

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
İSTANBUL TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI



**ADOLESAN İDİOPATİK SKOLYOZ HASTALARINDA
ANTERİOR VERTEBRA GerdİRME YÖNTEMİNİN
ERKEN VE ORTA DÖNEM SONUÇLARININ
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Tıpta Uzmanlık Tezi

Dr. Taha Furkan YAĞCI

DANIŞMAN

Prof. Dr. Turgut AKGÜL

İSTANBUL-2023

TEŞEKKÜR

Her zaman ailem olarak gördüğüm, çok isteyerek tercih ettiğim kliniğim olan İstanbul Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalında uzmanlık eğitimini tamamlamanın gururunu yaşıyorum. Beş yıllık eğitim sürecimde beni ekibin bir parçası olarak gören birlikte çalışarak emek sarf ettiğimiz bütün akademik, idari personele, hemşirelere, sağlık personellerine, tıbbi sekreterlere ve diğer çalışanlara teşekkür ederim.

Klinik içinde ve dışında kendimizi geliştirmemiz için uygun ortamı sağlamaya çalışan, insanlığı ve örnek hekimliği ile bizlere yol gösteren anabilim dalı başkanımız Prof. Dr. Hayati Durmaz hocama teşekkür ederim.

Tecrübesini ve bilgilerini aktarmaktan çekinmeyen, asistan eğitimine her zaman önem vererek gelişimimizde katkısı olan hocam Prof. Dr. Mehmet Aşık' a teşekkür ederim.

Hastayı değerlendirmede ve cerrahi pratikte çok önemli bilgiler edindiğim hocam Prof. Dr. Cengiz Şen'e teşekkürlerimi sunarım.

Destegi yanımda hissettiğim, bana omurga cerrahisini sevdiren, tezin planlanma ve ilerlemesi esnasında çok yardımları olan tez hocam Prof. Dr. Turgut Akgül'e çok teşekkür ederim.

Uzmanlık sürem boyunca çalışmaktan onur duyduğum, bilgi becerisini özenerek izlediğim, hekimlik anlayışını örnek aldığım ağabeylerim Prof. Dr. Halil İbrahim Balcı'ya, Prof. Dr. Fuat Bilgili 'ye, Prof. Dr. Ali Erşen 'e; Doç. Dr. Gökhan Polat'a, Doç. Dr. Ahmet Salduz 'a ve Doç. Dr. Ömer Naci Ergin'e ayrı ayrı minnettar olduğumu söylemek isterim.

Bu kliniği önererek tercih etmemi sağlayan, asistanlığa başladığım ilk günden beri desteğini yanımda bildiğim, tezimin hazırlanması, geliştirilmesi ve son şeklini almasında çok değerli katkılar sağlayan ağabeyim Dr. Serkan Bayram'a teşekkür ederim.

İhtisasım sürecinde birlikte çalışmaktan keyif aldığım, beni her zaman destekleyen ağabeylerim Doç Dr. Yavuz Sağlam’a, Op. Dr. Murat Korkmaz’a, Op. Dr. Ömer Ayık’a, Op. Dr. Taha Kızılkurt’a, Op. Dr. Mehmet Demirel’e ayrı ayrı teşekkür ederim.

Beş yıllık süre boyunca çalışmaktan keyif aldığım arkadaşlarım Dr. Ahmet Müçteba Yıldırım, Dr. Muhammed Furkan Darılmaz, Dr. Yaşar Samet Gökçeoğlu başta olmak üzere tüm asistan arkadaşlarıma ve ağabeylerime candan teşekkür ederim.

Tez hazırlanma sürecinde yardımcı olan ağabeyim Dr. Fatih Şentürk’e teşekkür ederim.

Anterior vertebra gerdirme yöntemi ile cerrahi uyguladığımız tez vakalarımnda torakal ve lomber yaklaşımlar için yardımını esirgemeyen ağabeylerim genel cerrahi uzmanı Doç. Dr. Adem Bayraktar ve göğüs cerrahi uzmanı Dr. Salih Duman’ a, intraoperatif nöromonitörizasyon konusunda ekibimizin parçası kardeşim Burak Çopur’ a teşekkür ederim.

Hayatım boyunca desteklerini ve sevgilerini hiç esirgemeyen, benim bu günlere gelmemde çok büyük emekler sarf eden babam Ramazan Yağcı’ya, annem Necla Yağcı’ya ve biricik kardeşim Nidanur Yağcı’ya minnettarım. İyi ki varsınız...

Dr. Taha Furkan YAĞCI

Eylül 2023-İstanbul

İÇİNDEKİLER

BEYAN.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vii
TABLolar LİSTESİ.....	ix
KISALTMALAR LİSTESİ	x
ÖZET	1
ABSTRACT	3
I.GİRİŞ VE AMAÇ	5
II.GENEL BİLGİLER.....	6
A. TARİHÇE	6
B. OMURGANIN ANATOMİSİ.....	8
1.Kemik Yapı	8
2.Disk Anatomisi.....	11
3.Ligamentler	12
4.Nöroanatomisi.....	13
5.Vasküler Anatomi	13
C.ADOLESAN İDİOPATİK SKOLYOZ	15
1.Tanım	15
2.Terminoloji.....	16
3.Epidemiyoloji	17
4.Etiyoloji ve Patogenez.....	17
5.Tanısal Yaklaşım.....	21
a) Anamnez.....	21
b) Radyolojik Değerlendirme	23
6.Sınıflandırma.....	31
a) King-Moe Sınıflaması	32
b) Lenke Sınıflaması.....	33
7.Eğriliğin Progresyonu	34
b) Mevcut İskelet Maturitesi ile Alakalı Faktörler	35
c)İskelet Maturitesinin Radyolojik Değerlendirilmesi.....	36
8.Tedavi.....	39
a) Takip-İzlem	40
b) Konservatif Tedavi	40
c)Cerrahi	42

III: HASTALAR VE YÖNTEM	50
A: Çalışma Dizaynı ve Hasta Seçimi	50
B. Preoperatif Değerlendirme	51
C. Ameliyathane Hazırlığı	51
D. Cerrahi Teknik	52
1. Posterior Spinal Füzyon	52
2. Anterior Vertebra Gerdirme Yöntemi	53
3. Hibrit Cerrahi	57
D. Postoperatif Rehabilitasyon	57
E. Radyografik Değerlendirme	58
E. İstatistik Analiz	61
V. TARTIŞMA	74
VI. ÇIKARIMLAR	81
VII. KAYNAKLAR	82
VIII: EKLER	93
IX: ÖZGEÇMİŞ	99

ŞEKİLLER LİSTESİ

- Şekil-1: Tipik bir torakal vertebranın anatomisi
- Şekil-2: Omurganın genel yapısı ve sagittal plandaki eğrilikleri
- Şekil-3: Servikal omurganın yapısı
- Şekil-4: Lomber omurun yapısı
- Şekil-5: Vertebral Disklerin Yapısı
- Şekil-6: Vertebradaki ligamentler
- Şekil-7: Spinal kanalın arteriyel beslenmesi
- Şekil-8: Skolyoz deformitesi bulunan bir omurga görüntüsü
- Şekil-9: Kardeş olan üç kız hastanın (G.T, A.T, Ü.T) yaşları ve özellikleri
- Şekil-10: Skolyoz etiyopatogenezi
- Şekil-11: Skolyoz ilerlemesinde kısır döngü
- Şekil-12: a) Adams öne eğilme testi, skolyometre b) Aynı hastanın ayakta ön-arka grafisi
- Şekil-13: Cobb açısı ölçümü
- Şekil-14 : Stagnara derotasyon grafisi
- Şekil-15: A) Standart ön-arka spinal radyografi B) Aynı hastanın stagnara derotasyon radyografisi
- Şekil-16: Perdriolle torsiyometresi ve apikal vertebra rotasyon ölçümü
- Şekil-17: Nash-Moe yöntemi ile vertebra rotasyon ölçümü
- Şekil-18: Majör eğriliğin derecesi ve proksimaldeki kompensatuar eğriliğin derecesinin cobb yöntemi ile ölçülmesi
- Şekil-19: Yana eğilme ve traksiyon grafileri
- Şekil-20: A) Servikal lordoz, B) Lomber lordoz, C) Torakal kifoz ölçülmesi
- Şekil-21: Sakral eğim, Pelvik tilt ve Pelvik insidans ölçümü
- Şekil-22: Korakoid yükseklik farkı ölçülmesi
- Şekil-23: Global sagittal parametrelerin şematik görünümü
- Şekil-24: A) SVA mesafesi ölçümü, B) C7-Tilt açısı ölçümü
- Şekil-25: A) TPA açısı ölçümü, B) T1SPİ ölçümü
- Şekil-26: King-Moe Sınıflaması
- Şekil 27: Risser İşareti
- Şekil-28: Sanders İskelet Maturite Evreleme Sistemi
- Şekil- 29: Lomber ve torakal AVBT tekniği uygulanan hasta örnekleri
- Şekil-30: Hibrid cerrahi uygulanan hasta örneği

Şekil-31: İntraoperatif nöromonitorizasyon görüntüsü

Şekil-32: AVBT tekniği lateral dekübit pozisyonu ve insizyonun işaretlenmesi

Şekil-33: AVBT cerrahisi mini torakotomi insizyonu

Şekil 34: Karın duvarı enine kesit anatomisi

Şekil 35: Mini-open torakotomi ve mini-open lumbotomi insizyonları

Şekil-36: AVBT cerrahisinde vida uygulama basamakları

Şekil-37: Gerdirme sırasında ve sonrasında floroskopi görüntüleri

Şekil-38: PJA ölçümü

Şekil-39: Distal adding-on açısı ölçümü

Şekil-40: Aşırı düzeltme görülen hastanın yaşına göre eğrilik dereceleri

Şekil-41: PJK gelişen hasta örneği

Şekil-42: Distal adding-on gelişen hasta örneği

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo-1: SRS skolyoz sınıflaması

Tablo-2: Lenke sınıflaması

Tablo 3: Sanders İskelet Maturite Evreleme Sistemi ile Risser işareti uyumu ve radyolojik özellikler

Tablo-4 : Lenke Tip 1 ve Tip 3 Eğrilerinin 50 Dereceden Fazla Eşik Varsayarak Cerrahiye İlerleme Olasılığının Lojistik Projeksiyonu

Tablo-5: Eğrilik derecesine ve risser işaretine göre genel tedavi yaklaşımı

Tablo-6: SRS'in idiopatik skolyozda genel tedavi yaklaşımı

Tablo 7: Lenke sınıflamasına göre AIS tedavisinde füzyon alanı seçimi

Tablo 8: Gruplara göre yaş, cinsiyet, Risser işareti ve Lenke sınıflaması

Tablo-9: AVBT grubu verileri

Tablo 10: Gruplara Göre Preoperatif Radyolojik Ölçümlerin Değerlendirilmesi

Tablo 11: Gruplara göre postoperatif ilk radyolojik ölçümlerin değerlendirilmesi

Tablo 12: Gruplara Göre Son Kontrol Radyolojik Ölçümlerin Değerlendirilmesi

Tablo 13: AVBT grubundaki hastaların Preoperatif, Postoperatif ve Son Kontrol Radyolojik Ölçümlerin Değerlendirilmesi

Tablo 14: Gruplara Göre SRS-22 ve ODİ Skorlarının Değerlendirilmesi

KISALTMALAR LİSTESİ

AİS:	Adolesan idiopatik skolyoz
AVBT:	Anterior vertebra body tethering (Anterior Vertebra Gerdirme Yöntemi)
FDA:	Amerika gıda ve ilaç dairesi
ALL:	Anterior longitudinal ligament
PLL:	Posterior longitudinal ligament
SRS:	Skolyoz Araştırma Cemiyeti (Scoliosis Research Society)
MT eğrilik:	Ana torakal eğrilik (Main torakal)
PT eğrilik:	Proksimal torakal eğrilik
TL/L eğrilik:	Torakolomber/Lomber eğrilik
CSVL:	Merkezi sakral vertikal çizgi
TLSO:	Torakolumbosakral ortez
CTLSO:	Servikotorakolumbosakral ortez
ASF:	Anterior spinal füzyon
PSF:	Posterior spinal füzyon
UIV:	Üst Enstrümente Vertebra
LIV:	Alt Enstrümente Vertebra
STF:	Selektif torakal füzyon
NSF:	Non-Selektif spinal füzyon
AVT:	Apikal vertebra translasyonu
AVR:	Apikal vertebra rotasyonu
İONM:	İntraoperatif nöromonitorizasyon
MEP:	Motor uyarılmış potansiyeller
SSEP:	Somatosensoryal uyarılmış potansiyeller
PACS:	Picture Archiving and Communication Systems
SL:	Servikal lordoz
TK:	Torakal kifoz
LL:	Lomber lordoz
PT:	Pelvik tilt
Pİ:	Pelvik insidans
SS:	Sakral slope (Eğim)
CHD:	Korakoid yükseklik mesafesi (Coracoid Height Distance)

DJK: Distal bileşke kifoza olarak (Distal junctional kifoz)

PJK: Proksimal bileşke kifoza (Proksimal junctional kifoz)

SVA: Sagital vertikal aks

C7 Tilt: C7 vertebranın eğimi

TPA: T1-pelvik açı

T1SPİ: T1 spinopelvik inklinasyon

ODİ: Oswestry disability index

SFT: Solunum fonksiyon testi

SAQ: Sport etkinliği anketi (Sport activity questionnaire)



ÖZET

Amaç: Adolesan idiopatik skolyoz (AİS) hastalarında hareketin korunması ve füzyonun olası sorunlarından kaçınmak amacı ile uygulanan AVBT tekniği omurga cerrahisinde artarak uygulanmaya devam etmektedir. İlk olarak torakal eğrilikler için tanımlanan bu cerrahi teknik torakolomber eğriliklerde de kullanılmaya başlanmıştır. Çalışmanın birincil amacı torakolomber AVBT' nin erken ve orta dönem etkinliğini, radyografik ve fonksiyonel sonuçlarını bildirmektir. İkinci amacımız AVBT'i lomber hareketi koruyan selektif torakal füzyon (STF) ve lomber hareketi azaltan non-selektif füzyon grupları (NSF) ile fonksiyonel ve radyolojik olarak karşılaştırmaktır.

Hastalar ve Yöntem: Haziran 2018 ile Haziran 2023 arasında kliniğimizde AİS tanısı ile opere edilen toplam 51 hastanın verileri retrospektif olarak değerlendirildi ve çalışmaya dahil edildi. Yapılan cerrahiye göre hastalar AVBT (n=17), NSF (n=19), STF (n=15) olmak üzere 3 gruba ayrıldı. Fonksiyonel değerlendirme için hastaların son kontrolünde SRS-22 (Scoliosis Research Society) ve ODİ (Oswestry Disability Index) skorları kullanıldı. Radyografik olarak PACS sistemi ile majör eğrilik derecesi, eğriliğin proksimalinde kalan yapısal olmayan eğrilik derecesi, korakoid yükseklik farkı (CHD), sakral eğim (SS), pelvik tilt (PT), pelvik insidans (PI), lomber lordoz (LL), torakal kifoz (TK), servikal lordoz (SL), C7 tilt, proksimal bileşke açısı (PJA), sagittal vertikal aks (SVA), T1 pelvik açısı (TPA), T1 spinopelvik inklinasyon (T1SPI) ve adding-on açısı ölçüldü. Preoperatif radyografi, postoperatif ilk radyografi ve son kontrol spinal ön-arka ve lateral radyografi üzerinden ölçümler yapılarak üç grup karşılaştırıldı. AVBT tekniği sonuçları ameliyat sonrası değişimleri karşılaştırıldı. İstatistiksel analizler için SPSS 26 (Statistical Package for the Social Sciences) programı kullanıldı.

Bulgular: Çalışmaya katılan hastaların %19,6'sı (n=10) erkek, %80,4'ü (n=41) kadın idi. Çalışmaya katılan hastaların yaşları ortalama $15,57 \pm 2,97$ olarak saptandı. Ortalama takip

süresi AVBT grubunda 22,7 ay, STF grubunda 23,27 ay, NSF grubunda ise 23,33 ay idi. Çalışmada AVBT enstrüman seviyesi ortalama $5,23 \pm 1,3$ olarak saptandı. Gruplar arasında preoperatif radyografik ölçümlerinde majör eğrilik derecesi, CHD, SS, PT, PI, LL, TK, SL, C7 tilt, PJA, SVA, TPA, T1SPI, adding-on açısı arasında anlamlı fark yoktu ($p > 0,05$). Son kontrolde NSF grubu hastaların T1SPI değeri, STF grubu hastalara göre anlamlı düzeyde yüksek saptandı ($p = 0,035$; $p < 0,05$). AVBT grubundaki hastaların ameliyat sonrası ilk radyografisindeki CHD değerine göre son kontrol değerindeki ortalama $8,85 \pm 7,85$ birimlik düşüş anlamlı olarak saptandı ($p = 0,024$; $p < 0,05$). AVBT grubunda ameliyat öncesi-sonrası SL ölçümleri arasında ve ameliyat öncesi-son kontrol radyografilerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptandı ($p = 0,001$; $p < 0,01$). Gruplara göre hastaların SRS-22 skoru ve ODİ skorunda anlamlı fark saptanmadı ($p > 0,05$). AVBT grubunda bir hastada görülen aşırı düzeltme haricinde komplikasyon saptanmadı. STF grubundaki bir hastada adding-on fenomeni saptandı.

Sonuç: AVBT tekniğinde, selektif füzyon ve non-selektif füzyon gruplarına benzer radyolojik ve klinik sonuçlar elde edilebilmektedir. AVBT tekniği uygulanan hastalarda eğriliğin düzelmesine bağlı olarak zaman içinde omuz asimetrisi azaldığı saptanmıştır. Sagittal plan restorasyonunda endişeler olmasına rağmen radyolojik olarak gruplar arasında herhangi bir üstünlük gösterilememiştir. Bununla birlikte AVBT tekniğinde servikal bölgede daha iyi sagittal plan düzelmesi saptanmıştır.

ABSTRACT

Objective: The AVBT technique, applied to preserve movement and avoid possible fusion problems in adolescent idiopathic scoliosis (AIS) patients, continues to be increasingly used in spine surgery. This surgical technique, first defined for thoracic curvatures, has also been used in thoracolumbar curvatures. The study's primary aim is to report the early and mid-term efficacy, radiographic and functional results of thoracolumbar AVBT. Our second aim is to compare AVBT functionally and radiologically with selective thoracic fusion (STF) that preserves lumbar motion and non-selective fusion groups (NSF) that reduce lumbar motion.

Patients and Methods: The data of 51 patients who were operated with the diagnosis of AIS in our clinic between June 2018 and June 2023 were evaluated retrospectively and included in the study. According to the surgery performed, the patients were divided into three groups: AVBT (n=17), NSF (n=19), and STF (n=15). For functional evaluation, SRS-22 (Scoliosis Research Society) and ODI (Oswestry Disability Index) scores were used in the last control of the patients. Radiographically, major curvature degree, nonstructural curvature degree proximal to major curve, coracoid height difference (CHD), sacral slope (SS), pelvic tilt (PT), pelvic incidence (PI), lumbar lordosis (LL), thoracic kyphosis (TK), cervical lordosis (SL), C7 tilt, proximal junction angle (PJA), sagittal vertical axis (SVA), T1 pelvic angle (TPA), T1 spino-pelvic inclination (T1SPI) adding-on angle were measured. Preoperative radiographs, postoperative first radiographs, and final control spinal anteroposterior and lateral radiographs were measured, and the three groups were compared. Postoperative changes in AVBT technique results were compared. SPSS 26 (Statistical Package for the Social Sciences) program was used for statistical analysis.

Results: 19.6% (n=10) of the patients were male and 80.4% (n=41) were female. The mean age of the patients participating in the study was 15.57 ± 2.97 years. The mean follow-up period was 22.7 months in the AVBT group, 23.27 months in the STF group, and 23.33 months in the NSF

group. In the study, the mean AVBT instrument level was 5.23 ± 1.3 . There was no statistically significant difference between the groups in preoperative radiographic measurements between major curvature degree, CHD, SS, PT, PI, LL, TK, SL, C7 tilt, PJA, SVA, T1, TPA, T1SPI, adding-on angle ($p > 0.05$). In the last control, the T1SPI value of NSF group cases was significantly higher than that of STF group cases ($p = 0.035$; $p < 0.05$). The mean decrease of 8.85 ± 7.85 units in the final control value compared to the postoperative CHD value of the patients in the AVBT group was found to be significant $p = 0.024$; $p < 0.05$). A statistically significant difference was found between preoperative and postoperative SL measurements and preoperative and last control radiographs in the AVBT group. AVBT group ($p = 0.001$; $p < 0.01$). There was no significant difference in the patients' SRS-22 score and ODI score according to the groups ($p > 0.05$). No complications were found except overcorrection in one patient in the AVBT group. The adding-on phenomenon was noted in one patient in the STF group.

Conclusion: In the AVBT technique, radiological and clinical results similar to selective fusion and non-selective fusion groups can be obtained. Shoulder asymmetry decreases in patients who underwent the AVBT technique, depending on the correction of the curvature. Although there were concerns about sagittal plane restoration, no superiority was demonstrated between the groups radiologically. However, better sagittal plane correction was found in the cervical region in the AVBT technique.

I.GİRİŞ VE AMAÇ

Skolyoz koronal, sagittal ve aksiyal planlarda anormal vertebral gövde pozisyonlanmalarını içeren, omurganın üç boyutlu yapısal deformitesi olarak tanımlanmaktadır. Nöromusküler, idiopatik ve konjenital sebeplere bağlı olarak gelişebilen bu deformite, ayakta ön-arka planda tüm spinal bölgenin radyografik incelenmesinde Cobb açısının $\geq 10^\circ$ olması olarak tanımlanır (1) .Sıklıkla idiopatik sebeplere bağlı olarak görülür ve büyümenin hızlandığı dönemde tanı konulur, bu nedenle adolesan idiopatik skolyoz (AİS) olarak tanımlanır. AİS insidansının % 0,47-%5,2 arasında değiştiği bildirilmiştir(2). İhmal edilen ileri evre skolyoz, hastanın hayatını etkileyecek solunum kapasitesinde azalma, bedensel imajda bozulma, güven eksikliği, depresif eğilimlere ve psikolojik sorunlara neden olur. İleri evre skolyoz, hastanın yaşam kalitesini büyük ölçüde düşürür, aile ve toplum üzerindeki ekonomik yükü artırır(3).

Posterior enstrümantasyon ile spinal füzyon, skolyoz tedavisinde deformitenin ilerlemesini kontrol etmede etkili olmasına rağmen omurganın hareketini azaltır, büyümeyi sınırlar ve faset eklemlerde dejenerasyona ve komşu segment hastalığına neden olabilmektedir(4,5). Özellikle büyümesi devam eden çocuklarda spinal deformiteyi düzeltirken omurganın büyümesini etkilemeyen füzyon dışı teknikler, son yıllarda skolyoz tedavisinde önemli hale gelmektedir.

Anterior vertebra gerdirme yöntemi (Anterior Vertebra Body Tethering-AVBT), vertebral gövde vidalarından oluşan bir implantasyon sistemi ve bir kablodan oluşan, büyüme modülasyonu temeline dayanan, füzyon gerektirmeyen ameliyat tekniğidir(6). Hueter-Volkman yasasına göre, dışbükey taraftaki büyümeyi sınırlamak için vertebra gövdesine kablo aracılığıyla mekanik bir sıkıştırma kuvveti uygulanırken, dışbükey taraf kompresyon güçlerine maruz kalarak büyümesi yavaşlayacak, içbükey tarafta distraksiyon kuvvetine bağlı olarak büyüme hızlanacaktır. AVBT tekniğinde hedef büyümenin yönlendirilmesi ve eğriliğin kendiliğinden düzelmesidir ve bu sayede spinal füzyondan kaçınılmaktadır (7).

İlk olarak 2010 yılında AİS tedavisinde uygulanmaya başlayan bu cerrahi teknik, süreç içerisinde artarak kullanılmaya devam etmektedir (8). Torakal AVBT sonuçları yayınlanmasından sonra zaman içinde lomber eğrilikler için de kullanılmaya başlanmıştır. Füzyondan kaçınılmak istenilen özellikle lomber bölge için AVBT cerrahisinin uzun dönem klinik sonuç ve komplikasyonları henüz tam olarak bilinmemesine rağmen, geleceğe yönelik umut vadeden bir teknik olması nedeniyle ortopedi camiasında güncel bir konu haline gelmiştir. Bu nedenle kliniğimizde AİS tedavisinde uygulanan lomber AVBT'nin etkinliği, ameliyat sonrası radyografik ve fonksiyonel sonuçlarını değerlendirmek amacıyla bir çalışma planladık.

II.GENEL BİLGİLER

A. TARİHÇE

Omurga deformitesi ilk olarak Hipokrat tarafından tanımlanmıştır (9). 1839 yılında Guerin skolyoz tedavisinde paraspinal kaslara miyotomi uygulayarak ilk cerrahi operasyonu gerçekleştirmiştir(10,11) .İlk posterior füzyon cerrahisi ise Hibbs tarafından 1911 yılında yapılmıştır ve Hibbs 59 vakalık serisini 1929 yılında yayınlamıştır (10,11). 1940 yılından sonra Cobb kendi ismini verdiği radyografik deformite ölçüm metodunu tarif etmiştir.

1960 yılında Harrington kendi adı ile anılan spinal rodlar geliştirerek skolyoz cerrahisinde yeni bir yöntemin sonuçlarını 1962 yılında yayınlamıştır(10–13). 1969 yılında ise Dwyer vida ve telleri kullanarak ilk defa anterior cerrahi yaparak deformite düzeltilebildiğini bildirmiştir (14)

Portekiz'den Jacques Resina (1964), Alves Ferreira (1972) ve daha sonra Meksika'dan Eduardo Luque (1973), füzyon planlanan her bir omurdaki lamina altından geçirilen teller ve vertebranın posterior arkına bağlanan rodlar yardımıyla posterior enstrümantasyon tekniğini geliştirdi (15). Bu tekniğin en önemli iki avantajı; fizyolojik bir sagittal kontur sağlanabilmesi ve ameliyat sonrası alçı gerektirmemesidir. 1964-1977 yılları arasında Raymond Roy Camille tarafından pedikül vida tespiti ve vidalara tespit edilen posterior plaklar kullanılarak deformite düzeltme tekniği tanımlanmıştır (16).

1980'li yıllarda skolyozun üç boyutlu yapısının anlaşılması üzerine koronal, sagittal ve aksiyel düzlemlerde deformite düzeltilmesine imkân sağlayan Cotrel-Dubousset enstrümantasyon sistemleri geliştirilmiştir(17). Bu enstrümantasyon sisteminde vertebranın her iki yanına yerleştiren rodlara bağlanan çengel ve vidalar sayesinde düzeltme ve füzyon yapılmıştır (18,19).

Skolyoz cerrahisinde füzyon yapılan hastaların uzun dönem sonuçları yayımlandıktan sonra füzyona bağlı olarak gelişen psödoartroz, komşu segment dejenerasyonları, disk problemleri ve spinal hareketin azaldığı bildirildi(20,21). Bu sorunlar nedeniyle araştırmacılar spinal füzyon oluşturmada deformite düzeltmek için araştırmalar yapmışlardır. 2004 yılında Braun ve ark. büyümesi devam eden keçilerde yaptığı çalışmada torakal omurgaya anteriordan uyguladığı staple ile orta dereceli skolyozun düzeldiğini ve ileri derece skolyozun ise ilerlemesini durduğunu bildirmişlerdir (22). Betz ve arkadaşları 28 hasta dahil ederek yaptıkları çalışmada vertebra gövdesine anteriordan staple uygulamışlardır ve büyüme modülasyonu kullanarak ortalama 3,2 yıl takipte deformite düzeltilebildiğini bildirmişlerdir(23).

Newton ve ark.(24,25) tarafından 2002 ve 2008 yıllarında yapılan hayvan modellerinde AVBT tekniği tanımlandı. Preklinik çalışmalarda fúzyon yapmadan vertebra büyümesini yönlendirerek deformite düzeltilebildiği gösterildikten sonra 2010 yılında Crawford ve Lenke 40° sağ torakal eğriliği olan 8 yaşındaki çocukta uygulanan ilk AVBT cerrahisinin başarılı sonucunu yayınladılar (26). Daha sonraki yıllarda Samdani ve ark. AVBT tekniği sonuçlarını içeren ilk vaka serisini yayınladı. (27,28)

2019 yılında ABD Gıda ve İlaç İdaresi (FDA) 35-65 derece cobb açısına sahip eğriliği olan, iskelet sistemi olgunlaşmamış hastalar için AVBT için ilk enstrümantasyon sistemini onayladı(8) .Bu tanımlama ile rutin uygulamaya giren AVBT ile alakalı birçok çalışma bildirildi. Erken ve orta dönemde tatmin edici sonuçlar olmasına rağmen bu cerrahi teknikle ilgili tartışmalar hala devam etmektedir.

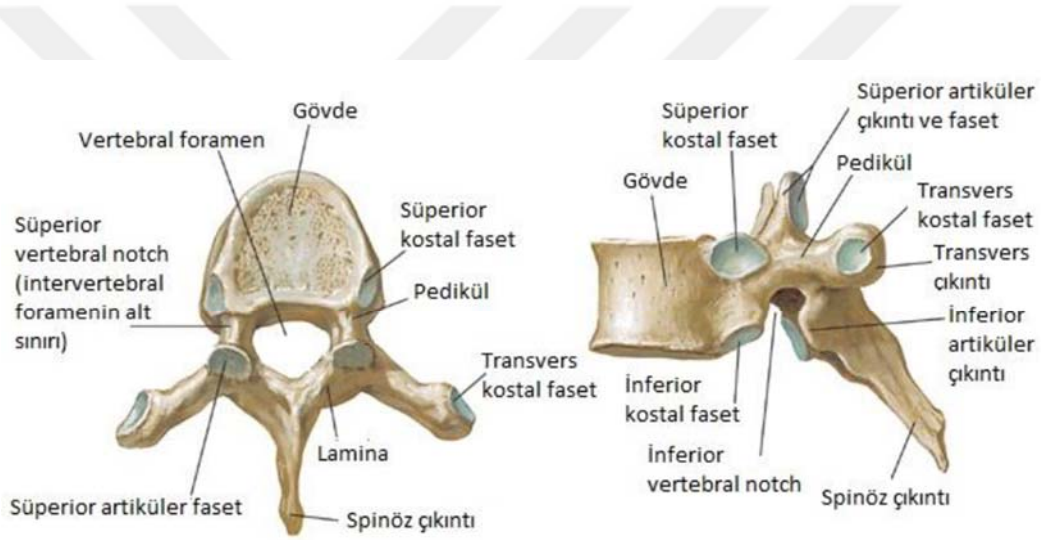


B. OMURGANIN ANATOMİSİ

1.Kemik Yapı

İnsan omurgasında; 7 servikal omur (C1–7), 12 torakal omur (T1–12), 5 lomber omur (L1–5), 5 tane füzyon olmuş sakral omur (S1–5), 3 veya 4 füzyon olmuş koksigeal omur bulunmaktadır. Presakral vertebra olarak adlandırılan servikal, torakal ve lomber vertebra bütünü hareketli eklemler ile birbirine bağlanmışlardır. Daha kaudalde yer alan sakral ve koksigeal vertebralar ise birbirine kaynaştıkları için hareketsizdir.

Omurlar birbirinden farklı özellikler gösterse de tipik bir omurga altı bölgeden oluşmaktadır (Vertebra gövdesi, arkus vertebra, foramen vertebrale, spinöz proses, transvers proses, inferior ve süperior artiküler proses). (Şekil-1)

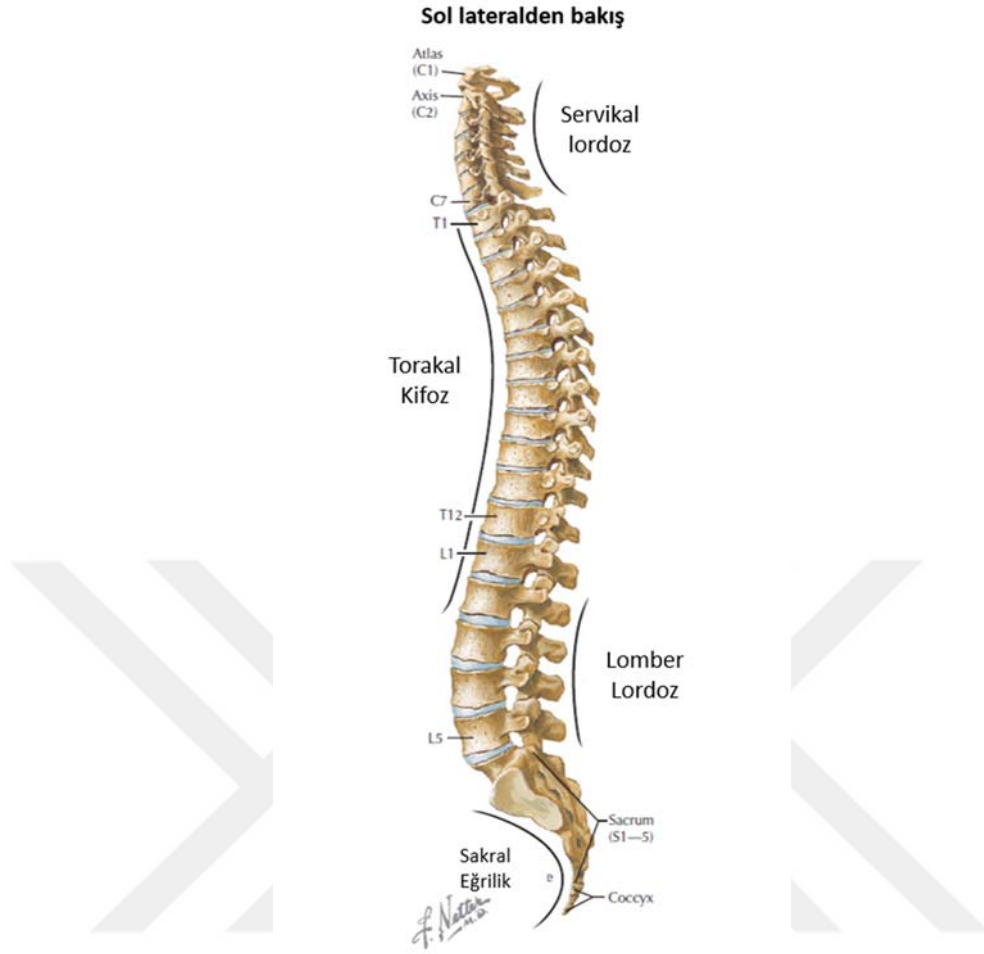


Şekil-1: Tipik bir torakal vertebranın anatomisi

(Netter's Concise Orthopaedic Anatomy, Updated Edition.

2nd Edition - November 11, 2015 'den alınmıştır.)

Omurgada dört farklı sagittal eğrilik vardır (Şekil-2). Servikal ve lomber bölgelerde lordoz (içbükey arka eğrilik), torakal ve sakral/koksigeal bölgelerde kifoz (içbükey ön eğrilik). Normal servikal lordoz yaklaşık 30-50 derece, torakal bölgede kifoz yaklaşık 20-50 derece, lomber lordoz yaklaşık 40-80 derecedir. (29,30)



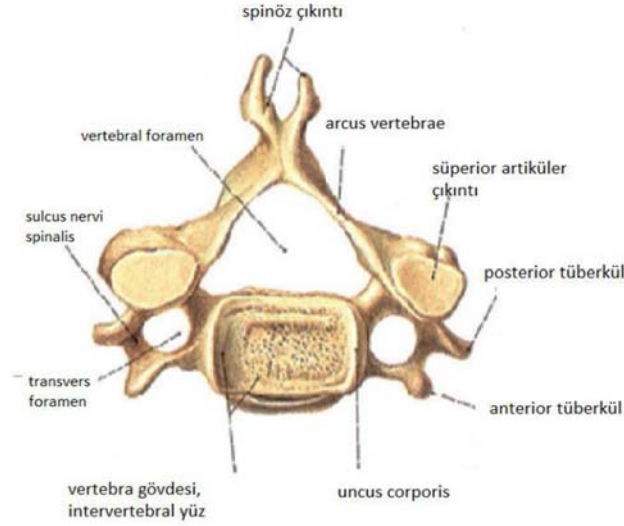
Şekil-2: Omurganın genel yapısı ve sagittal plandaki eğrilikleri

(*Netter's Concise Orthopaedic Anatomy, Updated Edition.*

2nd Edition - November 11, 2015 'den alınmıştır.')

Servikal omurga, kafatasının tabanından torakal omurgaya lordotik bir hizalamada dikey olarak yerleşen C1'den C7'ye kadar yedi omurdan oluşur. Servikal omurganın birincil işlevi, omurilikten çıkan sinir köklerine ve vertebral arterlerin geçişine izin verirken onları korumak, kranyuma destek ve boyuna hareket sağlamaktır.

Sırasıyla atlas ve axis olarak adlandırılan C1 ve C2, benzersiz anatomik özelliklere ve işlevlere sahiptir. C3 ile C7 arasındaki vertebralarda servikal omurganın subaksiyel bölgesini oluşturur ve klasik servikal vertebra anatomisine sahip olarak daha birbirine benzer şekildedir. Daha kaudal omurlardan farklı olan servikal vertebraların iki ayırt edici özelliği, uncinat proses ve transvers foramenlerdir. (Şekil-3)



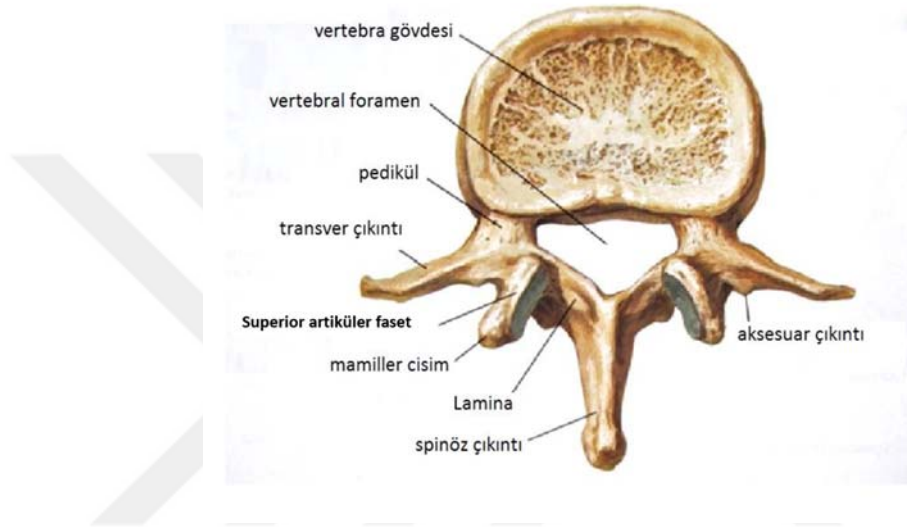
Şekil-3: Servikal omurganın yapısı

(Netter's Concise Orthopaedic Anatomy, Updated Edition.
2nd Edition - November 11, 2015 'den alınmıştır.)

C3-C6 vertebraların transvers foramenleri vertebral arter için bir kanal görevi görür. Unsinat prosesler, bir üst vertebral cismin alt ucu ile eklem yapan kranio lateral uzantılardır. C7 vertebra biraz farklı olan bir geçiş omurgasıdır. Vertebra prominens olarak adlandırılan daha belirgin ve genellikle elle hissedilen bir spinöz prosese sahiptir. C7 vertebra'nın transvers prosesleri daha kısadır ve tipik olarak vertebral arterler içinden geçmez.

Torakal omurga, kaburgalarla diartrodial eklemleme için kostal fasetlere sahip kifotik bir hizalamada düzenlenmiş T1-T12 arasındaki 12 omurdan oluşur. Genel olarak torakal omurga, bu ekstra eklemlemeler nedeniyle servikal veya lomber omurgadan daha rijittir. T2 – T8 tipik torakal omur (Şekil-1) olarak kabul edilir ve daha tekdüze özelliklere sahiptir. Torakal omurga, göğüs kafesine destek, omuriliği korumak ve eksenel yüklerin iletimini sağlama işlevi görür. Tipik bir torakal omurun vertebra gövdesinde ön-arka çap, yanal çaptan daha büyük olduğundan dolayı bir böbrek şekline benzetilebilir. Omurga gövdelerinin boyutları kranialden kaudale doğru gitgide artar. Üst ve arka kenarlardan pediküller başlar. Üst torakal vertebral cisimlerin posterolateral kenarlarında kaburga başları ile eklemleme için üst ve alt kostal yarı fasetler bulunur. Torakal fasetlerin koronal ve hafif eğik oryantasyonu, omurlar arası makaslama kuvvetlerine, sıkıştırma kuvvetlerine ve omurlar arası torsiyona karşı direncine katkıda bulunur (31,32). Ayrıca rotasyonu kısıtlarken yanal eğilme ve öne fleksiyon için avantajlıdır(33).

Lomber omurga normalde torakal ve sakral omurlar arasındaki bölgede bulunan L1'den L5'e kadar en kaudal hareketli beş omurdan oluşur. Kostal fasetler ve transvers foramenlerin olmaması ile karakterize edilen bel omurları en hareketli vertebra kısmını oluşturmaktadır. Her bir vertebra, konus medullaris ve kauda ekinayı koruyan nöral ark ile omur gövdesinden oluşur. Nöral ark bir çift pedikül, bir çift lamina, dört artiküler proses, iki transvers proses ve bir spinöz prosesten oluşur. Lomber omurganın omur gövdesi, servikal veya torakal omurgadakinden daha büyüktür. Aksiyel düzlemde bakıldığında, vertebra gövdesi dışbükey bir ön yüzeye ve içbükey bir arka yüzeye sahiptir. (Şekil-4)



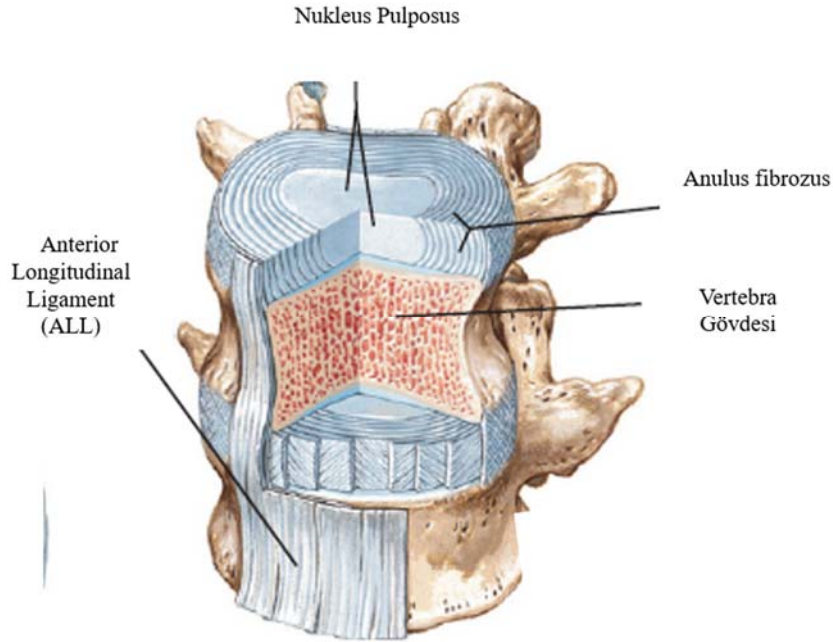
Şekil-4: Lomber omurun yapısı

(Netter's Concise Orthopaedic Anatomy, Updated Edition.
2nd Edition - November 11, 2015 'den alınmıştır.)

2.Disk Anatomisi

İki omurun birleştiği yerde hareket için üç eklemlenme bölgesi vardır. Bunlar; İntervertebral eklem (disk/endplate kompleksi) ve bilateral faset eklemdir. İntervertebral eklem ise iki vertebral end plate ve tek bir intervertebral diskten oluşur. İntervertebral eklem sadece vertebral segmentler arasında çok yönlü harekete izin vermekle kalmaz, aynı zamanda büyük, tekrarlayan yükleri emer ve iletir. İntervertebral eklemlerin orta kısımları notokord artıklarından gelişen proteoglikan içeriği yüksek yumuşak jelatinöz yapıdadır. Bu yapıya nükleus pulposus adı verilir (Şekil-5). Nükleus pulposus içindeki düzensiz kollajen ve proteoglikan paterni, deformasyon yoluyla büyük aksiyel yüklerin emilmesini sağlar. Bu kuvvetin vektörünün çoğu aksiyel yönden radyal yöne dönüştürülür ve halkaya dağıtılır. Nükleus pulposus etrafında ise kıkırdak hücreleri ve kollojen lifleri barındıran fibrokartilajinöz halka yapısı vardır. Bu yapıya

ise anulus fibrosus adı verilir (34)(Şekil-5). Anulus fibrosus yüksek tensil (çekiş) kuvvetlerine karşı koyar(35).



Şekil-5: Vertebral disklerin yapısı

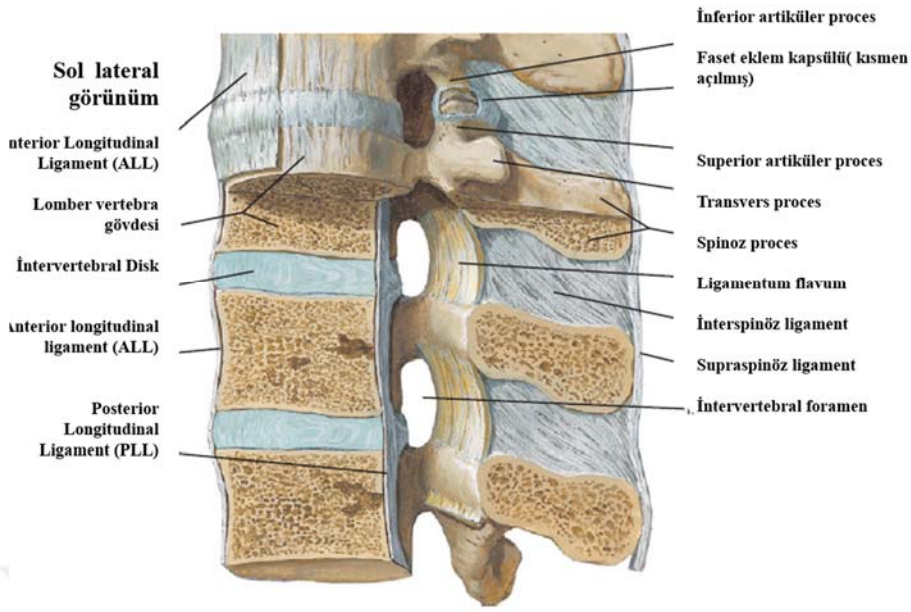
(Netter's Concise Orthopaedic Anatomy, Updated Edition.

2nd Edition - November 11, 2015 'den alınmıştır.)

Vertebranın posterior elemanları ise birbirine diartrodial eklemler ile birbirine bağlanmıştır. Bu eklemlere faset eklemler denir. Diartrodial diğer eklemler gibi sinovya, eklem kapsülü, eklem kıkırdağı ve eklem boşluğu bulundurur(29,30).

3.Ligamentler

Her bir spinal fonksiyonel ünite C2'den sakruma kadar devam eden 7 bağ ile bağlanırlar (Şekil-6). Bu bağlar anterior longitudinal ligament (ALL), posterior longitudinal ligament (PLL), ligamentum flavum, interspinöz ligament, supraspinöz ligament ve her iki yanda bulunan intertransvers ligamenttir(36). ALL hiperekstansiyona direnen en önemli yapı iken, PLL hiperfleksiyona karşı direnir.



Şekil-6: Vertebradaki ligamentler

(Netter's Concise Orthopaedic Anatomy, Updated Edition.
2nd Edition - November 11, 2015 'den alınmıştır.)

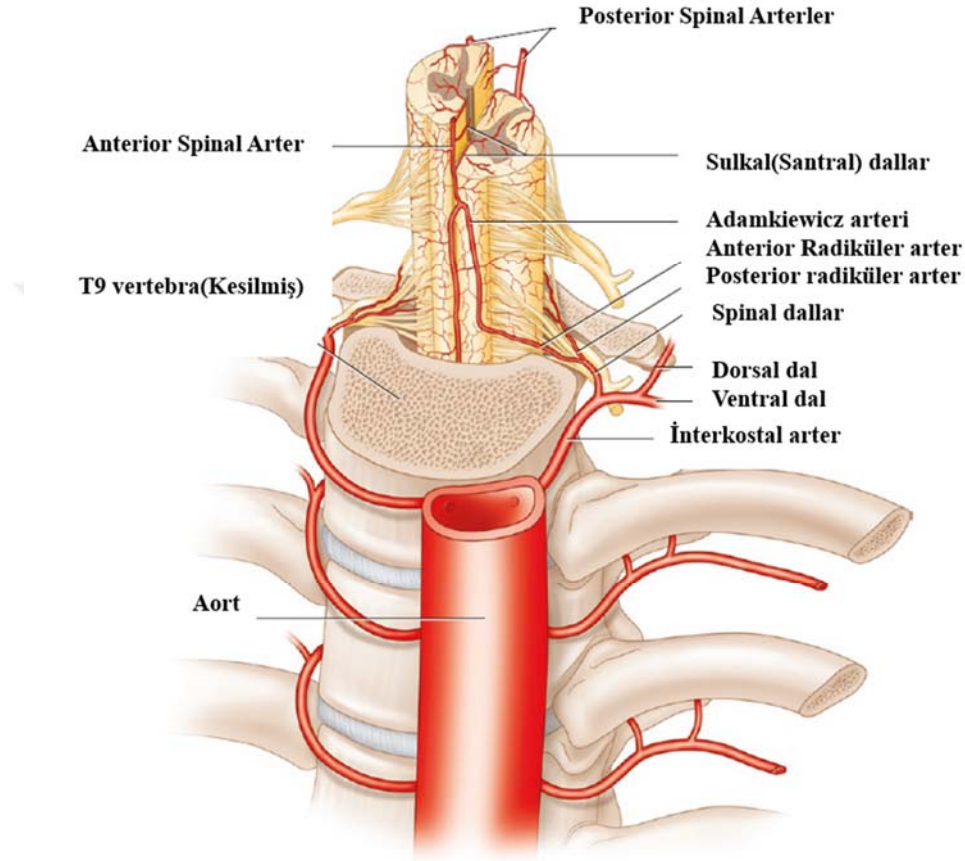
4.Nöroanatomi

Omurilik, vertebral kanal boyunca uzanır. Omurgadan 31 çift sinir kökü çıkar (8 servikal, 12 torakal, 5 lomber, 5 sakral ve 1 koksigeal çift). Servikal omurgada sinir kökleri, vertebral kanaldan adlarına karşılık gelen pedikül üzerinden çıkar (Örneğin C1 sinir kökleri C1 halkasının üzerinden çıkar, C2 sinir kökleri C2 pedikülünün üzerinden çıkar vb.). Sadece yedi servikal vertebra olduğundan, C8 sinir kökü T1 pedikülünün üstünden çıkan bir istisnadır. Torakal ve lomber omurganın geri kalan kökleri, adlarını aldıkları pedikülün altından çıkar. Spinal kordun kaudal tarafı olan konus medullaris, T12 ile L3 arasında herhangi bir yerde sonlanabilirken, genellikle birinci ve ikinci lomber omurlar arasında son bulur ve genellikle L1 vertebra'nın orta üçte birlik kısmı seviyesindedir(37).

5.Vasküler Anatomi

Spinal kanalın kan dolaşımı incelendiğinde (Şekil-7) omuriliğe ulaşmadan önce üç kez dallanan interkostal, lomber arterlerden ve ayrıca subklavian ve hipogastrik dallardan gelir. İliak arterlerden çıkan hipogastrik arterler dışında diğerleri aortadan çıkar. İnterkostal arterden ilk olarak spinal dal ayrılır. Spinal dal ise anterior ve posterior radiküler arter olarak sonlanır. İnterkostal arter spinal dalı verdikten sonra dorsal ve ventral dallara ayrılır. Anterior spinal arter temel olarak komşu anterior radiküler arterlerin çıkan ve inen dalları arasında bir anastomoz

kanalıdır. Genel olarak, karakteristik "saç tokası" şekliyle anterior radiküler arterlerin en büyüğü, büyük anterior radiküler arter veya Adamkiewicz'in arteri olarak anılır. Adamkiewicz'in arteri genellikle T9-T12 seviyelerinde bir sol posterior interkostal arterden köken alır (38). Omuriliği besleyen arterler, sulkal arterler tarafından sağlanan merkezi bir sistem ve delici dalların kaynaklandığı periferik bir sistem olan pial pleksus olarak ayrılır(39).



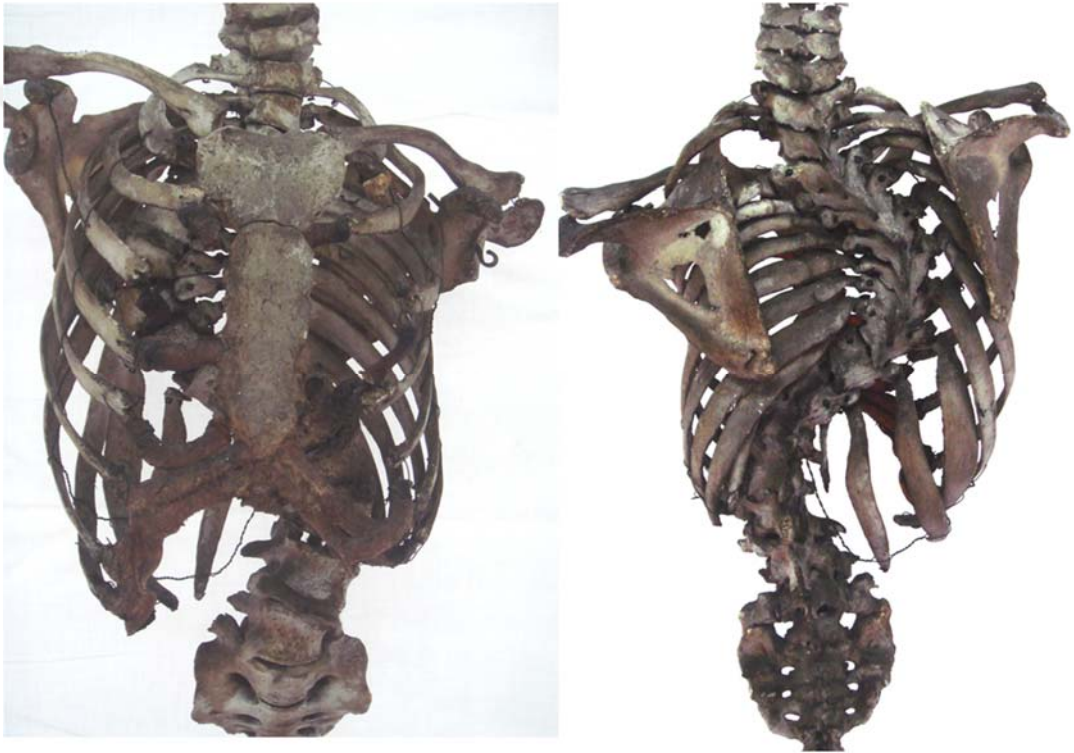
Şekil-7: Spinal kanalın arteriyel beslenmesi
(*Preoperative Assessment of the Spinal Cord Vasculature.*
Amato, Alexandre & Stolf, Noedir. (2018). 'den alınmıştır.)

Spinal kordun venöz drenajı esas olarak büyük posterior radiküler ven, posterior spinal ven ve anterior spinal ven ile sağlanır. (40,41).

C.ADOLESAN İDİOPATİK SKOLYOZ

1.Tanım

Skolyoz kelimesi Yunanca kaynaklı bir kelimedir, eğri veya burulma anlamına gelir. Skolyozun ilk tanımı Hipokrat (42) tarafından yapılmıştır. Skolyoz, omurgada koronal düzlemde en az 10° sapmanın olduğu bir kas-iskelet deformitesidir. Omurganın 10° 'den daha az olan eğrilğine ise spinal asimetri adı verilir. Fakat skolyoz sadece koronal düzlemin yapısal problemi değildir, 3 planlı (sagittal, koronal, aksiyel) omurga deformitesidir (43) (Şekil-8).



Şekil-8: Skolyoz deformitesi bulunan bir omurga görüntüsü, skolyozun üç plan deformitesi olduğu görülmektedir. (Fotoğraf İstanbul Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı arşivinden alınmıştır.)

Skolyoz Araştırma Cemiyeti (SRS, Scoliosis Research Society) tarafından 1973 yılında etiyoloji temel alınarak en geniş skolyoz sınıflaması yapılmıştır. (44–46)

1-YAPISAL SKOLYOZ	2-YAPISAL OLMAYAN SKOLYOZ
İdiopatik skolyoz	Postüral
Konjenital skolyoz	Histerik
Nöromuskuler skolyoz	Sinir kökü iritasyonu
Nörofibromatozis	İnflamatuvar
Mezenşimal hastalıklar	Alt ekstremite bacak boy farkı
Romatoid hastalıklar	Kalça eklem kontraktürüne bağlı
Travmatik	
Ekstrapinal kontraktürler	
Osteokondrodistrofi	
Kemik enfeksiyonu	
Metabolik hastalıklar	
Lumbosakral eklem problemleri	
Tümörler	

Tablo-1: SRS skolyoz sınıflaması

Adolesan dönem, çocukluktan erişkin döneme geçiş olarak tanımlanan ergenlik dönemidir. Boy ve yapısal değişim, kişilik özellikleri, cinsel özelliklerin değiştiği büyük bir hormonal değişimle karakterizedir. Biyolojik yaş ile kronolojik yaş arasındaki fark nedeniyle biyolojik yaşı tahmin etmede klinik (Tanner maturite ölçeği) ve radyolojik (Risser işareti, Sanders sınıflama sistemi) birçok verinin beraber kullanılması gerekir (43).

2.Terminoloji

Yapısal Eğrilik: Esnek olmayan, fikse eğrilik olarak tanımlanır. Traksiyon ve yana eğilme graflerinde tam düzelme olmaz.

Yapısal Olmayan Eğrilik: Esnek olan, fikse olmayan, traksiyon ve yana eğilme graflerinde tama yakın düzelme gösteren eğriliktir.

Primer Eğrilik: Asıl olan yapısal eğriliktir.

Kompansatuvar Eğrilik: Yapısal eğriliğin üstünde veya altında olan vücudun normal postürünün sağlanması açısından oluşan eğriliktir. Başlangıçta yapısal olmayan esnek eğrilikler olmasına rağmen zamanla esnekliğini kaybederek fikse hale gelebilir (43).

Apikal Vertebra: Vertikal aksa horizontal olarak en uzak olan vertebradır. Rotasyonu en fazla olan vertebra apikal vertebradır (43).

End vertebra (EV): Eğriliği oluşturan vertebralardan apikal vertebraya göre en eğik olan vertebralardır. Eğriliğin derecesini gösteren cobb açısı üst end vertebra ile alt end vertebra arasından ölçülür(43).

Nötral Vertebra: Eğriliğin kaudalinde ve kranialinde bulunan, rotasyonu olmayan vertebralardır. Ön-arka radyografide spinöz proses pediküllere eşit mesafe olarak görülür. (43)

Stabil Vertebra: Merkezi santral dikey çizgi (CSVL) ile ikiye ayrılan en proksimaldeki vertebradır. (43)

Eğrilikler yerine göre tanımlandığında ise; (43)

Serviko-torakal Eğrilik: Eğriliğin apeksinin C7-T1 seviyesinde olduğu eğriliktir.

Torakal eğrilik: Eğriliğin apeksinin T2-T11 arası seviyelerde olduğu eğriliktir.

Torakolomber eğrilik: Eğriliğin apeksinin T12- L1 arası seviyelerde olduğu eğriliktir.

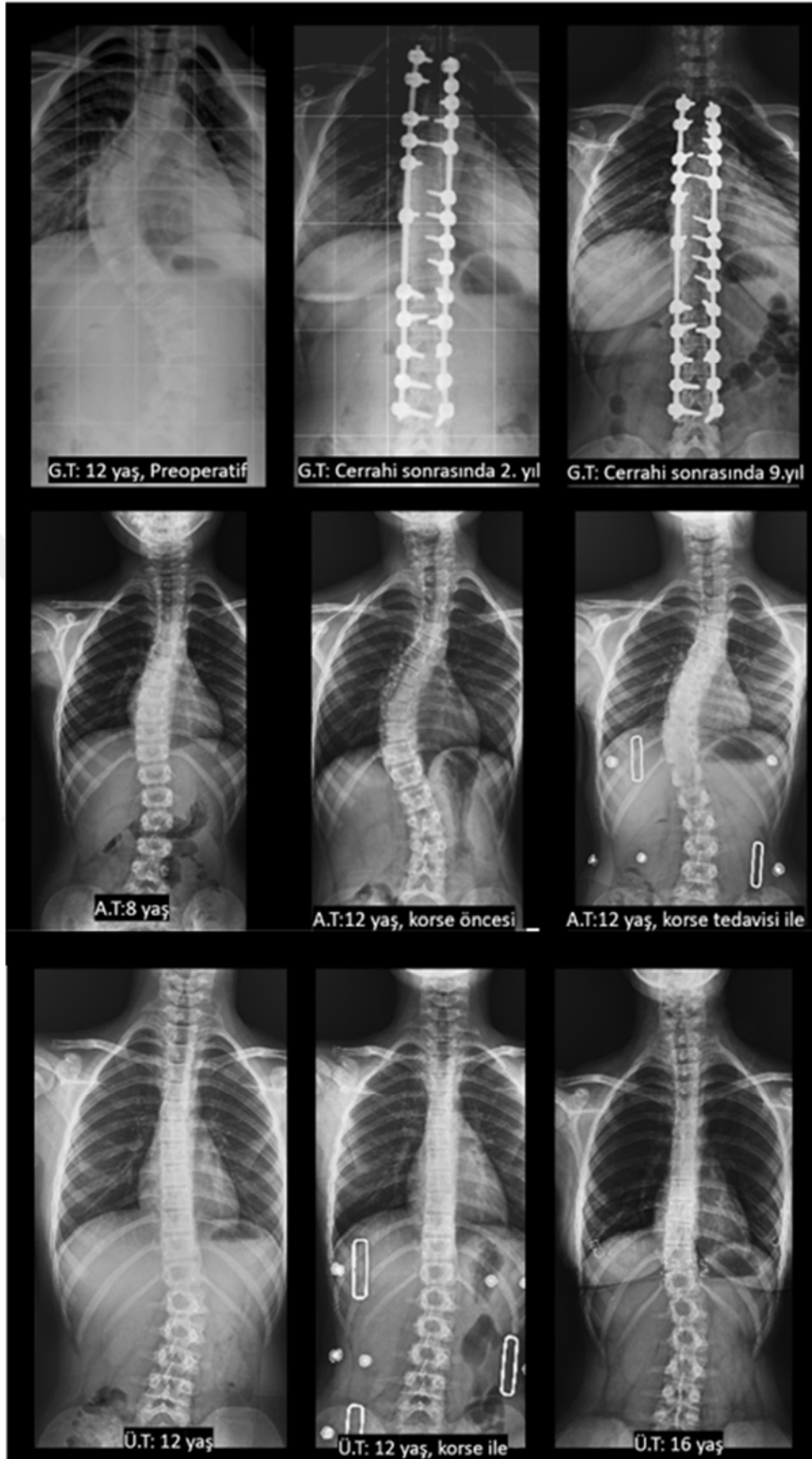
Lomber eğrilik: Eğriliğin apeksinin L2-L4 arası seviyelerde olduğu eğriliktir.

3.Epidemiyoloji

AİS prevalansının %2-4 olduğu, 30°'den büyük eğriliklerin prevalansı % 0,2 ve 40°'den büyük eğriliklerin prevalansı % 0,1 olduğu bildirilmiştir (47,48). 10 derece eğrilikte cinsiyetler arasında eşit sıklıkta görülürken, yüksek dereceli eğrilikler kız çocuklarında daha sık görülmektedir. AİS kız çocuklarında erkeklerden 2 ila 10 kat daha sık görülür (47). Ülkemizde 16.045 çocuğun değerlendirildiği çalışmada AİS prevalansı % 2,3 (kadın %3,1, erkek %1,5) olduğu bildirilmiştir (49).

4.Etiyoloji ve Patogenezi

Skolyozun etiyolojisi ve patogenezi ile ilgili birçok teori ve hipotez bulunmakla birlikte, kesin kanıtlanmış bir patogenezi yoktur (Şekil-10) İdiyopatik skolyozun nedeni olarak belirli bir gen veya gen grubu tanımlanmamakla birlikte, skolyozlu bireylerin akrabalarında skolyoz prevalansının artması, genetik faktörlerin varlığını desteklemektedir. Skolyozlu bireylerin birinci derece akrabalarında da yaklaşık %11 oranında skolyoz olduğu bildirilmiştir(50) (Şekil-9). Hem anne ve hem de babada skolyoz varsa, çocukta hastalık görülme olasılığı genel popülasyona göre 50 kat arttığı bildirilmiştir (51).



Şekil-9: Kardeş olan üç kız hastanın (G.T, A.T, Ü.T) yaşları ve özellikleri (İstanbul Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji ABD. arşivinden alınmıştır.)

En az bir skolyozlu birey olan tek yumurta ikizlerinde konkordans (diğer ikiz bireyin hastalanma oranı) %73-92, dizigotik ikizlerde ise oran daha düşük olup %36-63'tür. Etkilenen ikizlerde eğriliğin ilerlemesi neredeyse aynı olduğu bildirilmiştir (52,53). Kruse ve ark. birden fazla kişinin skolyozdan etkilendiği 140 aileyi kapsayan bir çalışma yayınladılar (54). Anneleri etkilenen erkek çocukların %36'sında, babaların etkilendiği durumda ise kızlarında %85'inde skolyoz görüldüğü bildirildi. Bu bilgiler ışığında; erkeklerin skolyozla ilişkili genler için daha yüksek bir eşiğe sahip olduğu, AIS patogenezinde poligenik bir kalıtım olduğu düşünülmektedir.

Biyoloji alanındaki son gelişmelerle birlikte, skolyoz için epigenetik açıklamalar bulmaya olan ilgi artmaktadır. Epigenetik, DNA baz çiftlerinin dizisinde kodlanmayan kalıtsal özelliklerin incelenmesidir. Çevresel faktörlerin epigenetik yoluyla genlerin ifadesini etkileyebileceği düşünülmektedir. Örneğin biyomekanik stres ve östrojenin, sağlıklı kontrollere kıyasla AIS tanılı hastalardan alınan hücrelerde daha yüksek seviyelerde nitröz oksit ve siklooksijenaz-2 (COX-2) ifadesiyle, kültürlenmiş osteoblastların gen ifadesini etkileyebileceği bulunmuştur(55).

Kemik, bağ, kaslar veya merkezi sinir sistemindeki sorunların idiopatik skolyoz patogenezi ile ilişkili olduğu iddia edilmiştir. AIS tanılı hastalarda hem omurgada hem de femurda aynı yaştaki kontrollere göre kemik yoğunluğunun daha düşük olduğu gösterildiği için, osteopeninin skolyozun bir sonucu olmaktan ziyade etiyolojisinin bir parçası olabileceği de düşünülmektedir (56,57).

Skolyoz hastalarında muskületendinöz bileşkedeki multifidus kasının histolojik analizi, sarkolemma membranlarında düzensizlikler ve buna bağlı olarak tendonların yapısal düzensizliğini ortaya çıkardı (58). Bu teori özellikle çocukluk çağında ortaya çıkan nöromusküler skolyoz gelişimi ile ilgilidir.

Skolyozlu hastalar ve sağlıklı kontroller arasında intervertebral disklerde de kollajen çapraz bağlanmasında farklılıklar bulunmuştur(59). Eğrinin dışbükey tarafında içbükey taraftan daha fazla çapraz bağ vardır. Bununla birlikte, spinal ligamanların kollajende çapraz bağlanmadaki anormallikler olduğu bildirilmiştir (60,61). Marfan ve Ehlers-Danlos gibi bağ doku hastalıklarında skolyoz görülmesi, omurganın herhangi bir dokusundaki yapısal problemlerin idiopatik skolyozdan sorumlu olabileceğini düşündürmektedir.

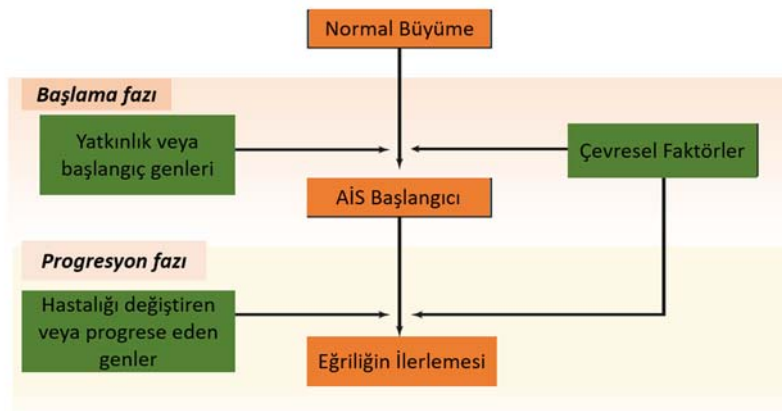
Serebral palsi gibi merkezi sinir sistemi hastalıklarında da skolyoz görülmektedir. Pinealektomi sonrası tavuklarda yüksek oranda skolyoz görülmesi ve melatonin reseptörlerinin omuriliğin postüral kontrolle ilişkili bölgelerinde bulunması, pinealektomi sonrası görülen melatonin eksikliğinin skolyoza neden olabileceği iddia edilmiştir (62). AIS'li bazı kızların melatonin

reseptörü MT2' nin minimal ekspresyonuna sahip olduğu küçük serilerde bulunmuştur(63,64). Ancak, skolyozlu hastalarda melatonin seviyelerine ilişkin çalışmalar bu iddiayı ispat edememiştir (65–68).

Cheung ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada skolyozlu bireylerin aynı yaştaki sağlıklı gruba göre boy uzama pikinin daha küçük yaşta görüldüğünü saptamıştır (69). Bu çalışmada vertebra büyüme plaklarındaki konjenital defektlerin skolyoz gelişimi ile ilgili olabileceği düşünülmüştür.

Skolyozlu hastaların vücut kitle indeksi aynı yaş grubundaki sağlıklı insanlara göre daha düşük bulunmuştur. Bu durum deformite ile alakalı psikolojik faktörlere bağlanmıştır (70). Ancak son çalışmalarda skolyozun, metabolik veya endokrin bir hastalığın görünen yönü olabileceğini bildirmektedir (71). Büyüme hormonu tedavisi sırasında sporadik skolyoz gelişimi vakalarının gözlemlenmesi, büyüme hormonunun süreçteki olası rolünün önemine dikkatöekmiştir (72). Bununla birlikte, skolyoz hastalarında büyüme hormonu kan konsantrasyonunda herhangi bir anormallik bildirilmemiştir (73). Bu farklı bulgular, skolyoz hastalarında gözlenen gecikmiş ergenlik ile ilişkili olabileceği bildirilmiştir (74). Pubertal gecikme ile olgunlaşmamış omurlar dik duruşun deforme edici stresine uzun süre maruz kalacak ve dolayısıyla bu durumun skolyoz oluşumunu kolaylaştıracağı düşünülmektedir.

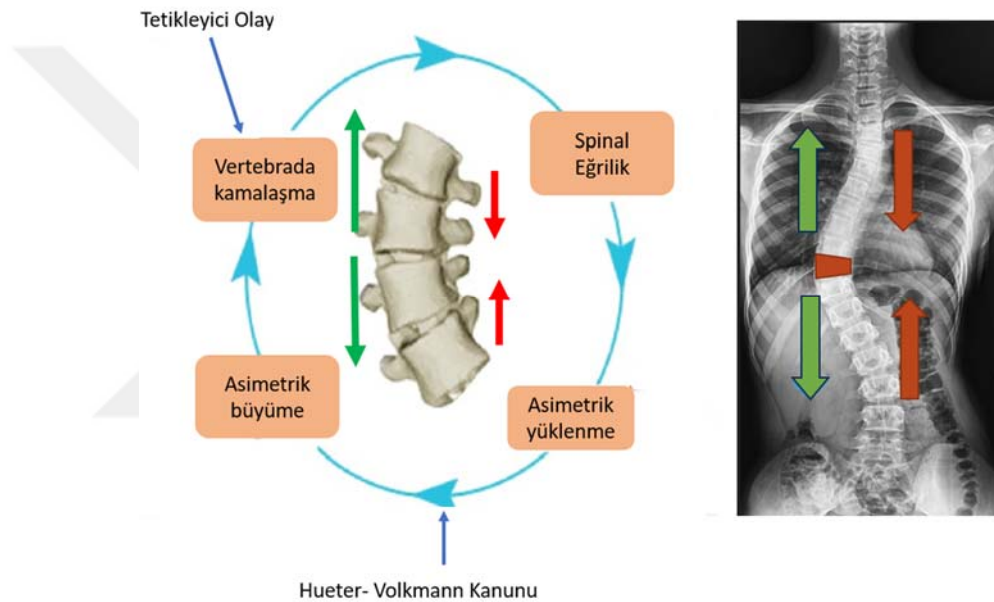
Kalmodulin proteininin kas kasılmasındaki rolü nedeniyle bazı yazarlar kas tonusu bozukluğu yoluyla kalmodulinin skolyoz gelişiminde rol oynayabileceği fikrini araştırmaya itmiştir (75). Yapılan çalışmalarda yüksek trombosit kalmodulin sayısı ile skolyozun göreceli şiddeti arasında bir ilişki vardır (76,77).



Şekil-10: Skolyoz etiyopatogenezi (Cheng JC, et al. Adolescent idiopathic scoliosis.

Nat Rev Dis Prim. 2015; 1:15030'den alınarak değiştirilmiştir.)

Skolyozun başlangıcından sonra ilerlemesinde bir kısır döngü oluşacağını öngören çalışmayı Stoke ve Burwell yayınlamıştır(78). Stokes ve Burwell, skolyoz eğrisinin ilerlemesindeki kısır döngünün, kama şeklinde omur oluşumuna yol açan tetikleyici bir olayla başladığını öne sürmüşlerdir. Kama şeklindeki omurlar neticesinde omurgada eğrilik oluşur ve bu durum sürekli bir asimetrik yük dağılımına neden olur. Kompresif tarafta büyümenin yavaşlayıp ve distraktif tarafta hızlanacağını öngören Hueter-Volkman kanununa göre eğrilik daha da ilerler. İlerleyen eğrilik neticesindevertebra kompresif-distraktif güçlere daha çok maruz kalacak ve eğrilik progrese olacaktır (Şekil-11) Bu kısır döngü literatürde en çok kabul gören skolyoz progresyonu ile ilgili teori olarak görünmektedir.



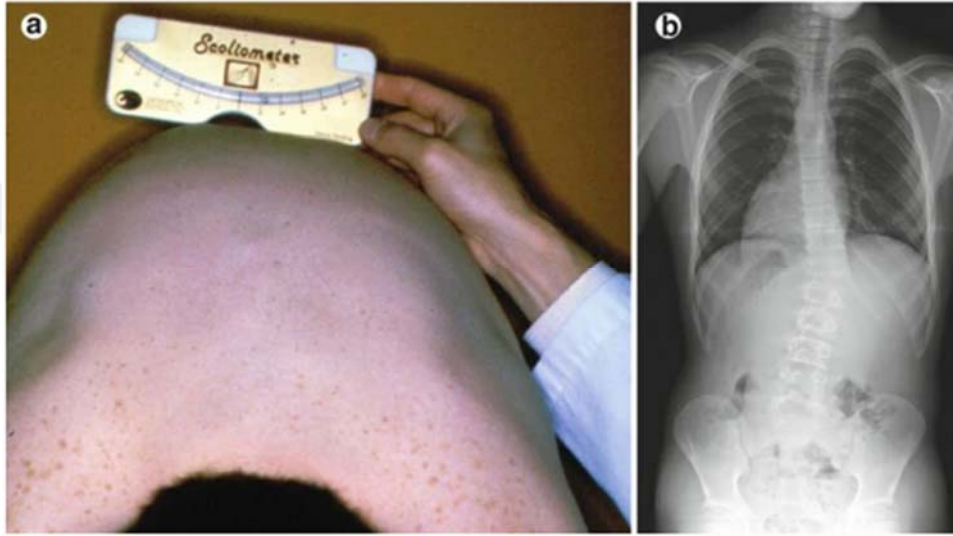
Şekil-11: Skolyoz ilerlemesinde kısır döngü, kırmızı oklar kompresyon, yeşil oklar distraksiyonu göstermektedir. (Soldaki şekil *Berdishevsky H et al. Physiotherapy scoliosis-specific exercise- a comprehensive review of seven major schools. Scoliosis Spinal Disord. 2016 Aug 4; 11:20'den alınarak yeniden çizilmiştir*, sağdaki şekil *İstanbul Tıp fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji ABD arşivinden alınmıştır*.)

5.Tanısal Yaklaşım

a) Anamnez

Hastaların genellikle ağrı şikâyeti yoktur. Ağrı olması durumunda skolyoza neden olan diğer durumların mutlaka dışlanması gerekmektedir. AİS tanısı genellikle hastanın birinci basamak hekimi, ebeveyni veya diğer yakın çevresinin vücut asimetrisini fark etmesinden sonra, yapılan ileri tetkikler ile konulur. Farklı bir sebeple başvurduğu doktor muayenesinde çekilen batin ve akciğer grafilerinden sonra rastlantısal olarak da saptanabilmektedir.

Eğrilikten şüphe edilen durumda hastanın hikayesi dikkatli bir şekilde değerlendirilmeli, fizik muayene yapılmalı ve sonrasında gerekli radyografik incelemeler yapılmalıdır. Mutlaka yaş, cinsiyet, menarş tarihi ve aile öyküsü detaylıca değerlendirilmelidir. Fizik muayenede öne çıkan başlıca durumlar; gövde asimetrisi, omuz yükseklik farkı, pelviste eğim ve asimetri, kotalarda belirginleşmedir. Muayenede standart Adam öne eğilme testi yapılır, bu durumda eğrilik ve kotalarda belirginleşme daha rahatlıkla gözlemlenir. Bunnell skolyometresi tanı aşamasında ve taramada kullanılan aksiyel gövde rotasyon ölçümüne dayalı bir cihazdır(79,80) (Şekil-8).



Şekil-12: a) Adam öne eğilme testi, Bunnell skolyometresi b) Aynı hastanın ayakta ön-arka grafisi, 30 derece eğrilik görülmekte (Weinstein S, Dolan L, Cheng J, Danielsson A, Morcuende J. *Adolescent idiopathic scoliosis. Lancet. 2008;3(371(9623)):1527–37* ‘den alınmıştır.)

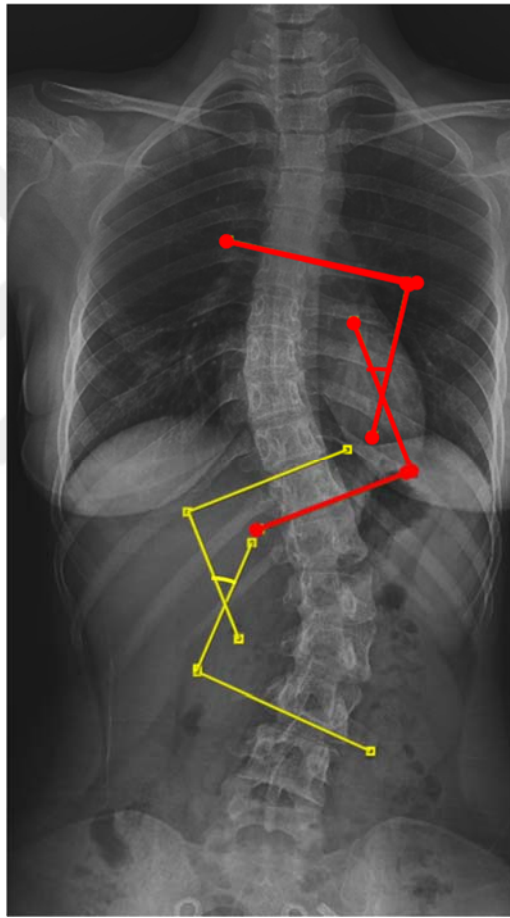
Tarama testleri vücut asimetrisini tespit etmede hassas olsa da skolyoza özgü değildir ve eğri büyüklüğü hakkında çok az bilgi verir. Omurga muayenesi yapıldıktan sonra detaylı bir nörolojik muayene yapılmalıdır. Nörolojik sorun varsa mutlaka magnetik rezonans görüntüleme ile medulla spinalis değerlendirilmelidir.

Günümüzde ilerleyen teknoloji sayesinde akıllı telefonlara yüklenen bazı uygulamalar skolyoz tanısında kullanılmaya başlamıştır. Adam öne eğilme testi yapıldıktan sonra ScolioTrack®, Scoliometer® ve Tiltmeter® isimli uygulamalar ile aksiyel gövde rotasyonu hesaplanıp, Cobb açısı tahmin edilebilmektedir. West ve ark. Scolioscreen® isimli uygulamayı skolyometre ile karşılaştırarak uygulamanın doğruluğunun ve hassasiyetinin mükemmel olduğunu saptamışlardır (81). Akıllı telefonlardaki İpinpoint® ve Cobbmeter® uygulaması ile ekran görüntüsü üzerinden Cobb açı ölçümleri yapılabilmektedir. Ketenci ve ark. yapmış olduğu çalışma ile İpinpoint® ve Cobbmeter® uygulamalarının her ikisinin de Cobb açısı ölçümünde

güvenilir olduğunu bildirmişlerdir (82). Jun ve ark. Cobbmeter® uygulamasının güvenilirliği- nin mükemmel olduğunu bildirmişlerdir (83).

b) Radyolojik Değerlendirme

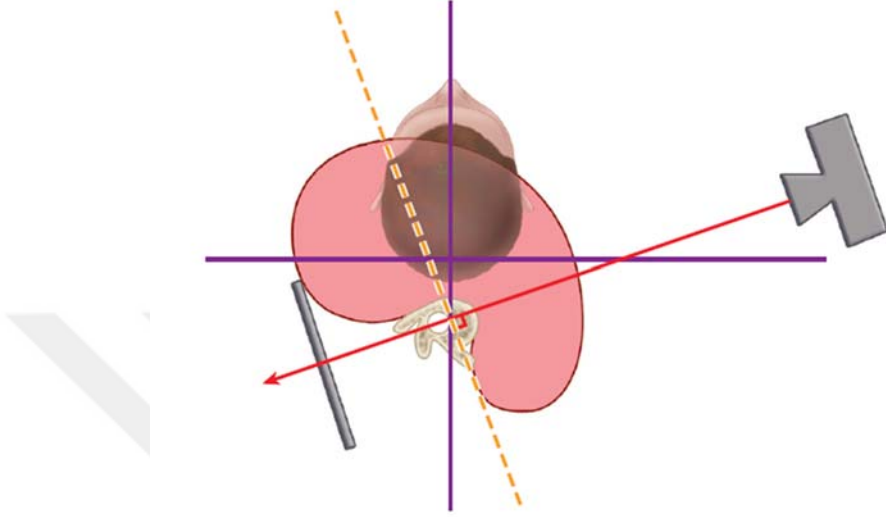
Eğriliği değerlendirmek için iki yönlü skolyoz grafisi istenir. Tanı omurganın ayakta ön-arka radyografisinde cobb yöntemiyle (Şekil-9) ölçülen en az 10°'lik bir koronal omurga eğriliği ile tanımlanabilir. İki eğrilik var ise cobb açısına göre sayıca büyük olan eğriliğe ma- jör eğrilik, sayıca az olana ise minör eğrilik adı verilir. Eğriliğin yapısal olup olmamasına yana eğilme ve traksiyon grafleri çekilerek karar verilir. Eğer eğrilik 25 derece altına inmi- yorsa yapısal eğriliktir.(84)



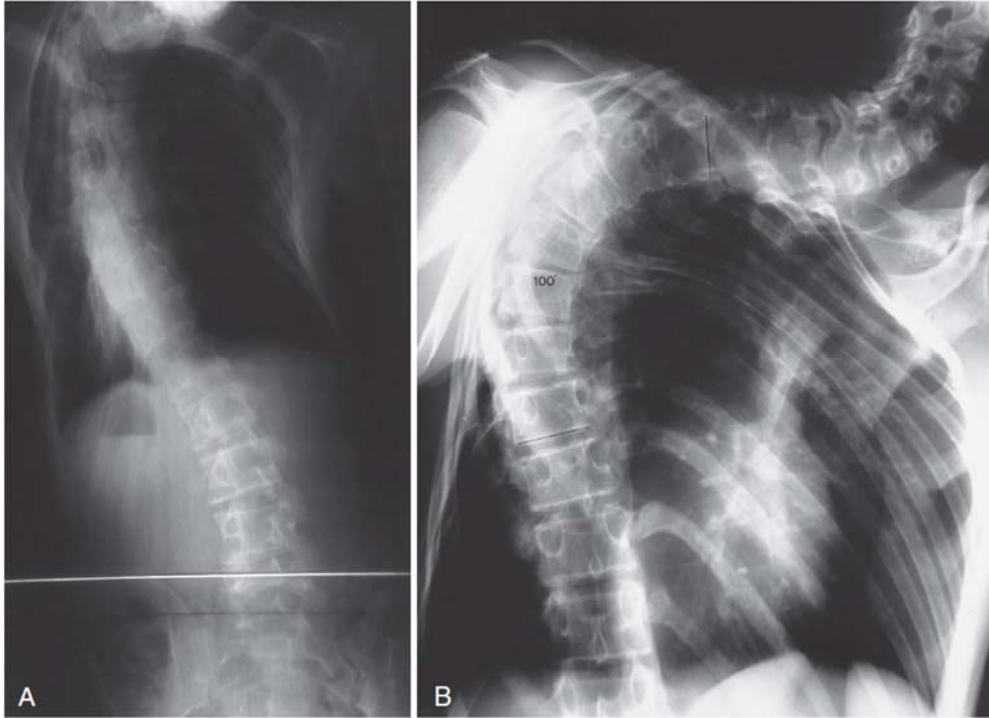
Şekil-13: Cobb açısı ölçümü, 20 yaş kız hastada torakal ve torakolomber eğriliklerin cobb açısı ölçülmüştür.

İleri dereceli eğriliklerde ciddi rotasyon nedeniyle eğrilik derece ölçümlerinde hatalı sonuçlarla karşılaşılabilir. Stagnara, eğriliğin bu rotasyonel bileşenini ortadan kaldırmak için bir radyografik teknik tanımlamıştır. Bu teknikte, kasetin rotasyonel kaburga çıkıntısının me- dial yönüne paralel olduğu ve x-ışınının kasete dik açılarda geldiği oblik bir radyografi çekilir

(Şekil-14,15). Bu grafiye 90 derece açıyla çekilen grafi gerçek yan radyografi olarak tanımlanmıştır. Stagnara grafileri eğrilik derecesinin çok daha doğru bir şekilde ölçülmesine ve vertebral anatominin daha iyi değerlendirilmesine olanak tanır (85).



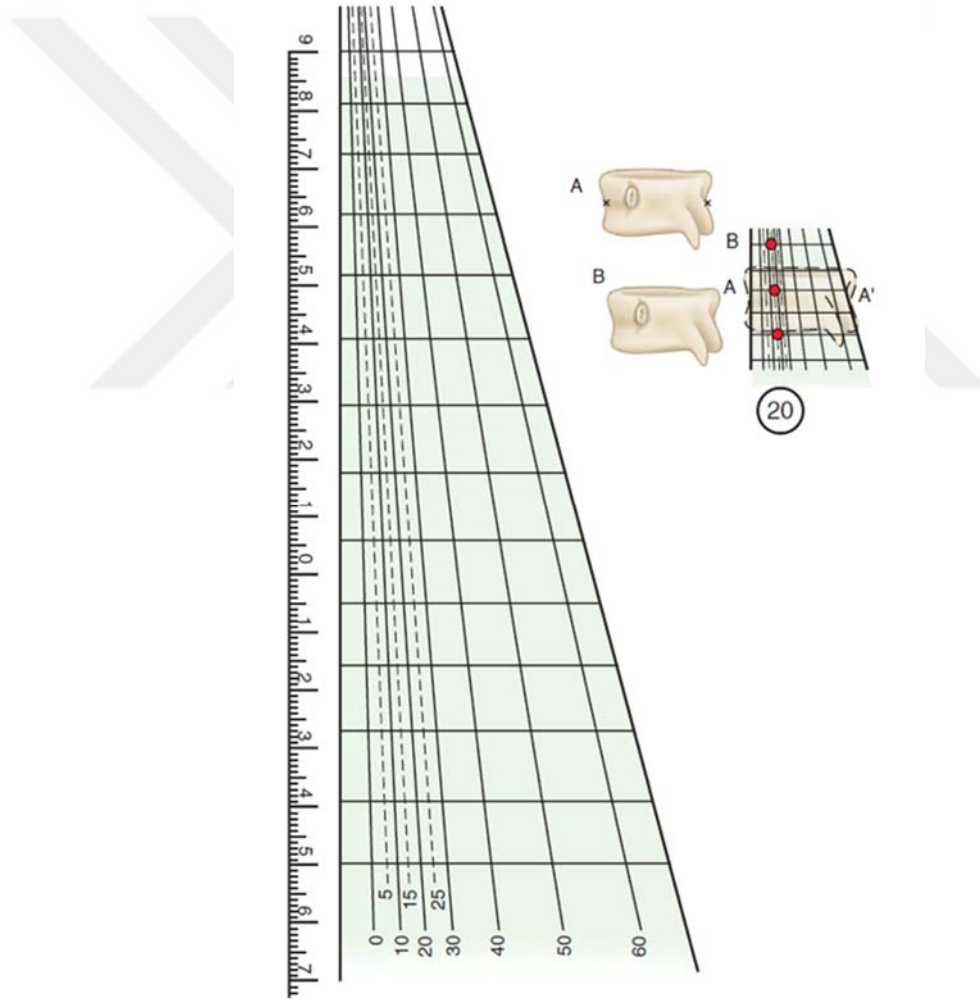
Şekil-14 :Stagnara derotasyon grafisi (*Campbell's Operative Orthopaedics 13th edition, 2017, chapter 12'den alınmıştır.*)



Şekil-15: A) Standart ön-arka spinal radyografi B) Aynı hastanın stagnara derotasyon radyografisi (*Campbell's Operative Orthopaedics 13th edition, 2017, chapter 12'den alınmıştır.*)

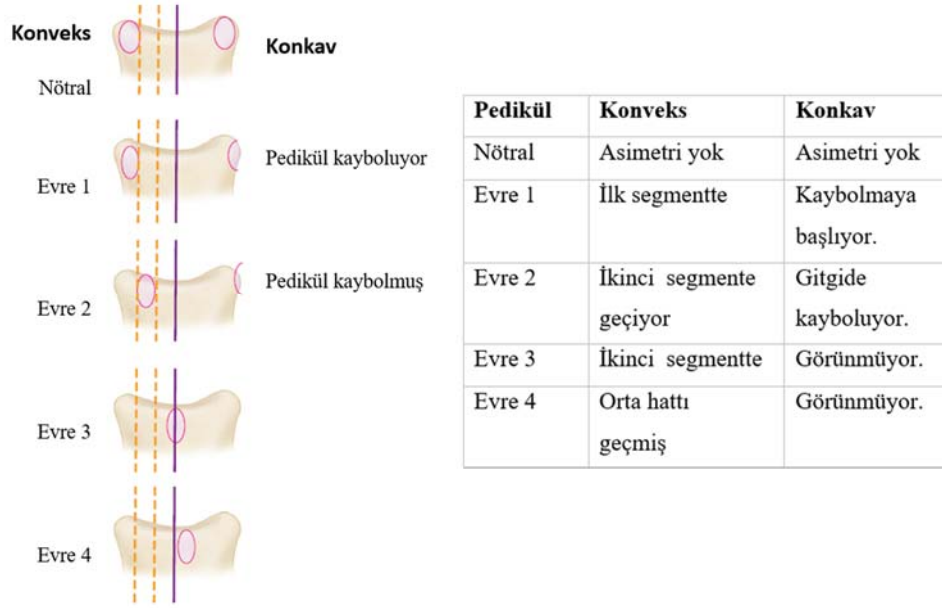
Vertebra rotasyonunu radyografik olarak değerlendirmek için en sık kullanılan iki yöntem Nash-Moe ve Perdriolle-Vidal yöntemleridir. Her iki yöntem de ön-arka spinal radyografi üzerinden yapılmaktadır. Rotasyon değerlendirme için bilgisayarlı tomografi daha iyi sonuçlar vermesine rağmen radyasyon maruziyetinin çok olması nedeni ile rutin skolyoz değerlendirmesinde kullanılmaz. Son yıllarda ortaya çıkan EOS (Paris, Fransa) görüntüleme omurganın üç boyutlu yapısı hakkında düşük radyasyon maruziyeti ile mükemmel yakın görüntüler elde etmesi nedeni ile rotasyon değerlendirmesinde kullanılabilir.

Pedriolle yöntemi için şeffaf torsiyometre grafi üzerine konur. Apikal vertebranın kenarı ve rotasyona uğrayan pedikülü işaret noktalarını oluşturur. Bu dereceye denk gelen açı apikal vertebranın rotasyonu olarak ölçülür (Şekil-16).



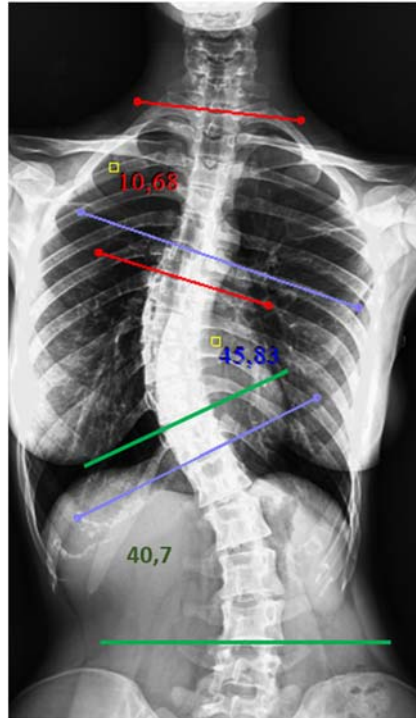
Şekil-16: Perdriolle torsiyometresi ve apikal vertebra rotasyon ölçümü (*Campbell's Operative Orthopaedics 13th edition, 2017, chapter 12'den alınmıştır.*)

Nash-Moe yönteminde ise vertebranın rotasyonu dört evre üzerinden değerlendirilmektedir. (Şekil-17).



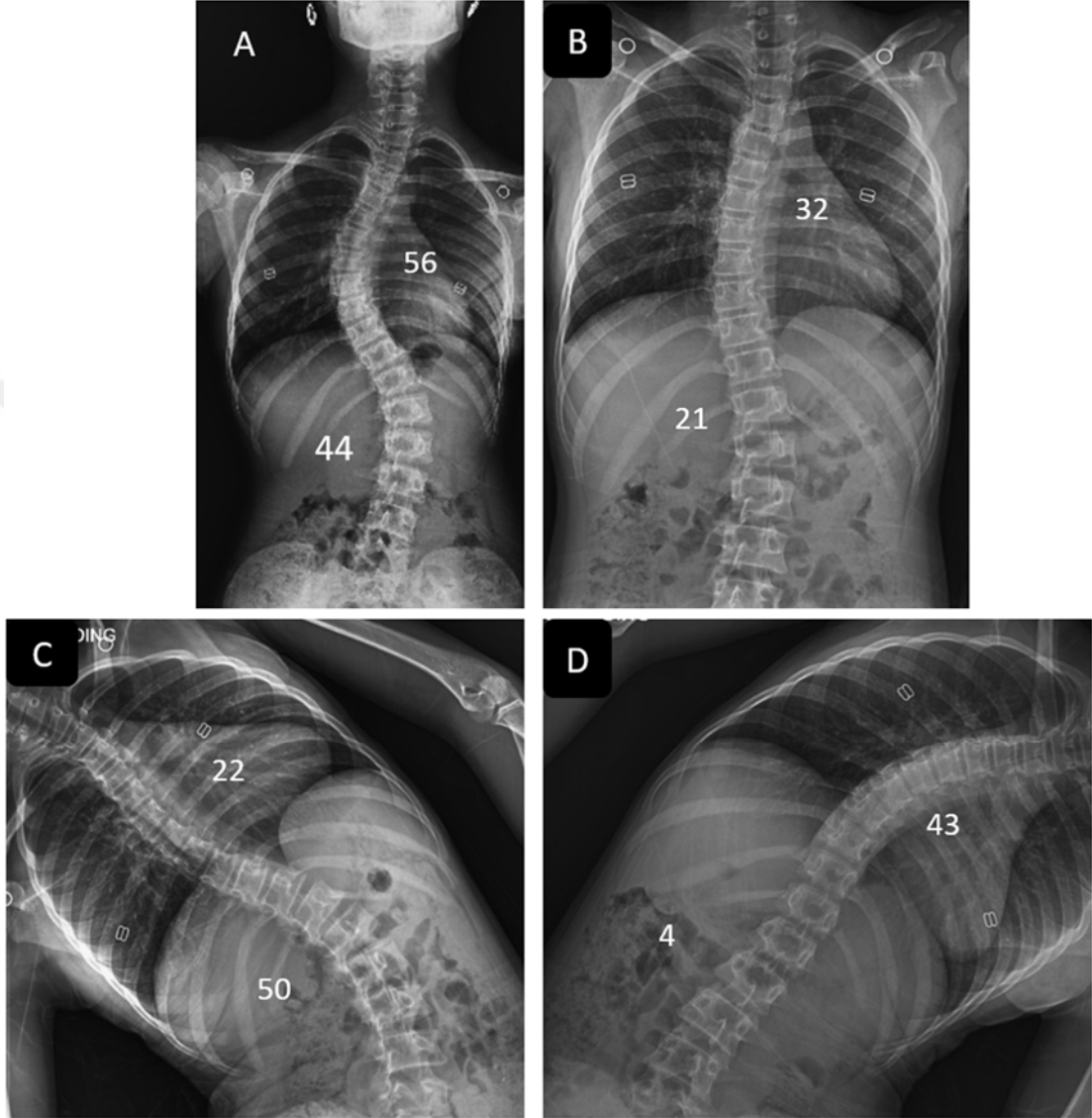
Şekil-17: Nash-Moe yöntemi ile vertebra rotasyon ölçümü (*Campbell's Operative Orthopaedics 13th edition, 2017, chapter 12'den* alınarak değiştirilmiştir.)

Radyografik ölçümler yapılırken majör eğriliğin derecesi ve lokalizasyonu, eğriliğin proksimalinde kalan yapısal olmayan eğriliğin derecesi Cobb yöntemi ile ölçülür. (Şekil-18)



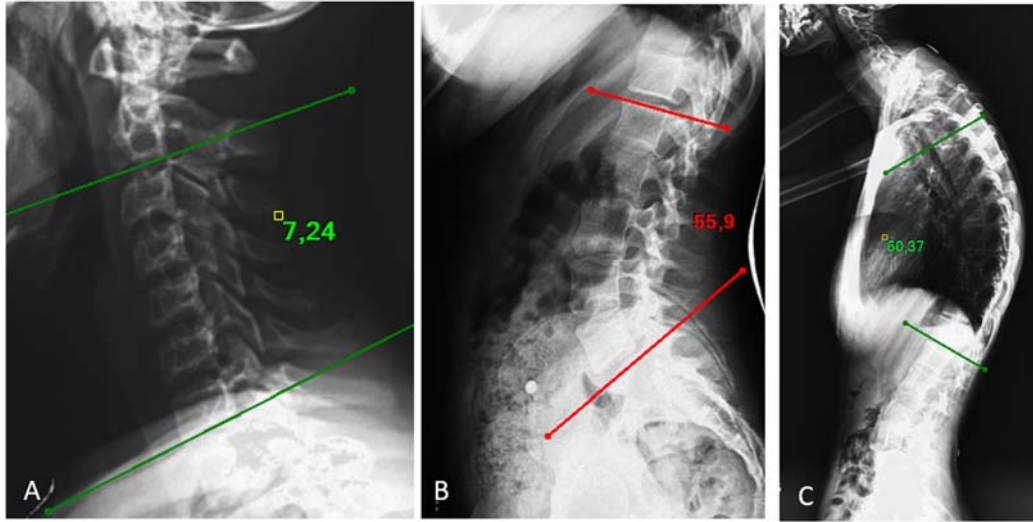
Şekil-18: Majör eğrilik ve kompensatuar eğrilik derecelerinin ölçülmesi

Eğrilik dereceleri ölçüldükten sonra sağa-sola eğilme grafileri ve traksiyon grafileri ile eğriliklerin esneklikleri değerlendirilir (Şekil-19).



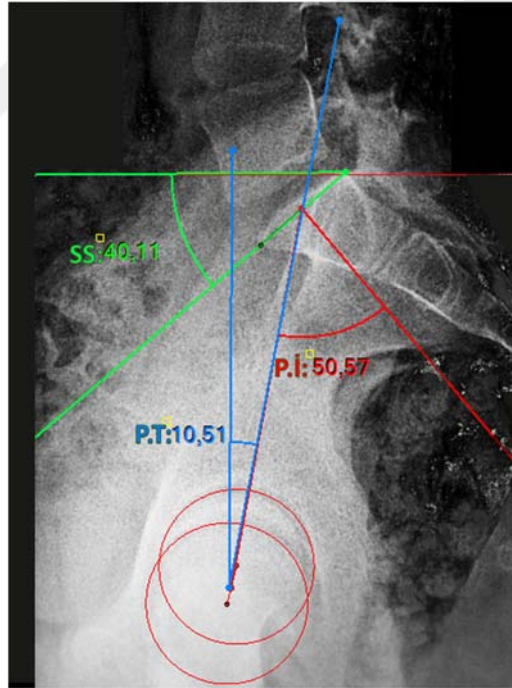
Şekil-19: Yana eğilme ve traksiyon grafileri, eğriliklerin cobb ölçümleri grafiler üzerinde belirtilmiştir. A) Ayakta AP spinal grafisi, B) AP traksiyon grafisi, C) Sağa eğilme grafisi, D) Sola eğilme grafisi

Servikal lordoz (SL) C2 alt end plate ile C7 alt end plate arasından ölçüm yapılır. Lomber lordoz (LL) için L1 üst endplate ile S1 üst endplate arasındaki açı ölçülür. Torakal kifoz (TK) için T4 üst endplate ile T12 alt endplate arasındaki açı ölçülür (Şekil-20).



Şekil-20: A) Servikal lordoz, B) Lomber lordoz, C) Torakal kifoz ölçülmesi

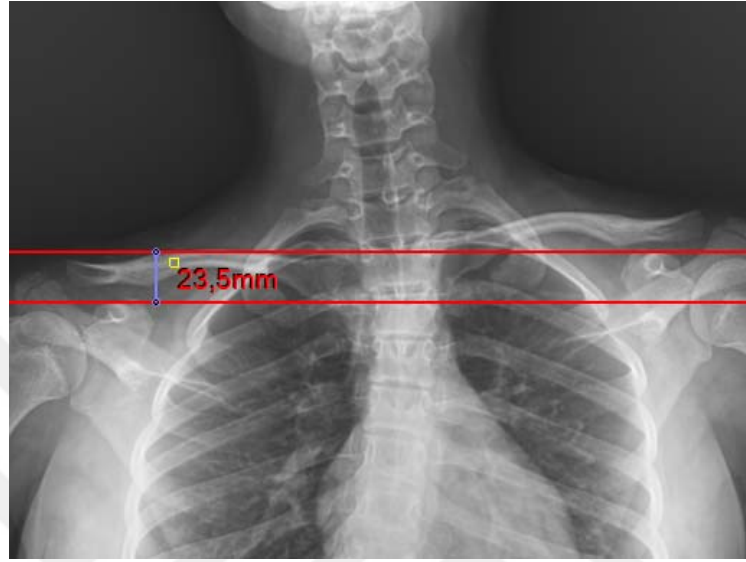
Pelvik parametreler olarak sakral eğim (SS), pelvik insidans (Pİ), pelvik tilt (PT) ölçülerek değerlendirilir. (Şekil-21) Pelvik parametreler ölçülürken kalça eklemlerin üst üste olduğu durumlarda her iki kalça merkezinin orta noktası kullanılarak ölçümler yapılır.



Şekil-21: Sakral eğim (SS), Pelvik tilt (PT) ve Pelvik insidans (Pİ) ölçümü

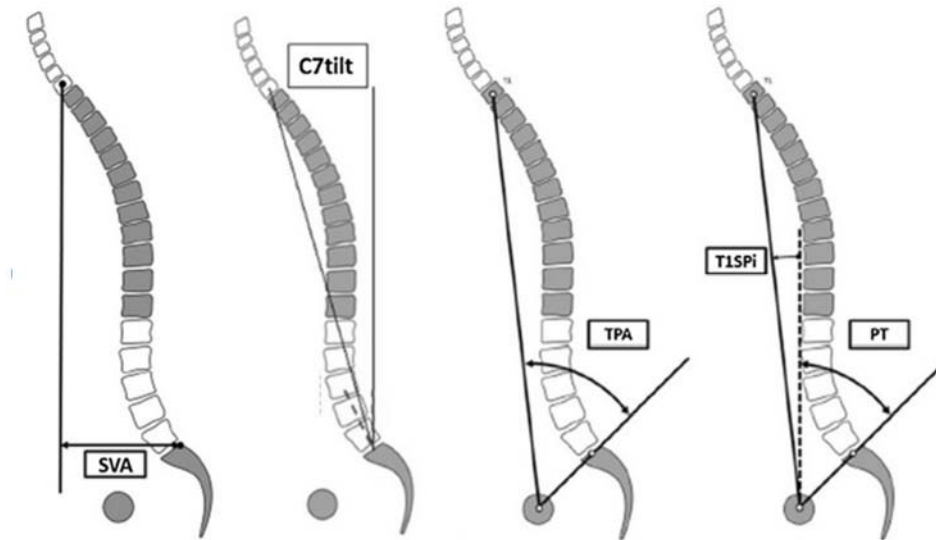
Omuz asimetrisi konusunda birçok radyolojik ölçüm parametresi bulunmaktadır. Bunlar(86); CHD, klavikula açısı, klavikula-kaburga kesişme farkı, radyografik omuz yüksekliği, T1 vertebranın eğimi, birinci kaburga açısı, servikal akstır. Yapılan çalışmalarda klinik olarak

tespit edilen omuz asimetrisi ile korelasyonu en yüksek olan radyolojik ölçümler CHD, klavikula açısı ve klavikula-kaburga bileşke farkı olarak bildirilmiştir(87–89). Omuz asimetrisini değerlendirmek amacıyla korakoid yükseklik farkı (Corakoid height distance-CHD) ölçümü her iki korakoid üst uçları arasındaki dikey uzaklık olarak ölçüm yapılır (Şekil-22).



Şekil-22: Korakoid yükseklik farkı ölçülmesi

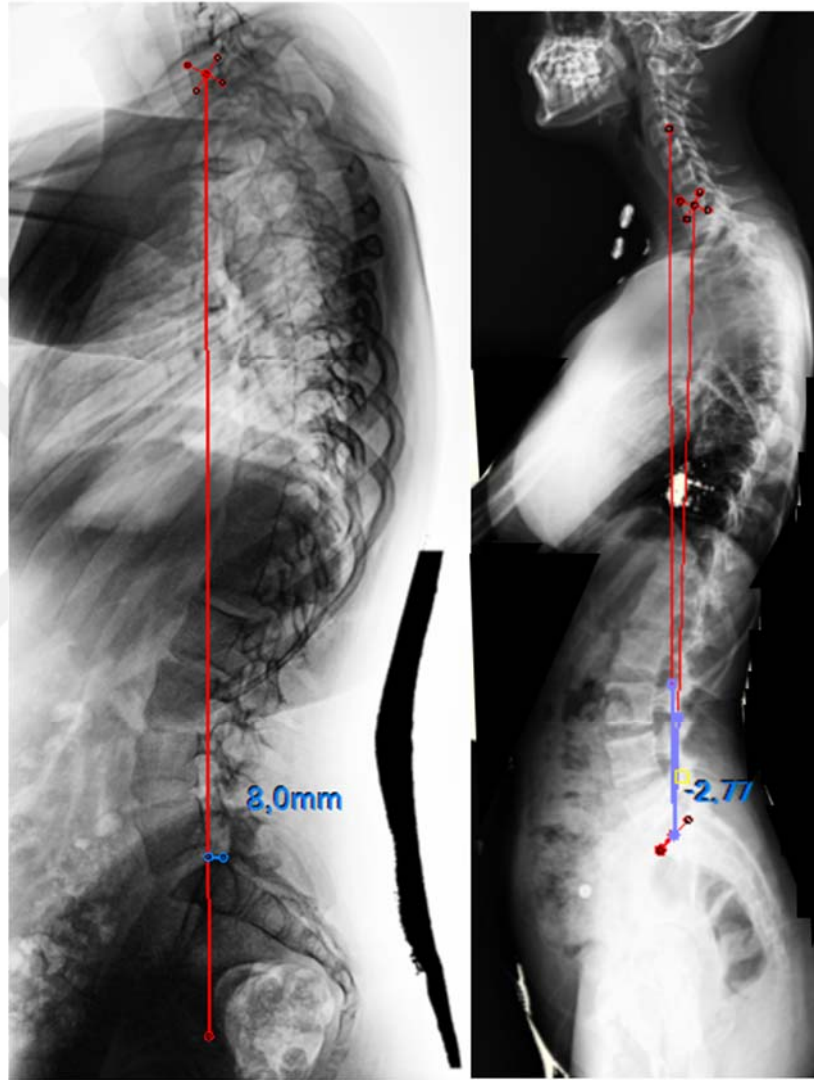
Global sagittal parametreleri değerlendirmek amacıyla ise sagittal vertikal aks (SVA), C7 vertebra'nın eğimi (C7 tilt), T1-pelvik açı (TPA) ve T1 spinopelvik inklinasyon (T1SPİ) ölçülür. (Şekil-23)



Şekil-23: Global sagittal parametrelerin şematik görünümü (Ferrero E, Guigui P, Khalife M, et al. Global alignment taking into account the cervical spine with odontoid hip axis angle (OD-HA). Eur Spine J. 2021;30(12):3647-3655. 'den alınmıştır)

SVA değeri için C7 vertebra orta noktasından çizilen şakülün sakrum üst end plate arka noktasına uzaklığı milimetre cinsinden ölçüm yapılır. Sakrumun önüne düşen ölçümlerde pozitif, arkasına düşen ölçümler negatif değerler olarak kabul edilir (Şekil-24.A).

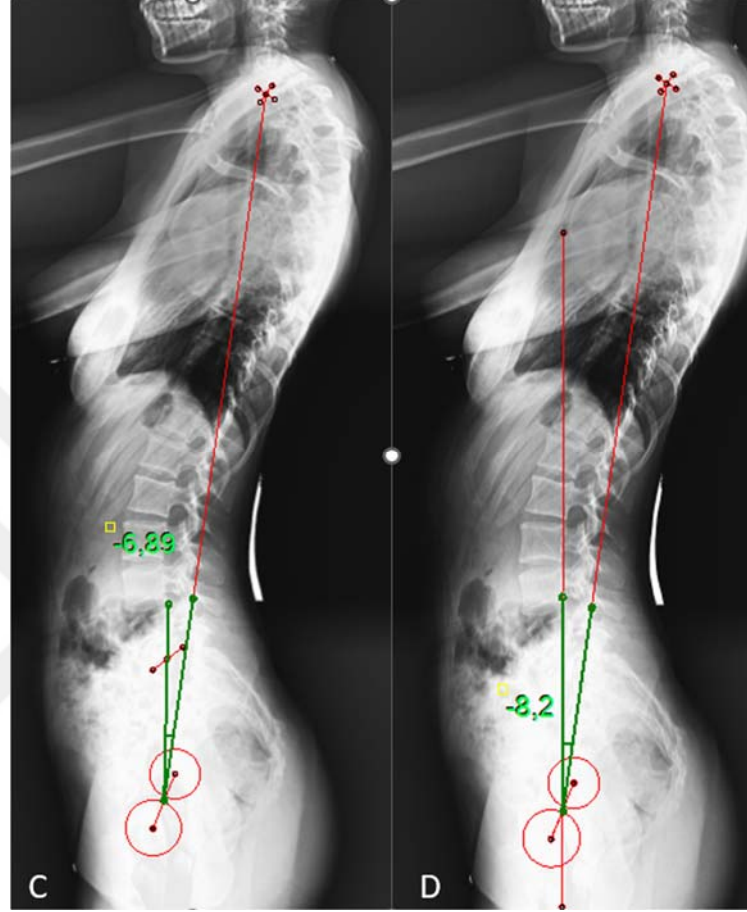
C7-Tilt açısı C7 vertebra orta noktası ile sakrum üst endplate orta noktası arası çizgi ile düşey eksen arasındaki açı olarak hesap edilir. C7 vertebra düşey eksenin anteriorunda ise pozitif, arkasında ise negatif değer olarak kabul edilir (Şekil-24.B).



Şekil-24: A) SVA mesafesi ölçümü, B) C7-Tilt açısı ölçümü

TPA açısı ölçümü T1 vertebra orta noktası bulunduğundan sonra bu nokta ile kalça merkezi arasında çizgi çizilir. Ayrıca sakrum üst endplate orta noktası ile kalça merkezi arasında çizgi çizildi. İki çizgi arasındaki açı TPA açısı ölçülür. T1 vertebra kalça merkezinin anteriorunda ise pozitif, posteriorunda ise negatif olarak tanımlanır. (Şekil-25.A)

T1SPİ açısı TPA açısına benzer şekilde ölçülür. T1 vertebra orta noktası ve kalça merkezini birleştiren çizgi ile düşey eksen çizgisi arasındaki açıdır. T1 vertebra düşey eksenin önünde ise pozitif, arkasında ise negatif olarak tanımlanır. (Şekil-25.B)



Şekil-25: A) TPA açısı ölçümü, B) T1SPİ ölçümü

6.Sınıflandırma

AİS sınıflamasında birçok sınıflama sistemi tanımlanmıştır.

- Negrini sınıflandırması(90): Eğrinin yönüne, kaymasına ve fazına dayalı bir sınıflamadır.
- Poncet sınıflandırması (91): ana eğrinin üç farklı geometrik torsiyon modeline dayalı sınıflandırmıştır.
- Rigo sınıflandırması (92): Hem radyolojik hem de klinik eğri paternine dayalı olarak, etkili breys tasarımı ve üretimi için gerekli düzeltmelerin ilkelerini tanımlayan sınıflamadır.
- Lehnert-Schroth sınıflandırması (93): Omuz, toraks ve lumbopelvik bloğun frontal düzlemde birbirine karşı deviye ve döndürülmüş olduğu “üç eğri paternini” içerir.

a) King-Moe Sınıflaması

1983 yılında King ve Moe torakal idiopatik skolyozda füzyon seviyesi seçimi ile alakalı yayınladığı çalışmada AIS eğriliklerini 5 gruba ayırmıştır (94) (Şekil-26s).

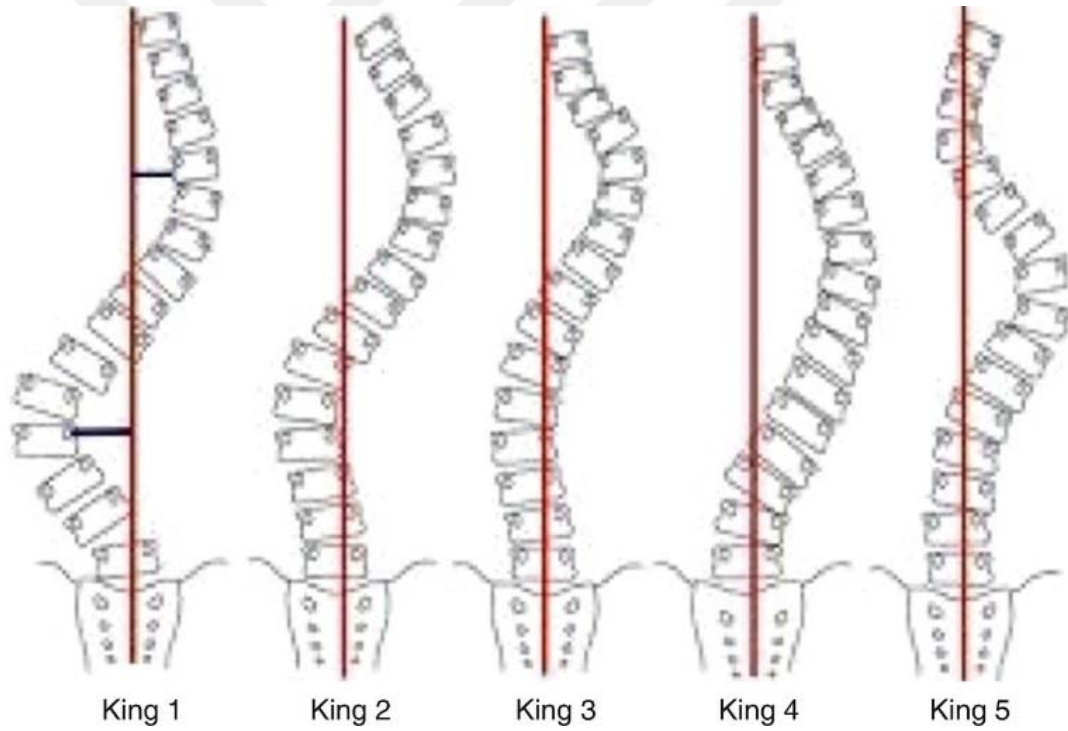
King tip 1 eğrilik: Her ikisi de orta hattı geçen "S" şeklinde çift eğrilik mevcuttur. Lomber eğrilik torakal eğrilikten büyüktür ve rijittir.

King tip II eğrilik: Her ikisi de orta hattı geçen "S" şeklinde çift eğrilik mevcuttur. Torakal eğrilik lomber eğrilikten büyük ve daha rijittir.

King tip III eğrilik (Tek torakal eğrilik): Torakal eğrilik orta hattı geçer fakat lomber eğrilik orta hattı geçmez.

King tip IV eğrilik: Tek majör uzun torakal eğrilik vardır. L5 vertebra sakrum üzerinde santralizedir. Ancak L4, eğriliğin konveks tarafına doğru eğimlidir.

King tip V eğrilik (İkili torakal eğrilik): Torakal bölgede çift yapısal (strüktürel) eğrilik mevcuttur.



Şekil-26: King-Moe Sınıflaması (Balsano, M., Negri, S. (2019). *Natural Course and Classification of Idiopathic Scoliosis*. In: Meyer, B., Rauschmann, M. (eds) *Spine Surgery*. Springer, Cham.'dan alınmıştır)

b) Lenke Sınıflaması

Lenke ve arkadaşlarının 2001 yılında yayınladığı makalede (95) yeni bir AİS sınıflaması tanımlamıştır. Lenke sınıflaması yapılırken eğrilik paternine 3 basamakta karar verilir (Tablo-2). Günümüzde AİS tanısında ve tedavisinde en sık kullanılan sınıflandırma sistemidir.

1-Eğriliğin/Eğriliklerin lokasyonu: AİS hastalarında ana torakal (Main torakal-MT), Proksimal torakal (PT), Torakolomber/Lomber (TL/L) olmak üzere üç eğrilik yeri mevcuttur. Birden fazla eğrilik varsa derecesi büyük olan eğrilik yapısal kabul edilir, derecesi küçük olan eğriliğin yapısal olup olmama durumu traksiyon ve yana eğilme grafileri ile belirlenir. Eğer eğrilik 25 derecenin altına düşerse yapısal değildir, 25 derecenin üzerinde ise yapısal kabul edilir.

Sagital planda bir eğriliğin yapısal olmak kriterleri ise; proksimal torakal bölgede (T2-T5) ve torakolomber bileşkede (T10- L2) 20 derece ve üzerinde hiperkifoz varlığında da bu eğrilikler yapısal olarak kabul edilir.

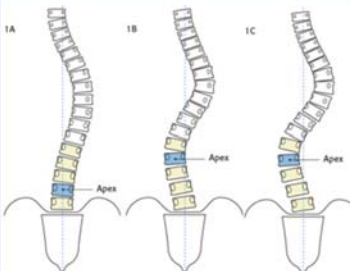
- Lenke Tip 1: Ana torakal (MT) eğrilik. MT majör ve yapısal eğriliktir. Diğer eğrilikler yapısal değildir.
- Lenke Tip 2: İkili torakal (Double torakal) eğrilik. Hem PT hem de MT yapısaldır. TL/L eğrilik yapısal değildir.
- Lenke 3: İkili Major (Double majör) eğrilik. Hem MT hem de TL/L eğrilik yapısaldır. Majör olan eğrilik MT'dir.
- Lenke 4: Üçlü majör (Triple Major) eğrilik. PT, MT, TL/L eğriliklerin üçü de yapısaldır.
- Lenke 5: Torakolomber/Lomber eğrilik: Eğriliklerden sadece TL/L olanı yapısaldır. Diğer eğrilikler yapısal değildir.
- Lenke 6: Torakolomber/Lomber-Ana torakal eğrilik: Hem TL/L, hem de MT eğrilik yapısaldır. Fakat majör olan eğrilik TL/L eğriliktir. Lenke 3 ile ayrımı hangi eğriliğin majör olduğu ile yapılır.

2- Lomber değiştirici belirlenir. Merkezi sakral vertikal çizgi (CSVL) çizilir. CSVL, lomber eğriliğin apikal vertebraşı temel alınarak A, B, C olarak yapılır. CSVL lomber eğriliğin apikal vertebraşının pedikülleri arasından geçiyorsa A, pediküllerin birine temas ediyorsa B, pediküllerin dışından geçiyorsa C olarak belirlenir.

3-Torakal kifoz değerlendirilmesi yapılır. T5-12 arası kifoz derecesi ölçülür. 10 dereceden küçükse (-), 10-40 derece arasında ise "N", 40 derece üzerinde ise (+) olarak belirlenir.

Lenke sınıflandırması 3 basamakta yapılır. Sonrasında bu üç basamak yanyana yazılarak sınıflanmaya son hali verilmiş olur (Örn:1B+ veya 5CN). (Tablo-2)

Eğriliğin Tipi			
Tip	Proksimal Torakal	Ana Torakal	Torakolomber/ Lomber
1	Yapısal Olmayan	Yapısal (Majör)	Yapısal Olmayan
2	Yapısal	Yapısal (Majör)	Yapısal Olmayan
3	Yapısal Olmayan	Yapısal (Majör)	Yapısal
4	Yapısal	Yapısal (Majör)	Yapısal (Majör)
5	Yapısal Olmayan	Yapısal olmayan	Yapısal (Majör)
6	Yapısal Olmayan	Yapısal	Yapısal (Majör)

Lomber Değiştirici	CSVL-Lomber Apikal Vertebra ilişkisi		Torakal Sagital Profil (T5-12)	
A	CSVL pediküller arasında		(-) Hipo	<10 derece
B	CSVL pediküllerin birine dokunuyor.		N Normal	10-40 derece
C	CSVL pediküllerin dışında		(+) Hiper	>40 derece

Tablo-2: Lenke sınıflaması (Lenke et al. *Adolescent Idiopathic Scoliosis: A New Classification to Determine Extent of Spinal Arthrodesis. The Journal of Bone & Joint Surgery* 83(8): p 1169-1181, August 2001.'den değiştirilerek alınmıştır.)

Füzyon sahası seçiminde yardımcı olan tedavi odaklı sınıflandırma sistemleri King-Moe ve Lenke sınıflamasıdır. Lenke sınıflandırmasının King-Moe sınıflandırmasına göre avantajı sınıflamaya lomber eğrilikleri de dahil etmesi ve sagittal verileri de değerlendirmesidir. Aynı zamanda yapılan çalışmalarda gözlemci içi ve gözlemciler arası güvenilirlik King-Moe sınıflamasından daha yüksektir.

7.Eğriliğin Progresyonu

Skolyoz hastalarında eğrilik ilerlemesi etiyolojiye göre değişir. Tedavi edilmemiş AIS tanılı hastaların doğal seyri diğer bilinen etiyolojilere sahip skolyoz grupları için geçerli olmayabilir. İlerleyen eğriliklerin ağrıya, pulmoner fonksiyonların azalmasına ve psikososyal sorun-

lara yol açtığı düşünüldüğünden, AİS'deki sonuçlar eğriliğin ilerlemesine bağlıdır. İlk çalışmalar (96) eğriliğin ilerlemesinin iskelet olgunluğunda duracağını bildirmesine rağmen birçok çalışma, eğriliklerin yaşam boyunca ilerlemeye devam edebileceğini göstermiştir (97–101).

a) Eğrilik ile Alakalı Faktörler

Tanı anında derecesi daha büyük eğriliklerin ilerleme riski daha fazladır. İskelet matüritesi tamamlandıktan sonra 50 dereceden büyük eğrilikler ilerleme eğilimindedir (99,100,102,103).

Apeksi torakal bölgede olan eğrilikler, %58-100'lük bir progresyon ihtimali ile ilerleme eğilimindedir (99,100,102–104). Torakal eğriler, iskelet olgunluğundan sonra bile, yılda yaklaşık 0,4-0,5 derece ortalama ilerleme oranıyla, ilerlemeye en yatkın olan eğrilik lokalizasyonudur (98–101).

Torakal kifoz azalmasının eğri ilerleme olasılığı üzerinde etkisi olduğu gösterilmiştir (105,106).

b) Mevcut İskelet Matüritesi ile Alakalı Faktörler

İskelet olarak olgunlaşmamış hastada ilerleme riski, eğrilığe ait spesifik faktörlere ve büyüme potansiyeline bağlıdır. Genel olarak, 50°'ye ulaşan eğriliklerin, yetişkinlikte yılda 1° ilerlediği bildirilmiştir (98–101,107,108). Menarş yaşı, iskelet yaşı ve Risser işareti gibi yöntemlerle iskelet olgunluğunun ve bununla ilişkili büyüme potansiyelinin değerlendirilmesi gereklidir (109–112).

Eğrilikler genellikle eğri hızlanma aşaması olarak bilinen erken ergenlikte ilerler (110). Mevcut maturite aşaması, bir eğrinin ne zaman daha hızlı ilerleyebileceğini öngörebildiğinden dikkatli bir şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir. Aynı zamanda mevcut maturite durumunun bilinmesi eğriliğin hızlanma aşamasının ne zaman olacağını tahmin ederek takip zamanları hakkında da yardımcı olur. Eğri hızlanma aşamasında hastaları daha sık aralıklarla takip gerekmektedir. Maturite ve eğrilik ilerlemesi ile alakalı yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde;

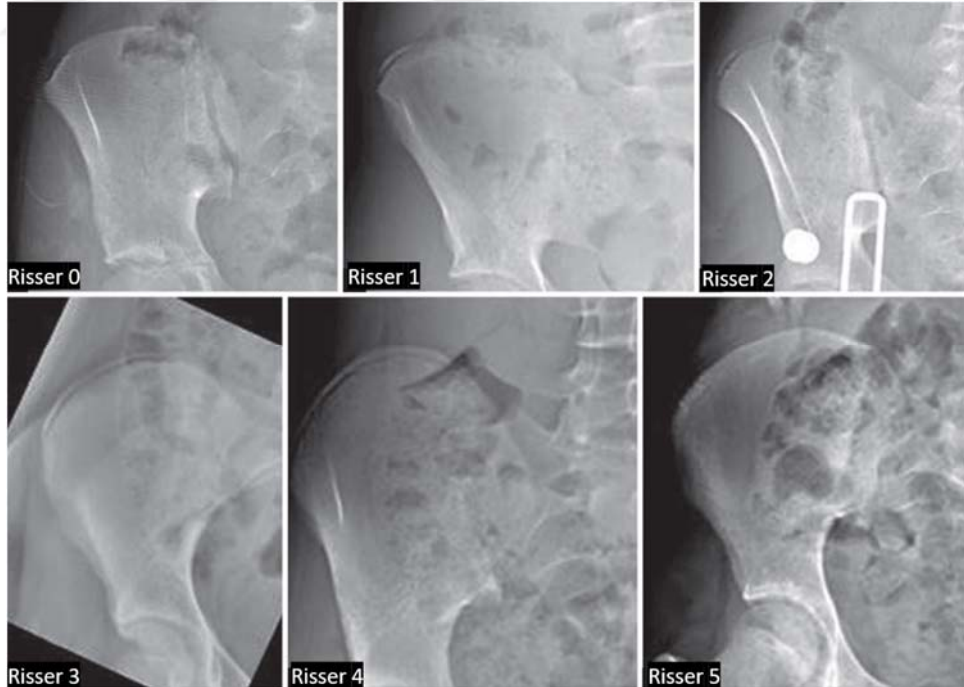
- Tanı anında hastanın yaşı ne kadar küçükse, ilerleme riski o kadar yüksektir (97,99,102,103).
- Kızlarda menarş başlangıcından önce eğriliğin ilerleme riski daha yüksektir (103,113–115).
- Risser işareti veya kronolojik iskelet yaşı ne kadar düşükse iskelet olgunluğuna kadar geçen süre fazla olmasından dolayı ilerleme riski o kadar fazladır (102,110).

AVBT büyüme modülasyonu kullanarak düzeltme hedeflenen bir cerrahi yöntem olmasından dolayı, maturitenin ve büyüme potansiyelinin değerlendirilmesi bu cerrahi yöntem için çok önemlidir. Cerrahide düzeltme miktarının ne kadar yapılması gerektiği ve cerrahi zamanlaması açısından önemli bilgiler vermektedir. Maturite değerlendirmesi aynı zamanda skolyoz korsesi gibi cerrahi olmayan tedavi şeklini de yönlendirir (100,116,117).

c) İskelet Maturitesinin Radyolojik Değerlendirilmesi

c.1) Risser Sign (İşareti)

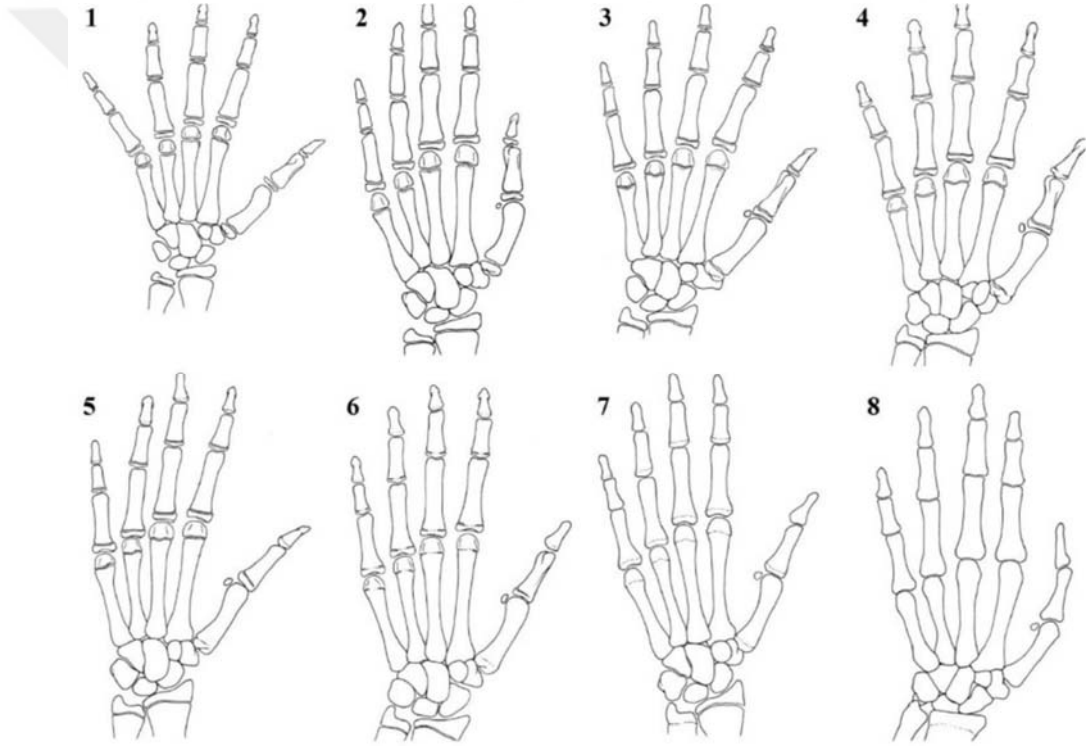
Risser işareti, iskelet maturitesinin en yaygın olarak kullanılan radyografik belirteçidir. İliak krestin ön-arka radyografisinde değerlendirilir. Risser işareti iliak apofizin lateralden mediale doğru ossifikasyonunu evrelemek için kullanılan bir sistemdir (Şekil-27). Risser 0' da kemikleşme yoktur. Risser 1' de %25 kemikleşme, Risser 2 de %50 kemikleşme, Risser 3 %75 kemikleşme, Risser 4 %100 kemikleşme mevcuttur, Risser 5 ise kemikleşmesi tamamlanan iliak apofizin füzyonu olarak değerlendirilir. Tüm kemikleşme süreci 1,5 ila 2 yıl arasında gerçekleşir. Ancak iliak apofiz kemikleşmesinin tepe büyüme hızından daha sonra meydana gelmesi nedeniyle Risser işaretinin kullanımının sınırlı olduğu ileri sürülmüştür (118). Yine de ek filmler olmadan skolyoz filmlerinde iliak krestin görülebilmemesinin rahatlığı nedeniyle Risser işareti sıklıkla kullanılmaktadır.



Şekil 27: Risser İşareti (İliak kemiğin ilerleyici ossifikasyonu) (Barton, C.B., Weinstein, S.L. (2018). *Adolescent Idiopathic Scoliosis: Natural History*. In: Machida, M., Weinstein, S., Dubousset, J. (eds) *Pathogenesis of Idiopathic Scoliosis*. Springer, Tokyo'dan alınmıştır)

c.2) Sanders İskelet Maturite Evreleme Sistemi:(110)

Tanner-Whitehouse-III RUS (radius, ulna, elin küçük kemikleri) skoru, iskelet yaşının belirlenmesi için özellikle distal radius ve ulnar epifizleri ve birinci, üçüncü ve beşinci parmakların metakarpal ve falanks epifizlerini kullanan bir sınıflandırma sistemidir. Her kemiğe belirli bir olgunluk puanı verilir ve ardından toplam RUS puanı elde etmek için bireysel kemik puanları eklenir. Bir çalışmada radial ve ulnar epifizlerin tüm RUS büyüme merkezleri arasında skolyoz davranışı ile en az korelasyona sahip olduğunu tanımlandı (111). Hem Tanner-Whitehouse-3 RUS skoru kullanılırken atlas gereksinimi olması hem de ulna ve radiusun skolyoz ilerleme davranışına az etkili olması nedeniyle, metakarp ve falanks kemiklerine odaklanan yeni bir sınıflama sistemi Sanders ve arkadaşları tarafından geliştirildi (110). (Şekil-28)



Şekil-28: Sanders İskelet Maturite Evreleme Sistemi (Sanders JO, Khoury JG, Kishan S, et al. Predicting scoliosis progression from skeletal maturity: a simplified classification during adolescence. J Bone Joint Surg Am. 2008;90(3):540-553.' den alınmıştır)

Risser 0 çok geniş bir büyüme periyodunu temsil ettiğinden ve tepe büyüme hızı Risser 0 içinde olduğundan dolayı eğrilik progresyonu açısından sander's iskelet maturite evreleme sistemi daha kullanışlıdır. Çocuğun pik büyüme dönemini geçirip geçirmediği konusunda Risser yetersiz kalmaktadır (119) (Tablo-3).

	Sanders Evresi	Özellikler	Risser	Radyografik Özellikler
1	Jüvenil yavaş	Digital epifizler metafizler tarafından tamamen örtülmemiştir.	0	Apofiz ossifikasyon yok.
2	Preadolesan yavaş	Tüm epifizler metafizlerle aynı boydadır. (Epifizler örtülmüştür)	0	Apofiz ossifikasyon yok
3	Adolesan hızlı-erken	Epifizlerin büyük çoğunluğu metafiz üzerine çıkıntı yapar. (Cap) Fizlerin tamamı açıktır	0	Triradiate kartilaj açık- Tepe Büyüme hızı
4	Adolesan hızlı-geç	Distal falanks fizleri kapanmaya başlar. Fakat bazı distal falanks fizleri açıktır.	0	Triradiate kartilaj açık
5	Adolesan sabit-erken	Distal falanks fizlerinin hepsi kapanmıştır.	0	Triradiate kartilaj kapalı
6	Adolesan sabit-geç	Orta ve proksimal falanks fizleri kapanmaya başlar.	>0	İliak kanat apofiz kemikleşmesi %25-75 arasında
7	Erken matür	Sadece distal radius fizi açıktır.	4	%100 iliak kanat apofizi kemikleşmesi tamamlanmış
8	Matür	Distal radius fizi tamamen kapanmıştır.	5	İliak kanat apofiz füzyon

Tablo 3: Sanders iskelet maturite evreleme sistemi ile risser işareti uyumu ve radyolojik özellikler (*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-e249*) alınarak tekrardan çizilmiştir.

Sanders ve arkadaşları yapmış olduğu çalışmada Sanders evresi ve eğrilik derecesine göre hastanın takiplerde cerrahiye ilerleme olasılığını bildirmişlerdir(110) (Tablo-4).

Lenke Tip 1 ve Tip 3 Eğrilerinin 50 Dereceden Fazla Eşik Varsayarak Cerrahiye İlerleme Olasılığının Lojistik Projeksiyonu*							
Eğrilik	Sanders 1	Sanders 2	Sanders 3	Sanders 4	Sanders 5	Sanders 6	Sanders 7-8
10°	2% (0% to 40%)	0% (0% to 15%)	0% (0% to 0%)	0% (0% to 0%)	0% (0% to 0%)	0% (0% to 0%)	0% (0% to 1%)
15°	23% (4% to 69%)	11% (1% to 58%)	0% (0% to 2%)	0% (0% to 0%)	0% (0% to 0%)	0% (0% to 0%)	0% (0% to 7%)
20°	84% (40% to 98%)	92% (56% to 99%)	0% (0% to 14%)	0% (0% to 1%)	0% (0% to 1%)	0% (0% to 1%)	0% (0% to 26%)
25°	99% (68% to 100%)	100% (92% to 100%)	29% (3% to 84%)	0% (0% to 5%)	0% (0% to 5%)	0% (0% to 2%)	0% (0% to 64%)
30°	100% (83% to 100%)	100% (98% to 100%)	100% (47% to 100%)	0% (0% to 27%)	0% (0% to 22%)	0% (0% to 11%)	0% (0% to 91%)
35°	100% (91% to 100%)	100% (100% to 100%)	100% (89% to 100%)	0% (0% to 79%)	0% (0% to 65%)	0% (0% to 41%)	0% (0% to 98%)
40°	100% (95% to 100%)	100% (100% to 100%)	100% (98% to 100%)	15% (0% to 99%)	0% (0% to 94%)	0% (0% to 83%)	0% (0% to 100%)
45°	100% (98% to 100%)	100% (100% to 100%)	100% (100% to 100%)	88% (2% to 100%)	1% (0% to 99%)	0% (0% to 98%)	0% (0% to 100%)

* Taralı olmayan hücreler, cerrahi tedavi için eşik olarak tam matüriteye ulaşıldığında 50 dereceden fazla kabul edilirse cerrahinin makul bir tedavi olabileceği kombinasyonlarına karşılık gelir. Taralı olan hücreler, ameliyatın makul bir tedavi olmayacağı kombinasyonlara karşılık gelir.

Tablo-4: Lenke tip 1 ve tip 3 eğrilerinin 50 dereceden fazla eşik varsayarak cerrahiye ilerleme olasılığının lojistik projeksiyonu (Sanders JO. et al: *Predicting scoliosis progression from skeletal maturity: a simplified classification during adolescence, J Bone Joint Surg* 90A:540, 2008' den alınarak yeniden çizilmiştir.

8.Tedavi

Tedavide temel amaç deformitenin ilerlemesini önlemek, deformiteyi düzeltmek ve düzeltilen deformitenin korunmasını sağlamaktır. AIS hastalarının çoğu eğriliklerinin ilerleme olasılığının düşük olması nedeniyle tedaviye ihtiyaç duymaz(102,120). Eğrilikleri zamanla artma riski yüksek olan hastalar ve ilk değerlendirmede yüksek dereceli eğriliği olan hastalar tedavi edilir. Tedaviye karar verirken eğriliğin şiddeti ve yeri, hastanın risk faktörlerini ve iskelet maturitesi değerlendirilerek karar verilmelidir. Tedaviye etki edecek kozmetik ve sosyal faktörler de gözönüne alınmalıdır. Genel olarak tedavi yaklaşımı Tablo-5 ve 6'da verilmiştir.

Eğrilik Derecesi	Risser 0 Premenarş	Risser 1-2	Risser 3-4-5
<25 derece	İzlem	İzlem	İzlem
30-45 derece	Korse	Korse	İzlem
>45 derece	Cerrahi	Cerrahi	Cerrahi (>50 derece)

Tablo-5: Eğrilik derecesine ve risser işaretine göre genel tedavi yaklaşımı
(Herring JA. *Tachdjian's Pediatric Orthopaedics. 3rd Edition, New York: W.B. Saunders Company, 2002: p. 211.*’ dan alınmıştır.)

Gözlem	25° ila 30°'nin altındaki eğrilikler, büyümesi durmuş ve eğrilik dereceleri değişmeyen hastalar
Korse	Büyümekte olan bir çocukta 25°'den büyük ancak 45°-50°' den küçük eğrilikler
Cerrahi	Eğrilikleri genellikle 45° veya 50°'den büyük olan çocuklar, büyümeleri bittikten sonra bile eğrilik ilerlemesinin devam etmesi riski yüksek olan hastalar

Tablo-6: SRS’in idiopatik skolyozda genel tedavi yaklaşımı (<https://www.srs.org/patients-and-families/conditions-and-treatments/adolescents/treating-scoliosis>’ tan alınmıştır.)

a) Takip-İzlem

Genel olarak 25 derecenin altındaki eğriliklerde, hastanın maturitesi ne olursa olsun herhangi bir tedaviye gerek yoktur(9). Hastanın maturite durumuna ve eğriliğin boyutuna bağlı olarak takipler arasındaki süre değişkenlik gösterir. Risser 0, premenarş bir hasta için 3-4 ay arayla takipler gerekli iken, daha matur Risser 3,4 olan hastalar için 6 aylık takipler daha uygundur. Hastaya ve özelliklerine göre takipler bireyselleştirilmelidir.

b) Konservatif Tedavi

Konservatif tedavi amacıyla genellikle korseler kullanılır. Korseler özellikle immatür hastalarda eğriliğin ilerlemesini durdurmak amacıyla uygulanmaktadır. Endikasyonları; (9)

- Risser 0, eğriliği 25 derece olan hastalar,
- Risser 1-2, eğriliği 30-45 derece arasında olan hastalar,
- Risser 0-1-2 olan ve ilk yapılan ölçümleri 20-30 derece olup, takiplerde 5 dereceden fazla artış olan hastalar korse tedavisi için uygun hastalardır.

SRS’in korse tedavisi için endikasyonları 10 yaş ve üzeri, Risser 0-2, 25-40 derece eğrilikleri olan, menarştan önce veya menarş sonrası 1 yıldan daha az süre geçen, daha önceden tedavi almamış olan hastalar korse için uygun olan hastalar olarak bildirilmiştir (121).

Kontrendikasyonları;(9)

- 45 derecenin üzerinde eğriliği olan hastalar (Tepe büyüme hızına ulaşmayan çocuklar istisna, 45 derece üzerinde olmasına rağmen tepe büyüme hızına ulaşmayan çocuklarda eğrilik artışını önlemek için korse kullanılabilir.)
- Torakal kifozun ileri derecede azalması
- Risser 4-5 (menarş üzerinden 2 sene geçmiş) olan hastalar

Bu amaçla kullanılan çok sayıda korse mevcuttur. Milwaukee korsesi(115), Boston korsesi(122,123), Wilmington korsesi (124,125), Charleston korsesi(126) ve Providence korsesi(127) gibi korselerin çoğu üretildiği yerlerinin adını almıştır. Tüm bu korseler, eğriliğin ilerlemesini önlemede etkilidir.

Boston, Wilmington ve Miami korseleri(128) gibi düşük profilli TLSO (torakolumbo-sakral ortez)'lar genellikle bol kıyafetlerin altına giyilebilir, böylece görünüm olarak adolesan hastalar için daha kabul edilebilirdir ve tedaviye uyumu artırmaktadır. T7 vertebra üstünde apeksi olan eğriliklerde faydalı değildir. Birçok AIS hastasının eğrilik apeksi T7 vertebra altında olduğu için bu korseler kullanılabilir.

Milwaukee korsesi ise servikotorakolumbosakral (CTLSO) bir korseidir. Etkinliği kanıtlanmış (115) olmasına rağmen kişisel görünüm üzerine olumsuz etkilerinden dolayı günümüzde kullanımı azalmıştır.

Günlük korse kullanım süresi konusunda ilk çalışmalarda 20-22 saat kullanımı gerektiği savunulmuştur fakat bu durum çocuklarda ciddi şekilde korse uyumunu azalttığı gösterilmiştir (129). Bazı çalışmalarda eğriliğin ilerlemesini kontrol etmede yarı zamanlı ortez kullanımının, tam zamanlı kullanım kadar etkili olduğunu bildirmiş olsa da (130–132), günlük daha fazla süre kullanıldığında sonuçların daha iyi olduğunu gösteren yayınlar da mevcuttur (133,134). Katz ve ark. Boston korselerine ısı sensörleri yerleştirerek korse uyumunu objektif olarak değerlendirdikleri bir çalışmada 12 saatten fazla korse kullanımının etkili olduğunu saptamışlardır (135). Rowe ve ark. yapmış olduğu 20 çalışmanın dahil edildiği metaanalizde skolyoz tedavisinde korselemenin (TLSO'lar veya Milwaukee korsesi ile) eğri ilerlemesini kontrol etmede etkili olduğu ve tam zamanlı korselemenin (23 saat/gün) yarı zamanlı korseden (8 ila 16 saat/gün) daha etkili olduğu bildirilmiştir (136). Korsenin günlük kullanım süresi konusunda net bir fikir birliği yoktur ve literatürde tartışmalar devam etmektedir.

c)Cerrahi

Cerrahi tedavi planı yaparken de diğer tedavi basamaklarında olduğu gibi eğriliğin miktarı ve yeri, eğriliğin esnek olup olmaması, omurga dengesi, hastanın yaşı ve kemik maturitesi beraber değerlendirilmelidir.

İskelet olarak tam matur hastalar için 30 dereceye kadar olan eğriliklerde cerrahiye ihtiyaç yoktur.

İskelet olgunluğunda 50 dereceden fazla torakal eğrilikler ve çift majör (double majör) eğriliklerin zaman içinde önemli ölçüde ilerleme olasılığı vardır ve cerrahi müdahale gerekir (99).

Torakolomber ve lomber eğriliklerde, belirgin apikal rotasyon veya translasyonel shift olduğundan, hasta matur de olsa zamanla kötüleşme eğilimi gösterdiği bildirilmiştir (99). Bu vakalarda, eğrilikler 40-45 dereceyi geçtiğinde cerrahi düşünülmelidir. Torakolomber ve lomber eğriliklerde cerrahi eşik değeri daha düşüktür.

Erkeklerde eğrilik paternleri, idiopatik skolyozu olan kadınlara göre daha rijit olduğu bildirilmiştir (137,138). Cerrahi sırasında erkeklerde daha az eğrilik düzelmesi beklenir, ancak fonksiyonel sonuçlar ve komplikasyon oranlarının kadın hastalardakine benzer olduğu bildirilmiştir (139).

Cerrahi seçenekler; Anterior spinal füzyon (ASF), posterior spinal füzyon (PSF) ve Anterior vertebra body tethering (AVBT)'dir.

c.1) Füzyon Alanının Seçilmesi

Füzyon alanının seçilmesi ile alakalı iki sınıflama King-Moe ve Lenke sınıflama sistemidir. Bu sınıflama sistemleri füzyon alanını belirlemede kullanılır.

Yapısal eğrilikler her zaman füzyona dahil edilmelidir(140). Yapısal olmayan eğriliklerin yüzde 70'i yapısal eğrilik düzeltildikten sonra kendiliğinden düzeldiği bildirilmiştir (141). Füzyon alanı seçimi için kesin kural olmamakla beraber yaklaşım Tablo-7'deki gibidir.

Lenke	Üst Enstrümente Ver- tebra (UIV)	Alt Enstrümente Vertebra (LIV)
1	Sol omuz yukarıda ise T2 Omuz Seviyeleri eşitse T3 Sağ omuz yukarıda ise T4	Lomber değiştirici A ise: CSVL ile temas eden ve nötral rotasyondaki en sefalik omurga. Lomber değiştirici B veya C ise; Proksimal stabil vertebra (Torakal eğriliğin distali)

2	T2	Lomber değıştirici A ise: CSVL ile temas eden ve nötral rotasyondaki en sefalik omurga Lomber değıştirici B veya C ise; Proksimal stabil vertebra (Torakal eğriliğın distalı)
3	Sol omuz yukarıda ise T2 Omuz Seviyeleri eşitse T3 Sağ omuz yukarıda ise T4	T3
4	T2	Distal End Vertebra. Eğer End vertebra-1 konveks yana eğilme grafisinde orta hattı geçiyorsa ve ciddi şekilde rotasyonu azalıyorsa end vertebraının proksimalinde kalabilirsiniz. Nadiren L3 ün altında, hafif bir disk kamalaması oluşabilir. Düz bir disk aralığı elde edilecekse L4
5	Üst Endvertebra (Torakal kifozun apeksinde olmalı)	Distal End Vertebra. Eğer End vertebra-1 konveks yana eğilme grafisinde orta hattı geçiyorsa ve ciddi şekilde rotasyonu azalıyorsa end vertebraının proksimalinde kalabilirsiniz. Nadiren L3 ün altında, hafif bir disk kamalaması oluşabilir. Düz bir disk aralığı elde edilecekse L4
6	Sol omuz yukarıda ise T2 Omuz Seviyeleri eşitse T3 Sağ omuz yukarıda ise T4	Distal End Vertebra. Eğer End vertebra-1 konveks yana eğilme grafisinde orta hattı geçiyorsa ve ciddi şekilde rotasyonu azalıyorsa end vertebraının proksimalinde kalabilirsiniz. Nadiren L3 ün altında, hafif bir disk kamalaması oluşabilir. Düz bir disk aralığı elde edilecekse L4

Tablo 7: Lenke sınıflamasına göre AİS tedavisinde füzyon alanı seçimi (*Trobisch PD et.al. Choosing fusion levels in adolescent idiopathic scoliosis. J Am Acad Orthop Surg. 2013;21(9):519-528*) alınarak değıştirilmiştir. (Endvertebra-1: Endvertebraının bir proksimalindeki vertebra)

c.2) Selektif Torakal Füzyon (STF)

İlk olarak 1958’de Moe tarafından(142) tanımlanmıştır. STF primer torakal eğriliğe sahip hastalarda kompensatuar bir lomber değiştirici ‘C’ eğrisi ile beraber olması durumunda sadece torakal eğriliğin füzyonu olarak tanımlanır (94,143,144). Yayınların çoğunda STF’u alt enstrümente edilen vertebra seviyesinin (LIV) L1 vertebra veya daha üzerinde olması olarak kabul eder (145).

Günümüze kadar tanımlanan STF’nin radyografik endikasyonları;

- King 1983 yılında torakal cobb değerinin lomber cobb değerinden büyük olması ve fleksibilite indeksinin sıfırdan büyük olması olarak tanımlamıştır (94).
- Lenke 1992 yılında torakal ve lomber cobb oranı, apikal vertebra translasyonu (AVT) ve apikal vertebra rotasyonları (AVR) ile endikasyon tanımlamıştır. STF endikasyonunu torakal cobb/lomber cobb oranının 1,2’den büyük olması, torakal AVT/ lomber AVT’ye oranının 1,2’den büyük olması ve torakal AVR/lomber AVR oranının 1’den büyük olması olarak önermiştir.(146)
- Lenke 2003 yılında enstrümentasyon sisteminin gelişmesiyle ve 2001 yılında kendi adıyla anılan sınıflandırmayı tanımlamasıyla kendi endikasyonlarını güncellemiştir. Buna göre endikasyonunu Lenke 1C hastalar için, torakal cobb/lomber cobb oranının 1,2’den büyük olması, torakal AVT/ lomber AVT’ye oranının 1,2’den büyük olması, torakal AVR/lomber AVR oranının 1,2’den büyük olması, yana eğilme grafisinde lomber cobb <25 derece olması ve T10-L2 kifozun <10 derece olarak tanımlamıştır(143).
- Majd 2003 yılında yana eğilme grafisinde lomber cobb <30 derece olması ve lomber esnekliğin %50 üzerinde olması durumunda STF yapılması gerektiğini önermiştir(145).
- Chang 2014 yılında kentilever bükme tekniği ve direk vertebra derotasyon tekniğinin başarısı ile yaptığı çalışmayla endikasyonları genişletmiştir. Lenke oran kriterlerini karşılayıp karşılamadığına bakmadan Lenke 1C ve 2C hastaların tamamına, Lenke 3C ve 4C hastalar için ise yana eğilme grafisinde lomber cobb<45 derece ve T10-L2 kifozunun <20 derece olması durumunda STF yapılması gerektiğini önermiştir(147).

STF’nun klinik kriterlerine baktığımızda ise Lenke ve ark. tarafından önerilen parametreler; (143)

- Ameliyat öncesi sağ omuz yukarda olması veya dengeli omuz yüksekliği
- Torakal gövde kaymasının lomber bel asimetrisinden büyük olması
- Skolyometrede torakal / lomber prominens oranı $\geq 1,2$ olarak tanımlanmıştır.

c.3) Anterior Vertebra Gerdirme Yöntemi (AVBT)

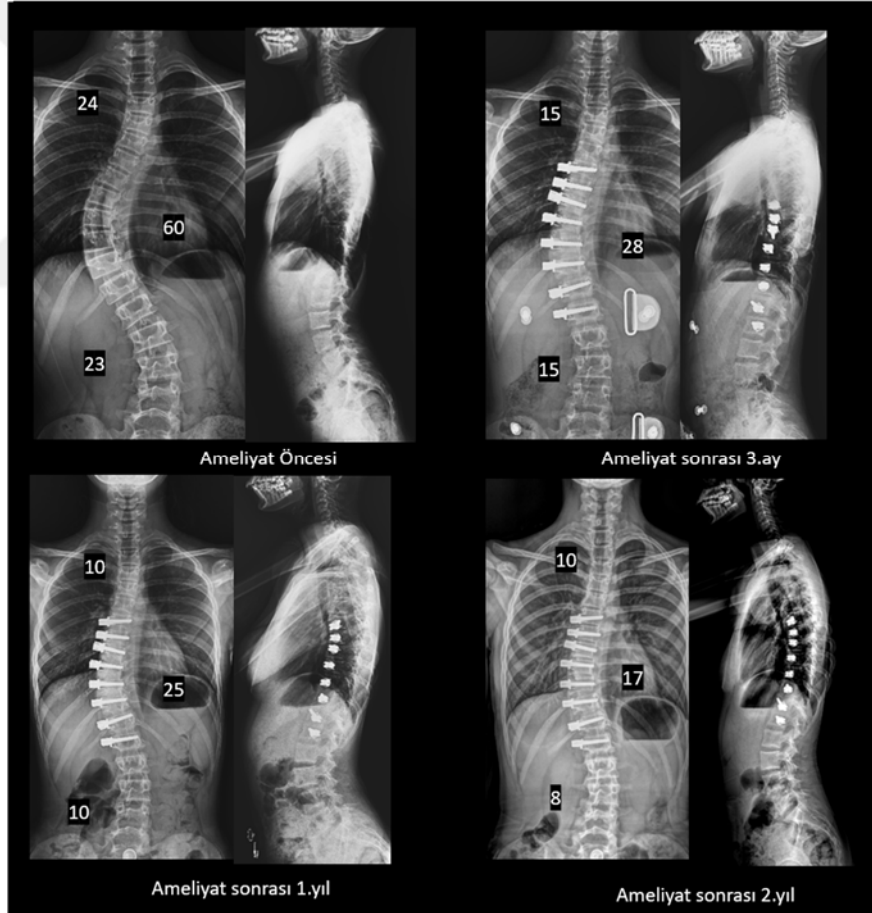
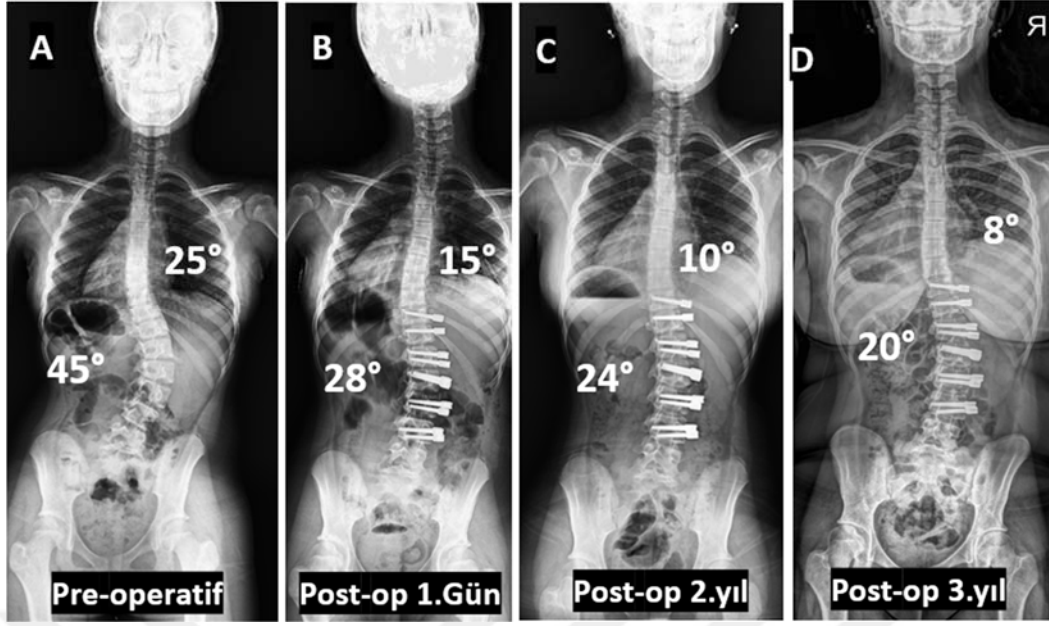
C3 ve L5 arasındaki her omur gövdesinin üst ve alt ucunda bir büyüme plakası (apofiz) olduğu bilinmektedir. Hem endokondral ossifikasyon (uzunluk) hem de apozisyonel ossifikasyon (hacim) omurganın büyümesine yol açar (148). Hueter-Volkman prensibine göre, büyüme plağının distraksiyonu büyümeyi destekler, kompresyon ise büyümeyi yavaşlatır (24). 1960'larda büyümeyi kontrol etmek için omurgada asimetrik hemiepipfizyodez tedavisi uygulandı, ancak sonuçlar hedeflendiği gibi olmamıştır (148,149).

Büyümesi devam eden çocuklarda özellikle alt ekstremitelerin mekanik eksen sorunları (örn. genu valgum veya varum) staple veya tek taraflı plakların uygulandığı hemiepipfizyodez tekniği ile başarılı bir şekilde tedavi edilmektedir (150). Aynı teknik usul ile Betz ve arkadaşları tarafından omurgada büyüme durdurulması amacıyla disk ve büyüme plakaları üzerine staple uygulandı. Ancak bu tekniğin büyümesi devam eden hastalarda korse ile tedavi edilebilecek 35 derecenin altındaki torakal eğrilerde başarılı olabileceği bildirilmiştir (151). Ek olarak, omurganın hareketi sıklıkla intervertebral disk boyunca uzanan vertebral implantların gevşemesine sebep olmuştur (152)

Geleneksel olarak uygulanan spinal füzyonun uzun dönem sonuçları iyi olmasına rağmen spinal hareketin azalması (137) ve dolayısıyla fonksiyonel sonuçların kötüleşmesi ile ilişkisi bildirilmiştir (153). Öte yandan, geri dönüşümsüz bir kalıcı spinal füzyon sonucunda azalan spinal hareketlilik nedeniyle geriye kalan mobil segmentin dejenerasyonuna neden olabilmektedir (154,155). Bu dezavantajlar, cerrahları AIS tedavisinde füzyonsuz başka yöntemler araştırmaya yöneltmiştir. Hoernschemeyer ve ark. (156) AVBT' nin iki yıllık takipte intervertebral disklerde veya faset eklemlerde dejeneratif değişiklikler oluşturmadığını bildirmişlerdir.

Son zamanlarda AVBT tekniği, AIS tedavisinde füzyonsuz tedavi seçeneklerinin içinde en çok tercih edilenlerden biri haline geldi. Bu yöntem, spinal biyomekaniğin daha iyi anlaşılması, minimal invaziv tekniklerdeki (endoskopik ve mini-açık) gelişmeler ve gelişmiş alet ve cihaz tasarımıyla mümkün olmuştur. Gerdirme (Tether) sistemi, kalan spinal büyümeyi mekanik olarak sınırlayarak skolyotik deformitenin ilerlemesini durdurur (152) (Şekil-29).

AVBT cerrahisi anterior torakoskopik veya mini-açık torakolomber yaklaşım kullanılarak gerçekleştirilebilir. Bikortikal vidalar omur gövdesine lateralden yerleştirilir. Bu vidalar birbirine polietilen kablo ile bağlanır ve gerdirilir. Bu yöntem ile ilk olarak deformitenin cerrahi sırasında kablonun gerdirilmesiyle düzeltilmesi sağlanır. İkincil olarak ise zaman içinde gelişen Hueter-Volkman ilkesine göre omur gövdelerinin büyüme modülasyonu ile deformite düzelmeye devam eder.



Şekil- 29: Lomber AVBT ve torakal AVBT tekniği uygulanan hasta örnekleri, hastaların zamana göre eğrilik düzelmesi görülmektedir.

AVBT için en iyi tanımlanan endikasyon, yapısal olmayan lomber ve proksimal torakal eğrilik ile beraberinde bulunan tek bir majör yapısal torakal eğrilik olduğu bildirilmiştir (Pre-adolesan bir hastada Lenke 1A veya 1B eğrisi (152,157,158). Başka bir çalışmada esnek bir torakal eğriligi (40 ila 60 derece, yana eğilme grafisinde 30 derece veya altında cobb açısı), 20 dereceden daha az kaburga humpı ve uygun miktarda kalan büyüme potansiyeli (Sanders 3 ila 4) olan hastalar AVBT prosedürü için ideal hastalar olarak tanımlanmıştır (152,158). 65 derecenin üzerindeki eğriliklerde PSF daha ön planda düşünülmesi gerektiği önerilmiştir (152).

Krakow ve ark.(8) AİS tanısıyla PSF tekniği uygulanan hastaları geriye dönük inceleyerek hastaların AVBT tekniğine uygunluğunu değerlendirdikleri çalışmada; hastaların %20,9'unun AVBT endikasyonlarından iskelet büyüme parametrelerini ve deformite özelliklerini (Lenke 1, 3, 5 veya 6 eğri) karşıladığını bildirdiler. Sonuç olarak AİS hastalarının hala büyük bir kısmında posterior spinal füzyon gerekmesine rağmen, sadece seçilmiş hastada AVBT tekniği için uygun olmaktadır.

Bu tekniği kullanırken iskelet büyümesi tahmini için Risser işaretinden daha çok Sanders iskelet maturite evreleme sistemi literatürde daha sık olarak kullanılmaktadır (110) (Şekil-28, Tablo-3)

AVBT tekniğinin zamanlaması son derece önemlidir. Takahashi ve arkadaşları 23 hasta ile yaptığı çalışmada Sanders 2 hastalarda segment başına yılda ortalama 2,8 derece, Sanders 3 hastalarda ise 1,2 derece düzeltme bildirmişlerdir (159). AVBT çok erken uygulanırsa deformitede aşırı düzeltme meydana gelebilir (sağ taraftaki eğri sol taraflı eğrilığe dönüşür). Çok geç kalınırsa kalan büyüme modülasyonu eğriyi yeterince düzeltmeyebilir ve kablo üzerinde stresin artmasına bağlı olarak kablo kopabilir. Büyümesi tamamlanan hastalarda da nadiren bu teknik uygulanabilir ancak büyüme modülasyonundan yararlanılamaz. Sadece intraoperatif olarak disklerin hareketliliğinden ve kablolunun gerginliğinden yararlanılarak akut düzeltme elde edilebilir. Ancak bu düzeltmenin, büyüme yoluyla vertebral gövdelerde üç boyutlu şekil değişikliği olmadığından sürdürülemediği bildirilmiştir (152).

Newton (152) Sanders 3 ve 4 hastaların AVBT için en ideal grubu oluşturduğunu ancak kanıt düzeyinin düşük olduğunu bildirmiştir. Alanay ve ark. (160) Sanders sınıflandırmasına göre iskelet maturitesinin postoperatif büyüme modülasyonu üzerindeki etkilerini araştırdıkları çalışmada, 36 aylık takip sonucunda Sanders 1'de 45 dereceye kadar, Sanders 2'de ise 29 dereceye kadar deformite düzelmesi olduğunu bildirdiler. Bu çalışma sonucunda AVBT uygulanan Sanders 1-2 hastalarda eğrilik davranışının öngörülemez olduğunu, ideal olan hastanın ise Sanders 3-5 arasında olduğu bildirmişlerdir.

AVBT ilk olarak torakal eğriliklerde tanımlanmasına rağmen lomber eğriliklerde de uygulanabilmektedir (161). Lomber vertebra gövdelerinin çapları daha büyüktür ve bu bölgede iki vida ve iki kablo kullanımı daha kolaydır. Torakolomber veya lomber idiopatik skolyozda (Lenke 5 tipi eğri) füzyon uygulandığında, lomber bölgede hareket kaybı ve buna bağlı fonksiyonel sonuçlar düşük olabilmektedir. Bu nedenle lomber eğriliklerde de AVBT tekniği uygulanması füzyonsuz alternatif bir teknik olması nedeniyle dikkat çekmektedir. Bununla birlikte eğer lomber eğrilikte AVBT tekniği kullanılacak ise sagittal profilin preoperatif dikkatle değerlendirilmesi gerektiği bildirilmiştir (161).

AVBT uygulanan hastalarda kablo ile birbirine bağlı intervertebral disklerin uzun dönem akıbeti ve AVBT' nin spinal kanalın gelişimi ve büyümesi üzerindeki etkileri tahmin edilememektedir. Pekmezci ve ark. (162) bir domuz anterior füzyon modelinde büyüme ile spinal kanalın genişlemesinde bir azalma gözlemlediler. Bu bir AVBT modelinde gösterilmemiş olsa da hastaların AVBT'den sonra bu segmentlerde spinal stenozla ilişkili sert dejenere torakal bir vertebra ile sonuçlanma olasılığı uzun vadede ihtimaller arasındadır.

AVBT tekniği öncelikle AİS tedavisinde uygulanmasına rağmen son yıllarda idiopatik olmayan skolyozların tedavisinde de uygulanmaktadır fakat başarısızlık oranlarının yüksek olduğu ve yetersiz düzeltme ile sonuçlanabileceği bildirilmiştir (163).

c.4) Hibrit Enstrümantasyon

AVBT tekniği Lenke 1 eğrilikler için tanımlanmış olmasına rağmen sonuçlar bildirildikçe lomber eğrilikler için de uygulanmaya başlanmıştır. Hem torakal, hem de torakolomber/Lomber (TL/L) eğrilik durumunda TL/L bölge için AVBT torakal bölge için ise PSF uygulanarak hibrid enstrümantasyon kullanılmaya başlanmıştır. AVBT nin en proksimalindeki vertebra için PSF'un en distal seviyesi olarak planlanır ve bir omur geçiş omuru olarak kullanılır. (Şekil-30)

AVBT cerrahisinde sagittal denge ayarlamak teknik olarak çok zor olmaktadır. Lomber bölgeyi hareketli bırakarak daha iyi fonksiyonel sonuç ve torakal bölgenin füzyonu ile daha iyi bir sagittal denge hedefleyen bu tekniğin sonuçları bizim çalışmamıza kadar henüz literatürde bildirilmemiştir.

AVBT cerrahisi ilk olarak torakal eğrilikler için tanımlanmasına rağmen tekniğin tanınması ve yaygınlaşması ile lomber ve torakolomber eğrilikler için uygulanmaya başlamıştır. Çalışmamız özellikle lomber ve torakolomber eğriliklerde hareketi koruyarak füzyonsuz yöntemin sonuçlarını bildirmek amacı ile tasarlanmıştır.



Şekil-30: Hibrid cerrahi uygulanan hasta örneği, geçiş omuru gösterilmiştir.

Çalışmanın birincil amacı torakolomber AVBT' nin erken ve orta dönem etkinliğini, radyografik ve fonksiyonel sonuçlarını bildirmektir. İkinci amacımız AVBT'i lomber hareketi koruyan selektif torakal füzyon (STF) ve lomber hareketi azaltan non-selektif füzyon grupları (NSF) ile fonksiyonel ve radyolojik olarak karşılaştırmaktır.

III: HASTALAR VE YÖNTEM

A: Çalışma Dizaynı ve Hasta Seçimi

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı bünyesinde yürütülmüş, hastalara uygulanan girişimler, tetkikler ve verilerin toplanması bu kurumda gerçekleştirilmiştir. İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan etik kurul onayı (08.08.2023-1984626) alındı.

Çalışma tek merkezli retrospektif olarak tasarlandı. Haziran 2018-Haziran 2023 arasında kliniğimizde AIS tanısı ile ameliyat yapılan hastalar çalışmaya dahil edildi.

Dahil edilme kriterleri;

- AIS tanısı ile opere edilmiş olması,
- 10-25 yaş,
- AVBT grubu için LIV seviyesi L2, L3, L4 olan hastalar,

Çalışmadan dışlanma kriterleri ise;

- AVBT grubu için LIV seviyesi L1 ve daha proksimalinde olan hastalar
- Konjenital anomaliler (vertebranın füzyon ve segmentasyon anomalileri),
- Sendromik ve nöromusküler hastalığı olan hastalar,
- Nörolojik muayenesinde duyu veya motor sorun olan hastalar,
- 60 derecenin üzerinde eğriliği olan hastalar,
- Daha önceden omurga cerrahisi yapılan hastalar,
- Daha önceden göğüs kafesi boşluğuna cerrahi işlem geçiren hastalar,
- Daha önceden vertebra enfeksiyonu geçiren hastalar,
- Beyin cerrahisi takibi ve tedavisi gerektiren intraspinal patolojisi olan hastalar

Hastalar; AVBT cerrahisi uygulanan hastalar (Grup 1), non-selektif posterior spinal füzyon cerrahisi (NSF) uygulananlar (Grup 2) ve selektif torakal füzyon cerrahisi (STF) uygulananlar (Grup 3) olarak 3 gruba ayrıldı.

Füzyon uygulanan hastalarda LIV; L1 ve daha proksimalinde ise STF grubuna dahil edildi. LIV seviyesi L2, 3, 4 olan hastalar NSF grubuna dahil edildi. Çalışmamız torakolomber bölgeye AVBT uygulanan hastaların etkinliğini ve sonuçlarını karşılaştırmak olduğu için sadece torakal AVBT uygulanan 7 hastayı (LIV T12 olan 3, LIV L1 olan 4 hasta) çalışma dışı bırakıldı. Hibrid cerrahi uygulanan hastalar da AVBT grubuna dahil edildi.

B. Preoperatif Değerlendirme

Tüm hastaların ayakta spinal ön-arka ve yan grafileri çekildi. Grafler 90×35 cm (36×14 inch) büyüklüğündeki film kasetlerine, 2 metre mesafeden ayakta grafler çekildi. Ön-arka grafide, skolyozun tipi, eğrilik paterni, omurga ve gövdenin dengesi, omuz asimetrisi değerlendirildi. Yan radyografi ile, servikal lordoz, torakal kifoz, lomber lordoz, pelvik ve sagittal parametreler değerlendirildi.

Radyografi çekilirken hastaların ayakta dik pozisyonda durmasına, ayakların bitişik olmasına dikkat edildi. Alt ekstremitte uzunluk farkı durumunda kısa olan alt ekstremitte altına yükseklik konularak kısıklık farkı telafi edildi. Uygun grafi alınması açısından film kasetleri dış kulak yolunu geçecek şekilde görüntü alındı. Yan grafi çekiminde kolların omurga üzerine süperpoze olup görüntüyü bozmaması açısından omuzlar 90 derece fleksiyonda grafler çekildi.

Ön-arka ve yan grafilere sonra yana eğilme ve traksiyon grafileri çekildi. Her hasta için eğriliklerinin majör derecesi ve majör eğriliği oluşturan vertebral belirlendi. Nötral ve end vertebral her eğrilik için tanımlandı. Yana eğilme ve traksiyon grafileri de değerlendirilerek yapısal olmayan eğrilikleri gözönüne alarak Lenke sınıflaması yapıldı. Cerrahi esnasında enstrümente edilecek seviyeler belirlenerek preoperatif plan yapıldı. Maturite değerlendirilmesi amacıyla el bilek ön-arka grafileri çekildi. Ameliyat öncesi rutin olarak akciğer kapasitesi değerlendirmek amacı ile solunum fonksiyon testi (SFT) yapıldı. Hastalar ve ebeveynleri cerrahi öncesi hazırlık, cerrahi sırasında yapılacaklar, olası komplikasyonlar ve cerrahi sonrası takip hakkında bilgilendirildikten sonra yazılı ve sözlü onamlar alındı.

C. Ameliyathane Hazırlığı

Füzyon grubu hastalarında cerrahi hazırlık aşamasında istenmeyen basıları önlemek ve abdomen içi basıncı azalmak için hastanın her iki yanına ve başının altına yumuşak silikon jeller yerleştirildi. Axiller sinir yaralanması önlemek amacı ile omuz en fazla 90 derece abduksiyonda ve dirsekler fleksiyonda olacak şekilde pozisyonlandı. Kalça ve dizler hafif fleksiyonda olmasına dikkat edildi.

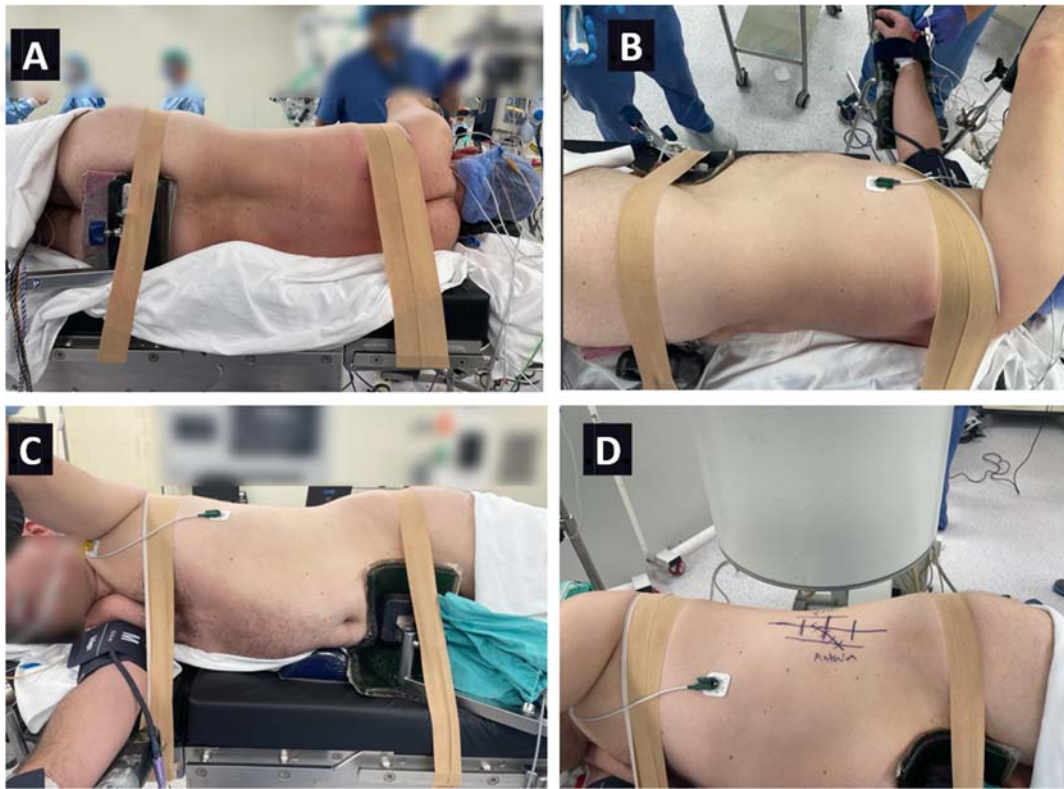
AVBT grubu hastalarda lateral dekübit pozisyonunda brakial pleksus basısını önlemek için aksilla altına, ulnar siniri korumak için dirsek altına ve peroneal siniri korumak amacı ile alt tarafta kalan bacak altına yumuşak silikon jeller yerleştirildi. Hastanın lateral dekübit pozisyonunu korumak amacı ile her iki tarafında yan destekler yerleştirildi ve hasta uzun bantlar ile sabitlendi.

Antibiyotik profilaksi amacıyla sefazolin 25 miligram/kilogram dozunda intravenöz uygulandı. Kanamayı azaltması amacı ile 1 gram traneksamik asit intravenöz olarak yapıldı.

dekortike edildi. Yıkama ve hemostaz yapıldıktan sonra 1 gram vankomisin tozu, füzyon amaçlı otogreft ve 1 adet hemovak dren yerleştirildi. Kas tabakası ve fasya 1 numara vikril ile kapatıldı. Cilt altı 2-0 vikril ile kapatıldıktan sonra cilt 3-0 monokril dikiş ile kapatılarak işlem sonlandırıldı. Pedikül vidaları ve rod sistemi olarak Stryker (Michigan, USA) kullanıldı.

2. Anterior Vertebra Gerdirme Yöntemi

AVBT cerrahisi için lomber entsrümentasyon planlanıyorsa lateral lumbotomi insizyonu ile cerrahiler uygulandı. Hasta entübe edildikten sonra eğrilik apeksi (konveks taraf) üstte olacak şekilde lateral dekübit pozisyonunda hazırlandı (Şekil-32).



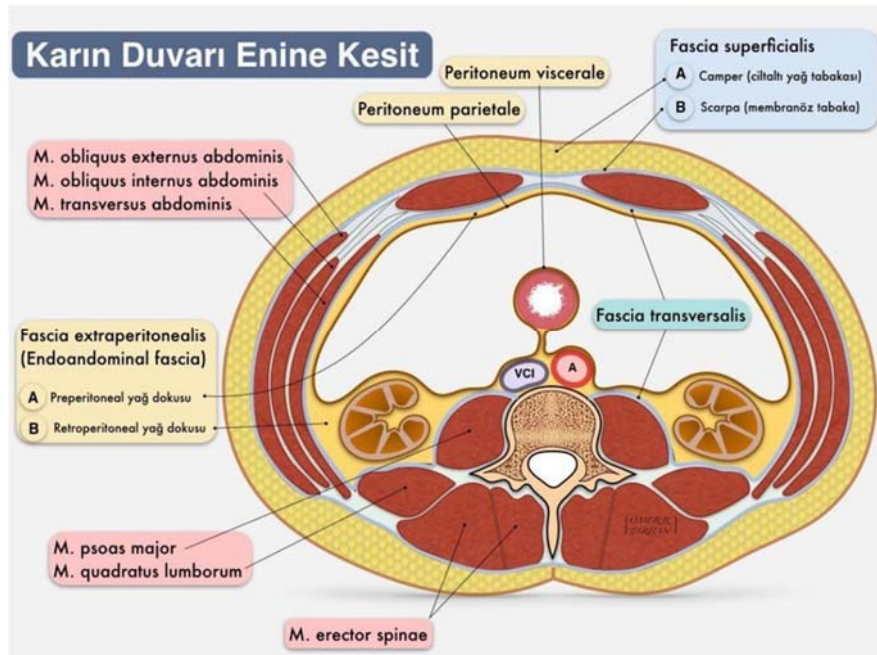
Şekil-32: AVBT tekniği lateral dekübit pozisyonu ve insizyonun işaretlenmesi, A) Arkadan görüntü, B) Üstten görüntü, C) Önden görüntü, D) Floroskopi kontrolünde seviyenin belirlenmesi ve işaretlenmesi

Steril olarak boyama ve örtme işleminin ardından arka aksiller hat boyunca vertebra korpusların cilt üzerine izdüşümü belirlendi ve skopi kontrolü altında cilt üzerine marker ile işaret konularak insizyon belirlendi (Şekil-32.D ve Şekil-33).

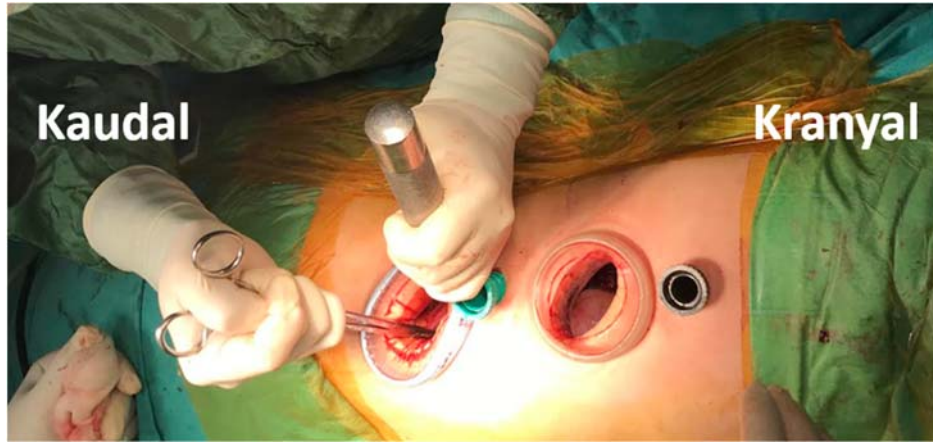


Şekil-33: AVBT cerrahisi mini torakotomi insizyonu, insizyon vertebra korpusları izdüşümüne denk gelecek şekilde planlandı.

Mini-open lumbotomi ile (Mini-open retroperitoneal yaklaşım) oblik bir insizyon kullanılarak yaklaşım yapıldı. Abdominal kaslardan eksternal oblik, internal oblik ve transversus abdominis kasları split geçildi. Periton yaralanmasını önlemek amacıyla transvers fasya dikkatli bir şekilde açıldı. Yağlı doku görüldüğünde keskin diseksiyondan kaçınılarak künt diseksiyonla retroperitoneal alana ulaşıldı. Psoas majör kası ekarte edildikten sonra vertebra korpuslarına lateralden ulaşıldı. (Şekil-34) İnsizyonlarda rahat çalışmak amacı ile Alexis ekartörler yerleştirildi. (Şekil-35)

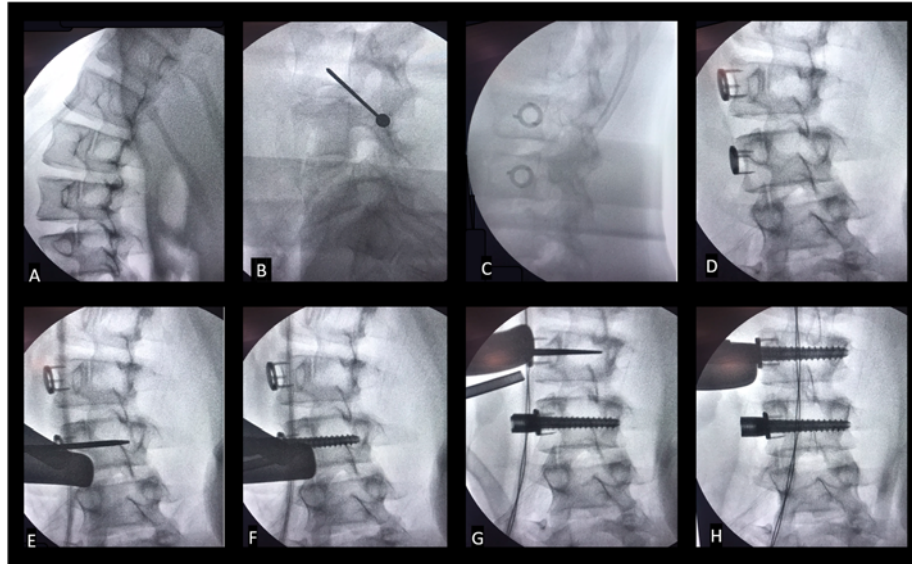


Şekil 34: Karın duvarı enine kesit anatomisi (www.turkcerrahi.com' dan alınmıştır)



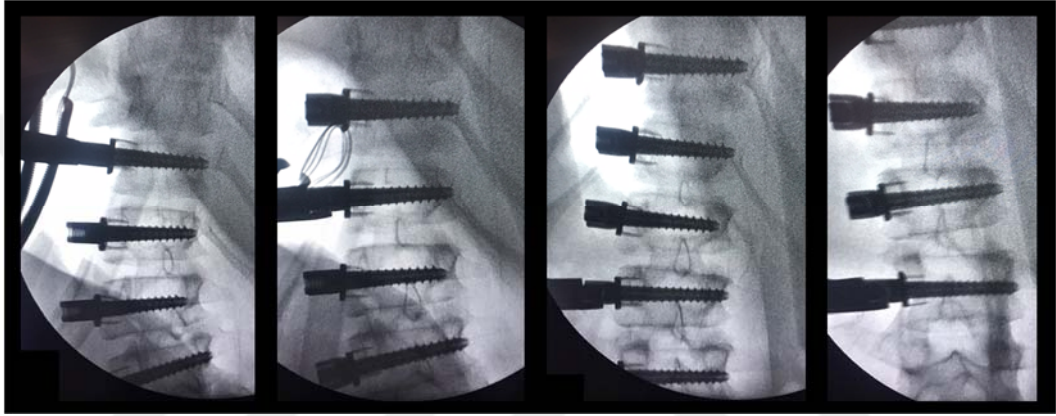
Şekil 35: Mini-open torakotomi ve mini-open lumbotomi insizyonları, Alexis ekartör ve torakoskopi kanülleri görülmekte, lumbal bölgede torakoskopi kanülü ile çalışılırken

Her insizyondan 2 veya 3 seviye enstrümantasyon yapma imkânı oldu. İnsizyonlardan ulaşılabilen sadece tek seviye vertebra olduğu durumlarda geniş torakoskopi kanülleri kullanıldı (Şekil-35) Vida uygulanacak vertebra seviyeleri floroskopi ile kontrol edilerek belirlendi. Her seviyeye yine floroskopi kontrolünde staple yerleştirildi. Vida giriş noktaları belirlendi, prob ile kontrol edildikten sonra enstrümente edilecek her vertebra gövdesine bikortikal birer veya ikişer vida yerleştirildi (Şekil-36).



Şekil-36: AVBT cerrahisinde vida uygulama basamakları A) Vida uygulanmadan önce AP görüntü, B) Lateral görüntüde giriş noktasının belirlenmesi, C-D) Staple uygulandıktan sonra AP ve lateral görüntü, E-H) Vidaların sırayla yerleştirilmesi

Vida uygulanacak tüm vertebralara vida yerleştirildikten sonra polietilen kablo distal insizyondan yerleştirilerek proksimale doğru ilerletildi. Kranialden başlanarak kaudale doğru kablo her vidadan geçirildi, her basamakta gerilerek bir miktar akut düzeltme yapıldı. (Şekil-37) Koronal planda düzeltme hedefiyle gerdirme işlemi yapılırken vida başına yerleştirin T-handle yardımı ile vertebra itilerek translasyon yapıldı hem de aksiyel planda vertebraların rotasyonunu da düzeltildi. Gerdirme sonrasında düzeltme miktarını değerlendirmek için floroskopi ile kontroller yapıldı. Aşırı düzeltme durumunda tekrar gerginlik ayarlaması için proksimalden ve distalden 2-3 cm pay bırakılarak kablo kesildi.



Şekil-37: Gerdirme sırasında ve sonrasında floroskopi görüntüleri, sırasıyla uygulanan germe sonrasında düzelme miktarı görülmektedir.

Split geçilen kaslar ve fasya herniye sebep olmaması için gergin bir şekilde 1-0 PDS dikiş ile kapatıldı. Cilt altı 2-0 vikril, cilt için 3-0 monokril dikiş kullanılarak işlem sonlandırıldı. Vida olarak 5.2, 6.0, 6.4 mm Zimmer Dynesis screws (Zimmer Inc., Warsaw, IN)] kullanıldı. Kablo olarak The PET (polyethylene terephthalate) tether (Zimmer Inc., Warsaw, IN) kullanılarak cerrahi gerçekleştirildi.

AVBT yapılan hastalarda T9-10-11-12 seviyelerine uygulanacak olan enstrüman için kot aralıkları kullanılarak mini-açık torakotomi yapıldı. Cilt ve cilt altı kesisi yapıldıktan sonra interkostal kaslar split geçildi. İnsizyonun durumuna göre geniş torakoskopi kanülü veya Alexis ekartörler yerleştirildi. Lumbotomi yaklaşımında olduğu gibi ulaşılamayan bir tek vertebra seviyesi olduğunda büyük insizyon yerine torakoskopi kanüllerini kullanıldı. Lomber bölgede uygulanan basamaklara benzer şekilde vidalar ve kablo yerleştirildi.

Enstrümanın diaframın hem kranialinde hem de kaudalinde olan durumlarda diaframın kablonun geçeceği kadar (yaklaşık 1cm) kesi yapıldı ve kablo transdiafragmatik olarak geçirildi. Diaframın üstünde çalışıldığı durumlarda parietal plevra açıldığı için 20-28 F toraks tüpü

rutin olarak takıldı. Kapatma işlemi için kotları da birbirine yaklaştıracak şekilde kotların etrafından 2 vikril ile kapatmaya başlandı. Cilt altı 2-0 vikril, cilt için 3-0 monokril dikiş kullanılarak işlem sonlandırıldı.

3.Hibrit Cerrahi

Hibrid cerrahi uyguladığımız hastalarda ise cerrahiye önce AVBT tekniği ile başlandı. AVBT tekniği için mevcut olan tüm basamaklar aynı şekilde uygulandı. Bu vakalarda en üst entrümente edilen vertebraya iki vida yerine tek vida kullanıldı ve vida normalden biraz daha kaudalden vertebra gövdesine gönderildi (Şekil-30). AVBT tamamlandıktan sonra hasta yüzüstü pozisyona döndürüldü. Füzyon cerrahisindeki basamaklar takip edilerek cerrahi sonlandırıldı.

T6-L2 AVBT yapılan hasta hariç tek akciğer ventilasyonuna gerek kalmamıştır. T6-L2 enstrümentasyon yapılan hasta için tek akciğer ventile edilerek mini-torakotomi ve mini-lumbotomi insizyonları ile cerrahi yapılmıştır.

D.Postoperatif Rehabilitasyon

Ameliyat sonrasında tüm hastalar ilk 24 saat boyunca özellikle ağrı yönetimi ve solunum fonksiyonları kontrolü için yoğun bakım ünitesinde takip edildi.

Ameliyat sonrasında ağrı kontrolü için multimodal analjezik yaklaşım uygulandı. Parasetamol, tramadol, non-steroid antiinflatuar ilaç uygun dozda tüm hastalara bir kontrendikasyon olmadığı durumlarda uygulandı. Ağrı kontrolü yetersiz kaldığında morfin ile hazırlanan hasta kontrollü analjezi (PCA) uygulandı.

Ameliyat sonrası rehabilitasyonda füzyon grubunda postoperatif birinci gün yürütülerek mobilize edildi. Dren alındı ve mobilizasyon sonrasında tüm hastalardan vertebra ön-arka ve yan grafiler alındı. Hastanede yattığı süre boyunca solunum fizyoterapisi yapıldı. Postoperatif ortalama 3.gün taburcu edildi, taburculuk sonrasında günlük aktivitelerine başlandı. Sportif aktivitelere 3. ay sonrasında izin verildi.

AVBT hastaları için mobilizasyon, solunum fizyoterapisi, taburculuk sonrasındaki takip prosedürü füzyon grubundaki gibi uygulandı. Hastalarımıza rutin korse desteği kullanılmadı. Toraks tüpü -20 cm H₂O basınçta 2 gün tutuldu. Rezidüel pnömotoraks ve göğüs tüpünün konumunu değerlendirmek için günlük ön-arka akciğer grafisi çekildi. 2. Gün tüp klempe edildikten sonra çekilen grafide rezidüel pnömotoraks yoksa ve günlük drenaj miktarı 200 mL altına düştüğünde toraks tüpü çıkarıldı.

Tüm hastaların poliklinik takipleri taburculuk sonrasında 1. hafta, 3. Hafta, 3. ay, 6.ay, 12.ay, 18.ay, 24.ay olarak düzenlendi. Herhangi bir komplikasyon durumunda poliklinik takipleri sıklaştırıldı.

E. Radyografik Değerlendirme

Radyolojik ölçümler için PACS (Picture Archiving and Communication Systems) kullanıldı. Tüm hastalar için yaş, cinsiyet, maturite değerlendirmesi açısından Sanders iskelet maturite evrelemesi ve Risser işaretleri, Lenke sınıflaması ameliyat öncesi grafilerden belirlendi.

Majör eğrilik derecesi, eğriliğin proksimalinde kalan eğriliğin derecesi Cobb yöntemi ile ölçüldü (Şekil-18). Servikal lordoz (SL), torakal kifoz (T4-12), lomber lordoz (LL) ölçüldü (Şekil-20).

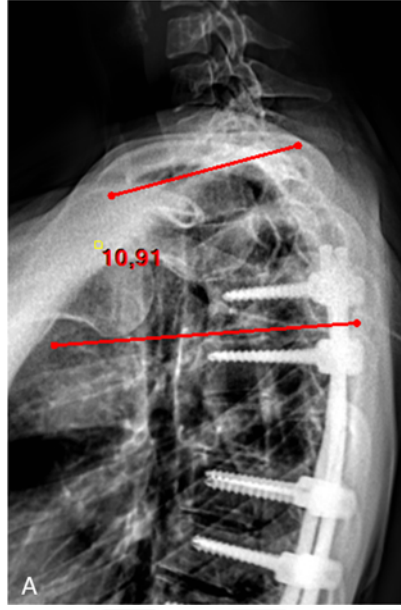
Pelvik parametreler olarak sakral eğim (SS), pelvik insidans (PI), pelvik tilt (PT) ölçülerek değerlendirildi (Şekil-21).

Omuz asimetrisini değerlendirmek amacıyla korakoid yükseklik farkı (coracoid height distance-CHD) ölçüldü. Her iki korakoid üst uçları arasındaki dikey uzaklık olarak ölçüm yapıldı (Şekil-22).

Global sagittal parametreleri değerlendirmek amacıyla ise sagittal vertikal aks (SVA), C7 vertebranın eğimi (C7 tilt), T1-pelvik açı (TPA) ve T1 spinopelvik inklinasyon (T1SPI) ölçüldü (Şekil-23,24,25).

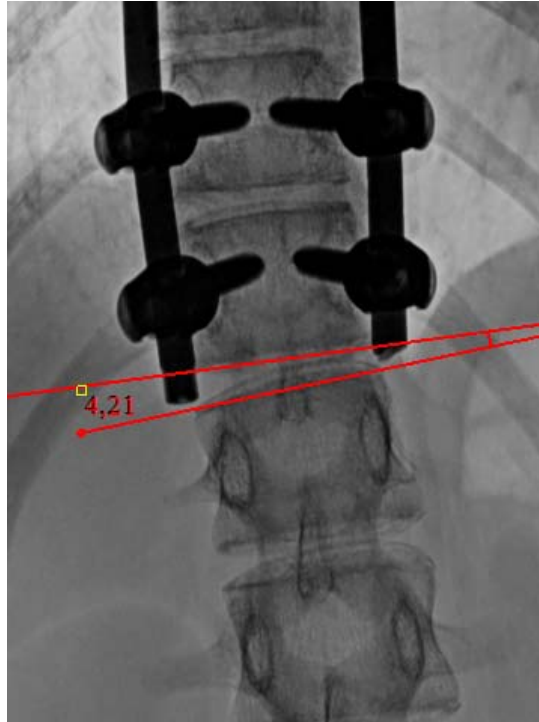
Adding-on fenomeni bir spinal füzyon cerrahi uygulandıktan sonra füzyonun hemen üstündeki veya altındaki füzyona komşu seviyelerde eğriliğin ilerlemesi olarak tanımlanır. Adding-on koronal veya sagittal düzlemde meydana gelebilir. Sagittal düzlemde eğriliğin proksimalinde proksimal bileşke kifozu (Proksimal junctional kifoz-PJK) olarak, füzyonun distalinde ise distal bileşke kifozu olarak (Distal junctional kifoz-DJK) olarak adlandırılır.

Çalışmamızda cerrahi sonrasında PJK ve DJK değerlendirmek amacıyla ölçümler yapıldı. PJK'nın zaman içinde farklı yazarlar tarafından farklı şekillerde tanımlanmıştır. UIV ve UIV +1 (UIV in üstündeki vertebra) arasındaki açıyı ölçerek tanımlayan yazarlar olması rağmen biz literatürde daha sık olarak tanımlandığı şekliyle ölçümlerde UIV alt endplate ile UIV+2' nin üst endplate arasından ölçümler yapıldı. (Şekil-38) Literatürde belirtildiği şekilde PJK' u PJA'nın ameliyat öncesine göre 10 derece veya daha fazla artması olarak kabul edildi (164,165).



Şekil-38: PJA ölçümü

Wang tarafından tarif edilen distal adding-on radyolojik olarak tanı kriterleri 1 yıllık takipte enstrümanın bir altındaki diskin eğiminin 5 derece artması ile beraber uygulanan enstrümanın altındaki ilk omurun CSVL'ye uzaklığının 5 mm' den daha fazla artması olarak tanımlanmıştır (166). Distal adding-on açısı ölçümü için enstrümanın en alt seviyesindeki omurun alt endplate ile bir alttaki omurun üst endplate arasındaki koronal düzlemde açı ölçülerek değerlendirilir (Şekil-39).



Şekil-39: Distal adding-on açısı ölçümü

Tüm ölçümler her üç hasta grubu için de ameliyat öncesi, ameliyat sonrası ilk grafi ve son kontrol grafileri olmak üzere 3 kez tekrarlandı.

Kablo kopması literatürde belirtildiği gibi ardışık ölçümlerde vidalar arasında 5 dereceden daha fazla düzeltme kaybı olarak tanımlandı (167).

Photopoulos ve arkadaşlarının yapmış olduğu AVBT tekniği uygulanan hastaların radyografik açı ölçümlerinin gözlemci içi ve gözlemciler arası güvenilirliğini araştırdığı çalışmada ölçümlerin en az iki gözlemci ile yapılarak ortalamasının alınması gerektiğini saptamışlardır(168). Çalışmamızdaki radyografik nicel ölçümler iki spinal cerrah tarafından ölçülerek değerlerin ortalaması alındı. Sanders maturite evreleme sistemi, risser işareti ve lenke sınıflaması gibi nicel olmayan veriler için iki gözlemci arasında fikir birliği arandı, fikir birliği olmadığı durumlarda üçüncü bir gözlemciye danışılarak karar verildi.

Ameliyat sonrası fonksiyonel skorları değerlendirmek amacı ile de hastalara SRS-22 (Scoliosis Research Society-22) skoru ve ODİ (Oswestry Disability Index) skoru için anket uygulandı.

SRS-22 skoru (EK-1): Ağrı (5 soru), imaj/görünüm (5 soru), fonksiyon/aktivite (5 soru), ruh sağlığı (5 soru), tedaviden tatmin (2 soru) ve toplam skor olmak üzere 22 soru üzerinden değerlendirilir. SRS-22 skoru Türkçe'ye çevrilmiş ve Alanay ve ark. tarafından güvenilirlik çalışması yapılmıştır (169).

ODİ skoru (EK-2) bel ağrısının günlük aktivitelerini ne kadar etkilediğini ölçen bir ankettir (170,171)ve 10 soru üzerinden değerlendirilir. Her soru için en az ağrı oluşturan durum 0 puan, en şiddetli ağrı için 5 puan olmak üzere 0-5 puan arasından puanlanarak değerlendirilir.50 puan üzerinden hastanın ankete uyguladığı tüm puanlar toplanır ve yüzde hesabı yapılır. (Örneğin hastanın verdiği toplam puan 22 ise 22/50 puan, %44 olarak hesaplanır)

Elde edilen yüzde değerler şu şekilde yorumlandı;

- %0 to %20: Bel ağrısı hastanın yaşamında önemli bir problem oluşturmuyor.
- %20 ile %40: Bel ağrısı hastanın günlük yaşamını hafif derecede kısıtlıyor.
- %40 ile %60: Bel ağrısı hastanın günlük yaşamını ileri derecede kısıtlıyor.
- %60 ile %80: Bel ağrısı nedeniyle hastanın günlük yaşamı tamamen kısıtlanmış
- %80 ile %100- Yatağa bağımlı hasta (veya semptomlar abartılıyor)

E. İstatistik Analiz

İstatistiksel analizler için SPSS 26 (*Statistical Package for the Social Sciences*) programı kullanıldı. Çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metodlar (ortalama, standart sapma, medyan, frekans, yüzde, minimum, maksimum) kullanıldı. Nicel verilerin normal dağılıma uygunlukları Shapiro-Wilk testi ve grafiksel incelemeler ile sınanmıştır.

Normal dağılım gösteren nicel değişkenlerin ikiden fazla grup arası karşılaştırmalarında Tek yönlü varyans analizi kullanılırken, anlamlılığın hangi gruptan kaynaklandığını belirlemek amacıyla varyansların homojen olduğu durumda Bonferroni düzeltmeli ikili değerlendirmeler, varyansların homojen olmadığı durumda Games-Howell test kullanıldı.

Normal dağılım göstermeyen nicel değişkenlerin ikiden fazla grup arası karşılaştırmalarında Kruskal-Wallis test ve anlamlılığın hangi gruptan kaynaklandığını belirlemek amacıyla Dunn-Bonferroni test kullanıldı. Normal dağılım göstermeyen nicel değişkenlerin grup içi karşılaştırmalarında Friedman Test ve ikili karşılaştırmaların değerlendirilmesinde Bonferroni düzeltmeli Wilcoxon signed-ranks test kullanıldı. Normal dağılım göstermeyen nicel değişkenlerin grup içi karşılaştırmalarında Wilcoxon signed-ranks test kullanıldı.

Nitel verilerin karşılaştırılmasında Fisher-Freeman-Halton test kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık $p < 0,05$ olarak kabul edildi.

IV.BULGULAR

AVBT grubunda 17 hasta, NSF grubunda 19 hasta, STF grubunda ise 15 hasta olmak üzere toplam 51 hasta çalışmaya dahil edildi. Hastaların %19,6'sı (n=10) erkek, %80,4'ü (n=41) kadın idi. Çalışmaya katılan hastaların yaşları 10,52 ile 25,07 arasında değişmekte olup, ortalama $15,57 \pm 2,97$ yaş olarak saptandı. Grupların demografik verileri risser işareti ve lenke sınıflaması Tablo 8 'de özetlenmiştir.

		Grup			
		Grup 1: AVBT (n=17)	Grup:2 NSF (n=19)	Grup 3: STF (n=15)	Toplam
Yaş	<i>Ort±Ss</i>	13,98±2,34	16,81±3,42	15,81±2,24	15,57±2,97
	<i>Medyan</i>	13,9	15,7	16	15
	<i>(Min-Maks)</i>	(10,5-20,5)	(11,9-25,1)	(11,9-19,4)	(10,5-25,1)
Cinsi- yet	Erkek	1 (5,9)	2 (10,5)	7 (46,7)	10 (19,6)
	Kadın	16 (94,1)	17 (89,5)	8 (53,3)	41 (80,4)
Risser	Evre 0	4 (23,5)	1 (5,3)	0 (0,0)	5 (9,8)
	Evre I	2 (11,8)	0 (0,0)	0 (0,0)	2 (3,9)
	Evre II	0 (0,0)	1 (5,3)	0 (0,0)	1 (2,0)
	Evre III	1 (5,9)	1 (5,3)	1 (6,7)	3 (5,9)
	Evre IV	7 (41,2)	6 (31,6)	8 (53,3)	21 (41,2)
	Evre V	3 (17,6)	10 (52,6)	6 (40,0)	19 (37,3)
Lenke	Lenke I	8 (47,1)	3 (15,8)	11 (73,3)	22 (43,1)
	Lenke II	0 (0,0)	2 (10,5)	4 (26,7)	6 (11,8)
	Lenke V	9 (52,9)	9 (47,4)	0 (0,0)	18 (35,3)
	Lenke VI	0 (0,0)	5 (26,3)	0 (0,0)	5 (9,8)

Tablo 8: Gruplara göre yaş, cinsiyet, Risser işareti ve Lenke sınıflaması

Çalışmada AVBT enstrüman seviyesi ortalama $5,23 \pm 1,3$ olarak bulundu. AVBT grubundaki hastaların yaş, cinsiyet, enstrüman seviyeleri, sanders iskelet maturite evresi, risser işareti ve lenke sınıflaması Tablo 9'da verilmiştir.

	Cinsi- yet	Cerrahi anında yaş	AVBT	Kablo Sayısı	Posterior Füzyon	Sanders	Risser	Lenke
1	Erkek	13,8	T10-L3	Çift	YOK	4	0	5
2	Kadın	11,9	T10-L3	Çift	YOK	3	0	5
3	Kadın	13,0	T10-L3	Çift	YOK	5	4	5
4	Kadın	11,9	T6-L2	Tek	YOK	6	1	1
5	Kadın	20,5	T11-L3	Çift	YOK	8	5	5
6	Kadın	16,0	T11-L3	Çift	YOK	7	4	5
7	Kadın	13,3	T10-L3	Çift	YOK	7	4	1
8	Kadın	16,7	T12-L4	Çift	T5-12	8	5	1
9	Kadın	11,5	T11-L3	Çift	T4-T11	2	0	1
10	Kadın	13,9	T12-L4	Tek	T5-T12	4	3	5
11	Kadın	15,0	T12-L3	Tek	T2-T12	7	4	1
12	Kadın	14,6	T12-L3	Çift	T4-T12	7	4	1
13	Kadın	14,7	T11-L3	Çift	T5-T11	8	5	5
14	Kadın	14,4	T12-L3	Çift	T3-12	7	4	5
15	Kadın	10,5	T11-L3	Tek	T5-T11	3	0	1
16	Kadın	12,1	T11-L3	Çift	T2-T11	6	1	1
17	Kadın	13,9	T12-L4	Çift	YOK	7	4	5

Tablo-9: AVBT grubu verileri

Ortalama takip süresi AVBT grubunda 22,7 ay, STF grubunda 23,27 ay, non-selektif spinal füzyon grubunda ise 23,33 ay idi.

Gruplara göre hastaların preoperatif majör eğrilik dereceleri, CHD, SS, PT, Pİ, LL, TK, PJA, SVA, SL, C7 Tilt, TPA ve T1SPİ ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($p>0,05$).

Gruplara göre hastaların sadece preoperatif proksimal cobb ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptandı ($p=0,038$; $p<0,05$). Farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Games-Howell test sonuçlarına göre; AVBT grubu hastaların proksimal cobb değeri, STF grubu hastalara göre anlamlı düzeyde yüksek saptandı ($p=0,028$; $p<0,05$). Ameliyat öncesi radyografik ölçümlerin gruplar arası karşılaştırması Tablo 10 'da özetlendi.

Preoperatif Radyografik Ölçümler						
		Grup 1: (n=17)	Grup 2: NSF (n=19)	Grup 3: STF (n=15)	Toplam	p
Major	<i>N</i>	17	19	15	51	^c 0,853
Eğrilik	<i>Ort±Ss</i>	44,37±6,61	44,53±9,04	45,49±6,72	46,13±11,56	
Derecesi	<i>Medyan (Q1-Q3)</i>	43 (41-47)	46,7 (38,05-52)	45,1 (42-50,1)	45,1 (39-50,1)	
Proksimal	<i>N</i>	17	19	15	51	^c 0,038*
cobb	<i>Ort±Ss</i>	27,89±9,54	24±16,73	18,85±9,26	23,78±12,92	
	<i>Medyan (Min-Maks)</i>	26,9 (8,1-42,2)	20,3 (2,6-58,5)	18,6 (2,2-34,1)	22 (2,2-58,5)	
CHD	<i>N</i>	17	19	15	51	^c 0,184
	<i>Ort±Ss</i>	16,33±10,79	15,53±12,47	9,82±8,82	14,12±11,09	
	<i>Medyan (Q1-Q3)</i>	14,7 (7,5-22,3)	12,3 (8,1-18)	7,3 (1,2-18,5)	13,2 (4,7-19,9)	
SS	<i>N</i>	17	19	14	50	^c 0,187
	<i>Ort±Ss</i>	39,67±4,22	35,22±11,85	42,35±9,67	38,73±9,54	
	<i>Medyan (Q1-Q3)</i>	38,4 (37-42)	39,8 (25,6-43,6)	44,5 (37,5-49,3)	39,4 (35-44)	
PT	<i>N</i>	16	19	14	49	^c 0,766
	<i>Ort±Ss</i>	8,71±9,24	9,18±9,98	7,35±9,93	8,5±9,56	
	<i>Medyan (Q1-Q3)</i>	10,5 (4-15,5)	5,8 (3,5-17,7)	6,9 (0,8-13,9)	9 (1,9-15)	
PI	<i>N</i>	16	19	11	46	^c 0,404
	<i>Ort±Ss</i>	48,5±11,21	42,92±16,82	47,07±14,03	45,85±14,33	
	<i>Medyan (Q1-Q3)</i>	49,5 (41,2-55)	39,5 (33,1-58,1)	52,1 (34,4-57,7)	45,9 (36,2-56)	
LL	<i>N</i>	16	19	13	48	^c 0,565
	<i>Ort±Ss</i>	51,94±7,32	51,71±11,56	54,39±19,02	52,51±12,73	
	<i>Medyan (Q1-Q3)</i>	53 (51,5-57)	50,7 (43,4-59,7)	55,3 (51,5-67,3)	53 (48,1-58,9)	
TK	<i>N</i>	15	18	11	44	^c 0,944
	<i>Ort±Ss</i>	31,25±10,37	32,11±12,58	32,07±13,51	31,81±11,84	
	<i>Medyan (Q1-Q3)</i>	30 (22-37)	31,4 (21,8-36,7)	31 (25,1-36)	30,5 (23,3-36,5)	
PJA	<i>N</i>	9	17	9	35	^c 0,372
	<i>Ort±Ss</i>	7,08±4,8	8,26±4,24	10,94±6,98	8,65±5,24	
	<i>Medyan (Q1-Q3)</i>	4,5 (3,5-12,1)	8,2 (4,2-11,1)	11,4 (5,3-14,2)	8,2 (4,2-13,2)	
SVA	<i>N</i>	16	19	14	49	^c 0,964
	<i>Ort±Ss</i>	-3,08±20	-0,72±23,94	-3,24±25,43	-2,21±22,73	
	<i>Medyan (Q1-Q3)</i>	-0,4 (-10,5-9,5)	-0,9 (-16,4-14,9)	0 (-14,6-16,5)	-0,2 (-11-14)	
SL	<i>N</i>	16	19	13	48	^c 0,149
	<i>Ort±Ss</i>	-1,37±11,54	6,46±11,09	-2,43±18,39	1,44±13,89	
	<i>Medyan (Q1-Q3)</i>	3 (-13,7-7,6)	4,4 (-1,2-14)	-1,7 (-11,4-10,8)	3 (-7,1-10,9)	
C7 Tilt	<i>N</i>	16	19	14	49	^c 0,578
	<i>Ort±Ss</i>	-2,03±2,43	-2,87±3,25	-1,95±2,92	-2,33±2,88	
	<i>Medyan (Q1-Q3)</i>	-1,7 (-2,7-0)	-2,3 (-6,3--0,2)	-1,7 (-3-0)	-1,8 (-3,8-0)	
TPA	<i>N</i>	15	19	14	48	^c 0,793
	<i>Ort±Ss</i>	3,74±9,71	3,67±7,36	2,8±9,11	3,44±8,48	
	<i>Medyan (Q1-Q3)</i>	5,8 (-6-10)	3,3 (-2,4-6)	1,7 (-6-10,9)	3,6 (-2,5-10)	
T1SPİ	<i>N</i>	15	19	13	47	^c 0,819
	<i>Ort±Ss</i>	-3,25±1,31	-3,71±2,76	-3,06±4,26	-3,38±2,89	
	<i>Medyan (Q1-Q3)</i>	-3,2 (-4,4--2,4)	-4,2 (-5,4--1,6)	-3 (-6,7--1,3)	-3,3 (-5,3--1,6)	

^aOneway ANOVA

^cKruskal Wallis Test

**p*<0,05

Tablo 10: Gruplara Göre Preoperatif Radyolojik Ölçümlerin Değerlendirilmesi

Gruplara göre hastaların postoperatif ilk radyografide majör eğrilik dereceleri, proksimal cobb, CHD, SS, PT, Pİ, TK, LL, PJA, SVA, SL, C7 Tilt, TPA, T1SPİ, ADD-ON ölçümleri, istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemiştir ($p>0,05$). Ameliyat sonrası ilk radyografik ölçümlerin gruplar arası karşılaştırması Tablo 11’de özetlendi.

Gruplara göre hastaların son kontrol radyografi ölçümlerinde proksimal cobb, CHD, SS, PT, Pİ, LL, TK, SVA, SL, C7 Tilt, TPA ve ADD-ON ölçümleri, istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($p>0,05$).

Gruplara göre hastaların son kontrol radyografi ölçümlerinde majör eğrilik derecesi ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptandı ($p=0,002$; $p<0,01$). Farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Dunn-Bonferroni test sonuçlarına göre; AVBT grubu majör eğrilik derecesi, NSF grubu hastalara göre anlamlı düzeyde yüksek saptandı ($p=0,001$; $p<0,01$).

Gruplara göre hastaların son kontrol radyografi ölçümlerinde PJA değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptandı ($p=0,025$; $p<0,05$). Farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Dunn-Bonferroni test sonuçlarına göre; NSF grubu hastaların PJA değeri, STF grubu hastalara göre anlamlı düzeyde yüksek saptandı ($p=0,026$; $p<0,05$).

Gruplara göre hastaların son kontrol radyografi ölçümlerinde T1SPİ değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptandı ($p=0,033$; $p<0,05$). Farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Bonferroni test sonuçlarına göre; NSF grubu hastaların T1SPİ değeri, STF grubu hastalara göre anlamlı düzeyde yüksek saptandı ($p=0,035$; $p<0,05$).

Son kontrol radyografik ölçümlerin gruplar arası karşılaştırması Tablo 12’de özetlendi.

		Postoperatif radyografik Ölçümler				p
		AVBT (n=17)	NSF (n=19)	STF (n=15)	Toplam	
Major	<i>n</i>	16	19	15	50	<i>0,081</i>
Eğrilik	<i>Ort±Ss</i>	9,42±6,55	5,97±8,32	8,69±8,06	7,89±7,71	
Derecesi	<i>Medyan (Q1-Q3)</i>	7,5 (6,3-11,1)	3,1 (1,5-7,9)	6,2 (2,3-14,2)	6,2 (2,3-10,1)	
Proksi-	<i>n</i>	16	19	15	50	<i>0,449</i>
mal cobb	<i>Ort±Ss</i>	9,12±7,49	9,56±7,08	6,21±3,83	8,41±6,48	
	<i>Medyan (Q1-Q3)</i>	8,8 (2,2-15,5)	7,2 (3,4-18,2)	7,1 (3,2-8,9)	7,4 (3,2-13)	
CHD	<i>n</i>	16	19	15	50	<i>0,139</i>
	<i>Ort±Ss</i>	18,32±10,93	14,56±8,82	11,49±8,22	14,84±9,59	
	<i>Medyan (Min-Maks)</i>	17,8 (1,2-46,5)	15,6 (1-29,8)	9,4 (0-28,6)	14,4 (0-46,5)	
SS	<i>n</i>	15	18	13	46	<i>0,789</i>
	<i>Ort±Ss</i>	38,44±8,96	36,22±8,43	39,07±8,94	37,75±8,64	

		Medyan (Q1-Q3)			36,6 (30,4-43,2)	
		37,3 (30,4-45,2)	36,4 (30,3-40,2)	36,6 (33,1-44)	43,2)	
PT	<i>n</i>	15	18	13	46	^c 0,848
	<i>Ort±Ss</i>	10,17±8,66	9,4±9,83	11,34±9,32	10,2±9,15	
	<i>Medyan (Q1-Q3)</i>	12,4 (2,3-17,3)	6,8 (3-18,3)	12,4 (3,6-17,2)	10,3 (3,4-17,3)	
PI	<i>n</i>	15	18	13	46	^c 0,595
	<i>Ort±Ss</i>	47,09±16	45,53±14,76	50,06±11,71	47,32±14,21	
	<i>Medyan (Q1-Q3)</i>	50,2 (34,1-58,5)	42,1 (35-55)	46,1 (40,7-57,5)	46,2 (37,3-57,5)	
LL	<i>n</i>	15	19	15	49	^a 0,936
	<i>Ort±Ss</i>	51,41±10,47	51,09±12,86	52,51±11,16	51,62±11,43	
	<i>Medyan (Min-Maks)</i>	49,4 (35,3-70,7)	53,4 (26,7-71,1)	52,1 (31-68,8)	52,1 (26,7-71,1)	
TK	<i>n</i>	15	19	15	49	^a 0,059
	<i>Ort±Ss</i>	28,33±6,18	33,32±9,64	26,61±8,49	29,74±8,70	
	<i>Medyan (Min-Maks)</i>	25,8 (21,3-41,1)	36,7 (14,9-51,4)	26,98 (9,5-41,1)	27,8 (9,5-51,4)	
PJA	<i>n</i>	14	18	13	45	^c 0,405
	<i>Ort±Ss</i>	6,64±3,08	8,37±6,15	6,56±7,62	7,31±5,83	
	<i>Medyan (Q1-Q3)</i>	6,4 (4,2-8,2)	7 (4,1-14,4)	3,9 (2,5-8,1)	5,6 (3,5-8,5)	
SVA	<i>n</i>	15	18	14	47	^c 0,899
	<i>Ort±Ss</i>	9,78±25,12	3,01±35,57	11,22±25,22	7,62±29,21	
	<i>Medyan (Q1-Q3)</i>	9,3 (2,3-21,4)	8,7 (-13,6-25,5)	12 (-13,2-22,5)	9,6 (-12,5-22,5)	
SL	<i>n</i>	13	12	6	31	^c 0,532
	<i>Ort±Ss</i>	10,9±6,48	7,23±7,34	2,18±20,98	7,79±10,98	
	<i>Medyan (Q1-Q3)</i>	11,9 (4,2-13,2)	6,7 (4,5-10,1)	10 (4,8-11)	9,2 (4,4-13)	
C7 Tilt	<i>n</i>	15	17	14	46	^c 0,318
	<i>Ort±Ss</i>	3,48±16,54	-2,15±4,25	-0,44±3,62	0,21±10,05	
	<i>Medyan (Q1-Q3)</i>	0 (-2,3-2,2)	-2,1 (-4,6-0,1)	-0,7 (-2,8-2,4)	-0,9 (-2,9-1,1)	
TPA	<i>n</i>	15	18	13	46	^c 0,742
	<i>Ort±Ss</i>	7,01±8,84	5,06±10,16	7,67±8,58	6,43±9,18	
	<i>Medyan (Q1-Q3)</i>	10 (-1,1-14,3)	4 (0-15,1)	7,6 (3,4-10,2)	5,6 (0-14,4)	
T1SPİ	<i>n</i>	15	18	13	46	^c 0,097
	<i>Ort±Ss</i>	-2,65±2,71	-4,3±2,8	5,26±25,24	-1,06±13,84	
	<i>Medyan (Q1-Q3)</i>	-2,7 (-4,4--1,2)	-4,7 (-6,4--2,1)	-2,7 (-5,3-4)	-3,6 (-5,4--1,5)	
ADD-ON	<i>n</i>	15	16	15	46	^a 0,100
	<i>Ort±Ss</i>	4,25±2,41	3,49±3,11	2,21±2,00	3,32±2,64	
	<i>Medyan (Min-Maks)</i>	4,4 (0,2-9,54)	2,4 (0-9,5)	1,4 (0,2-7,2)	2,8 (0-9,54)	
^a Oneway ANOVA		^c Kruskal Wallis Test		** <i>p</i> <0,01		

Tablo 11: Gruplara göre postoperatif ilk radyolojik ölçümlerin değerlendirilmesi

Son Kontrol Radyografik Ölçümler						
		AVBT (n=17)	Non-Selektif Füzyon (n=19)	STF(n=15)	Toplam	p
Major	<i>n</i>	17	19	15	51	^a0,002**
Eğrilik	<i>Ort±Ss</i>	13,31±7,21	5,04±5,84	9,88±9,21	9,22±8,07	
Derecesi	<i>Medyan (Q1-Q3)</i>	12,1 (7-20)	3,2 (1,8-5,6)	6,8 (3,2-15,4)	6 (2,4-13,8)	
Proksi- mal cobb	<i>n</i>	17	19	15	51	^a0,446
	<i>Ort±Ss</i>	9,13±6,11	8,56±8,38	6,96±6,91	8,28±7,17	
	<i>Medyan (Q1-Q3)</i>	7,7 (5,3-14,8)	3,9 (2,1-15,1)	6,5 (1,8-9,8)	6,5 (2,3-14,8)	
CHD	<i>n</i>	17	19	15	51	^a0,390
	<i>Ort±Ss</i>	10,29±8,37	10,31±8,39	7,17±6,61	9,38±7,88	
	<i>Medyan (Q1-Q3)</i>	9,3 (3,2-14,8)	8,8 (4-13)	5,9 (0,2-12,6)	7,3 (3,2-13)	
SS	<i>n</i>	16	19	15	50	^a0,119
	<i>Ort±Ss</i>	36,27±6,81	37,04±7,41	41,21±6,72	38,04±7,2	
	<i>Medyan (Min- Maks)</i>	35,2 (24,8-47,8)	35,9 (25,5-52,1)	39,6 (27,7- 52,7)	38,9 (24,8-52,7)	
PT	<i>n</i>	16	19	15	50	^a0,659
	<i>Ort±Ss</i>	7,76±10,26	9,79±7,67	7,03±9,74	8,31±9,08	
	<i>Medyan (Min- Maks)</i>	10,6 (-16,9-23,5)	7,6 (-0,9-29,3)	8,9 (-11,7- 24,2)	8,6 (-16,9-29,3)	
PI	<i>n</i>	15	19	15	49	^a0,705
	<i>Ort±Ss</i>	42,27±12,05	46,2±13,3	45,46±16,66	44,77±13,88	
	<i>Medyan (Min- Maks)</i>	43,1 (19,2-60,2)	42 (26-71,9)	44,2 (11,1- 72,4)	43,1 (11,1-72,4)	
LL	<i>n</i>	16	19	15	50	^a0,208
	<i>Ort±Ss</i>	53,79±13,58	54,91±8,11	60,04±8,67	56,09±10,45	
	<i>Medyan (Min- Maks)</i>	56,1 (19,9-72,2)	55,7 (39,2-67,6)	61,6 (41-71,2)	57,9 (19,9-72,2)	
TK	<i>n</i>	16	18	15	49	^a0,509
	<i>Ort±Ss</i>	34,08±8,98	33,76±10,81	30,41±8,95	32,84±9,62	
	<i>Medyan (Min- Maks)</i>	33,2 (20,8-58,5)	35,6 (11,9-53,7)	31,5 (13,3-52)	33,5 (11,9-58,5)	
PJA	<i>n</i>	15	18	13	46	^a0,025*
	<i>Ort±Ss</i>	8,13±5,57	13,58±8,09	6,53±4,23	9,81±6,99	
	<i>Medyan (Q1-Q3)</i>	6,7 (5,3-10,1)	11,4 (7,3-24,7)	5,5 (4,5-7,2)	7,2 (5,2-12,4)	
SVA	<i>n</i>	16	19	15	50	^a0,301
	<i>Ort±Ss</i>	2,79±32,96	-12,15±26,45	-5,33±23,94	-5,32±28,16	
	<i>Medyan (Min- Maks)</i>	8,8 (-55,9-66,2)	-16,8 (-64,4- 53,1)	-3 (-57,6-30,8)	-6,2 (-64,4-66,2)	
SL	<i>n</i>	16	14	10	40	^a0,661
	<i>Ort±Ss</i>	11,82±9,4	15,48±13,23	10,35±12,48	12,73±11,53	
	<i>Medyan (Q1-Q3)</i>	8,5 (5,2-14,4)	13,6 (8,7-18,5)	10,8 (7,5-19,2)	10,8 (6,7-18,2)	
C7 Tilt	<i>n</i>	16	19	15	50	^a0,310
	<i>Ort±Ss</i>	-3,58±6,99	-4,16±4,87	-1,91±3,14	-3,3±5,24	

	Medyan (Q1-Q3)	-1,9 (-5,4-0,6)	-3,5 (-4,9--2,3)	-1,6 (-3,5--0,5)	-2,7 (-4,9--0,5)	
TPA	<i>n</i>	16	19	15	50	^a 0,943
	<i>Ort±Ss</i>	4,6±8,8	3,56±8,04	4,3±8,87	4,12±8,37	
	<i>Medyan (Min-Maks)</i>	6,4 (-18,5-21,9)	2,4 (-10,3-23,4)	4,7 (-8,4-21,9)	3,5 (-18,5-23,4)	
T1SPİ	<i>n</i>	16	19	15	50	^a 0,033*
	<i>Ort±Ss</i>	-3,98±3,51	-5,67±1,84	-3,11±3,03	-4,36±2,97	
	<i>Medyan (Min-Maks)</i>	-3,5 (-11,7-3)	-5,7 (-9,3--2,4)	-3,1 (-6,9-4)	-4,4 (-11,7-4)	
ADD-ON	<i>n</i>	15	18	15	48	^a 0,952
	<i>Ort±Ss</i>	3,17±2,39	3,59±3,42	2,97±2,06	3,27±2,7	
	<i>Medyan (Q1-Q3)</i>	2,3 (1,5-5,4)	2 (1,2-6,7)	2,6 (1,5-3,4)	2,3 (1,5-5,2)	
^a Oneway ANOVA	^c Kruskal Wallis Test	* <i>p</i> <0,05		** <i>p</i> <0,01		

Tablo 12: Gruplara Göre Son Kontrol Radyolojik Ölçümlerin Değerlendirilmesi

AVBT grubundaki hastaların ameliyat öncesi, ameliyat sonrası ve son kontrol radyografilerinin kendi içinde karşılaştırıldığı analizde SS, PT, Pİ, LL, TK, PJA, SVA, C7 tilt, T1SPİ, ADD-ON ve DJA ölçümleri, istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($p>0,05$).

Majör eğrilik derecesi ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptandı ($p=0,001$; $p<0,01$). Hastaların preoperatif majör eğrilik derecesine göre postoperatif ortalama $35,16\pm10,25$ birimlik ve son kontrol radyografisinde ortalama $31,06\pm9,86$ birimlik düşüşler anlamlı bulundu ($p=0,001$; $p=0,002$; $p<0,01$).

Proksimal cobb ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptandı ($p=0,001$; $p<0,01$). Hastaların preoperatif proksimal cobb değerine göre postoperatif ortalama $19,09\pm13,21$ birimlik ve son kontrol radyografisinde ortalama $18,76\pm11,99$ birimlik düşüşler anlamlı saptandı ($p=0,001$; $p=0,002$; $p<0,01$).

CHD ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptandı ($p=0,028$; $p<0,05$). Hastaların postoperatif CHD değerine göre son kontrol radyografisinde ortalama $8,85\pm7,85$ birimlik düşüş anlamlı saptandı ($p=0,024$; $p<0,05$).

SL ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptandı ($p=0,001$; $p<0,01$). Hastaların preoperatif servikal lordoz değeri postoperatif ortalama $14,97\pm12,43$ birimlik artışlar ve son kontrol değerindeki ortalama $13,19\pm17,89$ birimlik artışlar istatistiksel olarak anlamlı saptandı ($p=0,004$; $p=0,004$; $p<0,01$).

TPA ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptandı ($p=0,042$; $p<0,05$). Hastaların preoperatif TPA değerine göre postoperatif ortalama $4,82\pm5,85$ birimlik artış anlamlı saptandı ($p=0,018$; $p<0,05$).

AVBT grubunun kendi içinde yapılan analiz Tablo-13 'de özetlenmiştir.

Vertebra Body Tethering Grubu					Preop - Postop	Preop - Son Kontrol	Postop - Son Kontrol
		Preop	Postop	Son Kontrol	<i>p</i>	<i>p</i>	<i>p</i>
Major	<i>n</i>	17	16	17	^d 0,001**	0,001**	0,335
Eğrilik	<i>Ort±Ss</i>	44,37±6,61	9,42±6,55	13,31±7,21			
Derecesi	<i>Medyan</i> (<i>Q1-Q3</i>)	43 (41-47)	7,5 (6,3-11,1)	12,1 (7-20)			
Proksimal	<i>n</i>	17	16	17	^d 0,001**	0,001**	1,000
cobb	<i>Ort±Ss</i>	27,89±9,54	9,12±7,49	9,13±6,11			
	<i>Medyan</i> (<i>Q1-Q3</i>)	26,9 (22-34,2)	8,8 (2,2-15,5)	7,7 (5,3-14,8)			
CHD	<i>n</i>	17	16	17	^d 0,028*	0,555	0,024*
	<i>Ort±Ss</i>	16,33±10,79	18,32±10,93	10,29±8,37			
	<i>Medyan</i> (<i>Q1-Q3</i>)	14,7 (7,5-22,3)	17,8 (12,5-21,7)	9,3 (3,2-14,8)			
SS	<i>n</i>	17	15	16	^d 0,591	0,946	1,000
	<i>Ort±Ss</i>	39,67±4,22	38,44±8,96	36,27±6,81			
	<i>Medyan</i> (<i>Q1-Q3</i>)	38,4 (37-42)	37,3 (30,4-45,2)	35,2 (30,8-42,4)			
PT	<i>n</i>	16	15	16	^d 0,089	0,089	1,000
	<i>Ort±Ss</i>	8,71±9,24	10,17±8,66	7,76±10,26			
	<i>Medyan</i> (<i>Q1-Q3</i>)	10,5 (4-15,5)	12,4 (2,3-17,3)	10,6 (2,7-14,2)			
Pİ	<i>n</i>	16	15	15	^d 0,689	1,000	1,000
	<i>Ort±Ss</i>	48,5±11,21	47,09±16	42,27±12,05			
	<i>Medyan</i> (<i>Q1-Q3</i>)	49,5 (41,2-55)	50,2 (34,1-58,5)	43,1 (34,1-52,1)			
LL	<i>n</i>	16	15	16	^d 0,635	1,000	1,000
	<i>Ort±Ss</i>	51,94±7,32	51,41±10,47	53,79±13,58			
	<i>Medyan</i> (<i>Q1-Q3</i>)	53 (51,5-57)	49,4 (44,1-60,1)	56,1 (46,4-64,2)			
TK	<i>n</i>	15	15	16	^d 0,135	0,980	0,150
	<i>Ort±Ss</i>	31,25±10,37	28,33±6,18	34,08±8,98			
	<i>Medyan</i> (<i>Q1-Q3</i>)	30 (22-37)	25,8 (23,5-31,8)	33,2 (28,6-38,9)			
PJA	<i>n</i>	9	14	15	^d 0,495	1,000	1,000
	<i>Ort±Ss</i>	7,08±4,8	6,64±3,08	8,13±5,57			
	<i>Medyan</i> (<i>Q1-Q3</i>)	4,5 (3,5-12,1)	6,4 (4,2-8,2)	6,7 (5,3-10,1)			
SVA	<i>n</i>	16	15	16	^d 0,381	0,513	1,000

	<i>Ort±Ss</i>	-3,08±20	9,78±25,12	2,79±32,96				
	<i>Medyan</i> (<i>Q1-Q3</i>)	-0,4 (-10,5- 9,5)	9,3 (2,3-21,4)	8,8 (-23,9-23,2)				
SL	<i>n</i>	16	13	16	^d 0,001**	0,004**	0,004**	1,000
	<i>Ort±Ss</i>	-1,37±11,54	10,9±6,48	11,82±9,4				
	<i>Medyan</i> (<i>Q1-Q3</i>)	3 (-13,7-7,6)	11,9 (4,2-13,2)	8,5 (5,2-14,4)				
C7 Tilt	<i>n</i>	16	15	16	^d 0,356	0,706	1,000	0,604
	<i>Ort±Ss</i>	-2,03±2,43	3,48±16,54	-3,58±6,99				
	<i>Medyan</i> (<i>Q1-Q3</i>)	-1,7 (-2,7-0)	0 (-2,3-2,2)	-1,9 (-5,4-0,6)				
TPA	<i>n</i>	15	15	16	^d 0,042*	0,018*	1,000	0,176
	<i>Ort±Ss</i>	3,74±9,71	7,01±8,84	4,6±8,8				
	<i>Medyan</i> (<i>Q1-Q3</i>)	5,8 (-6-10)	10 (-1,1-14,3)	6,4 (0,5-9)				
T1SPİ	<i>n</i>	15	15	16	^d 0,355	1,000	0,469	1,000
	<i>Ort±Ss</i>	-3,25±1,31	-2,65±2,71	-3,98±3,51				
	<i>Medyan</i> (<i>Q1-Q3</i>)	-3,2 (-4,4--2,4)	-2,7 (-4,4--1,2)	-3,5 (-5,3--2,2)				
ADD-ON	<i>n</i>		15	15	^e 0,087			
	<i>Ort±Ss</i>		4,25±2,41	3,17±2,39				
	<i>Medyan</i> (<i>Q1-Q3</i>)		4,4 (2,2-5,4)	2,3 (1,5-5,4)				
^d Friedman's Test		^e Wilcoxon Signed Ranks Test		[*] p<0,05	^{**} p<0,01			

Tablo 13: AVBT grubundaki hastaların Preoperatif, Postoperatif ve Son Kontrol Radyolojik Ölçümlerin Değerlendirilmesi

Gruplara göre hastaların toplam SRS-22 Skoru ve “Ağrı”, “İmaj”, “Fonksiyon”, “Ruh Sağlığı”, “Tedaviden Tatmin” alt skorları, istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı (p>0,05).

Gruplara göre hastaların ODİ skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı (p>0,05).

Gruplar arasında fonksiyonel skorların karşılaştırılması Tablo 14’ de özetlenmiştir.

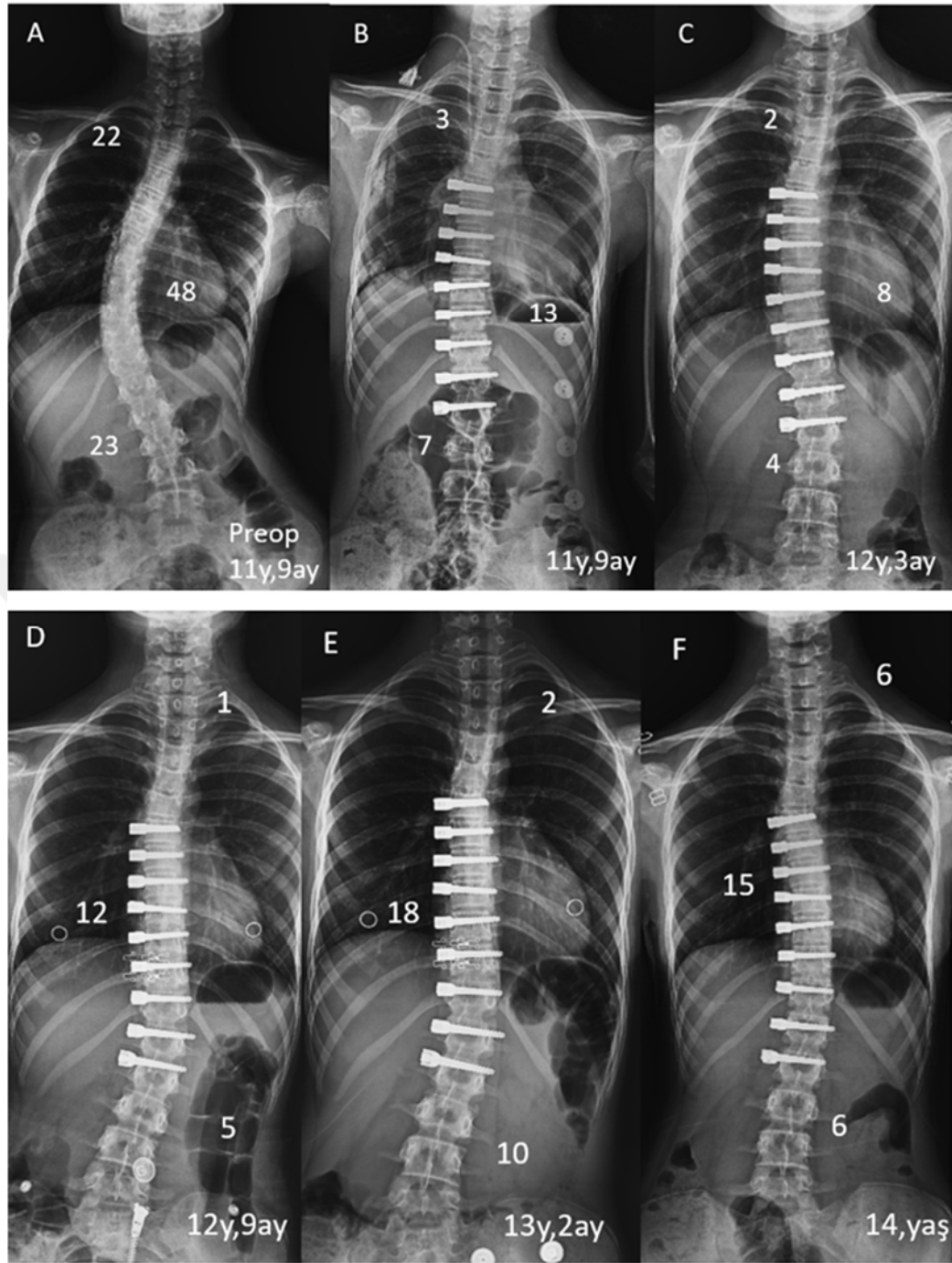
		Grup				
		AVBT (n=17)	NSF (n=19)	STF (n=15)	Toplam	p
SRS-22 Skoru						
Ağrı	n	14	14	14	42	0,918
	Ort±Ss	4,11±0,71	4,07±0,73	4,27±0,39	4,15±0,62	
	Medyan (Q1-Q3)	4,3 (3,6-4,8)	4,2 (3,2-4,6)	4,3 (4-4,6)	4,3 (3,8-4,6)	
İmaj	n	14	14	14	42	0,298
	Ort±Ss	3,86±0,65	3,49±0,76	3,76±0,85	3,7±0,76	
	Medyan (Q1-Q3)	4 (3,6-4,2)	3,5 (2,8-4)	4 (3,4-4,4)	3,8 (3,2-4,4)	
Fonksiyon	n	14	14	14	42	0,586
	Ort±Ss	4,39±0,69	4,33±0,5	4,46±0,56	4,39±0,58	
	Medyan (Q1-Q3)	4,6 (4,4-5)	4,4 (4-4,6)	4,6 (4,4-4,8)	4,6 (4,2-4,8)	
Ruh Sağ- lığı	n	14	14	14	42	0,225
	Ort±Ss	3,56±0,76	3,06±0,81	3,49±1,19	3,37±0,94	
	Medyan (Q1-Q3)	3,7 (3-4,2)	3 (2,6-3,6)	3,7 (3-4,2)	3,4 (2,8-4,2)	
Tedaviden	n	14	14	14	42	0,780
Tatmin	Ort±Ss	4,11±1,21	4,11±0,81	4,32±0,67	4,18±0,91	
	Medyan (Q1-Q3)	4,5 (3,5-5)	4,3 (3,5-5)	4,5 (4-5)	4,5 (4-5)	
Toplam	n	14	14	14	42	0,334
SRS-22	Ort±Ss	3,99±0,55	3,77±0,52	4,02±0,63	3,93±0,56	
Skoru	Medyan (Q1-Q3)	4,1 (3,5-4,5)	3,7 (3,4-3,9)	4,2 (3,8-4,5)	3,9 (3,5-4,5)	
ODİ	n	14	14	14	42	0,635
Skoru	Ort±Ss	15,86±15,85	17,29±13,35	12,86±13,96	15,33±14,19	
	Medyan (Q1-Q3)	11 (4-30)	14 (6-28)	6 (4-16)	10 (4-28)	

^cKruskal Wallis Test

Tablo 14: Gruplara Göre SRS-22 ve ODİ Skorlarının Değerlendirilmesi

Komplikasyonlar:

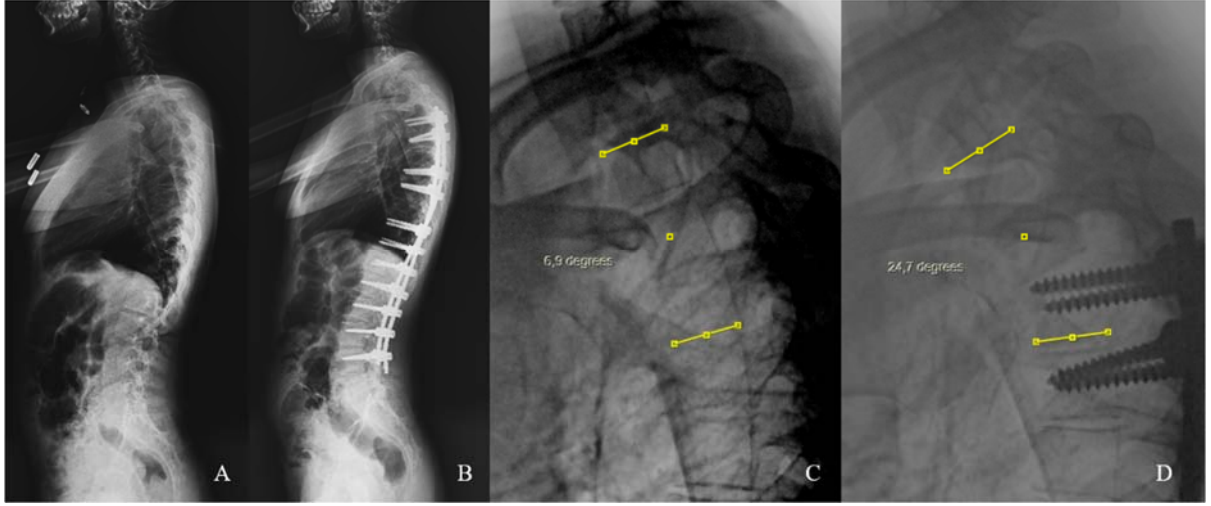
İntraoperatif anestezi ve cerrahiye bağlı hiçbir perioperatif komplikasyon görülmedi. AVBT grubunda 1 hastada aşırı düzeltme oldu. (Şekil-40). 12 yaş kız hasta, Sanders 6, Risser evre 1, preoperatif değerlendirmede sağa bakan majör eğrilik 48 derece, Lenke 1 hastaya T6-L2 seviyeleri AVBT ile enstrümente edildi. Ameliyat sonrasında 13 dereceye düşen eğrilik ameliyat sonrası 15.aydaki ölçümlerde sola bakan 18 derece olarak değerlendirilince cerrahi karar alındı. Daha önceki ameliyatı mini açık torakotomi ve lumbotomi ile yapılmıştı. Önceki insizyondan yaklaşılarak kablo T11-12 ve T12-L1 arasından gevşetildi. Revizyon sonrasında 8. ay grafisinde eğrilik 15 dereceye düştüğü görüldü.



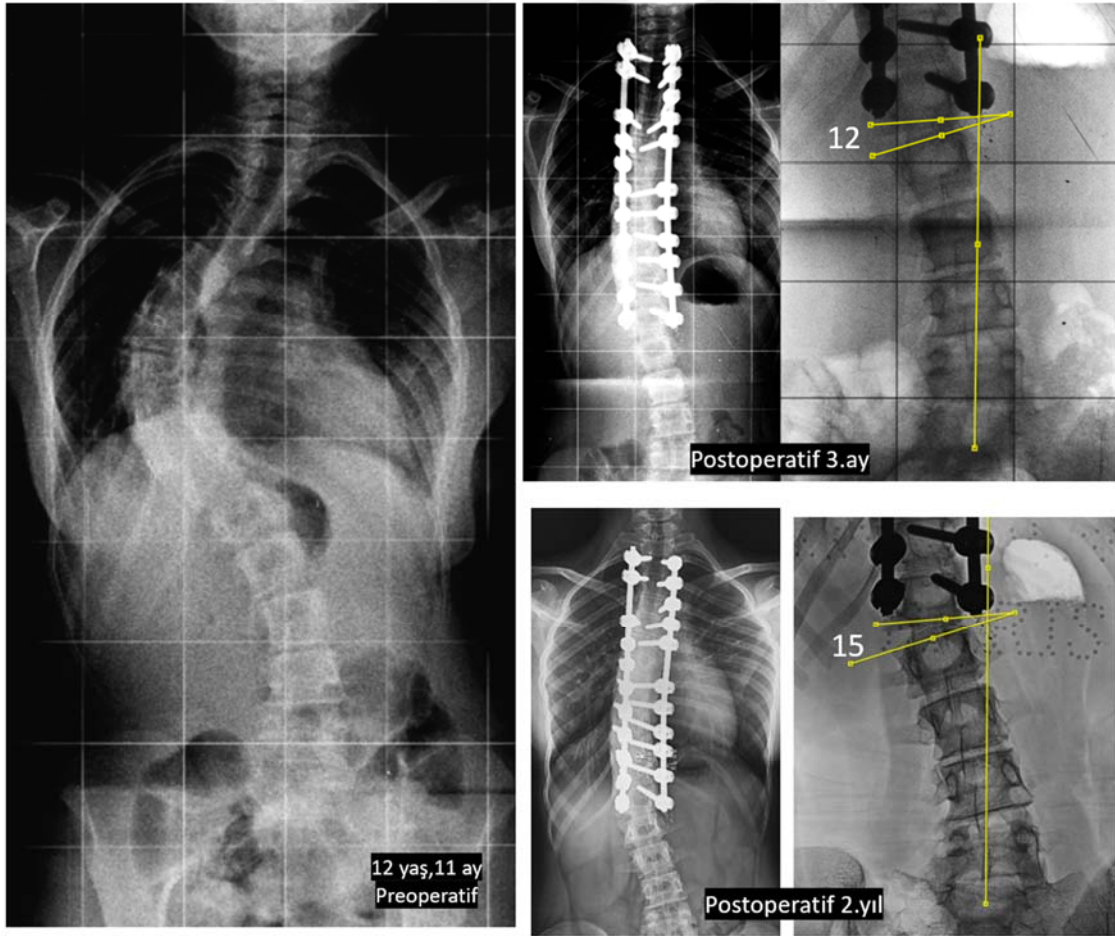
Şekil-40: Aşırı düzeltme görülen hastanın yaşına göre eğrilik dereceleri

NSF grubunda 3 hastada PJK saptandı (Şekil-41). Füzyon yapılan tüm hastalarda PJK oranı % 8,8 (3/34) olarak saptandı.

AVBT grubundaki hiçbir hastada kablo kopması gözlemlenmedi. Füzyon yapılan hastalarda 1 hastada adding-on fenomeni saptandı (Şekil-42).



Şekil-41: PJK gelişen hasta örneği, A: Ameliyat öncesi yan grafi, B:Ameliyat sonrası yan grafi, C: Ameliyat öncesi PJA ölçümü: 6,9 derece, D:Ameliyat sonrasında PJA ölçümü 24,7 derece



Şekil-42: Distal adding-on gelişen hasta, hastanın ameliyat öncesi ve sonrasında kontrol radyografileri ve adding-on açısı ölçümleri görülmektedir.

V.TARTIŞMA

AİS tedavisinde füzyon uygulaması Harrington döneminden beri altın standart tedavi yöntemi olarak kabul görmektedir(20). Füzyon cerrahisinde mümkün olduğu kadar omurganın mobil segmentlerinin hareketli bırakılması hedeflenmektedir. Füzyon cerrahisinde hook-rod sistemleri ile yapılan düzeltme cerrahisi esas olarak traksiyon temelli iken, Cotrel-Dubousset'in implantlarının ve üç planlı skolyoz düzeltme manevralarının tanıtılması ile farklı bir boyut kazanmıştır(18). Üç planlı düzeltme manevraları ve pedikül vidaları sayesinde her üç düzlemde başarılı düzeltmeler elde edilen posterior cerrahinin başarılı sonuçları nedeni ile anterior cerrahi teknikler daha geri planda kalmıştır.

Uzun dönemli çalışmalar mobil omurga segmentlerinin füzyon olması ile omurga hareketinin azaldığını, opere edilmeyen segmentlerde disk ve faset eklem dejenerasyonları görüldüğü bildirilmiştir. Moe füzyon seviyesini kısaltılması ile komşu segmentte meydana gelen dejenerasyonları azalttığını bildiren selektif füzyonu tarif etmiştir (94). Daha sonraki yıllarda Lenke selektif füzyon ile alakalı endikasyon ve hasta seçimi ile alakalı çalışmalar yapmıştır (143,146). Enercan ve ark. STF cerrahisi sonrasında 10 yıllık takipte lomber disk dejenerasyonlarını ve faset eklem değişikliklerini değerlendirdikleri çalışmada STF sonrasında normal popülasyona göre orta derecede dejeneratif değişiklikler saptamışlardır (172).

Günümüzde yapısal torakal eğrilik ile, kompensatuar büyük lomber eğrilik olması durumunda (Lenke 1C ve King-Moe tip 2) tanımlanan STF'un endikasyonları ve sonuçları birçok yayında tartışılmış ve tartışılmaya devam edilmektedir. Bazı yazarlara göre bu eğrilik tiplerinde STF altın standart olmasına rağmen hem torakal hem de lomber eğrilikleri düzelterek L3-L4 seviyesine kadar füzyon yapılması gerektiğini bildiren yayınlar da bulunmaktadır (173–175). Bu tür uzun füzyon, genellikle koronal ve sagittal dekompanseasyon endişesi, bel ağrısı gibi STF'un olası sorunları nedeniyle yapıldığı bildirilmiştir. Kısa seviye füzyon yapılan, lomber bölgeyi hareketli bırakmayı hedefleyen selektif torakal füzyon sonrasında lomber bölgede bırakılan eğriliklerdeki önemli bir sorun koronal dekompanseasyon ve adding-on fenomeni olarak bildirilmiştir (166). Başarılı cerrahi sonuçlar elde etmek için klinik görünüm, radyografik parametreler ve hastanın ameliyat sonrası beklentileri ve uygun cerrahi tekniklerin dikkatli preoperatif değerlendirmeleri gereklidir. Rezidüel lomber eğrilik, koronal dekompanseasyon ve hafif torakolomber kifozun STF sonrası klinik sonuçlar üzerindeki uzun vadeli etkileri tartışılmaya devam edecektir.

AVBT, AIS tedavisinde kullanıma yeni giren bir yöntemdir ve gerek komplikasyon oranının yüksek olması gerek yeniden cerrahi ihtiyacının yüksek olması literatürde bildirilmesine rağmen AVBT tekniği, füzyon cerrahisinin olumsuz yönlerinin engellenmesi açısından umut vadetmektedir.

Newton ve ark. (176) ortalama 3,5 yıllık takipte AVBT ve PSF'nin sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Yüksek dereceli torakal eğriliklerin düzeltilmesi, AVBT'ye (%38) kıyasla PSF grubunda (%70) anlamlı olarak daha iyi olduğunu bildirmişlerdir. AVBT grubunda 23 hastanın 12 tanesinde (%52) kablonun koptuğunu bildirmişlerdir, bu hastaları füzyon ve kablo değişimi ile tedavi ettiklerini yayınlamışlardır. AVBT yapılan hastaların çoğunluğunda (%74) spinal füzyon yapılmadan tedavi edildiğini bildirmişlerdir.

Operasyon süresi olarak bakıldığında AVBT'de operasyon süresinin PSF'den anlamlı olarak daha kısa olduğu, postoperatif hastane kalış süresinde fark olmadığı bildirilmiştir (176). Mathew ve arkadaşlarının yaptığı eşleştirilmiş retrospektif karşılaştırmalı grupların prospektif çalışmasında AVBT grubunun ameliyat süresinin PSF grubundan anlamlı olarak daha kısa olduğunu bildirmiştir(177).

AVBT'nin dezavantajları ise en sık görülen yan etkileri pulmoner sorunlar (atelektazi ve pnömotoraks, hemotoraks ve şilotoraks) ve torakotomi sonrası ağrıdan oluşur. Canbolat ve ark. yaptıkları bir çalışmada VAS ve Oswestry ölçeği ile sadece erken dönemde post-operatif ağrıyı değerlendirmişler ve AVBT uygulananlarda, posterior füzyon uygulanan hastalara göre ilk 48 saatte VAS skorunun daha yüksek olduğunu, ODİ skorunda ise iki grup arasında anlamlı farklılığın olmadığını bildirmişlerdir (178).

AVBT, AIS tedavisi için güvenli ve etkili olduğu daha önceki çalışmalarda bildirilmiştir(179,180). AIS tanısı alan her 4 hastanın 1 tanesinde torakolomber deformiteler olmasına rağmen (181) füzyon dışı bu tekniğin en yararlı olabileceği torakolomber deformitelerdeki etkinliğine odaklanan çok az çalışma vardır(182–184). Boeyer ve ark. hastaların %57'sinin peri-operatif komplikasyonlar, kablo kopması veya cerrahi revizyon oranlarında bir artış olmadan başarılı şekilde tedavi edildiğini gösteren sonuçlarını yayınlamışlardır(185). Pehlivanoglu ve ark. hem torakal eğrilik (ortalama preoperatif eğri 48 derece) hem de torakolomber ve lomber eğrilikler (ortalama preoperatif eğrilik 45 derece) için AVBT uygulanan 13 hastanın sonuçlarını bildirmişlerdir. Torakal eğriliklerde % 64 ve lomber eğriliklerde %69 luk bir ilk düzeltme, 2 yıllık takipte ise sırasıyla %80 ve %82 düzeltme oranları bildirmişlerdir(186). Baroncini ve ark. yapmış olduğu 9 çalışmanın değerlendirildiği bir derlemede ortalama koronal düzeltmenin %52 (46,8-25,5 derece) olduğunu bildirmişlerdir(187). Torakal eğriliklerin incelendiği ve 23 yayının dahil edildiği bir sistematik derlemedeki sonuçlar incelendiğinde ameliyat öncesi ortalama ana

torakal 49 derece olan eğrilik ameliyat sonrası ilk görüntülemelerde ortalama 24 dereceye kadar düzeldiği ve 2 yıllık takipte ortalama 23 derece eğrilik mevcut olduğu bildirilmiştir (188). Çalışmamızda AVBT grubunda majör koronal eğriliğin ameliyat sonrası ilk radyografide ortalama %78, son kontrolde ise % 70 düzeltme olduğunu saptadık. Çalışmamızda koronal düzeltme miktarı literatürde bildirilen sonuçlara göre daha fazla olmasının nedenleri; AVBT grubundaki hastalar iskeletal olarak maturiteye yakın (17 hastanın 11'i Sanders 6 ve üzerinde) olmasından dolayı daha fazla düzeltme planlanarak cerrahi uygulanmış olması ve AVBT grubu içerisine dahil edilen hibrit füzyon hastalarından kaynaklı olduğunu düşünmekteyiz.

Sagittal parametreler değerlendirildiğinde Trobisch ve ark. lomber AVBT sonuçlarını yayınladığı 35 hasta ile yapmış olduğu çalışmada TK, LL, SVA, PT, Pİ parametrelerin AVBT sonrasında değişmediğini saptamışlardır (189). Baroncini ve ark. AVBT yapılan 86 hastanın dahil edildiği 2 yıllık takip süresinde sagittal parametreleri incelediği çalışmasında ortalama TK 28,3 dereceden 33 dereceye arttığını, ortalama LL değişmediğini, ortalama PT 9,4 dereceden 7,4 derece azaldığını saptamışlardır ve sanılanın aksine AVBT'nin LL üzerine kifotik bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir (190). Baroncini ve ark. yapmış olduğu 9 çalışmanın değerlendirildiği bir derlemede TK ve LL değerlerinde anlamlı bir değişiklik olmadığını bildirmişlerdir (187). Mariscal ve arkadaşlarının 12 çalışmayı dahil ederek yaptığı metaanalizde AVBT sonrasında TK, LL değişmediğini saptamışlardır (191). Abdullah ve arkadaşları 120 hasta ile yapmış olduğu çalışmada AVBT cerrahisinden sonra TK' un ameliyat öncesine göre ve takiplerde anlamlı şekilde değişmediğini saptamışlardır (192). Çalışmamızda AVBT grubunda ameliyat öncesi ve sonrasındaki karşılaştırmada SS, PT, Pİ, LL, TK değerleri istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermediği saptadık.

AVBT cerrahisi uygulanan hastalarda servikal lordoz değişimi önceki çalışmalarda değinilmemiştir. Çalışmamızda ameliyat sonrasında servikal lordoz değerinin anlamlı şekilde artış saptandı ($p=0,004$).

Bildiğimiz kadarı ile şu ana kadar sadece Baroncini'nin AVBT sonrasında SVA'nın ortalama 4,5 mm'den 3,6 mm'ye azaldığını gösteren çalışma (190) haricinde AVBT cerrahisi uygulanan hastalarda global sagittal parametreleri detaylıca değerlendiren çalışma yoktur. Çalışmamızda AVBT cerrahisi uygulanan hastalarda ameliyat öncesi ve sonrası değerlendirmede SVA, C7 tilt, T1SPİ değerleri istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermediği saptandı.

AVBT cerrahisi uygulanan hastalarda TPA ameliyat öncesi ortalama 3,74 dereceden 7,01 dereceye yükselmesi istatistiksel olarak anlamlı ($p = 0,042$) bulunsa da son kontrol grafikleri değerlendirildiğinde preoperatif ölçümlerle anlamlı fark saptanmamıştır ($p>0,05$). Yang ve

arkadaşlarının yaptığı çalışmada (193) popülasyonda TPA ortalama $8,28 \pm 5,82$ olarak saptanmıştır ve istatistiksel olarak anlamlı görünse de ortalama TPA değerleri normal popülasyon aralığındadır.

Yine aynı çalışmada (193) ortalama T1SPİ açısı normal popülasyonda $-4,67 \pm 3,45$ olarak bulunmuştur. Gruplar karşılaştırıldığında son kontrolde NSF grubu hastaların ortalama T1SPİ değeri ($-3,98$) STF grubu hastalara göre ($-5,67$) anlamlı düzeyde yüksek saptandı ($p=0,035$; $p<0,05$).

Baroncini ve arkadaşları AVBT uygulanan 21 hastaya postoperatif birinci yılda spor etkinliği anketi (SAQ) uygulamışlardır ve enstrüman seviyesinden bağımsız olarak günlük yaşama ve spora hızlı dönüş bildirilmişlerdir (194). AVBT'den sonra spinal hareketliliği araştırarak Büyük ve ark.(195) torakal AVBT'den sonra 32 çocukta fleksiyon-ekstansiyon ve yana eğilme radyografilerini kullanarak omurga hareketliliğini araştırdıkları çalışmada hastaların bir yıllık takipte hem koronal hem de sagittal hareket arkını koruduklarını bildirmişlerdir. Mathew ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada lomber enstrüman uygulanan 20 hastada AVBT sonrasında spinal hareketlilik incelenmiş ve ameliyat sonrası 1. yılda fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerinin korunduğunu bildirmişlerdir(196). Pehlivanoglu ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada torakolomber eğriliklerdeki AVBT'nin, torokolomber PSF yapılan hastalara kıyasla önemli ölçüde daha iyi lomber hareket açıklığı, öne ve yana esneklik sağladığını, daha iyi SRS-22 skoru ile sonuçlandığını bildirmişlerdir(186). Taşdemir'in yapmış olduğu lomber AVBT veya hibrit cerrahi uygulanan hastalar ile STF uygulanan hastalar karşılaştırılarak gövdenin fleksiyon, ekstansiyon, yana eğilme ve rotasyonlarının değerlendirildiği çalışmada iki grup arasında anlamlı fark bulunmamıştır (197). Yine aynı çalışmada her iki grubun izokinetik hareket sonuçları arasında da istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı bildirilmiştir(197) .

AVBT nin omurga hareketliliğini koruduğunu gösteren çalışmalara rağmen fonksiyonel skor olarak değerlendirildiğinde Shin ve ark. Lenke 1 ve 2 hastaların bulunduğu 10 AVBT, 14 PSF çalışmasının dahil edildiği orta dönem sonuçlarını karşılaştıran bir metaanalizde SRS-22 skorları iki grup için benzer olduğunu bildirmişlerdir(198). Newton ve ark. 237 AVBT hastası ile 237 PSF hastasını eşleştirerek yapmış olduğu ve SRS-22 skorlarını ameliyat öncesi ile ameliyat sonrasında 2 yıllık takip süresinde karşılaştırdığı çalışmada ruh sağlığı alt skorunun ameliyat öncesinde AVBT grubunda daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Ameliyat öncesine göre ameliyat sonrasında skorlar değerlendirildiğinde ağrı ve imaj alt skorlarının daha az ilerleme kaydettiğini bildirmişlerdir (199). Çalışmamızda SRS-22 skorunu ve literatürden farklı olarak ODİ skorlamasını kullandık. Toplam SRS-22 Skoru ve “Ağrı”, “İmaj”, “Fonksiyon”, “Ruh Sağlığı”, “Tedaviden Tatmin” alt skorları, STF, NSF ve AVBT grupları arasında istatistiksel

olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($p>0,05$). Gruplara göre hastaların ODİ skorları arasında da istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($p>0,05$).

Hasta tarafından algılanan vücut imajının düzelmesi postoperatif hasta memnuniyeti için önemli olduğu daha önceki çalışmalarda gösterilmiştir(94,200). Omuz asimetrisi konusunda birçok radyolojik ölçüm parametresi bulunmaktadır. Bunlar(86); CHD, klavikula açısı, klavikula-kaburga kesişme farkı, radyografik omuz yüksekliği, T1 vertebranın eğimi, birinci kaburga açısı, servikal aks'tır. Yapılan çalışmalarda klinik olarak tespit edilen omuz asimetrisi ile korelasyonu en yüksek olan radyolojik ölçümler CHD, klavikula açısı ve klavikula-kaburga bileşke farkı olarak bildirilmiştir(87–89).

Nikouei ve arkadaşlarının yapmış olduğu metaanalizde omuz asimetrisi tanımını CHD'nin 9 mm üzerinde olması olarak değerlendirmişlerdir(86). Miyanji ve arkadaşları Lenke 1-2, torakal AVBT yapılan 50 hastanın 2 yıllık takip sonrası omuz asimetrisinin sonuçlarını yayınlamıştır (180). Omuz asimetrisi ölçütü olarak radyografik omuz yüksekliği parametresini kullanmışlardır. Ameliyat öncesi %30 olan omuz asimetrisi oranının ameliyat sonrasında %16'ya düştüğünü bildirmişlerdir.

Torakolomber AVBT cerrahisi uygulanan hastalarda omuz asimetrisi henüz literatürde tartışılmamıştır. Çalışmamızda omuz asimetrisi değerlendirmesinde radyolojik ölçüm olarak CHD'yi kullandık. AVBT grubunda ameliyat öncesi ve sonrası ortalama CHD değerleri arasında fark saptamadık fakat son kontrolde ilk postoperatif radyografisine göre ortalama CHD'nin azaldığını saptadık ($p=0,024$). Bunun nedeni zamanla eğrilik düzelmesine bağlı olarak gövdenin koronal dengesini bularak omuz dengesini yakalaması olarak düşünülmektedir. Ortalama CHD değerleri karşılaştırıldığında füzyon ile AVBT grupları karşılaştırıldığında ise gruplar arasında anlamlı fark yoktu ($p>0,05$).

Literatürdeki gibi omuz asimetrisini CHD'nin 9 mm üzerinde olması olarak kabul ettiğimiz çalışmamızda preoperatif, postoperatif ilk değerlendirme ve son kontrol grafilerinde omuz asimetrisi oranı sırasıyla AVBT grubunda %70,5; %81,2; %52,9, NSF grubunda %73,7; %68,4; %52,3, STF grubunda %40; %66,6; %40 olarak saptanmıştır. AVBT grubunda, ortalama CHD değerlerinde olduğu gibi omuz asimetrisi olan hasta sayısı oranının da zaman içinde azaldığını saptadık.

Raitio ve ark. yapmış olduğu sistematik derlemede AVBT komplikasyon oranı %18 olarak bildirilmiştir (188). En sık görülen pulmoner (pnömotoraks, plevral efüzyon) ve mekanik komplikasyonlar (kablo kopması, aşırı düzeltme, vida pull-out olması) olmuştur. Vakaların %10'unda kablo ile ilgili tekrar operasyon ihtiyacı olduğunu, fakat AVBT hastalarının yalnızca

%4,7'sinin başarısız tether sonrasında PSF'ye revizyon gerektirdiğini bildirilmiştir. Bu derlemede AVBT uygulanan hastalarda büyük oranda füzyondan kaçınıldığına dikkat çekmiştir. AVBT için bildirilen komplikasyonların oranı literatürde kabul edilebilir görünmektedir.

Zhang ve arkadaşlarının yapmış olduğu 25 çalışmanın sistematik derlemesinde AVBT sonrası pulmoner komplikasyonların % 6,9 oranında görüldüğünü bildirmişlerdir(201). Trobisch ve arkadaşlarının 140 hasta ile yapmış olduğu çalışmada pulmoner komplikasyonların %10 (14/140) görüldüğünü saptamışlardır (202). Çalışmamıza dahil edilen hastalarda pulmoner komplikasyon saptamadık.

Zhang ve arkadaşlarının yapmış olduğu sistematik derlemede AVBT sonrasında aşırı düzeltmenin % 4,2 oranında olduğunu bildirmişlerdir(201). Mariscal ve arkadaşlarının yapmış olduğu 12 çalışmanın metaanalizinde aşırı düzeltme oranı %8,3 olarak saptamışlardır (191). Literatürle benzer şekilde bizim çalışmamızda da aşırı düzeltme %5,9 (1/17) olarak saptandı.

AVBT cerrahisi uygulanan hastalarda kablo kopması daha önce yapılan çalışmalarda % 0 (0/10) (186) ile %73 (22/30) (176) arasında çok değişken sonuçlar bildirilmiştir. Trobisch ve ark. lomber AVBT sonuçlarını yayınladığı 35 hasta ile yaptığı çalışmada 32 hastada kablo kopmasından şüphelendiklerini ve kablo kopması sonrasında 2 hastaya füzyon cerrahisi yaptıklarını bildirmişlerdir. Zhang ve arkadaşlarının yapmış olduğu 25 çalışmanın sistematik incelemesinde kablo kopması oranını %21,3 olarak bildirmiştir(201). 12 çalışmanın metaanalizini yayınlayan Mariscal ve arkadaşları kablo kopması oranını %5,9 olarak bildirmişlerdir (191). Baroncini ve ark. yapmış olduğu 152 eğriliği 2 yıllık takip süresinde değerlendirdiği, kablo kopmasının zamanlamasının eğrilik progresyonuna etkisini incelediği çalışmada cerrahiden sonra ilk 12 ayda kablo kopmasının düzeltme kaybı ile ilişkili olduğunu, 12 ay sonra kablo kopmasının ise düzeltme kaybı ile çok sınırlı bir etkisi olduğunu göstermiştir (203). Trobisch ve arkadaşları revizyon cerrahisi gerektiren 10 hastayı inceleyerek intraoperatif olarak kanıtlanan kablo kopmasını, radyografik ölçümler ile karşılaştırmışlardır ve 5 derece kuralının kablo kopmasını %56 teşhis edebildiğini saptamışlardır (204). Çalışmamıza dahil edilen hastaların ameliyat sırasındaki Sanders evreleri çoğunlukla 6 ve üzerinde (11/17) olduğundan dolayı takip süresi içinde hastalar tam iskelet maturitesine ulaşmışlardır. Çalışmaya katılan hastaların radyografileri incelendiğinde vidalar arasında açılı ölçümünde 5 dereceden daha fazla düzeltme kaybı saptanmadı. Çalışmamızda kablo kopması görülmemesinin nedeni hibrit sistem uygulamaları ve çift sıra kablo kullanımı ile ilgili olabilir.

Distal adding-on özellikle STF yapılan hastalarda görüldüğü ve distal adding-on fenomeni oranı literatürde çok çelişkili sonuçlar bildirilmiştir ve Yang' ın yaptığı bir metaanalizde prevalansı % 14 olarak saptamıştır(164). Çalışmamıza dahil edilen hastalarda sadece 1 hastada

distal adding-on komplikasyonu saptandı (Şekil-42). Distal adding-on açısı ölçümlerinde de gruplar arasında istatistiksel anlamlı fark saptanmadı ($p>0,05$).

Zhong'un yaptığı metaanalizde AIS hastalarında PJK'nın %14 oranında görüldüğünü bildirilmiştir (205). Çalışmamızda ise 2.grupta 3 hastada PJK saptandı, 3.grupta hiç görülmedi. Füzyon yapılan iki gruptaki PJK oranı % 8,8 (3/34) olarak saptandı. Gruplar açısından PJA karşılaştırıldığında postoperatif ilk radyografide istatistiksel anlamlı fark yokken ($p>0,05$), son kontrol radyografilerde NSF grubunda STF grubuna göre anlamlı olarak daha yüksek saptandı ($p=0,026$; $p<0,05$).

Çalışmanın retrospektif olarak tasarlanması başlıca kısıtlamayı oluşturmaktadır. Dünyada ve ülkemizde yeni bir cerrahi teknik olmasından kaynaklı torakolomber bölgeye uygulanan vaka sayısı sınırlı sayıda kalmıştır. Bu nedenle AVBT grubu içerisine dahil edilen hibrit füzyon hastaları grubun homojenliğini azaltarak çalışmada kısıtlılık oluşturmaktadır.

Torakolomber AVBT'nin sonuçları ve komplikasyonları üzerine yayınlanmış çalışmaların sayısı azdır. Bu nedenle, rapor edilen komplikasyon oranı çalışmalar arasında önemli ölçüde farklılık gösterir. Çalışmamızda torakolomber AVBT grubunda ortalama takip süresinin 22,7 ay olması erken ve orta dönem sonuçları için yeterli görünmesine rağmen uzun dönem sonuçları, komplikasyon ve reoperasyon oranlarını bildirmek için yeni çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

VI.ÇIKARIMLAR

- Orta dönem fonksiyonel skorlar değerlendirildiğinde AVBT grubunun, füzyon gruplarına göre anlamlı üstünlüğü saptanmadı.
- AVBT grubunda cerrahi sonrasında rezidüel eğriliğin hayat kalitesini önemli ölçüde etkilemediğini saptandı.
- AVBT cerrahisi sonrasında servikal lordozun ameliyat öncesine göre anlamlı şekilde düzeldiği saptandı.
- Sagittal parametreler değerlendirildiğinde sanılanın aksine füzyon grubunda AVBT grubuna göre anlamlı üstünlük saptanmadı.
- Çalışmamız torakolomber AVBT cerrahisi sonrasında omuz asimetrisinin sonuçlarını bildiren ilk çalışmadır ve PSF' a üstünlüğü gösterilememiştir. AVBT tekniği uygulanan hastalarda zaman içinde eğriliklerin düzelmesine bağlı olarak omuz asimetrisi de düzelmektedir.
- AVBT cerrahisinde daha önce araştırılmayan global sagittal parametrelerde (SVA, TPA, T1SPİ) ameliyat öncesi ve sonrası arasında anlamlı fark saptanmadı.
- Gruplar arasında global sagittal parametreler (SVA, TPA, T1SPİ) değerlendirildiğinde anlamlı fark saptanmadı.
- Anterior cerrahi uygulanan tethering cerrahisinde minimal invazif teknikler uygulandığı için insizyon sorunları ile karşılaşılmamıştır.

VII.KAYNAKLAR

1. El-Hawary R, Chukwunyerenwa C. Update on Evaluation and Treatment of Scoliosis. *Pediatr Clin North Am*. 2014;61(6):1223–41.
2. Konieczny MR, Senyurt H, Krauspe R. Epidemiology of adolescent idiopathic scoliosis. *J Child Orthop*. 2013 Feb 1;7(1):3–9.
3. Payne WK, Ogilvie JW, Resnick MD, Kane RL, Transfeldt EE, Blum RW. Does scoliosis have a psychological impact and does gender make a difference? *Spine (Phila Pa 1976)*. 1997 Jun 15;22(12):1380–4.
4. Engsberg JR, Lenke LG, Reitenbach AK, Hollander KW, Bridwell KH, Blanke K. Prospective evaluation of trunk range of motion in adolescents with idiopathic scoliosis undergoing spinal fusion surgery. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2002 Jun 15;27(12):1346–54.
5. 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 (Phila Pa 1976)*. 2006 Feb;31(3):275–83.
6. Skaggs DL, Akbarnia BA, Flynn JM, Myung KS, Sponseller PD, Vitale MG. A classification of growth friendly spine implants. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2014;34(3):260–74.
7. Stokes IAF, Spence H, Aronsson DD, Kilmer N. Mechanical modulation of vertebral body growth: Implications for scoliosis progression. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1996 May 15;21(10):1162–7.
8. Krakow AR, Magee LC, Cahill PJ, Flynn JM. Could have tethered: predicting the proportion of scoliosis patients most appropriate for thoracic anterior spinal tethering. *Spine Deform*. 2021 Jul 1;9(4):1005–12.
9. Herring JA. Tachdjian's Pediatric Orthopaedics. 3rd Edition, New York: W.B.Saunders Company, 2002: 213-299.
10. Ogilvie JW. Historical Aspect of scoliosis. Winter RB, Bredford DS, Lonstein JH, Ogilvie JW. *MOE'S Textbook of Scoliosis and Other Spinal Deformities*. 3rd Ed, Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1995: 1-5.
11. Mehlman CT. Idiopathic Scoliosis, Emedicine from WebMD, 2004
12. Mohan AL, Das K. History of surgery for the correction of spinal deformity. *Neurosurg Focus*. 2003;14(1).
13. HARRINGTON PR. Treatment of scoliosis. Correction and internal fixation by spine instrumentation. *J Bone Joint Surg Am*. 1962;44 A:591–610.
14. Dwyer AF, Newton NC, Sherwood AA. An anterior approach to scoliosis. A preliminary report. *Clin Orthop*, 1969; 62: 192- 202.
15. Dubousset J. Past, present, and future in pediatric spinal surgery. *Ann Transl Med*. 2020 Jan;8(2):36–36.
16. Roy-Camille R, Roy-Camille M, Demeulenaere C. Osteosynthesis of dorsal, lumbar, and lumbosacral spine with metallic plates screwed into vertebral pedicles and articular apophyses. *Presse Med* 1970;78:1447-8.
17. Mohan AL, Das K. History of surgery for the correction of spinal deformity. *Neurosurg Focus* 2003;14 (1):1-5.
18. Birch JG, Herring JA, Roach JW, Johnston VE. Cotrel-Dubousset Instrumentation in Idiopathic Scoliosis. A Preliminary Report. *Clin. Orthop. Rel. Res*. 1988;227;24-29.
19. Denis F. Cotrel-Dubousset instrumentation in treatment idiopathic scoliosis. *Orthop Clin. North AM*, 1988; 19: 291-312.

20. Helenius I, Remes V, Yrjönen T, Ylikoski M, Schlenzka D, Helenius M, et al. Harrington and Cotrel-Dubousset Instrumentation in Adolescent Idiopathic Scoliosis: Long-Term Functional and Radiographic Outcomes. *Journal of Bone and Joint Surgery*. 2003;85(12).
21. 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. *Journal of Bone and Joint Surgery - American Volume*. 2019;101(16).
22. Braun, John T. MD*; Ogilvie, James W. MD†; Akyuz, Ephraim MS‡; Brodke, Darrel S. MD*; Bachus, Kent N. PhD‡. Fusionless Scoliosis Correction Using a Shape Memory Alloy Staple in the Anterior Thoracic Spine of the Immature Goat. *Spine* 29(18):p 1980-1989, September 15, 2004.
23. Betz RR, Ranade A, Samdani AF, Chafetz R, D'Andrea LP, Gaughan JP, et al. Vertebral body stapling: A fusionless treatment option for a growing child with moderate idiopathic scoliosis. Vol. 35, *Spine*. 2010.
24. Newton PO, Upasani V V., Farnsworth CL, Oka R, Chambers RC, Dwek J, et al. Spinal growth modulation with use of a tether in an immature porcine model. *Journal of Bone and Joint Surgery*. 2008 Dec 1;90(12):2695–706.
25. Newton PO, Farnsworth CL, Faro FD, Mahar AT, Odell TR, Mohamad F, et al. Spinal growth modulation with an anterolateral flexible tether in an immature bovine model: Disc health and motion preservation. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2008 Apr;33(7):724–33.
26. Crawford CH, Lenke LG. Growth modulation by means of anterior tethering resulting in progressive correction of juvenile idiopathic scoliosis: A case report. *Journal of Bone and Joint Surgery*. 2010 Jan 1;92(1):202–9.
27. Samdani AF, Ames RJ, Kimball JS, Pahys JM, Grewal H, Pelletier GJ, et al. Anterior vertebral body tethering for immature adolescent idiopathic scoliosis: one-year results on the first 32 patients. *European Spine Journal*. 2015 Dec 16;24(7):1533–9.
28. Samdani AF, Ames RJ, Kimball JS, Pahys JM, Grewal H, Pelletier GJ, et al. Anterior vertebral body tethering for idiopathic scoliosis: Two-year results. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2014;39(20):1688–93.
29. Dere F. *Klinik Anatomi*, Adana, 1992. 276-320.
30. Moore K.L. *Clinically Oriented Anatomy*, 3rd Edition, Williams & Wilkins, Baltimore, 1992. 323-372.
31. Adams MA, Hutton WC. The mechanical function of the lumbar apophyseal joints. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1983;8(3):327–30.
32. Adams MA, Hutton WC. The effect of posture on the role of the apophysial joints in resisting intervertebral compressive forces. *J Bone Joint Surg Br*. 1980;62(3):358–62.
33. Masharawi Y, Rothschild B, Dar G, Peleg S, Robinson D, Been E, et al. Facet orientation in the thoracolumbar spine: three-dimensional anatomic and biomechanical analysis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2004 Aug 15;29(16):1755–63.
34. Iatridis JC, MacLean JJ, O'Brien M, Stokes IAF. Measurements of Proteoglycan and Water Content Distribution in Human Lumbar Intervertebral Discs. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007 Jun 6;32(14):1493.
35. Marchand F, Ahmed AM. Investigation of the laminate structure of lumbar disc anulus fibrosus. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1990;15(5):402–10.
36. White AA, Panjabi MM. *Clinical Biomechanics of the Spine*. Philadelphia: Lippincott-Raven; 1990.
37. Soleiman J, Demaerel P, Rocher S, Maes F, Marchal G. Magnetic resonance imaging study of the level of termination of the conus medullaris and the thecal sac: influence of age and gender. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005 Aug 15;30(16):1875–80.

38. Amato ACM, Parga Filho JR, Stolf NAG. Influential Factors on the Evaluation of Adamkiewicz Artery Using a 320-Detector Row Computed Tomography Device. *Ann Vasc Surg.* 2017 Oct 1;44:136–45.
39. Amato ACM, Stolf NAG. Anatomy of spinal blood supply. *J Vasc Bras.* 2015 ;14(3):248–52.
40. Takase K, Akasaka J, Sawamura Y, Ota H, Sato A, Yamada T, et al. Preoperative multidetector computed tomography evaluation of the artery of Adamkiewicz and its origin. *J Comput Assist Tomogr.* 2006;30(5):716–22.
41. Amato ACM, Stolf NAG. Anatomy of spinal blood supply. *J Vasc Bras.* 2015;14(3):248–52.
42. Fuchs R III, editor. *Hippocrates.* Munich: Artemis; 1900. p. 249.
43. Barton, C.B., Weinstein, S.L. (2018). Adolescent Idiopathic Scoliosis: Natural History. In: Machida, M., Weinstein, S., Dubousset, J. (eds) *Pathogenesis of Idiopathic Scoliosis.* Springer, Tokyo.
44. Terminology Committee, Scoliosis Research Society. A Glossary of Scoliosis Terms. *Spine* 1976; 1:57.
45. McAllister WH, Shackelford GD. Classification of spinal curvatures. *Radiol.Clin. NorthAm.* 1975; 13:93.
46. Goldstein LA, Waugh TR. Classification and terminology of scoliosis. *Clin. Orthop* 1973; 93:10.
47. Roach JW. ADOLESCENT IDIOPATHIC SCOLIOSIS. *Orthopedic Clinics of North America.* 1999 Jul 1;30(3):353–65.
48. Miller NH. Cause and natural history of adolescent idiopathic scoliosis. *Orthop Clin North Am.* 1999;30(3):343-52, vii.
49. Yılmaz H, Zateri C, Kusvuran Ozkan A, Kayalar G, Berk H. Prevalence of adolescent idiopathic scoliosis in Turkey: an epidemiological study. *Spine J.* 2020 Jun 1 ;20(6):947–55.
50. Riseborough EJ, Wynne-Davies R. A genetic survey of idiopathic scoliosis in Boston, Massachusetts. *J Bone Joint Surg Am.* 1973;55(5):974-82.
51. MacEwen G, Cowell H. Familial incidence of idiopathic scoliosis. *JBJS.* 1970;52A:405.
52. Kesling KL, Reinker KA. Scoliosis in twins. A meta-analysis of the literature and report of six cases. *Spine (Phila Pa 1976).* 1997;22(17):2009-14; discussion 2015.
53. Inoue M, Minami S, Kitahara H, et al. Idiopathic scoliosis in twins studied by DNA fingerprinting: the incidence and type of scoliosis. *J Bone Joint Surg Br.* 1998;80(2):212-7.
54. Kruse LM, Buchan JG, Gurnett CA, et al. Polygenic threshold model with sex dimorphism in adolescent idiopathic scoliosis: the Carter effect. *J Bone Joint Surg Am.* 2012;94(16):1485-91.
55. Moldovan F, Villemure I, Fendri K, et al. Adolescent idiopathic scoliosis (AIS): netabolic factors, biomechanical stress and estrogen impact. *Stud Health Technol Inform.* 2012; 176:452.
56. Cheng JC, Guo X. Osteopenia in adolescent idiopathic scoliosis. A primary problem or secondary to the spinal deformity? *Spine (Phila Pa 1976).* 1997;22(15):1716-21.
57. Cheng JC, Qin L, Cheung CS, et al. Generalized low areal and volumetric bone mineral density in adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Miner Res.* 2000;15(8):1587-95.
58. Khosla S, Tredwell SJ, Day B, et al. An ultrastructural study of multifidus muscle in progressive idiopathic scoliosis. Changes resulting from a sarcolemmal defect at the myotendinous junction. *J Neurol Sci.* 1980;46(1):13-31.
59. Duance VC, Crean JK, Sims TJ, et al. Changes in collagen cross-linking in degenerative disc disease and scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976).* 1998;23(23):2545-51.

60. Ponseti IV. Lesions of the skeleton and of other mesodermal tissues in rats fed sweet-pea (*Lathyrus odoratus*) seeds. *J Bone Joint Surg Am*. 1954;36-A(5):1031-58.
61. Venn G, Mehta MH, Mason RM. Characterisation of collagen from normal and scoliotic human spinal ligament. *Biochim Biophys Acta*. 1983;757(2):259-67.
62. Kono H, Machida M, Saito M, et al. Mechanism of osteoporosis in adolescent idiopathic scoliosis: experimental scoliosis in pinealectomized chickens. *J Pineal Res*. 2011;51(4):387-93.
63. Man GC, Wong JH, Wang WW, et al. Abnormal melatonin receptor 1B expression in osteoblasts from girls with adolescent idiopathic scoliosis. *J Pineal Res*. 2011;50(4):395-402.
64. Man GC, Wang WW, Yeung BH, et al. Abnormal proliferation and differentiation of osteoblasts from girls with adolescent idiopathic scoliosis to melatonin. *J Pineal Res*. 2010;49(1):69-77.
65. Machida M, Dubousset J, Imamura Y, et al. Melatonin. A possible role in pathogenesis of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1996;21(10):1147-52.
66. Hilibrand AS, Blakemore LC, Loder RT, et al. The role of melatonin in the pathogenesis of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1996;21(10):1140-6.
67. Bagnall KM, Raso VJ, Hill DL, et al. Melatonin levels in idiopathic scoliosis. Diurnal and nocturnal serum melatonin levels in girls with adolescent idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1996; 21(17):1974-8.
68. Fagan AB, Kennaway DJ, Sutherland AD. Total 24-hour melatonin secretion in adolescent idiopathic scoliosis. A case-control study. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1998;23(1):41-6.
69. Siu King Cheung C, Tak Keung Lee W, Kit Tse Y, Ping Tang S, Man Lee K, Guo X, et al. Abnormal peri-pubertal anthropometric measurements and growth pattern in adolescent idiopathic scoliosis: a study of 598 patients. *Spine (Phila Pa 1976)* 2003;28:2152-7.
70. Smith FM, Latchford G, Hall RM, Millner PA, Dickson RA. Indications of disordered eating behaviour in adolescent patients with idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Br* 2002; 84:392-4.
71. Barrios C, Cortes S, Perez-Encinas C, Escriva MD, Benet I, Burgos J, et al. Anthropometry and body composition profile of girls with non surgically-treated adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2011;36(18): 1470-7.
72. Allen DB. Safety of human growth hormone therapy: current topics. *J Pediatr* 1996;128: S8-13.
73.] Misol S, Ponseti IV, Samaan N, Bradbury JT. Growth hormone blood levels in patients with idiopathic scoliosis. *Clin Orthop Relat Res* 1971; 81:122-5.
74. Mao SH, Jiang J, Sun X, Zhao Q, Qian BP, Liu Z, et al. Timing of menarche in Chinese girls with and without adolescent idiopathic scoliosis: current results and review of the literature. *Eur Spine J* 2011; 20:260-5.
75. Lowe TG, Edgar M, Margulies JY, Miller NH, Raso VJ, Reinker KA, et al. Etiology of idiopathic scoliosis: current trends in research. *J Bone Joint Surg Am* 2000;82-A:1157-68.
76. Kindsfater K, Lowe T, Lawellin D, Weinstein D, Akmakjian J. Levels of platelet calmodulin for the prediction of progression and severity of adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 1994;76: 1186-92.
77. Lowe TG, Burwell RG, Dangerfield PH. Platelet calmodulin levels in adolescent idiopathic scoliosis (AIS): can they predict curve progression and severity? Summary of an electronic focus group debate of the IBSE. *Eur Spine J* 2004; 13:257-65.

78. Stokes IA, Burwell RG, Dangerfield PH. Biomechanical spinal growth mocycle'' pathogenetic hypothesis: summary of an electronic focus group debate of the IBSE. *Scoliosis* 2006; 1:16.dulation 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.
79. Luk KDK, Lee CF, Cheung KMC, Cheng JCY, Ng BKW, Lam TP, et al. Clinical effectiveness of school screening for adolescent idiopathic scoliosis: a large population-based retrospective cohort study. *Spine (Phila PA 1976)*. 2010;35(17):1607–14.
80. Sabirin J, Bakri R, Buang SN, Abdullah AT, Ortho P, Fellow S, et al. School scoliosis screening programme – a systematic review. *Med J Malaysia*. 2010;65(4):261–7.
81. van West HM, Herfkens J, Rutges JPHJ, Reijman M. The smartphone as a tool to screen for scoliosis, applicable by everyone. *European Spine Journal*. 2022;31(4).
82. Ketenci İE, Yanik HS, Erdoğan Ö, Adıyeke L, Erdem Ş. Reliability of 2 Smartphone Applications for Cobb Angle Measurement in Scoliosis. *Clin Orthop Surg*. 2021 Mar;13(1):67-70.
83. Qiao, Jun PhD; Liu, Zhen MD; Xu, Leilei PhD; Wu, Tao PhD; Zheng, Xin PhD; Zhu, Zezhang MD, PhD; Zhu, Feng MD; Qian, Bangpin MD; Qiu, Yong MD. Reliability Analysis of a Smartphone-aided Measurement Method for the Cobb Angle of Scoliosis. *Journal of Spinal Disorders & Techniques* 25(4):p E88-E92, June 2012.
84. Slattery C, Verma K. Classifications in brief: The lenke classification for adolescent idiopathic scoliosis. *Clin Orthop Relat Res*. 2018;476(11):2271–6.
85. Campbell's Operative Orthopaedics 13th edition, 2017, Chapter 12.
86. Nikouei F, Ghandhari H, Ameri E, Mokarami F. Shoulder Imbalance in Adolescent Idiopathic Scoliosis: A Systematic Review of the Current State of the Art. *Archives of Bone and Joint Surgery*. 2022 Dec;10(12):992.
87. Hong JY, Suh SW, Yang JH, Park SY, Han JH. Reliability analysis of shoulder balance measures: comparison of the 4 available methods. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2013 Dec 15;38(26).
88. Kwan MK, Wong KA, Lee CK, Chan CYW. Is neck tilt and shoulder imbalance the same phenomenon? A prospective analysis of 89 adolescent idiopathic scoliosis patients (Lenke type 1 and 2). *Eur Spine J*. 2016 Feb 1;25(2):401–8.
89. Akel I, Pekmezci M, Hayran M, Genc Y, Kocak O, Derman O, et al. Evaluation of shoulder balance in the normal adolescent population and its correlation with radiological parameters. *European Spine Journal*. 2008;17(3):348.
90. Negrini S, Negrini A, Atanasio S, Santambrogio GC. Three-dimensional easy morphological (3-DEMO) classification of scoliosis, part I. *Scoliosis*. 2006;1(1):20.
91. Poncet P, Dansereau J, Labelle H. Geometric torsion in idiopathic scoliosis: three-dimensional analysis and proposal for a new classification. *Spine (Phila PA 1976)*.
92. Rigo MD, Villagrasa M, Gallo D. A specific scoliosis classification correlating with brace treatment: description and reliability. *Scoliosis*. 2010;5(1):1–11.
93. Weiss H. The method of Katharina Schroth – history, principles and current development. *Scoliosis*. 2011; 6:17.
94. King HA, Moe JH, Bradford DS, et al. The selection of fusion levels in thoracic idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am*. 1983;65(9): 1302-13.
95. Lenke LG, Betz RR, Harms J, et al. Adolescent idiopathic scoliosis: a new classification to determine extent of spinal arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am*. 2001;83-A(8):1169-81.
96. Risser JC, Ferguson AB. Scoliosis: its prognosis. *J Bone Joint Surg*. 1936;18(3):667–70.
97. Ascani E, Bartolozzi P, Logroscino CA, Marchetti PG, Ponte A, Savini R, et al. Natural history of untreated idiopathic scoliosis after skeletal maturity. *Spine*. 1986;11:784–9.

98. Weinstein SL, Zavala DC, Ponseti IV. Idiopathic scoliosis: long-term follow-up and prognosis in untreated patients. *J Bone Joint Surg Am.* 1981;63(5):702–12.
99. Weinstein SL, Ponseti IV. Curve progression in idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am.* 1983;65(4):447–55.
100. Weinstein S, Dolan L, Wright J, Dobbs M. Effects of bracing in adolescents with idiopathic scoliosis. *N Engl J Med.* 2013;369(16):1512–21.
101. Edgar MA. The natural history of unfused scoliosis. *Orthopedics.* 1987;10(6):931–9.
102. Lonstein JE, Carlson JM. The prediction of curve progression in untreated idiopathic scoliosis during growth. *J Bone Joint Surg Am.* 1984;66(7):1061–71.
103. Bunnell WP. The natural history of idiopathic scoliosis before skeletal maturity. *Spine (Phila PA 1976).* 1986;11(8):773–6.
104. Picault C, DeMauroy J, Mouilleseaux B, Diana G. Natural history of idiopathic scoliosis in girls and boys. *Spine (Phila Pa 1976).* 1986; 11:777–8.
105. Deacon P, Flood BM, Dickson R. Idiopathic scoliosis in three dimensions. A radiographic and morphometric analysis. *J Bone Joint Surg Br.* 1984;66(4):509–12.
106. Shufflebarger HL, King WF. Composite measurement of scoliosis: a new method of analysis of the deformity. *Spine (Phila PA 1976).* 1986; 12:228–32.
107. Collis DK, Ponseti IV. Long-term follow-up of patients with idiopathic scoliosis not treated surgically. *J bone Joint Surg Am.* 1969;51(3):425–45.
108. Ponseti I, Friedman B. Prognosis in idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am.* 1950; 32:381–95.
109. Risser JC, Brand RA. The iliac apophysis: an invaluable sign in the management of scoliosis. *Clin Orthopaed Relat Res.* 2010; 2010:646–53.
110. Sanders JO, Khoury JG, Kishan S, Browne RH, Mooney JF, Arnold KD, et al. Predicting scoliosis progression from skeletal maturity: a simplified classification during adolescence. *J Bone Joint Surg Am.* 2008;90(3):540–53.
111. Sanders JO, Browne RH, McConnell SJ, Margraf SA, Cooney TE, Finegold DN. Maturity assessment and curve progression in girls with idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am.* 2007; 89:64-73.2007;89(1):64.
112. Tanner J. Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW3 method). 3rd ed. London: W.B. Saunders; 2001.
113. Inoue M, Minami S, Nakata Y, Kitahara H, Otsuka Y, Isobe K, et al. Association between estrogen receptor gene polymorphisms and curve severity of idiopathic scoliosis. *Spine (Phila PA 1976).* 2002;27(21):2357–62.
114. Grivas TB, Vasiliadis E, Mouzakis V, Mihos C, Koufopoulos G. Association between adolescent idiopathic scoliosis prevalence and age at menarche in different geographic latitudes. *Scoliosis.* 2006; 1:9.
115. Lonstein JE, Winter RB. The Milwaukee brace for the treatment of adolescent idiopathic scoliosis. A review of one thousand and twenty patients. *J Bone Joint Surg Am.* 1994;76(8):1207–21.
116. Dolan L, Haggerty K, Weinstein S. Evaluation of TLSOS in the bracing in adolescent idiopathic scoliosis trial (BrAIST). *Scoliosis.* 2013;8(Suppl 1):O48.
117. Weinstein S, Dolan L. The evidence base for the prognosis and treatment of adolescent idiopathic scoliosis: the 2015 Orthopaedic Research and Education Foundation Clinical Research Award. *J Bone Joint Surg Am.* 2015;18(97):1899–903.
118. le DG, Sussman MD. The Risser sign: a critical analysis. *J Pediatr Orthop.* 1994;14(5):569-75.
119. 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. *Journal of Pediatric Orthopaedics.* 2017;37(4):e246–9.

120. Albanese S: Idiopathic scoliosis: etiology and evaluation; natural history and nonsurgical management. In Richards BS, editors: Orthopaedic knowledge update—pediatrics, Rosemont, Ill, 1996, American Academy of Orthopaedic Surgeons, p 97.
121. Richards BS, Bernstein RM, D'Amato CR, Thompson GH. Standardization of criteria for adolescent idiopathic scoliosis brace studies: SRS Committee on Bracing and Nonoperative Management. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005;30(18):2068-2077.
122. Emans JB, Kaelin A, Bancel P, et al: The Boston bracing system for idiopathic scoliosis. Follow-up results in 295 patients, *Spine* 11:792, 1986.
123. Hall JE, Miller W, Shuman W: A refined concept in the orthotic management of idiopathic scoliosis, *Prosthet Orthot Int* 29:7, 1975.
124. Allington NJ, Bowen JR: Adolescent idiopathic scoliosis: treatment with the Wilmington brace. A comparison of full-time and part-time use, *J Bone Joint Surg Am* 78:1056, 1996.
125. Bassett GS, Bunnell WP, MacEwen GD: Treatment of idiopathic scoliosis with the Wilmington brace. Results in patients with a twenty to thirty-nine-degree curve, *J Bone Joint Surg Am* 68:602, 1986.
126. Price CT, Scott DS, Reed FR Jr, et al: Nighttime bracing for adolescent idiopathic scoliosis with the Charleston Bending Brace: long-term follow-up, *J Pediatr Orthop* 17:703, 1997.
127. D'Amato CR, Griggs S, McCoy B: Nighttime bracing with the Providence brace in adolescent girls with idiopathic scoliosis, *Spine* 26:2006, 2001.
128. McCollough NC 3rd, Schultz M, Javech N, et al: Miami TLSO in the management of scoliosis: preliminary results in 100 cases, *J Pediatr Orthop* 1:141, 1981.
129. DiRaimondo CV, Green NE: Brace-wear compliance in patients with adolescent idiopathic scoliosis, *J Pediatr Orthop* 8:143, 1988.
130. Ahl T, Albertsson-Wikland K, Kalen R: Twenty-four-hour growth hormone profiles in pubertal girls with idiopathic scoliosis, *Spine* 13:139, 1988.
131. Chase AP, Bader DL, Houghton GR: The biomechanical effectiveness of the Boston brace in the management of adolescent idiopathic scoliosis, *Spine* 14:636, 1989.
132. Day GA, Upadhyay SS, Ho EK, et al: Pulmonary functions in congenital scoliosis, *Spine* 19:1027, 1994.
133. Katz DE, Durrani AA: Factors that influence outcome in bracing large curves in patients with adolescent idiopathic scoliosis, *Spine* 26:2354, 2001.
134. Wiley JW, Thomson JD, Mitchell TM, et al: Effectiveness of the Boston brace in treatment of large curves in adolescent idiopathic scoliosis, *Spine* 25:2326, 2000.
135. Katz DE, Herring JA, Browne RH, et al: Brace wear control of curve progression in adolescent idiopathic scoliosis, *J Bone Joint Surg Am* 92:1343, 2010.
136. Rowe DE, Bernstein SM, Riddick MF, et al: A meta-analysis of the efficacy of non-operative treatments for idiopathic scoliosis, *J Bone Joint Surg Am* 79:664, 1997.
137. Helenius I, Remes V, Yrjonen T, et al: Does gender affect outcome of surgery in adolescent idiopathic scoliosis? *Spine* 30:462, 2005.
138. Sucato DJ, Hedequist D, Karol LA: Operative correction of adolescent idiopathic scoliosis in male patients. A radiographic and functional outcome comparison with female patients, *J Bone Joint Surg Am* 86:2005, 2004.
139. Landman Z, Oswald T, Sanders J, et al: Prevalence and predictors of pain in surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis, *Spine (Phila Pa 1976)* 36:825, 2010.
140. Trobisch PD, Ducoffe AR, Lonner BS, Errico TJ. Choosing fusion levels in adolescent idiopathic scoliosis. *J Am Acad Orthop Surg*. 2013;21(9):519-528.
141. Suk SI, Lee CK, Kim WJ, Chung YJ, Park YB. Segmental pedicle screw fixation in the treatment of thoracic idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1995;20(12):1399-405.

142. Moe JH. A critical analysis of methods of fusion for scoliosis: an evaluation in two hundred and sixty-six patients. 1958. Clin Orthop Relat Res. 2007 Jul;460:21–8.
143. Lenke LG, Edwards CC, Bridwell KH. The Lenke classification of adolescent idiopathic scoliosis: how it organizes curve patterns as a template to perform selective fusions of the spine. Spine (Phila Pa 1976). 2003 Oct 15 ;28(20).
144. Sullivan TB, Bastrom TP, Bartley CE, Shah SA, Lonner BS, Asghar J, et al. Selective thoracic fusion of a left decompensated main thoracic curve: proceed with caution? Eur Spine J. 2018 Feb 1;27(2):312–8.
145. 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. 2018;3(2):113–25.
146. Lenke LG, Bridwell KH, Baldus C, Blanke K. Preventing decompensation in King type II curves treated with Cotrel-Dubousset instrumentation. Strict guidelines for selective thoracic fusion. Spine (Phila Pa 1976). 1992;17(8 Suppl):274–81.
147. Chang KW, Chen YY, Wu CM, Leng X, Chen TC. Could structural and noncompensatory lenke 3 and 4c lumbar curves be nonstructural and compensatory? lenke 1, 2, 3, and 4 curve types were similar and could be considered collectively as a single indication for selective thoracic fusion. Spine (Phila Pa 1976). 2014 Oct 15;39(22):1850–9.
148. ROAF R. Vertebral growth and its mechanical control. J Bone Joint Surg Br. 1960 Feb 1;42 B(1):40–59.
149. ROAF R. THE TREATMENT OF PROGRESSIVE SCOLIOSIS BY UNILATERAL GROWTH-ARREST. J Bone Joint Surg Br. 1963 Nov 1;45(4):637–51.
150. Bouchard M. Guided Growth: Novel Applications in the Hip, Knee, and Ankle. Journal of Pediatric Orthopaedics. 2017;37(6):S32–6.
151. Betz RR, Ranade A, Samdani AF, Chafetz R, D’Andrea LP, Gaughan JP, et al. Vertebral body stapling: A fusionless treatment option for a growing child with moderate idiopathic scoliosis. Spine (Phila Pa 1976). 2010 Jan;35(2):169–76.
152. Newton PO. Spinal growth tethering: indications and limits. Ann Transl Med. 2020 Jan;8(2):27–27.
153. 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. Journal of Bone and Joint Surgery- American Volume. 2019 Aug 21;101(16):1460–6.
154. Marks MC, Bastrom TP, Petcharaporn M, Shah SA, Betz RR, Samdani A, et al. The Effect of Time and Fusion Length on Motion of the Unfused Lumbar Segments in Adolescent Idiopathic Scoliosis. Spine Deform. 2015 Nov 1;3(6):549–53.
155. Parsch D, Gaertner V, Brocai DRC, Carstens C. The effect of spinal fusion on the long-term outcome of idiopathic scoliosis: A CASE-CONTROL STUDY. J Bone Joint Surg Br. 2001 Nov 1;83-B(8):1133–6.
156. 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 Dec 1;30(12):3442–9.
157. Newton PO, Kluck DG, Saito W, Yaszay B, Bartley CE, Bastrom TP. Anterior spinal growth tethering for skeletally immature patients with scoliosis: A retrospective look two to four years postoperatively. Journal of Bone and Joint Surgery - American Volume. 2018;100(19):1691–7.

158. Takahashi Y, Saito W, Yaszay B, Bartley CE, Bastrom TP, Newton PO. Rate of Scoliosis Correction After Anterior Spinal Growth Tethering for Idiopathic Scoliosis. *Journal of Bone and Joint Surgery*. 2021 Sep 15;103(18):1718–23.
159. Takahashi Y, Saito W, Yaszay B, Bartley CE, Bastrom TP, Newton PO. Rate of Scoliosis Correction After Anterior Spinal Growth Tethering for Idiopathic Scoliosis. *Journal of Bone and Joint Surgery*. 2021;103(18).
160. Alanay A, Yucekul A, Abul K, Ergene G, Senay S, Ay B, et al. Thoracoscopic Vertebral Body Tethering for Adolescent Idiopathic Scoliosis: Follow-up Curve Behavior According to Sanders Skeletal Maturity Staging. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2020 Nov 15;45(22):E1483–92.
161. Parent S, Shen J. Anterior Vertebral Body Growth-Modulation Tethering in Idiopathic Scoliosis: Surgical Technique. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2020 Sep 1;28(17):693–9.
162. Pekmezci M, Yilmaz G, Daglioglu K, Gulsen M, Alanay A, Acaroglu E, et al. The effect of anterior spinal fusion on spinal canal development in an immature porcine model. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2009 Jul 1;34(15).
163. Pulido NA, Vitale MG, Parent S, Milbrandt TA, Miyanji F, El-Hawary R, et al. Vertebral body tethering for non-idiopathic scoliosis: initial results from a multicenter retrospective study. *Spine Deform*. 2023;11(1).
164. Yang M, Zhao Y, Yin X, Chen Z, Yang C, Li L, et al. Prevalence, Risk Factors, and Characteristics of the “Adding-On” Phenomenon in Idiopathic Scoliosis After Correction Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2018 Jun 1;43(11):780–90.
165. Glattes RC, Bridwell KH, Lenke LG, Kim YJ, Rinella A, Edwards C. Proximal junctional kyphosis in adult spinal deformity following long instrumented posterior spinal fusion: Incidence, outcomes, and risk factor analysis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005 Jul 15;30(14):1643–9.
166. Wang Y, Hansen ES, Høy K, Wu C, Bünger CE. Distal adding-on phenomenon in Lenke 1A scoliosis: Risk factor identification and treatment strategy comparison. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2011 Jun 15;36(14):1113–22.
167. Trobisch P, Baroncini A, Berrer A, Da Paz S. Difference between radiographically suspected and intraoperatively confirmed tether breakages after vertebral body tethering for idiopathic scoliosis. *Eur Spine J*. 2022 Apr 1 ;31(4):1045–50.
168. Photopoulos G, Hurry J, Murphy J, Brooks J, Fitzgerald R, Louer C, et al. Reliability of radiographic assessment of growth modulation from anterior vertebral body tethering surgery in pediatric scoliosis. *Spine Deform*. 2023;11(1).
169. 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 Nov 1;30(21):2464–8.
170. Fritz, J.M., & Irrgang, J.J. (2001). A comparison of a modified Oswestry Low Back Pain Disability Questionnaire and the Quebec Back Pain Disability Scale. *Physical Therapy*, 81, 776- 788.
171. Fairbank, J.C., Couper, J., Davies, J.B., & O’Brien, J.P. (1980). The Oswestry low back pain disability questionnaire. *Physiotherapy*, 66, 271-273.
172. Enercan M, Kahraman S, Cobanoglu M, et al. Selective Thoracic Fusion Provides Similar Health-Related Quality of Life but Can Cause More Lumbar Disc and Facet Joint Degeneration: A Comparison of Adolescent Idiopathic Scoliosis Patients With Normal Population 10 Years After Surgery. *Spine Deform*. 2015;3(5):469-475.

173. Lenke LG, Betz RR, Clements D, Merola A, Haher T, Lowe T, et al. Curve prevalence of a new classification of operative adolescent idiopathic scoliosis: does classification correlate with treatment? *Spine (Phila Pa 1976)*. 2002 Mar 15 ;27(6):604–11.
174. Newton PO, Faro FD, Lenke LG, Betz RR, Clements DH, Lowe TG, et al. Factors involved in the decision to perform a selective versus nonselective fusion of Lenke 1B and 1C (King-Moe II) curves in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2003 Oct 15 ;28(20).
175. Crawford CH, Lenke LG. Growth modulation by means of anterior tethering resulting in progressive correction of juvenile idiopathic scoliosis: A case report. *Journal of Bone and Joint Surgery*. 2010 Jan 1;92(1):202–9.
176. 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. *Journal of Bone and Joint Surgery*. 2020 May 6 ;102(9):769–77.
177. Mathew SE, Hargiss JB, Milbrandt TA, Stans AA, Shaughnessy WJ, Larson AN. Vertebral body tethering compared to posterior spinal fusion for skeletally immature adolescent idiopathic scoliosis patients: preliminary results from a matched case–control study. *Spine Deform*. 2022;10(5).
178. Nur Canbolat, M. D., et al. "Postoperative Pain in Adolescent Idiopathic Scoliosis Surgery: A Randomized Controlled Trial." *Pain Physician* 25 (2022): E589-E596.
179. Samdani AF, Pahys JM, Ames RJ, Grewal H, Pelletier GJ, Hwang SW, et al. Prospective Follow-up Report on Anterior Vertebral Body Tethering for Idiopathic Scoliosis: Interim Results from an FDA IDE Study. *Journal of Bone and Joint Surgery*. 2021;103(17).
180. Miyanji F, Pawelek J, Nasto LA, Rushton P, Simmonds A, Parent S. Safety and efficacy of anterior vertebral body tethering in the treatment of idiopathic scoliosis a multicentre review of 57 consecutive patients. *Bone Joint J*. 2020;102(12).
181. Lenke LG, Betz RR, Clements D, Merola A, Haher T, Lowe T, et al. Curve prevalence of a new classification of operative adolescent idiopathic scoliosis: Does classification correlate with treatment? *Spine (Phila Pa 1976)*. 2002;27(6).
182. 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. *Eur Spine J*. 2021 Dec ;30(12):3442–9.
183. Buyuk AF, Milbrandt TA, Mathew SE, Larson AN. Measurable Thoracic Motion Remains at 1 Year Following Anterior Vertebral Body Tethering, with Sagittal Motion Greater Than Coronal Motion. *J Bone Joint Surg Am* . 2021 Dec 15 ;103(24):2299–305.
184. Mathew SE, Milbrandt TA, Larson AN. Measurable Lumbar Motion Remains 1 Year After Vertebral Body Tethering. *J Pediatr Orthop*. 2022 Sep;42(8):E861–7.
185. Boeyer ME, Farid S, Wiesemann S, Hoernschemeyer DG. Outcomes of vertebral body tethering in the lumbar spine. *Spine Deform*. 2023;11(4).
186. Pehlivanoglu T, Oltulu I, Erdag Y, Korkmaz E, Sarioglu E, Ofluoglu E, et al. Double-sided vertebral body tethering of double adolescent idiopathic scoliosis curves: radiographic outcomes of the first 13 patients with 2 years of follow-up. *European Spine Journal*. 2021 Jul 1;30(7):1896–904.
187. Baroncini A, Trobisch PD, Birkenmaier C, Da Paz S, Migliorini F. Radiographic Results after Vertebral Body Tethering. *Z Orthop Unfall*. 2022 Aug 1;160(4):387–92.
188. Raitio A, Syvänen J, Helenius I. Vertebral Body Tethering: Indications, Surgical Technique, and a Systematic Review of Published Results. *J Clin Med* . 2022 May 1 ;11(9).
189. Trobisch PD, Castelein R Da Paz S. Radiographic outcome after vertebral body tethering of the lumbar spine. *Eur Spine*. 2023 Jun 1;32(6):1895–900.

190. 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. *Eur Spine J.* 2022 Apr 1;31(4):1060–6.
191. Mariscal G, Morales J, Pérez S, Rubio-Belmar PA, Bovea-Marco M, Bas JL, et al. Meta-analysis on the efficacy and safety of anterior vertebral body tethering in adolescent idiopathic scoliosis. Vol. 32, *European Spine Journal.* 2023.
192. 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 Deform.* 2021;9(5).
193. Yang M, Yang C, Ni H, Zhao Y, Li M. The relationship between T1 sagittal angle and sagittal balance: A retrospective study of 119 healthy volunteers. *PLoS One.* 2016;11(8).
194. 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 Jul 1;30(7):1998–2006.
195. Buyuk AF, Milbrandt TA, Mathew SE, Larson AN. Measurable Thoracic Motion Remains at 1 Year Following Anterior Vertebral Body Tethering, with Sagittal Motion Greater Than Coronal Motion. *Journal of Bone and Joint Surgery.* 2021 Dec 15 ;103(24):2299–305.
196. Mathew SE, Milbrandt TA, Larson AN. Measurable Lumbar Motion Remains 1 Year after Vertebral Body Tethering. *Journal of Pediatric Orthopaedics.* 2022;42(8).
197. Taşdemir, Esin Nur. İdiyopatik Adölesan Skolyoz Tanılı Hastalarda Bant İle Gerdirme Yöntemi (Anterior Vertebral Tethering) İle Selektif Torasik Füzyon Cerrahisinin Paraspinall Kas Alanına Etkisinin Ve Fonksiyonel Sonuçlarının Karşılaştırılması. Uzmanlık Tezi, İstanbul Üniversitesi, 2022.
198. Shin M, Arguelles GR, Cahill PJ, Flynn JM, Baldwin KD, Anari JB. Complications, Reoperations, and Mid-Term Outcomes Following Anterior Vertebral Body Tethering Versus Posterior Spinal Fusion: A Meta-Analysis. *JBJS Open Access.* 2021 Jun 23;6(2).
199. Newton PO, Parent S, Miyanji F, Alanay A, Lonner BS, Neal KM, et al. Anterior Vertebral Body Tethering Compared with Posterior Spinal Fusion for Major Thoracic Curves: A Retrospective Comparison by the Harms Study Group. *J Bone Joint Surg Am.* 2022 Dec 21 ;104(24):2170–7.
200. Suk S II, Kim WJ, Lee CS, Lee SM, Kim JH, Chung ER, et al. Indications of proximal thoracic curve fusion in thoracic adolescent idiopathic scoliosis: Recognition and treatment of double thoracic curve pattern in adolescent idiopathic scoliosis treated with segmental instrumentation. *Spine (Phila Pa 1976).* 2000;25(18).
201. Zhang H, Fan Y, Ni S, Pi G. The preliminary outcomes of vertebral body tethering in treating adolescent idiopathic scoliosis: a systematic review. Vol. 10, *Spine Deformity.* 2022.
202. Trobisch P, Migliorini F, Vanspauwen T, Baroncini A. Pulmonary Complications after Vertebral Body Tethering: Incidence, Treatment, Outcomes and Risk Factor Analysis. *J Clin Med.* 2022 Jul 1;11(13).
203. Baroncini A, Migliorini F, Eschweiler J, Hildebrand F, Trobisch P. The timing of tether breakage influences clinical results after VBT. *European Spine Journal.* 2022 Sep 1;31(9):2362–7.
204. Trobisch P, Baroncini A, Berrer A, Da Paz S. Difference between radiographically suspected and intraoperatively confirmed tether breakages after vertebral body tethering for idiopathic scoliosis. *European Spine Journal.* 2022;31(4).
205. Zhong J, Cao K, Wang B, Li H, Zhou X, Xu X, et al. Incidence and Risk Factors for Proximal Junctional Kyphosis in Adolescent Idiopathic Scoliosis After Correction Surgery: A Meta-Analysis. *World Neurosurg.* 2019 May 1 ;125: e326–35.

VIII: EKLER

EK-1: SRS-22 SKORU (<https://www.srs.org/professionals/online-education-and-resources/patient-outcome-questionnaires>’dan alınmıştır.)

SRS-22r HASTA ANKETİ

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

Bu ankette sırtınızın 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 sinirli 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 ?

Yatağa/ Tekerlekli 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 . Kıyafetinizin içinde kendinizin nasıl görüldüğünü 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
Uyuşturucu özelliği olmayan ağrı kesicileri haftada bir veya daha az kullanıyorum. (Öm:Aspirin, Novalgine, Parol, Voltaren, Apranax, Naprosyn, Vioxx)

Uyuşturucu özelliği olmayan ağrı kesicileri günlük kullanıyorum.
Uyuşturucu özelliği olan ağrı kesicileri haftada bir veya daha az kullanıyorum. (Öm:Morfin, Dolantin)
Uyuşturucu 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 değerlendirmemiz 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.

Appendix B:

İsim :

Bugünün Tarihi : ____/____/____
Gün Ay Yıl

Tamı :

Yaş : ____
Yıl Ay

Cinsiyet: K E

Boy: Ağırlık: Vücut/Kiri oranı:

Tam: Kontrol, skolyoz şüphesi, JIS, AIS

Deformite/büyüklüğü: _____

Diğer: _____

Tedavi (Yuvarlak içine alınız) :

İlk değerlendirme
Gözlem
Korse öncesi
Korse _____
Tip

Cerrahi öncesi	Artrodez		Enstrümantasyon
Cerrahi tedavi	UV	LV	UV LV
Post	____	____	____
Ant	____	____	____

İlk başlama zamanı : ____/____/____
Gün Ay Yıl

Takip : ____
Yıl Ay

Puan (5 en iyi, 1 en kötü)

	Puan/ olası en yüksek	#cevap/ olası en yüksek	total skor
	A	B	A/B
Ağrı	____/25	____/5	____
Kendi İmajı/Görüşü	____/25	____/5	____
Fonksiyon/Aktivite	____/25	____/5	____
Ruh Sağlığı	____/25	____/5	____
Ara Toplam :	____/100	____/20	____
Tedaviden Tatmin	____/10	____/2	____
Toplam :	____/110	____/22	____

*Soru numarası

**Sosyal güvencesi olan hastalar için değerlendirme dışı tutulacak ve fonksiyon/aktivite 4 soru üzerinden değerlendirilecek

Skorlarırken dikkat edilmesi gerekenler:

Cevaplanmamış soruları değerlendirmeye almayın

Birden fazla cevap yazılan soruları iptal edin

Her değerlendirilen alan (fonksiyon, ağrı vs.) için en az 3 soru cevaplanmış olmalıdır.

EK-2: Oswestry Disability Index (ODI)

1-Ağrınızın şiddeti nasıl?
0)Gelip geçici ve çok hafif bir ağrı
1)Sürekli, fakat hafif bir ağrı
2)Gelip geçici ve orta şiddette bir ağrı
3)Sürekli ve orta şiddette bir ağrı
4)Gelip geçici ve şiddetli bir ağrı
5)Şiddetli ve çok değişmeyen bir ağrı
2-Kişisel bakım
0)Ağrıdan kaçınmak için günlük yaşamımda (yıkama, giyinme şekli vb) değişiklik yapmadım.
1)Biraz ağrı yapsa da yıkama ve giyinme şeklinde değişiklik yapmadım.
2)Yıkama ve giyinmem ağrımı artırıyor, fakat bunları değiştirmeden idare ediyorum.
3)Yıkama ve giyinmem ağrımı artırıyor, bu yüzden bunları yapma şeklimde değişiklik yaptım.
4)Ağrı nedeniyle yıkama ve giyinmede bir miktar yardım alıyorum.
5)Ağrı nedeniyle yıkama ve giyinmeyi yardımsız yapamıyorum.
3-Yük Kaldırma
0)Ağır yükleri ağrım olmadan kaldırabiliyorum.
1)Ağır yükleri kaldırırken bir miktar ağrım oluyor.
2)Ağrı yüzünden ağır yükleri kaldıramıyorum.
3)Ağrı, ağır yükleri kaldırmamı önüyor, fakat uygun pozisyon varsa (örn. Masa üzerinden) bunu başarabilirim.
4)Sadece çok hafif yükleri kaldırabiliyorum
5)Hiç yük kaldıramıyorum
4-Yürüme
0)Yürürken ağrım yok
1)Yürümeyle biraz ağrım var, fakat mesafeyle artmıyor
2)Ağrıda belirgin artma olmaksızın 2 km'den fazla yürüyemiyorum
3)Ağrıda belirgin artma olmaksızın 500 m den fazla yürüyemiyorum
4)Ağrıda belirgin artma olmaksızın yürüyemiyorum
5)Hiç yürüyemiyorum

5-Oturma
0)Herhangi bir sandalyede istediğim kadar uzun oturabilirim
1)Sadece uygun bir sandalyede istediğim kadar uzun oturabilirim
2)Ağrım bir saatten uzun oturmamı önlüyor
3)Ağrım yarım saatten uzun oturmamı önlüyor
4)Ağrım 10 dakikadan fazla oturmamı önlüyor
5)Ağrımı arttırdığı için oturmaktan kaçınıyorum
6-Ayakta durma
0)Ağrı olmaksızın istediğim kadar uzun ayakta durabilirim
1)Ayakta durmakla biraz ağrı oluyor, fakat bu zamanla artmıyor.
2)Bir saatten uzun ayakta kaldığımda ağrı şiddetleniyor.
3)Yarım saatten uzun ayakta kaldığımda ağrı şiddetleniyor.
4)On dakikadan uzun ayakta kaldığımda ağrı şiddetleniyor.
5)Ağrımı arttırdığı için ayakta durmaktan kaçınıyorum
7-Uyuma
0)Yatakta ağrı yok
1)Yatakta ağrı var, fakat iyi uyuyorum
2)Ağrı nedeniyle normal uykumun 3/4 ünü uyuyorum
3)Ağrı nedeniyle normal uykumun yarısını uyuyorum
4)Ağrı nedeniyle normal uykumun 1/4 ünü uyuyorum
5)Ağrı nedeniyle hiç uyuyamıyorum
8-Sosyal yaşam
0)Sosyal yaşamım normal ve ağrı yaratmıyor.
1)Sosyal yaşamım normal, fakat ağrımı arttırıyor.
2)Ağrı, dansetmek, futbol oynamak gibi daha fazla enerji gerektiren ilgilerimi 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 hemen hemen tüm sosyal yaşamım kısıtlandı.
9-Seyahat
0)Seyahatte ağrı olmuyor.

ULUSLARARASI YAYINLAR

1. Bayram, S., Bilgili, F., Kırıl, D., **Yağcı, T. F.**, Yıldırım, A. M., & Demirel, M. (2021). Which inflammatory marker is more reliable in diagnosing acute septic arthritis in the pediatric population? *Pediatrics International*, 63(8), 889-894.
2. Ergin, Ö. N., Bayram, S., Anarat, F. B., **Yağcı, T. F.**, & Balcı, H. İ. (2020). Prognostic factors affecting survival of patients with intertrochanteric femoral fractures over 90 years treated with proximal femoral nailing. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*, 46, 663-669.
3. Ekinci, M., Akgül, T., Arzu, U., Bayram, S., **Yağcı, T. F.**, & Kılıçoğlu, Ö. (2022). Anatomical bone structure differences in patients with hemophilic arthropathy of the knee. *Journal of Clinical Imaging Science*, 12.
4. Akkaya, M., Öktem, U., Tolunay, T., Ocak, M., Yolaçan, D. S., **Yağcı, T. F.**, ... & Yıldırım, Y. (2023). An overview of the orthopedic patient profile in the first five days following February 6th, 2023 Kahramanmaraş earthquake: A single-center experience in the earthquake zone. *Joint diseases and related surgery*, 34(2), 503.
5. Özdemir, m. A., Karalar, Ş., Korkmaz, M., Toprak, D., **Yağcı, T. F.**, Pehlivanoğlu, T., & Akgül, T. (2022). The effect of long-and short-level fusions on sagittal balance parameters of patients treated with transforaminal lumbar interbody fusion for degenerative spine over older than 65 years. *The Journal of Turkish Spinal Surgery*, 33(2), 43.
6. Demirel, M., Yenigün, M. Y., Mert, L., Kendirci, A. Ş., **Yağcı, T. F.**, Demir, T. B., ... & Korkmazer, B. Intra-and inter-observer reliability of Dias-Tachdjian classification in pediatric ankle fractures: do clinical experience and expertise matter?. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*, 10-1097

ULUSAL YAYINLAR

1. **Yağcı TF**, Bayram S, Balcı Hİ. Pediatrik ortopedide aciller. Uysalol M, editör. Çocuk Acilde Multidisipliner Yaklaşım Gerektiren Hastalar. 1. Baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri; 2022. p.133-9.2.

KİTAP BÖLÜM ÇEVİRİ

Campbell's Operative Orthopaedics, 13.Basım,2020, 60.Bölüm Akut Dislokasyonlar

SÖZLÜ BİLDİRİLER

1. Murat Korkmaz, **Taha Furkan Yağcı**, Yekta Furkan Altın, Turgut Akgül. Lomber dejeneratif hastalığın tedavisinde foraminal pulsed(aralıklı) radyofrekans ve faset radyofrekans ablasyonu ile birlikte transforaminal epidural steroid enjeksiyonunun etkinlikleri
15.Uluslararası Türk Omurga Kongresi, 24-27 Mayıs 2023, İzmir, Türkiye
2. Murat Korkmaz, Yekta Furkan Altın, **Taha Furkan Yağcı**, Merve Damla Korkmaz, Turgut Akgül. Unilateral biportal endoskopik omurga cerrahisi ile ilgili YouTube videolarının kalitesi, güvenilirliği ve eğitici içeriğinin analizi
15.Uluslararası Türk Omurga Kongresi, 24-27 Mayıs 2023, İzmir, Türkiye
3. Taha Kızılkurt, Ahmet Serhat Aydın, **Taha Furkan Yağcı**, Celal Caner Ercan, Artür Salmaslıoğlu, Ali Erşen. Lateral Epikondilit Hastalarının Tedavisinde Plateletten Zengin Plazma, Glukokortikoid ve Salin Enjeksiyonlarının Klinik ve Radyolojik Etkileri: Prospektif Randomize Kontrollü Çalışma
31.Ulusal Türk Ortopedi ve Travmatoloji Kongresi, 25-30 Ekim 2022, Antalya, Türkiye
4. Yekta Furkan Altın , Murat Korkmaz, **Taha Furkan Yağcı**, Turgut Akgül. Medüller Kanal İnvazyonu Torakolomber Burst Kırıklarında Posterior ligamentöz Kompleks Yaralanmalarını Öngörür Mü?
15.Uluslararası Türk Omurga Kongresi, 24-27 Mayıs 2023, İzmir, Türkiye
5. Emre Kocazeybek, **Taha Furkan Yağcı**, Mehmet Demirel, Yavuz Sağlam, Cengiz Şen. Proksimal Femur Kırığı Olan Hastalarda Traksiyon-İç Rotasyon Radyografisi Cerrahi Tedavi Seçimimizi Etkiliyor Mu?
31.Ulusal Türk Ortopedi ve Travmatoloji Kongresi, 25-30 Ekim 2022, Antalya, Türkiye
6. Murat Korkmaz, **Taha Furkan Yağcı**, Yekta Furkan Altın, Turgut Akgül. İleri Derecede Rijit Skolyozu Olan Hastaların Tedavisinde Halo Traksiyonun Etkinliği
31.Ulusal Türk Ortopedi ve Travmatoloji Kongresi, 25-30 Ekim 2022, Antalya, Türkiye

KURSLAR VE TOPLANTILAR

- *GKD-PEV Kursu, 15-16 Aralık 2018, İstanbul, Türkiye*
- *31.Ulusal Türk Ortopedi ve Travmatoloji Kongresi, 25-30 Ekim 2022, Antalya, Türkiye*
- *19.TOTBİD-TOTEK Temel Bilimler Araştırma Okulu, 28-29 Şubat 2020, İzmir, Türkiye*
- *30.Ulusal Türk Ortopedi ve Travmatoloji Kongresi, 9-14 Kasım 2021, Antalya, Türkiye*
- *12. Kemik ve Yumuşak Doku Tümörleri Temel Kursu, 25-26 Mart 2022, Ankara, Türkiye*
- *Türk Omurga Derneği Eurospine Eğitim Modülleri, 11-13 Kasım, 3-5 Şubat 2022, İstanbul, Türkiye*
- *1.Endoskopik Omurga Cerrahisi Canlı Cerrahi Sempozyumu, 19 Mart 2022, Ankara, Türkiye*
- *Omurga Cerrahisinde Tam Endoskopik Yaklaşımlar, 3 Aralık 2022, Ankara, Türkiye*
- *9.TOTDER Ortopedi ve Travmatoloji İstanbul Buluşması,1-2 Nisan 2022, İstanbul, Türkiye*
- *15.Uluslararası Türk Omurga Kongresi, 24-27 Mayıs 2023, İzmir, Türkiye*
- *8.TOTDER Ortopedi ve Travmatoloji İstanbul Buluşması, 23-24 Nisan 2021, İstanbul, Türkiye*
- *Pediyatrik Travma Kursu, 10-11 Aralık 2022, İstanbul, Türkiye*
- *17.Temel Artroplasti Kursu, 22-23 Ekim 2021, Ankara, Türkiye*
- *Kadavrada Üst Ekstremité Cerrahi Yaklaşım ve Travma Kursu, 17 Eylül 2022, Ankara, Türkiye*
- *16. Kadavrada Omuz Artroskopisi-Ultrason Kursu, 18-19 Kasım 2022, Ankara, Türkiye*
- *Omurga ve Periferik Sinir Cerrahisinde İntraoperatif Nöromonitorizasyon ve Posterior Pediküler Vidalama Teknikleri İleri Eğitim Kursu, 11 Mayıs 2022, İstanbul, Türkiye*

ÜYELİKLER

TOTDER (Türk Ortopedi ve Travmatoloji Derneği)

TOTBİD (Türk Ortopedi ve Travmatoloji Birliği Derneği)

DİL

Türkçe (L1), İngilizce (B2)

