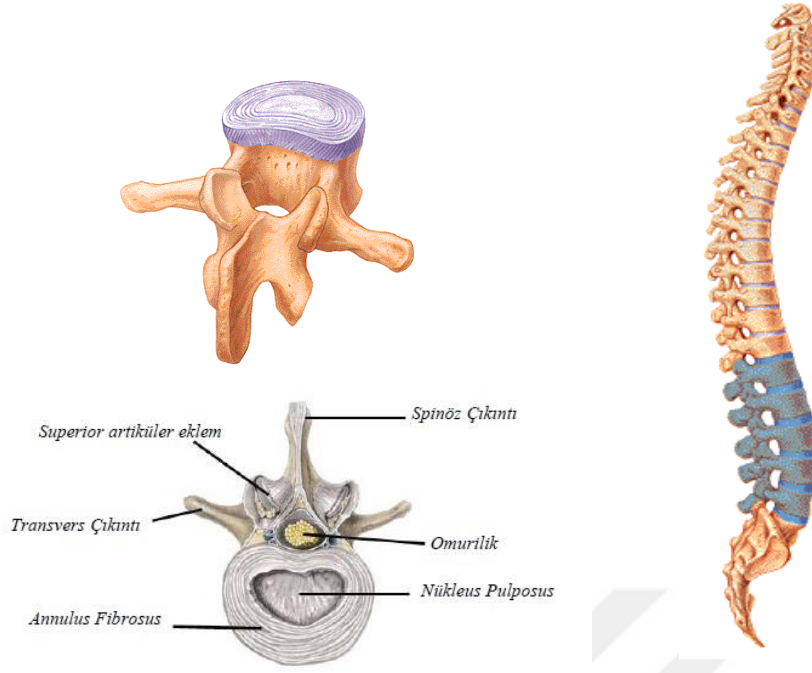
Prosesus transversuslar, birinci omurdan üçüncü omura doğru uzamakta ve daha sonraki omurlarda (L4 ve L5) kısalırlar. Lomber omurların prosesus transversuslarının uç kısmının ön yüzünde, torakolomber fasianın anterior tabakası için vertikal bir yapışma hattı yer almaktadır. Bu vertikal hattın medialine M. psoas majus kası, laterale ise quadratus lumborum kası yapışmaktadır. Prosesus transversuslara, arkada derin sırt kasları ve longissimus lifleri yapışmaktadır. Prosesus mamillarisler 12. Torakal omurlardaki superior tuberkülün homologudur ve M. multifidus ve M. intertransversus medialisler yapışmaktadır.

Lomber omurga diski, insan vertebral kolum uzunluğunun yaklaşık dörtte birini oluşturmaktadır ve toplam 23 disk bulunmaktadır. Lomber bölgede, disk 7-8 mm kalınlığında ve 4 cm çapındadır. Servikal ve lomber bölgelerde önde kalın, arkada ise incedir. İntervertebral diskler üst torakal bölgede ince, lomber bölgede en kalın haldedir. Disk dokusu, dışta laminalı anulus fibrosus ve içte nükleus pulposus tarafından oluşmaktadır. Dış kısımları vaskülerdir ve çevre damarlardan beslenmektedir. İç kısımları ise avaskülerdir ve trabeküler kemikten difüzyon yoluyla beslenmektedir.

Diskler üç temel yapıdan oluşmaktadır: Nükleus pulposus, anulus fibrosus ve vertebral son plaklar (Şekil 1).

Nükleus pulposus; disklerin santralinde ve posterior yüzünde bulunmaktadır (53,54). Yaş ilerledikçe nükleus pulposus diskin geri kalan kısmından ayırt edilemez hale gelmekte ve zamanla daha az hidrate ve artan oranda fibröz bir hal almaktadır.

Anulus fibrosus; nükleus pulposusa göre daha az su ve daha fazla kollajen içerir (53,54). Birbirine paralel yaklaşık 15-25 kollajen halkadan oluşur ki bunlara "lamella" adı verilir. Bu yapı sayesinde eğilme sonrasında doğrulmak için diske destek olmaktadır.



Şekil 1: Lomber vertebra ve intervertebral disk anatomisi

Vertebral kolonun bütünlüğünü aksiden sakruma kadar intervertebral diskler ve vertebra cisimlerini, spinöz proçesleri, faset eklemlerini ve diğer anatomik yapıları bir arada tutan çeşitli diğer ligamanlar sağlar.

Anterior longitudinal ligaman (ALL) atlasın tuberkülüm anterioru ile sakrum arasında uzanan, bant şeklinde, yukarıdan aşağıya doğru inildikçe genişleyen bir ligamandır. En kalın şekilde torakal bölgede yer almaktadır. Bu ligaman, vertebral kolumun hiperekstansiyonunu engellemektedir (Şekil 2).

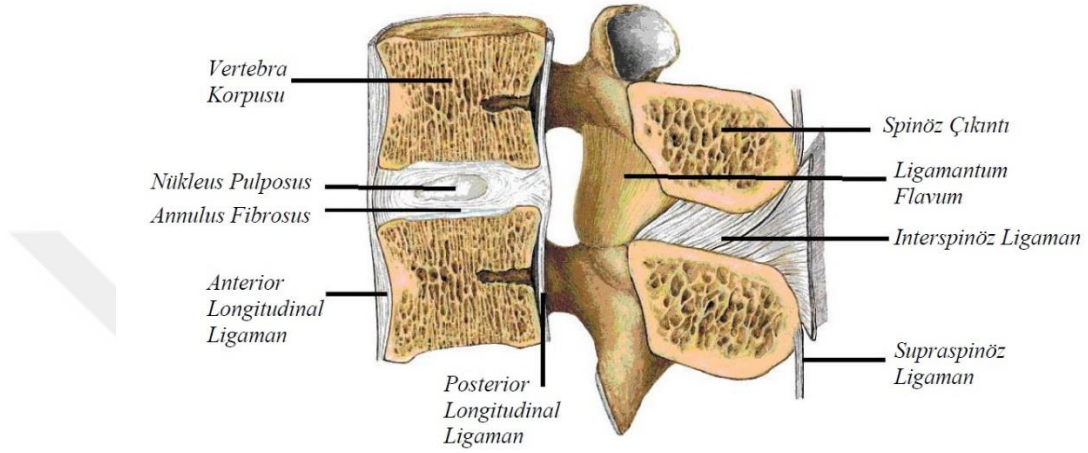
Posterior longitudinal ligaman (PLL), üst seviyelerde geniş olup aşağıya inildikçe daralmaktadır. Vertebra korpuslarının arkasında, vertebral kanalın içinde, aksis ile sakrum arasında uzanmaktadır. Posterior longitudinal ligamanın üst kısmı tektorial membran ile devam etmektedir. PLL ile vertebra korpuslarının arka yüzleri arasında bazivertebral venler yer almaktadır. Bu ligaman, vertebral kolumun hiperfleksiyonunu önlemektedir (Şekil 2).

Ligamentum flavum, iki komşu vertebra lamina arasında uzanmaktadır. Bu ligamanın kalınlığı servikal seviyelerden lomber seviyelere inildikçe artmaktadır (53,54) (Şekil 2).

Supraspinöz ligamanlar, 7. servikal vertebra ile sakrum arasındaki prosesus spinosuslar arasında uzanmaktadır. Yukarıda ligamentum nuchae, önde ise

interspinal ligamanlarla devam etmektedir. Yukarı seviyelerden aşağıya inildikçe kalınlığı artmaktadır (53,54) (Şekil 2).

İnterspinöz ligamanlar, iki vertebranın birbirine bakan prosesus spinosusları arasındaki boşluğu dolduran ligamanlardır. Özellikle lomber bölgede gelişmiştir (Şekil 2).



Şekil 2: Lomber vertebra ligamanları.

2.5. Biyomekaniksel Anatomi

Lomber omurganın morfolojik yapısı, statik ve dinamik bölümler olmak üzere iki grupta incelenmektedir. *Statik yapı*; omur cismi, pedikül, faset eklem yüzleri, lamina, spinöz ve transvers çıkıntından oluşmaktadır. *Dinamik yapı* ise; intervertebral disk dokusu, anterior longitudinal ligaman (ALL), posterior longitudinal ligaman (PLL), supraspinöz ligaman (SSL), interspinöz ligaman, ligamentum flavum (LF), kapsüler ligaman (KL) ve paravertebral adele dokusundan oluşmaktadır.

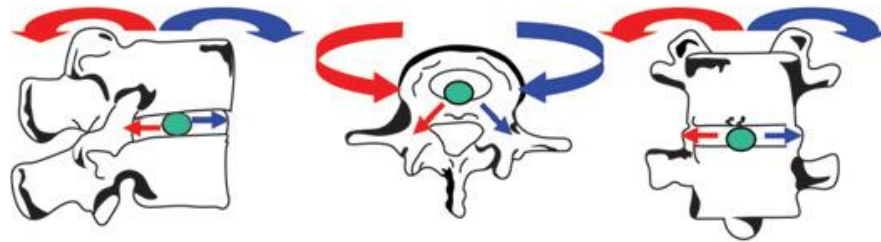
Lomber omurlar, sagittal planda “lordoz” olarak tanımlanan bir eğimle dizilmişlerdir. Ayakta duran bir insanın tüm omurgasını etkileyen yer çekimi hattı (C7 omurundan S2 omuruna kadar çizilen çizgi “plumb line”), koronal planda spinöz çıkıntılarında geçerken, sagittal planda lomber omurların pedikülleri hizasından geçtiği için lomber omurga bölgesinde yaklaşık 30 derecelik bir lordoz açısı oluşturmaktadır. Bu açı, günlük yaşamda ayakta durduğumuzda yaklaşık 10-15 derece artarken, dik bir şekilde oturduğumuzda ise 20-35 derece azalmaktadır (55).

Lomber lordozun artmasının; arka anulusun beslenmesinin bozulması, omurilik kanal çapının azalması, faset eklemlerden ve arka anulustan geçen yükün artması gibi bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Lomber lordoz, hareket sırasında adale ve bazı ligamanlarda gevşemeye yol açarak bu dokuların enerjii absorbe etmesine yardımcı olmaktadır. Öte yandan, lordozun azalması; özellikle arka paravertebral adele grubunun lomber spinal kolona olan hareket kolunu kısaltmaktadır. Lomber lordozun artması ile disk içerisindeki hidrostatik basıncın azalması mümkündür, ancak bu etki , basma yüklenmesinin lordoz ile birlikte artması durumunda ortadan kalkmaktadır (56).

Lomber bölgenin hareket aralığına bakıldığında; rotasyonun anlık eksenini (RAE); fleksiyon hareketi sırasında disk mesafesinin ön tarafında, ekstansiyon hareketi sırasında ise arka tarafta faset eklemler hizasında bulunmaktadır.

Yana eğilme (lateral bending) hareketi; sağ tarafa doğru olduğunda RAE'yi koronal planda disk mesafesinin soluna, sol tarafa doğru olduğunda disk mesafesinin koronal planda sağına yerleşmektedir.

Aksiyel rotasyon (torsiyon) hareketlerinde (sağlı ve sollu) ise RAE, disk mesafesi içerisinde kalmaktadır (Şekil 3). Dolayısıyla RAE; sabit bir nokta olmayıp, hareket sırasında dinamik olarak sürekli yer değiştirmektedir. Özellikle travma gibi omurga kolonunun stabilizasyonunun bozulduğu durumlarda, RAE'nin yeri değişmekte ve instabilite ortaya çıktığı durumlarda RAE'yi eski yerine getirebilmek için cerrahi olarak değişik fiksasyon teknikleri uygulanmaktadır.



Şekil 3: Rotasyonun anlık eksenini (RAE)'nin üç plandaki harekete göre yer değiştirmesi görülmektedir.

Lomber bölgede birleşik hareket oldukça fazladır. Fleksiyon-ekstansiyon hareketi, L1 seviyesinde 12-14 dereceden L5 seviyesinde 18 dereceye kadar artmaktadır.

Lateral bending biraz daha sabit kalmaktadır. Her bir segmentte yaklaşık 7-9 derece olmaktadır. Aksiyel rotasyon ise, her bir segmentte 3 derece kadardır (Tablo1).

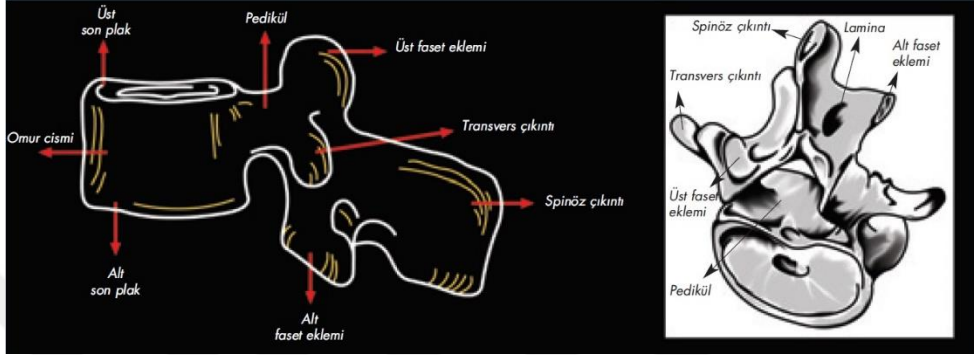
Tablo 1: Lomber hareket aralığı (°)

Segment	Fleksiyon + Ekstansiyon (°)	Tektarafli lateral bending (°)	Tek tarafli aksiyel rotasyon (°)
L1-L2	12	6	2
L2-L3	14	6	2
L3-L4	15	8	2
L4-L5	16	6	2
L5-S1	17	3	1

Lomber omur cismi geometrik olarak incelendiğinde şu özellikler göze çarpmaktadır (57) (Şekil 4) : Aksiyel planda bakıldığında, L5 omuru hariç genellikle böbrek şeklinde görünmektedir. Beşinci lomber (L5) omur cismi daha çok oval şeklindedir. Omur cisminin bu plandaki genişliğine bakıldığında, ön-arka genişliğin sağ-sol genişliğinden daha dar olduğu göze çarpmaktadır. Lomber omurcisinin aksiyel plan sağ-sol genişliği; L1 seviyesinde 35-40 mm iken, L5 seviyesinde 50-55 mm'ye çıkmaktadır. Aksiyel plan ön-arka genişliği ise 25-30 mm kadardır. Belirtilen genişlik değerleri, bu bölgeye yapılacak olan anterior veya posterior cerrahilerde seçilecek vida boyunun belirlenmesinde önem arz etmektedir.

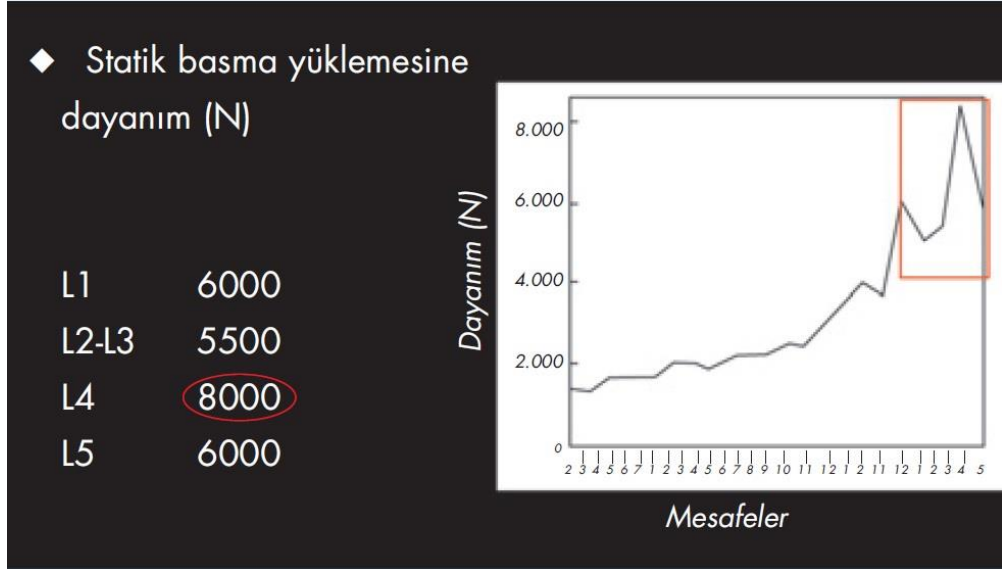
Omur cisminin intervertebral disk mesafesi ile komşu olduğu yerde “son plak” (end plate) adı verilen bölüm bulunmaktadır. Son plağın genişliği ve derinliğine bakıldığında L1 seviyesinden L5 seviyesine doğru genişlik yaklaşık olarak %14 oranında artarken, derinlik sabit kalmaktadır. Son plakların (üst ve alt) genişliğinin, derinliğine oranı L1 seviyesinden L5 seviyesine doğru artmaktadır. Üst son plak için bu oran; L5 mesafesinde L1 mesafesine göre % 12 artarken, alt sonplakta L5 mesafesinde %21 artmaktadır. Son plak alanı ölçüldüğünde, L1 mesafesinden L5

mesafesinedoğru bu oran üst son plakta %17; alt son plakta %9 oranında artmaktadır. Alt son plağın alanı en geniş şekilde L3 mesafesinde görölmektedir. Koronal planda bakıldığında, omur cisminin yanlarının konkav şekilde olduğu; sagittal planda bakıldığında ise omur cisminin ön yüksekliğinin arka yüksekliğinden daha fazla olduğu görölmektedir. Bu yükseklik yaklaşık olarak 20-30 mm'dir. Bu yükseklik farkı, lomber lordoz açısında etkili olmaktadır.



Şekil 4: Lomber omurganın yan ve superior-medial görüntüsü.

Omurganın basma (kompresif) ve çekme (distraktif) yüklere dayanımı önemlidir. Panjabi (57), statik yüklenmeye karşı en fazladirencin L4 omurga cisminde olduğunu belirtmiştir. Lomber omurga cisimlerinin, basma yüklere direnci 5500-8000 N aralığındadır (57) (Şekil 5). Bu direnç, daha sert yapıda olan korteks sayesinde gerçekleşmektedir. Süngerimsi (spongiöz) kemiğin, basma yüklenmelere direnci daha azdır. Ancak, daha önemlisi direncin omurga cismi içerisinde lokalizasyona göre farklılık göstermesidir. En yüksek direnç, merkezde bulunan süngerimsi kemikte görölmektedir (58) (Şekil 6). Çekme (distraktif) yüklenmelerde ise , en zayıf bölge omurga-son plak birleşiminde görölmektedir. Örneğin, Chance tipi (emniyet kemeri, fleksiyon-distraksiyon) yaralanmalarda, kırık hattı çoğunlukla bu bölgede ortaya çıkmaktadır. Omurga cisminin yüklenmelere karşı direncinin, tekrarlayan yüklenmeler ile azaldığını Hannsson 1987 yılında ifade etmiştir. Yaklaşık olarak 5000 N yüklenme omurga cisminin dayanımının da %50 oranında azalmaya yol açmaktadır.



Şekil 5: Lomber omurganın aksiyel yüklenmeye direnci görülmektedir.



Şekil 6: Lomber diskin aksiyel yüklenmeye direnci görülmektedir.

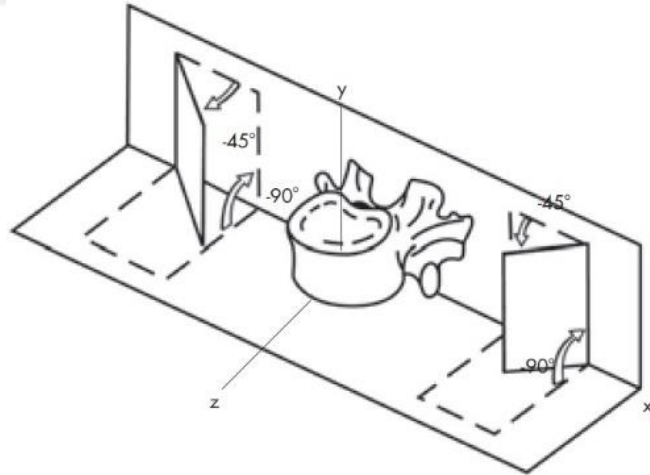
Lomber bölge pedikül yapısında dikkat edilmesi gereken anatomik özellikler şu şekilde özetlenebilmektedir: Pedikülün iç yan ve alt yüzündeki korteks kalınlığı, dış yan ve üst yüzündeki korteks kalınlığından daha fazladır. Pedikülün üst sınırı, omur cisminin üst son plağı hizasında bulunmaktadır. Pedikül üst sınırı genellikle düz bir hat şeklindeyken, alt sınırı daha konkav bir yapıdadır.

Pedikül yüksekliği, erişkinlerde genellikle 15 mm'dir. Pedikül yüksekliği; L1 mesafesinde 15,9 mm, L5 mesafesinde ise 19,6 mm olarak ölçülmektedir. Pedikülün transvers plandaki kalınlığı; L1 mesafesinde 8,6 mm, L5 mesafesinde ise 18,9 mm arasında değişmektedir (55). Pediküllerin transvers plandaki orta hatta olan oryantasyonu, T12'den sonra her bir mesafede yaklaşık 5 derece artarak gerçekleşmektedir.

Pedikülün transvers plan oryantasyonu, son omur olan L5 mesafesinde yaklaşık olarak 15-30 derecedir. Pedikül vida uygulamalarında üst lomber bölgede orta hatta olan açılanmanın, alt lomber bölgeye göre daha az olması gerekmektedir. Pedikül vidasının omur cismine açı ile uygulanması, vidanın dışarıya çıkmasının daha da zorlaştırmakta ve pedikül kemik yapısı vidanın stabilizasyonunun yaklaşık %60'ını sağlamaktadır (59).

Faset eklemler, lomber bölgede sagittal oryantasyondadır (Şekil 7). Bu durum; faset eklemlerin fleksiyon ve ekstansiyon hareketine izin verdiği, ancak aksiyel rotasyon hareketini kısıtladığı anlamına gelmektedir. Transvers plandaki kesitlere bakıldığında üst faset eklem yüzeyinin konkav, alt faset eklem yüzeyinin ise konveks yapıda olduğu görülmektedir. Lumbosakral eklem bölgesi olan L5 alt faset eklemi daha çok koronal oryantasyondadır. Bu yapı, fleksiyon ve ekstansiyonu kısıtlayıcı özellik taşımaktadır.

Faset eklemler, arka kolonda yük taşıma görevini üstlenmektedir. Üst faset eklemi bir üstteki omurdan gelen yükü taşımakta, alt faset eklemi ise yükü bir alttaki omura iletmektedir.



Şekil 7: Lomber bölgede faset eklemlerin oryantasyonu görülmektedir.

Normal bir intervertebral disk yapısında; lomber omur cismi aksiyel plan basma yüklerinin %80'ini taşıırken, arka eleman olan fasetler bu yükün % 20'sini taşımaktadır. Ancak, disk dokusunun dejenere olduğu ve buna bağlı olarak intervertebral disk mesafesinin daraldığı durumlarda, fasetlerden geçen yük yaklaşık olarak % 70'lere çıkmaktadır.

Lomber vertebranın basma yüklenmesine dayanımı korteks bölümünden kaynaklanırken, faset eklemlerin basma yüklenmesine dayanımını eklem yüzeylerinin konumundan, kapsüler ligamandan ve bir miktar da alt fasetin bir alt mesafesindeki laminaya dayanmasından kaynaklanmaktadır (60,61). Biyomekanik çalışmalar, faset eklemin yük taşıma kapasitesini ortaya koymuştur. Lamy ve arkadaşları (62), lomber bölgede yük taşıma kapasitesini 3000 N olarak belirtmişlerdir. Aşırı yüklenmede çökme, pedikül veya pars interartikularis düzeyinde olmaktadır. Translasyonel kuvvetlere direnç, faset eklemlerinde omurganın ön elemanlarına oranla çok daha yüksektir. Lu ve arkadaşları (63), omurganın ön elemanlarının rezeksiyonu sonrası fizyolojik yüklenmede translasyonda öne (anterior) %12 ve arkaya (posterior) %18 oranında artış saptamışlardır. Faset eklem rezeksiyonu sonrasında ise, translasyonda öne %101,7 ve arkaya % 117,1 oranında artış olduğunu bildirmişlerdir. Çeşitli biyomekanik çalışmalarda; faset eklemin ekstansiyonda kontakt hale gelmesi ile rotasyonu sınırladığını, benzer şekilde rotasyonda da unilateral kontakt ile hareketi sınırladığını ve fleksiyonda ise çevresel ligamanlar ile birlikte hareketi sınırlayıcı etki gösterdiği ifade edilmiştir (64,66). Lomber bölgede üst ve alt fasetlerin genişliği yaklaşık olarak 13 mm, yüksekliği ise 15 mm'dir. Bu değerler, sağ ve sol bölge arasında önemli farklar göstermektedir. Faset eklemlerin yüksekliklerinin, genişliklerine oranı ise yaklaşık olarak aynıdır. Lomber faset eklem kalınlığı L1 mesafesinde 10 mm iken, L5 mesafesinde 20 mm kadardır. Faset eklem yüksekliği ise 12-20 mm arasında değişmektedir (57).

Lomber faset eklemleri, sağ ve sol faset eklemleri olarak simetriklerdir. Üst ve alt faset eklemler karşılıklı olarak ayrı ayrı ele alındığında, açısal değerleri sagittal ve taransvers planlarda şu şekilde özetlenebilmektedir: Üst faset eklemleri transvers planda L1 mesafesinde 82,9 derece; L5 mesafesinde 86 derece; sagittal planda L1 mesafesinde 139 derece; L5 mesafesinde 117 derece açı yapmaktadır. Alt faset eklemleri ise transvers planda L1 mesafesinde 81,4 derece; L5 mesafesinde 71 derece; sagittal planda L1 mesafesinde 152 derece; L5 mesafesinde ise 127 derece açı yapmaktadır. Genel olarak bakıldığında, faset eklemlerin sagittal plan açısının L1 mesafesinden alt seviyelere inildikçe azaldığı görülmektedir. Faset eklemlerinin

transvers plan açısı ise, genel olarak L1 mesafesinden L5 mesafesine doğru çok büyük farklılıklar göstermemektedir (67).

Lamina yapısının ortalama kalınlığı 4 mm'dir. Bu kalınlığın, üst sınırında 1-2 mm, alt sınırında ise 6-8 mm olduğu bilinmektedir. Lamina kalınlığı L5 mesafesinde daha az olduğu için translaminar vida uygulaması bu seviyede zor olmaktadır. Laminanın yüksekliği 15-20 mm arasında değişmekte ve genişliği alt faset eklemine doğru artmaktadır (68).

Spinöz çıkıntı uzunluğu; L1 mesafesinde 68 mm iken, L3 mesafesinde 72 mm'ye kadar artıp daha sonra azalarak L5 mesafesinde 68 mm olarak ölçülmektedir. Spinöz çıkıntılar, interspinöz dinamik gerilim bantlarının desteklenmesinde kullanılan interspinöz cihaz uygulaması sırasında önem taşımaktadır. Sakrumda yeterli miktarda spinöz çıkıntı bulunmadığı için L5-S1 omurları arasında bu cihazlar kullanılmamaktadır. Sağ ve sol transvers çıkıntılar arası genişlik, L1 mesafesinde 71 mm ve L5 mesafesinde 92 mm kadardır. Transvers çıkıntılar, posterolateral füzyon cerrahisinde füzyon yatağı olarak kullanılması dolayısıyla önem taşımaktadır.

Omuriliğin geçtiği omurilik kanalının ön-arka mesafesi "derinlik", sağ-sol uzunluğu "genişlik" olarak değerlendirildiğinde; genişlik L1 mesafesinden L5 mesafesine doğru artmaktadır. Derinlik ise; L1 mesafesinden L3 mesafesine doğru azalırken, L3 mesafesinden L5 mesafesine doğru artmaktadır. Omurilik kanal genişliği, L1 mesafesinde 23,7 mm ve L5 mesafesinde 27 mm'dir. Omurilik kanal derinliği L1 mesafesinde 19 mm; L3 mesafesinde 17,5 mm; L5 mesafesinde 19,7mm olarak ölçülmektedir.

Omurilik kanal alanı ise; L1 mesafesinden L2 mesafesine doğru azalırken, L2 mesafesinden L4 mesafesine kadar sabit olup L5 mesafesinde kanal alanı artmaktadır. Omurilik kanal alanı, L1 mesafesinde 320 mm², L4 mesafesine kadar 280 mm², L5 mesafesinde 330 mm²'dir.

Lomber spinal ligamanlar, kendi içerisinde en dayanıklıdan en zayıf olana doğru; ALL>PLL>LF>KL>ISL olarak sıralanmaktadır (Şekil 8).

Ligamanların dayanımı test edilirken, aksiyel planda çekme yüklenmesi uygulanmaktadır. Böylece, aynı zamanda aynı yüklenme şekli tüm ligamanlara aktarılmış olmaktadır. Lomber fleksiyona direnci sağlayan ligamanlar PLL,ISL,SSL ve KL'dir (69).

Lomber spinal kolonun fleksiyon hareketi sırasında ligamanlar; yaklaşık olarak %70 oranında, disk dokusu ise % 30 oranında direnç göstermektedir.

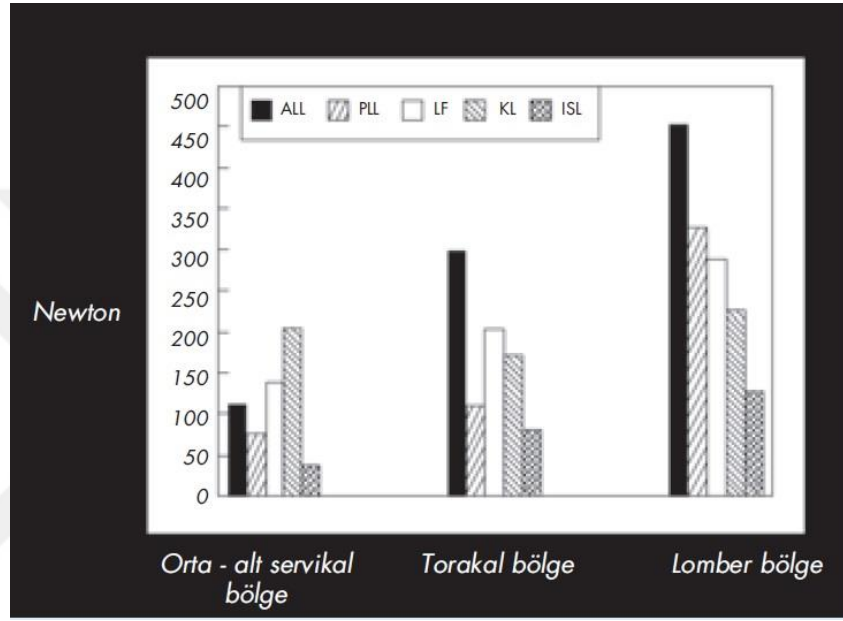
Ekstansiyon ve aksiyel rotasyon hareketleri ise, özellikle disk ve bir miktar da faset eklemler tarafından kısıtlanmaktadır (70). Aşırı bir hiperfleksiyon travmasından sonra ilk hasar görecektir ligaman ISL, daha sonra KL'dir. Kombine hareket olarak, yana eğilme "lateral bending" ile birlikte fleksiyon gerçekleştiğinde tek taraflı olarak KL hasarı ortaya çıkmaktadır. Ligaman hasarının oluşması için, en az 60 Nm'lik bir eğilme hareketi ve 5-20 derece arasında bir fleksiyon hareketi gerekmektedir. Belirgin bir hasar ise, 120 Nm'lik bir eğilme hareketinden sonra ortaya çıkmaktadır (71). Fonksiyonel spinal üniteye ligamanların morfolojik analizinde; T12 mesafesinden L5 mesafesine kadar ALL, LF ve ISL boyunda artış görülmektedir. KL, tüm mesafelerde aynı boyda kalmaktadır. Supraspinöz ligaman (SSL); en fazla L2-L3 aralığında uzun olup, diğer mesafelerde sabit uzunluktadır.

Posterior longitudinal ligaman (PLL)'in boyu ise; L2-L3 mesafesinden sonra kısalmaktadır. Lomber bölgedeki tüm ligamanların boyu L2-L3 mesafesinde en uzun boya sahiptir. Bunun sebebi, lomber lordozun apeksi olan L2-L3 mesafesinde olmasından kaynaklanmaktadır. Disk dejenerasyonu derecelendirmesi ile anterior ve posterior longitudinal ligamanların boyu arasındaki istatistiksel bağlamda anlamlı bir sonuç bulunmamaktadır (72).

Lomber bölge ligaman yapısında özellik arz eden diğer bazı noktalar şu şekilde açıklanabilmektedir: Supraspinöz ligaman (SSL), L4-L5 ve L5-S1 bölgesinde diğer bölgelerinden farklı olarak örgü şeklinde bir yapı bulunmaktadır. İnterspinöz ligaman (ISL); L3-L4 ve L4-L5 mesafelerinde daha düzgün bir lifsel yapıya sahipken, bazen içi boş veya yağ dokusu birikimli bir fibrotik bant yapısında da görülebilmektedir.

Lomber lordozun apeksi olan L2-L3 mesafesinde olması dolayısıyla bu mesafede üst ve alt son plaklar birbirine paralel konumdadır. Böylece, bu mesafede ALL ve PLL boyu birbirine eşittir. Lomber bölge ligamanlarının morfolojisi ile fonksiyonu arasındaki ilişkiye bakıldığında şu çıkarımlarda bulunulabilmektedir (59): Lomber rotasyonun anlık eksenine yakın olan ligamanların kesitsel alanı daha küçük olmaktadır. Diğer taraftan, rotasyonun anlık ekseninden uzak olan ligamanların kesitsel alanı daha büyük görülmektedir. Örneğin, lomber lordozun apeksi olan L2-L3 mesafesinde ligamanların kesitsel alanına bakıldığında anterior

longitudinal ligaman (ALL) 54,5 mm²; PLL 20,8 mm²; ligamantum flavum (LF) 109,8 mm²; interspinöz ligaman (ISL) 43,5 mm² ve supraspinöz ligaman (SSL)'ın 82,1 mm² olduğu görülmektedir. Özellikle fleksiyon hareketi sırasında PLL, ekstansiyon hareketi oryantasyonundadır. Bunun fonksiyonel anlamı ise, aksiyel rotasyon hareketi sırasında bu ligamanın daha fazla şekil değişikliğine maruz kalmasıdır.



Şekil 8: Ligamanların direnci görülmektedir.

İntervertebral Disk Dejenerasyonu

Patoloji biliminde, zaman içinde oluşan değişiklikler “yaşlanma” olarak adlandırılmaktadır. Öte yandan “dejenerasyon”, dokunun fiziksel özelliklerinin bozulması ile birlikte doku veya hücrelerde retrogresif patolojik değişikliklerin olması sonucu yapının doku bütünlüğünün kaybolması veya fonksiyon kaybının oluşması şeklinde tanımlanmaktadır. İntervertebral disk (IVD), yaşlandıkça dejenerasyona uğramaktadır. Her ne kadar intervertebral disk dejenerasyonu (IVDD) sıklıkla erişkinlerdeki bel ağrısı durumunda radyolojik olarak gösterilebilse de (73), bel ağrısı ile dejeneratif değişiklikler arasında henüz nedensel bir ilişki kurulamamıştır (74). IVDD'nin ortak radyolojik özellikleri, bel ağrısı olmayan bir kişide de gösterilebilmektedir (75). Yaşlanma sürecindeki dejenerasyonun anatomik değişiklikleri ile patolojik olarak değerlendirilen değişiklikler arasında fark

bulunmamaktadır (76,77). Yaşlanma ve dejenerasyon büyük olasılıkla aynı patolojik gelişim olup, dejenerasyonda oluşan bazı fiziksel özellikler klinik semptomlara neden olabilmektedir.

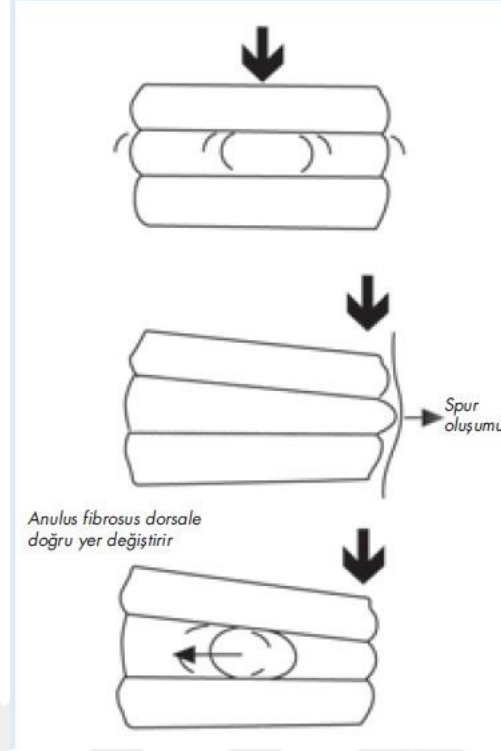
İntervertebral disk (IVD), normalde yüksek oranda su içermektedir. Nukleus pulposus %85 ve anulus fibrosus %78 oranında su içermektedir. Yaşlanma ve/veya dejenerasyonla birlikte her iki dokudaki su oranı % 70' e düşmektedir (78-80). Yaşla birlikte özellikle nukleus pulposusta proteoglikan içeriği ve sonuçta hidrasyon azalması gerçekleşmektedir (58,81).

İntervertebral disk, Tip I ve Tip II kollajen içermektedir (82). Tip II kollajende, intermoleküler alan daha büyük olup kompresif yükleri daha fazla absorbe edebilmektedir. Yaşla birlikte Tip I kollajen oranı artış göstermesiyle IVD, kompresif yüklenmeye olan direncini kaybetmektedir.

İntervertebral disk içerisinde bulunan proteoglikanlar, temel bir protein ve buna bağlı glikozaminoglikanlardan (kondroitin 4-sülfat ve keratan sülfat) oluşmaktadır. Nukleus pulposusta anulus fibrosusa göre daha yüksek oranda proteoglikan bulunmaktadır (83,84). Yaşlanma ve dejenerasyonla birlikte toplam proteoglikan içeriği azalmaktadır (80,81,85). Keratan sülfat/kondroitin 4-sülfat oranı artmakta (79,86,87) ve proteoglikanların agregasyon özelliği azalmaktadır (86). Sonuç olarak, IVD'nin hidrasyon özelliği azalmaktadır.

İntervertebral diskin aksiyel yüklenmesinde intradiskal basınç simetrik olarak dağıtılmaktadır. Ancak, yüklenmenin bir tarafa olması durumunda disk içindeki basınç asimetrik olarak dağılmaktadır.

Bu durum, nukleus pulposusun, yüksek basınçtan düşük basıncın olduğu tarafa doğru yer değiştirmesine neden olmaktadır. Aksine, disk içerisinde yüksek basıncın olduğu tarafta anulus fibrosus dışarı doğru taşmaktadır (Şekil 9).



Şekil 9: Asimetrik yüklenmede anulus fibrosus, yüklenmenin aksi tarafına doğru yer değiştirmektedir.

İntervertebral disk (IVD) hidrasyonu, aksiyel yüklenmelere ve yaşamın erken dönemlerinde (30 yaşa kadar) diskin jelatinöz bir madde gibi davranmasına neden olmaktadır (88,89). Günlük aktivite sırasında kompresif yükler altında kalan normal elastik özelliğini koruyan nukleusun fitiklaşmaya eğilimi az olmaktadır (90). IVD'ye yüklenme olması durumunda nukleus içerisinde belli bir basınç oluşmaktadır.

Dejenerasyonla birlikte değişen yük aktarımı mekanizması, Schmorl's nodülü oluşumuna neden olabilmektedir. Fonksiyonel spinal ünite (FSU) üzerinde yapılan statik kompresif yükler dayanım testinde ise, vertebra son plaklarında disk dokusundan önce hasar olduğu görülmüştür (91).

İntervertebral disk (IVD), torsiyon hareketine maruz kalması halinde hem aksiyel hem de horizontal planda yırtılma (shear) kuvvetlerine maruz kalmaktadır. Farfan (92); yaptığı çalışmada normal disk dokusunun, dejenere disk dokusuna göre torsiyon kuvvetlerine %25 oranında daha fazla direnç gösterdiğini ifade etmiştir. Yırtılma horizontal planda IVD'yi etkilemektedir. Deneysel çalışmalar da, sadece yırtılma kuvvetinin uygulanması ile diskin bütünlüğünün bozulmasının ancak 260 N/mm gibi yüksek bir kuvvetle olabileceğini göstermiştir (93).

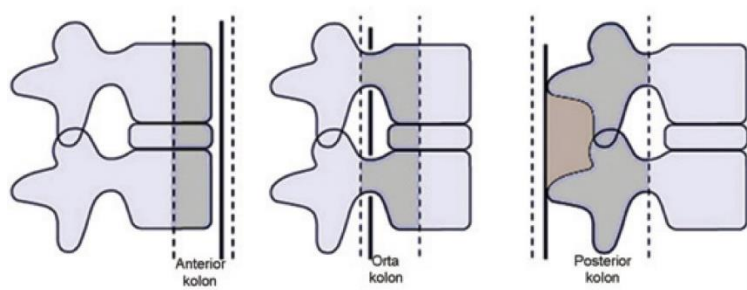
2.6. Spinal Stabilite ve İnstabilite

Geleneksel görüşlerden biri olan White ve Panjabi'nin (94) omurganın klinik stabilite açıklamasında; fizyolojik yüklenmeler altında omurganın omurilik veya sinir köklerine zarar vermeyecek kadar yer değiştirme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca, yine omurganın stabilitesi, omurgaya olan yüklenmeye rağmen ağrı veya deformite oluşumunu anlamak, yani stabiliteyi tam anlamıyla belirlemek güçtür. Değişik durumlara bağlı olarak omurga farklı derecelerde stabilite (destek) sağlamaktadır (95).

Omurgada stabiliteyi sağlayan oluşumlar; faset eklemler, vertebra korpusu, anterior ve posterior longitudinal ligamanlar, intervertebral sağlıklı disk, anulus, ligamentum flavum, supraspinöz ve interspinöz ligamanlar ve paravertebral adelelerdir. Gerçekleştirilen bazı biyomekanik çalışmalarda, omurganın posterior elemanlarının omurga stabilitesine katkıları vurgulanmıştır (96-100).

Cusick ve arkadaşlarının (100) yaptıkları bir çalışmada; faset eklemlerin, posterior yumuşak doku ve ligaman yapılarındaki bozulmaların disk, anterior longitudinal ligamanlar, posterior longitudinal ligamanlar ve anulusun üzerinde oluşan stresi arttırdığı ve bu durumun da klinik ve radyolojik instabilite ile birlikte ağrıya yol açabildiği gösterilmiştir.

Omurgadaki stabilite ve yapısal bütünlük tanımlanırken, genellikle “kolon” kavramı kullanılmaktadır. Günümüzde en yaygın kullanılan Denis'in “üç kolon teorisi”, Louis'nin (101-105) tanımladığı “üç kolon teorisi” geliştirilerek uygulanmıştır. Denis'in üç kolon teorisi, iki kolon teorilerinin üzerine orta kolon kavramını eklemiştir (106) (Şekil 10).



Şekil 10: Denis'in üç kolon teorisi görülmektedir.

İnstabilite; radyolojik olarak görülürken, klinik olarak asemptomatik olabildiği gibi tam tersi de olabilmektedir. Yani klinik olarak instabilite bulguları varken radyolojik olarak belirgin bir bulgu alınmayabilmektedir (107). Panjabi ve arkadaşları (108), çalışmalarında omurga instabilitesini omurganın nöral elemanlara başlangıçta veya daha sonra oluşabilecek hasarı engellemede yetersiz kalma ve yapısal değişikliklere bağlı gelişen ağrıya ve deformitelere karşı çaresiz olma durumu şeklinde belirtmişlerdir. Lomber omurgada fonksiyonel spinal ünite normal bütünlüğün kaybı segmental instabiliteye yol açabilmektedir. Frymoyer (109), segmental instabiliteyi spinal hareket sertliğinin kaybolması şeklinde tanımlamıştır. Frymoyer'e göre, segmental instabilitede hareket segmenti normal yapılarda görülenden daha fazla yer değiştirmekte, bunun sonucunda ilerleyici deformite ve risk altında olan nörolojik yapılar ile beraber ağırlı bir tablo karşımıza çıkmaktadır.

Lomber omurgada bütünlüğün bozulması, dejeneratif diskojenik ağrıya yol açabilmektedir (107). Disk dejenerasyonu ile ilişkili instabilite ilk olarak Knutsson (110) tarafından tanımlanmıştır. Knutsson, disk dejenerasyonu ile beraber direkt grafilerde anormal fleksiyon-ekstansiyon translasyonunu tanımlamıştır. Buradaki instabilitenin, fleksiyon-ekstansiyon radyografilerinde sagittal kaymanın 3 mm'den daha büyük olduğu durumlarda görüldüğü bildirilmiştir.

Segmental spinal instabiliteleri Frymoyer (111,112) sınıflandırmış; "primer instabilite" ve sekonder instabilite" olarak ikiye ayırmıştır. Frymoyer'in tanımladığı bu sınıflamada, primer instabilite daha önce herhangi bir cerrahi girişim geçirmemiş olan hastalarda görülmektedir. Bu gruba dejeneratif disk hastalığı, dejeneratif spondilolistezis ve dejeneratif skolyotik deformiteler girmektedir. Frymoyer (107,113), bu tip instabilitelerde cerrahi olarak agresif davranmamak, yapılan yoğun fizik tedavi programlarına rağmen hastanın ilerleyici deformitesi ve klinik olarak bozulma gözlenmesi durumunda ancak füzyon cerrahisini önermiştir. Yine, cerrahi karar öncesi sagittal kaymanın 4-5 mm'den daha fazla olması gerektiğini bildirmiştir. Sekonder segmental instabiliteyi ise, herhangi bir cerrahi girişimden sonra kazanılmış bir problem olarak tanımlamış ve bu durumu oluşturan nedenleri üç kısma ayırmıştır.

- ◆ Disk cerrahisi sonrası oluşan instabilite,
- ◆ İnterbody füzyon sonrası oluşan instabilite (bunu füzyon sonrası gelişen psödoartroza bağlamıştır),
- ◆ Kemonükleolisis sonrası oluşan instabilite

Diskojenik ağrının patolojisi ve dejeneratif instabilite; Kirkaldy-Willis ve Farfan (114) tarafından tanımlanmış olup, segmental stablitedeki minimal değişikliklerin majör disfonksiyona yol açabileceği kabul edilmiştir. Kirkaldy-Willis ve Farfan, dejeneratif sürecin; “disfonksiyon evresi”, “instabilite evresi” ve “restabilizasyon evresi” olmak üzere üç fazı olduğunu ileri sürmüşlerdir. Disfonksiyon evresinin karakteristik özelliklerini; nükleusun dejenerasyonu, anüler yırtıklar ve faset eklem patolojileri oluşturmaktadır. İnstabilite evresinde ise, posterior faset eklemlerin ve ligamanların gevşemesi, disk mesafesinin azalması ve segmental hareketin artması göze çarpan hareketleri oluşturmaktadır. İnstabilite evresini izleyen restabilizasyon evresinde göze çarpan belirgin patolojiler, disk içindeki kollajenin artmasıdır. Bunun sonucu, diskin sıvı miktarının azalması ile birlikte elastikiyetini kaybettiği görülmektedir. Yine, bu evrede faset hipertrofisi ve osteofit formasyonu oluşmuştur. Bu son evre foraminal ve santral spinal stenoz olarak karşımıza çıkabilmektedir (115).

Benzel, daha sonraları omurganın instabilitesini “akut instabilite” ve “kronik instabilite” olarak sınıflandırmış (Tablo 2); akut ve kronik instabiliteyi de iki alt gruba ayırmıştır.

Benzel’e göre, akut instabilite “belirgin” (aşikar/overt) ve “sınırlı” (limited) instabilite olmak üzere iki alt gruba ayrılmıştır. Belirgin ve sınırlı instabilite, akut travma sonrası görülebildiği gibi omurganın tümör ve enfeksiyon ile tutulumu sonrası da görülebilmektedir.

Belirgin instabilite en yaygın şekilde travma veya cerrahi girişimi takiben oluşmaktadır. Bazen de ilerlemiş bir dejeneratif hastalık veya enfeksiyonu takiben de oluşabilmektedir. Belirgin instabilitede, omurga bütünlüğü tamamen bozulmuştur ve bu tip instabilitede hem ön ve orta kolon, hem de arka elemanları içeren posterior kolon bütünlüğü bozulmuştur. Yani bu tür instabilitede üç kolon da bozulmuştur.

“Aşikâr” veya “overt” olarak adlandırılan belirgin instabilitenin değerlendirilmesinde, manyetik rezonans (MR) görüntüleme yararlı olabilmektedir çünkü posterior yumuşak doku yaralanmaları en iyi şekilde MR ile değerlendirilebilmektedir. Bu değerlendirme spinal cerrahların, cerrahi girişim kararında yol gösterici olacaktır.

Sınırlı instabilitede ise, ya ön kolonda ya da arka kolonda omurga bütünlüğü bozulmuştur, sağlam kalan kolon omurgayı desteklemektedir. Bu tür instabilitede MR görüntüleme, tanıya yardımcı olmaktadır. Tedavide genelde konservatif kalınmakta, dekompresyon gerekiyor veya kronik instabilite için önemli oranda bir risk söz konusu ise cerrahi girişim endikasyonu olabilmektedir.

Tablo 2: Benzel’in (106) instabilite sınıflaması.

Akut İnstabilite
Belirgin instabilite (<i>Overt instability</i>)
Sınırlı instabilite (<i>Limited instability</i>)
Kronik İnstabilite
Yavaş ilerleyen instabilite (<i>Glacial instability</i>)
Disfonksiyonel segmental hareket (<i>Dysfunctional segmental motion</i>)

Benzel (106), kronik instabiliteyi “yavaş ilerleyen instabilite” (glacial instability) ve “disfonksiyonel segmental hareket” (dysfunctional segmental motion) olarak iki gruba ayırmıştır.

Yavaş ilerleyen instabilite; ani ilerleme riski olmayan ve belirgin bir instabilite değil, kronik bir instabilitedir. Bu tür instabilitede kifotik, skolyotik ve translasyonel deformiteler hızlı ilerleme riskine sahip değildirler, fakat bir buzulun hareketinde olduğu gibi deformitenin ilerlemesi kademeli olarak gerçekleşmektedir (116). Zira, önemli dış güçler deformitenin ani hareketine ve ilerlemesine izin vermemektedir (116). Buradaki durum, felaket getirecek boyutta, omurga bütünlüğünü de ciddi derecede bozmamaktadır.

Akut yumuşak doku yaralanmasına dair bir bulgu, yavaş ilerleyen instabiliteelerde olmadığı için MR görüntülemeleri cerrahlara bu noktada yardımcı olmamaktadır.

Belli periyotlarda çekilen direkt radyografiler genellikle aylar veya yıllar içinde gelişen deformitenin ilerlemesini görünür kılabilmektedir. Bu tip instabilitede ilerleyici deformite; “translasyonel”, “rotasyonel” ve “açısal” olmak üzere üç formda oluşabilmekte ve bunların biri, birkaçı veya hepsi bir arada karşımıza çıkmaktadır. Yavaş ilerleyen instabiliteye; spondiloz, travma, tümör, enfeksiyon ve konjenital defektler neden olabilmektedir. Bu tip instabilitenin en yaygın görülen şekli dejeneratif, istmik veya iatrojenik tipte olan “lomber spondilolistezis”tir . Spondilolisteziste bazen ilerleyici deformite ile birlikte aşırı bir segmental hareketlilik de söz konusu olabilmektedir. Bu tür bir durum görüldüğünde, burada yavaş ilerleyen instabilite ile birlikte disfonksiyonel segmental hareketin de varlığından söz edilebilmektedir.

Yavaş ilerleyen instabilitelere disfonksiyonel segmental hareket eşlik etmiyorsa, deformite çok yavaş geliştiğinden dolayı dinamik lumbosakral direkt grafilere aşırı bir hareketlilik görülmeyebilmektedir. Ancak bu durum instabilitenin yok olduğu anlamına gelmemektedir.

2.7. Disfonksiyonel Segmental Hareket

Omurga kökenli ağrıya neden olan dejeneratif disk hastalığı (disk mesafesi) veya omurga cismindeki dejeneratif değişiklikler, tümör veya enfeksiyon ile ilişkili olan instabilitenin bir türü olarak tanımlanmaktadır (106). Disfonksiyonel segmentalhareket; omurga bütünlüğünü tamamen bozan belirgin bir instabilite durumu olmadığı gibi, ilerleyici bir deformite durumu da değildir. Fakat yavaş ilerleyen instabilitenin görüldüğü çoğu hastada, aynı zamanda disfonksiyonel segmental hareketin görülebileceği de düşünölmektedir. İnstabilitenin bu türü, “mekanik instabilite” olarak adlandırılmaktadır. Bu tür instabiliteelerde karakteristik bir ağrı durumu vardır, ağrı derin ve ıstırap vericidir. Buradaki ağrının özelliği hareket ile artmakta, istirahat ile azalmaktadır. İnstabilitenin bu özelliği, tanı koydurucudur. Bu instabiliteelerde anormal segmental hareketin varlığı, fleksiyon ve ekstansiyon grafilerinide gösterilmekte ve tanıya yardımcı olabilmektedir (117-119).

Ayrıca MR görüntülemesinde düz bel deformitesi, disk yüksekliğinde azalma, omurga kanal içine taşma, disk herniasyonu ve Modic değişiklikler gibi dejenerasyonun tüm bulgularının hepsi veya birkaçı bir arada görülebilmektedir (Şekil 11) (Tablo 3).



Şekil 11: Lomber sagittal manyetik rezonans (MR) görüntülemesinde, L4-5 seviyesinde dejeneratif disk hastalığı (kırmızı koyu ok), disk dejenerasyonu (kırmızı ince ok), Modic değişiklikler (kırmızı küçük ok) ve düz bel deformitesi görülmektedir.

Tablo 3: Son plağa komşu kemik iliğinde manyetik rezonans (MR görüntüleme ile tespit edilen dejeneratif değişiklikler (Modic değişiklikleri).

MODIC Tip	T1 MR Görüntüsü	T2 MR Görüntüsü
Tip I	Hipointens	Hiperintens
Tip II	İzointens / Hiperintens	Hiperintens
Tip III	Hipointens	Hipointens



3. SPİNAL FÜZYON GEREKTİREN BAŞLICA PATOLOJİLER

3.1. Travma, Tümör ve Enfeksiyon

Lomber omurgada iki veya üç kolon hasarına yol açan travma, tümör, enfeksiyon kaynaklı patolojiler ve bunlardaki spinal füzyon uygulamaları iyi belirlenmiştir (120-125). Hem Denis, hemde Louis omurganın üç kolon modelini tanımlamışlardır. Denis spinal kolonu ön-orta ve arka olmak üzere üç kolona ayırmış olup, bu tanımlama orijinal haliyle spinal instabilite için değil, patlama fraktürlerini tanımlamak için kullanılmıştır. Louis'in üç kolon teorisinde ise omurganın anatomik yapısı saçayağı şeklinde tanımlanmıştır. Burada ön kolon vertebral cisimler ve disk aralığı tarafından oluşturulmuş olup, posterior kolon ise faset eklemleri tarafından oluşturulur.

Harrington distraksiyon sistemlerinin uygulanması dorsal ve lomber fraktürlerde cerrahi yaklaşımı daha popüler hale getirmiştir. Bu sistem hareketli spinal elemanları immobil hale getirir. Operasyonu takiben lomber lordozun kaybı ve düz bel sendromu hastaların önemli bir bölümünde kronik bel ağrısına yol açabilir. Bundan sonra kullanıma giren pedikül vida sistemleri füzyona katılan hareketli segment sayısını azaltmış olup, bu da lomber lordozun ve spinal fonksiyonel bütünlüğün korunması anlamında daha fizyolojik bir çözüm sağlamıştır (126).

Son dönemde kullanılan anterior yaklaşımlar ister retroperitoneal, isterse transabdominal olsun popüler hale gelmişlerdir. Bu yaklaşımlar sıklıkla daha iyi cerrahi eksplorasyon sağladığı için ön ve orta kolon lezyonlarında tercih edilirler. Travma, tümör ve enfeksiyon hastalarında patolojinin türü, hastanın spinal instabilitesinin derecesi, hastanın mevcut klinik durumu (eşlik eden diğer patolojiler, yaşam beklentisi, nörolojik tablo gibi), yapılacak operasyonun türünü belirler.

3.2. Lomber Stenozis

Pappas ve Sontag (127) Barrow Nörolojik Bilimler Enstitüsünde semptomatik lomber stenozis nedeniyle dekompresyon uygulanan 206 hastayı değerlendirdiler. Ortalama olarak 28 ay boyunca takip edilen hastaların 6 tanesinde spinal füzyon uygulanması gerekli oldu. Bu hastalardan 2 tanesi dekompresyon prosedürü uygulanmadan önce grade II spondilolistezise sahip idi. Sonuç olarak spinal stenoz ile

birlikte grade II ve yukarı derecede spodilolistezi olan hastalarda rutin olarak spinal füzyon uygulanması gerektiği sonucuna vardılar.

Lomber stenozu olan hastalarda uygulana dekompresyon prosedürleri sırasında ileride oluşabilecek instabiliteyi engellemenin en önemli yolu faset eklemlerinin korunması olup, mikrocerrahi tekniklerin uygulanması bu noktada fayda sağlayabilmektedir.

3.3. Dejeneratif Spondilolistezis

Klinik ve patolojik analizlerin ışığında, Frymoyer ve Selby (128) spinal instabilitenin dört tipini tanımlamıştır. Tip 1 aksiyel rotasyonel instabilitedir (129). Omurganın dönme hareketi bel ağrısını provoke eder. Direkt grafilerde disk aralıklarının daraldığı, faset dejenerasyonu, spinöz proçeslerin diziliminde bozulma ve pediküllerin rotasyonel deformitesi görülür. Tip 2 veya translasyonel instabilite de etkilenen düzeydeki vertebral cisminin kayma derecesinin artması ile oluşan tekrarlayan bel ağrıları ile kendini belli eder. Burada disk aralığı daralmakla birlikte spinöz proçes ve pediküllerde dizilim normal olabilir. Lateral fleksiyon ve ekstansiyon filmlerinde disk aralığının açılmalı kollapsı ve etkilenen düzeyde anteriora doğru kayma görülür. Bu tip instabilite genellikle kadınları etkiler ve daha çok L4-L5 düzeyinde görülür. Tip 3 veya retrolistetik instabilite sıklıkla L5-S1 seviyesinde görülür ve bel ağrısı olan hastaların üçte birine kadar olan oranda görülebilir. Posterior kayma, disk aralığının kollapsı ve faset instabilitesi direkt lateral grafilerde görülebilir. Kemik kanalın görüntülenmesinde sıklıkla lateral stenoza rastlanır. Tip 4 veya postoperatif instabilite tüm faset, pars interartikularis ve aynı düzeydeki her iki fasetin %50'sinden fazlasının alındığı durumlarda görülebilir. Operasyon öncesi filmlerle kıyaslandığında operasyon sonrası lateral radyografilerde etkilenen düzeyde anterolistezis görülür.

Frymoyer ve Selby tarafından tip 3 sınıflaması içerisine alınan dejeneratif spodilolistezis, disk dejenerasyonu faset artropatisine ve hareketli segmentin instabilitesine neden olduğunda ortaya çıkar. Edinsel bir durum olarak dejeneratif spondilolistezis sıklıkla ileri yaş grubunda ve bel ağrısı ile birlikte radikulopati bulgularının eşlik ettiği hastalarda görülür. Nörolojik muayene genellikle normaldir. Radyografik çalışmalar sıklıkla L4-L5 , daha az sıklıkla da L3-L4 düzeyinde kaymayı

gösterir. İnstabilitenin derecesi lateral lomber hiperfleksiyon ve ekstansiyon grafileri ile gösterilir.

Dejeneratif nedenlerden dolayı belirgin instabilitesi olan hastalar spinal dekompresyon ve füzyon uygulamasından oldukça yarar görürler (130-134). Çeşitli nedenlerden dolayı lomber spinal stenozisi olan hastalar da, Nasca (135), dejeneratif spondilolistezisin, faset eklem dejenerasyonunun, instabilite ile birlikte olan dejeneratif disk hastalığının ve instabilite ile birlikte skolyozun cerrahi idaresinde spinal dekompresyon ile birlikte füzyonun birlikte olması gerektiğini söylemiştir. Radyografik instabilitesi, iyatrojenik instabilitesi, dejeneratif disk hastalığı, faset eklem sendromu, spondilozu, dejeneratif spondilolistezisi ve kronik bel ağrısı olan ve opere edilen 62 hastalık bir serinin retrospektif incelemesinde en iyi sonuçların dekompresyon ve füzyonun birlikte yapıldığı olgularda alındığı görülmüştür (136).

3.4. Displastik Spondilolistezis

Daha çok adölesan yaş grubunda görülen bu spondilolisteziste en fazla kayma gözüktür. En belirgin spondilolistezis tipi bu olup, kayma açısında en fazla bu tiptedir. Spondilolistezislerin %15-20'si bu tiptedir.

Genellikle sakrum ve L5'te problem olur. Pars interartikulariste uzama veya bölünme vardır. Sakral kemiğin üst son plağında yuvarlaklaşma görülür. Ayrıca L5 korpusu trapezoidal bir hal almıştır. Lumbosakral faset oryantasyonu bozulmuştur. Faset tropizmi vardır. L5-S1 lamina defekti (spina bifida), transisyonel omur, transvers çıkıntı gibi ek anomaliler sıktır.

3.5. İstmik Spondilolistezis

En sık görülen spondilolistezis tipi budur. Görülme sıklığı %3 ile %6 arasında değişir. Herediter olabilir. Eskimolarda % 50 oranında isthmik spondilolistezis bildirilmiştir. Bu spondilolistezisin konjenital olmadığı, sonradan geliştiği söylenmektedir. Embryolojik bir açıklaması yoktur. Oluşum mekanizması olarak üç durumdan söz edilebilir:

- a) Stres kırığına bağlı pars defekti
- b) Tekrarlayıcı mikrotravma sonucu parsın uzaması
- c) Akut veya kronik pars kırığı

İsthmik spondilolistezisin hemen hemen daima edinsel (akkiz) olduğu düşünülür. Ardışık zorlanmalar sonrası parsta bir kırık oluşur, buda spondilolisteze yol açar. Edinsel tipte spondilolisteziste minimal kayma ve kayma açısında minimal değişim olur. Bunlarda faset açısı normale yakındır ve parsta bir uzama yoktur. Daima isthmik bir defekt olur.

Dejeneratif spondilolistezisin aksine isthmik spondilolistezisi olan hastalar genellikle ikinci veya üçüncü dekatta semptomatik hale gelirler. Bel ağrısı ile ilgili en önemli prognostik belirleyici hastanın yaşı ve kaymanın derecesidir. Eğer kaymanın miktarı vertebral cismin %25'inden fazlaysa gelecekte bel ağrısının olma riski yüksektir.

Çocuklarda ve adölesan döneminde semptomatik spondilolisteziste füzyon tartışmalıdır. Bu yaş grubunda orta ve ileri derecede spondilolistezisi olup, semptomları olmayan hastalarda da cerrahi tedavi tartışmalıdır. Belirgin derecede kayma olması cerrahi endikasyonu olarak kabul edilebilir. Hensinger, Laurent ve Österman (138,139) semptomlarına bakılmaksızın bütün grade 3 ve grade 4 spondilolistezisi olan hastalarda füzyonu tavsiye ederler. Bu gruptaki füzyon uygulaması, erken dönemde arthrodez yapılan hastaların sonuçlarının erişkin yaştakilere göre daha iyi olduğu belirtilmiştir (140). Bunun aksi olarak da asemptomatik çocuklarda ve genç erişkinlerde konservatif tedavinin daha iyi olacağı lehinde de çalışmalar mevcuttur (141,142).

3.6. Travmatik Spondilolistezis

Travmatik spondilolisteziste vertebrada pars bölgesi dışında bir yerde kırık olur ve buna bağlı kayma olur. Bu sayede isthmik spondilolistezisin akut pars fraktürü tipinden ayrılır. Başlıca özellikleri şunlardır:

- a. Travma sonrası olur
- b. Pedikül ve/veya pars kırılması vardır
- c. Lamina sürece katılmaz
- d. Fraktür-dislokasyon tipi travma olur
- e. Basit immobilizasyon etkin tedavidir.

3.7. Rutin Disk Operasyonu

1934 senesinde Mixter ve Barr'ın (143) herniye olmuş intervertebral disklerin bel ağrısı ve radiküler bulgulara yol açtığını gösteren makalesini yayınlamasından sonra yapılan bir çok çalışmada bu disk fragmanlarının alınmasının semptomları düzelttiğine ilişkin bir çok çalışma yayınlandı. Bununla birlikte diskektomi operasyonu geçiren hastaların prognozları ile hastalığın doğal seyrinin bir yıl sonrası değerlendirildiğinde benzer sonuçların ortaya çıktığı görüldü. Mixter ve Barr'ın içinde bulunduğu erken dönem araştırmacıları (143) diskektomi operasyonları sonrasında rutin olarak artrodezi tavsiye etmektedirler. Diskektomi ile birlikte rutin artrodezi tavsiye eden araştırmacıların:

1. Füzyon sonuçlarının yeterince iyi olmaması.
2. Spinal füzyon yapılan segmentin üzerindeki mobil segmentler de görülen disk herniasyonu, disk dejenerasyonu, hipermotilite ve stenoz gibi dejeneratif değişikliklerin artması.
3. Uzun dönem takiplerinde %15-20'ye varan yüksek bir oranda psödoartroz vakasının görülmesi.
4. Cerrahi işlem süresinin, hastanede yatış süresinin, dolayısıyla maliyetlerin de artması.
5. Artrodez uygulanması ile birlikte mortalite ve morbiditenin artmasından dolayı bu işlemin disk operasyonlarında rutin olarak uygulanmasını tekrar gözden geçirmelerine neden olmuştur. Bunun ötesinde füzyon olmaksızın rutin mikrodiskektomi operasyonu uygulanan hastalarda yapılan biomekanik ve klinik çalışmalarda hastaların hem klinik hem de mekanik olarak stabil hale geldiği gösterilmiştir.

Chhabra ve arkadaşları (144) lomber diskektomi operasyonu uyguladıkları 90 hastayı ortalama 8,5 yıl süresince takip etmişler, hastaların %82'sinde sonuçları iyi olarak belirlemişler ve hastaların % 67'sinde de cerrahi sonuçların tatmin edici olduğunu söylemişlerdir. Laminektomi ve fasetektomi uygulanan hastaların %9'unda klinik olarak instabilite bulunmuş ve bu hastaların hemen hepsinde dekompresyonun oldukça ekstensif yapıldığı belirtilmiştir. Diskektominin yanı sıra artrodez uygulanan

sekiz hastanın yedisinde sonuçlar memnun edici olarak değerlendirilmiş, bir hastada füzyon oluşmadığı için tekrar opere edilmiştir. Bu sonuçlar Naylor'un bulgularıyla paralellik gösterir (145). Bu sonuçlarda fasetektomiye de içeren agresif dekompresyon uygulanan hastalarda postoperatif spinal instabilite riskinin arttığı gösterilmiştir. Chhabra ve arkadaşları rutin mikrodiskektomi operasyonlarından sonra klinik bulgu veren instabilite riskinin oldukça düşük olduğunu gösterdiler ve buna spinal artrodez uygulaması eklemenin gereksiz olduğunu belirttiler. Bununla birlikte tüm hastalarda postoperatif röntgenogramlar rutin olarak çekilmediği için asemptomatik hastalarda gelişebilecek instabilite oranında tam olarak bilinmemektedir.

Frymoyer ve arkadaşlarının retrospektif olarak incelediği disk eksizyonu operasyonu uygulanan 207 hastanın 143'üne spinal füzyon uygulanmış ve 64'ü de füzyonsuz opere edilmişlerdi. 10 yıllık takip süresince, hastaların işe dönüş süresinde, mevcut çalışma durumlarında, bel ağrısı ve radiküler bulgularında anlamlı bir farklılık bulunmadı (146).

Sonuç olarak rutin diskektomi ve mikrodiskektomi operasyonlarından sonra sonra spinal füzyon operasyonu uygulanması gerekli olmayıp, eğer diskektomi operasyonuna laminektomi ve ekstensif fasetektomi prosedürleride eklenecek olursa o zaman spinal füzyonu düşünmekte fayda vardır.

3.8. Skolyoz

Populasyonun ortalama yaşam süresi uzadıkça spinal stenoz ve erişkin yaşta ortaya çıkan dejeneratif skolyoz vakalarında da artış olmaktadır. Skolyoz ile birlikte nöral elemanların basısının olduğu durumlarda spinal füzyon prosedürünün uygulanmasını öneren çalışmalar ve bilgi birikimi mevcuttur. Bununla birlikte skolyoza eşlik eden spinal kanal stenozunun olmadığı durumlarda dekompresyonu destekleyici nitelikte literatür mevcut değildir. Burada cerrahinin öncelikli amacı ağrıyı azaltmak daha sonra ise skolyoza neden olan deformitenin ilerlemesini engellemektir (147,148).

3.9. Faset Eklem Sendromu

Faset eklem sendromu olan tipik hasta grubu orta yaşlı ve kalça ile dize kadar yayılan ağrı şikayeti olan hastalardır (149,150). Tipik olarak ağrı pozisyon değişikliği

ile rahatlar ve hiperekstansiyon ile artar. Genellikle etkilenen seviyelerde palpasyonda faset eklemlerinde hassasiyet mevcuttur. Eşlik eden nörolojik defisit belirgin değildir.

Faset sendromu terimi bel ağrısına eşlik eden faset eklem hipertrofini tanımlamak için 1930'lu yıllarda ortaya atılmıştır. En sık etkilenen düzeyler L4-L5 ve L5-S1 seviyeleridir. Yapılan çalışmalarda hipertrofik faset eklemine enjekte edilen hipertonic salin solüsyonunun hastaların ağrısını arttırdığı görülmüştür. Steroid ve lokal anesteziğin başarılı bir şekilde faset eklemi içerisine enjeksiyonu hastaların %16 ile %30'u arasındaki bir oranında şikayetlerini azaltacaktır (151,152). Paradoksik olarak bu bulgu faset eklemleri boyunca yapılan spinal artrodezin ağrının kaynağı olacağı konusundaki fikri popüler hale getirmiştir.

Faset sendromu ile ilgili klinik kriterler belirlenmiş olmasına rağmen bu hastalardan hangilerinin spinal artrodezden fayda göreceğine dair kesin protokoller halen oturmamıştır. Faset eklemlerinin çok seviyeli innervasyonu ve faset eklem sendromunun çok faktörlü nedenleri olması spinal artrodez endikasyonları ile ilgili tartışmayı arttırmaktadır.

Faset eklem sendromu ile faset bloğunun korelasyonunun değerlendirildiği prospektif bir çalışmada Moran ve arkadaşları toplam 143 faset eklem enjeksiyonu yapılan 54 hastayı incelediler. Hastalarda başarı kriteri olarak kullandıkları hipertonic salin enjeksiyonu ile ağrının provake olması ile steroid ve lokal anesteziğin enjeksiyonu ile ağrının rahatlaması daha önceki çalışmalara göre oldukça rijiddi. Faset eklem sendromu teşhisi ile faset bloğuna cevaben ağrının rahatlamasıyla ilgili bir korelasyon bulamadılar.

Esses ve Moro Toronto Üniversitesinde faset bloğu uygulanan 126 hasta üzerinde çalıştılar. Bu hastalardan 82 tanesine lomber artrodez operasyonu uygulandı. Bu hastalardan 52 tanesinin ilk spinal operasyonu idi. Faset bloğuna alınan yanıt ile cerrahi sonuçlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir bulgu bulamadılar.

3.10. Diskojenik Ağrı ve Dejeneratif Disk Hastalığı

Diskografinin tekniği ile ilgili ilk makale 1948 yılında yazıldı. Mixter ve Barr'ın (143) geliştirmesiyle birlikte diskografi disk herniasyonun tanısında kullanılır hale geldi. Daha sonra Crock ve arkadaşlarının tanımladığı internal disk yırtılmasının tanısını koymada da kullanılmaya başlandı (153). Blumenthal ve arkadaşları bu

patolojide travmanın etkisi üzerinde durdular (154). Holt diskojenik disk ağrısı teşhisinde diskografinin çok güvenilir olmadığını ve %37'ye varan oranda yalancı pozitif sonuç verebileceğini belirtti (155) ve bu tetkinin sadece morfolojik inceleme anlamında faydalı olabileceğini söyledi.

Diskojenik ağrının tipik klinik prezentasyonu her tür ekzersiz ile artabilen sürekli bir bel ağrısıdır (156). Ağrı genellikle normal olan fiziksel ve nörolojik muayene bulgularının ötesindedir. Bacak ağrısında olabilmekle beraber teşhis için şart değildir. Eşlik eden bulgular belirgin enerji ve kilo kaybı, depresyon olabilir. Dejeneratif disk hastalığının aksine magnetik rezonans görüntüleme omurga ve intervertebral diskler normal olabilir. Etkilenen düzeyde yapılan diskografi ağrıyı başlatabilir veya arttırabilir. Diskografi L4-L5, L5-S1 seviyelerinde mutlaka yapılmalıdır ve buna L3-L4, L2-L3 seviyeleride gerekirse ilave edilmelidir.

Disk kaynaklı ağrıya neden olan biyokimyasal faktörler açısından diskektomi yapılmalı ve sebep olabilecek biyomekanik faktörleri engellemek içinde füzyon uygulaması da gerekli olabilmektedir.

Artrodezin uygulama yeri tartışmalı olup, anterior, posterior ve kombine yaklaşımlarda başarılı sonuçlar bildirilmiştir (157-162). Colhoun ve arkadaşlarının (157) 137 hasta üzerinde retrospektif olarak yaptığı bir incelemede operasyon öncesi yapılan diskografilerde ağrısı proveke olan hastaların postop %89'un da başarılı sonuçlar alınırken, ağrısı provake olmayan 25 hastanın sadece %52'sinde başarılı sonuç alınmıştır.

4. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi Nöroşirürji Kliniği'nde Nisan 2017 - Nisan 2018 tarihleri arasında çeşitli nedenlerle L4-L5 seviyelerine posterior stabilizasyon ve füzyon operasyonu uygulanmış olan 80 hasta incelendi. Hastalar sadece lomber transpediküler vida kullanılmış olanlar ve transpediküler vida ile birlikte posterior lomber interbody füzyon yapılmış olanlar şeklinde başlıca iki gruba ayrıldı. Değerlendirmeye alınan olguların dengeli cinsiyet dağılımı ve homojen yaş grubunda olmalarına dikkat edildi.

Hastaların tamamında operasyonlarda kullanılmış olan cerrahi sarf malzemelerinin (transpediküler vida, rod ve interbody cage) aynı içerik ve tasarım standartlarında olduğu ve ölçümlerin yapıldığı tetkiklerin çekilmiş olduğu bilgisayarlı tomografi cihazının (Siemens Somatom Definition AS) aynı cihaz olduğu doğrulandı.

Çalışmaya alınan bütün olguların, operasyon öncesi, operasyon sonrası 1. ayda ve operasyon sonrası 1. yılda çekilmiş olan bilgisayarlı tomografi (BT) tetkik görüntülerinde operasyon öncesi ve sonrası lomber lordoz açıları ve L4-5 wedge açıları belirlenerek; sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirildi. Tüm ölçümler aynı monitörde, aynı yazılım kullanılarak, tek araştırmacı tarafından yapıldı.

Lomber lordoz açısını hesaplamak için BT görüntülerinde L1 korpusu üst end-plate'ine ve S1 korpusu üst end-plate'ine teğet olacak biçimde iki adet düz çizgi çizilerek bu iki düz çizginin birbiri ile yaptıkları açı kullanıldı (163) (Şekil 12).

L4-5 wedge açısını hesaplamak için BT görüntülerinde L4 korpusu alt end-plate'ine ve L5 korpusu üst end-plate'ine teğet olacak biçimde iki adet düz çizgi çizilerek bu iki düz çizginin birbiri ile yaptıkları açı kullanıldı (164) (Şekil 13).



Şekil 12: Lomber Lordoz Açısının (L) hesaplanması



Şekil 13: L4-5 Wedge Açısının (W) hesaplanması

Olguların tomografik açı ölçüm sonuçlarının istatistik analizinde SPSS paket programı kullanıldı. Oluşturulan gruplar arası farkların istatistik analizi t testi ile yapıldı ve $p < 0.05$ değeri, istatistik olarak anlamlı kabul edildi.

5. BULGU VE SONUÇLAR

Çalışmaya dahil edilen bütün hastaların transpediküler vida kullanılarak posterior stabilizasyon yapılanlar ile transpediküler vida ve interbody cage birlikte kullanılarak stabilizasyon ve füzyon yapılanlar olmak üzere iki gruba ayrıldı. Her iki grupta lomber lordoz açısı ve L4-5 wedge açısı olmak üzere iki farklı açı ölçümü yapılarak operasyon öncesi ve sonrası verileri ayrı ayrı belirtildi ve değerlendirmeler buna göre yapıldı (Tablo 4-7).



Tablo 4: Grup 1 (posterior lomber stabilizasyon) hastalarının preoperatif ve postoperatif lomber lordoz açısı ölçüm sonuçları

				LOMBER LORDOZ AÇISI		
	Ad- Soyad	Yaş	Cinsiyet	Preop	Postop 1. ay	Postop 1. yıl
1	M. Ç.	46	K	45,7	45,2	41,5
2	Ö. T.	39	E	41,8	41,4	38,4
3	O. E.	34	E	42,2	41,8	37,9
4	P.C.	54	K	68,4	67,1	61,5
5	E. S.	59	E	78,5	77,8	70,6
6	H. S.	59	K	66,4	65,1	59,7
7	N. U.	67	E	52,4	51,9	47,1
8	F. Y.	36	E	46,5	46,1	42,3
9	M. C. D.	46	K	41,9	41,5	38,5
10	M. B.	47	E	67,1	65,8	60,3
11	A. E.	47	K	55,6	55,1	50,5
12	K. S.	69	K	72,4	71,1	65,1
13	D. K.	57	K	69,4	68,1	62,4
14	A. G.	54	K	47,7	47,2	43,4
15	Ş. T.	56	K	47,4	46,5	42,9
16	F. D.	54	K	50,1	49,6	45,5
17	S. S.	53	K	67,6	66,3	60,8
18	F. K.	67	K	71,6	70,2	64,4
19	A. D.	53	K	46,4	45,9	42,2
20	A. Ö.	70	K	41,7	41,2	37,7
21	H. E.	48	K	49,1	48,7	44,6
22	H. D.	59	E	50	49,5	45,5
23	F. G.	63	K	55,4	54,9	50,4
				LOMBER LORDOZ AÇISI		
	Ad- Soyad	Yaş	Cinsiyet	Preop	Postop 1. ay	Postop 1. yıl
24	G. Y.	64	K	65,2	63,9	58,6
25	B. F. P.	76	K	59	58,5	53,6
26	A. Ş.	58	K	66,3	65,7	60,3
27	K. F.	64	K	72,1	70,7	64,8
28	Z. B.	53	K	50,3	49,8	45,7
29	S. O.	54	K	41,7	41,3	38,3
30	A. Ş.	53	K	72,5	71,8	65,2
31	Y. E.	61	E	43	42,6	39,5
32	A. A.	58	K	54,9	54,4	49,1
33	G. A.	50	K	46,8	46,4	43,1
34	M. T.	71	K	73,9	72,5	66,5
35	S. Ç.	50	K	45,9	45,5	42,2
36	M. A. Ö.	42	E	62,7	61,5	56,4
37	E. Ü.	57	K	46,8	46,4	42,5
38	G. Ö.	45	K	57,1	56,6	51,9
39	A. A.	57	K	60,7	59,5	54,6
40	H. H. K.	64	E	50,2	49,7	45,6

Tablo 5: Grup 1 (posterior lomber stabilizasyon) hastalarının preoperatif ve postoperatif L4-5 wedge açısı ölçüm sonuçları

	Ad- Soyad	Yaş	Cinsiyet	L4-5 WEDGE AÇISI		
				Preop	Postop 1. ay	Postop 1. yıl
1	M. Ç.	46	K	10,6	10,5	9,4
2	Ö. T.	39	E	8,2	8,1	7,2
3	O. E.	34	E	11,6	11,4	10,2
4	P.C.	54	K	13,2	13	11,6
5	E. S.	59	E	11,1	10,9	9,7
6	H. S.	59	K	10,5	10,3	9,2
7	N. U.	67	E	7,5	7,4	6,6
8	F. Y.	36	E	27,4	26,8	23,8
9	M. C. D.	46	K	7,9	7,8	7,03
10	M. B.	47	E	16,1	15,9	14,1
11	A. E.	47	K	12,2	12	10,7
12	K. S.	69	K	14	13,7	12,1
13	D. K.	57	K	8,1	8	7,2
14	A. G.	54	K	20	19,6	17,4
15	Ş. T.	56	K	10,6	10,4	9,3
16	F. D.	54	K	14,5	14,2	12,6
17	S. S.	53	K	15	14,7	13,05
18	F. K.	67	K	10,6	10,4	9,3
19	A. D.	53	K	12	11,8	10,5
20	A. Ö.	70	K	10,4	10,2	9,1
21	H. E.	48	K	9,4	9,3	8,3
22	H. D.	59	E	9,5	9,4	8,4
23	F. G.	63	K	14,3	14	12,4
24	G. Y.	64	K	6,5	6,4	5,7
25	B. F. P.	76	K	15,4	15,1	13,3
26	A. Ş.	58	K	13,5	13,3	11,8
27	K. F.	64	K	15,5	15,1	13,4
28	Z. B.	53	K	17,3	17	15,05
29	S. O.	54	K	13,1	12,9	11,5
30	A. Ş.	53	K	11,6	11,4	10,3
31	Y. E.	61	E	11,1	10,9	9,8
32	A. A.	58	K	13,6	13,4	11,9
33	G. A.	50	K	15,6	15,2	13,5
34	M. T.	71	K	13,3	13,1	11,7
35	S. Ç.	50	K	8,4	8,3	7,4
36	M. A. Ö.	42	E	17,8	17,4	15,4
37	E. Ü.	57	K	9,9	9,8	8,8
38	G. Ö.	45	K	16,2	16	14,2
39	A. A.	57	K	18,7	18,3	16,2
40	H. H. K.	64	E	15,1	14,9	13,2

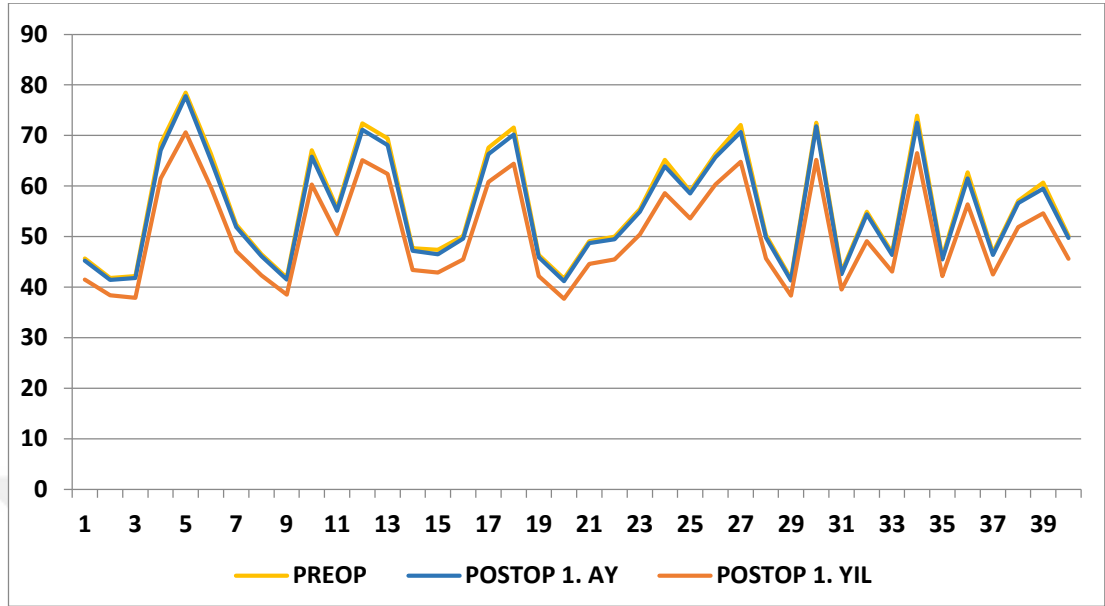
Tablo 6: Grup 2 (posterior lomber stabilizasyon ve interbody füzyon) hastalarının preoperatif ve postoperatif lomber lordoz açısı ölçüm sonuçları

	Ad- Soyad	Yaş	Cinsiyet	LOMBER LORDOZ AÇISI		
				Preop	Postop 1. ay	Postop 1. yıl
1	G. Ş.	58	E	45,2	44,8	43,3
2	İ. Z.	63	E	40,8	40,4	39,5
3	Ş. T.	46	K	57	56,1	54,1
4	A. C.	53	E	51,9	51,1	49,3
5	D. C.	47	K	49	48,6	47,1
6	D. A.	74	E	57,3	56,2	54,4
7	H. E.	62	K	49,8	49,4	47,8
8	R. V.	36	E	45,9	45,5	44,06
9	A. Ö.	33	K	48,1	47,7	46,1
10	H. A.	60	K	43,5	43,1	42,1
11	D. A.	53	K	47,7	47,2	45,7
12	M. Y.	72	E	65,6	64,5	62,3
13	E. T.	44	E	30,3	29,9	29,3
14	A. K.	38	E	46,6	46,2	44,7
15	M. A. E.	81	E	34,3	34	33,2
16	M. K.	56	K	38,6	38,3	37,4
17	Ü. E.	59	K	65,4	64,2	62,1
18	F. C.	70	K	56,6	55,5	53,7
19	Ö. Y.	40	E	39	38,7	37,8
20	S. B.	59	E	46,1	45,7	44,2
21	T. Y.	52	K	46,2	45,8	44,3
22	B. Y.	59	E	56,6	55,6	53,7
23	H. Y.	51	K	50,1	49,6	48,1
24	M. Ö.	41	E	38,4	38	37,2
25	A. G.	25	E	32,7	32,4	31,7
26	K. N. E.	66	E	56,6	55,5	53,7
27	A. A.	75	K	52	51,5	49,9
28	S. K.	54	K	59,9	58,8	56,9
29	R. Ö.	43	E	57	55,9	54,1
30	F. B.	70	K	48,9	48,5	46,9
31	M. C.	73	E	43,6	43,2	42,2
32	Ş. Ö.	63	K	45,5	45,1	43,6
33	G. S.	45	K	52	51	49,4
34	A. D.	70	E	51,9	50,9	49,3
35	T. A.	45	E	51,3	50,8	49,2
36	H. K.	61	E	35,7	35,4	34,6
37	U. K.	54	K	44,8	44,4	43,4
38	S. A.	38	K	40,5	40,1	39,2
39	Ü. S.	63	K	53,7	52,7	51,01
40	S. K.	25	K	59	58,1	56,05

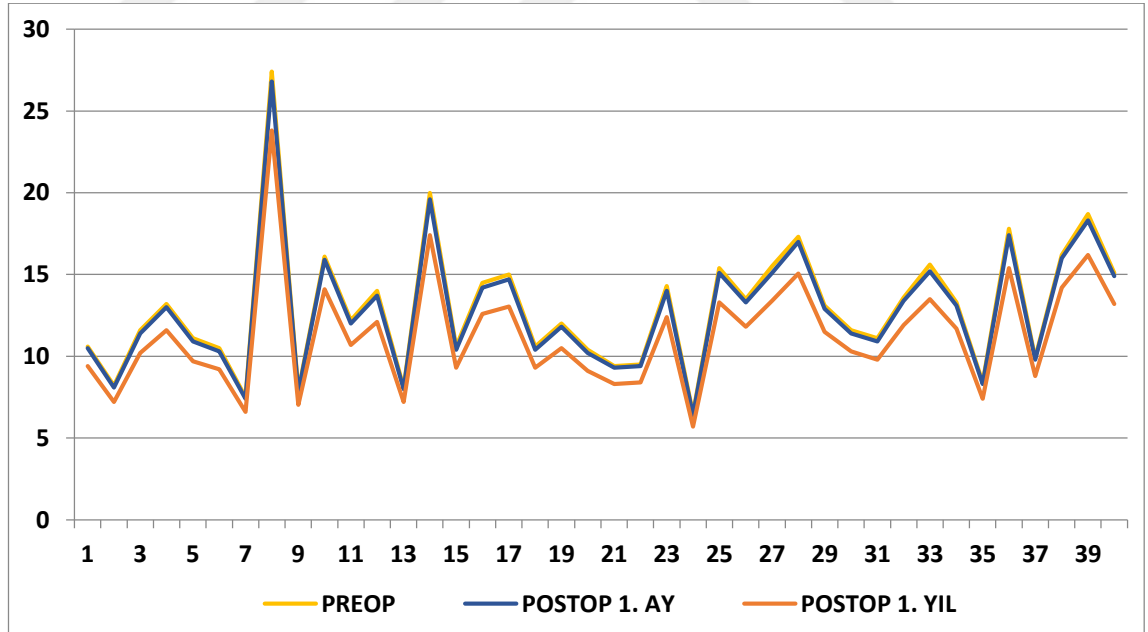
Tablo 7: Grup 2 (posterior lomber stabilizasyon ve interbody füzyon) hastalarının preoperatif ve postoperatif L4-5 wedge açısı ölçüm sonuçları

	Ad- Soyad	Yaş	Cinsiyet	L4-5 WEDGE AÇISI		
				Preop	Postop 1. ay	Postop 1. yıl
1	G. Ş.	58	E	6,2	6,1	5,8
2	İ. Z.	63	E	10,9	10,7	10,1
3	Ş. T.	46	K	11,8	11,6	10,9
4	A. C.	53	E	15,1	14,8	13,8
5	D. C.	47	K	5,7	5,6	5,3
6	D. A.	74	E	6,5	6,4	6,1
7	H. E.	62	K	14,2	14	13,06
8	R. V.	36	E	9,6	9,5	8,8
9	A. Ö.	33	K	5,5	5,4	5,1
10	H. A.	60	K	12	11,8	11,1
11	D. A.	53	K	15,2	14,8	13,9
12	M. Y.	72	E	9,4	9,3	8,7
13	E. T.	44	E	6,6	6,5	6,1
14	A. K.	38	E	6,5	6,4	6,04
15	M. A. E.	81	E	7,2	7,1	6,6
16	M. K.	56	K	16,1	15,8	14,8
17	Ü. E.	59	K	7,1	7	6,6
18	F. C.	70	K	6,7	6,6	6,2
19	Ö. Y.	40	E	9,7	9,6	9,02
20	S. B.	59	E	9,1	9	8,4
21	T. Y.	52	K	8,7	8,6	8,1
22	B. Y.	59	E	13,8	13,5	12,6
23	H. Y.	51	K	13,7	13,4	12,6
24	M. Ö.	41	E	16	15,6	14,7
25	A. G.	25	E	10	9,9	9,3
26	K. N. E.	66	E	10,2	10,1	9,4
27	A. A.	75	K	9,5	9,4	8,8
28	S. K.	54	K	22,1	21,6	20,3
29	R. Ö.	43	E	13	12,8	12,1
30	F. B.	70	K	6,5	6,4	6,1
31	M. C.	73	E	11	10,8	10,2
32	Ş. Ö.	63	K	6,7	6,6	6,2
33	G. S.	45	K	8,2	8,1	7,7
34	A. D.	70	E	8,2	8	7,6
35	T. A.	45	E	7,3	7,2	6,8
36	H. K.	61	E	6,9	6,8	6,4
37	U. K.	54	K	12	11,8	11,1
38	S. A.	38	K	5,5	5,4	5,1
39	Ü. S.	63	K	7,6	7,5	7,1
40	S. K.	25	K	14,1	13,8	12,9

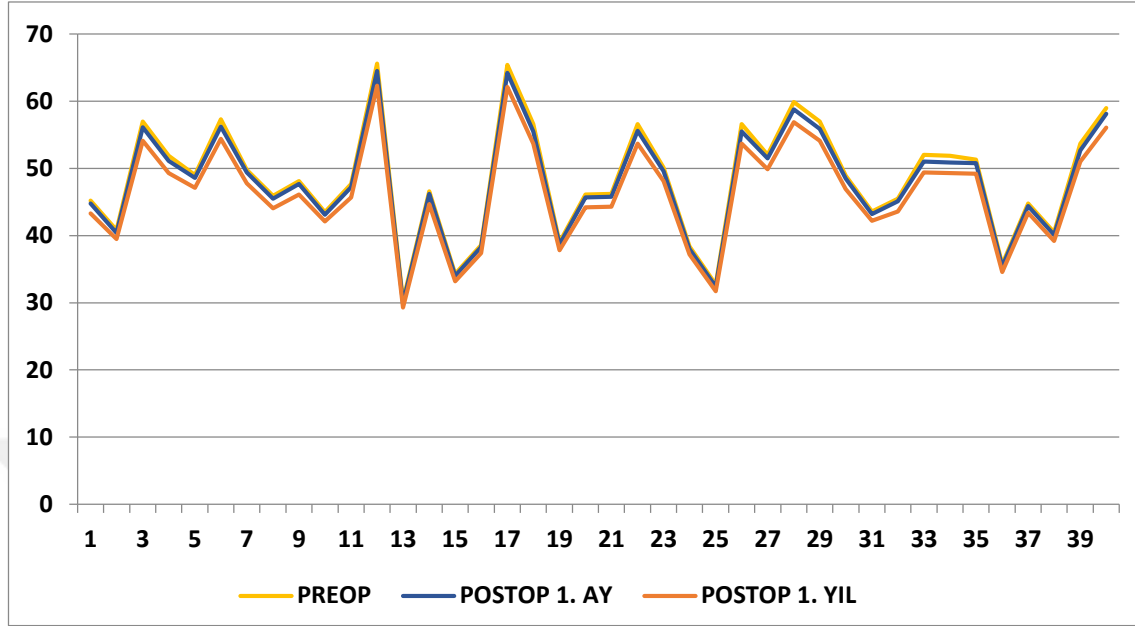
Grafik 1: Grup 1 (posterior lomber stabilizasyon) hastalarının preoperatif ve postoperatif lomber lordoz açısı ölçüm sonuçlarının grafiksel görünümü



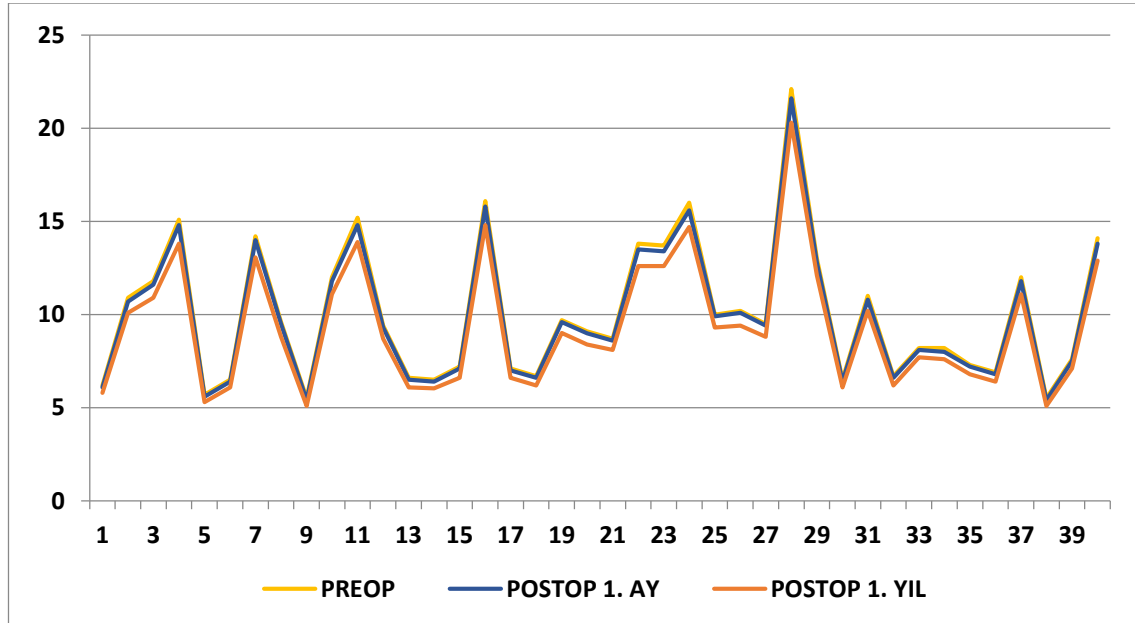
Grafik 2: Grup 1 (posterior lomber stabilizasyon) hastalarının preoperatif ve postoperatif L4-5 wedge açısı ölçüm sonuçlarının grafiksel görünümü



Grafik 3: Grup 2 (posterior lomber stabilizasyon ve interbody füzyon) hastalarının preoperatif ve postoperatif lomber lordoz açısı ölçüm sonuçlarının grafiksel görünümü



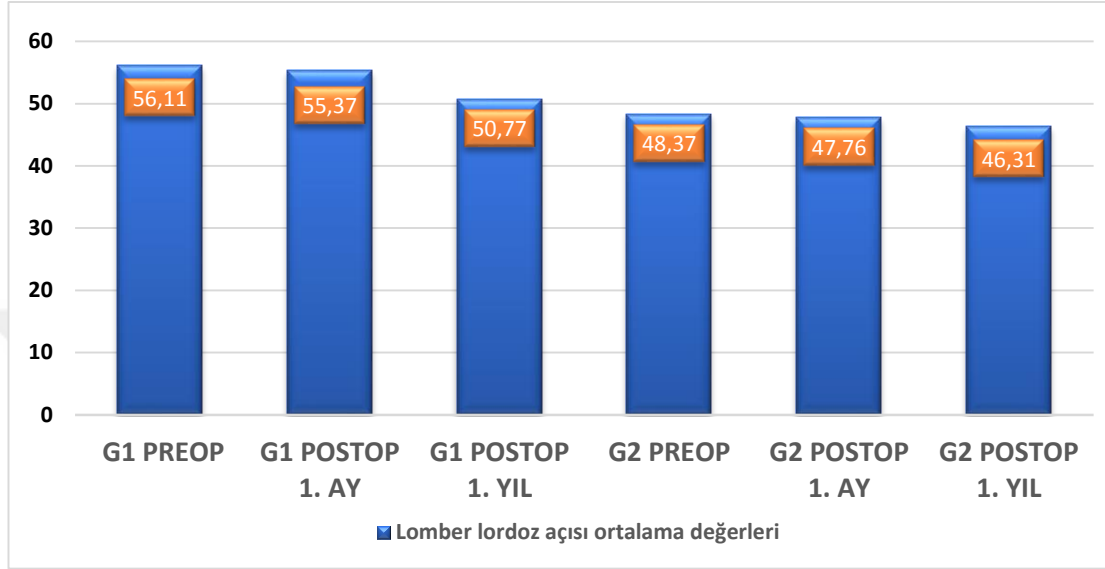
Grafik 4: Grup 2 (posterior lomber stabilizasyon ve interbody füzyon) hastalarının preoperatif ve postoperatif L4-5 wedge açısı ölçüm sonuçlarının grafiksel görünümü



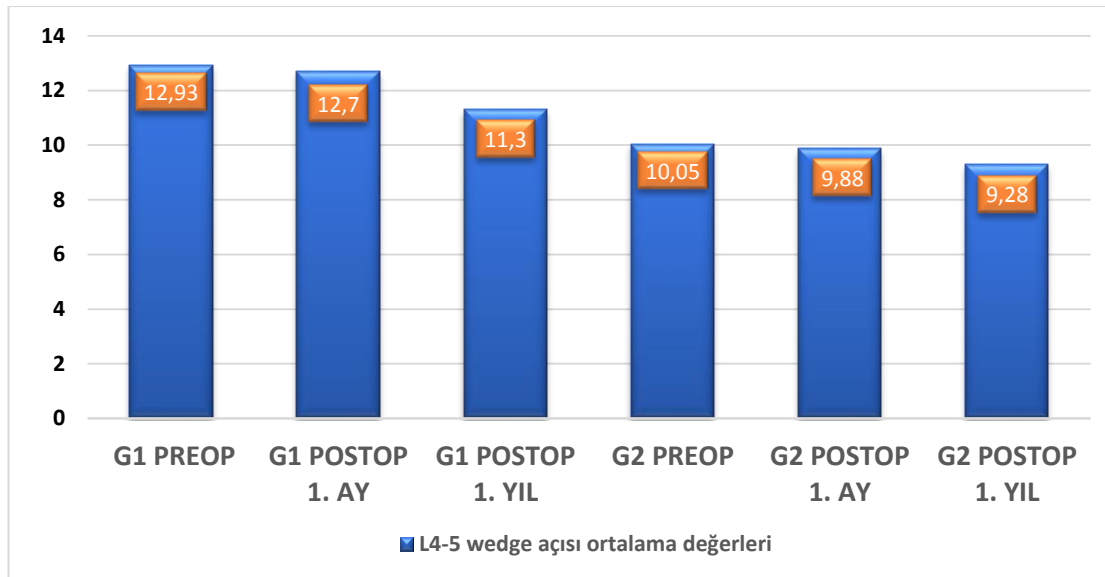
Grafik 5: Her iki gruptaki hastaların preoperatif ve postoperatif lomber lordoz açılarının ortalama değerlerinin grafiksel görünümü

G1 : Sadece transpediküler vida fiksasyonu uygulanan hastalar

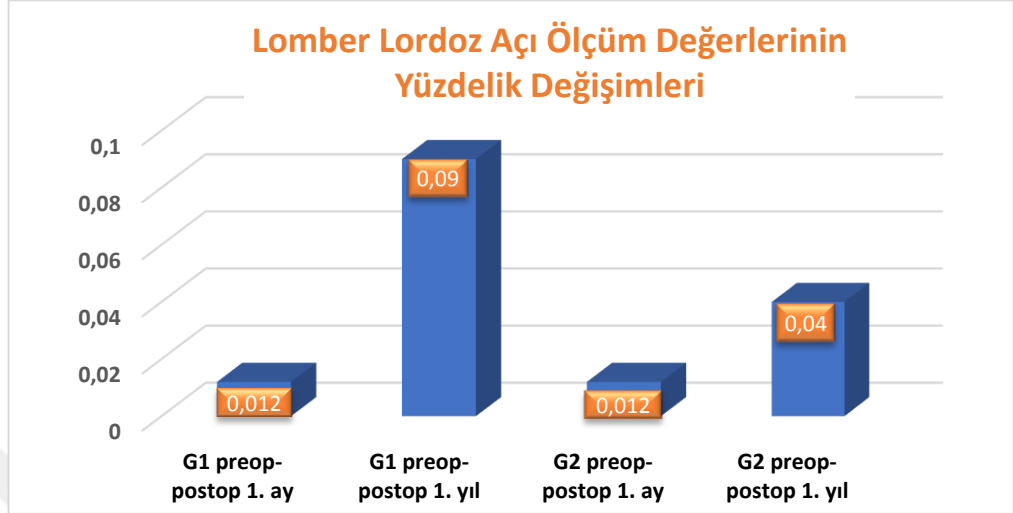
G2 : Transpediküler vida fiksasyonu + Interbody füzyon uygulanan hastalar



Grafik 6: Her iki gruptaki hastaların preoperatif ve postoperatif L4-5 wedge açılarının ortalama değerlerinin grafiksel görünümü



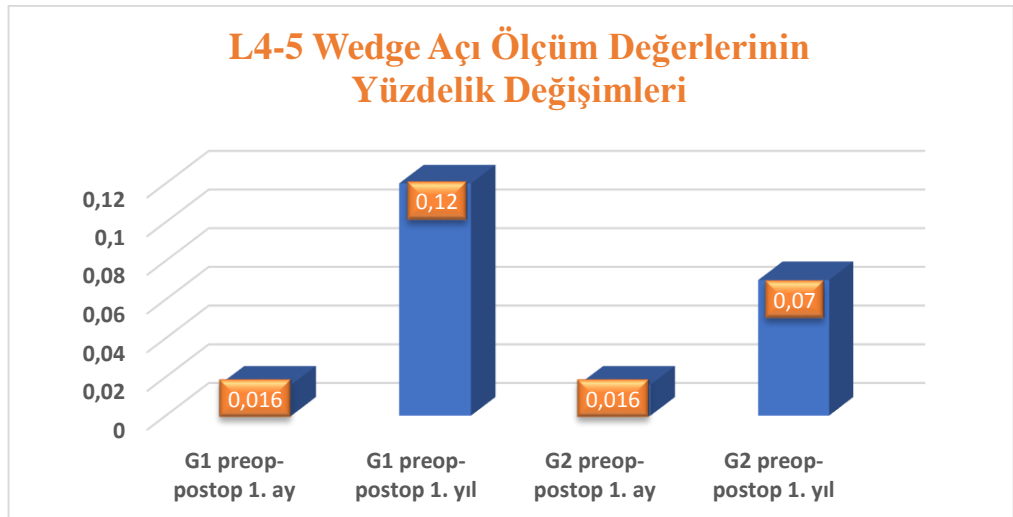
Grafik 7: Lomber lordoz açısının Grup 1 ve Grup 2 için saptanan preop - postop 1. ay ve preop – postop 1. yıl ölçüm değerleri arasındaki azalmanın yüzde olarak ortalama değerleri



G1 ve G2 Preop-postop 1. ay karşılaştırılması ($p>0,05$)

G1 ve G2 Preop-postop 1.yıl karşılaştırılması ($p<0,05$)

Grafik 8: L4-5 wedge açısının Grup 1 ve Grup 2 için saptanan preop - postop 1. ay ve preop – postop 1. yıl ölçüm değerleri arasındaki azalmanın yüzde olarak ortalama değerleri



G1 ve G2 Preop-postop 1. ay karşılaştırılması ($p>0,05$)

G1 ve G2 Preop-postop 1.yıl karşılaştırılması ($p<0,05$)

Tablo 8: Lomber Lordoz açısının Grup 1 ve Grup 2 için saptanan preop ve postop 1. ay ölçüm değerleri arasındaki azalmanın yüzde olarak ortalama değerleri

Gruplar	Hasta sayısı	Ortalama yüzde	Standart sapma
Vida	40	0,01263158	,004680095
Vida + Interbody cage	40	0,01223166	,004477508

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means							
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference		
										Lower	Upper
Yuzde_1	Equal variances assumed	,213	,646	,391	78	,697	,000399922	,001024102	-0,01638907		,002438752
	Equal variances not assumed			,391	77,848	,697	,000399922	,001024102	-0,01638970		,002438815

(p>0,05)

Tablo 9: Lomber Lordoz açısının Grup 1 ve Grup 2 için saptanan preop ve postop 1. yıl ölçüm değerleri arasındaki azalmanın yüzde olarak ortalama değerleri

Gruplar	Hasta sayısı	Ortalama yüzde	Standart sapma
Vida	40	0,09404751	,007292777
Vida + Interbody cage	40	0,04144666	,007749546

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means							
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference		
										Lower	Upper
Yuzde_2	Equal variances assumed	,077	,782	31,262	78	,000	,052600849	,001682558	0,049251134		,055950565
	Equal variances not assumed			31,262	77,714	,000	,052600849	,001682558	0,049250939		,055950759

(p<0,05)

Tablo 10: L4-5 wedge açısının grup 1 ve grup 2 için saptanan preop ve postop 1. ay ölçüm değerleri arasındaki azalmanın yüzde olarak ortalama değerleri

Gruplar	Hasta sayısı	Ortalama yüzde	Standart sapma
Vida	40	0,01670577	,004187802
Vida + Interbody cage	40	0,01612288	,004329587

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances	t-test for Equality of Means								
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Yuzde_1	Equal variances assumed	,011	,915	,612	78	,542	,000582889	,000952405	-,001313203	,002478982
	Equal variances not assumed			,612	77,914	,542	,000582889	,000952405	-,001313236	,002479015

(p>0,05)

Tablo 11: L4-5 wedge açısının grup 1 ve grup 2 için saptanan preop ve postop 1. yıl ölçüm değerleri arasındaki azalmanın yüzde olarak ortalama değerleri

Gruplar	Hasta sayısı	Ortalama yüzde	Standart sapma
Vida	40	0,12411543	,007311637
Vida + Interbody cage	40	0,07447209	,006795640

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances	t-test for Equality of Means								
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Yuzde_2	Equal variances assumed	,216	,644	31,454	78	,000	,049643344	,001578296	,046501198	,052785490
	Equal variances not assumed			31,454	77,586	,000	,049643344	,001578296	,046500934	,052785755

(p<0,05)

Elde edilen değerler istatistiksel yöntem olarak SPSS paket programı kullanılıp ve her grup için testi ile değerlendirilmiştir. Sonuç olarak aşağıdaki bulgular elde edilmiştir:

1. Her iki gruptaki hastaların bilgisayarlı tomografi tetkiklerinden yapılan ölçümlerde : 40 hastadan oluşan transpediküler vida grubunda ortalama lomber lordoz açısı değerleri preoperatif 56,11 derece, postoperatif 1. ayda 55,37 derece ve postoperatif 1. yılda 50,77 derece ölçülmüş olup lomber lordoz açısının transpediküler vida ile birlikte interbody füzyon uygulanan 40 hastalık ikinci grupta ortalama değerleri preoperatif 48,37 derece,

postoperatif 1. ayda 47,76 derece ve postoperatif 1. yılda 46,31 derece olarak ölçülmüştür.

2. Her iki gruptaki hastaların bilgisayarlı tomografi tetkiklerinden yapılan ölçümlerde: 40 hastadan oluşan transpediküler vida grubunda ortalama L4-5 wedge açısı değerleri preoperatif 12,93 derece, postoperatif 1. ayda 12,7 derece ve postoperatif 1. yılda 11,3 derece ölçülmüş olup L4-5 wedge açısının transpediküler vida ile birlikte interbody füzyon uygulanan 40 hastalık ikinci grupta ortalama değerleri preoperatif 10,05 derece, postoperatif 1. ayda 9,38 derece ve postoperatif 1. yılda 9,28 derece olarak ölçülmüştür.
3. Her iki gruptaki hastaların bilgisayarlı tomografi tetkiklerinden yapılan ölçümlerde : lomber lordoz açılarının preop-postop 1. ay ölçüm değerleri arasındaki azalmanın yüzdeler olarak ortalama değerleri transpediküler vida grubu için % 1,263158, transpediküler vida ile birlikte interbody cage uygulanan grupta ise % 1,223166 olarak hesaplanmıştır. Her iki sonucun istatistiksel karşılaştırmasında $p>0,05$ sonucuna ulaşılmış olup anlamlı kabul edilmemiştir.
4. Her iki gruptaki hastaların bilgisayarlı tomografi tetkiklerinden yapılan ölçümlerde : lomber lordoz açılarının preop-postop 1. yıl ölçüm değerleri arasındaki azalmanın yüzdeler olarak ortalama değerleri transpediküler vida grubu için % 9,404751, transpediküler vida ile birlikte interbody cage uygulanan grupta ise % 4,144666 olarak hesaplanmıştır. Her iki sonucun istatistiksel karşılaştırmasında $p<0,05$ sonucuna ulaşılmış olup anlamlı kabul edilmiştir.
5. Her iki gruptaki hastaların bilgisayarlı tomografi tetkiklerinden yapılan ölçümlerde : L4-5 wedge açılarının preop-postop 1. ay ölçüm değerleri arasındaki azalmanın yüzdeler olarak ortalama değerleri transpediküler vida grubu için % 1,670577, transpediküler vida ile birlikte interbody cage uygulanan grupta ise % 1,612288 olarak hesaplanmıştır. Her iki sonucun istatistiksel karşılaştırmasında $p>0,05$ sonucuna ulaşılmış olup anlamlı kabul edilmiştir.

Her iki gruptaki hastaların bilgisayarlı tomografi tetkiklerinden yapılan ölçümlerde : L4-5 wedge açılarının preop-postop 1. yıl ölçüm değerleri arasındaki azalmanın yüzdelik olarak ortalama değerleri transpediküler vida grubu için % 12,411543, transpediküler vida ile birlikte interbody cage uygulanan grupta ise % 7,447209 olarak hesaplanmıştır. Her iki sonucun istatistiksel karşılaştırmasında $p < 0,05$ sonucuna ulaşılmış olup anlamlı kabul edilmiştir.



6. TARTIŞMA

Uzun yıllardır nöroşirürjiyenler çeşitli patolojilerden dolayı oluşan instabiliteyi önlemek ve hastanın mevcut belirti ve bulgularını gidermek için spinal füzyon operasyonları uygulamaktadır. Bu yöntem oldukça başarılı sonuçlara sahip olmasına rağmen mekanizmasal olarak düşünüldüğünde uzun vadede belli sınırlamalara yol açabilir. Fizyolojik hareketin kısıtlanması sonucu omurganın biyomekanikleri de değişime uğramaktadır. Daha fizyolojik çözümler üretmek için birçok araştırma ve klinik çalışma yapılmış olup, araştırmalar halen de devam etmektedir.

Mekanik bel ağrısını gidermek amacıyla kullanılan spinal fiksasyon yöntemlerinin klinik başarısı hareketin tamamen yok etmek yerine hareketi kısıtlamakla ilişkili olup, uygun tedavinin belirlenmesi için bel ağrısının mekanizmaları ve etiyojisi daha iyi anlaşılmalıdır.

Özellikle disk dejenerasyonu sonrası mekanik bel ağrısına yol açan durumlarda uygulanacak stabilizasyon ve füzyon operasyonlarında yaklaşımın yeri (anterior, posterior veya 360 derece füzyon) tartışmalı olup, her girişimin kendine göre avantaj ve dezavantajları mevcuttur. Posterior girişimlerde ağrı ya da nörolojik defisite neden olabilecek nöral dokuların dekompresyonu mümkün olmakta, hem transpediküler, hem de interbody füzyon yapılabilen, fakat dekompresyon ve füzyon yapılırken stabilizasyonu sağlayan posterior yapıların bütünlüğü bozulabilmektedir. Anterior yaklaşımlarda ise mekanik ağrıya neden olabilecek disk total olarak çıkartılıp, onun yerine hareketliliği olan sistemler yerleştirilebilmekte ama ulaşım yeri ve anatomi açısından nöroşirürjiyene güçlük çıkartabilmektedir. Bu sebeple her iki yaklaşımı birbirine alternatif olarak düşünmek yerine her hastanın belirti ve bulgularına yol açan patoloji doğru olarak yorumlanıp ortaya konulmalı ve yapılacak cerrahi işlem buna göre seçilmelidir.

Enstrümanlı posterior stabilizasyon operasyonlarının hedeflerinden birisi de sagittal düzlemde lomber lordotik kurvatürün oluşturulmasıdır. Transpediküler vida ve rod kullanılan operasyonlarda bu perop dönemde sağlanabilirken, interbody cage kullanımında cage'in şekli önem kazanır. Steffan Gödde ve arkadaşlarının yaptığı bir

çalışmada (165), dikdörtgen prizma ve kama şeklinde cage kullanılan hastaların operasyon öncesi ve sonrası görüntülemeleri kıyaslandığında, kama şekilli cage kullanılan hastalarda postoperatif dönemde lomber lordoz açısının arttığı, dikdörtgen prizma şekilli cage kullanılan hastalarda ise azaldığı görülmüştür. Lomber lordoz açısının azalması istenilmeyen bir durum olup, hastanın postoperatif dönemdeki biyomekaniklerini olumsuz yönde etkileyecek ve daha önce de belirttiğimiz gibi özellikle komşu üst disk mesafesinde hareketliliğin artmasına neden olabilecektir. Bu da ilerleyen dönemde dejeneratif süreçleri hızlandırabilir.

Yapılan diğer araştırmalarda transpediküler fiksasyon yöntemlerine ek olarak interbody kafes uygulamalarının hem lomber lordotik kurvatüre hem de L4-5 ve L5-S1 seviyelerindeki disk açılarına etkilerinin postoperatif dönemde daha olumlu sonuçlar verdiği kanıtlanmıştır (166-168). Ayrıca İnterbody füzyon yöntemleri arasında anterior kafes uygulamasının (ALIF), posterior kafes uygulamalarına (TLIF, PLIF) kıyasla daha iyi sonuçlar verdiği yönünde çalışmalar bildirilmiştir (169-173). Aynı zamanda spinal enstrümantasyonu interbody füzyon tekniği ile desteklemenin L4-5 ve L5-S1 disk açılarında ve postoperatif füzyon derecelerine daha olumlu etkilerinin olduğu gösterilmiştir (171).

Bizim yaptığımız çalışmada yalnızca transpediküler fiksasyon yöntemi uygulanan ve transpediküler fiksasyon ile birlikte interbody kafes sistemi ile füzyon sağlanan iki hasta grubunda omurga açılarının etkilenme düzeyleri üzerinde durulmuştur. Hastaların klinik ve radyolojik değerlendirmeleri göz önüne alındığında omurga açılarındaki etkilenmenin 1-12 ay arası takip sonuçları olduğu göz önüne alınır, uzun dönem takiplerde daha farklı sonuçlarla karşılaşılacağı göz önünde bulundurulmalıdır. Bu sebeple şikayeti olsun ya da olmasın enstrüman edilmiş tüm hastaların belli aralıklarla kontrole çağırılarak görüntüleme tetkiklerinin yapılması kullanılan enstrümantasyon sistemlerinin uzun dönem biyomekanik yararlılıklarının değerlendirilmesi açısından önemlidir. Hastaların postoperatif dönemde günlük yaşam aktiviteleri boyunca verilen önerilere uyum sağlamaları dejeneratif süreçlerin oluşmasını uzatabilir ya da engelleyebilir.

Spinal füzyon gerektiren iki veya üç kolon hasarına yol açmış olan travma, tümör, enfeksiyon gibi patolojiler, postoperatif gelişen instabilite, istmik spondilolistezis gibi belirgin endikasyon varlığı olan durumlar olduğu gibi; dejeneratif spondilolistezis, ağrı ve nörolojik bulgulara eşlik eden radyolojik olarak kanıtlanmış dinamik instabilite, erişkin dönem skolyozu ve spinal stenoz gibi rölatif endikasyonların olduğu durumlar söz konusudur. Rutin diskektomi, bulgu olmaksızın anormal radyolojik görüntü, faset eklem sendromu, başarısız bel cerrahisi, dejeneratif disk hastalığı ve spinal stenoz operasyonlarında genellikle füzyon uygulaması gerekli olmaz.

Spinal füzyonun öncelikli amacı instabil segmenti stabil hale getirmek olup, bu süreç kısa dönemde enstrüman kullanımı, uzun dönemde de kemik füzyon ile sağlanmaktadır. Bazı belirgin durumlar dışında spinal füzyonun nasıl bir yaklaşım ve hangi anatomik yapılar kullanılarak yapılacağına dair yoğun tartışmalar mevcuttur. Suk ve arkadaşlarının dejeneratif spondilolistezisi olan 76 hasta ile yaptıkları bir çalışmada, hastaların 36 tanesine dekompresyonu takiben transpediküler vida ve posterolateral füzyon uygulanmış, diğer 40 hastaya ilave olarak interbody füzyon da yapılmıştır (174). Ortalama iki yıllık hasta takiplerinde sadece posterolateral füzyon uygulanan grupta füzyon oranı %92 olarak bulunmuş. İnterbody füzyonun da eklendiği hasta grubunda ise bu oran % 100'e kadar çıkmıştır. Hasta memnuniyeti de sırasıyla %95 ve % 97 olarak saptanmıştır. Bu oranlar değerlendirildiğinde çıkartılan sonuç; uzun vadede kemik füzyonun daha iyi olabilmesi için füzyon alanının yeterince geniş olması, füzyonun da mümkün olduğu kadar anatomik bütünlüğün içerisinde yapılması gerektiğidir.

Hastaların günlük yaşam aktivitelerini sağlıklı bir biçimde sürdürebilmeleri için belli bir hareket kabiliyetinin olması gerekmektedir. Hareket kabiliyetinin yeterli bir düzeyde olabilmesi için düzgün bir omurga ve sağlam bir omurilik şarttır. Omurganın hareket kabiliyeti çeşitli egzersiz yöntemleriyle artırılabilse de standart bir bireyde omurganın farklı düzeylerinde yapılan fleksiyon, ekstansiyon, rotasyon ve lateral eğilme hareketleri belirli aralıklar içerisinde sağlıklı olarak yerine getirilir.

Omurgada oluşan patolojiler bu hareket aralığını kısıtlar veya fizyolojik olmayan hareketlerin oluşmasına neden olurlar. Bu süreçler bireyde hareket ile ortaya çıkan ağrıdan belirgin nörolojik defisitlere kadar olabilen geniş bir yelpazede kendini belli eder. Yapılacak spinal cerrahide amaç bu patolojik süreçleri mümkün olduğu kadar fizyolojik bir hale getirmektir. Uyguladığımız füzyon cerrahisinin amacı ise öncelikle bu belirti ve bulgulara yol açan anormal anatomiyi düzeltmek veya hareketi ortadan kaldırmak, bununla birlikte omurga stabilitesini de korumaktır. Hastanın günlük yaşam içerisindeki hareketliliğinin alışık olduğu biçimde devam edebilmesi için immobil hale getirilen segmentlerin açılmal yükü mobil olan diğer segmentlere binmektedir. Bu da bir çok çalışmada gösterildiği gibi özellikle komşu seviyelerde dejenerasyonun hızlanmasına yol açmaktadır. Artmış hareketlilikten dolayı spinal füzyon uygulanan segmentlere komşu mobil segmentlerde uzun dönem takiplerinde dejenerasyon ve instabilitenin oluşması istenilmeyen bir sonuç olacaktır. Bu yüzden stabilizasyon sistemleri kendi evrimi içerisinde daha fizyolojik hale gelmiştir ve gelmek zorundadır. Mevcut sistemlerin klinik uygulamalarının sonuçları da bu anlamda yapılacak biyomekanik çalışmalara yol gösterici olmalıdır.

Kliniğimizde de uzun yıllardır spinal füzyon operasyonları uygulanmakta olup, özellikle enstrümanlı füzyon operasyonları sayısında son yıllarda belirgin bir artış olmuştur. Enstrümanlı füzyon operasyonları sonrasında hastalar erken dönemde mobilize edilebilmekte ve günlük yaşam aktivitelerine dönüşleri daha çabuk olmaktadır. 80 hasta üzerinde yaptığımız çalışmada da buna paralel veriler elde edilmiştir. Kısa segment stabilizasyon gereken ve yapılan hastaların postoperatif erken dönemde bel ağrısı şikayeti daha az olmuş, ancak uzun vadede bel ağrısı şikayetlerinde artış gözlenmiştir. Bunun yanı sıra transpediküler vida ile birlikte interbody cage uygulanan hastalarda postoperatif dönemde omurga açılarının korunması ve bel ağrısı şikayetleri açısından daha iyi sonuçlar alınmış olup, posterior dekompresyonla beraber diskektomi gerektiren vakalarda transpediküler vida uygulamasına iyi bir alternatif oluşturmuştur. Çalışmamızda incelediğimiz hasta gruplarında füzyon yapılan segmente komşu segmentlerde belirgin bir instabilite gelişmemekle beraber dejeneratif süreçlerin başladığı görülmüş olup, önümüzdeki yıllarda takip sürelerinin uzaması ile birlikte bu bulguların daha anlamlı hale geleceği düşünülmüştür.

6. SONUÇ

Kliniğimizde Nisan 2017 - Nisan 2018 tarihleri arasında L4-L5 seviyelerine enstrümanlı posterior stabilizasyon + füzyon operasyonu uygulanan 80 hasta bu çalışmada retrospektif olarak incelenmiştir. Preoperatif dönemdeki lomber lordoz ve L4-5 wedge açılarında akut ve belirgin bozulmaya yol açan, kompresyon ve patlama fraktürü nedeniyle posterior stabilizasyon operasyonu geçiren hastalar bu incelemenin dışında bırakılmıştır.

Hastaların bilgisayarlı tomografi (BT) tetkiklerinde ameliyat öncesi ve sonrası lomber lordoz açısı, L4-5 wedge açısı ölçümleri ve bu açılarda zaman içerisindeki (postoperatif 1. ay ve postoperatif 1. yıl) değişim derecesi incelenmiştir.

Tüm bu veriler göz önüne alınarak bir değerlendirme yapıldığında lomber lordoz açısı ve L4-5 wedge açısı preop - postop 1. ay dönemlerinde ölçülen açılar arasındaki azalmanın ortalama yüzdeler değeri açısından hem transpediküler vida uygulanan, hem de transpediküler vida ile birlikte interbody cage uygulanan hasta grupları karşılaştırıldığında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür. Benzer şekilde lomber lordoz açısı ve L4-5 wedge açısı preop - postop 1. yıl dönemlerinde ölçülen açılar arasındaki azalmanın ortalama yüzdeler değeri açısından hem transpediküler vida uygulanan, hem de transpediküler vida ile birlikte interbody cage uygulanan hasta grupları karşılaştırıldığında interbody füzyon uygulanan grup lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak 1 yıllık süre içerisinde lomber lordoz ve L4-5 wedge açılarındaki azalmanın sadece transpediküler vida uygulanan hastalardaki dejeneratif sürecin interbody cage ile desteklenen hastalara göre daha hızlı bir şekilde ilerlediği düşünülerek dejenerasyonun uzun dönem takiplerinde daha da artabileceği düşünülmüştür. Bu sebeple dejeneratif omurga sebebiyle enstrümantasyon yapılacak hastalara uygulanacak yöntemin seçilmesinde omurganın sadece posterior transpediküler vida ile desteklenmesinin yanında anterior ve orta kolonun interbody cage sistemi ile desteklenmesinin daha olumlu bir füzyon yöntemi olduğu sonucuna varılmıştır.

7. ÖZET

Giriş : Bu çalışmamız Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi Nöroşirürji Kliniği'nde Nisan 2017 – Nisan 2018 tarihleri arasında opere edilmiş olan 80 hastanın operasyon öncesi ve sonrası sonuçları değerlendirilerek hazırlanmıştır.

Amaç : Farklı patolojiler sebebiyle posterior stabilizasyon ve füzyon operasyonu geçiren hastalara uygulanan iki farklı füzyon yönteminin postoperatif süreçte omurga açılarına etkisinin araştırılmasıdır.

Materyal ve Metod : Çalışmada transpediküler vida ile posterior stabilizasyon ve füzyon yapılan (40 hasta) ve bu yöntemin interbody cage ile desteklenerek füzyon yapılan (40 hasta) toplam 80 hasta retrospektif olarak incelenmiştir. Hastaların ameliyat öncesi, ameliyat sonrası 1. ay ve ameliyat sonrası 1. yıl lomber lordoz açıları ve L4-5 wedge açıları ölçülerek açıları arasındaki değişimlerin yüzdeleri hesaplanmış, bulunan değerler SPSS paket programı ve T testi kullanılarak istatistiksel olarak hesaplanmıştır.

Tartışma : Lomber omurgada stabiliteyi bozan patolojiler hareketle ortaya çıkan bel ağrısından kalıcı nörolojik defisitlere kadar farklı belirti ve bulgularla ortaya çıkmakta, hastanın yaşam kalitesinin artırılması için enstrümanlı posterior stabilizasyon ve füzyon operasyonları tedavide olumlu bir yer tutmaktadırlar. Uygulanan prosedürlerin mevcut faydalarının yanı sıra normal omurga biyomekaniğine uymayan yönleri ve bunların kısa ve uzun vadede etkileri mevcuttur. Stabilizasyon sistemlerinin yararlılığının artırılması ve patolojik durumu çözümlerken normal omurga biyomekaniğine daha uygun hale getirilmesi için mevcut uygulamaların klinik ve radyolojik değerlendirmelerinin yapılması şarttır.

Sonuç : Hastaların ameliyat öncesi ve sonrası yapılan omurga açı değerlendirmelerinde transpediküler vida ile yapılan fiksasyon ve füzyon ve interbody cage ile desteklenmiş posterior fiksasyon ve füzyon operasyonlarının omurga açılarına etkileri ve hastaların 1 yıllık süreç içerisinde lomber lordoz ve L4-5 wedge açılarındaki değişimleri tespit edildiğinde, her iki yöntemin omurga açılarında kısa vadede anlamlı değişikliğe sebep olmadığı ancak uzun vadede açılarda değişime yol açtığı sonucuna varılmıştır. Bununla beraber interbody cage ile desteklenmiş olan yöntemin omurga açılarına daha olumlu katkıları olduğu düşünülmüştür.

8. ABSTRACT

Introduction: This study was performed by evaluating the preoperative and postoperative results of 80 patients who underwent surgery at Neurosurgery Clinic of Süleyman Demirel University Medical Faculty Hospital, between April 2017 and April 2018.

Purpose: The purpose of the present study was to evaluate the effect of two different surgical lumbar spinal fusion methods on selected spinal angle measurements in the early & late postoperative periods.

Material and Method: In the present study, a total of 80 patients 40 of whom underwent posterior stabilization and fusion with transpedicular screw (40 patients), and 40 of whom were supported with fusion and interbody cage (40 patients) were examined retrospectively. The preoperative, postoperative 1st month and 1st year postoperative lumbar lordosis angles and L4-5 wedge angles were measured on computerized tomography (CT) scans of the patients. The percentages of the changes in these angles were calculated. The results were compared by using t test with SPSS program.

Discussion: The pathologies that disrupt stability in the lumbar spine manifest with different signs and symptoms which may vary from low back pain after movement to permanent neurological deficits; and instrumental posterior stabilization and fusion surgeries have positive roles in the treatment of the patient to improve the life quality. The routinely applied surgical procedures both have well-known benefits, together with disadvantages affecting normal spine biomechanics.. It is necessary to evaluate clinically and radiologically, the existing surgical applications; to achieve more beneficial stabilization systems suitable with normal spine biomechanics.

Result: The comparison of selected spinal angle changes between posterior screw fixation only group and posterior screw plus interbody fusion group revealed non-significant difference in the early post-operative period. On the contrary, the comparison of late post-operative period measurements revealed a significant difference between the study groups. This result means a positive contribution of interbody cage application to reach the goal of preserving spinal angles as close as possible to the normal ranges post-operatively.

9. KAYNAKLAR

- 1) Andersson GBJ, Weinstein JN. Introduction to focus issue on fusion: Spine 20;755, 1995.
- 2) Garfin SR, Spratt KF, Andersson GB, et al. Use of internal fixation instrumentation: Introduction. 1995 Focus Issue Meeting on Fusion. Spine 20;154-156, 1995.
- 3) Goel VK, Pope MH. Biomechanics of Fusion and Stabilization: Spine 20; 85-99, 1995.
- 4) Hanley EN, Jr. The indications for lumbar spinal fusion with and without instrumentation: Spine 20; 143-153, 1995.
- 5) Katz JN. Lumbar spinal fusion: Surgical rates, costs and complications. Spine 20; 78-83, 1995.
- 6) Kat JN., Spratt KF, Andersson GAJ, et al. Epidemiology introduction: 1995 Focus issue meeting on fusion. Spine 20; 76-77, 1995.
- 7) Pope MH, Goel VK, Summer DR, et al. Biomechanics introduction:1995 Focus issue meeting on fusion. Spine 20; 845 , 1995.
- 8) Sonntag VKH, Marciano FF. Is fusion indicated for lumbar spinal disorders? Spine 20; 138-142, 1995.
- 9) Vaccaro AR, Garfin SR. Internal fixation (pedicle screw fixation) for fusions of lumbar spine. Spine 20;157-165, 1995.
- 10) Zdeblick TA. The treatment of degenerative lumbar disorders: A critical review of the literature. Spine 20;126-137, 1995.
- 11) Zdeblick TA, Hanley EN, Sonntag VKH, et al. Indications for lumbar spinal fusion. Introduction.1995 Focus issue meeting on fusion. Spine 20; 124-125, 1995.
- 12) Vaccaro AR, Garfin SR. Degenerative lumbar spondylolisthesis with spinal stenosis: A prospective study comparing decompression and decompression with intertransverse processes arthrodesis. A critical analysis spine 22; 368-369, 1997.
- 13) Frazier DD, Lipson SJ, Fossel AH, et al. Associations between spinal deformity and outcomes after decompression for spinal stenosis. Spine 22; 2025-2029, 1997.

- 14) An HS, Lynch K, Toth J. Prospective comparison of autograft vs allograft for adult posterolateral lumbar spine fusion: Differences among freeze-dried, frozen and mixed grafts. *J. Spinal Disorders* 8; 131-135, 1995.
- 15) Katz JN, Lipson SJ, Brick GW, et al: Clinical correlates of patients satisfaction after laminectomy for degenerative lumbar spinal stenosis. *Spine* 20; 1155-1160, 1995.
- 16) Larequi-Lauber T. Vader JP, Burmond B et al. Appropriateness of indications for surgery of lumbar disc herniation and spinal stenosis. *Spine* 22; 203-209, 1997.
- 17) Atlas SJ, Deyo RA, Patrick DL, et al. The Quebec task force classification for spinal disorders and the severity, treatment, and outcomes of sciatica and lumbar spinal stenosis. *Spine* 21; 2885-2892, 1996.
- 18) Sidhu KS, Herkowitz HN. Spinal instrumentation in the management of degenerative disorders of the lumbar spine. *Clin Orthop*. 335; 39-53, 1997.
- 19) Sonntag VK, Marciano FF. Is fusion indicated for lumbar spinal disorders. *Spine* 20 (245); 138-142, 1995.
- 20) Dvorak J, Pancabi MM, Novortny JE. Clinical validation of functional flexion-extension roentgenograms of the lumbar spine. *Spine* 16(8); 943-950, 1991.
- 21) Sonntag VKH: History of spinal disorders. In: Menezes AH and Sonntag VKH (ed.s.): *Principles of spinal surgery*. McGraw-Hill, New York, 1996, Pp 3-23
- 22) Hadra B.E. Wiring the spinous processes in Pott's disease. *Trans Am Orthop Assoc* 4:206-210, 1891
- 23) Albee FH: transplantation of a portion of the tibia into the spine for Pott's disease. *JAMA* 57:885-886, 1911
- 24) Hibbs RA: An operation for progressive spinal deformities. *NY Med J* 93:1013-1016, 1911
- 25) Wiltse LL: The history of spinal disorders. In: Frymoyer JW (ed): *The adult spine. Principles and practise*. Lippincott-Raven, Philadelphia, 1997, Pp 3-40
- 26) Kars HZ, Altınörs MN, Kılıç K: Dr. Cemil Şerif Baydur (1894-1967). *Nöroloji Nöroşirürji Psikiatri Dergisi* 1:20-22, 1987
- 27) Harrington PR. Treatment of scoliosis. *J Bone Joint Surg (Am)* 44:591-610, 1962

- 28) Knodt H, Larrick RB: Distraction fusion of the lumbar spine. Ohio State Med 12: 1140-1142, 1964
- 29) Humphreis AW, Hawk WA, Berndt AL: Anterior fusion of the lumbar spine using an internal fixation device. J Bone Joint Surg (Am) 41:371, 1959
- 30) Röntgen C: In: Talbott J (ed): A biographical history of medicine. Orlandı: Grüne&Stratton, 1970
- 31) Louis R: Fusion of the lumbar and sacral spine by internal fixation with screw plates. Clin Orthop 203: 18-33, 1986
- 32) Elmacı İ: Hami dilek. Nöroşirürjide bir öncü. Marmara Üniversitesi Nörolojik Bilimler Enstitüsü Yayınları. İstanbul, 2001
- 33) Erbenği A: History and development of neurosurgery in Anatolia (part one). Turkish Neurosurgery 3:1-5, 1993
- 34) Erbenği A: History and development of neurosurgery in Anatolia (part two). Turkish Neurosurgery 3:41-47, 1993
- 35) Naderi S, Acar F, Arda MN: History of spinal disorders and cerrahiyetülhaniye: A review of a Turkish treatise written by Şerafeddin Sabuncuoğlu in 15th century. J neurosurgery: Spine 96:352-356, 2002
- 36) Uzel İ: Serrahiye haniye. Şerafeddin Sabuncuoğlu. Türk Tarih Kurumu, 1992
- 37) Naderi S: Prof. Dr. Cemil Topuzlu (1866-1958) ve spinal cerrahi. J Turkish Spinal Surgery 12:105-109, 2001
- 38) Naderi S, Güçlü B, Yurtsever C, Berk H: Dr. Ahmet Münir Sarpyener: Pioneer in Definition of Congenital Spinal Stenosis. Spine 32:606-608, 2007
- 39) Ege R: Vertebra füzyon ameliyatı (Artrodez) ve teknik hususiyetleri. Gülhane As. Tıp Ak. Bült VII, 1-2: 19, 1962
- 40) Ege R: Tıp tarihinde vertebranın yeri. İçinde Ege R (editör): Omurga. S. 1-13, Trafik Hastanesi Yayınları, Ankara, 1990
- 41) Naderi S, Zileli M: Türkiye’de spinal füzyonun tarihi. J Turkish Spinal Surgery 12:54-59, 2001
- 42) Gökalp HZ: Servikal diskopatilerin anterior yolla ameliyatı ve bir vak’a takdimi. AÜTFM XXI: 904-919, 1968
- 43) Gökalp HZ: omurga ve omurilik cerrahisinin dünü ve bugünü. Türk Nöroşirürji Bülteni Spinal Cerrahi Grubu Bülteni 11:14-20, 2000

- 44) Naderi S: Dünya’da ve Türkiye’de spinal enstrümantasyonun tarihine bakış: İçinde: Sait Naderi (Editör): Spinal enstrümantasyon, TND SPSG yayınları, 2004, İzmir. S:1-14
- 45) Paşaoğlu A, Orhon C, Öktem S, Uzunoğlu H, Akdemir H. Torakolomber travmalarda cerrahi yaklaşım. Türk Nöroşirürji dergisi, Ek 1; 104-106, 1989.
- 46) Naderi S, Acar F, Mertol T, et al: Functional anatomy of the spine by Avicenna in his eleventh century treatise Al-Quanun fi al-Tibb (the Canons of Medicine). Neurosurgery, 52; 1449-54, 2003.
- 47) Von Lackum HL. The lumbosacral region: An anatomic study and some clinical observations. JAMA, 82;1109-1114, 1924.
- 48) Knutsson F. The stability associated with disc degeneration in the lumbar spine. Acta Radiol, 25; 593-609, 1944.
- 49) Panjabi MM, White AA. Basic biomechanics of the spine. Neurosurgery, 7:76-93, 1980.
- 50) White AA, Panjabi MM. Clinical biomechanics of the spine. JB Lippincot, Philadelphia, 1990.
- 51) Sadler TW: Langman’s Medikal Embriyoloji. Başaklar C (çev), Ankara: Palme Yayıncılık, 1993
- 52) Moore KL: Klinik Yönleri ile İnsan Embriyolojisi. Dalçık H (çev), İstanbul: Nobel Kitabevi, 2002
- 53) Williams P, Warwick R, Dyson M, Bannister LH: Gray’s anatomy. (37th ed), Chur-Chill livingstone Longmann Group, 1989, pp 315-489, 919-948.
- 54) Netter FH: The Ciba collection of medical illustrations. CIBA Pharma, Vol 1, 1983 pp:11-20.
- 55) Dolan P, Adams MA, Hutton WC: Commonly adopted postures and their effect on the lumbar spine. Spine (Phila Pa 1976) 13(2):197-201, 1988.
- 56) Adams MA, McNally DM, Chinn H, Dolan P: Posture and the compressive strenght of the lumbar spine. International Society of Biomechanics Award Paper. Clin Biomech 9:5-14, 1994.
- 57) Panjabi MM, Goel V, Oxland T, Takata K, Duranceau J, Krag M, Price M: Human lumbar vertebrae: Quantitative three-dimensional anatomy. Spine (Phila Pa 1976) 17(3):299-306, 1992.

- 58) Kazarian, LE: Creep characteristics of the human spinal column. *Orthop. Clin North Am* 6:3, 1975.
- 59) Hirano T, Hasegawa K, Takahashi HE, Uchiyama S, Hara T, Washio T, Sugiura T, Yokaichiya M, Ikeda M: Structural characteristics of the pedicle and its role in screw stability. *Spine (Phila Pa 1976)* 1;22(21):2504-2509, 1997.
- 60) Adams MA, Hutton WC: The effect of posture on the role of the apophysial joints in resisting intervertebral compressive forces. *J Bone Joint Surg Br* 62(3):358-362, 1980.
- 61) Dunlop RB, Adams MA, Hutton WC: Disc space narrowing and the lumbar facet joints. *J Bone Joint Surg Br.* 66(5):706-710, 1984.
- 62) Lamy C, Bazergui A, Kraus H, Farfan HF: The strength of the neural arch and the etiology of spondylolysis. *Orthop Clin North Am* 6:215-231, 1975.
- 63) Lu WW, Luk KD, Holmes AD, Cheung KM, Leong JC: Pure shear properties of lumbar spinal joints and the effect of tissue sectioning on load sharing. *Spine* 30:E204-E209, 2005.
- 64) Weinstein JN, Kim YE: Load sharing among spinal elements of a motion segment in extension and lateral bending. *J Biomech Eng* 109:291-297, 1987.
- 65) Little JS, Khalsa PS: Material properties of the human lumbar facet joint capsule. *J Biomech Eng* 127:15-24, 2005.
- 66) Yang KH, King AI: Mechanism of facet load transmission as a hypothesis for low-back pain. *Spine* 9:557-565, 1984.
- 67) Panjabi MM, Oxland T, Takata K, Goel V, Duranceau J, Krag M: Articular facets of the human spine: Quantitative three-dimensional anatomy. *Spine (Phila Pa 1976)* 18(10):1298-1310, 1993.
- 68) Xu R, Burgar A, Ebraheim NA, Yeasting RA: The quantitative anatomy of the laminae of the spine. *Spine (Phila Pa 1976)*. 15;24(2):107-113, 1999.
- 69) Myklebust JB, Pintar F, Yoganandan N, Cusick JF, Maiman D, Myers TJ, Sances A Jr: Tensile strength of spinal ligaments. *Spine (Phila Pa 1976)*. 13(5):526-531, 1988.
- 70) Adams MA, Hutton WC, Stott Jr: The resistance to flexion of the lumbar intervertebral joint. *Spine (Phila Pa 1976)* 5(3):245-253, 1980.

- 71) Neumann P, Osvalder AL, Nordwall A, Lövsund P, Hansson T: The mechanism of initial flexion-distraction injury in the lumbar
- 72) Panjabi MM, Greenstein G, Duranceau J, Nolte LP: Three-dimensional quantitative morphology of lumbar spinal ligaments. *J Spinal Disord* .4(1):54-62, 1991.
- 73) Coventry MB, Ghormley RK, Kernohan JW: The intervertebral disc: Its microscopic anatomy and pathology. Part III: Pathologic changes in the intervertebral disc. *J Bone Joint Surg*. 27A:460-474, 1945.
- 74) Eckert C, Decker A: Pathological studies of intervertebral discs. *J. Bone Joint Surg*. 29A:447-454, 1947.
- 75) Eyring EJ: The biochemistry and physiology of intervertebral disc. *Clin. Orthop* 67:16-28, 1969.
- 76) Adams M, Deyl Z: Degenerated annulus fibrosus of the intervertebral disc contains collagen type III. *Ann Rheum Dis* 43:258-263, 1984.
- 77) Eyre DR, Muir H: Collagen polymorphism: Two molecular species in pig intervertebral disc. *FEBS Lett* 42:192-196, 1974.
- 78) Harris RI, Macnab I: Structural changes in the lumbar intervertebral discs: Their relationship to low back pain and sciatica. *J. Bone Joint Surg* 36B:304-322, 1954.
- 79) Hirsch C, Paulson S, Sylven B, Snellman O: Biophysical and physiological investigations on cartilage and other mesenchymal tissues. *Acta Orthop Scand* 22:175-181, 1952.
- 80) Hult L: Cervical, dorsal and lumbar spine syndromes. *Acta Orthop. Scand* (Suppl 17):65-73, 1954.
- 81) Kellgren, JH, Lawrence JS: Osteoarthritis and disc degeneration in an urban population. *Ann Rheum Dis* 17:388-397, 1958.
- 82) Lewin T: Osteoarthritis in lumbar synovial joints. *Acta Orthop Scand* (Suppl 73):1-112, 1964.
- 83) Lumsden, RM, Morris JM: An in vivo study of axial rotation and immobilization at the lumbo-sacral joint. *J. Bone Joint Surg* 50A:1591, 1968.
- 84) Lyons G, Einsenstein SM, Sweet MBE: Biochemical changes in intervertebral disc degeneration. *Biochim Biophys Acta* 673:443-453, 1981.

- 85)** Magora A, Schwartz A: Relation between the low back pain syndrome and X-ray findings: I. Degenerative osteoarthritis. *Scand J Rehabil Med* 8:115-125, 1976.
- 86)** Markolf KL: Stiffness and damping characteristics of the thoracic-lumbar-spine: In Proceedings of workshop on bioengineering approaches to the problems of the spine. NIH, 1970.
- 87)** McDevitt CA: Proteoglycans of the intervertebral disc. In Ghosh P (ed): The biology of the intervertebral disc. Vol 1, CRC Press, Boca Raton FL, 1988, pp 151-170.
- 88)** Van den Hoof A: Histological age changes in the annulus fibrosus of the human intervertebral disc. *Gerontologia* 9:136-149, 1964.
- 89)** Virgin W: Experimental investigations into physical properties of intervertebral disc. *J Bone Joint Surg* 33B:607, 1951.
- 90)** Yu S, Haughton VM, Sether LA, et al: Criteria for classifying normal and degenerated lumbar intervertebral discs. *Radiology* 170:523-526, 1989.
- 91)** Brown T, Hanson R, Yorra A: Some mechanical tests on the lumbo-sacral spine with particular reference to the intervertebral discs. *J Bone Joint Surg Am* 39:1135, 1957.
- 92)** Farfan HF, Cossette JW, Robertson GH, Wells RV, Kraus H: The effects of torsion on the lumbar intervertebral joints: The role of torsion in the production of disc degeneration. *J. Bone Joint Surg* 52A:468, 1970.
- 93)** Wolfe HJ, Putschar GJ, Vickery AL: Role of the notochord in human intervertebral disc: I. Fetus and infant. *Clin Orthop* 39:205-212, 1965.
- 94)** White AA, Panjabi MM: Clinical biomechanics of the spine, (2nd ed). Philadelphia, Lippincott, 1990, pp 30-342.
- 95)** Panjabi MM, Lydon C, et al: On the understanding of clinical instability. *Spine* 19:2642-2650, 1994.
- 96)** Posner I, White AA, Edwards WT, et al: A biomechanical analysis of the clinical stability of the lumbar and lumbosacral spine. *Spine* 7:374, 1982.
- 97)** Adams MD, Hutton WC: The mechanical function of the lumbar apophyseal joints. *Spine* 8:327-330, 1983.

- 98)** Adams MD, Hutton WC, Stott J: The resistance to flexion of the lumbar intervertebral joint. *Spine* 5:245, 1980.
- 99)** Lorenz M, Patwardhan A, Vanderby R: Load bearing characteristics of lumbar facets in normal and surgically altered spinal segments. *Spine* 8:122,1983.
- 100)** Cusick JF, Yoganandan N, Pintar FA, et al: Biomechanics of sequential posterior lumbar surgical alterations. *J Neurosurg* 76:805-811, 1992.
- 101)** Bailey RW: Fractures and dislocations of the cervical spine: Orthopedic and neurological aspects. *Postgrad Med* 35:588-599, 1964.
- 102)** Denis F: The three-column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spine injuries. *Spine* 8:817-831, 1983.
- 103)** Holdsworth FW: Fractures, dislocations and fracture-dislocations of the spine. *J Bone Joint Surg* 52A:1534-1551, 1970.
- 104)** Kelly RP, Whitesides TE: Treatment of lumbodorsal fracture-dislocations. *Ann Surg* 167:705-717, 1968.
- 105)** Louis R: Spinal stability as defined by the three-column spine concept. *Anat Clin* 7:33-42, 1985.
- 106)** Benzel EC: Stability and instability of the spine: Biomechanics of spine stabilization. New York, Thime, Copyright by AANS, 2001, pp 29-43.
- 107)** Haid RW, Dickman CA: Instrumentation and fusion for discogenic disease of the lumbosacral spine. *Neurosurgery Clinics of North America* 4(1):135-148, 1993.
- 108)** Panjabi MM, Pope MH: Biomechanical definitions of spinal instability. *Spine* 10:255-256, 1985.
- 109)** Frymoyer JW: Radiculopathies: Lumbar disc herniations and recess stenosis-patient selection, predictors of success and failure and nonsurgical treatment options. In Frymoyer JW (ed): *The adult spine*. New York, Raven Press, 1991, pp 1719-1732.
- 110)** Knutsson F: The instability associated with disc degeneration in the lumbar spine. *Acta Radiol* 25:593-609, 1944.
- 111)** Frymoyer JW: Segmental instability. In Frymoyer JW (ed): *The adult spine*. New York, Raven Press, 1991, pp 1873-1891.

- 112) Frymoyer SW, Selby DK: Segmental instability: Rationale for treatment. Spine 10:280-286, 1985.
- 113) Fidler MW, Plasmans CM: The effect of four types of support on the segmental mobility of the lumbosacral spine. J Bone Joint Surg 65(A):943-947, 1983.
- 114) Kirkaldy-Willis WH, Farfan HF: Instability of the lumbar spine. Clinical Orthop Relat Res 165:110-123,1982.
- 115) Herzog RJ: Magnetic resonance imaging of the spine. In Frymoyer JW (ed): The adult spine. New York, Raven Press, 1991, pp 457-510.
- 116) Benzel EC: Biomechanics of lumbar and lumbosacral spine fracture. In Rea GL, Miller CA (eds): Spinal trauma: Current evaluation and management. Park Ridge, IL, American Association of Neurological Surgeons, 1993, pp 165-195.
- 117) Pennal G, Conn G, et al: Motion studies of the lumbar spine: A preliminary report. J Bone Joint Surg 54B:442-452, 1972.
- 118) Stokes IA, Wilder DG, et al: Assesment of patients with low back pain by biplanar radiographic measurement of intervertebral motion. Spine 6:233-240, 1981.
- 119) Tanz S: Motion of the lumbar spine: A roentgenologic study. AJR 69:399-412, 1953.
- 120) Carl AL, Tranmer BI, Sachs BL. Anterolateral dynamized instrumentation and fusion for unstable thoracolumbar and lumbar burst fractures. Spine 22; 686-690, 1997.
- 121) Frymoyer JW. Low back pain. The rol of spine fusion. Neurosurg Clin North Am 2; 933-954, 1991.
- 122) AnHS, Vaccaro A, Cotler JM, et al. Low Lumbar Burst Fractures. Comparision among body cast, Harrington rod, Luque rod and Steffee plate. Spine 16; 440-444, 1991.
- 123) Ebelke DK,Asher MA, Neff JR,et a. Survivorship analysis of VSP spine instrumentation in the treatment of thoracolumbar and lumbar burst fractures. Spine 16; 428-432, 1991.
- 124) McLain RF, Sparling E, Benson DR. Early failure of short segment pedicle instrumentation for thoracolumbar fractures: A preliminary report. J Bone Joint Surg Am 75; 162-167, 1993.

- 125) Dietze dd, Jr, Fesler RG, Jacob RP. Primary reconstruction for spinal infections. *J Neurosurg* 86; 981-989, 1997.
- 126) Steffee AD, Sitkowski DJ. Posterior lumbar interbody fusion and plates. *Clin Orthop* 227; 99-102, 1988.
- 127) Pappas CTE, Sonntag VKH. Lumbar stenosis in the elderly. *Neurosurgery Quarterly* 4; 102-112, 1994.
- 128) Frymoyer JW, Selby DK. Segmental instability. Rationale for treatment. *Spine* 10; 280-286, 1985.
- 129) Farfan HF, Kirkaldy-Willis WH. The present status of spinal fusion in the treatment of lumbar intervertebral joint disorders. *Clin Orthop* 158; 198-214, 1981.
- 130) DePalma AF, Rothman RH. Surgery of the lumbar spine. *Clin Orthop* 63;162-170, 1969.
- 131) Feffer HL, Wiesel SW, Cuckler JM, et al. Degenerative spondylolisthesis. To fuse or not to fuse. *Spine* 10; 821-827, 1985.
- 132) Lombardi JS, Wiltse LL, Reynolds J et al. Treatment of degenerative spondylolisthesis. *Spine* 10; 821-827, 1985.
- 133) Nasca RJ. Rationale for spinal fusion in lumbar spinal stenosis. *Spine* 14;451-454, 1989.
- 134) Reynolds JB, Wiltse LL. Surgical treatment of degenerative spondylolisthesis. *Spine* 4; 148-149, 1979.
- 135) Nasca RJ. Surgical management of lumbar spinal stenosis. *Spine* 12; 809-816, 1987.
- 136) Lehmann TR, Spratt KF, Tozzi JE, et al. Long-term follow-up of lower lumbar fusion patients. *Spine* 12; 97-104, 1987.
- 137) Rosenberg NJ. Degenerative spondylolisthesis. Predisposing factors. *J Bone Joint Surg Am* 57; 467-474, 1975.
- 138) Hensinger RN. Spondylosis and spondylolisthesis in children and adolescents. *J Bone Surg Am* 71; 1098-1107, 1989.
- 139) Laurent LE, Ötörmen K. Operative treatment of spondylolisthesis in young patients. *Clin Orthop* 117; 85-91,1976.

- 140) Hanley EN, Jr., Levy JA. Surgical treatment of isthmic lumbosacral spondylolisthesis. Analysis of variables influencing results. *Spine* 14; 48-50, 1989.
- 141) Freerickson BE, Baker D, McHolick WJ, et al. The natural history of spondylolysis and spondylolisthesis. *J Bone Joint Surg Am* 66; 699-707, 1984.
- 142) Apel DM, Lorenz MA, Zindrick MR. Symptomatic spondylolisthesis in adults: Four decades later. *Spine* 14; 345-348, 1989.
- 143) Mixter WJ, Barr JS. Rupture of the intervertebral disc with involvement of the spinal canal. *N Engl J Med* 211; 210-214, 1934.
- 144) Chhabra MS, Hussein AA, Eisenstein SM. Should fusion accompany lumbar discectomy? A medium-term answer. *Clin Orthop* 301; 177-180, 1994.
- 145) Naylor A. Late results of laminectomy for lumbar disc prolapse. A review after ten to twenty-five years. *J Bone Joint Surg Br* 56; 17-29, 1974.
- 146) Frymoyer JW, Hanley E, Howe J, et al. Disc excision and spine fusion in the management of lumbar disc disease. A minimum ten year follow-up. *Spine* 3; 1-6, 1978.
- 147) Marchesi DG, Aebi M. Pedicle fixation devices in the treatment of adult lumbar scoliosis. *Spine* 17; 304-309, 1992.
- 148) Simmons ED, Jr., Simmons EH. Spinal stenosis with scoliosis. *Spine* 17; 117-120, 1992.
- 149) Lynch MC, Taylor JF. Facet joint injection for low back pain. A clinical study. *J Bone Joint Surg Br* 68; 138-141, 1986.
- 150) Moran R, O'Connell D, Walsh MG. The diagnostic value of facet joint injections. *Spine* 13; 1407-1410, 1988.
- 151) Esses SI, Moro JK. The value of facet joint blocks in patient selection for lumbar fusion. *Spine* 18; 185-190, 1993.
- 152) Money V, Robertson J. The facet syndrome. *Clin Orthop* 115; 149-156, 1976.
- 153) Crock HV. Internal disc disruption. A challenge to disc prolapse fifty years on. *Spine* 11; 650-653, 1986.
- 154) Blumenthal SL, Baker J, Dossett A, et al. The role of anterior lumbar fusion for internal disc disruption. *Spine* 13; 566-569, 1988.

- 155) Holt EP, Jr. The question of lumbar discography. *J Bone Joint Surg* 50; 720-726, 1968.
- 156) Nakamura S, Takahashi K, Takahashi Y, et al. The afferent pathways for discogenic low back pain. *J Bone Joint Surg Br* 78; 606-612, 1996.
- 157) Colhoun E, McCall IW, Williams L, et al. Provocation discography as a guide to planning operations in the spine. *J Bone Joint Surg Br* 70; 267-271, 1988.
- 158) Knox BD, Chapman TM. Anterior lumbar interbody fusion for discogram concordant pain. *J Spinal Disord* 6; 242-244, 1993.
- 159) Kozak JA, O'Brien JP. Simultaneous combined anterior and posterior fusion. An independent analysis for the disabled low-back pain patient. *Spine* 15; 322-328, 1990.
- 160) Linson MA, Williams H. Anterior and combined anteroposterior fusion for lumbar disc pain: A preliminary study. *Spine* 16; 143-145, 1991.
- 161) Newman MH, Grinstead GL. Anterior lumbar interbody fusion for internal disc disruption. *Spine* 17; 831-833, 1992.
- 162) Wetzel FT, LaRocca SH, Lowery GL, et al. The treatment of lumbar spinal painsyndromes diagnosed by discography. Lumbar arthrodesis. *Spine* 19;792-800, 1994.
- 163) Been E, Barash A, Marom A, Kramer PA. Vertebral Bodies or Discs Which Contributes More to Human-like Lumbar Lordosis? *Clin Orthop Relat Res* DOI 10.1007/s11999-009-1153-7
- 164) Percy MJ, Portek I, Shepherd J. Three dimensional X-ray analysis of normal movement in the lumbar spine 1984;
- 165) Stefan Gödde, MD, Ekkehard Fritsch, MD, Michael Dienst, MD, and Dieter Kohn, MD. Influence of cage geometry on sagittal alignment in instrumented posterior lumbar interbody fusion. *Spine*, Vol 28, number 15;1693-1699, 2003.
- 166) Stonecipher T, Wright S. Posterior lumbar interbody fusion with facet-screw fixation. *Spine (Phila Pa 1976)* 1989; 14:468-471 [PMID: 2718053]
- 167) Lee CS, Hwang CJ, Lee DH, Kim YT, Lee HS. Fusion rates of instrumented lumbar spinal arthrodesis according to surgical approach: a systematic review of randomized trials. *Clin Orthop Surg* 2011; 3: 39-47 [PMID: 21369477 DOI: 10.4055/cios.2011.3.1.39]

- 168)** Klemme WR, Owens BD, Dhawan A, Zeidman S, Polly DW. Lumbar sagittal contour after posterior interbody fusion: threaded devices alone versus vertical cages plus posterior instrumentation. *Spine (Phila Pa 1976)* 2001; 26: 534-537 [PMID: 11317974]
- 169)** Schiffman M, Brau SA, Henderson R, Gimmestad G. Bilateral implantation of low-profile interbody fusion cages: subsidence, lordosis, and fusion analysis. *Spine J* 2003; 3: 377-387 [PMID:14588950 DOI: 10.1016/S1529-9430(03)00145-1]
- 170)** Pavlov PW, Meijers H, van Limbeek J, Jacobs WC, Lemmens JA, Obradov-Rajic M, de Kleuver M. Good outcome and restoration of lordosis after anterior lumbar interbody fusion with additional posterior fixation. *Spine (Phila Pa 1976)* 2004; 29: 1893-1899; discussion 1900 [PMID: 15534411]
- 171)** Barrey CY, Boissiere L, D'Acunzi G, Perrin G. One-stage combined lumbosacral fusion, by anterior then posterior approach: clinical and radiological results. *Eur Spine J* 2013; 22 Suppl 6: S957-S964 [PMID: 24048651 DOI: 10.1007/s00586-013-3017-9]
- 172)** Sears W. Posterior lumbar interbody fusion for degenerative spondylolisthesis: restoration of sagittal balance using insert-and-rotate interbody spacers. *Spine J* 2005; 5: 170-179 [PMID:15749617 DOI: 10.1016/j.spinee.2004.05.257]
- 173)** Anand N, Hamilton JF, Perri B, Miraliakbar H, Goldstein T. Cantilever TLIF with structural allograft and RhBMP2 for correction and maintenance of segmental sagittal lordosis: long-term clinical, radiographic, and functional outcome. *Spine (Phila Pa 1976)* 2006; 31: E748-E753 [PMID: 16985443 DOI: 10.1097/01.brs.0000240211.23617.ae]
- 174)** Suk S-I, Lee C-K, Kim W-J, et al: Adding posterior lumbar interbody fusion to pedicle screw fixation and posterolateral fusion after decompression in spondylolytic spondylolisthesis. *Spine* 22; 210-219, 1997.