

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

CERRAHİ TEDAVİ UYGULANMIŞ ADÖLESAN İDİOPATİK SKOLYOZ
HASTALARINDA DİREKT VERTEBRAL ROTASYON İLE TEK ROD
ÜZERİNDEN YAPILAN DEROTASYONUN, OMUZ BALANSI, KORONAL
BALANS VE SAGİTTAL BALANSA ETKİSİNİN RADYOLOJİK
KARŞILAŞTIRILMASI

Dr. Adem ÜNLÜ

ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI
TIPTA UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Ali Kemal US

ANKARA

2016

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

CERRAHİ TEDAVİ UYGULANMIŞ ADÖLESAN İDİOPATİK SKOLYOZ
HASTALARINDA DİREKT VERTEBRAL ROTASYON İLE TEK ROD
ÜZERİNDEN YAPILAN DEROTASYONUN, OMUZ BALANSI, KORONAL
BALANS VE SAGİTTAL BALANSA ETKİSİNİN RADYOLOJİK
KARŞILAŞTIRILMASI

Dr. Adem ÜNLÜ

ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI
TIPTA UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Ali Kemal US

ANKARA

2016

ANKARA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ

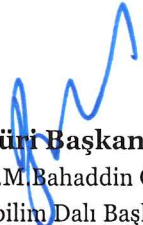
TEZ SINAVI TUTANAĞI

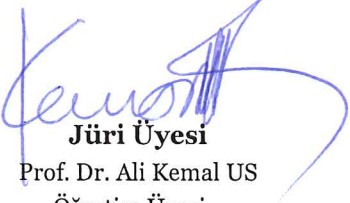
I. UZMANLIK ÖĞRENCİSİNİN		
Adı, Soyadı	: Dr.Adem ÜNLÜ	Sınav tarihi: 28/03/2016
Anabilim/Bilim Dalı	: Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı	
Tez Danışmanı	: Prof.Dr.Ali Kemal US	

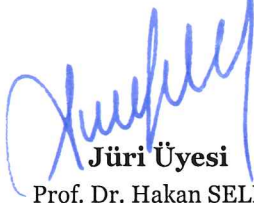
II. TEZ İLE İLGİLİ BİLGİLER	
Tezin Başlığı: Cerrahi Tedavi Uygulanmış Adölesan İdiopatik Skolyoz Hastalarında Direkt Verebral Rotasyon ile Tek Rod Üzerinden Yapılan Derotasyonun , Omuz Balansı, Koronal Balans ve Sagittal Balansa Etkisinin Radyolojik Karşılaştırılması	
Tezin Niteliği:	☒ Ana Dal Uzmanlık Tezi ☐ Yan Dal Uzmanlık Tezi
Kaçıncı tez sınavı olduğu:	☒ 1 ☐ 2 ☐ 3

III. KARAR	
Yapılan tez sınavı sonucunda yukarıda belirtilen tezin "Tıpta Uzmanlık Tezi" olarak ☒ Kabulüne ☐ Reddine ☐ Düzeltmeler yapıldıktan sonra tekrar değerlendirilmesine ☒ Oy birliği ☐ Oy çokluğu ile karar verilmiştir.	

IV. AÇIKLAMALAR	
Lütfen, tezin reddi veya düzeltme istenmesi durumunda gerekçeli açıklamalarınızı buraya yazınız	


Jüri Başkanı
 Prof.Dr.M.Bahaddin GÜZEL
 Anabilim Dalı Başkanı


Jüri Üyesi
 Prof. Dr. Ali Kemal US
 Öğretim Üyesi


Jüri Üyesi
 Prof. Dr. Hakan SELEK
 Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi

ÖNSÖZ

Adölesan idiopatik skolyoz hastalarında, omuz asimetrisi, önemli bir kozmetik sorun oluşturmaktadır. Cerrahi tekniklerin gelişmesi ile adölesan idiopatik skolyozun cerrahi tedavisinde daha iyi koronal ve sagittal düzelme sağlanırken, omuz asimetrisi de hem hastalar hem de cerrahlar tarafından, ameliyat planlanması esnasında daha çok önemsenir hale gelmiştir. Bu tez çalışmasında skolyoz deformitesini düzelten iki teknikten direkt vertebral rotasyon ile tek rod üzerinden yapılan vertebral derotasyonun, omuz asimetrisine, koronal ve sagittal dengeye olan etkisinin radyolojik olarak karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Tez çalışmamın şekillenmesinde ve her aşamasında desteğini esirgemeyen tez danışman hocam Prof. Dr. Ali Kemal Us'a saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Asistanlık eğitimim süresince bana emek veren, bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniğindeki değerli hocalarım Prof.Dr. Ertan Mergen, Prof.Dr. Derya Dinçer, Prof.Dr. Yener Sağlık, Prof. Dr. Tarık Yazar, Prof.Dr. Mehmet Binnet, Prof.Dr. Bahaddin Güzel, Prof.Dr. Sinan Adıyaman, Prof. Dr. Mehmet Demirtaş, Prof. Dr. Ali Kemal Us, Prof. Dr. Bülent Erdemli, Prof. Dr. Yusuf Yıldız, Prof. Dr. Hakan Kınık, Prof.Dr. Sinan Bilgin, Doç. Dr. Kerem Başarır, Doç. Dr. Mehmet Armangil, Doç.Dr. Ramazan Akmeşe'ye, birlikte çalıştığımız süre içinde bilgi ve deneyimini benimle paylaşan Op. Dr.Mahmut Kalem ve Op. Dr. Hakan Kocaoğlu'na, dostluk ve dayanışmalarıyla güç bulduğum kıdemlilerim Op. Dr. Uğur Bezirgan ve Op. Dr. Mehmet Çavuş'a, tez hazırlama esnasında yardımlarını esirgemeyen Dr. Niyazi Ercan'a, asistanlığım boyunca eğitimime katkıda bulunan bütün ağabeylerime ve tüm asistan arkadaşlarıma sonsuz teşekkürü borç bilirim.

Her zaman her konuda yanımda olan ve olacağına inandığım kıymetli aileme teşekkür ederim.

Dr. Adem ÜNLÜ
Ankara 2016

İÇİNDEKİLER

Sayfa No:

KABUL VE ONAY	i
ÖNSÖZ.....	ii
İÇİNDEKİLER	iii
KISALTMALAR	vi
TABLolar DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
RESİMLER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. TARİHÇE.....	3
2.2. ANATOMİ	5
2.3. BİYOMEKANİK	14
2.4. SKOLYOZ	20
2.4.1. Tanımı ve Sınıflaması.....	20
2.4.2. Terminoloji	24
2.4.3. İdiyopatik Skolyoz.....	26
2.5. ADÖLESAN İDİYOPATİK SKOLYOZ.....	27
2.5.1. Prevelans.....	27
2.5.2. Etiyoloji	27
2.5.2.1. Nörolojik Fonksiyon Bozukluğu.....	28
2.5.2.2. Bağ Dokusu Anomalileri.....	28
2.5.2.3. Genetik Faktörler.....	29
2.5.3. Fiziopatoloji	30
2.5.4. Değerlendirme	31
2.5.4.1. Klinik Değerlendirme.....	31

2.5.4.1.1. Hikaye.....	31
2.5.4.1.2. Fizik Muayene	32
2.5.4.2. Radyolojik Değerlendirme	35
2.5.4.2.1. Eğriliğin Büyüklüğünün Ölçümü	36
2.5.4.2.2. Frontal ve Sagittal Dengenin Değerlendirilmesi	39
2.5.4.2.3. Manyetik Rezonans Görüntüleme	41
2.5.4.2.4. Bilgisayarlı Tomografi	42
2.6. DOĞAL SEYİR	42
2.7. TEDAVİ	43
2.7.1. İzlem.....	44
2.7.2. Konservatif Tedavi.....	44
2.7.3. Cerrahi Tedavi.....	48
2.7.3.1. Ameliyat Öncesi Planlama	49
2.7.3.2. Füzyon Sahasının Seçimi	52
2.7.3.3. Cerrahi Girişimler	55
2.7.3.4. Posterior Enstrümantasyon.....	56
2.7.3.3.1. Rod derotasyonu	58
2.7.3.3.2. Direk vertebral rotasyon	59
2.7.3.5. Anterior Enstrümantasyon.....	60
2.7.4. Komplikasyonlar	61
2.7.4.1. Genel Tıbbi Komplikasyonlar	61
2.7.4.2. Tekniğe Bağlı Komplikasyonlar	61
2.7.4.2.1. Nörolojik Hasar	61
2.7.4.2.2. Kemik Kırıkları.....	62
2.7.4.2.3. Visseral Organ Yaralanmaları	62
2.7.4.2.4. Dural Yırtıklar	62
2.7.4.3. Geç Komplikasyonlar.....	63
2.7.4.3.1. Pseudoartroz	63

2.7.4.3.2. Enstrümantasyon Problemleri.....	63
2.7.4.3.3. Lomber Lordozun Kaybolması (Flat Back Deformitesi)	64
2.7.4.3.4. Gövde Dekompansasyonu	64
2.7.4.3.5. Geç Enfeksiyon.....	64
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	65
4. BULGULAR	70
5. TARTIŞMA	79
SONUÇ.....	85
ÖZET.....	86
SUMMARY	87
KAYNAKLAR	88

KISALTMALAR

AIS	: Adölesan İdiopatik Skolyoz
CD	: Cotrel-Dubousset
CSVL	: Santral Sakral Vertikal Çizgi
ML	: Ana torasik
PT	: Proksimal torasik
SRS	: Scoliosis Research Society
SVE	: Sagittal Vertebral Eksen
TLSO	: Torakolumbosakral ortez
CA	: Klavikula açısı
FRA	: Birinci kosta açısı
CPH	: Korakoid çıkıntı yüksekliği
CRCI	: Klavikula-kosta kesişim çizgisi
TL	: Trapezius uzunluğu

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No:

Tablo 2.1. İlerleme için risk faktörleri	42
Tablo 4.1. Gruplara göre kız/erkek dağılımı ve gruplar arasında fark olmadığını gösteren Chi-Square testi	70
Tablo 4.2. Düzeltme ve düzeltme yüzdelerinin t-test analizi	71
Tablo 4.3. Açıklanmayan omuz parametrelerinin pre-op ve post-op farklarının gruplar arasında anlamlı farklılık açısından Mann-Whitney testi ile yapılan analiz sonuçları.....	74
Tablo 4.4. DVR grubu hastaların yaş, cinsiyet, eğrilik tipi, ameliyat öncesi ve sonrası major eğrilikleri gösteren tablo.....	75
Tablo 4.5. IDVR grubu hastaların yaş, cinsiyet, eğrilik tipi, ameliyat öncesi ve sonrası major eğrilikleri gösteren tablo.....	76
Tablo 4.6. DVR grubu omuz parametreleri ölçümleri	77
Tablo 4.7. IDVR grubu omuz parametreleri ölçümleri	78

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No:

Şekil 2.1.	Vertebral kolonun görünümü	6
Şekil 2.2.	Tipik bir torakal vertebranın görünümü	7
Şekil 2.3.	L4 vertebra üstten görünüm	8
Şekil 2.4.	L3 seviyesinde median kesit, vertebra korpusunda kansellöz kemik dokusu	9
Şekil 2.5.	Lombervertebralar ve intervertebral foramen oluşumu görülmektedir	9
Şekil 2.6.	Servikal 5. vertebranın üstten görünümü	10
Şekil 2.7.	A- Lomber bölgede diskus intervertebralis ve komşu vertebra korpusları ile ilişkisi, median kesit. B- Diskus intervertebralis seviyesinde transvers kesit	11
Şekil 2.8.	Processus articularis'lerin oluşturduğu faset eklem, arkadan görünüşü	12
Şekil 2.9.	Omurganın arteriyel dolaşımı	13
Şekil 2.10.	Omurganın venöz dolaşımı, transvers kesit	14
Şekil 2.11.	Kartezyen koordinat sistemi üzerinde rotasyonun anlık eksen ve hareketleri.....	15
Şekil 2.12.	Omurga hareketleri;	16
Şekil 2.13.	“Coupling fenomeni	17
Şekil 2.14.	Nucleus pulposus ve annulus pulposus'un basınç etkisi ile hareketleri.....	18
Şekil 2.15.	Faset eklem oryantasyonları,.....	19
Şekil 2.16.	İdiyopatik skolyoz etiolojisinde rol oynayan etkenler	29
Şekil 2.17.	A- Omuz asimetrisinin arkadan değerlendirilmesi B- Omurgada şakül yardımı ile dengenin klinik tespiti	33
Şekil 2.18.	A- Adams öne eğilme testi B- Skolyometre ile rotasyonun klinik ölçülmesi	34
Şekil 2.19.	Cobb metodu ile eğriliğin ölçümü.....	36

Şekil 2.20. Stagnara derotasyon radyografisinin çekimi	37
Şekil 2.21. Pedriolle torsiometresi ile vertebra rotasyonu ölçümü.....	38
Şekil 2.22. Nash-Moe metoduna göre vertebra rotasyonu ölçümü	39
Şekil 2.23. Ön arka grafide midsakral vertikal çizginin çizimi ve denge ölçümü.....	40
Şekil 2.24. Sagittal vertikal eksenin çizimi ve değerlendirilmesi	41
Şekil 2.25. Risser bulgusu	43
Şekil 2.26. King Moe sınıflamasına göre eğrilik şekilleri.....	49
Şekil 2.27. Lenke sınıflaması ve bileşenleri.....	52
Şekil 4.1. A- DVR ve grubunda omuz açılarındaki pre-op ve post op değişim B- IDVR grubunda omuz açılarında pre-op ve post-op değişim	73

RESİMLER DİZİNİ

Sayfa No:

Resim 2.1.	Ön-arka ve yan radyografilerin doğru olarak çekilişi görülmetedir.....	35
Resim 2.2	Sağa ve sola yana eğilme grafileri	38
Resim 2.3.	Milwaukee breysinin önden ve arkadan görünümü	46
Resim 2.4.	Boston breysin hasta üzerinde görünümü	47
Resim 2.5.	Charleston breysi, önden ve hasta üzerinde görünümü	47
Resim 2.6.	Direkt vertebral rotasyonun ameliyat esnasındaki görüntüsü.....	60
Resim 3.1.	T1 vertebra tilti	66
Resim 3.2.	Birinci kosta açısı.....	66
Resim 3.3.	Klavikula açısı	67
Resim 3.4.	Korakoid çıkıntı yüksekliğinin ölçümü	67
Resim 3.5.	Klavikula-birinci kosta kesişim çizgisi.....	68
Resim 3.6.	Birinci kosta yüksekliği	68
Resim 3.7.	Trapezius uzunluğu.....	69
Resim 4.1.	Merkezi sakral düşey çizgi (CSVL, <i>central sacral vertical line</i>)	72

1. GİRİŞ

Adölesan idiopatik skolyoz tedavisi için cerrahi geçiren hastaların ameliyat sonrasında görülen yara skarı, deformitedeki azalma, sırt ağrısı gibi birçok faktörün yanında, sırtın ve omuzların gerek ameliyat öncesi gerek ameliyat sonrası kozmetik görünümü, hastalar için önemli bir faktör olduğu gibi aileler için de önem teşkil etmektedir (1,2). Birçok belirgin klinik deformitesi bulunabilen idiopatik skolyozlu bireylerde eşitlenmemiş omuz seviyeleri ciddi kozmetik probleme ve sosyal strese sebep olmaktadır. Her iki omuzun üst noktasından çekilen çizginin yatay ile yaptığı açı olarak tarif edilen omuz açısının, vucüt şeklinin izleniminde %75 etkiye sahip olan üç temel ölçütten biri olduğu, Raso ve ark. tarafından yapılan çalışma ile bildirilmiştir (3).

Özellikle Lenke tip 1 ve 2 skolyozda proksimal torasik eğriliğin artması ile beraber omuz asimetrisindeki fark daha da belirgin olmaktadır. Bu yüzden omuz asimetrisi bulunan adölesan idiopatik skolyozlu hastalarda cerrahi tedavi planlanırken omuz asimetrisi de mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır.

Cotrel-Dubousset enstrümantasyon sistemi geliştirildiğinden bu yana skolyoz defomitesinin daha da anlaşılır hale gelmesi ile birlikte, düzeltme için geliştirilen yeni teknikler daha ileri ve iyi bir seviyeye gelmiş olup, cerrahlar tarafından da omuz asimetrisine yönelik tedavi planlaması, daha çok ilgi kazanmıştır.

Klinik olarak skolyoz; omuz asimetrisi, hörgüç deformitesi, gövde asimetrisini içeren üç boyutlu bir deformitedir. Harrington enstrümantasyonu koronal planda distraksiyon ve kompresyon uygulayarak deformiteyi düzeltirken sagittal ve transvers plandaki düzeltilmeler için yeterli olmamaktaydı (4). Sonrasında, Cotrel-Dubousset tarafından geliştirilen pedikül vida fiksasyonu ile birlikte rod rotasyonu ile skolyoz deformitesinde ilk kez gerçek anlamda, üç boyutlu bir düzelme sağladığı anlaşıldı (4). Lee ve ark. Tarafında geliştirilen direkt vertebral rotasyon ise, sadece rod üzerinden yapılan derotasyona ile sağlanan %2.5'luk rotasyonel düzeltmeye karşın, apikal

vertebra rotasyonunu %42,5 oranında düzelterek, hem hörgüç deformitesinde belirgin azalma, hem de koronal planda defomitede daha fazla düzelme sağlıyordu (5).

İlk zamanlarda, direkt vertebral rotasyonun, tek rod üzerinde yapılan yapılan derotasyona göre sadece rotasyonel deformiteyi düzelttiği düşünölmekteydi. Fakat koronal plandaki düzelmenin de tek rod üzerinden yapılan derotasyona göre hem enstrümante edilen torakal segmentte hem de enstrümante edilmeyen lomber segmente daha iyi bir düzelme sağlaması, direkt vertebral rotasyonun beklenmeyen bir olumlu etkisi olarak değeriendirildi. Böylece direkt vertebral rotasyon, sadece transvers planda vertebra rotasyonunun daha fazla düzelmesini sağlamayıp aynı zamanda koronal ve sagittal plandaki düzelmedeki ciddi katkısı ile tek rod üzerinden yapılan derotasyona karşı bir avantaj oluşturduğu günümüzde anlaşılmıştır.

Omuz asimetrisi de koronal bir deformite olup özellikle proksimal torakal eğriliğın yapısal olduğu Lenke tip 2 deformitelerde, hekimlerin cerrahi tedaviyi planlarken göz önünde bulundurması gereken önemli bir parametredir. Kliniğimizde posterior pedikül vidası ile fiksasyon uygulanarak skolyoz deformitesi düzeltilmiş adölesan idiyopatik skolyozlu hastalarda direkt vertebral rotasyonun ile sadece rod üzerinden yapılan derotasyonun omuz asimetrisine etkisi bakımından, retrospektif olarak radyolojik karşılaştırma yapıp, bu iki teknik arasında fark olup olmadığının belirlenmesi açısından, literatüre katkıda bulunmak amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. TARİHÇE

Skolyoz (Scoliosis), omurganın en sık görülen deformitesidir. Skolyoz terimi Yunancadan türetilmiş olup eğri (creeped), çarpık anlamına gelmektedir. Tıbbi literatürde, omurganın frontal planda laterale doğru olan eğriliklerini ifade Etmektedir (6,7).

Omurganın bu deformitesi ilk kez Hipokrat tarafından tarif edilmiştir. Tedavisi için “scamnon” adını verdiği traksiyon cihazını kullanmıştır. Galen (MS 131-201) kifoz, lordoz ve skolyoz kelimelerini ilk olarak ortaya atmıştır (6,7).

Paul Aegina’nın (625-690) gövdenin atellerle sarılması suretiyle deformitenin düzeltilmesi bir tedavi yöntemi olarak uygulanmıştır. 16. Yüzyıla kadar skolyoz tedavisinde bir gelişme izlenmemiş, traksiyona dayalı tedavi yöntemleri kullanılmıştır. Ancak 16. yüzyılın başlarında (1510-1590) Ambroise Pare skolyozun nedenlerini araştırmış ve postural nedenlerin skolyoza yol açabileceğini belirtmiştir. Bu yazar konjenital skolyozu ve omurilik basısına bağlı paraplejiyi tarif ederek deformiteyi düzeltmek için çelik korseler yaptırmıştır (6,7).

Nicholas Andry 1741’ de kötü duruş ve oturma alışkanlıklarının önemine dikkati çekerek bunların skolyoza yol açabileceğini ve alınması gereken karşı önlemleri belirtmiştir. Skolyoz için korse ve bir takım egzersizleri önermiştir (8,9).

1839’da Guerin tarafından skolyotik deformitenin düzeltilmesine yönelik ilk cerrahi girişim olan paraspinal kaslara myotomi operasyonu uygulanmıştır (8,9).

Skolyozun cerrahi tedavisinde, ilk başarılı sonuçlar 20. Yüzyılın başlarında Hibbs tarafından bildirilmiştir. 1911 yılında, vertebra tüberkülozuna bağlı deformiteleri düzeltmek için tarif ettiği posterior füzyonla cerrahi tedavi yöntemini skolyoz tedavisinde de kullanmaya başlamış, 1929 senesinde 59 skolyoz vakasında uyguladığı posterior füzyon sonuçlarını yayınlamıştır (8,9).

1940 yılından sonra Cobb ve Risser tarafından yapılan çalışmalarla cerrahi tedavinin temelleri oluşturulmuştur. Cobb tarafından deformitenin radyolojik ölçüm metodu tarif edilmiştir. Risser ise cerrahi öncesinde, deformiteyi olabildiğince düzeltmek amacı ile düzeltici-gerici alçı (turn-buckle cast) kullanımını tarif etmiştir (8,9). 1945 yılında Walter Blount ve Al Schmidt skolyozun konservatif tedavisinde kullanılacak olan Milwaukee korsesini geliştirmişlerdir (8,9). Yine aynı yıllarda Boston gurubunun geliştirdiği ortez ortaya çıkmıştır (9-11).

Skolyozun cerrahi tedavisinde deformitenin düzeltilmesine yönelik en büyük ilerleme Harrington enstrümantasyon sisteminin kullanılmaya başlanması ile sağlanmıştır. Harrington, 1960 yılında distraksiyon kompresyon çubuklarını geliştirmiş, 1962 yılında ilk tedavi sonuçlarını yayınlamıştır (8,9,12,13).

1966 yılında skolyoz araştırma derneğinin kurulması ile skolyoza bir standardizasyon getirilmiş, skolyozun cerrahi tedavisinde çok büyük aşamalar elde edilmiştir. 1969 yılında Dwyer tarafından ilk kez anterior cerrahi ile deformitenin düzeltildiği bildirilmiş, vida ve tellerden oluşan enstrümantasyon sistemini tarif etmiştir (14). Bu sistem ile düzeltmenin yetersiz kalması üzerine Zielke tarafından yeni bir sistem geliştirilmiştir. Teller yerine yivli çubuklar kullanarak daha rijit bir tespit elde etmiş, 1976 yılında “Ventral Derotasyon Spondilezisi” adı altında sonuçlarını yayınlamıştır (15).

1970’li yıllarda Luque (14,15) önce Harrington enstrümantasyonunu sublaminal teller geçirmek suretiyle kuvvetlendirmiş, 1976 yılında çengellerin gereksiz olduğunu savunarak düz çubuklar ile her omurdan sublaminal tel geçirerek yapılan segmental spinal enstrümantasyonu geliştirmiştir. Yine Luque kullanılan çubuğa dikdörtgen şeklini vermiştir. Nörolojik komplikasyonlar nedeniyle Durummond segmental stabilizasyonu spinöz süreçlerden yapmıştır (15). Önceleri sadece nöromusküler skolyozda kullanılan bu yöntem daha sonraları idiopatik skolyozda kullanılır olmuştur (14).

1980’li yıllarda skolyotik deformitenin üç boyutlu olduğunun anlaşılması üzerine frontal, sagittal ve aksiyel planlarda düzeltmeye olanak sağlayan üçüncü nesil enstrümantasyon sistemleri (Cotrel-Dubousset, TSRH, Isola, Alıcı) geliştirilmiştir

(6,9,12). Bu sistemler ile, posterior elemanların her iki tarafına yerleştirilen çubukların birden fazla çengel ve vidalar ile omurgaya tespit edilmesi ile daha iyi bir düzeltme imkânı elde edilmiş ve eksternal tesbit ihtiyacını ortadan kaldıracak kadar güçlü bir internal tespit sağlanmıştır (5,17,18).

1986 yılında Luque tarafından pedikül vidaları skolyoz cerrahisinde öncelikle lomber bölgede kullanılmaya başlanmış, 1990'lı yıllarda torakal bölgede de pedikül vidalarının güvenle kullanılabileceği gösterilmiştir (19). Poliaksiyel pedikül vidalarının geliştirilmesi ile çubukların yerleştirilmesinde büyük kolaylık sağlanmıştır (12).

1990'lı yıllarda, birinci ve ikinci nesil anterior enstrümantasyon sonrası ortaya çıkan olumsuzlukların ortadan kaldırılması amacı ile, tek çubuklu veya çift çubuklu üçüncü nesil anterior enstrümantasyon sistemleri (Kaneda) geliştirilmiştir (21,22).

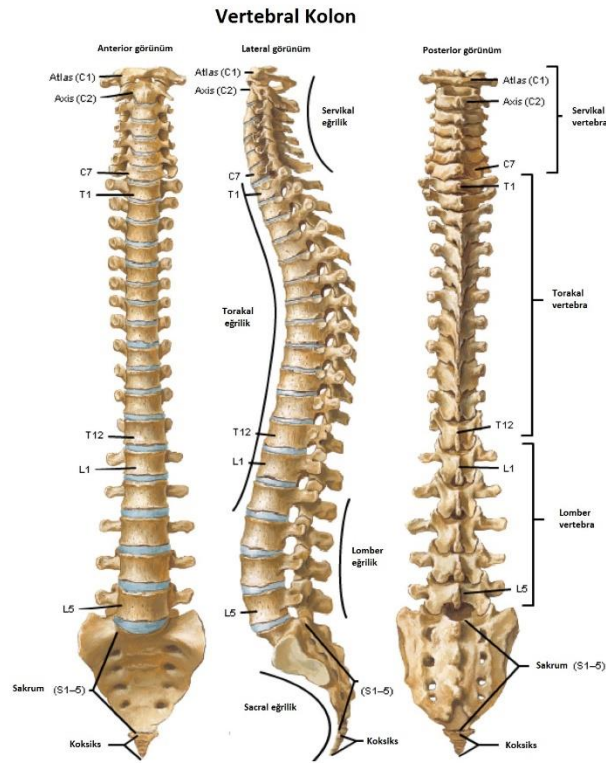
Pedikül vidalarını kullanımının yaygınlaşması ile kanca kullanımı azalmış fakat derotasyon manevrası esnasında pedikülde kırılma ya da kanal içine protrüzyon görülmesi üzerine Suk ve ark. tarafından eğriliğin konkav tarafında da vida yerleştirilmesi ile bu komplikasyonun önüne geçilmiştir (23).

1990'ların sonlarına kadar deformitenin her iki tarafına uygulanan pedikül vidaları sayesinde rod derotasyonu ile elde edilen sagittal ve koronal düzelme, eğriliğin üçüncü boyutu olan transvers plandaki rotasyonel deformitenin daha fazla anlaşılır hale gelince, transvers plandaki bu deformitenin de düzeltilmesi amacıyla Sang-Min Lee ve ark. tarafından vertebra gövdesinin direk rotasyonu tariflenmiştir (24).

2.2. ANATOMİ

Omurganın Anatomisi ve Biyomekaniği Columna vertebralis (omurga), baş ve gövdenin ağırlığını alt ekstremiteye aktaran, medulla spinalis'i çepeçevre sararak koruyan, gövdede yeterli hareketin sağlanmasına izin veren viskoelastik bir sütundur. Vertebra (omur) adı verilen kemiklerin, gövdenin arkasında ve orta çizgi üzerinde üst üste dizilmesi ve ligamentlerle birbirlerine bağlanması ile meydana gelir (25,26).

Erişkin bir insan omurgasında 7 servikal, 12 torakal, 5 lomber, 5 sakral ve 4 koksigeal olmak üzere toplam 33 vertebra bulunmaktadır. İlk 24 vertebra birbirleri ile hareketli eklemler aracılığı ile bağlanmış olduklarından dolayı gerçek vertebra, hareketli vertebra veya presakral vertebra olarak isimlendirilirler. Sakrumu ve koksiksi oluşturan geri kalan 9 vertebra ise kendi aralarında kaynaştıkları için bunlara yalancı vertebra veya sabit vertebra adı verilir (25,26), (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Vertebral kolonun görünümü

Vertebral kolonun, sagittal planda dört adet fizyolojik eğriliği mevcuttur. Torakal ve sakral kifoz embriyonik dönemde geliştiğinden dolayı primer eğrilikler adını alır. Başlangıçta çocuklarda bu eğrilik değerleri erişkinlerden azdır. Kas gücü gelişip denge sağlanınca normal açılara ulaşır. 24 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 (25,26).

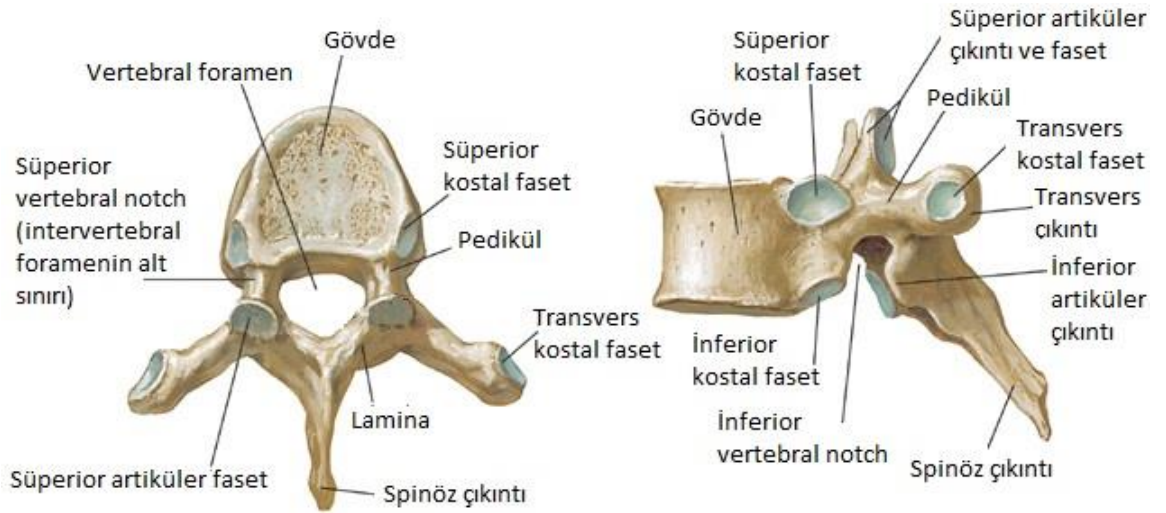
Vertebral kolonun stabilitesi, insanları erekte pozisyonunda tutan ve gövdeyi pelvis üzerinde dengeleyen intrinsek ve ekstrinsek yapılar tarafından sağlanır (25).

İntrensek stabiliteyi sağlayan yapılar:

1. Vertebralar ve intervertebral diskler.
2. Faset eklemler ve bunların kapsülleri,
3. İntraspinöz ve supraspinöz ligamentler, ligamentum flavum, anterior ve posterior longitudinal ligamentler,
4. İntravertebral kaslar ve m.erector spinae'dır

Ekstresek stabilite ise göğüs kafesi tarafından sağlanır. Her kosta, interkostal kaslar ve ligamentler tarafından desteklenir. Bu ligamentler kostaları birbirlerine, vertebraları cisim ve transvers çıkıntılarına bağlar, önden göğüs kafesi sternum ve kostal kıkırdaklar tarafından güçlendirilir. Anterior ve lateral abdominal kaslar da ekstresek destek sağlarlar (25,26).

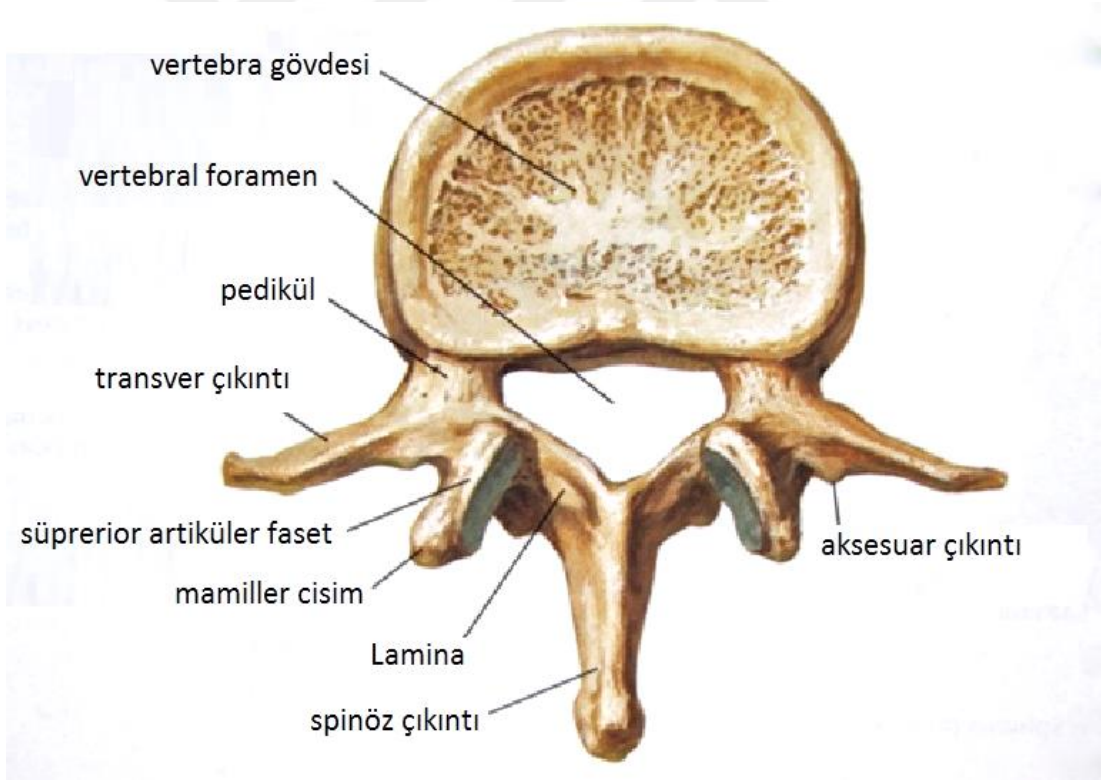
Atlas (C1) ve aksis (C2) haricindeki her bir vertebrada, yerleşim bölgelerine göre değişiklikler göstermekle beraber ortak yapılar bulunmaktadır. Tipik vertebra olarak adlandırılan bu omurlar temel olarak 6 kısımdan oluşmaktadır (Şekil 2.2):



Şekil 2.2. Tipik bir torakal vertebranın görünümü

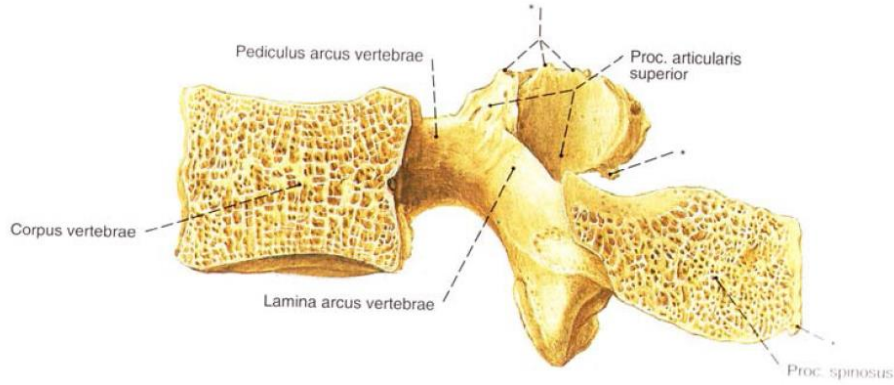
1. Corpus vertebra
2. Arcus vertebra a. Pediculus vertebra b. Lamina vertebrae
3. Foramen vertebrae
4. Processus spinosus
5. Processus transversus
6. Processus articularis inferior ve superior

Corpus vertebrae, en büyük kısmı oluşturur ve silindirik yapıdadır. Kraniumdan pelvise doğru inildikçe çapları artmaktadır. Üst ve alt yüzlerinde kemik korteksi bulunmamaktadır. Pürüzlü olan bu yüzeyler intervertebral disklerin yapışması için uygun ortam oluştururlar. Uç plak adı verilen bu yüzeylerin kenarları çıkıntılıdır (26,28), (Şekil 2.3).



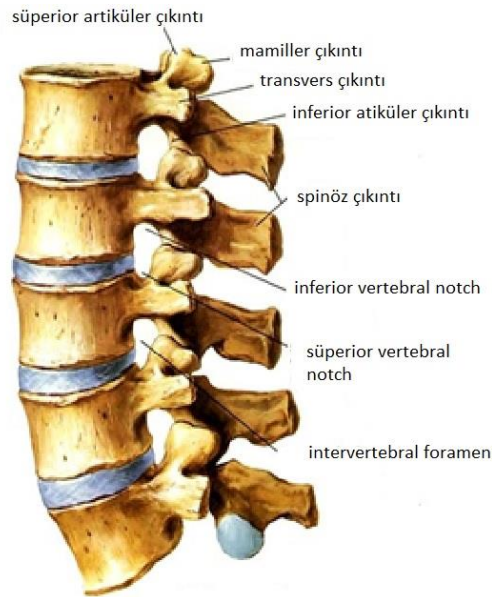
Şekil 2.3 L4 vertebra üstten görünüm

Omur cisimleri, etrafı ince bir kortikal kemik dokusu ile çevrili kansellöz kemikten oluşurlar. Bu kansellöz kemik dokusu, ince lameller halinde superior ve inferior uç plaklara dik şekilde dizilir. Böylece omur cismi aksiyel yüklenmeye karşı en yüksek direnci gösterir. Vertebral arkus ve çıkıntıların kortikal kemik dokusu oranı daha fazladır (25,26), (Şekil 2.4).



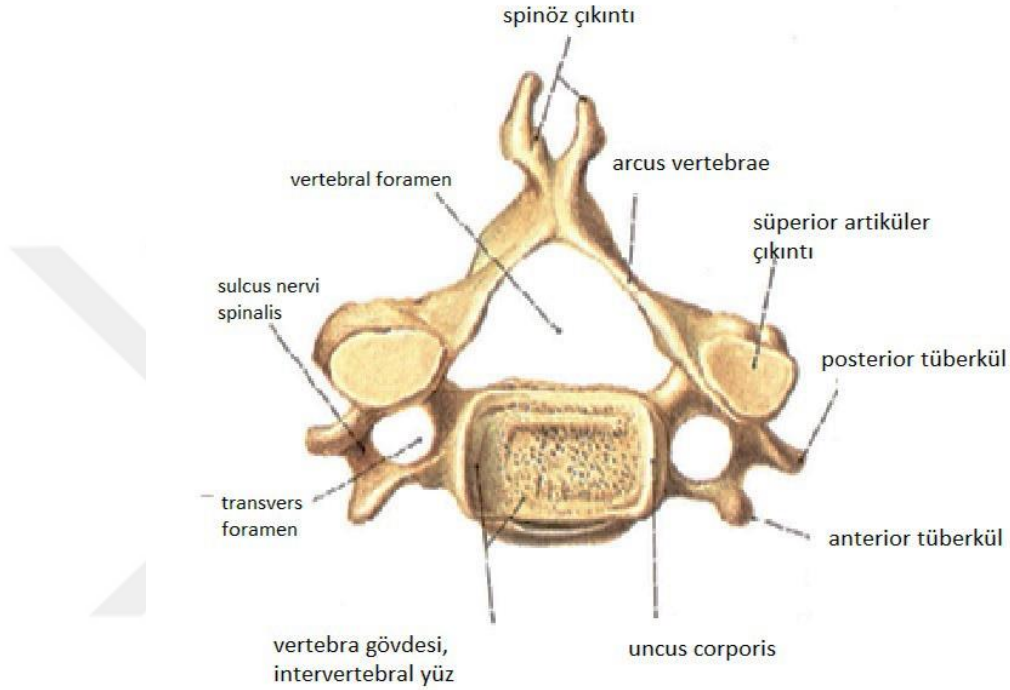
Şekil 2.4. L3 seviyesinde median kesit, vertebra korpusunda kansellöz kemik dokusu

Pediculus vertebrae, omur cisminin posterior ve lateral duvarlarının birleştiği noktada, cismin superior yarısından çıkarak posteriora yönelen kısa ve güçlü oluşumlardır. Pediküllerin superior ve inferiorundaki konkavitelere vertebral çentikler denir ve iki vertebral çentiğin birleşmesi ile foramina intervertebralia oluşur (25,26), (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. Lombervertebralar ve intervertebral foramen oluşumu görülmektedir

Servikal vertebraların korpusları daha kısa ve incedir. Spinal çıkıntıları kısadır. İkinci ile beşinci vertebralar arası spinöz çıkıntılar ikiye ayrılmış olup iki küçük tüberkül ile sonlanır. Transvers çıkıntıları pek gelişmemiştir ve foramen transversarium denilen delikleri vardır. Bunlardan A. ve V. Vertebralis geçer. Vertebral foramen üçgene benzer (25,26), (Şekil 2.6).



Şekil 2.6. Servikal 5. vertebraanın üstten görünümü

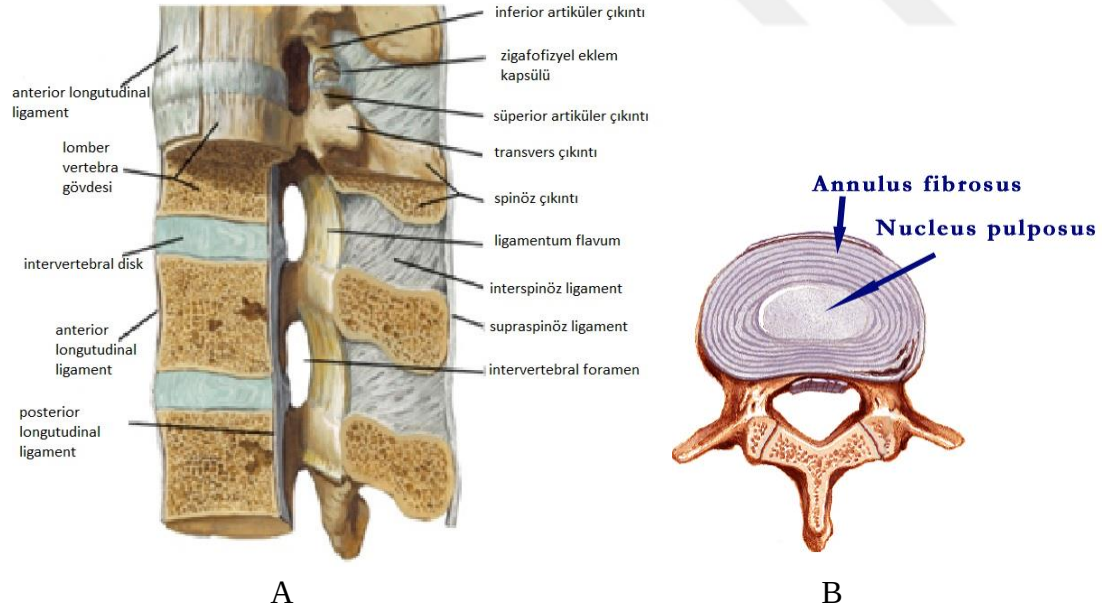
Torakal vertebraların korpuslarının büyüklüğü kaudale doğru gidildikçe artar. Korpusların yan taraflarında, üst ve alt kısımlarının arkalarına yakın olmak üzere kaput kostalis ile eklem yapan iki adet eklem yüzeyi (fovea kostalis sup. ve inf.) vardır. Transvers çıkıntılar yana ve biraz arkaya yönlenmişlerdir. Bu çıkıntıların ön yüzlerinde kaburga tüberkülleriyle eklem yapan eklem yüzeyleri (fovea kostalis transversalis) vardır. 11. ve 12. vertebralarda bunlar bulunmaz (25,26).

Lomber vertebraların korpusları diğer vertebralarinkinden büyük olup üstten bakıldığında fasülyeye benzer. Transvers çıkıntıları az gelişmiştir ve rudimenter kalan kaburga taslakları ile birleşerek önden arkaya doğru çıkıntı oluştururlar. Spinöz çıkıntıları kısa, geniş ve dolgundur. Korpusların ön yüksekliği arkaya nazaran daha

fazladır. Üst eklem çıkıntısının dış yan yüzlerinde prosessus mamillaris adında tüberküleri vardır (25,26).

Vertebra korpusları, intervertebral diskler aracılığıyla birbirlerine bağlanırlar. Bunlar amfiartrodial tipte eklemleşmeyi sağlayan, fibrokartilajinöz yapıdaki oluşumlardır. Omurgada 23 adet disk mevcuttur ve bir üst vertebraya göre isimlendirilirler. Disklerin büyüklük ve şekilleri omur cismi ile uyumludur. Disklerin kalınlıkları 5 ile 12 mm arasında değişir. Böylece sakrum ve koksiks hariç omurga uzunluğunun dörtte birini teşkil ederler (26,28).

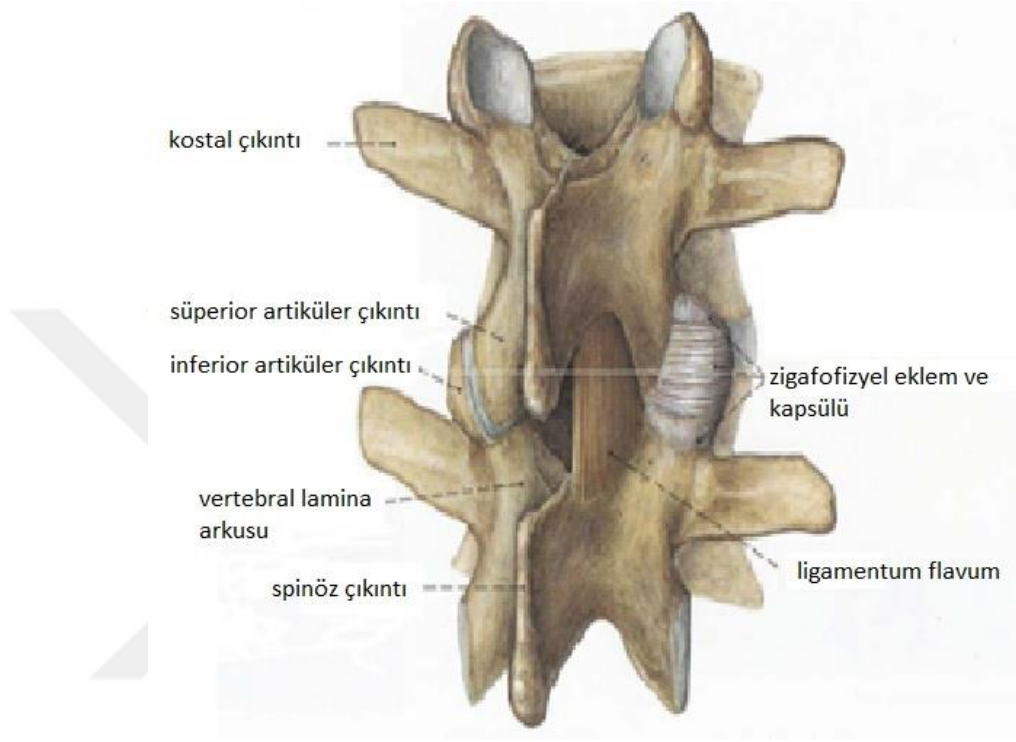
Disklerin orta kısımları yumuşak, jelatinöz bir maddeden yapılmıştır. Notokord artıklarından meydana gelen bu kısımlara nükleus pulposus adı verilir. Nükleus pulposusun etrafı, kollajen lifler ve kıkırdak hücreleri taşıyan fibrokartilajinöz dokudan yapılmış bir halkayla çevrilmiştir. Bu yapıya annulus fibrosus adı verilir. Disklerin alt ve üst yüzlerinde fibrokartilajinöz doku değişerek, vertebra korpuslarının üst ve alt yüzeylerini örten hyalin kıkırdak tabakasını oluşturur (25,26,28), (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. A- Lomber bölgede diskus intervertebralis ve komşu vertebra korpusları ile ilişkisi, median kesit. B- Diskus intervertebralis seviyesinde transvers kesit

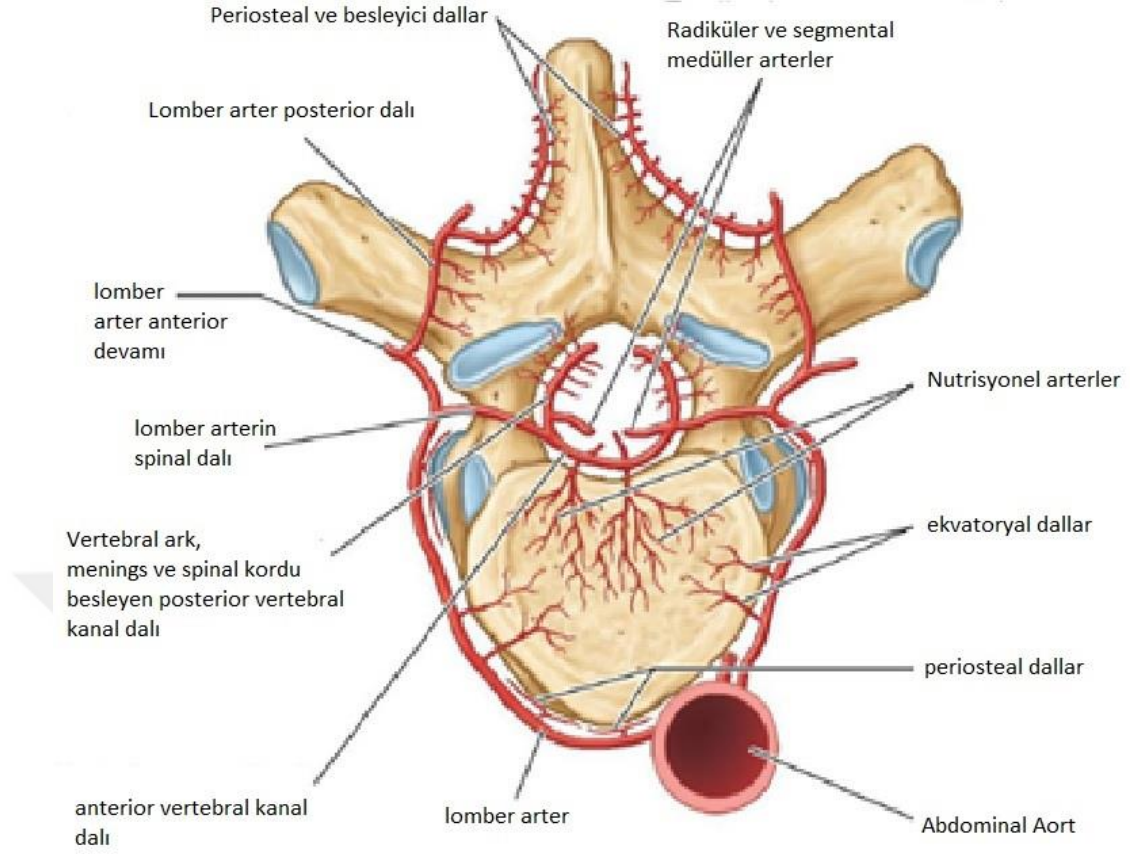
Damarsal yapıları bulunmayan diskler beslenmeleri için gerekli olan oksijen, glikoz gibi maddeleri komşuluk yaptıkları omurların spongiöz kemik yapılarından

difüzyon yolu ile alırlar. 18,19 Omurganın arka elementleri birbirlerine diartroz cinsinden eklemler ve elastiki bağlarla bağlanmıştır. Bu eklemlere faset eklemler denir. Diğer diartroz eklemlerde olduğu gibi, bunların da eklem kıkırdakları, boşlukları, kapsül ve sinoviyal zarları bulunmaktadır (25,26), (Şekil 2.8).



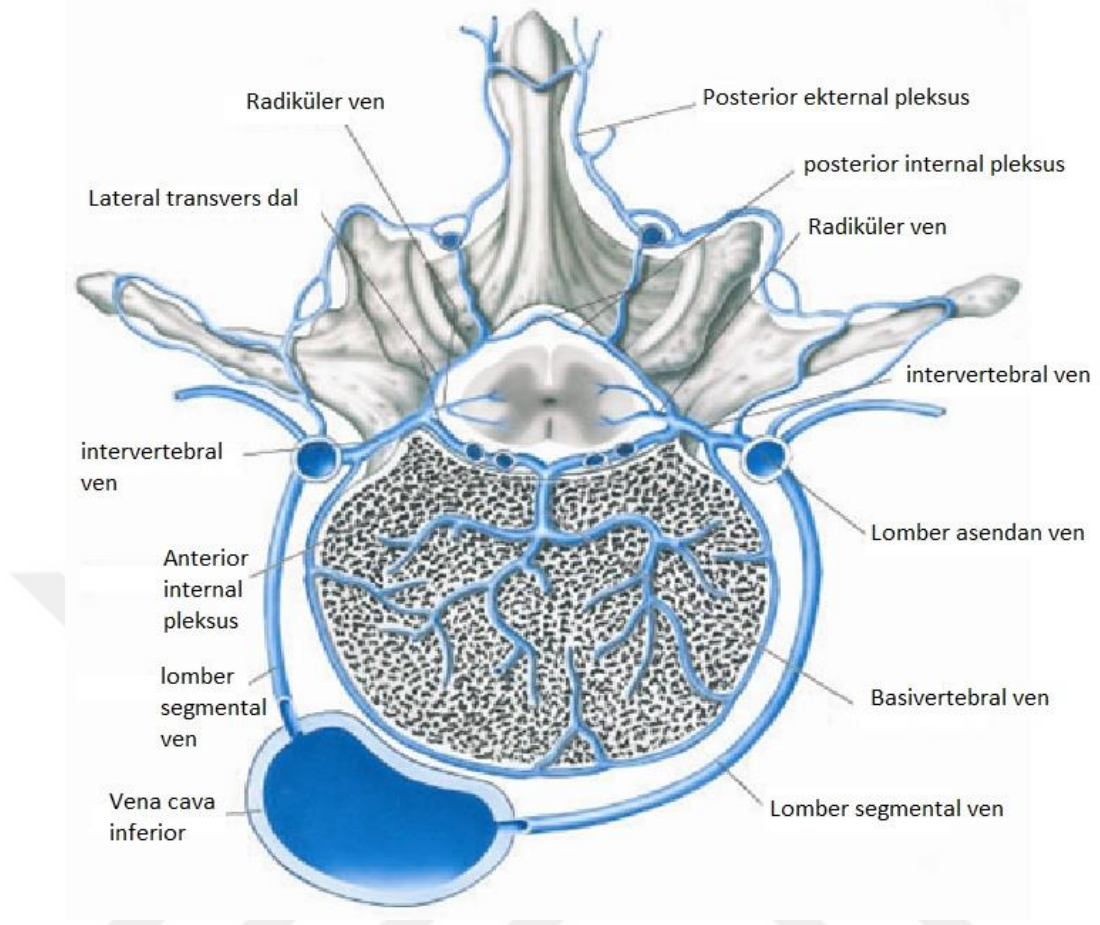
Şekil 2.8. Processus articularis'lerin oluşturduğu faset eklem, arkadan görünüşü

Omurganın kanlanması, segmenter arterler veya ilgili omura gelen bölgesel arterler tarafından sağlanır. Anterior santral ve postlaminar arterler intervertebral foramenden girerek, nöral, epidural ve menenjial dokuları kanlandırırlar. Posterior santral ve prelaminar arterler ise internal arterlerden oluşur ve omurga orta kısmını, özellikle iki taraflı olarak korpuları ve arkusları kanlandırırlar (26,28), (Şekil 2.9).



Şekil 2.9. Omurganın arteriyel dolaşımı

Venöz dolaşımı internal ve eksternal venöz pleksus sağlar. Eksternal venöz pleksus küçük ön ve arka eksternal venlerden oluşur. Öndeki, korpusların ön ve yan kısımları ile segmenter arter arka dalının kanlandığı bölgelerin venöz dolaşımını sağlar. Arka eksternal venler ise intervertebral delikten çıkarak azigos vene dökülür. İnternal venöz pleksus korpus arka yüzü boyunca uzanır ve disk üzerinde anastomoz yaparak segmenter bir zincir halini alır (26,28), (Şekil 2.0).



Şekil 2.10. Omurganın venöz dolaşımı, transvers kesit

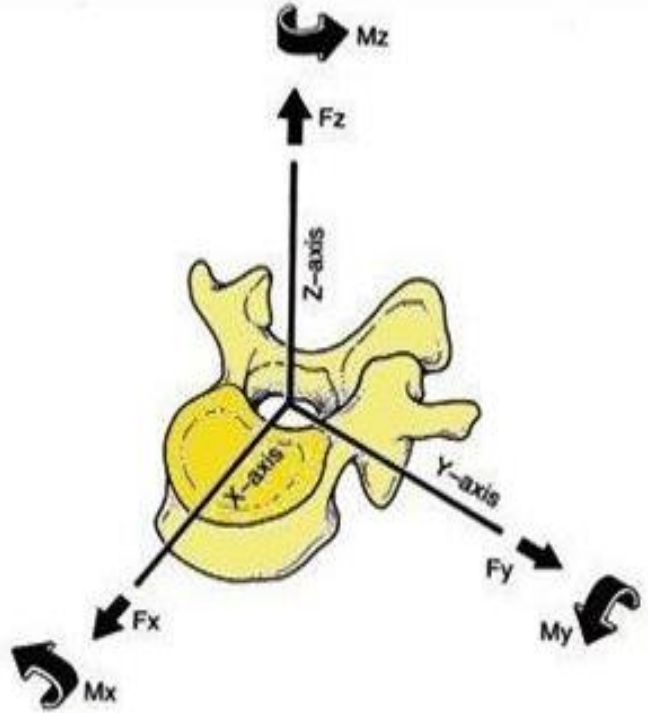
2.3. BİYOMEKANİK

Vertebral kolon, vücut hareketleri esnasında kompresyon, gerilme, eğilme, makaslama ve torsiyon gibi çeşitli kuvvetlere maruz kalır. İntervertebral disk, omurga çevresindeki ligamentler ve kaslar bu kuvvetlere karşı koyarak stabil yapının devamlılığını sağlarlar (7,29).

Erişkin bir insan omurgası sagittal planda incelendiğinde, servikal ve lomber bölgede lordoz, torakal ve sakral bölgede kifoz görülmektedir. Bu fizyolojik eğriliklerin amacı, omurganın aksiyel kompresyon güçlerine karşı direncini arttırmaktır (7,29).

Vertebral kolonunun fonksiyonel birimi hareket segmentidir. Hareket segmentinin anterior kısmını iki omur cismi, intervertebral disk ve anterior ligamentler oluşturur. Posterior kısım ise intervertebral eklemler, posterior ligamentler, transvers ve spinöz çıkıntılar tarafından oluşturulur (29).

Her bir vertebranın hareketini tanımlayabilmek amacı ile kartezyen koordinat sistemi kullanılır. Bu sistemde X,Y ve Z olmak üzere üç eksen vardır. Bu eksenlerin her birinin çevresinde ikişer rotasyon ve ikişer kayma hareketleri yapılabileceğinden. rotasyonun anlık eksenini çevresinde 12 potansiyel hareket meydana gelir. Rotasyonun anlık eksenini, her hareket segmentinin bağlı olduğu koordinat sisteminin merkezidir. Vertebra cismi bu eksen etrafında hareket eder (29,30), (Şekil 2.11).

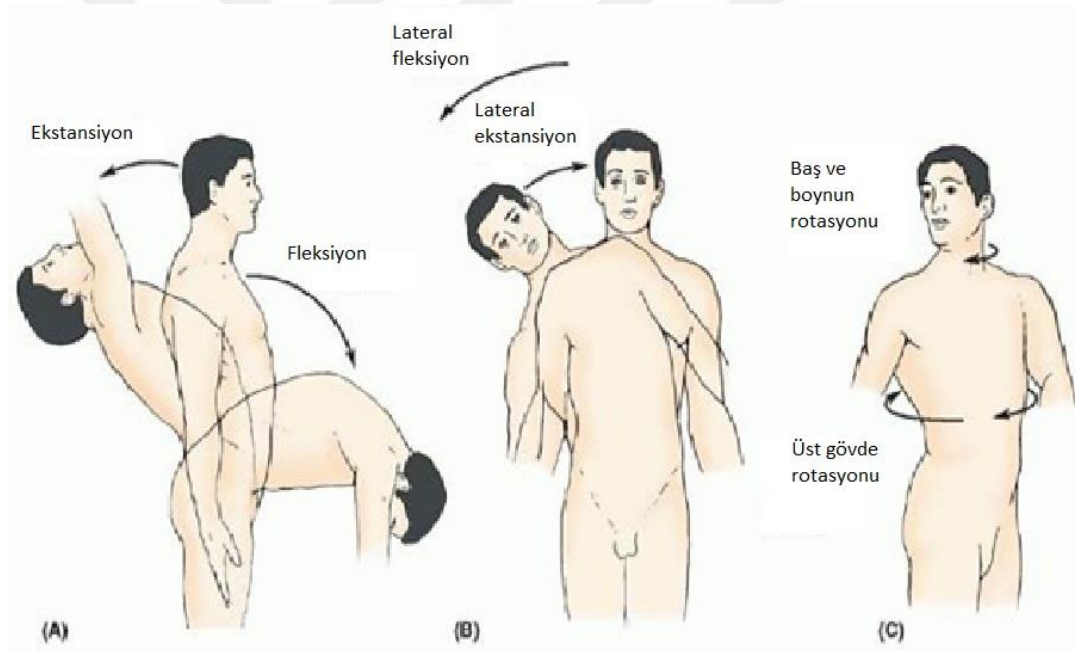


Şekil 2.11. Kartezyen koordinat sistemi üzerinde rotasyonun anlık eksenini ve hareketleri

Omurganın fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri sagittal düzlemde meydana gelir. Servikal bölgede 40° fleksiyon, 75° ekstansiyon; lomber bölgede 60° fleksiyon, 35° ekstansiyon; torakolomber bölge bütün olarak değerlendirildiğinde ise 105° fleksiyon, 60° ekstansiyon hareketi mevcuttur (7,29), (Şekil 2.12).

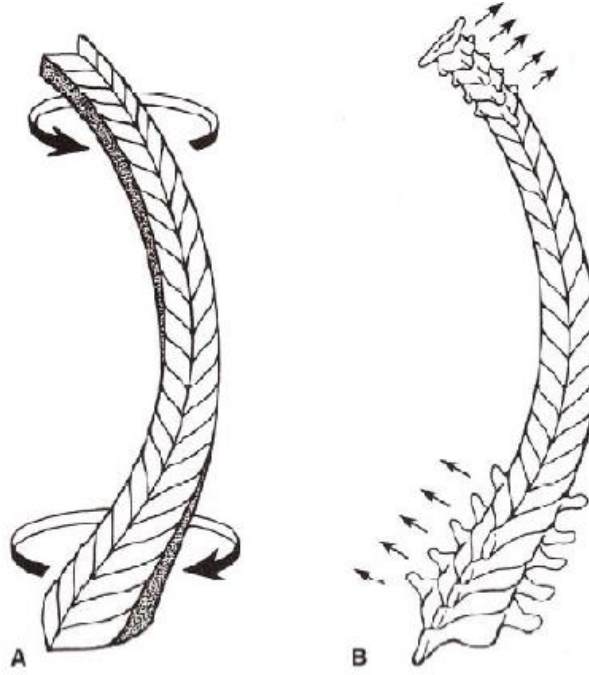
Lateral fleksiyon hareketli frontal düzlemde meydana gelmektedir. Servikal bölgede 35-45°, torakal bölgede 20° ve lomber bölgede 20° olmak üzere kranyumdan sakruma kadar toplam 75-95 derecedir (7,29), (Şekil 2.12).

Omurganın rotasyonel hareketleri alt segmentlere inildikçe azalmaktadır. Servikal bölgede 45-50°, torakal bölgede 35°, lomber bölgede ise 5° rotasyon mevcuttur. (Şekil 2.12) Torakal omurlarda faset eklemler yatay yerleşimli olduğu için rotasyonel hareket daha fazladır. Lomber omurlarda ise faset eklemler dikey yerleşimli olduklarından dolayı rotasyonel hareketlere direnç gösterirler. Yürüyüş esnasında üst 7 torakal segment omuzla birlikte dönerken, T7 altındaki segmentler pelvis ile birlikte karşı yöne doğru dönmektedir. Buna “coupling fenomeni” denilir (29,30), (Şekil 2.13).



Şekil 2.12. Omurga hareketleri;

A-Ekstansiyon ve fleksiyon, B- Lateral fleksiyon, C- Rotasyon



Şekil 2.13. “Coupling fenomeni

Vertebraların büyüklük ve kütleleri alt segmentlere inildikçe artmaktadır. Bu durum vertebraların giderek artan yüklere karşı adaptasyonunu göstermektedir. Özellikle vertebra cismi aksiyel yüklenmelere karşı koymaktadır. Cisim üzerine binen yük kortikal ve spongioz kemik üzerinden alt segmentlere iletilir. Korteks oldukça ince yapıdadır. Trabeküler yapıdaki spongioz kemik gelen yükün bir miktarını, periferde doğru elastik deformasyon göstererek absorbe eder (29,30).

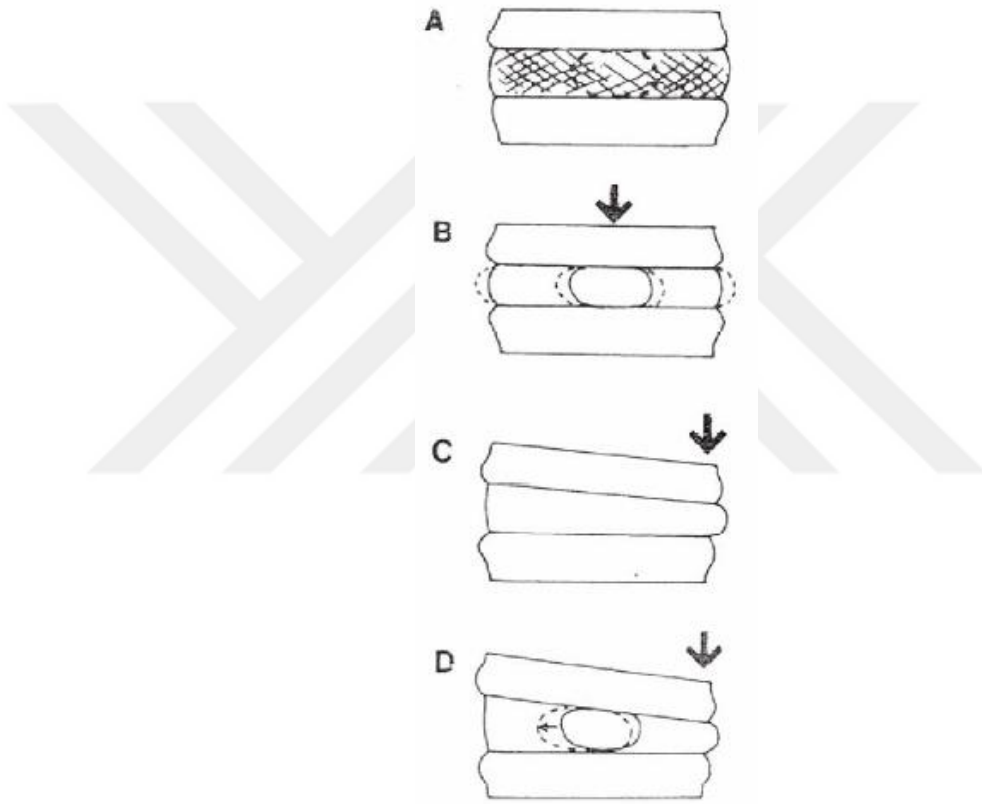
Uç plak, trabeküllerden gelen yükün diske, diskten gelen yükün trabeküllere iletilmesini sağlar. Elastisite ve şok absorpsiyonu özellikleri yoktur. Omurga üzerine binen aşırı yüklenme sonucu kırılmaya en uygun bölgedir (7,29).

Pediküller yoğun kortikal kemik içeriğinden dolayı oldukça sağlam yapılardır. Pedikül büyüklüğü ve yapısı, pedikül vidasının yerleştirilmesine ve güçlü tutunmasına olanak sağlamaktadır (29,30).

Hareket segmentinde her iki vertebra cismi arasında bulunan intervertebral disk, ortada viskoelastik yapıdaki nükleus pulposus ve bu yapıyı çevreleyen anullus fibrosustan oluşmaktadır. Hareket segmentinin yüklenmeye karşı dayanıklılığı en fazla olan bölümdür. Elastik deformasyon yeteneği sayesinde yükün bir kısmını absorbe

eder. Viskoelastisite, hücreler arası matriksin sıvı alış verışı ve yapısını oluşturan makromoleküllerin varlığından kaynaklanmaktadır (29,30).

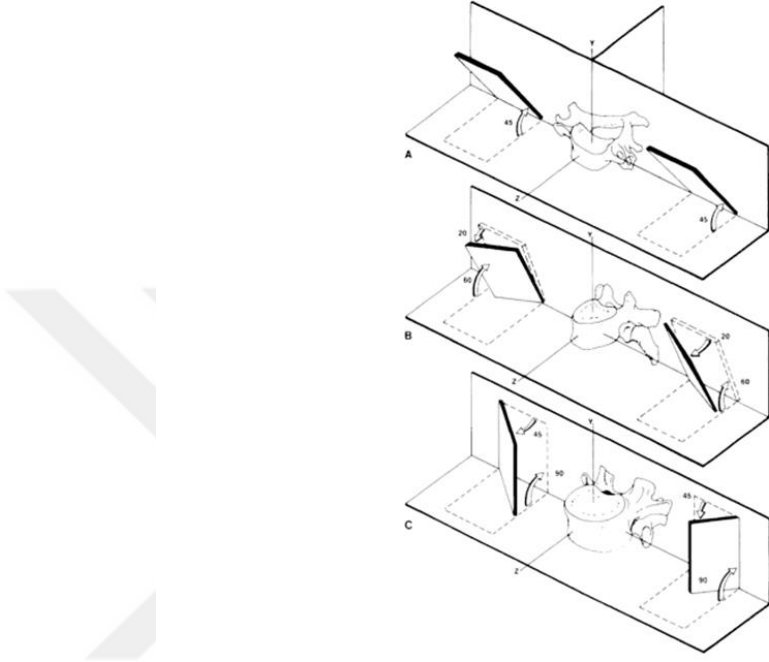
Annullus fibrosus tabakalarını oluşturan kollajen lifler birbirlerini çaprazlayacak şekilde yerleşmişlerdir. Bu yapısı sayesinde torsiyonel kuvvetlere karşı oldukça dayanıklıdır. İntervertebral diske uygulanan yüklenme sonucu disk deforme edildiğinde, nükleus pulposus basınç etkisi ile yüklenmenin tersi tarafa hareket eder (29), (Şekil 2.14)



Şekil 2.14. Nucleus pulposus ve annulus pulposus'un basınç etkisi ile hareketleri

Faset eklemler stabilite açısından çok önemli yapılardır. Rotasyonun anlık eksenine komşuluğu nedeniyle ön ve arka kolonlar arasında menteşe görevi yaparlar. Ayrıca yük taşıma fonksiyonu da vardır. Omurga hiperekstansiyondayken faset eklemlere binen yük en üst düzeydedir. Makaslama kuvvetlerine karşı koymada da önemli rol oynarlar (29,30).

Faset eklem oryantasyonları servikal bölgede koronal planda olduğundan dolayı, tüm hareketlere karşı daha az kısıtlayıcıdır. Lomber bölgede ise fasetler sagittal düzlemde oryante olmuşlardır. Bu nedenle fleksiyona karşı az direnç gösterirken, rotasyona karşı dirençleri fazladır (29), (Şekil 2.15).



Şekil 2.15. Faset eklem oryantasyonları,

A- Servikal, B- Torakal, C- Lomber

Ligamentler, gerilmeye karşı direnç göstererek omurganın stabilizasyonunda önemli görevler almaktadır. Posteriordeki ligamentler fleksiyona karşı koyarken, anteriordaki ligamentler ekstansiyona karşı koyarlar. Bir ligamentin etkinliğindeki en önemli iki faktör, o ligamentin iç kuvveti ve etkisini gösterdiği moment kolunun uzunluğudur. Anterior longitudinal ligament, posterior longitudinal ligamente göre iki kat daha güçlüdür. Posterior ligamentler arasında en uzun moment kolu olan interspinöz ligamentler, fleksiyona karşı en fazla gerilim gösteren ligamentlerdir. Ekstansiyon boyunca en fazla direnç anterior longitudinal ligamentler tarafından uygulanır (29,30).

2.4. SKOLYOZ

2.4.1. Tanımı ve Sınıflaması

Skolyoz, omurganın en yaygın deformitesidir. Ayakta çekilen direkt grafilere, frontal planda 10° ve üzerindeki lateral eğrilikler skolyoz olarak tanımlanmaktadır. Skolyozda deformite sadece frontal planla sınırlı kalmamakta, sagittal ve aksiyel planları da içine alan üçboyutlu bir deformite ortaya çıkmaktadır. Frontal planda laterale kayma, aksiyel planda rotasyon ve sagittal planda lordoza neden olan intervertebral ekstansiyon görülmektedir (6,7).

Günümüzde geçerliliğini koruyan en geniş skolyoz sınıflaması 1973 yılında Amerikan Skolyoz Araştırma Cemiyeti (Scoliosis Research Society – SRS) tarafından etiyolojiye göre yapılmıştır (31-33):

- 1) Yapısal (strüktürel) skolyoz
 - a) İdiyopatik skolyoz
 - i) İnfantil (0-3 yaş)
 - ii) Juvenil (3-10 yaş)
 - iii) Adölesan (>10yaş)
 - b) Konjenital skolyoz
 - i) Formasyon yetersizliği
 - (1) Kama (wedge) vertebra
 - (2) Hemivertebra
 - ii) Segmentasyon Yetersizliği
 - (1) Tek taraflı (unsegmented bar)
 - (2) Çift taraflı (sinostoz-blok vertebra)
 - iii) Karışık tip (segmentasyon + formasyon yetersizliği)
 - c) Nöromusküler skolyoz
 - i) Nöropatik

- (1) Üst motor nöron
 - (a) Serebral palsi
 - (b) Spinoserebellar dejenerasyon
 - (i) Freidreich hastalığı
 - (ii) Charcot Marie Tooth hastalığı
 - (iii) Roussy Levy hastalığı
 - (c) Siringomiyeli
 - (d) Spinal kord tümörü
 - (e) Spinal kord travması
 - (f) Diğer
 - (2) Alt motor nöron
 - (a) Poliomyelit
 - (b) Diğer viral miyelitler
 - (c) Travmatik
 - (d) Spinal musküler atrofi
 - (i) Werdnig Hoffman hastalığı
 - (ii) Kugelberg Welande hastalığı
 - (e) Miyelomeningosel (paralitik)
 - (3) Disotonomi (Riley Day sendromu)
 - (4) Diğer
- ii) Miyopatik
- (1) Artrogripozis
 - (2) Musküler Distrofi
 - (a) Duchenne (Psödohipertrofik)
 - (b) Limb-girdle

- (c) Facioscapulohumeral
- (3) Fiber tip disproportion
- (4) Konjenital hipotoni
- (5) Miyotonia distrofika
- (6) Diğer
- d) Nörofibromatozis
- e) Mezenşimal hastalıklar
 - i) Marfan sendromu
 - ii) Ehler Danlos sendromu
 - iii) Diğer
- f) Romatoid hastalıklar
- g) Travmatik
 - i) Kırık
 - ii) Cerrahi
 - (a) Laminektomi sonrası
 - (b) Torakoplasti sonrası
 - iii) Radyasyon
- h) Ekstrapinal kontraktürler
 - i) Ampiyem sonrası
 - ii) Yanık sonrası
- i) Osteokondrodistrofi
 - i) Diastrofik cücelik
 - ii) Mukopolisakkaridozis (örnek: Morquio sendromu)
 - iii) Spondiloepifiziel displazi
 - iv) Multiple epifiziel displazi

- v) Diğer
- j) Kemik enfeksiyonu (akut veya kronik)
- k) Metabolik hastalıklar
 - i) Raşitizm
 - ii) Osteogenezis imperfekta
 - iii) Homosistinüri
 - iv) Diğer
- l) Lumbosakral eklemlerle ilgili patolojiler
 - i) Spondilolizis ve spondilolistezis
 - ii) Lumbosakral bölgedeki konjenital anomaliler
- m) Tümörler
 - i) Vertebral kolon tümörleri
 - (a) Osteoid osteoma
 - (b) Histiositozis-X
 - (c) Diğer
 - ii) Spinal kord tümörleri
- 2) Yapısal olmayan (non-strüktürel) skolyoz
 - a) Postural skolyoz
 - b) Histerik skolyoz
 - c) Sinir kökleri irritasyonu
 - i) Disk hernisi
 - ii) Tümörler
 - d) İnflamatuvar (örnek: apandisit)
 - e) Alt ekstremité eşitsizliğine bağlı
 - f) Kalça eklemi etrafındaki kontraktürlere bağlı

Yapısal olmayan skolyozlarda, lateral eğrilikle birlikte omurga yapısal olarak normaldir, omurgada rotasyon ve trunkal asimetri yoktur. Postüral skolyoz, genellikle 10 yaşından sonra ve daima solda görülür. Aktif kas gücü ile kendisi, hafif derecedeki eğriliğini düzeltebilir. Histerik skolyoz nadir görülür ve psikiyatrik tedavi sonrasında sıklıkla düzelir. Bacak boyu eşitsizliği ve kalça eklemi etrafında görülen kontraktürlerin neden olduğu pelvik çarpıklığa bağlı skolyoz grubunda, erken yaşta bu sorunlar giderildiğinde skolyoz da kaybolur (7).

Yapısal skolyozlarda, vertebranın lateral eğriliği ve rotasyon birlikte görülür. Zamanla vertebral kolon ve çevre dokularda patolojik değişiklikler gelişir (6,7).

2.4.2. Terminoloji

- Yapısal (strüktürel) eğrilik: Omurgada fiks lateral eğriliği tanımlar. Normal fleksibilitesini kaybetmiş, lateral angulasyonu ve rotasyonu olan eğriliklerdir. Yana eğilme ve traksiyon grafilerinde tam düzelme gözlenmez (6)
- Yapısal olmayan (non-strüktürel) eğrilik: Fiks rotasyon ve lateral angulasyonu olmayan, traksiyon veya lateral bending grafilerde tama yakın düzelme gösteren eğriliklerdir.
- Primer eğrilik: İlk ortaya çıkan yapısal eğriliktir. -Kompensatuvar (sekonder) eğrilik: Normal vücut aksının sağlanması için gelişen, yapısal komponentin üst veya altında yer alan ikincil eğriliktir. İlk aşamada yapısal olmayan tiptedir. Fakat zamanla dokuların bulundukları pozisyonda fiks olmaları sebebiyle yapısal hale gelebilirler (6).
- Majör eğrilik: Daha büyük ve daima yapısal olan eğriliktir. -Minör eğrilik: Daha küçük olan eğriliktir. Yapısal veya yapısal olmayan tip olabilir.
- Çift major eğrilik: Genellikle aynı derecede ve rotasyonda, iki yapısal eğriliğin birlikte bulunduğu skolyozdur.

- 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.
- Apikal vertebra/Disk translasyonu: Apikal vertebra veya diskin orta noktasının midsakral çizgiye milimetre cinsinden uzaklık miktarıdır. Özellikle torakolomber ve lomber skolyozlu hastalarda dekompanseasyonu belirlemek ve takip etmek için bu değerin ölçülmesi gereklidir (6,34).
- Nötral vertebra: Eğriliğin alt ve üstünde, rotasyonu olmayan ilk vertebradır. -Stabil vertebra: Midsakral çizginin tam ortasından geçtiği vertebradır.
- End vertebra: Eğriliğe katılan vertebralardan, eğriliğin konkavitesine en fazla eğimi olan, en proksimalde (üst end vertebra) ve en distalde (alt end vertebra) bulunan vertebralardır.
- Denge, Kompensasyon: Oksiputun orta noktasının sakrum üzerinde, omuzların ise kalçalar üzerinde vertikal aks boyunca aynı planda yer almalarıdır. Röntgenografik olarak yapılan ölçümlerde, eğriliğin bir tarafındaki açılarının toplamının diğer taraftaki açılarının toplamına eşit olmasıdır (6,34).
- Pelvik çarpıklık (obliquity): Frontal planda, pelvisin horizontal düzlemdeki deviasyonudur. Eğer pelvik çarpıklık bacak uzunluk farkından dolayı ise kısalık giderildikten sonra ölçülmelidir (6,34).
- Rotasyon: Vertebranın transvers plandan angulasyonudur. Sağ ve sol terimleri eğriliğin konveksite yönünü göstermektedir. Eğrilikler apikal vertebranın seviyesine göre isimlendirilirler (6,34):

Servikal eğrilik: Apikal vertebra C1 - C6 arasındadır.

Servikotorakal eğrilik: Apikal vertebra C7 - T1 arasındadır.

Torakal eğrilik: Apikal vertebra T2 - T11 arasındadır.

Torakolomber eğrilik: Apikal vertebra T12 - L1 arasındadır.

Lomber eğrilik: Apikal vertebra L2 - L4 arasındadır.

Lumbosakral eğrilik: Apikal vertebra L5 - S1 arasındadır.

Skolyotik deformitelerin tanımlanmasında deformitenin derecesi, lokalizasyonu, yönü ve etiyojisi belirtilmelidir. Örneğin "40° sağ torakolomber adölesan idiyopatik skolyoz" gibi (6,34).

2.4.3. İdiyopatik Skolyoz

İdiyopatik skolyoz yapısal nedenli skolyozların yaklaşık %80'ini oluşturmakta olup deformitenin nedeni bilinmemektedir. İdiyopatik skolyozun tanısı, iyi bir fizik muayene ile nörolojik nedenler ve diğer belirtilerin (örneğin, nörofibromatoziste cilt lekeleri gibi) tespit edilmemesi, radyolojik muayene ile de doğumsal anomalilerin ekarte edilmesi ile konulabilir (6,7,35).

İdiyopatik skolyoz büyüme çağında herhangi bir yaşta ortaya çıkabilir. Ortaya çıkışı bakımından üç zaman diliminde zirve yapar. Yaşamın ilk senesi, 5 ila 6 yaşları arası ve 11 yaşından iskelet gelişiminin tamamlanmasına kadar geçen süreç en sık karşılaşılan zaman dilimleridir. Bu şekilde idiyopatik skolyoz, deformitenin başladığı yaşa göre üç gruba ayrılır (6,35):

1. İnfantil idiyopatik skolyoz: 3 yaşın altındaki deformitelerdir. Erkeklerde daha sık görülmekte beraber, genellikle sol torakal eğriliklerdir. Kompensatuvar eğrilikleri yoktur.
2. Jüvenil idiyopatik skolyoz: 3 ila 10 yaşları arasındaki deformitelerdir. Erkek ve kızlarda eşit oranda görülmektedir. Sıklıkla eğrilik sol torakal yönde olup ilerleyici özelliği ön plandadır.
3. Adölesan idiyopatik skolyoz: 10 yaş ile iskelet gelişiminin tamamlanmasına kadar ortaya çıkan deformitelerdir. Kızlarda daha sık görülür. Genellikle sağ torakal ve sol lomber eğrilik görülür.

Bu üç grup arasında en sık görülen adölesan idiyopatik skolyozdur (6,7,35).

2.5. ADÖLESAN İDİYOPATİK SKOLYOZ

2.5.1. Prevelans

Prevalans, belirli bir zamanda, belirli bir durumun görüldüğü kişilerin topluma oranıdır. Skolyoz prevalansını saptamak için tüberküloz taramalarında kullanılan akciğer radyografileri değerlendirilmiştir. Bu yöntem kullanıldığında, lomber omurganın görüntülenmemiş olması, radyografilerin yetersiz kalitede ve film boyutlarının küçük olması gibi dezavantajlar görülmüş, diğer bir yöntem olan okul taramalarında daha güvenilir sonuçlar elde edilmiştir (6,7,35).

Bu taramalar sonucunda 10° üzerinde skolyoz prevalansı %1.5-3.0, 20° üzerinde %0.3-0.5, 30° üzerinde ise %0.2-0.3 olarak bulunmuştur (6).

Ülkemizde Prof. Dr. Veli Lök ve arkadaşları tarafından yapılan taramada skolyoz prevalansı %1.3 olarak tespit edilmiştir. 35 Prof. Dr. Emin Alıcı ve arkadaşları tarafından yapılan araştırmada bu oran %1.5 olarak bulunmuştur (7).

İdiyopatik skolyoz ve cinsiyet arasında kesin bir ilişki vardır. Bu ilişki özellikle eğriliğin derecesi arttıkça daha belirgin hale gelir. Rogala ve ark. yaptığı çalışmada, kız/erkek oranı; 6° ila 10° arasında 1:1, 11° ila 20° arasında 1.4:1, 21° üzerinde tedavi gerektirmeyen hastalarda 5.4:1 ve ortopedik müdahale gerektirecek hastalarda ise 7.2:1 olarak tespit edilmiştir. Bu klinik gözlemler sonucunda, kızlarda ilerlemenin daha çok görüldüğü kanıtlanmıştır (6,35).

2.5.2. Etiyoloji

Birçok araştırma yapılmasına rağmen, günümüzde idiyopatik skolyozun nedeni tam olarak bilinmemektedir. Son yıllarda etiyolojiye yönelik araştırmalar, santral sinir sisteminde fonksiyon bozukluğu, bağ dokusu anomalileri ve genetik faktörler üzerinde yoğunlaşmıştır (6,35,36).

2.5.2.1. Nörolojik Fonksiyon Bozukluğu

Vestibüler, oküler ve propriyoseptif sistem bozuklukları dengeyi bozulmasına neden olur. Skolyoz hastalarında kontrol grubuna kıyasla vibrasyon uyarısına karşı cevabın önemli ölçüde azaldığı, sağ ile sol taraf arasında asimetrisinin bulunduğu gösterilmiştir. 1,31 İdiyopatik skolyoz için diğer bir nörolojik teori de melatoninin normal omurga gelişimindeki düzenleyici rolüdür. Pineal bez tarafından salgılanan bu nörohormon günlük ritmi kontrol eder. Yapılan deneylerde pineal bezi çıkartılmış tavuklarda skolyoz geliştiği gözlemlenmiştir. Bunun sebebi olarak, melatonin yetmezliğinin propriyoseptif sistemin normal simetrik büyümesini engelleyerek paraspinal kaslarla omurgayı etkilediği düşünülmüştür. Kontrol grubu ile kıyaslandığında, idiyopatik skolyoz hastalarında melatonin düzeyi düşük bulunmuştur (6,35,36).

2.5.2.2. Bağ Dokusu Anomalileri

Skolyotik hastaların ligamentum flavum lifleri histolojik olarak incelendiğinde, fibroelastik sistemde, lif yoğunluğunun azaldığı ve düzensiz dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Bu bulgular eşliğinde elastik fibröz sistemin (özellikle fibrillin) idiyopatik skolyoz patogenezinde rolü olduğu düşünülmektedir (6,35,37).

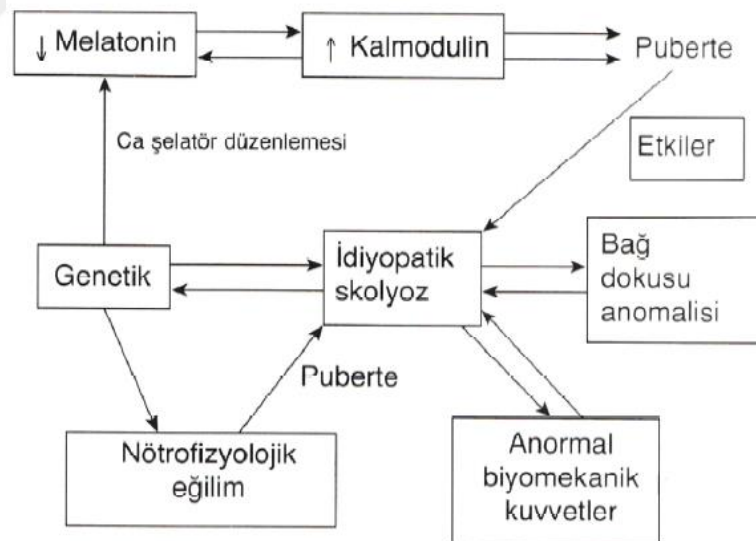
İdiyopatik skolyozlu hastaların trombositlerinde, yapısal ve fonksiyonel bozukluğa yol açan, çok sayıda histolojik ve biyokimyasal patolojik değişiklik bildirilmiştir. Bu değişiklikler, iskelet kası ve trombosit gibi kontraktıl yapıya sahip hücrelerdeki, aktin ve myozin sistemlerinde oluşan defektlere bağlıdır. Hücre membranındaki bozukluk, hücre içi kalsiyum ve fosfor düzeylerinin artmasına, kontraktıl yapıların ve trombosit agregasyonunun azalmasına neden olur. Ayrıca ilerleme gösteren skolyozlu adölesanlar da, trombosit kalmodulin miktarı önemli ölçüde yüksek bulunmuştur (6,35,39).

2.5.2.3. Genetik Faktörler

İdiyopatik skolyozlu hastaların, aile bireyleri ve akrabaları arasında skolyoz görülme sıklığı normal popülasyondan çok daha yüksek bulunmuştur. Skolyoz hastası olan ikizler üzerinde yapılan çalışmalarda kuvvetli genetik eğilim olduğu gösterilmiştir. Monozigot ikizlerde %73, dizigot ikizlerde %36 eş zamanlı skolyoz görülme oranları tespit edilmiştir (6,40).

İdiyopatik skolyoz hakkında genetik faktörler ve kalıtımın rolü genişçe kabul görmektedir. Fakat genetik geçiş şekli halen açıklığa kavuşmamıştır. Günümüzde, idiopatik skolyoz etiolojisinde, birçok genin ve bu genler arasındaki karmaşık ilişkilerin rol oynadığı düşünülmektedir (6,35).

Sonuç olarak, uzun yıllardan beri süregelen araştırmalar neticesinde, idiopatik skolyozların tek bir nedene bağlı olmadığı, etiopatogenezinde birbirleri ile etkileşen birçok faktörün rol oynadığı kabul edilmektedir (35), (Şekil 2.16)



Şekil 2.16. İdiyopatik skolyoz etiyolojisinde rol oynayan etkenler

2.5.3. Fizyopatoloji

İdiyopatik skolyozun dercesine göre yapısal değişikliklerin boyutu da artmaktadır. Bu değişiklikler eğriliğin apeksinde en fazla olup, her iki uca doğru azalır. Yapısal skolyozda, vertebra korpusunun rotasyonu, eğriliğin konveks tarafına doğrudur. Dolayısı ile vertebraların spinöz çıkıntıları da eğriliğin konkav tarafına doğru döner (6,7,35).

Büyüyen omurgada kompresyon ve distraksiyon kuvvetleri etkisi, konveks tarafta yükseklikte artış, konkav tarafta ise yükseklikte azalma şeklinde kama vertebra oluşumuna neden olabilir (6,7).

Vertebra korpusu, konkav tarafta kompresyon kuvvetlerinin etkisiyle daha sklerotik yapıdadır. Korteksi kalın, kemik yoğunluğu daha fazladır. Konveks tarafta ise vertebra korpusu genişlemiş ve zayıftır, korteksi incedir (6).

Frontal ve aksiyel düzlemdeki değişikliklerin yanında, omurganın skolyotik olan kısmı sagittal düzlemde lordotiktir. Bu üç boyutlu deformite omurganın torsiyonu olarak ifade edilir. En büyük deformasyon apikal bölgede oluşmaktadır (6,41).

Nöral kanal ve posterior arkta da ilave değişiklikler olabilir. Laminalar, konveks tarafta daha geniş ve birbirlerinden ayrı durmaktadır. Konkav tarafta ise daha dar ve birbirlerine yakınlaşmışlardır. Pediküller konkav tarafta daha kısa ve kalındır. Şekli bozulmuş pediküller ve faset eklemleri nedeni ile intraspinal kanal simetrisi bozulabilir ve konkav tarafta darlık görülür (6,7).

Basınç etkisi ile konkav tarafta intervertebral diskler daralır. Nükleus pulposus konveks tarafa göç etmiştir. Proteoglikan içeriği azaldığından, visko elastik yapısını kaybetmiştir. Zamanla dejeneratif değişiklikler görülür, diske komşu vertebra korpusunda skleroz meydana gelir ve osteofitler görülür (6).

Torakal vertebralardaki rotasyondan dolayı konveks taraftaki kostalar sırtta doğru yükselir ve konveks tarafta hörgüç manzarası oluşur. Konkav tarafta kostalar

öne doğru dönerler ve anterior göğüs duvarında belirgin hale gelirler. Sternum asimetrik ve laterale deplase olabilir. Memelerde çoğu zaman asimetri görülür. Torakal kavitenin simetrisi de bozulmuştur. Torakal kapasite konveks tarafta azalır, konkav tarafta artar (6,35).

2.5.4. Değerlendirme

2.5.4.1. Klinik Değerlendirme

Skolyozlu adölesanlar, genellikle sırtta eğrilik, yüksek omuz, kaburga kamburluğu, gövde asimetrisi, bir kalçanın yüksekte durması gibi deformiteye bağlı şikayetler nedeni ile hekime başvururlar. Bazen de tesadüfen çekilen akciğer grafileri veya intravenöz piyelografi sonrasında eğrilik tespit edilir (6,7,35,42)

Bu şekilde hekime başvuran hastaların hikayesi detaylı bir şekilde sorgulanmalı, ayrıntılı fizik muayene ve gerekli radyolojik incelemeler ile deformitenin nedeni ve uygulanacak tedavi planı belirlenmelidir.

2.5.4.1.1. Hikaye

Hastanın yaşı ve cinsiyeti kaydedilir, deformitenin fark edildiği yaş ve nasıl fark edildiği sorgulanır. Deformite, ağrı, nörolojik semptomlar, kardiyopulmoner problemler ve fonksiyonel komplikasyonların varlığı araştırılır (6,35,42).

Adölesan idiyopatik skolyozlularda ağrı çok sık görülmez. Ancak çok ileri lomber idiyopatik skolyozlu hastalarda kas güçsüzlüğü ve yorgunluğa bağlı ağrı gelişebilir. Ağrının ön planda olması durumunda spondilolizis, spondilolistezis, Scheurmann hastalığı, kemik veya spinal kord tümörleri öncelikle akla gelmelidir (6,35).

Bu hastalarda respiratuar semptomlar genellikle sık görülmez. Yapılan çalışmalara göre kardiyopulmoner yetmezliğin görülebilmesi için; eğriliğin büyüklüğü 100° ve üzerine çıkmış, vital kapasite %45'in altına inmiş ve göğüs ön-arka çapı ileri derecede daralmış olmalıdır (6,7,35,42).

Nörolojik defisitler nadiren görülür. Herhangi bir nörolojik defisit saptanırsa, ya da sol torakal eğrilik varsa ileri radyolojik tetkiklerle nöral yapılar değerlendirilmelidir (6).

Matüritenin saptanabilmesi için ilk adet tarihi, pubik ve aksiller kıllanma sorgulanır. Kızlarda pubik kıllanma ve meme gelişimi, hızlı büyümenin başlangıcından hemen önce görülür. Aksiler kıllanma her iki cinste de büyüme hızının azaldığını göstermektedir. Menarşda hızlı büyüme döneminin yavaşladığını göstermektedir (6,42).

2.5.4.1.2. Fizik Muayene

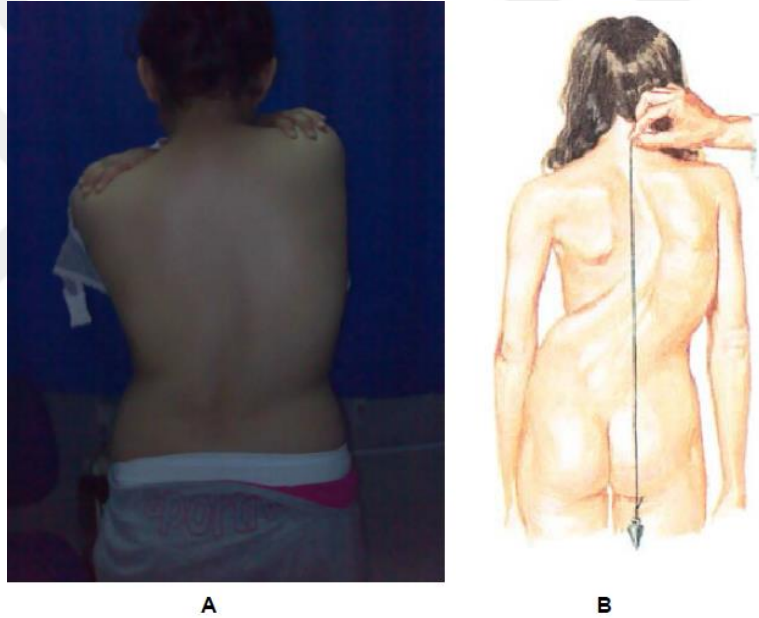
Adölesan idiyopatik skolyozlu hastanın muayenesi, hastanın bütün sırtı, omuzları ve her iki iliak kanatları görülecek şekilde, tercihen çıplak yapılmalıdır (6).

İnspeksiyonda hastanın genel durumu, postürü incelenir. Ciltte görülen "cafe au lait" lekeleri ve subkutan nodüller nörofibromatozisi akla getirmelidir. Sırtta lokalize aşırı kıllanma, gamze görünümü meningomiyelosel lehinedir. Yüzde asimetri, tortikollise bağlı skolyozu işaret eder. Ekstremitelerde eşitsizlik, ekstremitelerden oranında dengesizlik ve cücelik, konnektif doku hastalıklarını akla getirmelidir. Daha önce geçirilmiş operasyonlardan kaynaklanan insizyonlar değerlendirilir. Kızlarda konveks taraftaki meme genelde daha küçük ve yukarıda, konkav tarafta ise daha büyük ve aşağıdadır (6,35,42).

İnspeksiyon sonrası hastanın oturarak ve ayakta boyu ölçülmelidir. Eğriliğin yönü ve lokasyonu belirlenir. Daha sonra hastanın sagittal konturünü değerlendirmek için yandan incelenir (35).

Omuzların seviyesi, skapulaların pozisyonu, baş boyun ve omuzların pelvise göre dengesi değerlendirilir. Omuzlara arkadan bakılarak akromioklaviküler eklemler arasındaki seviye farkı ölçülür. Eğriliğin konveks tarafında omuz daha yukarıdadır (6,43), (Şekil 2.17).

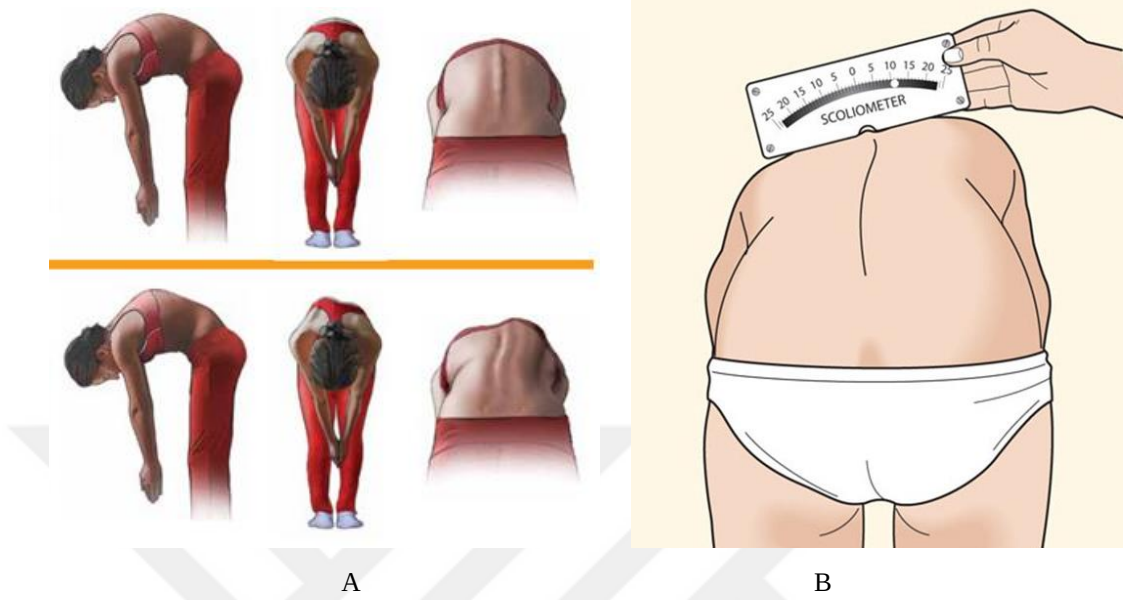
Omurgada dengenin değerlendirilebilmesi için başın pelvis üzerindeki konumu incelenir. Kafatası tabanından ya da C7 spinöz çıkıntısından aşağıya bir şakül sallandırılır. Şakül gluteal sulkustan geçiyorsa dengeli bir skolyozdur. Eğer gluteal aralığın 1 ila 2 cm lateralinden geçiyorsa dekompanse bir eğriliktir ve şakülün gluteal aralığa olan uzaklığı santimetre cinsinden kaydedilir (6,7,43), (Şekil 2.17).



Şekil 2.17. A- Omuz asimetrisinin arkadan değerlendirilmesi B- Omurgada şakül yardımı ile dengenin klinik tespiti

Vertebranın rotasyon derecesi ve eğriliğin yönünü değerlendiren en iyi test Adams öne eğilme testidir. Muayene eden hekim, hastayı arkadan omurga horizontal olana kadar gözlemler. Hastanın dizleri bükülmemiş, ayakları birleşik, kollar aşağı doğru sarkıtılmış ve avuçlar karşılıklı olmalıdır. Omurganın rotasyonu sırtta tek taraflı yüksekliğe neden olur. Torakal bölgede kostal gibozite, lomber bölgede ise paraspinal dolgunluk olarak gözlenir. Bu rotasyonel asimetri skolyometre ile ölçülebilir. Ayrıca

kostal yükseklik (rib hump) de yere paralel konulan cetvel yardımı ile en çıkıntılı mesafenin ölçülmesi ile bulunabilir (6,42), (Şekil 2.18).



Şekil 2.18. A- Adams öne eğilme testi B- Skolyometre ile rotasyonun klinik ölçülmesi

Öne eğilme testi ile lordozun fleksibilitesi de değerlendirilir. Kifoza değerlendirilebilmesi için, prone pozisyonunda hiperekstansiyon testi yapılmalıdır (6,35).

Omurganın hareket aralığı ölçülür. Eğriliğin fleksibilitesinin belirlenmesi için hasta konkav ve konveks tarafa doğru lateral fleksiyona getirilir ve düzelme olup olmamasına bakılır. Mastoid çıkıntılardan tutularak traksiyon uygulamasıyla da fleksibilite incelenebilir (6).

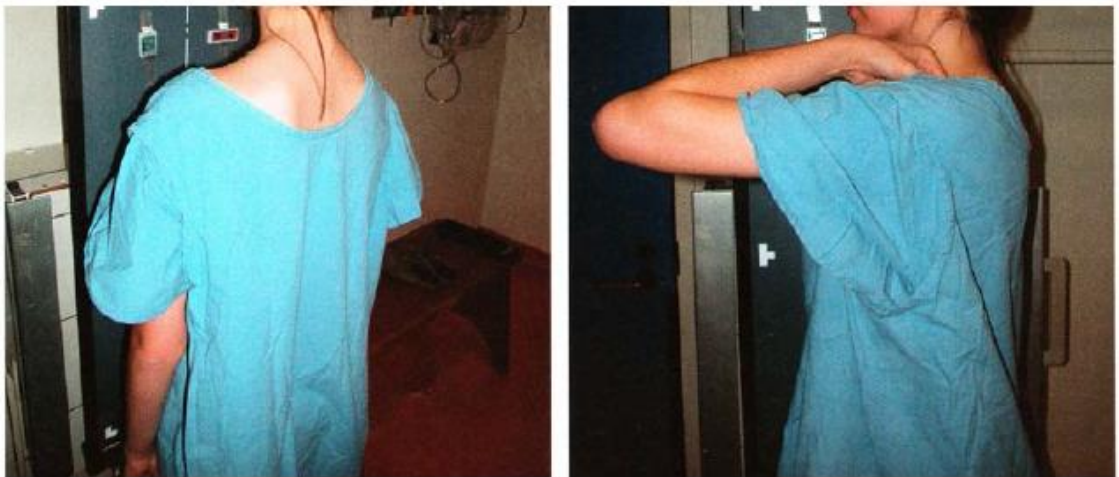
İdiyopatik skolyoz tanısı koyabilmek için nörolojik nedenlerin ekarte edilmesi önemlidir. Bu amaçla detaylı nörolojik muayene yapılmalıdır. Abdominal refleks kaybı ya da asimetrisi varsa siringomyeli açısından ileri tetkikler düşünülmelidir (6).

2.5.4.2. Radyolojik Değerlendirme

Omurganın radyolojik incelemesi, 90×35 cm (36×14 inch) büyüklüğündeki film kasetlerine, 2 metre mesafeden ayakta çekilen ön-arka ve yan radyografiler ile başlar. Uzun film kasetlerinin kullanılması ile tek bir film üzerinde tüm paternler görülebilir. Ön-arka grafide, eğrilik paterni, skolyozun tipi, omurga ve gövdenin dengesi, iskelet matüritesi ve alt ekstremitte uzunluk farkı değerlendirilebilir. Yan radyografi ile, torakal ve lomber omurganın sagittal kontüründeki torakal hipokifozun tespiti, spondilolizis ve spondilolistezisin görüntülenmesi sağlanabilir (6,35,42).

Sık radyolojik incelemeye maruz kalan skolyozlu hastalarda meme ve tiroid kanseri riskinin hafif artmış olduğu gösterilmiştir. Bu nedenle gereksiz pozisyon ve tekrarlayıcı işlemlerden kaçınmak gereklidir (6).

Radyolojik değerlendirme sırasında hastalar mümkün olabildikçe dik durmalı, dizleri düz ve ayakları bitişik olmalıdır. Alt ekstremitelerde uzunluk farkı varsa, kısa ekstremitelerde ayak altına uygun yükseltme konulmalıdır. Hasta ayakta duramıyorsa, desteksiz oturma pozisyonunda grafi çekilebilir. Yeterli sefalik görüntü alınabilmesi için kasetin üst ucu, kulağın eksternal meatusunu geçmelidir. Ayakta yan grafi çekiminde, kolların omurga ile süperpozisyonunu önlemek için, hastanın omuzları 90° fleksiyonda ve kollar bir destek üzerinde durmalıdır (6,35,43), (Resim 2.1).

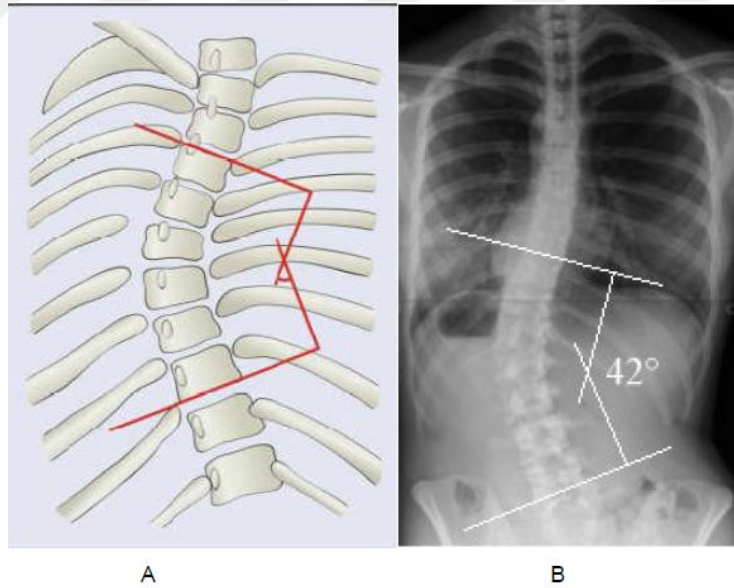


Resim 2.1. Ön-arka ve yan radyografilerin doğru olarak çekilişi görülmektedir

Omurganın operasyon öncesi fleksibilitesinin değerlendirilmesi için, supine pozisyonunda yana eğilme (lateral fleksiyon) radyografileri çekilir. Bu radyografiler aynı zamanda füzyon seviyelerinin belirlenmesinde de yardımcıdır (42,43).

2.5.4.2.1. Eğriliğin Büyüklüğünün Ölçümü

Eğriliğin derecesinin belirlenmesinde Cobb metodu standart ölçüm yöntemi olarak kabul edilir. Ölçüm end (uç) vertebraların tespiti ile başlar. Sefalik end vertebranın üst, kaudal end vertebranın alt yüzeyleri, eğrilikte en fazla eğime sahiptirler. Eğriliğin konkav kısmında intervertebral aralık, sefalik end vertebranın üstünde geniş, altında ise dardır. Kaudal end vertebrada ise bunun tersi geçerlidir. End vertebralar tespit edildikten sonra, üst end vertebranın üst end plağına ve alt end vertebranın alt end plağına dik hatlar çizilir. Bu çizgilerin arasında oluşan açı Cobb açısıdır (6,35,42,43), (Şekil 2.19).



Şekil 2.19. Cobb metodu ile eğriliğin ölçümü

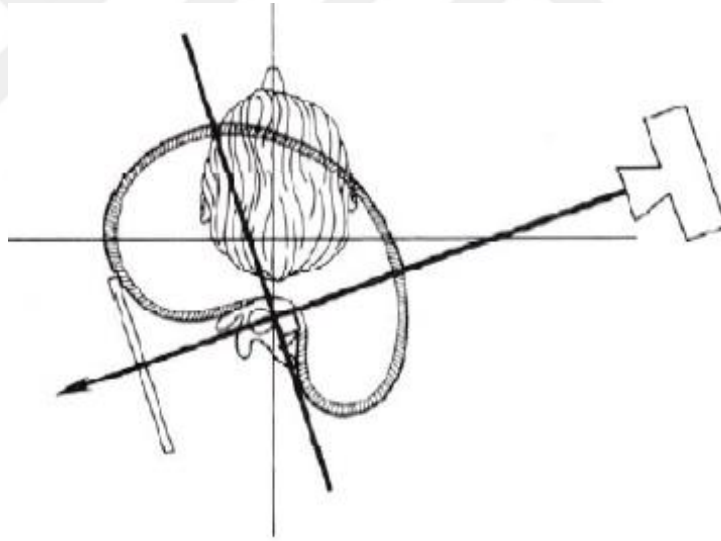
A- Şematik çizimi, B- Radyografi üzerinden

Primer eğriliğin altında ikinci bir eğrilik varsa, orijinal eğriliğin alt vertebra, ikinci vertebra için üst end vertebra olur. Bunun inferior yüzeyindeki aynı çizgi ölçüm için kullanılır (6).

Sagittal planda yan grafide, torakal bölge için T4 ile T12 arası, lomber bölge için L1 ile L5 arası ve torakolomber kavşak için T11 ile L2 arası Cobb metodu ile ölçülür. Kifoz açıları pozitif (+), lordoz açıları negatif (-) olarak tanımlanır (35,42,43).

Cobb açısı standart ölçüm tekniği olarak kabul edilmesine rağmen, ölçüm yapanlar arasında ve aynı kişinin değişik zamanlardaki ölçümleri arasında farklar çeşitli yayınlarda bildirilmiştir (6,43).

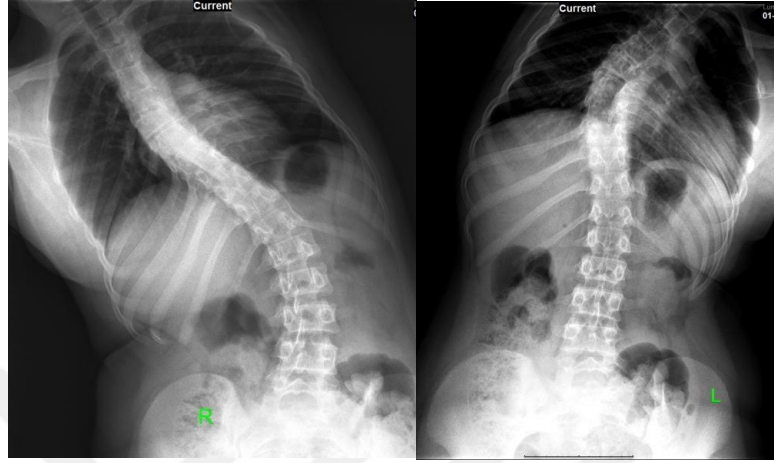
Özellikle büyük eğriliklerde standart teknikle çekilen ön-arka radyografilerin, eğriliğin büyüklüğünü daha az yansıttığı ve yanlışlıkla kifoz izlenimi verdiği gösterilmiştir. Stagnara, eğriliğin bu rotasyonel componentini yok edebilmek için röntgenografik bir teknik tarif etmiştir. Bu tekniğe göre kaset rotasyonel kaburga çıkıntısının (apeksinin) medial bölümüne paralel olarak yerleştirilir ve röntgen ışını kasete dik açıyla verilir (35), (Şekil 2.20).



Şekil 2.20. Stagnara derotasyon radyografisinin çekimi

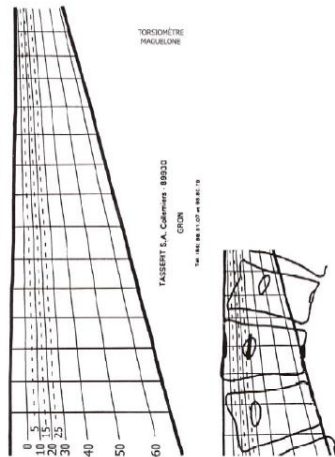
Skolyotik bir eğriliğin fleksibilitesi, konveksite yönüne doğru aktif yana eğilme grafileri ile değerlendirilir. Bu grafilerin ölçümleri için, ayakta ön-arka radyografide belirlenen end vertebra seviyeleri ve Cobb yöntemi kullanılır. Nötral grafide ölçülen açı ile eğilme grafisinde ölçülen açının farkı korreksiyon derecesini vermektedir. Bu fark nötraldeki değerin yarısından fazla ise, bu eğrilik fleksibil olarak değerlendirilir. Eğilme grafisinde düzelme yoksa, strüktürel bir eğriliktir. Korreksiyon

derecesinin nötraldaki eğrilik derecesine oranı fleksibilite oranını vermektedir. Bazen eğrilik aşırı korreksiyon gösterebilmektedir. Bu durumda eğriliğin korreksiyonu negatif değerle ifade edilir (6,7,35,42-44), (Resim 2.2).



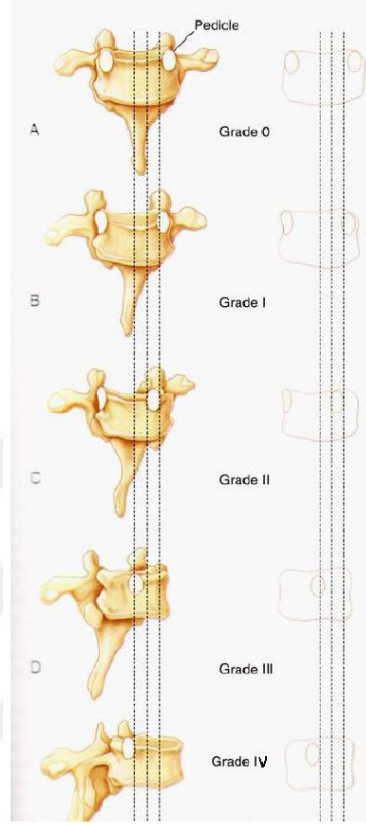
Resim 2.2 Sağa ve sola yana eğilme grafipleri

Vertebra Rotasyonunun Ölçümü Direkt ön-arka radyografide vertebral rotasyonun belirlenmesinde Pedriolle ve Nash- Moe metodları en yaygın kullanılan yöntemlerdir. Pedriolle metodunda, şeffaf torsiometre radyografi üzerine yerleştirilir. Apikal vertebranın kenarı ile rotasyona uğramış pedikülü işaret noktalarını oluşturur. Bu yöntemle 30 dereceden küçük olan rotasyonlar bile değerlendirilebilir. Ancak, enstrümantasyon kullanılan cerrahilerden sonra apikal vertebranın ölçüm noktaları rod ya da çengeller ile süperpoze olduğundan, bu yöntemle ölçüm yapmak güçleşebilir. (6,28,35), (Şekil 2.21).



Şekil 2.21. Pedriolle torsiometresi ile vertebra rotasyonu ölçümü.

Nash-Moe metodunda ise, ön-arka radyografide, pedikül ile vertebra korpusunun merkezi arasındaki ilişki incelenir. Buna göre rotasyon 5 evreye ayrılır (6,35,43,45), (Şekil 2.22).



Şekil 2.22. Nash-Moe metoduna göre vertebra rotasyonu ölçümü

Evre 0: Her iki pedikül simetrik.

Evre I: Konveks pedikül vertebra korpusunun kenarına kadar gitmiştir.

Evre II: Evre I ile III arasındadır.

Evre III: Konveks pedikül vertebra korpusunun merkezindedir.

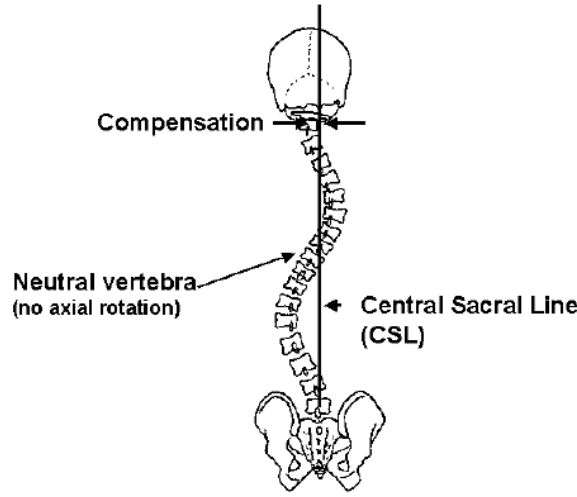
Evre IV: Konveks pedikül orta hattı geçmiştir

Vertebral rotasyonun belirlenmesinde Bilgisayarlı Tomografi de kullanılabilir. BT, pahalı olmasına rağmen doğruluğu Nash-Moe metodu ile kıyaslandığında çok daha iyidir (25,42,46,48).

2.5.4.2.2. Frontal ve Sagittal Dengenin Değerlendirilmesi

Frontal dengenin değerlendirilebilmesi için önce ön-arka radyografide midsakral çizgi belirlenir. Midsakral çizgi, pelvisin normal horizontal pozisyonda

görüldüğü radyografide, kristaların üst sınırına paralel çizilen yatay hatta dik olarak çizilen ve sakrumun merkezinden geçen çizgidir. Eğer pelvis yatay değil de oblik görünüyor ise, her iki kristanın üst hizasından radyografinin uzun eksenine dik çizilen çizgilerin ortasından ve bunlara paralel olarak geçen yatay çizgiye dik olarak çizilir. Stabil vertebra, eğriliğin distalinde, midsakral çizginin tam ortasından geçtiği vertebradır (6,35,43,44), (Şekil 2.23).



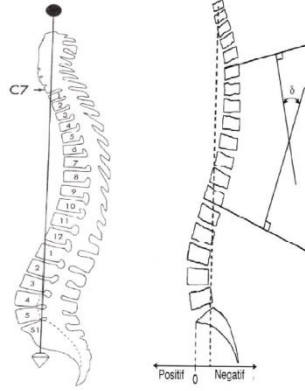
Şekil 2.23. Ön arka grafide midsakral vertikal çizginin çizimi ve denge ölçümü
CSVL: Santral sakral vertikal çizgi

C7'nin spinöz çıkıntısı ile midsakral çizgi arasındaki mesafe ölçülür. Frontal planda, dengeli bir omurgada bu mesafe 10 milimetreyi geçmez (35,42).

Sagittal uyum segmental, bölgesel ya da bütün olarak değerlendirilebilir. Segmental incelemede iki vertebra cismi ve aralarındaki disk ilişkisi değerlendirilir. Bölgesel sagittal denge torakal, lomber ve torakolomber bileşke bölgelerini içerir (35,44).

Toplam sagittal denge, densten düşürülen düz bir çizgi (plumb line) tarafından belirlenir. Bu düz çizgi genellikle torakal omurganın anteriorundan, lomber omurganın posteriorundan ve S1'in posterior köşesinden geçer. Skolyozda kullanılan rutin yan radyografilerde dens görülmediği için düz çizgi C7 vertebra korpusunun orta noktasından indirilmektedir. Bu düz çizgi sagittal vertebral eksen (SVE) olarak

adlandırılır. Düz çizgi S1 cisminin anterior kenarına göre, anteriorda ise pozitif (+) SVE, posteriorda ise negatif (-) SVE olarak değerlendirilir (6,25,42-44), (Şekil 2.24).



Şekil 2.24. Sagittal vertikal eksenin çizimi ve değerlendirilmesi

Torakal bölgede T4-T12 arasında 20° ile 45° arasında kifoz değerleri mevcuttur. Lomber bölgede L1-L5 arasında, tam fikir birliği bulunmamakla beraber, -45° ile -55° arasında lordoz bildirilmiştir. Torakolomber kavşakta (T11- L2 arasında) kifoz ya da lordoz yoktur. Sagittal dengeyi korumak için lordoz genellikle kifozdan 20° daha büyüktür. Toplam sagittal denge bölgesel ve segmenter ölçümlere göre daha değerli bir ölçümdür (6,7,35,42,43).

2.5.4.2.3. Manyetik Rezonans Görüntüleme

Spinal kanal anomalilerinin net olarak anatomik görüntülenmesinde üstün bir yöntemdir. Tipik idiyopatik skolyoz hastalarının rutin değerlendirilmesinde yeri yoktur. Adölesan dönemde nörolojik kusur olmaksızın asemptomatik, sağ torakal eğrilik paternlerinden birine sahip kız çocuğu tipik bir hasta olarak kabul edilir (6,35).

Manyetik rezonans görüntüleme şu durumlarda endikedir (35):

- Boyun ve baş ağrısı ile birlikte olan (özellikle eforla) ataksi, güçsüzlük, ilerleyici ayak deformitesi gibi nörolojik problemlerin varlığı
- Beklenmedik bir şekilde hızlı ilerleme gösteren eğrilikler

- Cerrahi gerektiren sol torakal eğrilikler
- Asimetrik abdominal reflekslerin varlığı

2.5.4.2.4. Bilgisayarlı Tomografi

Spinal doğumsal anomaliler, bilgisayarlı tomografi yardımı ile net olarak görülse de, idiyopatik skolyozun tanısında rutin bir tetkik değildir. Psödoartroz şüphesi varsa kemik füzyonunun belirlenmesinde (özellikle üç boyutlu rekonstrüksiyon) yararlı bir yöntemdir. Ayrıca pedikül vidalarının konumu ve omurganın rotasyonu belirlenebilir (35,46,47).

2.6. DOĞAL SEYİR

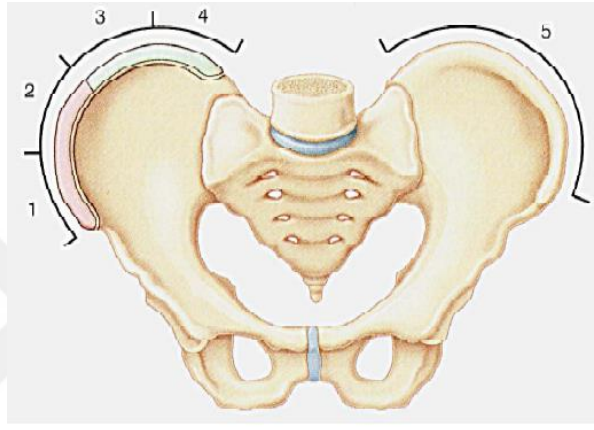
Adölesan idiyopatik skolyozda, özellikle immatür hastalarda ilerleme potansiyeli olduğu gösterilmiş, ilerleme derecesinin önceden tahmin edilememesi nedeni ile hastalığın doğal seyrinin anlaşılması daha çok önem kazanmıştır. İlerleme için risk faktörleri Tablo 2.1’de sunulmuştur (6).

Tablo 2.1. İlerleme için risk faktörleri

Torakal	Lomber	Torakolomber	Kombine
• Cobb açısı > 50° • Apikal Vertebral Rotasyon > %30	• Cobb açısı >50° • Apikal Vertebral Rotasyon > %30 • Eğrilik Yönü • L5 vertebra pozisyonu • Translasyon-İmbalans	• Cobb açısı >50° • Apikal Vertebral Rotasyon > %30 • Translasyon-İmbalans	• Cobb açısı > 50°

Eğriliğin tanı anındaki büyüklüğü ve matürite, ilerleme riski açısından en önemli iki faktördür. Yapılan çalışmalarda, eğriliğin büyüklüğü arttıkça, immatür hastalarda daha fazla olmak üzere her yaş grubunda ilerleme riskinin arttığı gösterilmiştir (6,48-50).

İskelet matüritesinin radyolojik olarak saptanması için iliak kanat apofizinin kemikleşmesini değerlendiren Risser bulgusu kullanılmaktadır. İliak kanat apofizinin ossifikasyonu lateralden başlayarak mediale doğru devam eder. Buna göre, iliak kanat 4 eşit kadrana ayrılır. Risser 0'da hiç ossifikasyon görülmemektedir. Risser 4'de ise kadrانların dördünde de apofiz kemikleşmesi görülür. Kemikleşmiş apofiz ilium ile tamamen kaynaştığında Risser 5 olur ve artık iskelet matüritesi tamamlanmıştır. Risser 0 ve 1 olan hastalar büyüme rezervlerinden dolayı ciddi risk altındadırlar (6), (Şekil 2.25).



Şekil 2.25. Risser bulgusu

2.7. TEDAVİ

İdiopatik skolyoz tanısı almış hastaların büyük kısmında tedavi ihtiyacı gerekmemektedir. Tedavi, skolyotik eğrilikleri ilerleme riski gösteren veya tanı konulduğu anda ciddi eğriliği olan hastalar için gerekmektedir. 1,53 Tedavinin amacı, deformitenin ilerlemesinin engellenmesi, deformitenin düzeltilmesi ve elde edilen düzeltmenin korunmasıdır (6,35,43,44).

Tedavi seçiminde adölesanın büyüme potansiyeli, tespit edildiği zamandaki eğriliğin büyüklüğü, skolyozun lokalizasyonu ve paterni dikkate alınmalıdır. Karar verme aşamasında bireyin kozmetik görünümü ve tedavi üzerine etkili olabilecek sosyal faktörler de düşünülmelidir. 1,2 Genel tedavi yaklaşımı Tablo 2.2'de belirtilmiştir.

Tablo 2.2. Eğriliğin büyüklüğü ve matüriteye göre genel tedavi yaklaşımı.

Eğriliğin Büyüklüğü	Risser 0	Risser 1 veya 2	Risser 3, 4 veya 5
<25°	İzlem	İzlem	İzlem
30° - 45°	Korse tedavisi (eğrilik 25° üzerinde ise)	Korse tedavisi	İzlem
>45°	Cerrahi tedavi	Cerrahi tedavi	Cerrahi tedavi (eğrilik 50° üzerinde ise)

2.7.1. İzlem

Hastanın matüritesine bakılmaksızın, 25° altındaki eğriliklerde takip muayeneleri gereklidir. İki muayene arasındaki süre, hastanın matüritesine ve eğriliğin boyutuna bağlıdır. Belirlenen protokoller her hastaya uygulanamaz ve bireye uygun program izlenmelidir. Genellikle büyüyen ve eğriliği 20° altında olan çocuklarda bir sonraki değerlendirme yaklaşık 6 ay sonra olmalıdır. Eğrilik 20° ile 30° arasında ise, radyografi 3 ile 4 ay sonra tekrarlanmalıdır. Eğrilikte 5° ve üzerinde ilerleme görülürse tedavi gereklidir. Eğriliği ilerleme göstermeyen hastalarda gözlem kemik büyümesi tamamlanana kadar devam eder ve muayeneler arasındaki süre matürite yaklaştıkça uzatılır (35,43).

2.7.2. Konservatif Tedavi

Konservatif bir tedavinin etkili olduğunu söyleyebilmek için, elde edilen sonuçlar beklenen doğal seyir ile kıyaslandığında olumlu olmalıdır. Bu yöntemlerden ortez (breys) tedavisinin etkinliği, yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır. Elektrik stimülasyonu ve egzersiz üzerine yapılan çalışmalarda ise olumlu yönde bir kanıt bulunamamıştır (6,35).

Yapılan çalışmalarda, breys tedavisinin düzeltici etkisinin pasif olduğu ve asıl etkisinin düzeltici yastıkların omurgayı transvers planda itmesi ile gerçekleştiği gösterilmiştir (6,10,11).

Breys kullanımı, eğriliğin ilerlemesini önlemek amacı ile immatür çocuklarda uygulama alanı bulmaktadır.

Buna göre breys tedavisi endike olduğu hasta grupları belirtilmiştir (1,35,43):

1. Risser 0,1, ya da 2 olan ve başvuru anında 30° ile 45° eğriliği bulunan adölesanlar.
2. İlk yapılan ölçümleri 20° ile 30° arasında olup takiplerinde 5° ilerleme gösteren hastalar.

Bu hastaların kozmetik olarak deformitesi kabul edilebilir sınırlarda olmalı ve hastalar breys tedavisini önerilen süre kadar kullanmakta istekli olmalıdırlar (6).

Breys tedavisi şu durumlarda kontrendikedir (1,43):

1. Büyük eğriliği olan (45° üzerinde) büyüyen adölesanlar
2. Hastanın ortezi emosyonel olarak tolere edememesi
3. Aşırı torakal hipokifoz
4. Matür adölesanlar (Risser 4-5, ya da kızlarda menarşi üzerinden 2 sene geçmiş olanlar)

Breys tedavisinin rölatif kontrendikasyonu ise, ortotik tedaviye yanıt vermeyen yüksek torakal, ya da servikotorakal eğriliklerdir (43).

Breys tedavisinde etkinliği kanıtlanmış 3 çeşit ortez mevcuttur. Bunlar Milwaukee breysi (CTL SO), Boston breysi (TLSO) ve Charleston breysidir (1,43).

Servikaltorakolumbosakral (CTL SO) ortezin öncüsü Milwaukee breysidir. Pelvik bölüm, üst yapı ve lateral yastıklar olmak üzere üç ana parçadan oluşur. Pelvik bölüm termoplastik materyalden yapılmış olup, hastanın pelvisinin kalıbına göre biçimlendirilir. Üst yapı, birisi önde ve ikisi arkada yer alan metal barlar ve servikal halka ile oksipitomandibular kısımlardan oluşur. Üçüncü ve en önemli bölüm ise yastıkları içerir ve apikal vertebraya basınç uygular. Lonstein ve Winter tarafından

yapılan çalışmada, idiyopatik skolyozda eğriliğin ilerlemesinin önlenmesinde Milwaukee breysinin etkili olduğu ortaya konulmuştur (6,10,52), (Resim 2.3)

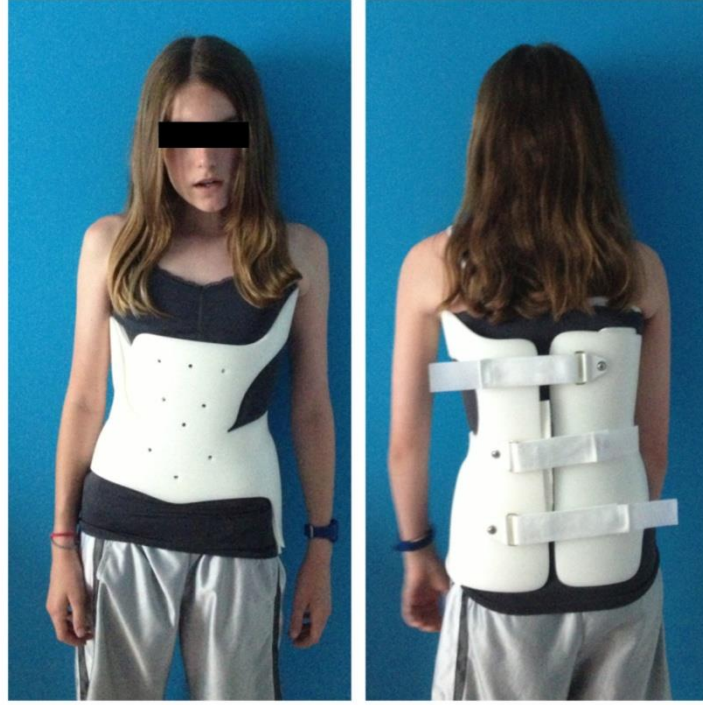


Resim 2.3. Milwaukee breysinin önden ve arkadan görünümü

Günümüzde, kişisel görünüm üzerine olumsuz etkilerinden dolayı, Milwaukee breysinin kullanımı büyük ölçüde azalmış, yerini eşit derecede etkili olan düşük profil breysler almıştır (6,35).

Düşük profilli torakolumbosakral (TLSO) ortezler olan Boston, Wilmington ve Miami bresyleri, kolayca bol bir giysi altına gizlenebilir, bundan dolayı da görüntü açısından adölesanlar tarafından daha kabul edilir bulunmaktadır.

Boston breysi, günümüzde çok yaygın kullanılan bir ortezdir. Termoplastik malzemeden, prefabrik olarak hazırlanır ve uygun boy hastaya uyarlanarak kullanılır. Ortezin trokanterik, lomber, torasik ve derotasyon yastıkçıkları mevcuttur. Apeksin T7, ya da altında olduğu, tek veya çift eğriliklerde etkilidir. Günümüzde en çok kullanılan breys tipi olup, yapılan klinik çalışmalar ile etkinliği ortaya konmuştur (6,35,53,54), (Resim 2.4).



Resim 2.4. Boston breysin hasta üzerinde görünümü

Bu ortezlerin yeterli etkinlik göstermesi için en az yirmi saat kullanılması gereklidir. Bu durum tedaviye uyumu zorlaştıran en önemli etkindir. Bunun üzerine daha kısa süreli ortez kullanımı düşünülmüş ve yarı zamanlı kullanımın, tüm gün kullanım kadar etkili olduğunu gösteren çalışmalar yayınlanmıştır. Bu düşünceden yola çıkarak Charleston breysi geliştirilmiştir (6,43), (Resim 2.5).



Resim 2.5. Charleston breysi, önden ve hasta üzerinde görünümü

Charleston breysi hastayı maksimum yana eğilmiş şekilde tutar ve 8 ila 10 saat boyunca, sadece geceleri kullanılır. Breys dikey durmaya izin vermez, dolayısı ile sadece hasta yatar pozisyondayken kullanılabilir. Charleston breysinin, adölesan idiyoPATİK skolyozun doğal seyrine olumlu etki yaptığı bildirilmiştir. Ancak, Katz ve arkadaşlarının çalışmasında, Boston breysi ile karşılaştırıldığında, 35° ile 45° arasında eğriliği olan hastalarda Boston breysinin daha etkili olduğu gösterilmiştir. Charleston breysinin yalnızca lomber, ya da torakolomber eğriliği 35° altında olan hastalar için kullanılması önerilmiştir (43,55).

2.7.3. Cerrahi Tedavi

Skolyoz tedavisinde cerrahinin temel amacı, güvenli bir şekilde deformiteyi düzeltmek ve eğriliğin ilerlemesini önleyebilmek için yeterli füzyonu sağlamaktır. Operasyon sonucunda, hastanın başı, omuzları ve gövdesi pelvis üzerinde santralize olacak şekilde, dengeli bir omurga elde edilmelidir. İdeal olan bu esnada önemli miktarda eğriliğin düzeltilebilmesidir (6,35,56).

Cerrahi tedavi endikasyonuna karar verme konusunda, eğriliğin büyüklüğü, matürite, eğrilik paterni, denge, sagittal plan ve kozmetik görünüş 48 gibi pek çok etken belirleyicidir. Skolyotik eğriliğin büyüklüğü bu konuda primer faktördür (43,56).

Matür bir hastada, 30° ve altındaki eğriliklerin ilerleme riski yoktur ve eğriliğin paterni ne olursa olsun cerrahi tedavi gerektirmez. Buna karşılık hasta matür olsa dahi, 50° ve üzerindeki eğrilikler cerrahi olarak tedavi edilmelidir. Matüritesini tamamlamış 40° ila 50° arasındaki eğriliklerde, 6 aylık takip süresinde, 5° ve üzerinde ilerleme görülürse cerrahi tedavi gereklidir (6,56).

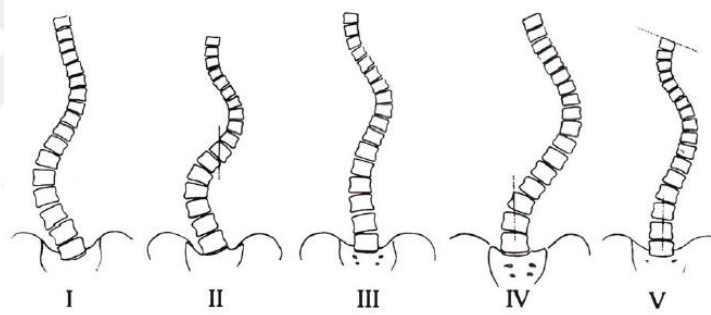
Torasik hipokifozu veya lordozu olan hastalarda Cobb açısı 40° altında olsa bile cerrahi tedavi düşünülmelidir. Tolere edilemeyen bel ve sırt ağrıları, kardiyovasküler veya pulmoner fonksiyonlarda bozuklukların başlaması ve kozmetik memnuniyetsizlik diğer cerrahi tedavi endikasyonlarıdır (35,56).

2.7.3.1. Ameliyat Öncesi Planlama

Skolyoz cerrahisinde ameliyat öncesi planlama yapılırken, hastanın eğrilik paterni, omurga dengesi, ameliyat öncesi eğrilik fleksibilitesi, nörolojik durumu, kosta deformiteleri, fiziksel matürite, gelecekteki büyüme potansiyeli ve diğer cerrahi ile ilişkili ihtiyaçlar (transfüzyon gereksinimi, kemik greftleme, omurilik monitorizasyonu, ameliyat sonrası ağrı kontrolü) dikkate alınmalıdır (6,35,56).

Ameliyat öncesi yapılan planlama sonucunda, enstrümantasyon seçimi, gerekli spinal füzyon seviyeleri, anterior veya posterior yaklaşım seçimi belirlenir. Bu amaçla eğrilik paternlerinin bilinmesi gereklidir.

King Moe sınıflama sistemi, füzyon sahası seçimi amacı ile 1983 yılında tanımlanmış olup 5 eğrilik paternine ayrılmıştır (57), (Şekil 2.26).



Şekil 2.26. King Moe sınıflamasına göre eğrilik şekilleri

- King tip 1 eğrilik: "S" şeklinde çift eğrilik mevcuttur. Lomber eğrilik torakal eğrilikten büyüktür (en az 3°) ve/veya lomber eğrilik torakal eğriliğe göre daha az esnektir.
- King tip II eğrilik: "S" şeklinde çift eğrilik mevcuttur. Torakal eğrilik lomber eğrilikten büyük ya da eşittir. Torakal eğrilik lomber eğriliğe göre daha az esnektir. Lomber eğrilik santral sakral çizgiyi geçer.
- King tip III eğrilik: Tek majör torasik eğrilik vardır ve eğriliğin alt seviyesi orta hattı geçmez.

- King tip IV eğrilik: Tek majör uzun torasik eğrilik vardır. L5 vertebra sakrum üzerinde santralizedir. Ancak L4, eğriliğin konveks tarafına doğru eğimlidir.
- King tip V eğrilik (double majör): Torakal bölgede çift yapısal (strüktürel) eğrilik mevcuttur. T1 üst torakal eğriliğin konveks tarafına doğru eğimlidir.

King tip II ve tip III, en sık görülen ve cerrahinin en sık uygulandığı gruptur. Günümüzde, yapılan çalışmalarda ve füzyon sahası seçiminde en yaygın kullanılan sınıflama sistemi King sınıflamasıdır. Ancak bu sınıflama günümüzde bazı yönlerden yetersiz kalmaktadır (58):

- İzole torakolomber, izole lomber, çift ve üçlü majör eğrilikler gibi bazı eğrilikleri kapsamamaktadır.
- King sınıflaması ortaya çıktığı zaman sadece Harrington enstrümantasyon sistemi kullanılmakta olduğundan, üç boyutlu korreksiyon sistemleri ve segmenter enstrümantasyon uygulamalarının getirdiği prensipleri karşılamaya yeterli değildir.
- Sadece eğriliğin koronal planını değerlendirmeye almaktadır.
- SRS (Scoliosis Research Society, Skolyoz Araştırma Cemiyeti) tarafından yapılan bir araştırmaya göre gözlemciler arası ve aynı gözlemci için hata oranı yüksektir.

Bu eksikliklerin giderilmesi amacı ile Lenke ve arkadaşları tarafından yeni bir sınıflama sistemi tanımlanmıştır. Bu sistemin avantajları şunlardır (59):

- Adölesan idiopatik skolyozda, tüm eğrilikleri kapsayan bir sınıflamadır. (King sınıflamasında sadece torakal eğrilikler göz önünde bulundurulmaktadır)
- Koronal plan ile beraber, sagittal plan da değerlendirilmektedir.
- Sınıflama tedaviye yöneliktir.
- Eğrilik tiplerini ayırmak için spesifik ve objektif kriterlere sahiptir.

- Gözlemciler arası ve aynı gözlemci için güvenlik aralığı çok iyidir.
- Mantıksal, kolay anlaşılan ve yardımcı bir sistemdir.

Lenke sınıflandırma sisteminde, ayakta çekilen ön arka ve yan grafler ile yatarak çekerek yana eğilme graflerinin değerlendirilmesine göre üç bileşeni tespit etmek gerekmektedir. Bunlar eğriliğin tipi, sagittal torakal belirleyici ve lomber omurga belirleyicisidir. Bu üç bileşen tespit edildikten sonra birleştirilerek sınıflama oluşturulur (60,61).

Ayakta çekilen ön arka graflerde omurga, proksimal torasik (PT), ana torasik (main torasik, MT) ve torakolomber/lomber (TL/L) bölgeler olmak üzere 3 bölgeye ayrılır. Cobb yöntemi ile bu bölgelerdeki eğrilikler ölçülür ve en büyük değere sahip eğrilik majör eğrilik olarak belirlenir. Diğer eğrilikler minör eğriliklerdir (59-61).

Lenke sınıflamasının bir avantajı da cerrahi alan seçimine yardımcı olmasıdır. Bu amaçla minör eğriliklerin yapısal olma kriterleri tarif edilmiştir. Yatarak çekilen yana eğilme graflerinde, aktif eğilme sonrası kalan eğrilik 25° ve üzerinde ise, bu minör eğrilik yapısal olarak değerlendirilir. Ayrıca sagittal planda, proksimal torasik bölgede (T2-T5) veya torakolomber bileşkede (T10- L2) 20° ve üzerinde hiperkifoz varlığında da bu eğrilikler yapısal olarak kabul edilir (35,59-61).

Bu üç bölgedeki yapısal eğrilikler ile yapısal olmayan eğriliklerin belirlenmesi ile 6 eğrilik tipi tanımlanmıştır. (Şekil 32) Lenke sınıflama sistemine göre cerrahi alan seçiminde, majör eğrilik ve yapısal olan minör eğrilikler füzyon alanına dahil edilmelidir (35).

Lomber omurga belirleyicisi, ayakta çekilen ön arka grafide, lomber eğriliğin apeksinin santral sakral dikey çizgi ile mesafesine göre tespit edilir.

Santral sakral dikey çizgi, stabil vertebraya kadar lomber vertebraların pedikülleri arasında ilerliyorsa, lomber belirleyici tip A olarak değerlendirilir. Lomber apikal vertebranın pedikülüne teğet geçiyor ise tip B, tamamen dışından geçiyor ve temas etmiyor ise tip C olarak belirlenir (59-61), (Şekil 2.27).

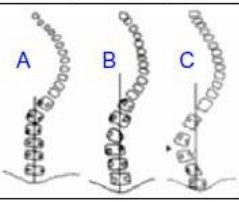
Son olarak sagittal torakal belirleyici, ayakta çekilen yan grafide, T5 ile T12 seviyeleri arasındaki Cobb açısı ölçülerek tespit edilir. Bu ölçülen değer +10°'den küçük ise “-“, +10° ile +40° arasında ise “N”, +40° üzerinde ise “+” olarak belirlenir (59-61).

Eğriliğin tipi (Tip 1-6), lomber belirleyici (A,B,C) ve sagittal torakal belirleyici (+,N,-) değerleri birleştirilerek (1AN,6C+ gibi) sınıflama tamamlanır. Bu şekilde 42 eğrilik paterni tanımlanabilir (Şekil 2.27).

Curve type				
Type	Proximal thoracic	Main thoracic	Thoracolumbar/lumbar	Description
1	Nonstructural	Structural (major)	Nonstructural	Main thoracic (MT)
2	Structural	Structural (major)	Nonstructural	Double thoracic (MT)
3	Nonstructural	Structural (major)	Structural	Double major (DM)
4	Structural	Structural (major)	Structural (major)	Triple major (TM) [§]
5	Nonstructural	Nonstructural	Structural (major)	Thoracolumbar/lumbar (TL/L)
6	Nonstructural	Structural	Structural (major)	Thoracolumbar/lumbar-main thoracic (TL/L-MT)

Structural criteria (Minor curves)	
Proximal thoracic	– Side bending Cobb $\geq 25^\circ$ – T2-T5 kyphosis $\geq +20^\circ$
Main thoracic	– Side bending Cobb $\geq 25^\circ$ – T10-L2 kyphosis $\geq +20^\circ$
Thoracolumbar/lumbar	– Side bending Cobb $\geq 25^\circ$ – T10-L2 kyphosis $\geq +20^\circ$

Location of apex (SRS definition)	
Curve	Apex
Thoracic	T2-T11/12 disk
Thoracolumbar	T12-L1
Thoracolumbar/lumbar	L1/2 disk-L4

Modifiers		
Lumbar spine modifier	CSVL to lumbar apex	
A	CSVL between pedicles	
B	CSVL touches apical body(ies)	
C	CSVL completely medial	

Thoracic sagittal profile T5-T12	
- (hypo)	<10°
N (normal)	10°–40°
+ (hyper)	>10°

Curve type (1–6) + lumbar spine modifier (A, B, C) + thoracic sagittal modifier (–, N, +)	
Classification (eg, 1B+): _____	

Şekil 2.27. Lenke sınıflaması ve bileşenleri

2.7.3.2. Füzyon Sahasının Seçimi

Adölesan idiyopatik skolyozun tedavisinde, füzyon sahasının seçimi, cerrahinin başarısını etkileyen en önemli faktörlerden birisidir. Yeni enstrümantasyon sistemlerinin gelişmesi ile tartışma ve konunun önemi artmıştır.

Harrington füzyon sahası seçiminde stabil alan kavramını ortaya koymuştur. Stabil alan, lumbosakral eklemlerden, bunlara dik olarak çizilen iki çizgi arasında kalan alandır. Buna göre Harrington enstrümantasyonu için, eğriliğin alt sınırı stabil alan içerisindeyse, eğriliğin bir üst ve iki alt seviyesi füzyona dahil edilmelidir (62,63).

Moe, füzyon sahasının seçiminde eğriliklerin paterni ve fleksibilitesini, ayrıca vertebra rotasyonlarını incelemiş, füzyonun üst nötral vertebradan alt nötral vertebraya kadar yapılması gerektiğini ve yapısal olmayan segmentlerin füzyon sahasına katılmaması gerektiğini öne sürmüştür (64).

King ve arkadaşları, tüm eğrilik paternlerinde uygun füzyon seviyelerinin belirlenmesi için stabil vertebra kavramını ortaya koymuştur. Stabil vertebra, torakal eğrilikte, orta sakral hattın kestiği inferior vertebradır. Buna göre, Harrington enstrümantasyon sisteminin alt seviyesinin stabil vertebrada sonlanması önerilmiştir. Bu yolla eğrilik düzeltilerek omurga dengesi sağlanabilir (57).

King tip I eğriliklerde, enstrümantasyon stabil vertebrada sonlandırılmalı ve füzyona hem torakal hem de lomber eğrilikler dahil edilmelidir. Lenke ve arkadaşları hareketli segmentlerin korunabilmesi amacıyla enstrümantasyonun bir seviye üstte sonlandırılması için kesin kriterler tanımlamışlardır (65,66):

1. Stabil vertebranın bir üstündeki vertebrada, rotasyon nötral veya en çok evre I olmalı ve 30° altında tilt bulunmalıdır.
2. Stabil vertebra tilti 20° altında olmalıdır.
3. Apikal disk L1-L2 diskinin üzerinde olmamalıdır.
4. L3-L4 diski eğriliğin konveksitesine açılım gösteriyor olmalıdır.

King tip II eğriliklerde, King ve arkadaşları tarafından selektif torasik füzyonun başarılı sonuçları bildirilmiştir. Buna göre, Harrington enstrümantasyonda nötral vertebra ile stabil vertebra farklı ise, enstrümantasyonun stabil vertebrada sonlandırılması gereklidir. 50 İkinci nesil enstrümantasyonlar (Luque, Wisconsin, Sublaminar Tel ve Harrington kombinasyonu) ile yapılan selektif füzyonlar sonucunda benzer iyi sonuçlar elde edilmiştir.

Güçlü derotasyon ve distraksiyon manevrası yapan üçüncü nesil enstrümantasyon sistemlerinin (CD, TSRH, Isola) kullanılması ile yapılan selektif torasik füzyonlar çoğunlukla omurga dengesizliğine neden olmuştur. Bu durum, hastanın gövde veya başının (ya da her ikisinin) pelvise göre laterale kayması ile kendini göstermektedir (6,35,44).

Benson ve arkadaşları, oluşan bu dengesizliğin önüne geçebilmek için King Tip II eğrilikleri A ve B olmak üzere iki alt gruba ayırmış ve bir takım kriterler belirlemiştir (67):

1. Lomber eğriliğin 35° altında olması
2. Eğilme grafilinde %70'in üzerinde düzelme olması
3. Lomber apeksin santral sakral hatta değmesi
4. Lumbosakral fraksiyone eğriliğin 12° 'nin altında olması

Buna göre King Tip II eğrilikler, 3 veya daha fazla kriter bulunması halinde tip IIA, 2 veya daha az kriter varlığında ise tip IIB olarak değerlendirilmiştir. Bu kriterler içerisinde, tek başına en anlamlı kriter apeksin santral sakral hatta değmesi olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmaya göre, tip IIA eğriliklerde standart selektif füzyon önerilirken, tip IIB eğriliklerde dekompanasyonun önlenmesi amacıyla füzyonun horizontal lomber vertebraya kadar uzatılması ve çengelin kompresyon modunda yerleştirilmesi gerektiği ileri sürülmüştür (67).

King tip III eğrilikler, yapısal lomber eğrilik bulunmadığı için, standart tedavi seçimi limitli torasik füzyon ve enstrümantasyondur. Enstrümantasyon stabil vertebrada sonlandırılmalıdır. Dekompanasyon riski göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca enstrümantasyon, sagittal planda kifotik deformitenin apeksinin distaline uzanmalıdır (6,57).

King tip IV eğriliklerde, enstrümantasyonun stabil vertebrada sonlandırılması önerilmektedir (6,44,57)

King tip V eğrilikler, çift yapısal torakal eğrilikler olup, 1. torakal vertebra üstteki eğriliğe doğru eğilmiştir. Üst eğriliğin konveks tarafında, hastanın omuzu sıklıkla yüksektedir. Yalnızca alttaki torakal komponent enstrümantasyonla düzeltilindiğinde, üst eğrilik ve omuz elevasyonu kötüleşebilir. Bu nedenle her iki torakal eğriliğe de posterior enstrümantasyon yapılmalıdır. Üst sınırına yönelik yapılan çalışmalarda, enstrümantasyonun T2 seviyesine kadar çıkarılması gereken durumlar bildirilmiştir (6,44):

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

Lenke sınıflamasına göre minör eğriliğin yapısal olmadığı durumlarda selektif torasik füzyon önerilmiştir. Eğer ana torasik eğriliğin altında ya da üzerine yapısal minör eğrilik tespit edilirse, füzyon alanına tüm yapısal eğrilikler katılmalıdır. Yapısal eğrilik kriterleri Lenke ve arkadaşları tarafından belirtilmiştir (60,61,65,66):

- Yana eğilme radyografilerinde Cobb açısının 25° üzerinde olması
- Proksimal torasik (T2-T5) veya torakolomber bölgede (T10-L2) hiperkifoz (kifoz > +20°) görülmesi

2.7.3.3. Cerrahi Girişimler

Adölesan idiyopatik skolyoza yönelik uygulanan cerrahi girişimler iki ana gruba ayrılır:

1. Posterior füzyon ve enstrümantasyon
2. Anterior füzyon ve enstrümantasyon

Lenke sınıflandırma sistemi, seçilecek cerrahi girişimin seçiminde de yönlendirici bir sınıflama sistemidir. Bütün eğrilik tipleri posterior cerrahi girişimler

ile tedavi edilebilir. Fakat Lenke tip I ve tip V eğriliklerde, cerrahın seçimine bağlı olarak, anterior cerrahi girişim seçeneği de uygulanabilir (6,35,44).

Yapılan çalışmalarda Lenke tip I ve tip V eğriliklerde, anterior girişimin posterior girişime tercih edilmesinin nedenleri; bu eğriliklerde anterior girişimle daha iyi düzelme sağlanabilmesi ve daha az segmentin füzyona katılması ile, distalde daha fazla hareketli segment kalmasıdır. Füzyon seviyesi, lomber omurgada ne kadar ilerletilirse, uzun süreli takiplerinde bel ağrısı şikayetinin daha fazla olduğu bulunmuştur (68).

Skolyozda cerrahi girişimin başarısı, omurganın stabilitesi ile birlikte solid artrodezin sağlanmasına bağlıdır. Enstrümantasyon stabilite ve füzyon için bir araçtır (6,44,69,70).

2.7.3.4. Posterior Enstrümantasyon

Skolyoz cerrahisinde uygulanan ilk yaklaşım Hibbs'in tarif ettiği posterior füzyon ve alçı uygulamasıdır. Harrington tarafından, 1950'lerin sonlarında doğru skolyoz cerrahisinde kullanılmaya başlanan posterior enstrümantasyon sistemleri, zaman içerisinde, biyomekanik ve teknik yetersizlikler nedeni ile geliştirilmiş ve pek çok yeni sistem kullanılır hale gelmiştir (69,71,72).

- Distraksiyon – Kompresyon Enstrümantasyonu: (Harrington)

Eğriliğin konkav tarafına uygulanan distraksiyon mekanizması ile düzelme sağlanmıştır. Bazı vakalarda da konveks tarafa kompresyon uygulanarak yapılabilir. Bu sistemin orta büyüklükteki eğrilikleri düzeltmede başarılı olduğu görülmüş. Fakat fazla miktarda korreksiyon kayıpları, rotasyonun düzelmemesi, sagittal planda düzleşme ve lomber lordozda azalma, hastanın ameliyat sonrası ancak korse veya alçı ile mobilize edilebilmesi gibi olumsuz yönleri tespit edilmiştir (6,35,72).

- Segmental Enstrümantasyon: (Luque)

Daha fazla düzeltme sağlamak ve kemiğe binen yükü, eğriliğin her iki ucu yerine, çok sayıda segmente aktararak azaltmak amacı ile, 1972 yılında Luque tarafından geliştirilmiştir. Her seviyede, laminalar altından geçirilen tellerle omurgaya tespit edilen L rotlardan oluşmaktadır. Sagittal ve koronal planda efektif düzeltme sağlamış, ameliyat sonrası immobilizasyon ve alçı kullanımı gereksinimi kaldırmıştır. Bunun yanında uygulama zorluğu, nörolojik defisit riskinin artması gibi dezavantajları mevcuttur (6,72).

Bu problemleri ortadan kaldırmak amacı ile, Drummond ve arkadaşları tarafından Wisconsin enstrümantasyon sistemi geliştirilmiştir. Uygun olarak eğilmiş rodların, spinöz çıkıntılara açılan deliklerden geçirilmiş tellerle tespit edilmesine dayanmaktadır. Teller kemiğin yırtılmasını engellemek için spinöz çıkıntıya dayanan pullar ile desteklenmiştir (81).

- Derotasyonel Sistemler: (Cotrel – Dubousset, CD)

1980’lerde Cotrel ve Dubousset tarafından skolyoz tedavisinde derotasyon kavramı tarif edilmiş ve CD enstrümantasyon sistemi geliştirilmiştir. Bu sistemde sagittal eğim verilmiş olan rotlar, çengeller yardımı ile omurgaya tespit edilir. Füzyon sahası içerisindeki tüm vertebraların tespiti gerekmemektedir. Çengellerin stabilitesini sağlamak için distraksiyon ve kompresyon uygulanır. Eğriliğin konveks tarafına yerleştirilen rotun 90° döndürülmesi ile, sagittal ve frontal planda skolyoz düzeltilir. Transvers traksiyon cihazı yardımıyla, en çok yer değiştirmiş olan vertebra lateral düzeltici kuvvet uygulanabilir ve iki rot birbirine sabitlenerek, rijid bir dikdörtgen yapı elde edilir. Ameliyat sonrası alçı ya da korse ihtiyacı olmadan, hastanın erken mobilizasyonunu sağlar (6,72).

CD enstrümantasyon sisteminin skolyoz cerrahisinde başarıyla kullanılmasıyla beraber, benzer prensiplere dayanan TSRH, Moss Miami, Isola ve benzeri enstrümantasyon sistemleri geliştirilmiştir (72).

- Pedikül Vidası ve Translasyonel Sistemler:

Spinal cerrahide pedikül vidası ilk olarak Roy-Camille ve arkadaşları tarafından vertebra kırıklarının stabilizasyonunda kullanılmıştır. Adölesan idiyopatik skolyoz tedavisinde ilk vida uygulamaları, Cotrel-Dubousset (CD) sisteminde, lomber bölgede çengel yerine pedikül vidalarının konulması ile başlanmış, daha sonra Suk ve arkadaşları torasik bölgede de pedikül vidalarını kullanmışlardır (6,19,72).

Etkili fiksasyon için, omurun en kuvvetli bölümü olan pedikül kullanılır ve vida omur cisminde kadar ilerletilir. Yapılan biyomekanik çalışmalarda, pedikül vidaları ile sağlanan fiksasyon kuvvetinin, diğer yöntemlerden üstün olduğu gösterilmiştir. Pedikül vidalarının segmental kullanımı ile, kuvvet birçok segmente dağıtılır ve her bir segmente binen yükün azaltılır. Bunun yanında, çok daha etkin bir şekilde rotasyonel düzelme elde edilir. Ameliyat sonrası alçı ya da korse ihtiyacı olmadan, hastanın erken mobilizasyonuna olanak sağlar (72).

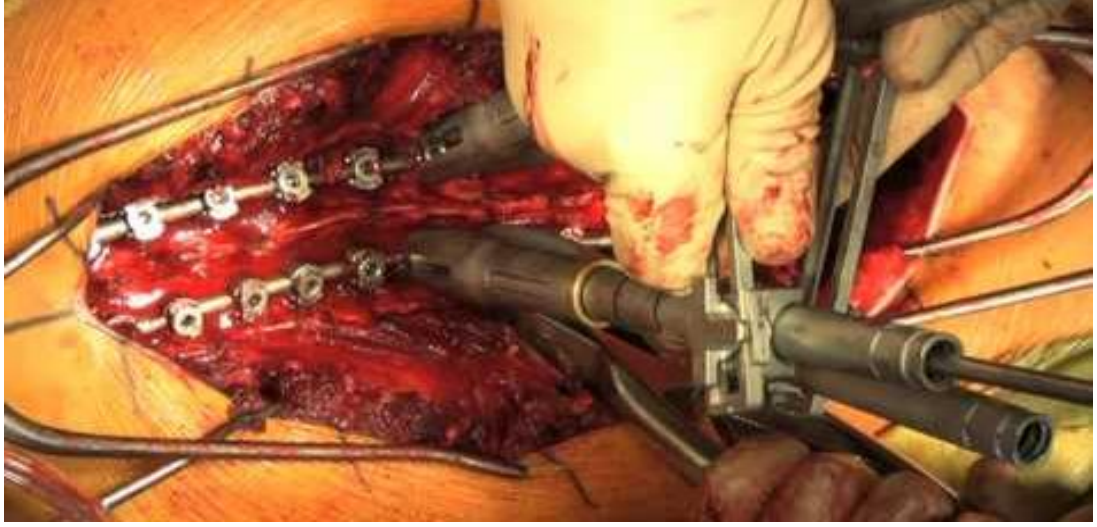
2.7.3.3.1. Rod derotasyonu

Rod üzerinden yapılan derotasyonda eğriliğin hem konkav hem de konveks tarafına pedikül vidaları yerleştirildikten sonra konkav tarafa eğriliğin sagittal plandaki büyüklüğünün üçte biri oranında fazla kontür verilmiş olan rod yerleştirilir. Bazen bu rodun yerleştirilmesi rod ile vertebral kolanun eğriliği arasında uyumsuzluğun büyük olduğu durumlarda zorluk çıkarabilir. Eğriliğin hem torakal hem de lomber alana uzandığı büyük deformitelerde tek bir uzun rod kullanmak yerine her segment için daha kısa ayrı ayrı rodalar kullanmak yerleştirme işlemini kolay hale getirir. Rod yerleştirildikten ve vida başları kapatıldıktan sonra klempler ve rod tutucuları vasıtası ile rod 90 derece döndürülerek torakal bölgede kifoz lomber bölgede lordoz oluşturulur. Böylece koronal plandaki deformite düzeltilirken sagittal plandaki fizyolojik eğrilikler de elde edilmiş olunur. Deformitenin düzeltilmesi kompresyon veya distraksiyon yapılmaksızın sadece rodun derotasyon manevrası ile sağlanmış olur. Konveks torakal eğrilik ve konkav lomber eğrilik hazırlanan uygun sagittal

kontur verilmiş destekleyici rod herhangi bir derotasyon manevrası yapılmadan in situ pozisyonda vidalara tespit edilir.

2.7.3.3.2. Direk vertebral rotasyon

Rotasyonel deformiteyi düzeltmek için direkt vertebral rotasyon coronal ve sagittal defromitenin düzeltildiği rod derotasyonundan sonra uygulanır. Rod derotasyonu sonra iki tip kuvvet oluşur. Rod derotasyonu ile olan bu kuvvetlerden ilki “rod derotasyon” vektörü olup posterior ve medial yönde etki eder. Bu kuvvet sayesinde koronal ve sagittal planda düzelme gözlenirken transvers planda belirgin bir düzelme gözlenmez. İkincisi ise rodun ekseni etrafında 90 derece dönmesi ile oluşan ve skolyozda rotasyona etki eden kuvvettir. Rijit ya da ciddi deformitesi olan skolyoz olgularında vida ile rod arasında oluşan sürtünme nedeni ile rod derotasyonu sonrasında vertebra gövdesindeki rotasyon daha da fazla artar. Rod ile vida arasında sürtünmenin az olduğu durumlarda vida rod üzerindeki kayma hareketine izin vererek rotasyonel deformite pedikül vidası ile rod derotasyonu arasındaki vektöre bağlı olarak düzelme sağlanır. Direkt vertebral rotasyonun konsepti basit ve anlaşılır. Pedikülden vertebra gövdesinin anterioruna doğru verleştirilen vida sayesinde tüm rotasyonel güç vertebra gövdesi ve pedikül boyunca uygulanarak transver planda düzelme hedeflenir. Kanca ve sublaminar telle yapılan posterior enstrümentasyonun fiksasyon aksı vertebra rotasyon aksının gerisinde kaldığı için yeterli dönme torku oluşturamadığı için direk rotasyon için uygun değildir. Uzun vida derotatorları ile uygulanan tork sayesinde aynı seviyedeki vertebranın her iki tarafından rotasyon işlemi uygulanır. Böylece direk vertebral rotasyon ile vertebralar arasındaki rotasyon düzeltilerek üç boyutlu düzelme sağlanır. Direkt vertebral rotasyonda vertebra transver plandaki rotasyonun aksi istikamette düzeltilir. Kaudalden bakıldığında sağ torakal eğrilikte apikal ve juksta-apikal vertebral patolojik rotasyonu düzeltmek için direk rotasyonu işlemi saat yönünde uygulanmalıdır. En üst ir ya da iki vertebranın rotasyonu torakal direk derotasyonun tersi yönde olup en alt seviyede bulunan vertebranın rotasyonu lomber kompensatuar vertebranın rotasyon yönüne göre belirlenir (73), (Resim 2.6).



Resim 2.6. Direkt vertebral rotasyonun ameliyat esnasındaki görüntüsü

2.7.3.5. Anterior Enstrümantasyon

Omurga cisminde direkt olarak uygulanan enstrümantasyon sistemi ile büyük oranda düzeltici kuvvet elde edilir. İlk olarak Dwyer tarafından tarif edilmiş, vida ve titanyum kablo kullanılmıştır. 10 1973’de Zielke tarafından segmenter ventral derotasyon sistemi geliştirilmiştir (15).

Posterior yaklaşım kullanılmaksızın, tek başına anterior füzyon ve enstrümantasyon kullanılabilir. Bu yöntem daha çok torakolomber ve lomber eğriliklerde kullanım alanı bulmuştur. En büyük avantajı, daha az seviyeli füzyon alanı ile her üç planda daha iyi bir düzelme sağlamasıdır. Dezavantajları ise; lomber kifoz, torasik hiperkifoz, psödoartroz ve rod kırılması gibi komplikasyonların sıklığında artıştır (6,44).

Ayrıca posterior enstrümantasyon ve füzyona, anterior gevşetme ve füzyon eklenmesi gerekebilmektedir. Büyük ve rijit eğriliklerde, elde edilecek düzeltmeyi arttırmak için ve immatür hastalarda krankşaft fenomenini engellemek için kombine yaklaşım tercih edilir (74).

Dubousset ve arkadaşları spinal füzyon uyguladıkları maturasyonunu tamamlamamış hastalarda, anterior büyümenin devam etmesi nedeniyle angulasyon ve rotasyon artışı tespit etmişler ve bunu krankşaft fenomeni olarak tanımlamışlardır. Buna göre:

- Risser belirtisi 0 veya 1 olan,
- Triradiat veya proksimal femoral fizisleri kapanmamış olan,
- Tanner'e göre evre 1 veya 2 olan,
- Büyümenin en hızlı olduğu dönemde bulunan hastalarda, cerrahi tedaviye anterior füzyonun eklenmesi gerektiğini belirtmişlerdir (75,76).

2.7.4. Komplikasyonlar

Skolyoz cerrahisinde posterior enstrümantasyon sonrası görülen komplikasyonlar, ortaya çıkış zamanı ve nedenlerine göre üç grupta incelenebilir:

2.7.4.1. Genel Tıbbi Komplikasyonlar

Ameliyat sonrası erken dönemde tespit edilmektedir. Anesteziye bağlı komplikasyonlar, yara yeri enfeksiyonu, pulmoner ve gastrointestinal problemler bu grubu oluşturmaktadırlar (35).

2.7.4.2. Tekniğe Bağlı Komplikasyonlar

2.7.4.2.1. Nörolojik Hasar

En sık nedeni fark edilmemiş spinal kord sıkışmasıdır. Ayrıca transpediküler vidaların kanal içine olan malpozisyonu, çengel ve rotların spinal kanala deplasmanı, aşırı düzeltmeye bağlı olarak spinal kord dolaşımının bozulması da nörolojik hasara neden olabilmektedir (6,77).

Nörolojik komplikasyonların önlenmesi amacı ile, ameliyat esnasında Stagnara'nın uyandırma testi uygulanmalı, sonucu pozitif ise derhal enstrümantasyon çıkarılmalıdır (35,77).

Yapılan çalışmalarda gösterilmiştir ki, altı saatten sonra nörolojik semptomların geri dönme şansı çok azalmaktadır. Lomber bölgede vida malpozisyonu sonucunda daha çok sinir kökü hasarı görülmektedir (35,77).

Yapılan çalışmalarda nörolojik hasar oranları, Harrington enstrümantasyon sisteminde %0.23, sublaminar teller kullanıldığında %0.86, CD enstrümantasyon sisteminde ise %0.60 olarak bildirilmiştir. Adölesan idiyoPATİK skolyozun cerrahi tedavisi sonrası gelişen paralizi insidansı Skolyoz Araştırma Cemiyeti tarafından %0.26 olarak bildirilmiştir (35,77,78).

2.7.4.2.2. Kemik Kırıkları

Enstrümantasyon esnasında aşırı güç uygulanması sonucu, lamina veya pediküllerde kırıklar oluşabilmektedir. Bunun önüne geçilebilmesi için aşırı zorlayıcı kuvvetler uygulanmamalıdır (6,35,77).

2.7.4.2.3. Visseral Organ Yaralanmaları

Anterior girişim ile enstrümantasyon sonrası daha sık görülmektedir. Posterior enstrümantasyon esnasında pediküler vidanın omur cisminin anterior korteksini penetre edebileceği ve büyük damarlarda yaralanmaya neden olabileceği unutulmamalıdır (35).

2.7.4.2.4. Dural Yırtıklar

Duramater üzerine direk travma sonucu oluşur ve beyin omurilik sıvısının sızıntısına yol açabilir. Bu nedenle basit sütür veya yumuşak doku greftleri ile tamir edilmelidir (35,77).

2.7.4.3. Geç Komplikasyonlar

2.7.4.3.1. Pseudoartroz

Cerrahi tedavinin amaca yönelik başarısızlığını göstermektedir. Son yıllarda kullanılan daha rijid ve güçlü implantların yaygınlaşması ile pseudoartroz oranları %1'e kadar inmiştir. En sık torakolomber bileşke ve distal füzyon bölgelerinde görülmektedir. Tanı genellikle oblik çekilen grafiler, bilgisayarlı tomografi veya kemik sintigrafisi yardımı ile konulur. İmplant yetersizliği görülmesi de pseudoartroz lehinde bir bulgudur. Ayrıca başarılı bir posterior cerrahide, vertebra gövdesinin büyümeye devam etmesi ile anteriorde disk mesafesinin azalması beklenir. Anteriorde geniş disk mesafesi posteriordeki pseudoartrozun belirtisi olabilir (35,77).

Pseudoartroz ağrı ve korreksiyon kaybına neden olmuyor ise cerrahi gerekemeyebilir. Asemptomatik pseudoartrozlar genellikle distal füzyon segmentinde görülmektedir. Torakolomber bileşkedeki pseudoartrozlar genellikle korreksiyon kaybına ve ağrıya neden olurlar (35). Semptomatik bir pseudoartroz varlığında, öncelikle füzyon bölgesi etrafındaki tüm yumuşak dokular temizlenmeli ve yeniden implant yerleştirilerek bu bölgeye kompresyon uygulanmalıdır. Ayrıca füzyon bölgesine dekortikasyon ve otolog greft uygulanmalıdır (35,77).

2.7.4.3.2. Enstrümantasyon Problemleri

Çengellerin yerinden çıkması, rotların kırılması, transpediküler vidaların gevşemesi veya kırılması, transvers bağlayıcıların yerinden çıkması enstrümantasyon sorunları görülebilmektedir. Genellikle pseudoartroz belirtisidir. Füzyon gelişmiş ise tedavi gerekmemektedir. Fakat özellikle zayıf hastalarda, cilt altında belirginleşmesi ve hastayı rahatsız etmesi durumunda, füzyon gelişmiş olsa da enstrümantasyon çıkarılmalıdır (35,77).

2.7.4.3.3. Lomber Lordozun Kaybolması (Flat Back Deformitesi)

Lomber omurgada distraktif kuvvetlerin kullanılması, fizyolojik lomber lordozun azalmasına ve hastanın ayakta öne doğru eğik durmasına yol açar. Bu durum hastada sırt ve kalça ağrısı gibi klinik şikayetlere neden olabilir. Lomber lordozun azalması sonucu, enstrümente edilen bölgenin distalinde lordoz artışı ve buna bağlı disk dejenerasyonu gelişerek bel ağrısı görülmektedir. Bu durumun önüne geçebilmek için, ameliyat masasında hastanın pozisyonuna dikkat edilmelidir. Ayrıca rotlara lomber lordoz için gereken eğim verilmeli ve lomber bölgede kompresif kuvvetler uygulanmalıdır (35,77).

2.7.4.3.4. Gövde Dekompansasyonu

Yeni nesil segmental enstrümantasyon sistemleri ile, özellikle King tip II eğriliklerin tedavisi sırasında karşılaşılan bir durumdur. Ana eğriliğin aşırı düzeltilmesi sonucu oluşur. Kompansatuar eğriliğin esnekliği hastanın düz durması için yetersiz kalmaktadır. Bu durumun önüne geçilmesi için aşırı düzeltmeden kaçınılmalıdır. Dekompansasyon ile karşılaşıldığında, hafif veya orta ise periyodik kontroller ile Kompansatuar eğrilik takip edilir. Daha ciddi durumlarda lomber eğriliğin tedavisi için korse kullanılır. Korse de başarısız olur ise, füzyon ve enstrümantasyon Kompansatuar eğrilikteki stabil vertebraya kadar uzatılmalıdır (6,35).

2.7.4.3.5. Geç Enfeksiyon

Cerrahiden aylar sonra, genellikle fistül şeklinde karşılaşılmaktadır. Geç enfeksiyonların birçoğunun operasyon sırasında yerleştiği ve uzun süre subklinik kaldığı düşünülmektedir. Fistül varsa, fistülografi çekilerek enfeksiyonun nereye kadar uzandığı görülmeli, granülasyon dokuları ve fistül eksize edilmelidir. Eğer füzyon gelişmiş ise implantlar çıkarılmalıdır (35,77).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Derotasyon tekniklerinin koronal dengeye, sagittal dengeye ve omuz dengesine olan etkisinin karşılaştırılabilmesi için, Ankara Üniveristesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı 'ndan izin alındıktan sonra Biyoistatistik Ana Bilim Dalı tarafından ön çalışma neticesinde, değerlendirilmesi gereken hasta sayısı belirlenmiştir. Etik Kurul onayı alındıktan sonra çalışmaya, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı'nda 2008-2015 yılları arasında posterior enstrümentasyon uygulanmış adölesan idiopatik skolyozu olan 54 hasta dahil edilmiştir.

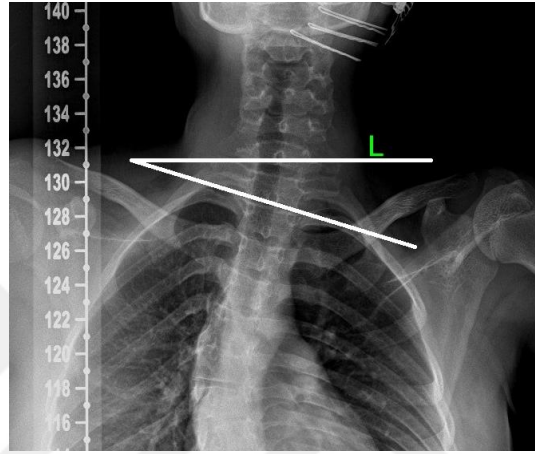
Posterior enstrümentasyon uygulanmış konjenital skolyoz, juvenil skolyoz ile erişkin skolyoz hastaları çalışmaya dahil edilmemiştir. Bu kriterlere uyan toplam 54 hasta belirlenmiş olup, hastaların 27 si direkt vertebral rotasyon uygulanan grubu oluştururken, 27 hasta sadece indirekt vertebral rotasyon uygulanan grubu oluşturmaktadır.

Retrospektif olarak planlanan çalışmada hastaların ameliyat öncesi ve ameliyatın birinci yılındaki koronal ve sagittal plandaki eğrilikleri ile omuz dengesini belirleyen parametreler Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Avicenna PACS sisteminden açılan röntgenogramları, 16:9 inç ebatlarındaki tek bir monitörden yapılan ölçümler sonrasında, istatistiksel olarak birbiriyle karşılaştırılmıştır.

Yapılan ölçümlerde hastaların ameliyat öncesi ölçülen koronal plandaki major eğrilikleri, merkezi sakral düşey çizgiden C7 şakül çizgisine olan uzaklık (CSVLfark) (şekil-34), sagittal plandaki T5-T12 kifoz ve L5-L1 lordoz açısı, S1 vertebra eğimi (sakral slop), birinci torakal vertebranın eğimi (T1 tilt), klavikular açı (CA), birinci kosta açısı (FRA), korakoid çıkıntılar arasındaki seviyesi (CPH), klavikula ile kosta kesişim çizgisi seviyeleri (CRCI), birinci kostalar arası yükseklik (FRCH), ve trapezius kas uzunlukları (TL), ameliyat sonrası ölçülen değerler ile karşılaştırılarak çıkan farklar iki grup arasında istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır.

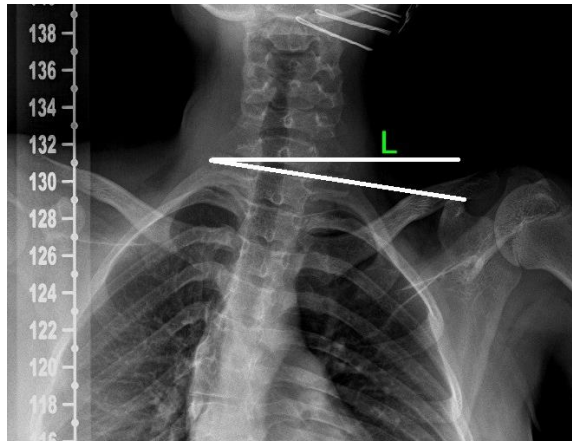
Klasik olarak ölçülen diğer parametrelerden farklı olarak omuz asimetrini değerlendiren ölçümler;

T1 eğimi (*T1 tilt*): birinci torakal vertebranın üst son plağından geçen paralel çizginin yatay düzlem ile oluşturduğu açıdır. Birinci torakal vertebra gövdesinin sol kısmının kranialde sağ kısmının kaudalde olduğu durumlara pozitif T1 eğimi denir. Ters durumlarında bu açı negatif olarak değerlendirilir (Resim 3.1).



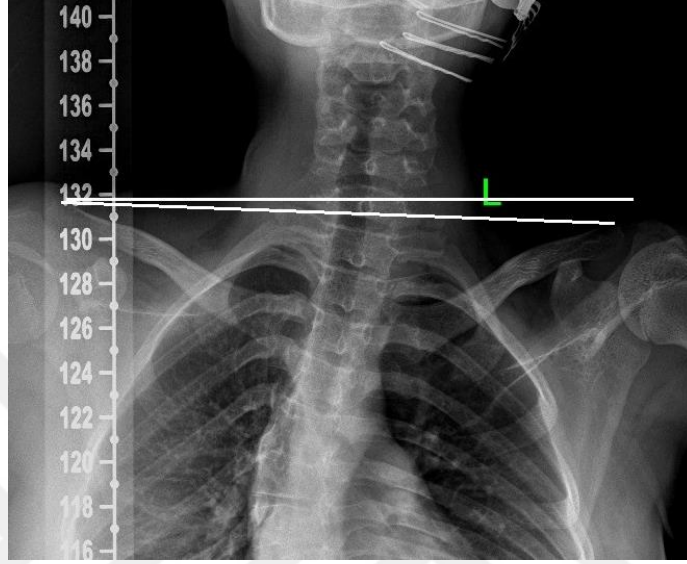
Resim 3.1. T1 vertebra tilti

Birinci kosta açısı (*FRA, first rib cage height*): birinci kostaların en üst noktasından geçen tanjansiyel çizginin yatay ile oluşturduğu açıdır. Sağ kostaya doğru olan inklinasyon durumunda pozitif, sola inklinasyon durumunda negatif olarak değerlendirilir (Resim 3.2).



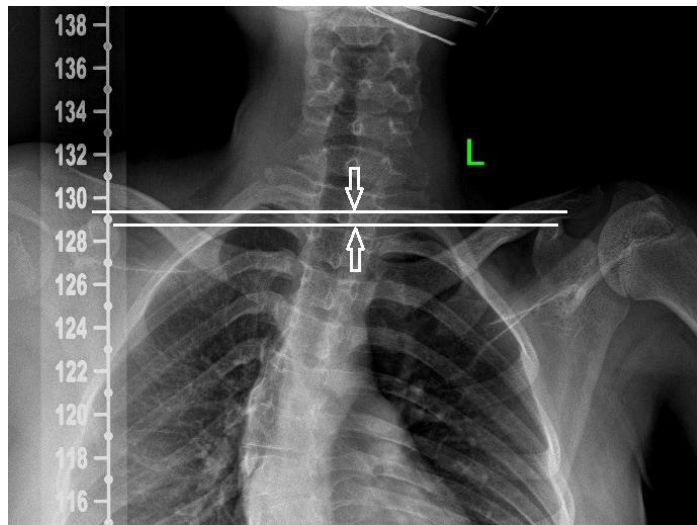
Resim 3.2. Birinci kosta açısı

Klavikula açısı (*CA, clavicle angle*): her iki klavikulanın en süt noktasını birleştiren tanjansiyel çizginin yatay ile oluşturduğu açıdır. Sol klavikulanın yukarıda sağ klavikulanın aşağıda olduğu durumlar pozitif, tersi durumda negatif olarak değerlendirilir (Resim 3.3).



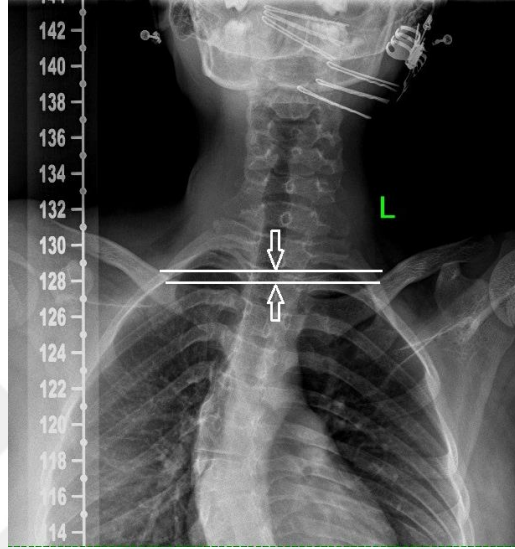
Resim 3.3. Klavikula açısı

Korakoid çıkıntı yüksekliği (*CPH, coracoid process height*): her iki korakoid çıkıntının üst noktasından çekilen yataya paralel tanjansiyel çizgi arasındaki mesafedir. Sol korakoid çıkıntının yüksek olduğu durumlar pozitif, aşağıda olduğu durumlar negati olarak değerlendirilir (Resim 3.4).



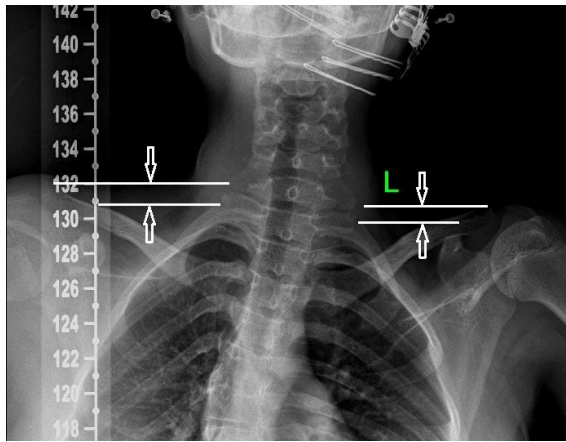
Resim 3.4. Korakoid çıkıntı yüksekliğinin lçm

Klavikula-birinci kosta kesişimi (*CRCI, Clavicle-rib cage intersection*): Klavikula kostanın dış korteksi ile farklı mesafelerde kesişir. Bu kesişim noktasından çekilen horizontal çizgiler arasındaki mesafe ölçülerek yükseklik farkı hesaplanır. Sol tarafın yüksekte olduğu durumlar pozitif, aşağıda olduğu durumlar negatif olarak değerlendirilir (Resim 3.5).



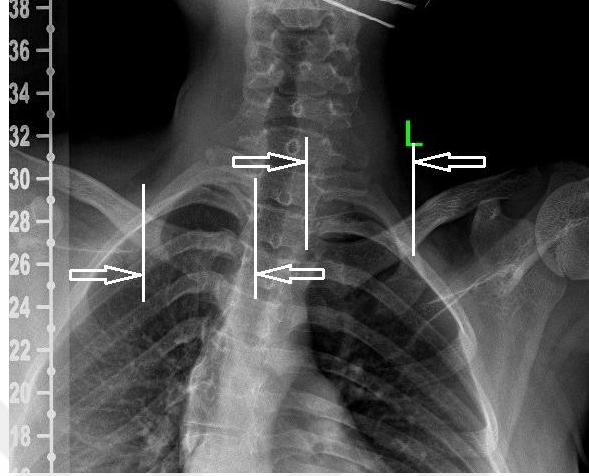
Resim 3.5. Klavikula-birinci kosta kesişim çizgisi

Birinci kosta-klavikula yüksekliği (*FRCH, First rib-clavicle height*): Birinci kostaların en üst noktası ile klavikulanın en süt noktasından geçen yatay çizgiler arasındaki mesafedir. Vertikal yüksekliğin solda yüksek olduğu durumlarda pozitif, aşağıda olduğu durumlarda negatif değerlerden söz edilir (Resim 3.6).



Resim 3.6. Birinci kosta yüksekliği

Trapezius uzunluğu (TL, *trapezius lenght*): ikinci torakal vertebra pedikülünden ikinci kosta ile klavikulanın kesişim noktası arasındaki horizontal mesafedir. Bu mesafenin solda yüksek olduğu durumlar pozitif, sağda yüksek olduğu durumlarda negatif olarak değerlendirilir (Resim 3.7).



Resim 3.7. Trapezius uzunluğu

Ölçümler esnasında değerlerin pozitif ya da negatif olmasına bakılmaksızın, çıkan farklar arasındaki mutlak değerler hesaplanarak iki teknik arasında istatistiksel anlamlı sonuç olup olmadığı değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR

Toplam 54 hastanın karşılaştırıldığı bu çalışmada, grup farkı gözetilmeksizin erkeklerin oranı %33,3 (n=18) iken kızların oranı %66,7 (n=36) olup, Lenke tip 1 eğriliği olan erkeklerin sayısı 14 iken, bu sayı kızlarda 22 dir. Erkeklerden 3'ü, kızların ise 15'i Lenke Tip 2 eğriliğe sahiptir. Direkt vertebral rotasyon (DVR) uygulanan 27 hastanın yaş ortalaması 13,3 (11-16), sadece indirekt vertebral derotasyon (IDVR) uygulanan 27 hastanın yaş ortalaması 13,4 (11-15) olarak saptanmıştır. DVR grubunda kız/erkek oranı 21/6, IDVR grubunda kız/erkek oranı 16/11 dir. Her iki grupta eğrilikler Lenke sınıflamasına göre tip 1 ve tip 2 eğriliklerden oluşmaktadır. Tip1/tip2 oranı DVR grubunda 18/9 iken IDVR grubunda da 18/9 dur. İki grup arasında bakıldığında, yaş ve eğriliklerin tipi arasında, istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur (Chi-square test, $p>0,05$).

Tablo 4.1. Gruplara göre kız/erkek dağılımı ve gruplar arasında fark olmadığını gösteren Chi-Square testi

Grup * Cinsiyet Crosstabulation

			Cinsiyet		Total
			Erkek	Kadın	
Grup	DVR	Count	6	21	27
		% within Grup	22,2%	77,8%	100,0%
	IDVR	Count	11	16	27
		% within Grup	40,7%	59,3%	100,0%
Total	Count		17	37	54
	% within Grup		31,5%	68,5%	100,0%

Chi-Square Tests

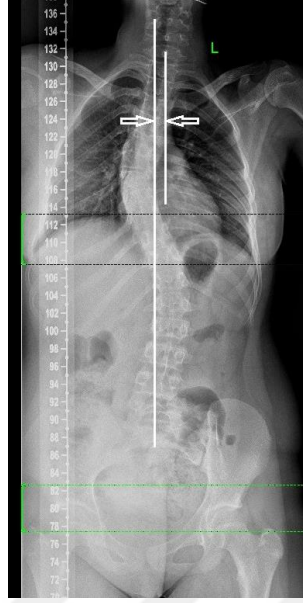
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	2,146 ^a	1	,143	,241	,120
Continuity Correction ^b	1,374	1	,241		
Likelihood Ratio	2,170	1	,141		
Fisher's Exact Test					
Linear-by-Linear Association	2,107	1	,147		
N of Valid Cases	54				

DVR uygulanan grupta majör eğrilikler için ortalama Cobb açısı 44,92 derece iken IDVR uygulanan grupta bu değer 48,70 derece olarak tespit edilmişken tüm grupların ortalaması 46,81 olarak bulunmuştur (Student's t-test, $p>0,05$). DVR uygulanan grupta ameliyat sonrası ortalama Cobb açısı 15,03 (7-27) olarak bulunurken bu oran IDVR grubunda 24,92 (23-45) derece olarak tespit edilmiştir. Cobb açısının ameliyat öncesi ve sonrasındaki farkının ameliyat öncesi değere bölünerek elde edilen Cobb açısındaki düzelme yüzdeleri ise DVR uygulanan grupta %66,7 (49-83) olarak tespit edilmişken IDVR uygulanan grupta bu değer %48,9 (31-74) olarak bulunmuştur (Student's t-test, $p<0,05$).

Tablo 4.2. Düzeltme ve düzeltme yüzdelerinin t-test analizi

		t-test for Equality of Means		
		Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
Duzelme	Equal variances assumed	,000	-9,88889	1,63073
	Equal variances not assumed	<u>,000</u>	-9,88889	1,63073
duzelmeYuzde	Equal variances assumed	,000	,17839	,02463
	Equal variances not assumed	<u>,000</u>	,17839	,02463

Merkezi sakral düşey çizginin (CSVL), koronal planda, yedinci servikal omurganın spinöz çıkıntısından geçen düşey çizgiye olan uzaklığı, DVR uygulanan grupta ameliyat öncesi ortalama 1,17 (0,0-4,05) cm olup IDVR uygulanan grupta 1,9 (0,0-4,84) cm olarak tespit edilmiştir. Ameliyat sonrasında merkezi sakral düşey çizginin şakül çizgisine olan uzaklığı DVR uygulanan grupta ortalama 0.64 (0-2.25) cm iken IDVR uygulanan grupta 1,2 (0-3,69) cm olarak tespit edilmiştir. Her iki grup karşılaştırıldığında merkezi sakral düşey çizginin yedinci servikal omurganın spinöz çıkıntısından geçen düşey çizgiye olan uzaklığı hem ameliyat öncesi hem de ameliyat sonrasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır (Mann-Whitney, $p=0,689$).



Resim 4.1. Merkezi sakral düşey çizgi (CSVL, *central sacral vertical line*)

T1 eğim ameliyat öncesi değerlendirmede DVR grubu için 8,44 (4-14) derece, IDVR grubu için ortalama 8,44 (3-14) derece olarak bulunmuş olup istatistiksel anlamlı fark yoktur. (Mann-Whitney, $p=0,889$)

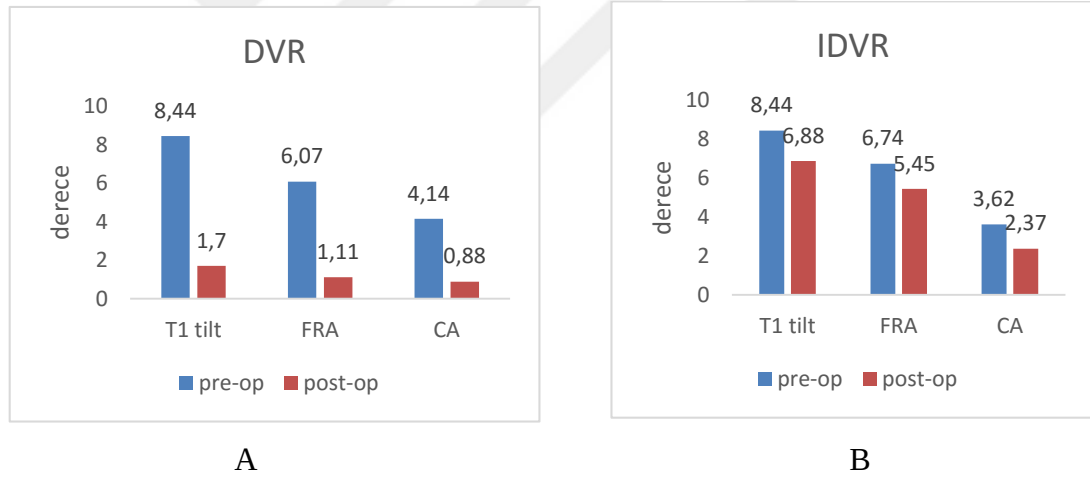
Ameliyat sonrası ölçülen T1 eğimi DVR uygulanan grupta 1,7 (0-4) derece iken IDVR uygulanan grupta 6,8 (2-13) olarak bulunmuştur. T1 eğimin ameliyat öncesi ve sonrasında oluşan farkların ortalaması DVR uygulanan grupta 6,7 (2-12) derece iken IDVR uygulanan grupta ortalama fark 1,5 (0-4) derece olarak tespit edilmiştir. Gerek ameliyat sonrasında ölçülen T1 eğim (Mann-Whitney, $p<0,05$) gerekse ameliyat öncesi ve sonrasında oluşan birinci torakal eğimin farkları arasında (T1tiltfark için $p<0,001$) istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur (Mann-Whitney, $p<0,05$).

Birinci kosta açısı için yapılan ölçümlerde, DVR uygulanan grupta bu değer ameliyat öncesi ortalama 6,7 (3-12) derece iken, IDVR uygulanan grupta ortalama 6,74 (2-12) derece olarak tespit edilmiş olup iki grubun ortalaması arasında istatistiksel anlamlı bulunmamıştır (Student's t-test, $p>0,05$).

Ameliyat sonrası ölçülen birinci kosta açısı DVR uygulanan grupta ortalama 1,11 (0-3) derece iken IDVR uygulanan grupta ortalama 5,48 (1-11) derece olarak tespit edilmiştir. DVR uygulanan grupta birinci kosta açısındaki değişim miktarı ortalama 4,96 (0-9) derece iken IDVR uygulanan grupta bu değer 1,25 (1-5) derece olarak bulunmuştur.

Ameliyat sonrasında iki grup arasında birinci kosta açıları, hem ameliyat sonrası ortalamalar hem de uygulama sonrasında oluşan değişim miktarları (FRAFark) açısından istatistiksel anlamlı fark bulunmuştur (Mann-Whitney, $p<0,001$).

Klavikula açısı için yapılan ölçümlerde DVR uygulanan grupta klavikula açısı ortalama 4,14 (2-7) derece iken IDVR uygulanan grupta bu değer 3,62 (1-11) olarak tespit edilmiştir (Mann-Whitney, $p=0,115$). Ameliyat sonrasında ölçülen değerler DVR grubunda 0,88 (0-4) derece iken IDVR grubunda 2,37 (0-8) derece olarak bulunmuştur. İki grup arasında klavikular açıdaki değişimlerin farkı (CAFark) DVR grubunda ortalama 3,25 (1-6) derece iken IDVR grubunda ortalama 1,25 (0-5) derecedir. Gerek ameliyat sonrasındaki ortalama klavikula açısındaki değişim miktarı (Mann-Whitney, $p<0,001$) gerekse ameliyat sonrası elde edilen klavikula açıları (Mann-Whitney, $p<0,001$) karşılaştırıldığında iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur.



Şekil 4.1. A- DVR ve grubunda omuz açılarındaki pre-op ve post op değişim B- IDVR grubunda omuz açılarındaki pre-op ve post-op değişim

Her iki grup için yapılan korakoid çıkıntının yükseklik farkı DVR uygulanan grup için 1,25 (0,29-3,45) cm, IDVR uygulanan grup için 1,45 (0,22-3,78) cm dir (Mann-Whitney, $p=0,128$). Ameliyat sonrası ortalama değer DVR grubu için ortalama 0,63 (0,19-2,19) cmi IDVR grubu için 1,11 (0-3,28) cm olarak tespit edilmiştir. Korakoid çıkıntı yükseklik farkı değişimi ise DVR grubunda ortalama 0,61 (-1,36-1,96) cm iken IDVR grubunda 0,33 (-0,22-2,20) cm dir. Yapılan istatistiksel değerlendirmede

korakoid çıkıntının yükseklik farkındaki değişimde DVR uygulanan grup ile IDVR uygulanan grup arasında anlamlı fark bulunmuştur (Mann-Whitney test, $p<0,001$).

Klavikula kosta kesişim çizgisi için hesaplanan ameliyat öncesi yükseklik farkı DVR uygulanan grupta ortalama 0,92 (0-1,86) cm iken IDVR uygulanan grupta 1,03 (0,14-2,13) cm dir (Student's t-test, $p>0,05$). Ameliyat sonrası bu değerler DVR grubunda 0,34 (0-1,15) cm iken IDVR grubunda 0,82 (0,11-2,03) cm olarak tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizde ameliyat sonrası anlamlı fark bulunmuştur (Mann-Whitney, $p<0,001$).

Birinci kosta yüksekliği için yapılan ölçümlerde, DVR grubunda ameliyat öncesinde ortalama değer 0,80 (0,06-1,76) cm iken IDVR grubunda ortalama 0,86 (0,04-1,64) cm dir (Student's t-test, $p>0,05$). Ameliyat sonrasında bu değer DVR grubunda ortalama 0,28 (0,1-3,13) cm iken IDVR grubunda ortalama 0,48 (0,2-1,16) cm olarak bulunmuştur. Yapılan istatistiksel değerlendirme sonrasında iki grup arasında birinci kosta yükseklik farkı açısından gerek işlem öncesi gerek işlem sonrasında anlamlı fark bulunmamıştır (Mann-Whitney, $p=0,1$).

Her iki taraf trapezius uzunluğunun farkı hesaplanarak yapılan ameliyat öncesi ölçümde DVR grubunda bu değer ortalama 1,01 (0,08-2,35) cm IDVR grubunda 1,00 (0,35-1,92) dir (Student's t-test, $p=0,941$). Ameliyat sonrasında yapılan ölçümlerde bu değer DVR grubu için 0,17 (0,04-0,47) iken, IDVR grubu için 0,7 (0,12-2,23) olarak tespit edilmiş olup istatistiksel olarak anlamlıdır (Mann-Whitney, $p<0,001$).

Tablo 4.3. Açısız olmayan omuz parametrelerinin pre-op ve post-op farklarının gruplar arasında anlamlı farklılık açısından Mann-Whitney testi ile yapılan analiz sonuçları

Test Statistics ^a				
	CPHFark	CRCIFark	FRCHFark	TLFark
Mann-Whitney U	195,500	176,000	272,500	192,000
Wilcoxon W	573,500	554,000	650,500	570,000
Z	-2,924	-3,262	-1,592	-2,985
Asymp. Sig. (2-tailed)	,003	,001	,111	,003

Lomber lordoz açılarına bakıldığında ameliyat öncesi ortalama DVR grubu için 50,92 (28-76) derece iken IDVR grubu için 41,7 (26-61) derecedir. Ameliyat sonrası ölçülen lomber lordoz değerleri DVR grubu için 41,55 (23-60) derece iken IDVR grubu için 42,22 (30-60) derece olarak tespit edilmiştir. Her iki grupta lomber lordoz açılarında azalma olmakla birlikte lomber lordoz normal sınırlar içerisinde kalmıştır.

Sakrumun üst son plağına paralel çekilen çizginin yatay ile yaptığı açı olan sakral eğim ameliyat öncesi DVR grubunda ortalama 41,25 (31-56) derece iken IDVR grubunda bu değer 37,92 (22-60) derecedir. Ameliyat sonrası sakral eğimler DVR grubunda 34,77 (46-18) iken IDVR grubunda 36,40 (20-53) derecedir. Sakral eğimde görülen azalma lomber lordozda görülen azalmaya paralel olup lordoz açısındaki değişim ile sakral eğim arasındaki değişimde istatistiksel olarak orta büyüklükte anlamlı bir ilişki mevcuttur (t-test, Pearson Korelasyonu).

Tablo 4.4. DVR grubu hastaların yaş, cinsiyet, eğrilik tipi, ameliyat öncesi ve sonrası major eğrilikleri gösteren tablo

Hasta no	Yaş	Cinsiyet	Lenke tip	Pre-op eğrilik	Post-op eğrilik
1	14	K	1	40	18
2	14	E	2	60	16
3	12	K	1	42	7
4	11	K	1	54	19
5	15	K	1	33	13
6	16	E	1	59	18
7	14	K	2	44	15
8	14	E	1	46	15
9	14	K	2	32	9
10	13	K	1	39	14
11	14	K	1	58	20
12	14	E	1	53	27
13	13	K	2	47	19
14	14	K	1	44	18
15	15	K	2	46	10
16	12	K	2	44	17
17	12	K	1	41	12
18	14	E	1	52	22
19	14	K	1	40	10
20	11	K	1	43	12
21	14	K	2	35	8
22	14	K	2	45	14
23	12	K	1	41	12
24	14	E	1	41	11
25	13	K	1	44	22
26	11	K	1	44	12
27	12	K	2	46	16

Tablo 4.5. IDVR grubu hastaların yaş, cinsiyet, eğrilik tipi, ameliyat öncesi ve sonrası major eğrilikleri gösteren tablo

hasta no	yaş	Cinsiyet	Lenke Tip	Pre-op eğrilik	Post-op eğrilik
1	15	E	1	50	29
2	14	E	1	53	30
3	13	K	1	50	21
4	15	K	2	65	45
5	12	K	2	43	25
6	12	K	1	42	11
7	14	E	1	47	20
8	15	E	1	50	22
9	15	E	1	53	25
10	12	K	2	73	35
11	12	K	1	45	19
12	13	K	2	40	21
13	11	K	1	47	27
14	15	K	1	40	19
15	13	K	1	39	20
16	14	E	1	57	30
17	13	E	1	57	23
18	14	E	2	49	32
19	12	K	1	40	25
20	14	K	2	66	39
21	13	K	2	45	27
22	12	K	2	51	21
23	14	E	1	41	23
24	15	E	2	46	18
25	14	K	1	45	20
26	13	K	1	48	23
27	15	E	1	33	20

Tablo 4.6. DVR grubu omuz parametreleri ölçümleri

hasta no	t1 tilt pre-op	FRA pre-op	CA pre-op	GPH pre-op	CRCI pre-op	FRCH pre-op	TL pre-op	T1 tilt post-op	FRA post-op	CA post-op	GPH post-op	CRCI post-op	FRCH post-op	TL post-op
1	7	9	5	2,28	1,81	0,9	-0,98	1	2	1	0,58	0,8	0,22	-0,4
2	10	4	3	0,64	1,19	-1,7	-0,64	2	3	4	1,99	-0,52	-0,25	-0,47
3	-5	-3	-2	-0,82	-0,78	0,49	0,5	2	2	3	2,19	1,15	-0,69	0,05
4	-7	-7	-4	-0,86	-1,09	0,63	-1,14	0	0	0	0,3	0,17	0,1	-0,13
5	8	7	4	1,5	1,4	-0,67	0,88	3	2	1	0,56	0,68	-0,32	0,11
6	7	-3	-3	-0,9	-0,69	1,27	0,08	2	3	1	0,56	0,41	-0,07	-0,12
7	-13	-8	-6	1,4	1,58	0,35	1,5	-2	-1	-1	0,28	0,67	0,28	0,16
8	-5	-3	-3	-0,91	-0,76	0,83	0,54	2	1	-1	-0,09	-0,2	0,29	0,06
9	-9	-7	-6	1,07	0,88	0,73	1,15	-2	-1	-1	0,42	0,16	0,18	0,12
10	9	6	4	0,8	0,19	0,09	0,93	2	0	0	0,26	0	0,14	0,22
11	-7	5	2	0,79	1,05	-1,04	-0,57	4	3	0	0,23	-0,19	0,42	-0,07
12	-4	6	-7	-2,2	-0,83	0,64	-1,73	2	1	-1	-0,24	0,39	-0,19	-0,34
13	-10	-7	-3	-1,39	-1,43	0,75	0,79	0	1	2	0,91	0,67	-0,04	-0,14
14	-5	-3	-4	1,12	0,88	-0,79	0,25	0	0	0	0,3	-0,16	0,14	0,04
15	-10	-12	-6	3,45	-1,34	-1,31	-1,11	2	3	2	1,56	0,33	-0,07	-0,25
16	14	8	4	0,29	0,38	0,69	1,11	2	1	-1	-1,03	-0,18	0,17	0,21
17	-9	-7	-5	-2,03	-0,78	0,06	0,81	1	1	0	0,44	0,16	0,02	0,26
18	7	5	2	0,36	0,56	0,77	1,72	1	0	0	0,93	0,36	3,134	0,12
9	9	7	4	0,74	1,86	0,87	1,38	0	0	0	0,21	0,07	0,22	0,14
20	8	5	4	1,93	1,64	1,76	2,18	1	0	0	0,36	0,28	0,15	0,26
21	11	7	4	1,01	0	0,87	0,33	2	0	0	0,55	0,41	-0,01	0,11
22	14	9	7	1,84	1,53	0,92	2,35	4	2	2	0,62	0,39	0,14	0,24
23	8	6	5	0,66	0,41	0,38	0,51	2	1	1	0,58	0,28	0,04	0,18
24	7	6	4	1,04	0,78	0,69	0,24	2	1	1	0,26	0,18	0,19	0,09
25	9	6	5	1,28	0,35	1,21	1,24	2	1	1	0,76	0,28	0,18	0,05
26	6	4	3	1,02	0,48	1,15	1,71	1	0	0	0,54	0,11	0,12	0,38
27	-10	-4	-3	1,47	0,42	0,08	0,94	-2	0	0	0,39	0,08	0,03	0,09

Tablo 4.7. IDVR grubu omuz parametleri ölçümleri

hasta no	T1 tilt pre-op	FRA pre-op	CA pre-op	CPH pre-op	CRCI pre-op	FRCH pre-op	TL pre-op	T1 tilt post-op	FRA post-op	CA post-op	CPH post-op	CRCI post-op	FRCH post-op	TL post-op
1	-7	-8	-4	-2,2	-0,47	-0,72	1,14	-3	-4	-2	-1,1	-0,97	-0,2	0,82
2	11	7	3	0,91	0,82	-0,24	0,74	10	4	2	0,69	0,65	0,05	0,44
3	8	8	3	1,02	1,26	1,04	0,85	5	6	2	0,92	1,06	0,95	0,96
4	14	12	5	1,27	2,13	-0,88	1,92	13	10	4	1,21	2,03	-0,9	2,23
5	-10	-9	-4	-1,8	-1,1	-0,04	0,94	-8	-6	-3	-1,6	-1,04	-0,1	0,92
6	-7	-6	-4	-1,5	-0,96	1,14	0,89	-5	-4	-4	-1,3	-0,83	1,16	1,09
7	7	5	4	1,26	1,08	1,12	1,13	6	5	2	1,02	0,84	0,22	0,87
8	8	5	4	0,22	0,14	0,82	0,86	7	4	4	0,24	0,11	0,65	0,75
9	6	5	2	1,08	0,76	0,86	0,75	5	5	1	0,96	0,58	0,2	0,49
10	-12	-12	-11	-3,8	-1,47	-1,11	-1,5	-9	-7	-8	-3,3	-1,23	-1,1	-1,02
11	-5	-7	-2	-1,3	-0,94	-0,89	-0,5	-4	-5	-1	-1,2	-0,76	-0,9	-0,54
12	11	8	2	1,56	1,28	1,22	0,77	10	8	2	1,48	1,19	0,83	0,58
13	7	5	5	0,91	0,33	0,72	0,4	6	4	2	1,13	0,56	0,6	0,51
14	-3	-5	-3	-2,2	-1,42	-1,29	-150	-2	-4	-1	-2	1,18	-0,7	-1,72
15	6	4	4	1,14	1,45	0,51	1,05	5	4	2	1,04	1,26	0,32	0,93
16	9	8	2	0,76	1,46	1,21	1,68	7	7	1	0,45	0,74	0,02	0,23
17	7	5	1	1,06	0,33	1,14	1,84	6	4	1	0,94	0,28	0,08	0,37
18	11	6	4	1,84	1,39	-0,73	-1,2	10	6	3	1,56	1,49	0,21	-1,06
19	7	4	1	0,75	0,26	1,14	0,83	5	4	1	0,8	0,26	0,35	0,2
20	12	9	7	2,2	1,66	0,42	0,72	10	8	2	0	0,46	1	0,97
21	11	12	5	2,56	1,92	1,09	0,54	9	11	3	2,24	1,56	0,94	0,2
22	13	9	3	1,13	0,39	0,3	0,35	11	8	3	0,65	0,75	0,56	0,97
23	7	6	3	1,26	1,08	1,19	1,12	5	4	3	0,89	0,23	0,17	0,18
24	13	7	3	1,63	1,07	0,6	1,58	11	8	3	0,97	0,75	0,23	0,12
25	5	4	3	1,11	0,88	0,61	0,82	5	3	0	0,57	0,22	0,11	0,15
26	5	2	5	1,13	0,8	0,62	0,53	4	1	3	0,63	0,13	0,26	0,27
27	6	4	1	1,56	1,12	1,64	0,87	5	4	1	1,28	1,04	0,21	0,44

5. TARTIŞMA

İdiopatik skolyoz, omurganın, koronal sagittal ve transvers planlardaki üç boyutlu kompleks deformitesidir (78). Rod derotasyonun idiopatik skolyoz cerrahisinde deformityeyi üç boyutlu olarak düzelttiği skolyoz cerrahisi ile ilgilenen hekimler tarafından önceden beri bilinmektedir (19,79). Rod derotasyonunun, skolyoz eğriliği üzerinde, güçlü posteromedializan etkisi olmakla birlikte, rotasyonel düzelme ile ilgili, hekimler arasında, değişken görüşler mevcuttur. Pollock ve ark (80) Cotrel-Dubousset kancaları ile rotasyonda 30 derecelik bir düzelme olduğunu bildirmişken, Krismer ve ark. (81), sadece rod derotasyonu ile, derotasyon yapılmayan gruba göre, belirgin bir fark olmamakla birlikte rotasyonda küçük bir düzelmenin sağlanabileceğini rapor etmiştir. Lenke ve ark (65) ise, rod derotasyonu ile, 11 derecelik rotasyonel düzelme sağlanacağını bildirmesine rağmen, Bridwel ve ark. (82) sadece sınırlı bir miktarda rotasyonel düzelmenin elde edilebileceğini öne sürmüştür.

Skolyozda vertebral rotasyonun miktarı, basit röntgenogram ile ya da daha net bilgi veren komputere tomografi görüntüleri ile değerlendirilebilir. Suk ve ark. (19) daha önce yapmış oldukları çalışmalarda rod derotasyonu ile elde edilen rotasyonel düzelmede, basit röntgenogramlar, anlamlı bir düzelme olduğunu gösterse de yapılan tomografi çalışması ile rod derotasyonun apikal vertebra derotasyonunda küçük bir değişiklik yaptığını bulmuşlardır (83). Rod derotasyonun rotasyonel deformiteyi düzeltmek için etksinin minimal olduğunu gösteren başka çalışmalar da sonradan yayınlanmıştır. Bu çalışmalarda esasen kanca sisteminin kullanıldığı posterior enstrümentasyonda, kanca ile yapılan fiksasyonun aksının, vertebranın transvers plandaki rotasyon aksına göre daha geride kaldığı için, yeterli dönme torkunu oluşturamadığı düşünülmüştür.

Kanca sistemi ile yapılan fiksasyon ile karşılaştırıldığında, pedikül fiksasyonunun, hareketli segmentin daha az füzyon sahasına katılmasını sağlayarak, daha fazla üç boyutlu düzelme sağladığı görülmüştür. Pedikül vidalarının idiopatik skolyoz cerrahi tedavisinde diğer implantlara göre bu kadar fazla avantajının olmasına

rağmen, halen hekimler tarafından, özellikle torasik bölgedeki nörolojik yaralanma riski nedeniyle, kullanımından endişe edilmektedir. Bu komplikasyon, pedikül yerleştirme tekniğinin iyi öğrenilmesi ve pilot deliğin, pedikül vidası yerleştirmeden önce dikkatlice doğrulanması ile önlenabilir. Pedikül vidası kullanıldığı takdirde füzyon seviyeleri genellikle üst nötral vertebra ile alt nötral vertebra olarak seçilmektedir. Sadece tek torakal eğriliğin bulunduğu deformitelerde alt son vertebra ile nötral vertebra arasında iki seviyeden fazla eşitsizlik olabilir. Böyle durumlarda, cerrahi sonrası gövde dekompanseasyonu engellemek için, distal füzyon seviyesi nötral vertebranın bir seviye proksimali olarak planlanmalıdır. Lomber ya da çift major eğrilikte ise distal füzyon seviyesi, alt son vertebra olarak seçilmelidir. Tüm bu tekniklere rağmen posterior enstrümantasyon ve düzeltme metodlarının rotasyonel deformiteyi düzeltmede anterior sistemlere göre daha az etkili olduğu kabul edilmektedir.

1990 ların sonlarında, uzmanlar idiopatik skolyozda rotasyonel düzelmeyi daha da iyi hale getirmek için pedikül vidası kullanılan sistemlerde direkt vertebral rotasyonu tarif ettiler (73). Uzmanlardan ilki 2000 li yılların ortasına kadar beş vakada direkt vertebral rotasyonu kullanarak hastaları tedavi ederken ikinci bir uzman sadece tek rod üzerinden derotasyon işlemi uyguladı. Daha sonra karşılaştırılan bu hastalarda direk vertebral rotasyonun rotasyonel deformiteyi düzeltmede daha başarılı olduğuna ikna oldular.

Direk vertebral rotasyon, sadece pedikülün efektif kullanımına izin veren ve vertebral gövdeyi fiksasyon için ankor gibi kullanan pedikül vida sistemleri ile kullanıldığında etkili bir yöntemdir. Bu teknikte rotasyonel güç pedikül vidası aracılığı ile posterior pedikülden vertebra gövdesinin ön kısmına aktarılır. Transvers rotasyon manevrası ise, uzun derotator aracılığı sayesinde, moment kolu uzatılarak, hem konkv hem de konveks taraftan kolayca yapılabilir. Vertebral rotasyon ile oluşan toplam tork, aynı seviyedeki iki pedikülden ve hem apikal hem de jukstaapikal vertebralardan yapılarak, sadece tek bir vertebra üzerinde toplanmamış olur. Bu sayede pedikülde oluşabilecek kırık ya da yetmezliğin önüne geçilir.

Direk vertebral rotasyon esnasında karşılaşılabilecek diğer bir olumsuz durum da pedikül vidasının kanal içine deplase olmasıdır. Gerek pedikül medial duvarının

lateral duvardan üç kez güçlü olması gerekse rotasyon işleminin aynı seviyedeki her iki pedikülden ve farklı seviyelerdeki vertebralar üzerinden yapılması nedeniyle son derece düşük bir risk söz konusudur.

Jukstaapikal vertebranın direk rotasyonun yönü vertebraların transvers plandaki rotasyon yönünün zıttı istikametindedir. Rodun saat yönünün terine döndürüldüğü esnada ya da sonrasında, jukstaapikal vertebra rotasyonu saat yönünde yapılmalıdır. En alt seviyedeki bir ya da iki vida için distal enstrümente edilen lomber vertebra seviyesine, rotasyon açısından iki seçenek bulunmaktadır. Bu vidalar lomber kompensatuar eğrilik için büyük bir öneme sahiptir. Preoperatif lomber eğrilik sakral dikey çizgiyi ciddi rotasyonda çaprazlıyorsa (örneğin King tip 2 ya da Lenke tip 1C) en alt seviyedeki iki vida torakal direk vertebral rotasyonun zıttı olan, lomber rotasyonu azaltan istikamette derote edilmelidir. Bir diğer neden de torakal rotasyonel deformitenin lomber eğrilikteki maksimal rotasyonel düzelmeyi engellemesidir. Bu durumda da lomber en alt seviyedeki vertebra torakal bölgede yapılan direk vertebral rotasyonu zıttı istikametinde döndürülür. Eğer major eğrilik sadece torakal eğrilikten meydana geliyor ise (örneğin King tip 3, King Tip 4, Lenke Tip1A,1B) torakal direk vertebral derotasyon ile lomber rotasyon düzeleceği için en alt seviyede bulunan vertebralara direk rotasyon işlemi uygulamaya gerek yoktur.

Sang-Min ve ark. yaptığı çalışmada ameliyat sonrası rotasyonel düzelmeyi direk grafilere bakılarak birçok bilgi elde edilebileceği öne sürülse de daha kesin değerlendirme için yapılan komputere tomografi çalışması ile, torakal apikal vertebra rotasyonundaki düzelme %42,5 olarak bulunmuştur (24). Cerrahi anında ise, direk vertebral rotasyonu takiben derotasyonun moment kolunun apikal vertebra seviyesinde düşey çizgi ile olan açısının azalması rotasyonel düzelmenin intraoperatif erken bulgusu olarak karşımıza çıkmaktadır. Diğer bir bulgu da rotasyon öncesinde anteroposterior floroskopi görüntüsünde izlenen vida uzunluklarının, rotasyon sonrasında yapılan anteroposterior görüntülemeye azalmasıdır. Yukarıdaki bulguların ışığında direk vertebral rotasyon sonrasında üç boyutlu düzelmenin göstergesi olarak apikal vertebra rotasyonun artık herkes tarafından kabul edilen bir gerçektir.

İlk zamanlar, direkt vertebral rotasyonun, tek rod üzerinden yapılan yapılan derotasyona göre sadece rotasyonel deformiteyi düzelttiği, sagittal ve koronal deformitelerin düzeltilmesine ciddi bir katkı sağlamadığı düşünülmüştür. Fakat koronal plandaki düzelmenin de tek rod üzerinden yapılan derotasyona göre, hem enstrümante edilen torakal segmentte hem de enstrümante edilmeyen lomber segmente, daha iyi bir düzelme sağladığı görülmesi, direkt vertebral rotasyonun beklenmedik bir etkisi olarak yorumlanmıştır. Böylece direk vertebral rotasyon, sadece transvers planda rotasyonun daha iyi düzelmesini sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda koronal ve sagittal plandaki deformitenin düzelmesine olan ciddi katkısı ile tek rod üzerinden yapılan derotasyona karşı bir avantaj oluşturmaktadır.

Füzyon alanına dahil edilmeyen lomber eğrilikler, torakal bölgede yapılan aşırı düzeltme sonrası, lomber deformitenin, proksimal eğriliğin düzeltilmesine, resiprokal yanıt veremeyeceği için, postoperatif dekompanasyon gelişme açısından yüksek risk teşkil etmektedir. Buna rağmen, lomber bölgedeki rotasyonel deformitedeki düzelme, direkt vertebral rotasyon tarafından sağlanmaktadır.

Sang-Min ve ark. tarafından yapılan çalışmada ortalama Cobb açısı direkt vertebral derotasyon yapılan grupta (%79, 6 eğrilikte düzelme), tek rod üzerinden yapılan derotasyona göre (%68,9 eğrilikte düzelme) daha iyi koronal düzelme sağlayıp istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (24). Lomber koronal eğrilik ise, tek rod üzerinden derotasyon uygulanan grupta, direk derotasyon uygulanan gruba göre, lomber bölgedeki rezidu rotasyonel deformite bulunmasından dolayı, takiplerde bir miktar artma gözlenmiştir (24).

Her ne kadar direkt vertebral rotasyon rotasyonel deformitenin düzeltilmesinde büyük bir etkisi olsa da cerrahi esnasında tam olarak müdahale edilemeyen intervertebral ya da intravertebral deformiteler bulunduğundan daha iyi bir rotasyonel düzelme ile füzyon seviyelerinin daha keskin şekilde belirlenebilmesi için, ileri çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Tüm bunların dışında güçlü bağlar ve disk nedeniyle tek bir vertebra segmentindeki rotasyonel düzelme sınırlı kalmaktadır. Eğriliğin rijiditesi ile de düzelme arasında zıt bir ilişki mevcuttur. Tüm bu sınırlamalara rağmen idiopatik skolyozda üç boyutlu düzelme sağlamak için seçilecek

en iyi yöntemin direkt vertebral rotasyon olduğu yazaralar tarafında kabul edilmektedir.

Uzmanlar aynı zamanda enstrümante edilen en alt seviyedeki vertebral tiltindeki düzelmeyi de gözlemlemiş olup lomber eğrilikte gelişebilecek dejenerasyonun erken belirtisi olarak değerlendirmişlerdir. Direkt vertebral derotasyon yapılan grupta enstrümante edilen en alt vertebra tiltinin tek rod üzerinden yapılan gruba göre daha az olduğunu gözlemlemişlerdir. Bu da direkt vertebral rotasyon yapılan grupta gelişebilecek dejeneratif değişikliklerin tek rod üzerinden derotasyon yapılan gruba göre daha az gözleneceği anlamına gelmektedir.

Suk ve ark. (24) yaptığı çalışmada direk vertebral rotasyon fizyolojik sagittal eğrilikleri tek rod üzerinden yapılan derotasyona göre daha iyi koruduğu söylese de, Watanabe ve ark. yaptığı çalışmada, torakal seviyede direk vertebral rotasyonun hipokifoza neden olduğunu bildirmiştir (84). Bizim yaptığımız çalışmada gerek lomber lordoz gerekse torakal kifoz enstrümantasyon sonrasında ameliyat öncesine göre her iki grupta azalma gösterirken, ameliyat sonrası sagittal fizyolojik eğrilikler normal sınırlar içinde izlenmiştir.

Adölesan idiopatik skolyoz olgularında hastalar tarafından önemsenen başlıca problemlerden biri kozmetik görünümdür. Sırtın ve omuzların görünüşü hastalar ve aileleri tarafından büyük bir önem taşımaktadır. Raso ve ark. yaptığı çalışmada omuz dengesinin adölesan idiopatik skolyoz hastalarında kozmetik görünüm açısından önemli bir role sahip olduğunu göstermiştir (85). Sol omuz özellikle çift torakal eğriliği bulunan adölesan idiopatik skolyoz hastalarında T1 tiltin pozitif olduğu daha fazla yükseldiği görülmüş. Bu nedenle özellikle çift torakal eğriliği olan adölesan idiopatik skolyoz hastalarında omuz dengesi hekim tarafından çok dikkatli değerlendirilmelidir. Bago ve ark. omuz yüksekliği ile radyografik parametreler arasındaki ilişkiyi değerlendirmiş olup omuz yüksekliğini tahmin etmek için dört değer olduğunu rapor etmiştir. Bunlardan T1 tilti (T1 tilt), birinci kostanın inklınasyonu (FRA), korakoid çıkıntının yüksekliği (CPH) ve klavikula-kosta kesişimi (CRCI) omuz yüksekliği ile ilişkisinin yüksek olduğunu bildirmiştir. Gözlemciler arasında, ölçüm hatasının ve farklılığın en az olduğu parametrenin klavikula-kosta

kesişim noktası olması nedeniyle, skolyotik deformitesi olan hastalarda omuz yüksekliğini tahmin etmede en güvenilir değer olduğunu vurgulamıştır (86).

Tüm bu çalışmaların ışığında, yaptığımız ölçümler neticesinde, adölesan idiopatik skolyoz cerrahisinde uygulanan direkt vertebral rotasyonun, indirek vertebral rotasyona göre koronal planda istatistiksel olarak anlamlı şekilde defromiteyi düzelttiğini tespit edilmiştir. Hastaların omuz asimetrisindeki parametrelerdeki değişikliklerin özellikle proksimal torasik eğriliğe sahip Lenke tip 2 deformitelerde T1 tiltinin, birinci kosta açısının ve klavikular açının istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha iyi düzeye geldiğini gözlemledik.

Omuz asimetrisinin diğer radyolojik bulguları olan birinci kosta açısı, klavikular açısı, korakoid çıkıntı yüksekliği, kosta-klavikula kesişim çizgisi, trapezius uzunluğu açısından iki teknik arasında anlamlı fark bulunurken, birinci kosta yüksekliğinin ölçümünde fark olmadığı gözlenmiştir.

Gerek direkt vertebral rotasyon yapılan grupta gerekse indirekt vertebral derotasyon yapılan grupta sagittal plandaki kifoz ve lordoz açılarının normal sınırlar içerisinde kaldığını, bu normal değerlerin düz bel deformitesinin olduğu Harrington sistemindeki gibi kompresyon ve distraksiyondan ziyade, pedikül vida sistemlerinin bir avantajı olarak rotasyon ve derotasyon manevraları ile elde edildiğini düşünülmüştür. Gövde dekompanasyonunun açısından da iki grup arasında anlamlı fark bulunmamıştır.

Bu çalışma için bir takım kısıtlayıcı durumlar söz konusu olup, ölçümlerin sadece radyografiler üzerinden yapılması en başta gelenidir. Radyolojik omuz asimetrisi ile hastaların hissettiği omuz asimetrisi arasında çok sıkı bir ilişki olmadığı için esas değerlendirmenin hastanın algısı üzerinden yapılması çalışmanın etkinliğini artıracak bir faktördür (87). Hastaların uzun takip sürelerinin olmaması da çalışmanın diğer kısıtlayıcı bir yanı olup uzun süreli takipler elde edilerek yapılan ölçümler neticesinde daha yararlı bilgilerin sağlanacağı aşıkardır.

SONUÇ

- Adölesan idiopatik skolyoz omurganın en sık rastlanan deformitesidir
- Direkt vertebral uygulanan hastalarda koronal plandaki düzelme, indirek derotasyon uygulanan hastalara göre anlamlı olarak daha fazladır.
- Gerek direkt vertebral rotasyon sonrasında gerekse sadece indirek derotasyon sonrasında sagittal plandaki lomber lordoz ve torakal kifozda bir miktar azalma olup, daha önceki sistemlere göre düz bel deformite oluşturma riski daha düşüktür.
- Koronal plandaki düzelmeye paralel olarak omuz asimetrisindeki radyolojik iyileşme, direkt vertebral rotasyon uygulanan hastalarda, sadece indirek vertebral derotasyon uygulanan gruba göre anlamlı olarak daha iyi olmakla birlikte, hastaların ameliyat öncesi ve sonrasında omuz asimetrisi ile ilgili değerlendirmelerinin alınması, tedaviyi planlamada sadece radyolojik kriterlerin değerlendirilmemesi gerektiği bakımından önem taşımaktadır.
- Lomber lordoz ile sakral eğim arasında orta düzeyde anlamlı bir ilişki olup lomber lordozdaki azalamaya bağlı olarak sakral eğim de azalmaktadır. Uzun takipler yapılması halinde ileride gelişebilecek lumbosakral denge açısından sakral eğimin ameliyat öncesinde değerlendirilmesi faydalı olacaktır.

ÖZET

Adölesan idiopatik skolyoz (AIS) hastalarında özellikle proksimal torakal eğriliği olan Lenke tip 2 eğriliklerde omuz dengesi gerek kozmetik açıdan gerekse hastanın ameliyat sonrası memnuniyeti açısından büyük önem taşımaktadır. Direkt vertebral rotasyon omurga posterior cerrahisinde yerini almasından bu yana adölesan idiopatik skolyoz hastalarında daha iyi bir kozmetik etkiye sahip olduğu bilinmektedir.

Bu çalışmanın amacı pedikül vidası kullanılarak posterior enstrümantasyon uygulanmış hastalarda direk vertebral rotasyon ile indirek vertebral rotasyonun koronal ve sagittal deformite ile omuz dengesine olan etkisini karşılaştırmaktır.

Bu amaçla yaşları, Risser işareti, eğrilik paternleri, Lenke sınıflaması, ana torasik eğrilik açıları arasında istatistiksel fark olmayan, direk vertebral rotasyon (DVR) ile tek rod üzerinden derotasyon (IDVR) uygulanan iki grup oluşturuldu.

İstatistiksel analiz sonrasında DVR uygulanan grupta, IDVR uygulanan gruba göre koronal deformite ve omuz asimetrisindeki düzelmede anlamlı fark bulunurken, sagittal deformitenin düzeltilmesi açısından anlamlı fark yoktur.

Sonuç olarak, direk vertebral rotasyonun koronal deformite ve omuz asimetrisi açısından, AIS hastalarında daha iyi kozmetik efekti olduğu düşünülmektedir.

SUMMARY

Shoulder balance is one of the key components to the body deformity in adolescent idiopathic scoliosis (AIS) patients, especially Lenke type 2 curve, and shoulder cosmesis plays an important role in patients' satisfaction of surgical outcomes. Since the new technique has been developed, direct apical vertebral rotation represents an important goal of posterior surgery for thoracic adolescent idiopathic scoliosis (AIS), so as to obtain a better cosmetic effect.

The aim of our study is to compare the correction of coronal and sagittal deformity and shoulder asymmetry, obtained with a direct vertebral rotation procedure in comparison with a simple concave rod rotation, in patients treated by posterior fusion for AIS using pedicle screws construct.

There were no statistical differences between the direct rotation group (DVR group) and the simple rod rotation one (IDVR), in terms of age, Risser's sign, curve patterns according to Lenke's classification, Cobb preoperative main thoracic (MT) curve magnitude and shoulder parameters.

The direct vertebral rotation obtained significantly better correction of coronal deformity and shoulder asymmetry in comparison with simple concave rod rotation and there is no difference between two groups for sagittal deformity correction.

As the cosmesis of the back and shoulders is critically important to the patients' satisfaction, and none of the radiographic parameters correlated excellently with the cosmetic parameters, spine surgeons should pay more attention to the cosmetic shoulder balance rather than radiographic shoulder balance to make surgical decision.

As a result, direct vertebral rotation correct the coronal deformity and shoulder asymmetry in AIS patient and obtain better cosmetic effect.

KAYNAKLAR

- 1) Haheer TR, Merola A, Zipnick RI, Gorup J, Mannor D, Orchowski J (1995) Meta-analysis of surgical outcome in adolescent idiopathic scoliosis. A 35-year English literature review of 11, 000 patients. Spine 20:1575–1584
- 2) Asher MA, Lai SM, Glattes RC, Burton DC, Alanay A, Bago J (2006) Refinement of the SRS-22 health-related quality of life questionnaire function domain. Spine 31:593–597
- 3) Harrington PR (1962) Treatment of scoliosis: correction and internal fixation by spine instrumentation. J Bone Joint Surg Am 44-A:591–610
- 4) Cotrel Y, Dubousset J, Guillaumat M (1988) New universal instrumentation in spinal surgery. Clin Orthop Relat Res 227:10–23
- 5) Hwang SW, Samdani AF, Cahill PJ (2012) The impact of segmental and En bloc derotation maneuvers on scoliosis correction and rib prominence in adolescent idiopathic scoliosis. J Neurosurg Spine 16 (4):345–350
- 6) Herring JA. Tachdjian's Pediatric Orthopaedics. 3rd Edition, New York: W.B.Saunders Company, 2002: 213-299.
- 7) Alici E. Omurga Hastalıkları ve Deformiteleri. Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları. İzmir, 1991: 271-384.
- 8) Ogilvie JW. Historical Aspect of scoliosis. Winter RB, Bredford DS, Lonstein JH, Ogilvie JW. MOE'S Textbook of Scoliosis and Other Spinal Deformities. 3rd Ed, Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1995: 1-5
- 9) Mehlman CT. Idiopathic Scoliosis, Emedicine from WebMD, 2004: <http://www.emedicine.com/orthoped/topic504.htm> (02/07/2014)
- 10) Moe JH, Kettleson D. Idiopathic scoliosis: Analysis of curve patterns and preliminary result of Milwaukee brace treatment in 169 patients. J Bone Joint Surg, 1970; 52 A: 1509-1533.

- 11) Montgomery F, Wilmer S, Applegren G. Long-term follow up of patients with adolescent idiopathic Scoliosis treated conservatively: An analysis of the clinical value of progression. J Ped Orthop, 1990; 10: 48-52.
- 12) Mohan AL, Das K. History of surgery for the correction of spinal deformity. Neurosurg Focus 2003;14 (1):1-5.
- 13) Harrington PR. Treatment of scoliosis: Correction and internal fixation by spine enstumentation. J Bone Joint Surg1962; 44 A: 591-610.
- 14) Dwyer AF, Newton NC, Sherwood AA. An anterior aproach to scoliosis. A prelminary report. Clin Orthop, 1969; 62: 192- 202.
- 15) Zielke K, Stundait R, Beaujean F. Ventrale derotation spondylodese. Vorlaufiger Ergebnissbericht uber 26 operiete Faile. Arch Orthop Unfall-Chir,1976; 85: 257-277.
- 16) Putz R, Pabst R. Sobotta, Atlas of Human Anatomy. Volume 2. Urban & Schwarzenberg, 20th Ed. Munich, 1994: 1-47.
- 17) Denis F. Cotrel-Dubousset instrumentation in treatment idiopathic scoliosis. Orthop Clin. North AM, 1988; 19: 291-312.
- 18) Birch JG, Herring JA, Roach JW, Johnston VE. Cotrel-Dubousset Instrumentation in Idiopathic Scoliosis. A Preliminary Report. Clin. Orthop. Rel. Res. 1988;227;24-29.
- 19) Suk SI, Lee CK, Kim WJ, Chung YJ, Park YB. Segmental pedicle screw fixation in the treatment of thoracic idiopathic scoliosis. Spine 1995; 20:1399-1405.
- 20) Göğüş A, Akman Ş, Talu U, Şar C, Hamzaoğlu A. Adölesan idiyopatik skolyozun anterior ensturmentasyon ile tedavisi ve erken sonuçlar. Acta Orthop Traumatol Turc, 2001; 35: 196-207
- 21) Kaneda K, Shuno Y, Satoh S, Abumi K. Anterior Correction of Thorasic Scoliosis with Kaneda Anterior Spinal System. A Preliminary Report. Spine, 1997;15:22 (12):1358-1368.
- 22) Güngör H. Adölesan idiyopatik Skolyozun Cerrahi Tedavisinde Fuzyon Sahasi Secimi ve Denge Problemi. Uzmanlık Tezi. İstanbul, 1996.

- 23) Suk SI, Kim WJ, Kim JH, Lee SM. Restoration of thoracic kyphosis in the hypokyphotic spine: a comparison between multiple-hook and segmental pedicle screw fixation in adolescent idiopathic scoliosis. J Spinal Disord. 1999;12 (6):489–495.
- 24) Sang-Min Lee, MD, PhD, Se-Il Suk, MD, PhD, and Ewy-Ryong Chung, MD, PhD, Direct Vertebral Rotation: A New Technique of Three-Dimensional Deformity Correction With Segmental Pedicle Screw Fixation in Adolescent Idiopathic Scoliosis. Spine 2004;29 (6): 343–349
- 25) Dere F. Klinik Anatomi, Adana, 1992. 276-320.
- 26) Moore K.L. Clinically Oriented Anatomy, 3rd Edition, Williams & Wilkins, Baltimore, 1992. 323-372.
- 27) Thompson JC. Netter's Concise Atlas of Orthopaedic Anatomy. Icon, USA.2002: 1-42
- 28) Şar C. Lomber omurganın anatomisi, biyomekaniği ve biyokimyası. Bel ağrısı tanısı ve tedavi, Özcan E. 1. baskı. İstanbul, Nobel Kitabevi. 2002. 9-14.
- 29) Benzel EC, Omurga Stabilizasyonunun Biyomekaniği, Prensipler ve Klinik Uygulama, çeviri editörü: Naderi S, Marmara Üniversitesi Nörolojik Bilimler Vakfı Yayınları, İstanbul, 1998. 3-17
- 30) White AA, Panjabi MM. Clinical biomechanics of the spine, 2nd ed. Philadelphia; Lippincott, 1990: 1-125.
- 31) Goldstein LA, Waugh TR. Classification and terminology of scoliosis. Clin. Orthop 1973; 93:10.
- 32) McAllister WH, Shackelford GD. Classification of spinal curvatures. Radiol.Clin. NorthAm. 1975; 13:93.
- 33) Terminology Committee, Scoliosis Research Society. A Glossary of Scoliosis Terms. Spine 1976; 1:57.
- 34) Winter RB. Clasification and terminology. Winter RB, Bredford DS, Lonstein JH, Ogilvie JW. MOE'S Textbook of Scoliosis and Other Spinal Deformities. 3rd Edition, Philadelphia: W.B Saunders Company, 1995: 39-43.

- 35) Freeman B.L. Scoliosis and Kyphosis. Canale S.T. Campbell's Operative Orthopaedics, 10th Edition. Mosby, Philadelphia, 2003. Volume 2, 1751-1837
- 36) Lowe TG, Edgar M, Margulies JY, Miller NH. Etiology of idiopathic scoliosis: Current trends in research. J Bone Joint Surg Am. 2000;82-A (8):1157-1168.
- 37) Echenne B, Barneon G, Pages M, Caillens JP et al. Skin elastic fiber pathology and idiopathic scoliosis. J. Pediatr. Orthop. 1988; 8: 522-528.
- 38) Yekutieli M, Robin GC, Yarom R. Proprioceptive function in children with adolescent idiopathic scoliosis. Spine. 1981;6: 560-566.
- 39) Kindsfater K, Lowe T, Lawellin D, Weinstein D ve ark. Levels of platelet calmodulin for the prediction of progression and severity of adolescent idiopathic scoliosis. J Bone Joint Surg Am. 1994;76 (8):1186-92.
- 40) Kesling KL, Reinker KA. Scoliosis in twins. A meta-analysis of the literature and report of six cases. Spine. 1997;22 (17):2009-14.
- 41) Göçen S. İdiopatik skolyozda her üç plandaki deformitenin birbiriyle olan ilişkisinin incelenmesi ve gelişimindeki tetik mekanizmasının saptanması. Uzmanlık tezi, İzmir, 1997.
- 42) Lonstein JE. Patient Evaluation. MOE'S Textbook of Scoliosis and Other Spinal Deformities. Winter RB, Bredford DS, Lonstein JE, Ogilvie JW. 3rd Ed, Philadelphia: W.B Saunders Company, 1995; 45-85.
- 43) Dormans JP. Pediatric Orthopaedics: Core Knowledge in Orthopaedics. 1st Edition. Elsevier Mosby, Philadelphia, 2005. 265-278
- 44) Bono CM, Garfin SR. Spine: Orthopaedic Surgery Essentials, Lippincott Williams &Wilkins, Philadelphia, 2004. 163-174
- 45) Nash CL, Moe JH. A Study of Vertebral Rotation. J Bone Joint Surg, 1969; 51 A: 223-29.
- 46) Echer ML, Btez RR, Trent PS, et al. Computer tomography evaluation of Cotrel-Dubousset instrumentation in idiopathic scoliosis. Spine, 1988; 13: 1141

- 47) Ho EK, Upadhyay SS, Chan FL, Hsu LC, Leong JC. New methods of measuring vertebral rotation from computed tomographic scans. An intraobserver and interobserver study on girls with scoliosis. *Spine*. 1993;18 (9):1173-7.
- 48) Lonstein JE, Carlson JM. The prediction of curve progression in untreated idiopathic scoliosis during growth. *J Bone Joint Surg Am*. 1984;66 (7):1061-71.
- 49) Bunnell WP. The natural history of idiopathic scoliosis before skeletal maturity. *Spine*. 1986;11 (8):773-6.
- 50) Lonstein JE. Comparison of symposium papers on natural history of idiopathic scoliosis. *Spine*. 1986;11:807.
- 51) Albanese S. Idiopathic scoliosis: etiology and evaluation; natural history and nonsurgical management. *Orthopaedic Knowledge Update-Pediatrics*. Rosemont, IL, AAOS, 1996:97.
- 52) Lonstein JE, Winter RB. The Milwaukee brace for the treatment of adolescent idiopathic scoliosis: a review of one thousand and twenty patients. *J Bone Joint Surg Am*. 1994;76 (8):1207-21.
- 53) Emans JB, Kaelin A, Bancel P, Hall JE, Miller ME. The Boston bracing system for idiopathic scoliosis. Follow-up results in 295 patients. *Spine*. 1986;11 (8):792-801.
- 54) Chase AP, Bader DL, Houghton GR. The biomechanical effectiveness of the Boston brace in the management of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 1989;14 (6):636-42.
- 55) Katz DE, Richards BS, Browne RH, Herring JA. A comparison between the Boston brace and the Charleston bending brace in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 1997;22 (12):1302-12.
- 56) Bridwell KH. Surgical treatment of idiopathic adolescent scoliosis. *Spine*. 1999; 24 (24): 2607-2616.
- 57) 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.

- 58) Richards BS, Herring JA, Johnston CE, Birch JG, Roach JW. Treatment of adolescent idiopathic scoliosis using Texas Scottish-Rite Hospital instrumentation. *Spine* 1994; 19:1598-1605.
- 59) Lenke LG, Betz RR, Harms J, et al. A new and comprehensive classification system of adolescent idiopathic scoliosis. AAOS 66th Annual Meeting, Anaheim, CA, February 1999.
- 60) Lenke LG, Betz RR, Bridwell KH, Clements DH et al. Intraobserver and interobserver reliability of the classification of thoracic adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am.* 1998;80 (8):1097-106.
- 61) Lenke LG. Lenke classification system of adolescent idiopathic scoliosis: treatment recommendations. AAOS Instructional Course Lectures. 2005;54:537-42.
- 62) Harrington PR. The history and development of Harrington instrumentation. *Clin Orthop Relat Res.* 1973 Jun; (93): 110 —2
- 63) Harrington PR. Technical Details in Relation to Successful Use of Instrumentation in Scoliosis. *Orthop. Clin. North Am.* 1972; 3:49 – 67
- 64) Moe JH. Methods of correction and surgical techniques in scoliosis. *Orthop ClinNorthAm* 1972; 3:17.
- 65) Lenke LG, Bridwell KE, Baldus C. Cotrel-Dubousset Instrumentation for Adolescent Idiopathic Scoliosis. *JBJSurg. Am.* 1992 Aug; 74 (4): 1056 – 1067
- 66) Lenke LG, Bridwell KH, Baldus C. Ability of Cotrel-Dubousset instrumentation to preserve distal lumbar motion segments in adolescent idiopathic scoliosis patients. *J Spinal Disord* 1993; 6:339.
- 67) İbrahim K, Benson L. Cotrel-Dubousset instrumentation for double major rigid thoracic left lumbar scoliosis, the relation between frontal balance, hook configuration and fusion level. *Orthop Trans* 1991; 15:114.
- 68) Parsch D, Geartner V, Brocai DRC, Carstens C. The effect of spinal fusion on the long-term outcome of idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surgery*, 2003; 1133 -1136.
- 69) Lonstein JE. Idiopathic Scoliosis. MOE'S Textbook of Scoliosis and Other Spinal Deformities. 3rd Edition, Philadelphia: W.B Saunders Company, 1995; 219-256.

- 70) Koustuik JP. Current concepts review operative treatment of idiopathic scoliosis. J Bone Joint Surg, 1990; 72A: 1108-1112.
- 71) Bjerkreim I, Steen H, Brox J.I. Idiopathic Scoliosis Treated With Cotrel-Dubousset Instrumentation: Evaluation 10 Years After Surgery. Spine, 2007; 32 (19): 2103-2110.
- 72) Foster MR. A functional classification of spinal instrumentation. Spine J. 2005; 5 (6): 682-94.
- 73) Lee SM, Suk SI, Chung ER. Direct Vertebral Rotation: A New Technique of Three-Dimensional Deformity Correction With Segmental Pedicle Screw Fixation in Adolescent Idiopathic Scoliosis. Spine 2004; 29 (3): 343-9.
- 74) Lee CS, Nachemson AL, the crankshaft phenomenon after posterior harrington fusion in skeletally immature patients with thoracic or thoracolumbar idiopathic scoliosis followed to maturity. Spine 1997; 22:58.
- 75) Dubousset J, Herring JA, Shufflebarger H. The crankshaft phenomenon. J Pediatr Orthop 1989; 9:541.
- 76) Winter RB, Denis F, Lonstein JE, Garemella J. Techniques of surgery. MOE'S Textbook of Scoliosis and Other Spinal Deformities. 3rd Edition, Philadelphia: W.B Saunders Company, 1995; 133-217.
- 77) Wilber RG, Thompson GH, Shaffer JW, et al. Postoperative Neurological Deficits in segmental spinal instrumentation: A study using spinal cord monitoring. J Bone Joint Surg, 1984; 66A: 1178-87.
- 78) Gardner-Morse M, Stokes IA. Three-dimensional simulations of the scoliosis derotation maneuver with Cotrel-Dubousset instrumentation. J Biomech 1994;27:177-81.
- 79) Delorme S, Labelle H, Aubin CE, et al. Intraoperative comparison of two instrumentation techniques for the correction of adolescent idiopathic scoliosis. Rod rotation and translation. Spine 1999;24:2011-7.
- 80) Pollock FE, Pollock FE Jr. Idiopathic scoliosis: correction of lateral and rotational deformities using the Cotrel-Dubousset spinal instrumentation system. South Med J 1990;83:161-5.

- 81) Krismer M, Bauer R, Sterzinger W. Scoliosis correction by Cotrel-Dubousset instrumentation. The effect of derotation and three-dimensional correction. *Spine* 1992;17:S263–9.
- 82) Bridwell KH. Surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis: the basics and the controversies. *Spine* 1994;19:1095–100.
- 83) Kim WJ, Suk SI, Kwon CS, et al. Changes in vertebral rotation following segmental pedicle screw instrumentation and rod derotation in idiopathic thoracic scoliosis: Part I–CT evaluation. *J Korean Orthop Assoc* 1998;33: 1164–9.
- 84) Watanabe K. et al. Vertebral derotation in adolescent idiopathic scoliosis causes hypokyphosis of the thoracic spine. *BMC Musculoskeletal Disorders* 2012, 13:99
- 85) Raso VJ, Lou E, Hill DL, Mahood JK, Moreau MJ, Durdle NG. Trunk distortion in adolescent idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop* 1998; 18:222–226
- 86) Bago J, Carrera L, March B, Villanueva C. Four radiological measures to estimate shoulder balance in scoliosis. *J Pediatr Orthop* 1996; B 5:31–34
- 87) Qiu XS, Ma WW, Li WG, et al. Discrepancy between radiographic shoulder balance and cosmetic shoulder balance in adolescent idiopathic scoliosis patients with double thoracic curve. *Eur Spine J.* 2009;18 (1):45-51.