

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
İSTANBUL TIP FAKÜLTESİ
SPOR HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI

(UZMANLIK TEZİ)

**İDİOPATİK ADÖLESAN SKOLYOZ TANILI HASTALARDA BANT İLE
GERDİRME YÖNTEMİ (ANTERİOR VERTEBRAL TETHERİNG) İLE
SELEKTİF TORASİK FÜZYON CERRAHİSİNİN PARASPİNAL KAS ALANINA
ETKİSİNİN VE FONKSİYONEL SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI**

Dr. Esin Nur TAŞDEMİR

DANIŞMAN

Prof. Dr. Bülent BAYRAKTAR

İSTANBUL

(2022)

ÖNSÖZ

Farklılıklarımızdaki güzelliklerin ortaya çıkması için teşvik eden, uzmanlık eğitimim boyunca değerli bilgi ve tecrübeleriyle bana ışık tutan, hayalimdeki tez çalışmasını mümkün kılan, tez çalışmamın planlanması ve yürütülmesinin her aşamasında destek olan, çok değerli danışman hocam ve anabilim dalı başkanımız Sayın Prof. Dr. Bülent Bayraktar’a,

Uzmanlık eğitimim boyunca bilgi ve tecrübeleriyle desteğini esirgemeyen, yol gösteren, yetişmemde önemli katkıları bulunan çok değerli hocam Sayın Prof. Dr. Gökhan Metin’e,

Uzmanlık eğitimim boyunca kapısından ayrılmadığım, tez çalışmamın planlanması ve yürütülmesinin her aşamasında emeği bulunan; tecrübesini, bilgisini ve ilgisini esirgemeyen hocam, ağabeyim Sayın Doç. Dr. Turgut Akgül’e ve İTF Ortopedi ve Travmatoloji ailesine,

Eğitim sürecimde, bizlere değerli bilgileri ve tecrübesiyle yol gösteren değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Safnaz Albayrak Yıldız ve Sayın Prof. Dr. Oğuz Öztürk’e,

Tez çalışmama ait istatistiksel analizler sırasında önemli katkıları nedeniyle Sayın Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Güven Günver’e,

Bu tez çalışmasının oluşturulmasında ve yürütülmesinde bilimsel katkı, fikir ve desteklerinden dolayı Dr. Görkem Durak ve Uzm. Dr. Şahin Karalar’a,

Uzmanlık eğitimim süresince birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum Uzm. Dr. Şensu Dinçer, Uzm. Dr. Sertaç Yakal, Uzm. Dr. Ömer Batın Gözübüyük, Uzm. Dr. Ufuk Değirmenci, Uzm. Dr. Ceylan Köksal, Uzm. Dr. Sergen Devran ve Öğr. Gör. Türker Şahinkaya’ya,

Geldiği ilk günden beri her zaman yanımda olan dört yılını güzelleştiren canım arkadaşım Dr. Fatmanur Yegin’e; aynı çatı altında çalışmaktan büyük mutluluk duyduğum Dr. Özcan Ekiz, Dr. Yasin Atay ve tüm asistan arkadaşlarıma,

Tez çalışmam sürecinde uygulamalarım sırasındaki katkıları nedeniyle Uzm. Fzt. Mustafa Orhun Ayan, Fzt. Ayşegül Yılmaz ve Fzt. Esra Yapıcıoğlu’na,

Huzurlu bir ortamda çalışmamı sağlayan kliniğimiz tüm fizyoterapist, sekreter ve personel arkadaşlarıma,

Beni ben yapan, her şeyimi paylaştığım, dinleyen, seven, güvenen sevgili anne-babam Hatice ve Hüseyin Taşdemir’e, kardeşlerime ve yeğenlerime,

teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

<i>ÖNSÖZ</i>	i
<i>İÇİNDEKİLER</i>	ii
<i>TABLolar ve GRAFİKLER LİSTESİ</i>	iv
<i>ŞEKİLLER LİSTESİ</i>	v
<i>KISALTMALAR LİSTESİ</i>	vi
<i>ÖZET</i>	1
<i>ABSTRACT</i>	2
1.GİRİŞ ve AMAÇ	3
2.GENEL BİLGİLER	6
2.1. OMURGANIN ANATOMİSİ	6
2.2. LOMBER BÖLGE KASLARI	8
2.3. LOMBER OMURGA KİNEZYOLOJİSİ	12
2.4. ADÖLESAN İDİYOPATİK SKOLYOZ	13
2.4.1. İdiyopatik Skolyozun Patolojik Anatomisi	13
2.4.2. Sınıflandırma ve Terminoloji	14
2.4.3. Etiyoloji	16
2.4.4. İdiyopatik Skolyozun Prevelansı ve Progresyonu	16
2.5. ADÖLESAN İDİYOPATİK SKOLYOZDA DEĞERLENDİRME	17
2.5.1. Klinik Değerlendirme	17
2.5.2. Radyolojik Değerlendirme	18
2.5.3. Eğriliğin Ölçümü	19
2.5.4. Matüritenin Değerlendirilmesi	20
2.5.5. Manyetik Rezonans Görüntüleme	21

2.5.6. Eğrilik Tipleri.....	21
2.6. ADÖLESAN İDİYOPATİK SKOLYOZUN TEDAVİSİ.....	23
2.6.1. Adölesan İdiyopatik Skolyozun Konservatif Tedavisi	23
2.6.2. Adölesan İdiyopatik Skolyozun Cerrahi Tedavisi	24
2.7. CERRAHİ YAKLAŞIM SONRASI HASTALARIN YAŞADIĞI SORUNLAR	30
2.7.1. Hareket Kısıtlılığı, Paraspinal Kas Hasarı, Komşu Segment Hastalığı ve Bel Ağrısı.....	30
2.7.2. Dekondüsyon	31
2.7.3. Ön Uyluk Ağrısı, Kalça Fleksör Zayıflığı	32
2.7.4. Spinal Füzyon Sonrası Yaşam Kalitesi.....	32
3.GEREÇ VE YÖNTEM	34
3.1. KATILIMCILAR	34
3.2. DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ	35
4.BULGULAR	45
5.TARTIŞMA	53
6.LİMİTASYONLAR.....	60
7.SONUÇ VE ÖNERİLER	61
8.KAYNAKLAR.....	63
9.EKLER.....	70

TABLolar ve GRAFİKLER LİSTESİ

Tablo 2.1: Lomber Bölge Kaslarının Fonksiyona Göre Sınıflandırması

Tablo 2.2: Lomber Bölge Hareket Açıklığı Normatif Değerler

Tablo 2.3: Etiyolojiye Göre Skolyoz Sınıflandırılması

Tablo 4.1: Katılımcıların Demografik Özellikleri

Tablo 4.2: Katılımcıların Radyografik Özellikleri

Tablo 4.3: Katılımcıların SRS22 Skorları

Tablo 4.4: Katılımcıların VAS ve ODİ Skorları

Tablo 4.5: Lomber Bölge Hareket Açıklığı

Tablo 4.6: Gövde Fleksiyon Ekstansiyon İzokinetik Testine Ait Pik Tork, Pik Tork %BW ve Toplam İş ile İlgili Değerler

Tablo 4.7: Multifidus Kesit Alanı ve Yağlı Dejenerasyon Derecelerinin Karşılaştırılması

Tablo 4.8: Erektör Spina Kesit Alanı ve Yağlı Dejenerasyon Derecelerinin Karşılaştırılması

Tablo 4.9: Psoas Majör Kesit Alanı ve Yağlı Dejenerasyon Derecelerinin Karşılaştırılması

Grafik 4.1: Lomber Eğrilik Değişimi

Grafik 4.2: Lomber Bölge Hareket Açıklıkları

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1: Lomber Fonksiyonel Ünite

Şekil 2.2: Erektör Spina Kasları

Şekil 2.3: Multifidus Kası

Şekil 2.4: Psoas Majör Kası ve Lomber Pleksus İlişkisi

Şekil 2.5: Stokes'in "Kısır Döngü" Hipotezi

Şekil 2.6: Cobb Açısı Ölçümü

Şekil 2.7: Risser Evrelemesi

Şekil 2.8: Lenke Sınıflaması

Şekil 2.9: Lenke 1A Eğriliğe Sahip STF Uygulanmış Hastanın Cerrahi Öncesi ve Son Kontrol Radyografisi

Şekil 2.10: Hueter-Volkman Kanunu

Şekil 2.11: Heuter-Volkmann Kanununun Spinal Uygulaması

Şekil 2.12: Torakoskopik Vida ve İp Yerleştirimi

Şekil 2.13: Translasyon ve Derotasyon Manevrası ve Sistemin İpler ile Stabilize Edilmesinin Röntgen Üstünde Şematik Olarak Gösterilmesi

Şekil 2.14: Torakolomber/Lomber Eğriliği Bulunan (Lenke 5C) Hastaya AVT Uygulaması

Şekil 2.15: Torakolomber/Lomber Eğriliği Bulunan Hastaya Hibrit Cerrahi Uygulaması

Şekil 3.1: Lomber Bölge Fleksiyon Ölçümü

Şekil 3.2: Lomber Bölge Lateral Fleksiyon Ölçümü

Şekil 3.3: Lomber Bölge Rotasyon Ölçümü

Şekil 3.4: Ayakta, Gövde Fleksiyon Ekstansiyon İzokinetik Testi

Şekil 3.5: 60°/sn ve 120 °/sn Açısal Hız için Gövde Fleksiyon Ekstansiyon Testi Raporu

Şekil 3.6: Multifidus, Erektör Spina ve Psoas Kaslarının Kesit Alanı Ölçümü

Şekil 3.7: Lomber Bölge İçin Modifiye Edilmiş Goutallier Klasifikasyonu

KISALTMALAR LİSTESİ

AİS:	Adölesan idiyopatik skolyoz
ALL:	Anterior longitudinal ligaman
AP:	Anterior posterior
Ark.:	Arkadaşları
AVT:	Anterior vertebral tethering
cm:	Santimetre
EHA:	Eklem hareket açıklığı
EMG:	Elektromiyografi
ESS:	Enstrümantasyonun sonlandığı seviye
FSÜ:	Fonksiyonel spinal ünite
İSL:	İnterspinöz ligaman
kg/m ² :	kilogram/metrekare
kg:	Kilogram
KL:	kapsüler ligaman
KSH:	Komşu segment hastalığı
LF:	Ligamentum flavum
MARS:	Metal artefact reduction software
Max:	Maksimum
Min:	Minimum
MRG:	Manyetik rezonans görüntüleme
Nm/kg:	Newton.Metre/Kilogram
Nm:	Newton.Metre
n:	Kişi sayısı
N:	Newton
ODİ:	Oswestry disability index
Ort:	Ortalama
Örn:	Örneğin
PLL:	Posterior longitudinal ligaman
PSF:	Posterior spinal füzyon
sn:	Saniye

SOSORT: The International Society on Scoliosis Orthopaedic and Rehabilitation
Treatment

SRS: Scoliosis Research Society

SRS-22: Scoliosis Research Society-22

SS: Standart sapma

SSL: Supraspinöz ligaman

STF: Selektif torasik füzyon

VAS: Visual analog skala

VKİ: Vücut kitle indeksi

XLIF: Lateral Lomber interbody füzyon

%BW: Kilogram başına yüzdesi

ÖZET

Taşdemir EN. İdiyopatik Adölesan Skolyoz Tanılı Hastalarda Bant ile Gerdirme Yöntemi (Anterior Vertebral Tethering) ile Selektif Torasik Füzyon Cerrahisinin Paraspinal Kas Alanına Etkisinin ve Fonksiyonel Sonuçlarının Karşılaştırılması. İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı. Uzmanlık Tezi. İstanbul 2022.

Amaç: Adölesan idiyopatik skolyoz (AİS) tanılı hastalarda lomber bölgeye yönelik anterior vertebral tethering (AVT) uygulamasını selektif torasik füzyon (STF) ile karşılaştırarak, lomber AVT'nin paraspinal ve psoas majör kas morfolojisine, lomber bölge hareket açıklığına etkisini ve fonksiyonel sonuçlarını ortaya koymak

Gereç ve yöntem: Çalışmaya lomber AVT uygulanmış 8 hasta ve takip süresi benzer STF uygulanmış 8 hasta dahil edildi. Hastaların SRS-22 (Scoliosis Research Society-22) skorları, VAS (Visual Analog Skala) ve ODİ (Oswestry Disability İndeks) skorları lomber bölge hareket açıklıkları, gövde fleksiyon ekstansiyon kuvvet ve dayanıklılığı karşılaştırıldı. Hastaların cerrahi öncesi ve son kontrollerindeki paraspinal ve psoas majör kas alanları ve yağlı dejenerasyon dereceleri radyolojik olarak değerlendirildi.

Bulgular: Her iki grubun SRS-22, VAS, ODİ skorları arasında anlamlı fark bulunmadı. Her iki grubun lomber bölge hareket açıklığı, gövde fleksiyon ekstansiyon kuvvet ve dayanıklılığı benzerdi. Hastaların cerrahi öncesi ve son kontrollerindeki paraspinal ve psoas majör kas alanları ve yağlı dejenerasyon dereceleri arasında farklılık saptanmadı.

Sonuç ve Tartışma: Skolyozlu hastalarda lomber bölgeye uygulanan AVT lomber bölge paraspinal kaslarında iatrojenik hasar yaratmayan, lomber hareket açıklığında ciddi bir kısıtlama yapmayan, fonksiyonel sonuçları 2 yıllık takip süresinde tatmin edici olan, lomber eğriliği bulunan hastalar için başarılı bir tedavi yöntemi olabilir.

Anahtar Kelimeler: Skolyoz, posterior füzyon, vertebral tethering, selektif torasik füzyon, lomber hareket açıklığı

ABSTRACT

Tasdemir EN, Comparison of the Effect on The Paraspinal Muscles Cross-Section Areas and Functional Outcomes of Vertebral Body Tethering to Selective Thoracic Fusion in Patients with Idiopathic Adolescent Scoliosis. Istanbul University, Istanbul Faculty of Medicine, Department of Sports Medicine. Thesis. Istanbul, 2022.

Objective: To aim the effect and functional results of lumbar VBT on paraspinal and psoas major muscle morphology, lumbar region range of motion by comparing vertebral body tethering (VBT) application applied to the lumbar region with selective thoracic fusion (STF).

Materials and methods: 8 patients who underwent lumbar VBT and 8 patients who underwent STF with a similar follow-up period were included in the study. Patients' SRS-22 (Scoliosis Research Society-22) scores, VAS (Visual Analog Scale) and ODI (Oswestry Disability Index) scores, lumbar range of motion, trunk flexion-extension strength and endurance were compared. Paraspinal and psoas major muscle cross-section areas and fatty degeneration degrees were evaluated before and after the surgery.

Results: There was no significant difference between both groups' SRS-22, VAS, and ODI scores. Both groups had similar lumbar range of motion, trunk flexion-extension strength, and endurance. There was no difference between paraspinal and psoas major muscle cross-section areas and the degrees of fatty degeneration in the preoperative and final controls of the patients.

Conclusion and Discussion: VBT applied to the lumbar region can be a successful treatment method for patients with lumbar curvature, which does not cause iatrogenic damage to the paraspinal muscles of the lumbar region, does not severely restrict the lumbar range of motion, and whose functional results are satisfactory in a 2-year follow-up period.

Keywords: Scoliosis, posterior fusion, vertebral body tethering, selective thoracic fusion, lumbar range of motion

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Omurga deformiteleri çocukluk çağında en sık karşılaşılan vertebral kolon sorunlarıdır. Omurga deformiteleri izole sagittal plan sorunları olabileceği gibi her üç planı da etkileyebilen sorunlar olarak da karşımıza çıkabilir. Her üç planı da etkileyebilen skolyoz deformitesi özellikle koronal planda belirgin eksen değişiklikleri gösterir. Scoliosis Research Society (Skolyoz Araştırma Cemiyeti) (SRS) skolyoz tanımını uzun kasetlere çekilmiş grafilerde 10° ve üzeri omurga eğriliği olarak tanımlamaktadır (1). Skolyozun alt gruplandırmasında ise konjenital değişikliklerin, nöromusküler rahatsızlıkların ve diğer hazırlayıcı faktörlerin varlığı kullanılmaktadır. Buna rağmen sebebi belli olmayan skolyozlar için idiyopatik tanımı kullanılmakta ve en geniş deformite grubunu da bu idiyopatik skolyozlar oluşturmaktadır.

Adölesan idiyopatik skolyoz (AİS), tüm skolyoz anomalilerinin yaklaşık %70'ini oluşturan omurganın üç boyutlu deformitesidir (2). Omurganın koronal planda eğriliği olarak tanımlanan skolyozda, transvers planda aksiyel rotasyon ve sagittal planda fizyolojik eğriliklerde değişim (kifozda azalma veya artış, lordoz azalma veya artış) oluşur (2). Skolyozun toplumda görülme sıklığı %2-3'tür ve bu hastaların ancak %10 kadarı cerrahi tedaviye ihtiyaç duyar (3). Adölesan hastalar çoğunlukla kemik matürasyonunu tamamlamak üzere olduğundan AİS'li hastaların tedavilerinde füzyon cerrahisi altın standart olarak kabul edilmektedir (4). Füzyon cerrahisi ile deformitenin düzeltilmesi ve progrese olmasının engellenmesi için deformitenin bulunduğu alanda kemik köprüler oluşturularak hareketli olan segmentlerin hareketsiz hale getirilmesi planlanmaktadır. Ancak füzyon cerrahisinin omurgada hareket kaybı yanında uzun dönemde komşu segment hastalığı ve disk dejenerasyonu gelişimine yol açması gibi dezavantajları bulunmaktadır (5). Bu dezavantajlarının en aza indirilebilmesi için füzyon sahasının kısa tutulmasına yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Seçici füzyon alanlarının belirlenmesi ve anterior girişimler füzyon seviyesinin kısa tutulması için uygulanan yöntemlerdendir. Günümüzde posterior yaklaşımla pedikül vidalarının kullanımı anterior yaklaşım ile benzer füzyon seviyeleri sağlanabilmesi nedeniyle değerlidir. Anterior cerrahi morbiditesinin yüksek olması, posterior spinal füzyon (PSF) uygulamasının uzun dönem etkilerinin iyi bilinmesi ve deformite düzelmede iyi sonuçlar veriyor olması nedeniyle şu an için en sık kullanılan cerrahi prosedür PSF'dir.

Spinal füzyon cerrahisi sonrası füzyon olan segmentin hareketi ortadan kalkmaktadır. Özellikle hareket kabiliyeti torakal bölgeye göre yüksek olan lomber seviyelerdeki füzyonda bu etki daha fazla hissedilmekte, uygulama sonrası hastanın gövde rotasyon ve lateral fleksiyonu anlamlı şekilde azalmaktadır (6). Omurga fleksibilitesinde azalma ve fonksiyonel kısıtlamanın yanı sıra cerrahi esnasında posterior cerrahi yaklaşım nedeniyle iatrojenik olarak omurga diziliminde ve hareketinde büyük öneme sahip paraspinal kaslarda (özellikle multifidus) hasara yol açıldığı öne sürülmektedir (7). Lomber ekstansiyon sırasında diğer lomber kaslarla birlikte çalışan multifidus kası, omurga hareket ve stabilizasyonunda önemli rollere sahiptir. Ayrıca multifidusun, rotasyon esnasında stabilizasyonu sağlama ve özellikle abdominal oblik kasların kasılması ile yapılan lomber rotasyon esnasında ortaya çıkan fleksiyon kuvvetini dengelemede kritik rolleri bulunmaktadır (8). Bu fonksiyonel özelliklere sahip lomber multifidus kaslarının hasarlanması ve yağlı dejenerasyonu sonucunda hastalarda omurga sagittal diziliminde bozukluklar, kronik bel ağrısı gibi problemler görülebilmektedir (9). Ayrıca paraspinal kaslardaki yağlı dejenerasyon ve atrofi, uzun dönemde füzyon altındaki segmentlerde komşu segment hastalığının gelişimine yol açabilmektedir (10). Tüm bu durumlar cerrahi öncesi sağlıklı kendi yaş grubundaki kişilerle benzer fiziksel aktivite düzeyine sahip AİS'li hastaların spinal füzyon sonrası fiziksel aktivite düzeyini, spora katılımını, sağlık ve iyilik halini olumsuz etkileyebilmektedir (11, 12).

Hastaları tüm bu sorunlardan korumak amacıyla cerrahlar füzyon yapılacak segment sayısını mümkün olduğunca az tutmak ve lomber füzyondan kaçınmayı tercih etmektedir. Selektif torasik füzyon (STF) cerrahisi ile lomber bölgede hareketli segmentlerin korunması sayesinde eklem hareket açıklığının korunduğu ve füzyonun L2 üzerinde sonlandırılması ile de artmış hasta memnuniyeti bildirilmiştir (13). Ancak selektif torasik füzyonun kullanılabilmesi her hasta için mümkün olmamaktadır. İlk olarak Lenke 1 hastalar için tarif edilmiş olsa da sonraları bazı diğer Lenke gruplarında cobb to cobb selektif füzyonlar da uygulanmaya başlanmıştır (14). Torakal bölge eğriliklerinde selektif füzyonda amaç sadece ana eğriliği oluşturan segmentlerin füzyona dahil edilmesini sağlamaktır. Bunun için belirlenmiş kurallar ise eğriliklerin açısal büyüklüğü, apikal vertebraların rotasyonlarının ve translasyonlarının oranları ile belirlenmektedir. STF sonrası lomber bölgedeki deformitede de düzelme meydana gelmektedir. Bununla birlikte, özellikle immatür hastalarda, füzyon yapılmamış lomber segmentlerde eğrinin yeterince düzelmemesi ve ilerlemesi riskinin (adding-on fenomeni) dikkate alınması gerektiği unutulmamalıdır (15).

Anterior vertebral tethering (AVT) ise, son yıllarda daha sık kullanılan spinal füzyonun yarattığı fonksiyonel komplikasyonları önleyebileceği düşünülen bir cerrahi tekniktir (16). AVT, Hueter-Volkman Kanununa (kompresyon uygulanan tarafta büyümenin durması ve distraksiyon yapılan tarafta büyümenin hızlanması) dayanan bir büyüme yönlendirme yöntemidir (17). Omurganın büyümesinin devam etmesine izin veren bu yöntemle progresif eğriliği tedavi ederken füzyona gerek kalmamaktadır. Buradaki önemli nokta bu tekniğin büyüme potansiyeli olan hastalarda uygulanmasının uygun olduğu gerçeğidir. AVT, literatürde ilk olarak torakal bölge eğriliklerin tedavisinde kullanılmakla beraber torakal bölgede elde edilen başarılı sonuçlar sonrasında lomber bölge için de kullanılmaya başlanmıştır.

Bu cerrahi tekniğin kısa dönem radyolojik sonuçları hakkında son yıllarda çok sayıda çalışma olmasına rağmen fonksiyonel sonuçları (omurga fleksibilitesi, gövde enduransı vb.) üzerine çalışmalar oldukça kısıtlıdır. Pehlivanoğlu ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada füzyon cerrahisi ve AVT karşılaştırılmış, AVT grubundaki hastaların omurga fleksibilitesi ve gövde fleksör-ekstansör enduransı açısından daha üstün olduğu belirtilmiştir (18). Baroncini ve arkadaşlarının yaptıkları bir anket çalışmasında ise AVT hasta grubunun daha hızlı bir şekilde günlük hayata ve fiziksel aktiviteye döndüğü belirtilmiş ve hastaların çoğunun cerrahi sonrası sportif performanslarının geliştiğini ve spora katılımlarının arttığı bilgisi ortaya konmuştur (19).

Biz çalışmamızda STF uygulanmış hastalarla, torakal füzyon+ lomber bölgeye AVT veya sadece lomber AVT uygulanmış hastaları karşılaştırarak lomber bölgeye uygulanan AVT'nin paraspinal ve psoas majör kas morfolojisi, gövde kas kuvveti ve enduransı, lomber bölge hareket açıklığı ve yaşam kalitesine etkisini değerlendirmeyi planladık.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. OMURGANIN ANATOMİSİ

Karmaşık bir kemik yapıya sahip olan vertebral kolon, 24'ü hareketli ve 9'u (sakrum ve koksiks) kaynaşmış vertebradan oluşur. Aralarında eklem yapan 24 hareketli vertebranın, 7'si servikal, 12'si torakal, 5 tanesi de lomber vertebralardır (20).

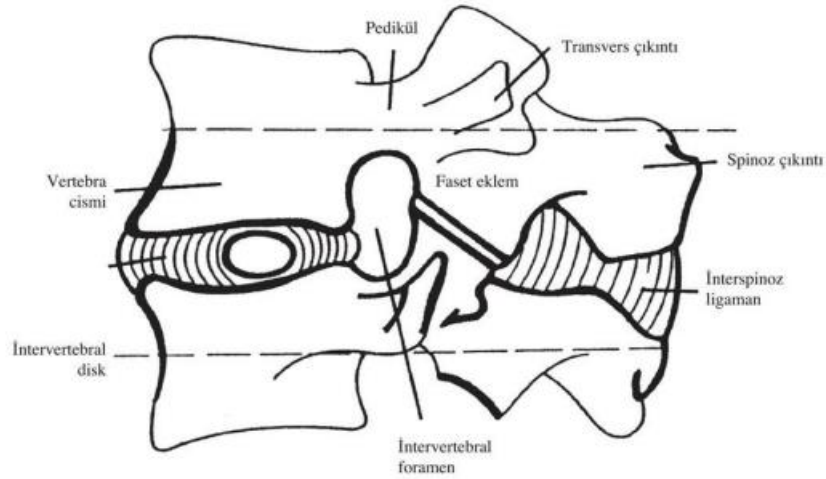
Omurganın her bölgesindeki vertebralar, çeşitli işlevleri yerine getirebilmek için şekil ve boyut olarak farklılıklar göstermekle birlikte ilk iki servikal vertebra hariç diğerleri benzer yapıdadırlar. Vertebral kolonun ana görevleri medulla spinalisi korumak ve gövde ağırlığını alt ekstremitelere iletmektir (20, 21).

Sagital düzlemde vertebral kolonun dört fizyolojik eğriliği bulunmaktadır. Bunlar servikal lordoz (C1-T2), torakal kifoz (T2- T12), lomber lordoz (T12-S1) ve sakral kifozdur. Omurganın normal eğrilikleri, vertikal eksenindeki şok absorpsiyonunu sağlar (20).

Omurgadaki biyomekanik özellikleri yansıtan en küçük fizyolojik hareket birime fonksiyonel spinal ünite (FSÜ) denir. FSÜ (hareket segmenti) komşu iki vertebra, intervertebral disk, ligamentler ve diğer yumuşak dokulardan oluşur. Bu segment hem üstüne binen fizyolojik ve aşırı yükleri taşır, hem de sagital, koronal ve aksiyal düzlemdeki fleksiyon, ekstansiyon, lateral fleksiyon (lateral bending) ve nötral rotasyonu sağlar (22).

1.Lomber fonksiyonel ünite:

Lomber fonksiyonel üniteler, statik ve dinamik bölümler olmak üzere iki grupta incelenmektedir. Statik bölüm, kemik yapıyı oluşturan vertebra cismi, pedikül, faset eklem yüzleri, lamina, spinöz ve transvers çıkıntıdan meydana gelmektedir. Dinamik bölüm ise; kemik yapı dışında kalan intervertebral disk, anterior longitudinal ligaman (ALL), posterior longitudinal ligaman (PLL), supraspinöz ligaman (SSL), interspinöz ligaman (ISL), ligamentum flavum (LF), kapsüler ligaman (KL) ve paravertebral kas dokusundan oluşmaktadır (Şekil 2.1)(23).



Şekil 2.1: Lomber Fonksiyonel Ünite

Nukleus pulpozus ve anulus fibrozisten oluşan intervertebral diskler vertebranın fleksibilitesini sağlayan ana komponent iken, faset eklemler fonksiyonel birimin hareketini yönlendiren menteşe tipi diartrodial eklemlerdir (24, 25). Faset eklem yüzeyleri önceleri koronal bir oryantasyon gösterirken, büyüme çağı boyunca giderek biplanar özellik kazanır. Anterior kısmı koronal planda bulunurken daha geniş olan posterior kısmı sagittal planda yer alır (26). Eklem bu yapısı hareket kabiliyetini ve açıklığını da etkilemektedir.

Omurganın ligamanları intrinsek stabiliteye katkıda bulunan viskoelastik yapılardır ve vertebral kolonun direncini arttırmaları (27). Gerilme şeklindeki yükleri bir vertebradan diğerine aktarırlar ve fizyolojik sınırlar içinde minimum direnç ile pürüzsüz harekete izin verirler.

Vertebra cisimlerinin arka yüzünü örten PLL primer fonksiyonu fleksiyona direnç göstermek iken, vertebra korpuslarının ön yüzünü örten ve anulus fibrozus lifleri ile yakın ilişki içinde olan ALL'nin asıl fonksiyonu ekstansiyon ve overdistaksiyonu engellemektir (25). LF elastik liflerden oluşur ve spinal kanalın iç-arka yüzünde nöral yapıları korunmasına yardımcı olur (25).

2.2. LOMBER BÖLGE KASLARI

Omurganın dinamik stabilitesi ve hareket kontrolünün en önemli elemanları ise kaslarıdır (21). Omurga, kemik elemanları çember gibi saran çok karmaşık kas dokusu tarafından desteklenmektedir. Lomber bölge kasları, lomber omurgaya yaptırdıkları hareketlere göre gruplandırılırlar (Tablo 2.1.) (28).

Fleksiyon	Ekstansiyon	Lateral Fleksiyon	Rotasyon
M. Rektus abdominis	M. Erektör spina	M. Latissimus Dorsi	M. Multifidus
M. Obliquus internus abdominis	M. Multifidus	M. Erektör spina	M. Rotator
M. Obliquus eksternus abdominis	M. Kuadratus lumborum	M. Kuadratus lumborum	M. Trasversalis
M. Transversus Abdominis	M. Latissimus Dorsi	M. Psoas	M. İntertransversalis
M. İntertransversarii	M. Trasversospinalis	M. trasversospinalis	
M. Psoas	M. İnterspinalis	M. İnterspinalis	
	M. Rotator	M. Obliquus eksternus abdominis	
	M. Gluteus maksimus		

Tablo 2.1: Lomber Bölge Kaslarının Fonksiyona Göre Sınıflandırması

Lomber bölgeye etki eden kasların bir kısmı lomber vertebradan köken alırken, diğer kasların (abdominal kaslar, pelvik kaslar vb.) origo ya da insersiyoları vertebra üzerinde olmamasına rağmen bu bölgenin hareketine katkıda bulunurlar. Lomber vertebradan köken alan kaslar spinal cerrahiler esnasında iatrojenik olarak hasarlanabilir.

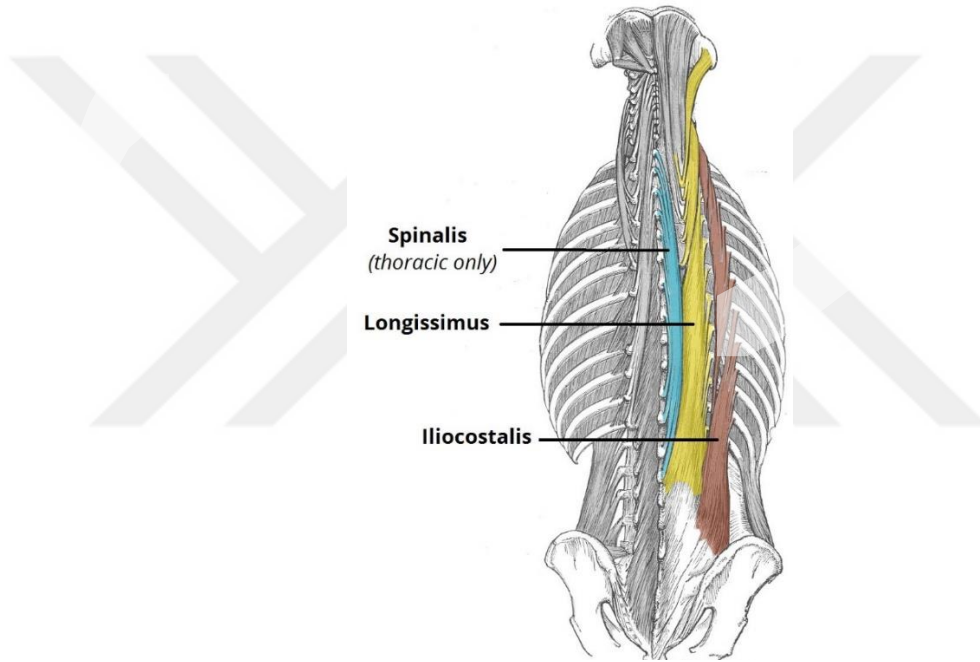
1.Lomber vertebralardan köken alan kaslar:

Anatomik olarak anterior ve posterior olarak ikiye ayrılırlar.

Posterior Kaslar

Posterior süperfisyal kaslar

Bu kaslar hep birlikte erektör spina kasları olarak adlandırılır. Posterior vertebral kolon üzerinde, oksipital kemikten sakruma kadar uzanır ve alt lumbosakral bölgede giderek incelerek sağlam kalın bir tendon haline gelir. Bu kas grubunu spinalis, longissimus ve iliokostalis olmak üzere 3 parçası bulunmaktadır. (Şekil 2.2) (29).



Şekil 2.2: Erektör Spina Kasları (30)

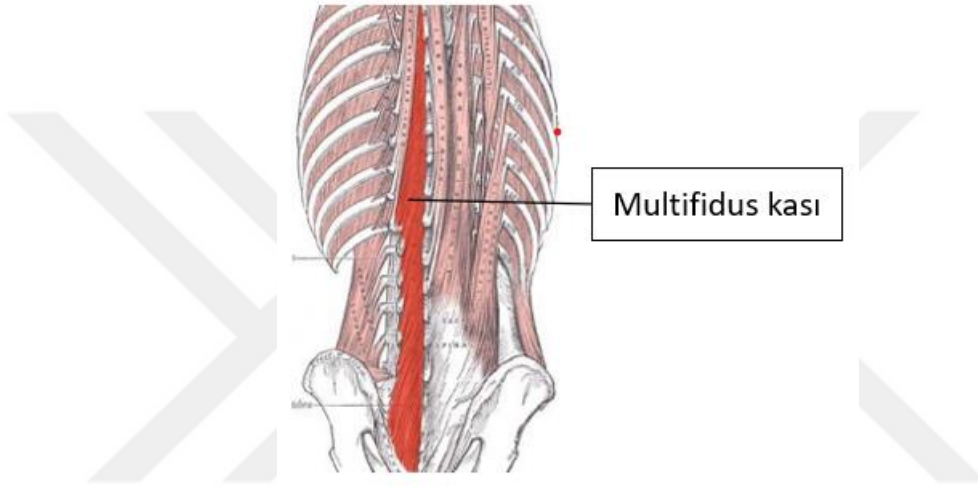
Erektör spina bilateral kasıldığı zaman vertebral kolona ekstansiyon, unilateral kasıldığında ise lateral fleksiyon yaptırır. Ayrıca omurga fleksiyonu esnasında eksantrik olarak kasılarak fleksiyonu kontrol eder. Vertebral kolonun postürünün korunmasında, hareketinde ve dinamik dengesinin sağlanmasında kilit öneme sahiptir (31).

Posterior derin kaslar

Posterior derin kasların en önemlisi, transversospinalis kas grubudur ve semispinalis, multifidus ve rotator kas gruplarından oluşur (29, 32). Semispinalis kas grubunun lomber

parçası bulunmaz. Rotator kaslar ise en gelişmiş olarak torakal bölgede izlenirken, servikal ve lomber bölgelerde ise daha çok düzensiz, ince kas lifleri şeklindedir (33). Bu gruptan lomber bölgede en fazla hacim oluşturan kas multifidustur (Şekil 2.3).

Multifidus iki fasikülden oluşur. Küçük fasikül, spinöz proçesin alt kenarından ve komşu laminar kenardan başlayıp oblik seyredip, 2 segment distaldeki artiküler proçeste sonlanır. Uzun fasikül ise spinöz proçesin alt kenarından başlayıp, daha distal seviyelere kadar uzanır. L5'in altında ise ilium ve sakrumda sonlanır. Her bir segment, daha kaudalden başlayan segmentin üzerini örter, bunun sonucunda distale doğru gücü artan bir kas oluşur (34).



Şekil 2.3: Multifidus Kası (30)

Benzersiz yapısı sayesinde multifidus, karmaşık koordineli hareketler olan lomber ekstansiyon, rotasyon ve lateral fleksiyona katkı sağlarken sakroiliyak eklem stabilizasyonuna da katkıda bulunur. Multifidus kompleksi torakolomber omurga için önemli bir dinamik dengeleyici olarak görev alır. Ayrıca vücudun dorsalinde lumbosakral geçişi olan tek kastır ve bu bölgenin stabilizasyonunda önemli bir yere sahiptir (28).

Multifidus kasını fonksiyonel anatomi açısından yüzeysel, orta ve derin olarak 3 kısımda değerlendirmek mümkündür. Yüzeysel kısım lomber bölgenin ekstansiyon ve rotasyon hareketinde, orta kısım segmentler arasındaki hareketliliğin sağlanmasında, yavaş kasılan tip 1 lifleri daha fazla içeren derin kısım ise lif boylarının da kısa olması nedeniyle segmental stabilizasyonda ve içerdiği çok sayıda kas iğciği sayesinde propriyosepsiyonda görev yapmaktadır(35, 36).

İnterspinalis ve intertransversalis kasları da lomber bölgede yer alan derin posterior kaslardır ve segmenter olarak çalışır, ekstansör ve lateral fleksör olarak görev yaparlar.

Anterior kaslar

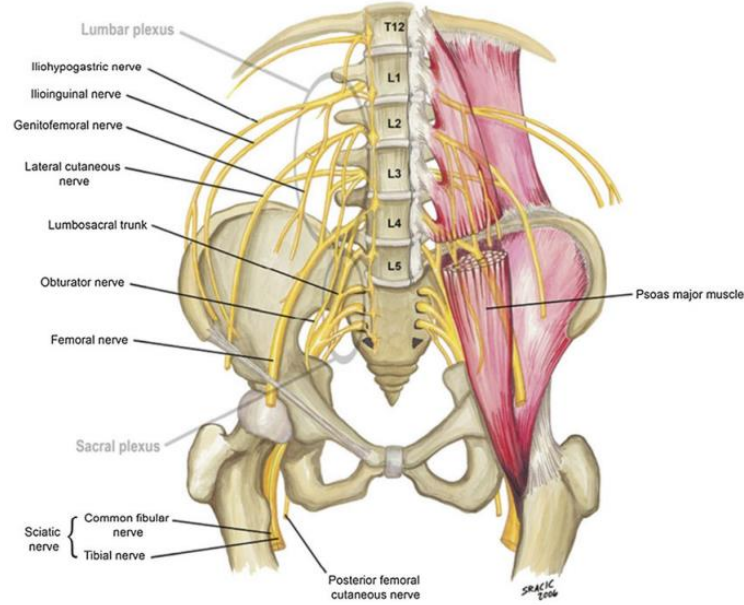
Kuadratus lumborum

İliumdan lomber vertebraların transvers proçesleri ve 12. kostaya uzanır. Unilateral olarak pelvisin elevasyonu vertebral kolunun lateral fleksiyonu ve ekstansiyonuna katkıda bulunur. Bilateral kasıldığında pelvis ve lomber omurgayı stabilize eder (33).

Psoas majör

Psoas majör T12-L5 vertebra transvers proçeslerinden, vertebra gövdelerinden ve disklerden köken alan uzun, fisuform bir kastır (33). Distale doğru inguinal ligamentin altından, anterior inferior iliyak spina ile iliopektineal eminens arasından geçerek pelvisten çıkar kalça ekleminin önünden geçer ve iliopsoas tendonu şeklinde femurun trokanter minör çıkıntısına yapışır.

Lomber pleksus ve femoral sinirler genellikle psoas kas grubunun posteriorunda yer almakla birlikte lomber pleksus ve psoas kasının anatomisinde varyantlar da söz konusu olabilir (Şekil 2.4) (37).



Şekil 2.4: Psoas Majör Kası ve Lomber Pleksus İlişkisi (38)

Kalça fleksörü olan psoas majör aynı zamanda kalça fleksiyonu esnasında ve ayakta dururken kalça stabilizasyonunda görev alırken omurga lateral fleksiyonuna da katkıda bulunur. Bu fonksiyonlarına ek olarak, dik dururken ve gövdeyi sırtüstü pozisyonundan kaldırırken postural stabilizasyona katkıda bulunur ve lomber vertebraların desteklenmesinde kuadratus lumborum ile birlikte çalışır.

2.3. LOMBER OMURGA KİNEZYOLOJİSİ

Günlük hayattaki çoğu aktivite esnasında lomber ve pelvik eklem hareketini kullanırız. Lomber omurganın yeterli hareket aralığı günlük yaşamın çeşitli aktiviteleri için gereklidir (39). Lomber omurga ilişkili spondiloz gibi hastalıklar ya da lomber omurganın normal dizilimini sağlama, hastanın bel ağrısını azaltma ve nörolojik semptomlarını sınırlama amacıyla yapılan füzyon cerrahisi sonucu hastaların lomber hareket açıklığı olumsuz etkilenebilir (40). Aynı durumlar (spondiloz/ füzyon cerrahisi) torakal bölgede gerçekleştiğinde ise bu olumsuz etkiler minimal düzeyde olmaktadır. Bu nedenle lomber omurga kinezyolojisinin anlaşılması kritik önem taşır.

Lomber bölge eklem hareket açıklığı (EHA) önemli miktarda bireysel değişkenlikler gösterir (Tablo 2.2). Lomber omurgada en büyük hareket L4- L5 ve L5-S1 segmentlerinde oluşur. Hareket miktarında longitudinal ligamanların ekstansibilitesi, eklem kapsülün elastisitesi, diskin sıvı içeriği ve kasların elastikiyeti gibi faktörler etkilidir. Yaşla paralel olarak hareket genişliğinde belirgin azalma görülür. Komşu iki vertebra arasındaki segmental hareket sınırlı olmakla birlikte, her bir segmentin yapmış olduğu hareketler birleşerek omurganın genelinde geniş hareketler oluşturulmasına imkan sağlar (41).

Lomber fleksiyonun %75'i L5-S1 aralığında oluşur. Hareketin %15-20'si L4-L5'te, geri kalan %5-10'u ise L1 ile L4 aralığında meydana gelir. Fleksiyon için, EHA lomber omurgada normalde 40° ila 60° arasındadır. Pelvisin sagittal planda öne rotasyonu ek olarak 25 derecelik fleksiyon açısı sağlar. Ekstansiyon ise lomber omurgada normalde 20° ila 35° arasındadır (41) (Tablo 2.2).

Lateral fleksiyonda hareket değişen oranlarda torakal ve lomber bölgede olur. Abdominal kaslarla beraber erektör spina ve spinotransversal kasların ipsilateral kasılması lateral fleksiyonu başlatırken kontralateral kasılması hareketi kontrol eder. Lomber omurgada lateral fleksiyon yaklaşık 15-20 derecedir.

Rotasyon hem torasik omurgada hem de lumbosakral omurgada olur. Lumbosakral bölge hariç lomber rotasyon faset eklemlerin yerleşimi nedeniyle orta derecede gerçekleşir. Rotasyon sırasında omurganın her iki tarafında sırt ve abdominal kaslar aktiftir. Oblik abdominal kaslar temel rotatorlardır. Lomber omurgada rotasyon normalde 3° ila 18° arasındadır.

	Normatif değer (°)
Lomber fleksiyon	40-60
Lomber ekstansiyon	20-35
Lomber sağ lateral fleksiyon	15-20
Lomber sol lateral fleksiyon	15-20
Lomber sağ rotasyon	3-18
Lomber sol rotasyon	3-18

Tablo 2.2: Lomber bölge hareket açıklığı normatif değerler (41)

2.4. ADÖLESAN İDİYOPATİK SKOLYOZ

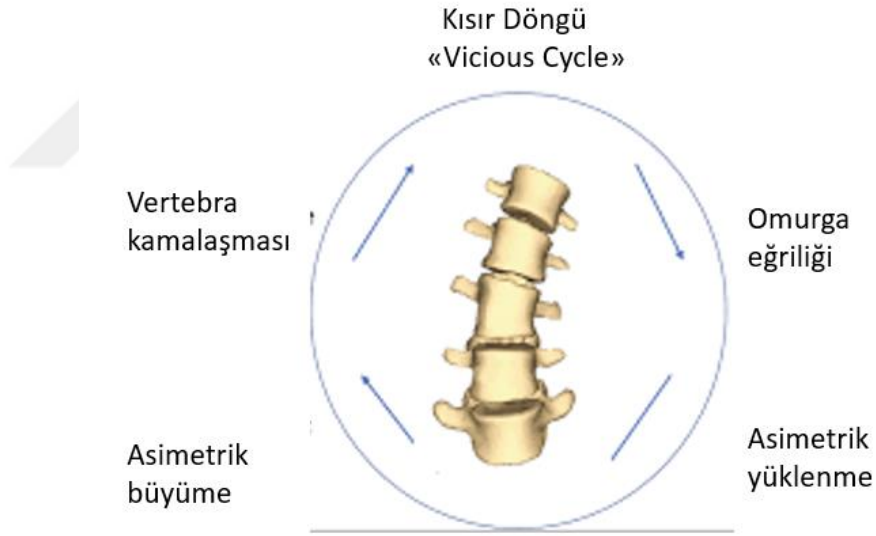
Skolyoz; sagittal, aksiyel ve koronal düzlemde dizilim ve şekil değişiklikleri ile karakterize, omurganın 3 boyutlu deformitesidir (2). Ön-arka direkt grafide 10 derecenin üzerindeki eğrilikler skolyoz olarak tanımlanır. İdiyopatik skolyoz terimi etiyolojisi bilinmeyen yapısal skolyozları tanımlamada kullanılır. İdiyopatik skolyoz büyüme periyodu içerisinde herhangi bir dönemde başlayabilmektedir.

2.4.1. Adölesan İdiyopatik Skolyozun Patolojik Anatomisi

AİS aslında bir büyüme asimetrisidir. Vertebral cisimler posterior elemanlardan daha hızlı büyüyerek primer lordoza yol açarken, posterior elemanların aynı hızda büyümemesi sonucu önde yerleşmiş vertebral cisimlerin yüksekliğinin artmasına engel olup onların distorsiyonuna ve sonuç olarak rotasyonel lordoza sebep olurlar (42, 43). Koronal plandaki eksen değişikliği deformitenin oluşumundaki son basamaktır. Büyümedeki anterior-posterior farklılıklara ek olarak üç boyutlu olarak vertebral cisimlerin kendilerinde de deformasyon mevcuttur ve bu durum muhtemelen primer değil sekonder etkinin sonucudur (43).

Dickson ve arkadaşları, 1984'te AİS patogenezi hakkında yayınladıkları çalışmada biplanar asimetrinin gerekli lezyon olduğunu vurguladılar (44). İlerleyici idiyopatik skolyozun oluşması için median plan asimetrisinin (düzleşme veya daha genellikle skolyoz apeksinde normal torasik kifozun tersine dönmesi) kilit faktör olduğu düşünülmektedir (43, 45).

Skolyoz eğrisine bağlı olarak oluşan asimetrik kompresyon omurganın konkav tarafında vertebra büyümesini engellerken, konveks taraftaki azalmış kompresyon vertebra büyümesinde farklılık yaratır ve böylece Hueter-Volkman prensibine dayanan vertebra kamalaşmasına ve skolyozun ilerlemesine yol açar (46). Stokes bu durumu “kısır döngü (vicious cycle)” olarak tanımlamıştır (47). “Kısır Döngü” hipotezi (Şekil 2.5), ister idiyopatik olsun ister olmasın skolyozun hızlı büyüme dönemlerinde ve eğri ilerleme riskinin en büyük olduğu durumlarda mekanik faktörlerin baskın hale geldiğini göstermektedir. Tüm bu bilgilere rağmen yapılan çalışmalar omurganın asimetrik gelişimine neden olan yüklenmenin başlangıcını halen tam olarak ortaya koyamamıştır (47).



Şekil 2.5: Stokes'in “Kısır Döngü” Hipotezi (48)

2.4.2. Sınıflandırma ve Terminoloji

Skolyozun etiyolojiye göre sınıflamasında sıklıkla SRS'nin sınıflaması sıklıkla kullanılır (Tablo 2.3). İdiyopatik skolyoz yapısal bir skolyozdur ve bütün skolyozların %80 'ini oluşturmaktadır. İdiyopatik skolyozda altta yatan herhangi bir nörolojik, musküler problem ya da başka patoloji yoktur.

Adölesan idiyopatik skolyoz (AİS) en sık rastlanan skolyoz türüdür ve 10-16 yaşları arasındaki çocuklarda görülür.

I- İdiyopatik skolyoz

- A- İnfantil (3 yaş altı)
- B- Jüvenil (3-10 yaş)
- C- Adölesan (10 yaşından iskelet olgunlaşmasına kadar)
- D- Adult

II- Nöromusküler skolyoz

A- Nöropatik

- 1.Üst motor nöron
 - a- Serebral palsi
 - b- Charcot-Marie-Tooth hastalığı
 - c- Sringomyeli
 - d- Spinal kord yaralanması
- 2. Alt motor nöron
 - a- Poliomyelit
 - b- Spinal müsküler atrofi
 - c- Myelomeningosel

B- Myopatik

- 1. Artrogripozis
- 2. Müsküler distrofi

III- Konjenital Skolyoz

- A-Oluşma (Formasyon) bozukluğu
- B-Ayrışma (Segmentasyon) bozukluğu
- C-Oluşma ve ayrışmanın birlikte bozukluğu

IV. Nörofibromatozis

V. Bağ dokusu skolyozu

- A-Marfan sendromu
- B-Ehlers –Danlos sendromu

VI. Osteokondrodistrofi

- A- Diastrofik cücelik
- B- Mukopolisakkaridoz
- C- Spondiloepifizyal displazi
- D- Multipl epifizyal displazi
- E- Akondrodizplazi

VII. Metabolik skolyoz

VIII. Nonstrüktürel skolyoz

- A- Postürel, histerik
- B- Sinir kökü irritasyonuna sekonder

Tablo 2.3: Etiyolojiye Göre Skolyoz Sınıflandırılması (43)

2.4.3. Etiyoloji

Skolyozun klinik belirtileri kapsamlı bir şekilde araştırılmış ve ortaya konmuş olmasına rağmen etiyojisi konusundaki tartışmalar halen devam etmektedir. Gerçek etiyojisi bilinmemekle birlikte multifaktöriyel olduğu düşünülmektedir. Genetik, hormonal, çevresel faktörler ile sinir sistemi anomalilerinin yanı sıra konnektif doku anomalileri ve biyomekanik faktörler sıklıkla suçlanmıştır (49).

2.4.4. İdiyopatik Skolyozun Prevalansı ve Progresyonu

Çalışmalar AİS prevalansının %0,35 ile %5,2 arasında değiştiğini ve genel olarak AİS prevalansının 16 yaşın altındaki çocuklarda ortalama %2-3 olarak kabul edildiğini göstermiştir (50). Ülkemizde konu ile ilgili 2020 yılında yapılan çalışmada Yılmaz ve arkadaşları Türkiye prevalansını %2,3 olarak tespit ettiklerini belirtmişlerdir (51).

AİS dağılımı ile cinsiyet arasında sıkı bir ilişki mevcuttur. Kadın-erkek oranı küçük yaşlarda 1.5:1 iken bu oran ilerleyen yaşlarda 3:1 oranına yükselmektedir. Sekiz yaşın altında kadın-erkek oranı eşit dağılım gösterirken, sekiz yaşın üzerinde prevalans, kadınlarda, 4.6/1000, erkeklerde ise 0.2/1000 olarak gösterilmiştir (43, 52). Eğrilik miktarı ile cinsiyet ilişkisine bakıldığında ise, kadın-erkek oranı, 6-10 derece arasında 1:1, 11- 20 derece arasında 1.4:1, 21 derecenin üzerinde 5.4:1, cerrahi tedavi sınırındaki eğriliklerde ise 7.2:1 olarak hesaplanmıştır (43).

Saptanan eğriliğin progresyon riskinin ve bu progresyona etki eden faktörlerin bilinmesi oldukça önemlidir. Yapılan çalışmalarda eğriliğin ilerlemesinde en önemli iki faktörün iskelet matüritesi ve eğriliğin tanı anındaki büyüklüğü olduğu tespit edilmiştir. Eğriliği büyük, büyüme potansiyeli yüksek olan olguların progresyon riskinin daha yüksek olduğu kabul edilmektedir (53).

2.5. ADÖLESAN İDİYOPATİK SKOLYOZDA DEĞERLENDİRME

2.5.1. Klinik Değerlendirme

Skolyoz klinik olarak laterale deviasyon şeklinde tanımlansa da 3 boyutlu bir deformitedir ve rotasyonel patolojiler, değişen açılarda lordoz ve hipokifoz diğer komponentleridir. Hastaların yakınmaları genelde ya hiç yoktur ya da minimaldir. Başvuru veya kliniğin fark edilmesinin asıl sebebi koronal plandaki deformitenin neden olduğu gövde kayması, omuz seviye farkı, kaburga, meme veya bel asimetrisi gibi kozmetik sorunlardır. Çocuklarda ağrı nadiren görülür ve ağrı varsa eşlik eden başka patolojiler (spondilolistezis, osteoid osteoma, osteoblastoma, spinal kord tümörü vb.) mutlaka araştırılmalıdır (43). Erişkinlerde ise idiyoPATİK skolyozda ağrı doktora başvuru sebebidir.

AİS tanısı skolyozu sebep olabilecek sekonder sebepler ekarte edildikten sonra konur. Hastalar ayrıntılı anamnez alındıktan sonra fizik ve nörolojik muayene ile değerlendirilmelidir.

Hastanın anamnezinde, hastalığın başlangıç yaşı, aile öyküsü ve fizyolojik olgunluğun değerlendirilmesi (menarş başlangıcı, sekonder seks karakterlerinin gelişimi vb.) önem taşır. Tanner evrelemesi kullanarak hastanın pubertal aşaması belirlenebilir. Kızlarda pubik kıllanma ve meme gelişimi hızlı büyüme döneminden hemen önce olur. Menarş bundan yaklaşık iki yıl sonra başlar ve hızlı büyüme döneminin yavaşladığını göstermektedir. Erkeklerde ise pubik kıllanma hızlı büyüme döneminden daha önce meydana gelir (54). Aksiler kıllanma her iki cinsten büyüme hızının azaldığını göstermektedir (43, 55).

Fiziksel değerlendirmede hastanın sırtı, anterior ve posterior iliyak spinaları açıkta kalacak şekilde muayene edilmelidir. Orta hat hemanjiomları, kıllanma farklılıkları ve lumbosakral bölgedeki gamze belirtilerinin olup olmadığının kontrolü cilt bakışı ile yapılmalıdır. Cilt bakışı sonrası hasta ayakta önden, arkadan ve yandan inspeksiyon ile değerlendirilmelidir.

Hastanın önden ve arkadan incelenmesinde omuz seviyeleri, skapula asimetrisi, meme simetrisi, pelvis-iliyak kanat dengesi, bel oyuntuları, kollar yanda sarkıtılmışken kol gövde arası mesafelere bakılmalıdır. İliyak kanatlardaki dengesizlik alt ekstremitelerde uzunluk farkından veya lomber omurgadaki eğrilikten kaynaklanabilir. İkisi arasında ayırım mutlaka yapılmalıdır. Hastanın yandan incelenmesinde ise AİS hastalarında sıklıkla görülen torakal hipokifoz ve/veya lomber lordoz azalmasına bakılmalıdır.

Hastanın arkadan incelenmesinde koronal dengesi değerlendirmelidir. C7 spinöz çıkıntından ya da oksipital kemiğin protuberasından sarkıtılan çekülün (plumbline) gluteal

yarıktan sapma miktarı santimetre cinsinden ölçülerek denge bozukluğu belirtilmelidir (56). Dengeli bir omurgada C7'den çizilen plumpline gluteal yarıktan 1-2 santimetreden uzakta olmamalıdır.

Hastanın arkadan incelenmesi sırasında yaygın olarak kullanılan bir diğer test de Adams Öne eğilme testidir. Bu test invaziv olmayan bir tarama testidir. Test sırasında hastadan ayaklarını aynı hizaya getirip, avuç içleri birbirine bakacak şekilde ellerini birleştirmesi ve dizlerini kırmadan gövde yere paralel hale gelecek şekilde öne doğru eğilmesi istenir. Test, omurga eğriliğindeki rotasyonun yönü ve derecesini belirlemede yardımcı olur. Omurgada meydana gelen rotasyon sonucu vücudun bir tarafı diğer tarafa göre daha yüksekte durur. Torakal bölgedeki çıkıntıyı kaburgalar oluştururken (rib hump), lomber bölgedeki çıkıntıyı paraspinal kaslar oluşturur. Okullarda skolyoz taramalarında da sıklıkla kullanılan bu öne eğilme testi sırasında skolyometre gibi cihazlar yardımı ile gövde rotasyon açısı da ölçülebilmektedir (43).

Ayrıca hastanın nörolojik muayenesi eksiksiz şekilde (motor kuvvet, sensöryal ve refleks değerlendirmesi vb.) yapılmalıdır.

2.5.2. Radyolojik Değerlendirme

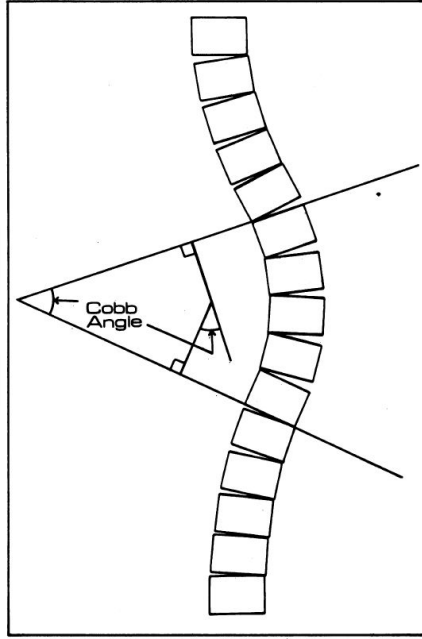
Skolyozun tanı, tedavi kararı ve takibinde hastanın değerlendirilmesinin temelini skolyoz grafisi oluşturmaktadır. Skolyozun radyolojik değerlendirmesi için, standart olarak proksimalde servikal vertebraları ve distalde en az femur başları görülür halde pelvisi (sakrum ve iliyak kanatları) içine alacak şekilde ayakta çekilmiş standart ön-arka (AP) ve yan ortoröntgen gerekmektedir (43). Bacak uzunluğu eşitsizliği varsa kısa bacağın altına yükselti konulup iki bacak eşitlenerek grafi çekilir.

Çekilen AP ortoröntgende eğriliğin hangi vertebraları içine aldığı, eğrilik tipi, rotasyon derecesi, omurga dengesi, iskelet matürasyonu (pelviste triradiat kartilaj, Risser evresi) pelvik tilt ve eğrilikle ilgili olası özellikler belirlenir. Yan grafide ise fizyolojik omurga eğriliklerindeki değişiklikler kaydedilmelidir. Özellikle lumbosakral bölge, spondilolistezis ve spondilolizis açısından dikkatli şekilde incelenmelidir.

Tedavi planlamasında ön-arka ve yan skolyoz grafilerine ek olarak eğilme grafileri (24) ve push prone grafileri (25) ve traksiyon grafisi (17,27) gibi bazı özel grafilerin çekilmesi gerekebilir.

2.5.3. Eğriliğin Ölçümü

Skolyoz grafisinde skolyozun açısal değerlendirmesi Cobb metodu ile yapılmaktadır. Cobb metodunda ilk yapılması gereken uç vertebraların saptanmasıdır. Uç vertebralar, sakrum merkezli vertikal çizgiden en fazla açısal sapma gösteren vertebralardır. Üst uç vertebranın üst son plağı ile alt uç vertebranın alt son plağı çizilen çizgiler ya da bunlara dik çizilen çizgiler arasındaki açı Cobb açısı olarak isimlendirilir (Şekil 2.6).



Şekil 2.6: Cobb Açısı Ölçümü (57)

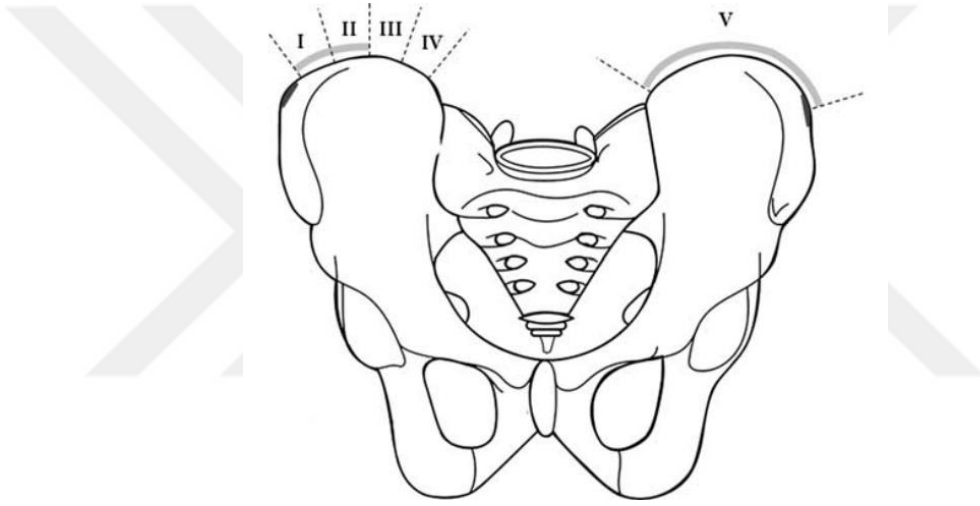
Cobb açısı ölçümü, skolyoz tanısında altın standart olmasına rağmen üç boyutlu deformitenin sadece bir düzlemini tanımlaması, ölçümün gözlemci içi 3 ila 5 derece, gözlemciler arası ise 5 ila 7 derece arasında standart ölçüm hataları olması gibi negatif yönleri mevcuttur (58).

Yan grafide, Cobb metodu ile hastanın sagittal profili değerlendirilir. Torakal kifoz için T3-T12 arasında, lomber lordoz için ise L1-2 ile L5-S1 arasında ölçüm yapılır. Literatürde torakal kifoz için 20-45 derece, lomber lordoz içinse 20-65 derece normatif değerler olarak tanımlanmıştır. Ancak bu değerler pelvik parametrelerle yakından ilişkilidir ve daha doğru bir

değerlendirme için sakral slope, pelvik insidans ve pelvik tilt gibi pelvik parametreler göz önünde bulundurulmalıdır.

2.5.4. Kemik Matürasyonunun değerlendirilmesi

Kemik olgunluğunun değerlendirilmesinde Risser tarafından tanımlanan iliyak apofizin ossifikasyonunun değerlendirilmesi en sık kullanılan yöntemdir (Şekil 2.7). İliyak apofiz ossifikasyonu anterolateralden başlayarak iliyak krest boyunca posteromediale doğru devam etmektedir. Ossifikasyon değerlendirilirken beş evreye ayrılmaktadır. Risser 4 spinal büyümenin sonlandığı, Risser 5 ise boy uzamasının sonlandığını göstermektedir.



Şekil 2.7: Risser Evrelemesi (59)

Risser 0: İliyak apofiz ossifikasyonu yoktur

Risser 1: İliyak kanadın $\frac{1}{4}$ 'üne kadar ossifikasyon vardır

Risser 2: İliyak kanadın $\frac{1}{2}$ 'sine kadar ossifikasyon vardır

Risser 3: İliyak kanadın $\frac{3}{4}$ 'üne kadar ossifikasyon vardır

Risser 4: İliyak kanadın $\frac{3}{4}$ 'ünden daha fazlası ossifiye olmuştur.

Risser 5: Apofiz görülmez, iliyak kanat ile tam füzyon gerçekleşmiştir.

Risser evrelemesi olgunlaşmanın tayininde tek başına yeterli olmayabilir, bu sebeple kalça eklemine triradiate kırıkdağın (Y kırıkdağı) açık olup olmadığı, femur başı epifizi, vertebral halka apofizi de değerlendirilmelidir. Gerekli olduğu hallerde el bileği grafisi çekilerek distal radius ve el parmak kemiklerinin epifizleri de değerlendirilebilir.

2.5.5. Manyetik Rezonans Görüntüleme

AİS'te, manyetik rezonans görüntüleme (MRG) rutinde kullanılmamaktadır. Klinik şüphe durumunda ve/veya nörolojik bulgusu olan hastalarda kanal içi anomali olup olmadığının tespiti için endikedir. Ayrıca atipik olarak adlandırılan sol torasik skolyozlarda, erkek hastalarda veya skolyozun hızlı ilerlemesinin açıklanamadığı durumlarda da MRG çekilmesi faydalı olabilir (43).

2.5.6. Eğrilik Tipleri

Skolyotik eğriliklerin sınıflamasında tedaviye yönelik olmak üzere, etyoloji ve morfolojiye göre çeşitli sınıflamalar kullanılmaktadır. Cerrahi yaklaşımların belirlenmesinde iki sınıflama ön plana çıkmıştır. King-Moe sınıflaması önceleri yoğun kullanılmakta iken ilerleyen dönemlerde daha kapsayıcı sınıflama olan Lenke sınıflaması kullanılmaya başlanmıştır.

King ve arkadaşları eğrilikleri görüldüğü yere göre 5 alt grupta toplamış; bununla birlikte yapısal ve kompensatuar (sekonder) eğrilik terimlerini kullanmışlardır. Başlangıçta lomber eğrilikleri kompensatuar eğrilik olarak kabul edip, tedavisinde selektif füzyonun yeterli olabileceğini savunmuşlardır. King sınıflamasının sadece koronal düzlemdeki eğriliklere göre sınıflama yapması, tüm eğrilik tiplerini kapsamaması ve gözlemciler arası güvenilirliğinin düşük olduğunun bildirilmesi üzerine Lenke sınıflaması kullanılmaya başlanmıştır (Şekil 2.8) (43).

Lenke sınıflaması hem koronal hem sagittal planı değerlendirerek füzyon seviyelerini saptamak amacı ile geliştirilmiş bir sınıflamadır. En büyük Cobb açısına sahip yapısal eğrilik majör eğrilik olarak değerlendirilirken diğer eğrilikler minör eğrilik olarak kabul edilir. Minör eğriliklerin yapısal olup olmadığına yatarak eğilme grafiplerindeki düzelme derecesine göre karar verilir (43). Eğilme grafiplerinde 25 dereceden küçük olan eğrilikler minör eğrilikler olarak kabul edilir.

Bu sınıflama sisteminde üç komponent mevcuttur (Şekil 2.8):

- 1) Eğrilğin tipi
- 2) Sagittal torasik niteleyici
- 3) Lomber omurga niteleyici

AİS değerlendirmesinde Lenke sınıflaması yaygın olarak kullanılmakla beraber, sınıflamada AİS'te önemli bir komponent olan transvers plan deformitesi yani rotasyonun ele alınmaması sınıflamanın en büyük kısıtlıklarındandır. Bu nedenle idiopatik skolyozun farklı eğrilik özelliklerini özellikle rotasyonu da değerlendiren yeni sınıflama arayışları devam etmektedir.

CURVE TYPE				
Type	Proximal Thoracic	Main Thoracic	Thoracolumbar/Lumbar	Description
1	Non-Structural	Structural (Major)*	Non-Structural	Main Thoracic (MT)
2	Structural	Structural (Major)*	Non-Structural	Double Thoracic (DT)
3	Non-Structural	Structural (Major)*	Structural	Double Major (DM)
4	Structural	Structural (Major)*	Structural (Major)*	Triple Major (TM) ⁵
5	Non-Structural	Non-Structural	Structural (Major)*	Thoracolumbar/Lumbar (TL/L)
6	Non-Structural	Structural	Structural (Major)*	Thoracolumbar/Lumbar-Main Thoracic (TL/L-MT)

STRUCTURAL CRITERIA (Minor Curves)		*Major = Largest Cobb measurement, always structural Minor = All other curves with structural criteria applied ⁵ Type 4 - MT or TL/L can be major curve								
Proximal Thoracic	- Side Bending Cobb $\geq 25^\circ$ - T2-T5 Kyphosis $\geq +20^\circ$	LOCATION OF APEX (SRS Definition) <table border="0"> <tr> <td>CURVE</td> <td>APEX</td> </tr> <tr> <td>Thoracic</td> <td>T2-T11/12 Disc</td> </tr> <tr> <td>Thoracolumbar</td> <td>T12-L1</td> </tr> <tr> <td>Thoracolumbar/Lumbar</td> <td>L1/2 Disc-L4</td> </tr> </table>	CURVE	APEX	Thoracic	T2-T11/12 Disc	Thoracolumbar	T12-L1	Thoracolumbar/Lumbar	L1/2 Disc-L4
CURVE	APEX									
Thoracic	T2-T11/12 Disc									
Thoracolumbar	T12-L1									
Thoracolumbar/Lumbar	L1/2 Disc-L4									
Main Thoracic	- Side Bending Cobb $\geq 25^\circ$ - T10-L2 Kyphosis $\geq +20^\circ$									
Thoracolumbar/Lumbar	- Side Bending Cobb $\geq 25^\circ$ - T10-L2 Kyphosis $\geq +20^\circ$									

<u>Modifiers</u>	
Lumbar Spine Modifier	CSVL to Lumbar Apex
A	CSVL between pedicles
B	CSVL touches apical body(ies)
C	CSVL completely medial

--	--

Thoracic Sagittal Profile T5-T12	
- (Hypo)	< 10°
N (Normal)	10° - 40°
+ (Hyper)	> 40°

Curve Type (1-6) + Lumbar Spine Modifier (A, B, C) + Thoracic Sagittal Modifier (-, N, +) Classification (e.g. 1B+): _____	
---	--

Şekil 2.8: Lenke Sınıflama Algoritması (60)

2.6. ADÖLESAN İDİYOPATİK SKOLYOZUN TEDAVİSİ

AİS tedavisi gözlem, konservatif ve cerrahi yaklaşım olmak üzere üç basamakta değerlendirilebilir. Tedavide karar vermede eğriliğin açısal büyüklüğü ve kemik maturasyonu iki faktör olarak önem kazanmaktadır. Eğriliğin açısal büyüklüğü ne kadar fazla ve kemik olgunlaşması ne kadar geri ise eğriliğin ilerleme riski o kadar fazla olmaktadır.

Tipik olarak, 25 derecenin altındaki hafif eğriliği olan immatür hastalarda korsesiz egzersiz tedavisi ve takip önerilir. Eğriliği 25° ile 50° arasında olan immatür hastalarda (Risser 0-2) korse tedavisi önerilmektedir (61). AİS'in cerrahi olarak düzeltilmesi, immatür hastalarda 45 derecenin üzerindeki olan eğrilikler ve matür hastalarda ise 50 derecenin üzerindeki eğrilikler için düşünülür (61).

2.6.1. Adölesan İdiyopatik Skolyozun Konservatif Tedavisi

AİS'in konservatif tedavisinde kabul gören iki yaklaşım skolyoza spesifik egzersiz ve korse kullanımıdır. Literatürde önceki yıllarda bu iki yöntemin etkinliğinin düşük olduğu egzersiz tedavisinin tek başına etkin olmadığına dair görüşler mevcuttu (62). Son 10 yılda yapılan çalışmalarda ise korse ve skolyoza spesifik egzersizin uygun hastalarda etkinliği gösterilmiş ve bu yöntemler 2016 The International Society on Scoliosis Orthopaedic and Rehabilitation Treatment (SOSORT) rehberinde tedavi yöntemi olarak kabul görmüştür (63). Konservatif tedavin amaçları, pubertede eğriliğin ilerlemesini durdurmak (veya azaltmak), pulmoner fonksiyon bozukluğunu önlemek veya tedavi etmek, spinal ağrı sendromlarını önlemek veya tedavi etmek ve postüral düzeltme yoluyla estetiği geliştirmek olarak belirlenmiştir (63).

Skolyoza spesifik egzersizler korse veya cerrahiye bir alternatif olarak değil, tek başına veya endikasyona göre korse veya cerrahi ile kombinasyon halinde kullanılabilen terapötik bir yöntemdir. Skolyoza spesifik egzersiz yaklaşımları; 3 boyutlu öz düzeltim, günlük yaşam içerisinde eğitimin sürdürülmesi, düzeltilmiş postürün stabilize edilmesi ve hasta eğitimi komponentlerini içermelidir (63, 64). Skolyoza spesifik egzersiz olarak kabul gören 7 yaklaşım (skolyoz okulu) mevcuttur. Bu okullar, geliştirildikleri sıraya göre incelendiğinde sırasıyla Fransa'dan Lyon yaklaşımı, Almanya 'dan Schroth yaklaşımı, İtalya'dan Skolyoz için Bilimsel Egzersiz Yaklaşımı (SEAS), İspanya 'dan Barselona Skolyoz Fizik Tedavi Okulu yaklaşımı (BSPTS), Polonya'dan Dobomed yaklaşımı, Birleşik Krallıktan Side Shift yaklaşımı ve Polonya'dan Skolyozun Fonksiyonel Bireysel Tedavisi (FITS) yaklaşımlarıdır (64).

Korse tedavisi aslında büyüme modülasyonu tedavilerinden biridir. Hastanın eğriliğine özel üretilen rijit yapıdaki korse, eğriliğe düzeltici eksternal kuvvetler uygulamak üzere tasarlanmıştır (65). Günümüzde, temel hedefi aynı olmakla birlikte biyomekanik prensiplerde farklılıklar gösteren birçok korse tipi (Boston, Cheneau, Gensingen, Rigo System Cheneau, Charleston Bending, Lyon, Sforzesco, SPoRT, Sibilla vb.) bulunmaktadır. SRS yönergeleri, korsenin yalnızca 10 yaş ve üstü, Risser 0-2 ve majör eğriliği 25-40 derece arası olan hastalarda kullanımına başlanmasını önermektedir (63). Bu hasta grubunda matürasyon tamamlanana kadar (Risser 4-5) korse kullanımına devam edilmelidir.

2.6.2. Adölesan İdiyopatik Skolyozun Cerrahi Tedavisi

AİS'in cerrahi tedavinde amaç eğriliğin ilerlemesine engellemek ve hastanın global koronal ve sagittal dengesini de sağlayarak spinal deformiteyi düzeltmektir. Bu iki kazanç sağlanırken mümkün olduğunca az segmentin füzyon bölgesine dâhil edilmesi hedeflenir (43).

AİS'te cerrahi karar birçok faktör göz önünde bulundurularak verilir. Cinsiyet, kemik maturasyonu ve eğriliğin büyüklüğüne bağlı olarak deformitenin progrese olma riskinin yüksekliği cerrahi tedavi seçeneğinin ön plana çıkmasına sebep olmaktadır. Eğrilik 40°-50° arasında olması gri zon olarak da adlandırılabilir. Burada hastanın progresyon kriterleri göz önüne alınarak hareket edilmelidir. Torakal bölgede 50° üzerinde eğrilik olması cerrahi endikasyon iken lomber bölgede 40°-45° üzerinde olması cerrahi tedavi endikasyonudur. Ancak gövde imbalansına neden olan daha küçük eğriliklerde de cerrahi tedavi gerekebilir (43).

Hastanın kemik matürasyon durumu, eğriliğin bulunduğu bölge ve eğrilik derecesine göre cerrahi tedavi yöntemi seçimi değişiklik gösterebilir.

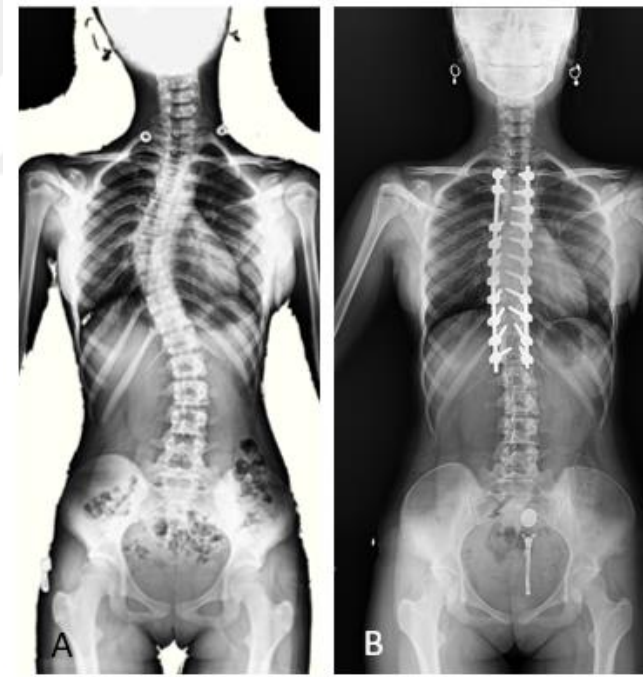
Posterior Spinal Füzyon:

Bütün eğrilik tiplerinde tercih edilebilecek bir yöntemdir. Posterior spinal enstrümantasyon 1960'larda Harrington çubuğunun piyasaya sürülmesiyle gelişmeye başladı (66) ve pedikül vida sabitleme sistemlerinin geliştirilmesiyle birlikte daha geniş çapta uygulanmaya başlandı. Posterior cerrahinin savunucuları, anterior yaklaşımla karşılaştırıldığında posterior yaklaşım ile yapılan cerrahi tedaviyle deformitede daha iyi düzeltme oranları, daha iyi sagittal dizilim elde edildiğini belirtmişlerdir (67). Ancak bu yöntemin anterior cerrahiye kıyasla geniş yumuşak doku diseksiyonu, paraspinal kasların iatrojenik hasarı ve uygun düzeltme için daha fazla sayıda segmentin füzyona katılma

gerekliliği gibi dezavantajları da mevcuttur (68). Dezavantajlarına rağmen, AIS'in cerrahi tedavisi için halen posterior spinal füzyon standart prosedür olarak kabul edilmiştir.

Selektif Torasik Füzyon:

AİS'te en sık görülen eğrilik paterni yapısal sağ torasik eğrilikle birlikte görülen lomber eğriliktir. Lomber eğrilik kompensatuar veya yapısal olabilir. Kompensatuar lomber eğriliklerde lomber bölge füzyon sahasına dahil edilmez, bu yaklaşıma selektif torasik füzyon (STF) denir (Şekil 2.9) (43). Torasik füzyonla birlikte kompensatuar lomber eğrilikte de düzelme meydana gelir. Lomber bölgeye füzyon uygulanmamasının, hareketli segmentlerin korunması, lomber multifidus başta olmak üzere paraspinal kaslardaki iatrojenik hasarın minimumda tutulması gibi kritik öneme sahip avantajları mevcuttur. Bu durum geç dönemde dejenerasyon ve bel ağrısı görülme ihtimalini de azaltmaktadır (69).



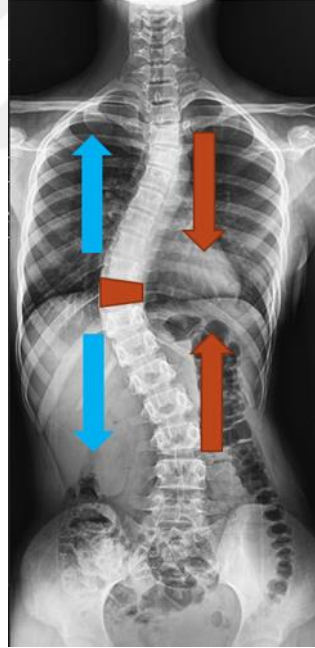
Şekil 2.9: Lenke 1A Eğriliğe Sahip STF Uygulanmış Hastanın Cerrahi Öncesi ve Son Kontrol Radyografisi. A: Yapısal sağ torasik eğrilikle birliktelik gösteren kompensatuar lomber eğrilik (Lenke 1A) B: STF sonrası 2. yıl kontrol radyografisinde kompensatuar lomber eğrilikte meydana gelen düzelme

Anterior Yaklaşım:

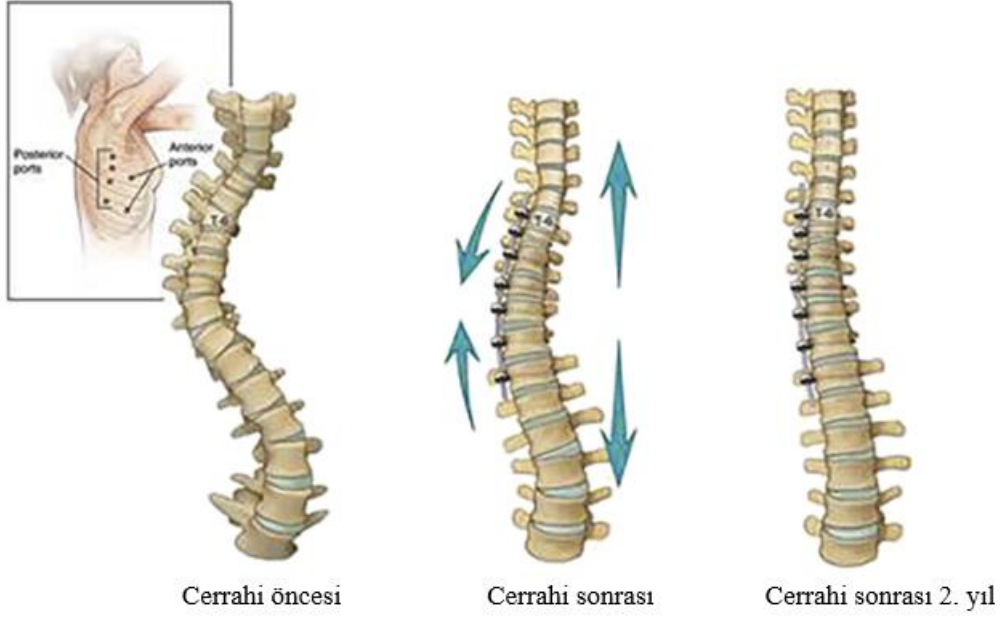
Yapısal torakal eğriliğin eşlik etmediği torakolomber/lomber eğrilikler (Lenke Tip-5), anterior yaklaşım için uygun olabilir (70). Anterior yaklaşım, daha az seviye füzyona dahil edilmesi ve posterior paraspinal kasları korunması gibi avantajlarının yanı sıra daha yüksek psödoartroz oranları, kozmetik problemlere neden olan görünür skar, kifoz eğilimi ve komşu organlarda olası yaralanma gibi dezavantajlara sahiptir (71).

Bant ile Gerdirme (Anterior Vertebral Tethering):

Anterior vertebral tethering (AVT), omurga biyomekaniğini koruyan füzyonsuz cerrahi yöntemdir ve spinal füzyona alternatif olarak günümüzde giderek daha sık kullanılmaktadır (72). AVT'nin mekanizması, Hueter-Volkman Kanununa uygun olarak kompresyon uygulanan tarafta büyümenin durması ve distraksiyon yapılan tarafta büyümenin hızlanması prensibine dayanır ve kalan büyüme potansiyelinden faydalananarak, eğriliklerin kendiliğinden düzelmesine olanak sağlamayı hedefleyen bir yöntemdir (Şekil 2.10 ve 2.11) (17).

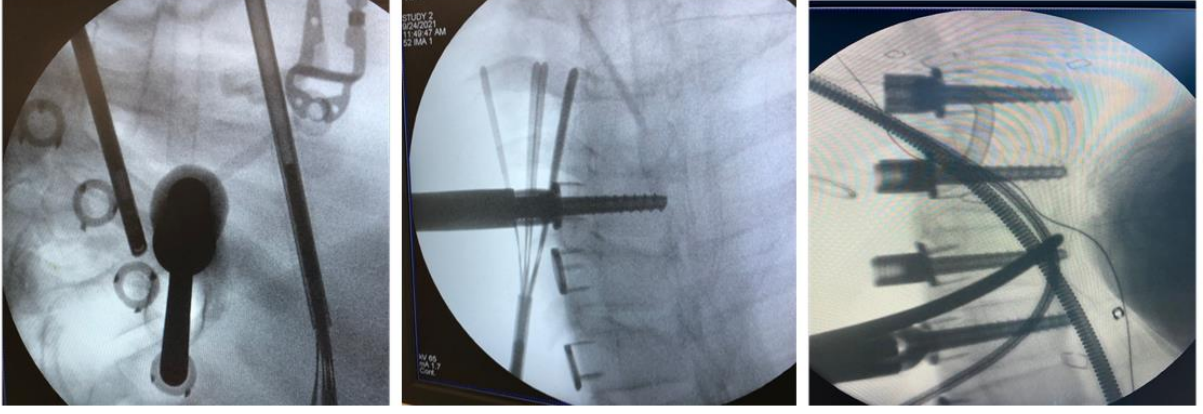


Şekil 2.10: Hueter-Volkman Kanunu: Kompresif güçler epifizyel büyümeyi baskılar ve distraktif güçler ise epifizyel büyümeyi stimüle eder.



Şekil 2.11: Heuter-Volkman Kanununun Spinal Uygulaması. Eğriliğin konveks kısmına kompresyon ve konkav tarafına göreceli olarak distraksiyon kuvveti uygulanması sağlanarak büyüme ile zaman içinde eğriliğin düzelmesi (73)

Son dönemlerde popülerite kazanan bu yöntemin hangi hastalarda daha iyi sonuç vereceği ile ilgili çalışmalar sürmektedir. İlk olarak torakal eğriliklerde büyüme potansiyeli olan Sanders <5 veya Risser <3 olan hastalarda eğrilik korse ile kontrol altına alınamamışsa 35-60 derece arasındaki eğrilikler için önerilmiştir (74). Eğriliklerin yapısal özelliklerine bakıldığında ise esneme grafilerinde %50'den fazla düzelme beklenmektedir. Bu hastalarda torakal bölgeye torakoskopik veya minitorakotomiler ile girilerek torakal vertebralara lateralden vidalar yerleştirilmektedir (Şekil 2.12) (16). Vidalar yerleştirildikten sonra translasyon ve derotasyon manevrası ile sistem polietilen menşeli ipler ile stabilize edilmektedir (Şekil 2.13).



Şekil 2.12: Torakoskopik Vida ve İp Yerleştirimi



Şekil 2.13: Translasyon ve Derotasyon Manevrası ve Sistemin İpler İle Stabilize Edilmesinin Röntgen Üstünde Şematik Olarak Gösterilmesi

Torakolomber/lomber eğriliği olan ve eğriliği yeterli fleksibiliteye sahip matür hastalarda ise tek başına ya da hibrit (torakal bölgeye posterior füzyon lomber bölgeye AVT uygulaması) şekilde AVT uygulaması yapılabilmekte ve bu konudaki çalışmalar da devam etmektedir (Şekil 2.14 ve Şekil 2.15). Lomber bölge veya torakolomber bölge için çalışmalar henüz yeni olduklarından endikasyonlar hakkında geniş bilgi bulunmamaktadır. Torakolomber/lomber eğriliklerde kullanımı füzyondan kaçınma açısından ilgi çekici olsa da, bu mobil bölgede mevcut implant seçeneklerinin dayanıklılığı bir endişe kaynağı olmaya devam etmektedir (75). Bir büyüme modülasyonu stratejisi olan AVT, büyüme ile ilgili etkisi

olabilecek tüm ameliyatlarda olduğu gibi, aşırı düzeltme riski nedeniyle yakın takip edilmelidir (17, 75). Cerrahi açılım olarak geleneksel flank insizyonlar kullanılabileceği gibi minitorakotomi ve minilumbotomiler ile cerrahi yaklaşım yapmak mümkündür. Lomber bölge yaklaşımının zorluklarından birisi lomber vertebralarının korpuslarına vida yerleştirilmesi için psoas kasının kaldırılması ve mobilize edilmesidir. Üst seviye lomberlerde bu daha kolay olabilirken alt lomber bölgelerde psoas kasının hacminin genişliğine bağlı olarak daha problemlili olabilmektedir.



Şekil 2.14: Torakolomber/Lomber Eğriliği Bulunan (Lenke 5C) Hastaya AVT Uygulaması



Şekil 2.15: Torakolomber/Lomber Eğriliği Bulunan Hastaya Hibrit Cerrahi Uygulaması

Lomber bölgenin füzyondan korunması ve paraspinal kasların iatrojenik hasarından kaçınılması gibi teoride birçok avantajı olan bu yöntemin, kısa dönem radyolojik sonuçları son yıllarda sıklıkla raporlanmıştır. Ancak asıl fark yaratabileceği düşünülen fonksiyonel sonuçları (omurga fleksibilitesi, gövde enduransı vb.) üzerine literatür oldukça kısıtlıdır. Pehlivanoğlu ve arkadaşları yayımladığı çalışmada, AVT grubunun omurga fleksibilitesi ve gövde fleksör-ekstansör endurans ve kuvveti açısından PSF grubuna göre daha üstün olduğu belirtilmiştir (18). Uzun dönem etkileri hakkında belirsizlik ise halen devam etmektedir.

2.7. CERRAHİ YAKLAŞIM SONRASI HASTALARIN YAŞADIĞI SORUNLAR

2.7.1. Hareket Kısıtlılığı, Paraspinal Kas Hasarı, Komşu Segment Hastalığı ve Bel Ağrısı

Spinal füzyon cerrahisinde amaç, bir ya da daha fazla seviyede vertebraları birleştirilip ilgili alanda hareketi ortadan kaldırılarak daha stabil ve ağrısız bir omurga elde etmektir. Füzyon sonrası ortaya çıkan hareket ve spinal fleksibilite kaybı füzyonun en büyük dezavantajlarından biridir. Omurganın daha hareketli bölgesi olan lomber segmentlere

uygulanan füzyonlarda bu etki daha belirgindir. Sanchez-Raya ve arkadaşlarının 2012 yılında yayınladıkları çalışmada, füzyonun bitiş seviyesinin lomber omurga fleksibilitesi, yaşam kalitesi ve bel ağrısıyla ilişkisi araştırılmış ve L3 altında (L4, L5 ya da S1) sonlanan füzyonun lomber omurga fleksibilitesine negatif etkide bulunduğu ortaya konmuştur (76). Chiu ve arkadaşları da 2021 yılında yayınladığı çalışmada füzyonun L4 ve altı seviyelerde sonlandırıldığı hastaların daha fazla bel ağrısı yaşadığını belirtmişlerdir (77). L3 ve üstü seviyelerde sonlanan füzyonun günlük hayatta negatif etkisinin az olduğu varsayılsa da sportif aktivite için aynı durum geçerli olmayabilir. Fabricant ve ark. yayınladığı çalışmada, distal füzyon seviyesinin sportif aktiviteye dönüş için prediktif bir faktör olduğunu öne sürülmüştür. Sportif aktiviteye dönüşün, distal füzyon seviyesi T11'den L4'e doğru gidildikçe kademeli düşüş gösterdiği ortaya konmuştur (78).

Posterior spinal füzyonun yarattığı problemlerden biri de iatrojenik paraspinal kas hasarıdır. Paraspinal kaslardan özellikle multifidus, özellikle segmental stabilizasyonda görev alır (79). Füzyon segmentlerinin hareket ve fleksibilitesinin azalması (artmış rijidite) ve füzyon cerrahisi sırasında meydana gelen iatrojenik paraspinal kas hasarının spinal kinematiği değiştirmesi ve yük dağılımını belirgin olarak etkilemesi sonucu uzun dönemde füzyona komşu segmentlerde hipermobilitate ve dejeneratif sürecin hızlanmasına yol açabilmektedir (79-81). Komşu segment hastalığı (KSH) olarak adlandırılan bu durum, faset eklem artrozu, segmental instabilite, spinal stenoz, hızlanmış disk dejenerasyonu ve spondilolizisi içerir (82). Lomber omurgada KSH'nın insidansı %2 ile %14 arasında değişmektedir ve bel ağrısına neden olabilmektedir (81, 83).

KSH, daha çok lomber dejeneratif hastalıklar nedeniyle uygulanan lomber spinal füzyon sonrası gelişen bir fenomen olmasına rağmen AIS nedeniyle spinal füzyon uygulanan hastalarda da uzun dönemde görülebilmekte ve füzyona uğrayan vertebra sayısı artıkça gelişme riski de artmaktadır (83).

2.7.2. Dekondüsyon

AİS'li hastalarda vertebral deformite ile ilişkili olarak gelişen göğüs kafesinin distorsiyonu, solunum mekaniğinin değişmesine ve egzersiz kapasitesinin azalmasına katkıda bulunabilir (84). Cerrahi tedavi ile, deformitenin düzeltilmesi ve daha iyi bir göğüs kafesi dizilimi sağlayabileceği bilinmektedir. Ancak yapılan çalışmalarda, cerrahi sonrası dönemde de hastaların egzersiz kapasitesindeki limitasyonun devam edebileceği gösterilmiştir (85). Lorento

ve arkadaşlarının yayınladığı çalışmada, AİS'li hastalarda, cerrahi sonrası 2. yılda maksimum egzersiz toleransının iyileşmediği gösterilmiştir (86).

Bu sonuçlar azalmış egzersiz kapasitesinin sadece deformiteyle ilişkili olmayıp; azalmış muskularite ve hastaların fitness seviyesinin düşük olması ile ilişkili olabileceğini de göstermektedir.

2.7.3. Ön Uyluk Ağrısı, Kalça Fleksör Zayıflığı

AVT cerrahi tekniğinde lomber vertebralara, lateralden oblik bir insizyon açılarak mini açık retroperitoneal yaklaşımla erişilir (87). Cerrahi esnasında psoas kasının retroperitoneal diseksiyonu ve posterior retraksiyonu söz konusudur. Bu cerrahi prosedür dejeneratif omurga hastalıklarının cerrahisinde sıklıkla kullanılan lateral lomber interbody füzyonuna (XLIF) oldukça benzerdir (87).

Bu prosedürde, omurga cerrahisinde geleneksel olarak kullanılan posterior ve anterior yaklaşımlara göre yumuşak doku yaralanmasının daha az olduğu düşünülmektedir. Ancak prosedür, lomber pleksusun bulunduğu psoas majör kasının kaldırılmasını ve mobilizasyonunu gerektirir (88). Üst lomber vertebralara erişim daha kolayken, alt lomber vertebralara erişim daha zordur. Lomber pleksusa bu yakınlık, cerrahi yaklaşımın ve aletin yerleşimi esnasındaki doğrudan mekanik etki ve dokuya giden kan akımı ve oksijen miktarlarındaki değişime bağlı olarak sinir yaralanmasına neden olabilir. Sonuç olarak, bu yaklaşım lomber pleksus yaralanmasına ve buna bağlı olarak da ön uyluk ağrısına, ön uyluk ve kasık bölgesinde duyuşal değişikliklere ve kalça fleksörlerinde güçsüzlüğe yol açabilir (88).

Dejeneratif omurga hastalıkları nedeniyle XLIF uygulanan hastalarda postoperatif uyluk ağrısı, parestezi ve güçsüzlük gibi semptomlar sıklıkla görülmekte, çoğu hastanın semptomları 6 ayda kaybolmaktadır (89). AVT'de ise XLIF'ten farklı olarak vertebralara füzyon uygulanmamakta ve cerrahi sonrası vertebra hareketi devam etmektedir. Bölgenin hareketli kalması sonucu psoas irritasyonu da ön uyluk ağrısına neden olabilir. AVT sonrası vaka bazlı benzer semptomlar bildirilmesine rağmen oluş mekanizması, görülme sıklığı, semptomların süresi ile ilgili henüz yeterli veri yoktur (90).

2.7.4. Spinal Füzyon Sonrası Yaşam Kalitesi

Skolyoz cerrahisinde doktorlar için birincil amaç, eğriliğin progresyonu sonucu oluşabilecek tıbbi sorunları engellemek iken hastalar için en önemli beklenti daha iyi bir estetik görünüme sahip olmak ve yaşam kalitesinin düzelmesidir (91). Literatüre bakıldığında, AİS'li

kişilerin genel olarak iyi bir yaşam kalitesine sahip oldukları düşünülebilir ancak AİS'i olmayanlara göre daha düşük yaşam kalitesine sahip oldukları da görülmektedir. AİS'li kişilerin spinal füzyon geçirsin ya da geçirmesin kronik ağrı yaşayabildiğini, genellikle birden fazla analjezik kullandığı bununla birlikte yorgunluk, ağrı veya rahatsızlık nedeniyle çalışma hayatında zorluklar yaşamaya yatkın olduğuna dair görüşler bildirilmiştir (92).

Spinal füzyon sonrası daha dengeli bir omurgaya sahip olan, ciddi pulmoner veya dejeneratif komplikasyonlardan korunmuş olan hastaların yaşam kalitesindeki bu farklılık, spinal füzyondan kaynaklanan EHA kaybı, bel ağrısı, gövde rijiditesiyle bağlantılı olduğu düşünülmektedir (93).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. KATILIMCILAR

Bu çalışmada, adölesan idiyopatik skolyoz (AİS) tanısı konmuş, İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı'nda aynı cerrahi ekip tarafından 12-16 yaşları arasında hibrit cerrahi (STF ve lomber AVT) veya lomber AVT cerrahisi yapılmış ve cerrahinin üzerinden en az 6 ay en fazla 4 yıl süre geçmiş 8 hasta (7 kız; 1 erkek) ve benzer yaşta ve takip süresine sahip AİS tanılı aynı ekip tarafından selektif torasik füzyon cerrahisi uygulanmış 8 hasta (6 kız, 2 erkek) yıllık poliklinik kontrollerine uygun olarak Nisan 2022 - Haziran 2022 tarihleri arasında değerlendirilmiştir. Çalışma, İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı'nda gerçekleştirilmiştir. Çalışmamızın gerçekleştirilebilmesi için İstanbul Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 11.02.2022 tarih ve 03 sayılı toplantısında onay alınmıştır (EK 1. Etik Kurul Onay Belgesi). Araştırma protokolüne ilişkin değişiklik ise 25.03.2022 tarih ve 06 sayılı toplantısında yeniden görüşülerek uygun bulunmuştur. (EK 2. Değişiklik Sonrası Etik Kurul Onay Belgesi)

Dahil edilme kriterleri:

- Adölesan idiyopatik skolyoz tanılı olması
- 11-19 yaşları arasında olması
- Cerrahi yapılma süresinin 6 ay ile 4 yıl arasında olması,
- Hastanın bilinçli ve iletişime geçilebilir olması,
- Hastanın ve ailesinin gönüllü olması.

Dahil edilmeme kriterleri:

- Konjenital anomali (spina bifida, hemivertebra vb.) varlığı,
- Sekonder skolyoz varlığı,
- Nörolojik veya kardiyovasküler bir hastalık varlığı,
- Lomber vertebralara füzyon uygulanmış olması,
- İkinci bir cerrahi geçirmiş olması

Katılımcılar çalışmaya alınmadan önce, kendilerine ve ailelerine araştırmanın amacı, süresi, yapılacak değerlendirmeler, kullanılacak formlar hakkında yazılı ve sözlü olarak bilgi verildi. Çalışmaya alınan katılımcılara ve ailelerine gönüllü olduklarına dair aydınlatılmış onam formu imzalatıldı (EK 3. Aydınlatılmış Onam Formları).

3.2. DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ

Çalışmaya dahil edilen bütün katılımcılara aşağıdaki değerlendirmeler yapılmıştır:

- (a) Demografik ve Radyografik Özelliklerin Değerlendirilmesi
- (b) Yaşam Kalitesinin Değerlendirilmesi
- (c) Ağrı ve Engelliliğin Değerlendirilmesi
- (d) Lomber Bölge Eklem Hareket Açıklığının Değerlendirmesi
- (e) Gövde Fleksör Ekstansör Kas Kuvveti ve Endüransının Değerlendirilmesi
- (f) Paraspinal Kaslar ve Psoas Majör Kasının Kesit Alanının ve Yağlı Dejenerasyonun Değerlendirilmesi

Demografik ve Radyolojik Özelliklerin Değerlendirilmesi

Tüm hastaların boy uzunluğu stadiometre (Holtain, UK) kullanılarak ± 1 mm hata ile ölçüldü. Vücut ağırlıkları, Tess marka tartı ile ölçüldü. Yaş, cinsiyet, doğum tarihi, ameliyat tarihi, ameliyat türü, Risser skorları, füzyon segmentleri AVT uygulananlar segmentleri kaydedildi.

Radyolojik değerlendirmede eğriliği sınıflandırma yöntemi olarak Lenke klasifikasyon sistemi kullanıldı. Cobb yöntemiyle; torakal eğrilik ve lomber eğrilik cerrahi öncesi ve son kontrollerinde çekilen ortoröntgenlerde ölçüldü.

Yaşam Kalitesinin Değerlendirilmesi

Yaşam kalitesini değerlendirmek için SRS tarafından geliştirilen güncel literatürde skolyozu olan hastaların yaşam kalitesini belirleme için geçerli ve güvenilir bir değerlendirme yöntemi olduğu ortaya konmuş (94) ve Türkçe geçerlilik ve güvenilirlik çalışması 2005 yılında Alanay ve arkadaşları tarafından yapılmış (95) olan SRS-22 ölçeği kullanıldı (EK 4 SRS-22 ölçeği). Ölçek 5 alt grubun değerlendirilebildiği toplam 22 sorudan oluşmaktadır. Alt gruplar; ağrı (1, 2, 8, 11, 17 no'lu sorular), görünüm/imağ (4, 6, 10, 14, 19 no'lu sorular),

fonksiyon/aktivite (5, 9, 12, 15, 18 no'lu sorular), mental sağlık (3, 7, 13, 16, 20 no'lu sorular) ve tedavi memnuniyetinden (21, 22 no'lu sorular) meydana gelmektedir. Her bir soru için 0 (en kötü), 5 (en iyi) puan olarak tanımlanmıştır. Ağrı, görünüm/imaj, fonksiyon/aktivite ve mental sağlık alt gruplarında 5'er soru olduğu için en fazla 25 puan alınabilmektedir. Tedavi memnuniyeti alt grubu ise 2 sorudan oluştuğundan en fazla 10 puan alınabilir.

Ağrı, Engelliliğin ve Fonksiyonun Değerlendirilmesi

Hastaların son takiplerinde, ağrıyı değerlendirmek için visual analog skala (VAS); ağrı, engellilik ve fiziksel fonksiyonu değerlendirmek amacıyla ise Oswestry Skalası kullanıldı (EK 5 Oswestry Skalası).

VAS skoru sayısal olarak ölçülemeyen bazı değerleri sayısal hale çevirmek için kullanılan geçerli ve güvenilir bir ölçektir. Kullanımı oldukça basittir. 10 cm'lik yatay bir çizgi çekilir. Çizginin bir ucuna 0 diğer ucuna 10 yazılır. ("ağrı yok" 0 puan ve "hayal edilebilecek en kötü ağrı" 10 puan). Hastadan kendi ağrı durumunun nereye uygun olduğunu işaretleyerek belirtmesi istenir. Hastaların işaretledikleri nokta bir cetvel ile ölçülerek cm cinsinden kaydedilir (96). Her cm bir puana tekabül eder.

Oswestry Skalası, 10 sorudan oluşur ve bel ağrısının günlük hayat aktivite ve fonksiyonlarını ne kadar etkilediğini değerlendirme amacıyla kullanılır. Yanıtlanan her soru için 0-5 arası puan verilerek değerlendirilir. Hastanın yanıtlamadığı sorular değerlendirmeye alınmaz (97).

$$Hasta\ skoru = (Hastanın\ aldığı\ puan / Olası\ maksimum\ puan) \times 100$$

Elde edilen yüzde değerler aşağıdaki gibi yorumlanır.

- %0-20: Bel ağrısı hastanın yaşamında önemli bir problem oluşurmuyor
- %20-40: Bel ağrısı hastanın günlük yaşamını hafif derecede kısıtlıyor
- %40-60: Bel ağrısı hastanın günlük yaşamını ileri derecede kısıtlıyor
- %60-80: Bel ağrısı nedeniyle hastanın günlük yaşamı tamamen kısıtlanmış
- %80-100: Yatağa bağımlı hasta

Lomber Bölge Hareket Açıklığının Değerlendirmesi

Lomber bölgenin hareket açıklığı ölçmek için Acumar marka dual inklinometre kullanıldı. Fleksiyon ve ekstansiyon ölçümleri yapılırken hastalardan ayakta dik şekilde durmaları istendi. İnklinometrenin ana ünitesi T12 spinöz prosese, yardımcı ünitesi S1 spinöz proçese yerleştirildi. Fleksiyon ölçümü için hastadan dizlerini kırmadan eğilebildiği kadar öne eğilmesi istendi. Ekstansiyon ölçümü içinse nötral pozisyondan yine dizlerini kırmadan gövdesini götürebildiği kadar ekstansiyona götürmesi istendi (98). Her test 3 kez tekrarlandı ve ortalamaları kaydedildi (Şekil 3.1).



Şekil 3.1.: Lomber Bölge Fleksiyon Ölçümü

Lateral fleksiyon ölçümleri için aynı referans noktaları kullanıldı. Hastalardan ayakta dik şekilde dururken ayaklarını yerden kaldırmadan, öne eğilmeden sadece yana doğru eğilmeleri istendi (99). Her test 3 kez tekrarlandı ve ortalamaları kaydedildi (Şekil 3.2).



Şekil 3.2: Lomber Bölge Lateral Fleksiyon Ölçümü

Rotasyon ölçümleri için hastadan dizlerini kırmadan 90 derece öne eğilmesi istendi. Daha önce belirtilen referans noktalarına inklinometre yerleştirildi ve hastalardan sağa ve sola rotasyon yapmaları istendi (100). Her test 3 kez tekrarlandı ve sağa rotasyon ve sola rotasyon ortalamaları ayrı ayrı kaydedildi (Şekil 3.3).



Şekil 3.3: Lomber Bölge Rotasyon Ölçümü

Gövde Ekstansör ve Fleksör Kas Kuvveti ve Enduransının Değerlendirilmesi

Muskuloskeletal sisteminin bir dirence karşı koyabilme becerisi kuvvet; herhangi bir seviyedeki dirence karşı kassal yüklenmeyi devam ettirebilme becerisi kuvvette devamlılık (dayanıklılık, endurans) olarak tanımlanır (101). Kas kuvveti değerlendirmesi, manuel kas testi, el dinamometresi ve izokinetik dinamometre gibi çeşitli test yöntemleri kullanılarak yapılabilmektedir. Kas enduransının değerlendirilmesinde ise, dinamometreler ve standardize edilmiş endurans testleri kullanılabilmektedir.

İzokinetik dinamometre her ikisini değerlendirmek için altın standart olarak kabul edilmektedir ve diğer yöntemlerden farklı olarak dinamik değerlendirme imkânı sunmaktadır (102). Bu nedenle çalışmamızda, gövde ekstansör ve fleksör kas kuvveti ve dayanıklılığını değerlendirmek için “Cybex Norm” (CSMI, Stoughton, Massachusetts, ABD) izokinetik dinamometre kullanıldı.

Hastalara, test öncesi 10 dakika koşu bandında eğimsiz ortamda saatte 5 km hızla yürütüldü ve germe hareketleri içeren ısınma protokolü yaptırıldı. Testlerden önce cihazın kalibrasyonu ve protokol öncesi yer çekimi düzeltilmesi yapıldı. Testler ayakta gerçekleştirildi ve dinamometrenin moment aksisi L5-S1 seviyesine ayarlandı. Bu pozisyonda alt ekstremiteler ve pelvis stabilize edildi.

İzokinetik kuvvet ölçümleri hastalar ayaktayken, gövde için -10 ila 45°'lik eklem hareket açıklığında 60°/sn (kuvvet) ve 120°/sn açısal hızlarda (dayanıklılık) gerçekleştirildi. Önce kuvvet sonra dayanıklılık ölçümü yapıldı. 60°/sn açısal hız için 3 deneme 4 test tekrarı, 120°/sn açısal hız için 5 deneme 15 test tekrarı yapılması istendi. Tekrarlar arasında dinlenme verilmezken, 2 test arası 3 dakika dinlenme verildi (Şekil 3.4).

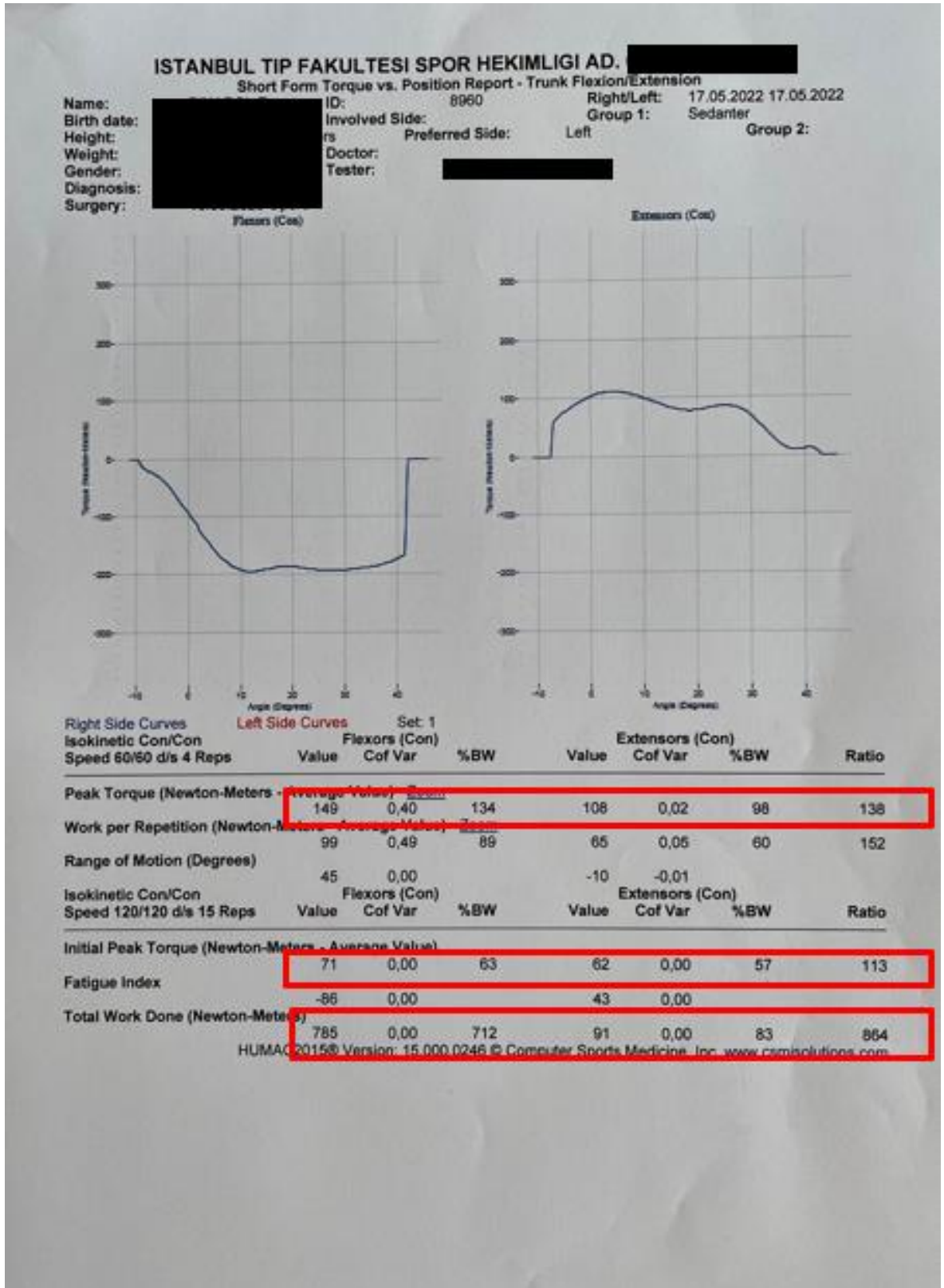


Şekil 3.4: Ayakta, Gövde Fleksiyon Ekstansiyon İzokinetik Testi

Alınan sonuçlardan;

- Pik tork değeri 60°/sn (kuvvet) (Nm)
- Pik tork değerinin % kilo başına düşen değeri 60°/sn (kuvvet) (Nm/kg)
- Pik tork değeri 120°/sn (kuvvet) (Nm)
- Pik tork değerinin % kilo başına düşen değeri (kuvvet) (Nm/kg)
- Toplam iş değeri 120°/sn (dayanıklılık) (Nm)
- Toplam işin % kilo başına düşen değeri (dayanıklılık) (Nm/kg)

Hem fleksiyon hem ekstansiyon için bu değerler istatistiksel analiz için kaydedildi (Şekil 3.5).

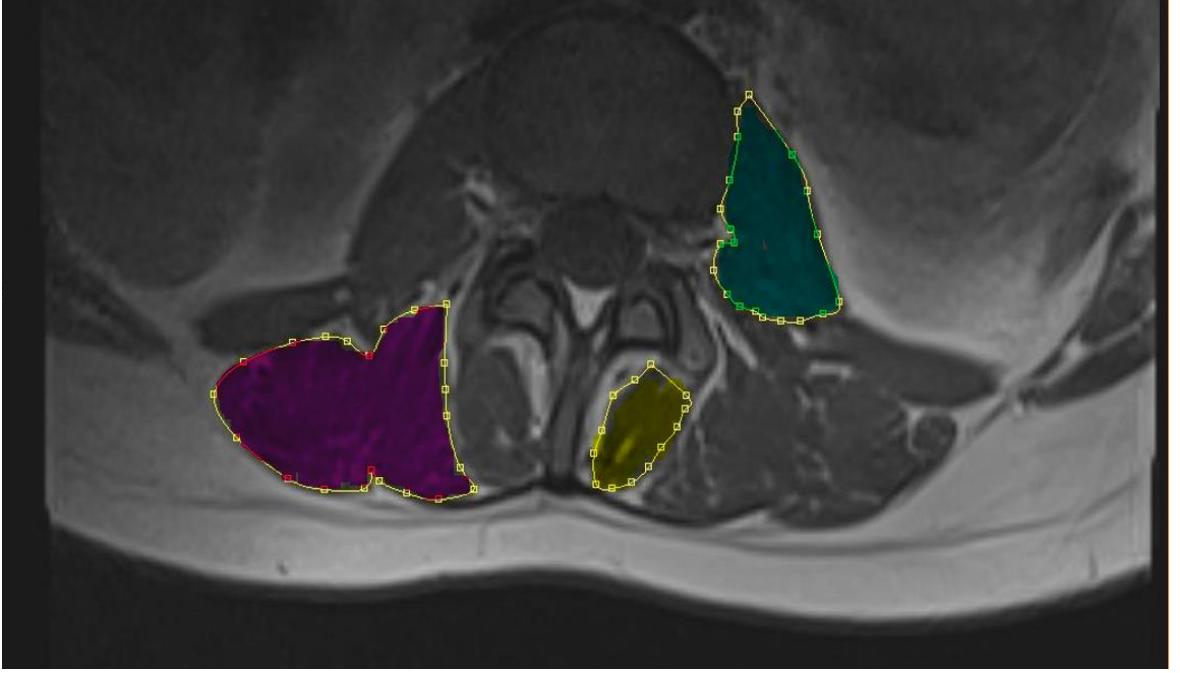


Şekil 3.5: 60°/sn ve 120°/sn Açışal Hız için Gövde Fleksiyon Ekstansiyon Testi Raporu

Paraspinal Kaslar ve Psoas Majör Kasının Kesit Alanının ve Yağlı Dejenerasyonun Değerlendirilmesi

Değerlendirmelerde hastaların cerrahi öncesi ve son kontrollerinde çekilen manyetik rezonans görüntülemeleri kullanıldı ve karşılaştırıldı. Posterior enstrümantasyon ve/veya tethering vidalarının yaratabileceği metalik artefaktı önlemek amacıyla son kontrollerde MRG’de metalik artefakt baskılayıcı sekans [Metal artefact reduction software (MARS)] kullanıldı.

L2, L3, L4 ve L5 vertebra korpus plato superiorundan T2A aksiyel kesitler üzerinde bilateral multifidus, erektör spina ve psoas kasları değerlendirildi (Şekil 3.6) (15). Aynı zamanda, vertebra korpus kesit alanı da ölçüldü. Bu ölçüm, hastaların takip süresinde olası büyümeleri sonucu kas kesit alanında oluşabilecek biası ortadan kaldırmak için kas kesit alanı/vertebra korpusu oranını hesaplamak amacıyla kullanıldı (7).



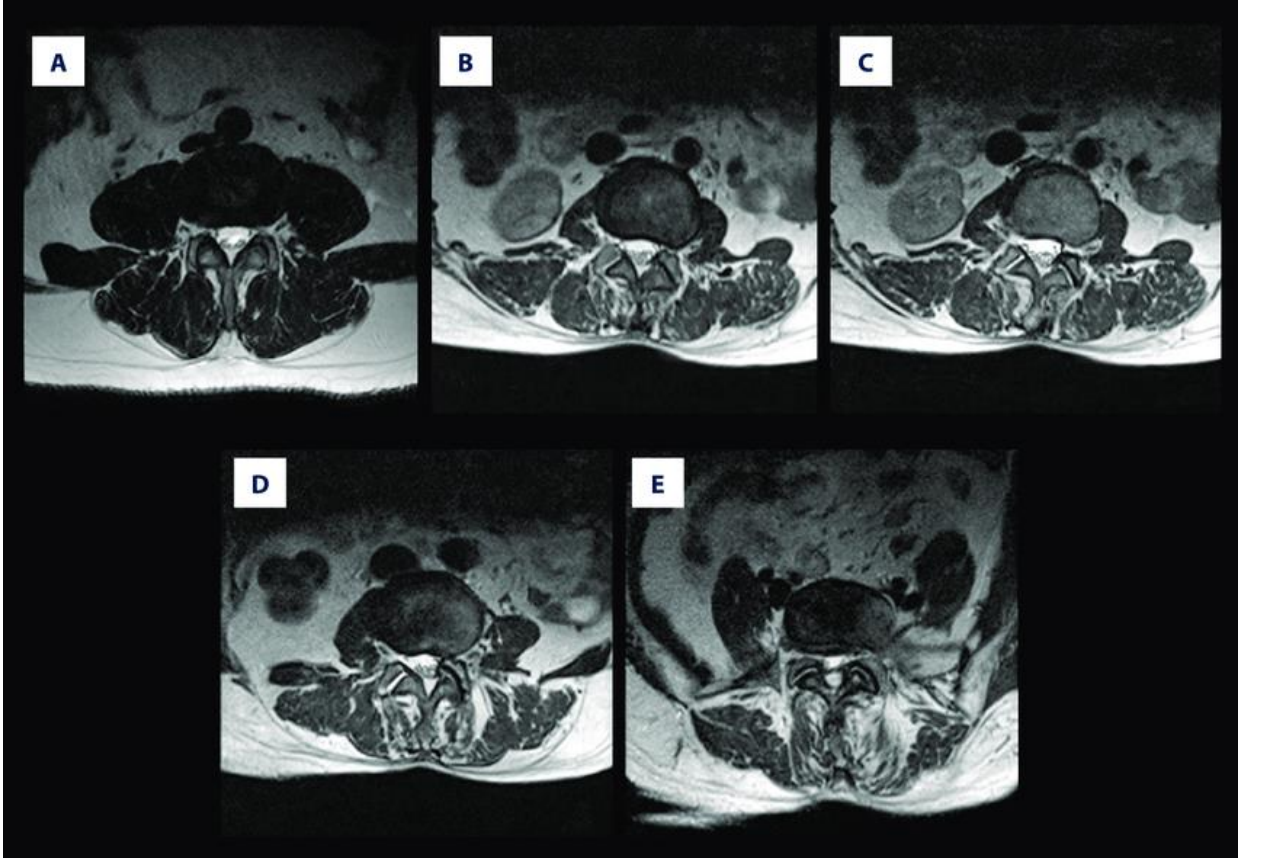
Şekil 3.6: Multifidus, Erektör Spina ve Psoas Kaslarının Kesit Alanı Ölçümü

Kesit alanı ölçümü Extreme PACS Client (Ankara, Türkiye) programı kullanılarak fasiyal sınırlar içerisinde yapıldı ve cm² cinsinden hesaplandı. Lomber bölge kasları için yağlı dejenerasyon derecesini değerlendirmek için literatürde supraspinatus kasına ait yağlı

dejenerasyon derecesini değerlendirmek için geliştirilmiş, lomber bölge içinse modifiye edilmiş Goutallier klasifikasyonu kullanıldı (şekil 3.7) (103).

Buna göre evreleme aşağıdaki şekilde yapıldı;

- A) Grade 0: Yağlanma yok.
- B) Grade 1: Kas içinde birkaç yağ çizgisi mevcut.
- C) Grade 2: Kas içinde yağ sinyali belirgin olarak var ancak miktarı kas dokusundan az.
- D) Grade 3: Kas ile aynı miktarda yağ sinyali var.
- E) Grade 4: Kas dokusundan daha fazla yağ sinyali var.



şekil 3.7: Lomber Bölge için Modifiye Edilmiş Goutallier Klasifikasyonu (104)

İstatiksel Yöntem:

Sürekli verilerin normallik değerlendirmesinde shapiro wilk testi kullanılmış ve normallik varsayımının sağlandığı görüldü.

Kategorik veriler ile tedavi yöntemlerinin kıyaslanmasında chi square test, sürekli veriler ile tedavi yöntemlerinin kıyaslanmasında independent sample t test, cerrahi öncesi-son kontrol değişimin cerrahi tedavi yöntemleri arasındaki farklılaşmasının kıyaslanmasında repeated measures ANOVA, cerrahi öncesi-son kontrol kategorik farklılaşmaların değerlendirilmesinde McNemar Chi Square test kullanılmıştır.

İstatistiksel anlamlılık seviyesi (alpha) 0.05 ($p < 0.05$) olarak belirlenmiştir.



4. BULGULAR

Katılımcıların demografik özellikleri Tablo 4.1’de özetlenmiştir. Lomber bölgeye anterior vertebral tethering uygulanan grup (AVT) ve sadece selektif torasik füzyon uygulanan grup (STF) arasında boy, kilo, vücut kitle indeksi, cerrahi yaşı, takip süresi açısından anlamlı farklılık görülmedi.

	AVT grubu n=8 Ort±SS	STF grubu n=8 Ort±SS	P değeri
Cinsiyet (kadın)	7 (87.5)	6 (75)	
Boy (cm)	164.3 ± 8.7	169.1±7.8	0.254
Ağırlık (kg)	57.7±5.3	64.7±24.4	0.453
VKİ (kg/m²)	21.4±2.7	22.1±6.5	0.789
Cerrahi Yaşı (yıl)	14.2±1.4	14.6±1.8	0.662
Takip süresi (ay)	19.2±8.6	29.5±15.4	0.128

Tablo 4.1: Katılımcıların Demografik Özellikleri. n: kişi sayısı, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma, cm: Santimetre, kg: Kilogram, kg/m²: Kilogram/metrekare

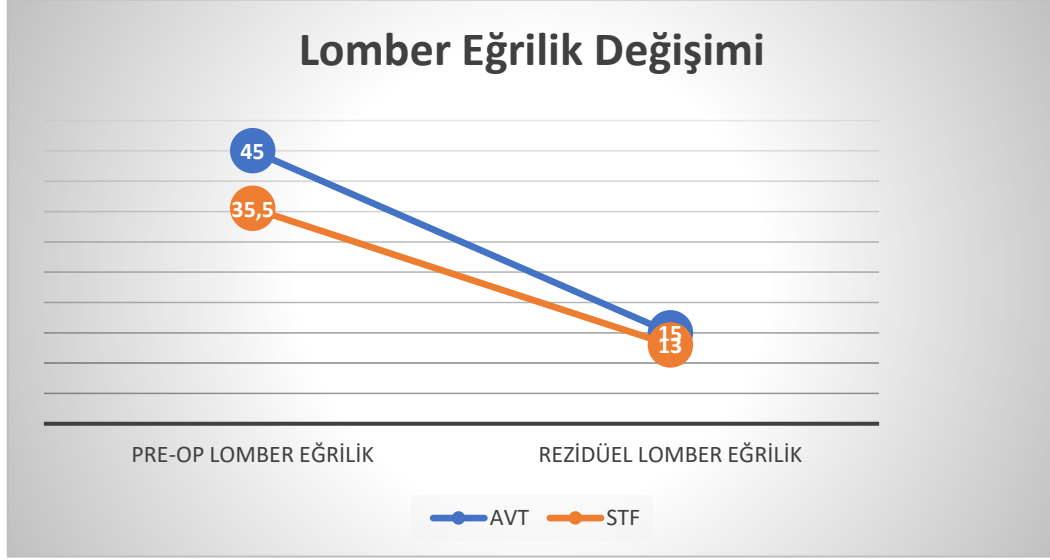
Her katılımcı için, Risser skorları, uygulanan cerrahi teknik, enstrümantasyon seviyeleri, enstrümantasyonun sonlandığı seviye (ESS), eğriliklerin tipleri (Lenke Sınıflaması) ve radyografik veriler Tablo 4.2’de verilmiştir. AVT grubunda ESS ortalama L3 iken (6 kişi L3, 2 kişi L4) STF grubunun tamamının ESS’i T12 idi.

HASTA NO	RİSSER PREOP/SON	CERRAHİ TEKNİK	FÜZYON SEVİYESİ	AVT SEVİYESİ	ESS	LENKE	T. Cobb Pre/Son	TL/L Cobb Pre/Son
1	4 /4	Hibrit	T5-11 (6)	T11-L3(4)	L3	5C	41/11	45/12
2	1 /4	AVT	-	T10-L3(5)	L3	5C	23/12	50/18
3	4 /4	AVT	-	T10-L3(5)	L3	5C	31/24	40/20
4	4 /4	Hibrit	T3-12(9)	T12-L3(3)	L3	1C	50/3	50/11
5	5 /5	Hibrit	T5-12(7)	T12-L4(4)	L4	6C	50/13	50/14
6	3 /4	Hibrit	T5-12(7)	T12-L4(4)	L4	1C	50/14	46/13
7	4 /5	Hibrit	T2-12(10)	T12-L3(3)	L3	1B	62/20	39/18
8	0 /4	AVT	-	T10-L3(5)	L3	5C	20/12	42/16
ORT					L3		41/14	45/15
SS							15/6	4/3
9	3 /4	STF	T2-12(10)	-	T12	1A	44/5	30/6
10	4 /4	STF	T2-12(10)	-	T12	1B	53/26	32/27
11	2 /4	STF	T4-12(8)	-	T12	1B	43/8	30/8
12	5 /5	STF	T2-12(10)	-	T12	1A	40/8	30/0
13	4 /5	STF	T2-12(10)	-	T12	1C	68/22	50/25
14	4 /5	STF	T2-12(10)	-	T12	1C	59/17	48/17
15	4 /4	STF	T3-12(9)	-	T12	1A	58/17	35/16
16	4 /5	STF	T3-12(9)	-	T12	1A	41/10	29/4
ORT					T12		51/14	35/13
SS							10/7	8/10

Tablo 4.2: Katılımcıların Radyografik Özellikleri.

Hibrit: Selektif Torakal Füzyon + Lomber Anterior Vertebral Tethering, Pre-op: Cerrahi öncesi, Son: son kontrol, ESS: Enstrümantasyonun Sonlandığı Seviye T. Cobb: Torakal eğrilik Cobb açısı, TL/L Cobb: Torakolomber/ lomber eğrilik Cobb açısı, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma

Katılımcıların eğrilik tipleri farklı olduğundan gruplar arası kıyaslama yapılmamıştır. Ancak rezidüel lomber eğrilik (son kontrol lomber eğrilik Cobb açısı) iki grup için benzer olmasına dikkat edilmiştir (Grafik 4.1).



Grafik 4.1: Lomber Eğrilik Değişimi

Katılımcıların SRS-22 ölçeği ile değerlendirilen yaşam kalitesi değerleri Tablo 4.3'te verilmiştir. Ağrı, görünüm/imaj, fonksiyon/aktivite, mental sağlık ve tedavi memnuniyeti alt gruplarının sorgulandığı formda, her iki grupta da en yüksek skorlar fonksiyon ve ağrı alt grubunda saptanırken, en düşük skorlar mental sağlık ve imaj alt gruplarında saptanmıştır. İki grup arasında tüm alt gruplarda ve toplam SRS22 skorlarında anlamlı farklılık saptanmamıştır.

	AVT (Ort±SS)	STF (Ort±SS)	P değeri
Ağrı	4.3±0.68	4.1±0.62	0.653
İmaj	3.5±0.77	3.6±0.73	0.745
Fonksiyon	4.6±0.40	4.4±0.45	0.430
Mental sağlık	3.5±0.98	3.3±0.65	0.560
Tedavi Memnuniyeti	3.7±1.06	4.2±0.7	0.288
Toplam	3.9±0.60	3.9±0.47	0.822

Tablo 4.3: Katılımcıların SRS22 Skorları. Ort: Ortalama, SS: Standart sapma

İki grup arasında VAS skoru ve ODI skorları arasında anlamlı farklılık saptanmamıştır. Tüm katılımcıların ODI skoru 20 ve altında bulunmuştur. Katılımcıların hiçbirinde bel ağrısı günlük hayatta ciddi bir problem yaratacak boyutta saptanmamıştır (Tablo 4.4).

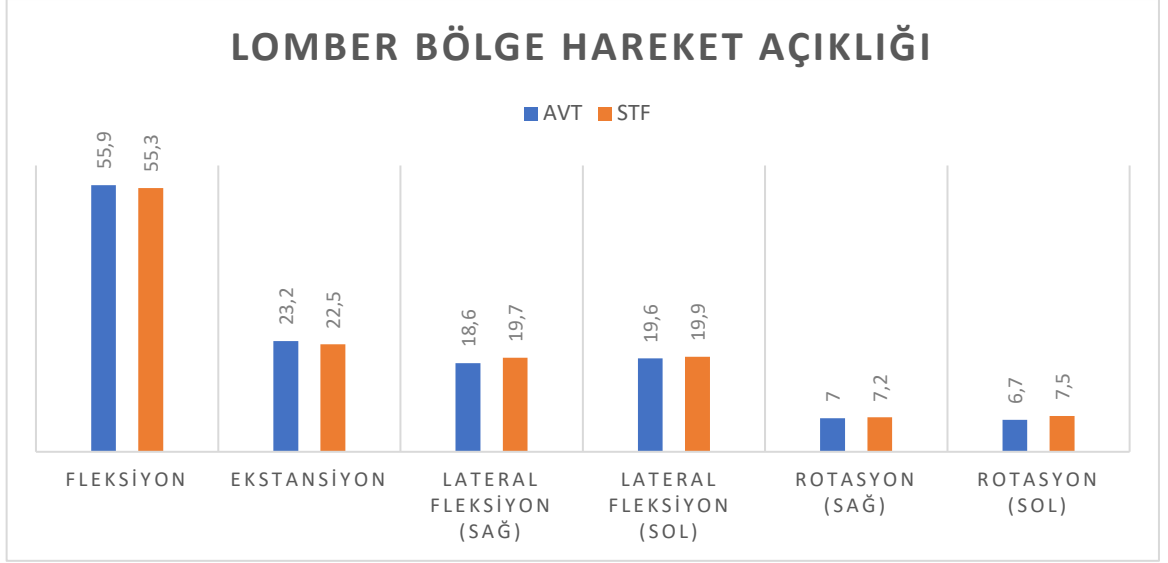
	AVT Ort (Min-Max)	STF Ort (Min-Max)	P değeri
VAS	1.5 (0-5)	1.2 (0-5)	0.794
ODI	6.3 (0-20)	7.6 (2-15.5)	0.702

Tablo 4.4: Katılımcıların VAS ve ODI Skorları. Ort: Ortalama, Min: Minimum, Max: Maksimum

Lomber bölge hareket açıklığı arasında gruplar arasında anlamlı fark saptanmamıştır (Tablo 4.5 ve Grafik 4.2). Tüm katılımcıların hareket açıklığı sağlıklı kişiler için tariflenen hareket açıklıkları sınırları içerisinde.

	AVT	STF	P değeri
Fleksiyon (°)	55.9±5.84	55.3±3.67	0.782
Ekstansiyon (°)	23.2±4.43	22.5±3.96	0.740
Lateral fleksiyon (°) (sağ)	18.6±2.23	19.7±2.42	0.388
Lateral fleksiyon (°) (sol)	19.6±2.49	19.9±2.66	0.827
Rotasyon (°) (sağ)	7±3.80	7.2±1.68	0.900
Rotasyon (°) (sol)	6.7±3.52	7.5±1.62	0.534

Tablo 4.5: Lomber Bölge Hareket Açıklıkları. (°): derece



Grafik 4.2: Lomber Bölge Hareket Açıklıkları

İzokinetik kuvvet testi sonuçlarına bakıldığında hem fleksör hem ekstansör grupta pik tork, pik tork %BW, toplam iş, toplam iş %BW (toplam işin kilogram başına yüzdesi) STF grubunda hafifçe yüksek saptanmasına rağmen, iki grubun değerleri arasında istatistiksel düzeyde anlamlı düzeyde farklılık saptanmamıştır (Tablo 4.6).

		AVT Ort±SS	STF Ort±SS	P değeri
Fleksör	Pik tork 60°sn (Nm)	99.37±34.45	111.87±34.41	0.480
	Pik tork %BW 60°sn	175.37±67.15	182.87±65.02	0.824
	Pik tork 120°sn (Nm)	73.50±33.50	68.87±20.55	0.744
	Pik tork %BW 120°sn	115.75±68.29	117.00±53.01	0.968
	Toplam İş (Nm)	502.25±311.93	552.62±322.28	0.755
	Toplam işin %BW 120°sn	885.75±569.63	902.00±607.68	0.957
Ekstansör	Pik tork 60°sn (Nm)	89.62±31.99	93.37±27.75	0.806
	Pik tork %BW 60°sn	158.25±62.44	156.75±64.11	0.963
	Pik tork 120°sn (Nm)	64.50±40.53	60.37±18.66	0.799
	Pik tork %BW 120°sn	110.37±65.89	102.12±45.36	0.775
	Toplam İş (Nm)	284.87±220.73	322.12±238.28	0.750
	Toplam iş %BW 120°sn	505.00±416.32	592.37±548.12	0.725

Tablo 4.6: Gövde Fleksiyon Ekstansiyon İzokinetik Testine Ait Pik Tork, Pik Tork %BW ve Toplam İş ile İlgili Değerler. %BW: Kilogram başına yüzdesi, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma, Nm: Newton.metre

Her iki grubun cerrahi öncesi ve son kontrollerindeki multifidus, erektör spina ve psoas kaslarının kesit alanı ölçümleri sırasıyla 4.7- 4.8- 4.9 no'lu tablolarda gösterilmektedir. Cerrahi öncesi ve son kontrol kesit alanları grupların kendi içinde kıyaslanmıştır. Her iki grupta da cerrahi öncesi ve son kontrol kesit alanı ölçümleri arasında anlamlı farklılık saptanmamıştır.

Cerrahi öncesi ve son kontrol radyolojik değerlendirmelerinde vertebra korpuslarının kesit alanları da ölçülmüştür. Ancak herhangi bir farklılık saptanmadığından kas kesit alanı/vertebra korpus oranı hesaplanmasına gerek duyulmamıştır ve bu verilere yer verilmemiştir. Ayrıca AVT grubunda girişim yönündeki (6 kişi sol, 2 kişi sağ) cerrahi öncesi ve son kontrol psoas majör kas alanı karşılaştırılmış ve farklılık görülmemiştir.

Cerrahi öncesi ve son kontrol kesit alanları arasında fark olmadığından p değeri hesaplanamamıştır.

			Pre-op Ort±SS	Son Kontrol Ort±SS	Pre-op YD derecesi	Son Kontrol YD derecesi
L2 Multifius	AVT Grubu	Sağ	2.0±0.22	2.0±0.22	0 (0.25)	0 (0.25)
		Sol	2.0±0.17	2.0±0.17	0 (0.25)	0 (0.25)
	STF Grubu	Sağ	2.2±0.48	2.2±0.48	0 (0.5)	0 (0.5)
		Sol	2.2±0.41	2.2±0.41	0 (0.5)	0 (0.5)
L3 Multifidus	AVT Grubu	Sağ	3.24±0.50	3.24±0.50	0 (0.25)	0 (0.25)
		Sol	3.21±0.40	3.21±0.40	0 (0.25)	0 (0.25)
	STF Grubu	Sağ	3.26±0.48	3.26±0.48	0 (0.5)	0 (0.5)
		Sol	3.31±0.51	3.31±0.51	0 (0.5)	0 (0.5)
L4 Multifidus	AVT Grubu	Sağ	5.08±0.93	5.08±0.93	0 (0.25)	0 (0.25)
		Sol	5.19±0.87	5.19±0.87	0 (0.25)	0 (0.25)
	STF Grubu	Sağ	5.40±0.87	5.40±0.87	0 (0.5)	0 (0.5)
		Sol	5.56±0.77	5.56±0.77	0 (0.5)	0 (0.5)
L5 multifidus	AVT Grubu	Sağ	6.45±0.72	6.45±0.72	0 (0.25)	0 (0.25)
		Sol	6.68±0.83	6.68±0.83	0 (0.25)	0 (0.25)
	STF Grubu	Sağ	6.45±0.70	6.45±0.70	0 (0.5)	0 (0.5)
		Sol	6.43±0.71	6.43±0.71	0 (0.5)	0 (0.5)

Tablo 4.7: Multifidus Kesit Alanı ve Yağlı Dejenerasyon Derecelerinin Karşılaştırılması.

Pre-op: Cerrahi öncesi, YD: Yağlı Dejenerasyon, Ort: ortalama, SS: Standart sapma

Her iki grubun cerrahi öncesi ve son kontrollerindeki multifidus, erektör spina ve psoas kaslarının yağlı dejenerasyon derecesi sırasıyla 4.7- 4.8- 4.9 no'lu tablolarda gösterilmektedir. Cerrahi öncesi ve son kontrol grupları kendi içinde kıyaslanmıştır. Cerrahi öncesi ve sonrası arasında farklılık görülmemiştir ve bu nedenle p değeri hesaplanamamıştır. Hiçbir ölçümde psoas majör kasında yağlı dejenerasyon saptanmamıştır.

			Pre-op Ort ± SS	Son Takip Ort ± SS	Pre-op YD derecesi	Son Kontrol YD derecesi
L2 Erektör Spina	AVT Grubu	Sağ	12.59±1.14	12.59±1.14	0 (0.25)	0 (0.25)
		Sol	13.02±1.14	13.02±1.14	0 (0.25)	0 (0.25)
	STF Grubu	Sağ	11.91±2.75	11.91±2.75	0 (0.5)	0 (0.5)
		Sol	11.90±2.75	11.90±2.75	0 (0.5)	0 (0.5)
L3 Erektör Spina	AVT Grubu	Sağ	10.66±1.53	10.66±1.53	0 (0.25)	0 (0.25)
		Sol	11.35±1.96	11.35±1.96	0 (0.25)	0 (0.25)
	STF Grubu	Sağ	11.30±2.62	11.30±2.62	0 (0.5)	0 (0.5)
		Sol	11.10±2.51	11.10±2.51	0 (0.5)	0 (0.5)
L4 Erektör Spina	AVT Grubu	Sağ	9.99±1.80	9.99±1.80	0 (0.25)	0 (0.25)
		Sol	10.01±1.63	10.01±1.63	0 (0.25)	0 (0.25)
	STF Grubu	Sağ	10.24±2.56	10.24±2.56	0 (0.5)	0 (0.5)
		Sol	10.24±2.64	10.24±2.64	0 (0.5)	0 (0.5)
L5 Erektör Spina	AVT Grubu	Sağ	8.85±1.40	8.85±1.40	0 (0.25)	0 (0.25)
		Sol	8.78±1.26	8.78±1.26	0 (0.25)	0 (0.25)
	STF Grubu	Sağ	8.89±1.74	8.89±1.74	0 (0.5)	0 (0.5)
		Sol	8.71±1.67	8.71±1.67	0 (0.5)	0 (0.5)

Tablo 4.8: Erektör Spina Kesit Alanı ve Yağlı Dejenerasyon Derecelerinin Karşılaştırılması.

Pre-op: Cerrahi öncesi, YD: Yağlı Dejenerasyon, Ort: ortalama, SS: Standart sapma

			Pre-op Ort ± SS	Son Takip Ort ± SS	Pre-op YD derecesi	Son kontrol YD derecesi
L2 Psoas Majör	AVT Grubu	Sağ	3.25±0.90	3.25±0.90	0 (0)	0 (0)
		Sol	3.15±0.73	3.15±0.73	0 (0)	0 (0)
		Girişim Yönü	3.21±0.80	3.21±0.80	0 (0)	0 (0)
	STF Grubu	Sağ	2.77±0.88	2.76±0.88	0 (0)	0 (0)
		Sol	2.89±0.77	2.89±0.77	0 (0)	0 (0)
L3 Psoas Majör	AVT Grubu	Sağ	6.37±1.36	6.37±1.36	0 (0)	0 (0)
		Sol	6.12±1.03	6.12±1.03	0 (0)	0 (0)
		Girişim Yönü	6.23±1.15	6.23±1.15	0 (0)	0 (0)
	STF Grubu	Sağ	5.27±1.47	5.27±1.47	0 (0)	0 (0)
		Sol	5.37±1.48	5.37±1.48	0 (0)	0 (0)
L4 Psoas Majör	AVT Grubu	Sağ	8.60±1.61	8.60±1.61	0 (0)	0 (0)
		Sol	8.20±1.35	8.20±1.35	0 (0)	0 (0)
		Girişim Yönü	8.54±1.66	8.54±1.66	0 (0)	0 (0)
	STF Grubu	Sağ	7.99±1.98	7.99±1.98	0 (0)	0 (0)
		Sol	8.06±1.96	8.06±1.96	0 (0)	0 (0)
L5 Psoas Majör	AVT Grubu	Sağ	8.98±1.15	8.98±1.15	0 (0)	0 (0)
		Sol	8.54±1.04	8.54±1.04	0 (0)	0 (0)
		Girişim Yönü	8.83±1.33	8.83±1.33	0 (0)	0 (0)
	STF Grubu	Sağ	8.51±1.69	8.51±1.69	0 (0)	0 (0)
		Sol	8.96±2.30	8.96±2.30	0 (0)	0 (0)

Tablo 4.9: Psoas Majör Kesit Alanı ve Yağlı Dejenerasyon Derecelerinin Karşılaştırılması.

Pre-op: Cerrahi öncesi, YD: Yağlı Dejenerasyon, Ort: ortalama, SS: Standart sapma

5. TARTIŞMA

İdiyopatik skolyoz tanımlı hastaların yaklaşık %3'ünde cerrahi tedaviye gereksinim duyulmaktadır. Çeşitli tedavi uygulamaları tercih edilmekle beraber altın standart tedavi füzyon cerrahisi olarak kabul edilmektedir. Ancak füzyon cerrahisinin özellikle lomber bölgede hareketli segmentleri azaltması sonrasında komşu segment dejenerasyonları ve lomber hareket kısıtlılıkları meydana gelebilmektedir. Füzyon sonrası torakal bölge hareket kısıtlılıkları hastalar tarafından kolay tolere edilebilmekle beraber lomber bölge hareket kısıtlılıkları klinik olarak daha fazla bulgu vermektedir. Bu sebeple lomber hareket açıklığının korunarak eğriliklerin düzeltilmesi amacı ile selektif torasik füzyon cerrahisi uygulanmaktadır. Bu sınırlı füzyonda amaç lomber bölgede hareketli segmentlerin korunmasıdır. Bu yöntemde majör eğrilik olan torakal eğriliklerin füzyone edilmesi ve lomber bölgedeki eğriliklerin ise spontan düzelmesi beklenmektedir. Majör lomber bölge eğriliklerinde (Lenke 5,6) ise STF uygulaması mümkün olmamaktadır. Lomber bölgeyi füzyondan koruyan yeni cerrahi teknikler araştırmacıların odaklandığı önemli hususlardan biri olmuştur.

Bir büyüme modülasyonu tedavisi olan AVT cerrahisi füzyonsuz şekilde eğriliklerin düzeltilmesine olanak tanıyan yeni bir cerrahi yöntemdir. Biyomekanik olarak hayvanlarda test edilmesi ve etkinliğinin gözlenmesinin ardından insanlarda uygulanmaya başlanmıştır. İlk olarak torakal eğriliklerde uygulama endikasyonu alan yöntemin (75), kısa orta vadeli (2-5 yıl) sonuçlarının başarılı bulunması sonrası STF cerrahisi için uygun olmayan lomber eğriliklerde AVT uygulamaları yapılmaya başlanmıştır (105-107). Teorik olarak; lomber bölgeye uygulanan AVT cerrahisinin, füzyonsuz şekilde eğriliğin düzelmesine ve lomber bölge hareket arkının korunmasına imkan tanınması, yanı sıra anterolateral girişim sayesinde paraspinal kasların iatrojenik hasara uğramaması gibi birtakım avantajları olmasına rağmen lomber AVT uygulamasının fonksiyonel sonuçlarıyla ilgili elimizdeki veriler oldukça kısıtlıdır.

Bu nedenlerle, çalışmamızda lomber bölgeye uygulanan AVT'nin, yaşam kalitesi, paraspinal kas kalitesi, gövde kas kuvveti ve enduransı ve lomber bölge hareket açıklığına etkisinin değerlendirilmesi ve STF uygulaması ile kıyaslanması amaçlanmıştır.

Çalışmamızdaki grupların boy, kilo, vücut kitle indeksi, cerrahi yaşı, takip süresi gibi demografik özelliklerine ait sonuçları istatistiksel olarak anlamlı fark göstermemiştir ve her iki gruptaki hastaların demografik özellikleri literatürdeki birçok çalışma ile uyumlu bulunmuştur (108-110).

AVT uygulanan hastalar için ilk endikasyonlar, 10 yaş üzerindeki büyüme potansiyeli olan hastalar için tanımlanmıştır (75). Füzyon cerrahisi ise iskelet matürasyonu tamamlanmak üzere ya da tamamlanmış hastalarda tercih edilmektedir. Bu nedenle AVT uygulanan grubun yaş ortalamasının daha düşük olması doğal bir sonuç olarak karşımıza çıkabilirdi (106). Ancak son yapılan çalışmalarda torakal bölgeye göre daha mobil olan lomber bölgede gelişmiş düzeltme teknikleriyle beraber iskelet matürasyonunu tamamlamak üzere olan hastalarda (örn. Risser 4 ve/veya Sanders 7) da manuel eğrilik düzeltimi yapılabildiği ortaya konmuştur (111, 112)

Bizim çalışmamızda AVT grubunun cerrahi yaş ortalaması 14.2 yıl STF grubunun ise 14.6 yıl olup aralarında anlamlı farklılık görülmemiş ($p=0,662$), iki grup da çoğunlukla iskelet matürasyonunu tamamlamak üzere olan hastalardan oluşmaktadır. Bu bulgular literatürle uyumlu bulunmuştur (108). AVT uygulanan grupta yaş ortalamasının literatürdeki ilk çalışmalardaki yaş ortalamasından yüksek olduğu ancak sonradan yayınlanan çalışmalar ile benzer olduğu görülmektedir (106, 112).

Çalışmamıza dâhil edilen hastalara bakıldığında erken dönemde implantla ilişkili bir sorun ile karşılaşılmadığı saptanmıştır. Bu bağlamda yeterli omurga esnekliğine sahip, iskelet matürasyonunu tamamlamak üzere olan hastalarda AVT uygulamasının erken dönemde sorun yaratmayacağı ve klinik sonuçlar üzerine olumsuz bir etkisinin olmayacağı kanısındayız. Bununla beraber uzun dönemde implantla ilişkili sorunlarla karşılaşmanın söz konusu olabileceğini not etmekte fayda vardır.

Çalışmamızdaki iki grubun eğrilik tipleri farklı olduğundan radyolojik verilerin (cobb açısı, deformite düzelme miktarı vb.) kıyaslanması uygun bulunmamıştır. Ancak iki grubun son kontroldeki lomber eğrilik derecesinin (rezidüel eğrilik) çalışmanın sonuçlarını etkileyebileceği düşünülerek benzer olmasına gayret edilmiştir (Grafik 4.1 ve Tablo 4.2)

Tedavisiz kalan özellikle Cobb açısı 45 derecenin üzerinde olan AIS olgularında, uzun dönemde ağrı, fonksiyon kaybı, psikososyal işlevde bozukluk ve estetik görünüm ile ilgili kaygılar sıklıkla görülmekte ve bu durum sağlıkla ilişkili yaşam kalitesinde kötüleşmeye neden olmaktadır (113). AIS'li hastalarda füzyon cerrahisinde hedeflenen amaç deformitenin ilerlemesini engellemek, koronal ve sagittal düzlemlerdeki dengenin sağlanması olarak belirtilmiştir. Önceki yıllarda füzyon cerrahisinde hareketli segment sayısı ve sagittal denge göz ardı edilerek, Cobb açısında maksimum düzelme hedeflenmiş, bu hasta grubunda erken dönemde SRS-22 skorları normal popülasyonla benzer iken 10 yıl ve üzeri takiplerde SRS-22 skorlarının düşme eğiliminde olduğu görülmüştür (13, 114).

2000'li yılların başında sagittal dengenin ve lomberdeki hareketli segmentlerin korunmasının önemi keşfedildikten sonra, lomber bölgenin korunduğu STF cerrahisi ön plana çıkmış ve hastaların yaşam kalitelerinin yıllar sonra bile normal popülasyona benzer olduğu gösterilmiştir (115, 116). Bu literatür bilgisi bize hastalarda dengeli ve kabul edilebilir koronal eğriliklerin hastaların gündelik yaşamlarında olumsuz etki yaratmadığını ve lomber bölge hareket arkının korunmasının klinik olarak uzun dönemde önemli olduğunu göstermektedir.

Lomber bölge füzyonu uygulanan hastaların AVT ile karşılaştırılması bu yönden (lomber hareketin kısıtlanması ve rezidüel eğrilik miktarının benzer olmaması nedeniyle) çok uygun olmayacağından, çalışmamızda AVT etkinliğini daha iyi gösterebilmek için selektif torasik füzyon uygulanan ve lomber bölgede rezidüel eğrilikleri olan hastalarla karşılaştırılması uygun bulunmuştur. AVT uygulanan olgularda da büyüme potansiyeli sona erdiğinde cobb açısı sıfırlanmamakta, rezidüel bir eğrilik kalmaktadır ve nihai eğriliğin 35 derecenin altında olması başarı olarak kabul edilmektedir (117). Çalışmamızdaki tüm vakalarda da cerrahi sonrası rezidüel lomber eğriliklerinin 35 derecenin altında olduğu görülmüştür (Tablo 4.2).

Literatürde, AVT'nin yaşam kalitesine etkisini araştıran çalışmalar son yıllarda yayımlanmaya başlanmış ve AVT cerrahisinin yaşam kalitesi üzerine olumlu sonuçları olduğu bildirilmiştir (18, 111). Klinik sonuçların karşılaştırıldığı nadir çalışmalarda genellikle torakal AVT uygulanan olgular sunulmuştur (13, 105). Pehlivanoğlu ve ark. ise yayımladığı çalışmada T5-L3 arası posterior füzyon ile aynı seviyelerde uygulanan AVT cerrahisini karşılaştırmış ve AVT grubunun posterior füzyon grubuna göre SRS-22 skorlarının istatistiksel olarak anlamlı yüksek olduğunu belirtmişlerdir (18). Ancak bu sonucun nedenleri konusunda yeterli açıklama da bulunmamışlardır.

Son dönemde yayımlanan Pahys ve ark. çalışmasında ise, posterior füzyon grubu ve AVT grubu cerrahinin sonlandığı seviyelere göre ($\leq$ L1, L2, L3, L4) sub-gruplandırılmış ve hastaların SRS-22 skorları karşılaştırılmıştır. Bu çalışmadan elde edilen verilerde son enstrümente edilen vertebra L3 ve üzeri olan olgularda SRS-22 skorları açısından fark bulunmamıştır (111). Çalışmamızda da STF uygulanan grup ile AVT uygulanan grup arasında SRS-22 toplam skor ve alt grup skorları açısından istatistiksel anlamlı farklılık görülmemektedir (Tablo 4.3).

Literatür taramamız sırasında hastaların uzun dönemde ağrı skorlamalarını karşılaştıran bilimsel herhangi bir makaleye rastlamadık. Ancak Canbolat ve ark. yaptıkları bir çalışmada VAS ve Oswestry ölçeği ile sadece erken dönemde post-operatif ağrıyı değerlendirmişler ve AVT uygulananlarda, posterior füzyon uygulanan hastalara göre ilk 48 saatte VAS skorunun daha yüksek olduğunu, ODİ de ise iki grup hasta arasında anlamlı farklılığın olmadığını

bildirmişlerdir (118). Bizim çalışmamızda ise iki grubun cerrahiden ortalama 2 yıl sonrasındaki VAS ve ODI skorları karşılaştırılmış ve gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır.

Spinal füzyonun, uzun süreli takip sonucunda global spinal hareket açıklığında önemli bir azalmaya neden olduğu bildirilmiştir (6, 119). Danielsson ve ark. PSF uygulanmış 20 yıllık takip süresi olan 135 AIS hastasını, sağlıklı kontrollerle kıyasladıkları çalışmalarında spinal mobilitelerinin azaldığı sonucuna varmışlardır (119). Farklı cerrahi teknikler ve (posterior/anterior füzyon) distal füzyon seviyesinin hareket açıklığına etkisi de sıklıkla araştırılmıştır. Engsberg ve ark. hem anterior hem posterior spinal füzyonun global spinal hareket açıklığını 3 planda da önemli ölçüde azalttığını bildirmişlerdir, ayrıca posterior füzyonun anterior füzyona kıyasla global spinal hareket açıklığını daha fazla etkilediğini belirtmişlerdir (120).

STF'in global spinal harekette bir miktar azalmaya neden olmakla birlikte bu azalmanın fonksiyonel bir kısıtlama yaratacak boyutta olmadığı şeklinde genel görüş hakimdir. Wilk ve ark. 3 boyutlu hareket analiz sistemi kullanarak kinematik analizle posterior füzyonun torakal ve lomber bölge hareketine etkisini ayrı ayrı değerlendirmiş, lomber omurgaları füzyondan korunan kişilerin lomber hareket kabiliyeti ve fleksibilitesinin daha yüksek olduğu ortaya konmuştur (121).

AVT, teoride füzyonun yarattığı spinal hareket kaybı ve bununla ilişkili olası fonksiyonel komplikasyonları önleme gibi avantajları olan bir cerrahi yöntemdir. AVT'nin spinal harekete etkisini araştıran 2 çalışma mevcuttur. Pehlivanoğlu ve ark. gonyometre kullanarak yaptıkları 3 planda lomber hareket açıklığını değerlendirdiği çalışma sonucu AVT'nin spinal hareketi koruduğunu belirtmişlerdir (18). Ancak bu çalışmada hareket açıklığı değerlendirme yöntemiyle ilgili belirsizlikler mevcuttur. Çalışmada ölçüm için kullanılan referans noktalar belirtilmemiş olup değerlendirilenin gövde hareket açıklığı mı lomber omurga hareketi mi olduğu anlaşılamamaktadır.

Pahys ve ark. ise hareket açıklığı değerlendirme için altın standart yöntem olan 3 boyutlu hareket analizi sistemiyle AVT ve posterior füzyon grubunda torakal ve lomber bölge hareketini ayrı ayrı değerlendirmişlerdir. Cerrahinin sonlandığı seviyelere göre ($\leq$ L1, L2, L3, L4) sub-gruplandırılma yapılmış ve istatistiksel analiz bu şekilde yapılmıştır. Cerrahi sonrası 2. yılda AVT ile tedavi edilen hastalarda, posterior füzyon hastalarına kıyasla anlamlı şekilde daha az hareket kaybı saptamışlardır (111).

Bizim çalışmamızda ise, lomber bölgeye füzyon uygulanmamış ve teorik olarak lomber hareketi minimal etkilenmiş STF grubuyla, lomber bölgesine AVT uygulanmış 2 grup

karşılaştırılmıştır. İki grup arasında istatistiksel anlamlı fark saptanmamıştır ve iki grubun lomber hareketi literatürde belirtilen normal aralık içerisinde olduğu görülmüştür (122, 123). Çalışmamızda lomber hareket açıklığı diğer çalışmalardan farklı olarak dijital inklinometre ile ölçülmüş ve AVT uygulanan olgularda lomber hareket arkında istatistiksel olarak anlamlı bir azalma olmadığı da gösterilmiştir (Tablo 4.5).

Literatüre bakıldığında AIS’li hastalarda gövde fleksiyon ve ekstansiyon dayanıklılığı sıklıkla araştırılmakta olduğu ve genellikle Kraus–Weber ve Biering–Sørensen gibi statik testlerinin kullanıldığı görülmektedir. Çeşitli çalışmalarda korse kullanmış ya da posterior füzyon cerrahisi uygulanmış hastalar değerlendirilmiş ve AIS’li bireylerin gövde fleksör ve ekstansör kas enduransları sağlıklı kontrollerden daha düşük olduğu ortaya konmuştur (119, 124). Bunun nedeni olarak da korse kullanımı, cerrahinin yarattığı iatrojenik kas hasarı ve cerrahi sonrası korumalı dönemde fiziksel aktivitenin azalması gösterilmiştir.

AVT grubunda gövde fleksör ekstansör enduransını değerlendiren tek çalışmada ise, hastalar posterior füzyon cerrahisi uygulanmış hastalarla karşılaştırılmış ve AVT grubunun gövde fleksör ekstansör enduransı önemli ölçüde üstün bulunmuştur (18).

Bilindiği üzere günlük yaşam aktiviteleri sırasında hem kas kuvveti hem de kas enduransı önem taşımaktadır. Ağır bir yükü bir yerden kaldırırken maksimum kuvvet (kas kuvveti) daha ön plandayken, bir işi uzun süre devam ettirirken endurans unsuru ön plana çıkmaktadır.

Bu nedenle çalışmamızın planlanması aşamasında geçerliliği ve güvenilirliği kanıtlanmış protokol ve açısal hızları seçerek gövdeye ait kasların hem kuvvetini ($60^\circ/\text{sn}$) hem de enduransını ($120^\circ/\text{sn}$) izokinetik dinamometre ile değerlendirdik (125).

Literatür incelendiğinde aynı açısal hızlardaki gövde fleksiyon ekstansiyon testi sonuçları arasında geniş varyasyonlar görülmekte olup normatif değerleri belirlemek oldukça güçtür. Bu nedenle iki grubu normal popülasyonla kıyaslarken fleksiyon ekstansiyon oranına göre yorum yapılmasının kabul edilebilir bir durum olacağını düşündük. Örneğin yapılan bir çalışmada $60^\circ/\text{sn}$ açısal hızda pik tork %BW’nin fleksiyon ekstansiyon oranının %110 olduğu bildirilmektedir (126).

İzokinetik test sonuçlarımıza bakıldığında ise, iki grup arasında gövde kaslarının kuvveti ve dayanıklılığı yönünden anlamlı fark saptanmadı. $60^\circ/\text{sn}$ açısal hızda pik tork %BW’nin fleksiyon ekstansiyon oranı AVT grubunda %110, STF grubunda %116 olarak bulundu. Bulgularımızın normatif değerlerle uyumlu olmasının sebebinin iki cerrahi tekniğin de lomber paraspinal kasları etkilemediğinin sekonder göstergesi olduğunu düşünüyoruz.

Paraspinal kaslar; skolyozun patogenezi, progresyonu, konservatif ve cerrahi tedavisine kadar her basamakta büyük merak konusu olmuş ve bu konularla ilişkisi sıklıkla araştırılmıştır. Paraspinal kas asimetrisi, AİS'in ortaya çıkmasına ve progrese olmasına katkıda bulunan faktörlerden biri olarak gösterilmekte ve asimetrinin bir neden mi yoksa eğriliğe sekonder ortaya çıkan bir sonuç mu olduğu tartışılmaktadır (127). AİS'li hastaların paraspinal kaslarının elektromiyografik aktivite ve histolojik değişikliklerine ait çalışmalar sıklıkla yapılmıştır. Kasların kesit alanı ve yağlı dejenerasyonu ile ilgili çalışmalar ise sınırlı sayıdadır. Jiang ve ark. AİS'li kişilerde paravertebral kasları MRG ile inceledikleri çalışmada, skolyotik eğriliğin konveks tarafında daha büyük kas hacmi ve konkav tarafta daha yüksek yağlı infiltrasyon oranı saptamışlardır (128).

Spinal füzyon sonrası paraspinal kasların hem iatrojenik hasar hem de ilgili segmentte hareketin ortadan kalkması sonucu atrofiye gittiği düşünülmektedir. Füzyon segmentinin altındaki kasları değerlendiren çalışmalar ise sınırlıdır. Lu ve ark. STF uygulanan hastalarda cerrahi öncesi ve cerrahi sonrası paraspinal kas aktivitesini elektromiyografi (EMG) ile değerlendirmişlerdir. AİS'li kişilerin normal kişilere göre hem cerrahi öncesi hem cerrahi sonrası asimetrik paraspinal kas aktivitesi gösterdiğini belirtmişlerdir. Ayrıca AİS'li kişilerde cerrahi sonrası torakal bölge paraspinal kas aktivitesinde azalma, lomber bölge paraspinal kas aktivitesinde artış gözlemlenmiştir. Lomber bölgedeki aktivite artışının kompensatuar olarak geliştiği ve bu durumun kas hipertrofisine yol açabileceği belirtilmiştir (129).

Kim ve ark. posterior spinal füzyonun paraspinal ve psoas majör kaslarına uzun dönem etkisini L4 vertebra üst ucu (füzyonsuz seviye) seviyesinden ölçerek değerlendirdiği çalışmada ise paraspinal (multifidus ve erektör spina) kas kesit alanının 9,9 yıllık takip süresi sonunda anlamlı düzeyde azalma olduğunu göstermiştir. Bunun nedeninin posterior girişim esnasındaki iatrojenik hasar olabileceği belirtilmiştir (7). PSF sonrası yağlı dejenerasyonu değerlendiren bir çalışmaya rastlanmamıştır.

AVT grubunda multifidus yağlı dejenerasyon ve atrofisini değerlendiren çalışmada, cerrahi öncesi eğriliğin konkav tarafındaki hafif veya orta derecede yağlı dejenerasyonun AVT sonrası değişmeden kaldığı saptanmıştır (130).

MRG ile paraspinal kasların kesit alanı ölçümü ve yağlı dejenerasyon derecelerini araştırmak için yapılan çalışmalarda gözlemciler arası ve gözlemci içi güvenilirlik mükemmel bulunmuştur (131). Bu nedenle çalışmamızda multifidus, erektör spina ve psoas majör kaslarının morfolojilerini değerlendirmek için MRG kullanılmıştır. Ameliyat öncesi ve son kontrolde çekilen lumbosakral MRG'de kas kesit alanları ve yağlı dejenerasyon 4 seviyede (L2,

L3, L4, L5) değerlendirilmiştir. Çalışmamızda, STF grubunda cerrahi seviyenin altındaki seviyelerde; AVT grubunda ise hem cerrahi uygulanan seviyelerde hem de cerrahi seviyenin altındaki seviyelerde paraspinal ve psoas majör kas alanında herhangi bir değişiklik gözlenmemiştir. Her iki grupta da (STF ve AVT) paraspinal kaslarda eğriliğin konkav tarafında cerrahi öncesi var olan hafif veya orta derecede yağlı dejenerasyonun, cerrahi sonrası değişmeden kaldığı gözlemlenmiştir. Ayrıca hem cerrahi öncesi hem cerrahi sonrası hiçbir hastada psoas majör kasında yağlı dejenerasyon saptanmamıştır.

Posterior füzyon sonrası paraspinal kas alanı değerlendiren tek çalışma olan ve 10 yıl sonra yapılan takipte kas kesit alanının azaldığını gösteren Kim ve ark.'na ait çalışmanın aksine çalışmamızda füzyon seviyesinin altındaki seviyelerde cerrahi sonrası paraspinal kas kesit alanında herhangi bir değişiklik tespit edilmemiştir. Ancak çalışmamızdaki hastaların takip süresi yaklaşık 2 yıl iken, diğer çalışmada takip süresi yaklaşık 10 yıl olduğunun not edilmesi gerekmektedir. Bu nedenle Kim ve ark.'nın çalışmasında saptanan kas kesit alanındaki azalmanın nedenleri, takip süresindeki artış ile birlikte hastaların değişen fiziksel aktivite düzeyi ve ilerleyen yaşı olabilir. Bu sebeple bu konuda daha ayrıntılı ve uzun zaman birimlerini kapsayıcı çalışmalara ihtiyaç olduğunu düşünüyoruz.

Çalışmamızda değerlendirdiğimiz bir başka parametre ise, AVT grubunda cerrahinin uygulandığı taraftaki psoas majör kasındaki morfolojik değişiklik olmuştur. AVT'de lomber bölge yaklaşımının zorluklarından birisi vida yerleştirilmesi sırasında psoas kasının kaldırılması ve mobilize edilmesidir. Özellikle alt lomber bölgelerde psoas kasının hacminin genişliğine bağlı olarak bu durum psoas irritasyonuna neden olabilmekte, cerrahi sonrası bazı hastalar ön uyluk ağrısı ve kalça fleksiyon güçsüzlüğü bildirmektedir (132, 133).

Çalışmamızda AVT uygulanan taraftaki (6 sol, 2 sağ) psoas majör kas morfolojisinde de cerrahi öncesi ve sonrası farklılık görülmemiştir. Literatürü incelediğimizde AVT cerrahisinin psoas majör kasının kas morfolojisi üzerine etkilerini inceleyen herhangi bir makaleye rastlamadık. Çalışmamızın bu yönüyle -ilk olma- bağlamında önemli olduğunu düşünüyoruz. Ayrıca bu konuda enstrümantasyon seviyelerinin bittiği seviyeye göre ve klinik bulgusu olan ve olmayan hastaların ayrı ayrı gruplandırılarak değerlendirildiği çalışmalara ihtiyaç duyulduğunu da vurgulamakta fayda vardır.

6. LİMİTASYONLAR

Çalışmamızın en önemli limitasyonu, küçük örneklem büyüklüğü ve AVT grubunun hibrit ve sadece AVT cerrahisi uygulanan hastaları içermesinin yarattığı heterojenitedir. Bu konuda daha homojen, daha geniş hasta kohortlarında çalışmalar yapılması faydalı olabilir.

Çalışmamızın ikinci en önemli limitasyonu, AIS'li kişilerin cerrahi öncesi yaşam kaliteleri, lomber hareket açıklığı, gövde kas kuvveti ve enduransı gibi değerlendirmelerinin bulunmamasıdır. Lomber bölge hareket açıklığı, longitudinal ligamanların ve eklem kapsülünün elastisitesi, diskin sıvı içeriği, kasların elastikiyeti ve faset eklemlerin yapısı gibi faktörlerden etkilenir ve kişiler arası geniş varyasyonlar gösterebilir. Tüm kişilerin lomber hareketi literatürde belirtilen normal aralık içerisinde bulunmasına rağmen bu durum cerrahi müdahalenin yaratabileceği minimal hareket kaybını saptamamıza engellemiş olabilir.

Çalışmamızın bir diğer limitasyonu ise, cerrahi öncesi ve sonrası fiziksel aktivite düzeyinin ölçülmemiş olmasıdır. Gövde kas kuvvet ve enduransı, paraspinal kasların morfolojik yapısı fiziksel aktivite düzeyinden etkilenebilir. Ancak hastalarla yapılan görüşmeler sonucu cerrahinin hastaların fiziksel aktiviteyle ilgili alışkanlıklarında değişikliğe neden olmadığı kanısına varılmıştır.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yaptığımız çalışmanın sonuçları aşağıda özetlenmiştir.

1. Çalışmamıza dâhil edilen kişilerde cerrahi yaşı, cinsiyet, boy, vücut ağırlığı, vücut kitle indeksi, takip süresi gibi demografik özellikler açısından benzer olması grupların karşılaştırılabilmesi ve sonuçlarımızın güvenilirliği açısından önemlidir.

2. Her iki grupta da SRS-22 toplam ve alt grup skorları arasında anlamlı fark olmaması, uygun hastalarda lomber AVT ya da hibrit cerrahinin uygulanmasının yaşam kalitesini olumsuz etkilemediğini göstermektedir. Her iki grupta da fonksiyon ve ağrı alt skorlarının daha iyi olup, mental sağlık ve imaj alt grup skorlarının göreceli daha düşük olması nedeniyle cerrahi öncesi ve sonrası dönemde cerrahi türünden bağımsız olarak AIS’li hastaların mental açıdan değerlendirilmesinin ve cerrahi sonrası bu konuda profesyonel destek sağlanmasının faydalı olabileceğini düşünmekteyiz.

3. Çalışmamızdaki kritik bulgulardan biri iki grubun lomber bölge hareket açıklıkları arasında anlamlı fark bulunmaması ve tüm katılımcıların lomber hareketinin literatürde belirtilen normal aralık içerisinde olması idi. Lomber bölgeye uygulanan füzyonun en büyük dezavantajı olan hareket kısıtlılığının, uygun hastalara uygulanan lomber AVT ya da hibrit cerrahisinde yaşanmaması; özellikle selektif torasik cerrahiye uygun olmayan lomber eğriliği bulunan (özellikle Lenke 5-6) hastalarda lomber AVT ya da hibrit cerrahi yöntemlerini avantajlı hale getirdiğini düşünmekteyiz.

4. İki grup arasında gövde fleksiyon- ekstansiyon kuvveti ve dayanıklılığı yönünden anlamlı fark bulunamadı. Bu durumun lomber bölgeye uygulanan AVT’nin, gövde ekstansiyon kuvvetinde önemli rol oynayan lomber erektör spina, dayanıklılıkta rol oynayan multifidus üzerinde olumsuz etkisi olmadığını indirekt göstergesi olduğunu düşünmekteyiz.

5. Çalışmamızda STF sonrası füzyon seviyesi altında kalan lomber bölge paraspinal ve psoas majör kaslarının cerrahi müdahaleden olumsuz etkilenmediği görülmüştür. Çalışmamız AIS’li hastalarda posterior füzyon sonrası füzyon seviyesi altında kalan paravertebral kasların morfolojisini değerlendiren bildiğimiz kadarıyla literatürdeki 2. çalışmadır. Yaklaşık 2 yıllık takip süresinde STF’in paravertebral kasları koruduğu görülmektedir. Uzun süreli etkileri değerlendirmek için daha çok çalışmaya ihtiyaç vardır.

6. Çalışmamızda lomber bölgeye uygulanan AVT sonrası hem AVT seviyesinde hem de cerrahi seviyesinin altında kalan lomber bölge paraspinal ve psoas majör kaslarının cerrahi müdahaleden olumsuz etkilenmediği görülmüştür. Ayrıca AVT esnasında anterolateral girişimin psoas kasına olan etkisi değerlendirmek istenmiş, AVT uygulanan taraftaki (6 sol, 2 sağ) psoas majör kas morfolojisinde de cerrahi öncesi ve sonrası farklılık görülmemiştir.

Sonuç olarak lomber bölgeye uygulanan AVT, lomber bölge paravertebral kaslarında iatrojenik hasar yaratmayan, lomber hareket açıklığında ciddi bir kısıtlama yapmayan, fonksiyonel sonuçları 2 yıllık takip süresinde tatmin edici olan, lomber eğriliği bulunan hastalar için umut verici bir cerrahi yöntemdir. Uzun dönem etkilerinin görülmesi ve takip süresindeki değişimlerin saptanması için boylamsal çalışmalara; sonuçların genellenebilmesi içinse geniş örneklem gruplarında çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

8. KAYNAKLAR

1. Committee T. Scoliosis Research Society. A glossary of scoliosis terms. *Spine*. 1976;1:57.
2. Weinstein SL, Dolan LA, Cheng JC, Danielsson A, Morcuende JA. Adolescent idiopathic scoliosis. *Lancet*. 2008;371(9623):1527-37.
3. Asher MA, Burton DC. Adolescent idiopathic scoliosis: natural history and long term treatment effects. *Scoliosis*. 2006;1(1):1-10.
4. Helenius L, Diarbakerli E, Grauers A, Lastikka M, Oksanen H, Pajulo O, et al. Back Pain and Quality of Life After Surgical Treatment for Adolescent Idiopathic Scoliosis at 5-Year Follow-up: Comparison with Healthy Controls and Patients with Untreated Idiopathic Scoliosis. *J Bone Joint Surg Am*. 2019;101(16):1460-6.
5. Green DW, Lawhorne TWI, Widmann RF, Kepler CK, Ahern C, Mintz DN, et al. Long-Term Magnetic Resonance Imaging Follow-up Demonstrates Minimal Transitional Level Lumbar Disc Degeneration After Posterior Spine Fusion for Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Spine*. 2011;36(23):1948-54.
6. Udoekwere UI, Krzak JJ, Graf A, Hassani S, Tarima S, Riordan M, et al. Effect of lowest instrumented vertebra on trunk mobility in patients with adolescent idiopathic scoliosis undergoing a posterior spinal fusion. *Spine deformity*. 2014;2(4):291-300.
7. Kim HJ, Yang JH, Chang D-G, Suk S-I, Suh SW, Nam Y, et al. Long-Term Influence of Paraspinal Muscle Quantity in Adolescent Idiopathic Scoliosis Following Deformity Correction by Posterior Approach. *Journal of clinical medicine*. 2021;10(20):4790.
8. Erdağı K, Poyraz N. Study on the cross-sectional area of the multifidus muscle at the L4-L5 level on ultrasound images of Olympic-style weightlifting and judo athletes. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*. 2021(Preprint):1-8.
9. Freeman MD, Woodham MA, Woodham AW. The role of the lumbar multifidus in chronic low back pain: a review. *Pm&r*. 2010;2(2):142-6.
10. Sun D, Liu P, Cheng J, Ma Z, Liu J, Qin T. Correlation between intervertebral disc degeneration, paraspinal muscle atrophy, and lumbar facet joints degeneration in patients with lumbar disc herniation. *BMC musculoskeletal disorders*. 2017;18(1):1-7.
11. Micheli LJ. Sports following spinal surgery in the young athlete. *Clinical orthopaedics and related research*. 1985(198):152-7.
12. Segreto FA, Messina JC, Doran JP, Walker SE, Aylyarov A, Shah NV, et al. Noncontact sports participation in adolescent idiopathic scoliosis: effects on parent-reported and patient-reported outcomes. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*. 2019;28(4):356-61.
13. Yücekul A, Ergene G. Outcomes of Posterior Spinal Fusion and Vertebral Body Tethering in Patients with Adolescent Idiopathic Scoliosis and Evaluation of Quality of Life. *ANKARA MEDICAL JOURNAL*. 21(3):441-53.
14. Ishikawa M, Nishiyama M, Kamata M. Selective Thoracic Fusion for King-Moe Type II/Lenke 1C Curve in Adolescent Idiopathic Scoliosis: A Comprehensive Review of Major Concerns. *Spine Surg Relat Res*. 2019;3(2):113-25.
15. Davies NR, Tello C, Piantoni L, Remondino R, Galaretto E, Wilson IAF, et al. Selective Fusion in Lenke 1 B/C: Before or After Menarche? *Global Spine Journal*. 2021;11(5):686-9.
16. Raitio A, Syvänen J, Helenius I. Vertebral Body Tethering: Indications, Surgical Technique, and a Systematic Review of Published Results. *Journal of Clinical Medicine*. 2022;11(9):2576.
17. Miyajima F, Parent S. Anterior vertebral body tethering (AVBT) for early-onset scoliosis. *Early Onset Scoliosis*: Springer; 2018. p. 117-34.

18. Pehlivanoglu T, Oltulu I, Erdag Y, Akturk UD, Korkmaz E, Yildirim E, et al. Comparison of clinical and functional outcomes of vertebral body tethering to posterior spinal fusion in patients with adolescent idiopathic scoliosis and evaluation of quality of life: preliminary results. *Spine Deformity*. 2021;1-8.
19. Baroncini A, Trobisch PD, Berrer A, Kobbe P, Tingart M, Eschweiler J, et al. Return to sport and daily life activities after vertebral body tethering for AIS: analysis of the sport activity questionnaire. *European Spine Journal*. 2021;1-9.
20. Floyd RT, Thompson CW. *Manual of structural kinesiology*: McGraw-Hill New York, NY; 2009.
21. Beyazova M, Kutsal YG. *Fiziksel tıp ve rehabilitasyon: Güneş Tıp Kitabevleri*; 2016.
22. SÜZER T. Lomber Segmental İnstabilite ve Deformite. *Türk Nöroşürji Dergisi*, 23 (2). 2013:19-27.
23. Öktenoğlu T. Lomber omurganın ve lomber diskin biyomekaniği. *Lomber dejeneratif disk hastalığı ve dinamik stabilizasyon İstanbul: Amerikan Hastanesi Yayınları*. 2011:34-48.
24. Hägg O, Wallner A. Facet joint asymmetry and protrusion of the intervertebral disc. *Spine*. 1990;15(5):356-9.
25. Karataş M, Beyazova M, Kutsal Y. Lomber omurganın fiziksel özellikleri ve fonksiyonel biyomekaniği. *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Dergisi Güneş Kitabevi Ankara*. 2000:459-60.
26. Varlotta GP, Lefkowitz TR, Schweitzer M, Errico TJ, Spivak J, Bendo JA, et al. The lumbar facet joint: a review of current knowledge: part 1: anatomy, biomechanics, and grading. *Skeletal radiology*. 2011;40(1):13-23.
27. Sharma M, Langrana NA, Rodriguez J. Role of ligaments and facets in lumbar spinal stability. *Spine*. 1995;20(8):887-900.
28. Hansen L, de Zee M, Rasmussen J, Andersen TB, Wong C, Simonsen EB. Anatomy and biomechanics of the back muscles in the lumbar spine with reference to biomechanical modeling. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2006;31(17):1888-99.
29. Bogduk N. *Clinical anatomy of the lumbar spine and sacrum*: Elsevier Health Sciences; 2005.
30. Drake R, Vogl AW, Mitchell AW. *Gray's anatomy for students E-book*: Elsevier Health Sciences; 2009.
31. Mawston GA, Boocock MG. The effect of lumbar posture on spinal loading and the function of the erector spinae: implications for exercise and vocational rehabilitation. *New Zealand Journal of Physiotherapy*. 2012;40(3).
32. Sinaki M, Mokri B. *Low back pain and disorders of the lumbar spine*. Physical medicine and rehabilitation Philadelphia: WB Saunders. 1996;813850.
33. Dogu B, Oncu J, Kuran B. The role of the muscles in functional stability of the lumbar spine. In: Arslantas A, editor. *Minimally Invasive Spine Surgery: Current Aspects*: Intertip Yayınevi; 2015. p. 193-200.
34. Biel A, Dorn R. *Trail Guide to the Body: How to Locate Muscles, Bones, and More: Recording for the Blind & Dyslexic*; 2006.
35. Hansen L, De Zee M, Rasmussen J, Andersen TB, Wong C, Simonsen EB. Anatomy and biomechanics of the back muscles in the lumbar spine with reference to biomechanical modeling. *Spine*. 2006;31(17):1888-99.
36. Polat M. Bel ağırlı hastalarda gövde kas kuvvetinin manyetik rezonans görüntüleme aracılı morfolojik değerlendirme ile ilişkisi Gazi Üniveristesi Tıp Fakültesi; 2018.
37. Kepler CK, Bogner EA, Herzog RJ, Huang RC. Anatomy of the psoas muscle and lumbar plexus with respect to the surgical approach for lateral transpsoas interbody fusion. *European Spine Journal*. 2011;20(4):550-6.
38. Halaszynski T, Uskova A. *Regional Anesthesia for Hip Surgery*. Minimally Invasive Surgery in Orthopedics Cham: Springer International Publishing. 2016:1-7.
39. Bible JE, Biswas D, Miller CP, Whang PG, Grauer JN. Normal functional range of motion of the lumbar spine during 15 activities of daily living. *Clinical Spine Surgery*. 2010;23(2):106-12.

40. Rao RD, David KS, Wang M. Biomechanical changes at adjacent segments following anterior lumbar interbody fusion using tapered cages. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005;30(24):2772-6.
41. Magee DJ. *Orthopedic physical assessment-E-Book*: Elsevier Health Sciences; 2014.
42. Somerville E. Rotational lordosis: the development of the single curve. *The Journal of Bone and Joint Surgery British volume*. 1952;34(3):421-7.
43. Akçali Ö. 'Adolesan İdiopatik Skolyoz'. Ankara: Türk Omurga Derneği Yayınları. 2017.
44. Dickson RA, Lawton J, Archer I, Butt W. The pathogenesis of idiopathic scoliosis. Biplanar spinal asymmetry. *The Journal of bone and joint surgery British volume*. 1984;66(1):8-15.
45. Janssen MM, Kouwenhoven J-WM, Schlösser TP, Viergever MA, Bartels LW, Castelein RM, et al. Analysis of preexistent vertebral rotation in the normal infantile, juvenile, and adolescent spine. *Spine*. 2011;36(7):E486-E91.
46. Mehlman CT, Araghi A, Roy DR. Hyphenated history: the Hueter-Volkman law. *AMERICAN JOURNAL OF ORTHOPEDICS-BELLE MEAD-*. 1997;26:798-800.
47. Stokes IA, Spence H, Aronsson DD, Kilmer N. Mechanical modulation of vertebral body growth: implications for scoliosis progression. *Spine*. 1996;21(10):1162-7.
48. Stokes IA, Burwell RG, Dangerfield PH. Biomechanical spinal growth modulation and progressive adolescent scoliosis--a test of the 'vicious cycle' pathogenetic hypothesis: summary of an electronic focus group debate of the IBSE. *Scoliosis*. 2006;1:16.
49. Watanabe K, Michikawa T, Yonezawa I, Takaso M, Minami S, Soshi S, et al. Physical Activities and Lifestyle Factors Related to Adolescent Idiopathic Scoliosis. *J Bone Joint Surg Am*. 2017;99(4):284-94.
50. Daruwalla J, Balasubramaniam P, Chay S, Rajan U, Lee H. Idiopathic scoliosis. Prevalence and ethnic distribution in Singapore schoolchildren. *The Journal of bone and joint surgery British volume*. 1985;67(2):182-4.
51. Yılmaz H, Zateri C, Ozkan AK, Kayalar G, Berk H. Prevalence of adolescent idiopathic scoliosis in Turkey: an epidemiological study. *The Spine Journal*. 2020;20(6):947-55.
52. Wynne-Davies R. Familial (idiopathic) scoliosis: a family survey. *The Journal of bone and joint surgery British volume*. 1968;50(1):24-30.
53. Bunnell WP. The natural history of idiopathic scoliosis before skeletal maturity. *Spine*. 1986;11(8):773-6.
54. Kavak C. Adölesan idiyopatik skolyozun cerrahi tedavisinde anterior ve posterior enstrümantasyon sonuçlarının karşılaştırılması (Uzmanlık tezi). Adana, Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi. 2005.
55. Moe JH, Bradford DS, Lonstein JE, Winter RB, Ogilvie JW. *Moe's textbook of scoliosis and other spinal deformities*: Saunders; 1995.
56. Kotwicki T, Grivas T. How to measure kyphosis in everyday clinical practice: a reliability study on different methods. *Research Into Spinal Deformities* 8. 2012;176:264.
57. Oğuz E, Ekinci Ş, Erşen Ö. Ergen idiyopatik skolyozda radyolojik değerlendirme ve sınıflama sistemlerinin incelenmesi. *TOTBİD dergisi*. 2013;12(1):73-82.
58. Morrissy R, Goldsmith G, Hall E, Kehl D, Cowie G. Measurement of the Cobb angle on radiographs of patients who have. *J Bone Joint Surg Am*. 1990;72(3):320-7.
59. Vira S, Husain Q, Jalai C, Paul J, Poorman GW, Poorman C, et al. The Interobserver and Intraobserver Reliability of the Sanders Classification Versus the Risser Stage. *J Pediatr Orthop*. 2017;37(4):e246-e9.
60. Miyajima F. Adolescent idiopathic scoliosis: current perspectives. *Orthopedic Res Rev Dovepress J*. 2014;6:17-26.
61. Janicki JA, Alman B. Scoliosis: Review of diagnosis and treatment. *Paediatrics & child health*. 2007;12(9):771-6.
62. Ng S-Y, Nan X-F, Lee S-G, Tournavitis N. The Role of Correction in the Conservative Treatment of Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Open Orthop J*. 2017;11:1548-57.

63. Negrini S, Donzelli S, Aulisa AG, Czaprowski D, Schreiber S, de Mauroy JC, et al. 2016 SOSORT guidelines: orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth. *Scoliosis Spinal Disord.* 2018;13:3-.
64. KISA EP, OTMAN AS. Skolyoz Odaklı Egzersizler-Yedi Büyük Okulun Kapsamlı İncelemesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi.* 2020;11(2):255-9.
65. Rigo M, Reiter C, Weiss H-R. Effect of conservative management on the prevalence of surgery in patients with adolescent idiopathic scoliosis. *Pediatric rehabilitation.* 2003;6(3-4):209-14.
66. Harrington PR. Treatment of scoliosis. Correction and internal fixation by spine instrumentation. *J Bone Joint Surg Am.* 1962;44-a:591-610.
67. Charalampidis A, Möller H, Gerdhem P. Anterior versus posterior fusion surgery in idiopathic scoliosis: a comparison of health-related quality of life and radiographic outcomes in Lenke 5C curves - results from the Swedish spine registry. *J Child Orthop.* 2021;15(5):464-71.
68. Wang Y, Fei Q, Qiu G, Lee CI, Shen J, Zhang J, et al. Anterior spinal fusion versus posterior spinal fusion for moderate lumbar/thoracolumbar adolescent idiopathic scoliosis: a prospective study. *Spine.* 2008;33(20):2166-72.
69. Rinella A, Bridwell K, Kim Y, Rudzki J, Edwards C, Roh M, et al. Late complications of adult idiopathic scoliosis primary fusions to L4 and above: the effect of age and distal fusion level. *Spine.* 2004;29(3):318-25.
70. O'Donnell C, Michael N, Pan X, Emans J, Garg S, Erickson M. Anterior Spinal Fusion and Posterior Spinal Fusion Both Effectively Treat Lenke Type 5 Curves in Adolescent Idiopathic Scoliosis: A Multicenter Study. *Spine Deform.* 2018;6(3):231-40.
71. Coe JD, Arlet V, Donaldson W, Berven S, Hanson DS, Mudiya R, et al. Complications in spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis in the new millennium. A report of the Scoliosis Research Society Morbidity and Mortality Committee. *Spine (Phila Pa 1976).* 2006;31(3):345-9.
72. Driscoll M, Aubin C-E, Moreau A, Parent S. Biomechanical comparison of fusionless growth modulation corrective techniques in pediatric scoliosis. *Medical & biological engineering & computing.* 2011;49(12):1437-45.
73. Joshi V, Cassivi SD, Milbrandt TA, Larson AN. Video-assisted thoracoscopic anterior vertebral body tethering for the correction of adolescent idiopathic scoliosis of the spine. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery.* 2018;54(6):1134-6.
74. Baker CE, Milbrandt TA, Larson AN. Anterior vertebral body tethering for adolescent idiopathic scoliosis: early results and future directions. *Orthopedic Clinics.* 2021;52(2):137-47.
75. Newton PO. Spinal growth tethering: indications and limits. *Ann Transl Med.* 2020;8(2):27.
76. Sanchez-Raya J, Bago J, Pellise F, Cuxart A, Villanueva C. Does the lower instrumented vertebra have an effect on lumbar mobility, subjective perception of trunk flexibility, and quality of life in patients with idiopathic scoliosis treated by spinal fusion? *J Spinal Disord Tech.* 2012;25(8):437-42.
77. Chiu CK, Tan CS, Chung WH, Mohamad SM, Kwan MK, Chan CYW. Mid-long-term outcome and degeneration of the remaining unfused lumbar intervertebral disc in adolescent idiopathic scoliosis patients who had posterior spinal fusion surgery. *European Spine Journal.* 2021;30(7):1978-87.
78. Fabricant PD, Admoni S-h, Green DW, Ipp LS, Widmann RF. Return to athletic activity after posterior spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis: analysis of independent predictors. *Journal of Pediatric Orthopaedics.* 2012;32(3):259-65.
79. Kim JY, Ryu DS, Paik HK, Ahn SS, Kang MS, Kim KH, et al. Paraspinal muscle, facet joint, and disc problems: risk factors for adjacent segment degeneration after lumbar fusion. *Spine J.* 2016;16(7):867-75.
80. SÖYÜNCÜ Y, Uygur E, BENLİ İT, AYDOĞAN M, OFLUOĞLU E. Omurganın Sagital Dengesinin Klinik Önemi.
81. Quint U, Wilke H-J, Shirazi-Adl A, Pamianpour M, Löer F, Claes LE. Importance of the Intersegmental Trunk Muscles for the Stability of the Lumbar Spine: A Biomechanical Study: In Vitro. *Spine.* 1998;23(18):1937-45.

82. Farcy J. Review of surgical cases which have deteriorated over time. *Bulletin de L'academie Nationale de Medecine*. 1999;183(4):775-82.
83. Saavedra-Pozo FM, Deusdara RA, Benzel EC. Adjacent segment disease perspective and review of the literature. *Ochsner J*. 2014;14(1):78-83.
84. Sperandio EF, Alexandre AS, Yi LC, Poletto PR, Gotfryd AO, Vidotto MC, et al. Functional aerobic exercise capacity limitation in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine J*. 2014;14(10):2366-72.
85. Vedantam R, Lenke LG, Bridwell KH, Haas J, Linville DA. A prospective evaluation of pulmonary function in patients with adolescent idiopathic scoliosis relative to the surgical approach used for spinal arthrodesis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2000;25(1):82-90.
86. Lorente A, Barrios C, Burgos J, Hevia E, Fernández-Pineda L, Lorente R, et al. Cardiorespiratory Function Does Not Improve 2 Years After Posterior Surgical Correction of Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Spine*. 2017;42(18).
87. Bennett JT, Samdani AF, Ames RJ, Betz RR. Anterior Vertebral Body Stapling for the Treatment of Idiopathic Scoliosis. *Early Onset Scoliosis: Springer*; 2018. p. 135-47.
88. Yingsakmongkol W, Wathanavasin W, Jitpakdee K, Singhatanadgige W, Limthongkul W, Kotheeranurak V. Psoas major muscle volume does not affect the postoperative thigh symptoms in XLIF surgery. *Brain Sciences*. 2021;11(3):357.
89. Gammal ID, Spivak JM, Bendo JA. Systematic review of thigh symptoms after lateral transpsoas interbody fusion for adult patients with degenerative lumbar spine disease. *International Journal of Spine Surgery*. 2015;9.
90. Abdullah A, Parent S, Miyanji F, Smit K, Murphy J, Skaggs D, et al. Risk of early complication following anterior vertebral body tethering for idiopathic scoliosis. *Spine Deformity*. 2021;9(5):1419-31.
91. Negrini S, Grivas TB, Kotwicki T, Maruyama T, Rigo M, Weiss HR. Why do we treat adolescent idiopathic scoliosis? What we want to obtain and to avoid for our patients. *SOSORT 2005 Consensus paper. Scoliosis*. 2006;1:4.
92. Essex R, Bruce G, Dibley M, Newton P, Dibley L. A systematic scoping review and textual narrative synthesis of long-term health-related quality of life outcomes for adolescent idiopathic scoliosis. *International Journal of Orthopaedic and Trauma Nursing*. 2021;40:100844.
93. Fan H, Wang Q, Huang Z, Sui W, Yang J, Deng Y, et al. Comparison of Functional Outcome and Quality of Life in Patients With Idiopathic Scoliosis Treated by Spinal Fusion. *Medicine (Baltimore)*. 2016;95(19):e3289.
94. Asher M, Min Lai S, Burton D, Manna B. The reliability and concurrent validity of the scoliosis research society-22 patient questionnaire for idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2003;28(1):63-9.
95. Alanay A, Cil A, Berk H, Acaroglu RE, Yazici M, Akcali O, et al. Reliability and validity of adapted Turkish Version of Scoliosis Research Society-22 (SRS-22) questionnaire. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005;30(21):2464-8.
96. CLARKE PF. Reliability and sensitivity in the selfassessment of well-being. *Bulletin of British Psychological Society*. 1964;17:18A.
97. Fairbank JC, Pynsent PB. The Oswestry Disability Index. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2000;25(22):2940-52; discussion 52.
98. Fletcher JP, Taylor JD, Carroll CA, Richardson MB. Comparison of Two Handheld Digital Dual Inclinometry Techniques in the Measurement of Lumbar Flexion Active Range of Motion. *J Sport Rehabil*. 2020;30(2):339-42.
99. Mellin G, Kiiski R, Weckström A. Effects of subject position on measurements of flexion, extension, and lateral flexion of the spine. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1991;16(9):1108-10.
100. Boline PD, Keating JC, Jr., Haas M, Anderson AV. Interexaminer reliability and discriminant validity of inclinometric measurement of lumbar rotation in chronic low-back pain patients and subjects without low-back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1992;17(3):335-8.

101. Prentice WE. *Rehabilitation Techniques for Sports Medicine and Athletic Training*. 5 ed. New York: McGraw-Hill; 2011.
102. Langrana NA, Lee CK. Isokinetic evaluation of trunk muscles. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1984;9(2):171-5.
103. Battaglia PJ, Maeda Y, Welk A, Hough B, Kettner N. Reliability of the Goutallier classification in quantifying muscle fatty degeneration in the lumbar multifidus using magnetic resonance imaging. *J Manipulative Physiol Ther*. 2014;37(3):190-7.
104. Sun X-Y, Kong C, Lu S-B, Wang W, Cheng Y-Z, Sun S-Y, et al. The parallelogram effect of degenerative structures around the apical vertebra in patients with adult degenerative scoliosis: The influence of asymmetric degeneration and diagonal degeneration on the severity of deformity. *Medical Science Monitor: International Medical Journal of Experimental and Clinical Research*. 2019;25:3435.
105. Wong H-K, Ruiz JNM, Newton PO, Liu K-PG. Non-fusion surgical correction of thoracic idiopathic scoliosis using a novel, braided vertebral body tethering device: minimum follow-up of 4 years. *JBJS Open Access*. 2019;4(4).
106. Hoernschemeyer DG, Boeyer ME, Robertson ME, Loftis CM, Worley JR, Tweedy NM, et al. Anterior vertebral body tethering for adolescent scoliosis with growth remaining: a retrospective review of 2 to 5-year postoperative results. *JBJS*. 2020;102(13):1169-76.
107. Baroncini A, Trobisch PD, Birkenmaier C, Da Paz S, Migliorini F. Radiographic Results after Vertebral Body Tethering. *Z Orthop Unfall*. 2021.
108. Dobbs MB, Lenke LG, Kim YJ, Kamath G, Peelle MW, Bridwell KH. Selective posterior thoracic fusions for adolescent idiopathic scoliosis: comparison of hooks versus pedicle screws. *Spine*. 2006;31(20):2400-4.
109. Remes V, Helenius I, Schlenzka D, Yrjönen T, Ylikoski M, Poussa M. Cotel-Dubousset (CD) or Universal Spine System (USS) instrumentation in adolescent idiopathic scoliosis (AIS): comparison of midterm clinical, functional, and radiologic outcomes. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2004;29(18):2024-30.
110. Benli IT, Ates B, Akalin S, Citak M, Kaya A, Alanay A. Minimum 10 years follow-up surgical results of adolescent idiopathic scoliosis patients treated with TSRH instrumentation. *European Spine Journal*. 2007;16(3):381-91.
111. Pahys JM, Samdani AF, Hwang SW, Warshauer S, Gaughan JP, Chafetz RS. Trunk Range of Motion and Patient Outcomes After Anterior Vertebral Body Tethering Versus Posterior Spinal Fusion: Comparison Using Computerized 3D Motion Capture Technology. *J Bone Joint Surg Am*. 2022.
112. Baroncini A, Trobisch PD, Migliorini F. Learning curve for vertebral body tethering: analysis on 90 consecutive patients. *Spine Deformity*. 2021;9(1):141-7.
113. Tones M, Moss N, Polly DW, Jr. A review of quality of life and psychosocial issues in scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2006;31(26):3027-38.
114. Chau W-W, Ng BK-W, Hung AL-H. Health-related quality of life (HRQOL) of adolescent idiopathic scoliosis (AIS) patients from surgery to after 30 years using SRS-22 questionnaire. *Spine deformity*. 2020;8(5):951-6.
115. Hamzaoglu A, Karadereler S, Kahraman S, Akman YE, Mutlu A, Aslanturk O, et al. Clinical, radiological and HRQoL outcomes after selective thoracic fusion with minimum 15-year follow-up. *Spine Deformity*. 2021;9(5):1323-31.
116. Ilharreborde B. Sagittal balance and idiopathic scoliosis: does final sagittal alignment influence outcomes, degeneration rate or failure rate? *European Spine Journal*. 2018;27(1):48-58.
117. Newton PO, Bartley CE, Bastrom TP, Kluck DG, Saito W, Yaszay B. Anterior Spinal Growth Modulation in Skeletally Immature Patients with Idiopathic Scoliosis: A Comparison with Posterior Spinal Fusion at 2 to 5 Years Postoperatively. *J Bone Joint Surg Am*. 2020;102(9):769-77.
118. Nur Canbolat M, Irem Basaran M, Demet Altun M, Turgut Akgul M. Postoperative Pain in Adolescent Idiopathic Scoliosis Surgery: A Randomized Controlled Trial. *Pain Physician*. 2022;25:E589-E96.

119. Danielsson AJ, Romberg K, Nachemson AL. Spinal range of motion, muscle endurance, and back pain and function at least 20 years after fusion or brace treatment for adolescent idiopathic scoliosis: a case-control study. *Spine*. 2006;31(3):275-83.
120. Engsberg JR, Lenke LG, Uhrich ML, Ross SA, Bridwell KH. Prospective comparison of gait and trunk range of motion in adolescents with idiopathic thoracic scoliosis undergoing anterior or posterior spinal fusion. *Spine*. 2003;28(17):1993-2000.
121. Wilk B, Karol LA, Johnston CE, Colby S, Haideri N. The effect of scoliosis fusion on spinal motion: a comparison of fused and nonfused patients with idiopathic scoliosis. *Spine*. 2006;31(3):309-14.
122. Newton M, Waddell G. Reliability and Validity of Clinical Measurement of the Lumbar Spine in Patients with Chronic Low Back Pain. *Physiotherapy*. 1991;77(12):796-800.
123. Keeley J, Mayer TG, Cox R, Gatchel RJ, Smith J, Mooney V. Quantification of lumbar function. Part 5: Reliability of range-of-motion measures in the sagittal plane and an in vivo torso rotation measurement technique. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1986;11(1):31-5.
124. Shin S-s, Woo Y-K. Characteristics of sitting balance and trunk muscle endurance in patients with adolescent idiopathic scoliosis. *Physical Therapy Korea*. 2007;14(4):35-43.
125. Guilhem G, Giroux C, Couturier A, Maffiuletti NA. Validity of trunk extensor and flexor torque measurements using isokinetic dynamometry. *J Electromyogr Kinesiol*. 2014;24(6):986-93.
126. Brown LE. Isokinetics in human performance: Human Kinetics; 2000.
127. Modi HN, Suh SW, Yang JH, Hong JY, Venkatesh K, Muzaffar N. Spontaneous regression of curve in immature idiopathic scoliosis - does spinal column play a role to balance? An observation with literature review. *J Orthop Surg Res*. 2010;5:80.
128. Jiang H, Meng Y, Jin X, Zhang C, Zhao J, Wang C, et al. Volumetric and fatty infiltration imbalance of deep paravertebral muscles in adolescent idiopathic scoliosis. *Medical Science Monitor: International Medical Journal of Experimental and Clinical Research*. 2017;23:2089.
129. Lu WW, Hu Y, Luk KD, Cheung KM, Leong JC. Paraspinal muscle activities of patients with scoliosis after spine fusion: an electromyographic study. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2002;27(11):1180-5.
130. Hoernschemeyer DG, Boeyer ME, Tweedy NM, Worley JR, Crim JR. A preliminary assessment of intervertebral disc health and pathoanatomy changes observed two years following anterior vertebral body tethering. *European Spine Journal*. 2021;30(12):3442-9.
131. Upadhyay B, Toms A, editors. CT and MRI evaluation of paraspinal muscle degeneration 2015: European Congress of Radiology-ECR 2015.
132. Baroncini A, Courvoisier A, Berjano P, Migliorini F, Eschweiler J, Kobbe P, et al. The effects of vertebral body tethering on sagittal parameters: Evaluations from a 2-years follow-up. *European Spine Journal*. 2022;31(4):1060-6.
133. Rathbun JR, Hoernschemeyer DS, Wakefield MR, Malm-Buatsi EA, Murray KS, Ramachandran V. Ureteral injury following vertebral body tethering for adolescent idiopathic scoliosis. *Journal of Pediatric Surgery Case Reports*. 2019;46:101219.

EK 3. Aydınlatılmış Onam Formları

Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

Açıklama

Bu bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu, katılımcıları İdiyopatik Adölesan Skolyoz Tanılı Hastalarda Bant ile Gerdirme Yöntemi (Anterior Vertebral Tethering) ile Selektif Torasik Füzyon Cerrahisinin Paraspinal Kas Alanına Etkisinin ve Fonksiyonel Sonuçlarının Karşılaştırılması^{1a} isimli çalışmaya davet etmek ve bilgilendirmek üzere hazırlanmıştır.

Sorumlu Araştırmacının adı, soyadı : Prof. Dr. Bülent Bayraktar
Dr. Esin Nur Taşdemir

Yardımcı Araştırmacı adı, soyadı : Doç. Dr. Turgut Akgül
Öğr. Gör. Türker Şahinkaya

Araştırmayı yürütecek kuruluşun adı : İstanbul Tıp Fakültesi – Spor Hekimliği A.D.

Destekleyici kuruluş : -----

Araştırmanın adı ve varsa versiyon numarası : İdiyopatik Adölesan Skolyoz Tanılı Hastalarda Bant ile Gerdirme Yöntemi (Anterior Vertebral Tethering) ile Selektif Torasik Füzyon Cerrahisinin Paraspinal Kas Alanına Etkisinin ve Fonksiyonel Sonuçlarının Karşılaştırılması

Giriş

“: İdiyopatik Adölesan Skolyoz Tanılı Hastalarda Bant ile Gerdirme Yöntemi (Anterior Vertebral Tethering) ile Selektif Torasik Füzyon Cerrahisinin Paraspinal Kas Alanına Etkisinin ve Fonksiyonel Sonuçlarının Karşılaştırılması” adını verdiğimiz çalışmaya katılmak üzere davet edilmiş bulunmaktasınız. Bu çalışmada yer almayı kabul etmeden önce çalışmanın ne amaçla ve nasıl yapılacağını anlamanız ve katılıp katılmama doğrultusundaki kararınızı bu bilgilendirme sonrası özgürce vermeniz gerekmektedir. Size özel hazırlanmış bu bilgilendirmeyi lütfen dikkatlice okuyunuz, sorularınıza açık yanıtlar isteyiniz. Bu belgedeki son bölüm onay işlemleri ile ilgilidir. Araştırmaya katılmayı kabul ederseniz lütfen bu bölümü imzalayınız. Okuma ve yazma konusunda engelleriniz olduğu takdirde bir tanığın gözetiminde bu belgeyi onaylamanız istenecek ve gerektiğinde parmak iziniz alınacaktır.

1. Araştırma Hakkında Bilgi

Bu çalışmanın amacı, iki farklı teknikle ameliyat edilmiş idiyopatik adölesan skolyozlu hastaların, ameliyattan sırt kaslarının, omurga hareketlerinin, ve bel ve sırt kuvvetinin nasıl etkilendiğini araştırmaktır. İdiyopatik skolyoz, tüm skolyoz anomalilerinin yaklaşık %70’ini oluşturan omurganın üç boyutlu deformitesidir. Skolyozun görülme sıklığı %2-3’tür ancak hastaların %10 kadarı cerrahi tedaviye ihtiyaç duyar. Füzyon cerrahisi (omurların vida ve demir çubuklarla sabitlenmesi) uzun dönem etkilerinin bilinmesi deformite düzelmesinde iyi sonuçlar vermesi nedeniyle şu an standart tedavidir. Anterior vertebral tethering (ipli cerrahi) ise, füzyonun yarattığı fonksiyonel komplikasyonları önleyebileceği düşünülen son yıllarda kullanılmaya başlanan bir cerrahi tekniktir. Omurganın büyümesinin devam etmesine izin veren bu yöntemle progresif eğriliği tedavi ederken füzyona gerek kalmamaktadır. Bu cerrahi tekniğin kısa dönem radyolojik sonuçları son yıllarda sıklıkla

raporlanmış ancak fonksiyonel sonuçları (omurga esnekliği, gövde kuvveti vb.) henüz bilinmemektedir.

Bu çalışmada herhangi bir tıbbi işlem yapılmayacaktır. Katılımcıların, demografik (yaş, cinsiyet) bilgileri toplanacak, ameliyat öncesi ve ameliyattan en az 6 ay sonraki manyetik rezonans görüntülemeleri karşılaştırılacaktır. Katılımcıların gövde hareketler miktarı, gövde kaslarının kuvveti, dayanıklılığı ölçülecektir. Katılımcıların hayat kalitesini değerlendirmek için anket doldurmaları istenecektir.

Gönüllünün Hakları İle İlgili Bilgiler

Dr. Esin Nur Taşdemir tarafından İdiyopatik Adölesan Skolyoz Tanılı Hastalarda Bant ile Gerdirme Yöntemi (Anterior Vertebral Tethering) ile Selektif Torasik Füzyon Cerrahisinin Paraspinal Kas Alanına Etkisinin ve Fonksiyonel Sonuçlarının Karşılaştırılması "" konusunda bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilendirmeden sonra böyle bir araştırmaya katılım için davet edildim. Eğer bu araştırmaya katılmaya karar verirsem hekim ile aramda kalması gereken şahsıma ait bilgilerin, gizlilik içinde, bu araştırma sırasında da büyük özen ve saygı ile korunacağı güvencesi verildi. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında da kişisel bilgilerimin özenle korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi. Araştırmanın yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilirim. Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı da tutulabilirim. Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Tarafıma bir ücret ödenmeyecektir. İster doğrudan, ister dolaylı olsun araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle olabilecek herhangi bir sağlık sorununun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi. Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak parasal bir yük altına da girmeyeceğim.

Araştırma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaştığımızda; herhangi bir saatte, Dr. Esin Nur Taşdemir'e (telefon ve adres) 02124142442'ten arayabileceğimi ve İstanbul Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalından ulaşabileceğimi biliyorum. Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılma konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun tıbbi bakımına ve hekim ile olan ilişkimize herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesine gönüllü olarak katılma kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti gönüllülük içerisinde kabul ediyorum. İmzalı bilgilendirilmiş gönüllü olur formunun bir örneğinin bana verileceğini de biliyorum."

Gönüllünün Adı Soyadı:

Adresi ve telefonu:

Gönüllünün imzası:

Araştırmacının Adı Soyadı:

Araştırmacının Adresi ve telefon Numarası:

Araştırmacının İmzası:

Yardımcı Araştırmacının Adı Soyadı:

Yardımcı Araştırmacının Adresi ve telefon Numarası:

Yardımcı Araştırmacının İmzası:

EK 4. SRS-22 Ölçeği

Appendix

Appendix A:

SRS-22r HASTA ANKETİ

Hasta Adı : _____ Doğum Tarihi : ____/____/____
 Ad Soyad _____ Gün Ay Yıl
 Bugünün Tarihi : ____/____/____ Yaş : ____ * ____
 Gün Ay Yıl Yıl Ay
 Dosya Numarası : _____

Bu anketle sırtınız ve belinizin şu andaki durumunu değerlendirmek istiyoruz. Bu nedenle bu soruları kendinizin yanıtlaması bizim için çok önemli. Lütfen tüm sorularda kendinize en uygun olan cevabı daire içine alınız.

1 . Aşağıdaki cevaplardan hangisi geçtiğimiz 6 ay süresince sizin yaşadığınız ağrıyı en iyi şekilde tarif eder ?

Hiç
 Hafif
 Orta
 Orta-Şiddetli
 Şiddetli

2 . Aşağıdaki cevaplardan hangisi geçtiğimiz 1 ay süresince sizin yaşadığınız ağrıyı en iyi şekilde tarif eder ?

Hiç
 Hafif
 Orta
 Orta-Şiddetli
 Şiddetli

3 . Son 6 ay boyunca çok sınırlı bir kişi miydiniz ?

Hiçbir zaman
 Çok nadir
 Bazen
 Çoğu zaman
 Her zaman

4 . Eğer hayatınızın geri kalanını sırtınızın şu andaki şekli ile geçirecek olsanız, bu konudakendinizi nasıl hissederdiniz ?

Çok mutlu
 Mutlu
 Ne mutlu ne de mutsuz
 Mutsuz
 Çok mutsuz

5 . Şu anda ne kadar hareket edebiliyorsunuz ?

Yatağai/ Tekerekli sandalyeye bağlı olarak
 Tek başıma hareket edemiyorum
 Hafif işler, ev işleri yapıyorum
 Orta ağırlıkta işler ve yürüyüş, bisiklet sürme gibi hafif sporlar yapıyorum
 Hiçbir kısıtlama olmaksızın her hareketi yapıyorum

6 . Kiyafetinizin içinde kendinizin nasıl göründüğünü düşünüyorsunuz ?

Çok güzel
 Güzel
 Orta güzellikte
 Kötü
 Çok kötü

7 . Son 6 ay içerisinde hiçbirşeyin sizi neşelendiremeyeceği kadar moraliniz bozuk oldu mu ?

Çok sık
 Sık
 Arada sırada
 Çok ender
 Hiçbir zaman

8 . İstirahat sırasında bel veya sırt ağrınız oluyor mu ?

Çok sık
 Sık
 Arada sırada
 Çok ender
 Hiçbir zaman

9 . Şu anda iş ya da okulda ne kadar hareket edebildiğinizi düşünüyorsunuz ?

%100 normal hareket ediyorum
 %75 normal hareket ediyorum
 %50 normal hareket ediyorum
 %25 normal hareket ediyorum
 %0 normal hareket ediyorum

10 . Aşağıdaki cevaplardan hangisi gövdenizin görünüşünü en iyi şekilde tarif eder ?

Çok güzel
 Güzel
 Orta güzellikte
 Kötü
 Çok kötü

11 . Aşağıdakilerden hangisi beliniz veya sırtınız için kullandığınız ilaçları en iyi şekilde tarif eder ?

Hiç ilaç kullanmıyorum
 Uyusturucu özelliği olmayan ağrı kesicileri haftada bir veya daha az kullanıyorum. (Örn: Aspirin, Novalgin, Parol, Voltaren, Apranax, Naprosyn, Viox)

Uyusturucu özelliği olmayan ağrı kesicileri günlük kullanıyorum.
 Uyusturucu özelliği olan ağrı kesicileri haftada bir veya daha az kullanıyorum. (Örn: Morfin, Dolantin)
 Uyusturucu özelliği olan ağrı kesicileri günlük olarak kullanıyorum.

12 . Beliniz veya sırtınızdaki problem ev içinde yaptığınız işlere engel oluyor mu ?

Hiçbir zaman
Çok ender
Arada sırada
Nadiren
Çoğu zaman

13 Son 6 ay boyunca kendinizi ne kadar süre sakin ve huzurlu hissettiniz ?

Her zaman
Çoğu zaman
Bazen
Çok ender
Hiçbir zaman

14 . Beliniz veya sırtınızın durumunun başka insanlarla olan ilişkilerinizi etkilediğini düşünüyor musunuz?

Etkilemiyor
Biraz etkiliyor
Orta derecede etkiliyor
Sıklıkla etkiliyor
Çok fazla etkiliyor

15. Beliniz veya sırtınızdaki problem ailenizin ekonomik sıkıntıları çekmesine neden oluyor mu ?

Bu problem ailemin ekonomik sıkıntıları çekmesine :
Çok fazla neden oluyor
Sıklıkla neden oluyor
Orta derecede etkiliyor
Biraz etkiliyor
Hiç etkilemiyor

16 . Son 6 ay içerisinde kendinizi hiç mutsuz ve kederli hissettiniz mi ?

Hiçbir zaman
Çok ender
Arada sırada
Sık sık
Çok sık

17 . Son 3 ay içinde işten/ okuldan hiç sırt/ bel ağrısı nedeniyle izin aldınız mı ? Eğer aldıysanız kaç gün ?

0 gün aldım (hiç almadım)
1 gün aldım
2 gün aldım
3 gün aldım
4 veya daha fazla gün aldım

18 . Beliniz veya sırtınızın durumu, arkadaşlarınız ya da ailenizle dışarı çıkmanızı kısıtlıyor mu ?

Hiçbir zaman
Çok ender
Arada sırada
Sık sık
Çok sık

19 . Beliniz veya sırtınızın şu anki haliyle kendinizi çekici buluyor musunuz ?

Evet, kendimi çok çekici buluyorum
Evet, kendimi oldukça çekici buluyorum
Ne çekici ne değilim
Hayır, pek fazla değilim
Hayır, kendimi hiç çekici bulmuyorum

20 . Son 6 ay içinde mutlu bir insan mıydınız ?

Hiçbir zaman
Çok ender
Bazen
Çoğu zaman
Her zaman

21 . Bel veya sırt ağrınıza uygulanan tedavinin sonucundan tatmin oldunuz mu ?

Çok memnun kaldım
Memnun kaldım
Ne memnunum, ne de değilim
Biraz hayal kırıklığı oldu
Tamamen hayal kırıklığı oldu

22 . Şu anki değerlendirmeniz sonucunda, aynı hastalık için size yine aynı tedavi önerilseydi kabul eder miydiniz ?

Kesinlikle evet
Muhtemelen evet
Emin değilim
Muhtemelen etmezdim
Kesinlikle etmezdim

Bu anketi sabırla tamamladığınız için teşekkür ederiz.
Lütfen yorumunuz varsa yazınız.

EK 5. Oswestry Skalası

Oswestry Bel Ağrısı Engellilik Anketi

Oswestry Low Back Pain Disability Questionnaire V2.0

Hastanın Adı Soyadı: _____ Tarih: ____/____/____

Bu test bel (veya bacak) yakınmanızın günlük hayatınızı ne kadar etkilediği hakkında bilgi edinmek için tasarlanmıştır. Lütfen tüm bölümleri cevaplayınız. Her bir bölümde sizi en iyi ifade eden şıkla işaretleyiniz.

Ağrı yoğunluğu:

- 1**
- ☐0 Şu an ağrım yok
 - ☐1 Şu an çok hafif bir ağrım var
 - ☐2 Şu an orta derecede ağrım var
 - ☐3 Şu an yeterince şiddetli ağrım var
 - ☐4 Şu an çok şiddetli ağrım var
 - ☐5 Şu an hissettiğim ağrı tahmin edilebilecek en şiddetli ağrıdır.

Kişisel bakım (yıkama, giyinme vb.)

- 2**
- ☐0 Kişisel bakımımı fazladan ağrıya neden olmadan normal şekilde yapabiliyorum.
 - ☐1 Kişisel bakımımı normal şekilde yapabiliyorum ama bu oldukça ağrılıdır.
 - ☐2 Kişisel bakımımı yapmak ağrılıdır ve bu işleri yavaş ve dikkatlice yapıyorum.
 - ☐3 Biraz yardıma ihtiyaç duyuyorum ama çoğu kişisel ihtiyacımı halledebiliyorum.
 - ☐4 Kişisel bakımımı ilgili pek çok konuda her gün yardıma ihtiyaç duyuyorum.
 - ☐5 Kıyafetlerimi giyemiyorum, zorlukla yıkatabiliyorum ve yataktayım.

Yük kaldırma

- 3**
- ☐0 Ağır yükleri fazladan ağrı olmadan kaldırabiliyorum.
 - ☐1 Ağır yükleri kaldırırken ağrı bir miktar artıyor.
 - ☐2 Ağır ağır yükleri kaldırmama engel oluyor ama masa üstünde gibi uygun bir pozisyondaysalar kaldırabiliyorum.
 - ☐3 Ağır ağır yükleri kaldırmama engel oluyor ama masa üstünde gibi uygun bir pozisyondaysalar hafif veya orta ağırlıktaki nesneleri kaldırabiliyorum.
 - ☐4 Sadece çok hafif yükleri kaldırabiliyorum.
 - ☐5 Hiç yük kaldıramıyorum.

Yürüme

- 4**
- ☐0 Ağrı herhangi bir yürüme mesafesinde beni engellemiyor.
 - ☐1 Ağrı 1,6 km'den (1 mil) daha uzun yürümeme engel oluyor.
 - ☐2 Ağrı 800 m'den daha uzun yürümeme engel oluyor.
 - ☐3 Ağrı 100 m'den daha uzun yürümeme engel oluyor.
 - ☐4 Sadece baston veya koltuk değneği ile yürüyebiliyorum.
 - ☐5 Zamanın çoğunda yataktayım ve tualete sürünerek gidebiliyorum.

Oturma

- 5**
- ☐0 Herhangi bir sandalyede istediğim kadar uzun oturabilirim
 - ☐1 Sadece uygun bir sandalyede istediğim kadar uzun oturabilirim.
 - ☐2 Ağrı bir saatten uzun oturmama engel oluyor.
 - ☐3 Ağrı yarım saatten uzun oturmama engel oluyor.
 - ☐4 Ağrı 10 dakikadan uzun oturmama engel oluyor.
 - ☐5 Ağrı her an için oturmama engel oluyor.

Oswestry Bel Ağrısı Engellilik Anketi V2.0 Sayfa-2

Ayakta durma

- 6
- ☐0 Fazladan ağrıya yol açmadan istediğim süre ayakta kalabilirim.
 - ☐1 İstediğim süre boyunca ayakta kalabilirim ama fazladan ağrım olur.
 - ☐2 Ağrı bir saatten daha uzun süre boyunca ayakta kalmama engel oluyor.
 - ☐3 Ağrı yarım saatten daha uzun süre boyunca ayakta kalmama engel oluyor.
 - ☐4 Ağrı 10 dakikadan daha uzun süre boyunca ayakta kalmama engel oluyor.
 - ☐5 Ağrı her an için ayakta durmama engel oluyor.

Uyku

- 7
- ☐0 Uykum ağrı nedeniyle hiç bölünmez.
 - ☐1 Uykum nadiren ağrı nedeniyle bölünür.
 - ☐2 Ağrı nedeniyle 6 saatten daha az uyurum.
 - ☐3 Ağrı nedeniyle 4 saatten daha az uyurum.
 - ☐4 Ağrı nedeniyle 2 saatten daha az uyurum.
 - ☐5 Ağrılar uyumama tamamen engel oluyor.

Cinsel Hayat (eğer uygulanabiliyorsa)

- 8
- ☐0 Cinsel hayatım normaldir ve fazladan ağrıya neden olmaz.
 - ☐1 Cinsel hayatım normaldir ve fazladan biraz ağrıya neden olur.
 - ☐2 Cinsel hayatım neredeyse normaldir ama oldukça fazla ağrıya neden olur.
 - ☐3 Cinsel hayatım ağrı nedeniyle oldukça kısıtlıdır.
 - ☐4 Cinsel hayatım ağrı nedeniyle neredeyse yok gibidir.
 - ☐5 Ağrılar cinsel hayatıma tamamen engel oluyor.

Sosyal hayat

- 9
- ☐0 Sosyal hayatım normaldir ve fazladan ağrıya neden olmaz.
 - ☐1 Sosyal hayatım normaldir ancak ağrının miktarını artırır.
 - ☐2 Ağrı spor gibi daha fazla hareket gerektiren aktivitelerimi kısıtlamak dışında sosyal yaşamımda belirgin etki yaratmıyor.
 - ☐3 Ağrı sosyal yaşamımı kısıtlıyor, bu nedenle çok sık dışarıya çıkamıyorum.
 - ☐4 Ağrı aile içi yaşamımı da kısıtlıyor.
 - ☐5 Ağrı nedeniyle sosyal hayatım kalmadı.

Seyahat

- 10
- ☐0 Herhangi bir yere ağrım olmadan seyahat edebilirim.
 - ☐1 Herhangi bir yere seyahat edebilirim ama bu bana fazladan ağrı verir.
 - ☐2 Ağrım fazla ama 2 saate kadar olan seyahatlerde durumu idare edebilirim.
 - ☐3 Ağrım beni bir saatten daha kısa süreli seyahatle kısıtlıyor.
 - ☐4 Ağrım beni yarım saatten daha kısa süreli zorunlu seyahatle kısıtlıyor.
 - ☐5 Ağrım tedavi dışındaki seyahatlerime engel oluyor.

Skorlama Yönergesi: İşaretlenen kutucuğun yanındaki rakamlar toplanır. Aynı soru içinde 1'den fazla işaretli seçenek var ise en yüksek değer hesaba katılır. Maksimum skor 50'dir.

Toplam skor = $\left\{ \frac{(\text{toplam puan})}{[(\text{işaretli soru sayısı}) \times 5]} \right\} \times 100$

Jeremy C. T. Fairbank, Paul B. Pynsent (2000) Spine Volume 25, Number 22, Pp 2940–2953



www.ftronline.com

Hastanın ODI Skoru (%):

Tasarım ve düzenleme: Dr. Ender Sallıbağ 2016

