

T.C.
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ



İTERBODY FÜZYON UYGULANAN VE UYGULANMAYAN
SPONDİLOLİSTEZİS HASTALARININ KARŞILAŞTIRILMASI

DR. CANER POLAT

BEYİN VE SİNİR CERRAHİSİ ANABİLİM DALI

UZMANLIK TEZİ

2021

T.C.
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ



İTERBODY FÜZYON UYGULANAN VE UYGULANMAYAN
SPONDİLOLİSTEZİS HASTALARININ KARŞILAŞTIRILMASI

DR. CANER POLAT

BEYİN VE SİNİR CERRAHİSİ ANABİLİM DALI

UZMANLIK TEZİ

DR. ÖĞR. ÜYESİ MUHAMMED HAMZA GENÇ

KOÜ GOKAEK 12.01.2021 2021/13

2021

İÇİNDEKİLER

TESEKKÜR.....	III
KISALTMALAR.....	IV
SEKİLLER DİZİNİ.....	V
GRAFİKLER DİZİNİ.....	VI
1.GİRİŞ VE AMAC	1
2.GENEL BİLGİLER	2
2.1.TANIM	2
2.2.TARİHÇE.....	2
2.3.EMBRİYOLOJİ	3
2.4.ANATOMİ	5
2.4.1.LOMBER VERTEBRA.....	5
2.4.2.SAKRUM	6
2.4.3.PEDİKÜLLER.....	6
2.4.4.FASET EKLEM	6
2.4.5.İNTERVERTEBRAL DİSK.....	7
2.4.6.LOMBER LİGAMANLAR.....	7
2.4.7.DOLAŞIM	9
2.5.TİPLENDİRME.....	9
2.5.1. DİSPLASTİK SPONDİLOLİSTEZİS	10
2.5.2. İSTMİK SPONDİLOLİSTEZİS	10
2.5.3. DEJENERATİF SPONDİLOLİSTEZİS.....	11
2.5.4. TRAVMATİK SPONDİLOLİSTEZİS	11
2.5.5. PATOLOJİK SPONDİLOLİSTEZİS	12
2.5.6. CERRAHİ SONRASI OLUŞAN SPONDİLOLİSTEZİS	12
2.6.KLİNİK	12
2.7.FİZİK MUAYENE BULGULARI	13
2.8.CERRAHİ TEKNİK	13
2.8.1.GRADE I-II SPONDİLOLİSTEZİSİN CERRAHİ TEDAVİSİ.....	13
2.8.2.POSTERİOR YAKLAŞIM	14
2.8.3.DEKOMPRESYONSUZ FÜZYON.....	14
2.8.4.DEKOMPRESYON	14
2.8.5.TRANSPEDİKÜLER VİDALAMA TEKNİĞİ	15
2.8.6.REDÜKSİYON	16
2.8.7.SPİNAL ENSTRÜMANTASYONUN AMACI	16
2.9.FÜZYON	17
2.9.1.PEEK CAGE	19
2.9.2.POSTERİOR LOMBER İNTERBODY FÜZYON (PLIF)	20

2.9.3.TRANSFORAMİNAL LOMBER İNTERBODY FÜZYON (TLIF).....	20
2.9.4.POSTEROLATERAL FÜZYON (PLF).....	21
2.10.KOMPLİKASYONLAR.....	21
2.11.ÖLÇÜMLER.....	22
2.11.1.MEYERDİNG EVRELEMESİ.....	22
2.11.2.KAYMA YÜZDESİ.....	23
2.11.3.KAYMA AÇISI.....	23
2.11.4.LOMBER LORDOZ AÇISI.....	24
2.11.5.SAKRAL İNKLİNASYON AÇISI.....	25
2.11.6.SAKROHORIZONTAL AÇI.....	25
2.11.7.İNTERVERTEBRAL DİSK YÜKSEKLİĞİ.....	26
2.12. GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİ.....	26
2.12.1.DİREKT GRAFİ.....	27
2.12.2.BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ.....	27
2.12.3.MANYETİK REZONANS.....	27
2.12.4.KEMİK SİNTİGRAFİ.....	27
2.13.OLGULARIMIZDAN ÖRNEKLER.....	28
3.GEREÇ VE YÖNTEM.....	31
4.BULGULAR.....	33
5.TARTIŞMA.....	43
6.SONUC.....	49
7.ÖZET.....	50
8.ABSTRACT.....	51
9.EKLER.....	52
10.KAYNAKLAR.....	53

TEŞEKKÜR

İyi bir insan olmanın da en az iyi hekimlik kadar önemli olduğunu bana öğreten Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroşirurji Kliniği'ne veda ederken,

Başta Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Savaş Ceylan'a, Prof. Dr. Konuralp İlbay'a, Prof. Dr. Volkan Etuş'a, Prof. Dr. İhsan Anık'a, Doç. Dr. Burak Çabuk'a, tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi M. Hamza Genç'e,

Kendileriyle çalıştığım zamanları mutlulukla hatırlayacağım kıdemlilerim Dr. Ümit Çelakıl'a, Dr. Aykut Gökbel'e, Dr. Melih Çaklılı'ya, Dr. Necdet Selim Kaya'ya, Dr. Atakan Emengen'e,

Bu klinik için emek vermeye devam edecek arkadaşlarım Dr. Harun Emre Şen'e, Dr. Anıl Ergen'e, Dr. Eren Yılmaz'a, Dr. Bedrettin Özsoy'a, Dr. Ecem Cemre Ceylan'a, Dr. Ayşe Uzuner'e, Dr. Sazak Atayev'e,

İhtiyaç duyulan her an yardımımıza koşan ameliyathane hemşiremiz Ülkü Kalay Taş ve servis hemşiremiz Hanife Bayrampınar özelinde tüm hemşirelerimize ve yardımcı sağlık personelimize, Prof. Dr. Dilek İçli öncülüğündeki tüm anestezi ekibine,

Hayatta her şeyi kendisine layık bir evlat olmak gayesi ile gerçekleştirdiğim babam Pehlül Polat'a, bana hayat ve sonsuz sevgi veren annem Gülay Polat'a, küçük kardeşleri olmaktan dolayı kendimi her zaman çok şanslı hissettiğim dünyanın en iyi ablaları Duygu Yıldırım ve Tülay Polat'a,

Hayatıma dokunduğu günü milat saydığım, en mutlu anlarımın mimarı, en küçük desteğiyle imkansızı mümkün kılacak gücü bana veren hayat arkadaşım Selen Polat'a,

Tek bir kahkahası ile tüm yorgunluğumu silen, yüreğimi adını koyamadığım bir sevgiyle dolduran, en iyi arkadaşı olmak için ömrüm boyunca çabalayacağım, canımdan çok sevdiğim biricik oğlum Mete Polat'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

KISALTMALAR

ALL: Anterior Longitudinal Ligaman

BOS: Beyin Omurilik Sıvısı

BT: Bilgisayarlı Tomografi

ES: Eritrosit Süspansiyonu

IBF: Interbody Füzyon

MR: Manyetik Rezonans

PEEK: Polietereterketon

PLF: Posterolateral Füzyon

PLL: Posterior Longitudinal Ligaman

PLIF: Posterior Lomber İnterbody Füzyon

TDP: Taze Donmuş Plazma

TLIF: Transforaminal Lomber İnterbody Füzyon

VAS: Vizüel Analog Skala

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1: Lomber vertebra (www.kenhub.com)	6
Şekil 2: İntervertebral disk (en.wikipedia.org)	7
Şekil 3: Lomber ligamanlar (www.clinicalgate.com)	9
Şekil 4: Displastik spondilolistezis	10
Şekil 5: İstmik spondilolistezis	11
Şekil 6: Kayan vertebranın redüksiyonu	17
Şekil 7: Füzyon oluşumu	18
Şekil 8: Posterolateral füzyon	21
Şekil 9: Meyerding evrelemesi (www.radiopedia.org)	23
Şekil 10: Kayma yüzdesi (www.radiologykey.com)	23
Şekil 11: Kayma açısı (www.slideshare.net)	24
Şekil 12: Lomber lordoz açısı (www.hindawi.com)	24
Şekil 13: Operasyon sonrası lomber lordoz açısındaki değişim	25
Şekil 14: Sakral inklinasyon açısı (www.radiologykey.com)	25
Şekil 15: Sakrohorizontal açı (www.jaypeedigital.com)	26
Şekil 16: Operasyon sonrası sakrohorizontal açıdaki değişim	26
Şekil 17: IBF uygulanan hastada operasyon sonrası disk yüksekliğinde artış ve redüksiyon sağlanması	28
Şekil 18: IBF uygulanan hastada geç dönemde gerçekleşen füzyonun gösterimi	28
Şekil 19: IBF uygulanan hastada operasyon sonrası redüksiyonun sağlanması	29
Şekil 20: IBF uygulanan hastada operasyon sonrası disk yüksekliğinde artışın gösterimi	29
Şekil 21: IBF uygulanan hastada operasyon sonrası disk yüksekliğinin geri kazanılması	30
Şekil 22: IBF uygulanan hastada operasyon sonrası redüksiyonun gösterimi	30

GRAFİKLER DİZİNİ

Grafik 1: Cinsiyete göre dağılım	33
Grafik 2: Spondilolistezis tipine göre dağılım.....	33
Grafik 3: Spondilolistezis tipine göre yaş ortalamaları	34
Grafik 4: Başvuru şikayet sıklıkları.....	34
Grafik 5: Spondilolizis varlığına göre dağılım	35
Grafik 6: Spondilolistezis seviyesine göre dağılım	35
Grafik 7: IBF uygulamasına göre dağılım.....	36
Grafik 8: Spondilolistezis tipine göre BMI ortalamaları.....	36
Grafik 9: IBF uygulamasına göre BMI ortalamaları	37
Grafik 10: IBF uygulamasına göre VAS ortalamaları.....	37
Grafik 11: IBF uygulamasına göre lomber lordoz açısı ortalamaları.....	38
Grafik 12: IBF uygulamasına göre sakrohorizontal açı ortalamaları	38
Grafik 13: IBF uygulamasına göre sakral inklinasyon açısı ortalamaları	39
Grafik 14: IBF uygulamasına göre kayma yüzdesi ortalamaları.....	39
Grafik 15: IBF uygulamasına göre kayma açısı ortalamaları.....	40
Grafik 16: IBF uygulamasına göre intervertebral disk yüksekliği ortalamaları.....	40
Grafik 17: IBF uygulamasına göre yatış süresi ortalamaları.....	41
Grafik 18: IBF uygulamasına göre ES ve TDP replasman ihtiyacı ortalamaları	41

1.GİRİŞ VE AMAÇ

Dejeneratif ve travmatik değişiklikler başta olmak üzere birçok farklı spinal patolojide stabilizasyon ve füzyon cerrahisi uygulanabilmektedir. İntraoperatif görüntüleme yöntemlerinin de gelişmesi ile birlikte güncel nöroşirurji pratiğinde spinal posterior stabilizasyon ve füzyon girişimlerinin rolü ve önemi artmaktadır. Omurga patolojilerinde uygulanan cerrahi tedavi ile öncelikle anatomik deformitenin düzeltilmesi, bası altındaki nöral dokuların dekomprese edilmesi, yeterli füzyonun sağlanması ve hastaların operasyon sonrası yaşam kalitelerinin artırılması hedeflenmektedir.

Spondilolisteziste posterior stabilizasyon uygulaması sıklıkla gerçekleştirilmektedir. Hastaların cerrahi tedaviden sağladıkları faydanın düzeyi klinik olarak ağrı düzeyi ve varsa mevcut nörolojik defisitinin durumu ile, radyolojik olarak ise çeşitli açı ve mesafelerin ölçülmesi ve füzyon gelişiminin izlenmesi ile değerlendirilebilir.

Bu çalışmada; kliniğimizde Nisan 2010- Nisan 2019 tarihleri arasında cerrahi tedavi gerçekleştirilen spondilolistezis olguları, interbody füzyon uygulananlar ve uygulanmayanlar olarak iki alt gruba ayrılarak incelenecektir. Çeşitli lomber açıların ve kayma düzeylerinin cerrahi öncesi ve sonrası radyolojik ölçümleri yapılacak, aynı zamanda bu olguların cerrahi öncesi ve sonrası ağrı düzeyleri ve nörolojik muayene bulguları karşılaştırılacaktır. Elde edilecek veriler ile birlikte hem posterior stabilizasyon uygulanan hastalarda klinik ve anatomik düzelmenin miktarı ölçülebilecek, hem de interbody füzyon uygulamasının getirebileceği avantajlar ve dezavantajlar ortaya koyulabilecektir. Çalışma sonuçlarının spondilolistezis cerrahisinde uygulanacak yaklaşıma karar vermede yardımcı olacağı düşünülmektedir.

2.GENEL BİLGİLER

2.1.Tanım

Spondilolistezis, bir vertebra korpusunun alttaki vertebra üzerinde kayması olarak tanımlanır.¹ Spondilolistezis etiyojisine yönelik bilgilerin artması ile birlikte çeşitli sınıflandırmalar ortaya çıkmıştır. Wiltse, Newman ve MacNab tarafından önerilen sınıflama günümüzde en yaygın olarak kullanılan sınıflamadır. Bu sınıflama ile spondilolistezis; istmik, dejeneratif, displastik, travmatik ve patolojik olmak üzere 5 alt tipe ayrılmaktadır.²

2.2.Tarihçe

Spondilolistezis ilk kez 1782'de Belçikalı kadın doğum uzmanı Herbiniaux tarafından doğum kanalını daraltan sakrum önündeki bir kemik çıkıntı olarak tanımlanmıştır.³ Yunanca vertebra anlamındaki *spondylos* ve kayma anlamındaki *olisthesis* kelimelerinden türeyen spondilolistezis terimi ise ilk kez 1854'te Kilian tarafından kullanılmıştır.⁴

1855'de Robert ve Lambl, spondilolizisi lomber vertebrada kayma olmaksızın pars interartiküleriste defekt olarak yayınlamış ve bu defektlerin listezis nedeni olabileceğini bildirmişlerdir. Aynı yıl Lambl, defektin kesin olarak varlığını göstermiş ve doğru tanımlamasını yapmıştır.^{5,6} Neugebauer, 1882 yılında intakt nöral arkustaki interartiküler prosesin uzaması sonucu spondilolistezis oluştuğunu saptayarak spondilolistetik deformiteyi gösterme noktasında önemli bir adım atmıştır. Spondilolistezisi pars interartiküleriste defektine bağlı oluşan tip ve daha az görülen intakt fakat dar ve uzamış pars interartiküleriste birlikte bulunan tip olarak ikiye ayırmıştır.^{7,8}

1895'de röntgenin bulunması ile spondilolistezisin tanımlanması ve gerçek sıklığının anlaşılması daha kolay bir hale gelmiştir. 1911 yılında Hibbs ve Albee tarafından ilk spinal füzyon uygulaması otolog tibia greftinin ortadan ikiye ayırdıkları spinöz çıkıntılar arasına yerleştirilmesiyle gerçekleştirilmiştir.^{9,10} Gill ise radikülopati ile seyreden olgularda kendi adını verdiği laminektomi tekniğini geliştirmiştir. 1930'da Junghanns, pars interartiküleriste uzama olmayan ve nöral arkusların intakt olduğu bir olgu serisi yayınlamış, bu hastalardaki kaymanın faset eklem dejenerasyonu ile ilişkili olduğunu belirtmiştir.¹¹ 1932'de Capener tarafından pars defektine göre sınıflandırma yapılmış, yine aynı yıl Meyerding tarafından spondilolistezis kayma yüzdesine göre sınıflandırılmıştır.^{12,13} 1963'te Newman ve Stone spondilolistezisi iki ayrı etiyojik gruba ayırmıştır. 1976'da Wiltse, Newman ve

MacNab'ın birlikte oluşturdukları ve genişletilmiş hali günümüzde hala kullanılmakta olan spondilolistezis sınıflaması bildirilmiştir.²

Spinal stabilite ve instabilite kavramlarını ilk kez Von Lackum 1923 yılında lumbosakral bölgenin dejeneratif hastalıkları için kullanmıştır.¹⁴ İnstabilitenin tanımlanması için fleksiyon-ekstansiyon grafisi çekilmesi ise ilk kez 1944 yılında Knutson tarafından önerilmiştir.¹⁵ 1980'li yıllara kadar stabilite kavramı doktorlar tarafından farklı şekillerde değerlendirilmiştir. White ve Panjabi stabiliteyi 'fizyolojik yüklenme altında omurganın yerleşim paternini deforme artışı ve nörolojik defisiti önleyecek şekilde devam ettirebilme durumunu koruması' olarak tanımlamışlardır.^{16,17} Daha sonra çalışmalarını devam ettirerek instabilite kriterlerini ortaya koymuşlardır.

Spondilolistezis cerrahisinin temelini oluşturan posterior enstrümantasyonun tarihine bakacak olursak, vida kullanımı ilk kez 1944 yılında Don King tarafından faset vidalaması şeklinde olmuştur.¹⁸ Boucher ise 1959 yılında pedikül içerisine vidalar yerleştirmiştir.¹⁹ Roy-Camille 1963 yılından itibaren pedikül vidası ile birlikte plak kullanmış ve bu yöneme popülerlik kazandırmıştır.^{4,20} İnterbody füzyon ise 1950'lerde Cloward'ın tek bir posterior insizyon ile sirkumferensiyel füzyon oluşumu sağlayabilen PLIF tekniğini uygulamasıyla popülerite kazanmıştır. 1990'lı yıllarda ise daha az dural retraksiyon ile sirkumferensiyel füzyon oluşumuna imkan tanıyan TLIF tekniği Harms tarafından uygulanmıştır.²¹

Spondilolistezis cerrahisi ile ilgili ülkemizdeki önemli dönüm noktalarından birisi 1960'ların sonunda Prof. Dr. Güngör Çakırgil tarafından Harrington operasyonunun gerçekleştirilmesidir.²² Spondilolistezis cerrahisinde ilk transpediküler vida uygulamasını ise 1991 yılında Dr. Emin Alıcı yapmıştır. Nöroşirurjiyenler arasında Harrington operasyonu ise ilk kez 1980 yılında Dr. Aydın Paşaoğlu tarafından gerçekleştirilmiştir.²³

2.3.Embriyoloji

Korda dorsalis embriyolojik dönemin ikinci haftasında ortaya çıkan mezodermden gelişir. Üçüncü haftadan itibaren ise somitler korda dorsalis üzerinde belirginleşmeye başlar. 20. günde sayıları dört çift olan somitler, beşinci haftanın sonunda 42-44 çifte ulaşırlar. Somitler ventromedial ve dorsolateral yönde ayrılarak farklılaşırlar. Ventromedial kısım sklerotom olarak adlandırılır ve buradan omurga ile birlikte kostalar gelişir. Dorsolateral kısım ise dermatomyotom olarak adlandırılır ve buradan da deri, kaslar ve posterolateral vücut duvarı gelişir.

Toplam 42-44 çift olan somitlerin 4'ü oksipital, 8'i servikal, 12'si torakal, 5'i lomber, 5'i sakral, 8-10'u da koksigeal olarak farklılaşır. Gelişim sürecinde, sklerotomların kaudal kısmındaki yoğun hücre bölünmesi ve göçü intersegmental doku yönünde ilerlemektedir. Kranialde hücreden fakir, kaudalde ise hücreden zengin bu yapı sayesinde bir sklerotomun kaudal kısmı ile diğer sklerotomun kranial kısmının birleşmesi sağlanır. Bu birleşim sonucu vertebra intersegmental bir kimlik kazanır.

Omurganın embriyolojik gelişimi klasik olarak üç evreye ayrılır.²⁴ 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. Sklerotomun kranial ve kaudal bölgelerinde yerleşmiş olan mezenşimal hücreler preartilajinöz özellikteki iki vertebra cisminin arasını doldurarak intervertebral diskin gelişimine katkı sağlamaktadırlar. Notokord vertebra cisimlerinin olduğu lokalizasyonlarda gerilemekle birlikte, intervertebral disk mesafesinde genişlemektedir. Bu genişleme sonrası meydana gelen mukoid dejenerasyon nukleus pulposusun oluşmasını sağlar. İntervertebral disk ise daha sonra anulus fibrosus adı verilen kollajen lif demetlerinin nucleus pulposusu çevrelemesi ile meydana gelecektir.

Sekizinci ve dokuzuncu haftalarda ortaya çıkan üç primer ossifikasyon merkezi ile vertebralarda endokondral kemikleşme başlamaktadır. İki arkuslarda yerleşen bu merkezlerin solid kemik dokusuna dönüşerek kaynaşması 3-5 yılda tamamlanmaktadır. Ossifikasyon bel bölgesi vertebralarından başlayıp, kranial ve kaudal olarak devam eder. Yaklaşık 6. yılda vertebral cisim üzerindeki merkez ile arkuslar arasındaki nörosantral eklemlerin kemikleşerek ortadan kalkması ile vertebra cisim ve arkusları tamamen kaynaşmış olur. Subperiostal kemikleşme sayesinde ise vertebranın enine büyümesi ve arkus kalınlaşması gerçekleşir. Puberte ile beraber beş yeni sekonder kemikleşme merkezi ortaya çıkar. Bu merkezlerin ikisi vertebra cisminin epifiz bölgesinde, ikisi transvers çıkıntı ucunda, biri de spinöz çıkıntı ucunda yerleşim göstermektedir. 25 yaşına

gelindiğinde sekonder kemikleşme merkezleri yayılarak birbiriyle kaynaşır ve böylece sekonder kemikleşme tamamlanır.²⁵

2.4. Anatomi

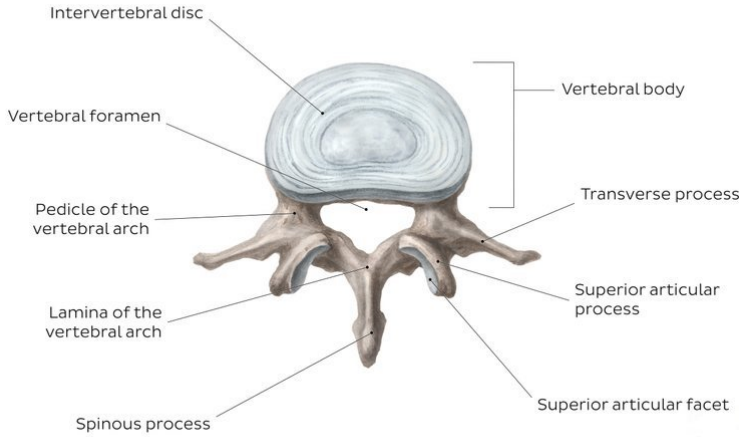
Cerrahinin doğru ve etkili uygulanması, mekanik bir yapı olan omurganın anatomisinin anlaşılmasıyla mümkün olabilir. Omurganın başlıca üç görevi hareket kabiliyeti sağlamak, yük aktarımı gerçekleştirmek ve nöral yapıları korumaktır.

İnsan omurgası 7 servikal, 12 torakal, 5 lomber, 5 sakral, 4 de koksigeal olmak üzere toplam 33 vertebranın birleşimiyle oluşur. Ancak vertebral kolonun yalnızca servikal, torakal ve lomber vertebralardan oluşan kısmı hareket yeteneğine sahiptir. Omurga, ikisi primer ikisi ise sekonder olmak üzere 4 farklı kavise sahiptir. Primer kavisler torasik ve sakral kifoz olup fetal dönemde ortaya çıkmaktadır. Sekonder kavisler olarak tanımlanan servikal ve lomber lordozun oluşumu ise geç fetal dönemde başlayarak çocukluk çağında sonlanmaktadır. Primer kavisler vertebra şekli, sekonder kavisler ise intervertebral disklerin anterior ve posterior genişliğinin farklı olması nedeniyle meydana gelmektedir.²⁶ L1-S1 arasında yer alan lomber lordoz için normal açılma 60° olup bunun yaklaşık 40° 'lik kısmı L4-S1 arasında yer almaktadır. L3-4 disk mesafesi ise bu lordotik eğriliğin tepe noktasıdır.²⁷

2.4.1. Lomber Vertebra

Lomber vertebralar daha büyük bir ağırlığı taşımaları nedeniyle diğerlerine göre daha kalın ve güçlü 5 adet vertebradır. Beşinci lomber vertebra korpusu derinliği sayesinde sakrovertebral açının oluşumuna katkı sağlar.^{28,29} Lomber vertebraların pedikülleri de diğer vertebralara göre daha kısa ve geniştir. L1 düzeyinde pedikül çapı transvers ekseninde ortalama 7 mm'dir. Pedikülün mediale açılması ise kaudale gidildikçe artmakla birlikte yine L1 düzeyinde ortalama 12° 'dir.³⁰

Lomber vertebralar üzerindeki faset eklemlerin diğer bölgelere kıyasla daha sagittal pozisyonda olması nedeniyle lomber vertebralar çok sınırlı bir aksiyal rotasyon kabiliyetine sahiptirler. Anterior-posterior translasyonun kısıtlanmasından ise L5-S1 düzeyinde yer alan daha koronal pozisyondaki faset eklemler sorumludur. Servikal bölgedekine göre daha dar, torakal bölgedekine göre ise daha geniş vertebral foramenlere sahiptirler. Bu foramenin sınırları yukarıda pedikül, aşağıda vertebra korpusu, önde intervertebral disk, arkada ise lamina ve fasetler tarafından oluşturulur.



Şekil 1: Lomber vertebra (www.kenhub.com)

2.4.2.Sakrum

Sakrum füzyona uğramış vertebralardan oluşan bir kemiktir. Superiorda promontoryum vasıtasıyla L5 vertebra ile, lateralde ise sakral vertebra transvers çıkıntılarının füzyonu ile iliak kemikle eklemlenir. Bu sayede vücut ağırlığının vertebral kolondan pelvise aktarılmasını sağlar. Sakrum anterior ve posterior yüzlerinde dörder çift foramen olup, anterior yüzeydekiler daha geniştir. Dördüncü ve beşinci sakral vertebra laminalarının füzyon göstermemesi sonucu spinal kanalın uç noktası olan sakral hiatus meydana gelir.

2.4.3.Pediküller

Vertebral korpusların lamina, transvers çıkıntı ve faset eklemler ile birleşim yeri olan pediküller, spongiyöz bir gövdeye ve kalın bir kemik kortekse sahip oval yapılardır. Transvers çapları en dar yerlerini oluşturur. Lomber vertebralarda kranialden kaudale doğru gidildikçe medial yönde açılanmaları seviye başına yaklaşık 5° artar.³¹⁻³³ Bu açılar T10 için ortalama $0-4,6^\circ$, T12 için ortalama $12-17^\circ$ iken; L1 için ortalama $6,5-14,5^\circ$, L5 için ortalama $19-29,8^\circ$ 'dir.

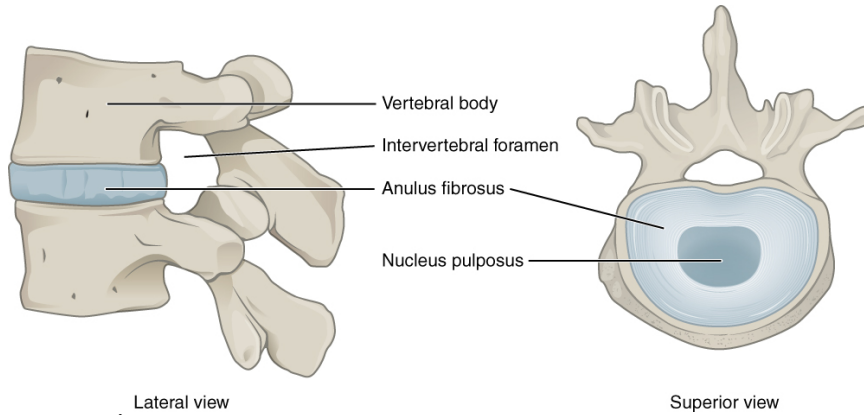
2.4.4.Faset Eklem

Faset eklem, üst vertebranın inferior artiküler çıkıntısı ile alt vertebranın superior artiküler çıkıntısının eklem yapması ile meydana gelir. Faset eklemler hiyalin kıkırdak ile kaplı parlak ve düz yüzeylere ve ince bir kapsüle sahiptir. Bu kapsül yapısının lomber bölgede daha kısa ve sıkı olması nedeniyle fleksiyon kapasitesi servikal bölgeye nazaran daha zayıftır. Vertebra makaslama kuvvetlerine gösterdikleri yüksek direnç sayesinde

stabilitede çok önemli rol oynarlar.³⁴ Aksiyal yüklenmenin %20'si faset eklemler tarafından karşılanmaktadır.

2.4.5. İntervertebral Disk

İntervertebral disk vertebral kolon yüksekliğinin %25'ini oluşturan ve vertebra cisimleri arasında yastık görevi yapan bir yapıdır. Diskin merkezini tip II kollajen lifleri içeren mukoid yapıdaki nükleus pulposus, çevresini ise çoğunluğu tip I kollajen lif ve kırkırdaktan meydana gelen annulus fibrosus oluşturur. Bu sayede intervertebral diskler her üç düzlemdeki hareketlerde omurganın esneklik kazanmasına yardımcı olur ve kompresif güçlere karşı emici rol oynar. Diskin dış yüzeyinin beslenmesi periferik vaskülarizasyon ile gerçekleşirken, santral kısmı ise vertebral endplateden diffuzyon yoluyla beslenmektedir. Posterior longitudinal ligaman ile kuvvetli bir biçimde desteklenen intervertebral disklerin hidrasyonu yaşla birlikte azalmaktadır. Küçülen ve iç basıncı azalan nucleus pulposus basınç altında yükleri annulus fibrosusa yeterli biçimde dağıtamadığında annulus fibrosus gerilimi zayıflar ve ligaman yırtılma riski artar. İntervertebral disklerin kalınlığı üst torakal bölgede en inceyken, lomber bölgede en kalın haline ulaşır. Her bir intervertebral disk kalınlığı her noktada aynı olmayabilir. Lumbosakral bölgedeki disklerin kama şeklinde olması lomber lordozu oluşturan en önemli faktördür.



Şekil 2: İntervertebral disk (en.wikipedia.org)

2.4.6. Lomber Ligamanlar

Yüksek oranda kollajen lif içeren elastik viskoelastik yapıdaki lomber bölge ligamanları spinal kolonun aşırı hareketini önleme özelliği ile stabilizeye katkı sağlar. Ligamentum flavum ise yüksek oranda içerdiği elastik lifler ile bir istisna olarak karşımıza çıkmaktadır.

ALL: Kranialden kaudale doğru giderek genişleyen, vertebra korpuslarının ön yüzüne ve intervertebral disklere yapışan bant şeklindeki bu ligaman vertebral kolonun hiperekstansiyonunu engelleme görevi görür. En büyük kalınlığına torakal bölgede ulaşmaktadır.

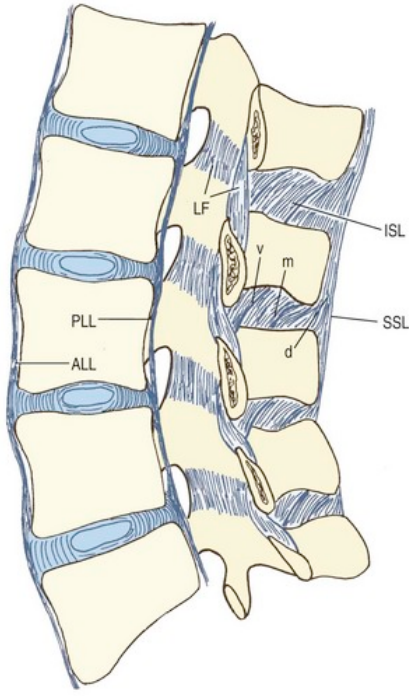
PLL: Foramen magnum posterior kenarından tektorial membran olarak başlayan ve vertebra korpuslarının arkasında, vertebral kanal içerisinde uzanım gösteren bir ligamandır. Duysal sinir lifleri yönünden zengin bir yapıya sahip posterior longitudinal ligamanın görevi vertebral kolonun aşırı fleksiyonunu önlemektir.^{35,36} Bu ligamanın kranialden kaudale doğru giderek daralması nedeniyle üst lomber bölgede santral disk hernileri, alt lomber bölgede ise lateral disk hernileri daha sık görülmektedir.

Ligamentum Flavum: İki komşu vertebra arasında uzanım gösteren, servikal bölgeden lomber bölgeye doğru inildikçe kalınlığı artan bir ligamandır.^{37,38} Bu ligaman üzerinde internal ve eksternal venöz pleksusların geçişine izin veren delikler bulunmaktadır. Temel fonksiyonu vücudun dik tutulmasıdır. Fleksiyon hareketi sırasında boyu yaklaşık üçte biri oranında artabilir.

Supraspinal ligament: Yukarıda ligamentum nuchae olarak devam eden bu ligaman C7 vertebra ve sakrum arasındaki spinöz çıkıntılar arasında uzanım göstermektedir. Hiperfleksiyonu kısıtlamak ve rotasyonu önlemek temel fonksiyonudur.

İnterspinöz ligament: Özellikle lomber bölgede gelişmiş yapıda bulunan bu ligaman komşu iki vertebranın spinöz prosesleri arasında uzanım gösterir.

İntertransvers ligament: Torakal bölgede bantlar şeklinde, lomber bölgede ise filamentöz yapıda bulunan bu ligaman komşu iki transvers çıkıntı arasında yerleşim gösterir.



Şekil 3: Lomber ligamanlar (www.clinicalgate.com)

2.4.7. Dolaşım

Omurganın kanlanması L1 ve L4 arasında aortun segmental dalları ile, L5 ve sakrumda ise sakroiliolumbar sistemin dalları ile olmaktadır. Segmental arterler vertebra korpusunun ortasından geçerek foramene girmektedir. Arterin bu geçiş sırasında korpus yüzeyine dikey asendan ve desendan dallar vermektedir. Korpusu delen diğer dallar ise santrale ilerleyip ağsı bir yapı oluşturur. Transvers çıkıntı altından ayrılan dorsal dal üzerinden intervertebral foramen lateralinde spinal dal çıkmaktadır. Spinal dal intervertebral foramen içerisinde spinal kanala girerek, kanal içerisindeki yapıların majör besleyicisi olarak işlev görür. Ekstradural vertebral venler, ekstrevertebral venöz pleksus ve spinal kanalın kemik elemanlarını drene eden venlerden oluşan 3 ana venöz sistem Batson pleksusunu oluşturur. Venöz sistemin bu zengin anastomoz yapısı cerrahiye bağlı gelişebilecek venöz yetmezlik riskini minimum düzeye indirir.^{30,39,40}

2.5. Tiplendirme

Wiltse-Newman-MacNab günümüzde en yaygın olarak kullanılan ve spondilolistezisi 5 alt tipe ayıran sınıflamadır.^{2,4,41,42} Marchetti ve Bartolozzi tarafından yapılan sınıflama ek olarak iyatrojenik alt tipi de içermektedir.⁴³

2.5.1. Displastik Spondilolistezis

Kayma açısının en yüksek olduğu spondilolistezis tipidir. Çoğunlukla adolesan dönemde ve iki kat sıklıkla bayanlarda ortaya çıkmaktadır.⁴⁴ Genellikle sakrum üst yüzeyi ve faset eklem displazisi nedeniyle ortaya çıkmaktadır. L5 korpusu trapezoidal biçimdedir ve faset tropizmi vardır. Bir kısım hastada posterior halka intakt olarak izlenirken, displazi sonrası meydana gelen kaymaya sekonder olarak pars defekti de ortaya çıkabilmektedir.⁴



Şekil 4: Displastik spondilolistezis

2.5.2. İstmik Spondilolistezis

Spondilolistezisin en sık görülen tipidir. Görülme sıklığı erkeklerde iki kat daha fazladır. Pars defekti tek taraflı veya bilateral ortaya çıkabilmektedir.⁴⁵ Pars defektinin en sık görüldüğü seviye L5-S1 olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak L4-L5 seviyesindeki pars interartikularis defektlerinin L5-S1 seviyesine göre daha instabil olduğu tespit edilmiştir.

İstmik spondilolistezis neredeyse her zaman edinsel olarak ortaya çıkmaktadır. Stres kırığına bağlı pars defekti, akut veya kronik pars kırığı ya da tekrarlayıcı mikrotravmalara nedeniyle pars elongasyonu oluşum mekanizmasında rol oynayabilir. Bu oluşum mekanizmalarının sonucunda üç farklı istmik spondilolistezis alt tipi ortaya çıkar.⁴⁶ İstmik spondilolisteziste kayma nadir olarak izlenmektedir.⁴ Dejeneratif spondilolistezisin aksine

semptomlar ikinci veya üçüncü dekatta ortaya çıkmaktadır.⁴⁷ Kaymanın derecesi ve hastanın yaşı prognozu belirlemede en önemli faktörlerdir.



Şekil 5: İstmik spondilolistezis

2.5.3. Dejeneratif Spondilolistezis

Superior artiküler proçeste meydana gelen dejenerasyon sonucu inferior artikuler proçesin öne kaymasının engellenememesi dejeneratif spondilolistezise yol açmaktadır. Bu kayma sonrası meydana gelen lateral reses darlığı semptomların asıl nedenidir.

Dejeneratif spondilolisteziste pars interartikularis defekti izlenmemektedir. Dejeneratif spondilolistezis edinsel bir durumdur ve 50 yaş üzerindeki bayanlarda daha sık görülmektedir. En sık L4-L5 seviyesini etkilemekte ve hastalarda bel ağrısına radikülopati bulguları eşlik etmektedir. Dekompresyon uygulamasından fayda gördükleri için füzyon ile birlikte dekompresyon cerrahisi de önerilmektedir.^{48,49}

2.5.4. Travmatik Spondilolistezis

Majör travmaya bağlı hiperekstansiyon ile pars interartikularis bölgesi dışındaki vertebra arka eleman kırıklarının meydana gelmesi travmatik spondilolistezisin olası nedenidir.

Haftalar ya da aylar içerisinde meydana gelen kaymanın immobilizasyona rağmen artış göstermesi ya da semptomların sebat etmesi durumunda cerrahi müdahale gerektirmektedir.^{4,42,44,50}

2.5.5. Patolojik Spondilolistezis

Paget hastalığı, von Recklinghausen hastalığı, osteogenezis imperfekta gibi sistemik hastalıklar; ya da tümör veya enfeksiyon varlığı gibi lokalize kemik destrüksiyonu nedeniyle ortaya çıkmaktadır.⁴⁴ Halihazırda altta yatan bir patoloji bulunduğundan tedavi etiyojolojiye yönelik planlanmalıdır. Pars veya fasetin ciddi harabiyete uğraması nedeniyle stabiliteyi sağlamak zorlaşacağından cerrahi müdahaleden kaçınılmalıdır.

2.5.6. Cerrahi Sonrası Oluşan Spondilolistezis

Dekompresyon cerrahisi esnasında ligaman, disk ya da kemik yapılarıdaki iyatrojenik ayrışma sonrası ortaya çıkabilen ve genellikle çok semptomatik seyreden spondilolistezis tipidir.^{4,44}

2.6.Klinik

Spondilolisteziste klinik bulgular etiyojolojiye ve hastanın yaşına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Düşük dereceli displastik spondilolistezis özellikle adolesanlarda çoğunlukla asemptomatik seyredip ilerleme göstermezken, istmik spondilolisteziste ilerleyen yaşla birlikte nonspesifik klinik bulgular ortaya çıkmaktadır.⁴⁴ Spondilolistezis tipinden bağımsız olarak en yaygın semptom ağrıdır. Ancak en bariz semptomlar olguların spinal kanal çapındaki daralma sonucu ortaya çıkar. İstirahat ve postür değişikliği sonrası azalır, eforla artan uyusukluk ve güçsüzlük şikayetleri belirgin olarak bulunur. Spondilolistezis varlığında ortaya çıkan nörojenik kladikasyon, ekstansiyon postüründen fayda görür.⁵¹

Dejeneratif spondilolistezisin kadınlarda gelişme oranı 5 kat daha fazladır.⁴ İstmik spondilolistezis ise erkeklerde iki kat daha sık ortaya çıkmasına rağmen kadınlar semptomatik olguların yarısını oluşturmaktadır. Wiltse tarafından ağrı nedenleri pars defektinin olduğu noktada veya komşu disk lokalizasyonunda dejenerasyon, fibrokartilajinöz dokunun yarattığı sinir kökü basısı ve kemik doku desteğinin azalması nedeniyle bağlarda oluşan gevşeme olarak ortaya belirtilmiştir.⁵⁰

Üçüncü dekattan sonra ortaya çıkan bel ağrısı kayma ya da pars defektinden ziyade dejeneratif değişiklikler ve eforlu yaşam biçimi ile ilintilidir. Erişkin spondilolistezis hastalarında %25'in üzerinde kayma olması, kaymanın L4-5 seviyesinde gerçekleşmesi,

L5 vertebra korpusunun trapezoidal görünümde olması ve erken disk dejenerasyonu ağrı gelişimi için risk faktörleri olarak belirtilmiştir.⁴

2.7.Fizik Muayene Bulguları

Grade ayırt etmeksizin tüm semptomatik spondilolistezis olgularında hamstring gerginliği gözlenmektedir. Bunun başlıca nedeni L5-S1 seviyesindeki instabiliteyi kompanse etmek için pelvisin daha dik bir pozisyona getirilmesi ve ağırlık merkezinin düzeltilmeye çalışılmasıdır.⁴⁴ Nörolojik defisit ise bu tabloya nadiren eşlik eder.

Kayma derecesi arttıkça tabloya lumbosakral kifoza ve gövde boyunda kısalma gibi ek fizik bulgular eklenmektedir. Kısa ve geniş tabanlı adımlama ile karakterize ördekvari yürüyüş spondilolistezise bağlı bir büyüme anomalisidir. Bu yürüme biçimi lumbosakral kifoza kompensatuar gelişen lomber hiperlordoz, kalça ve dizlerdeki fleksiyon deformitesi ve hamstring gerginliği sonucu gelişmektedir.⁵²

2.8.Cerrahi Teknik

Cerrahi tekniğin seçiminde hastanın klinik durumunun yanında, omurga yapısı ve cerrahın kendi deneyimi de etkili bir faktördür. Güncel uygulamalar içerisinde en sık posterior yaklaşım kullanılmaktadır.⁵³

Geçmiş yıllarda fasetektomi eklenmeden gerçekleştirilen laminektomi uygulamaları nedeniyle hastaların yakınmalarında düzelme olmamış, alınan interspinöz ve supraspinöz ligamentlere rağmen füzyon ve stabilizasyon yapılmadığı için de kayma miktarlarında artma izlenmiştir.^{54,55} Günümüzde uygulanması önerilen cerrahi teknik; dekompresyon, füzyon, redüksiyon ve stabilizasyonu içermektedir.

Enstrümantasyon ile yapılan füzyon operasyonlarının enstrümansız tekniğe göre çeşitli üstünlükleri bulunmaktadır. Bozulmuş omurga diziliminin düzeltilmesi, daha yüksek füzyon oranları, stabilizasyonun erken dönemde sağlanması başlıca avantajlarıdır. Enstrümansız füzyona nazaran daha maliyetli ve morbidite riskinin yüksek olması ise bu tekniğin dezavantajlarıdır. Cerrahi tedaviyle dekompresyonun sağlanması, olabildiğince az sayıda segmente füzyon uygulanarak kaymanın durdurulması ve sagittal aksın düzeltilmesi amaçlanmalıdır.^{42,56}

2.8.1.Grade I –II Spondilolistezisin Cerrahi Tedavisi

Semptomatik Grade I ve II spondilolistezislerde, cerrahi esnasında spinöz çıkıntıya çamaşır pens ile traksiyon uygulandığında rattler bulgusunun ortaya çıkması,

laminektominin yanında inferior artiküler çıkıntı dahil edilecek şekilde fasetektomi yapılması gerektiğinin göstergesidir.

Spondilolistezis cerrahisinde kaymanın olduğu seviye operasyon sahasının merkezinde olacak şekilde, vertebra posterior elemanları, faset eklemler ve transvers çıkıntılar ortaya koyulmalıdır. Laminektomi ve foraminotominin ardından gereklilik halinde diskektomi yapılmalıdır. Daha sonra ise posterolateral alanda dekortikasyon ve füzyon uygulanmalıdır.^{57,58} Cerrahi redüksiyonu sağlamak ve psödoartroz riskini azaltmak amacıyla posterior enstrümantasyon ve interbody füzyon uygulamaları, in situ füzyona karşı bir seçenek olarak karşımıza çıkmaktadır.^{59,60}

Posterolateral füzyona ek olarak interbody füzyon uygulanması ile hareketli vertebra segmentinde 360°'lik bir füzyon gerçekleştirilmesi, daha başarılı sonuçlar alınmasını sağlar. Orta hatta PLL ve annulus fibrosusun sağlam bırakıldığı bilateral diskektomi sonrası iliak kemik greft veya çıkarılan lamina ile disk mesafesi doldurularak posterolateral füzyon eklenmelidir. Otogreftler interbody füzyon için en fizyolojik seçenek olmakla beraber, posterior interbody cage kullanılarak gerçekleştirilen transpediküler fiksasyon da başarılı sonuçlar vermektedir.^{61,62}

2.8.2. Posterior Yaklaşım

İnstabil segmente müdahale ederek hareketli segmentleri korumayı ve komşu segment dejenerasyonundan kaçınmayı hedefleyen bu yaklaşım, alternatif yöntemlerin bariz bir üstünlük sağlamadığı tüm vakalarda tercih edilmektedir. Mümkün olduğunca az segmentte füzyon sağlamak, yeterli dekompresyonu sağlamak ve kaymayı azaltmak posterior yaklaşımın temel hedefleridir.^{42,44}

2.8.3. Dekompresyonsuz Füzyon

Radiküler bulguları ya da nörolojik defisiti bulunmayan, nörolojik semptomlarına patolojik segmentteki anormal hareket nedeniyle gelişen sinir kökü traksiyonunun neden olduğu düşünülen hasta grubunda dekompresyonsuz füzyon ameliyatı önerilmekte ve uygulanmaktadır.⁶³

2.8.4. Dekompresyon

Nöral yapılar üzerinde kompresyon oluşması, mutlak bir dekompresyon endikasyonudur. Bunun dışında, kompresyon oluşmamış olsa bile eğer redüksiyon planlanıyorsa cerrahi planlama içerisine dekompresyon da dahil edilmelidir. İstmik spondilolisteziste dekompresyon uygulanırken bası altındaki nöral yapının bir üst kök

olduğu gözden kaçırılmamalıdır. L5-S1 spondilolisteziste sıklıkla L5 kök bulguları görülmektedir. Kaymanın derecesine göre L5'in lokalizasyonu derinleşebilmekte ve dekompresyonu zorlaşabilmektedir. Gereklik halinde L5 pedikülü takip edilerek L5 gangliyonunu sıkıştıran disk materyalinin bir kısmı eksize edilmelidir.⁴ Yüksek dereceli kaymalarda ise L5 kökü pedikül tarafından sıkıştırıldığı için, L5 pedikülü önce iç kısmı sonra ise duvarları alınacak şekilde uzaklaştırılmalı ve transpediküler fiksasyon L4 seviyesine de uygulanmalıdır.⁶⁴⁻⁶⁷

Dejeneratif spondilolisteziste ise kaymadan ziyade kapsül ve ligamanlarda kalınlaşma, faset eklem hipertrofisi, sinovial kist ve osteofit formasyonu nedeniyle lateral reseslerde daralma ve nöral foramenlerde kompresyon izlenir.⁴⁴ Bu nedenle etkili dekompresyonu sağlamak için faset eklemlerin medial yüzünün parsiyel eksizyonu neredeyse her zaman gerekmektedir. İnférieur artiküler çıkıntının tamamının alınması sadece yeterli dekompresyon sağlanamadığında düşünülmelidir.^{42,44}

Gill ve arkadaşları tarafından 1955 yılında geliştirilen füzyonsuz laminektomi tekniği ise artrodez riskinden kaçınılmasını sağladığı için popülerlik kazanmış; ancak kaymada ve instabilitede ilerleme riski, rezidüel bel ağrısı ve lumbosakral kifozda artışa yol açabilmesi nedeniyle günümüzde önemini yitirmiştir.^{11,44}

2.8.5. Transpediküler Vidalama Tekniği

İmplant malpozisyonu vasküler veya nöral yapılarda yaralanma ve yetersiz stabilizasyona neden olabileceği için vida giriş yerinin doğru belirlenmesi ve vidaların doğru açı ile yönlendirilmesi, transpediküler vidalama tekniğinin en önemli basamaklarından biridir.⁴⁴ Giriş noktası belirlenirken pedikül ile transvers çıkıntıların aynı aksiyal planda yer almasından faydalanılır. Faset eklemine hemen yanından geçen bir dik hatla transvers çıkıntının ortasından geçen yatay hattın kesişimi giriş noktası olarak belirlenir.

Pediküllerin en küçük çapı olduğundan transvers çap vida seçimi için yapılan ölçümlerde baz alınmalıdır. Vidaların korpusu tutma kuvveti sağ ve sol vidaların kesişim alanlarının büyüklüğü ile doğru orantılıdır. Bu nedenle vidaların doğru açı ile yönlendirilmesi ve pediküllerin vertebra korpusu ile birleşme açısı büyük önem arz etmektedir. Bu açı T12 düzeyinde 0° iken, kaudal yönde ilerledikçe her seviyede yaklaşık 5° artarak S1 düzeyinde 30°'ye ulaşır. Vida malpozisyonundan kaçınma hususunda intraoperatif AP ve lateral direkt grafiler çekilmesi, prob yardımıyla

pedikül traktı boyunca kemik devamlılığının hissedilmesi, uygulanıyorsa geniş laminektominin ardından pediküllerin direkt bakı ile görülmesi fayda sağlamaktadır.⁶⁸ Gerekli şartları sağlayan vakalarda intraoperatif nöromonitörizasyon ile de nöral yaralanma riski asgari düzeye indirilebilmektedir.

2.8.6.Redüksiyon

Redüksiyon ilk kez Paul Harrington tarafından L1 laminası ve transiliak sakral bar arasına distraksiyon rodları yerleştirilerek gerçekleştirilmiştir. Daha sonra Vidal ve Scaglietti de benzer teknikler uygulamışlardır ancak ilerleyen zamanlarda distraksiyon ile yapılan redüksiyonun başarı sağlamadığı görülmüştür.⁶⁹⁻⁷¹

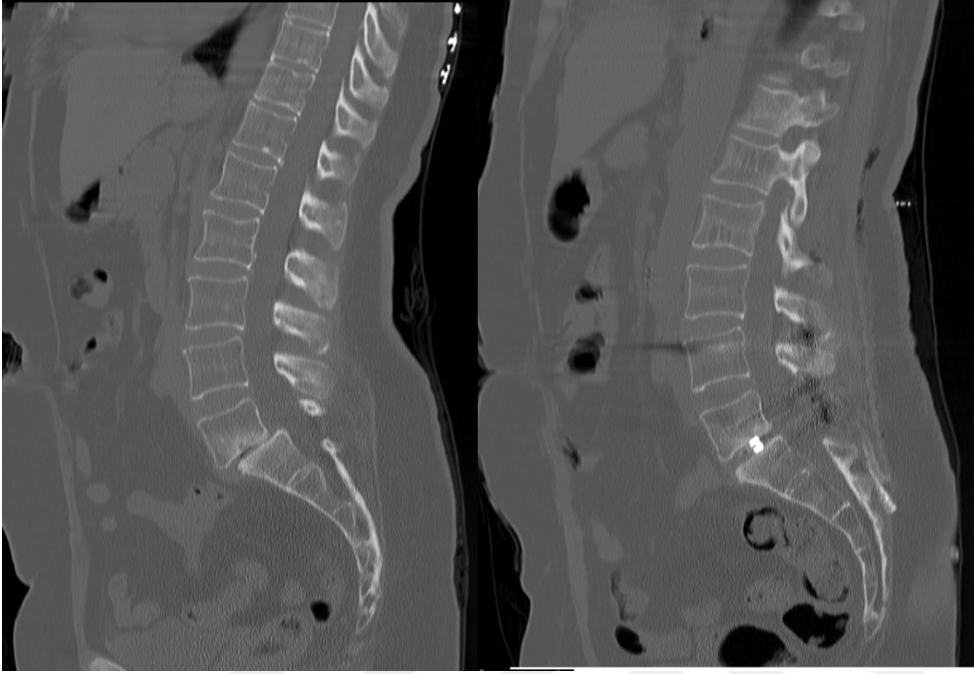
1967 yılına gelindiğinde Harrington L5 pedikül vidalarını distraksiyon rodlarına bağlayarak kayma progresyonunu engellemeye çalışmıştır ancak bu yöntem de başarı sağlayamamıştır.⁷⁰

Edwards yönteminde ise listetik vertebraya özel spondilolistezis vidası kullanılır. Rodların yerleştirilmesinin ardından listetik vertebranın alt ve üst komşuluğundaki vertebralara koyulan vidalar ile rod sabitlenir. Spondilolistezis vidası rod ile sabitlenirken ise listetik vertebra ile alt vertebra arasına distraksiyon uygulanır. Bu işleme yardımcı olarak sakrumun öne itilmesi, kranialdeki vertebranın spinöz çıkıntısından çamaşır pensle uygulanan posteriora çekme hareketi ile de redüksiyon tamamlanır.⁷² Deformite redüksiyonunun önemi yüksek grade spondilolistezis vakalarında vurgulanmaktadır, ancak radiks yaralanması gibi riskleri nedeniyle düşük grade spondilolisteziste gerekliliği konusunda henüz bir mutabakata varılamamıştır.^{26,44}

2.8.7.Spinal Enstrümantasyonun Amacı

Enstrümantasyon ile solid füzyon gelişinceye kadar patolojik spinal segmentlerde anatomik dizilişin korunması amaçlanır. Enstrümantasyon sayesinde greftin birleşmesi sürecinde hareketin azaltılabilmekte ve yüksek füzyon oranları elde edilebilmektedir. Transpediküler fiksasyon tekniğinde kaydedilen gelişmeler ile daha kısa seviyede füzyon uygulanarak, dışardan desteğe ihtiyaç duymadan daha güçlü segmental vertebral fiksasyon sağlanmaktadır. Her üç kolon da stabilize edilerek omurganın üç farklı yöndeki hareketi kontrol altına alınabilmekte ve mekanik ağrı sendromları önlenmektedir. Fizyolojik lordoz açısının yeniden oluşturulabilmesi, omurga biyomekaniğinin korunması ve komşu segmentlerde meydana gelebilecek dejeneratif değişikliklerin önlenmesi

açısından önem arz eder. Bu nedenle cerrahi sırasında kayan vertebranın redüksiyonu amaçlanmalı, nörolojik bası düşünülüyorsa dekompresyon da uygulanmalıdır.



Şekil 6: Kayan vertebranın redüksiyonu

Etyolojisinden bağımsız olarak, tüm spondilolistezis vakalarında spinal kanal rölatif olarak dardır. Dar kanal semptomları bulunan hastalarda tedaviye laminektomi ve foraminotomi de dahil edilmelidir.

Mevcut ya da potansiyel instabilite varlığı transpediküler fiksasyonun endikasyon sınırları içerisinde yer alırken, instabiliteye neden olmayacak düzeydeki laminektomiler ve aktif enfeksiyonu bulunan vakalarda transpediküler fiksasyondan kaçınılmalıdır. Spinal enstrümantasyon uygulanacak hastalarda, spinal kanal dekompresyonunun vidalama öncesinde yapılması önerilir. İnstabilitesi ileri derecede olan vakalarda uzun segmentli fiksasyonun daha etkili olacağı unutulmamalıdır. Çoğu vertebra için, fiksasyon uygulanan nokta vertebra korpusunun ağırlık merkezinden daha aşağıda yer almaktadır. Bu nedenle patoloji bulunan seviyenin bir üstündeki vertebraya da fiksasyon uygulanması daha uygun olacaktır.

2.9.Füzyon

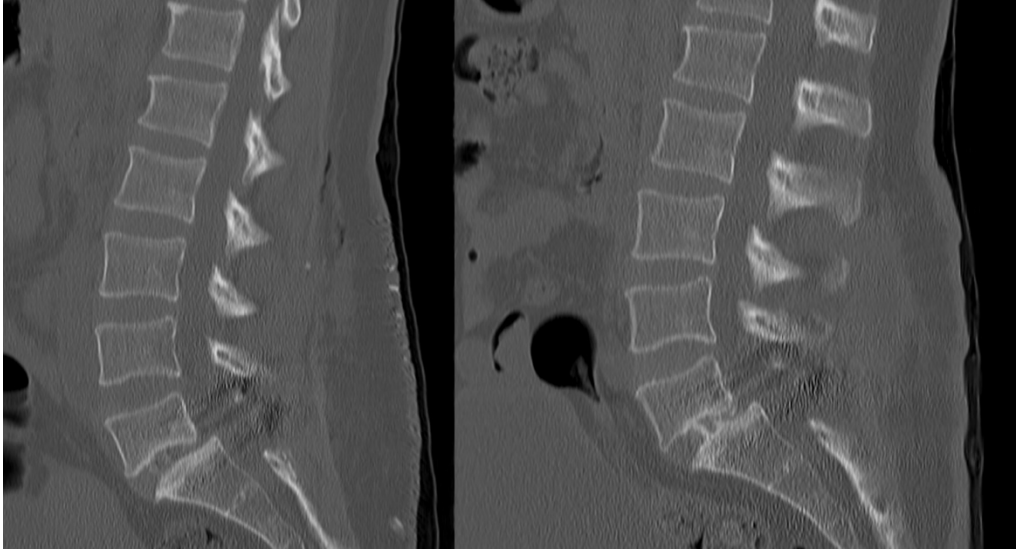
Yirminci yüzyılın başlarında olgularda fiksasyonla birlikte füzyon uygulanması düşüncesi ilk kez ortaya çıkmıştır. Bu yıllarda füzyon spinöz çıkıntı üzerine kemik greft

yerleştirilerek yapılmış ve nonfüzyon oranı yüksek tespit edilmiştir. Posterolateral füzyon uygulamasına transvers çıkıntı ve fasetlerin de dahil edilmesiyle füzyon kitlesinin daha az gerilmeye maruz kaldığı ve daha iyi vaskülarizasyon sağlandığı tespit edilmiş ve daha yüksek başarı oranları elde edilmiştir.⁷³

Kallus normal kemik yapısına dönüşüncüye dek çeşitli aşamalardan geçmektedir. İyileşmenin erken dönemlerindeki granülasyon dokusu düşük dirence sahiptir ve kısıtlı bir gerilmeyi tolere edebilmektedir. Optimal gerilme füzyon iyileşmesini başlatırken, aşırı düşük gerilme osteopeni ile sonuçlanmaktadır.⁷⁴ İyileşme sürecinde dokunun maruz kaldığı gerilme tolere edebileceğinden fazla ise de nonfüzyon meydana gelmektedir.⁷⁵

Lumbosakral bölgede nonfüzyon oranı hareket ve gerilmenin fazla olması nedeniyle yüksektir. Nonfüzyon oranını azaltmak için komşu vertebra arasındaki hareket rijit fiksasyon materyalleri ile kısıtlanır.^{74,76}

Greft ve implant yerleştirilmesi ile vertebra korpusu ve posterior bölgenin dışında üçüncü bir yük taşıma bölgesi oluşturulmaktadır. Bu sayede yük vertebra korpuslarından posteriora doğru yer değiştirmektedir. İmplant, uygulandığı alandaki yükü üzerine alarak greftin ve omurganın aşırı gerilmesini önler. Bu durum füzyonun başarısını ve stabiliteyi etkiler.⁷⁶



Şekil 7: Füzyon oluşumu

Etkilenen segmentin rekonstrüksiyonu için yaygın olarak kullanılan posterior transpediküler enstrümantasyonun başlıca avantajları şunlardır: Her üç kolonun stabilizasyonu sağlanır, normal hareketli komşu segmentler korunur, daha güçlü kavrama

kuvveti uygulanır, mekanik ağrının azaltılması sağlanır, deformitenin ilerlemesi önlenir ve erken mobilizasyon sağlanır.⁵⁸

İnterbody füzyon uygulanması, anterior kolon yetmezliği olan olgularda füzyon hızını arttırmaktadır.⁷⁷ Anterior destek eklenmeyen transpediküler enstrümantasyonlu olgularda ise aksiyal yük vidalar üzerinde aşırı gerginlik yaratır. PLIF uygulaması ile posterolateral füzyona göre daha iyi stabilite sağlanmakta ve daha yüksek füzyon başarı oranı elde edilmektedir.⁵⁸

Füzyonun yapısal bütünlüğü konvansiyonel grafiler ve BT ile değerlendirilebilir. Dinamik grafilerde hareket görülmemesi, greft segmentleri boyunca uzanan trabeküler kemik patern ve implant çevresinde halo görülmemesi başarılı füzyon kriterleridir.⁷⁸ Başarılı artrodez dekortike kemik alanının ve greft materyalinin yeterliliğiyle, aşırı hareket olmayışıyla ve zengin damarlanma ile ilişkilidir. Tekrarlayan harekete maruz kalan füzyon kitlesi üzerinde oluşan makaslama ve gerilme kuvveti psödoartroz riskini arttıracığından, mobilitesi artmış hareket segmenti stabilize edilerek füzyon devamlılığı sağlanmalıdır.

Füzyon bölgesinde artmış stres, yetersiz stabilizasyon ve metabolik bozukluklar başarısız spinal füzyonun başlıca nedenleridir.⁷⁷ Osteoporoz, D vitamini eksikliği, malabsorpsiyon sendromları, sigara ve alkol kullanımı gibi metabolik bozukluklar psödoartroz gelişiminde rol oynayan hastaya ait faktörlerdir. Geçirilmiş cerrahi ya da bir seviyeden daha fazla füzyon uygulanması da psödoartroz riskini artırır.⁷⁹

Direkt ve oblik grafiler başarısız spinal füzyonu saptamak için uygulanabilecek başlangıç görüntülemeleridir. Ancak füzyonu saptamada gösterdikleri yeterliliği psödoartroz tanısı koyma noktasında göstermemektedirler. Üç boyutlu BT’de greft çevresinde kortikal ring varlığı füzyon varlığının en değerli bulgusudur.⁸⁰ Fleksiyon-ekstansiyon grafilerinde segmental hareket izlenmesi ise psödoartroz lehine tanı koymada standart kriter olarak kabul edilir.⁸¹ Füzyon alanında trabeküler kemik devamlılığının izlenmemesi, greft yüksekliğinin kaybı, greft pozisyonunda değişiklik, beklenen iyileşme süresinin ardından rod veya vidaların kırılması ya da kayması psödoartroz kriterleridir.

2.9.1. Peek Cage

PEEK, kortikal kemiğe benzer biyomekanik özelliklere sahip plastik bir madde olan polietereterketonun kısa adlandırmasıdır. Bu bileşik herhangi bir şekil ve boyutta işlenebilmesinin yanında, BT ve direkt grafilerde radyolüsenttir. Cage materyali şekline bağlı olarak farklı yaklaşımlarla yerleştirilebilmektedir. Su molekülü içermediğinden, MR

görüntülerinde görünürlüğü oldukça iyidir. Radyolüsent olduğundan, konumunun izlenmesine izin vermek için genellikle cihazın ön ve arka uçlarına küçük metal işaretler yerleştirilmektedir.⁸²

2.9.2. Posterior Lomber Interbody Füzyon (PLIF)

İstmk tip spondilolisteziste uzun bir süredir kullanılmakta olan PLIF'in tarihi 1950'lere uzanmaktadır.⁸³ Sağlam hareketli segmentleri koruyan, solid füzyon sağlayan ve erken mobilizasyona izin veren PLIF'in dezavantajı ise geniş fasetektomi gerektirmesi ve kökün fazla traksiyona maruz kalmasıdır.⁸⁴ İnterbody füzyon uygulaması ile diğer tekniklere göre daha yüksek oranda füzyon, daha iyi biyomekanik stabilite ve daha iyi klinik sonuçlar sağlanmaktadır.⁸⁵

PLIF cerrahisinde hasta prone pozisyonda operasyon için konumlandırılır. Orta hat insizyonu sonrası bilateral transvers çıkıntılar ortaya koyulacak şekilde paramedian kas disseksiyonu uygulanır. Total laminektomi ve pedikül sınırına kadar uzanan geniş fasetektomi yapılmalıdır. Bilateral mikrodisektomi uygulanmasının ardından kartilaj end platerler kazınır. Sentetik kemik materyal kafeslerin içine yerleştirilir. Uygun kalınlıktaki kafesler bilateral olarak intervertebral mesafeye yerleştirilir. İliak kemik ya da dekomprese edilen posterior kemik elemanlardan da füzyon için greft materyali alınabilmektedir.⁸⁶

PLIF cerrahisi sonrası erken dönemde; pulmoner, kardiyak, serebrovasküler, enfeksiyöz ve nörolojik komplikasyonlar gelişebilmektedir. Total fasetektomi uygulanması sonrası PLIF için kazanılan geniş manipülasyon alanı sayesinde geçmiş yıllara göre nörolojik komplikasyon oranı daha düşüktür. Enfeksiyon, nonfüzyon ve komşu segment dejenerasyonu ise geç dönemde ortaya çıkabilecek komplikasyonlardır. Komşu segment dejenerasyonu sıklıkla kranial segmentte ve bir önceki operasyondakine benzer özellikte hasarlanmayla ortaya çıkmaktadır. Komşu segment dejenerasyonunu arttıran faktörlerin başında sagittal dizilimin bozulması, komşu faset hasarı, gereğinden fazla seviyeye uygulanan enstrümantasyon gelmektedir.⁸⁷

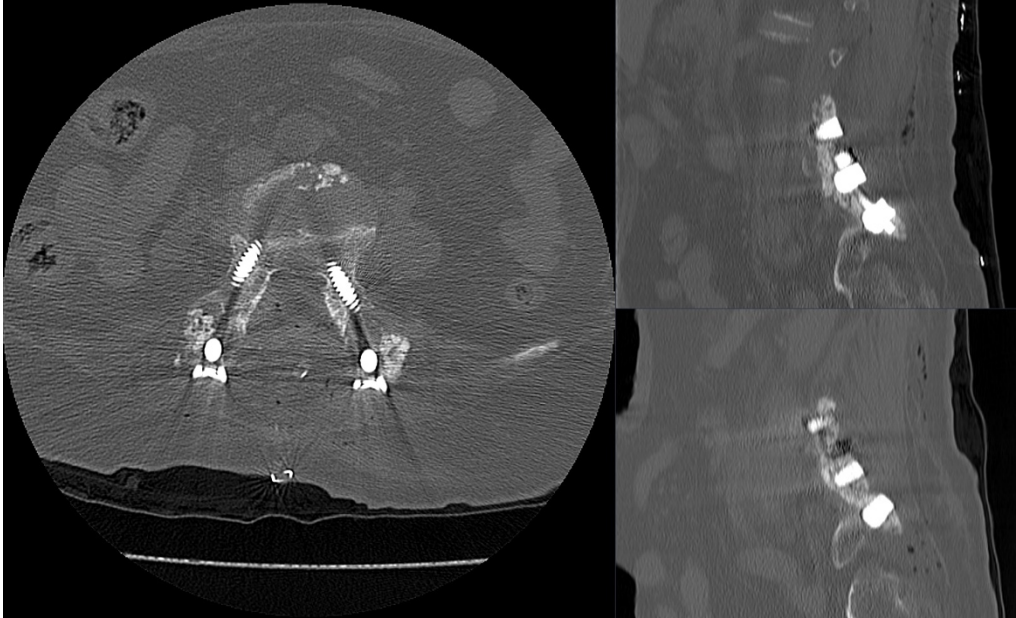
2.9.3. Transforaminal Lomber Interbody Füzyon (TLIF)

Temel amacı sirkumferensiyel artrodez olan TLIF, ilk kez 1980'li yıllarda tanımlanmıştır. TLIF için, unilateral hemifasetektomi ve far lateral diskektomi yapılmaktadır. Cageler unilateral olarak yerleştirilmektedir. Bunun klasik PLIF karşısında sağladığı en büyük avantaj, dura ve root retraksiyonunun çok daha az olması ve klasik PLIF'in aksine L3-S1 aralığının üzerindeki segmentlere de uygulanabilmesidir.⁸⁸ Sağladığı

yüksek füzyon oranı, düşük komplikasyon riski ve iyi klinik sonuçlar nedeniyle popüleritesi günden güne artmaktadır.⁸⁹ PLIF endikasyonu olan hastalarda kullanılabilirlikle birlikte, TLIF özellikle uzak lateral basısı olan ve disk yüksekliği azalmış vakalarda öncelikli tercih edilmelidir.

2.9.4. Posterolateral Füzyon (PLF)

Transvers çıkıntılarının dekortike edilmesinin ardından otojen greft veya yapıldıysa laminektomi materyallerinin posterolateral alana yerleştirilmesi ile uygulanır.⁹⁰ Sigara içiminin füzyonu olumsuz etkilediği saptanmıştır. Semptomatik listezisin cerrahi tedavisinde daha etkili sonuçlar için segmental stabilizasyonla birlikte posterolateral füzyon uygulaması önerilmektedir.



Şekil 8: Posterolateral füzyon

2.10. Komplikasyonlar

Ortaya çıkış zamanına göre spondilolistezis cerrahisinin komplikasyonları erken ve geç dönem olarak ikiye ayrılabilir. Nörovasküler yapı yaralanması, yeni gelişen nörolojik defisit, BOS fistülü, organ yaralanmaları, derin ven trombozu ve anesteziye ait komplikasyonlar erken dönem komplikasyonların başlıcalarıdır. Psödoartroz, implantta meydana gelen gevşeme veya kırılma, greft rejeksiyonu, cerrahi alan enfeksiyonu ise başlıca geç dönem komplikasyonlardır. Psödoartroz belirli risk gruplarında daha fazla görülmektedir ve her zaman semptomatik olmayabilir. Greftin beslenmesi anemi,

postmenopozal osteoporoz, malabsorbsiyon sendromu, D vitamini eksikliği, sigara ve alkol kullanımını durumlarında etkilenir ve sonuçta füzyon yetmezliğine neden olur.⁸⁰

Psödoartroz tanısı koymak güç olabilir. Semptomların 1 yıldan uzun sürmesi veya yeni semptomların ortaya çıkması psödoartroz gelişimini destekler. Direkt grafide görülen dejeneratif değişiklikler ile olası psödoartroz tanısı koyulabilmekle beraber, en kesin tanı operatif eksplorasyon ile koyulabilir. Radyolojik olarak füzyon yetersizliği ise en etkili biçimde BT ile tespit edilebilmektedir. Spinal enstrüman varlığından daha az etkilenen bir görüntüleme yöntemi olan sintigrafi ile de füzyon sağlamlığını saptamak mümkün olabilir. Sintigrafi ile postoperatif 6 aylık süreçte füzyon bölgesinde artmış uptake saptanan olgularda füzyon sürecinin iyi ilerlediği söylenebilmektedir. Bu süre 1 yıla uzadığında saptanan artmış uptake ise devam eden neoplastik ya da inflamatuvar bir sürece işaret etmektedir.^{77,91}

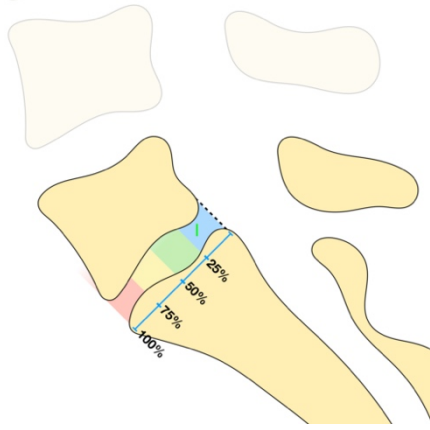
Proksimal yönde gereğinden uzun gerçekleştirilmiş füzyonsuz enstrümantasyon sonrası hareket segmenti kaybı meydana gelir. Buna bağlı olarak da ilk açık eklemde gereğinden fazla yüklenme oluşur.⁴ Eğilme ve makaslama kuvvetleri listezise bağlı deformitesi düzeltilmeyen hastalarda aynı şekilde devam edeceğinden, başarılı füzyon sağlansa dahi kayma progresyonunun önüne geçilemeyebilir. Tamamlanan füzyona rağmen, yüksek gradeli deformitenin yaratacağı kuvvetli fleksiyon momenti lumbosakral kifoz oluşumuna neden olabilir. 30°'yi aşan lumbosakral kifozu bulunan hastalarda sagittal dengeyi korumak için ortaya çıkan torakolomber omurga hiperekstansiyonuna bağlı kas yorgunluğu, faset eklem ve disk dejenerasyonu görülebilir.⁴

2.11.Ölçümler

Spondilolistezis olgularında, kayma miktarını ve omurga dizilimindeki bozulmanın düzeyini belirlemek adına çeşitli radyolojik ölçümler gerçekleştirilmektedir.

2.11.1.Meyerding Evrelemesi

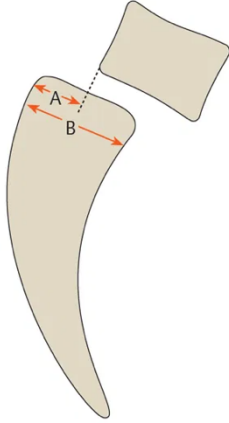
Grade I korpustaki %25'e kadar kaymayı, grade II %25-50 arası kaymayı, grade III %50-75 arası kaymayı, grade IV ise %75-100 arası kaymayı ifade etmektedir. Grade V veya spondiloptoz ise %100'den fazla olan kaymaları belirtmek için kullanılmaktadır.



Şekil 9: Meyerding evrelemesi (www.radiopedia.org)

2.11.2.Kayma Yüzdesi

Kaymanın gerçekleştiği seviyedeki komşu iki vertebranın posterior korteksleri arasındaki mesafenin, kaudaldeki vertebranın ön arka mesafesine olan oranı kayma yüzdesi olarak belirlenmektedir. Kayma yüzdesi Taillard tarafından tanımlanmıştır.⁹²



Şekil 10: Kayma yüzdesi (www.radiologykey.com)

2.11.3.Kayma Açısı

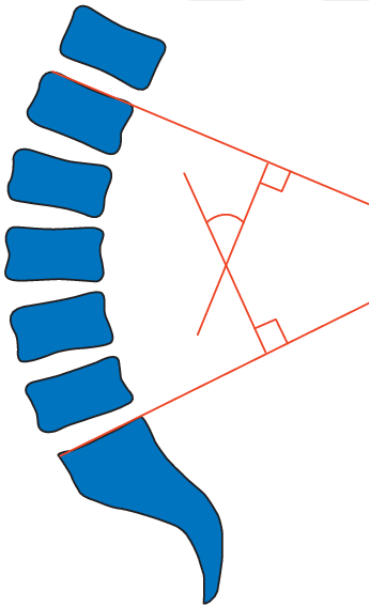
Kranialdeki vertebranın inferior end plate'i ile kaudaldeki vertebranın superior end plate'inden geçen doğruların kesişim açısı kayma açısı olarak tanımlanmıştır.



Şekil 11: Kayma açısı (www.slideshare.net)

2.11.4.Lomber Lordoz Açısı

Birinci lomber vertebra korpusunun üst end plate'inden geçen doğruya indirilen dikme ile, birinci sakral vertebra korpusunun üst end plate'inden geçen doğruya indirilen dikmenin arasında kalan açı lomber lordoz açısıdır.



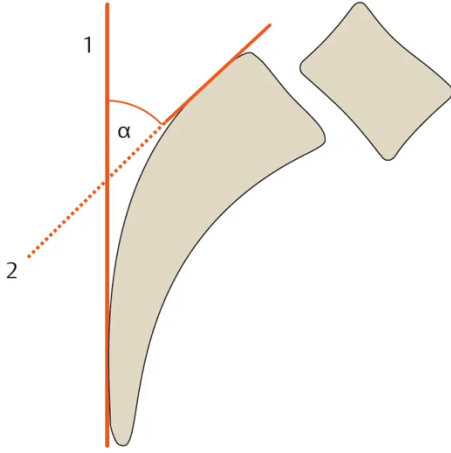
Şekil 12: Lomber lordoz açısı (www.hindawi.com)



Şekil 13: Operasyon sonrası lomber lordoz açısındaki değişim

2.11.5.Sakral İnklinasyon Açısı

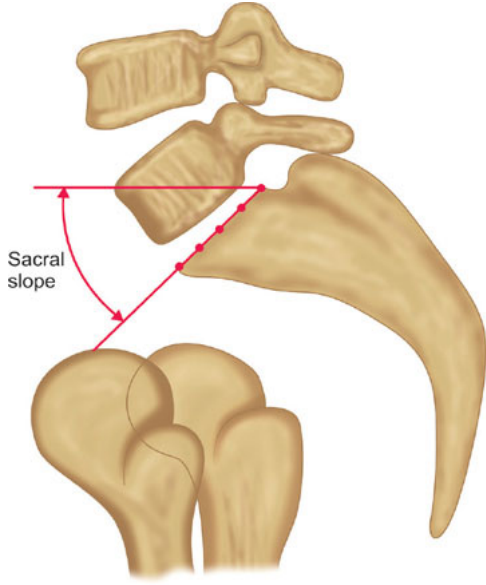
İlk sakral vertebra korpusunun posterior sınırından çizilen çizgi ile vertikal plan arasındaki açıdır.



Şekil 14: Sakral inklinasyon açısı (www.radiologykey.com)

2.11.6.Sakrohorizontal Açısı

İlk sakral vertebra korpusunun üst end plate'i ile horizontal plan arasındaki açıdır.



Şekil 15: Sakrohorizontal açı (www.jaypeedigital.com)



Şekil 16: Operasyon sonrası sakrohorizontal açıdaki değişim

2.11.7. İntervertebral Disk Yüksekliği

Komşu vertebraların end plate'leri arasındaki mesafedir.

2.12. Görüntüleme Yöntemleri

Spondilolistezisin tanısını koyma ve tedavinin etkinliğini değerlendirme noktasında çeşitli görüntüleme yöntemlerinden faydalanılmaktadır.

2.12.1.Direkt Grafi

Lateral ve oblik grafi; pars defektinin ve kaymanın tespitinde BT'ye nazaran daha az radyasyon yükü taşınması, daha az maliyetli oluşu ve daha hızlı görüntüleme sağlanması nedeniyle ilk planda tercih edilebilmektedir. Fleksiyon-ekstansiyon grafi ise hareketle artan kaymanın ortaya koyulmasında ve psödoartrozun tespitinde önemli veriler sağlayabilmektedir.

2.12.2.Bilgisayarlı Tomografi

Özellikle dejeneratif süreçlerin de eklendiği spondilolistezis vakalarında omurga anatomisi karmaşık bir yapıya dönüşebilmektedir. BT görüntülemesi hem semptomların sebebinin ortaya koymak için, hem de uygun cerrahi enstrüman materyalini belirleme noktasında yapılacak pedikül uzunluk ve çap ölçümlerinde hekim için yol gösterici olmaktadır. Aksiyel plandaki inkomplet ring işaretinin görülmesi spondilolistezis için tanı koydurucudur.^{4,41,42} Yalnız operasyon öncesi değerlendirme için değil, operasyon sonrası malpozisyonun belirlenmesi ve geç dönemde psödoartroz tanısının koyulabilmesinde de BT değerli bir görüntüleme yöntemidir.⁴⁴

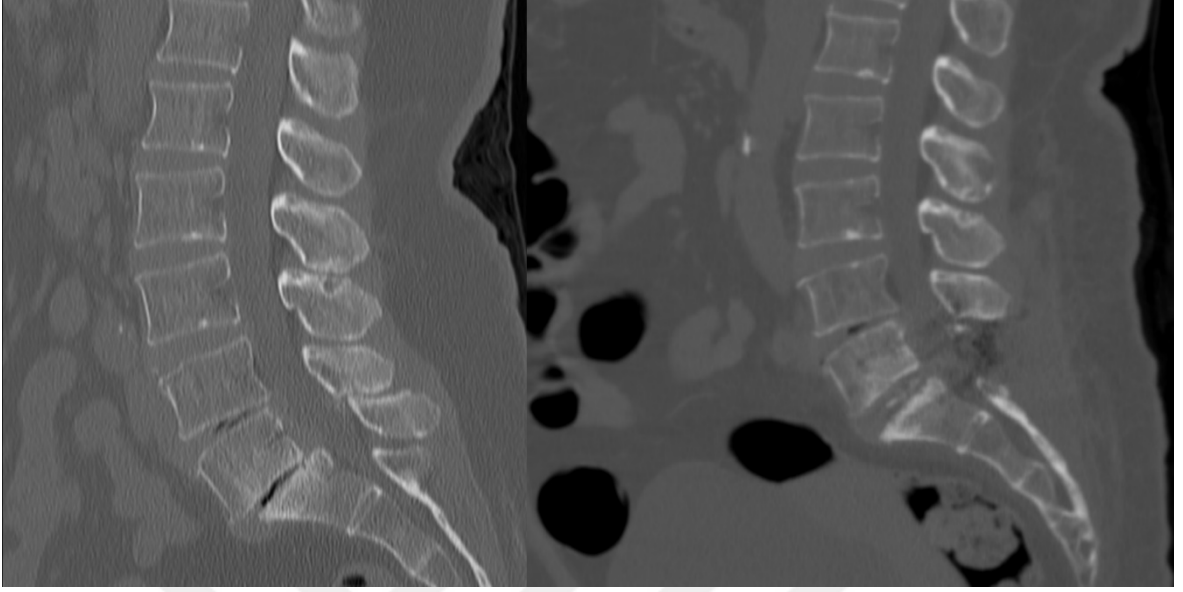
2.12.3.Manyetik Rezonans

Spondilolisteziste MR görüntülemesi sayesinde pars interartikularis defektinin tespit edilmesi, nöral foramenlerin genişliği hakkında fikir sahibi olunması sağlanır.^{4,41,93} Yumuşak dokuların görüntülenmesindeki üstünlüğü sayesinde MR ile disklerin kalsifikasyon düzeyinin gösterilmesi, yumuşak doku veya disk patolojilerine ait sinir kökü basılarının ortaya koyulması mümkün olmaktadır.⁴¹

2.12.4.Kemik Sintigrafisi

Akut pars defekti bulunan spondilolistezis olgularında radyolojik inceleme henüz negatifken sintigrafisi pozitiflik gösterebilmektedir. Radyolojik görüntülemeye tespit edilemeyen ancak sintigrafide pozitif tutulum gösteren bir hasarlanma yakın döneme ait olarak değerlendirilip immobilizasyonla iyileşebilirken, radyolojik olarak tespit edilen ancak sintigrafide tutulum göstermeyen bir hasarlanma eski lezyon olarak değerlendirilip cerrahi tedavi düşünülmelidir. Bu nedenle pars defektine yönelik konservatif tedavi ve immobilizasyonun fayda sağlayıp sağlamayacağını öngörülmesinde kemik sintigrafisi değerlidir.^{4,42,44}

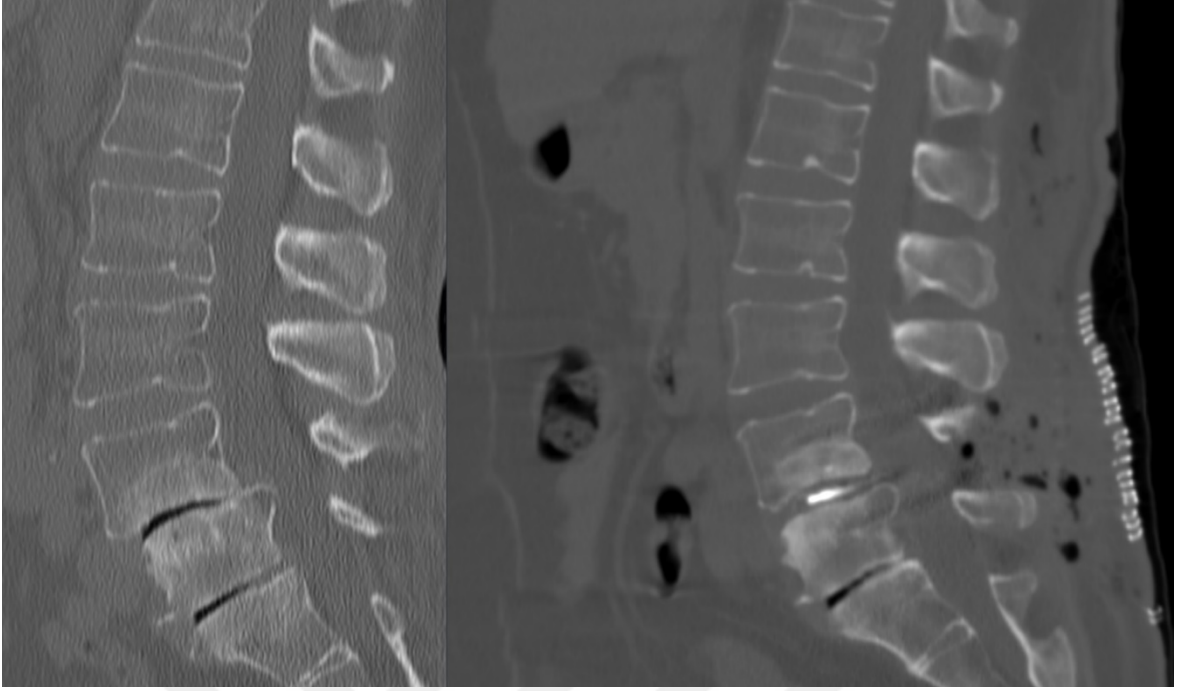
2.13.Olgularımızdan Örnekler



Şekil 17: IBF uygulanan hastada operasyon sonrası disk yüksekliğinde artış ve redüksiyon sağlanması



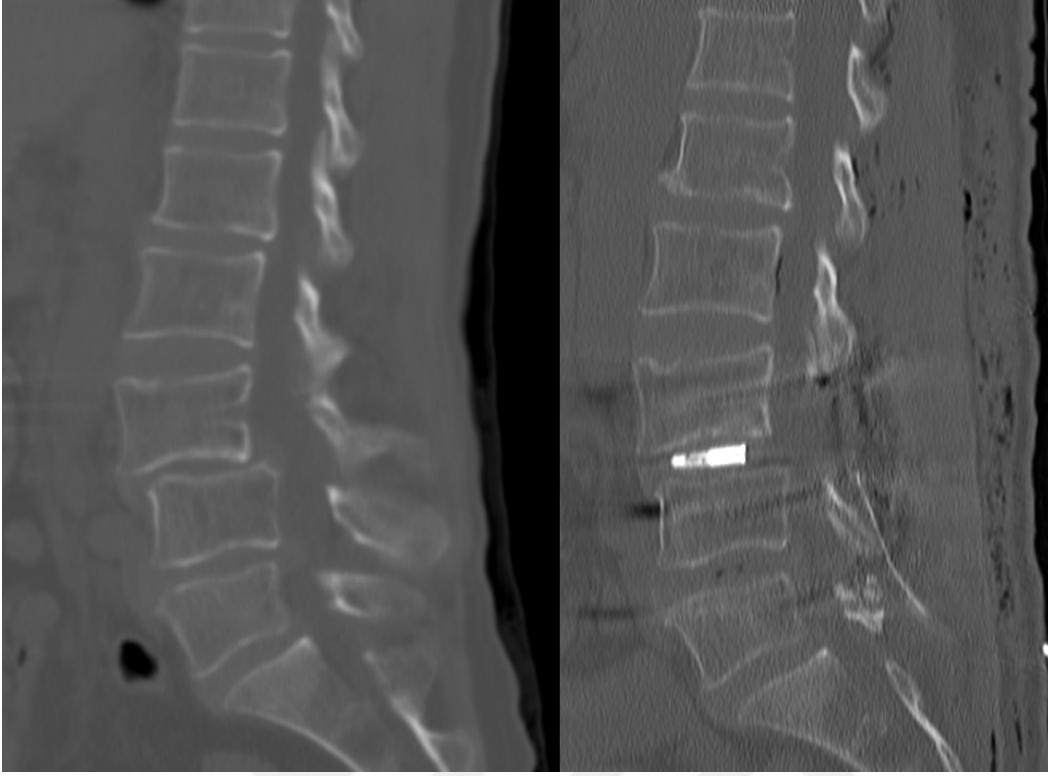
Şekil 18: IBF uygulanan hastada geç dönemde gerçekleşen füzyonun gösterimi



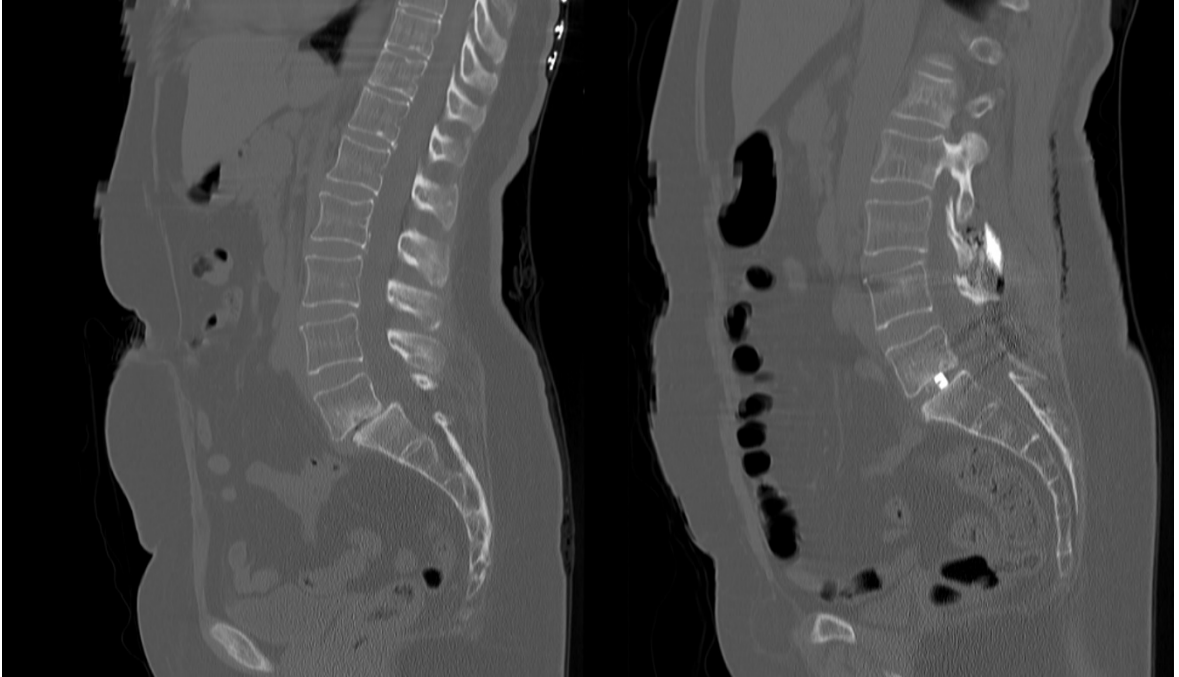
Şekil 19: IBF uygulanan hastada operasyon sonrası redüksiyonun sağlanması



Şekil 20: IBF uygulanan hastada operasyon sonrası disk yüksekliğinde artışın gösterimi



Şekil 21: IBF uygulanan hastada operasyon sonrası disk yüksekliğinin geri kazanılması



Şekil 22: IBF uygulanan hastada operasyon sonrası redüksiyonun gösterimi

3.GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma 12.01.2021 tarihinde Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Etik Kurulundan 2021/13 protokol numarası ile onay alınarak gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmaya Nisan 2010 ve Nisan 2019 tarihleri arasında Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Nöroşirurji Kliniği'nde lumbosakral spondilolistezis tanısıyla ameliyat edilen 45 hasta dahil edilerek retrospektif olarak incelenmiştir. Hastalar sadece lomber transpediküler vida kullanılmış olanlar ve transpediküler vida ile birlikte lomber interbody füzyon yapılmış olanlar şeklinde başlıca iki gruba ayrılmıştır. Tüm hastaların operasyonunda kullanılan cerrahi materyallerin (transpediküler vida, rod ve interbody cage) aynı hammaddeden üretildiği ve benzer dizayna sahip olduğu teyit edilmiştir. Hastaların radyolojik görüntülemelerinin aynı BT ve MR cihazlarında gerçekleştirilmiş olmasına özen gösterilmiştir.

Çalışmaya alınan bütün hastaların, operasyon öncesi ve operasyon sonrası erken dönemde çekilmiş olan BT görüntülerinde lomber lordoz açısı, sakrohorizontal açı, sakral inklinasyon açısı, intervertebral disk yüksekliği ve kayma açısı belirlenerek sonuçları istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Tüm ölçümler aynı araştırmacı tarafından, aynı bilgisayar kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Olguların yaşları, cinsiyetleri, spondilolistezis tipleri, ağrı düzeyleri, BMI değerleri, yatış süreleri araştırılmıştır. Ağrı düzeyinin değerlendirilmesinde VAS (Vizüel Analog Skala) kullanılmıştır.

Ameliyat öncesi tüm hastalar direkt ön-arka ve lateral lumbosakral grafi, fleksiyon-ekstansiyon grafisi, lomber BT ve lomber MR görüntülemeleri ile değerlendirilmiştir. Bu görüntüler ve klinik bulgular ışığında spondilolistezis tipi ve seviyesi belirlenerek kaydedilmiştir. Spondilolistezis tipi belirlenirken Wiltse sınıflaması kullanılmıştır. Yine mevcut görüntülemeler yardımıyla pars defekti ve instabilite varlığı araştırılmıştır. Spondilolistezis olgularında kayma derecesi belirlenirken Meyerding derecelendirme sistemi, instabilite varlığını saptamak için ise White ve Panjabi kriterleri baz alınmıştır. Meyerding kayma oranı, kayma yüzdesi ve kayma seviyesinde intervertebral disk yüksekliği ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

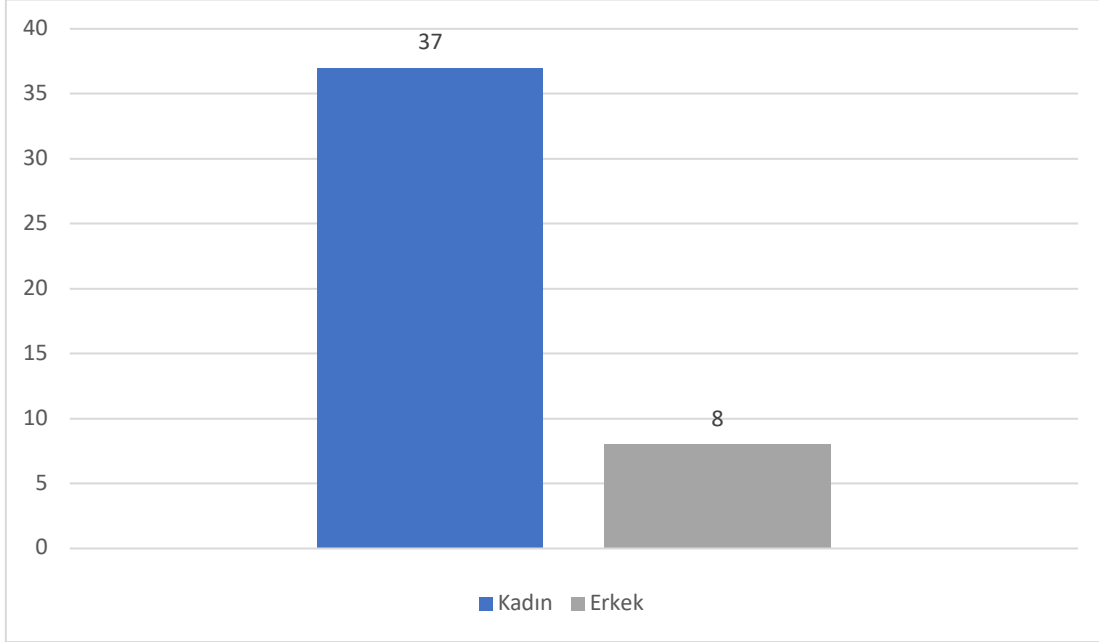
Cerrahi tedavi endikasyonu koyarken esas alınan kriterler ise; öncelikle kaymanın progresyonu ve nörolojik defisit gelişmesi, mesane ve bağırsak disfonksiyonu, semptomlarla birlikte radyolojik instabilite varlığıdır. Bununla birlikte uygulanan konservatif tedaviye cevapsızlık ve majör semptomların devam etmesi, mevcut nörolojik

defisitlerin ve diğerklinik bulguların hastanın günlük yaşam kalitesini düşürmesi de cerrahi endikasyon sınırları içerisine alınmıştır. Hastaların ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası erken dönemdeki klinik ve radyolojik değişiklikleri gözlemlenmiştir. Ameliyat sonrası erken ve geç dönemde meydana gelen komplikasyonlar belirlenmiştir. Geç dönemde (1 yıl) füzyon oluşumunu değerlendirmek amacıyla direkt ön-arka ve lateral lumbosakral grafi, fleksiyon-ekstansiyon grafisi görüntülemeleri gerçekleştirilmiştir.

İstatistiksel değerlendirme IBM SPSS 20.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) paket programı ile yapıldı. Normal dağılıma uygunluk Shapiro-Wilk testi ile değerlendirildi. Normal dağılım gösteren değişkenler ortalama±standart sapma, normal dağılım göstermeyen değişkenler medyan (25.-75. persentil) olarak verildi. Kategorik değişkenler frekans (yüzde) olarak verildi. Gruplar arasındaki farklılıklar normal dağılım varsayımı sağlanmadığından Mann-Whitney U ve Kruskal-Wallis testleri ile belirlendi. Çoklu karşılaştırmalar için Dunn testi kullanıldı. Bağımlı örneklem karşılaştırmalarında eşleştirilmiş t testi ve Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanıldı. Kategorik değişkenler arasındaki ilişkiler Ki-kare analizi ile değerlendirildi. Nümerik değişkenler arasındaki ilişkilerin analizinde Pearson ve Spearman korelasyon analizi kullanıldı. İki yönlü hipotezlerin testinde $p<0.05$ istatistiksel önemlilik için yeterli kabul edildi.

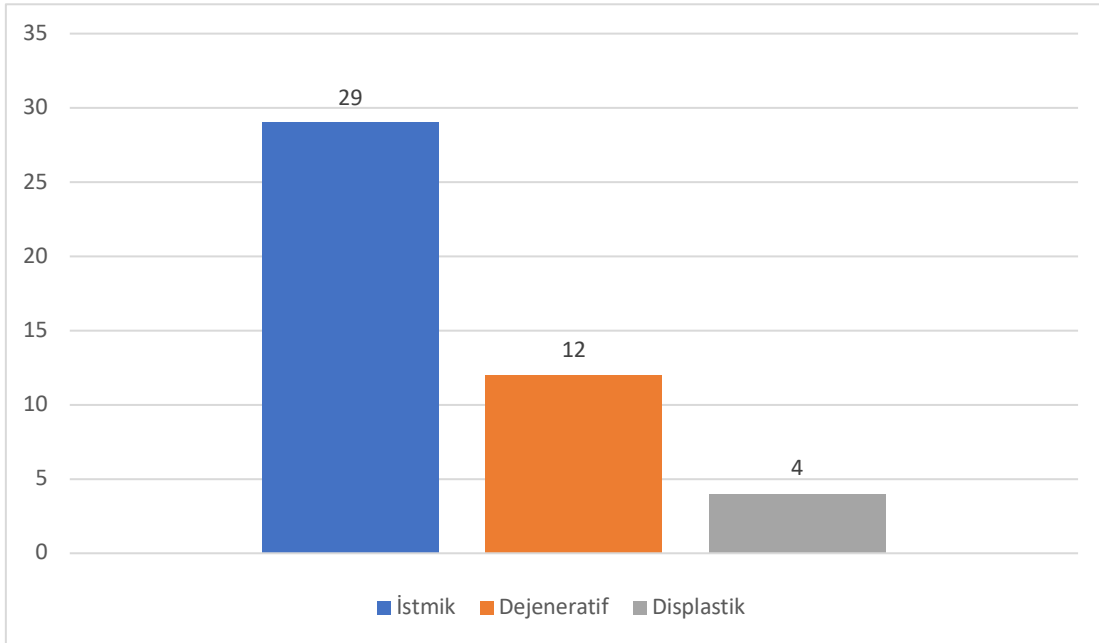
4.BULGULAR

Kliniğimizde 2010-2019 yılları arasında 45 spondilolistezis olgusu opere edilmiştir. Olguların 37'si (%82.2) kadın, 8'i (%17.8) erkektir.



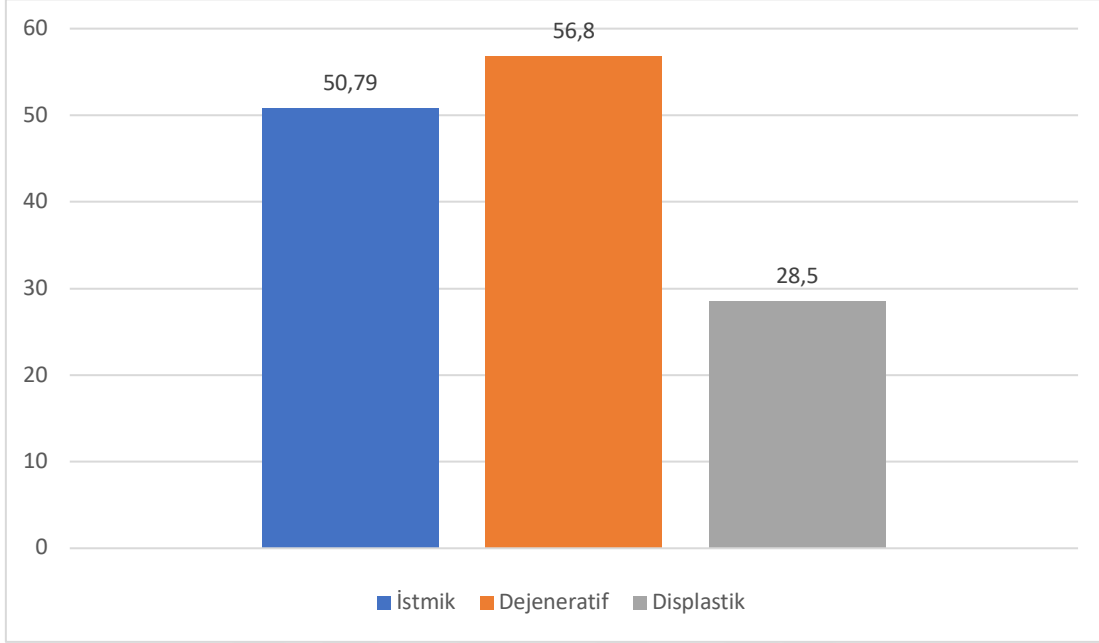
Grafik 1: Cinsiyete göre dağılım

Spondilolistezis tipine göre dağılıma bakıldığında istmik tipte 29 (%64.5), dejeneratif tipte 12 (%26.7), displastik tipte 4 (%8.8) olgu tespit edilmiştir.



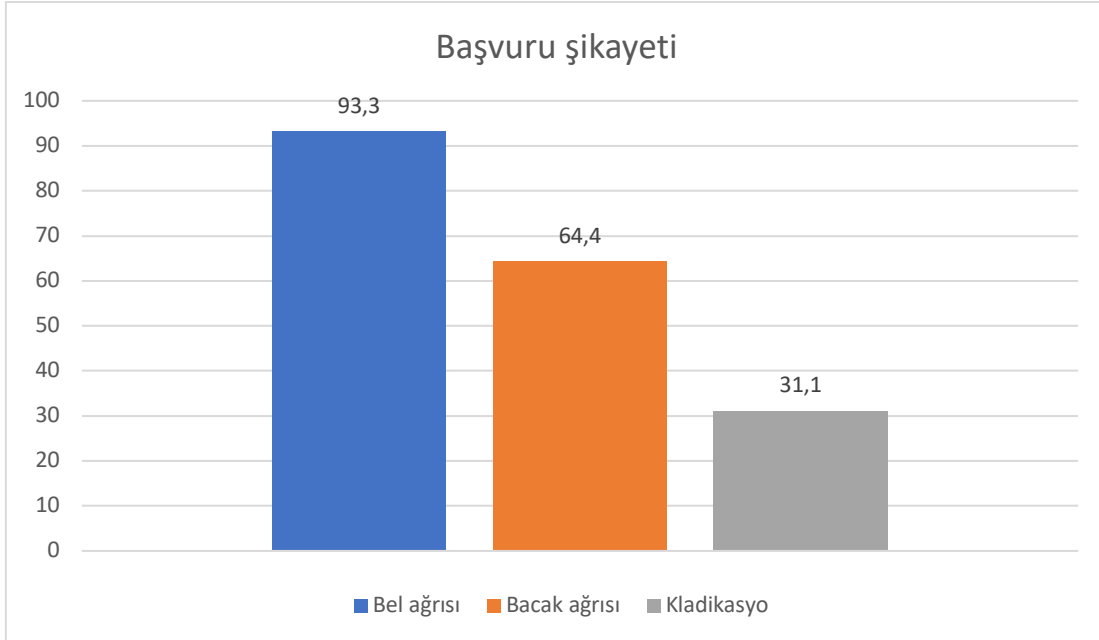
Grafik 2: Spondilolistezis tipine göre dağılım

Olgularımızın yaşları 25-77 arasında olup yaş ortalaması 50.42 ± 12.68 'dir. Olguların yaş ortalaması istmik tip için 50.79, dejeneratif tip için 56.8 ve displastik tip için 28.5'tir.



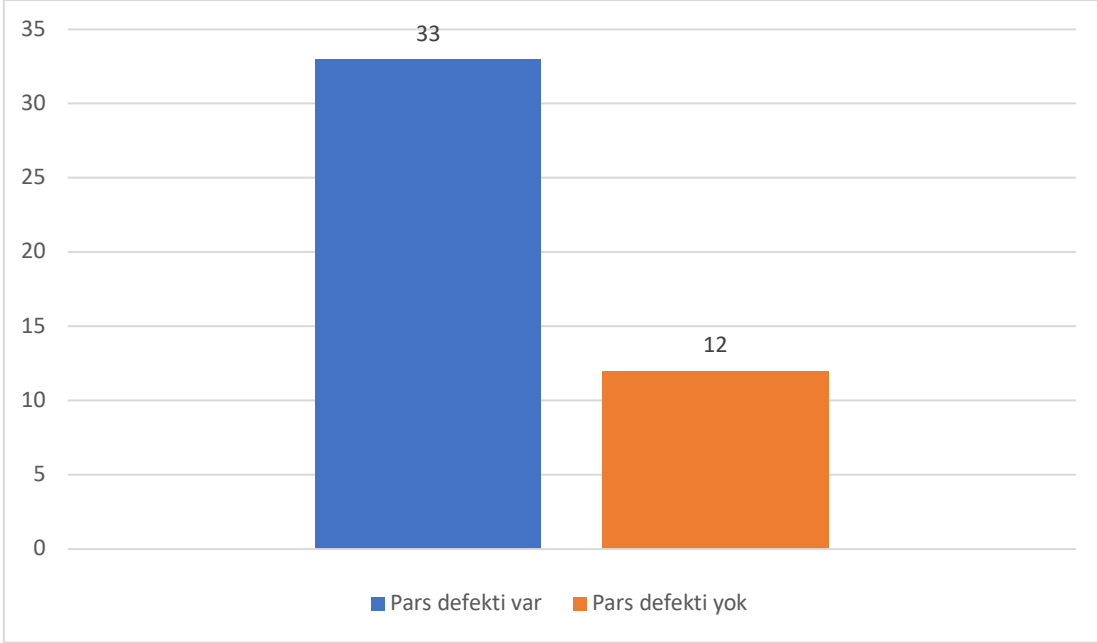
Grafik 3: Spondilolistezis tipine göre yaş ortalamaları

Olguların en sık başvuru şikayeti %93.3 oranla bel ağrısı olurken, bunu %64.4 ile bacak ağrısı ve %31.1 ile kladikasyo izlemektedir.



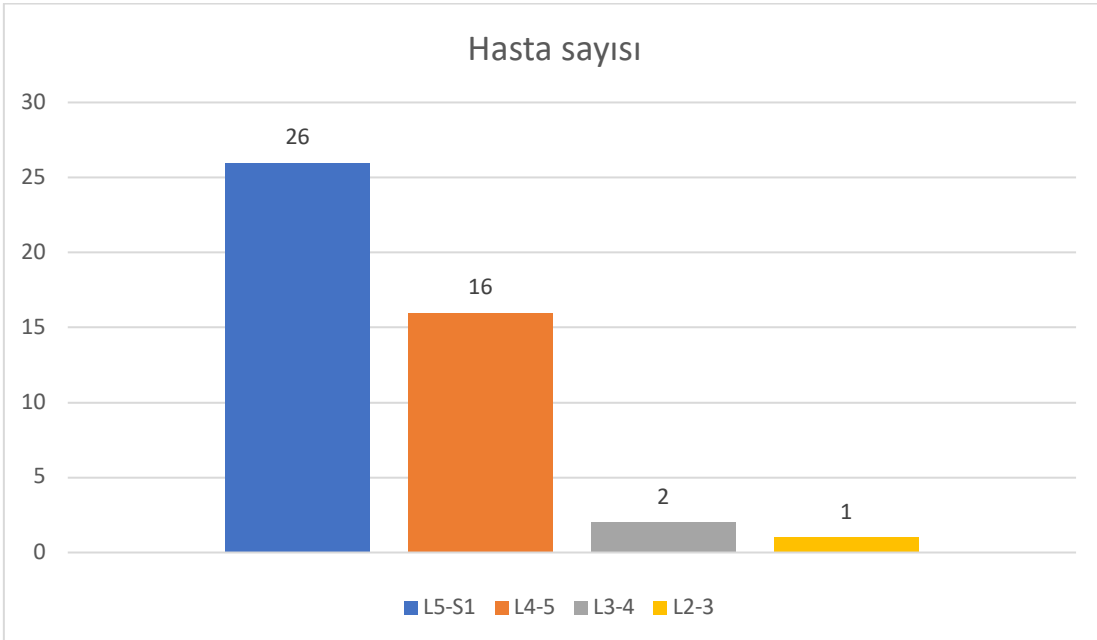
Grafik 4: Başvuru şikayet sıklıkları

45 hastanın 33 (%73.3)'ünde pars defekti bulunmaktadır.



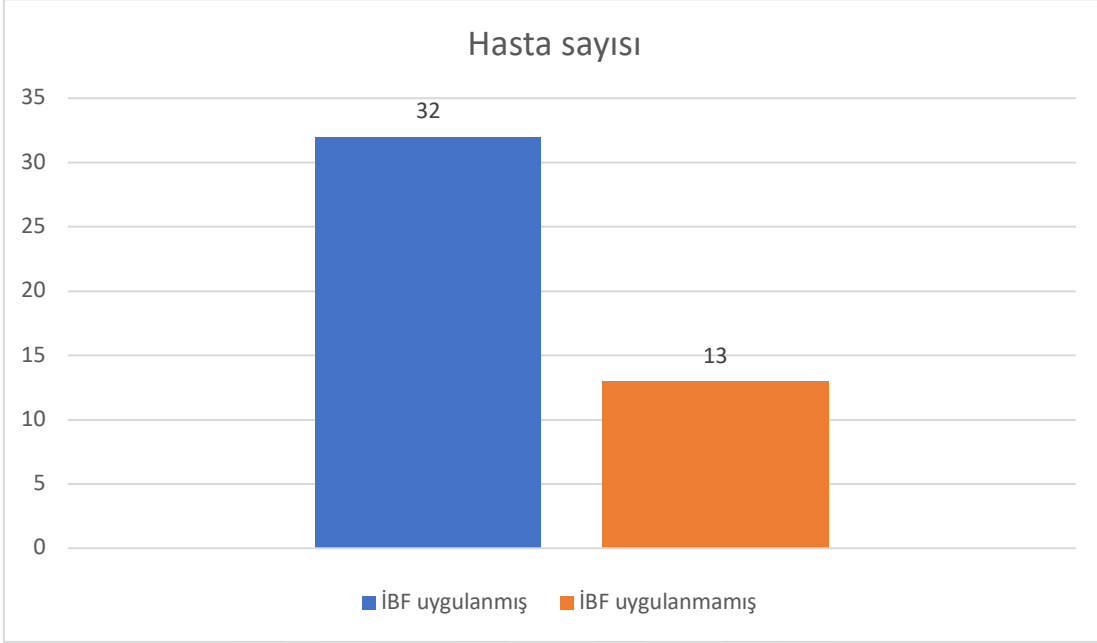
Grafik 5: Spondilolizis varlığına göre dağılım

Spondilolistezis bulunduğu vertebra düzeyine göre dağılım L5-S1 seviyesi için 26 (%57.8) olgu, L4-5 (%35.6) seviyesi için 16 olgu, L3-4 seviyesi için 2 (%4.4) olgu, L2-3 seviyesi için 1 (%2.2) olgu şeklinde gerçekleşmiştir.



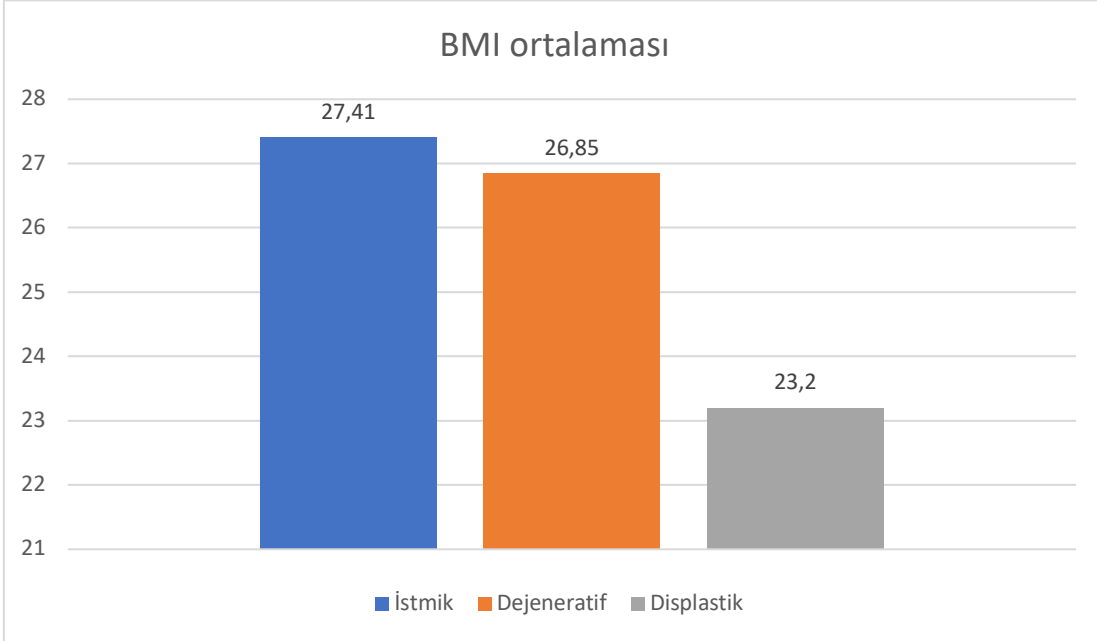
Grafik 6: Spondilolistezis seviyesine göre dağılım

Olguların 32 (%71.1)'sinde transpediküler vida uygulamasına interbody füzyon da eklenmiştir. 29 olguda PLIF, 3 olguda TLIF uygulanmıştır.



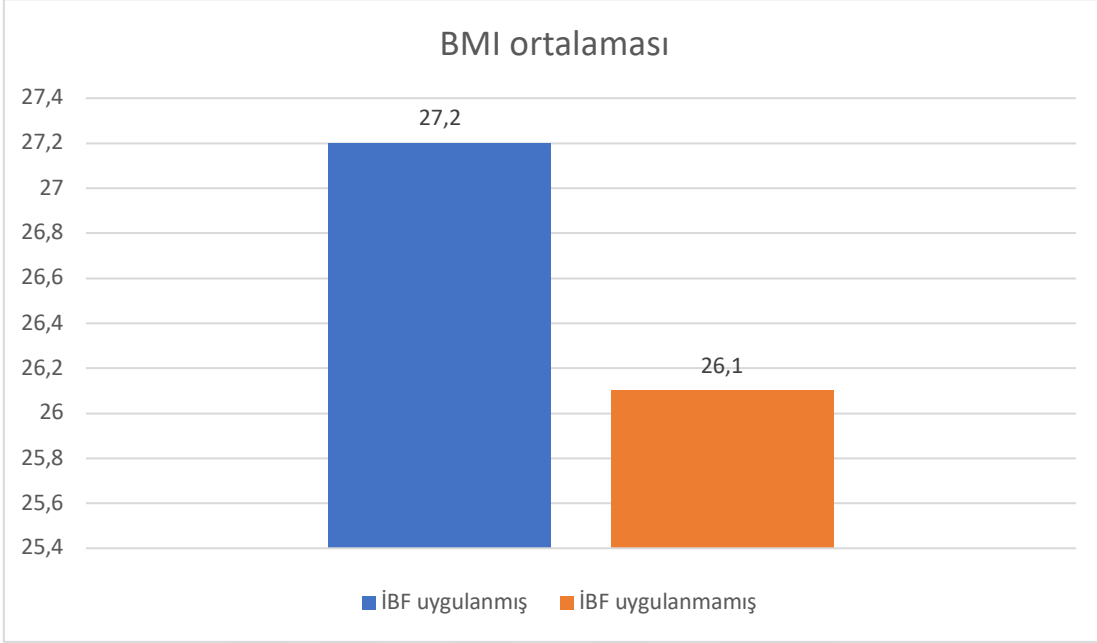
Grafik 7: İBF uygulamasına göre dağılım

Olguların BMI ortalaması $26,68 \pm 3.60$ 'dir.



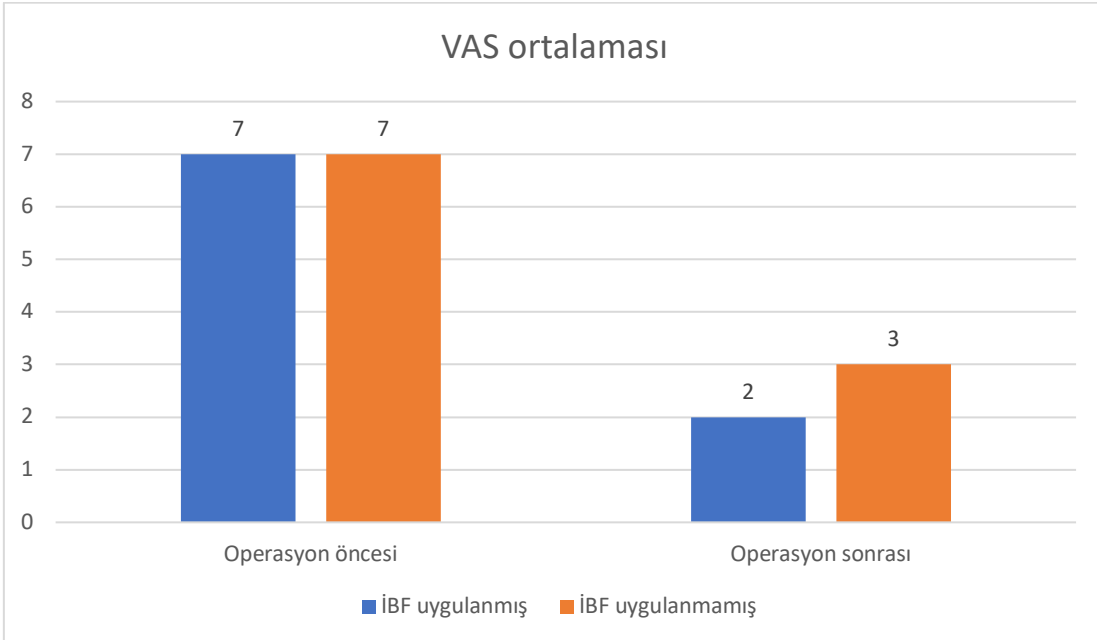
Grafik 8: Spondilolistezis tipine göre BMI ortalamaları

Olguların BMI ortalaması interbody füzyon uygulanan grup için 27.2 (24.42-29.52), interbody füzyon uygulanmayan grup için ise 26.1 (23-29.45)'dir.



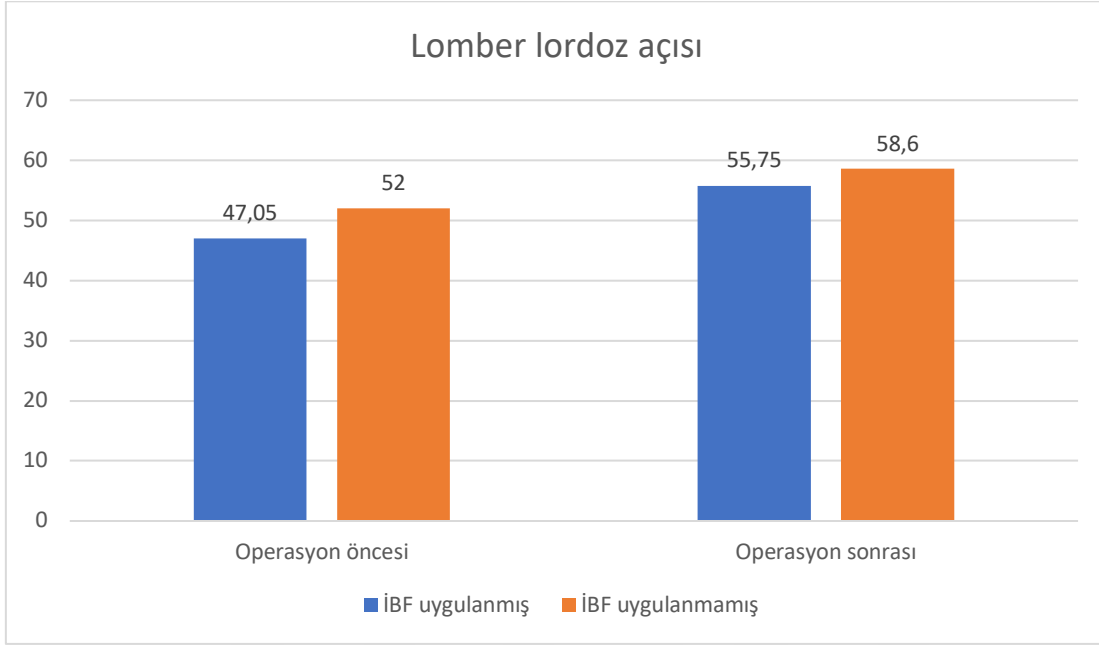
Grafik 9: İBF uygulamasına göre BMI ortalamaları

Olguların operasyon öncesi VAS skoru ortalaması 6.96 ± 1.04 , operasyon sonrası VAS skoru ortalaması ise 2.33 ± 0.85 'dir.



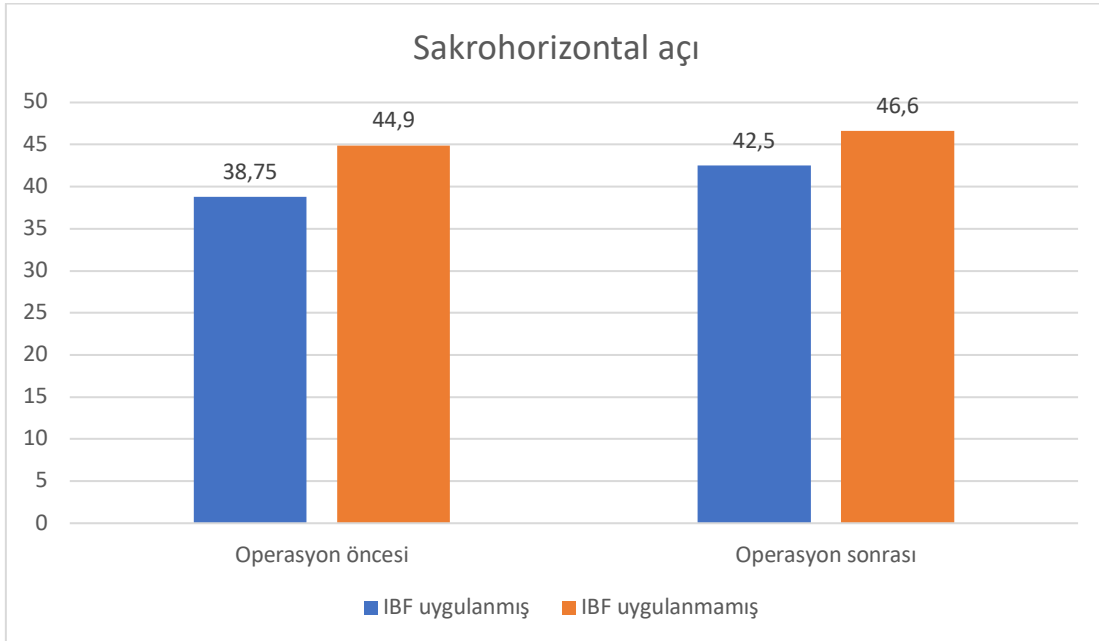
Grafik 10: İBF uygulamasına göre VAS ortalamaları

Olguların operasyon öncesi lomber lordoz açısı ortalama $49.63 \pm 10.09^\circ$, operasyon sonrası lomber lordoz açısı ortalama $56.11 \pm 9.64^\circ$ dir.



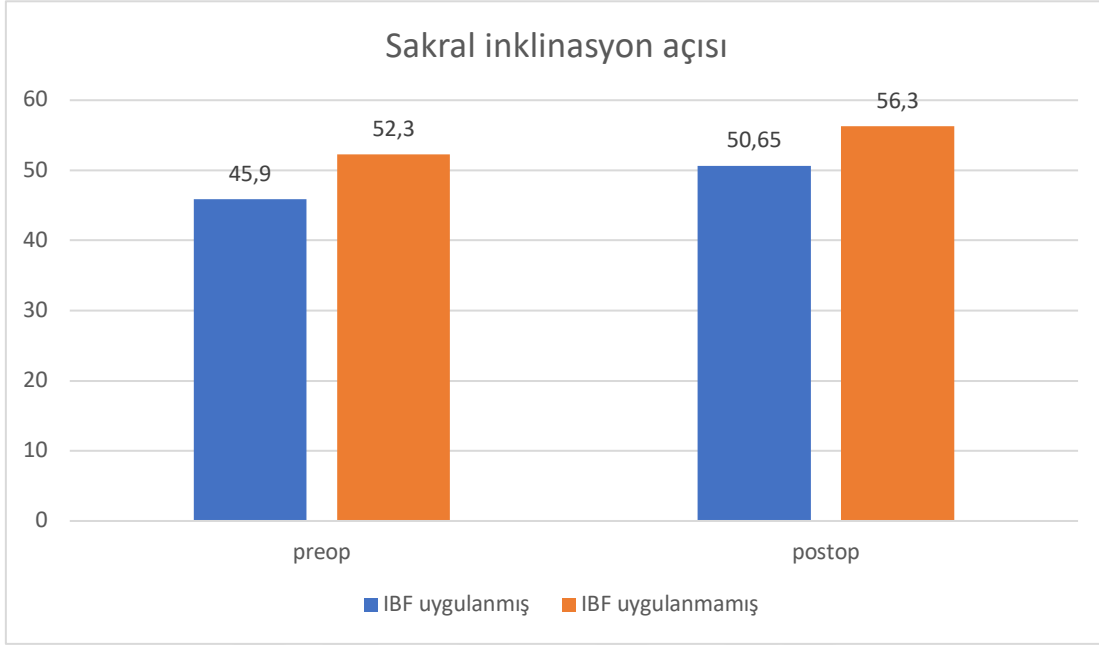
Grafik 11: İBF uygulamasına göre lomber lordoz açısı ortalamaları

Sakrohorizontal açı ameliyat öncesi ortalama $41.3 \pm 8.49^\circ$, ameliyat sonrası ortalama $44.14 \pm 8.11^\circ$ dir.



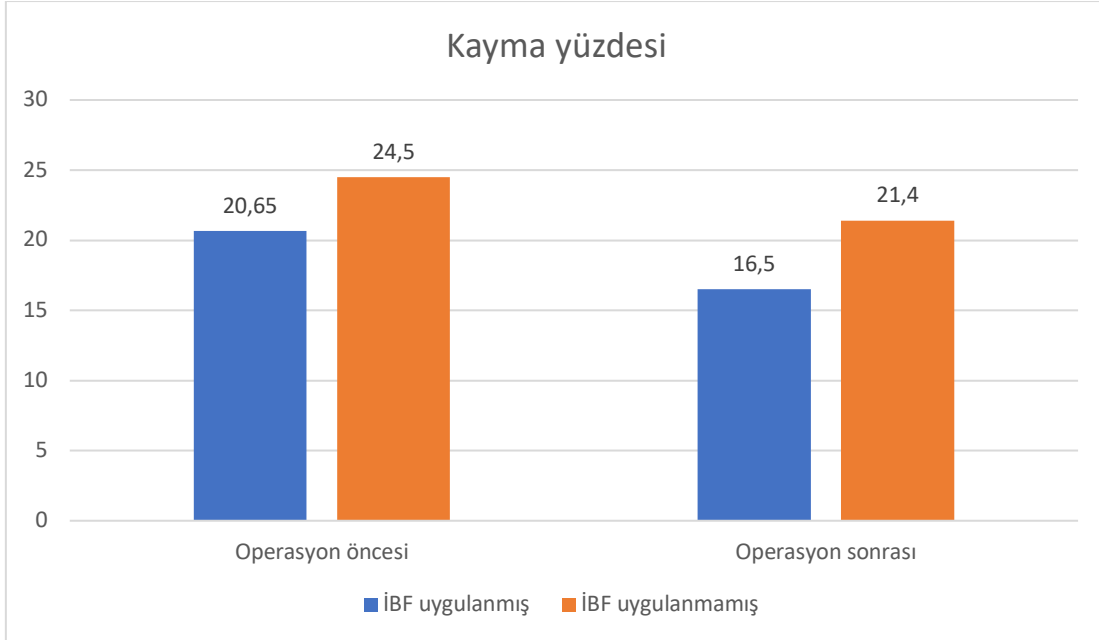
Grafik 12: İBF uygulamasına göre sakrohorizontal açı ortalamaları

Sakral inklinasyon açısı ameliyat öncesi ortalama $47.89 \pm 7.24^\circ$, ameliyat sonrası ortalama $51.8 \pm 7.12^\circ$ dir.



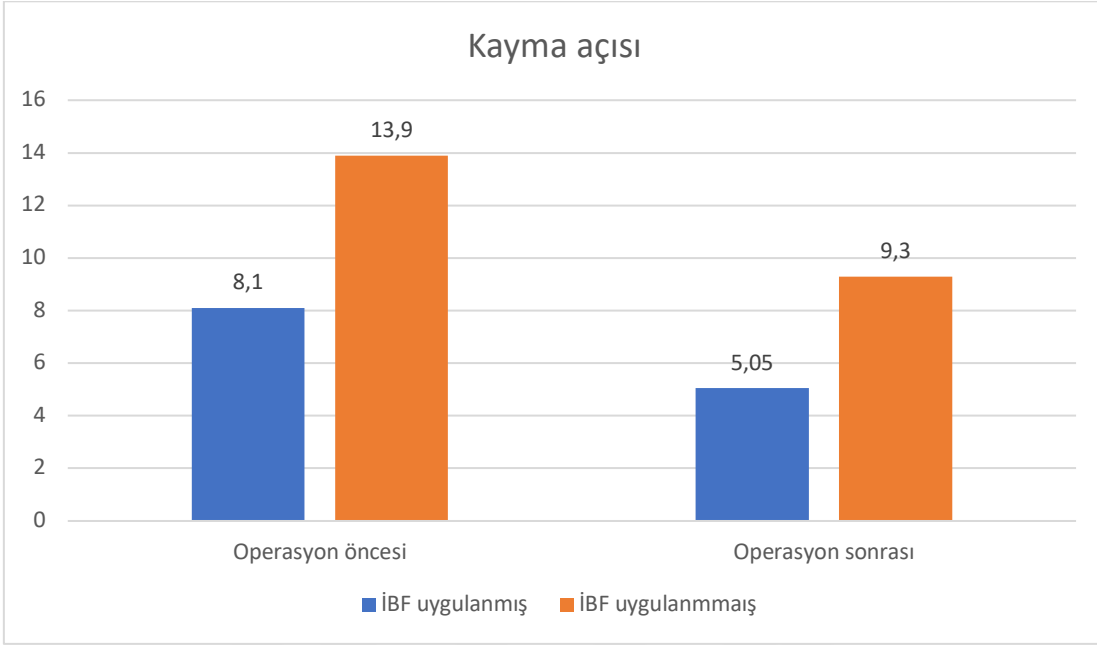
Grafik 13: IBF uygulamasına göre sakral inklinasyon açısı ortalamaları

Olguların operasyon öncesi kayma yüzdesi ortalama $\%22.2 \pm 4.51$, operasyon sonrası kayma yüzdesi ortalama $\%17.26 \pm 4.72$ 'dir.



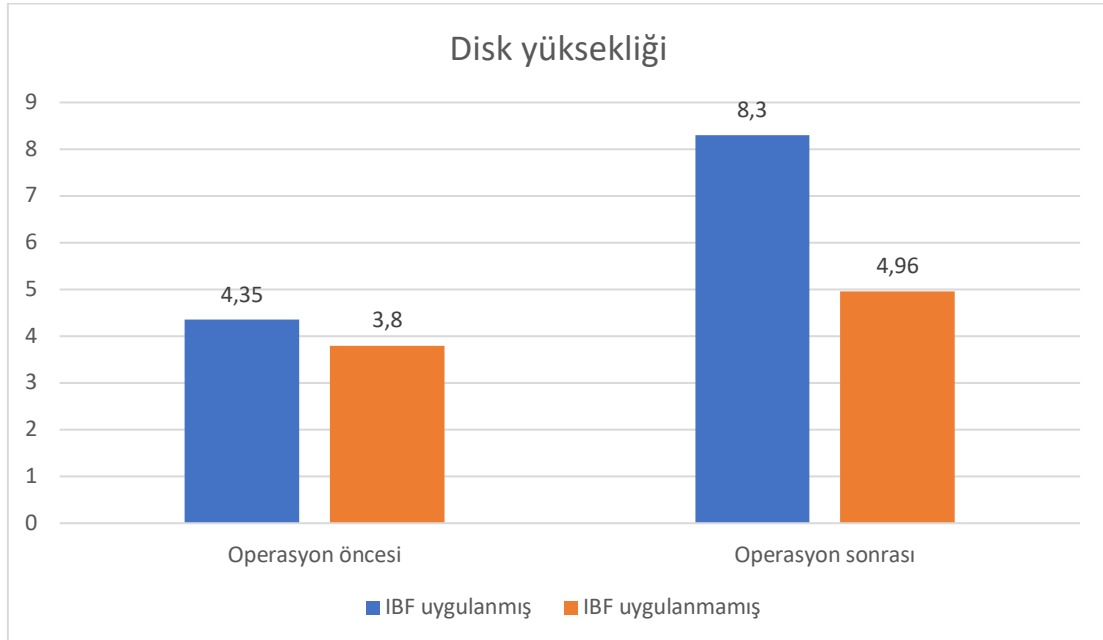
Grafik 14: IBF uygulamasına göre kayma yüzdesi ortalamaları

Olguların operasyon öncesi kayma açısı ortalama $10.27 \pm 5.9^\circ$, operasyon sonrası kayma açısı ortalama $7.29 \pm 5.4^\circ$ dir.



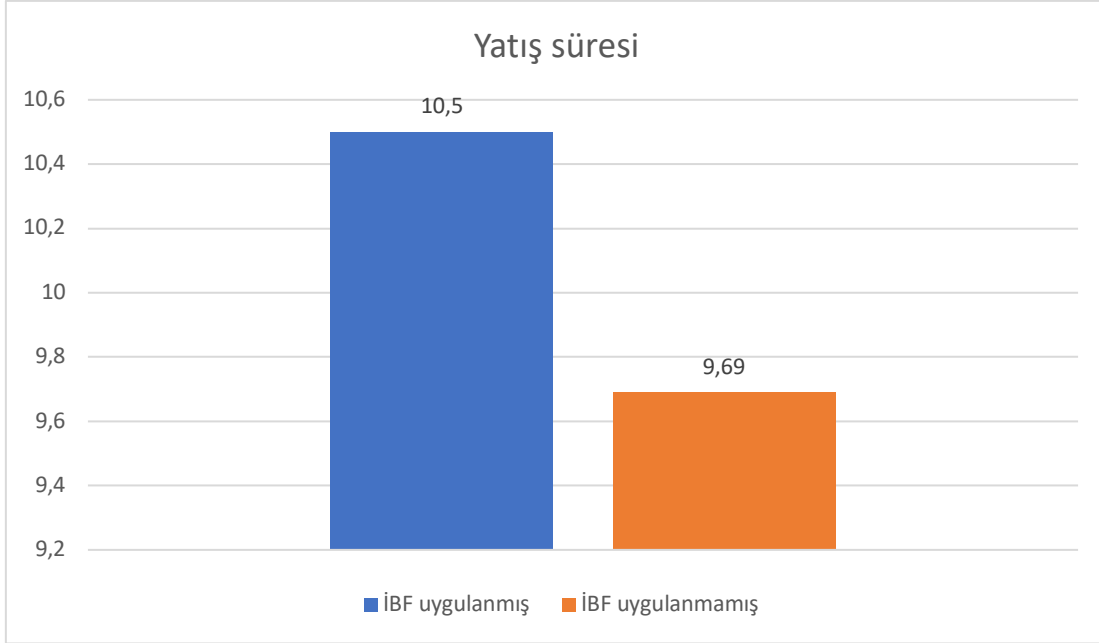
Grafik 15: IBF uygulamasına göre kayma açısı ortalamaları

Olguların ortalama intervertebral disk yüksekliği operasyon öncesi 4.57 ± 1.64 mm, operasyon sonrası 7.44 ± 1.98 mm' dir.



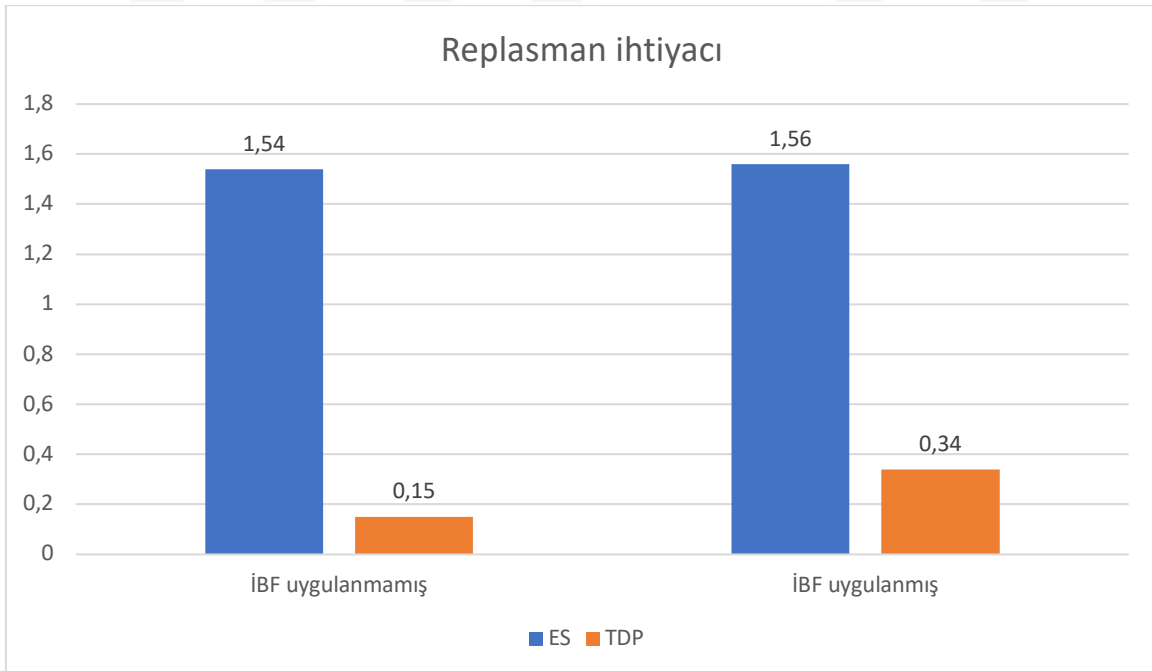
Grafik 16: IBF uygulamasına göre intervertebral disk yüksekliği ortalamaları

Olguların ortalama hastanede yatış süresi 10.27 ± 2.7 gündür.



Grafik 17: IBF uygulamasına göre yatış süresi ortalamaları

Olgulara peroperatif replase edilen ES miktarı ortalama 1.56 ± 1.96 ünite, TDP miktarı ortalama 0.29 ± 0.66 ünitedir.



Grafik 18: IBF uygulamasına göre ES ve TDP replasman ihtiyacı ortalamaları

45 olgunun 40'ında dekompresyon+PLF, 5'inde sadece PLF uygulanmıştır. Dekompresyon+PLF uygulanan 40 olgudan 10'unun operasyon öncesi motor defisiti, 4'ünün ise duyu defisiti bulunmaktaydı. Operasyon sonrası muayenelerinde 10 olgudan 4'ünün motor defisiti devam ederken, 5'inin motor defisitinin tamamen düzeldiği, 1'inin motor defisitinin kısmen düzeldiği gözlenmiştir. 4 olgunun duyu defisitinde bir değişiklik gözlenmemiştir. Sadece PLF uygulanan 5 olgudan 2'sinin operasyon öncesinde motor defisiti bulunmaktaydı. Operasyon sonrası muayenelerinde motor defisitinin aynı şekilde devam ettiği görülmüştür.



5.TARTIŞMA

Spinal füzyon ameliyatları, spondilolistezis nedeniyle ortaya çıkan instabiliteyi önlemek amacıyla güncel nöroşirurji pratiğinde sıklıkla uygulanmaktadır. Füzyon ameliyatları hastaların bulgu ve yakınmalarının giderilmesi hususunda başarılı sonuçlar elde edilmesini sağlasa da, bunu sağlarken omurga hareketleri üzerinde yarattığı kısıtlamalar uzun dönemde omurga biyomekaniğini olumsuz etkileyebilmektedir. Anatomik yapıyı ve omurga fizyolojisini azami oranda korumak için yapılan çalışmalar sayıları günden güne artarak devam etmektedir.

Sağlıklı bir omurga, seviyesine göre fleksiyon, ekstansiyon, rotasyon ve lateral eğilme hareketlerini gerçekleştirebilir. Spondilolistezis nedeniyle omurgada meydana gelen patolojik değişiklikler hareket aralıklarının daralmasına neden olur. Bunun sonucunda anormal postür ve hareket bulguları ortaya çıkar. Hastanın şikayeti yalnızca hareketle ortaya çıkan ağrı şeklinde olabileceği gibi, ileri derecede nörolojik defisitler de başvuru anında mevcut olabilir. Uygulanacak cerrahinin temel amacı hastanın şikayetlerine ve muayene bulgularına neden olan patolojik değişikliklerin ortadan kaldırılması ve bunu gerçekleştirirken omurganın stabilitesinin korunmasıdır.

Hastaların yakınmalarına neden olan etiyojinin düzgün bir biçimde ortaya koyulması ve buna yönelik doğru yaklaşımın belirlenmesi, en az cerrahi işlemin başarısı kadar önem arz etmektedir. Spondilolistezise bağlı bel-bacak ağrısı ve kladikasyo durumunda hastaya uygulanacak stabilizasyon operasyonunun kapsamı ve içeriği konusunda muhtelif görüşler mevcuttur. Laminektomi ve interbody füzyon uygulamaları gibi girişimler çeşitli avantaj ve dezavantajları beraberinde getirmektedir.

Posterior enstrümantasyon ile stabilizasyon operasyonunda hedeflerden birisi de lomber lordoz açısını mümkün olduğunda fizyolojik sınırlar aralığına yaklaştırmaktır. Bu noktada kaç vertebra düzeyinde transpediküler vida kullanılacağı, rodların açısı ve cage materyalinin özellikleri önem kazanır.

Spinal füzyon ameliyatlarında erken dönemde instabil segmentin stabil hale getirilmesi enstrüman materyali ile sağlanırken, uzun dönemde stabilitenin sağlanması kemik füzyonu ile gerçekleşir. Günlük yaşantısına normal biçimde devam eden hastaların hareketsiz hale getirilmiş omurga segmentleri üzerindeki yük, komşu hareketli segmentler üzerine binmektedir. Yıllar içerisinde stabilizasyon sistemleri her ne kadar daha fizyolojik hale

gelmiş olsalar da, komşu segment dejenerasyonu nedeniyle omurga biyomekaniğinde bir bozulma yaratabilecekleri gerçeği göz önünde bulundurulmalıdır.

Bizim çalışmamızda, spondilolistezis nedeniyle sadece transpediküler fiksasyon uygulanan ve transpediküler fiksasyona ek olarak interbody cage ile füzyon sağlanan iki hasta grubu operasyonun radyolojik ve klinik sonuçları bakımından karşılaştırılmıştır. Hastaların omurga açıklarında meydana gelen değişiklikler erken postoperatif görüntülemeler üzerinden değerlendirilmiştir. Yeterli füzyonun gelişip gelişmediği ise hastaların postoperatif 12. aydaki direkt grafileri ve klinik durumları göz önüne alınarak belirlenmiştir. Geç dönem komplikasyonların ortaya koyulması, hastaların klinik durumundaki düzelmenin izlenmesi ve füzyon yetmezliğinin tespit edilebilmesi amacıyla opere edilen hastaların belirli aralıklarla fizik muayenelerinin tekrarlanması ve gerekli görüntülemelerin gerçekleştirilmesi elzemdir.

Spondilolistezisin herhangi bir spesifik yakınma ya da klinik bulgusu olmamakla birlikte hastalar sıklıkla bel ve bacak ağrısı şikayetleri ile başvururlar. Bizim çalışmamızda yer alan hastaların en sık başvuru nedeni literatürle uyumlu biçimde bel ve bacak ağrıları olurken, bunu klodikasyon takip etmektedir.⁴²

Literatürün aksine olgularımızın en büyük kısmını L5-S1 düzeyindeki kaymalar oluşturmaktadır. Bunun en önemli nedeninin, L5-S1 düzeyindeki kaymalarda sakrum vidası yerleştirilmesindeki zorluk ve yaratabileceği komplikasyonlar nedeniyle bu olguların üçüncü basamak sağlık hizmeti veren kliniğimize yönlendirilmeleri olarak düşünülmüştür.⁹⁴

Daha önce gerçekleştirilmiş pek çok çalışmada belirtildiği gibi, ameliyat öncesi ve sonrasındaki ağrı düzeyleri VAS ile değerlendirilen hastaların BMI skoru ve ameliyat öncesi ağrı düzeyleri arasında güçlü bir korelasyon ve istatistiksel anlamlılık tespit edilmiştir.⁹⁵⁻⁹⁸

Fujimori ve arkadaşlarının 56 hasta ile yürüttüğü çalışma sonrası IBF uygulanan grupta VAS skorunda daha anlamlı bir iyileşme tespit edilmiştir.⁹⁹ IBF uygulaması sayesinde daha iyi bir sagittal denge elde edilebilmekte ve erken postoperatif dönem de dahil olmak üzere takiplerde bu hastalarda ağrı düzeyi daha düşük seyredebilmektedir.¹⁰⁰

İnterbody füzyon uygulanan ve uygulanmayan hastaların iki ayrı grup olarak karşılaştırıldığı çalışmamızda, interbody füzyon uygulanan hasta grubunda ameliyat sonrası VAS skoru interbody füzyon uygulanmayan gruba göre anlamlı derecede düşük

saptanmıştır ($p<0.05$). İnterbody füzyon uygulanan vertebra düzeyinde mikrodiskektomi gerçekleştirilmesinin ve intervertebral disk mesafesinin arttırılarak nöral foramenlerin genişletilmesinin bu sonuçlar üzerinde etkili olduğu düşünülmüştür. Öte yandan, IBF uygulamasının VAS skoru üzerinde IBF uygulanmayan olgulara göre anlamlı bir değişiklik yaratmadığını belirten çalışmalar da mevcuttur.^{101,102}

Gille ve arkadaşlarının yaptığı 670 olguluk çok merkezli çalışmada IBF uygulanan grupta segmental lordoz açısının diğer gruba kıyasla anlamlı derecede iyi düzeldiği belirtilmiştir.¹⁰³ Jagannathan ve arkadaşları tarafından IBF uygulanan olgularda lomber lordoz açısında sağlanan iyileşme iki nedene bağlanmıştır. Bunlar bilateral fasetektomi ve ön-orta kolonlara yerleştirilerek dayanak görevi gören cage materyalidir.¹⁰⁴ Bu sayede lordotik potansiyel üst sınıra çıkarılarak rodlar üzerindeki gerim azaltılabilir.¹⁰⁵ Bunun yanında, Ha ve arkadaşlarının 40 olgu ile yaptığı çalışmada IBF uygulamasının kayma derecesi ve lomber lordoz açıları arasında anlamlı farklılık yaratmadığı belirtilmiştir.⁹⁴

Ameliyat sonrası tüm olguların lordoz açısı, sakrohorizontal açı ve sakral inklinasyon açısında anlamlı iyileşme izlenmesine karşın; her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır. Fujimori ve arkadaşlarının gerçekleştirdiği çalışmanın sonuçları da bu durumu desteklemektedir.⁹⁹ İnterbody füzyon uygulanan grupta anlamlı düzeyde olmasa dahi bu parametrelerde görece daha iyi düzelme elde edilmesinin ameliyat sonrası VAS skorundaki iyileşme üzerinde katkısı olabileceği düşünülmüştür.

Fujimori ve arkadaşlarının yürüttüğü çalışmada disk yüksekliğinin geri kazanılmasının IBF uygulanan grupta anlamlı derecede daha başarılı olduğu görülmüştür.⁹⁹ Liao ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada ise yine buna paralel sonuçlar elde edilmiştir.¹⁰⁶ Bizim çalışmamızda da IBF uygulanan grupta ameliyat sonrası disk yüksekliğindeki artış miktarı anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p<0.05$).

Her iki grubun karşılaştırılması sonrası, ameliyat sonrası kayma miktarları ve kayma yüzdeleri interbody füzyon uygulanan grupta anlamlı derecede düşük saptanmıştır ($p<0.05$). Bu sonuçlar literatürdeki benzer çalışmaların sonuçları ile paralellik göstermektedir.^{99,106}

Her iki grubun karşılaştırılması sonrası, ameliyat sonrası kayma açısının IBF uygulanan grupta anlamlı derecede daha düşük olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). İnterbody füzyon için kullanılan cage materyalinin disk mesafesini restore ederek komşu vertebra end plate'lerini

birbirine daha paralel hale getirmesinin bu sonuç üzerinde doğrudan etkili olduğu düşünülmektedir.

Psödoartroz sıklıkla uygun olmayan cerrahi teknik, füzyon uygulanan bölge üzerinde meydana gelen aşırı stres, stabilizasyonun yetersiz kalması ve metabolik bozukluklar ile ilişkilidir. Spondilolistezis cerrahisi sonrası füzyonun araştırılmasında pek çok radyolojik görüntüleme yönteminden faydalanılabilir. Ancak tüm mevcut görüntüleme yöntemlerine rağmen radyolojik olarak psödoartroz kesin tanısını koymak güçtür. Biz çalışmamızda daha ucuz ve pratik bir görüntüleme yöntemi olması nedeniyle lumbosakral ve dinamik grafiler ile füzyon tespiti sağladık. Hastalarımızı BT'ye nazaran daha düşük doz radyasyona maruz bırakarak fleksiyon-ekstansiyon grafilerini segmental hareket varlığı yönünden değerlendirdik. Çalışmamızdaki hastalara stabilizasyonun yanında dekompresyonun da yapılması, posterolateral alanda geniş bir füzyon uygulanmasına özen gösterilmesi ve kayma derecelerinin düşük olması sayesinde geç dönemde yüksek füzyon oranları sağlanmıştır.

Çalışmamızda IBF uygulanmayan grupta füzyon oranı %92, IBF uygulanan grupta ise füzyon oranı %96 bulunmuştur. Her iki gruptaki füzyon oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. Ha ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada bununla paralel sonuçlar elde edilmiştir.⁹⁴ Bununla birlikte, Liao ve arkadaşları 72 olgu ile yürüttükleri çalışma sonrası IBF uygulanan grupta daha yüksek füzyon oranı elde ettiklerini bildirmişlerdir.¹⁰⁶

Konservatif tedavilere dirençli ve hastaların günlük yaşamını kısıtlayan ağrı varlığı sonrası gerçekleştirdiğimiz, çoğu zaman dekompresyon ve posterolateral füzyon ile birlikte uygulanan stabilizasyon ameliyatlarında elde edilen klinik ve radyolojik sonuçlar; hasta seçiminde titizlik ve uygun cerrahi tekniğin seçilmesinin başarılı sonuç elde etmedeki önemini ortaya koymaktadır. Spondilolistezis cerrahisinin asıl amacı omurganın stabilizasyonunun sağlanması ve kaymanın ilerlemesinin önüne geçilmesi ile birlikte hastanın yaşam kalitesinde artış sağlamaktır. Aynı zamanda mevcut nörolojik defisitlerin ortadan kaldırılması ya da kısmen azaltılması ve ileride gelişebilecek nörolojik defisitlerin önlenmesi de hedeflenir.

Transpediküler vida fiksasyonuna PLF ve interbody füzyon eklenmesi ile psödoartroz riski minimize edilebilir. İnterbody füzyonun posterior enstrümantasyon ile birlikte gerçekleştirilmesiyle omurganın hareketli segmentinde 360° füzyon sağlanır. Bu nedenle

özellikle anterior kolon üzerinde yüklenmenin arttığı yüksek fiziki aktivite düzeyine sahip, yüksek BMI skorlu ve omurga imbalansı bulunan hastalarda interbody füzyon yapılması önerilmektedir. Bizim çalışmamızda yer alan iki grup arasında BMI ortalaması açısından anlamlı farklılık saptanmamış olup, interbody füzyon uygulanan hasta grubunun BMI ortalaması diğer gruba göre ılımlı bir yükseklik göstermektedir.

Pedikül vida sistemleri diğer posterior vida sistemlerine nazaran daha güçlü bir kavramaya sahip olması ve intakt posterior vertebral elemanlara gereksinim duymaması nedeniyle kliniğimizde gerçekleştirilen cerrahiler için tercih edilmiştir. Segmental transpediküler fiksasyon ile her üç kolonda stabilizasyonun sağlanması ve spondilolistezis nedeniyle ortaya çıkan anatomik bozuklukların geri döndürülmesi sağlanır. Lomber lordoz açısının düzeltilmesi ile hareketli omurga segmentinin anteriora doğru yer değiştirmesini tetikleyen makaslama kuvvetleri azaltılır ve bu durum füzyon üzerinde olumlu etki yaratır.

Posterior enstrümantasyon ile birlikte gerçekleştirilen dekompresyon işleminin sağladığı avantajların yanında kanama miktarını ve dura yaralanması riskini arttırabileceği de göz önünde bulundurulmalıdır. Bizim çalışmamızdaki hastaların operasyon sırasında ortalama ES replasmanı ihtiyacı 1,55 ünite olarak gerçekleşmiştir. Bu miktar literatürde bildirilen değerler ile benzerlik göstermektedir.⁹⁹ Çalışmamızdaki iki grup arasında ES replasmanı ihtiyacı açısından anlamlı farklılık saptanmamıştır. Liao ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada da kanama miktarı iki grup arasında anlamlı farklılık göstermemektedir.¹⁰⁶

Spondilolistezis hastalarının sahip olduğu nörojenik semptomlar ve bu hastaların görece daralmış spinal kanal çapları göz önüne alınarak bizim çalışmamızdaki olguların büyük bir kısmında dekompresyon cerrahisi uygulanmıştır. Dekompresyon uygulanmayan hasta sayısının az olması nedeniyle, dekompresyonun ameliyat sonrası nörolojik defisitini düzelmesi üzerindeki etkinliği istatistiksel olarak değerlendirilememiştir. Ancak sadece PLF uygulanan hasta grubundaki 2 olgunun nörolojik defisitinin ameliyat sonrası devam etmesi, dekompresyon uygulanan hasta grubundaki defisiti bulunan 10 olgunun 5'inde total, 1'inde ise kısmi iyileşme izlenmesi dekompresyonun spondilolistezis cerrahisindeki önemini göstermektedir.

Fujimori ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada IBF uygulanan grupta %4, diğer grupta ise %12,5 dural yaralanma bildirmiştir.⁹⁹ Liao ve arkadaşları ise 1 yara yeri enfeksiyonu ve 1 cage dislokasyonu bildirmişlerdir.¹⁰⁶ Posterior enstrümantasyon ve füzyon cerrahisinin başlıca komplikasyonları vida malpozisyonu, vida veya rod kırılması,

cage dislokasyonu, dura ve sinir kökü yaralanmaları, yeni gelişen nörolojik defisit ve cerrahi alan enfeksiyonudur. Bizim çalışmamızda 2 hasta vida malpozisyonu nedeniyle yeniden operasyona alınmış, 2 hastada ise taburculuk sonrası yara yeri enfeksiyonu gelişmiştir. Ayrıca 4 hastada operasyon esnasında dura defekti gelişmiş ve perop gerekli onarım sağlanmıştır. Komplikasyon gelişen olguların tümü IBF uygulanan grupta yer almakta olup, dura defekti gelişiminin görece kanal darlığı bulunan olgularda gerçekleştirilen laminektomi uygulaması ile ilişkili olduğu düşünülmüştür. İnterbody füzyon uygulamasının artmış komplikasyon riski ile ilişkili olduğunu belirten bazı çalışmalar yapılmıştır.¹⁰⁷

PLIF prosedürü ile ilişkili komplikasyonlar arasında kalıcı nörolojik defisit (%0,4 - %1,7), beyin omurilik sıvısı kaçağı (%0,4 - %0,5), radiküler ağrı (%1,1 - %2,5), cage dislokasyonu (%0,8 - %0,9) ve derin yara enfeksiyonu (%0,6 - %5) oranında bildirilmiştir.^{94,108-110}

Tek başına dekompresyon ve PLF uygulamasına göre pek çok avantajı bulunduğundan bizim çalışmamızdaki tüm hastalara transpediküler vida fiksasyonu uygulanmıştır. Pedikül vidasının; füzyon başarısında artış, ağrı şikayetinde ciddi iyileşmeler sağlama ve tekrarlayan girişim gereksiniminin azalması gibi belirgin avantajların yanında, morbidite riskinde artma ve daha yüksek maliyet gibi dezavantajları da bulunmaktadır.

6.SONUÇ

Kliniğimizde Nisan 2010 - Nisan 2019 tarihleri arasında posterior yaklaşımla opere edilen lomber spondilolistezisli 45 hasta bu çalışmada retrospektif olarak incelenmiştir.

Hastaların BT görüntülemeleri üzerinden ameliyat öncesi ve sonrası çeşitli açı ölçümleri gerçekleştirilmiş ve post operatif erken dönemde bu açılarda meydana gelen değişim derecesi incelenmiştir. Aynı zamanda ameliyat öncesi ve sonrası VAS değerleri üzerinden erken postoperatif süreçteki ağrı regresyonu değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler neticesinde ameliyat sonrasında tüm hastaların lomber lordoz açısı, sakrohorizontal açı ve sakral inklinasyon açısı ölçümlerinde anlamlı iyileşme saptanmıştır. Buna ek olarak ameliyat sonrası intervertebral disk yüksekliği, kayma miktarı ve yüzdesiyle kayma açısı ölçümlerinde IBF uygulanan grup lehine istatistiksel olarak anlamlı iyileşme görülmüştür. Ameliyat sonrası VAS değerleri IBF uygulanan grup lehine anlamlı derecede daha düşük izlenmiştir. İstatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemekle birlikte, IBF uygulanan ve uygulanmayan gruplar için füzyon oranları sırasıyla %96 ve %92 olarak gerçekleşmiştir.

Sonuç olarak interbody füzyon uygulaması; daha başarılı bir anatomik düzeltmeye imkan tanınması, elde edilen yüksek füzyon oranları ve daha iyi klinik çıkış sağlaması nedeniyle uygun endikasyona sahip spondilolistezis olgularının cerrahisinde kritik öneme sahiptir.

7.ÖZET

İNTERBODY FÜZYON UYGULANAN VE UYGULANMAYAN SPONDİLOLİSTEZİS HASTALARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Spondilolistezis bir vertebranın alttaki vertebra üzerinde kayması olarak tanımlanır. En sık başvuru şikayeti bel ve bacak ağrılarıdır. Ciddi olgularda başvuru anında nörolojik defisit de görülebilmektedir. Yatak istirahati, ağrı kesici, fizik tedavi ve korse kullanımı gibi semptomlara yönelik tedavilerden fayda görmeyen hastalarda nöral dekompresyon, spinal füzyon ve enstrümantasyon ameliyatları uygulanmaktadır.

Bu çalışmada, Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroşirurji Kliniği'nde spondilolistezis nedeniyle operasyon uygulanmış 45 hasta retrospektif olarak incelenerek elde edilen veriler literatürdeki benzer çalışmaların sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Çalışmaya dahil edilen olguların 37'si kadın, 8'i erkektir. Olguların yaşları 25-77 arasında değişmekte olup, yaş ortalaması 50.42'dir. İstmik, dejeneratif ve displastik tipler için hasta sayıları sırasıyla 29, 12 ve 4'tür. 35 hastada grade I, 10 hastada ise grade II spondilolistezis bulunmaktadır. Spondilolistezis en sık L5-S1 seviyesinde tespit edilmiştir.

Ameliyat sonrası yapılan BT görüntülemelerinde tüm hastaların lomber lordoz açıları düzelme saptanmıştır. İnterbody füzyon uygulanan hastalarda kayma açısı ve yüzdesinde diğer gruba kıyasla belirgin azalma izlenmiştir. Aynı zamanda bu hastaların ameliyat sonrası VAS değerleri diğer gruba kıyasla daha düşüktür. 4 hastada operasyon esnasında meydana gelen dura defekti tamir edilmiş, 2 hasta vida malpozisyonu nedeniyle yeniden operasyona alınmış, 2 hasta ise yara yeri enfeksiyonu geçirmiştir. Hastaların ortalama hastanede yatış süresi 10.2 gündür.

Çalışmamızın sonuçları, interbody füzyon uygulamasının spondilolistezis hastalarında bozulan spinal dizilimin yeniden sağlanması ve ağrının giderilmesi konusunda etkili bir çözüm olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar kelimeler: spondilolistezis, interbody füzyon, VAS, lomber lordoz

8.ABSTRACT

COMPARISON OF SPONDYLOLISTHESIS PATIENTS WITH AND WITHOUT INTERBODY FUSION

Spondylolisthesis is defined as the slipping of a vertebra over the underlying vertebra. The most common application complaint is low back and leg pain. In severe cases, neurological deficits can also be seen at the time of presentation. Neural decompression, spinal fusion and instrumentation operations are performed in patients who do not benefit from symptomatic treatments such as bed rest, pain relief, physical therapy and corset use.

In this study, 45 patients who were operated due to spondylolisthesis in Kocaeli University Faculty of Medicine Neurosurgery Clinic were retrospectively analyzed and the data obtained were compared with the results of similar studies in the literature. 37 of the cases included in the study are women and 8 of them are men. The ages of the cases vary between 25-77, and the average age is 50.42. The number of patients for isthmic, degenerative and dysplastic types is 29, 12 and 4, respectively. 35 patients have grade I and 10 patients have grade II spondylolisthesis. Spondylolisthesis was most commonly detected at the L5-S1 level.

Postoperative CT imaging showed improvement in lumbar lordosis angles of all patients. In patients who underwent interbody fusion, a significant decrease was observed in the angle and percentage of slippage compared to the other group. At the same time, postoperative VAS values of these patients were lower than the other group. In 4 patients, the dura defect that occurred during the operation was repaired, 2 patients were reoperated due to screw malposition, and 2 patients had wound infection. The average hospital stay of the patients is 10.2 days.

The results of our study reveal that interbody fusion application is an effective solution for restoring impaired spinal alignment and relieving pain in patients with spondylolisthesis.

Keywords: spondylolisthesis, interbody fusion, VAS, lumbar lordosis

9.EKLER

EK 1 - VİZÜEL ANALOG SKALA

Aşağıdaki ölçek üzerinde ağrınızın şiddetini gösteren kutucuğu işaretleyiniz.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Ağrı yok

Dayanılmaz ağrı

10.KAYNAKLAR

1. Vidal J, Fassio B, Buscayret C, Allieu Y: Surgical reduction of spondylolisthezis severe spondylolisthezis, reduction and internal fixation: Clin Orthop Relat Res 232: 70-79, 1988.
2. Wiltse LL, Newman PH, MacNab I.: Classification of spondylolisis and spondylolisthesis. Clin Orthop 117:23-29, 1976
3. Herbinaux G (1782) Traite sur divers: accouchement labrieu et sur le ´s polipe de la matrice, Brussels
4. Amundson G, Edwards C.C., Garfin R.S. :Spondilolisthesis. In Rothman, R.H. and Simeone F.A.(eds). The Spine.3rd ed.Philadelphia, W.B. Saunders Co., 1992, 913-969
5. Wood KB, Popp CA, Transfeldt EE, Geissele AE: Radiographic evaluation of instability in spondylolisthezis. Spine 1: 1967-73, 1994.
6. Wood, G.: Spondilolisthesis.Campbell’s Operative Orthopaedics.8 th ed., Missouri, 1992, 3825-3836
7. Neugebauer FL: Aetiologie der sogenannten spondylolisthezis: Arch Munchen 35: 1882.
8. Neugebauer FL: A new contribution to the history and etiology of spondylolisthesis. The New Sydenham Society, London, 121, 1888.
9. Albee FH: transplantation of a portion of the tibia into the spine for Pott’s disease. JAMA 57:885-886,1911
10. Hibbs RA: An operation for progressive spinal deformities. NY Med J 93:1013-1016,1911
11. Junghanns H. Spondylolisthesis ohne Spalt im Zwischengdenk-Stück. Arch Orthop Unfallchir. 1931; 29 :118-127
12. Misenheimer G.R., Peek R.D. Wiltse L.L.: Anatomic Analysis of Pedicle of cortical and callellous diameter as related to screw size. Spine, 14 : 1989, 367- 372
13. Schoenecker PL: Congenital Spondylolisthesis, Bridwell KH, DeWald RL (eds) The textbook of Spinal Surgery Vol I, Philadelphia: Lippincott, 1991, 557-562
14. Von Lackum HL. The lumbosacral region: An anatomic study and some clinical observations. JAMA, 82;1109-1114, 1924.

15. Knutsson F. The stability associated with disc degeneration in the lumbar spine. *Acta Radiol*, 25; 593-609, 1944.
16. Panjabi MM, White AA. Basic biomechanics of the spine. *Neurosurgery*, 7:76-93, 1980.
17. White AA, Panjabi MM. Clinical biomechanics of the spine. JB Lippincot, Philadelphia, 1990.
18. Kars HZ, Altınörs MN, Kılıç K: Dr. Cemil Şerif Baydur (1894-1967). *Nöroloji Nöroşirürji Psikiatri Dergisi* 1:20-22, 1987
19. Wiltse LL: The history of spinal disorders. In: Frymoyer JW (ed): *The adult spine. Principles and practise*. Lippincott-Raven, Philadelphia, 1997, Pp 3-40
20. Röntgen C: In: Talbott J (ed): *A biographical history of medicine*. Orlandı: Grüne&Stratton, 1970
21. Brislin B, Vaccaro AR. Advances in posterior lumbar interbody fusion. *Orthop Clin North Am*. 2002;33:367-374.
22. 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
23. Paşaoğlu A, Orhon C, Öktem S, Uzunoğlu H, Akdemir H. Torakolomber travmalarda cerrahi yaklaşım. *Türk Nöroşirürji dergisi*, Ek 1; 104-106, 1989.
24. Sadler TW: *Langman’s Medikal Embriyoloji*. Başaklar C (çev), Ankara: Palme Yayıncılık, 1993
25. Zileli M., Özer F : *Omurilik ve Omurga Cerrahisi*, Cilt I Meta Basım Matbaacılık hizmetleri, İzmir, 2002, 739-746
26. Naderi S: Omurga biyomekaniği-klinik kavramlar: Zileli M, Özer F (editörler), *Omurilik ve omurga cerrahisi*, ikinci baskı, cilt 1, İzmir: Meta: 2002, 125-137
27. Buyruk HM: *Omurga biyomekaniği*, Zileli M, Özer F (editörler), *Omurilik ve omurga cerrahisi*, ikinci baskı, cilt 1, İzmir. Meta, 2002: 113-123.
28. Chiba M, McLain R, Yerby S, Moseley T, Smith S, Benson D: Short –segment pedicle instrumentation. *Spine* 3: 288-294, 1996.
29. Ohlin A, Karlsson M, Duppe H, Hasseriuss R, Redlund-Johnell I: Complications after transpedicular stabilization of the spine. A survivorship analysis of 163 cases. *Spine* 19: 2774-2779, 1994.

30. Öktenoğlu T, Özer F: Lomber omurganın cerrahi anatomisi, Zileli M, Özer F (editörler), Omurilik ve omurga cerrahisi, ikinci baskı, cilt 1, İzmir: Meta: 2002, 69-76
31. Castro WH, Halm H, Jerosch J, Malms J, Steinberk J, Blasius S: Accuracy of pedicle screw placement in lumbar vertebrae. Spine 11: 1996, 1320-1324
32. Knightly J, Sonntag V: Thoracolumbar fractures, Sonntag VKH, Menezes AH (eds) Principles of Spinal Surgery, New York: McGraw Hill, 1996, 919-947
33. Yoganandan N, Halliday AL, Dickman CA: Practical anatomy and fundamental biomechanics Spine Surgery. Techniques, Complication Avoidance and Management. EC. Benzel (edt). Second edition, Philadelphia: Livingstone. 2005: 109-135
34. Frank HN. The Netter Collection of Medical Illustrations. Volume I, Nervous System- Part I, Anatomy and Physiology; 2000, 17-18
35. Fisticaro MD, Shafi B, Beiner JM, Grauer JN, Kwon BK, Vaccaro AR : Basic Anatomy of the Cervical, Thoracic, Lumbar, and Sacral Spine. Spine Core Knowledge In Orthopaedics., Philadelphia, 2005, 1-13
36. Goel VK, Njus GO: Stress-strain characteristic of spinal ligaments. 32nd Trans Orthop Res Soc, New Orleans, 1986, 1-2
37. Williams P, Warwick R, Dyson M, Bannister LH: Gray's anatomy. (37th ed), Chur-Chill livingstone Longmann Group, 1989, pp 315-489, 919-948.
38. Netter FH: The Ciba collection of medical illustrations. CIBA Pharma, Vol 1, 1983 pp:11-20.
39. Aydoğan S, Özer F: Omuriliğin vasküler anatomisi, Zileli M, Özer F (editörler), Omurilik ve omurga cerrahisi, ikinci baskı, cilt 1, İzmir: Meta, 2002: 87-91.
40. Başustaoğlu A: Medulla spinalis yaralanmalarında infeksiyon, Hancı M, Aydıngöz Ö (Editörler), Medulla spinalis yaralanmaları, birinci baskı, İstanbul Logos, 2000, 263-268.
41. Johnson JR, Kirwan E: The long-term results of fusion in situ for severe spondylolisthesis. J Bone Joint Surg Br 65: 43-46, 1983.
42. Zileli M, Kepoğlu Ü: Lomber spondilolistezis, Spondilolistezis, Omurilik cerrahisi Zileli M, Özer F (editörler), Omurilik ve omurga cerrahisi, ikinci baskı, cilt 1, İzmir: Meta, 2002: 769-782.

43. Marchetti PC, Bartolozzi P. Classification of spondylolisthesis as a guideline for treatment. In: Bridwell KH, DeWald RL, Hammerberg KW, et al, editor. *The Textbook of Spinal Surgery*. 2. Philadelphia: Lippincott-Raven; 1997. pp. 1211–1254.
44. Baldwin NG, Ehni BL: Spondilolisthezis; Sagital Plane Lumbar Spine Deformity Correction. *Spine Surgery. Techniques, Complication Avoidance and Management*. Benzel EC (ed), Philadelphia. Livingstone, 1999: 435-447.
45. Wiltse LL: Spondylolisthesis in children. *Clin Orthop* 21: 1961, 156-165
46. Denis F. The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. *Spine* 1983; 8:817-831
47. Ohmori K, Suzuki K, Ishida Y. Translamino-pedicular screw fixation with bone grafting for symptomatic isthmic lumbar spondylolysis. *Neurosurgery* 1992; 30:379-384
48. DePalma AF, Rothman RH. Surgery of the lumbar spine. *Clin Orthop* 63;162-170, 1969.
49. Reynolds JB, Wiltse LL. Surgical treatment of degenerative spondylolisthesis. *Spine* 4; 148-149, 1979.
50. Wiltse LL, Rothman SLG: Spondylolisthesis: classification, diagnosis, and natural history. *Semin Spine Surg* 5: 1993, 264-280
51. Pedersen AK, Hagen R: Spondylolysis and spondylolisthesis. Treatment by internal fixation and bone-grafting of the defect. *J Bone Joint Surg Am* 70: 15-24, 1988.
52. Grobler LJ, Robertson PA, Novotny JE, Pope MH: Etiology of spondylolisthesis, assessment of the role played by lumbar facet joint morphology. *Spine* 18: 80-91, 1993.
53. Katz JN: Lumbar spinal fusion: Surgical rates, costs and complications. *Spine* 20: 1995, 78-83
54. Demircan N: Spondilolistezis. Aksoy K, Palaolu S, Pamir S, Tuncer R (editörler) *Temel Nöroirürji*. Birinci baskı. Cilt II. Türk Nöroirürji Dernei Yayınları 2005, 1090-1099
55. Shafi B, Beiner JM, Grauer JN, Kwon BK, Vaccaro AR: Lumbar Spondylolisthesis. *Spine Core Knowledge In Orthopaedics*. , Philadelphia, 2005, 157-168

56. Sonntag VK, Marciano FF. Is fusion indicated for lumbar spinal disorders. *Spine* 20 (245); 1995, 138-142
57. Crock HV: Spondylolisthesis. *Short practice of Spinal Surgery*. 2nd. Newyork, Springer Werlag, 1993, 159-185
58. La Rosa G, Conti A, Cacciola F, et al. Pedicle screw fixation for isthmie spondylolisthesis, does posterior lumbar interbody fusion improve outcome over posterolateral fusion? *J Neurosurg* 2003; 99(2):143-150.
59. Kim SS, Denis F, Lonstein JE: Factors affecting fusion rate in adult spondylolisthesis. *Spine*, 15: 1990, 979-984
60. Madan S, Boeree NR: Outcome of posterior lumbar interbody fusion versus posterolateral fusion for spondylolytic spondylolisthesis. *Spine*, 27 (14): 2002, 1536-1542
61. Barnes B, Rodts GE, McLaughlin MR, Hald RW: Threaded cortical bone dowels for lumbar interbody fusion: over 1-year mean follow up in 28 patients. *J Neurosurg (Spine2)* 94: 2001, 1-4
62. Zhao J, Hou T, Wang X, Ma S: Posterior lumbar interbody fusion using one diagonal fusion cage with transpedicular screw/rod fixation. *EurSpine J*. 12: 2003, 173-177
63. Sanderson PL, Wood PL: Surgery for lumbar spinal stenosis in old people. *J Bone Joint Surg* 75: 1993, 393-397
64. Emery SE. In situ decompression and fusion techniques for spondylolisthesis. *Seminars in Spine*, 11: 1999, 34-47
65. Katz JN, Lipson SJ, Brick GW, et al: Clinical correlates of patients satisfaction after laminectomy for degenerative lumbar spinal stenosis. *Spine* 20; 1995, 1155-1160
66. Sidhu KS, Herkowitz HN. Spinal instrumentation in the management of degenerative disorders of the lumbar spine. *Clin Orthop*. 335; 1997, 39-53
67. Zdeblick TA. The treatment of degenerative lumbar disorders: A critical review of the literature. *Spine* 20; 1995, 126-137
68. Dickman CA, Fessler RG, MacMillan M, Haid RW: Transpedicular screw-rod fixation of the lumbar spine: operative technique and outcome in 104 cases. *J Neurosurg* 77: 860-870, 1992.

69. Boxall D, Bradford DS, Winter RB, Moe JH: Management of severe spondylolisthesis in children and adolescents. *J. Bone Joint Surg.*, 61 A: 1979, 479-495
70. Harrington PR, Tullos HS: Reduction of severe spondylolisthesis in children. *Clin. Orthop*, 79: 1971, 75-84
71. Scaglietti O, Frontino G, Bartolozzi P.: Technique of anatomical reduction of lumbar spondylolisthesis and its surgical stabilization. *Clin. Orthop.*, 117: 1976, 164-175
72. Edwards TW, Yuan AH: General considerations evaluation, and testing, Bridwell KH, DeWald RL (eds), *The textbook of Spinal Surgery, Vol I, second edition*, Philadelphia: Lippincott, 1997, 141-154
73. Thomsen K, Christensen FB, Eiskjaer SP, Hansen ES, Fruensgaard S: The effect of screw Instrumentation on functional outcome and fusion rates in posterolateral lumbar spinal fusion: A prospective randomized clinical study. *Spine* 22: 1997, 2818-2822
74. Hanley EN, Jr. The indications for lumbar spinal fusion with and without instrumentation: *Spine* 20; 1995, 143-153
75. Turner JA, Ersek M, Heron L, Haselkorn J, Kent D, Ciol MA, Deyo Richard: Patient outcomes after lumbar spinal fusions. *Jama* 268: 1992, 907-911
76. Simmons EH, Capicotto WN: Posterior transpedicular Zielke instrumentation of the lumbar spine. *Clin Orthop Relat Res* 236:180-91, 1988.
77. Baldwin NG, Matsunaga S, Ehni BL: Spondylolisthesis: Sagittal Plane Lumbar Spine Deformity Correction. *Spine Surgery. Techniques. Complications Avoidance and Management*. Benzel EC (ed). Philadelphia. Livingstone.2005, 655-670
78. Kiviluoto O, Santavirta S, Salenius P, Morri P, Pylkkanen P: Postero-lateral spine fusion: *Acta Orthop Scand* 56:152-154, 1985.
79. Zileli M: Kemik biyolojisi ve greftler. Zileli M, Özer F (editörler) *Omurluk ve omurga cerrahisi. İkinci baskı. Cilt 1. İzmir: Meta. 2002, 209-215*
80. Seinmann JC, Herkowitz HN: Pseudarthrosis of the spine: *Clin Orthop Relat Res* 284: 80-90, 1992.
81. Ogilvie JW. Complication in spondylolisthesis surgery. *Spine* 2005, 30: 97–101

82. Williams AL, Gornet MF, Burkus JK. CT evaluation of lumbar interbody fusion: current concepts. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2005 Sep;26(8):2057-66.
83. Cloward RB. The treatment of ruptured lumbar intervertebral discs by vertebral body fusions. *Crit Rev Neurosurg* 1998;8: 217-220
84. Wiseman D.B, Shaffrey C.I, Lanzino G: Posterior Lumbar nterbody Fusion, Complication Avoidance and Management. EC. Benzel (edt). Second edition, Philadelphia: Livingstone: 2005, 452-471
85. Sabrandij S: Reduction and stabilization of severe spondylolisthesis: *J Bone Joint Surg Br* 65: 140-142, 1983.
86. Agazzi S, Reverdin A, May D: Posterior lumbar interbody fusion with cages: an independent review of 71 cases. *J Neurosurg* 91(2 Suppl):186-192, 1999.
87. Okuda S, Miyauchi A, Oda T, Haku T, Yamamoto T, Iwasaki M: Surgical complication of posterior lumbar interbody fusion with total facetectomy in 251 patients. *J Neurosurg Spine* 4: 2006, 304-309
88. Taneichi H, Suda K, Kajino T, Matsumura A, Moridaira H, Kaneda K: Unilateral transforaminal lumbar interbody fusion and bilateral anterior column fixation with two Brantigan I/F cages per level: clinical outcomes during a minimum 2-year follow-up period. . *J Neurosurg Spine* 4: 2006, 198-205
89. Wong HK, Goh JC, Goh PS, et al. Paired cylindrical interbody cage fit and facetectomy in posterior lumbar interbody fusion in an Asian population. *Spine* 2001; 26: 572-77.
90. Mummaneni PV, Haid RW Jr: Transforaminal lumbar interbody fusion, in Haid RW Jr, McLaughlin MR, Fessler RG (eds): *Lumbar interbody fusion techniques: cages, dowels and grafts.* St. Louis, Quality Medical Publishing, 2003, 227-34.
91. Collier BD Jr, Fogelman I, Brown ML: Bone scintigraphy: Part 2. Orthopedic bone scanning. *J Nucl Med* 34: 224-228,1993.
92. Taillard WF. Etiology of spondylolisthesis. *Clin Orthop Relat Res.* 1976;117:30-9.
93. Jinkins JR, Matthes JC, Sener RN, Venkatappan S, Rauch R: Spondylolysis, spondylolisthesis, and associated nerve root entrapment in the lumbosacral spine: MR evaluation. *AJR* 159: 799-803, 1992.

94. Ha KY, Na KH, Shin JH, Kim KW (2008) Comparison of posterolateral fusion with and without additional posterior lumbar interbody fusion for degenerative lumbar spondylolisthesis. *J Spinal Disord Tech* 21:229–234.
95. Brady SRE, Hussain SM, Brown WJ, Heritier S, Billah B, Wang Y, Teede H, Urquhart DM, Cicuttini FM. Relationships Between Weight, Physical Activity, and Back Pain in Young Adult Women. *Medicine (Baltimore)*. 2016 May;95(19):e3368.
96. Roffey, D., Budiansky, A., Coyle, M., & Wai, E. (2013). Obesity and Low Back Pain: Is There a Weight of Evidence to Support a Positive Relationship? *Current Obesity Reports*, 2, 241-250.
97. Koyanagi A, Stickley A, Garin N, Miret M, Ayuso-Mateos JL, Leonardi M, Koskinen S, Galas A, Haro JM. The association between obesity and back pain in nine countries: a cross-sectional study. *BMC Public Health*. 2015 Feb 11;15:123.
98. Sribastav, S. S., Long, J., He, P., He, W., Ye, F., Li, Z., Wang, J., Liu, H., Wang, H., & Zheng, Z. (2018). Risk Factors Associated with Pain Severity in Patients with Non-specific Low Back Pain in Southern China. *Asian spine journal*, 12(3), 533–543.
99. Fujimori T, Le H, Schairer WW, Berven SH, Qamirani E, Hu SS (2015) Does Transforaminal Lumbar Interbody Fusion Have Advantages over Posterolateral Lumbar Fusion for Degenerative Spondylolisthesis? *Global Spine J* 5:102–109.
100. Musluman AM, Yilmaz A, Cansever T, et al. Posterior lumbar interbody fusion versus posterolateral fusion with instrumentation in the treatment of low-grade isthmic spondylolisthesis: midterm clinical outcomes.
101. Gottschalk MB, Premkumar A, Sweeney K, Boden SD, Heller J, Yoon ST, Rhee JM, Leckie SK, Braly B, Simpson AK, Lenehan E (2015) Posterolateral Lumbar Arthrodesis With and Without Interbody Arthrodesis for L4-L5 Degenerative Spondylolisthesis: a Comparative Value Analysis. *Spine (Phila Pa 1976)* 40:917–925.
102. Lee SH, Lee JH, Hong SW, Chung SE, Yoo SH, Lee HY (2010) Spinopelvic alignment after interspinous soft stabilization with a tension band system in grade 1 degenerative lumbar spondylolisthesis. *Spine (Phila Pa 1976)* 35:E691–E701.

103. Gille O, Challier V, Parent H, Cavagna R, Poignard A, Faline A, Fuentes S, Ricart O, Ferrero E, Ould Slimane M (2014) Degenerative lumbar spondylolisthesis: cohort of 670 patients, and proposal of a new classification. *Orthop Traumatol Surg Res* 100:S311–S315.
104. Jagannathan J, Sansur CA, Oskouian RJ Jr., Fu KM, Shaffrey CI. Radiographic restoration of lumbar alignment after transforaminal lumbar interbody fusion. *Neurosurgery* 2009;64:955-63.
105. Diedrich O, Kraft CN, Bertram R, Wagner U, Schmitt O. Dorsal lumbar interbody implantation of cages for stabilizing segmental spinal instabilities. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 2000;138:162-8.
106. Liao JC, Lu ML, Niu CC, Chen WJ, Chen LH (2014) Surgical outcomes of degenerative lumbar spondylolisthesis with anterior vacuum disc: can the intervertebral cage overcome intradiscal vacuum phenomenon and enhance posterolateral fusion? *J Orthop Sci* 19:851–859.
107. Colman MW, Baronne LM 2nd, Brodke DS, Woodbury AM, Annis P, Lawrence BD. Perioperative Effects Associated With the Surgical Treatment of Degenerative Spondylolisthesis: Interbody Versus No Interbody. *Clin Spine Surg.* 2019 Mar;32(2):E71-E77.
108. Feffer HL, Wiesel SW, Cuckler JM, Rothman RH. Degenerative spondylolisthesis: to fuse or not to fuse. *Spine (Phila Pa 1976)* 1985;10:287-9.
109. Davne SH, Myers DL. Complications of lumbar spinal fusion with transpedicular instrumentation. *Spine (Phila Pa 1976)* 1992;17:S184-9.
110. Lin PM. Posterior lumbar interbody fusion technique: complications and pitfalls. *Clin Orthop Relat Res* 1985;(193):90-102.