

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ**

**SKOLYOZ CERRAHİSİNDE DİREKT VERTEBRAL
ROTASYON İLE İNDİREKT VERTEBRAL ROTASYONUN
SONUÇLARININ KLİNİK VE RADYOLOJİK OLARAK
KARŞILAŞTIRILMASI**

Dr. Elvin AGHAZADA

**ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI
TIPTA UZMANLIK TEZİ**

**ANKARA
2017**

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ**

**SKOLYOZ CERRAHİSİNDE DİREKT VERTEBRAL
ROTASYON İLE İNDİREKT VERTEBRAL ROTASYONUN
SONUÇLARININ KLİNİK VE RADYOLOJİK OLARAK
KARŞILAŞTIRILMASI**

Dr. Elvin AGHAZADA

**ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI
TIPTA UZMANLIK TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Tarık YAZAR**

**ANKARA
2017**

KABUL VE ONAY

Düzenleme tarihi: 24/12/2014

ANKARA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ TEZ SINAVI TUTANAĞI

I. UZMANLIK ÖĞRENCİSİNİN	
Adı, Soyadı	: Dr. Elvin AGHAZADA
Anabilim/Bilim Dalı	: Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı
Tez Danışmanı	: Prof.Dr.Tarık YAZAR
Sınav tarihi: 15/11/2017	

II. TEZ İLE İLGİLİ BİLGİLER	
Tezin Başlığı: Skolyoz Cerrahisinde Direkt Vertebral Rotasyon ile İndirekt Vertebral Rotasyonun Sonuçlarının Klinik ve Radyolojik olarak 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. Tarık YAZAR

Jüri Üyesi
Prof. Dr. Bülent ERDEMLİ

Jüri Üyesi
Prof. Dr. Alparslan ŞENKÖYLÜ

ÖNSÖZ

Adölesan idiopatik skolyoz hastalarında, rib yüksekliği, önemli bir dış görünüm sorunu oluşturmaktadır. Cerrahi tekniklerin gelişmesi ile adölesan idiopatik skolyozun cerrahi tedavisinde daha iyi koronal ve sagittal düzelme sağlanırken, rib yüksekliği 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 indirekt vertebral rotasyonun, rib yükskliğın, koronal ve sagittal dengeye, hemitoraks yarı çapına ve oswestry skalasına olan etkisinin radyolojik ve klinik olarak karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Bu tez çalışmasında, omurga cerrahisindeki deneyim ve bilgileriyle bana yol gösteren değerli hocam Prof. Dr. Tarık Yazara'a teşekkür ederim.

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniğinde asistanlık eğitimi almış olmanın onurunu taşımaktayım. Asistanlık eğitimim süresince bana emek veren, bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan Prof. Dr. Derya Dinçer, Prof. Dr. Yener Sağlık, Prof. Dr. Mehmet Binnet, Prof. Dr. Bahaddin Güzel, Prof. Dr. Sinan Adıyaman, 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, Op. Dr. Hakan Kocaoğlu'na ve Op. Dr. Abdullah Merter, tez hazırlama esnasında yardımlarını esirgemeyen Dr. Mehmet Batu Ertan'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 değerli aileme teşekkür ederim.

Dr. Elvin AGHAZADA
Ankara 2017

İÇİNDEKİLER

Sayfa No:

KABUL VE ONAY	i
ÖNSÖZ	ii
İÇİNDEKİLER	iii
KISALTMALAR	v
TABLolar DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ VE TARİHÇE	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. EMBRİYOLOJİ	3
2.1.1. Mezenkimal Evre (Prekartilaginöz)	4
2.1.2. Kartilaginöz Evre	6
2.1.3. Kemik Evre	7
2.2. ANATOMİ	7
2.3. BİYOMEKANİK	20
2.3. SKOLYOZUN TANIMI	23
2.3.1. Epidemiyoloji	27
2.3.2. Skolyozun Etyopatogenezi	28
2.3.3. Skolyozda Değişiklikler	29
2.4. KLİNİK DEĞERLENDİRME	32
2.4.1. Hikaye	32
2.4.2. Fizik Muayene	32
2.5. RÖNTGENOGRAFİK DEĞERLENDİRME	35
2.5.1. Eğriliklerin Ölçümü	36
2.5.2. Eğrilik Şekilleri	38
2.6. TEDAVİ	43
2.6.1. İzlem	43
2.6.2. Konservatif Tedavi	44
2.6.3. Cerrahi Tedavi	47
2.6.3.1. Ameliyat Öncesi Planlama	48
2.6.3.2. Füzyon Sahasının Seçimi	52
2.6.4. Cerrahi Girişimler	54
2.6.4.1. Posterior Enstrümantasyon	55

2.6.4.2. Rod Derotasyonu.....	57
2.6.4.3. Direk Vertebral Rotasyon	57
2.6.4.4. Anterior Enstrümantasyon	58
2.6.5. Komplikasyonlar.....	59
2.6.5.1. Genel Tıbbi Komplikasyonlar.....	59
2.6.5.2. Tekniğe Bağlı Komplikasyonlar	60
2.6.5.3. Geç Komplikasyonlar	60
3. GEREÇ VE YÖNTEM	63
4. BULGULAR.....	67
5. TARTIŞMA	76
6. SONUÇ	82
ÖZET	83
SUMMARY.....	84
KAYNAKLAR	85

KISALTMALAR

- AIS** : Adölesan İdiopatik Skolyoz
ALL : Anterior Longitudinal Ligament
İSL : İnterspinöz Ligament
İTL : İntertransvers Liganemt
PLL : Posterior Longitudinal Ligament
DVR : Direkt Vertebral Rotasyon
RD : Rod Derotasyon



TABLolar DİZİNİ

Sayfa No:

Tablo 1. Eğriliğin büyüklüğü ve matüriteye göre genel tedavi yaklaşımı.	43
Tablo 1. DVR grubu hastların yaş, cinsiyet, eğrilik tipi, füzyon seviyesi, ameliyat öncesi ve sonrası major eğrilikleri gösteren tablo.....	72
Tablo 2. DVR grubu hastların rib yüksekliği, hemotoraks çapı, Oswestry skalası, 1'ci kosta açısı ve klavikula açısını gösteren tablo	73
Tablo 3. İDVR grubu hastların yaş, cinsiyet, eğrilik tipi, füzyon seviyesi, ameliyat öncesi ve sonrası major eğrilikleri gösteren tablo.....	74
Tablo 4. İDVR grubu hastların rib yüksekliği, hemotoraks çapı, Oswestry skalası, 1'ci kosta açısı ve klavikula açısını gösteren tablo	75

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No:

Şekil 1.	17. gün embriyo frontal kesit notokordun gelişimi görülmektedir.....	3
Şekil 2.	A 18. günde paraksial mezoderm ve nöral plağın katlanmaya başladığı görülmektedir. B- Nöral tüp oluşmuş, her iki yanında somit çiftleri belirmiştir	4
Şekil 3.	A- 4 haftalık embriyonun transvers kesiti, B- Aynı embriyonun frontal kesiti, sıkı toplanmış mezenkimal hücreler ile daha geniş aralıklı bir araya gelen hücrelerin sklerotomda dağılımı görülmektedir. C- 5 haftalık embriyonun transvers kesiti, notokord ve nöral tüp etrafında ezenkimal hücreler toplanarak mezenkimal vertebra taslağını oluşturmaktadır. D- 5 haftalık embriyonun frontal kesiti, vertebra cismi oluşmuş, notokord nükleus pulposus olarak varlığını korumaktadır	6
Şekil 4.	İnsan omurgası.....	8
Şekil 5.	A- Tipik bir torakal vertebra'nın üstten görünümü.....	10
Şekil 5.	B- Torakal vertebra yan görünüm	10
Şekil 6.	L4 seviyesinde üstten görülmektedir	11
Şekil 7.	Lombervertebralar ve intervertebral foramen oluşumu görülmektedir	12
Şekil 8.	Lomber vertebra'lar yan röntgen grafisi	12
Şekil 9.	Servikal 4. ve 7. vertebra'nın üstten görünümü.....	13
Şekil 10.	A- Lomber bölgede diskus intervertebralis ve komşu vertebra korpusları ile ilişkisi, median kesit. B- Diskus intervertebralis seviyesinde transvers kesit	14
Şekil 11.	Processus articularis'lerin oluşturduğu faset eklem, posterior longitudinal ligaman, intervertebral disklerin, ligamentum flavumun, sakroiliak ve iliolumbar ligamanların arkadan görünüşü	15
Şekil 12.	A- Yüzeyel sırt kasları.....	17
Şekil 12.	B- Derin sırt kasları	18

Şekil 13. Medulla spinalis'in posterior görünümü (Dural kılıf açılmış)	19
Şekil 14. Coupling fenomenil	21
Şekil 15. Konjenital skolyoza eşlik eden Marfan sendromu	26
Şekil 16. A- Omuz asimetrisinin arkadan değerlendirilmesi. B- Omurgada Şakül yardımı ile dengenin klinik tespiti.....	33
Şekil 17. A Adams öne eğilme testi. B Skolyometre ile rotasyonun klinik ölçülmesi.....	34
Şekil 18. Risser belirtisinin görünümü	36
Şekil 19. Cobb metodu kullanarak eğrilik açılarının ölçümü	37
Şekil 20. Santral sakral dikey çizginin şematik görünümü.....	41
Şekil 21. Lenke sınıflamasının şematik görünümü.....	42
Şekil 22. Milwaukee breysinin önden ve arkadan görünümü.....	45
Şekil 23. Boston breysin, önden ve arkadan görünümü	46
Şekil 24. Charleston breysi, önden1 ve hasta üzerinde görünümü	47
Şekil 25. King Moe sınıflamasına göre eğrilik Şekilleri	49
Şekil 26. Lenke sınıflaması ve bileşenleri.	51
Şekil 27. Direkt vertebral rotasyonun ameliyat esnasındaki görüntüsü	58
Şekil 28. Birinci kosta açısı	69
Şekil 29. Klavikula açısı	70
Şekil 30. Örnek 1; A: Preoperatif B: Postoperatif hemotoraks yarı çapı.....	71

1. GİRİŞ VE TARİHÇE

Skolyoz (Scoliosis), omurganın en sık görülen deformitesidir. Terim olarak Yunanca'dan köken alır ve eğri, çarpık anlamına gelmektedir. Tıbbi literatürde, omurganın frontal planda laterale doğru olan eğriliklerini ifade etmektedir (1,2). Omurganın bu deformitesi ilk kez Hipokrat tarafından tarif edilmiştir. Tedavisi için “scamnum” adını verdiği traksiyon cihazını kullanmıştır.

Skolyoz, lordoz ve kifoz terimleri ilk kez Galen tarafından 2. yüzyılda kullanılmıştır (1,3,4). 7. yüzyılda Paul Aegina, deformitenin düzeltilmesi amacı ile gövdeyi ateller ile sardığı bir tedavi yöntemi uygulamıştır. 16. yüzyıla kadar skolyoz tedavisinde bir gelişme izlenmemiş, traksiyona dayalı tedavi yöntemleri kullanılmıştır. 16. yüzyılda Ambroise Pare tarafından skolyozun nedenleri araştırılmış, postural nedenlerin skolyoza yol açabileceği belirtilmiştir. Ayrıca omurilik basısına bağlı parapleji ve konjenital skolyoz ilk kez Pare tarafından tarif edilmiş ve deformitenin düzeltilmesi amacı ile çelik korselerle tedavi uygulanmıştır (3,4). 18. yüzyılda, Nicholas Andry tarafından kötü duruş ve oturma alışkanlıklarının skolyoza neden olabileceği belirtilmiş, tedavi için egzersiz yöntemlerini tarif etmiş ve korse kullanılmasını önermiştir (3,4). 19. yüzyılda Guerrin tarafından skolyotik deformitenin düzeltilmesine yönelik ilk cerrahi girişim olan paraspinal kaslara myotomi operasyonu uygulanmıştır (3,4). 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 (3,4). 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 (3,4). 1945 senesinde, Al Schmidt ve Walter Blount tarafından skolyozun konservatif tedavisinde kullanılan Milwaukee korsesi geliştirilmiştir. Bunu takiben kısa bir süre sonra, Boston grubu tarafından kendi isimlerini verdikleri orteze geliştirilmiştir (5,6,7). Skolyozun cerrahi tedavisinde

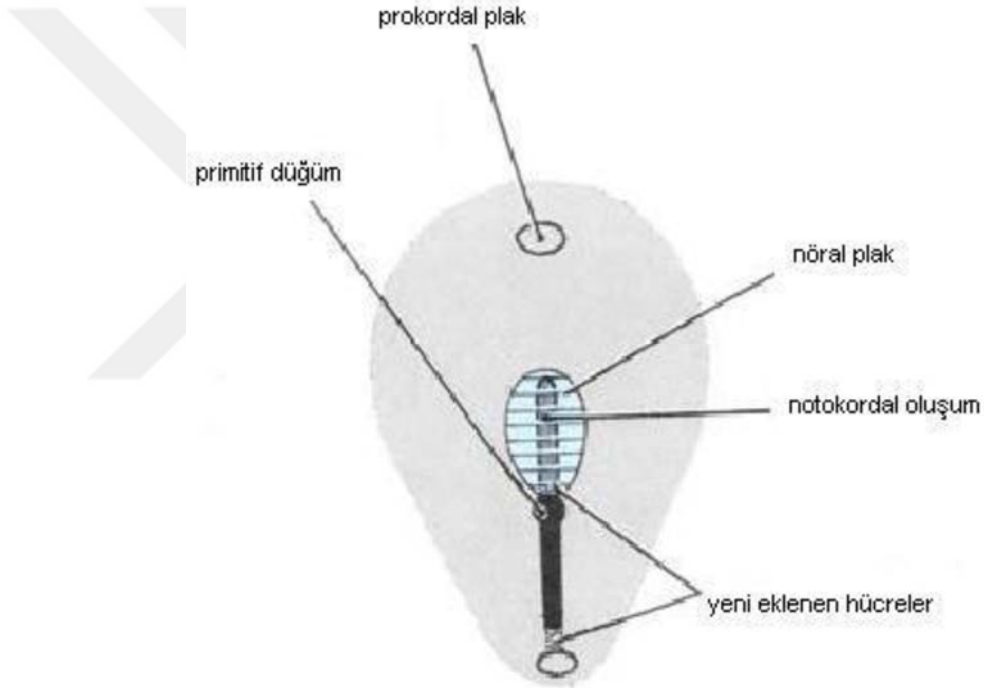
deformitenin düzeltilmesine yönelik en büyük ilerleme Harrington enstrümantasyon sisteminin kullanılmaya başlanması ile sağlanmıştır. Harrington, 1960 yılında distraksiyon kompresyon çubuklarını geliştirmiş, 1962 yılında ilk tedavi sonuçlarını yayınlamıştır (3,4,8,9). 1969 yılında Dwyer tarafından ilk kez anterior cerrahi ile deformitenin düzeltildiği bildirilmiş, vida ve tellerden oluşan enstrümantasyon sistemini tarif etmiştir (10). 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 (11). 1970’li yıllarda Luque tarafından sublaminar teller kullanılmaya başlanmış, her seviyeden sublaminar teller geçirilerek segmental spinal enstrümantasyon yöntemi tarif edilmiştir. Bu sayede frontal ve sagittal planlarda deformitenin düzeltilmesi sağlanmıştır (8,13). Sublaminar telleme yönteminde nörolojik komplikasyon oranının yüksek bulunması üzerine Drummond, tellerin spinöz çıkıntılardan geçirildiği Wisconsin İnterspinöz Enstrümantasyon sistemini geliştirmiştir (8). 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 (1,4,8). Bu sistemler ile posterior elemanların her iki tarafına yerleştirilen çubukların birden fazla çengel ve vidalar ile omurgaya tespit edilmesi ile daha iyi bir düzeltme imkanı elde edilmiş ve eksternal tesbit ihtiyacını ortadan kaldıracak kadar güçlü bir internal tespit sağlanmıştır (8,14,15). 1986 yılında Luque tarafından pedikül vidaları skolyoz cerrahisinde öncelikle lomber bölgede kullanılmaya başlanmış, 1990’lı yıllarda torakal bölgede de pedikül vidalarının güvenle kullanılabileceği gösterilmiştir (16). Poliaksiyel pedikül vidalarının geliştirilmesi ile çubukların yerleştirilmesinde büyük kolaylık sağlanmıştır (8). 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 (17,18).

Ülkemizde spinal cerrahide ilk uygulamalar Prof. Dr. Fethiye Ayrar, Prof. Dr. Bahattin Oğuz Timuçin, Prof. Dr. Güngör Sami Çakırıl ve Prof. Dr.Yücel Tümer tarafından gerçekleştirilmiştir (19).

2. GENEL BİLGİLER

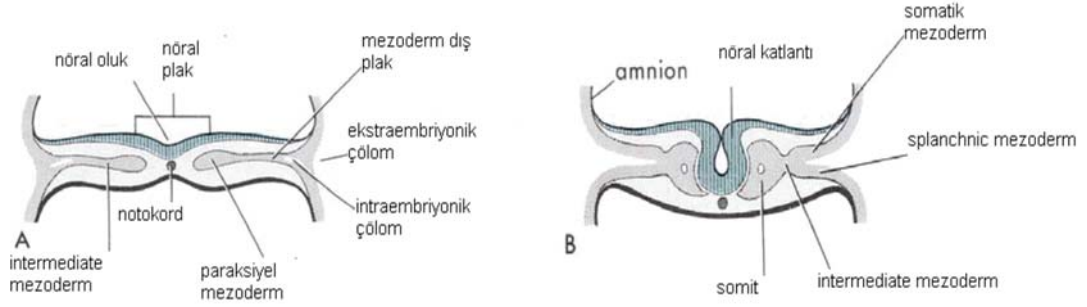
2.1. EMBRİYOLOJİ

İskelet sistemini oluşturan kıkardak ve kemik dokuları, embriyolojik olarak mezoderm kökenlidir (20,21). Embriyoner yaşamın 2. haftasının sonunda gastrulasyonun tamamlanması ile ektoderm ve endoderm ortaya çıkar, bu iki germ yaprağı arasında chorda dorsalis (notochord) ve esas mezoderm oluşur (Şekil 1) (20,21,22).



Şekil 1. 17. gün embriyo frontal kesit notokordun gelişimi görülmektedir (20).

Notokordal hücrelerin varlığı, ektodermin kalınlaşmasını azaltarak nöral plak oluşumuna neden olur. 18. günde nöral plağın uçları yukarıya doğru kıvrılması ile nöral oluk, bu uçların birleşmesi ile de nöral tüp oluşur (Şekil 2) (20,21,22). Notokord ve nöral tüpün her iki yanında bulunan mezodermden longitudinal sütun halinde kalınlaşan paraksiyel mezoderm oluşur. 19. günde paraksiyel mezodermin segmentasyona uğraması sonucu somit çiftleri oluşmaya başlar (Şekil 2A-B) (20,22).



Şekil 2. A 18. günde paraksial mezoderm ve nöral plağın katlanmaya başladığı görülmektedir. **B-** Nöral tüp oluşmuş, her iki yanında somit çiftleri belirmiştir (20)

Korda dorsalisin iki yanında içi boş küpçükler olarak dizilen somitlerin 20. günde 4 çift olan sayıları, 5. haftanın sonunda 42-44 çifte ulaşır. Ortaya çıkan somitler 4 oksipital, 8 servikal, 12 torakal, 5 lomber, 5 sakral ve 8-10 koksigeal olarak baştan kuyruğa doğru sıralanırlar. İlk oksipital somit ortaya çıkar çıkmaz kaybolurken, son 3-5 somitin atrofiye uğraması sonucu, geriye kalan somitler vertebral kolunu oluştururlar (20,21). Her bir somit çifti medialden laterale doğru 3 yapıya farklılaşır (20);

1. Sklerotom: anteromedialde yer alır, aksiyal iskelet sistemi gelişir.
2. Myotom: lateralde yer alır, segmentif sırt kasları gelişir.
3. Dermatome: posteriorde yer alır, derinin derma ve hipoderma tabakalarını oluşturur.

Kolumna vertebralisin gelişimi 3 evreden oluşmaktadır (20,21).

2.1.1. Mezenkimal Evre (Prekartilaginöz)

1- NOTOKORD ÇEVRESİNDE:

Korda dorsalis çevreleyen mezenkimal hücreleri her bir sklerotomun kranial yarımında gevşek, kaudal yarımında sıkıca bir araya gelir. Sıkıca toplanmış mezenkimal hücrelerden bir kısmı kraniale doğru göç ederek myotom merkezi hizasında birikir ve intervertebral diski oluşturur. Geriye kalan sıkıca toplanmış mezenkimal hücreleri bir alt seviyedeki sklerotomun gevşek hücreleri ile kaynaşarak

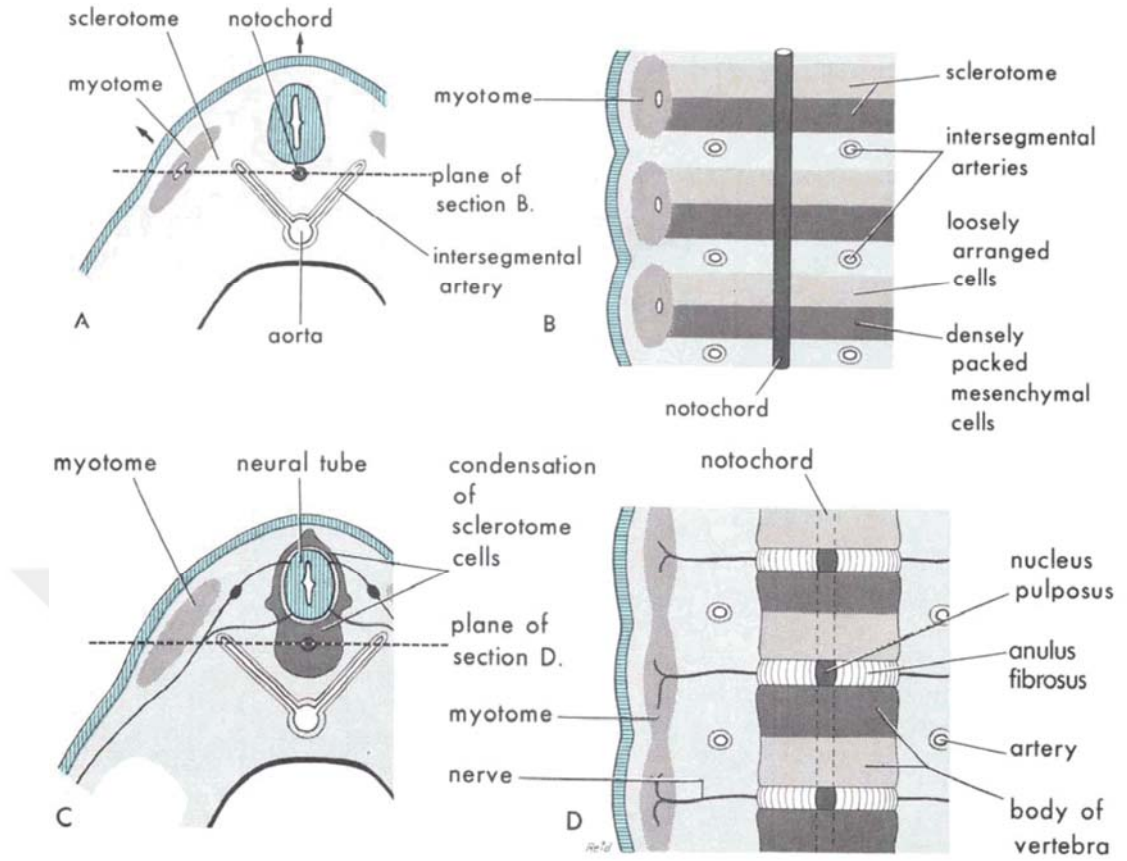
vertebranın mezenkim taslağını oluştururlar (şekil 3 A,B) (20,21). Gelişimin erken evresinde her sklerotoma bir myotom bölümü düşerken, gelişim sürecinde her bir omurun iki ayrı sklerotomdan oluşmasıyla, başlangıştaki dizilimini koruyan myotom iki ayrı omura yapışır. Notokord gelişen vertebra cisimleri tarafından şevrenir ve dejenerasyona uğrayarak kaybolur. İntervertebral disk seviyesinde notokord, varlığını sürdürerek, nükleus pulposusu oluşturur (şekil 3 B,C) (20,21).

2- NÖRAL KANAL çEVRESİNDE:

Bu bölgede yer alan mezenkimal hücrelerin nöral kanalı her iki yandan kuşatarak arkada birleşmesi ile arkus vertebra oluşur (şekil 3 C) (20,21).

3- GÖVDE DUVARINDA:

Gövde duvarı yönünde laterale ve anteriore doğru gş eden mezenkimal hücreler, kostal çıkıntılarını oluştururlar. Torasik bölgede bu çıkıntılardan kostalar gelişmektedir (20,21).



Şekil 3. A- 4 haftalık embriyonun transvers kesiti, B- Aynı embriyonun frontal kesiti, sıkı toplanmış mezenkimal hücreler ile daha geniş aralıklı bir araya gelen hücrelerin sklerotomda dağılımı görülmektedir. C- 5 haftalık embriyonun transvers kesiti, notokord ve nöral tüp etrafında ezenkimal hücreler toplanarak mezenkimal vertebra taslağını oluşturmaktadır. D- 5 haftalık embriyonun frontal kesiti, vertebra cismi oluşmuş, notokord nükleus pulposus olarak varlığını korumaktadır (20).

2.1.2. Kartilaginöz Evre

Altıncı haftada membranöz omurga mezenkiminde 6 tane kıkırdaklaşma merkezi belirir. Embriyonik dönem sonunda (8.hafta) bu merkezlerin ikisi notochordun lateralinde görülür ve birleşerek omurga cisminin kıkırdaklaşma merkezini oluşturur. Nöral kanal lateralinde yoğunlaşan iki kıkırdaklaşma merkezinin dorsal füzyonu nöral ark ve processus spinosus oluşturur. Nöral ark ve cisme ilave olarak iki kıkırdaklaşma merkezi daha belirir ve bunların lateral

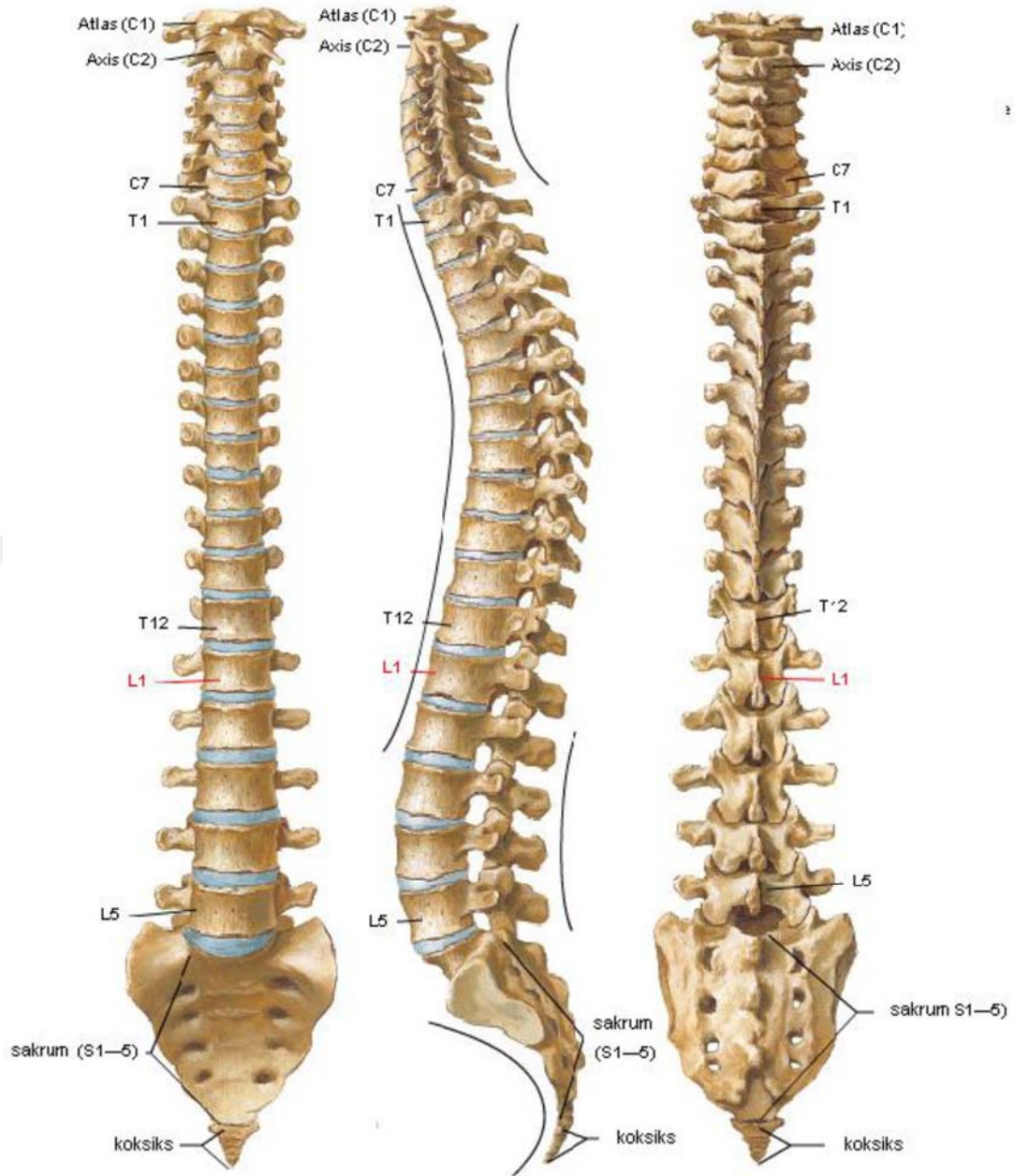
uzantıları processus transversusları oluşturur. 7. ve 8. haftalarda kıkırdak omurgayı çevreleyen interstisyel matrixten, anterior ve posterior bağlar oluşur (20,21).

2.1.3. Kemik Evre

Tipik vertebranın ossifikasyonu embriyonik period esnasında başlar ve genellikle 25 yaşta tamamlanır. Embriyonik periyod sonunda (8.hafta) omurga cismi merkezinde 1, her bir vertebral ark yarımında da birer adet olmak üzere, 3 primer ossifikasyon merkezi bulunmaktadır. Doğumda her omur, birbirlerine kıkırdak ile bağlanmış 3 kemik parçasından oluşur (20,21). Doğum sonrası 3.-5. yıllar arasında vertebral ark yarımaları kaynaşır. Laminaların bu birleşmesi önce lomber bölgede gerçekleşir, daha sonra kraniyale doğru devam eder. Vertebral ark ile cisim arasındaki nörosantral eklemler ise 6. yaşta kemikleşerek vertebral cismi ile arkuslar birbirlerine kaynaşmış olurlar (20,22). Puberteyle birlikte her bir omurda beş yeni ikincil kemikleşme merkezi belirir; biri processus spinosusunun ucunda, ikisi processus transversuslarının ucunda, ikisi de vertebra korpusunun epifiz bölgelerinde dairesel olarak görülür. İkincil kemikleşme odaklarının yayılıp birbiriyle kaynaşmaları yirmibeş yaşın sonunda biter (20,21,22).

2.2. ANATOMİ

Columna vertebralis (omurga), baş ve gövdenin ağırlığını alt ekstremitelere 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 (23,24). Omurga dizilimini oluşturan omurlar bulundukları bölgeye göre adlandırılırlar. 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 (23,24).



Şekil 4. İnsan omurgası (12).

Vertebral kolonun, sagital planda dört adet fizyolojik eğriliği mevcuttur. Doğumda vertebral kolon düz bir sütun halindedir. Bebek başını tutmaya başlayınca servikal lordoz oluşur. Oturmaya ve daha sonra ayağa kalkmaya başlayınca da lomber lordoz gelişir. 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 (29, 30, 35). Normal bir yetişkinde fizyolojik eğrilikler; servikal bölgede 30°-50° lordoz,

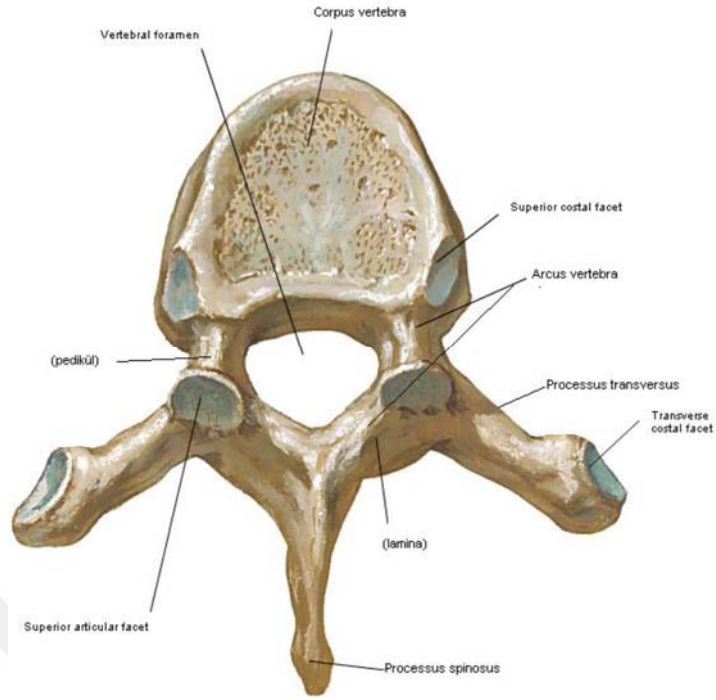
torakal bölgede 20°-50° kifoz, lomber bölgede 40°-80° lordoz ve sakral bölgede 40°-60° kifoz şeklindedir (23,24).

Vertebral kolonun stabilitesi, insanları erekte pozisyonda tutan ve gövdeyi pelvis üzerinde dengeleyen intrinsek ve ekstrinsek yapılar tarafından sağlanır (23). İntrinsek stabiliteyi sağlayan yapılar:

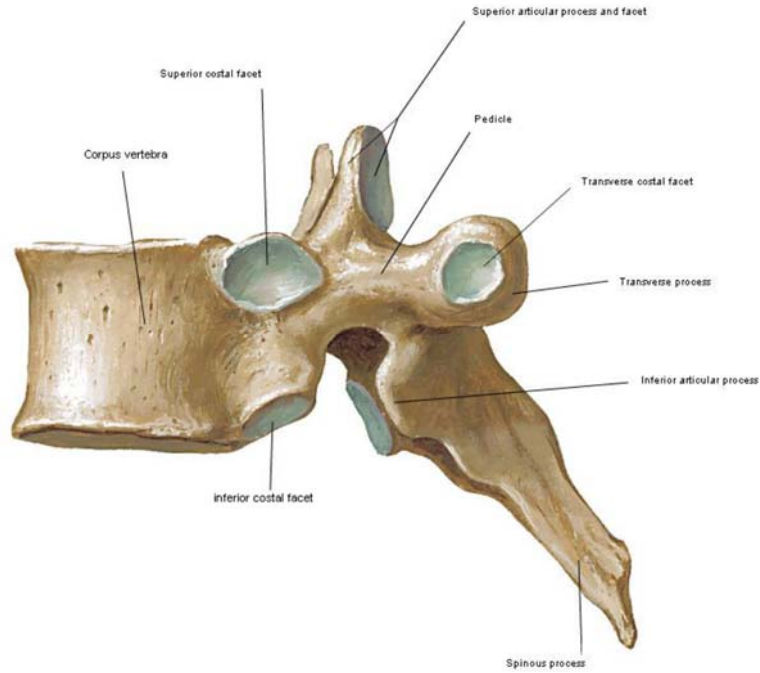
1. Vertebralar ve intervertebral diskler
2. Faset eklemler ve bunların kapsülleri
3. İntraspinöz ve supraspinöz ligamentler, ligamentum flavum, anterior ve posterior longitudinal ligamentler
4. İntravertebral kaslar ve m.erector spinae'dır.

Ekstrinsek stabilite ise göğüs kafesi tarafından sağlanır. Her kosta, interkostal kaslar ve ligamentler tarafından desteklenir. Bu ligamentler kostaları birbirlerine, vertebraların cisim ve transvers çıkıntılarına bağlar, önden göğüs kafesi sternum ve kostal kıkırdaklar tarafından güçlendirilir. Anterior ve lateral abdominal kaslar da ekstrinsek destek sağlarlar (23,24). 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 5A,B) (23,24).

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



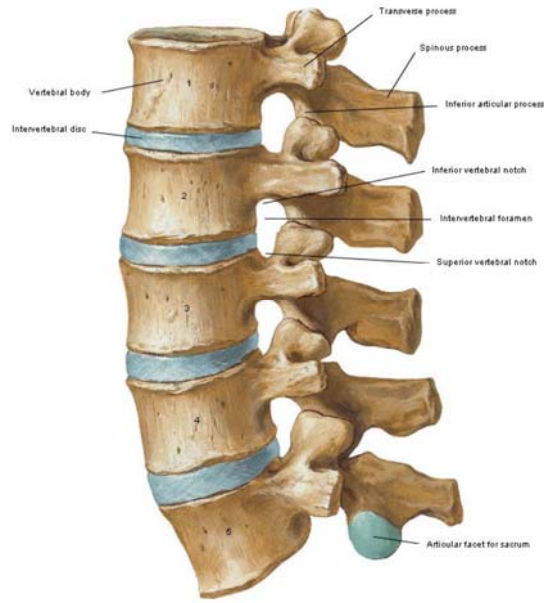
Şekil 5. A- Tipik bir torakal vertebranın üstten görünümü (12).



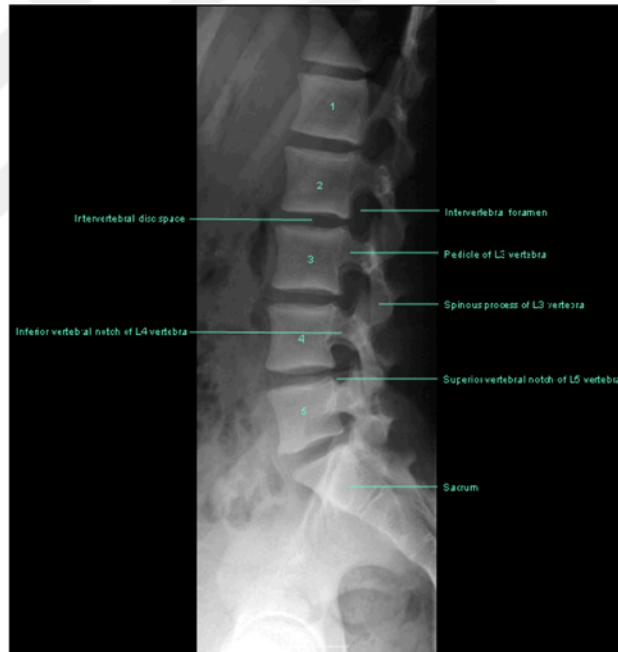
Şekil 5. B- Torakal vertebra yan görünüm (12).

Corpus vertebrae, en büyük kısmı oluşturur ve silindirik yapıdadır. Kraniumdan pelvise doğru inildikçe çapları artmaktadır. Anterior ve posterior

Şe

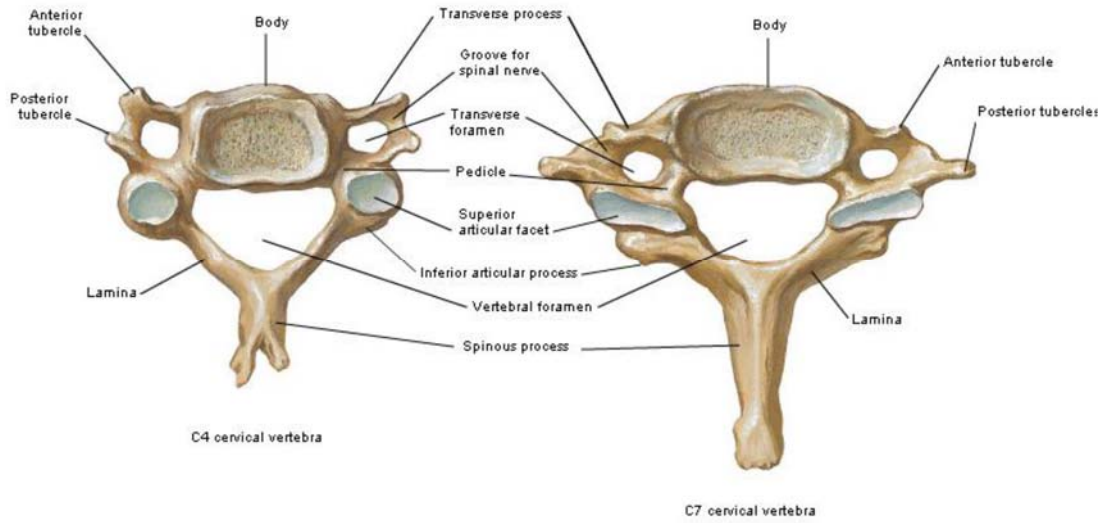


Şekil 7. Lombervertebralar ve intervertebral foramen oluşumu görülmektedir (25).



Şekil 8. Lomber vertebra lar yan röntgen grafisi

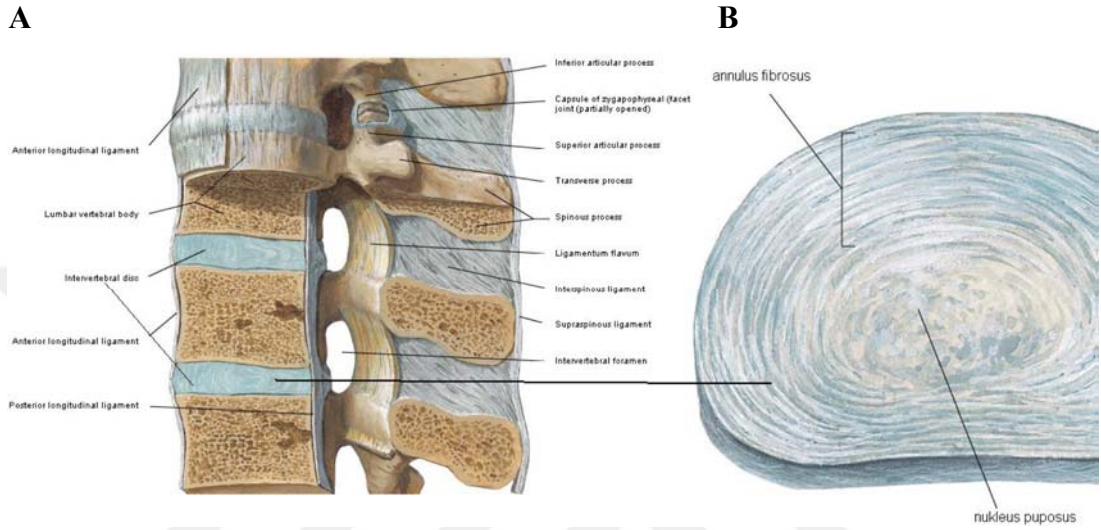
Servikal vertebra ların korpusları daha kısa ve incedir. Spinal çıkıntıları kısadır. İkinci ile beşinci vertebra lar arası spinöz çıkıntılar ikiye ayrılmış olup iki küçük tüberkül ile sonlanır. Transvers çıkıntıları pek gelişmemiştir ve foramen transversarium denilen delikleri vardır. Bunlardan A. ve V. Vertebralis geçer. Vertebral foramen üçgene benzer (Şekil 9) (23,24).



Şekil 9. Servikal 4. ve 7. vertebranın üstten görünümü (12).

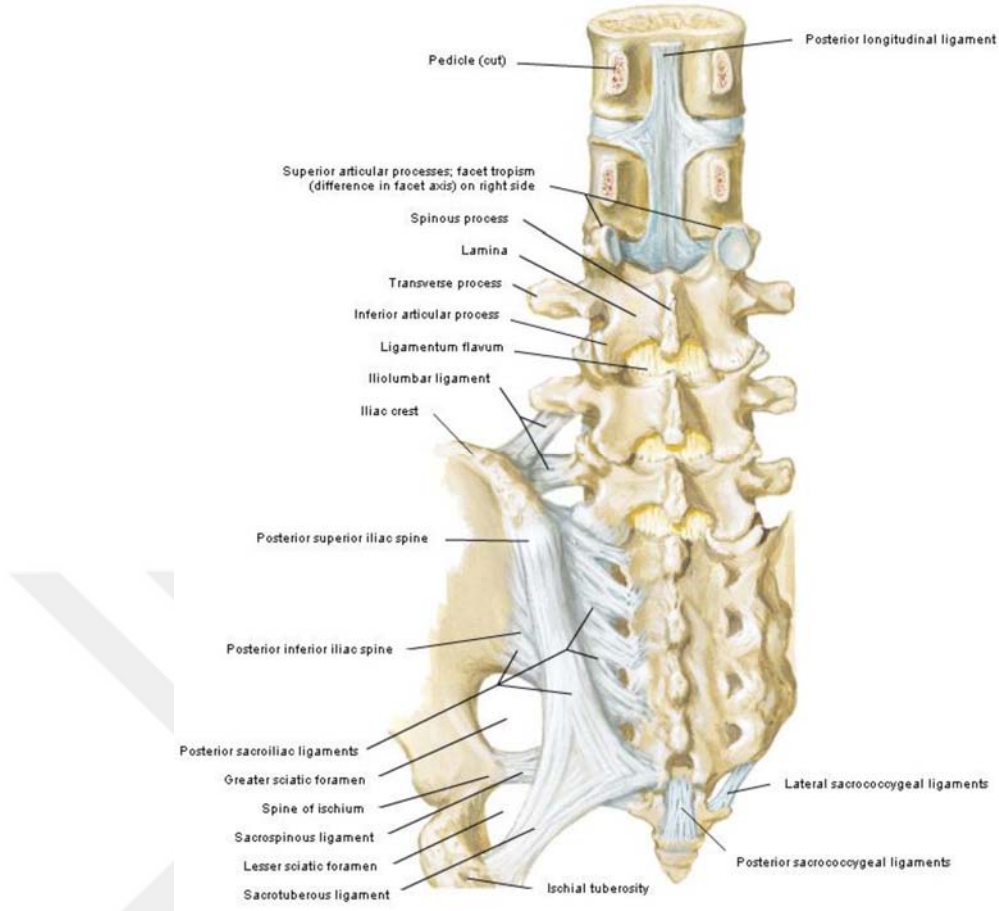
Torakal vertebraların korpuslarının büyüklüğü kaudale doğru gidildikçe artar. Korpusların yan taraflarında, üst ve alt kısımlarının arkalarına yakın olmak üzere kaput kostalis ile eklem yapan iki adet eklem yüzeyi (fovea kostalis sup. ve inf.) vardır. Transvers çıkıntılar yana ve biraz arkaya yönelmişlerdir. Bu çıkıntıların ön yüzlerinde kaburga tüberkülleriyle eklem yapan eklem yüzeyleri (fovea kostalis transversalis) vardır. 11. ve 12. vertebralarda bunlar bulunmaz (Şekil 5A,B) (23,24). Lomber vertebraların korpusları diğer vertebralarından 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 tüberkülleri vardır (Şekil 6) (23,24). 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 (24, 26). 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 (Şekil 10) (23,24,26).



Şekil 10. A- Lomber bölgede diskus intervertebralis ve komşu vertebra korpusları ile ilişkisi, median kesit. **B-** Diskus intervertebralis seviyesinde transvers kesit (24).

Damarsal yapıları bulunmayan diskler beslenmeleri için gerekli olan oksijen, glikoz gibi maddeleri komşuluk yaptıkları omurların spongiöz kemik yapılarından difüzyon yolu ile alırlar (23,24). 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 (Şekil 11) (23,24).



Şekil 11. Processus articularis'lerin oluşturduğu faset eklem, posterior longitudinal ligaman, intervertebral disklerin, ligamentum flavumun, sakroiliak ve iliolumbar ligamanların arkadan görünüşü (12).

Anterior longitudinal ligament, oksipital kemikten başlayarak tüm vertebraların ön yüzlerine yapışır. Vertebra korpuslarına sıkıca tutunmasına rağmen, intervertebral diskin anuler liflerine sıkı tutunmazlar (Şekil 12A) (23,24,26). Posterior longitudinal ligament, oksipital kemiğin arka yüzünden başlayarak korpusların arkasından koksikse kadar uzanır. Anterior bağdan farklı olarak disk hizasında daha geniş ve daha sıkı, cisim hizasında ise daha dardır (Şekil 12A) (23,24,26). Ligamentum flavum, laminanın anterior inferior sınırından, alttaki laminanın posterior sınırına uzanır. Çok miktarda elastik lifler içerdiğinden rengi sarımtıraktır (Şekil 11) (23,24). İnterspinöz ligament, komşu spinöz processler arasında uzanır. Supraspinöz ligament, spinöz çıkıntıların uçlarını birbirine bağlayan bağıdır ve servikal bölgede genişleyip, kalınlaşarak ligamentum nuchae adını alır.

İntertransversal ligament, transvers çıkıntılar arasında yer alır (23,24).

Vertebral kolon kasları fonksiyonlarına göre 5 gruba ayrılmaktadır (Şekil 12A,B) (23,24,26).

1. Fleksör grup:

- M. Rectus abdominis
- M. Obliquus eksternus ve internus abdominis
- M. Psoas
- M. Sternocleidomastoideus
- M. Longus colli
- Mm. Scalenii

2. Ekstansör grup:

- M. Latissimus dorsi
- M. Sacrospinalis
- M. Spinaes
- Mm. Interspinales
- M. Levator scapula
- M. Splenius

3. Lateral fleksör grup:

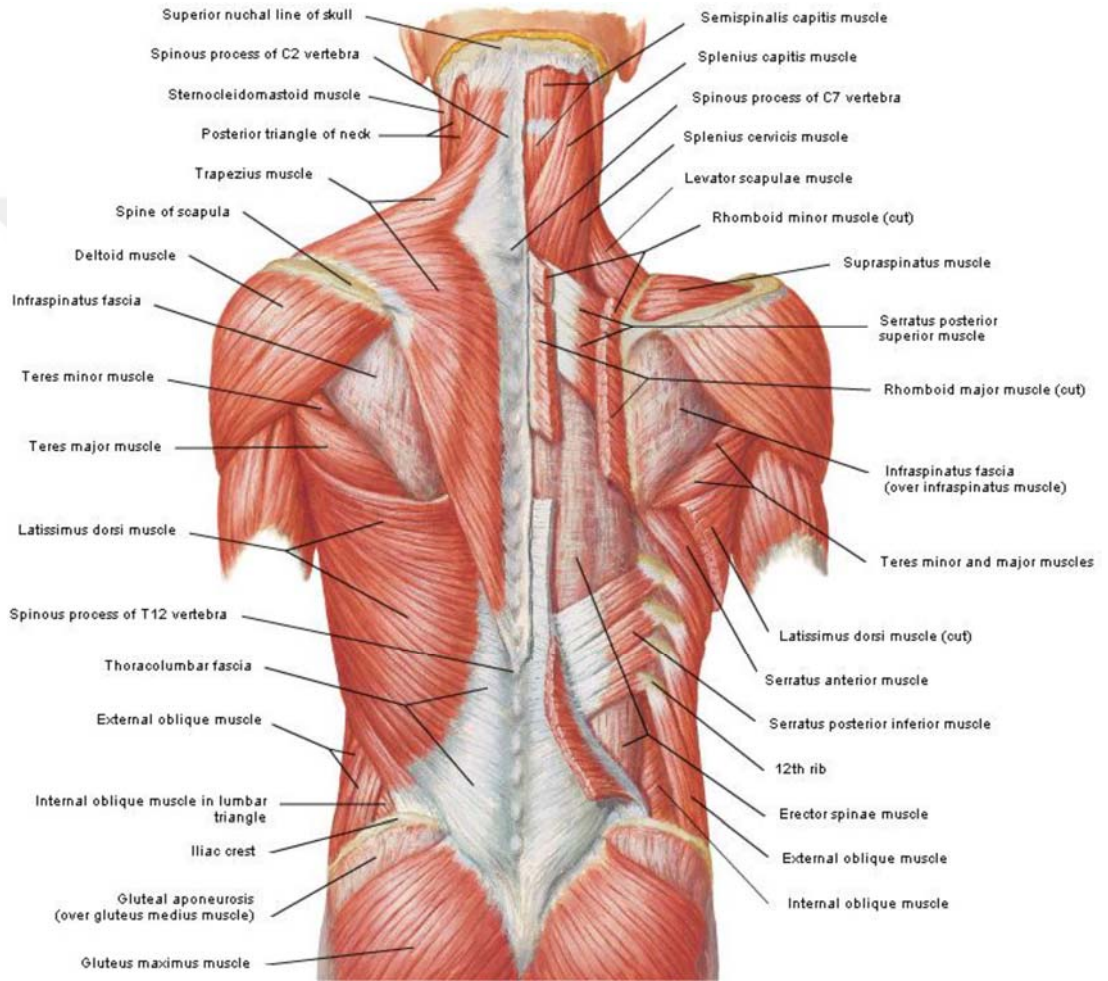
- M. Sacrospinalis
- M. Quadratus lumborum
- Mm. Transverso-costales
- M. Levator scapula
- Mm. Scalenii
- Mm. Semispinalis

4. İpsilateral rotatuar grup:

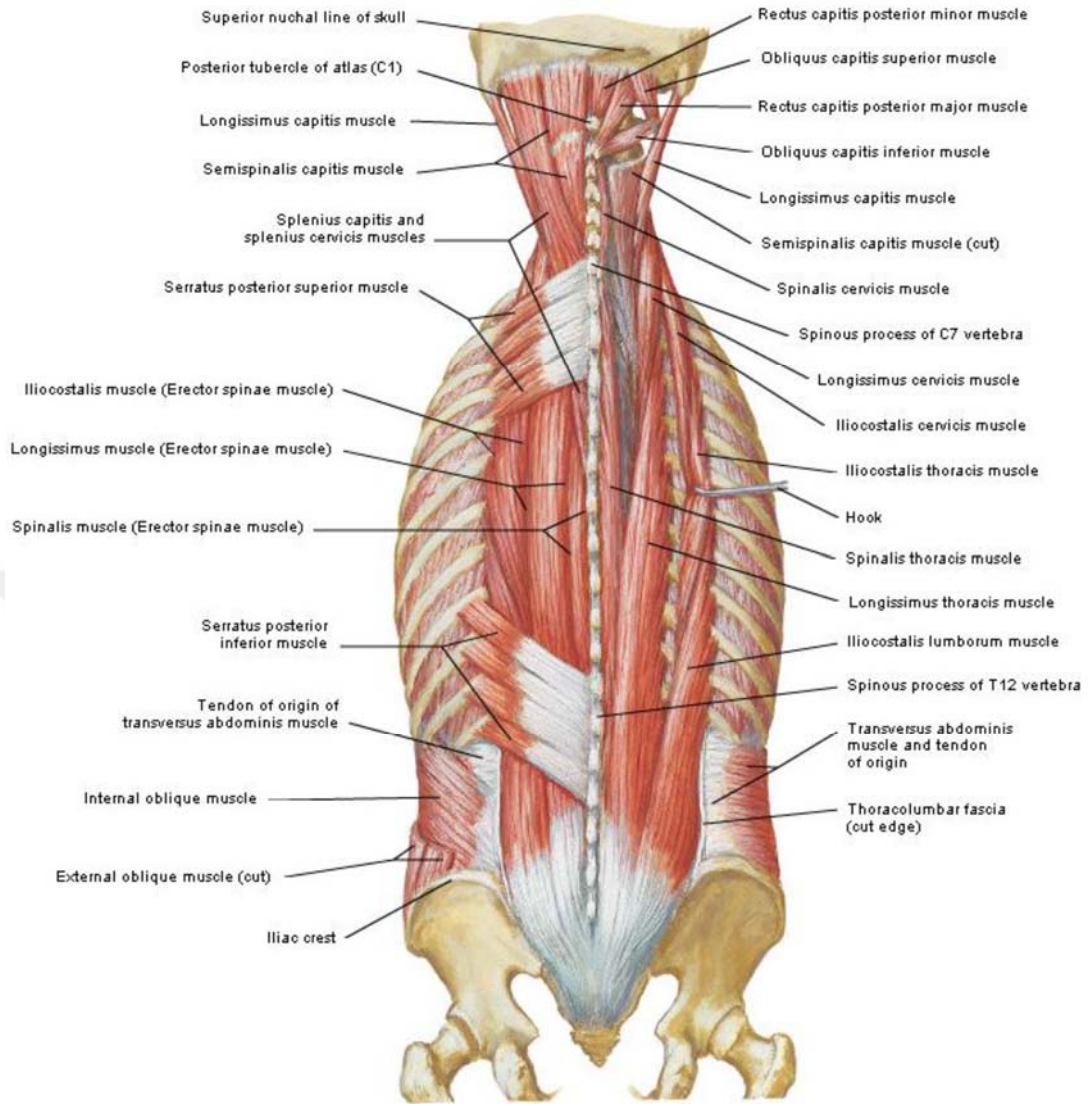
- M. Latissimus dorsi
- M. Splenius
- M. Longus coli
- M. Obliquus abdominus internus

5. Kontralateral rotator grup:

- Mm. Transversospinalis
- Mm. Multifidus
- M. Longus colli
- M. Obliquus eksternus abdominis



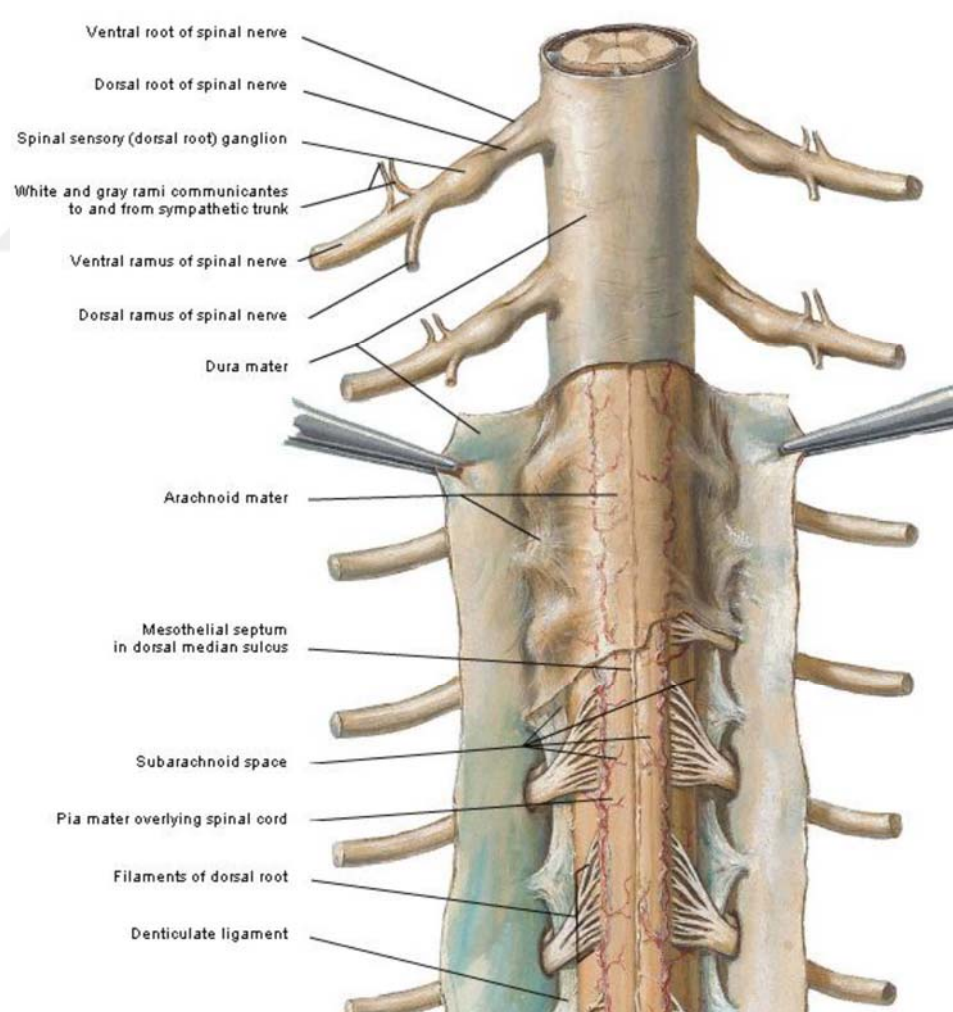
Şekil 12. A- Yüzeyel sırt kasları (25).



Şekil 12. B- Derin sırt kasları (25).

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 korpusları ve arkusları kanlandırırlar (24,26). 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

(Şekil 13) (23,24).

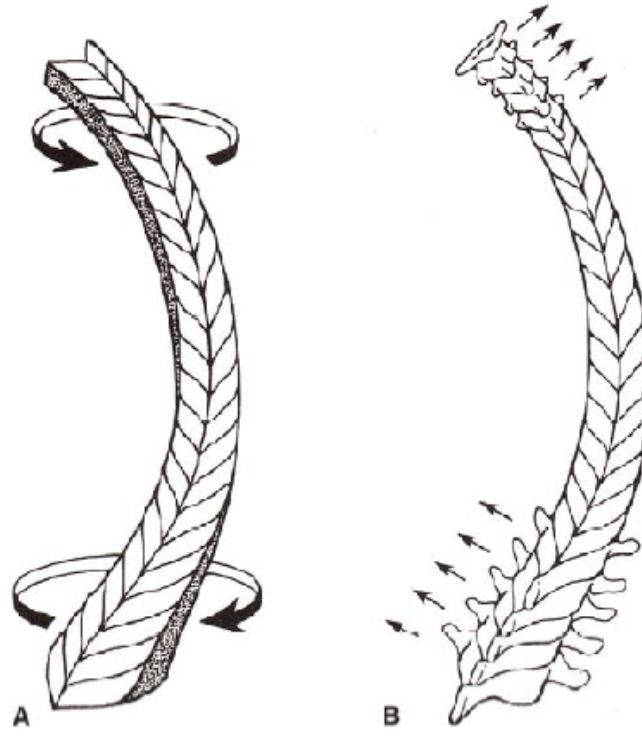


Şekil 13. Medulla spinalis'in posterior görünümü (Dural kılıf açılmış) (24).

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 (2,27). 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 (2,27). 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 (27). 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 (27,28,29).

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 (2,27). 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 (2,27). Omurganın rotasyonel hareketleri alt segmentlere inildikçe azalmaktadır. Servikal bölgede 45-50°, torakal bölgede 35°, lomber bölgede ise 5° rotasyon mevcuttur. 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” denir (Şekil 14) (27,28).



Şekil 14. Coupling fenomenil (27).

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 (27,28). 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 (2,27).

Pediküller yoğun kortikal kemik içeriğinden dolayı oldukça sağlam yapılardır. Pedikül büyüklüğü ve yapısı, pedikül vidasının yerleştirilmesine ve güçlü tutunmasına olanak sağlamaktadır (27,28). Hareket segmentinde her iki vertebra cismi arasında bulunan intervertebral disk, ortada viskoelastik yapıdaki nükleus pulposus ve bu yapıyı çevreleyen anulus 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 alışveriş ve yapısını oluşturan makromoleküllerin varlığından kaynaklanmaktadır (27,28). Anulus 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 (27).

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 hiper ekstansiyondayken faset eklemlere binen yük en üst düzeydedir. Makaslama kuvvetlerine karşı koymada da önemli rol oynarlar (27,28). 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 (27).

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 (27,28). Posterior longitudinal ligament, anterior ligamentin aksine daha zayıftır ve vertebra korpusuna değil de intervertebral diske tutunmaktadır (27). Kaslar omurganın aktif stabilize edici elemanlarıdır. Lomber dorsal kaslar ekstansiyonu sağlamaktadır. Sakrumdan dayanak alarak, lomber ve torakal bölgede görevlerini yaparlar. Kas tonusu ile lordoza katkıda bulunurlar. Karın duvarının önündeki rektus abdominis ve psoas kasları, arkadaki erektör spinaların antagonisti olarak çalışırlar. Yan karın kasları omurgaya rotasyon yaptırırlar (2,27,28).

2.3. SKOLYOZUN TANIMI

Skolyoz değimi Yunanca eğri kelimesinden türemiştir. Günümüzde, skolyoz radyolojik olarak omurganın orta dikey çizgisinin yana doğru 10 dereceden fazla kaymasına denilmektedir.

Skolyoz ile ilgili çok sayıda sınıflandırma vardır. Bunların içinde:

- I – Skolyozun yapısına göre
- II – Skolyozun tuttuğu dokulara göre
- III – Eğriliğe katılan vertebra sayısı ve eğriliğin şiddetine göre
- IV – Apeksin yerine göre
- V – Eğriğinin şekline göre
- VI – Yaşa göre

Normal omurgada gövde fleksiyonda iken lateral fleksiyon yapıldığında, rotasyon konveks tarafta, ekstansiyonla birlikte yapılan lateral fleksiyonda ise rotasyon konkav tarafta oluşur. Omurga lateral fleksiyonda iken kendi vertikal eksenini etrafında rotasyon yapar. Laterale olan eğrilik arttıkça vertebraların bir kısmında kamalaşma görülür ki bunun nedeni vertebranın büyümesindeki asimetridir (28).

En yaygın olarak kullanılan sınıflandırma Amerika'daki Skolyoz Araştırma Cemiyeti'nin sınıflandırmasıdır. Buna göre skolyoz temel olarak iki tiptir:

- 1) Fonksiyonel (non-strüktürel) skolyoz
- 2) Yapısal (strüktürel) skolyoz

Fonksiyonel skolyoz rotasyonel bir deformite olmaksızın kolumna vertebralisin sadece laterale olan eğriliği söz konusudur. Eğrilik rijit değildir. Sırt üstü ve yüz üstü gibi bazı pozisyonlarda eğrinin düzeldiği görülür. Fonksiyonel skolyoz mutlaka altta yatan bir patolojiye bağlı olarak gelişir.

Yapısal skolyozda kolumna vertebralisin laterale olan eğriliğine ek olarak rotasyonel deformite de söz konusudur. Yapısal skolyozdaki eğrilikler rijittir. Eğriliğin yer aldığı anatomik bölgeye ve konveksitenin bulunduğu yöne göre adlandırılır. Eğrilikte en çok rotasyona uğrayan vertebraya apikal vertebra denir

(29,30). Yapısal skolyoz kendi içinde sınıflara ayrılır:

1) İdiyopatik skolyoz

- İnfantil
- Jüvenil
- Adölesan

2) Konjenital skolyoz

3) Nöromuskuler skolyoz

4) Hastalıklar veya travmalar sonucu oluşan skolyoz

5) Eğri tipine göre skolyoz

- S tipi
- C tipi

6) Eğrinin şiddetine göre skolyoz

- İnklinatuar skolyoz
- Kollabe skolyoz

7) Skolyozun tuttuğu dokuya göre

- Osteoporotik
- Nöropatik
- Myopatik

8) Skolyozun açısının derecesine göre

- Grup 1=0-20
- Grup 2=21-30
- Grup 3=31-50
- Grup 4=51-75
- Grup 5=76-100
- Grup 6=101-125
- Grup 7=126 ve üzeri

9) Etiyolojiye göre sınıflandırma

- Primer veya idiyopatik skolyoz
- Sekonder skolyoz
- Siyatik skolyoz
- Kompansatuar skolyoz

Adolesan idiyopatik skolyozun karakteristik özelliği lateral eğrilik ve vertebra korpuslarının rotasyonu ile oluşan omurganın 3 boyutlu deformitesidir. İdiyopatik eğriliklerin çoğu torasik bölgede hipokifotiktir veya lordotiktir, bu durum etiolojide önemli bir faktör olabilir.

Lowe ve arkadaşları son populasyon çalışmalarında idiyopatik skolyozun değişken penetrans ve heterojenite içeren ve Mendel genetik seyrini takip bir tek gen bozukluğu olduğu sonucuna varmışlardır.

İntrauterin dönemin dördüncü-altıncı haftalar arasında gelişim defekti sonucu oluşan konjenital skolyoz bütün skolyozların %10'unu oluşturur. Bu defekt segmentasyon hatası veya formasyon hatası ya da her ikisini içerecek şekilde meydana gelebilir. Winter ise 1250 konjenital skolyozlu hastanın ailelerinde yaptığı araştırmada sadece 13 hastada 1. ve 2. derece akrabalık durumu saptamıştır. Konjenital skolyozların büyük bir kısmının fetal çevresel faktörlerin etkisiyle oluştuğu düşünülmektedir (32). Bu hastaların sırt ciltlerinde bazı değişiklikler olabilir. Bunlar tek bir bölgede toplanmış saç yumağı şeklinde kıllanma, gamze, skar ve lipomatöz değişiklik şeklinde görülebilir. Bu durumların varlığının altında vertebra anomalileri aranmalıdır (32). Spinal MRG ile diastometamiyeli gibi mevcut intraspinal anomaliler saptanabilir. Konjenital skolyozlu hastalarda eşlik eden başka anomalilere de rastlanabilir (Şekil 15).



Şekil 15. Konjenital skolyoza eşlik eden Marfan sendromu

Konjenital skolyozlu hastalarda eğriliğin progresyonu en önemli nokta olarak kabul edilir. Progresyon riski eğriliğin morfolojisiyle doğrudan ilişkilidir. Tam segmente hemivertebrada her iki tarafta normal disk alanı oluşmadığı için progresyon için yüksek risk taşır. Segmente olmamış bir hemivertebra üstteki ve alttaki vertebralarla füzyone olduğu için progresyon açısından düşük risklidir. En iyi prognoz blok vertebralarda görülür. Böyle durumlarda eğriliğin progresyonunun takibi sonrası cerrahiye karar verilmelidir. Korse kullanımı, kompensatuar eğriliklerde ve anomali bulunan vertebra seviyesinin üstündeki küçük eğriliklerde fayda sağlayabilir; ancak konjenital eğriliklerin kontrolünde etkisizdir. Anterior ve posterior hemivertebral eksizyon, progresyon gösteren lumbosakral hemivertebralarda endike olabilir (33).

Progressif konjenital skolyozların tedavisinde altın standart posterior füzyondur. Kemik maturasyonu düşük olan hastalarda (risser ≤ 1 ; <10 yaş kızlar ve <13 yaş erkekler) anterior spinal büyümenin devam etmesi sonucu cranckshaft fenomeni oluşabilir.

İdiyopatik skolyoz yapısal skolyozlar arasında en sık görülen skolyoz tipidir. Skolyozların %70'ini oluşturur. İdiyopatik skolyoz terimi etyolojisi bilinmeyen yapısal skolyozlara verilen tanımlamadır. İdiyopatik skolyoz büyüme periyodu içerisinde herhangi bir dönemde başlayabilmektedir. Bu nedenle kronolojik olarak üç gruba ayrılmıştır; infantil (doğumdan üç yaşına kadar), juvenil (dört yaş ile puberte

dönemi), adölesan (puberteden büyüme plakları kapanana kadar). Wynne-Davies'in yaptığı çalışmada 8 yaşın altında kız/erkek oranı eşit iken, 8 yaşın üstünde prevelans kızlarda %0.46, erkeklerde ise %0.02 olarak tespit edilmiştir. Rogala ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, kız/erkek oranı 6°-10° arasında 1/1; 11°-20° arasında 1.4/1; 21° üzerinde 5.4/1; tedavi sınırlarındaki eğriliklerde ise 7.2/1 olarak tespit edilmiştir (34).

Adölesan idiyopatik skolyozda deformite her üç planda (frontal, sagittal ve transvers) mevcuttur. İdiopatik skolyoz yapısal skolyozlar arasında en sık görülen skolyoz şeklidir ve bunun büyük çoğunluğunu da, adölesan idiyopatik skolyoz oluşturmaktadır (35).

2.3.1. Epidemiyoloji

İdiopatik skolyozun prevalansının değerlendirilmesinde literatürde iki tip çalışma mevcuttur. 1955 yılında Delaware'de Shands ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada 14 yaş populasyonun PA akciğer filmlerinin değerlendirilmesi sonucunda prevalans, 10 derece ve üzerinde %1,9, 20 derece ve üzerinde %0,5 olarak bulunmuştur. Edinburgh'da Wynne-Davies'in yaptığı çalışmada sekiz yaşın altında 1.3/1000, sekiz yaşın üstünde 1.8/1000 olarak tespit edilmiştir. Kuzey Amerika'da prevalans %2-3 arasında değişmektedir. Ancak bu prevalans eğrilik arttıkça azalmaktadır. Yirmi derecenin üzerindeki eğriliklerde prevalans %0,2-0,3'tür. Cinsiyete göre dağılıma bakıldığında, Wynne-Davies'in yaptığı çalışmada; sekiz yaşın altında kız erkek oranı eşit iken, sekiz yaşın üstünde prevalans kızlarda 4.6/1000, erkeklerde ise 0.2/1000 olarak tespit etmiştir (34).

Wynne-Davies 97 hastalık seride ilerleyen skolyozu olan erkek çocukların %13'ünde zeka geriliği, %7,4 kasık fıtığı, %3,5 oranında doğuştan kalça çıkığı tespit etmiştir. Bu bulgular ışığında skolyoz oluşumunda rol oynayan etyolojik faktörlerin birden fazla olduğunu düşünülmüştür. Rogala ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada kız erkek oranı 6-10 derece arasında 1:1, 11-20 derece arasında 1.4:1, 21 derecenin üzerinde 5.4:1, tedavi sınırlarındaki eğriliklerde ise 7.2:1 olarak tespit etmiştir. Lonstein 10 yaşın altında ve eğriliği 20 derecenin üzerinde olan hastaların %67'sinde ilerleme olduğunu bildirmiştir (36,37).

2.3.2. Skolyozun Etyopatogenezi

Etyopatogenezde başlıca üzerinde durulan teoriler (38):

- Nörolojik köken
- Disk içeriğinde anormallik
- Endokrin bozukluk
- Musküler imbalans
- Vertebral kemik gelişim bozukluğu
- Ligamentöz yapılardaki kollajen hatası
- Genetik teori

Nörolojik çalışmalarda, Sahstrand ve arkadaşları 1979'da EEG patolojisine rastlanmamakla beraber adölesan idiyopatik skolyoz olan çocuklarda postural eğilme ile labirent fonksiyonlarını elektronistagmografik (ENG) olarak değerlendirmişler ve nistagmusun arttığını saptamışlar ve buna dayanarak vestibüler disfonksiyona bağlı başlangıçta yapısal olmayan ancak kısa zamanda yapısal olan spinal deformite ortaya çıktığını ileri sürmüşlerdir. Diğer bir çalışmada Bamberg ve arkadaşları 41 adölesan idiyopatik skolyozlu hastada yaptıkları ENG'de vestibular son-organ disfonksiyonunun anomaliye yol açtığını ileri sürmüşler (39).

1984'te Scoliosis Research Society (SRS) kongresinde Wyatt ve arkadaşları medulla spinalisin arka kolonunu değerlendirdiklerinde skolyotik hastalarda vibrasyon kabiliyetinde belirgin bir asimetri saptadıklarını rapor etmişlerdir. Bu bulgular üzerinde skolyotik hastaların posterior kolon alt yollarında merkezi bir anormallik varlığını ileri sürmüşlerdir.

Adölesan skolyozlu hastaların nükleus pulposus kollajen içeriğinde artış olduğunu ve bu artış ile eğriliğin derecesi arasında bir ilişki olduğu bilinmektedir. Zaleske yapılan çalışmasında idiyopatik skolyozlu hastalarda intervertebral diskte heksosamin içeriğini araştırmıştır. Kontrollere kıyasla %23 oranında azalma olduğunu bulmuştur. Bu bulgulara dayanarak disk içeriğindeki değişikliklerin idiyopatik skolyozda primer nedensel bir faktör olabileceğini ileri sürmüştür (40). Birkaç çalışmada 50 yaş üstü hastalarda osteoporozla bağlı gelişen skolyoz vakalarını rapor ettiklerinde, osteoporozla yol açan bir endokrin bozukluğun idiyopatik skolyozla neden olabileceği düşüncesini ileri sürülmüştür (41).

İdiyopatik skolyozun etyolojisinde en fazla üzerinde durulan olası sebepler teoride kas lifi, fibrillerin morfolojisi, histokimyası, elektromyografik aktiviteleri gibi çeşitli alanlarda myotendon birleşim yerinde kalsiyum, bakır ve çinko konsantrasyonlarında, platelet agregasyonunda bozukluklar olduğu düşünülmektedir.

Skolyoz oluşumu vertebra cisminin asimetric büyümesine bağlı olduğu görüşüne dayanır. De Salis skolyotik tavşanlarda interkostal ve vertebral arterlerde mikrokölizyonların varlığının skolyotik deformiteye yol açtığı düşünülmüştür.

İdiyopatik skolyozun vasküler bir patoloji ve mezenkimal bir bozukluk sonucu asimetric olarak vertebral cisim veya kostal yapılarıdaki büyüme plaklarında bir iskemik nekroz veya büyümede bir duraklama geliştirmektedir. Bunun ise vertebral rotasyon ve koronal deformiteye yol açtığını ileri sürülmüştür (42). Birkaç araştırmada skolyozun altta yatan sebebinin kollajendeki bozukluk olduğu bildirilmiştir. Bradford ve arkadaşlar spinal ligamentlerde kollajen metabolizmasının tamamen normal olduğunu göstererek ligamentöz instabilite sonucu skolyoz oluşumu teorisinin aleyhinde deliller elde etmişlerdir (43).

Wynne-Davies, Edinburg Skolyoz Kliniğinden 1968'de 180 vakayı rapor emiştir. Bulgularına göre dominant ve multiple gen geçişinin idiyopatik skolyoz etyolojisinde etkili olduğunu ileri sürmüştür (41). DeGeorge mono ve dizigot ikizlerde yaptığı çalışmada idiyopatik skolyozlu hastalarda genetik bir temel bulamamıştır (44). Özet olarak idiyopatik skolyozun etyolojisinde kesin bir faktör halen saptanamamıştır.

2.3.3. Skolyozda Değişiklikler

Eğrilik içindeki pozisyonuna göre vertebralarda deformasyon, rotasyon ve spinal akstan sapma mevcuttur. Apikal vertebra en deforme ve en fazla rotasyonu olan vertebradır. Rotasyon sonucu konkav taraftaki faset eklemler daha derin bir pozisyona geçerken konveksitedekiler daha ince ve yüzeysel olurlar. Konkavitede kemik dansitede artma, konveksitede ise osteoporoz görülür. Vertebra cismi ve posterior arkus arasında değişik rotasyonlardan dolayı laterale eğim oluşur. Vertebra cisimleri posterior arkuslardan daha uzun olan bir kolon oluşturduğu için eğrilik tamamen düzeltilince lordozis oluşacaktır. Hacmi değişmeyen nükleus pulpozus

konveksiteye doğru kayar. Bu olay eğriliğin yapısal hale geçmesinin ilk sebeplerinden biridir ve artık geriye dönüş yoktur (45).

Vertebralardaki rotasyon kostotransvers eklemler yoluyla kotları da beraberinde döndürmektedir. Kotların vertebralara insersiyolarındaki rotasyon ve eğim, pozisyonlardaki deformiteye neden olur. Bir kot, transvers proçesin yanından geçtikten sonra dik bir şekilde aşağı uzanır. Yukarıdan aşağıya ilk iki veya üç vertebra arasındaki aralıklar genişlemiştir. İlk kot anatomik pozisyonda ve yüksekte durur. İlk interkostal aralık genişlemiştir. Bunu takip eden kotlar daha diktir ve aralarındaki aralık daralmıştır. Orta aksiller çizginin hemen önünde kotlar sternuma doğru yönelirler ve bu yolda daha horizontal bir hal alırlar. 90°'lik torokolomber veya lomber skolyozda pelviste de yapısal değişiklikler ortaya çıkmıştır. İki çeşit deformite izlenebilir:

1. Lomber bir eğrilik zayıflayarak sakral bölgede devam edebilir ve bir çeşit lumbosakral eğrilik meydana gelebilir.
2. Daha sık olarak pelvis, majör eğrilik altında eğriliğin bir parçası olabilir. Bu durumda L5 ara vertebra gibi davranır. L5 illiolomber ligamentlerce yerinde tutulur ve rotasyona direnç gösterir. Burada torsiyona uğrayan L4-L5 diskidir.

En iyi değerlendirme hasta ayakta dururken çekilecek bir ön-arka grafi üzerinde sakroiliak eklemlerin alt uçlarını birleştiren bir çizgi çizmektir.

Skapula, deforme toraks üzerinde bulabildiği bir yerde durur. Sağ skolyozda sağ skapula daha yüksektir ve bunun sebebi rib hump'tır. Sola servikotorasik bir eğrilik varsa skapular hump soldadır.

Konveksitedeki kaslar, vücut eğriliğinin üst kısmının konkavite tarafına tamamen kollabe olmasını önlerler. En aktif kaslar lomber bölge konveksitesindekiler olarak tespit edilmiştir. Bu kaslar vücudun konkaviteye yatmasını önleyen halatlar gibidir. Konkav ve konveks taraftaki kaslar posterior arklar üzerinden etki ederler. Rotasyon 20°'den az ise kaslar rotasyonu kontrol etmeye çalışırken, 30°'den fazla ise her iki taraftaki kaslar rotasyonu artırır.

Sadece şiddetli kifoskolyoz vakalarında diyafram kubbe şeklini kaybeder; öne ve aşağıya uzanan bir septum halini alır. Böylece torasik pompanın piston hareketini imkansız hale getirir (45,46). Diyaframın fonksiyonsuz ve torasik kafesin rijid olduğu bir kifoskolyozda solunum, büyük oranda boyun ve omuz kuşağı kaslarıyla sağlanır. Uzun bir dönem abdominal kaslar respirasyonda rol oynar.

Kalp ve büyük damarlar vertebralardan bağımsızdırlar. Mediastinumun arkasında disloke gibi gözüken apikal vertebradır. Böylece kalp vücut aksına göre biraz daha deplase gibi görülür. Majör skolyoz daha çok respiratuar problemlere yol açtığı için sağ kalp yüklenmiştir; erişkin dönemde distansiyon ve hipertrofi bunun sonucudur.

Azigos ven interkostal venlere bağlı olduğu için kolaylıkla rotasyon sahasına girer. Bununla beraber eğer çok aşırı bir rotasyon mevcut ise azigos ven sağa doğru olan bir eğriliğin konkavitesine düşer, böylece apikal vertebranın solundan geçer. Sempatik ve splenik sinirler vertebra cisimleri ve disklerle sıkı komşuluk içindedirler. Bunlar, anterior longitudinal ligamentle beraber, anterior girişimde vertebral rotasyonu anlamakta değerli noktalardır.

Özefagus, birçok şekilde etkilenmiş olabilir. Orta derecede skolyozlarda bile özefagusta konjenital kısalık vardır. Defrenne'in de gösterdiği gibi bu malformasyon His açısının bozulmasına ve midenin fundusunda malformasyona sebep olabilir. Bu da kardianın malpozisyonuna ve hiatus hernisine neden olur.

Akciğerler deforme edilir. Torasik konveksitenin apeksindeki alveollerde amfizeme eğilim vardır. Şiddetli kifoskolyozda trakea ve bronşlar bir tarafa kaymıştır. Bu hastalarda özellikle entübasyon zor olabilir (45).

Peritoneal kavitenin şekli değişmiş, abdominal organların düzeni bozulmuştur. Gastrik pitozis eğilimi fazladır. Şiddetli lomber skolyoz vakalarında böbrek yer değiştirebilir. Oturur pozisyonda böbrekler illiak fossada görülebilir.

Abdominal aort fazla etkilenmez. Vena kava inferior, vertebral deplasmandan daha fazla etkilenir. Frajil bir yapı olduğu için anterior girişimlerde tehlikeli bir komşuluk yaratır; asendan lomber venlerle birleştiği alt kısım özellikle tehlikelidir (47).

2.4. KLİNİK DEĞERLENDİRME

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 (1,2,48,49). 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.

2.4.1. Hikaye

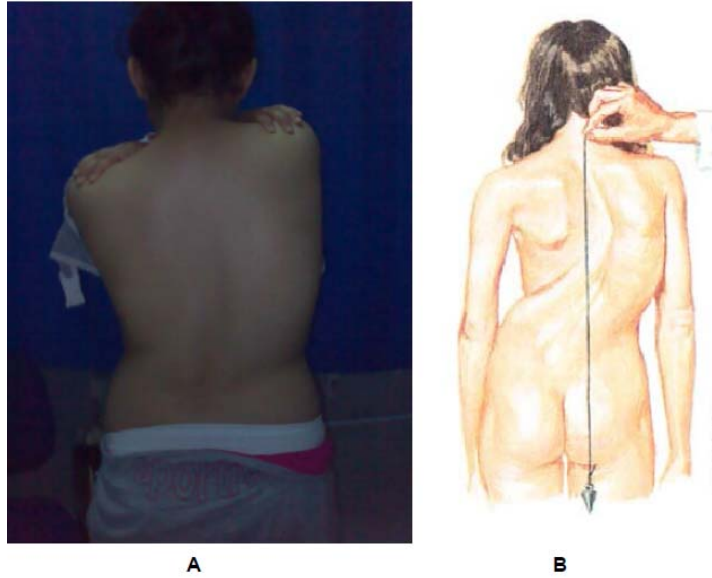
Hastanın yaşı ve cinsiyeti kaydedilir, deformitenin fark edildiği yaş ve nasıl fark edildiği sorgulanır. Deformite, ağrı, nörolojik semptomlar, kardiyopulmoner problemler ve fonksiyonel komplikasyonların varlığı araştırılır (1,48,49). Adölesan idiyopatik skolyozlularda ağrı çok sık görülmez. Ancak çok 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 (1,48). 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 (1,2,48,49). Nörolojik defisitler nadiren görülür. Herhangi bir nörolojik defisit saptanırsa, ya da sol torakal eğrilik varsa ileri radyolojik tetkiklerle nöral yapılar değerlendirilmelidir (1). 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. Menarş da hızlı büyüme döneminin yavaşladığını göstermektedir (1,49).

2.4.2. Fizik Muayene

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

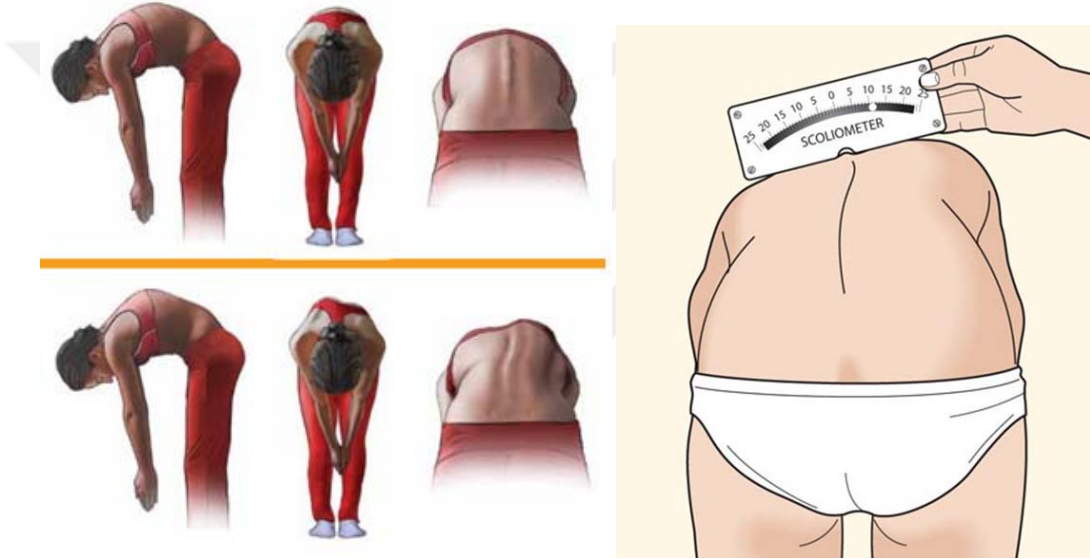
İnspeksiyonda hastanın genel durumu, postürü incelenir. Ciltte görülen "cafe au lait" lekeleri ve subkutan nodüller nörofibromatozisi akla getirmelidir. Sırtta lokalize aşırı kıllanma, gamze görünümü meningomiyelosel lehinedir. Yüzde asimetri, tortikollise bağlı skolyozu işaret eder. Ekstremitelerde eşitsizlik, ekstremitelerden beden 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 (1,48,49). İnceleme sonrası hastanın oturarak ve ayakta boyu ölçülmelidir. Eğriliğin yönü ve lokalizasyonu belirlenir. Daha sonra hastanın sagittal konturunu değerlendirmek için yandan incelenir (48). 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 (Şekil 16A) (1,50).

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 (Şekil 16B) (1,2,50).



Şekil 16. 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 yükseklığe 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 (Şekil 17A/B) (1,49).



Şekil 17. A Adams öne eğilme testi. **B** Skolyometre ile rotasyonun klinik ölçülmesi.

Öne eğilme testi ile lordozun fleksibilitesi de değerlendirilir. Kifozun değerlendirilebilmesi için, prone pozisyonunda hiperekstansiyon testi yapılmalıdır (1,48). 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. 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 (1).

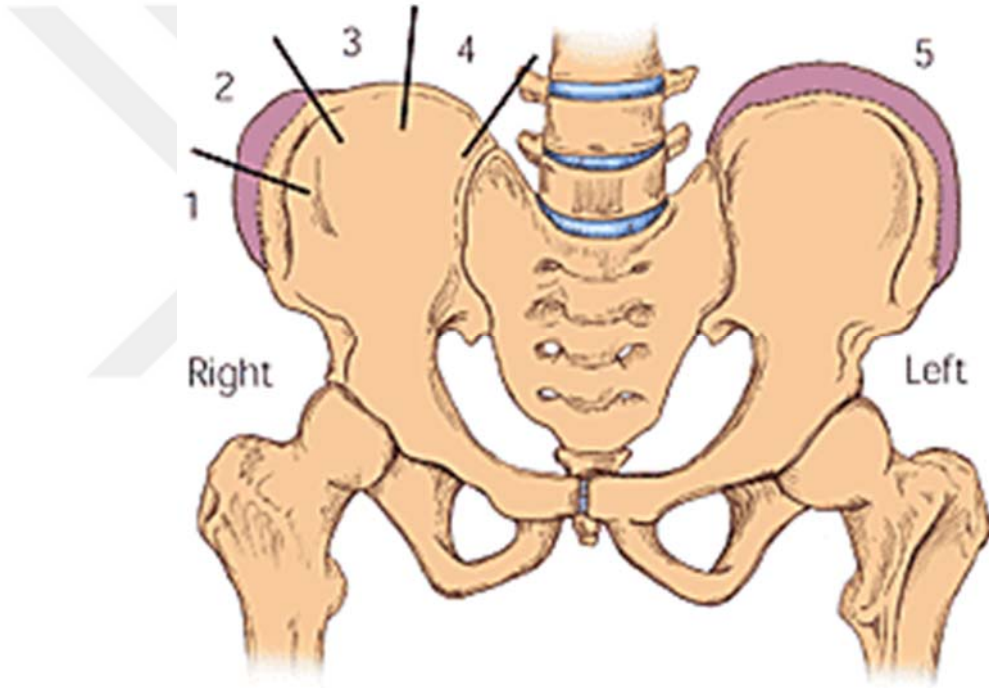
2.5. RÖNTGENOGRAFİK DEĞERLENDİRME

Hasta ayaktayken distalde crista iliaka'yı, proksimalde servikal vertebral kolonun büyük bölümünü gösterecek şekilde vertebral kolonun arka-ön (PA) ve lateral röntgenografiler çekilir. Arka-ön grafide öncelikle vertebrada veya kotlarda formasyon veya segmentasyon kusuru ile spinal kanalda açıklık (spina bifida) olup olmadığına bakılır. Eğriliğin yönü (sağ-sol), tek majör veya çift majör eğrilik olup olmadığı kaydedilir. Eğriliğin üst ve alt son vertebraları ve apikal vertebra tespit edilir. Alt ve üst vertebraları saptamak için kabaca rotasyonun olmadığı, eğriliğin döndüğü vertebralara komşu vertebralar bulunur. Ya da pelvik tilt yoksa veya tilt açısı kadar düzeltme yaparak sakrum tip noktaları birleştirilip orta noktasından bir dik çizilir (38,51). Kestiği vertebralar alt ve üst son vertebralar olarak işaretlenir (King metodu). Bu şekilde eğriliğin torakal, torakolomber veya lomber bir eğrilik olup olmadığı belirlenir. Eğer çift majör eğrilik ise her iki eğriliğin yeri kaydedilir. Pedikül gölgelerinin en çok kaydığı yani rotasyonun en çok olduğu, eğriliğin tam ortasındaki bir veya iki vertebra apikal vertebradır. Alt ve üst son vertebraların alt ve üst end-plate'lerine paralel çizilen doğru parçalarının orta noktalarından çizilen diklerin kesiştiği noktadaki vertebra olarak da belirlenebilir (38,45).

Deacon ve arkadaşları skolyoz eğriliklerinin standart anteroposterior görüntülerinin eğriliğin büyüklüğünü belirgin şekilde daha az olarak yansıttığını göstermişlerdir. Ayrıca, gerçek lateral görüntüler lordozu gösterirken standart lateral görüntüler yalnızlıkla kifoz olduğu izlemine vermektedir. Stagnara eğriliğin bu rotasyonel komponentini yok edebilmek için bir röntgenografik teknik tarif etmiştir. Bu tekniğe göre oblik röntgenografi çekilirken kaset rotasyonel kaburga çıkıntısının (apeksinin) medial bölümüne paralel olarak yerleştirilir ve röntgen ışını kasete dik açıyla verilir. Buna 90° dik açıyla çekilen film gerçek lateral görüntüyü verir ve eğrilik derecesinin çok daha doğru bir ölçümüne ve vertebral anatomisinin daha iyi anlaşılmasına olanak verir (45).

Adölesanlar ergenlikte gelişmeye devam ederken iskelet matürasyonunu belirlemek için kesin doğru bir metod olmamakla birlikte, matürasyonu değerlendirmek için değişik röntgenografik parametreler kullanılabilir. Bunlardan en sık kullanılanlar el ve el bileğindeki kemik yaşının veya ilyak apofizin gelişiminin

değerlendirilmesidir (Risser belirtisi). Risser belirtisi (Şekil 18): iliak apofizde kemikleşme dış taraftan başlar ve iç tarafa doğru ilerleyerek iliak apofizin iliumla kaynaşmasıyla sonuçlanır. Bu süreci evrelere ayırarak çocuğun iskelet olgunlaşması hakkında fikir sahibi olmak mümkündür. Bu değerlendirmenin eğrilik için çekilen aynı radyografi üzerinde yapılabilmesi büyük kolaylık sağlar. İliak apofiz dörde ayrılarak kemikleşmenin ulaştığı kadrana göre Risser belirtisi 1’den 4’e kadar derecelendirilir. Risser 0 ilyak apofizde kemikleşmenin görülmediği, Risser 5 ise ilyak apofizin iliumla kaynaştığı anlamındadır. Risser 0 veya 1 olan hastadaki eğrilik ilerleme açısından ciddi risk taşır.



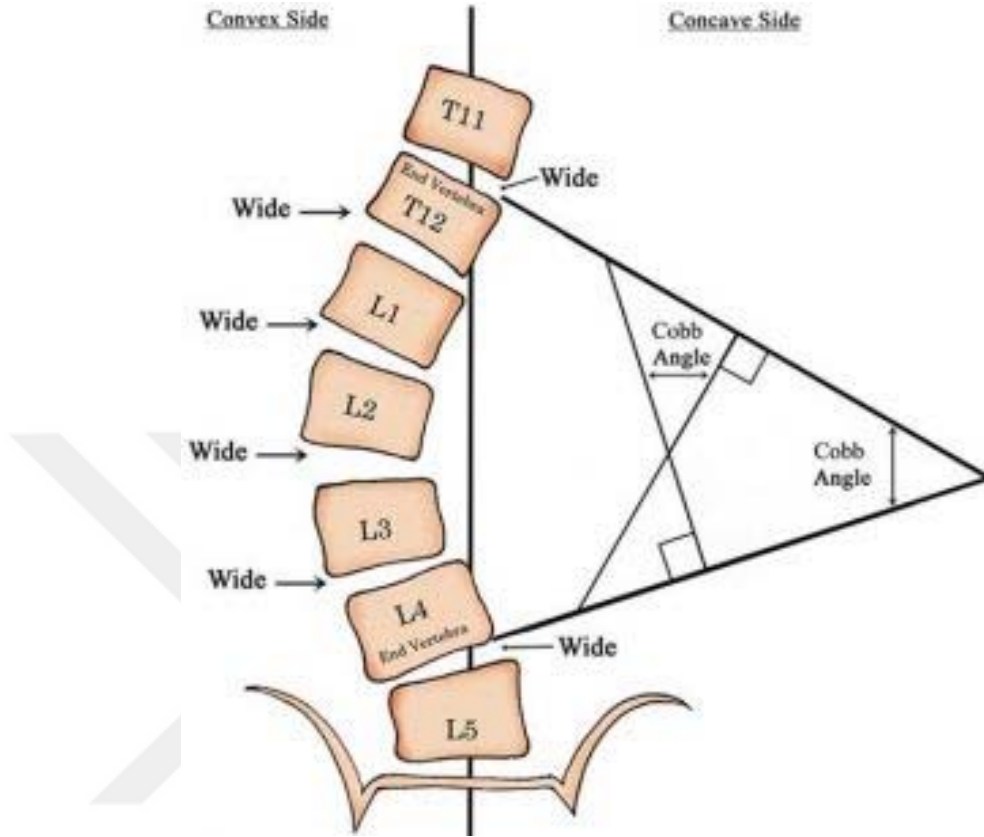
Şekil 18. Risser belirtisinin görünümü

2.5.1. Eğriliklerin Ölçümü

Skolyoz Araştırma Derneği’nin Terminoloji Komitesi tarafından önerilen Cobb ölçüm metodu üç aşamada oluşmaktadır:

1. Superior end vertebranın belirlenmesi
2. Inferior end vertebranın belirlenmesi
3. Superior end vertebranın üst düzeyinden ve inferior end vertebranın alt

yüzeyinden birbirini kesecek şekilde dik çizgilerin çizmesi (Şekil 19).



Şekil 19. Cobb metodu kullanarak eğrilik açılarının ölçümü

Genellikle eğrilğin apeksinden uzaklaştıkça inferior end vertebranın altında veya superior end vertebranın üstünde olan bir sonraki intervertebral aralık eğrilğin konkav tarafına doğru daha genişir (51).

Vertebral rotasyonu belirlemede sık kullanılan metod Nash ve Moe'inkidir. Bu metodunda pediküller vertebra korpuslarının yan tarafına eşit uzaklıkta ise, vertebral rotasyon yoktur (0 rotasyon). Dereceler, pedikülün vertebra cisminin orta hattını geçtiği Evre IV rotasyona kadar ilerler. Teorik olarak BT inceleme vertebral rotasyonun değerlendirilmesinde çok daha doğru sonuç verir, ancak BT inceleme skolyozun rutin değerlendirilmesi için uygun değildir.

Sagittal uyum segmental, bölgesel veya genel açıdan değerlendirilebilir. Segmental incelemede iki vertebra cismi ile aradaki disk arasındaki ilişkiye bakılır. Bölgesel sagittal denge servikal, torakal ve lomber dengeleri içerir. Torakolomber

bileşke genellikle ayrı olarak incelenir. Global spinal uyum genel olarak toplam sagittal dengenin bir göstergesi olarak kabul edilir.

2.5.2. Eğrilik Şekilleri

1983 yılında King ve arkadaşları torasik eğriliklerde füzyon sahası seçimi amaçlı olarak beş idiyopati eğrilik paterni tanımlamışlardır (52).

- Tip I: S şeklinde çift eğrilik mevcuttur. Lomber eğrilik torakal eğrilikten büyüktür ve/veya lomber eğrilik torakal eğriliğe göre daha az esnektir.
- Tip II: S şeklinde çift eğrilik mevcuttur. Torakal eğrilik lomber eğrilikten büyük ya da eşittir ve torakal eğrilik lomber eğriliğe göre daha az esnektir. Lomber eğrilik santral sakral çizgiyi geçer.
- Tip III: Tek majör torasik eğrilik mevcuttur. Fraksiyone lomber eğrilik santral sakral çizgiyi geçmez.
- Tip IV: Tek majör uzun torasik eğrilik mevcuttur. L4 eğriliğinin içine doğru eğilmiştir.
- Tip V: Çift yapısal torasik eğrilik mevcuttur.

Winter ve Lonstein yedi majör eğrilik paterni tanımlamışlardır

1. Tek majör torasik
2. Tek torakolomber
3. Tek lomber
4. Çift torasik
5. Torasik ve lomber
6. Torasik ve torakolomber
7. Üçlü eğrilikler

Asher ve Burton eğrilik paternlerini torsiyonel olarak tek torsiyonlu, çift torsiyonlu ve üç torsiyonlu olarak değerlendirilmesi gerektiğini öne sürmüşlerdir (53).

Bütün bu farklı sınıflandırma yöntemleri tedavinin planlanması ve aynı dilden konuşulabilmesi amacı ile ortaya atılmıştır. Günümüzde çalışmalarda ve füzyon sahası seçiminde bütün eğrilikleri içermemesine rağmen en yaygın olarak kullanılan sistem King-Moe sınıflandırmasıdır. Ancak 1983 yılında tarif edilmiş olan bu sınıflama günümüzde bazı açılardan yetersiz kalmaktadır;

- İzole torakolomber, lomber, çift ve üçlü majör eğrilikler gibi bazı eğrilikleri kapsamamaktadır.
- King sınıflaması ortaya çıktığı zaman sadece Harrington uygulaması mevcuttu. Üç boyutlu korreksiyon sistemleri ve segmenter enstrumantasyon uygulamalarının getirdiği prensipleri karşılamaya yeterli değildir.
- Sadece eğriliğin koronal planını değerlendirmeye almaktadır.
- SRS tarafından yakın zamanda yapılan bir araştırmaya göre gözlemciler arası ve aynı gözlemci için hata oranı yüksek olarak bulunmuştur (30).

Lenke ve arkadaşları adolesan idiyopatik skolyoz için koronal, sagittal ve aksiyel özelliklere dayanan yeni bir sınıflama sistemi geliştirilmiştir (54). Eğrilikler koronal düzlemde yapısal eğriliğin bölgesine göre sınıflandırılmıştır. Merkez sakral çizginin lomber eğriliğin apeksi ile olan ilişkisine dayanan bir lomber eğrilik belirteci eklenmiştir. Son olarak sagittal torakal belirteç de eklenmiştir ve eğrilik tipinin, lomber eğrilik belirtecin ve sagittal torakal belirtecin kombinasyonu torakal sagittal profili göstermek üzere geliştirilmiş bir spesifik eğrilik sınıflandırılmasıdır (55).

Bu sistemin geliştirilme amaçları şunlardır:

- Tüm eğrilikleri için geçerli olan bir sınıflama
- Koronal plan ve sagittal planında değerlendirmeye alınması
- Tedaviye yönelik olması
- İyi güvenlik aralığı olması
- Mantıksal, kolay bir sistem olması

Lenke ve arkadaşlarının geliştirdiği sınıflama sisteminin üç komponenti bulunmaktadır. İlki eğriliğin tipini belirlemektedir.

1. Torasik eğrilik: Apeksi T2 cismi ile T11-12 diski arasında olan eğrilikler
2. Torakolomber eğrilik: Apeksi T12 cismi ile L1 cismi arasında olan eğrilikler
3. Lomber eğrilik: Apeksi L1-2 diski ile L4 cismi arasında olan eğrilikler

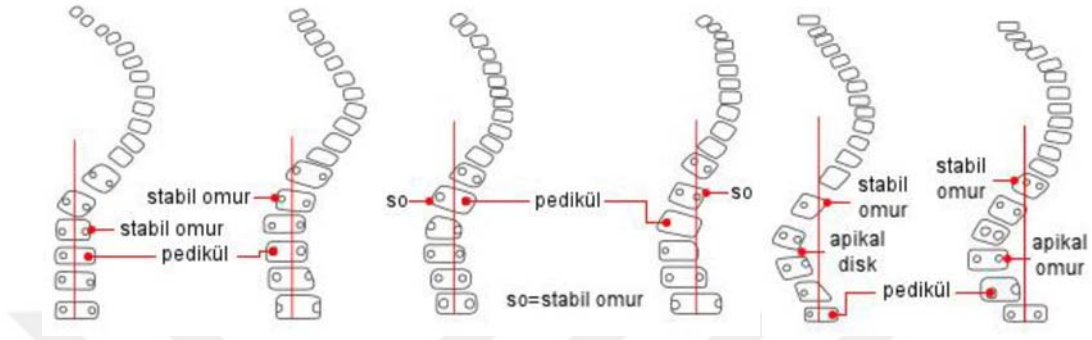
Buna bağlı olarak eğrilikler rejyonel spinal kolona göre aşağıdaki bölgelere ayrılmaktadır:

- Proksimal torasik
- Ana torasik
- Torakolomber-lomber

Yapısal eğrilik normal esnekliği olmayan eğriliklere verilen isim olmakta ve proksimal torasik bir eğriliğe yapısal diyebilmek için eğilme grafilinde kalan eğriliğin 25 derece ve üstü ve/veya T2-T5 kifozun 20° veya üstü olması gerekmektedir. Ana torasik eğrilikler için bu kriterler eğilme grafilinde kalan eğriliğin 25° veya üstü veya torakolomber kifozun 20° veya üstü olmasıdır. Torakolomber-lomber eğriliklerde yukarıdaki kriterlere ek olarak apikal vertebrada eğilme grafilinde Nash-Moe rotasyon derecelendirmesine göre Evre I rotasyon kalması da bir kriter oluşturmaktadır. Bu kriterlerden herhangi biri mevcut ise minör eğrilik, cerrahi yapısal eğrilik olarak değerlendirilmekte, açısı büyük olan eğrilik de majör eğrilik olmaktadır. Bu kriterler olmadığı takdirde minör eğriliğe yapısal olmayan eğrilik denmektedir. Yani, artrodez sadece cerrahi yapısal eğriliklere uygulanmalıdır.

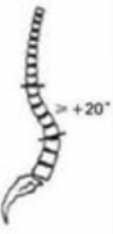
Lenke sınıflamasının ikinci komponenti lomber kolonu değerlendirmektedir. Lomber bölge spinal kolonun en hareketli kısmı olduğu için spinal dengede en büyük role de sahiptir. Proksimal sakrumu ortalayan dikey bir çizgi stabil vertebraya kadar çizilir. 2 cm'ye kadar olan pelvik oblisite kabul edilebilmektedir. Daha büyük oblisitelerde hastanın kısa tarafı yükseltilerek pelvis yatay pozisyona getirilmelidir. Stabil vertebra Santral Sakral Dikey Çizgi (SSDÇ) ile ortasından kesilen vertebradır. Bu bir disk aralığına denk geliyorsa bir alttaki vertebra stabil sayılmalıdır (Şekil 20). SSDÇ'ye göre lomber belirleyiciler için kriterler şunlardır:

- a) Stabil vertebraya kadar pediküller arasından gider
- b) Lomber apikal vertebranın cisminden geçer
- c) Lomber apikal vertebraya dokunmadan medialinden geçer



Şekil 20. Santral sakral dikey çizginin şematik görünümü

Üçüncü ve son komponent de sagittal torasik belirleyicidir. T5–T12 arası normal kifoz 10 ile 40 derece arasında olmak üzere ortalama 30 derecedir. Adolesan idiopatik skolyozda torasik kifoz azalma eğilimindedir (56).

LOMBER OMURGA DÜZENLEYİCİ	EĞRİLİK ÇEŞİDİ (1-6)					
	Tip 1 (esas torasik)	Tip 2 (çift torasik)	Tip 3 (çift majör)	Tip 4 (üçlü majör)	Tip 5 (TL/L)	Tip 6 (TL/L-MT)
A (eğrilik yok, ya da çok az)	 1A*	 2A*	 3A*	 4A*		
B (orta derecede eğrilik)	 1B*	 2B*	 3B*	 4B*		
C (büyük eğrilik)	 1C*	 2C*	 3C*	 4C*	 5C*	 6C*
Olası sagittal yapı kriteri (özgün eğrilik çeşidini belirlemek için)		 +20°	 ≥ +20°	 ≥ +20°		
* T5-12 sagittal dizilim düzenleyicisi: -, N, veya + -: < 10° N: 10-40° +: > 40°						

Şekil 21. Lenke sınıflamasının şematik görünümü

Lenke sınıflamasında T5-T12 arasında ölçülen sagittal açı için belirleyiciler:

- (-) / hipokifoz: <10°
- (N) / normal kifoz: 10°-40°
- (+) / hiperkifoz: >40°

Lenke sınıflaması yukarıda tarif edilen üç belirleyicinin saptanması ile 1A+, 2B-, veya 6CN gibi bir kodla belirtilmektedir (Şekil 21).

2.6. 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 (1,57). Tedavinin amacı, deformitenin ilerlemesinin engellenmesi, deformitenin düzeltilmesi ve elde edilen düzeltmenin korunmasıdır (1,48,50,58). 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 1’de belirtilmiştir (1).

Tablo 1. 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)

2.6.1. 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 zaman matürite durumuna göre uzatılabilir (48,50).

2.6.2. Konservatif Tedavi

Konservatif bir tedavinin etkili olduğunu söyleyebilmek için, elde edilen sonuçlar beklenen doğal seyir ile kıyaslandığında olumlu olmalıdır. Bu yöntemlerden ortezi (breys) tedavisinin etkinliği, yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır. Elektrik stimülasyonu ve egzersiz üzerine yapılan çalışmalarda ise olumlu yönde bir kanıt bulunamamıştır (1,48). Yapılan çalışmalarda, breys tedavisinin düzeltici etkisinin pasif olduğu ve asıl etkisinin düzeltici yastıkların omurgayı transvers planda itmesi ile gerçekleştiği gösterilmiştir (1,5,6). Breys kullanımı, eğriliğin ilerlemesini önlemek amacı ile immatür çocuklarda uygulama alanı bulmaktadır. Buna göre breys tedavisi endike olduğu hasta grupları belirtilmiştir (1,48,50):

1. Risser 0,1, ya da 2 olan ve başvuru anında 30° ile 45° eğriliği bulunan büyüyen 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. Breys tedavisi şu durumlarda kontrendikedir (1,50):

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 (50). Breys tedavisinde etkinliği kanıtlanmış 3 çeşit ortezi mevcuttur. Bunlar Milwaukee breysi (CTLSO), Boston breysi (TLSO) ve Charleston breysidir (1,50).

Servikaltorakolumbosakral (CTLSO) ortezi 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

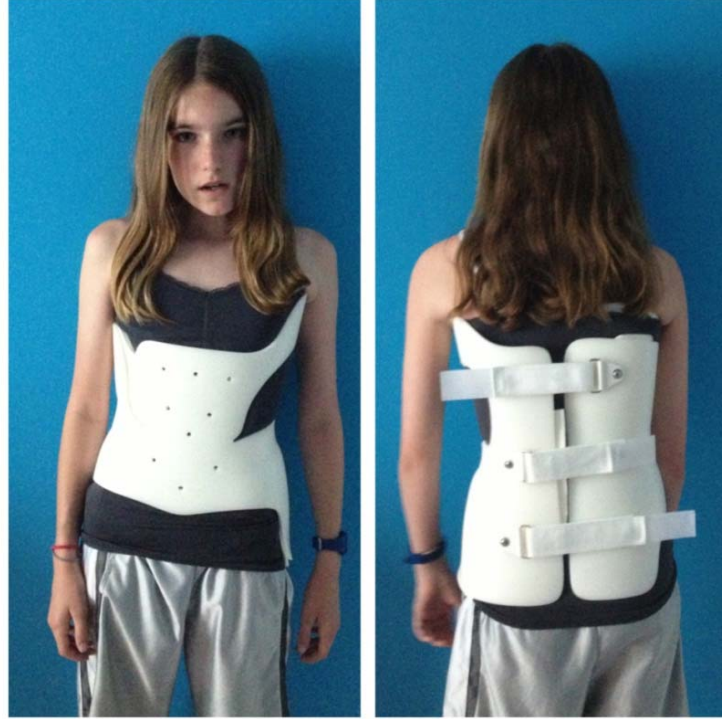
göre biçimlendirilir. Üst yapı, birisi önde ve ikisi arkada yer alan metal barlar ve servikal halka ile oksipitomandibular kısımlardan oluşur. Üçüncü ve en önemli bölüm ise yastıkları içerir ve apikal vertebraya basınç uygular. Lonstein ve Winter tarafından yapılan çalışmada, idiyopatik skolyozda eğriliğin ilerlemesinin önlenmesinde Milwaukee breysinin etkili olduğu ortaya konulmuştur (Şekil 22) (1,5,59).



Şekil 22. 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 (1,48). 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 (Şekil 23) (1,48,60,61).



Şekil 23. Boston breysin, önden ve arkadan görünümü

Bu ortezerin yeterli etkinlik göstermesi için en az yirmi saat kullanılması gereklidir. Bu durum tedaviye uyumu zorlaştıran en önemli etkindir. Bunun üzerine daha kısa süreli ortezer kullanımı düşünülmüş ve yarı zamanlı kullanımın, tüm gün kullanım kadar etkili olduğunu gösteren çalışmalar yayınlanmıştır. Bu düşünceden yola çıkarak Charleston breysi geliştirilmiştir (Şekil 24) (1,50).



Şekil 24. Charleston breysi, önden1 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 idiyopatik 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 (50,61).

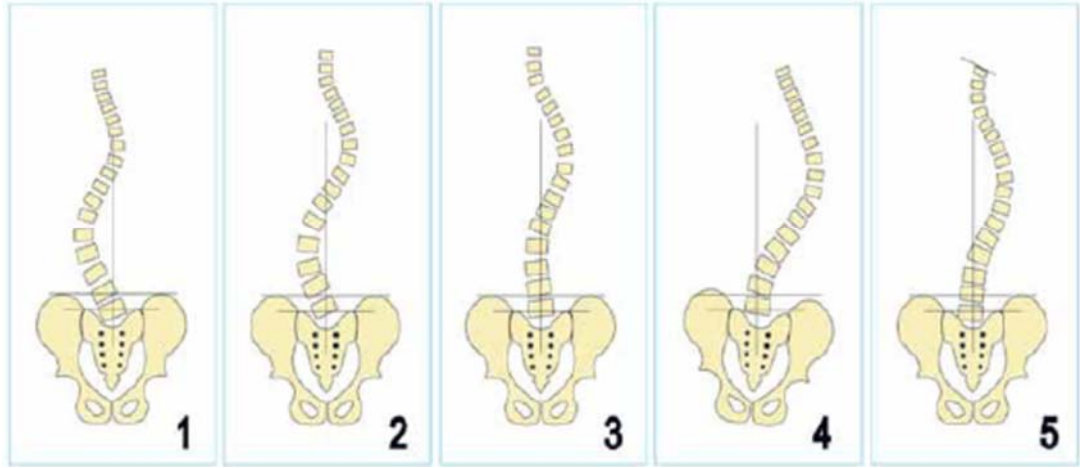
2.6.3. Cerrahi Tedavi

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 (1,48,62). Cerrahi tedavi endikasyonuna karar verme konusunda, eğriliğin büyüklüğü, matürite, eğrilik paterni, denge, sagittal plan ve kozmetik görünüş gibi pek çok etken belirleyicidir. Skolyotik eğriliğin büyüklüğü bu konuda primer faktördür (50,62). 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° ile 50° arasındaki eğriliklerde, 6 aylık takip süresinde, 5° ve üzerinde ilerleme görülürse cerrahi tedavi gereklidir (1,62). Torasik hipokifoza veya lordoza 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 (48,62).

2.6.3.1. 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 (1,48,62). 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 (Şekil 40).



Şekil 25. 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 (63):

- 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.

Moe ve arkadaşları büyüyen çocuklardaki fleksibl eğriliklerde fuzyonsuz subkütan Harrington rod ve takibinde tam zamanlı eksternal ortez kullanımını tanımlamışlardır. Subkütan rod ameliyatı için çeşitli teknikler tarif edilmiştir. Moe düz harrington rod ve sublaminar tel, Mc Carty proksimal ve distal claw yapılmış çift rod kullanılmasını önerir (31).

Bu eksikliklerin giderilmesi amacı ile Lenke ve arkadaşları tarafından yeni bir sınıflama sistemi tanımlanmıştır. Bu sistemin avantajları şunlardır (64):

- 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 grafipler ile yatarak çekerek yana eğilme grafiplerinin 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 (65,66). Ayakta çekilen ön arka grafiplerde omurga, proksimal torasik (PT), ana torasik (main thoracic, 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 (64-66).

Lenke sınıflamasının bir avantajı da cerrahi alan seçimine yardımcı olmasıdır. Bu amaçla minör eğriliklerin yapısal olma kriterleri tarif edilmiştir. Yatarak çekilen yana eğilme grafiplerinde, 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 (48,64-66).

Bu üç bölgedeki yapısal eğrilikler ile yapısal olmayan eğriliklerin belirlenmesi ile 6 eğrilik tipi tanımlanmıştır (Şekil 25). Lenke sınıflama sistemine göre cerrahi alan seçiminde, majör eğrilik ve yapısal olan minör eğrilikler füzyon alanına dahil edilmelidir (48). 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 (Şekil 25) (64-66). Son olarak sagittal torakal belirleyici, ayakta çekilen yan grafide, T5 ile T12 seviyeleri arasındaki Cobb açısı ölçülerek tespit edilir. Bu ölçülen değer $+10^\circ$ 'den küçük ise “-”, $+10^\circ$ ile $+40^\circ$ arasında ise “N”, $+40^\circ$ üzerinde ise “+” olarak belirlenir (64-66). 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 26).

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)	$<10^\circ$
N (normal)	$10^\circ-40^\circ$
+ (hyper)	$>40^\circ$

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

Şekil 26. Lenke sınıflaması ve bileşenleri (48,66).

2.6.3.2. 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 (66,67,68).

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 (69). 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 (70). 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 (71,72):

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 (70). 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 (1,48,58).

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 belirlemişlerdir (73):

1. Lomber eğriliğin 35° altında olması
2. Eğilme grafilerinde %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 dekompanstasyonun önlenmesi amacıyla füzyonun horizontal lomber vertebraya kadar uzatılması ve çengelin kompresyon modunda yerleştirilmesi gerektiği ileri sürülmüştür (73).

King tip III eğrilikler, yapısal lomber eğrilik bulunmadığı için, standart tedavi seçimi limitli torasik füzyon ve enstrümantasyondur. Enstrümantasyon stabil vertebrada sonlandırılmalıdır. Dekompanstasyon riski göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca enstrümantasyon, sagittal planda kifotik deformitenin apeksinin distaline uzanmalıdır (1,70).

King tip IV eğriliklerde, enstrümantasyonun stabil vertebrada sonlandırılması önerilmektedir (1,58,70).

King tip V eğrilikler, çift yapısal torakal eğrilikler olup, 1. torakal vertebra üstteki eğrilige doğru eğilmiştir. Üst eğriliğin konveks tarafında, hastanın omuzu sıklıkla yüksektedir. Yalnızca alttaki torakal komponent enstrümanate edildiğinde, 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 (1,58):

1. T1 üst eğriliğe eğim yapmış ve üst eğrilikte konveks kısımda omuz yüksekte ise
2. Üstteki eğrilik 30° üzerinde ve sınırlı fleksibilitateye sahip olması.
3. Eğrilikler arası geçiş vertebraşı 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 (65,66,71,72):

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

2.6.4. Cerrahi Girişimler

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

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

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 (1,48,58). 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 (74). Skolyozda cerrahi girişimin başarısı, omurganın stabilitesi ile birlikte solid artrodezin sağlanmasına bağlıdır. Enstrümantasyon stabilite ve füzyon için bir araçtır (1,58,75,76).

2.6.4.1. 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 (75,77,78).

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 görülmüştür. 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 (1,48,78).

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 rodlerden 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 (1,78). 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 (79). 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 rodlar, 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 rodun 90° döndürülmesi ile, sagittal ve frontal planda skolyoz düzeltilir. Transvers traksiyon cihazı yardımıyla, en çok yer değiştirmiş olan vertebraya lateral düzeltici kuvvet uygulanabilir ve iki rod birbirine sabitlenerek, rijid bir dikdörtgen yapı elde edilir. Ameliyat sonrası alçı ya da korse ihtiyacı olmadan, hastanın erken mobilizasyonunu sağlar (1,78). CD enstrümantasyon sisteminin skolyoz cerrahisinde başarıyla kullanılmasıyla beraber, benzer prensiplere dayanan TSRH, Moss Miami, Isola ve benzeri enstrümantasyon sistemleri geliştirilmiştir (78). 1999’da Tarık Yazar tarafından adölesan idiyopatik skolyozlarda İbni-Sina spinal sistem (İBS) tekniği geliştirildi. Tek tek sublaminal teller düzeltmede nörolojik defisit yaratıyordu, İbni-Sina tekniği bunu önlemek için tasarlandı. Tüm teller derotasyondan sonra sıkıldı (102).

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 (1,16,78). 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 yük 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 (78).

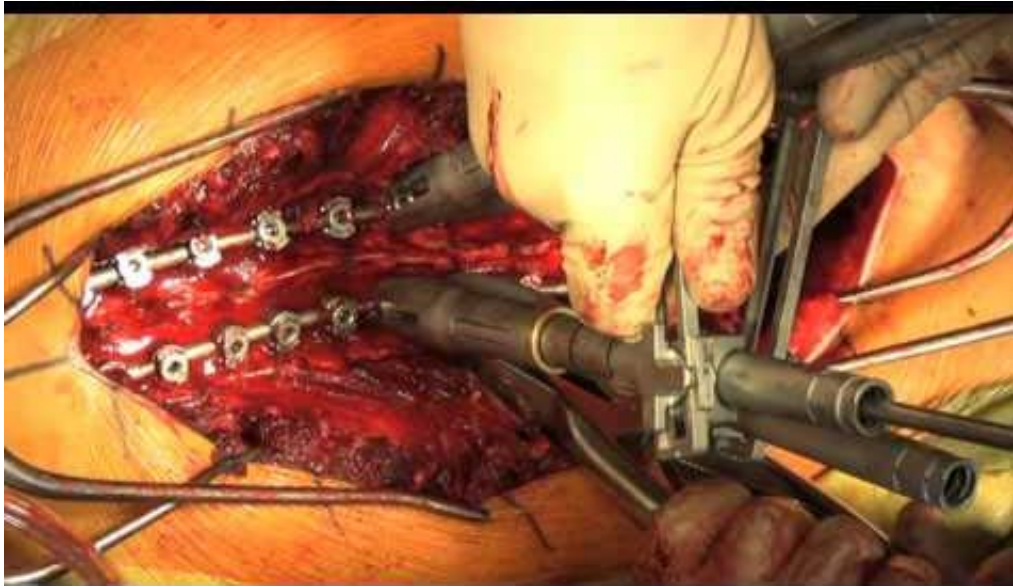
2.6.4.2. Rod Derotasyonu

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 işlemi 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.

2.6.4.3. Direkt 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 eksenine 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 yerleştirilen vida sayesinde tüm

rotasyonel güç vertebra gövdesi ve pedikül boyunca uygulanarak transver planda düzelme hedeflenir. Kanca ve sublaminar telle yapılan posterior enstrümantasyonun 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 vertebra'nın her iki tarafından rotasyon işlemi uygulanır. Böylece direk vertebral rotasyon ile vertebralar arasındaki rotasyon düzeltilerek üç boyutlu düzelme sağlanır. Direk 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 vertebra'nın rotasyonu torakal direk deortasyonun tersi yönde olup en alt seviyede bulunan vertebra'nın rotasyonu lomber kompensatuar vertebra'nın rotasyon yönüne göre belirlenir (80) (Şekil 27).



Şekil 27. Direkt vertebral rotasyonun ameliyat esnasındaki görüntüsü

2.6.4.4. Anterior Enstrümantasyon

Omurga cismine 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 (11). 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 (1,58). Ayrıca posterior enstrümantasyon ve füzyona, anterior gevşetme ve füzyon eklenmesi gerekebilmektedir. Büyük ve rigid 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 (81,82).

2.6.5. Komplikasyonlar

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

2.6.5.1. Genel Tıbbi Komplikasyonlar

Ameliyat sonrası erken dönemde tespit edilmektedir. Anesteziye bağlı komplikasyonlar, yara yeri enfeksiyonu, pulmoner ve gastrointestinal problemler bu gruba oluşturmaktadırlar (48).

2.6.5.2. Tekniğe Bağlı Komplikasyonlar

a) Nörolojik Hasar: En sık nedeni fark edilmemiş spinal kord sıkışmasıdır. Ayrıca transpediküler vidaların kanal içine olan malpozisyonu, çengel ve rodların spinal kanala deplasmanı, aşırı düzeltmeye bağlı olarak spinal kord dolaşımının bozulması da nörolojik hasara neden olabilmektedir (1,83). Nörolojik komplikasyonların önlenmesi amacı ile ameliyat esnasında Stagnara'nın uyandırma testi uygulanmalı, sonucu pozitif ise derhal enstrümantasyon çıkarılmalıdır (48,83). 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 (48,83). Yapılan çalışmalarda nörolojik hasar oranları, Harrington enstrümantasyon sisteminde %0.23, sublaminar teller kullanıldığında %0.86, CD enstrümantasyon sisteminde ise %0.60 olarak bildirilmiştir. Adölesan idiyopatik skolyozun cerrahi tedavisi sonrası gelişen paralizisi insidansı Skolyoz Araştırma Cemiyeti tarafından %0.26 olarak bildirilmiştir (48,83,84).

b) Kemik Kırıkları: Enstrümantasyon esnasında aşırı güç uygulanması sonucu, lamina veya pediküllerde kırıklar oluşabilmektedir. Bunun önüne geçilebilmesi için aşırı zorlayıcı kuvvetler uygulanmamalıdır (1,48,83).

c) 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 (48).

d) 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 (48,83).

2.6.5.3. Geç Komplikasyonlar

a) Psödoartroz: Cerrahi tedavinin amaca yönelik başarısızlığını göstermektedir. Son yıllarda kullanılan daha rijid ve güçlü implantların yaygınlaşması ile psödoartroz 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 psödoartroz lehinde bir bulgudur. Ayrıca başarılı bir posterior cerrahide, vertebra gövdesinin büyümeye devam etmesi ile anteriorde disk mesafesinin azalması beklenir. Anteriorde geniş disk mesafesi posteriordeki psödoartrozun belirtisi olabilir (48,83). Psödoartroz ağrı ve koreksiyon kaybına neden olmuyor ise cerrahi gerekmebilir. Asemptomatik psödoartrozlar genellikle distal füzyon segmentinde görülmektedir. Torakolomber bileşkedeki psödoartrozlar genellikle koreksiyon kaybına ve ağrıya neden olurlar (48). Semptomatik bir psödoartroz 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 (34,77).

b) Enstrümantasyon Problemleri: Çengellerin yerinden çıkması, rodların kırılması, transpediküler vidaların gevşemesi veya kırılması, transvers bağlayıcıların yerinden çıkması gibi enstrümantasyon sorunları görülebilmektedir. Genellikle psödoartroz belirtisidir. Füzyon gelişmiş ise tedavi gerekmemektedir. Fakat özellikle zayıf hastalarda, cilt altında belirginleşmesi ve hastayı rahatsız etmesi durumunda, füzyon gelişmiş olsa da enstrümantasyon çıkarılmalıdır (48,83).

c) 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, enstrümanite 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 rodlara lomber lordoz için gereken eğim verilmeli ve lomber bölgede kompresif kuvvetler uygulanmalıdır (48,83).

d) 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 kompensatuar eğrilik takip edilir. Daha ciddi durumlarda lomber eğriliğin tedavisi için korse kullanılır. Korse de başarısız olur ise, füzyon ve enstrümantasyon kompensatuar eğrilikteki stabil vertebraya kadar uzatılmalıdır (1,48).

e) Geç Enfeksiyon: Cerrahiden aylar sonra, genellikle fistül şeklinde karşılaşılmaktadır. Geç enfeksiyonların birçoğunun operasyon sırasında yerleştii ve uzun süre subklinik kaldığı düşünölmektedir. Fistül varsa, fistülografi çekilerek enfeksiyonun nereye kadar uzandığı görölmeli, granölasyon dokuları ve fistül eksize edilmelidir. Eğer füzyon gelişmiş ise implantlar çıkarılmalıdır (48,83).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Derotasyon tekniklerinin koronal dengeye, sagittal dengeye, rib hump yüksekliğine, hemitoraks yarı çapına ve oswestry skalasına olan etkisinin karşılaştırılabilmesi için, Ankara Üniversitesi 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 2011-2016 yılları arasında posterior enstrümantasyon uygulanmış adölesan idiopatik skolyozu olan 48 hasta dâhil edilmiştir.

Posterior enstrümantasyon uygulanmış konjenital skolyoz, juvenil skolyoz ile erişkin skolyoz hastaları çalışmaya dâhil edilmemiştir. Bu kriterlere uyan toplam 48 hasta belirlenmiş olup, hastaların 24 ü direkt vertebral rotasyon (DVR) uygulanan grubu oluştururken, 24 hasta ise sadece rod derostasyon (RD) uygulanan grubu oluşturmaktadır.

Retrospektif olarak planlanan çalışmada hastaların ameliyat öncesi ve ameliyatın birinci yılındaki koronal ve sagittal plandaki eğrilikleri ile hemitoraks yarıçapı ile ilgili parametreler Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Avicenna PACS sisteminden açılan röntgenogramları, tek bir monitörden yapılan ölçümler sonrasında ve ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası birinci yılda poliklinik muayenesinde rib hump yüksekliği ve oswestry skalası değerlendirme sonrası istatistiksel olarak birbiriyle karşılaştırılmıştı

Klasik olarak ölçülen diğer parametrelerden farklı olarak rib yüksekliğini değerlendiren ölçümler;

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 (şekil-28).

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 (şekil-29).

Tüm hastalar ameliyat öncesi ve ameliyattan sonraki birinci yılındaki kontrollerinde oswestry skalası ile değerlendirildi.

Oswestry Skalası (85,86)

*Aşağıdaki sorular, bel ağrınızın günlük aktivitelerinizi ne kadar etkilediğini anlamak için planlanmıştır. Size en uygun yanıtı işaretleyiniz. Lütfen **her soruya tek bir yanıt veriniz!***

1- Ağrınızın şiddeti nasıl?

- 1) Gelip geçici ve çok hafif bir ağrı
- 2) Sürekli, fakat hafif bir ağrı
- 3) Gelip geçici ve orta şiddette bir ağrı
- 4) Sürekli ve orta şiddette bir ağrı
- 5) Gelip geçici ve şiddetli bir ağrı
- 6) Şiddetli ve çok değişmeyen bir ağrı

2- Kişisel bakım

- 1) Ağrıdan kaçınmak için günlük yaşamımda (yıkama, giyinme şekli vb) değişiklik yapmadım
- 2) Biraz ağrı yapsa da yıkama ve giyinme şeklinde değişiklik yapmadım.
- 3) Yıkama ve giyinmem ağrımı artırıyor, fakat bunları değiştirmeden idare ediyorum
- 4) Yıkama ve giyinmem ağrımı artırıyor, bu yüzden bunları yapma şeklimde değişiklik yaptım.
- 5) Ağrı nedeniyle yıkama ve giyinmede bir miktar yardım alıyorum.
- 6) Ağrı nedeniyle yıkama ve giyinmeyi yardımsız yapamıyorum.

3- Yük Kaldırma

- 1) Ağır yükleri ağrım olmadan kaldırabiliyorum.
- 2) Ağır yükleri kaldırırken bir miktar ağrım oluyor.
- 3) Ağrı yüzünden ağır yükleri kaldıramıyorum.
- 4) Ağrı, ağır yükleri kaldırmamı önüyor, fakat uygun pozisyon varsa (örn.

masa üzerinden) bunu başarabilirim.

- 5) Sadece çok hafif yükleri kaldırabiliyorum
- 6) Hiç yük kaldıramıyorum

4- Yürüme

- 1) Yürürken ağrım yok
- 2) Yürümeyle biraz ağrım var, fakat mesafeyle artmıyor
- 3) Ağrımda belirgin artma olmaksızın 2 km den fazla yürüyemiyorum
- 4) Ağrımda belirgin artma olmaksızın 500 m den fazla yürüyemiyorum
- 5) Ağrımda belirgin artma olmaksızın yürüyemiyorum
- 6) Hiç yürüyemiyorum

5- Oturma

- 1) Herhangi bir sandalyede istediğim kadar uzun oturabilirim
- 2) Sadece uygun bir sandalyede istediğim kadar uzun oturabilirim
- 3) Ağrım bir saatten uzun oturmamı önlüyor
- 4) Ağrım yarım saatten uzun oturmamı önlüyor
- 5) Ağrım 10 dakikadan fazla oturmamı önlüyor
- 6) Ağrımı arttırdığı için oturmaktan kaçınıyorum

6- Ayakta durma

- 1) Ağrı olmaksızın istediğim kadar uzun ayakta durabilirim
- 2) Ayakta durmakla biraz ağrım oluyor, fakat bu zamanla artmıyor.
- 3) Bir saatten uzun ayakta kaldığımda ağrım şiddetleniyor.
- 4) Yarım saatten uzun ayakta kaldığımda ağrım şiddetleniyor.
- 5) On dakikadan uzun ayakta kaldığımda ağrım şiddetleniyor.
- 6) Ağrımı arttırdığı için ayakta durmaktan kaçınıyorum

7- Uyuma

- 1) Yatakta ağrım yok
- 2) Yatakta ağrım var, fakat iyi uyuyorum
- 3) Ağrı nedeniyle normal uykumun 3/4 ünü uyuyorum
- 4) Ağrı nedeniyle normal uykumun yarısını uyuyorum
- 5) Ağrı nedeniyle normal uykumun 1/4 ünü uyuyorum

- 6) Ağrı nedeniyle hiç uyuyamıyorum

8- Sosyal yaşam

- 1) Sosyal yaşamım normal ve ağrı yaratmıyor.
- 2) Sosyal yaşamım normal, fakat ağrımı arttırıyor.
- 3) Ağrı, dansetmek, futbol oynamak gibi daha fazla enerji gerektiren ilgilerimi kısıtlamak dışında sosyal yaşamımda belirgin etki yaratmıyor.
- 4) Ağrı, sosyal yaşamımı kısıtlıyor, bu nedenle çok sık dışarıya çıkamıyorum.
- 5) Ağrı, aile içi yaşamımı da kısıtlıyor.
- 6) Ağrı nedeniyle hemen hemen tüm sosyal yaşamım kısıtlandı.

9- Seyahat

- 1) Seyahatte ağrım olmuyor.
- 2) Seyahatte biraz ağrım oluyor, fakat artmıyor.
- 3) Seyahatte ağrım artıyor, fakat bu ağrı seyahat şeklimi değiştirmedir.
- 4) Seyahatte olan şiddetli ağrılarım nedeniyle başka seyahat şekilleri arıyorum.
- 5) Ancak yatarak seyahat edebiliyorum.
- 6) Ağrı nedeniyle seyahat edemiyorum.

10- Ağrının değişme derecesi

- 1) Ağrım hızla iyileşiyor.
- 2) Ağrım artıp azalıyor, fakat genelde iyiye gidiyor.
- 3) Ağrım iyileşiyor, fakat düzelme yavaş.
- 4) Ağrım ne kötüleşiyor, ne de iyileşiyor.
- 5) Ağrım yavaş yavaş kötüleşiyor.
- 6) Ağrım hızla kötüleşiyor.

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 48 hastanın karşılaştırıldığı bu çalışmada, DVR uygulanan hastalarda kızların oranı %66,6 (n=16) iken erkeklerin oranı %33,3 (n=8) iken, RD uygulanan hastalarda kızların oranı %58,3 (n=14), erkeklerin oranı ise %41,7 (n=10) olarak hesaplanmıştır. Direkt vertebral rotasyon (DVR) uygulanan 24 hastanın, 12'si Lenke tip 1 eğrilik, 12'si ise lenke tip 3 eğriliğe sahipken, rod derotasyon (RD) uygulanan 24 hastanın 13'ü lenke tip 1 eğriliğe sahip olup, 11'i ise lenke tip 3 eğriliğe sahiptir. DVR uygulanan 24 hastanın yaş ortalaması 13 (10-16), sadece RD uygulanan 24 hastanın yaş ortalaması 12,5(10-15) olarak saptanmıştır. DVR grubunda kız/erkek oranı 16/8, IDVR grubunda kız/erkek oranı 14/10 dur. Her iki grupta eğrilikler Lenke sınıflamasına göre tip 1 ve tip 3 eğriliklerden oluşmaktadır. Tip1/tip3 oranı DVR grubunda 12/12 iken RD grubunda da 13/11 dir. İki grup arasında bakıldığında, yaş ve eğriliklerin tipi arasında, istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur. (Ki-kare test, $p>0,05$)

DVR uygulanan grupta Lenke tip 1 ve tip 3 hastalarda torakal eğrilikler için ortalama Cobb açısı 46,04 derece iken RD uygulanan grupta bu değer 45,04 derece olarak tespit edilmişken tüm grupların ortalaması 45,54 olarak bulunmuştur (Student's t-test, $p>0,05$). DVR uygulanan grupta ameliyat sonrası ortalama Cobb açısı 13,91 (8-19) olarak bulunurken bu oran RD grubunda 19,29 (14-27) 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 %69,9 (62-81) olarak tespit edilmişken RD uygulanan grupta bu değer %57,1 (45-65) olarak bulunmuştur. (Mann-Whitney, $p<0,05$)

DVR uygulanan grupta Lenke tip 3 hastalarda lomber eğrilikler için ortalama Cobb açısı 42,25 derece iken RD uygulanan grupta bu değer 40,63 derece olarak tespit edilmişken tüm grupların ortalaması 41,44 olarak bulunmuştur (Student's t-test, $p>0,05$). DVR uygulanan grupta ameliyat sonrası ortalama Cobb açısı 16,16 (14-21) olarak bulunurken bu oran RD grubunda 20,27 (17-25) 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 %61,7 (55-66) olarak tespit edilmişken RD uygulanan grupta bu değer %49,8 (44-55) olarak bulunmuştur. (Mann-Whitney, $p<0,05$).

DVR uygulanan grupta ameliyat öncesi muayenede skolyometre ile ölçülen ortalama rib hump açısı 7,62 derece iken RD uygulanan grupta bu değer 7,20 derece olarak tespit edilmişken tüm grupların ortalaması 7,41 olarak bulunmuştur (Student's t-test, $p>0,05$).DVR uygulanan grupta ameliyat sonrası ortalama rib hump açısı 1,08 olarak bulunurken bu oran RD grubunda 2,37 derece olarak tespit edilmiştir. DVR uygulanan grupta rib hump açısı preoperatif-postoperatif değişikliği ortalama 6,54 derece azalırken, RD uygulanan grupta bu derece 4,83 olarak ölçülmüştür (Mann-Whitney, $p<0,05$).

Oswestry skalası tüm hastalara preoperatif ve postoperatif uygulanmıştır.

Oswestry Skalasının Değerlendirilmesi

Yanıtlanan her soru için A=0, B=1, C=2, D=3, E=4, F=5 puan verilerek değerlendirilir. Hastanın yanıtlamadığı sorular değerlendirmeye alınmaz. Değerlendirme, yanıtlanan sorular dikkate alınarak aşağıdaki gibi yapılır.

Hasta skoru = (Hastanın aldığı puan / Olası maksimum puan) X 100

Örneğin hasta testin tüm sorularını yanıtlamış ve aldığı puan 38; tüm soruları yanıtlanan bir testte alınabilecek maksimumu puan da 50 olduğuna göre hastanın skoru = $(38/50) \times 100$ olarak bulunur. Eğer aynı puanı almış olan bir başka hasta testin örneğin 4. sorusunu yanıtlamadıysa maksimum puan 5 düşeceğinden hastanın skoru = $(38/45) \times 100$ olarak bulunur.

Elde edilen yüzde değerlerinin yorumlanması

%0 to %20 - Bel ağrısı hastanın yaşamında önemli bir problem oluşturmuyor

%20 ile %40 - Bel ağrısı hastanın günlük yaşamını hafif derecede kısıtlıyor

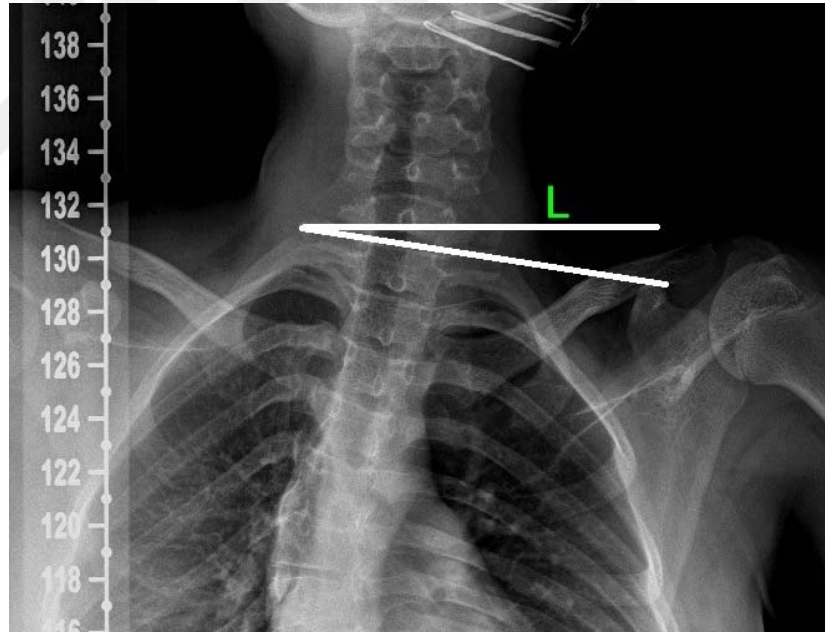
%40 ile %60 - Bel ağrısı hastanın günlük yaşamını ileri derecede kısıtlıyor

%60 ile %80 Bel ağrısı nedeniyle hastanın günlük yaşamı tamamen kısıtlanmış

%80 ile %100 - Yatağa bağımlı hasta (veya semptomlar abartılıyor)

DVR grubunun ameliyat öncesi ortalama Oswestry puanı 51,5; RD grubunun ise 48,4 olarak ölçülmüştür. Tüm grupların ortalama puanı ise 49,95'dir (Student's t-test, $p>0,05$). DVR uygulanan grupta ameliyat sonrası ortalama Oswestry puanı 12,5 olarak bulunurken bu değer RD grubunda 13,5 olarak tespit edilmiştir (Tekrarlayan varyans analizi, $p>0,05$).

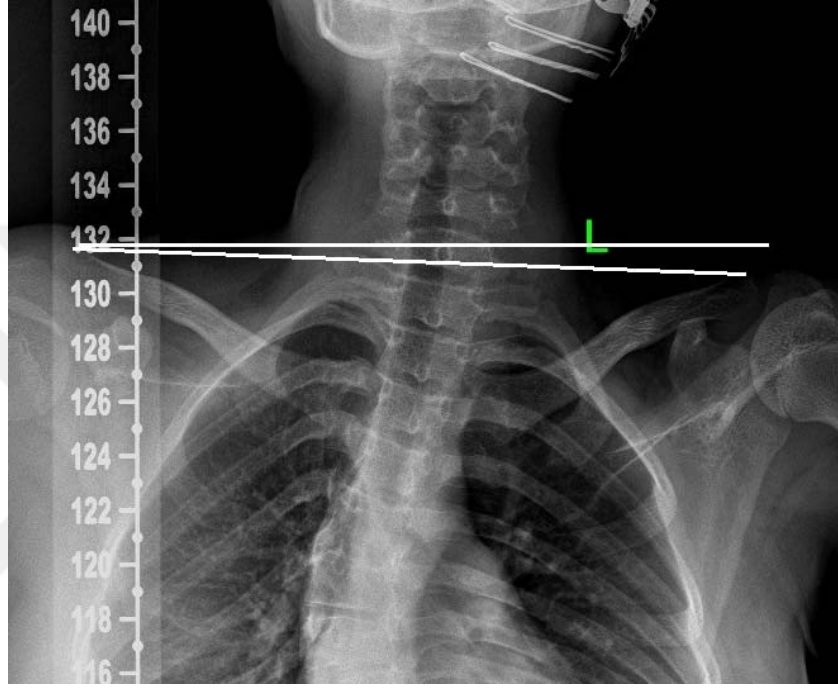
Birinci kosta yüksekliği için yapılan ölçümlerde, DVR grubunda ameliyat öncesinde ortalama değer 1,21cm iken RD grubunda ortalama 2,87cm'dir (Student's t-test, $p>0,05$). Ameliyat sonrasında bu değer DVR grubunda ortalama 0,95cm iken IDVR grubunda ortalama 2,1cm olarak bulunmuştur. Yapılan istatistiksel değerlendirme sonrasında iki grup arasında birinci kosta yükseklik farkı açısından gerek işlem öncesi gerek işlem sonrasında anlamlı fark bulunmamıştır (Mann-Whitney, $p>0,05$) (Şekil 29).



Şekil 28. Birinci kosta açısı

Klavikula açısı için yapılan ölçümlerde DVR uygulanan grupta klavikula açısı ortalama 3,95 derece iken RD uygulanan grupta bu değer 3,29) olarak tespit edilmiştir (Mann-Whitney, $p>0,05$). Ameliyat sonrasında ölçülen değerler DVR grubunda 0,95 derece iken IDVR grubunda 2,12 derece olarak bulunmuştur. İki grup

arasında klavikular açıdaki değişimlerin farkı (CA Fark) DVR grubunda ortalama 3,75 derece iken RD grubunda ortalama 1,33 derecedir. Gerek ameliyat sonrasındaki ortalama klavikula açısındaki değişim miktarı (Mann-Whitney, $p<0,05$) gerekse ameliyat sonrası elde edilen klavikula açıları (Mann-Whitney, $p<0,05$) karşılaştırıldığında iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur (Şekil 30).

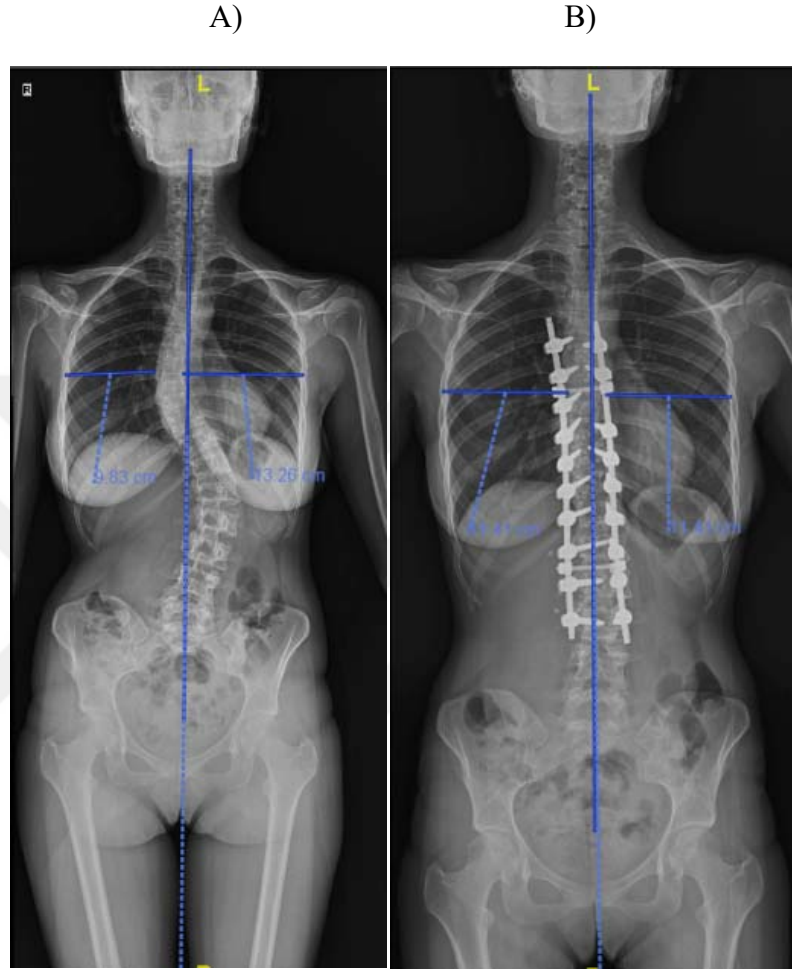


Şekil 29. Klavikula açısı

Lomber lordoz açılarının değerlendirilmesinde ise DVR grubu için preoperatif ortalama değer 48,76 olarak ölçülürken RD grubuna bakıldığında ortalama 45,9 derece bulunmuştur. Postoperatif ortalama lomber lordoz değerleri ise DVR grubunda 43,17 derece olarak gözlenirken RD grubunda 44,84 derece tespit edilmiştir. Her iki grupta da lomber lordoz açı değerlerinde düşmenin gözlenmesinin yanı sıra lomber lordoz normal sınırlar içerisinde izlenmiştir.

Hemotoraks çap farkı değerlendirilmesi DVR grubunda ameliyat öncesinde ortalama değer 8,33cm iken RD grubunda ortalama 4,79cm'dir (Student's t-test, $p<0,05$). Ameliyat sonrasında bu değer DVR grubunda ortalama 1,17cm iken RD grubunda ortalama 1,87cm olarak bulunmuştur. Yapılan istatistiksel değerlendirme sonrasında gerek iki grup arasında preoperatif ölçümlerde gerekse DVR grubuna ait

amaeliyat öncesi-sonrası değerlerinde anlamlı fark izlenmiştir (Wilcoxon, $p<0,05$) (Şekil 30).



Şekil 30. Örnek 1; A: Preoperatif B: Postoperatif hemotoraks yarı çapı

Tablo 2. DVR grubu hastaların yaş, cinsiyet, eğrilik tipi, füzyon seviyesi, ameliyat öncesi ve sonrası major eğrilikleri gösteren tablo

Hasta No	Yaş	Cinsiyet	Lenke Tip	Pre-op ana Torakal (°)	Post-op ana Torakal (°)	Pre-op lomber (°)	Post-op lomber (°)	Füzyon Seviyesi
1	13	K	3	41	15	30	10	T6-L3
2	14	E	3	57	17	43	15	T4-L3
3	12	E	1	39	9	-	-	T3-T12
4	10	K	3	54	19	45	16	T3-L3
5	13	E	1	44	14	-	-	T4-L1
6	16	K	1	45	17	-	-	T4-L1
7	12	E	1	43	11	-	-	T3-L1
8	13	E	3	44	16	52	21	T4-L3
9	11	K	3	51	15	39	14	T5-L3
10	13	E	1	45	15	-	-	T3-L1
11	16	K	3	51	18	55	20	T3-L3
12	11	K	3	50	17	41	18	T6-L3
13	13	E	1	48	17	-	-	T4-L1
14	13	K	1	43	13	-	-	T4-L1
15	12	E	3	44	8	37	15	T6-L3
16	15	E	1	49	14	-	-	T3-L1
17	13	K	1	43	12	-	-	T3-L1
18	14	K	3	53	16	40	18	T4-L3
19	12	K	3	45	12	35	14	T6-L3
20	12	E	3	44	13	47	16	T6-L3
21	14	E	1	45	12	-	-	T4-L1
22	15	K	3	39	9	43	17	T7-L3
23	11	K	1	48	14	-	-	T3-L1
24	14	E	1	40	11	-	-	T3-T12

Tablo 3. DVR grubu hastaların rib yüksekliği, hemotoraks çapı, oswestry skalası, 1’ci kosta açısı ve klavikula açısını gösteren tablo

Hasta No	Pre-op Rib Yüksekliği (°)	Post-op Rib Yüksekliği (°)	Pre-op Hemotoraks Çapı (cm)	Post-op Hemotoraks Çapı (cm)	Pre-op Oswestry	Post-op Oswestry	Pre-op 1.kosta açısı (°)	Post-op 1.kosta açısı (°)	Pre-op Klavikula açısı (°)	Post-op Klavikula açısı (°)
1	9	1	9,6-13,8	11,5-11,8	56	12	8	3	6	0
2	11	3	9,2-14,1	11,4-11,8	48	8	4	1	3	5
3	4	0	12,6-10,6	11,5-11,4	26	8	-3	1	-2	2
4	6	1	10,3-13,1	11,1-11,7	66	18	-5	0	-3	0
5	10	2	8,8-14,3	10,8-12,0	72	16	4	1	6	2
6	6	0	12,8-10,8	11,8-11,7	22	4	-3	0	-1	1
7	8	2	9,8-13,5	10,9-12,2	58	16	-9	-3	-7	-2
8	8	1	9,1-14,5	11,0-12,5	68	20	5	1	-3	0
9	9	2	13,6-9,6	12,3-10,8	40	6	-4	-1	-5	-1
10	6	0	10,9-11,9	11,5-11,4	38	12	5	2	3	-1
11	13	3	8,5-15,0	10,1-13,4	76	18	5	0	4	0
12	8	1	9,8-13,4	11,2-11,9	54	16	7	2	-6	1
13	8	1	13,7-9,6	11,7-11,4	56	16	-5	1	-3	1
14	5	0	12,7-10,6	11,6-11,6	30	12	-3	0	-5	0
15	4	0	12,8-10,7	11,9-11,7	44	18	-11	5	-3	1
16	10	2	9,1-14,2	11,0-12,1	64	12	9	1	4	0
17	9	1	13,9-9,7	12,2-11,3	50	10	-6	2	-5	-1
18	4	0	10,6-12,6	11,7-11,6	28	6	5	0	2	0
19	7	2	10,0-13,3	11,2-12,0	40	10	8	3	5	1
20	8	1	10,1-13,5	11,6-11,9	42	16	6	1	3	0
21	11	1	14,5-9,2	12,0-11,6	58	6	-7	-1	-3	-1
22	7	1	8,6-15,6	10,4-13,7	74	14	10	3	5	2
23	8	0	9,9-13,4	11,6-11,7	66	12	6	1	5	0
24	4	1	10,8-12,9	11,7-11,9	60	16	3	0	3	1

Tablo 4. RD grubu hastların yaş, cinsiyet, eğrilik tipi, füzyon seviyesi, ameliyat öncesi ve sonrası major eğrilikleri gösteren tablo

Hasta No	Yaş	Cinsiyet	Lenke Tip	Pre-op ana Torakal (°)	Post-op ana Torakal (°)	Pre-op lomber (°)	Post-op lomber (°)	Füzyon Seviyesi
1	12	E	3	39	17	33	17	T7-L3
2	14	K	3	48	22	54	25	T4-L3
3	13	E	1	36	14	-	-	T3-T12
4	13	E	1	50	23	-	-	T3-T1
5	13	K	1	32	16	-	-	T4-T12
6	14	K	3	58	22	49	23	T4-L3
7	10	K	1	46	20	-	-	T4-L1
8	11	K	3	43	20	40	22	T4-L3
9	13	K	1	32	16	-	-	T3-T12
10	12	E	3	44	17	37	19	T3-L2
11	15	E	1	58	27	-	-	T3-L2
12	14	K	1	47	21	-	-	T4-L1
13	11	E	1	44	24	-	-	T4-L2
14	10	K	3	54	24	48	25	T3-L3
15	12	K	3	47	22	40	20	T4-L3
16	14	E	3	47	16	38	17	T6-L3
17	12	E	1	44	19	-	-	T7-L1
18	12	K	1	52	23	-	-	T3-L1
19	10	E	3	48	19	44	22	T6-L1
20	11	K	1	44	15	-	-	T5-L1
21	13	E	3	36	13	27	15	T7-L3
22	15	E	1	45	22	-	-	T5-L1
23	11	K	1	46	17	-	-	T3-T12
24	15	K	3	41	14	37	18	T4-L3

Tablo 5. RD grubu hastaların rib yüksekliği, hemotoraks çapı, oswestry skalası, 1’ci kosta açısı ve klavikula açısını gösteren tablo

Hasta No	Pre-op Rib Yüksekliği (°)	Post-op Rib Yüksekliği (°)	Pre-op Hemotoraks Çapı (cm)	Post-op Hemotoraks Çapı (cm)	Pre-op Oswestry	Post-op Oswestry	Pre-op 1.kosta açısı (°)	Post-op 1.kosta açısı (°)	Pre-op Klavikula açısı (°)	Post-op Klavikula açısı (°)
1	8	4	12,4-11,0	12,0-11,5	32	16	-8	-5	-3	-2
2	11	3	11,4-12,0	11,6-11,8	38	22	6	3	1	0
3	6	3	10,3-12,9	10,9-12,4	50	24	10	5	5	4
4	5	2	11,4-11,9	11,6-12,0	26	10	13	10	3	1
5	10	4	13,2-10,1	12,1-11,0	44	18	-7	-4	-5	-3
6	7	3	13,6-9,8	12,6-10,6	56	18	-6	-4	-2	-2
7	8	3	11,6-11,8	11,7-11,8	18	8	3	2	2	1
8	5	1	10,8-12,6	11,6-12,0	36	12	1	1	5	5
9	7	3	11,3-12,0	11,5-11,8	38	20	6	4	2	0
10	8	2	12,8-10,7	12,5-11,1	26	18	-11	-8	-9	-7
11	5	2	12,4-11,0	12,0-11,5	30	12	-7	-5	2	-1
12	7	2	9,9-13,2	10,8-12,3	52	16	7	6	2	1
13	9	4	10,3-13,2	11,1-12,6	58	22	3	3	4	3
14	7	1	12,1-11,2	11,7-11,5	34	16	-6	-4	-2	-1
15	4	1	10,8-12,1	11,1-11,8	42	18	4	3	5	3
16	7	2	11,5-11,9	11,5-11,8	26	8	7	5	2	1
17	6	0	11,5-12,3	11,7-12,0	20	6	8	3	3	0
18	5	2	10,5-12,8	11,1-12,3	38	16	6	5	5	4
19	11	4	9,4-14,1	10,6-13,0	52	20	4	2	2	2
20	5	3	10,8-12,7	11,1-12,3	44	14	9	9	3	2
21	8	3	10,3-13,1	11,0-12,3	46	16	12	11	4	2
22	7	2	11,4-11,9	11,7-11,7	24	6	5	3	2	0
23	8	1	10,8-12,6	11,5-11,9	50	26	6	2	4	3
24	9	2	11,1-12,4	11,4-12,1	32	12	4	5	2	3

5. TARTIŞMA

İdiopatik skolyoz etiyolojisi tam olarak bilinmeyen kompleks üç boyutlu bir deformitedir. Etiyoloji konusunda birçok hipotez ortaya konulmasına karşın, herediter faktörlerin öne çıktığı multifaktöriyel nedenlerden oluştuğu üzerinde görüş birliği vardır (91,3,90,89).

AIS' un radyolojik değerlendirmesinde sınıflama skolyoz cerrahları arasında ortak bir dil oluşturulması benzer eğrilik patenlerinde farklı tedavilerin karşılaştırılmasına olanak sağlaması nedeniyle önemlidir.

Skolyotik eğrilikler şimdiye kadar çok çeşitli şekilde sınıflandırılmıştır. 1983 yılında King ve ark. 405 skolyotik hastayı inceleyerek 5 tip torasik eğrilik saptamışlardır. Ancak primer torakolomber ve lomber skolyotik eğrilikleri tarif etmemişlerdir (92).

Moe torasik eğrilik paternerini inceleyip füzyon seviyelerinin seçiminde vertebra rotasyonunun kullanımını ortaya koymuş. Eğriliklerin fleksibilitesini inceleyerek hareketli ve fleksibl lomber eğrilikleri bırakarak sadece yapısal torakal eğriliğe füzyon uygulamış ve yaygın uzun seviyeli füzyondan kaçınmıştır (92).

1980' li yılların başlarından bu yana King Moe klasifikasyon sistemi AIS 'un temel sınıflandırma yöntemi olarak kullanılmıştır. King klasifikasyon sisteminin King tip 2-3 eğriliklerini ayırt etmesindeki güçlük, tüm eğrilik tipleri için ayrıntılı olmaması güvenilirliğinin düşük olması, tüm eğrilik tiplerini kapsamaması önemli eksikliğidir (93,96).

Deformitenin 3 boyutlu olduğunun anlaşılması üzerine Lenke ve ark. tarafından eğrilik tiplerini yapısal kriterlere göre ayıran cerrahiye temel oluşturan iki, üç boyutlu değerlere uygulanabilen güvenilir yeni bir sınıflama yöntemi olan Lenke klasifikasyon sistemi geliştirilmiştir. Yapısal majör eğriliğin apeksinin lokalizasyonuna göre altı eğrilik tipi tanımlanmış, sagittal plandaki etkilenimleri monitörize etmek için sagittal torasik niteleyici, lomber etkilenim derecesini değerlendirmek için lomber omurga niteleyici tanımlanmıştır (93,97). Bu sınıflama sistemi tedavi temelli bir sınıflama sistemidir. Yapısal olmayan bölgelere enstrümantasyon gerekmezken yapısal eğrilik olan bölgelere enstrümantasyon ve

füzyon gerekliliği vurgulanmıştır.

Rod derotasyonun idiopatik skolyoz cerrahisinde deformiteyi üç boyutlu olarak düzelttiği skolyoz cerrahisi ile ilgilenen hekimler tarafından önceden beri bilinmektedir (80,88). 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. (98), sadece rod derotasyonu ile, derotasyon yapılmayan gruba göre, belirgin bir fark olmamakla birlikte rotasyonda küçük bir düzelmenin sağlanabileceğini rapor etmiştir.

Lenke ve ark (54) ise, rod derotasyonu ile, 11 derecelik rotasyonel düzelme sağlanacağını bildirmesine rağmen, Bridwell ve ark. (62) sadece sınırlı bir miktarda rotasyonel düzelmenin elde edilebileceğini öne sürmüştür

Skolyozda vertebral rotasyonun miktarı, basit röntgenogram ile ya da daha net bilgi veren komputeze tomografi görüntüleri ile değerlendirilebilir. Direkt frontal radiografide vertebranın rotasyonunun belirlenmesinde Pedriolle ve Nash-Moe metodları en yaygın kullanılan metodlardır. Pedriolle metodunda, şeffaf torsiyometre radyografi üzerine yerleştirilir. Apikal vertebranın kenarı ile onun rotasyona uğramış pedikülü işaret noktalarını oluşturur. Bu yöntemle 30 dereceden düşük rotasyonlar bile doğru değerlendirilebilir. Nash-moe metodunda ise, ön arka radyografide, pedikül ve vertebra korpusunun merkezi arasındaki ilişki incelenir.

Vertebra rotasyonunu belirlemede komputeze tomografi (BT) de kullanılabilir. BT pahalı olmasına rağmen doğruluğu Nash-Moe metodundan daha iyidir.

Suk ve ark. (16) 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 (92). Rod derotasyonun rotasyonel deformiteyi düzeltmek için etksinin minimal olduğunu gösteren başka çalışmalar da sonradan yayınlanmıştır. Bu çalışmalarda esasen kanca sisteminin kullanıldığı posterior enstrümantasyonda, kanca ile yapılan fiksasyonun

aksının, vertebranın transver 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. Spinal instrumentasyon teknolojisi geliştikçe skolyozun düzeltilmesinde kullanılan çoklu çengel ve pedikül vidalardan ibaret posterior sistemlerin sayısı da artmaktadır. Çok sayıda çengel ve pedikül vidası blundurduklarından ve uygulayının işni kolaylaştıran bağlantı sistemleri sayesinde daha kolay kullanılabilir olduklarından ve düşük profilli olduklarından dolayı bu, bu sistemler çok kullanışlıdır.

Lomber omurga pedikül vidası kullanımı ilk kez 1990'ların ortalarına doğru pediatrik omurga deformitesinde bildirilmiştir. lomber pedikül vidalarıyla deformite düzeltiminde artış ve sağlana düzlemenin korunması bunların torasik omurgada da kullanılmasına neden olmuştur. Bu ilk defa 1995'de Suk ve arkadaşları tarafından tanımlanmıştır; torasik omurgada segmenter pedikül vida tespiti uygulamak suretiyle, major koronal plan deformitelerinin, nörolojik komplikasyonlar olmadan, çengellerle sağlanandan (%55'e karşılık %72) daha iyi bir şekilde düzeldiği bildirilmiştir.

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.

Torasik pedikül vidalarındaki en büyük üstünlük, belki de, aksiyel plan düzeltiminde sağlanan artıştır. Lee ve arkadaşları, apekte komşu vertebraların konkav ve konveks taraftaki vidaların rod rotasyon manevrasındaki aksiyel yönde döndürülmesinden ibaret olan, doğrudan rotasyon manevrasını tanımlamışlardır. Bt'yi kullanarak, doğrudan vertebra rotasyonu uygulananlardaki apikal rotasyonun, bu manevranın yapılmayanlara göre daha fazla düzeldiğini göstermişlerdir (%2.4'e karşılık 42.4).

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 dekompanseasyonunu 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.

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 konkav 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.

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 kompute tomografi çalışması ile, torakal apikal vertebra rotasyonundaki düzelme %42,5 olarak bulunmuştur(100). Cerrahi anında ise, direk vertebral rotasyonu takiben derotatorun 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 görüntülemelerde 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 görülmüştür, 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.

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 (100). 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 (100).

Suk ve ark. (16) 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 enstrümentasyon sonrasında ameliyat öncesine göre her iki grupta azalma gösterirken, ameliyat sonrası sagittal fizyolojik eğrilikler normal sınırlar içerisinde izlenmiştir.

Adölesan idiopatik skolyoz olgularında hastalar tarafından önemsenen başlıca problemlerden biri kozmetik görünümüdür. Sırtın ve omuzların görünüşü hastalar ve aileleri tarafından büyük bir önem taşımaktadır. Samdani ve ark. yaptığı çalışmada

rib hump (hörgüç) dengesinin adölesan idiopatik skolyoz hastalarında kozmetik görünüm açısından önemli bir role sahip olduğunu göstermiştir (101). Rib hump özellikle çift torakal eğriliği bulunan adölesan idiopatik skolyoz hastalarında daha fazla yükseldiği görülmüş. Bu nedenle özellikle çift torakal eğriliği olan adölesan idiopatik skolyoz hastalarında rib hump hekim tarafından çok dikkatli değerlendirilmelidir

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 ve hemitoraks yarı çapını daha çok dengelediği tespit edilmiştir. Klinik muayenelerde rib hump açısı direk vertebral rotasyon uygulanan hastalarda daha çok düzeldiği görülmüştür.

Rib hump için diğer radyolojik bulguları, klavikular açısı iki teknik arasında anlamlı fark bulunurken, birinci kosta yüksekliğinin ölçümünde fark olmadığı gözlenmiştir.

Ek olarak bu 2 grupta incelenen hastaların ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası 1'ci yılında cerrahi sonuçları oswestry soru formu ile değerlendirilmiştir ve her iki grup arasında anlamlı fark saptanmamıştır.

6. SONUÇ

- Tüm skolyozların %80'ni oluşturan Adölesan idiopatik skolyoz omurganın en sık rastlanan üç boyutlu deformitesidir
- Direk vertebral rotasyon (DVR) uygulanan Adölesan idiopatik skolyozlu hastalarda koronal plandaki düzelme, rod derotasyon (RD) uygulanan hastalara göre anlamlı olarak daha fazladır.
- Hem DVR sonrasında hem de sadece indirek derotasyon sonrasında sagittal plandaki torakal kifoz ve lomber lordozda bir miktar azalma olduğu görüldü,
- DVR uygulanan hastalarda koronal plandaki düzeltmeyle beraber hemitoraks yarıçapında radyolojik düzelme, sadece RD uygulanan gruba göre anlamlı olarak daha iyi olduğu görüldü
- Klinik olarak rib hump açısındaki düzelme, DRV uygulanan hastalarda, sadece RD uygulanan gruba göre anlamlı olarak daha iyi olmakla birlikte, ameliyat öncesi ve ameliyattan sonraki 1'ci yıldaki Oswestry skalası ile yapılan değerlendirmede iki grup arasında belirgin bir fark bulunamadı.

ÖZET

Adölesan idiopatik skolyoz(AIS)'lu hastalarda özellikle ileri derece torakal eğriliklerde rib hump açısı dış görünüm açısından ve hastanın ameliyat sonrası dış görünümünden memnuniyeti açısından büyük önem taşımaktadır. AIS'lu hastalarda posterior enstrümantasyon cerrahisinde direkt vertebral rotasyonun daha iyi bir kozmetik etkiye sahip olduğu bilinmektedir.

Bu çalışmadaki amaç posterior spinal enstrümantasyon cerrahisinde pedikül vidası kullanılarak direk vertebral rotasyon (DVR) ile rod derotasyon (RD) koronal deformite, sagittal deformite, hemitoraks yarıçapına ve rib hump açısına olan etkisini karşılaştırmaktır.

Bu çalışmada yaşları, cinsiyetleri, Risser bulgusu, eğrilik şekilleri, açısından arasında istatistiksel olarak fark olmayan, direk vertebral rotasyon (DVR) ile rod derotasyon (RD) uygulanan her grupta 24'e hasta olmak üzere toplam 48 hastadan oluşan iki grup oluşturuldu.

Biyoistatistiksel analiz sonrasında DVR ve RD uygulanan iki grup karşılaştırıldığında, DVR uygulanan hastalarda RD uygulanan hastalara göre koronal deformite, hemitoraks yarı çapı ve rib hump açısında düzelmede anlamlı fark bulunurken, sagittal deformitenin düzeltilmesi ve Oswestry soru skalası sonuçları açısından anlamlı bulunamamıştır.

Bu çalışmanın sonucunda, DVR'nin koronal deformite ve rib hump derecesi açısından, Adölesan idiopatik skolyozlu hastalarda dış görünüme daha iyi ekisi olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Skolyoz, rib hump, direkt vertebral rotasyon, rod derotasyon

SUMMARY

Patients with Adolescent idiopathic scoliosis (AIS), especially in the case of severe thoracal curvatures, the rib hump angle is of great importance in terms of external appearance and satisfaction with the patient's post-operative external view. It is known that direct vertebral rotation has a better cosmetic effect in posterior instrumentation surgery in patients with AIS.

The aim of this study was to compare direct vertebral rotation (DVR) and rod derotation (RD) using pedicle screw in posterior spinal instrumentation surgeon, coronal deformity, sagittal deformity, hemithorax radius and rib hump angle.

In this study, two groups consisting of 48 patients (24 patients in each group) who were subjected to direct vertebral rotation (DVR) and rod derotation (RD), which were not statistically different in terms of age, sex, Risser finding and curvature forms.

Compared to the two groups in which DVR and RD were applied after biostatistical analysis, coronal deformity, hemithorax radius and rib hump angle were found to be significantly improved in DVR treated patients compared with the patients who underwent DVR, but sagittal deformity correction and Oswestry question scale results were not significant.

As a result of this study, DVR is considered to have a better external appearance in terms of coronal deformity and rib hump grade in patients with adolescent idiopathic scoliosis.

Key Words: Scoliosis, rib hump, direct vertebral rotation, rod derotation

KAYNAKLAR

1. Herring JA. Tachdjian's Pediatric Orthopaedics. 3rd Edition, New York: W.B. Saunders Company, 2002: 213-299.
2. Alıcı E. Omurga Hastalıkları ve Deformiteleri. Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları. İzmir, 1991: 271-384.
3. 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
4. Mehlman CT. Idiopathic Scoliosis, Emedicine from WebMD, 2004: <Http://www.emedicine.com/orthoped/topic504.htm>
5. Moe JH, Kettleson D. Idiopathic scoliosis: Analysis of curve patterns and pereliminary result of Milwaukee brace treatment in 169 patients. J Bone Joint Surg, 1970; 52 A: 1509-1533.
6. 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.
7. Emans JB, Kaelin A, Bancel P. Boston brace system treatment for idiopathic scoliosis. J Bone Joint Surg, 1985; 67 B: 176-81.
8. Mohan AL, Das K. History of surgery for the correction of spinal deformity. Neurosurg Focus 2003;14(1):1-5.
9. Harrington PR. Treatment of scoliosis: Correction and internal fixation by spine ensturmentation. J Bone Joint Surg 1962; 44 A: 591-610.
10. Dwyer AF, Newton NC, Sherwood AA. An anterior approach to scoliosis. A preliminary report. Clin Orthop, 1969; 62: 192- 202.

11. Zielke K, Stundait R, Beaujean F. Ventrale derotation spondylodese. Vorlaufiger Ergebnisbericht über 26 operierte Fälle. Arch Orthop Unfall-Chir, 1976; 85: 257-277.
12. Putz R, Pabst R. Sobotta, Atlas of Human Anatomy. Volume 2. Urban & Schwarzenberg, 20th Ed. Munich, 1994: 1-47.
13. Liljenqvist U, Lepsien U, Hackenberg L, Niemeyer T, Halm H. Comparative analysis of pedicle screw and hook instrumentation in posterior correction and fusion of idiopathic thoracic scoliosis. EurSpine J 2002; 11 (4): 336-343
14. Denis F. Cotrel-Dubousset instrumentation in treatment idiopathic scoliosis. Orthop Clin. North AM, 1988; 19: 291-312.
15. 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.
16. 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.
17. Göğüş A, Akman İ, Talu U, İar C, Hamzaoglu A. Adolesan idiyopatik skolyozun anterior enstrumantasyon ile tedavisi ve erken sonuçlar. Acta Orthop Traumatol Turc, 2001; 35: 196-207.
18. Kaneda K, Shuno Y, Satoh S, Abumi K. Anterior Correction of Thoracic Scoliosis with Kaneda Anterior Spinal System. A Preliminary Report. Spine, 1997;15:22(12):1358-1368.
19. Güngör H. Adolesan idiyopatik Skolyozun Cerrahi Tedavisinde Fuzyon Sahası Seçimi ve Denge Problemi. Uzmanlık Tezi. İstanbul, 1996.
20. Moore KL, Persaud TVN. The Developing Human: Clinically Oriented Embryology, 5th edition, 1998, Philadelphia. 354-360.

21. Petorak İ. Medikal Embriyoloji, Beta Basın Yayın Dağıtım A.ğ. İstanbul, 1984.
22. Tekelioğlu M. Vertebra embriyolojisi, Vertebra Ankara (Ege R): Türk Hava Kurumu Basımevi; 1992.s.15-19.
23. Dere F. Klinik Anatomi, Adana, 1992. 276-320.
24. Moore K.L. Clinically Oriented Anatomy, 3rd Edition, Williams & Wilkins, Baltimore, 1992. 323-372.
25. Thompson JC. Netter's Concise Atlas of Orthopaedic Anatomy. Icon, USA.2002: 1-42
26. Şar C. Lomber omurganın anatomisi, biyomekaniği ve biyokimyası. Bel ağrısı tanı ve tedavi, Özcan E. 1. baskı. İstanbul, Nobel Kitabevi. 2002. 9-14.
27. Benzel EC, Omurga Stabilizasyonunun Biyomekaniği, Prensipler ve Klinik Uygulama, çeviri editörü: Naderi S, Marmara Üniversitesi Nörolojik Bilimler Vakfı Yayınları, İstanbul, 1998. 3-17
28. Goldstein LA, Waugh TR. Classification and terminology of scoliosis. Clin Orthop 1523; 93: 10
29. 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
30. Terminology Committee, Scoliosis Research Society. A Glossary of Scoliosis Terms. Spine 1976; 1: 57
31. Moe JH. Methods of correction and surgical techniques in scoliosis. Orthop Clin North Am 1972; 3: 17
32. Freeman III BL. Scoliosis and kyphosis. In: Canale ST, ed. Campbell's Operative Orthopaedics. Philadelphia: Mosby, 2003: 1751-1954

33. Lauermann WC, McCall BR. Spine. In Miller MD, ed. Review of orthopaedics. Philadelphia: Saunders, 2004: 415-439
34. Wynne-Davies R. Familial scoliosis. J Bone Joint Surg Br 1968; 50: 24
35. Weinstein SL, Ponseti IV. Curve progression in idiopathic scoliosis. J Bone Joint Surg Am 1983; 65: 447
36. Bridwell H, Betz R, Capelli AM, Huss G, Harvey C. Saggital plane analysis in idiopathic scoliosis patients treated with Cotrel-Dubousset instrumentation. Spine 1990; 15: 644-949
37. Lonstein JE. Patient evaluation. In: Bradford DS ed. Moe's te tbook of scoliosis and other spinal deformities, 2nd Ed. Philadelphia: WB Saunders Company, 1987; 41-46
38. Tachdjian MO. Pediatric Orthopaedics, 2nd ed. Philadelphia: WB Saunders Company, 1990; 2265-2379
39. Moe JH, Byrd JA. Idiopathic scoliosis. In: Bradford DS, ed. Moe's te tbook of scoliosis and other spinal deformities, 2nd ed. Philadelphia: WB Saunders Company, 1987: 191-232
40. Zaleske DJ, Erlich MG, Hall JE. Associations of glycosaminoglican depletion and degradative enzyme activity in scoliosis. Clin Orthop Rel Res 148:177-181, 1980
41. Wynne-Davies R. Infantile idiopathic scoliosis; causative factors, particularly in the first six months of life. J Bone Joint Surg Br 1975; 57: 138
42. Byrd JA. Current theories on the etiology of idiopathic scoliosis. Clin Orthop Rel Res 1988; 229:114-119
43. Bradford DS, Oegema TR. Studies on skin fibroblasts of patients with idiopathic scoliosis. Clin Orthop Rel Res 1977; 126:111-118

44. DeGeorge FV, Fisher RL. Idiopathic scoliosis: Genetic and environmental aspects. J Med Genet 1967; 4: 251-257
45. Stangnara P. Spinal deformity. Ed Butterworth and Co Ltd. Somerset, 1988: 1-86, 185-187, 299-325
46. Zettenberg C, Aniansson A. Morphology of paravertebral muscles in adolescent idiopathic scoliosis. Spine 1983; 8: 457-462
47. Benli IT. Late-onset idiopatik skolyoz cerrahi tedavisinde Cotrel-Dubousset enstrumentasyon tekniği uygulaması sonuçları. Uzmanlık tezi, Ankara, 1991
48. Freeman B.L. Scoliosis and Kyphosis. Canale S.T. Campbell's Operative Orthopaedics, 10th Edition. Mosby, Philadelphia, 2003. Volume 2, 1751-1837
49. 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.
50. Dormans JP. Pediatric Orthopaedics: Core Knowledge in Orthopaedics. 1st Edition. Elsevier Mosby, Philadelphia, 2005. 265-278
51. McAllister WH, Shackelford GD. Measurement of spinal curvatures. Radiol Clin North Am 1975; 13: 113
52. King AB. Functional anatomy of the lumbar spine. Orthopaedics. 1973; 6: 268
53. Asher MA. Isola spinal implant system update: Emphasizing application during the first two decades of life. Pediatric Spine Surgery 2001; 28: 437-470
54. Lenke LG, Bridwell KH, Baldus C. Ability of Cotrel-Doubousset instrumentation to preserve distal lumbar motion segments in adolescent idiopathic scoliosis patients. J Spinal Disord 1993; 6: 339
55. Lenke LG, Betz RR, Bridwell KH, et al: Intraobserver and interobserver reliability of the classification of thoracic adolescent idiopathic scoliosis. J Bone Joint Surg 80A: 1097, 1998

56. Bridwell H, Betz R, Capelli AM, Huss G, Harvey C. Saggital plane analysis in idiopathic scoliosis patients treated with Cotrel-Dubousset instrumentation. *Spine* 1990; 15: 644-949
57. Albanese S. Idiopathic scoliosis: etiology and evaluation; natural history and nonsurgical management. *Orthopaedic Knowledge Update-Pediatrics*. Rosemont, IL, AAOS, 1996:97.
58. Bono CM, Garfin SR. *Spine: Orthopaedic Surgery Essentials*, Lippincott Williams &Wilkins, Philadelphia, 2004. 163-174.
59. 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.
60. 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.
61. 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.
62. Bridwell KH. Surgical treatment of idiopathic adolescent scoliosis. *Spine*. 1999; 24 (24): 2607-2616.
63. 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.
64. Lenke LG, Betz RR, Harms J, Bridwell KH, Clements DH, Lowe TG, Blanke K. A new and comprehensive classification system of adolescent idiopathic scoliosis. AAOS 66th Annual Meeting, Anaheim, CA, February 1999.
65. Lenke LG, Betz RR, Bridwell KH, Clements DH ve ark. Intraobserver and interobserver reliability of the classification of thoracic adolescent idiopathic

- scoliosis. J Bone Joint Surg Am. 1998;80(8):1097-106.
66. Lenke LG. Lenke classification system of adolescent idiopathic scoliosis: treatment recommendations. AAOS Instructional Course Lectures. 2005;54:537-42.
 67. Harrington PR. The history and development of Harrington instrumentation. Clin Orthop Relat Res. 1973 Jun; (93): 110 —2
 68. Harrington PR. Technical Details in Relation to Successful Use of Instrumentation in Scoliosis. Orthop. Clin. North Am. 1972; 3:49 - 67
 69. Liljenqvist UR, Halm HF, Link TM. Pedicle screw instrumentation of the thoracic spine in idiopathic scoliosis. Spine 1997; 22 (19): 2239-2245. Lenke LG, Bridwell KE, Baldus C.
 70. 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.
 71. Lenke LG, Bridwell KE, Baldus C. Cotrel-Dubousset Instrumentation for Adolescent Idiopathic Scoliosis. J Bone Joint Surg Am. 1992 Aug; 74(4) : 1056 – 1067
 72. 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.
 73. 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.
 74. 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.
 75. Liljenqvist U, Lepsien U, Hackenberg L, Niemeyer T, Halm H. Comparative analysis of pedicle screw and hook instrumentation in posterior correction and

- fusion of idiopathic thoracic scoliosis. *Eur Spine J* 2002; 11 (4): 336-343
76. Koustouk JP. Current concepts review operative treatment of idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg*, 1990; 72A: 1108-1112.
 77. 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.
 78. Foster MR. A functional classification of spinal instrumentation. *Spine J*. 2005; 5(6): 682-
 79. Drummond SD. Harrington instrumentation with spinous process wiring for idiopathic scoliosis. *Orthop ClinNorth Am* 1988; 19:2.
 80. 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.
 81. 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.
 82. Dubousset J, Herring JA, Shufflebarger H. The crankshaft phenomenon. *J Pediatr Orthop* 1989; 9:541.
 83. 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.
 84. Wilber RG, Thompson GH, Shaffer JW, et al. Postoperative Neurological Deficits in segmental spinal instrumentation: A study using spinal kord monitoring. *J Bone Joint Surg*, 1984; 66A: 1178-87.
 85. Fairbank, J.C., Couper, J., Davies, J.B., & O'Brien, J.P. (1980). The Oswestry low back pain disability questionnaire. *Physiotherapy*, 66, 271-273.

86. Fritz, J.M., & Irrgang, J.J. (2001). A comparison of a modified Oswestry Low Back Pain Disability Questionnaire and the Quebec Back Pain Disability Scale. *Physical Therapy*, 81, 776-788.
87. Amer F. Samdani, Jahangir Asghar, Firoz Miyanji. (2014) Recurrence of rib prominence following surgery for adolescent idiopathic scoliosis with pedicle screws and direct vertebral body derotation
88. 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.
89. Alıcı E. Omurga hastalıkları ve deformiteleri. T.C. Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları, 1991.
90. Weinstein SL. The Pediatric spine. New York, Raven baskı. 2000
91. Herring JA. Tachjian's Pediatric Orthopedics. 4th Ed, New York: W.B. Saunders Company, 2002: 213-299.
92. King HA. Selection of fusion levels for posterior instrumentation and fusion in idiopathic scoliosis. *Orthop Clin North Am*, 1988; 19:247-255
93. Lenke LG, Edwards CC, Bridwell KH. The Lenke classification of adolescent idiopathic scoliosis: how it organizes curve Patterns as a template to perform selective Fusions of the Spine. *Spine*, 2003; 28(20): 199-207.
94. Lenke LG, Betz RR, Haheer TR, Lapp MA. Multisurgeon assessment of surgical decision-making in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*, 2001; 26(21): 2347-2353.
95. Ogon M, Giesinger K, Behensky H, Wimmer C. Interobserver and Intraobserver reliability of Lenke's new scoliosis classification system. *Spine*, 2002; 27(8): 858-863.

96. Cummings RJ, Loveless EA, Campbell J, et al. Interobserver reliability and intraobserver reproducibility of the system of King et al for the classification of adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am*, 1998; 80: 1107-1111.
97. Lenke LG, Edwards CC, Bridwell KH. The lenke classification of adolescent idiopathic scoliosis: how it organizes curve patterns as a Template to perform selective Fusion of the spine. *Spine*, 2003; 28(20): 199-207.
98. 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.
99. 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.
100. 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
101. 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.
102. A new approach to scoliosis T. Yazar, I. Gurkan, C. Yilmaz - *European Spine Journal*, 1999 – Springer.