



**T.C.**

**SAĞLIK BAKANLIĞI**

**İSTANBUL EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ**

**ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ KLİNİĞİ**

**Doç. Dr. Tolga TÜZÜNER**

**LENKE TİP 1 ADOLESAN İDİOPATİK SKOLYOZ'DA  
AŞIRI DÜZELTMENİN KORONAL DENGE ÜZERİNE  
ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Dr. Sinan ERDOĞAN**

**Uzmanlık Tezi**

**İSTANBUL 2013**

## TEŞEKKÜR

*Yanında çalıştığım süre zarfında Ortopedi ve Travmatoloji alanında tecrübelerinden yararlandığım, tez danışmanım olarak her türlü desteği veren değerli hocam Doç.Dr. Tolga Tüzüner'e, eğitimime büyük katkısı olan klinik eski şefimiz Prof.Dr. Mustafa Caniklioğlu'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.*

*Asistanlığım süresince bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım Uzm.Dr. Nikola Azar'a, Uzm. Dr. İlhan Açıkgöz'e, Uzm.Dr.Ali Can Barış'a, Uzm. Dr. Ali Bayman'a, Uzm.Dr. Serkan Çağan'a, Doc. Dr. Ahmet Doğan'a, Uzm.Dr. Mahmut Karamehmetoğlu'na, Uzm.Dr. Emrah Kovalak'a, Uzm. Dr. Murat Mert'e, Uzm. Dr. Erhan Mumcuoğlu'na, Doc. Dr. Yusuf Öztürkmen'e, Uzm. Dr. Ali Volkan Özlük'e, Uzm.Dr. Mustafa Hakan Özdemir'e ve Doc.Dr. Onat Üzümcügil'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.*

*Asistanlığım ilk yıllarında beraber çalıştığım Uzm.Dr.İbrahim Azboy'a, Uzm.Dr. A.Yener İnce'ye, Uzm.Dr. Gürdal Nusran'a, Uzm Dr. Yunus Emre Akman'a, Uzm. Dr. Erhan Dadyaman'a, Op.Dr. Mehmet Yetiş'e, Op. Dr. Erhan Şükür'e, Uzm.Dr. Merter Yalçınkaya'ya, Uzm.Dr. Yunus Atıcı'ya, Uzm.Dr. Özgür Çetinkaya'ya, Uzm.Dr. Hilmi Karadeniz'e, Uzm.Dr. Tahir Mutlu Duymuş'a ve Uzm.Dr. Hakan Kıvılcım'a teşekkürlerimi sunarım.*

*Asistanlığım süresince beraber çalıştığım Dr. Engin Çarkçı'ya, Dr. Gökhan Barbaros'a, Dr. Sertaç Topalhafizoğlu'na, Dr.Barış Peker'e, Dr. Ethem Ayhan Ünkar'a, Dr. Abdullah Obut'a, Dr. Barış Polat'a, Dr. Tahsin Gürpınar'a, Dr. Osman Nuri Özyalvaç'a, Dr. Enes Kanay'a, Dr. Ahmet Şenel'e, Dr. Ziya Demirci'ye, Dr. Atakan Telatar'a ve asistanlık süresi boyunca beraber çalıştığım ameliyathane ve servis hemşire ve personeline, tıbbi sekreterimizden özellikle Doğan Adkoyayçin'e teşekkür ederim.*

*Varlığımı borçlu olduğum, her türlü fedakarlıklarla bugünlere ulaşmamı sağlayan aileme; her zaman yanımda olan ve tezime katkılarını esirgemeyen sevgili eşime minnettaram.*

# İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR .....	ii
KISALTMALAR.....	v
TABLO VE ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
RESİM LİSTESİ.....	viii
ÖZET .....	ix
SUMMARY.....	x
1. GİRİŞ .....	1
2. GENEL BİLGİLER .....	3
2.1. TARİHÇE .....	3
2.2. SPİNAL KOLONUN ANATOMİSİ .....	5
2.3. TERMİNOLOJİ .....	8
2.4. SINIFLAMA .....	10
2.5. KLİNİK DEĞERLENDİRME.....	13
2.5.1. HİKAYE .....	13
2.5.2. FİZİK MUAYENE .....	13
2.5.3. RADYOLOJİK DEĞERLENDİRME .....	15
2.6. SKOLYOZ SINIFLAMASI.....	26
2.6.1. KING-MOE SINIFLAMASI.....	26
2.6.2. LENKE SINIFLAMASI .....	28
2.7. SKOLYOZ TEDAVİSİ.....	32
2.7.1. SKOLYOZDA KONSERVATİF TEDAVİ .....	32
2.7.2. SKOLYOZDA CERRAHİ TEDAVİ.....	33

2.8. SKOLYOZ CERRAHİSİ SONRASI KOMPLİKASYONLAR.....	36
2.9. SKOLYOZDA FÜZYON SAHASININ SEÇİLMESİ VE SELEKTİF FÜZYON .....	38
3. GEREÇ VE YÖNTEM .....	41
4. BULGULAR .....	44
5. TARTIŞMA .....	51
6. SONUÇ .....	56
7. OLGU ÖRNEKLERİ.....	57
8. KAYNAKLAR .....	61

## KISALTMALAR

SRS	: Scoliosis Research Society
AIS	: Adolesan idiopatik skolyoz
DDT	: Device transverse traction
SSVÇ	: Santral sakral vertikal çizgi
LTS	: Lateral trunk shift
AVT	: Apikal vertebra translasyonu
KD	: Koronal denge
MRI	: Magnetic resonance imaging
AP	: Antero-posterior
PT	: Proksimal torasik
STLSO	: Servikotorakolumbosakral
TLSO	: Torakolumbosakral
C-D	: Cotrel Dubousset
SIAS	: Spina iliak anterior superior
HIV	: Human immunodeficiency virus
EKG	: Elektrokardiogram

## TABLO VE ŞEKİL LİSTESİ

### TABLolar

Tablo 1. Lenke sınıflaması.....	29
Tablo 2. Lenke sınıflaması ve bileşenleri .....	31
Tablo 3. Hasta Füzyon Seviyeleri.....	45
Tablo 4. Lomber Değişkene Göre Eğrilik Tiplerin Dağılımı .....	45
Tablo 5. Hastaların Preop Stabil Vertebraları.....	46
Tablo 6. Hastaların Preop, Postop ve Postop Geç Dönem Torasik Eğrilik Dereceleri ve Düzeltme Yüzdeleri .....	47
Tablo 7. Hastaların Preop, Postop ve Postop Geç Dönem Koronal Balans ve Apikal Vertebra Translasyonu Değerleri.....	47
Tablo 8. Hastaların Preop, Postop ve Postop Geç Dönem Lomber Değişkene Göre Eğrilik Tipleri.....	48
Tablo 9. Hastaların Preop, Postop ve Postop Geç Dönem Kifoz, Lordoz, T2-T5 lokal kifoz, T10-L2 lokal kifoz Dereceleri .....	49

## ŞEKİLLER

Şekil 1. Omurganın ön-arka ve yan görüntüsü .....	5
Şekil 2. Torakal vertebranın sagittal ve aksiyel planda görünümü .....	6
Şekil 3. Lomber vertebranın aksiyel ve koronol planda görüntüsü .....	7
Şekil 4. Omurga ligamanlarının sagittal planda görüntüsü.....	8
Şekil 5. Eğriliğin Cobb's metoduyla ölçümü.....	17
Şekil 6. Cobb's metoduyla kifoz açısı ölçümü .....	18
Şekil 7. Nash-Moe yöntemi ile rotasyon belirlenmesi.....	19
Şekil 8. Sagittal vertikal eksen değerlendirilmesi.....	23
Şekil 9. Stabil vertebra ve rejyonel apikal vertebra translasyonu değerlendirilmesi .....	24
Şekil 10. Risser değerlendirmesi.....	25
Şekil 11. King sınıflaması.....	26
Şekil 12. Torakal vertebra pedikül girişleri .....	35

## RESİM LİSTESİ

Resim 1. Eğrilikte End, Apikal, Nötral ve Stabil vertebra.....	10
Resim 2. C7 spinöz çıkıntından sarkıtılan şakül ile denge değerlendirilmesi .....	14
Resim 3. Skolyometre ile rotasyon ölçümü .....	15
Resim 4. Orthoröntgen çekilirken olması gereken hasta pozisyonu.....	16
Resim 5. Koronal balans ölçümü.....	20
Resim 6. Lateral trunk shift ölçümü .....	21
Resim 7. Apikal Vertebra Translasyon Ölçümü.....	22



## ÖZET

Skolyoz cerrahisinde ne kadar düzeltme yapmalıyız, aşırı düzeltmek kavramı nedir, cerrahideki amacımız eğriliğin %100 düzeltilmesi mi olmalıdır, aşırı düzeltmenin ameliyat sonrası etkileri nedir gibi sorular halen tartışmalıdır. Bu çalışmanın amacı Lenke Tip 1 eğriliklerde aşırı düzeltme yapılan hastalarda koronal denge üzerindeki değişiklikleri retrospektif olarak değerlendirmektir.

Bu çalışmada 2004-2010 yılları arasında İstanbul Eğitim ve Araştırma Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji kliniğinde skolyoz nedeni ile ameliyat edilmiş olan 34 hastanın (29 kadın, 5 erkek; ortalama yaş  $16,3 \pm 3,3$ ; en düşük yaş 13, en yüksek 24) dosyaları geriye dönük olarak incelenmiştir. Çalışmaya Lenke tip 1 eğriliği olan, sadece posterior spinal füzyon uygulanan ve ameliyat sonrası frontal planda Cobb metoduna göre ölçülen torasik eğriliği 10 derecenin altına inen adolesan idiopatik skolyozlu hastalar alındı. Hastaların takip süresi ortalama  $52,5 \pm 29,7$  ay idi. Hastaların ameliyat öncesi torasik eğriliklerin dereceleri ortalama  $41,2 \pm 6,1$  derece olarak bulunmuştur. Hastaların ameliyat öncesi koronal dengeleri ortalama  $8,5(1-30)$ mm ve apikal vertebra translasyonu ortalama  $24,8(6-56)$ mm olarak ölçüldü.

Hastaların ameliyat sonrası torasik eğriliklerin dereceleri  $6,5 \pm 1,8$  olarak ölçüldü. Hastaların ameliyat sonrası koronal dengeleri ortalama  $3,5(0-36)$ mm ve apikal vertebra translasyonu ortalama  $7,6(0-25)$ mm olarak ölçüldü.

Hastalarımızda yüksek oranlarda düzeltme yaptığımız halde genel olarak koronal balans değerinin ameliyat sonrasında, ameliyat öncesi değere göre anlamlı olarak azaldığını fakat geç dönem takiplerinde ise artma eğiliminde olduğunu ve ameliyat öncesi değere yaklaştığını ama SRS' in koronal dengesizlik tanımına uyan değeri geçmediğini tespit ettik. SRS' in koronal dengesizlik tanımına uyan bozulma sadece beş hastamızda görüldü. Koronal dengesizlik görülen hastaların dördünün ameliyat öncesinde de koronal dengelerinin bozuk olduğunu tespit ettik. Koronal dengede ki bu bozulma eğilimini engellemek için özellikle ameliyat öncesi dengesizliği olan hastaların eğriliklerinin esnekliğinin ameliyat öncesinde eğilme grafiğinde tam olarak değerlendirilmelisin ve füzyon seviyesinin belirlenmesinde daha dikkatli davranılması gerektiğini düşünüyoruz. Özellikle Lenke tip 1C hastaların ameliyat öncesi koronal dengesi bozuk olduğu için ameliyat sonrası koronal dengesizliğe daha yatkın olduğunu ve geç dönem sonuçlarının ameliyat öncesi öngörülemeyebileceğini düşünüyoruz.

**Anahtar Kelimeler:** Adolesan idiopatik skolyoz, Lenke sınıflaması, koronal denge, aşırı düzeltme

## SUMMARY

What are the limits of correction in scoliosis surgery, what is the definition of overcorrection, should the aim of the surgery be %100 correction of the curve or what are the postoperative effects of overcorrection, these questions are still debate. The aim of our study is to determine the alterations on coronal balance after overcorrection of Lenke type 1 curve, retrospectively.

Data of thirty four patients (29 female, 5 male; mean age  $16,3\pm 3,3$ ; min age 13, max age 24) surgically treated for scoliosis in Orthopaedics Department of Istanbul Education and Training Hospital between 2004 and 2010 were reviewed, retrospectively. The adolescent idiopathic scoliosis (AIS) patients with Lenke type 1 curve treated with only posterior pedicle screw and postoperative thoracic curves less than  $10^\circ$  by Cobb method on frontal plane were enrolled in this study. Mean follow-up period was  $52,5\pm 29,7$  months. The mean preoperative thoracic curve, coronal balance and apical vertebral translation were  $41,2\pm 6,1$  degree, 8,5 (1-30) mm and 24,8 (6-56) mm, respectively.

The mean postoperative thoracic curve, coronal balance and apical vertebral translation were  $6,5\pm 1,8$  degree, 3,5 (0-36) mm and 7,6 (0-25) mm, respectively.

Although we overcorrected our patients, we determined that generally postoperative coronal balance values were statistically lesser than preoperative ones but at final follow up the values tended to increase and approach the preoperative values but are still lesser than the SRS's coronal imbalance values. Deterioration of coronal balance related with SRS's coronal imbalance terms was seen in five patients. In four of these five patients, preoperative coronal imbalance was observed. We consider that coronal imbalanced patients should be evaluated exactly by bending graphs for the curve flexibility and the levels of fusion should be determined more carefully to prevent the tendency to deteriorate in coronal balance. Because especially Lenke type 1C patients have preoperative impaired coronal balance values, they tend to have postoperative coronal imbalance and late term outcomes can not be predicted before surgery.

**Key Words:** Adolescent idiopathic scoliosis, Lenke classification, Coronal balance, Over correction

## 1. GİRİŞ

Skolyoz deyimi Yunanca eğri kelimesinden türemiştir ve ilk kez milattan sonra 131-201 yıllarında Galen tarafından kullanılmıştır. Omurganın sık görülen deformitelerinden olan skolyoz, eski çağlardan beri bilinmekte olup, Corpus Hipocraticum' da normal veya anormal eğrilikler olarak tanımlanmıştır <sup>(1)</sup>.

Günümüzde ise skolyoz tanımı; omurganın orta dikey çizgisinin yana doğru 10 dereceden fazla kaymasıdır. Omurgadaki bu yana eğrilme, vertebranın rotasyonu ile birlikte olduğundan üç boyutlu bir deformite meydana gelmektedir. Bu karmaşık deformite üç düzlemde anormal hareketleri içerir; lordoza neden olan sagittal plandaki intervertebral ekstansiyon, frontal planda laterale kayma ve aksiyel planda rotasyon. Tüm bunların sonucu olarak skolyotik görünüm meydana gelmektedir <sup>(1)</sup>.

İdiopatik skolyozun tedavisi genel olarak, izlem, ortez ve cerrahi tedaviyi içeren karmaşık bir tedavidir. Skolyoz cerrahisindeki amaç eğriliği düzeltmek, ilerlemesini durdurmak ve dengeli bir omurga elde etmektir <sup>(1)</sup>. Bu amaçla skolyoz cerrahisinde enstrüman kullanımı Harrington sistemi ile başlamıştır. Skolyoz ve omurga biyomekaniği anlaşıldıkça birçok yeni enstrümantasyon tekniği geliştirilmiştir. Özellikle segmental pedikül vidası enstrümantasyonu popülerlik kazanmıştır <sup>(2)</sup>.

Skolyoz için yapılan cerrahilerde gelişen tekniklerle birlikte daha fazla düzeltme elde edilerek, distalde kalan hareketli segment sayısını arttırıp kısa füzyon yapılması spinal cerrahinin önem kazanan konularından biri olmuştur. İdeal olarak füzyonun distal ucu lomber hareketli segmentlerin korunması için mümkün olduğunca proksimalde ve gövde dengesizliğine yol açmayacak kadar distalde olmalıdır fakat tüm bunların sonucu

olarak postoperatif gövde dengesizliği skolyoz cerrahisinin önemli sorunlarından biri haline gelmiştir<sup>(3,4)</sup>. Literatürde distalde sonlanılacak vertebra seviyesi ve eğriliği ne kadar düzeltmeliyiz soruları halen tartışmalıdır. Gelişen cerrahi tekniklerle birlikte kısa segment füzyon yapılmış ve yüzde yüz düzeltilmiş bir omurga, ilerleyen dönemlerde koronal dengesizliğe sebep olabilir mi sorusu halen tam olarak cevap bulamamıştır.

Bu çalışmanın amacı; Lenke Tip 1 adolesan idiopatik skolyoz tanılı, selektif füzyon yapılan hastalarda, aşırı düzeltmenin koronal denge üzerine etkisinin değerlendirmektir.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. TARİHÇE

Yedinci yüzyılda Paul Aegina skolyoz tedavisiyle ilgili çalışmalar yapmış, uyguladığı atellerle eğrilikleri tedavi etmeye çalışmıştır. Pare, onaltıncı yüzyılın başlarında skolyozun nedenlerini üzerine araştırmalar yapmış ve postural nedenlerin skolyoza neden olduğunu belirtmiştir. Pare, araştırmaları sonrasında deformiteyi çelik korselerle tedavi etmeye başlamıştır<sup>(2,5)</sup>. On sekizinci yüzyılda, Nicholas Andre yaptığı çalışmalarda duruş ve oturma alışkanlıklarının omurga eğriliklerine neden olabileceğini ileri sürmüş ve tedavi için egzersiz yöntemleri tarif etmiş ve korse kullanılmasını önermiştir<sup>(2)</sup>. 1945 yılında Walter Blount ve Al Schmidt, Milwaukee korsesini geliştirmişlerdir<sup>(6)</sup>. 1940 yılında Cobb tarafından radyolojik olarak deformitenin ölçüm metodunu tariflenmiştir<sup>(2)</sup>. Skolyoza yönelik ilk cerrahi girişim Guerin tarafından uygulanmış, paraspinal kaslara myotomi uygulayarak deformiteyi düzeltmeye çalışmıştır. Hibbs, skolyoza yönelik ilk posterior füzyonu gerçekleştirilmiştir. Risser ise deformiteyi alçı tedavisi ile düzelttikten sonra posterior füzyon uygulamıştır<sup>(1,2)</sup> 1960 yılında Harrington ensrümantasyon sistemi kullanılmaya başlanmış ve büyük ilerleme sağlanmıştır. 1966 yılında skolyoz araştırma derneğinin kurulması ile skolyoza bir standardizasyon getirilmeye çalışılmıştır. 1969 yılında Dwyer ve ardından Zielke, anterolateralden korreksiyon yapan cerrahi tedavi prensibini ortaya koymuşlardır. Zielke, daha rijit internal tespitler kullanmış, Dwyer telleri yerine yivli çubuklar kullanılmaya başlanmıştır<sup>(2,7)</sup>. 1970 yılında Luque sublaminer telleme tekniğini tanımlayarak koronal ve sagittal planda düzelmeyi sağlamış fakat nörolojik komplikasyonlarının fazla olması nedeniyle fazla kullanılmamıştır. Drummond

segmental enstrümantasyonu spinöz proseslerden yapmıştır fakat o da geniş kullanım alanı bulmamıştır<sup>(7)</sup>.

1980'li yıllarda frontal, sagittal ve aksiyel planlarda düzeltmeye olanak sağlayan üçüncü nesil enstrümantasyon sistemleri iki Fransız cerrah, Yves Cotrel ve Jean Dubousset tarafından geliştirilmiştir. Birçok çengel vida, DDT adı verilen çapraz bağlantılar ve elmas şeklinde çıkıntılara sahip rodlardan oluşan sistemin, biyomekanik olarak var olan tüm enstrümantasyon sistemlerinden oldukça dayanıklı ve güvenilir olduğu saptanmıştır<sup>(7)</sup>. Güçlü bir internal tespite olanak sağlayan üçüncü nesil posterior sistemler yaygın olarak kullanılmaya başlanmış ancak birinci ve ikinci nesil enstrümantasyonlarda görülmeyen yeni komplikasyonlar görülmüştür. Bunlar; omuz asimetrisi, lomber eğrilikte dekompanasyon, gövde deviasyonu, kaburga kamburluğu, apikal omurganın rotasyonunun tam düzeltilememesi sonucu sagittal dengenin tam sağlanamamasıdır<sup>(7,8)</sup>. Yıllar içerisinde idiopatik skolyozun kozmetik bir sorun olduğu göz önünde tutularak, hem cerrahi endikasyon sınırları genişletilmiş hem de eğriliğin daha fazla düzeltilmesine yönelik çabalar artmıştır<sup>(7)</sup>. Artık yaygın olarak tüm seviyelere çoğunlukla bilateral olarak transpediküler vida fiksasyonu kullanılmakta, çengeller ve sublaminar teller kullanılmamaktadır<sup>(7)</sup>. Gelişen tekniklerle birlikte aşırı düzeltme sonrası dekompanasyon geliştiği ilk olarak 1992 yılında Cotrel tarafından olarak belirtilmiştir<sup>(9)</sup>.

Skolyoz cerrahisinde füzyon seviyelerinin belirlenmesi uzun yıllar tartışılmıştır. 1983 yılında King ve arkadaşları tarafından geliştirilen sınıflama sistemi uzun yıllar kullanılmış fakat pek çok konuda yetersiz kalmıştır. Lenke ve arkadaşları tarafından geliştirilen ve füzyon sahası seçiminde cerraha büyük kolaylık sağlayan sınıflama sistemi son on yıldır adolesan idiopatik skolyoz hastalarında sıklıkla kullanılmaktadır<sup>(10,11)</sup>.

## 2.2. SPİNAL KOLONUN ANATOMİSİ

Kolumna vertebralis baş ve gövdenin ağırlığını alt ekstremiteye aktaran, medulla spinalis'i çepeçevre sararak koruyan, gövdede yeterli hareketin sağlanmasına izin veren bir yapıdır. Vertebral kolon; 7 servikal, 12 torakal, 5 lomber, 5 sakral ve 4 koksigeal olmak üzere 33 vertebradan oluşmaktadır. Normal bir yetişkinde fizyolojik eğrilikler; servikal bölgede 30°-50° lordoz, torakal bölgede 20°-50° kifoz, lomber bölgede 40°-80° lordoz ve sakral bölgede 40°-60° kifoz şeklindedir<sup>(1)</sup>.



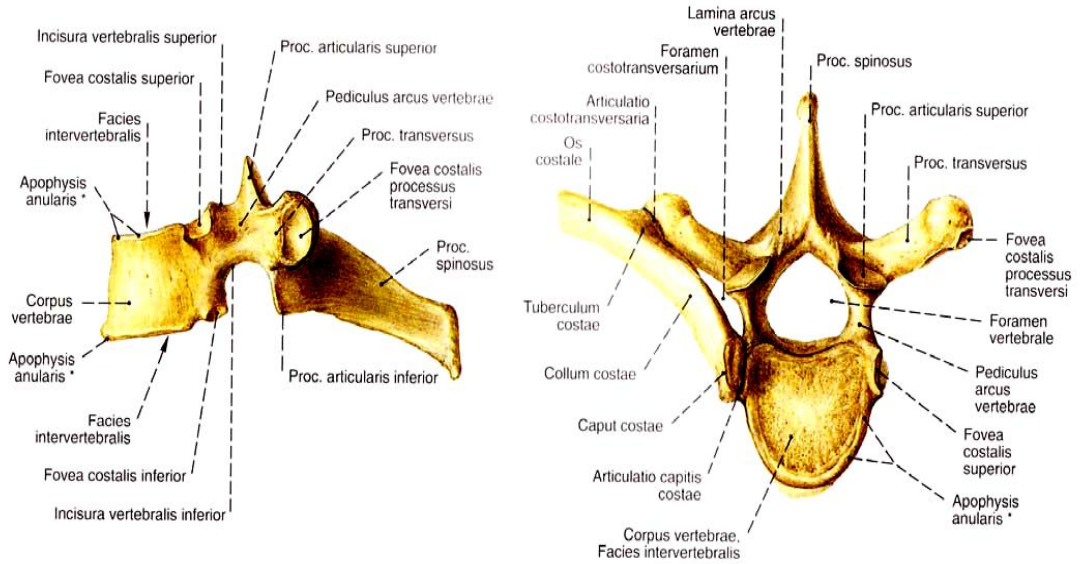
**Şekil 1. Omurganın ön-arka ve yan görüntüsü<sup>(12)</sup>**

Spinal kolonda vertebralar arasında bazı farklar olmasına karşın temel özellikleri genelde aynıdır. Dennis'in ileri sürdüğü teoriye göre, kolumna vertebralis üç kolona ayrılabiliriz: anterior, orta ve posterior kolon. Anterior kolon vertebra cisminin 2/3'ü, anterior longitudinal ligament ve intervertebral kolondan oluşmaktadır. Orta kolon, vertebra cisminin arka 1/3'ü, pediküller, posterior longitudinal ligament, spinal kanal ve laminanın ön yüzünü içerir. Arka kolon; faset eklemler, transvers ve spinöz süreçler,

laminaların arka yüzleri, intertransvers ligament, interspinöz ligament ve ligamentum flavumdan oluşur<sup>(1,13)</sup>.

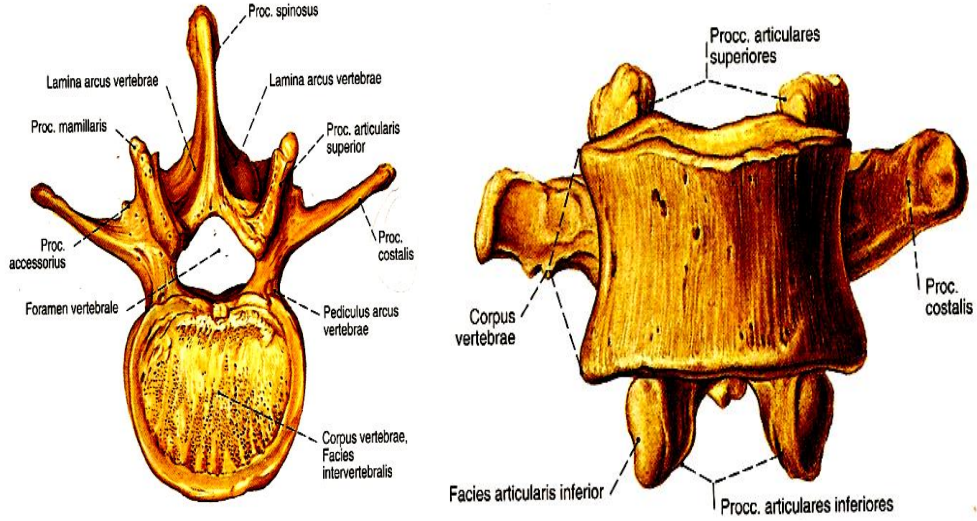
Atlas (C1) ve aksis (C2) haricindeki her bir vertebrada, yerleşim bölgelerine göre değişiklikler göstermekle beraber ortak yapılar bulunmaktadır. Tipik vertebra olarak adlandırılan bu omurlar temel olarak 6 kısımdan oluşmaktadır<sup>(12-14)</sup>:

1. Corpus vertebra
2. Arcus vertebra
  - a. Pediculus vertebra
  - b. Lamina vertebrale
3. Foramen vertebrale
4. Processus spinosus
5. Processus transversus
6. Processus articularis inferior ve superior



**Şekil 2. Torakal vertebranın sagittal ve aksiyel planda görünümü<sup>(12)</sup>**

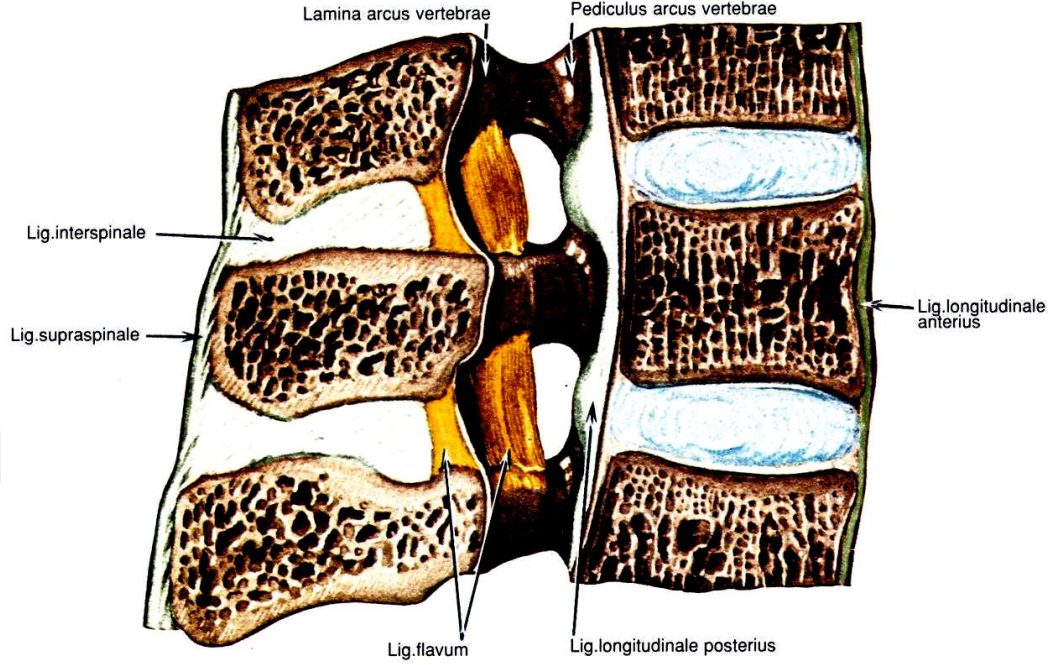




**Şekil 3. Lomber vertebranın aksiyel ve koronol planda görüntüsü<sup>(12)</sup>**

Vertebra korpuları, intervertebral diskler aracılığıyla birbirlerine bağlanırlar. Bu fibrokartilajinöz yapıdaki oluşumlar, amfiartrodial tipte eklemleşmeyi sağlar. Omurgada 23 adet disk mevcuttur ve bir üst vertebraya göre isimlendirilmektedirler. Diskler 5 ile 12 mm arasında kalınlığa sahiptir. Disklerin orta kısımlarındaki geniş miktarda hidrofilik proteoglikandan oluşmuş kollajen yapısında jelatinöz nükleus pulposus yer almaktadır. Omurganın arka kısmı, faset eklem denilen elastiki bağlarla bağlanmış, diartroz cinsinden eklemler ile bağlıdır. Diğer diartroz eklemlerde olduğu gibi, bunların da eklem kıkırdakları, boşlukları, kapsül ve sinoviyal zarları bulunmaktadır<sup>(12-14)</sup>.

Anterior longitudinal ligament, oksipital kemikten başlayarak tüm vertebraların ön yüzlerine yapışır. Posterior longitudinal ligament, oksipital kemiğin arka yüzünden başlayarak korpusların arkasından koksikse kadar uzanır. Ligamentum flavum, laminanın anterior inferior sınırından, alttaki laminanın posterior sınırına uzanır. İnterspinöz ligament, komşu spinöz proçesler arasında uzanır<sup>(12-14)</sup>.



**Şekil 4. Omurga ligamanlarının sagittal planda görüntüsü<sup>(12)</sup>**

Medulla spinalis'e bağlanan 31 çift spinal sinir bulunur. Bunlar; 8 çift servikal, 12 çift torakal, 5 çift lomber, 5 çift sakral, 1 çift koksigealdir. Medulla spinalis, C4-T1 arasında (Intumescentia cervicalis) ve T11-L1 arasında (intumescentia lumbosacralis) olmak üzere iki yerde genişleme gösterir<sup>(12-14)</sup>.

Omurganın intrinsek ve ekstrinsek yapıları ile sağlanmış olan destekten dolayı gövde pelvis üzerinde dik ve dengeli tutulabilmektedir. İntrensek yapılar küçük intraspinal ve erekör spinal kaslardır. Ekstresek desteklerin başında ise torakal bölgede göğüs kafesi gelmektedir. Her kaburga interkostal kaslar ve ligamentlerle desteklenmektedir. Lomber bölgede abdominal kaslar da göğüs kafesine ve omurgaya ekstrinsek destek sağlamaktadırlar. Sakroiliak eklem kapsülü, sakrum ve beşinci lomber vertebrayı pelvik halkaya bağlayan ligamentler de omurganın stabilitesinde rol oynarlar<sup>(12-14)</sup>.

### **2.3. TERMİNOLOJİ**

**Yapısal (strüktürel) skolyoz:** Normal fleksibilitesini kaybetmiş, fiske, lateral angulasyonu ve rotasyonu olan eğriliklerdir. Traksiyon ve eğilme grafiğinde tam

olarak düzelme gözlenmez. Yapısal eğrilik kriterleri Lenke ve ark. tarafından şu şekilde belirtilmiştir<sup>(15)</sup>:

-Yana eğilme radyografilerinde Cobb açısının 25° üzerinde olması

-Proksimal torasik (T2-T5) veya torakolomber bölgede (T10-L2) hiperkifoz (kifoz > +20°) görülmesi

**Yapısal Olmayan (Non-strüktürel eğrilik):** Traksiyon grafilerinde tama yakın düzelme gösteren eğriliklerdir. Bu eğrilik bacak uzunluk farkı, kas spazmı, duruş bozukluğu gibi sebeplerle oluşabilir<sup>(15)</sup>.

**Minör eğrilik (Kompansatuar eğrilik):** Normal vücut aksının sağlanması için gelişen yapısal eğriliğin üst ve altında oluşan eğriliklerdir. Zamanla minör eğrilikler yapısal olabilir.

**Majör eğrilik:** Daha büyük ve daima yapısal olan eğriliktir.

**Çift major eğrilik:** Genellikle aynı derecede ve rotasyonda, iki yapısal eğriliğin birlikte bulunduğu skolyozdur.

**End vertebra:** Eğriliğe katılan vertebralardan, eğriliğin konkavitesine en fazla eğimi olan, en proksimalde (üst end vertebra) ve en distalde (alt end vertebra) bulunan vertebralardır.

**Apikal Vertebra:** Bir eğrilikte vertikal akstan en fazla uzaklaşan ve rotasyonu en fazla olan vertebradır.

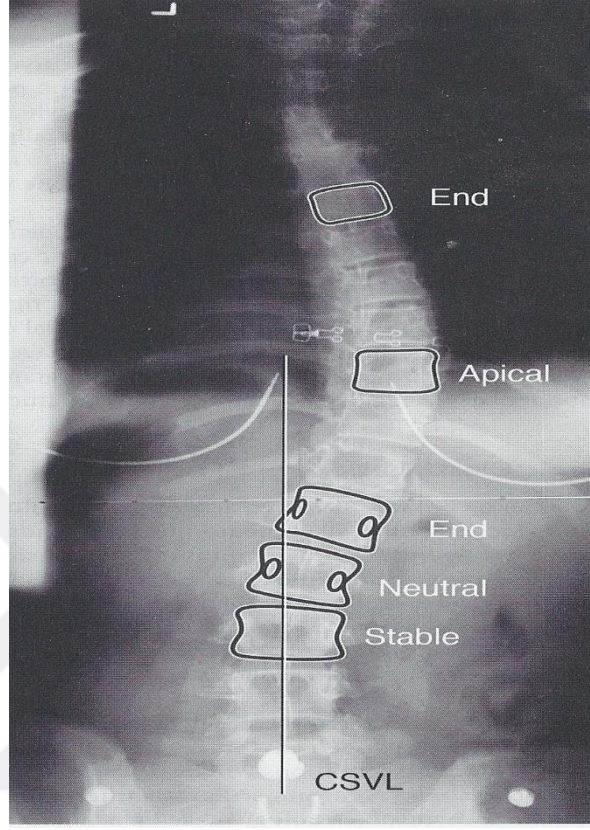
**Apikal Disk:** Hastanın vertikal aksına en uzak olan disk seviyesidir.

**Rotasyon:** Vertebranın transvers planda angulasyonudur.

**Nötral vertebra:** Eğriliğin alt ve üstünde, rotasyonu olmayan ilk vertebradır.

**Stabil vertebra:** Midsakral çizginin tam ortasından geçtiği vertebradır.

**Flexibilite indeksi:** Torakal ve lomber eğriliklerin fleksibiliteleri çekilmiş ters bending grafilerde belirlenir. Torakal eğriliğin korreksiyon oranı lomber eğriliğin korreksiyon oranından çıkarılır, çıkan fark *fleksibilite indeksi* adını alır.



**Resim 1. Eğrilikte End, Apikal, Nötral ve Stabil vertebra<sup>(16)</sup>**

## **2.4. SINIFLAMA**

İlk olarak 1900 yılında Dedard tarafından yapılan sınıflamanın ardından günümüze kadar, skolyotik deformite ile ilgili olarak birçok sınıflama yapılmıştır. Büyük bir kısmı etiyolojik olan bu sınıflamalar arasında; Lange, Lovett, Delitalia, Pais tarafından yapılanlar sayılabilir. Daha sonra Cobb, Ponseti ve Friedman benzer pratik sınıflamalar yapmışlardır. Bugün ise artık Skolyoz Araştırma Derneği'nin (Scoliosis Research Society- SRS) yaptığı sınıflama kullanılmaktadır. Etiyolojik kökenli olan bu sınıflamada, skolyoz; yapısal olmayan, geçici yapısal ve yapısal olarak üç temel gruba ayrılmıştır<sup>(17,18)</sup>.

## 1- YAPISAL OLMAYAN SKOLYOZ

- A. Postural skolyoz
- B. Dengeleyici skolyoz

## 2- GEÇİCİ YAPISAL SKOLYOZ

- A. Siyatik skolyoz
- B. Histerik skolyoz
- C. İnflamatuvar skolyoz

## 3- YAPISAL SKOLYOZ

### A. İdiopatik (genetik) skolyoz

1. İnfantil (3 yaşından önce)
2. Jüvenil (3 ile 10 yaş arasında)
3. Adolesan ( 10 yaş ile iskelet matüritesi arasında)

### B. Konjenital skolyoz

#### 1. Vertebral

##### a. Posterior spinal defekti olanlar

- ✓ Nörolojik kayıpla birlikte olanlar (Myelomeningosel)
- ✓ Nörolojik kaybı bulunmayanlar (Spina bifida okkulta)

##### b. Posterior spinal defekti olmayanlar

- ✓ Nörolojik kayıpla birlikte olanlar (Diastematomyeli)
- ✓ Nörolojik kaybı bulunmayanlar (Gelisme kusuru, segmentasyon kusuru)

#### 2. Ekstravertebral (Konjenital kostal füzyon)

### C. Nöromuskuler skolyoz

#### 1. Nöropatik şekil

- a. Aşağı motor nöron hastalığı (Poliomyelit)
  - b. Yukarı motor nöron hastalığı (Serebral palsi)
  - c. Diğerleri (Syringomyeli)
2. Myopatik şekil
    - a. Progresif (Muskuler distrofi)
    - b. Statik (Amyotonia konjenita)
  3. Diğerleri (Friedreich ataksisi, unilateral amelia)
- D. Nörofibromatozis
- E. Mezenkimal doku hastalıklarına bağlı skolyoz
1. Konjenital (Marfan sendromu, Morquio hastalığı, amyoplasia konjenita, cüceliğin çeşitli tipleri)
  2. Sonradan kazanılan (Romatoid artrit, Still hastalığı)
  3. Diğerleri (Scheuermann hastalığı, osteogenesis imperfecta)
- F. Travmatik skolyoz
1. Vertebral (Kırık, radyasyon, cerrahi)
  2. Ekstravertebral (Yanıklar, toraks cerrahisi)
- G. İrritatif fenomenlere sekonder (Spinal kord tümörü, osteoid osteoma, sinir kökü irritasyonu)
- H. Diğerleri (Metabolik, nutrisyonel, endokrin)

## **2.5. KLİNİK DEĞERLENDİRME**

### **2.5.1. HİKAYE**

Skolyozlu hastanın muayenesi hastanın ve ailesinin ayrıntılı hikayesinin alınmasıyla başlar. Başlıca aile hikayesinde başka benzer deformite araştırılır, hastanın yaşı ve fizyolojik maturitesini öğrenmek amacıyla ilk adet tarihi, aksiller ve pubik kıllanma olup olmadığı sorulur. Yaş ve cinsiyet kaydedildikten sonra, deformitenin ortaya çıktığı yaş ve nasıl fark edildiği öğrenilir. Hastanın genel durumu, akciğer kapasitesi, solunum sıkıntısı olup olmadığı öğrenilir. Deformite, bir okul taramasında, rutin veya herhangi bir nedenle yapılan sağlık muayenesinde, arkadaşları tarafından sportif faaliyetlerde, özellikle banyo yaparken ailesi tarafından saptanabilir<sup>(1,19)</sup>.

Sırtta eğrilik, omuzlar arasında bir yükseklik farkı olup olmadığı ve eğriliğin artış hızı araştırılır. Ateşli bir hastalık sonucu felç, vücutta lokal aşırı kıllanma, herhangi bir yerinde cilt altında ele gelen kitle, lokal renk değişikliği olup olmadığı sorularak poliomyelit, meningomyelose ve nörofibromatozis gibi hastalıklar ekarte edilmeye çalışılır<sup>(1,20,21)</sup>.

Günlük aktivitelerinde ağrı olup olmadığı sorulur. Ağrının özellikle, kemik ve kord tümörlerinde ortaya çıkacağı unutulmamalıdır. Daha önce karın veya göğüs ameliyatı geçirip geçirmediği araştırılır. Torakotomi sonrası ve süt çocuğunda Wilms tümörünün çıkarılmasından sonra skolyoz gelişebildiği unutulmamalıdır<sup>(1,21)</sup>.

### **2.5.2. FİZİK MUAYENE**

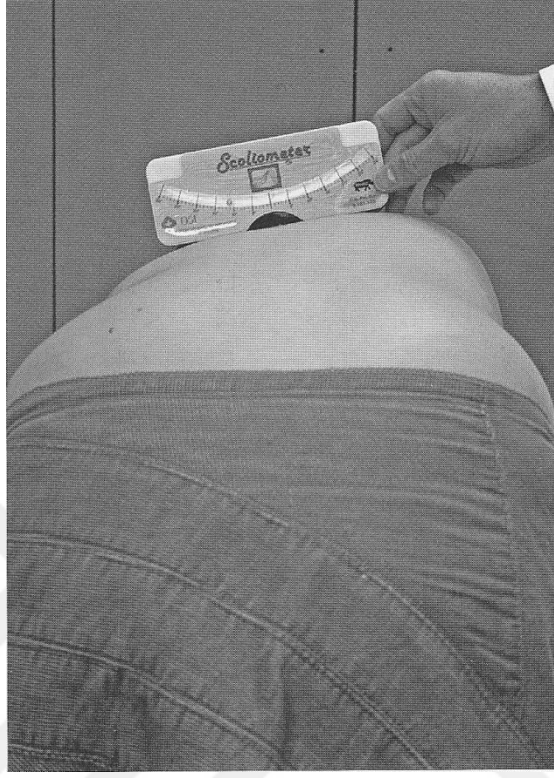
İlk olarak inspeksiyonla hastanın cildi ve genel durumu incelenir. Skolyozla ilişkili hastalıklara spesifik cilt bulguları değerlendirilmelidir. Ciltte beşten fazla Cafe au lait lekeleri ve subkutan nodüller görülmesi nörofibromatozisi, sırtta görülen lokal kıllanma ve gamze görünümü meningomyeloseli düşündürmelidir. Ekstremitelerdeki orantısızlıklar olan hastalar konnektif doku hastalıkları yönünden değerlendirilmelidir. Yüzde asimetri tortikollise bağlı skolyozu işaret eder. Hastanın pubik ve aksiler kıllanması, penis gelişimi, meme gelişimi değerlendirilerek Tanner'in evrelemesi sistemine göre maturitesi belirlenmelidir. Ardından hastanın boyu ayakta ölçülerek

eğriliğin lokalizasyonu ve yönü değerlendirilir. Fleksiyon, ekstansiyon ve lateral fleksiyon hareketleri ile omurganın hareket açıklığına ve eğriliğin esnekliğine bakılır. Her iki omuz seviyesi, baş ve boynun pelvise göre yeri değerlendirilmeli, C7 spinöz çıkıntından sarkıtılan şakülün gluteal aralıktan sapma miktarı ölçülerek eğriliğin dengesi saptanmalıdır. Şakül gluteal sulkustan geçiyorsa dengeli skolyoz, 2 cm lateralinde ise dekompanse skolyoz söz konusudur. Hasta öne eğilirken skapular hump ve rib hump yükseklikleri yere paralel konan cetvel yardımıyla ölçülmelidir <sup>(1,21,22)</sup>.



**Resim 2. C7 spinöz çıkıntından sarkıtılan şakül ile denge değerlendirilmesi<sup>(1)</sup>**





**Resim 3. Skolyometre ile rotasyon ölçümü<sup>(16)</sup>**

Son olarak skolyozlu bir hastanın değerlendirilmesinde diğer sistem muayeneleri, özellikle kardiyovasküler ve solunum sisteminin muayenesi yapılmalıdır. Konjenital kalp hastalıklarında idiopatik skolyoz görülme insidansı, normal popülasyona göre 10 kat fazladır. Hastanın nörolojik ve lokomotor sistem muayenesi yapılmalı, kas gücü ve tonusu, refleksleri değerlendirilmeli, nörolojik defisit olup olmadığı muhakkak kaydedilmelidir<sup>(1,2)</sup>.

### **2.5.3. RADYOLOJİK DEĞERLENDİRME**

Radyoloji hastalığın tanısı, tedavi yöntemlerinin seçimi ve tedavi sonrasında hastanın takip edilmesinde önemlidir. İlk olarak çekilmesi gereken grafiler ayakta ön-arka ve lateral grafilerdir. Bu grafiler tüm vertebral kolonu ve pelvisi içermeli, eğer hastada alt ekstremitelerde uzunluk eşitsizliği varsa kısa olan tarafa destek yerleştirilerek grafiler çekilmelidir. Grafi değerlendirilirken 2cm den az pelvik tilt kabul edilir fakat 2cm den büyük ise ekstremiteler uzunlukları eşitlenmelidir<sup>(1,2)</sup>.

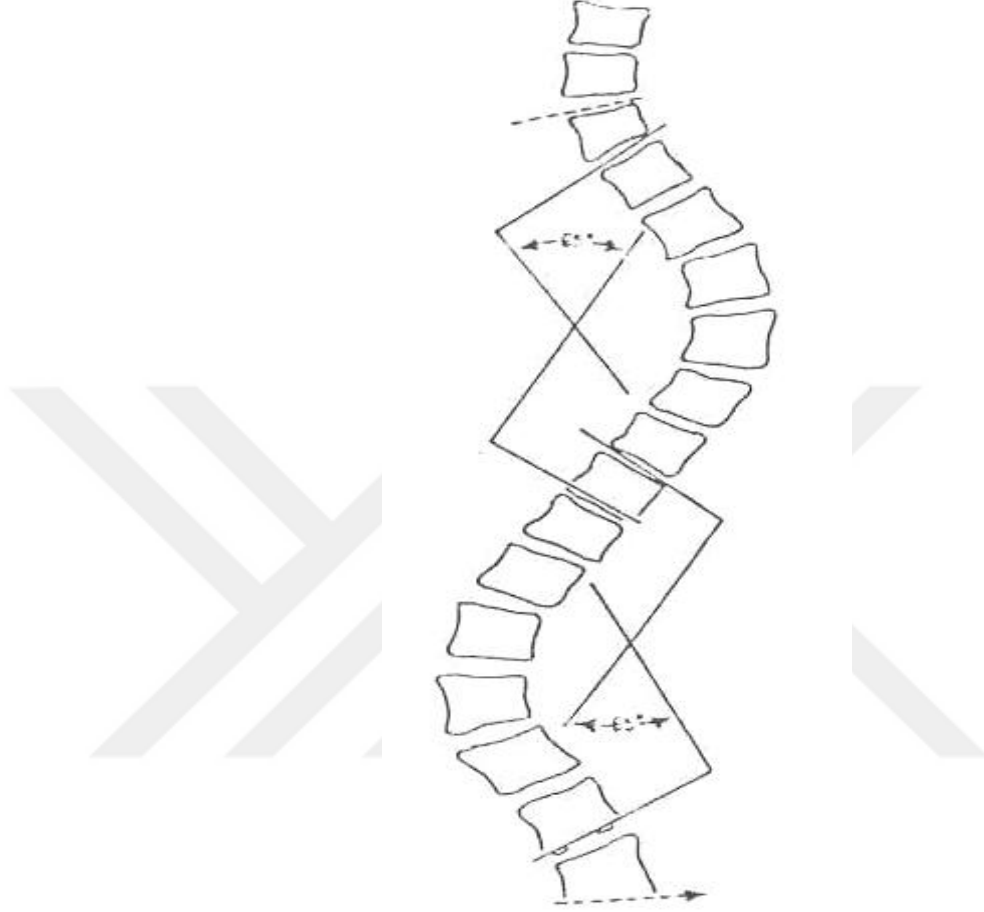


**Resim 4. Orthoröntgen çekilirken olması gereken hasta pozisyonu<sup>(1)</sup>**

Ayakta çekilen ilk grafilerden sonra eğriliğin fleksibilitesini değerlendirmek için yana eğilme ve traksiyon grafileri, kifozun durumunun belirlenebilmesi için hiperekstansiyon grafileri çekilmelidir<sup>(1,2)</sup>. Çekilen grafilerde yapılması gereken değerlendirmeler;

#### **Cobb's Açısı Ölçümü:**

Eğriliğin derecesinin belirlenmesinde standart yöntem Cobb metodudur. Açının ölçümünde eğriliğin her iki ucunda en fazla eğime sahip olan vertebralar üst ve alt end vertebralar olarak belirlenir. Üst end vertebranın üst, alt end vertebranın ise alt yüzeyinden geçen teğet çizgilere çizilen dikey çizgiler arasındaki açı Cobb's açısı olarak kabul edilir<sup>(1)</sup>. Ne yazık ki Cobb yöntemi, standart ölçüm metodu olarak kabul edilse de, değişik gözlemciler arasında ölçüm değerleri farklılık göstermektedir. Bu fark ortalama 7,2 derecedir. Eğer uç vertebralar önceden belirlenerek ölçüm yapılırsa, 6,3 dereceye düşer<sup>(23)</sup>.

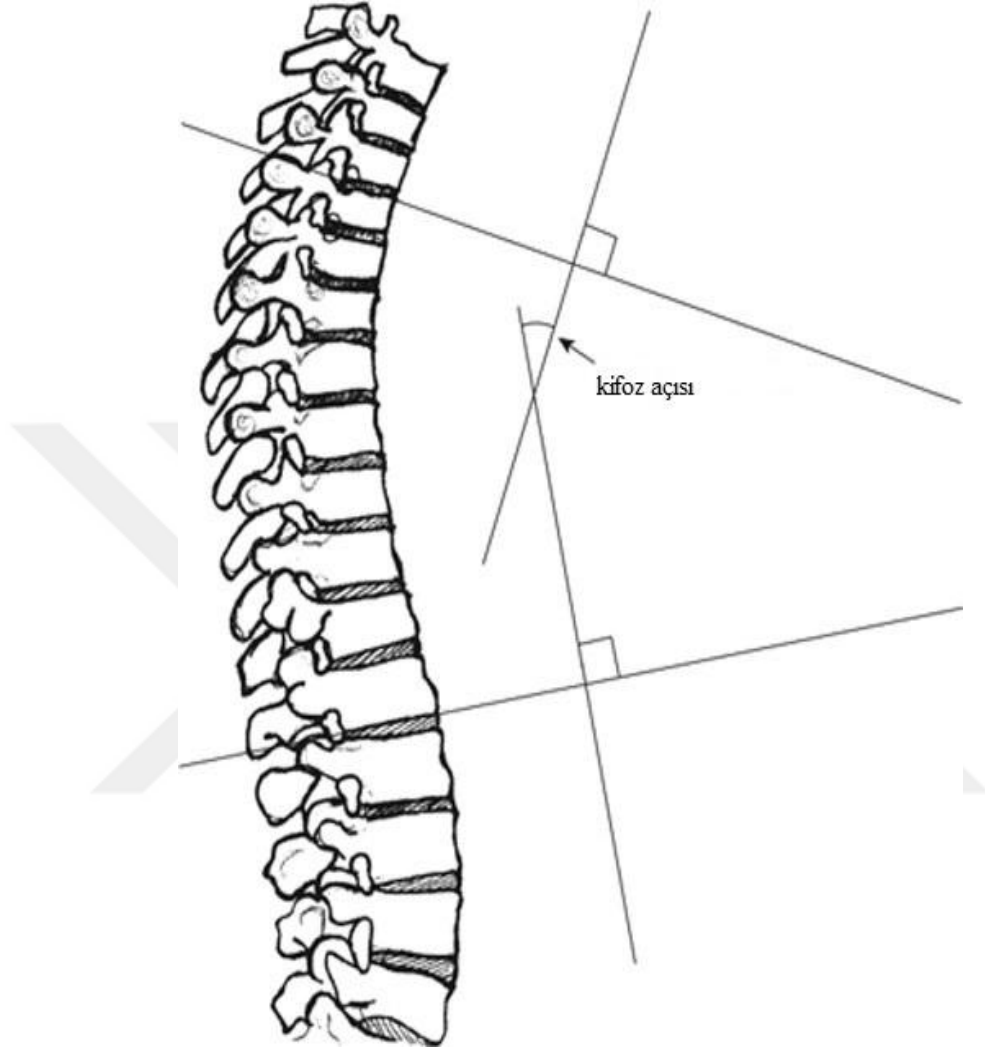


**Şekil 5. Eğriliğin Cobb's metoduyla ölçümü<sup>(1)</sup>**

Eğriliği büyük olan hastalarda Cobb metodunun, eğrilik derecesini daha az yansıttığı ve kifoz izlenimi verdiği saptanmış, rotasyon miktarı kadar hasta çevrilerek grafi çekilmesi önerilmiştir<sup>(20)</sup>.

### **Kifoz ve Lordoz Açısı Ölçümü**

Lateral grafide; üstte T4 ile altta T12 vertebralar arasında torakal kifoz ölçümü, L1 ile L5 vertebralar arasından ise lomber lordoz ölçümü, T11 ve L2 vertebralar arasında ise torakolomber kavşak değerlendirilmesi yapılır. Kifoz açıları pozitif (+), lordoz açıları negatif (-) olarak tanımlanır. Normal sınırlarda T4-12 arasındaki torakal kifoz 20-40° arasında, L1-5 arasındaki lomber lordoz -35 ile -55° arasında, T11-L2 arasındaki açı ise -5 ile +5° aralığındadır<sup>(1,20)</sup>.



**Şekil 6. Cobb's metoduyla kifoz açısı ölçümü<sup>(24)</sup>**

Lenke T5 - T12 arasındaki on dereceden küçük eğimleri hipokifoz, on ile kırk derece arasındaki eğimleri normokifoz, kırk derece üzerindeki eğimleri hiperkifoz olarak tanımlamıştır. Ayrıca proksimal torasik bölgede (T2-T5) ya da torakolomber bileşkede (T10-L2) yirmi derece ve üzeri eğimleri hiperkifoz olarak tanımlamış, bu eğimlerin yapısal olduğunu ve füzyona uğratılması gerektiğini bildirmiştir<sup>(3)</sup>.

### **Apikal Vertebra Rotasyonunun Ölçülmesi:**

Apikal vertebranın rotasyonunun ölçülmesinde en sık kullanılan yöntem Nash-Moe yöntemidir. Pedikül gölgesinin hareketine göre vertebral rotasyon evreledirilir<sup>(1,13)</sup>.

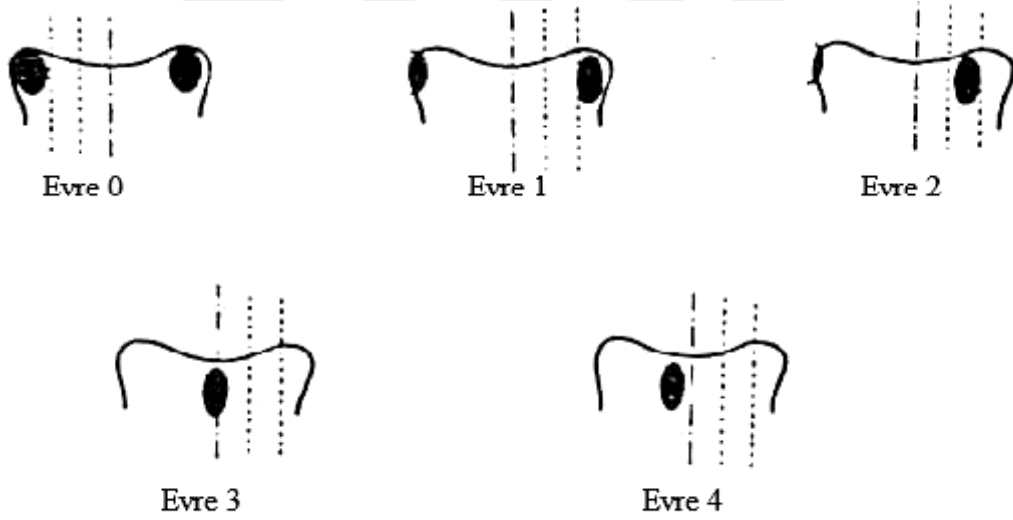
Evre 0: Her iki pedikül simetriktir.

Evre I: Konveks pedikül vertebra korpusunun kenarına kadar gitmiştir.

Evre II: Evre I ile III arasındadır.

Evre III: Konveks pedikül vertebra korpusunun merkezindedir.

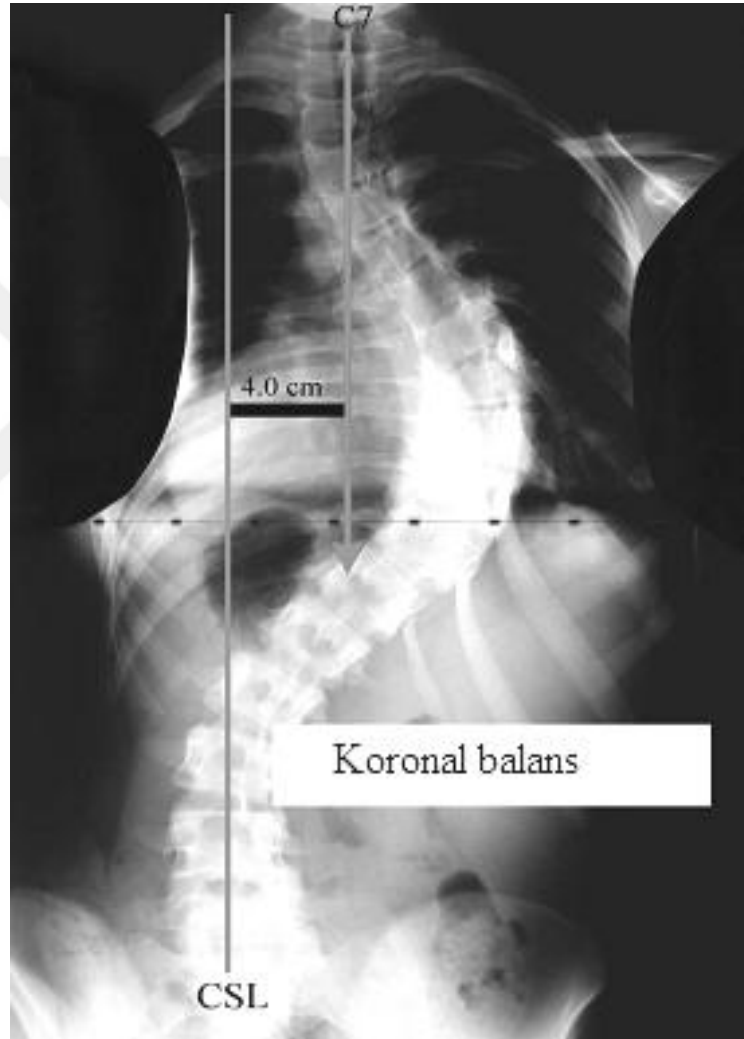
Evre IV: Konveks pedikül orta hattı geçmiştir.



**Şekil 7. Nash-Moe yöntemi ile rotasyon belirlenmesi<sup>(22)</sup>**

### **Koronal Balans Ölçümü:**

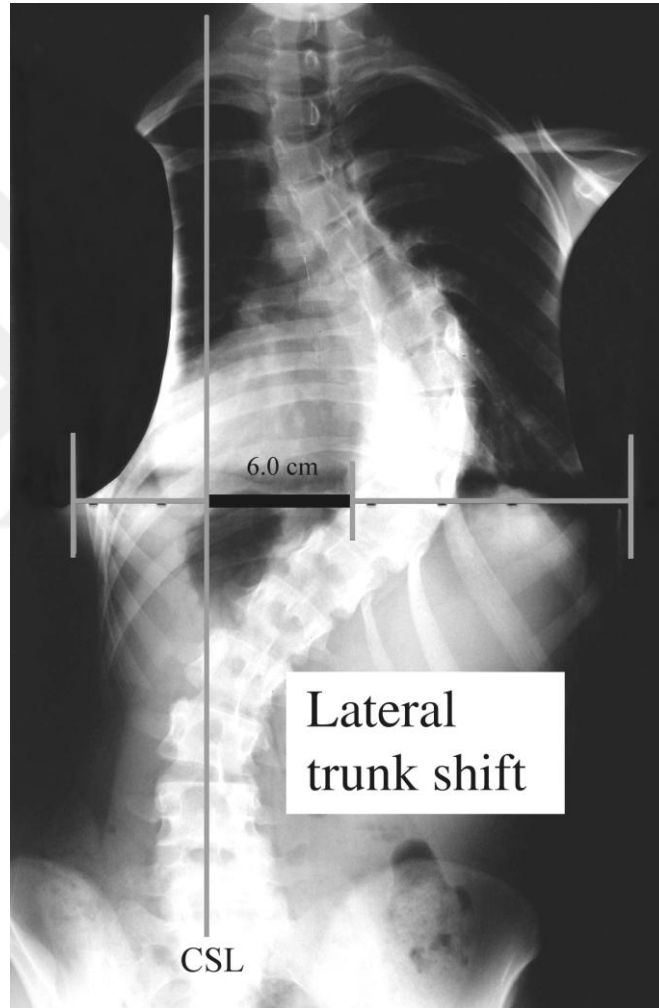
Koronal planda; pelvis ortasından çizilen santral sakral çizginin, C7 vertebra orta noktasından çizilen çizgiye olan uzaklığı ölçülerek değerlendirilir<sup>(25)</sup>.



**Resim 5. Koronal balans ölçümü<sup>(25)</sup>**

### **Lateral Trunk Shift Ölçümü:**

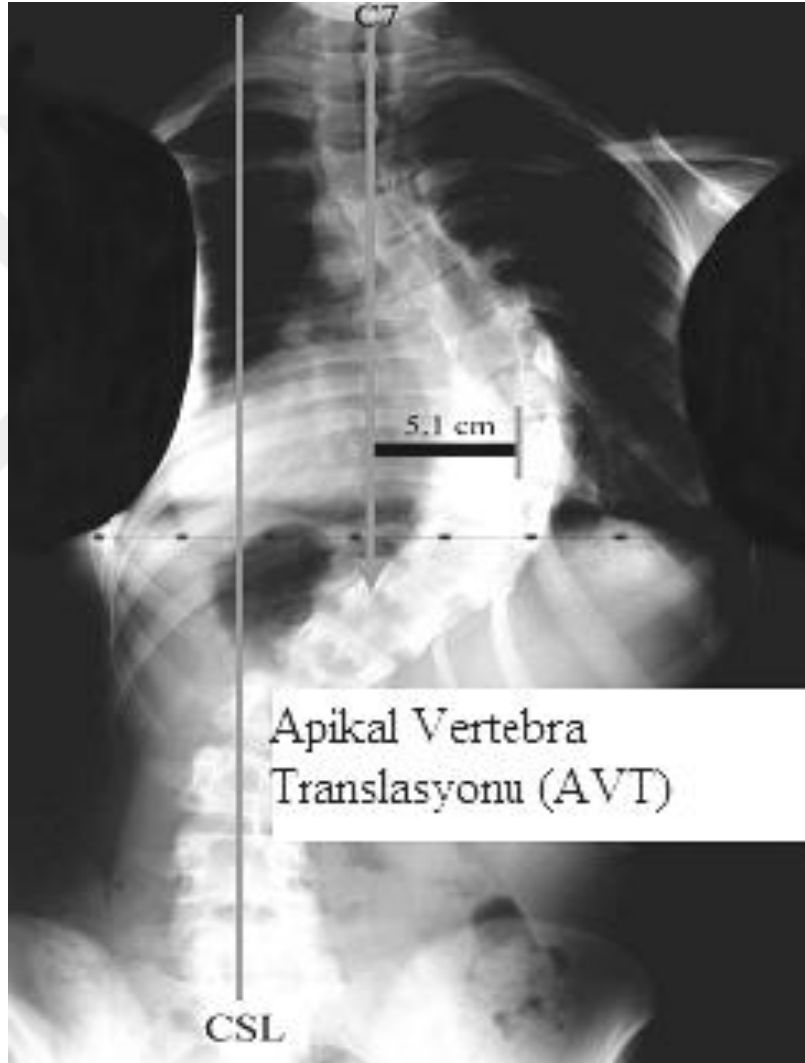
Apikal torasik vertebranın her iki kostal uç noktalarını birleştiren çizginin ortasının, santral sakral çizgiye olan uzaklığıdır<sup>(25)</sup>.



**Resim 6. Lateral trunk shift ölçümü<sup>(25)</sup>**

### Apikal Vertebral Translasyon:

Apikal torasik vertebranın orta noktasının, C7 ortasından geçen dik çizgiye olan uzaklığıdır<sup>(26)</sup>. SRS ise bölgesel apikal vertebra translasyonu terimini şu şekilde tanımlanmaktadır; eğriliğin üst ve alt end vertebralarının orta noktalarını birleştiren çizginin apikal vertebra orta noktasına olan uzaklığıdır<sup>(26)</sup>.

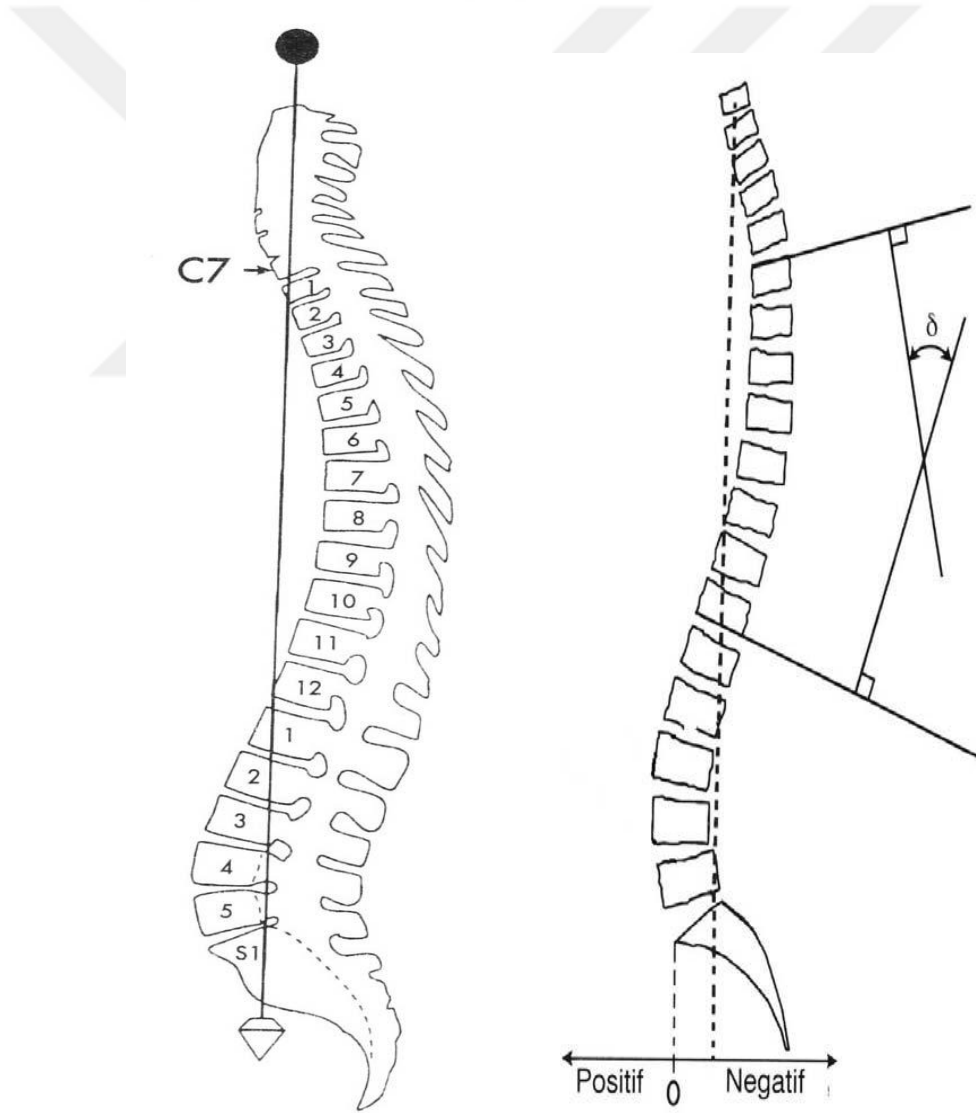


Resim 7. Apikal Vertebra Translasyon Ölçümü<sup>(25)</sup>



### Sagittal Vertikal Eksenin Belirlenmesi:

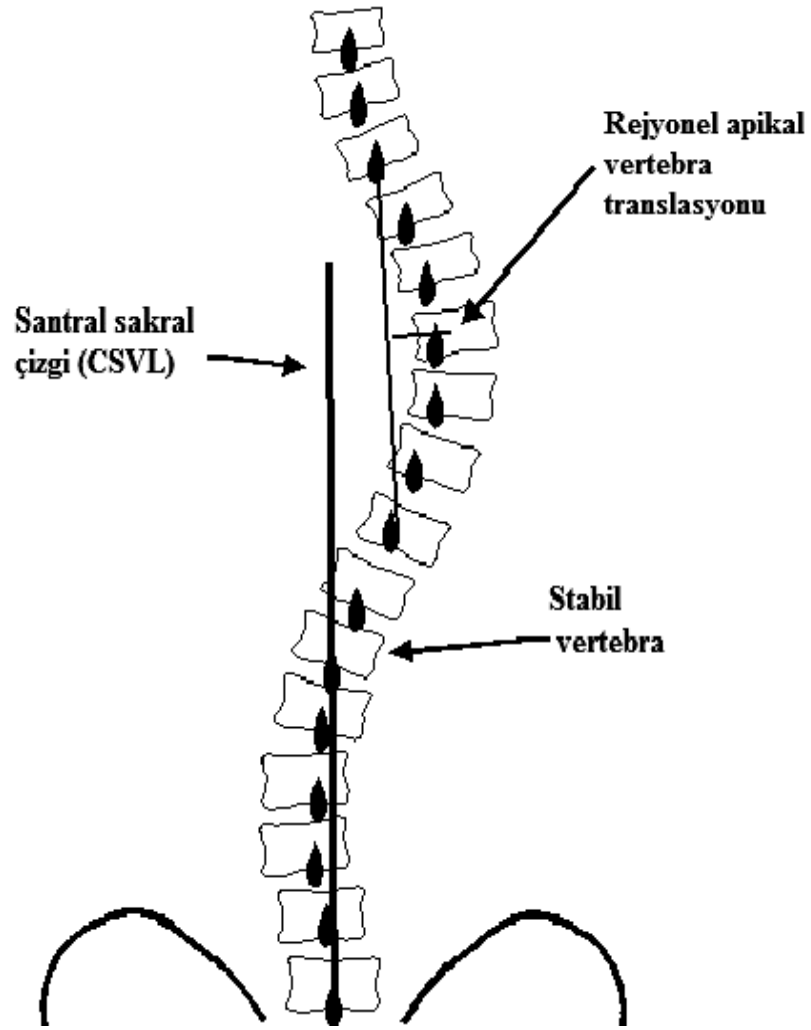
Dens axis'ten indirilen çizgi ile belirlenir. Normalde bu çizgi torakal omurların anteriorundan, lomber omurların posteriorundan geçerek S1 vertebranın posterior köşesinden teğet geçer. Fakat grafilerde dens axis tam olarak görülmediği için C7 vertebra korpusu kullanılır. C7'den indirilen dikey çizgi S1 vertebranın anterior köşesinin önünden geçiyorsa pozitif, arkasından geçiyorsa negatif sagittal dengeden bahsedilir<sup>(1,13)</sup>.



Şekil 8. Sagittal vertikal eksen değerlendirilmesi<sup>(13)</sup>

### Stabil vertebranın belirlenmesi:

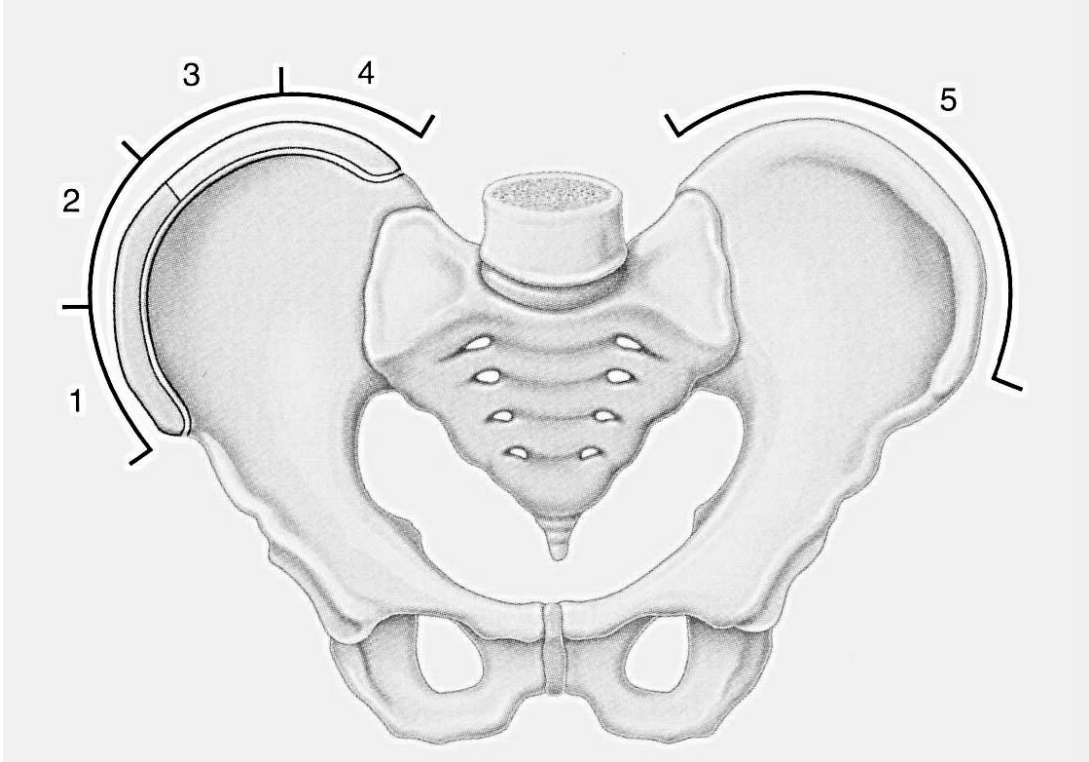
Santral sakral vertikal çizgi (SSVÇ); sakrum ortasından, iliak kristalar seviyesinden geçen çizgiye çizilen dik çizgidir. SSVÇ tarafından tam ortasından ikiye bölünen vertebra stabil vertebradır<sup>(26)</sup>.



Şekil 9. Stabil vertebra ve rejyonel apikal vertebra translasyonu değerlendirilmesi<sup>(26)</sup>

### Risser işaretine göre değerlendirme

İdiopatik skolyozda iliak kanat apofizinin gelişimi değerlendirilir hastanın maturitesi değerlendirilir. Risser tarafından iliak kanat apofizinin değerlendirilmesi 5 evreye ayrılır. Apofiz gelişimi hiç yoksa (0), ilerleme bir kristanın 1/4" ü kadar ve kristadan ayrıksa (1), 1/2'si kadar ve ayrıksa (2), 3/4" ü kadar ve ayrıksa (3), tamamını kaplıyor ve ayrıksa (4), apofiz kapanmışsa (5) olarak değerlendirilir. Risser değeri arttıkça hastanın maturitesinin arttığı; (0)'a yaklaştıkça eğriliğin progresyon potansiyelinin fazla olduğu kabul edilir<sup>(1,13)</sup>.



Şekil 10. Risser değerlendirmesi<sup>(1)</sup>

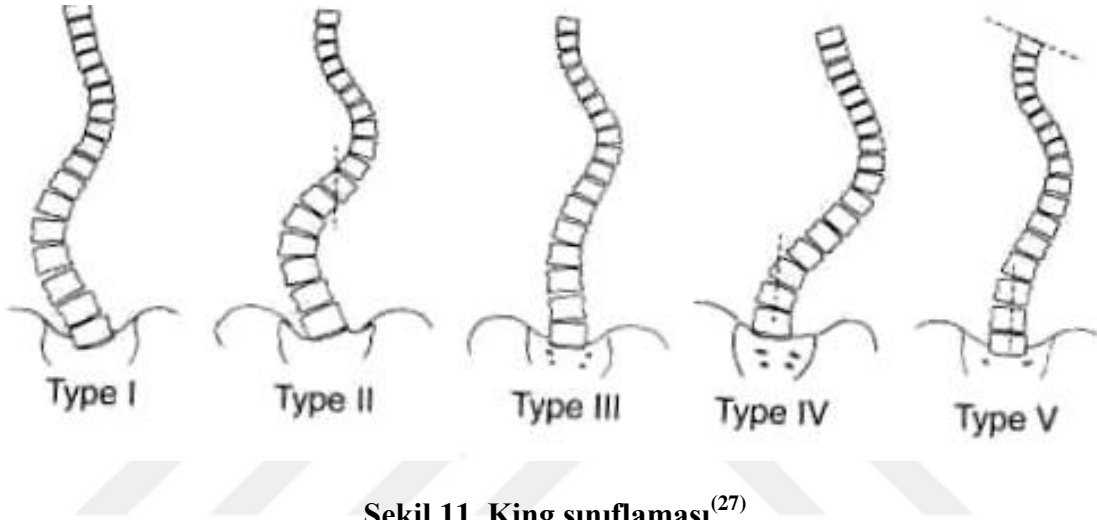
### Manyetik Rezonans Görüntüleme

Skolyoz hastalarında kanal içi deformitelerin saptanmasında üstün bir yöntemdir. Tüm skolyoz hastalarında MRI çekilmesi önerilmektedir<sup>(1,13)</sup>.

## 2.6. SKOLYOZ SINIFLAMASI

### 2.6.1. KING-MOE SINIFLAMASI

1983’de King ve arkadaşları özellikle torakal ve torakolomber eğriliklerde füzyon sahası belirlenmesi amaçlı olarak beş idiopatik eğrilik tipi tanımlamışlardır<sup>(27)</sup>.



**King tip I:** ‘S’ şeklinde çift eğrilik mevcuttur. Lomber eğrilik torakal eğrilikten büyüktür ve lomber eğrilik torakal eğriliğe göre daha az esnektir. Tip I eğrilikler tüm eğriliklerin %12.8’ini oluşturmaktadır. Tip I eğriliklerin cerrahi tedavisinde füzyon bölgesinin belirlenmesi hala tartışmalıdır. Genellikle bu eğriliklerin tedavisinde her iki eğriliğin de füzyona katılması gerekir.

**King tip II:** ‘S’ şeklinde çift eğrilik mevcuttur. Torakal eğrilik lomber eğrilikten büyük ya da eşittir. Torakal eğrilik lomber eğriliğe göre daha az esnektir. Tip II eğrilikler tüm eğriliklerin %32.5’ini oluşturmaktadır. Tip II eğrilikler bazı kriterleri içermesine bağlı olarak iki tipe ayrılmaktadır. Bu kriterler; lomber eğriliğin  $35^\circ$  den az olması, ters bending grafide lomber eğriliğin fleksibilitesinin %70 den fazla olması, lomber apikal vertebranın santral sakral çizgiye dokunuyor olması, lumbosakral fraksiyonel eğriliğin  $12^\circ$  den az olmasıdır. Bu kriterlerden 3 veya daha fazlasının varlığında tip IIA; 2 veya daha azının varlığında ise tip IIB olarak kabul edilir. IIA eğriliklerin standart teknikle enstrümanente edilmesi yeterli olmaktadır, IIB eğriliklerde ise denge bozukluğu gelişme riski fazla olduğundan enstrümantasyon distalinde

kompresyon yapılmalı ve enstrümantasyon horizontal vertebraya yada diske kadar uzatılmalıdır.

**King tip III:** Tek majör torasik eğrilik vardır ve eğriliğin alt seviyesi lomber bölgeyi geçmez. Lomber eğrilik hiçbir zaman orta hattı geçmez ve ters bending grafilerde oldukça fleksibildir. Tip III eğrilikler tüm eğriliklerin %32.8'ini oluşturmaktadır. Bu eğriliklerde sadece torasik eğriliğin füzyona dahil edilmesi yeterlidir.

**King tip IV:** Tek majör uzun torasik eğrilik vardır. L5 vertebra sakrum üzerinde santralizedir. Ancak L4, eğriliğin konveks tarafına doğru eğimlidir. Tip IV eğrilikler tüm eğriliklerin %9.1'ini oluşturmaktadır. Enstrümantasyon distalde stabil vertebraya kadar uzatılmalıdır ki bu çoğunlukla L4 vertebra olmaktadır.

**King tip V:** Torakal bölgede çift yapısal eğrilik mevcuttur. Tip V eğriliklerde üst torasik eğriliğin tanınması çok önemlidir. T1 üst torakal eğriliğin konveks tarafına doğru eğimlidir. Tip V eğrilikler tüm eğriliklerin yaklaşık %11.6'sını oluşturur. Enstrümantasyon yapılırken üst torasik eğriliğin dahil edilmesi, boyun ve omuz dengesi açısından önem kazanır; bu nedenle enstrümantasyon T1 veya T2 vertebradan başlamalıdır.

King sınıflaması skolyoz tiplerinin belirlenmesinde en çok kullanılan yöntem olmasına rağmen bazı eksik yönleri tesbit edilmiştir ve yeni sınıflama yöntemleri geliştirilmeye çalışılmıştır<sup>(10,11,28,29)</sup>.

1-İzole torakolomber, izole lomber, çift ve üçlü majör eğrilikler gibi bazı eğrilikleri kapsamamaktadır.

2-Sadece koronal planı değerlendirmek için kullanılan bir sistemdir.

3-King sınıflaması ortaya çıktığında Harrington enstrümantasyon sistemi kullanılıyordu. King sınıflaması 3. nesil enstrümantasyon sistemleri için yeterli bir sınıflandırma sistemi değildir.

4-King tip II ve King tip III eğriliklerini ayırt edilmesinde objektif kriterlere sahip değildir.

5-SRS tarafından yapılan bir araştırmada gözlemciler arasında ve aynı gözlemci tarafından değerlendirmede hata oranı yüksek bulunmuştur.

### **2.6.2. LENKE SINIFLAMASI**

2001 yılında tüm skolyoz tiplerini karşılaştırabilmek, adolesan idiopatik skolyozun cerrahi tedavisini standardize etmek, sagittal dizilimi daha iyi değerlendirmek, eğrilik tiplendirmesini objektif kriterlerle yapabilmek amacıyla Lenke ve arkadaşları yeni bir skolyoz sınıflandırması yayınladı<sup>(3)</sup>.

Bu sınıflama sisteminin avantajları<sup>(30)</sup>;

- Adolesan idiopatik skolyoz için mevcut olan tüm eğrilik tiplerini içermesi
- Koronal plan yanında sagittal planın değerlendirilmesi
- Lenke sınıflaması tedaviye yönelik bir sınıflandırma olması
- Eğrilik tiplerinin ayrılması için objektif kriterlere sahip olması

Sınıflama ayakta çekilen grafilerde koronal ve sagittal planın ve yatarak çekilen eğilme grafilерinin değerlendirilmesi ile başlar. Ayakta AP grafilерde, spinal kolonun, eğrilik meydana gelebilecek üç bölgesi belirlenir. Bunlar; proksimal torasik (PT), ana torasik (AT) ve torakolomber/lomber (TL/L) bölgelerdir. Torasik eğrilik T2-T11/12 disk seviyesi arasında, torakolomber eğrilik T12-L1, lomber eğrilik L1/2 diski ile L4 arasındadır. Cobb ölçümü ile en büyük olan eğrilik, majör eğrilik olarak belirlenir ve cerrahi tedavide her zaman füzyona dahil edilmelidir. Geri kalan iki bölgedeki eğrilikler minör eğriliklerdir. Adolesan idiopatik skolyoz cerrahisinde verilecek kararların en önemlilerinden biri, bu minör eğriliklerin, füzyona dahil edilip edilmeyeceğidir. Bu karara yardımcı olmak amacıyla, Lenke sınıflamasında, minör eğriliklerin yapısal olma kriterleri belirlenmiştir. Supin yana eğilme grafileri ile, minör eğriliklerin her biri için, yapılan fleksibilite değerlendirilmesinde, kalan eğrilik 25 derece veya daha fazla ise, bu minör eğrilik yapısal olarak kabul edilir. Ek olarak, sagittal planda, proksimal torasik bölgede (T2-T5) veya torakolomber bileşkede (T10-L2) 20 derece veya daha fazla hiperkifoz mevcutsa bu bölgelerdeki minör eğrilikler de yapısaldır. Böylece her üç

bölgedeki (PT, AT, TL/L) majör, minör yapısal ve minör yapısal olmayan eğriliklerin belirlenmesi ile altı farklı eğrilik tipi tanımlanır:

**Tablo 1. Lenke sınıflaması**

<b>Tip</b>	<b>Proksimal Torasik</b>	<b>Ana Torasik</b>	<b>Torakolomber/lomber</b>	<b>Eğrilik</b>
<b>1</b>	Yapısal olmayan	Majör yapısal	Yapısal olmayan	Ana Torasik
<b>2</b>	Yapısal	Majör yapısal	Yapısal olmayan	Çift torasik
<b>3</b>	Yapısal olmayan	Majör yapısal	Yapısal	Çift majör
<b>4</b>	Yapısal	Majör yapısal	Yapısal	Üçlü majör
<b>5</b>	Yapısal olmayan	Yapısal olmayan	Majör yapısal	Torakolomber veya lomber
<b>6</b>	Yapısal olmayan	Yapısal	Majör yapısal	Torakolomber, lomber veya ana torasik

***Tip I-ana torasik***

Ana torasik eğrilik major eğriliktir; proksimal torasik ve torakolomber/lomber eğrilik minor yapısal olmayan eğriliktir.

***Tip II- double torasik***

Ana torasik eğrilik majordür; proksimal torasik eğrilik minor ve yapısaldır. Torakolomber/lomber eğrilik minor ve yapısal değildir.

***Tip III- double major***

Ana torasik ve torakolomber/lomber eğrilikler yapısal; proksimal torasik eğrilik yapısal değildir. Ana torasik eğrilik major eğriliktir ve torakolomber/lomber eğrilığe eşittir veya büyüktür ya da aradaki fark 5°'den fazla olmamak kaydıyla küçük olabilir.

#### ***Tip IV-triple major***

Proksimal torasik, ana torasik ve torakolomber/lomber eğriliklerin hepsi de yapısaldır; iki eğrilik birden major eğrilik olabilir.

#### ***Tip V-torakolomber/lomber***

Torakolomber/lomber eğrilik major eğriliktir ve yapısaldır. Proksimal torasik ve ana torasik eğrilikler yapısal değildir.

#### ***Tip VI-torakolomber/lomber-ana torasik***

Torakolomber/lomber eğrilik major ve yapısaldır ve ana torasik eğrilikten en az 5° daha büyüktür. Proksimal torasik eğrilik yapısal değildir.

Eğrilik tipleri tespit edildikten sonra, iki adet değişken eklenir. Bunlar; lomber değişken ve sagittal torasik değişkenlerdir.

#### ***Lomber modifikasyon (A, B veya C)***

Lomber deformitenin derecesi omurganın dengesini ve proksimal eğrilikleri etkileyeceği için tespit etmek gereklidir. AP grafiye göre santral sakral vertikal çizgi (SSVÇ) ile lomber eğriliğinin temasına göre üç tip lomber deformite tanımlanmıştır. Santral sakral vertikal çizginin lomber veya torasik bölgede tam ortasından kestiği vertebra stabil vertebra olarak adlandırılır. Eğer santral sakral çizgi disk mesafesinden geçiyor ise kaudal vertebra stabil vertebra olarak adlandırılır.

**Lomber Değişken A:** Santral sakral çizgi, stabil vertebraya kadar pediküllerin arasındadır. Eğer santral sakral çizginin lomber apikal pedikülün medial kenarına temas ettiği şüphesi var ise değişken B seçilmelidir.

**Lomber Değişken B:** Santral sakral çizgi, lomber vertebranın pedikülüne teğet olarak geçer.

**Lomber Değişken C:** Santral sakral çizgi lomber apikal vertebraya dokunmadan medialinden geçer.



### Sagittal torasik deęişkenler (-, N, +)

Sagittal torasik değişkenler, ayakta çekilen lateral grafide T5 vertebranın üst end plate ile T12 vertebranın alt end plate arasındaki kifoş açısı ölçülerek saptanır. Ortalama torasik kifoş açısı T5 vertebra ile T12 arasında +30° dir. Ölçüm +10° den az ise hipokifoş vardır ve (-) negatif ile; +10° ile +40° arasında ise normal kifoş vardır ve N ile; +40° den fazla ise hiperkifoş vardır ve (+) artı işareti ile gösterilir.

**Tablo 2. Lenke sınıflaması ve bileşenleri<sup>(13)</sup>**

Eğriliğin tipi				
Tip	Proksimal torasik	Ana torasik	Toakolomber/lomber	Eğriliğin tipi
1	Yapısal Olmayan	Yapısal (majör)	Yapısal Olmayan	Anatorasik (AT)
2	Yapısal	Yapısal (majör)	Yapısal Olmayan	Çift torasik (ÇT)
3	Yapısal Olmayan	Yapısal (majör)	Yapısal	Çift majör (ÇM)
4	Yapısal	Yapısal (majör)	Yapısal	Uçlu majör (ÜM)
5	Yapısal Olmayan	Yapısal Olmayan	Yapısal (majör)	Torakolomber / Lomber (TL/L)
6	Yapısal Olmayan	Yapısal	Yapısal (majör)	Torakolomber / Lomber- yapısal AT (lomber eęrilię > torasik (10 dereceden fazla)

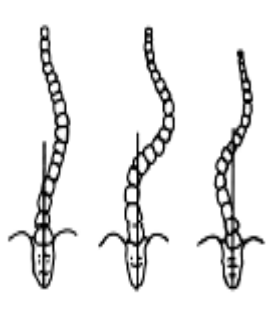
#### Yapısal Eęrilię Kriterleri

Proksimal Torasik: Yana-bending Cobb  $\geq 25^\circ$   
T2-T5 kifoş  $\geq +20^\circ$   
Ana torasik: Yana bending Cobb  $\geq 25^\circ$   
Torakolomber/lomber: Yana-bending Cobb  $\geq 25^\circ$   
T10- L2 kifoş  $\geq +20^\circ$

#### Apeksin Yeri (SRS tanımı)

Eęrilię	Apeks
Torasik	T2 - T11 - 12
Torakolomber	T12 - L1
Lomber	L1 - 2 disk - L4

#### Belirteęler

Lomber Omurga Belirteci	CCSVL'den Lomber Apekse		Torasik Sagittal Profil T5 -T12
<b>A</b>	CSLV pediküller arasında	A	- (Hipo) 10°
<b>B</b>	CSV apikal gövdeye dokunur	B	N (Normal) 10°-40°
<b>C</b>	CSVL tamamıyla medialde	C	+ (Hiper) 40°

## **2.7. SKOLYOZ TEDAVİSİ**

### **2.7.1. SKOLYOZDA KONSERVATİF TEDAVİ**

İdiopatik skolyozda tedavide temel amaç eğriliğin ilerlemesinin durdurulması, eğriliğin düzeltilmesi ve sağlanan düzelmelerin korunmasıdır<sup>(1)</sup>.

#### **İzlem:**

Genel olarak, 25 derecenin altındaki eğriliklerde matüriteye bakılmaksızın tedaviye gerek yoktur. Bu hastalarda radyolojik takip önerilmektedir. Takip aralıkları matüriteye göre belirlenmelidir. İskelet matüritesini tamamlamış hastalarda altı aylık kontroller yeterli olurken, matüritesini tamamlamamış hastalar üç aylık kontrollere çağrılmalıdır<sup>(1)</sup>.

#### **Korse tedavisi:**

Skolyoz hastalarında cerrahi tedaviye kadar eğriliğin kontrolünü sağlamak için korse tedavisi çok uzun yıllardır kullanılmaktadır<sup>(31)</sup>.

3 çeşit korse kullanılmaktadır;

-Servikotorakolumbosakral (STLSO) korse

-Torakolumbosakral (TLSO) korse

-Charleston korsesi

Korse tedavisinin kontrendike olduğu durumlar<sup>(1,31)</sup> :

1-Matür adölesanlar

2-Aşırı torakal hipokifoz

3-Hastanın korseyi tolere edememesi

4- 45° üzerinde eğriliği olan adölesanlar

#### **Egzersiz:**

Egzersiz tedavisi korse tedavisine yardımcı bir tedavi olarak kullanılabilir. Skolyozda eğriliğin konveks tarafındaki kaslarda gerginlik ve yorgunluk, konkav

taraftaki kaslarda güçsüzlük ve kısalma mevcuttur. Egzersizler spinal fleksibilite ve kas tonusunu düzelterek kas ve ligament yorgunluğunu engeller, kas gücünü ve fonksiyonunu artırır. Skolyozda kullanılan egzersizler; spinal kontrolü sağlamak için postür egzersizleri, spinal fleksibilitayı artırıcı egzersizler, yana ağırlık aktarım egzersizleri ve solunum egzersizleridir<sup>(1,31)</sup>.

### **2.7.2. SKOLYOZDA CERRAHİ TEDAVİ**

Skolyozun cerrahi olarak tedavisinde amaç; eğriliğin derecesini azaltmak ve ilerlemeyi durdurmak için yeterli füzyonu güvenli bir şekilde sağlayarak hastanın, başının, omuzlarının ve gövdesinin pelvis üzerinde santralize olduğu, daha fazla hareketli vertebral segmentin olduğu, dengeli bir omurga elde etmektir<sup>(1,13)</sup>.

Cerrahi tedavi endikasyonuna karar verirken, eğriliğin büyüklüğü, matürite, eğrilik paterni, denge, sagittal plan ve kozmetik görünüş dikkate alınmalıdır. Cerrahi endikasyonları şu şekilde özetleyebiliriz<sup>(1,13,22)</sup>:

- 1- 50° ve üzerindeki eğrilikler
- 2- Matüritesini tamamlamış 40-50° arasındaki eğriliklerde, 6 aylık takip süresinde, 5 derece ve üzerinde ilerleme görülürse
- 3- İskelet matüritesine erişmemiş, korse kullanmasına rağmen 40° nin üzerinde progresyon gösteren eğrilikler
- 4- Torasik hipokifoza veya lordoza olan hastalarda 40° nin altında bile olsa cerrahi tedavi endikasyonu vardır
- 5- Çift idiopatik torakal eğrilikler birbirini dengeler ve majör kozmetik deformiteye yol açmaz. Büyüme tamamlandığında 60 dereceden fazla olmadıkları sürece belirgin ilerleme göstermezler. Çift eğriliklerde cerrahiye karar vermeden önce belirgin progresyon bulgularının gösterilmesi gerekir

#### **Cerrahi Girişimler:**

İdiopatik skolyozda uygulanan cerrahi girişimler başlıca iki gruba ayrılır:

- 1- Posterior ensrümantasyon ile yapılan cerrahi girişimler
- 2- Anterior ensrümantasyon ile yapılan cerrahi girişimler

### **1) Posterior Ensrümantasyon Teknikleri:**

İlk posterior ensrümantasyon Harrington tarafından 1950 yıllarında uygulanmış ve skolyoz cerrahisinde yeni bir dönem başlamıştır<sup>(22)</sup>.

#### **Harrington Rod Sistemi:**

1950 yılında Harrington ilk etkili ensrümantasyon sistemini geliştirmiştir. İlk yıllarda skolyotik omurgayı düzeltmek için, eğriliğin konkav tarafına çengel ve rod uygulanarak internal distraksiyon yapılmıştır. İlerleyen yıllarda konveks tarafa kompresyon manevrası ilave edilmiştir. Bu yöntem ile korse yardımıyla omurgaya, ciltten aktarılandan çok daha büyük kuvvet uygulanmasını ve bu kuvvetin füzyon oluşana kadar sürdürülmesini sağlamıştır<sup>(32)</sup>. Harrington sisteminin uzun dönemli takiplerinde, eğriliklerde sağlanan düzelmelerin yarıya yakınının kaybolduğu görülmüştür. Bunun yanında, sadece koronal planda düzelme sağlanması, ameliyat sonrası korsesiz mobilizasyona imkan vermemesi yöntemin dezavantajları olarak görülmüştür<sup>(33)</sup>.

#### **Sublaminar Ensrümantasyon:**

Segmental enstrümantasyonun protipi olan sublaminar enstrümantasyon 1972 yılında Luque tarafından geliştirilmiştir. Her seviyede laminalar altından geçirilen tellerle omurgaya tespit edilen rotlardan oluşmaktadır. Sagittal ve koronal planda efektif düzeltme sağlamakta aynı zamanda ameliyat sonrası korse kullanımı gereksinimi kaldırmıştır. Dezavantajları ise tellerin düzgün yüzeyli rotlar üzerinde kaymasından dolayı distraksiyon veya kompresyon uygulanamaması, teknik olarak uygulama zorluğu ve nörolojik defisit riskinin fazla olmasıdır<sup>(32)</sup>.

#### **Derotasyonel Sistemler:**

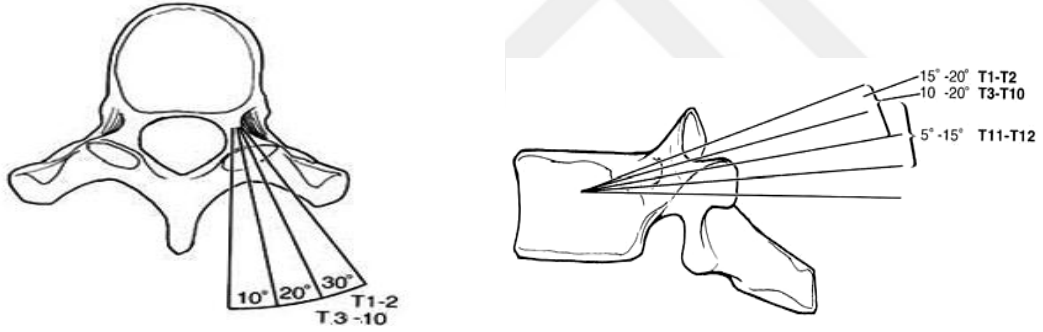
Skolyozda derotasyon kavramı Cotrel Dubousset(C-D) tarafından geliştirilmiştir<sup>(34)</sup>. Sistemde istenen sagittal eğim kadar bükülen rod eğriliğin konveks yüzüne yerleştirilir. Derotasyon işlemiyle, azalmış sagittal eğimle beraber koronal plandaki deformite düzeltilir. Sistemde bulunan transvers traksiyon cihazı rijit bir dikdörtgen saha oluşturur. Çoklu çengellerle oluşturulan derotasyonel sistemler ile rijit

bir fiksasyon sağlamışlardır. Oluşturulan rijit fiksasyonla korreksiyon kaybı azaltılmış, postoperatif dönemde eksternal tespit cihazlarına gerek kalmamıştır<sup>(35)</sup>

### **Omurga Cerrahisinde Pedikül vidası kullanımı:**

Adölesan idiopatik skolyoz cerrahisindeki enstrümantasyon teknikleri konusunda en büyük gelişme pedikül vidalarının kullanılmaya başlamasıdır. Pedikül vidası ilk olarak vertebra kırıklarında kullanılmaya başlamış, AIS'de ilk olarak C-D sistemine lomber bölgede çengel yerine pedikül vidası kullanılmasıyla başlanmıştır. Daha sonra Suk tarafından torasik bölgede pedikül vidası kullanılmaya başlanmıştır<sup>(36)</sup>.

Pedikül vidası, omurun en sağlam bölgesi olan pedikülden omur cismine ilerletilir ve böylece üç kolonda stabilite sağlanmış olur<sup>(34)</sup>. Yapılan biyomekanik çalışmalar göstermiştir ki vidayla sağlanan fiksasyon kuvveti diğer yöntemlerden daha üstündür<sup>(37)</sup>.



**Şekil 12. Torakal vertebra pedikül girişleri<sup>(38)</sup>**

### **2) Anterior Enstrümantasyon Teknikleri:**

Anterior girişim; transabdominal, transtorasik, retroperitoneal olarak yapılmakta, omurga cismine direkt olarak ulaşılarak uygulanan enstrümantasyon sistemi ile düzeltici kuvvet elde edilmektedir. Anterior enstrümantasyonda füzyon alanı posterior enstrümantasyona göre daha kısa tutulmakta, hareketli segment sayısı artırılmaktadır. Rod kırılması, torasik hiperkifoza, psödoartroz ve solunum fonksiyonlarında bozulması anterior girişimlerde posterior girişime göre daha fazla görülmektedir<sup>(39-41)</sup>.

## 2.8. SKOLYOZ CERRAHİSİ SONRASI KOMPLİKASYONLAR

Skolyoz cerrahisi sonrası görülen komplikasyonlar 3 başlık altında sınıflandırılabilir<sup>(42)</sup>:

### 1) Genel Tıbbi Komplikasyonlar:

Skolyoz cerrahisi sonrasında sıklıkla gastrointestinal sistem problemleri, özellikle ileus oluşabilmektedir. Yara yeri enfeksiyonu, pulmoner ve genitoüriner sistem problemleri, venöz tromboemboli de görülebilmektedir<sup>(42)</sup>.

**2) Tekniğe Bağlı Komplikasyonlar:** Posterior teknikte nörolojik defisit riski ön planda iken anterior teknikte ise büyük damar ve organ yaralanmaları ön plandadır<sup>(41)</sup>.

**-Nörolojik Hasar:** AIS'un cerrahi tedavisinde iyatrojenik paralizisi insidansı skolyoz araştırma derneğince %0,26 bildirilmiştir. İyatrojenik paralizinin en sık sebebi fark edilmemiş spinal kord sıkışması, transpediküler vidaların kanala girmesi, çengel veya rodların spinal kanala deplesmanı, aşırı düzeltmeye bağlı olarak spinal kordun dolaşımının bozulmasıdır. Omurga cerrahisinin en korkulan komplikasyonudur. Nörolojik hasar total paraliziden parsiyel nörolojik defisite kadar değişir. Kord iskemisi sonrası paralizilerin %80'i cerrahi sonrası 12. saatten sonra meydana gelmektedir<sup>(1,42)</sup>.

**-İç Organ Yaralanması:** Anterior girişimde daha sık rastlanan bir komplikasyondur. Posterior girişimde pedikül vidası omur cismini penetre ederek büyük damar ve iç organ yaralanmasına neden olabilir<sup>(13,42)</sup>.

### 3) Geç Dönem Komplikasyonlar:

**-Psödoartroz:** Psödoartroz, füzyon gerektiren birçok omurga cerrahisi sonrası görülebilir. Son yıllarda kullanılan daha rijid ve güçlü implantların yaygınlaşması ile psödoartroz oranları azalmaktadır. Torakolomber bileşkede ve distal füzyon segmentinde daha çok görülür<sup>(13,42)</sup>.

**-İmplant Yetmezliği:** Özellikle psödoartroz sonucu implant kırıklarına sık rastlanır. Rotların kırılması, çengellerin yerinden çıkması, transpediküler vidaların

kırılması, transvers bağlayıcıların yerinden çıkması gibi komplikasyonlar görülebilmektedir<sup>(13,42)</sup>.

**-Denge bozulması:** Spinal kolon açısından bakıldığında denge, başın sagittal ve koronal planda sakrum ve pelvis üzerinde yer almasıdır. Gövde açısından bakıldığında ise denge omuzların aynı horizontal düzlemde yer alması ve vertikal aksın gövdeyi ortalamasıdır. Dengede bozulma özellikle King Tip II eğriliklerin cerrahi tedavisinde sık karşılaşılabilen bir durumdur<sup>(1,13)</sup>.

**-Crankshaft Fenomeni:** 12 yaşından küçük çocuklarda posterior enstrümantasyon ve füzyon sonrası anterior büyümenin artması ve eğriliğin progresyon göstermesiyle karakterizedir. Posteriodan önce anterior füzyonla önlenir<sup>(1,13)</sup>.

**-Flat-Back Fenomeni:** Alt lomber vertebraya kadar uzanan enstrümantasyonlardan sonra görülen lomber lordozun düzleşmesi, füzyon üzerinde kifoz gelişmesi ve gövdenin öne doğru eğilmesiyle karakterizedir. İlerleyen dönemde lomber lordozun düzleşmesi disk dejenerasyonuna ve ağrıya neden olmaktadır<sup>(1,43,44)</sup>.

**-Enfeksiyon:** Cerrahiden sonra geç dönem enfeksiyonlar genellikle fistül şeklinde ortaya çıkar. Fistülografi çekilerek fistül eksize edilmeli ve füzyon gelişmişse implantlar çıkarılmalıdır<sup>(1,13)</sup>

## 2.9. SKOLYOZDA FÜZYON SAHASININ SEÇİLMESİ VE SELEKTİF FÜZYON

Adölesan idiyopatik skolyozun tedavisinde, daha fazla hareketli vertebra segmenti bırakarak füzyon sahasının seçimi, cerrahinin başarısını etkileyen en önemli faktörlerin başında gelir. Yeni enstrümantasyon sistemlerinin gelişmesiyle birlikte konunun önemi giderek artmaktadır.

Harrington füzyon sahası seçiminde stabil alan kavramını tanımlamıştır. Stabil alan, lumbosakral eklemlerden, bunlara dik olarak çizilen iki çizgi arasında kalan alandır. Buna göre eğriliğin alt sınırı stabil alan içerisindeyse, eğriliğin bir üst ve iki alt seviyesi füzyona dahil edilmelidir<sup>(45,46)</sup>.

Moe, füzyon sahasının seçiminde eğriliklerin tipini, esnekliğini ve vertebra rotasyonlarını incelemiş, füzyonun üst nötral vertebradan alt nötral vertebraya kadar yapılması gerektiğini ve yapısal olmayan segmentlerin füzyon sahasına katılmaması gerektiğini öne sürmüştür<sup>(47)</sup>.

King ve arkadaşları, füzyon seviyelerinin belirlenmesi için stabil vertebra kavramını üzerinde durmuşlardır. Stabil vertebra; torakal eğrilikte, santral sakral çizginin kestiği inferior vertebradır. Enstrümantasyon sisteminin alt seviyesinin stabil vertebrada sonlanmasını önermişlerdir<sup>(27)</sup>.

King tip I eğrilik lomber ve torakal yapısal eğrilikleri kapsar. King tip II eğriliklerde enstrümantasyon stabil vertebrada sonlandırılmalı ve füzyona hem torakal hem de lomber eğrilikler dahil edilmelidir<sup>(8,10)</sup>.

King tip II eğriliklerde King ve arkadaşları tarafından selektif torakal füzyon uygulanmış ve başarılı sonuçlar elde edilmiş fakat ilerleyen dönemlerde eğriliklerde denge problemi oluşmaya başlamış, problemi çözmek amaçlı yeni sınıflandırma modifikasyonları arayışına gidilmiştir. İbrahim ve Benson, çift majör eğrilikler üzerinde yaptıkları çalışmalar sonucunda Tip II eğrilikleri A ve B olmak üzere iki alt gruba ayırmış ve kriterler ortaya koymuşlardır<sup>(1,13,48)</sup>;



- 1) Lomber eğrilik  $35^{\circ}$ 'nin altında olması
- 2) Eğilme grafilinde %70'in üzerinde düzelme olması
- 3) Lomber apeksin santral sakral çizgiye değmesi
- 4) Lumbosakral fraksiyonel eğrilik  $12^{\circ}$ 'nin altında olması

King tip II eğrilikler bu kriterlerden 3 veya daha fazlasını içeriyorsa tip IIA, iki veya daha az kriter içeriyorsa tip IIB eğrilik olarak adlandırılır. Bu kriterlerden en önemlisi lomber apeksin santral sakral çizgiye değmesidir. Tip IIA eğriliklerde selektif füzyon uygulanırken, IIB eğriliklerde lomber eğriliğinde füzyona dahil edilmesi önerilmiştir<sup>(48)</sup>.

Lenke tip I ve tip II eğriliklerde selektif torakal füzyon uygulanması koronal dengesizlik oluşması riski nedeniyle halen tartışmalı bir konudur. Spontan lomber eğriliğin düzelme derecesinin ameliyat öncesi dönemde tahmin edilmesi ameliyat sonrası dönemde koronal dengesizliğin önlenmesinde oldukça önemlidir. Dobbs ve arkadaşları lomber eğrilikte ameliyat sonrası düzelmenin, ameliyat öncesi dönemde çekilen traksiyon grafipleriyle sınırlı kalacağını ileri sürmüşlerdir<sup>(49)</sup>.

Lenke ve arkadaşları selektif füzyonda koronal dengesizliğin önlenmesi için radyolojik ve klinik kriterler tanımlamışlardır<sup>(11)</sup>.

Radyolojik kriterler;

- 1) Ana torasik eğrilikteki Cobb açısının lomber eğrilikteki Cobb açısına oranı 1.2 ve daha büyük olmalıdır.
- 2) Ana torasik eğrilikteki apikal vertebra translayonu ile lomber eğriliğin apikal vertebra translasyonu arasındaki oran 1.2'den büyük olmalıdır.
- 3) Her iki eğriliğin apikal vertebralarının rotasyon oranları 1.2'den büyük olmalıdır.
- 4) Torakolomber eğriliğin fleksibilitesi ana torasik eğriliğin fleksibilitesinden büyük olmalıdır. Bending grafilinde torakolomber eğrilik  $25^{\circ}$ 'nin altında olmalıdır.

5) T10-L2 vertebralar arasındaki kifoz açısı 10°'nin altında olmalıdır.

Klinik kriterler;

- 1) Sağ omuz sol omuza göre yüksekte veya her iki omuz seviyesi eşit olmalıdır.
- 2) Torasik gövde kayması, lomber gövde kaymasından büyük olmalıdır.
- 3) Skolyometre ile yapılan ölçümlerde; torasik bölge rotasyonun lomber bölge rotasyonuna oranı en az 1.2 olmalıdır.

King Tip III eğrilikler yapısal lomber eğrilik içermemektedir ve bu yüzden kısa torasik füzyon yeterli olmaktadır. Enstrümantasyon stabil vertebrada sonlandırılmalıdır. Eğriliğin alt sınırının fleksibilitesine göre enstrümantasyon stabil vertebranın bir üstünde sonlandırılabilir ancak koronal dengesizlik riski mevcuttur aynı zamanda füzyonun sagittal planda kifotik deformitenin apeksinde sonlandırılmamasına dikkat edilmelidir.<sup>(1,13,27)</sup>.

King tip IV eğrilikler tek major uzun torasik eğriliklerdir ve enstrümantasyonun stabil vertebrada sonlandırılması önerilmektedir<sup>(1,27)</sup>.

King tip V eğrilikler, çift yapısal torakal eğriliklerdir ve üst eğriliğin konveks tarafında hastanın omuzu sıklıkla yüksektedir. Bu tip eğriliklerde sadece alttaki torakal komponent enstrümanante edildiğinde, üst eğrilik ve omuz elevasyonu kötüleşebilir. Bu nedenle her iki torakal eğriliğe de posterior enstrümantasyon yapılmalıdır. Enstrümantasyon seviyesinin üst sınırına yönelik yapılan çalışmalarda, T2 seviyesine kadar çıkarılması gereken durumlar bildirilmiştir<sup>(1,13,27)</sup>;

- 1) T1 üst eğriliğe eğim yapmış ve üst eğrilikte konveks kısımda omuz elevasyonda olması.
- 2) Üstteki eğrilik 30° üzerinde ve sınırlı fleksibiliteye sahip olması.
- 3) Eğrilikler arası geçiş vertebraşı T6 veya daha alt seviyede yer alması.

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

2004-2010 yılları arasında İstanbul Eğitim ve Araştırma Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji kliniğinde skolyoz nedeni ile ameliyat edilmiş olan 34 hastanın ( 29 kadın, 5 erkek; ortalama yaş 16,3 ve dağılım en düşük yaş 13, en yüksek 24) dosyaları geriye dönük olarak incelendi.

Çalışmaya Lenke tip I eğriliği olan ve selektif füzyon yapılarak ameliyat sonrası eğriliği aşırı düzeltilerek 10 derecenin altına düşürülen hastalar dahil edildi. Çalışmaya dahil edilen hastaların tamamına sadece posterior enstrümantasyon yapıldı. Konjenital, nöromusküler, infantil, juvenil veya adult idiopatik skolyozu olan ve MR'da intrameduller patolojisi bulunan hastalar tez çalışmasına dahil edilmedi.

Çalışmaya dahil edilen hastaların dosyaları incelenerek şikayetlerinin başlangıç yaşı ve şekli, ameliyat öncesinde gördüğü tedaviler, matürite açısından büyümenin en hızlı dönemi ve kız çocuklarda menarş bilgileri kaydedildi. Hastanın daha önce geçirmiş olduğu sistemik hastalıklar ve ameliyatlara araştırıldı.

Hastaların fizik muayenesinde eğriliğin lokalizasyonu ve yönü belirlendi. Eğriliğin dengesi değerlendirildi. Akromioklavikuler eklem seviyelerine bakarak omuz asimetrisi değerlendirildi. Bir şakül yardımıyla C7 spinöz çıkıntısı ile gluteal sulkus arasındaki koronal dengenin değerlendirilmesi sağlandı. Skolyometre yardımıyla vertebranın rotasyon derecesi ve eğriliğin yönü saptandı. Hastalara fleksiyon, ekstansiyon, rotasyon hareketleri yaptırılarak hareket açıklıkları belirlendi. Her iki yönde lateral fleksiyon hareketi yaptırılarak eğriliğin esnekliğine bakıldı. Sagittal planda hastaların kifoz ve lordozu değerlendirildi. Hastaların SIAS-iç malleol, göbek-iç malleol

arasındaki uzunluk ölçülerek ekstremitelerdeki eşitsizliği değerlendirildi. Tüm hastalarda gelişim açısından meme gelişimi, aksiler ve pubik kıllanma değerlendirildi. Tüm hastalara nörolojik muayene yapılarak motor kuvvet 5 üzerinden puanlandı. Duysal defisit ve patolojik refleks varlığı araştırıldı.

Radyolojik olarak tüm hastalara ameliyat öncesi skolyoz kasetine ön-arka, yan, sağa ve sola eğilme grafileri çekildi. İntraspinal patolojiyi ekarte etmek için tüm hastaların servikal, torakal ve lomber MRI'ı çekildi. MRI tetkikinde intradural patoloji tespit edilen hastalar çalışmadan çıkartıldı. Vakaların tamamı MRI tetkikinde patolojisi olmayan hastalardan oluşturuldu. Orthoröntgenogramda AP grafide torakal ve lomber eğriliklerin üst ve alt end vertebraları belirlendi. Apikal ve stabil vertebralar belirlendi. Cobb metoduyla torakal ve lomber eğriliklerin büyüklüğü hesaplandı. Yana eğilme grafilerinden torakal ve lomber eğriliklerin fleksibilite miktarları hesaplandı. Hastaların apikal vertebra translasyonu ve koronal denge değerleri hesaplandı. İki cm üzerindeki koronal denge değeri ameliyat sonrası koronal dengesizlik olarak değerlendirildi. Apikal vertebra rotasyonu en sık kullanılan yöntem olan Nash-Moe metoduyla saptandı. Yan grafide torakal bölge için T5-T12 arasında, lomber bölge için L1-L5 arasında ve geçiş kifoza için T2-T5 ve T10-L2 arasında Cobb yöntemi ile kifoz ve lordoz açıları ölçüldü. Ayrıca C7 korpusunun orta noktasından yere dik çizilen çizgi ile promontoryum arasındaki mesafe ölçülerek sagittal planda denge araştırıldı. İskelet gelişimini değerlendirmek için Risser belirtisine bakıldı. Radyolojik değerlendirmeler sonrası eğrilikler Lenke sınıflamasına göre değerlendirildi. Ameliyat sonrası ikinci gün hastalara ayakta orthoröntgenogram çektilerilerek veriler kaydedildi. Hastalar en erkene 22 ay olmak üzere kontrol orthoröntgenogram çekilerek geç dönem takip verileri kaydedildi.

Ameliyat öncesi tüm vakaların rutin kan tetkikleri, hepatit ve HIV serolojileri, kanama ve pıhtılaşma zamanı, EKG ve akciğer grafileri çektilerilerek, anestezi ve reanimasyon kliniği tarafından ameliyat öncesi değerlendirilmesi yapıldı. Tüm hastalara ameliyat öncesinde 4 U eritrosit süspansiyonu ve 2 U trombosit zengin plazma hazırlatıldı. Hastaların ameliyattan 8 saat önce oral alımı kesildi. Ameliyattan yarım saat önce tüm hastalara 1 gram sefazolin sodyum profilaksisi yapıldı.

## **Cerrahi Teknik**

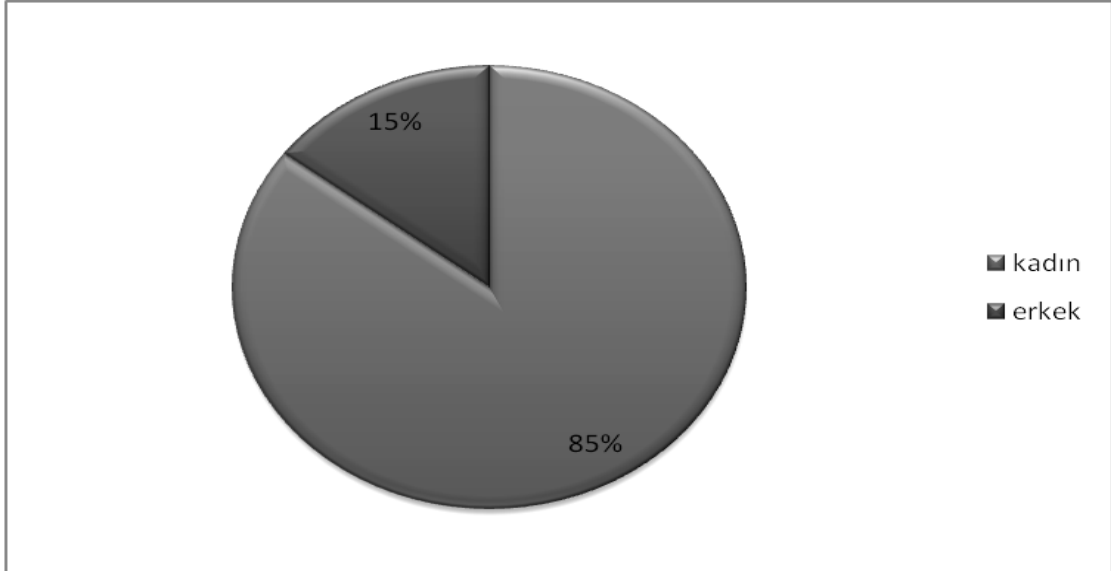
Tüm hastalara genel anestezi uygulanması sonrasında Folley sonda takıldı ve daha sonra yüzüstü pozisyonuna çevrildiler. Batın ve toraksın basıya maruz kalmaması için koltuk altından pelvise kadar silikon yastık yerleştirildi. Kararlaştırılan füzyon seviyesi skopi kontrolünde tespit edilerek insizyon mesafesi işaretlendi.

Cilt povidion iyot ile temizlendi ve hasta hipotansif olduktan sonra orta hat longitudinal insizyon yapıldı. Paraspinal kaslar transvers çıkıntılara kadar subperiosteal olarak sıyrıldı. Faset eklem kapsülleri ve etrafındaki yumuşak dokular temizlendi. Olgularımızın hepsine üçüncü kuşak ensrümantasyon sistemleri (Tasarımmed,İstanbul,Türkiye; Tıpsan Tıbbi Aletler,İzmir,Türkiye) kullanıldı. Sistem elemanları titanyum poliaksiyel vida, çengel, bir çift rod ve rodları birleştirmeyi sağlayan transvers bağlayıcılardan oluşmaktadır. Pedikül vidaları ve çengeller skopi kontrolünde yerleştirildikten sonra uygun sagittal eğim verilen bir çift rod sisteme adapte edildi. Konkav tarafta distraksiyon, konveks tarafta kompresyon ve apikal bölgede derotasyon kuvvetleriyle global korreksiyon sağlanmaya çalışıldı. Rodlar arasına transvers bağlayıcılar yerleştirilerek rijit fiksasyona katkı sağlandı. Spinöz süreçler alınarak solid füzyona katkı sağlaması için dekortikasyon sonrası allogreft ve otogreftler ile grefonaj yapıldı. Tüm vakalara korreksiyon sonrası uyandırma testi yapıldı. Hastaların hepsinde bir adet aspiratif dren konularak katlar anatomik planda kapatıldı.

Hastalara postop 4. saate, 1. günde ve 3. günde hemogram takibi yapıldı. Hemoglobin değeri 8 g/dl altında olan ve anemi bulguları olan hastalara eritrosit süspansiyonu takılarak kontrol hemogram değerlendirildi. Genel durumu iyi olan hastalar postop 1. günde yatak kenarına oturtularak mobilize edildi ve solunum egzersizleri tarif edildi. Postop 2. günde dren alınarak kontrol grafileri çekildi. Ortalama postop 7. günde genel durumu ve hemodinamisi stabil olan hastalar taburcu edildi.

## 4. BULGULAR

2004-2010 yılları arasında İstanbul Eğitim ve Araştırma Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji kliniğinde skolyoz nedeni ile ameliyat edilmiş olan 34 hastanın ( 29 kadın, 5 erkek; ortalama yaş  $16,3 \pm 3,3$ ; en düşük yaş 13, en yüksek 24) dosyaları geriye dönük olarak incelenmiştir.



**Grafik 1. Ameliyat edilen hastaların cinsiyete göre dağılımı**

Hastaların takip süresi ortalama  $52,5 \pm 29,7$  ay idi. Hastaların %50' sinin Risser bulgusu 5, %35,3' ünün 4, %14,7' sinin 3' idi. Hasta füzyon seviyeleri Tablo 3'de, lomber değışkene göre eğrilik tiplerinin dağılımı Tablo 4'de verilmiştir.

**Tablo 3. Hasta Füzyon Seviyeleri**

Füzyon Seviyesi	Hasta sayısı	% oranı
T2-T12	4	11,8
T2-L1	5	14,7
T2-L2	4	11,8
T3-T12	1	2,9
T3-L1	11	32,4
T3-L2	6	17,6
T4-L1	2	5,9
T1-L2	1	2,9
<b>Toplam</b>	<b>34</b>	<b>100</b>

**Tablo 4. Lomber Değişkene Göre Eğrilik Tiplerin Dağılımı**

Eğrilik Lomber Değişken	Hasta sayısı	% oranı
Tip 1A	15	44,1
Tip 1B	14	41,2
Tip 1C	5	14,7

Hastaların operasyon öncesi değerlendirilen stabil vertebra Tablo 5'de verilmiştir. Hastaların stabil vertebraına göre füzyon seviyeleri 11 (%32,4) hastada stabil vertebrada sonlanmışken, 11 (%32,4) hastada stabil vertebranın altında sonlanmıştır, 12 (%35,3) hastada ise stabil vertebranın üstünde sonlanmıştır.

**Tablo 5. Hastaların Preop Stabil Vertebraları**

<b>Stabil vertebra</b>	<b>Hasta sayısı</b>	<b>% oranı</b>
<b>T11</b>	2	5,9
<b>T12</b>	8	23,5
<b>L1</b>	10	29,4
<b>L2</b>	7	20,6
<b>L3</b>	6	17,6
<b>L4</b>	1	2,9

Ameliyat öncesi frontal planda Cobb metoduna göre ölçülen torasik eğriliklerin dereceleri 30 ile 56 derece arasında değişmekte olup, ortalama  $41,2\pm 6,1$  derece olarak bulunmuştur. Lomber eğriliklerin dereceleri ise 8 ile 47 derece arasında değişmekte olup, ortalama  $26,5\pm 8,4$  derece olarak bulunmuştur.

Ameliyat öncesi sagittal planda Cobb metoduna göre ölçülen T5-T12 kifoz dereceleri 3 ile 65 derece arasında değişmekte olup, ortalama  $33,1\pm 17,7$  derece olarak bulunmuştur. Ameliyat öncesi sagittal planda Cobb metoduna göre ölçülen L1-L5 lordoz dereceleri  $48,4\pm 12$  derecedir. T2-T5 kesişim kifoz açıları ortalama  $16,2\pm 7,9$  derece, T10-L2 kesişim kifoz açıları minimum -18 ile maksimum 20 derece idi ve ortalama 8,3 derecedir.

Ameliyat öncesi sagittal denge -70 mm ile 0 mm arasında idi ve ortalama -32,2 mm idi. Ameliyat öncesi koronal denge 1 mm ile 30 mm arasındaydı ve ortalama 11 mm idi. Ameliyat öncesi apikal vertebra translasyonu 6 mm ile 56 mm arasındaydı ve ortalama 24,8 mm idi.



Hastaların ameliyat öncesi, ameliyat sonrası ve geç dönem frontal planda Cobb metoduna göre ölçülen torasik eğriliklerin dereceleri ve düzeltme yüzdeleri, lomber eğriliklerin dereceleri Tablo 6’da verilmiştir.

**Tablo 6. Hastaların Preop, Postop ve Postop Geç Dönem Torasik Eğrilik Dereceleri ve Düzeltme Yüzdeleri**

	Operasyon öncesi	Operasyon sonrası	Geç dönem	P
<b>Torokal Cobb(derece)</b>	41,2±6,1(30-56)	6,5±1,8(3-9)	8,5±4,6(3-22)	<0,001 <sup>a,b</sup> 0,008 <sup>c</sup>
<b>Lomber Cobb(derece)</b>	26,5±8,4(8-47)	10,2±5,9(2-26)	8,8±5,7(1-24)	<0,001 <sup>a,b</sup> 0,022 <sup>c</sup>
<b>Torokal Cobb düzeltme oranı(%)</b>		83,9±4,4	78,5±12,7	

<sup>a</sup> = operasyon öncesi ile operasyon sonrası p değeri, <sup>b</sup> = operasyon öncesi ile geç dönem p değeri, <sup>c</sup> = operasyon sonrası ile geç dönem

Hastaların ameliyat öncesi, ameliyat sonrası ve geç dönem koronal balans ve apikal vertebra translasyonu değerleri tablo 7’de verilmiştir.

**Tablo 7. Hastaların Preop, Postop ve Postop Geç Dönem Koronal Balans ve Apikal Vertebra Translasyonu Değerleri**

	Operasyon öncesi	Operasyon sonrası	Geç dönem	P
<b>Koronal balans değeri(mm)</b>	8,5(1-30)	3,5(0-36)	5,5(0-38)	0,029 <sup>a</sup> 0,207 <sup>b</sup> 0,348 <sup>c</sup>
<b>Apikal vertebra translasyonu(mm)</b>	24,8±12,2(6-56)	7,6±6,4(0-25)	7,8±5,3(2-23)	<0,001 <sup>a,b</sup> 0,814 <sup>c</sup>

<sup>a</sup> = operasyon öncesi ile operasyon sonrası p değeri, <sup>b</sup> = operasyon öncesi ile geç dönem p değeri, <sup>c</sup> = operasyon sonrası ile geç dönem

Füzyon seviyesinin stabil vertebra ile olan seviye ilişkisinin operasyon sonrası ve geç dönem koronal denge değeri ile anlamlı ilişkisi yoktu.(p=0.07, p=0,926)

Hastaların torakal eğriliklerinin düzeltme yüzdesi ile operasyon sonrası ve geç dönem koronal balans değeri arasında anlamlı bir ilişkisi yoktu. (p=0,954, p=0,484). Hastaların torakal eğriliklerinin düzeltme yüzdesi ile operasyon sonrası ve geç dönem apikal vertebra translasyonu değeri arasında anlamlı bir ilişki yoktu.(p=0,288, p=0,247)

Hasta lomber değişkene göre eğrilik tiplerinin operasyon öncesi, sonrası ve geç dönem olarak dağılımı Tablo 8’de verilmiştir. Hastaların operasyon öncesi ile operasyon sonrası ve geç dönem eğrilik tipleri, anlamlı olarak farklıyken, operasyon sonrası ile geç dönem arasında herhangi bir anlamlılık yoktu. (p=0,004, p=0,008, p=1)

**Tablo 8. Hastaların Preop, Postop ve Postop Geç Dönem Lomber Değişkene Göre Eğrilik Tipleri**

	Operasyon öncesi	Operasyon sonrası	Geç dönem
<b>Tip A</b>	15(%44,1)	21(%61,8)	21(%61,8)
<b>Tip B</b>	14(%41,2)	12(%35,3)	12(%35,3)
<b>Tip C</b>	5(%14,7)	1(%2,9)	1(%2,9)

Hastaların ameliyat öncesi, sonrası ve geç dönem sagittal plandaki kifoz, lordoz, T2-T5 lokal kifoz, T10-L2 lokal kifoz dereceleri Tablo 9’da verilmiştir.

**Tablo 9. Hastaların Preop, Postop ve Postop Geç Dönem Kifoz, Lordoz, T2-T5 lokal kifoz, T10-L2 lokal kifoz Dereceleri**

	<b>Operasyon öncesi</b>	<b>Operasyon sonrası</b>	<b>Geç dönem</b>	<b>p</b>
<b>T5-T12 kifoz (derece)</b>	33,1±17,7	25,4±10,1	27,2±9,9	<b>0,007<sup>a</sup></b> <b>0,047<sup>b</sup></b> 0,131 <sup>c</sup>
<b>L1-L5 lordoz (derece)</b>	48,4±12	42,9±12,5	45,9±12	<b>0,048<sup>a</sup></b> 0,385 <sup>b</sup> 0,127 <sup>c</sup>
<b>T2-T5 lokal kifoz (derece)</b>	16,2±7,9	14±6,9	14,5±6,8	<b>0,016<sup>a</sup></b> 0,122 <sup>b</sup> 0,672 <sup>c</sup>
<b>T10-L2 lokal kifoz (derece)</b>	7(4-12,2)*	5(2,7-8)*	5(4-8,2)*	<b>0,015<sup>a</sup></b> 0,521 <sup>b</sup> 0,123 <sup>c</sup>

<sup>a</sup> = operasyon öncesi ile operasyon sonrası p değeri, <sup>b</sup> = operasyon öncesi ile geç dönem p değeri, <sup>c</sup> = operasyon sonrası ile geç dönem

Hastaların ameliyat öncesi, sonrası ve geç dönem sagittal dengeleri Tablo 10'da verilmiştir. Hastaların ikisinde (%5,9) distal junctional kifoza, beşinde (%14,7) koronal dekompanseasyon görülmüştür.

**Tablo 10. Hastaların Preop, Postop ve Postop Geç Dönem Sagittal Denge Değerleri**

	<b>Operasyon öncesi</b>	<b>Operasyon sonrası</b>	<b>Geç dönem</b>	<b>p</b>
<b>Sagittal denge(mm)</b>	-28(16,2-50)*	-8(0-41)*	-18(2,7-42)*	<b>0,012<sup>a</sup></b> <b>0,047<sup>b</sup></b> 0,268 <sup>c</sup>

<sup>a</sup> = operasyon öncesi ile operasyon sonrası p değeri, <sup>b</sup> = operasyon öncesi ile geç dönem p değeri, <sup>c</sup> = operasyon sonrası ile geç dönem, \*= median(%25-%75)

## 5. TARTIŞMA

Skolyoz cerrahisindeki amacımız deformiteyi düzeltmek, akciğer fonksiyonlarını arttırmak, kozmetik, rotasyonel ve sagittal deformiteleri düzeltmektir. Skolyoz cerrahisinde ne kadar düzeltme yapmalıyız, hangi seviyeler arasını enstrumante etmeliyiz, yaptığımız cerrahinin akciğer fonksiyonları üzerine etkisi tam olarak nedir gibi sorular halen tartışmalıdır<sup>(50)</sup>. Adolesan idiopatik skolyozda eğriliğin düzeltilme geçmişine bakacak olursak, 45 yıllık çalışmalar sonucu Cobb tekniği ile yapılan frontal plan ölçümlerinde alçılama ile %40' lık düzeltme, Harrington rod sistemi ile %45' lere, Dual rod ile %55' lere, multihook ve pedikül vida sistemleri ile %65' lere çıkmıştır<sup>(50)</sup>. Cerrahi teknik ile ilgili olarak Patel ve arkadaşlarının yaptıkları anterior ve posterior cerrahi teknik karşılaştırmalı çalışmalarında, anterior girişimde daha kısa seviyeli füzyon ile daha başarılı sonuçlar elde ettiklerini, posterior teknik kullanan hastalarda lomber eğriliğin kendiliğinden düzelmesi ve koronal denge için daha distal seviyelerde füzyon ihtiyacı olduğunu belirtmişlerdir<sup>(51)</sup>. Bu veriler göstermektedir ki gelişen cerrahi teknikler ile Cobb açısı daha fazla seviyelerde düzeltilmeye başlanmıştır. Çalışmamızdaki hastalarda pedikül vida ve hibrid sistemi kullandık ve ortalama % 83.9 düzeltme sağlayarak başarılı sonuçlar elde ettik. Serimiz aşırı düzeltme yapılan hasta grubundan oluştuğu için korreksiyon oranları yüksek bulunmuştur. Tüm hastalarda posterior cerrahi teknik kullanılmıştır ve cerrahi teknik ile koronal dengesizlik arasındaki ilişki değerlendirilmemiştir.

Literatürde koronal dengesizliğin tanımının nasıl yapılması gerektiği konusu halen tartışmalıdır. Birçok araştırmacı kafanın pelvis üzerindeki konumunu ölçerek koronal dengeyi değerlendirirken bazıları ise toraksın pelvis üzerindeki konumunu

değerlendirmiştir<sup>(25,52-55)</sup>. SRS koronal dengeyi şu şekilde tanımlamaktadır; C7 ortasından çizilen vertikal çizgi ile sakrum ortasından çizilen çizgiler arasındaki mesafedir<sup>(26)</sup>. SRS bu tanımlama üzerinden, 2 cm üzerindeki orta hattan sapmaları koronal dengesizlik olarak değerlendirmektedir. SRS aynı zamanda torasik gövdenin pelvis üzerinde olmamasını da koronal dengesizlik olarak tanımlamaktadır<sup>(25)</sup>. Literatürde toraksın pelvis üzerindeki pozisyonu iki yolla ölçülmektedir. Lateral trunk shift ve apikal vertebra translasyonu ölçümüdür. Bu konuda Richards ve arkadaşları<sup>(25)</sup> gövde dengesinin belirlenmesinde lateral trunk shift, torasik apikal vertebra translasyonu ve koronal denge değerleri arasındaki matematiksel ilişkiyi değerlendiren bir çalışma yapmışlardır. Çalışmalarında koronal dengenin, lateral trunk shift ve apikal vertebra translasyonu ile arasındaki ilişkisini değerlendirilmiştir. Koronal denge ve apikal vertebra translasyonunun toplamının lateral trunk shift ile yakın ilişkili olduğu görülmüş fakat koronal denge  $\leq 1.0$  olan hastalarda bu ilişkinin bozulduğu görülmüştür. Bu çalışma göstermiştir ki; koronal denge değeri, toraksın pelvis üzerindeki durumunu yansıtmamaktadır fakat literatürdeki birçok çalışmada koronal balans, trunk shift olarak anılmaktadır ve bu yapılan basit terminolojik hata literatürde karmaşaya neden olmaktadır. Çalışmamızda, SRS' in yaptığı koronal denge değerlendirmesini esas alarak, koronal denge  $\geq 2,0$  olan hastaları koronal dengesizlik olarak değerlendirdik.

Selektif füzyon sonrası, füzyona katılmayan lomber eğriliğin kendiliğinden düzelmesi ve koronal denge ilk olarak 1950' li yıllarda literatürde yer almaya başlamıştır<sup>(56)</sup> fakat daha iyi bir koronal denge ve lomber eğrilikte kendiliğinden düzelmeye sağlayabilmek için ne kadar düzeltme yapmalıyız, hangi enstrümantasyon tekniğini kullanmalıyız ve hangi vertebrada sonlanmalıyız soruları halen tam olarak cevap bulmamıştır. 2004 yılında Luk ve arkadaşları 127 hasta üzerinde yaptıkları çalışmada dört farklı posterior enstrümantasyon tekniği kullanmışlar ve bunların ameliyat öncesi bending grafipleri ile ameliyat sonrası grafiplerini karşılaştırmışlardır. Bu çalışmalarında düzeltme yüzdesinin sadece cerrah ve enstrümantasyon tekniğine bağlı olmadığı, eğriliğin doğasına ve sertliğine bağlı olduğunu göstermişlerdir<sup>(57)</sup>. Winter ve arkadaşları 2007 yılında yaptıkları derlemede major eğriliğin esnekliğinden daha fazla düzeltme yapılmasının aşırı düzeltme olduğunu ifade etmekte ve bunun kompensatuar eğriliklerde sorun yaratacağını düşünmektedirler<sup>(50)</sup>. Eğer kompensatuar eğrilik esnek ve

bending grafilerde sıfır derece oluyorsa cerrahın aşırı düzeltmeden endişelenmemesi gerektiğini bildirmişlerdir. Yine aynı çalışmada üst sol torasik eğriliklerin fleksibilitesi sağ torasik eğriliklerden daha azdır ve tüm gelişen tekniklere rağmen aşırı düzeltme yapılan sağ torasik eğriliklerde ameliyat sonrası omuz dengesizliğinin daha sık görüldüğünü ifade etmişlerdir 1996 yılında SRS Harrington konferansında maksimum düzeltme, optimal düzeltme değildir ifadesi kullanılmıştır. Serimizde yüksek oranlarda düzeltme yaptığımız halde genel olarak koronal balans değerinin ameliyat sonrasında, ameliyat öncesi değere göre anlamlı olarak azaldığını fakat geç dönem takiplerinde ise artma eğiliminde olduğunu ve ameliyat öncesi değere yaklaştığını ama SRS' in koronal dengesizlik tanımına uyan değeri geçmediğini tespit ettik. SRS' in koronal dengesizlik tanımına uyan bozulma sadece beş hastamızda görüldü. Koronal dengesizlik görülen hastaların dördünün ameliyat öncesinde de koronal dengelerinin bozuk olduğunu tespit ettik. Koronal dengede ki bu bozulma eğilimini engellemek için eğriliğin esnekliğinin her hastada ameliyat öncesinde eğilme grafilinde tam olarak değerlendirilmesi ve füzyon seviyesinin belirlenmesinde daha dikkatli davranılması gerektiğini düşünüyoruz. Hamzaoğlu ve arkadaşları, çalışmalarında ameliyat esnasında geniş faset rezeksiyonu ve posterior gevşetme sonrası yapılan halofemoral traksiyon ile daha başarılı düzeltme ve koronal balans sağladıklarını ifade etmişlerdir<sup>(58)</sup>.

Birçok araştırmacı koronal dengesizliği önlemek için önerilerde bulunmuştur. Torasik eğriliğin düzeltilmesini sınırlandırmak ve son enstrumante edilen vertebra seçimi sıklıkla tartışılan konulardandır<sup>(52,59-61)</sup>. Takahashi ve arkadaşları lomber eğriliğin kendiliğinden düzelmesini ve koronal dengeyi etkileyen faktörleri literatürdeki bilgiler ışığında şu şekilde özetlemişlerdir; lomber eğrilik esnekliği, daha fazla enstrumante edilen distal vertebra, torasik eğriliğin düzeltilme yüzdesi, lomber eğrilik modifier tipi, ameliyat öncesi traksiyon filmlerinde lomber eğrilikteki düzelme miktarı<sup>(51,62)</sup>. Fakat bu konuda tam bir görüş birliği halen sağlanamamıştır. Burton ve arkadaşları lomber eğriliğin başarılı bir şekilde kendiliğinden düzelmesi ve koronal dengesizliğin önlenmesi için stabil vertebranın iki seviye distaline kadar enstrumantasyon önermekteyken<sup>(63)</sup>, McCance ve arkadaşları tam tersi olarak stabil vertebranın bir seviye distalinin füzyona dahil edilmesini koronal dengesizlik için risk faktörü olarak değerlendirmişlerdir<sup>(64)</sup>. Suk ve arkadaşları ise en son enstrumante edilmesi gereken

vertebra olarak nötral vertebrayı önermişlerdir<sup>(65)</sup>. Takahashi ve arkadaşları 172 hastalık serilerinde eğrilikleri stabil veya end vertebra seviyelerine göre üç gruba ayırmış ve bu grupların en son enstrumante edilen vertebra seviyelerine göre lomber eğriliğin kendiliğinden düzelme oranını ve koronal dengeyi değerlendirmişlerdir. End vertebranın stabil vertebranın distalinde olduğu eğriliklerde ameliyat öncesi koronal dengesizliğin görüldüğünü fakat postop iki yıllık takiplerinde tüm gruplarında koronal dengesinin iyi olduğunu ve lomber eğriliğin kendiliğinden düzeldiğini belirtmişlerdir. Stabil vertebranın end vertebra distalinde veya aynı vertebra olduğu eğriliklerde stabil vertebra distalinde sonlanmanın lomber eğırlikte daha iyi kendiliğinden düzelme sağladığını ve koronal dengenin daha iyi olduğunu belirtmişlerdir<sup>(62)</sup>. End vertebranın, stabil vertebranın distalinde olduğu eğriliğe sahip hasta sayısının az olması nedeni ile bu grupta en son enstrumante edilmesi gereken seviye kararlaştıramamışlardır<sup>(62)</sup>. Lomber eğriliğin kendiliğinden düzelmesi ve koronal denge sadece füzyonun sonlandığı vertebra seviyesine bağlı olmayıp korreksiyon mekanizması, korreksiyon stratejileri ve teknikleriyle, cerrahi yaklaşım ve eğrilik paterni gibi birçok faktöre bağlıdır<sup>(62)</sup>. Bizim serimizde hastaların stabil vertebrasına göre füzyon seviyeleri 11 (%32,4) hastada stabil vertebrada, 11 (%32,4) hastada stabil vertebranın altında ve 12 (%35,3) hastada ise stabil vertebranın üstünde sonlandığını gözlemledik ve füzyon seviyesinin, stabil vertebra ile olan seviye ilişkisinin operasyon sonrası ve geç dönem koronal denge değeri ile anlamlı ilişkisi olmadığını tespit ettik. Ancak bu ilişkinin daha sağlıklı değerlendirilmesi için her bir grupta daha fazla sayıda hastanın incelenmesi gerektiğini düşünüyoruz. Serimizde global derotasyon manevrası kullanarak düzeltme sağladık ve bunun koronal dengeye katkısı olduğunu düşünüyoruz. Literatürde Wang ve arkadaşları<sup>(66)</sup> yaptıkları deneysel çalışmada global derotasyonun koronal denge üzerine etkisinin daha fazla olduğunu, segmenter derotasyonun ise sagittal planda katkısının olduğunu ifade etmişlerdir. Literatürde bu konuda karşılaştırmalı bir çalışmaya rastlamadık.

İmrie ve arkadaşları<sup>(67)</sup> çalışmalarında %80' den fazla düzeltme yapılmasını aşırı düzeltme olarak değerlendirmişlerdir ve %40' dan daha az düzeltme yaptıkları hasta grubuyla karşılaştırmışlardır. Lenke tip 1 skolyozlarda maksimum düzeltme ile koronal denge riske atılarak daha fazla lomber düzelme sağlandığını ve daha iyi klinik sonuçlar

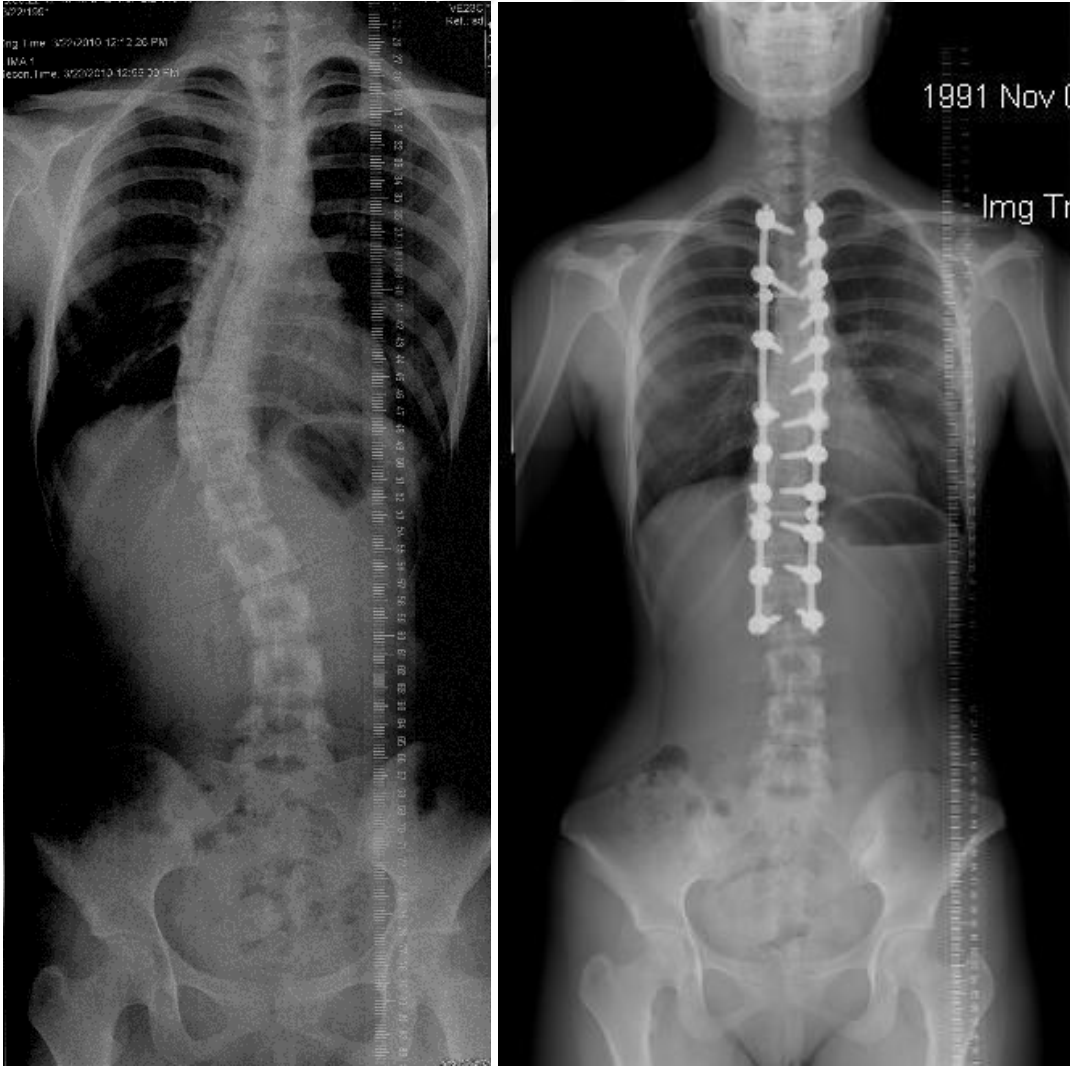


elde edildiğini fakat sagittal denge kaybı görüldüğünü ifade etmişlerdir. Aşırı düzeltme yapılan grupta kifozun sekonder olarak kaybolmasına bağlı daha düşük kifoz geliştiğini saptamışlardır. Lenke tip 1A ve tip 1B eğriliklerde maksimum düzeltme ile düşük oranlarda koronal dengesizlik riski olduğunu fakat Lenke tip 1C eğriliklerde bu riskin arttığını ifade etmişlerdir. Wang ve arkadaşları Lenke tip 1C eğrilik tipindeki hastalar üzerinde yaptıkları geniş serili çalışmada eğriliğin düzeltilme oranının koronal denge üzerine bağımsız bir faktör olmadığını, ana torasik eğrilik: torakolomber/lomber eğrilik açılarının oranının  $\geq 1.2$  olan hastalarda ve en son enstrumante edilen vertebra seviyesinin eğriliğin end vertebrasında veya altında sonlandırılan hastalarda daha az koronal dengesizlik görüldüğünü tespit etmişlerdir<sup>(68)</sup> Dobbs ve arkadaşları yüz hastalık serilerinde beş hastada koronal dengesizlik olduğunu ve bu hastaların dördünün lomber modifier C eğrilik ve birinin lomber modifier B tip eğrilik olduğunu ve ameliyat öncesi traksiyon grafilerine göre aşırı düzeltme yapılan, ameliyat sonrası torasik eğriliğin 10 derecenin altına düşürüldüğü hastalar olduğunu belirtmişlerdir<sup>(49)</sup>. Serimizde Lenke tip 1C hasta sayısı çok az olduğu için koronal denge ile ilişkisini değerlendiremedik fakat bu grubun ameliyat öncesi koronal dengesi bozuk olduğu için ameliyat sonrası koronal dengesizliğe daha yatkın olduğunu ve geç dönem sonuçlarının ameliyat öncesi öngörülemez olduğunu düşünüyoruz. Daha iyi bir görüş için bu grupta daha fazla hasta sayısına ihtiyaç vardır. Serimizde kifoz açılarındaki ameliyat öncesine göre anlamlı oranda azalma tespit ettik. Geç dönem takiplerinde de bu anlamlılığın devam ettiğini fakat yerçekimi etkisi ile kifoz açılarının ortalama iki derece artmış olduğunu gördük. Hastalarımızın lordoz açılarındaki da, ameliyat sonrası değerlendirmede anlamlı olarak azaldığını fakat geç dönemde lordoz değerinin ameliyat öncesi değerlere yaklaştığını ve anlamlılığın kaybolduğunu tespit ettik. Torakal kifozun geçiş bölgeleri olan T2-T5 ve T10-L2 seviyelerinin lokal kifoz açılarındaki ameliyat sonrası dönemde anlamlı azalma görülürken geç dönemde ameliyat öncesi değerlere geri döndüğünü ve anlamlılığını yitirdiğini tespit ettik. İki hastamızda T10-L2 lokal kifoz açısı geç dönem takiplerinde artış göstermiş ve distal geçiş kifozu gelişmiştir.

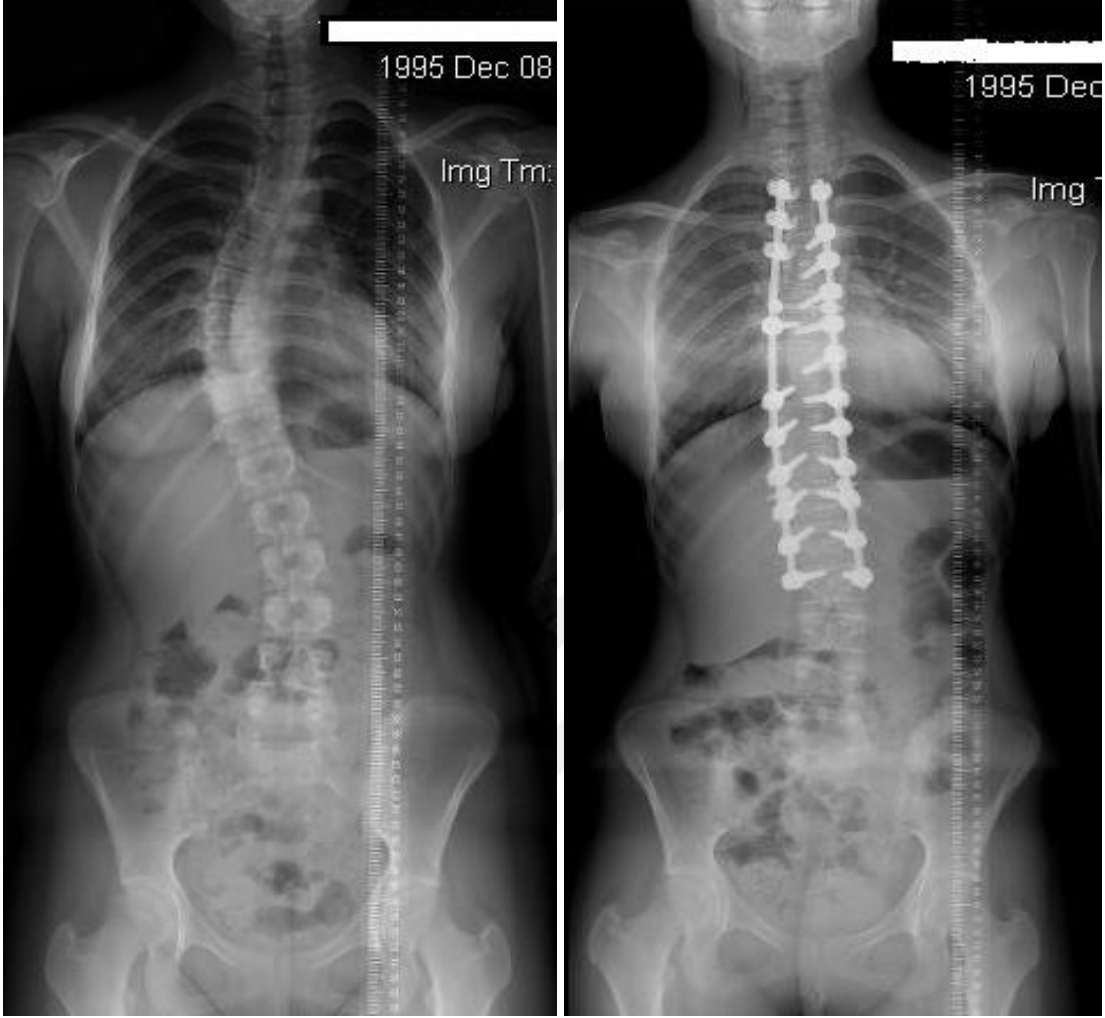
## 6. SONUÇ

Major eğriliklerin esnekliğinden daha fazla düzeltme yapılmasının “aşırı düzeltme” olduğunu ve bunun kompensatuar eğriliklerde problem yaratabileceğini fakat kompensatuar eğriliği eğilme grafiğinde sıfır derece olan hastalarda aşırı düzeltme yaparken endişelenmemek gerektiğini düşünüyoruz. SRS’ in de belirttiği gibi; maksimum düzeltme, optimum düzeltme değildir.

## 7. OLGU ÖRNEKLERİ



**Olgu 1:** 18 yaşında bayan hasta. Lenke tip 1B eğrilik. T3-L2 posterior enstrumantasyon yapılmış. 2 yıllık takip sonucu.



**Olgu 2:** 14 yaşında bayan hasta. Lenke tip 1A eğrilik. T2-L2 posterior enstrumantasyon yapılmış. 2 yıllık takip sonucu.



**Olgu 3:** 14 yaşında bayan hasta. Lenke tip 1B. T2-L1 posterior enstrumantasyon yapılmış. 2 yıllık takip sonucu



**Olgu 4:** 13 yaşında bayan hasta. Lenke tip 1A. T3-L1 arası posterior enstrumantasyon yapılmış. 4 yıllık takip sonucu

## 8. KAYNAKLAR

- 1) Herring JA. Tachjian's Pediatric Orthopedics. 4th Ed, New York: W.B. Saunders Company, 2002: 213-299.
- 2) Alici E. Omurga Hastalıkları ve Deformiteleri. Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları. İzmir,1991: 271-384.
- 3) Lenke LG, Betz RR, Harms J, Bridwell KH, Clements DH, Lowe TG, Blanke K. Adolescent idiopathic scoliosis: a new classification to determine extent of spinal arthrodesis. J Bone Joint Surg Am 2001;83(8):1169-81.
- 4) Newton PO, Upasani VV, Bastrom TP, Marks MC. The deformity- flexibility quotient predicts both patient satisfaction and surgeon preference in the treatment of Lenke 1B or 1C curves for adolescent idiopathic scoliosis. Spine (Phila Pa 1976) 2009;34(10):1032-39.
- 5) Wynne-Davies R. Familial (idiopathic) scoliosis. A family survey. J Bone Joint Surg Br 1968;50(1):24-30.
- 6) Montgomery F, Willner S, Applegren G. Long-term follow up of patients with adolescent idiopathic scoliosis treated conservatively: An analysis of the clinical value of progression. J Pediatr Orthop 1990;10(1):48-52.
- 7) Benli İ, Kaya A. Adolesan idiyatik skolyoz cerrahi tedavisinde korreksiyon ve ensrümantasyon teknikleri. Türk Omurga Cerrahisi Dergisi 2008;19(3):233-294

- 8) Lenke LG, Bridwell KH, Baldus C, Blanke K, Schoenecker PL. Cotrel Dubousset instrumentation for adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 1992;74(7):1056-67.
- 9) Cotrel Y, Dubousset J. *CD Instrumentation in Spine Surgery: Principles, Technicals, Mistakes and Traps.*, Montpellier, France: Sauramps Medical; 1992
- 10) Lenke LG, Betz RR, Haher TR, Lapp MA. Multisurgeon assessment of surgical decision-making in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2001; 26(21): 2347-53.
- 11) 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* 2003; 28(20): 199-207
- 12) Arıncı K. *Sobotta İnsan Anatomisi Atlası. 3. Baskı, İstanbul: BETA Basım Yayım Dağıtım A.Ş., 1990; 4-43.*
- 13) Freeman B.L. *Scoliosis and Kyphosis. Canale S.T. Campbell's Operative Orthopaedics, 10th Ed. Mosby, Philadelphia, 2003. Volume 2, 1751-1837*
- 14) Moore K.L. *Clinically Oriented Anatomy, 3rd Edition, Williams & Wilkins, Baltimore, 1992: 323-372.*
- 15) Lenke LG. Lenke classification system of adolescent idiopathic scoliosis: treatment recommendations. *Instructional Course Lectures. 2005;54:537-542.*
- 16) Newton PO, Wenger DR. Idiopathic scoliosis. In Morrissy RT, Weinstein SL, eds. *Lovell and Winter's Pediatric Orthopaedics. 6th ed. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins; 2006:693-762.*
- 17) Goldstein LA, Waugh TR. Classification and terminology of scoliosis. *Clin Orthop Relat Res* 1973;(93):10-22.
- 18) Terminology Committee, Scoliosis Research Society. *Glossary of Terms. Spine (Phila Pa 1976) 2001;26 (suppl 24) :162.*
- 19) Leatherman KD, Dickson RA. *The management of spinal deformities. Wright company, London, 1st Ed, 1988, pp:1-104, 433-460.*



- 20) Lonstein JE. Patient Evaluation. In: Moe's Textbook of Scoliosis and Other Spinal Deformities. Eds: Bradford DS et al, WB Saunders Company, Philadelphia, 2nd ed, 1987; pp 41-46.
- 21) Çetinkaya Ö. Adölesan idiopatik skolyozda Lenke tip 1 eğriliklerde selektif füzyon sonuçlarımız. Uzmanlık Tezi. 2010.
- 22) Lonstein JE. Patient Evaluation. MOE'S Textbook of Scoliosis and Other Spinal Deformities. Winter RB, Bradford DS, Lonstein JE, Ogilvie JW. 3<sup>rd</sup> Ed, Philadelphia: W.B Saunders Company, 1995; 45-85.
- 23) Morrissy RT, Goldsmith GS, Hall EC, Kehl D, Cowie GH. Measurement of the Cobb angle on radiographs of patients who have scoliosis. Evaluation of intrinsic error. J Bone Joint Surg Am 1990;72(3):320-7.
- 24) Kado DM, Christianson L, Palermo L, Smith-Bindman R, Cummings SR, Greendale GA. Comparing a supine radiologic versus standing clinical measurement of kyphosis in older women: the Fracture Intervention Trial. Spine (Phila Pa 1976) 2006;31:463-467.
- 25) Richards BS, Scaduto A, Vanderhave K, Browne R. Assessment of trunk balance in thoracic scoliosis. Spine (Phila Pa 1976) 2005;30(14):1621-26.
- 26) [http://www.srs.org/professionals/glossary/SRS\\_revised\\_glossary\\_of\\_terms.htm](http://www.srs.org/professionals/glossary/SRS_revised_glossary_of_terms.htm)
- 27) King HA, Moe JH, Bradford DS, Winter RB. The selection of fusion levels in thoracic idiopathic scoliosis. J Bone Joint Surg Am 1983;65(9):1302-13
- 28) Lenke LG, Betz RR, Clements D, Merola A, Hafer T, Lowe T, Newton P, Bridwell KH, Blanke K. Curve prevalence of a new classification of operative adolescent idiopathic scoliosis: does classification correlate with treatment? Spine (Phila Pa 1976) 2002;27(6):604-611
- 29) Richards BS, Herring JA, Johnston CE, Birch JG, Roach JW. Treatment of adolescent idiopathic scoliosis using Texas Scottish Rite Hospital instrumentation. Spine (Phila Pa 1976). 1994;19(14):1598-1605.

- 30) Lenke LG, Betz RR, Harms J, Bridwell KH, Clements DH, Lowe TG, Blanke K. A new and comprehensive classification system of adolescent idiopathic scoliosis. AAOS 66th Annual Meeting, Anaheim, CA, February 1999.
- 31) Savaş S. Adolesan idiopatik skolyozda konservatif tedavi yöntemleri. Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi 2003;10(3):33-38
- 32) Benli İ, Altuğ T. İdiopatik skolyoz etyolojisindeki son gelişmeler. J Turkish Spinal Surgery. 2010;21(2):171-190
- 33) Cochran T, Irtam L, Nachemson A. Long term anatomic and functional changes in patients with adolescent idiopathic scoliosis treated by Harrington rod fusion. Spine (Phila Pa 1976) 1983;8(6):576-584.
- 34) Foster MR. A functional classification of spinal instrumentation. Spine J 2005;5(6):682-94.
- 35) Cotrel Y, Dubousset J, Guillaumat M. New universal instrumentation in spinal surgery. Clin Orthop Relat Res 1988;227:10-23.
- 36) 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):1399-1405.
- 37) An HS, Singh K, Vaccaro AR, Wang G, Yoshida H, Eck J, McGrady L, Lim TH. Biomechanical evaluation of contemporary posterior spinal internal fixation configurations in an unstable burst-fracture calf spine model: special references of hook configurations and pedicle screws. Spine (Phila Pa 1976) 2004;29(3):257-262.
- 38) Vaccaro AR, Albert Tj. Spine Surgery Tricks of the Trade. Thieme Medical Publisher, Inc. New York, 2003: 84-158
- 39) Dwyer AF, Newton NC, Sherwood AA. An anterior approach to scoliosis. A preliminary report. Clin Orthop 1969; 62: 192- 202.

- 40) Kaneda K, Shono Y, Satoh S, Abumi K. Anterior correction of thoracic scoliosis with Kaneda anterior spinal system. A preliminary report. Spine (Phila Pa 1976) 1997; 22: 1358-68
- 41) Potter BK, Kuklo TR, Lenke LG. Radiographic outcomes of anterior spinal fusion versus posterior spinal fusion with thoracic pedicle screws for treatment of Lenke Type 1 adolescent idiopathic scoliosis. Spine (Phila Pa 1976) 2005;30(16) :1859-66
- 42) Tezeren G, Tükenmez M. Omurga cerrahisinin komplikasyonları. Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi 2004;26(1):43-47
- 43) Winter RB, Denis F, Lonstein JE, Garemella J. Techniques of surgery. Winter RB, Bredford DS, Lonstein JE, Ogilvie JW. MOE'S Textbook of Scoliosis and Other Spinal Deformities. 3rd Ed, Philadelphia: W.B Saunders Company, 1995: 133-217.
- 44) Kavak C. Adolesan idiyomatik skolyozun cerrahi edavisinde anterior ve posterior enstrümantasyon sonuçlarının karşılaştırılması. Uzmanlık Tezi. 2005
- 45) Harrington PR. The history and development of Harrington instrumentation. Clin Orthop Relat Res 1973; (93) :110-112
- 46) Harrington PR. Technical details in relation to successful use of instrumentation in scoliosis. Orthop Clin North Am 1972;3:49-67
- 47) Moe JH. Methods of correction and surgical technique in scoliosis. Orthop Clin North Am 1972; 3:17-48.
- 48) İbrahim K, Benson L. Cotrel-Doubousset instrumentation for double major rigid thoracic left lumbar scoliosis, the relation between frontal balance, hook configuration and fusion level. Orthop Trans 1991;15:114
- 49) Dobbs MB, Lenke LG, Walton T, Peelle M, Della Rocca G, Steger-May K, Bridwell KH. Can we predict the ultimate lumbar curve in adolescent idiopathic scoliosis patients undergoing a selective fusion with undercorrection of the thoracic curve? Spine (Phila Pa 1976) 2004;29(3):277-285.

- 50) Winter RB, Lonstein JE, Denis F. How much correction is enough? *Spine (Phila Pa 1976)* 2007;32(24):2641-2643.
- 51) Patel PN, Upasani VV, Bastrom TP, Marks MC, Pawelek JB, Betz RR, Lenke LG, Newton PO. Spontaneous lumbar curve correction in selective thoracic fusions of idiopathic scoliosis: a comparison of anterior and posterior approaches. *Spine (Phila Pa 1976)* 2008;33(10):1068-73.
- 52) Richards BS. Lumbar curve response in type II idiopathic scoliosis after posterior instrumentation of the thoracic curve. *Spine (Phila Pa 1976)* 1992; 17(8 suppl): 282-286.
- 53) Bassett GS, Bunnell WP. Effect of a thoracolumbosacral orthosis on lateral trunk shift in idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop* 1986;6:182-185.
- 54) Floman Y, Penny JN, Micheli LJ, Riseborough EJ, Hall JE. Osteotomy of the fusion mass in scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1982;64:1307-16.
- 55) Ouellet JA, Johnston CE 2nd. Effect of grafting technique on the maintenance of coronal and sagittal correction in anterior treatment of scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 2002;27:2129-35.
- 56) Moe JH. A critical analysis of methods of fusion for scoliosis; an evaluation in two hundred and sixty-six patients. *J Bone Joint Surg Am* 1958;40:529-554.
- 57) Luk KD, Lu DS, Cheung KM, Wong YW. A prospective comparison of the coronal deformity correction in thoracic scoliosis using four different instrumentations and the fulcrum-bending radiograph. *Spine (Phila Pa 1976)* 2004;29:560-563.
- 58) Hamzaoglu A, Ozturk C, Aydogan M, Tezer M, Aksu N, Bruno MB. Posterior only pedicle screw instrumentation with intraoperative halo-femoral traction in the surgical treatment of severe scoliosis (>100 degrees). *Spine (Phila Pa 1976)* 2008;33(9):979-983.

- 59) Bridwell KH, McAllister JW, Betz RR, Huss G, Clancy M, Schoenecker PL. Coronal decompensation produced by Cotrel-Dubousset “derotation” maneuver for idiopathic right thoracic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 1991;16:769-777.
- 60) Thompson JP, Transfeldt EE, Bradford DS, Oqilvie JW, Boachie-Adjei O. Decompanation after Cotrel-Dubousset instrumentation of idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 1990;15:927-931.
- 61) Lenke LG, Bridwell KH, Baldus C, Blanke K. Preventing decompensation in King type II curves treated with Cotrel-Dubousset instrumentation. Strict guidelines for selective fusion. *Spine (Phila Pa 1976)* 1992;17(8 suppl):274-281.
- 62) Takahashi J, Newton PO, Ugrinow VL, Bastrom TP. Selective thoracic fusion in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 2011;36(14): 1131-41.
- 63) Burton DC, Asher MA, Lai SM. the selection of fusion levels using torsional correction techniques in the surgical treatment of idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 1999;24:1728-39.
- 64) McCane SE, Denis F, Lonstein JE, Winter RB. Coronal and sagittal balance in surgically treated adolescent idiopathic scoliosis with the King II curve pattern. A review of 67 consecutive cases having selective thoracic arthrodesis. *Spine (Phila Pa 1976)* 1998;23:2063-73.
- 65) Suk SI, Lee SM, Chung ER, Kim JH, KimWH, Sohn HM. Determination of distal fusion level with segmental pedicle screw fixation in single thoracic idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 2003;28:484-491.
- 66) Wang X, Aubin CE, Labelle H, Crandall D. Biomechanical modelling of a direct vertebral translation instrumentation system: preliminary results. *Stud Health Technol Inform* 2008;140:128-132.
- 67) Imrie M, Yaszay B, Bastrom TP, Wenger DR, Newton PO. Adolescent idiopathic scoliosis: should 100% correction be the goal? *J Pediatr Orthop* 2011;31(1 Suppl):9-13.

68) Wang Y, Eric Bunger C, Wu C, Zhang Y Hansen ES. Postoperative trunk shift in Lenke 1C scoliosis: What causes it? How can it be prevented? Spine (Phila Pa 1976) 2012;37(19):1676-82.

