

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ**

**SKOLYOZUN CERRAHİ TEDAVİSİNDE USS VE ISOLA
POSTERİOR SPİNAL ENSTRÜMENTASYON
SİSTEMLERİNİN ORTA DÖNEM SONUÇLARININ
KARŞILAŞTIRILMASI**

Dr. Mehmet Derviş GÜNER

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

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Derya DİNÇER**

**ANKARA
2008**

ÖNSÖZ

Skolyozun gerek sık karşılaşılan bir ortopedik problem olması gerekse çok eski çağlardan bu yana bilinen bir deformite olması bu konudaki merak ve ilginin yoğunlaşmasına sebep olmuştur. Günümüzde skolyozun tedavisi ile ilgili çok önemli adımlar atılmış olmakla birlikte bu deformitenin tedavisinde hala bir takım sorunlarla karşı karşıya kalınmaktadır. Bu tez çalışmasında sublaminar telleme yöntemi esas alınarak uygulanan Isola Posterior Spinal Enstrumentasyon yöntemi ile USS Posterior Spinal Enstrumentasyon yöntemi mevcut literatür bilgileri ışığında karşılaştırılmıştır.

Bu tez çalışmasında, omurga cerrahisindeki deneyim ve bilgileriyle bana yol gösteren değerli hocam Prof. Dr. Derya Dinçer'e teşekkür ederim.

Birçok alanda olduğu gibi omurga cerrahisi alanında da öncü olan Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniğinde asistanlık eğitimi almış olmanın onurunu taşımaktayım. Asistanlık eğitimini yanlarında alma şansına sahip olduğum ve bu süreçte yetişmemde büyük emeği geçen değerli hocalarım Prof. Dr. Ertan Mergen, Prof. Dr. İlker Çetin, Prof. Dr. Derya Dinçer, Prof. Dr. Yener Sağlık, Prof. Dr. Tarık Yazar, Prof. Dr. Mehmet Binnet, Prof. Dr. Bahaddin Güzel, Prof. Dr. Sinan Adıyaman, Prof. Dr. Mehmet Demirtaş, Prof. Dr. Ali Kemal Us, Prof. Dr. Bülent Erdemli, Prof. Dr. Yusuf Yıldız, Prof. Dr. Hakan Kınık, Doç. Dr. Sinan Bilgin'e; dostluk ve dayanışmalarıyla güç bulduğum kıdemlilerim başta Op. Dr. Mehmet Armangil, Op .Dr. Kerem Başarır ve asistanlığım boyunca eğitimime katkıda bulunan bütün ağabeylerime ve tüm asistan arkadaşlarıma; hayatın her aşamasında olduğu gibi eğitimim sırasında da hiç bir fedakarlıktan kaçınmayan kıymetli aileme; her zaman her konuda yanımda olan ve olacağına inandığım sevgili eşime teşekkür ederim.

Dr. M. Derviş GÜNER

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	i
ÖNSÖZ.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
KISALTMALAR DİZİNİ.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
TABLolar DİZİNİ	vii

1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1 Spinal Kolon Anatomisi	3
2.2 Vertebral Kolon Biyomekaniği.....	12
2.3 Epidemiyoloji	16
2.4 Etiyopatogenez.....	16
2.4.1 Nörolojik Köken	17
2.4.2 Disk İçeriğinde Anormallik	17
2.4.3 Endokrin Bozukluk	18
2.4.4 Müsküler İmbalans.....	18
2.4.5 Vertebral Kemik Gelişim Bozukluğu.....	18
2.4.6 Ligamentöz Yapılardaki Kollajen Hatası	19
2.4.7 Genetik Teori	19
2.5 Spinal Kolon ve Kas İskelet Sistemindeki Değişiklikler	20
2.6 Kardiyovasküler ve Solunum Sistemindeki Değişiklikler	22
2.7 Abdominal Bölgedeki Değişiklikler	24
2.8 Skolyozda Tanı	25
2.8.1 Hikaye	25
2.8.2 Fizik Muayene	26
2.8.3 Radyolojik Değerlendirme	27
2.9 Skolyoz ve Sınıflaması.....	31
2.10 Nöromusküler Skolyoz.....	41
2.11 Konjenital Skolyoz.....	42
2.12 İdiopatik Skolyoz	46

2.12.1 Adölesan İdiopatik Skolyoz.....	46
2.13 İdiopatik Skolyozda Tedavi.....	47
2.13.1 İdiopatik Skolyozda Konservatif Tedavi.....	48
2.13.2 İdiopatik Skolyozda Cerrahi Tedavi	49
2.13.2.1 Endikasyon.....	49
2.13.2.2 Füzyon Sahası Seçimi.....	49
2.13.2.3 Denge ve Dekompansasyon.....	51
2.13.2.4 Posterior Cerrahi	53
2.13.2.5 Anterior Cerrahi	56
3. GEREÇ VE YÖNTEM	58
3.1 USS Posterior Spinal Enstrümentasyon Sisteminde Cerrahi Teknik.....	60
3.1.1 Segmental Düzeltme	60
3.1.2 Global Derotasyon	62
3.2 Isola Posterior Spinal Enstrümentasyon Sisteminde Cerrahi Teknik	63
4. BULGULAR.....	66
4.1 USS Posterir Enstrümentasyon Sistemi Uygulanan Hastalardan Örnekler.....	74
4.1.1 Birinci Örnek Hasta.....	74
4.1.2 İkinci Örnek Hasta	76
4.2 Isola Posterir Enstrümentasyon Sistemi Uygulanan Hastalardan Örnekler	78
4.2.1 Birinci Örnek Hasta.....	78
4.1.5 İkinci Örnek Hasta	80
5. TARTIŞMA.....	82
6. SONUÇLAR.....	88
ÖZET	89
SUMMARY	91
KAYNAKLAR.....	93

KISALTMALAR DİZİNİ

ALL	: Anterior longitudinal ligament
İSL	: İnterspinöz ligament
İTL	: İntertransvers ligament
LF	: Ligamentum flavum
MRG	: Magnetik rezonans görüntüleme
PLL	: Posterior longitudinal ligament
RAE	: Rotasyonel anlık eksen
SRS	: Scoliosis Research Society
SSL	: Supraspinöz ligament
USS	: Universal Spine System

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1: Spinal kolonun sagittal planda görünümü	3
Şekil 2.2: Spinal kolonun bölümlerinin aksiyel planda görünümü	5
Şekil 2.3: Vertebranın aksiyel ve sagittal planda görünümü	6
Şekil 2.4: İntervertebral diskin anatomik ve yapısal görünümü	7
Şekil 2.5: Omurga etrafındaki bağlar	8
Şekil 2.6: Vertebra kolonunda faset eklemlerin koronal ve sagittal plandan görünümü	10
Şekil 2.7: Vertebra üzerindeki rotasyonel anlık eksenin (RAE) çevresinde oluşabilecek 12 potansiyel hareketin koordinat sistemi üzerindeki görüntüsü	13
Şekil 2.8: Skolyozda Cobb metodu kullanılarak eğrilik açılarının ölçümü	28
Şekil 2.9: Cobb metoduna göre vertebrada rotasyonun derecelendirilmesi	29
Şekil 2.10: Skolyozlu hastalarda yana eğilme ile eğriliğin strüktürel olup olmadığı anlaşılabilir	30
Şekil 2.11: Lenke sınıflamasında tavsiye edilen takip formu	41
Şekil 2.12: Konjenital skolyoz tipleri	43
Şekil 2.13: A. Sırtta saç yumağı şeklindeki kıllanma; konjenital skolyoz ve diastematomiyeli varlığını bu hastada akla getirmektedir.	
B. Aynı hastanın MRG tetkikinde diastematomiyeli görülüyor	44
Şekil 3.1: USS posterior spinal enstrumentasyon sisteminin elemanları.	62
Şekil 3.2: Isola posterior spinal enstrumentasyon sisteminde uygulanan cerrahi tekniğin basamak basamak şekilsel gösterimi.	65
Şekil 4.1: Isola ve USS grubundaki hastaların skolyoz eğriliklerinin SRS sınıflandırılmasına göre dağılım oranını (%) gösteren şema.	67
Şekil 4.2: Isola ve USS gruplarında idiopatik skolyozu olan hastaların King sınıflamasına göre dağılım oranını (%) gösteren şema.	67
Şekil 4.3: USS vaka örnekleri: Birinci örnek hasta	75
Şekil 4.4: USS vaka örnekleri: İkinci örnek hasta	77
Şekil 4.5: Isola vaka örnekleri: Birinci örnek hasta	79
Şekil 4.6: Isola vaka örnekleri: İkinci örnek hasta	81

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 2.1: Omurga bölümlerinin hareket miktarları.....	14
Tablo2.2: Lenke ve arkadaşlarının geliştirdiği Adolesan İdiopatik Skolyoz sınıflamasında eğriliğin tipi	39
Tablo2.3: Konjenital skolyoz paternlerinde progresyon hızı ve uygun tedavi şekilleri	45
Tablo 4.1: SRS-30 skoru açısından iki gruptaki hastaların karşılaştırılması	70
Tablo 4.2 USS ve Isola grubundaki hastaların ameliyat süresi ve kanama miktarlarını karşılaştıran tablo.....	70
Tablo 4.3: Karşılaşılan intraoperatif ve postoperatif komplikasyonları uygulanan sisteme göre karşılaştıran tablo.....	71
Tablo 4.4: USS posterior spinal enstrumentasyon sistemi uygulanan hastalardaki önemli bulgular	72
Tablo 4.5: Isola posterior spinal enstrumentasyon sistemi uygulanan hastalardaki önemli bulgular	73

1. GİRİŞ

Skolyoz terimi tıbbi anlamda bir dizi vertebranın normal spinal aksa göre lateral deviasyonu ve rotasyonel bozukluğu olarak tanımlanabilir. İnsanlık tarihi kadar eski bir deformitedir. Yunancada eğrilik anlamına gelir. Yüzyıllar önce Hipokrat tarafından tanımlanmıştır. Skolyoz eski çağlardan bu yana tedavisi için yeni çalışmalar yapılan, son yüzyılda tedavisinde çığır açılan bir hastalık olmasının yanında hala çözülmemeyi bekleyen problemleri olan ortopedik cerrahinin en önemli konularından birisidir.

Skolyoza yönelik ilk cerrahi girişim 1839 yılında Guerin tarafından yapılmıştır (miyotomi). 1875'de ilk kez Louis Sayer cihazların yanısıra düzeltici alçı uygulamasını kullanmıştır (83, 84, 103, 171, 177, 191). 1889 yılında ise Volkman kot rezeksiyonu ameliyatını gerçekleştirmiştir (69, 103, 128, 171, 177, 179, 191). Skolyozun cerrahi korreksiyonu yirminci yüzyılda büyük aşama kaydetmiştir. İlk posterior füzyon cerrahisi 1914'de Hibbs tarafından yapılmıştır (83, 84). Skolyoz cerrahisindeki en büyük ilerleme ise Harrington tarafından geliştirilen enstrumentasyon sistemi sayesinde olmuştur. Çünkü, evvelce yapılan füzyon ameliyatları ve alçılama tekniği ile başarı oranı düşük, psödoartroz ve korreksiyon kaybı oranı yüksekti. 1960'larda popüler olan Harrington sisteminin orta dereceli eğriliklerdeki başarısı, büyük korreksiyon kayıpları, yüksek oranda psödoartroz ve rod kırılması gibi komplikasyonlar ve uzun süre alçı ile immobilizasyon gerekliliği ile gölgelenmiştir (1, 3, 73, 75, 76, 77, 134, 135). Yine de HRSF günümüze dek spinal cerrahide en çok kullanılan enstrumantasyon olmuştur (73, 75, 76, 134, 135). 1969'da Dwyer, HRSF'ye alternatif olarak, vida, staple ve kabloları kullanarak anterior interbody füzyon tekniğini geliştirmiştir. Dwyer tekniği Zielke tarafından geliştirilmiş ve eğilebilir yivli rodlar kullanılmaya başlanmıştır. 1975'de Luque tarafından geliştirilen çift L-rod ve multiple sublaminar telleme metoduyla posterior segmental fiksasyon yöntemi skolyoz cerrahisine girmiştir (123, 124, 125). Teknik, nöromusküler hastalıklar için geliştirilmesine rağmen daha çok idiopatik skolyozda kullanılmıştır (123, 124). 1995'den itibaren skolyozda deformitenin üç boyutlu olduğu ortaya atıldıktan sonra, postoperatif alçı kullanımına gerek kalmayan

Cotrel-Dubousset tekniği geliştirilmiştir. Texas Scottish Rite, Isola ve Moss-Miami enstrumentasyonları ile de her üç düzlemde deformiteyi düzeltmede başarı sağlanmış ve rijid bir fiksasyon elde edilmiştir. Ancak bu tekniklerin de istenmeyen etkileri zaman içerisinde görölmüştür (28).

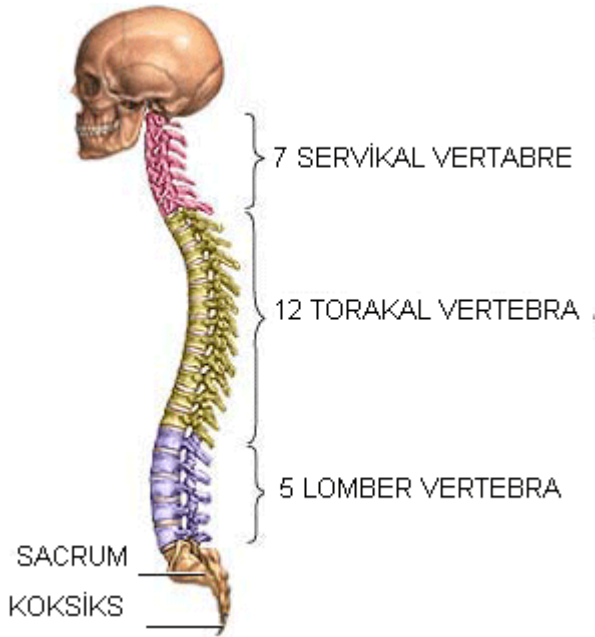
Torakal vertebra seviyesinde translasyonel bir kuvvetle korreksiyona katkı sağlayan sublaminar telleme yöntemi bugün dünyada yaygın olarak kullanılan posterior segmental spinal enstrumentasyon yöntemlerinden biridir (6, 34, 80, 149, 164, 168, 176). Segmental spinal fiksasyon yöntemi translasyonel kuvvetle korreksiyonu sağladığı gibi yüksek oranda füzyon ve anında rijid bir fiksasyon sağlayarak postoperatif immobilizasyon gereksinimini ortadan kaldırmaktadır (80). Ancak sublaminar telleme metodunda lamina altından telin geçirilmesi sırasında oluşabilen dura ve sinir yaralanması pek çok intraoperatif ve postoperatif nörolojik komplikasyonlara sebep olabilmektedir (28, 41, 53, 88, 181, 190). Bu sisteme alternatif olarak interspinoz veya Wisconsin telleme metodu da kullanılmaktadır (28, 54, 112, 184). Sonuç olarak 1960' larda kullanıma giren Harrington sisteminden bugüne skolyozda enstrumentasyon prensipleri büyük ilerleme ve gelişme göstermiştir (92, 93).

Bu çalışmanın amacı, skolyozun cerrahi tedavisinde günümüze değin başarıyla uygulanmış ve hala uygulanmakta olan Universal Spine System (USS,AO) ve Isola sistemlerinin sonuçlarının karşılaştırılmasıdır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Spinal Kolon Anatomisi:

Spinal kolon 33-34 ayrı vertebranın üst üste sıralanması ve birbirlerine bağlanması sonucu meydana gelen bir sütundur. Bu sütunun görevi baş, göğüs ve karın içi organları taşımak ve bunlara bir destek oluşturmaktır. Spinal kanalı da oluşturduğu için, içinden geçen medulla spinalise sağlam ve emniyetli bir kılıf oluşturur. Omurga başın ve gövdenin hareketlerinde rol alır. Gövde ağırlığının büyük kısmını taşır, bunu alt ekstremitelere aktarır ve sahip olduğu fizyolojik eğrilikler sayesinde dengenin sağlanmasında, atlama veya benzeri hareketlerde gövdenin kollabe olup iç organlara zarar vermemesi için önemli rol oynar (74, 94, 122, 158) (Şekil 2.1).



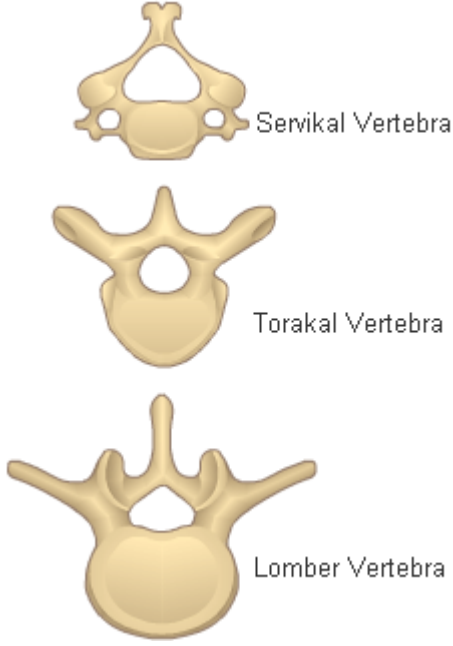
Şekil 2.1: Spinal kolonun sagittal planda görünümü.

Omurgayı oluşturan vertebralardan 7'si servikal, 12'si torakal, 5'i lomber bölgededir. 5 sakral vertebra ise bütün halinde sakrumu oluşturur ve pelvis halkası arka duvarını yapar. Sakrum altında 4 veya 5 düzensiz kemikten oluşan koksiks bulunur. İnsanların % 3'ünde bir ve ya iki vertebra fazladan gelişebilirken, % 2' sinde bir vertebra eksik olabilir (94, 98, 122).

Spinal kolonun çeşitli parçalarına ait vertebralar arasında şekil ve büyüklük açısından bazı farklar olmasına karşın temel özellikleri genelde aynıdır. Vertebral kolonu, Dennis'in ileri sürdüğü teoriye göre, 3 kolona ayırabiliriz: anterior, orta ve posterior. Anterior kolon vertebra cisminin ön 2/3'ü, anterior longitudinal ligament ve intervertebral kolondan oluşmaktadır. Orta kolon, vertebra cisminin arka 1/3'ü, pediküller, posterior longitudinal ligament, spinal kanal ve laminanın ön yüzünü içerir. Arka kolon; faset eklemler, transvers ve spinöz proçesler, laminaların arka yüzleri, intertransvers ligament, interspinöz ligament ve ligamentum flavumdan oluşur (85, 94, 122, 158, 191)

Vertebral kolonun dört adet kıvrımı vardır. Önden bakıldığında torakal ve sakral kıvrımlar konkav, servikal ve lomber kıvrımlar konvektir. Torakal ve sakral kıvrımlar embriyonik dönemde geliştiğinden bunlara primer kıvrımlar denir. Servikal ve lomber kıvrımlar fetal dönemde gelişmeye başlar, ancak çocukluk döneminde belirginleşir. Bu kıvrımların aşırı gelişmeleri durumunda kifoz, lordoz ve skolyoz gelişebilir (74, 122, 145, 191). Spinal kolonda, sagittal planda fizyolojik eğrilikler mevcuttur. Doğumda spinal kolon düz bir sütun halindedir. Bebek başını tutmaya başlayınca servikal lordoz oluşur. Oturmaya ve daha sonra ayağa kalkmaya başlayınca torakal kifoz, lomber lordoz ve sakral kifoz oluşur. Başlangıçta çocuklarda bu eğrilikler erişkinlerdekinden azdır. Kas gücü gelişip denge sağlanınca normal açılara ulaşır (85, 94, 122). Normal bir insanda fizyolojik eğrilikler; servikal bölgede ortalama 40° (30°-50°) lordoz, torakal bölgede ortalama 35° (20°-50°) kifoz, lomber bölgede ortalama 60° (40°-80°) lordoz ve sakral bölgede ortalama 50° (40°-60°) kifoz şeklindedir. Bu değerlerin bilinmesi yapılacak olan cerrahi girişim öncesi planlama için gereklidir (74, 94, 122 158, 191).

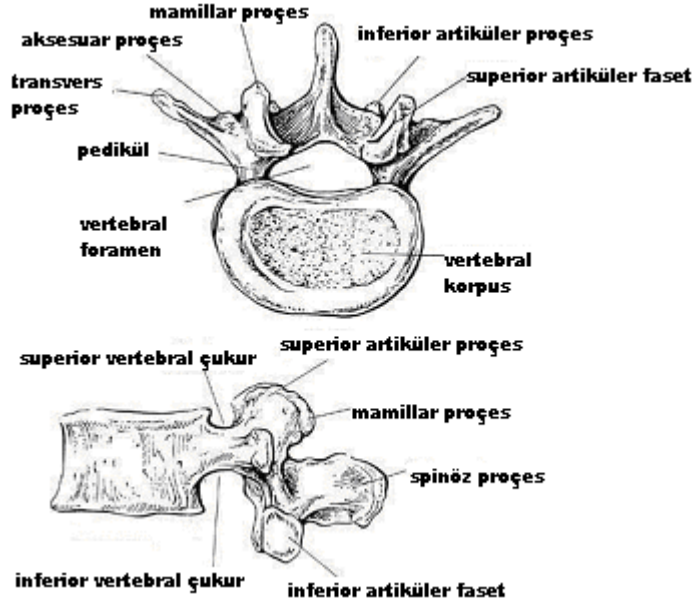
Vertebra cisimlerinin büyüklük ve kitleleri servikal birinci vertebradan son lomber vertebraya doğru artar (Şekil 2.2). Bu durum giderek artan yüklere karşı adaptasyonu sağlar. Asıl yükü, fizyolojik şartlarda, vertebranın cismi taşır. Yük, vertebranın üst yüzünden alt yüzüne kortikal kılıf ve spongioza aracılığıyla taşınır.



Şekil 2.2: Spinal kolonun bölümlerinin aksiyel planda görünümü.

Vertebranın ön kısmında korpusu arkada ise arkusu yer alır. Vertebral korpuslardan arkaya doğru uzanan kollara pedikül adı verilir. Pediküller arkaya doğru ilerledikçe yassılaşıp lamina adını alırlar. Korpus, lamina ve pedikülün çevreleyerek oluşturduğu boşluğa vertebral foramen adı verilir. Tüm omurgadaki vertebral foramenler içinden medulla spinalis ve spinal köklerin geçtiği vertebral kanalı oluştururlar. Lamina ve pedikülün birleştiği yerde üç çift çıkıntı yer alır. Bunlar süperior artiküler çıkıntı, inferior artiküler çıkıntı ve transvers çıkıntıdır. Orta hatta iki laminanın birleşme bölgesinde olup arkaya doğru uzanan çıkıntı ise spinöz çıkıntıdır (94, 98, 158) (Şekil 2.3). Alt vertebranın süperior artiküler çıkıntısı ile üst vertebraların inferior artiküler çıkıntısının eklem yüzleri bir araya gelerek faset eklem adı verilen eklemleri yaparlar.

Eklem yüzleri düz ve parlak olan hiyalin kıkırdak ile kaplı olup etrafı ince bir eklem kapsülü ile sarılıdır (74, 94, 98, 133, 158).



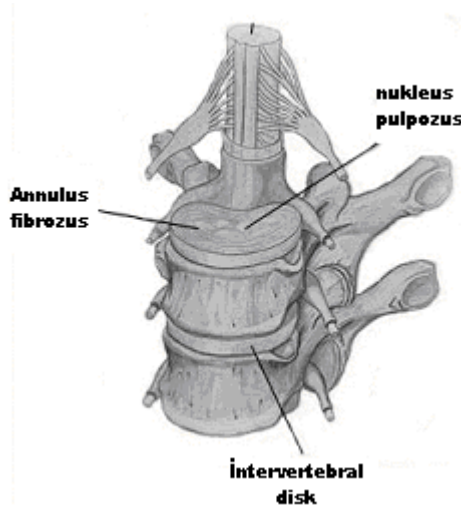
Şekil 2.3: Vertebraanın aksiyal ve sagittal planda görünümü.

Vertebralar arası disk: Spinal kolonda 6'sı servikal, 12'si torasik, 5'i de lomber olmak üzere 23 intervertebral disk mevcuttur. Şekilleri ve büyüklükleri vertebral cisim büyüklük ve şekline uygundur. İki komşu vertebra cismi arasında yer alan hidro-elastik bir yapı olup yarı oynar eklemdir. Nükleus pulposus %88'i sudan meydana gelen transparan damar ve sinir içermeyen bir yapıdır. Yaşamın üçüncü dekadında proteoglikan yapımı azaldığından su içeriği düşer. Diskler 5 ile 12 mm arasında kalınlığa sahiptir. Yapısında yoğun olarak mukopolisakkaritler bulunur. Anulus fibrosus nükleusun etrafını saran konsantrik liflerden oluşur. Lifler dışarıda daha dik içeri gidildikçe çapraz haldedirler (66, 94, 98, 158, 195) (Şekil 2.4).

Nükleus içinde yer alan sıvının sürekli yer değiştirmesi fonksiyonel ünitenin esnekliğini sağlayarak lomber bölgenin her yöne hareket etmesine imkan sağlar. Nükleusu bir ağ gibi saran anulus fibrosus ise nükleusun hareket yönüne bağlı olarak genişleme eğiliminde olup daima nükleusu tekrar istirahat haline döndürme eğiliminde bir direnç oluşturur. Tüm lomber kolon yüksekliğinin %33'ünü diskler meydana getirir. Disk

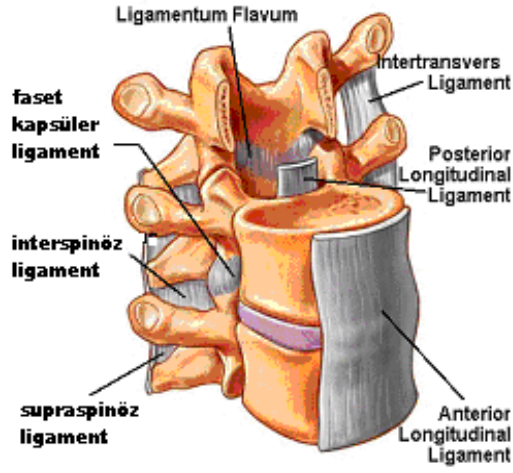
kalınlığının vertebra cismi kalınlığına oranı harekette oldukça önemlidir. Oran arttıkça hareket miktarı artmaktadır (64, 66, 180, 195, 198).

Büyümenin erken döneminde disk epifiz plağını delerek diske giren damarlarca beslenir. Ergenlik döneminde epifiz kapanır. Plaklar kemikleşir. Damarlar körelir. Bundan sonra pompa mekanizması ile hidrostatik basınç farklarından beslenir. Bu basınç farkları omurga hareketlerinin disk üzerine oluşturduğu basıncın azalıp artmasıyla olur (66, 195).



Şekil 2.4: İntervertebral diskin anatomik ve yapısal görünümü.

Omurga etrafındaki bağlar: Omurganın içsel stabilitesine katkıda bulunan viskoelastik yapılardır. Vertebral kolonun direncini artırırılar. (Şekil 2.5)



Şekil 2.5: Omurga etrafındaki bağlar. (ALL: Anterior longitudinal ligament, İTL: intertransvers ligament, PLL: Posterior longitudinal ligament, İSL: İnterspinöz ligament, SSL: supraspinöz ligament, LF: Ligamentum flavum.)

Anterior longitudinal ligament (ALL): Anterior longitudinal ligament üstte cismin end-plate'ine ve aşağıda disk aralığına yapışır. Bu ligamentöz yapı torakal bölgede en geniş halinde bulunur. Posterior longitudinal ligamentin oluşturduğu gerginliğe dirençli, arkaya olan eğilmelerde koruyucu bir yapıdır. Tüm omur gövdelerinin ön yüzleri boyunca uzanan geniş ve kuvvetli bir bağdır. Sakrum ön yüzünden başlayıp, yukarı doğru gidildikçe daralır, yukarıda oksipital kemiğe yapışır. İntervertebral disklere ve komşu omur gövdelerinin kenarlarına sıkı, omur gövdesinin ortasındaki konkav bölüme gevşek bağlanır. Yapısında bulunan fazla miktarda kollajen lif ve rotasyonun anlık ekseninin yerleşimi nedeniyle asıl görevi, ekstansiyon ve aşırı distraksiyonu engellemesidir. Çalışmalar bu ligamentin sadece rotasyonel hareketlerle hasarlanabileceğini göstermiştir. Omurganın diğer ligamentlerine göre iki kat daha sağlamdır (64, 94, 98, 133, 138, 150, 151, 158, 180).

Posterior longitudinal ligament (PLL): Posterior longitudinal ligament tüm vertebral kanal boyunca korpusun arkasına yapışır. İntervertebral disk aralıklarına anterior longitudinal ligamente göre daha gevşek yapışır. Ortada kalın yanlara doğru incedir.

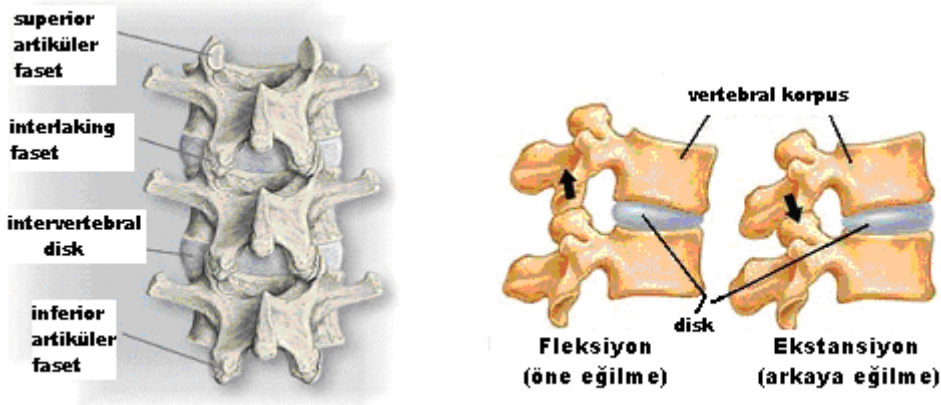
Derin lifleri, komşu vertebralar arasında uzanırken, yüzeysel lifler ise birkaç vertebra arasında yer alır. Ligament rotasyon anlık eksenini arkasında bulundurur, asıl görevi, fleksiyona direnç göstermektir (64, 94, 98, 133, 138, 150, 151, 158, 180).

Ligamentum flavum (LF): Atlas ile birinci sakral vertebra arasındaki tüm lamina arkus vertebraları birbirine bağlar. Makroskopik olarak birbirine aksi yönde fibrilleri olan yüzeysel ve derin iki tabakadan oluşur. Mikroskopik yapısında elastik fibril hakimiyeti, ve omurganın her düzeyinde innervasyonu olması nedeniyle kendine özgü bir ligamenttir. Omurga boyunca uzanan tek bağ şeklinde değil segmenter olarak bulunur. Alt laminanın ventral yüzünden başlar, sonraki laminanın dorsal kenarına tutunur. Bu nedenle orta hatta sürekliliği yoktur. En önemli görevi omurganın dik tutulmasına yardımcı olmaktır. Vücutta en fazla elastik life sahip ligamenttir, omurganın fleksiyona gelmesine izin verir, yük kalktıktan sonra laminanın normal pozisyona gelmesini sağlar (64, 94, 98, 133, 138, 150, 151, 158, 180).

İnterspinöz bağ (İSL), intertransvers bağ (İTL), supraspinöz bağ (SSL): Bu 3 bağın ilgili oldukları segmentte makaslama hareketini engelleyici etkileri vardır. Bu ligamentler lomber bölgede daha yoğun olarak bulunurlar, aşırı fleksiyonu engellerler (64, 94, 98, 133, 138, 150, 151, 158, 180).

Faset (Zigoapofizer) eklemler: Üstteki vertebranın alt eklem çıkıntısı ile alttaki vertebranın üst eklem çıkıntısı arasındaki oynar eklemdir. Eklem kapsülü, eklem kıkırdığı, 2 resessusa sahiptir. Üstteki resessus daha zayıftır. Sinoviyal sıvı artışı durumunda bu resessus protruze olarak intervertebral foramenin girişinde sinire bası yapabilir. Faset eklemin 2 ana hareketi vardır, kayma ve açılma. Öne fleksiyonda her iki tarafta, lateral fleksiyonda tek tarafta kayma olur. Rotasyonda bir tarafta açılma, diğerinde kompresyon olur. Fasetler, belli sınırlar içinde fleksiyon ve ekstansiyona izin

vermelerine karşın, yana fleksiyon ve özellikle rotasyonu kısıtlayıcıdırlar. Rotasyonda faset eklem yüzlerinin, fleksiyonda eklem kapsülünün önemli dirençleri vardır (64, 94, 98, 117, 133, 151, 198) (Şekil 2.6).



Şekil 2.6: Vertebral kolonda faset eklemlerin koronal ve sagittal plandan görünümü.

Santral spinal kanal: Ön sınırını vertebra cismi, diskin arka kısmı ve arka longitudinal ligament yapar. Arka sınırını laminaların ön üst duvarı ve ligamentum flavum yapar. Yanlarını laminalar oluşturur. İçinde servikal ve torakal bölgede spinal kord, lomber bölgede kauda ekina bulunur (94, 98, 122, 158).

Sinir kökü kanalı: Ön sınırını vertebral cisim ve diskin arka yan kısmı; arka sınırını üst faset eklemi; yan sınırını pedikül oluşturur. Spinal sinir kökünün dural keseden ayrıldığı noktadan intervertebral delikten çıktığı noktaya kadar geçtiği bütün yolu ifade eder (94, 98, 122, 158).

İntervertebral foramen: Ön sınırını vertebral cisim ve disk; arka sınırını faset eklem; üst ve alt sınırını pedikül oluşturur. Spinal sinirin spinal kanalı tamamen terk ettiği boşluğa denir. Pediküllerin üst ve alt oluklarının karşı karşıya gelmesiyle oluşan genelde ters gözyaşı şeklinde olan yapıdır (94, 98, 122, 158).

Spinal kanal oval, yuvarlak veya yonca yaprağı şeklinde olabilir. Üst seviyelerde genelde yuvarlak veya ovoiddir. Alt seviyelerde ise üçgen, yonca yaprağı şeklindedir. Yonca yaprağı şekli popülasyonda %15 bulunur ve bu kişiler sinir kökü kanalı darlığına adaydırlar (64, 94, 98, 150).

Spinal kanal içinde spinal kord bulunur. Kord kranioservikal bileşim yerinden başlar, L1-L2'ye kadar uzanır. Spinal kord, C4-T1 ve T10-L1 arasında olmak üzere iki yerde genişleme gösterir. Spinal kordun üst ucu bir sınır göstermeden medulla oblongata ile birleşir. Alt ucu ise gittikçe inceler, daralır ve konus medullaris adını alır. Konus medullaris, filum terminale adı verilen ince bir şeritle devam eder. Filum terminale aşağıda dura materin uzantısı ile birleşip 2. koksigeal vertebraya yapışarak sonlanır (94, 98, 122, 158, 191, 195).

Vertebra kolonunda 8'i servikal, 12'si torakal, 5'i lomber, 5'i sakral ve 1'i koksigeal olmak üzere 31 çift spinal sinir kökü vardır. Dorsal ve ventral kökler birleşerek spinal siniri oluştururlar. Ventral ve dorsal sinir köklerinin gangliyonları intervertebral foramen içinde yer alırlar (153).

Yedi vertebradan oluşan servikal kısım atlantooksipital eklemlerle kafatasına bağlanır. 2. ve 5. servikal vertebralarda spinöz süreçler iki küçük trabekülle sonlanır. 7. servikal vertebranın spinöz süreci cilt altında palpe edilebilir ve bu özelliği ile topografik olarak önemli bir nokta oluşturur (85, 94, 122, 158, 191). Servikal vertebralarda pedikül yüksekliği ortalama 7mm, pedikül genişliği ise C3'den C7'e kadar hafif artış göstererek 5mm ile 6mm arasındadır. C2 en yüksek ve en geniş pediküle sahip olup sırasıyla 10mm ve 8mm'dir (153).

Torakal bölgede cisim hacimleri aşağıya doğru indikçe artar. Cisimlerin yanlarında kostaların bağlandığı iki adet eklem yüzü vardır. 11. ve 12. vertebrada ise sadece bir tane eklem yüzü bulunur (85, 94, 122, 158, 191). C7, T1 ve T2 arası pedikül genişliği sırasıyla 5.2mm, 6.3mm ve 5.5mm'dir. T4'den T12'e doğru pedikül yüksekliği 10mm ile 14mm arasında; pedikül genişliği ise 4.5mm ile 7.8 mm arasında artış gösterir (153).

Lomber bölgede, yuvarlak yüzölçek torakal vertebralardan farklı olarak fasölyeye benzer yüzölçekleri olan ve giderek kalınlaşan cisimlere sahip 5 adet vertebra vardır. Spinöz proçesler torakal bölgede olduğı gibi aşağı doğru değil arkaya transvers olarak uzanır (85, 94, 122, 158, 191). Pediköl genişliğı L1 ile L5 arası 9 ile 18 mm arası olup aşağı indikçe artmaktadır (153).

Sakral bölgede yetişkin hayatta tek bir kemik haline gelen sakral ve koksigeal 9-10 adet vertebradan oluşan sakrum ve koksiks kemikleri yer alır. Bu bölgede pelvik halka ile birleşim yeri olan sakroiliak eklem her iki tarafta bulunur (85, 94, 122, 158, 191).

2.2 Vertebral Kolon Biyomekaniğı:

Fizik tüm bilimlerin temelidir. Omurga cerrahisi gibi bir disiplinde, fiziğın ilkelerini anlamak, etki ve tepkinin, kuvvet vektörlerinin, hareketlerin neden olduğı deformasyonları anlamaya yardımcı olur.

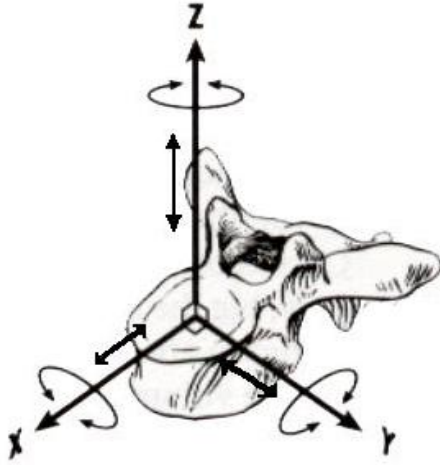
Omurgaya uygulanan kuvvetler daima komponent vektörlerine ayrılabilir. Burada vektör, üç boyutlu bir alanda sabit ve bir yöne doğru olan kuvvettir. Bir kuvvet vektörü, bir moment kolunu etkileyerek eğilme momentine neden olur. Herhangi bir alandaki bir noktaya uygulanan eğilme momenti ise bir eksen çevresinde, rotasyon veya rotasyon eğilimine neden olur. Bu eksene rotasyonun anlık ekseni (RAE) (instantaneous axis of rotation) denir (33, 67, 71, 144, 189).

Kolayca tanımlanabilen bir koordinat sistemi oluşturmak için omurgada kartezyen koordinat sistemi uygulanır. 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 ekseni çevresinde 12 potansiyel hareket meydana gelir (33, 67, 71, 144, 189) (Şekil 2.7).

Kabaca rotasyon anlık ekseni her vertebral segmentin etrafında rotasyon yaptığı eksendir. Tanıma göre ise Rotasyon anlık ekseni her hareket segmentinin bağı olduğı koordinat sisteminin merkezidir. Bir omurga segmenti hareket ettiğinde vertebra

cisiminin içinden ya da yakınından geçip hareket etmeyen eksen bu eksenidir. Vertebra cismi bu eksen etrafında rotasyon yapar (33, 67, 71, 144, 147, 189)

Her zaman olmamakla birlikte genelde bu eksen vertebra cismi sınırları içindedir. Dejeneratif hastalıklar, kırıklar, ligament yaralanmaları, enstrümantasyon veya füzyon gibi durumlar RAE nin yerini değiştirebilir. Bu anlamda RAE bir destek, dayanak noktasıdır. Örneğin omurga fleksiyon yaptığında RAE nin önündeki tüm noktalar birbirine yaklaşırken, arkasında kalan tüm noktalar birbirinden uzaklaşır (33, 67, 71, 125, 144, 147).



Şekil 2.7: Vertebra üzerindeki rotasyonel anlık eksenin (RAE) çevresinde oluşabilecek 12 potansiyel hareketin koordinat sistemi üzerindeki görüntüsü.

RAE dinamik olarak düşünülmelidir. Spinal hareket durumunda, harekete katılan tüm hareketli segmentlerin RAE'si de hareket eder. Herhangi bir yük uygulanan omurgada, RAE'nin vertebra cismi sınırları içerisinde yerleştiği varsayılır. Böylece cismin, cisim içinde bir noktanın etrafında döndüğü kabul edilir (33, 67, 71, 125, 144, 147).

Normal segmental hareket omurga eksenini boyunca seviyeler arasında farklılık gösterir. Bağlantılılık bir eksenindeki hareketin mutlaka bir diğer eksenindeki başka hareketle ilişkili olmasıdır. Bir hareket yokluğu, komşu segmentte daha uzun moment kolu oluşmasına

yol açar. Bu aşırı hareketin tekrarlanması komşu segmentlerde dejeneratif değişikliklere neden olur (33, 63, 144, 158, 189).

İnsan omurgası rijidite ve plastisite olmak üzere iki zıt mekanik ihtiyacı karşılamak zorundadır. Kas ve bağlar, her seviyede bir üst ve alt seviyelerle de bağlantılı olduklarından omurgaya plastisite özelliğini kazandırmışlardır. Servikal bölgede sadece kafa desteklenirken, lomber bölgede tüm vücut desteklendiği için omurga lomber bölgede merkezi çekim noktasına yakındır (64, 145, 150, 151, 158, 169). Omurga frontal planda düz olmasına rağmen, sagittal planda fizyolojik eğrilikler gösterir. Bunlar; sakral kifoz, lomber lordoz, torakal kifoz, servikal lordozdur. Lomber lordoz omurgalıların iki ayak üzerinde durmaya geçişleri ile oluşmuştur. Aynı gelişim, doğumdan itibaren normal gelişim sırasında da görülür. Doğumda lomber bölgede kifoz vardır, 5-13. aylar arasında kifoz kaybolup omurga düzleşir. 3. yastan itibaren lordoz gelişmeye başlar 10. yaşta son halini alır. Servikal torakal ve lomber eğrilikler aksiyel kompresyon güçlerine dayanıklılığı arttırmaktadır (30, 64, 145, 151, 169, 173, 189).

İki vertebra arasına sıkışmış olan nükleus kabaca bir küreye benzer, eklemden üç çeşit hareket sağlar. Bunlar bükülme, dönme ve kaymadır (30, 33, 63, 66, 94, 98, 147, 158, 195). Omurganın fleksiyon, ekstansiyon, lateral fleksiyon ve rotasyon kapasitesinin anatomik dağılımı tablo 2.1’de belirtilmiştir (33, 138, 147, 150, 158, 169, 189).

Tablo 2.1: Omurga bölümlerinin hareket miktarları

	Servikal	Torakal	Lumbal	Toplam
Fleksiyon	40 ⁰	40 ⁰	60 ⁰	140 ⁰
Ekstansiyon	50 ⁰	25 ⁰	35 ⁰	110 ⁰
Lateral Fleksiyon	35 - 45 ⁰	20 ⁰	35 ⁰	90 - 100 ⁰
Rotasyon	45 - 50 ⁰	35 ⁰	20 ⁰	90 ⁰

Lomber omurga 5 adet vertebradan meydana gelmiştir, bu vertebra lar diğer bölümlere göre en büyükleridir. Son iki lomber vertebra ilio-lomber bağlarla iliak kemiklere

bağlıdır. Bu bağlar son iki vertebrada fleksiyon ve ekstansiyonu sınırlı, lateral fleksiyon ve rotasyonu belirgin kısıtlarlar. Lomber dorsal kaslar dört kattır, en önemli görevleri bölgeye ekstansiyon sağlamaktır. Sakrumdan dayanak alarak, lomber ve torakal bölgede görevlerini yaparlar. Kas tonusları ile lordoza katkıda bulunurlar (64, 94, 98, 138, 145, 147, 151, 158, 169, 189).

Karın duvarının önündeki rektus abdominis ve psoas kasları, arkadaki erektör spinaların antagonisti olarak çalışırlar. Bu sistem bir kaldırıca benzetildiğinde, omurga destek, fleksör ve ekstansör kaslarda kuvvet olacaktır. Kasların omurgaya uzaklıkları ile kuvvetin büyüklüğü ters orantılıdır. Yan karın kasları omurgaya rotasyon yaptırırlar (64, 138, 151, 189).

Lomber omurgaya uygulanan kuvvetin %80'inden fazlası vertebra cismi ve disk üzerinden iletilmektedir. Yükün %20'si faset eklemler ve arka spinal elemanlarca iletilir. Omurgaya uygulanan yükün %90'ı intervertebral eklem yüzüne, %10'u faset eklem yüzüne yansımaktadır. Ancak omurganın pozisyonuna göre faset eklemler bu yükün %3-35'ini taşıyabilir (30, 64, 98, 151, 169, 189, 198).

Bilindiği gibi vertebra cisimleri üzerine gelen kuvvet başlıca 2 etkiye sahiptir. Vertikal doğrultuda olan kompresif kuvvet, öne doğru oblik doğrultuda olan makaslama kuvvetleridir. İdeal duruşta makaslama kuvveti lomber vertebralar üzerinde aşağı doğru gittikçe artmaktadır. Lomber lordozun arttığı durumlarda kompresif etki azalmakta, makaslama kuvveti artmaktadır. Faset eklemleri makaslama kuvvetine karşı koyan anatomik yapıların başında gelir. Lomber lordozun arttığı durumlarda çok daha fazla makaslama kuvvetine maruz kalmakta ve eklem yüzleri daha fazla yük altında kalmaktadır (138, 145, 150, 151, 169, 189).

2.3 Epidemiyoloji:

İdiopatik skolyozun prevalansının değerlendirilmesinde literatürde iki tip çalışma mevcuttur. Geçmiş prevalans çalışmalarında PA akciğer filmleri (tbc taraması için) kullanılmıştır. 1955 yılında Delaware'de Shands ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada 14 yaş popülasyonun PA akciğer filmlerinin değerlendirilmesi sonucunda prevalans, 10 derece ve üzerinde %1.9, 20 derece ve üzerinde %0.5 olarak bulunmuştur (166). Bir diğer yöntem de okul taramalarıdır. Edinburgh'da Wynne-Davies'in yaptığı çalışmada sekiz yaşın altında 1.3/1000, sekiz yaşın üstünde 1.8/1000 olarak tespit edilmiştir (196). Kuzey Amerika'da prevalans %2-3 arasında değişmektedir. Ancak bu prevalans eğrilik arttıkça azalmaktadır. Yirmi derecenin üzerindeki eğriliklerde prevalans %0.2-0.3 tür (114, 160).

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 (196). 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 (160).

2.4 Etiyopatogenezi:

Uzun yıllardan beri araştırılmasına rağmen kesin bir neden bulunamamıştır. Ancak etiyopatogenezi başlıca üzerinde durulan teoriler şunlardır: (103, 177)

- i. Nörolojik köken
- ii. Disk içeriğinde anormallik
- iii. Endokrin bozukluk
- iv. Musküler imbalans
- v. Vertebral kemik gelişim bozukluğu
- vi. Ligamentöz yapılardaki kollajen hatası
- vii. Genetik teori

2.4.1 Nörolojik Köken

İdiopatik skolyozun erken nörolojik çalışmalarında, EEG patolojisine rastlanmamakla beraber 1979'da Sahstrand ve arkadaşları adölesan idiyatik skolyozlu 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 (103,177).

Bamberg ve arkadaşları 41 adölesan idiyatik skolyozlu hastada yaptıkları ENG çalışmalarında vestibular son-organ disfonksiyonunun anomaliye yol açtığını ileri sürmüşler. Yamata 1984'te 150 idiyatik skolyozlu hastanın denge çalışmalarında %79 oranında belirgin bozulma saptamıştır (13,137).

Wyatt ve arkadaşları 1984'te SRS (Scoliosis Research Society) kongresinde medulla spinalisin arka kolonunu değerlendirdiklerinde skolyotik hastalarda vibrasyon kabiliyetinde belirgin bir asimetri saptadıklarını rapor etmişlerdir. Bu bulgulara dayanarak, skolyotik hastaların posterior kolon alt yollarında merkezi bir anormallik varlığını ileri sürmüşlerdir (13,137).

2.4.2 Disk İçeriğinde Anormallik

Adölesan skolyozlu hastaların nükleus pulposus kollajen içeriğinde artış olduğunu ve bu artış ile eğriliğin derecesi arasında bir ilişki olduğu bilinmektedir. Zaleske intervertebral diskte hekzosamin içeriğini araştırmış ve kontrollere kıyasla idiyatik skolyozlu hastalarda %23 oranında azalma olduğunu bulmuştur. Zaleske, buna dayanarak disk içeriğindeki değişikliklerin idiyatik skolyozda primer nedensel bir faktör olabileceğini ileri sürmüştür (137,199).

2.4.3 Endokrin Bozukluk

İdiopatik skolyozlu hastaların yaşlılarına göre daha uzun boylu olmaları endokrin etyolojik bir faktörü düşündürmüştür (36, 103, 137, 171, 177).

Vonderpool, James ve Wynne-Davies 50 yaş üstü hastalarda osteoporoza bağlı gelişen skolyoz vakalarını rapor ettiklerinde, osteoporoza yol açan bir endokrin bozukluğun idiyopatik skolyoza neden olabileceği düşüncesini de ileri sürmüşlerdir (15, 137, 197).

2.4.4 Musküler İmbalans

İdiopatik skolyozun etyolojisinde en fazla üzerinde durulan olası sebepsel teori budur. Kas lifi, fibrillerin morfolojisi, histokimyası, elektromyografik aktiviteleri gibi çeşitli alanlarda yapılan çalışmalarda, myotendon birleşim yerinde bir anomali, kalsiyum, bakır ve çinko konsantrasyonlarında, platelet agregasyonunda bozukluklar olduğu ortaya çıkarılmıştır. İskelet kasındaki bu bozuklukların paravertebral bir kas dengesizliğine yol açarak progresif idiyopatik skolyoza yol açtığı ileri sürülmüştür. Bu sonuçlara rağmen idiyopatik skolyozda iskelet kasının kesin bir defektine bağlı etyogenez gösterilememiştir (90, 119, 137, 162, 200).

2.4.5 Vertebral Kemik Gelişim Bozukluğu

Vertebra cisminin asimetric büyümesine bağlı skolyoz oluşumu görüşüne dayanır. Enneking ve Harrington birkaç yüz spesimende artiküler proçeslerde bozulmuş kondrogenesis, osteogenezisin prematür durması, subkondral maturasyonda artma, artiküler yüzde dejeneratif değişiklikler saptamışlardır. Üstelik bu değişikliklerin deformitenin ciddiyeti ile ilişkili olmadığını ve konveks tarafta, konkav tarafa kıyasla daha fazla olduğunu bulmuşlardır. Bu gözlemlere dayanarak, DeSalis skolyotik

tavşanlarda interkostal ve vertebral arterlerde mikrooklüzyonların varlığının skolyotik deformiteye yol açtığı görüşü ile idiyatik skolyozun vasküler bir patoloji ve mezenkimal bir bozukluk sonucu asimetrik olarak vertebral cisim veya kostal yapılardaki büyüme plaklarında bir iskemik nekroz veya büyümede bir duraklama geliştirdiğini, bunun da vertebral rotasyon ve koronal deformiteye yol açtığını ileri sürmüştür (36, 137).

2.4.6 Ligamentöz Yapılardaki Kollajen Hatası

Birkaç araştırmada skolyozun altta yatan sebebinin kollajendeki bozukluk olduğu bildirilmiştir. Ancak Bradford ve arkadaşları ve Venn ve arkadaşları ise spinal ligamentlerde kollajen metabolizmasının tamamen normal olduğunu göstererek ligamentöz instabilite sonucu skolyoz oluşumu teorisinin aleyhinde deliller elde etmişlerdir (15, 27, 32, 36).

2.4.7 Genetik Teori

Diğer büyük çalışmalar idiyatik skolyozun genetik etyolojisi üzerinedir. 1968'de Wynne-Davies, Edinburg Skolyoz Kliniğinden 180 vakayı rapor emiştir. Bulgularına göre dominant ve multiple gen geçişinin idiyatik skolyoz etiolojisinde etkili olduğunu ileri sürmüştür. 1973'de Rizeborough ve Wynne-Davies, Boston ve Edinburg'ta birlikte yürüttükleri çalışmada 207 aileyi taramışlar ve 1., 2., ve 3. derece akrabalıklardaki prevalans açısından birbirlerinin sonuçlarında belirgin bir ilişki bulamamışlardır (15, 61, 156, 196, 197).

Cowell ve arkadaşları 590 ebeveyn ve 110 skolyotik ikizlerin değerlendirilmesi sonucu dominant bir geçiş ileri sürmüş, sporadik yakalanma oranının %20 olduğunu saptamışlardır. Ancak DeGeorge ve Fisher mono ve dizigot ikizlerde yaptıkları çalışmada idiyatik skolyozlu hastalarda genetik bir temel bulamamışlardır (47, 48).

Özet olarak üzerinde birçok çalışma yapılmış olmasına rağmen idiopatik skolyozun etyolojisinde kesin bir faktör halen saptanamamıştır.

2.5 Spinal Kolon ve Kas İskelet Sistemindeki Değişiklikler:

Eğrilik içindeki pozisyonuna göre vertebralarda deformasyon, rotasyon ve spinal akstan sapma mevcuttur (171).

Apikal vertebra en deforme ve en fazla rotasyonu olan vertebradır. Konkavitedeki faset eklemler kısa zamanda daha kalın ve yoğun hale gelirler. Rotasyon sonucu faset eklemler daha derin bir pozisyona geçerken konveksitedekiler daha ince ve yüzeysel olurlar. Vertebra cisimleri eğriliğin gerçek apeksini oluştururlar. Şekilleri kamalaşarak eğrilikle uyum kazanır. 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. Bu olay Perdriolle tarafından gösterilmiştir. Bu tür vakalar klinikte kendisini kifozis olarak gösterir. Aslında skolyozun başlangıcı lordoz mu, yoksa lordoz skolyozun bir parçası mıdır konusu tartışmalıdır (171).

Hacmi değişmeyen nükleus pulpozus konveksiteye doğru kayar. Bu olay eğriliğin yapısal hale geçmesinin ilk sebeplerinden biridir ve artık geriye dönüş yoktur. Eğrilik bu aşamada düzeltilse bile nükleus pulpozusun bu yapısı düzelmeyecek, buna karşın eğrilikteki kompanzasyon vertebra şekillerinin değişmesiyle saklanacaktır (171).

90°'lik torasik skolyozda konveksitede 4-8 cm'lik bir rib hump deformitesi mevcuttur. Vertebralardaki rotasyon kostotransvers eklemler yoluyla kotları da beraberinde döndürmektedir. Erişkinde yapılan bir ameliyat sırasında konkavitedeki kotlar arasındaki kemik köprülerin rezeksiyonu ile eğriliğin mobilitesi sağlanabilir. Bu kotların boyunları kesildiğinde göğüs kafesi serbestleşir, torasik kapasite artar ve anestezi altında respiratuar direnç azalır (171).

Kotların vertebralara insersiyolarındaki rotasyon ve eğim, pozisyonlardaki deformiteye neden olur. Buna karşın sternumun ise fazla deplase olmadığı görülür. Konveks tarafta üst kotları yukarı ve geriye deplasedir. 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. Konkav tarafta ise transvers proçesler kotları birbirine yakın bir şekilde tutarlar. Arka kısımda kotlar horizontaldir ve vertebradaki rotasyona bağlı olarak insersiyoları çok derinde yer alır. Orta aksiller çizginin önünde kotlar sternuma doğru yükselirler. Buradaki kostokondral eklemler daha çıkıntılıdır. Bu değişiklikler vertebral rotasyona eşlik eder. Mehta bunu infantil tip skolyozun prognozunu belirlemek için kullanmıştır. Burada konkavite ve konveksitedeki kostovertebral açılar arasındaki fark hesaplanır. Konveksitedeki rib hump açısal olmaya eğilimlidir. Rib hump bölgesindeki kotlar rezeke edildiğinde, kostotransvers eklemlerin hemen ötesinde yeni bir açılanma ortaya çıkar. Bazı vakalarda rotasyon 90°'ye ulaşır. Böyle durumlarda rib humpin eksizyonu çok az şey kazandırır. Çünkü hemen altta vertebral cisim mevcuttur. Konkavitedeki horizontal kotlar bir arada dururlar. Bazen bu kotlar birbirlerinin önüne geçer, öyle ki birini rezeke edince aynı seviyede önümüze hemen arkasındaki çıkar. Rotasyon nedeniyle bu kotların origoları derindedir. Genelde apeksin hemen üzerindeki kotlar en çıkıntılı olanlardır (171).

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.

Pelvisin bu torsiyonu pelvik dengeyi klinik olarak değerlendirmeye çalışırken karşılaşılan zorluğu açıklar. Bu hastalara arkadan bakıldığında sağ illiak krista yüksekte iken önden bakıldığında sağ spina illiaka anterior superior daha alçak görülür. Bu dengesizlik nadiren 1cm'den fazladır. En iyi değerlendirme hasta ayakta dururken çekilecek bir ön-arka grafi üzerinde sakroilliak eklemlerin alt uçlarını birleştiren bir çizgi çizmektir. Bu, varyasyona en az maruz kalan referans çizgisidir. Yani pelvis en az değişken yer olduğu için vücut imbalansını değerlendirecek en iyi bölgedir. Şiddetli tipler haricinde vücut, baş-boyun-omuz kemerinin pelvis üzerindeki dengesini sağlamak üzere kendini ayarlar ve böylece eğri bir spinal kolon ortaya çıkar (171).

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

Konveksitedeki kaslar, vücut eğriliğinin üst kısmının konkavite tarafına tamamen kollabe olmasını önlerler. Bu olay elektromiyografik olarak Carl Zettenberg tarafından gösterilmiştir. Daha sonra yapılan kapsamlı bir çalışmada Maurog, Fine ve Locqueneux değişken sonuçlar elde etmişlerdir. 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 (171, 200).

Sadece şiddetli kifoskolyoz vakalarında diyafram kubbe şeklini kaybeder; öne ve aşağıya uzanan bir septum halini alır. Böylece torasik pompanın piston hareketini imkansız hale getirir (171).

2.6 Kardiyovasküler ve Solunum Sistemindeki Değişiklikler:

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; fakat vertebra büyümesinin durması ile bunların

insersiyoları birbirlerine yaklaşır. Kaslar kısalmaya adapte olur ve yüksekliklerini bir miktar kaybederek paralitık gibi görünürler. Bu durum klinik ve elektromiyografik çalışmalarla ispat edilememiştir (171).

Kalp ve büyük damarlar vertebralardan bağımsızdırlar. Mediastinumun arkasında disloke gibi gözüken apikal vertebradır. Böylece kalp vücut aksına göre biraz daha deplase gibi görülür. Fakat EKG’de de görülebileceği gibi kalbin aksı değişmiştir. Majör skolyoz daha çok respiratuar problemlere yol açtığı için sağ kalp yüklenmiştir; erişkin dönemde distansiyon ve hipertrofi bunun sonucudur. Aort, segmenter arterleri nedeniyle eğriliği daha yakın takip eder. Bu sebeple rotasyonun fazla olduğu durumlarda konveksitedeki segmenter arterler daha uzun bir yol takip ederler ve kemik ile temasları daha uzundur. Konkavitede ise arterler doğrudan intervertebral foraminalara girerler. Kifoskolyoz hastalarında aort uzundur ve bütün eğriliği takip eder; bu da özellikle anterior girişimlerde problem yaratır (171).

Azigos veni interkostal venlere bağlı olduğu için kolaylıkla rotasyon sahasına girer. Bununla beraber eğer çok aşırı bir rotasyon mevcut ise azigos veni sağa doğru olan bir eğriliğin konkavitesine düşer, böylece apikal vertebranın solundan geçer. Duktus torasikus omurgayı çok daha yakından takip eder. Takip ettiği yol çok değişken ve duvarları çok frajildir. Özellikle soldan yapılan anterior girişimlerde kolaylıkla zedelenebilir (171).

Sempatik ve splenik sinirler vertebra cisimleri ve disklerle sıkı komşuluk içindedirler. Bunlar, anterior longitudinal ligamentle beraber, anterior girişimde vertebral rotasyonu anlamakta değerli nirengi noktalarıdır (171).

Özefagus, birçok şekilde etkilenmiş olabilir. Orta derecede skolyozlarda bile özafagusta 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. Böylece omurganın elongasyonu ile sağlanan tedavi süresinde bazen şiddetli olabilen hipokromik anemi görülebilmektedir. Malformasyon subdiyafragmatik bölgede gastrik poş yaratır, bu da konjesyon, ülserasyon ve kanamaya sebep olur (171).

Akciğerler deforme değildir. Torasik konveksitenin apeksindeki alveollerde amfizeme eğilim vardır. Öte yandan ventilasyonun kötü olduğu bölgedeki alveoller kollabedir. Lyne Red, skolyoz erken yaşlarda başlarsa alveol sayısında azalma olduğunu göstermiştir. Bu defekt, yaşam boyu kalacaktır. Sonucunda ise alveollerde kompanzatuvar amfizematöz dilatasyon oluşacaktır (171).

Şiddetli kifoskolyozda trakea ve bronşlar bir tarafa kaymıştır. Bu hastalarda özellikle entübasyon zor olabilir. Bu deviasyonla beraber kötü ventilasyon yapılırsa atelektaziye karşı bir predispozisyon ortaya çıkar (171).

2.7 Abdominal Bölgedeki Değişiklikler:

Peritoneal kavitenin şekli değişmiş, abdominal organların düzeni bozulmuştur. Gastrik pitozis eğilimi fazladır. Hasta ayakta iken gastrik fundus pelvistedir. Supin pozisyonda ise barsakların ağırlığı ile superior mezenterik arter duodenumun 3. kısmına baskı yaparak stenoz eğilimini arttırır (171).

Üriner sistem daha az etkilenir. Şiddetli lomber skolyoz vakalarında böbrek yer değiştirebilir. Kontrast radyografide pozisyonu sagittal görülür. Böbreğin hiper mobilitesi seyrek değildir. Oturur pozisyonda böbrekler illiak fossada görülebilir (17, 171).

Abdominal aort da 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 (17, 171).

2.8 Skolyozda Tanı:

2.8.1 Hikaye:

Skolyozlu hastada muayene, hastanın ve ailesinin ayrıntılı hikayesinin alınmasıyla başlar. Deformite, ağrı, nörolojik semptomlar, kardiyopulmoner problemler ve fonksiyonel komplikasyonların varlığı soruşturulur. Hastanın yaşı ve cinsiyeti kaydedildikten sonra deformitenin fark edildiği yaş ve ve nasıl fark edildiği sorulur. Ateşli bir hastalık sonucu felç, vücutta lokal aşırı kıllanma, herhangi bir yerinde cilt altında ele gelen kitle, lokal renk değişikliği olup olmadığı sorularak; poliomiyelit, meningomiyelosel ve nörofibromatozis gibi hastalıklar ekarte edilmeye çalışılır (103, 177).

Sırtta eğrilik, omuzlar arasında bir yükseklik farkı olup olmadığı ve eğriliğin artış hızı araştırılır. Daha önce tedavi görüp görmediği, gördüyse ne tür bir tedavi gördüğü sorulur. Ateşli bir hastalık sonucu felç, vücutta lokal aşırı kıllanma, herhangi bir yerinde cilt altında ele gelen kitle, lokal renk değişikliği olup olmadığı sorularak poliomiyelit, meningomiyelosel ve nörofibromatozis gibi hastalıklar ekarte edilmeye çalışılır (103, 113, 177).

Günlük aktivitelerinde yapıp yapamadığı, ağrı olup olmadığı sorgulanır. Ağrının özellikle kemik ve kord tümörlerinde ortaya çıkabileceği unutulmamalıdır. Daha önce karın veya göğüs ameliyatı geçirip geçirmediği sorulur; çünkü torakotomi sonrası ve süt çocuğunda Wilms tümörü eksizyonu sonrası skolyoz gelişebildiği bilinmektedir (103, 177).

Hastanın genel durumu, solunum sıkıntısı olup olmadığı öğrenilir. Ailede başka benzer deformite varlığı sorgulanır. Maturitenin saptanması için ilk adet tarihi, pubik ve aksiller kıllanma olup almadığı sorulur.

2.8.2 Fizik Muayene:

Skolyozlu bir hastanın muayenesi hasta tamamen çıplak iken yapılmalıdır. İnspeksiyonda hastanın genel durumu, postürü incelenir. Cild üzerinde görülen 5'ten fazla "cafe au lait" lekeleri nörofibromatozisi akla getirmelidir. Sırtta lokalize aşırı kıllanma, gamze görünümü meningomiyelosel lehinedir. Kolların aşırı uzun, ekstremitelerinin oranının bozuk veya cücelik olduğunda konnektif doku hastalıkları düşünülmelidir. Yüzde asimetri, tortikollise bağlı skolyozu işaret eder. Hastanın cilt altında palpasyonla bir kitlesinin olup olmadığı muayene edilmelidir (103, 177).

Daha sonra eğriliğin yeri ve tipi araştırılır. Sagittal plandaki postürün lordoz, kifoz, kifolordoz gibi tiplerden hangisine uyduğu belirlenir. Omuzlarda ve göğüs uçlarındaki asimetri inspeksiyonla saptanır ve uygun tasarlanmış cetvellerle de ölçülebilir. Kristalar arası mesafe farkına bakılır. Tek majör eğrilikli torakolomber bir deformitede konkav taraftaki krista konveks tarafa nazaran daha yukarıda, konkav tarafta karın yanı çökük, konveks tarafta bombe şeklinde izlenir (103, 177).

Bir şarkül yardımıyla ağırlık çizgisinin nereden geçtiğine bakılır. Şakülün ipi saç çizgisine konulup ucu sarkıtılır; intergluteal çizgiden geçiyorsa dengeli bir skolyozdan bahsedilir (65-68). Geçmiyorsa sapma miktarı not edilir. Hastanın pubik ve aksiller kıllanması, penis ve meme gelişimi evresi kaydedilir. Bunlar Tanner'in evreleme sistemine göre belirlenebilir. Maturiteye yakınlığı araştırılır (103, 113, 177, 178).

Hasta öne eğilirken skapula ve kostalardaki yükselme, yani skapular hump ve rib hump yükseklikleri, yere paralel konan cetvel yardımı ile omurganın en derin yeri arasındaki mesafeler ölçülerek saptanır (10, 103, 113, 177, 178).

Hastayı eğriliğin konveks ve konkav tarafına doğru eğerek eğriliğin fleksibilitesi değerlendirilir. Hasta başından tutulup yukarı doğru çekilince eğrilik düzeliyor fakat bırakınca hemen tekrar oluşuyorsa ve C-tipi bir skolyoz varsa buna akordeon belirtisi denir. Bu durum nöromusküler skolyozda görülür (103, 110, 113, 177).

Son olarak diğ er sistemler ve kas iskelet sisteminin diğ er bölgeleri değerlendirilip, ayrıntılı bir nörolojik muayene yapılarak nörolojik defisit olup olmadığı araştırılır (103, 113, 177).

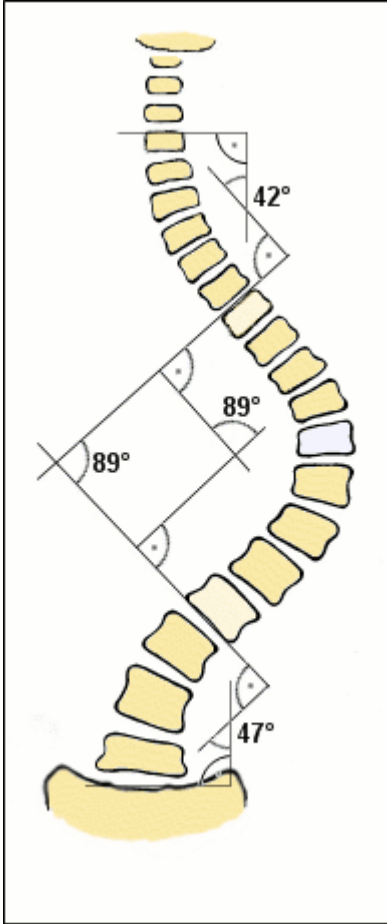
Diğ er sistem muayenelerinde konjenital kalp hastalıklarına ait siyanoz, kardiyak odaklarda üfürüm,  dem, dispne saptanabilir. Konjenital kalp hastalığı olanlarda idiopatik skolyoz görülme oranı %8,5'dir. Bu da normal populusyona göre 10 kat fazladır .

Kas iskelet sistemi muayenesinde, alt ekstremit  uzunluk farkları, konjenital veya nöromusküler hastalıklara bağlı deformiteler (PEV, DK , vertikal talus vb.), atrofi, motor kuvvet kayıpları saptanabilir (103, 113, 177).

2.8.3 Radyolojik Değerlendirme:

Hasta ayakta iken standart  n-arka ve yan tüm vertebra grafileri ile öne, arkaya ve yanlara eğilme grafileri çekilebilir (21, 42, 60, 96, 103, 113, 129, 177).  n-arka grafide öncelikle vertebrada veya kotlarda formasyon veya segmentasyon kusuru ile spinal kanalda açıklık (spina bifida) olup olmadığına bakılır (103, 171, 177). Eğriliğin y n  (sağ-sol), tek majör veya çift majör eğrilik olup olmadığı kaydedilir. Eğriliğin  st ve alt son vertebraları ve apikal vertebra tespit edilir. Alt ve üst vertebraları saptamak için kabaca rotasyonun olmadığı, eğriliğin döndüğü vertebra komşu vertebralar bulunur. Ya da pelvik tilt yoksa veya tilt açısı kadar düzeltme yaparak sakrum tip noktaları birleştirilip orta noktasından bir dik çizilir. Kestiği vertebralar alt ve üst son vertebralar olarak işaretlenir (King metodu). Bu şekilde eğriliğin torakal, torakolomber veya lomber bir eğrilik olup olmadığı belirlenir. Eğer  ift 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 (21, 42, 60, 96, 103, 113, 129, 177).

Eğriliğin açısı Ferguson veya Cobb metodu ile ölçülür. Son yıllarda yaygın olarak kullanılan Cobb metodunda alt ve üst son vertebra­ların alt ve üst end-plate'lerinden çizilen paralel doğrulara çıkılan dikler arası açı ölçülür (Şekil 2.8). Eğer çift majör eğrilik varsa her iki eğriliğin Cobb açıları ölçülür. Yan grafide T3-T12 ve L1-L5 arası Cobb açıları ölçülerek torakal ve lomber bölgelerdeki eğriliklerin lordoz ve kifoz komponentlerinin olup olmadığı değerlendirilir (21, 42, 60, 96, 103, 113, 129, 177).



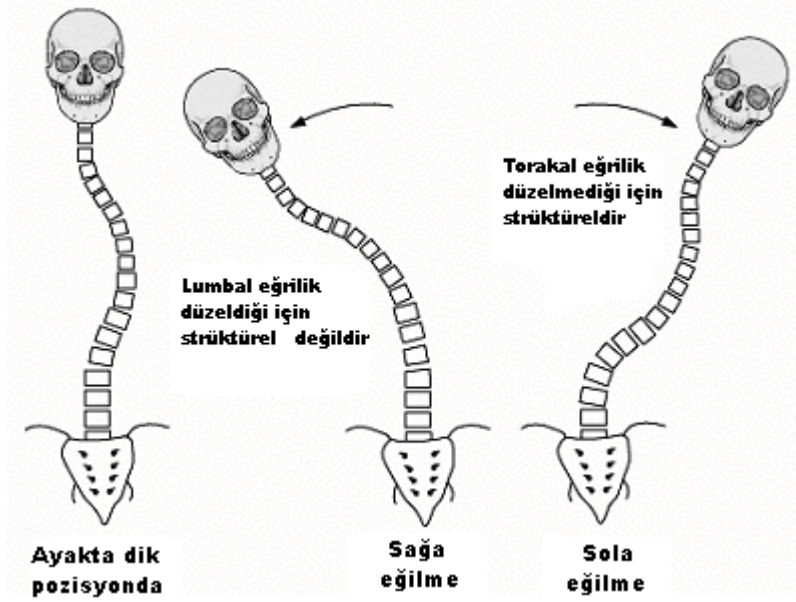
Şekil 2.8: Skolyozda Cobb metodu kullanılarak eğrilik açılarının ölçümü.

Rotasyon miktarı, Cobb metodu ile pedikül gölgelerine bakılarak değerlendirilebilir. Pediküller simetrik ise (0), hafif kayma varsa (+1), bir pedikül çok az görünüyorsa ve diğer pedikül cisim kalınlığının 1/4'ü kadar kaymışsa (+2), pedikül gölgesi orta hatta gelmişse (+3), orta hattı geçmişse (+4) rotasyon var denilir (Şekil 2.9). Rotasyon, ön-arka grafide Perdriolle cetveli ile de ölçülebilir (21, 42, 60, 96, 103, 113, 115, 129, 177). Nash ve Moe'nun tarifledikleri yöntemde ise vertebra cismi 4 eşit bölgeye ayrılarak pedikül gölgesinin izdüşümü olan alana göre evre I'den IV'e kadar derecelendirilir (140).



Şekil 2.9: Cobb metoduna göre vertebrada rotasyonun derecelendirilmesi.

Hasta sağa ve sola maksimum eğilirken çekilen ön-arka eğilme grafileri ile fleksibilite değerlendirilmesi yapılır. Sağa ve sola olan eğilme grafilerinde Cobb açısındaki artma veya azalma, kendisinin yarısından fazla ise bu tip bir eğrilik fleksible olarak değerlendirilir (70). Eğilme sırasında düzelmeyen eğrilik strüktürel olarak kabul edilir (Şekil 2.10).



Şekil 2.10: Skolyozlu hastalarda yana eğilme ile eğriliğin strüktürel olup olmadığı anlaşılabilir.

Rotasyonun ve progresyonun değerlendirilmesinde kullanılan diğer bir açı Mehta açısıdır. Bu açı, apikal vertebradaki vertebra cismi ile kostaya paralel çizilen doğrular arasındaki açıdır. Her iki taraftaki açı farkı (rib vertebral angle difference) 20°'den fazla ise eğrilik progresif kabul edilir (103, 113, 131, 177).

Radyolojik incelemede hastanın el bilek grafisi çekilerek Greulich-Pyle atlasına bakılarak kemik yaşı saptanır. İdiopatik skolyozlu hastalarda kemik yaşı kronolojik yaşlarına kıyasla genellikle 1-2 yaş geridir (103, 113, 177). Maturite değerlendirilirken bakılan diğer bölge iliak apofizlerdir. Risser tarafından tanımlanan bu bulguda apofiz gelişimi hiç yoksa (0), ilerleme bir kristanın 1/4'ü kadar ve kristadan ayrıksa (1), 1/2'si kadar ve ayrıksa (2), 3/4'ü kadar ve ayrıksa (3), tamamını kaplıyor ve ayrıksa (4), apofiz kapanmışsa (5) olarak değerlendirilir. Risser değeri arttıkça hastanın maturitesinin arttığı; (0)'a yaklaştıkça eğriliğin progresyon potansiyelinin fazla olduğu kabul edilir (103, 113, 157, 177).

Bilgisayarlı tomografi rutin olarak yapılması gereken bir tetkik değildir. Rotasyon ölçümünde kullanılmakta olan bir tetkik olmasına rağmen klinik önemi henüz ortaya konamamıştır (2). Ancak bunun yanında son dönemlerde kullanıma giren 3 boyutlu tomografi sayesinde eğriliğin uzaydaki durumu daha anlaşılır bir şekilde ortaya konabilmektedir. Bilgisayarlı tomografi ile vertebralar ayrıntılı bir şekilde incelenebilir. Vertebralarda veya kotlarda kemiksel bir anomali, kanalda darlık veya deformite, enflamasyon, intravertebral veya ekstravertebral bir tümör olup olmadığı net bir şekilde görülür (103, 113, 177).

Spinal kolon ve spinal kord değerlendirilmesinde Manyetik rezonans görüntüleme (MRG) daha üstündür. Skolyozlu hastalarda MRG tetkinin endikasyonları şunlardır:

- Nörolojik defisit
- Sol torasik eğrilik
- Erkek hasta
- Adölesan öncesi başlamış eğrilik
- Hızlı progresyonun görülmesi
- Alt ekstremitte deformitesi
- Direkt filmde vertebralarda formasyon veya segmentasyon kusuru saptanmasıdır (165).

2.9 Skolyoz ve Sınıflaması:

Spinal kolonun lateral deviasyonu ilk defa Hipokrat tarafından tanımlanmıştır. Skolyoz terimi ise ilk olarak Galen tarafından ortaya atılmıştır (65). Skolyoz omurganın üç boyutlu deformitesidir. Skolyozlu hastada omurganın koronal planda laterale doğru eğildiği; sagittal planda fizyolojik eğriliklerde (kifoz ve lordoz) artma veya azalma olduğu; transvers planda ise kendi eksenini etrafında rotasyona uğradığı görülür (141).

En geniş skolyoz sınıflaması 1973 yılında Amerikan Skolyoz Araştırma Cemiyeti (Scoliosis Research Society-SRS) tarafından yapılmış olup bu sınıflama günümüzde hala geçerliliğini korumaktadır (69, 128, 179).

1. Yapısal (strüktürel) skolyoz
 - I. İdiopatik skolyoz
 - A) İnfantil (0-3 yaş)
 1. Kendiliğinden gerileyen
 2. Progresif
 - B) Juvenil (3-10 yaş)
 - C) Adölasan (>10 yaş)
 - II. Nöromusküler skolyoz
 - A) Nöropatik
 1. Üst motor nöron
 - a. Serebral palsy
 - b. Spinoserebellar dejenerasyon
 - Freidreich hastalığı
 - Charcot Marie Tooth hastalığı
 - Roussy Levy hastalığı
 - c. Siringomiyeli
 - d. Spinal kord tümörü
 - e. Spinal kord travması
 - f. Diğer
 2. Alt motor nöron
 - a. Poliomyelit
 - b. Diğer viral miyelitler
 - c. Travmatik

- d. Spinal musküler atrofi
 - Werdnig Hoffman hastalığı
 - Kugelberg Welander hastalığı
- e. Miyelomeningosel (paralitik)
- 3. Disotonomi (Riley Day sendromu)
- 4. Diğer
- B) Miyopatik
 - 1. Artrogripozis
 - 2. Musküler Distrofi
 - a. Duchenne (Psödohipertrofik)
 - b. Limb-girdle
 - c. Facioscapulohumeral
 - 3. Fiber tip disproportion
 - 4. Konjenital hipotoni
 - 5. Miyotonia distrofika
 - 6. Diğer
- III. Konjenital skolyoz
 - A) Formasyon yetersizliği
 - 1. Kama (wedge) vertebra
 - 2. Hemivertebra
 - B) Segmentasyon Yetersizliği
 - 1. Tek taraflı (unsegmented bar)
 - 2. Çift taraflı (sinostoz-blok vertebra)

C) Karışık tip (segmentasyon + formasyon yetersizliği)

IV. Nörofibromatozis

V. Mezenşimal hastalıklar

A) Marfan sendromu

B) Ehler Danlos sendromu

C) Diğer

VI. Romatoid hastalıklar

VII. Travmatik

A) Kırık

B) Cerrahi

1. Laminektomi sonrası

2. Torakoplasti sonrası

C) Radyasyon

VIII. Ekstraspinal kontraktürler

A) Ampiyem sonrası

B) Yanık sonrası

IX. Osteokondrodistrofi

A) Diastrofik cücelik

B) Mukopolisakkaridozis (örnek: Morquio sendromu)

C) Spondiloepifiziel displazi

D) Multipl epifiziel displazi

E) Diğer

X. Kemik enfeksiyonu (akut veya kronik)

XI. Metabolik hastalıklar

- A) Raşitizm
- B) Osteogenezis imperfekta
- C) Homosistinüri
- D) Diğer

XII. Lumbosakral eklemlerle ilgili patolojiler

- A) Spondilolizis ve spondilolistezis
- B) Lumbosakral bölgedeki konjenital anomaliler

XIII. Tümörler

A) Vertebra kolon tümörleri

- 1. Osteoid osteoma
- 2. Histiositozis-X
- 3. Diğer

B) Spinal kord tümörleri

2. Yapısal olmayan (non-strüktürel) skolyoz

I. Postural skolyoz

II. Histerik skolyoz

III. Sinir kökleri irritasyonu

A) Disk hernisi

B) Tümörler

IV. İnflamatuvar (örnek: apandisit)

V. Alt ekstremité eşitsizliğine bağlı

VI. Kalça eklemi etrafındaki kontraktürlere bağlı

1983 yılında King ve arkadaşları torasik eğriliklerde füzyon sahası seçimi amaçlı olarak beş idiopatik eğrilik paterni tanımlamışlardır (96).

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 eğriliğın içine doğru eğilmiştir.

Tip V: Çift yapısal torasik eğrilik mevcuttur.

Winter ve Lonstein yedi majör eğrilik paterni tanımlamışlardır (191):

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 (8).

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 (97).

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 getirdiğı 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 (155).

Adolesan idiopatik skolyoz için Lenke ve arkadaşları tarafından yeni bir sınıflama sistemi geliştirilmiştir (105). Bu sistemin geliştirilme amaçları şunlardır:

1. Sadece torasik değil adolesan idiopatik skolyozun tüm eğrilikleri için geçerli olan bir sınıflama olması,
2. Sadece koronal plan yanında sagittal planında değerlendirmeye alınması,
3. Sınıflamanın tedaviye yönelik olması,
4. Eğrilik tiplerini ayırmak için spesifik ve objektif kriterlere sahip olması,
5. Gözlemciler arası ve aynı gözlemci için çok iyi güvenlik aralığı olması,
6. Mantıksal, kolay anlaşılan ve yardımcı bir sistem olması.

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

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

Buna bağlı olarak eğrilikler rejyonel spinal kolona göre;

- Proksimal torasik
- Ana torasik
- Torakolomber–lomber

olarak bölgelere ayrılmaktadır.

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 derece veya üstü olması gerekmektedir. Ana torasik eğrilikler için bu kriterler eğilme grafilinde kalan eğriliğin 25 derece veya üstü veya torakolomber kifozun 20 derece 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.

Yukarıdaki tanımlardan yola çıkarak Lenke sınıflama sisteminin ilk komponentini oluşturan eğrilik tipi Tablo 2.3 de özetlendiği gibidir.

Tip	Proksimal Torasik	Ana Torasik	Torakolomber-Lomber	Eğrilik
1	Yapısal değil	Yapısal-Majör	Yapısal değil	Ana Torasik
2	Yapısal	Yapısal-Majör	Yapısal değil	Çift Torasik
3	Yapısal değil	Yapısal-Majör	Yapısal	Çift Majör
4	Yapısal	Yapısal-Majör	Yapısal	Üçlü Majör
5	Yapısal değil	Yapısal değil	Yapısal-Majör	Torakolomber-Lomber
6	Yapısal değil	Yapısal	Yapısal-Majör (TL-L eğrilik Ana Torasikten en az 10 derece büyük)	Torakolomber-Lomber- Ana Torasik

Tablo 2.2: Lenke ve arkadaşlarının geliştirdiği Adolesan İdiopatik Skolyoz sınıflamasında eğriliğin tipi .

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 obligite kabul edilebilmektedir. Daha büyük obligitelerde 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. SSDÇ'ye göre lomber belirleyiciler için kriterler şunlardır:

- A. SSDÇ stabil vertebraya kadar pediküller arasından gider.
- Lomber eğriliğin apeksi torakolomber veya torasik bölgededir
- Tip 5 ve 6 eğrilikler A grubu olamazlar
- King Tip III, IV ve bazı V eğrilikleri kapsar

B. SSDÇ lomber apikal vertebranın cisminden geçer.

- Torakolomber veya lomber eğrilikler için geçerli değildir
- Bazı King Tip II, III ve V eğrilikleri kapsar

C. SSDÇ lomber apikal vertebraya dokunmadan medialinden geçer.

- King Tip I, bazı II ve V eğrilikler ile bazı çift majör, üçlü majör ve tüm torakolomber ve lomber eğrilikleri kapsar.

Üçüncü ve son komponent de sagittal torasik belirleyicidir. T5–T12 arası normal kifoz 10 ile 40 derece arasında olmak üzere ortalama 30 derecedir (22). Adolesan idiopatik skolyozda torasik kifoz azalma eğilimindedir (22, 29). Lenke sınıflamasında T5-T12 arasında ölçülen sagittal açı için belirleyiciler:

- (-) / hipokifoz: 10 dereceden küçük,
- (N) / normal kifoz: 10–40 derece arası,
- (+) / hiperkifoz: 40 dereceden büyük.

Lenke sınıflaması yukarıda tarif edilen üç belirleyicinin saptanması ile 1A-, 2BN, veya 6C+ gibi bir kodla belirtilmektedir. Böylece 42 değişik seçenek ortaya çıkmaktadır. Takip açısından kullanılmasını tavsiye ettikleri formun tercümesi Şekil 2.11’de görüldüğü gibidir.

Eğrilik Tipi

Tip	Proksimal Torasik	Ana Torasik	Torakolomber-Lomber	Eğrilik Tipi
1	Yapısal değil	Yapısal Majör	Yapısal değil	Ana Torasik
2	Yapısal	Yapısal Majör	Yapısal değil	Çift Torasik
3	Yapısal değil	Yapısal Majör	Yapısal	Çift Majör
4	Yapısal	Yapısal Majör	Yapısal	Üçlü Majör
5	Yapısal değil	Yapısal değil	Yapısal Majör	Torakolomber-Lomber
6	Yapısal değil	Yapısal	Yapısal-Majör (TL-L eğrilik Ana Torasikten en az 10 derece büyük)	Torakolomber-Lomber-Ana Torasik

Cerrahi Yapısal Eğrilik Kriterleri

Poksimal Torasik:	- Eğilme grafilinde Cobb $\geq 25^\circ$	<u>Eğrilik</u>	<u>Apeks Yerleşimine Göre</u>
- T2-T5 Kifoz $\geq +20^\circ$			<u>Apeks</u>
Ana Torasik:	- Eğilme grafilinde Cobb $\geq 25^\circ$	<i>Torakolomber</i>	<i>Torasik</i> T2-T11-12 diski
- T10-L2 Kifoz $\geq +20^\circ$			T12-L1
Torakolomber/Lomber:	- Eğilme grafilinde Cobb $\geq 25^\circ$	<i>Lomber</i>	L1-2 diski-L4
- T10-L2 Kifoz $\geq +20^\circ$			

Belirleyiciler

+ (Hiper)

Lomber Spinal Belirleyici	Lomber apekse SSDÇ
A	SSDÇ pediküller arasında
B	SSDÇ apikal cisim(ler)e dokunuyor
C	SSDÇ medialde

Torasik Sagittal Profil	
- (Hipo)	$< 10^\circ$
N (Normal)	$10^\circ - 40^\circ$
	$> 40^\circ$

Sınıf: Eğrilik Tipi (1-6) + Lomber Spinal Belirleyici (A, B, veya C) + Torasik Sagittal Profil (-, N, veya +): (ör: 1B+) _____

Şekil 2.11: Lenke sınıflamasında tavsiye edilen takip formu

Aynı çalışmada Lenke ve arkadaşları King sınıflaması ile kendi sınıflamaları arasındaki gözlemciler arası ve aynı gözlemci için güvenilirlik oranlarını karşılaştırmışlardır (105). King sınıflamasında gözlemciler arasında güvenilirlik oranı %64 olarak saptanırken Lenke sınıflaması için bu oran %93 olarak bulunmuştur. Bu oranlar aynı gözlemci için King sınıflamasında %69 iken yeni sınıflama sisteminde %85 olarak tesbit edilmiştir.

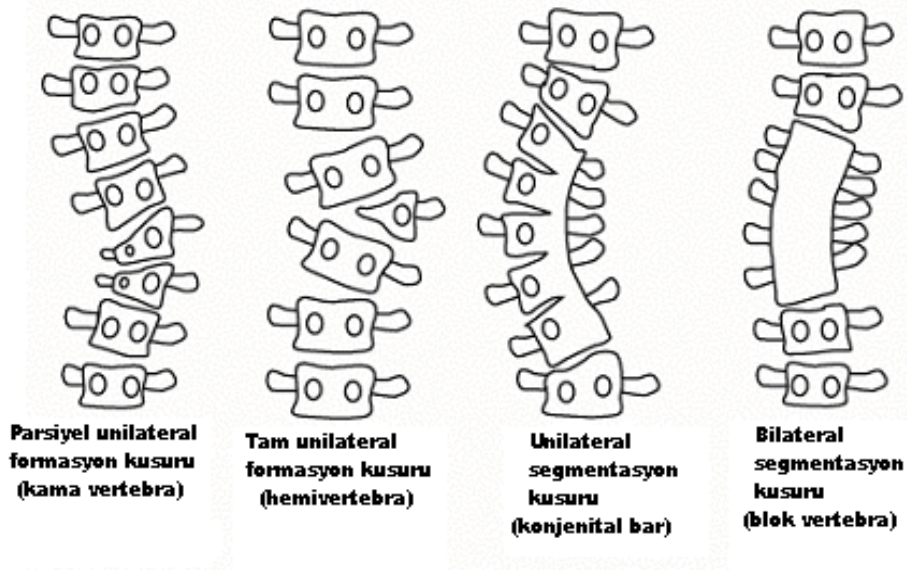
2.10 Nöromusküler Skolyoz:

İdiopatik skolyozlardan farklı olarak daha uzun, daha fazla vertebra ihtiva eden ve kompensatuar eğriliğin daha az olduğu eğriliklerdir. Eğriliğin progresyonu çok hızlı olup maturasyon tamamlandıktan sonra dahi progresyon devam edebilir. Pelvik obligite, kemik deformiteleri, eğriliğin servikal tutulumu ve pulmoner komplikasyonlar bu hastalarda sık görülür. Korse kullanımı 10-12 yaşına kadar bu hastalarda tercih edilir. Çünkü bu yaştan sonra korrektif füzyon ameliyatı uygulanarak ileri deformitelerde uygun stabilizasyon sağlanır. Tercih edilen korse tipi koltuk altından destekli yani Boston tipi korselerdir. Bu eğriliklerin cerrahi tedavisinde daha fazla seviyede füzyona gereksinim olur. Fikse pelvik obligite için pelvisin de füzyon sahasına katılması gerekebilir. İleri dercede eğriliği olan hastalarda sakrum füzyonuyla beraber hem anterior hem posterior füzyon gerekebilir. Tek başına posterior füzyon yüksek oranda psödoartroz ve crankshaft fenomeni riski taşır. Çünkü bu hastaların kemik maturasyonunda yaşa göre gecikme söz konusudur (102).

2.11 Konjenital Skolyoz:

Bütün skolyozların %10'unu oluşturur. İntrauterin dönemde 4.-6. haftalar arasında oluşan gelişim defekti sonucu oluşur. Bu defekt segmentasyon hatası şeklinde olabildiği gibi formasyon hatası yada her ikisini içerecek şekilde meydana gelebilir (Şekil 2.12).

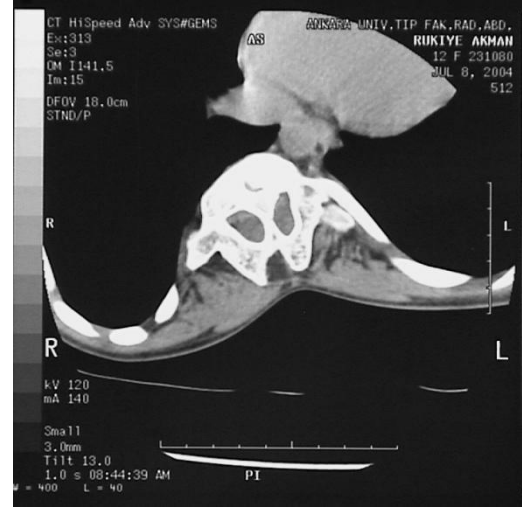
Wynne-Davies, hemivertebral gibi izole konjenital vertebraya sahip hastalar üzerinde yaptığı çalışmalarda genetik bir etyoloji saptayamamıştır. Winter ise 1250 konjenital skolyozlu hastaların ailelerinde yaptığı araştırmada sadece 13 hastada 1. ve 2. derece akrabalık durumu saptamıştır. Konjenital skolyozların büyük bir kısmının genetik dışı sebepler özellikle de fetal çevresel faktörlerin etkisiyle oluştuğu düşünülmektedir (62).



Şekil 2.12: Konjenital skolyoz tipleri.

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 (62) (Şekil 2.13).

Spinal MRG ile diastometamiyeli gibi mevcut intraspinal anomaliler saptanabilir. Konjenital skolyozlu hastalarda eşlik eden başka anomalilere de rastlanabilir. Bunlar genitoüriner (%25), kardiyak (%10) ve disrafizm (%25, genelde diastematomiyeli) anomalileridir (62, 102).



A.

B.

Şekil 2.13 : **A.** Sırtta saç yumağı şeklindeki kıllanma; konjenital skolyoz ve diastometamiyeli varlığını bu hastada akla getirmektedir. **B.** Aynı hastanın MRG tetkikinde diastometamiyeli görülüyor.

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 hemivertebrada üstteki ve alttaki vertebralarla füzyone olduğu için progresyon açısından düşük risklidir. En iyi prognoz blok vertebralarda görülürken; en kötü prognozlu yani progresyona eğilimi en fazla olan konjenital skolyoz tipi tek taraflı unsegmente bar + kontralateral tam segmente hemivertebradır. Böyle bir durum tanı konduğu anda ameliyat endikasyonudur. Diğer durumlarda eğriliğin progresyonunun takibi sonrası cerrahiye karar verilmelidir. Korse kullanımı, kompensatuar eğriliklerde ve anomalili vertebra seviyesinin üstündeki küçük eğriliklerde fayda sağlayabilir; ancak konjenital eğriliklerin kontrolünde etkisizdir. Anterior ve posterior hemivertebral eksizyon, progresyon gösteren lumbosakral hemivertebralarda endike olabilir. Ancak izole hemivertebral eksizyon omurganın konveks tarafta destabilize olmasına sebep olabileceği için, komşu vertebraları stabilize etmek için anterior veya posterior enstrumentasyon ve füzyonda hemiepipfizyodez güvenli bir ameliyattır ancak imbalans korreksiyonu yeterli değildir (102).

Progressif konjenital skolyozların tedavisinde altın standart posterior füzyondur. Kemik maturasyonu düşük olan hastalarda (risser $\leq$ 1; <10 yaş kızlar ve <13 yaş erkekler) anterior spinal büyümenin devam etmesi sonucu cranckshaft fenomeni oluşabilir. Bu hastalarda anterior ve posterior füzyon gerekebilir. Kongenital skolyozlardaki tedavi şeması tablo 2.3’te verilmiştir (102).

Tablo 2.3: Konjenital skolyoz paternlerinde progresyon hızı ve uygun tedavi şekilleri.

Kongenital skolyoz tipleri	Eğriliğin progresyonu	Tedavi şekli
Tek taraflı ansegmente bar + kontralateral hemivertebral	Çok hızlı	Posterior füzyon $\pm$ anterior füzyon (risser $\leq$ 1, <10yaş kızlar ve <13 yaş erkekler)
Tek taraflı ansegmente bar	Hızlı	Posterior füzyon $\pm$ anterior füzyon (risser $\leq$ 1, <10yaş kızlar ve <13 yaş erkekler)
Tam segmente hemivertebral	Sabit	Anterior füzyon Hemivertebral eksizyonu
Parsiyel segmente hemivertebral	Yavaş; (maturasyon tamamlandığında genelde eğrilik <40°)	Takip Hemivertebral eksizyonu
İnkarsere hemivertebral	Çok yavaş	Takip
Ansegmente hemivertebral	Yok sayılacak kadar yavaş	Takip

2.12 İdiopatik Skolyoz:

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

Cinsiyete göre dağılıma bakıldığında, 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 (196). 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 (160).

2.12.1 Adölesan İdiopatik Skolyoz

Vertebral kolonun lateral deviasyonu ilk defa Hipokrat tarafından tanımlanmıştır. Skolyoz terimi ise ilk olarak Galen tarafından ortaya atılmıştır (65). Skolyoz bir dizi vertebranın normal spinal aksa göre laterale deviasyonu ve rotasyonu olarak tanımlanabilir. Adölesan idiyopatik skolyozda deformite her üç planda (frontal, sagittal ve transvers) mevcuttur (187).

İdiopatik skolyoz yapısal skolyozlar arasında en sık görülen skolyoz şeklidir ve bunun büyük çoğunluğunu da, adölesan idiyopatik skolyoz oluşturmaktadır.

2.13 İdiopatik Skolyozda Tedavi:

İdiopatik skolyoz tanısı almış hastaların çoğu tedavi gereksinimi göstermemektedir. İdiopatik skolyozda tedavinin amacı deformitenin ilerlemesinin engellenmesi, düzeltilmesi ve sağlanan düzelmenin korunmasıdır (37). Bu sebeple şu kriterlere dikkat edilmesinde fayda vardır:

1. Eğriliği 20°'den küçük olan immatür hastalar radyolojik olarak 6 aylık aralarla izlenmelidirler.
2. Eğriliği 20°'den küçük olan matür hastaların takip edilmesine gerek yoktur.
3. Eğriliği 20°-30° arasında olan immatür hastalar her 3-4 ayda bir radyolojik olarak kontrol edilmelidir. 25°'nin üstüne ilerleme gösteren eğriliklerde ortez tedavisi başlanmalıdır.
4. Eğriliği 30°'nin üzerinde immatür olan hastalara ortez tedavisi hemen başlanmalıdır. Ancak 30°'nin üzerindeki hastalarda başarı oranı azalmaktadır.
5. Eğriliği 30°-40° olan matür hastalar tedavi gerektirmezler. Ancak Weinstein ve Ponseti'nin yaptıkları çalışmada maturasyon sonrası 30°'nin altındaki eğriliklerde ilerleme gösterirken, çalışma grubunda en fazla ilerleme 50°'nin üzerindeki torakal eğriliklerde görülmüş ve hastaların %68'inde progresyon tespit etmişlerdir (188). Bu yüzden bu hastalar 2-3 yılda bir gözlenmelidir.
6. Eğriliği 45°'den fazla olan hastalarda ortez tedavisinin yeri yoktur. Ancak eğriliği 40°-45° olan, dengeli, eğilme grafigerinde %50 fleksibilitesi olan ve maturasyonun tamamlanmasına 1 yıl kalan hastalarda ve ayrıca eğriliği 40°'nin üzerinde olan genç immatür hastalarda spinal füzyon uygulanana kadar vertebral büyümenin beklenmesi amaçlı olarak ortez tedavisi uygulanabilir.
7. İnstabil, iskelet matüritesi tamamlanmış, torakal hipokifoza olan, yüksek torasik ve servikotorasik eğriliklerde ortez tedavisi uygulanmamalıdır.

2.13.1 İdiopatik Skolyozda Konservatif Tedavi:

Amaç eğriliği kontrol altına alarak ilerlemeyi önlemek ve cerrahi korreksiyon gereksinimi ortadan kaldırmaktır. Konservatif tedavi de egzersiz, elektrik stimülasyonu ve ortez uygulanmaktadır.

Egzersiz geçmişte konservatif tedavinin bir parçası olarak uygulanmıştır. Ancak eğriliğin kontrolü ve ilerlemenin engellendiğine dair dökümanite edilmiş veri bulunmamaktadır.

Konveks paraspinal kaslara uygulanan elektrik stimülasyonu konusunda erken sonuçları içeren raporlarda eğriliğin kontrolünde iyi sonuçlar belirtilmiştir (11, 12). Ancak bu çalışmalar halen tedavi altındaki immatür ve az sayıda matür hastayı içermektedir. Tedavinin başarısızlığının tanımlandığı ve tedavisi tamamlanmış hasta gruplarında yapılan daha geniş çalışmalarda, elektrik stimülasyonunun hastalığın doğal seyrinden farkı olmadığı gösterilmiştir (116, 139, 148). Sonuç olarak elektrik stimülasyonu hastalığın doğal seyrini değiştirmedığı için bir konservatif tedavi seçeneği değildir.

Konservatif tedavide en etkili metod ortez tedavisidir. Ortez tedavisinde 3 adet ortezin tedavideki başarısı gösterilmiştir (24,25):

1. Servikotorakolumbosakral ortez (CTLSO) veya Milwaukee ortezi.
2. Torakolumbosakral ortez (TLSO), Boston, Wilmigton ortezleri.
3. Charleston eğilme ortezi.

Ortez tedavisinin başarılı kabul edilebilmesi için skolyozun doğal seyrini değiştirmesi gerekmektedir. Ortez tedavisinin başarısızlık kriterleri literatürde iki şekilde gösterilmiştir:

- Ortez tedavisinin başarısız olduğu cerrahi tedavi uygulanan hastalar
- Takipte ortezleme öncesine göre 5° veya daha fazla ilerleme gözlenmesi.

Literatürde %3-22 oranda ortez sonrası cerrahi tedavi gerektiği bildirilmiştir (16, 38, 58, 148). Ayrıca yapılan pek çok çalışma göstermiştir ki; ortez ile başlangıçta sağlanan düzelme ortez tedavilerinin uzun dönem (5 yıl veya daha fazla) takipleri

sonucunda ortez öncesi eğrilik derecesine dönmektedir. Hastaların ortezi günde 23 saat kullanması gerekmektedir. Ancak bazı yazarlar günde ortalama 16 saatlik ortez kullanımını önermektedir (103, 141).

2.13.2 İdiopatik Skolyozda Cerrahi Tedavi:

Amaç klinik ve radyolojik olarak deformitenin korreksiyonu, stabilizasyonu, ilerlemenin engellenmesi, vertebral kolon dengesinin sağlanması ve korunmasıdır.

2.13.2.1 Endikasyon:

Cerrahi tedavinin endikasyonlarının doğru konulması gerekir. Cerrahi endikasyonlarda Cobb açısı, matürite, eğrilik paterni, denge, sagittal plan ve kozmetik görünüş dikkate alınmalıdır. 50°'nin üstündeki eğrilikler cerrahi olarak tedavi edilmelidirler. 40°'nin üzerindeki ilerleme gösteren eğriliklerde cerrahi tedavi düşünülmelidir. Genel olarak kabul edilen progresyon kriteri, 6 aylık sürede 5°'nin üzerinde artıştır. 40°-50° arasındaki matüritesi tamamlanmış ya da tamamlanmakta olan eğriliklerin izlenmesi önerilirken, immatür eğrilikler cerrahi olarak tedavi edilmelidirler. Eğrilik paterni de cerrahi tedavi seçiminde etkili olabilmektedir. 50° sınırlarındaki tek torasik eğrilikler, aynı derecelerdeki çift majör (torakal ve lomber) eğriliklere göre cerrahi tedaviye daha uygundur. Çünkü çift majör eğriliklerde eğrilikler birbirini dengelerler.

Torasik hipokifozu veya lordozu olan hastalarda Cobb açısı 40°'nin altında olsa bile cerrahi tedavi düşünülmelidir. Tolere edilemeyen bel ve sırt ağrıları, nörolojik fonksiyon bozuklukların başlaması, kardiyovasküler veya pulmoner fonksiyonlarda bozuklukların başlaması ve kozmetik memnuniyetsizlik diğer cerrahi tedavi endikasyonlarıdır (62, 95, 141).

2.13.2.2 Füzyon Sahası Seçimi:

İdiopatik skolyozda cerrahi tedavinin başarısını etkileyen en önemli faktörlerden birisi füzyon sahasının seçimidir. 20. yüzyıl başlarındaki ilk spinal füzyon

uygulamalarıyla beraber füzyon sahası seçimi idiopatik skolyoz tedavisinde tartışma alanı olmuştur. Moe, füzyon sahasının seçiminde eğriliklerin paterni, fleksibilitesi ve vertebral rotasyonlarını detaylı inceleyerek, füzyonun nötral vertebradan nötral vertebraya yapılması gerektiğini belirtmiştir. Eğriliklerin fleksibilitesini değerlendirmiş ve yapısal olmayan segmentlerin füzyon sahasına katılmaması gerektiğini öne sürmüştür (59, 136).

King ve arkadaşları tanımladıkları eğrilik paternlerine göre enstrumentasyon ve füzyon sınırlarını tanımlamışlardır. Çalışmalarında pelvise dik olan ve sakrumu ortalayan santral sakral çizgiyi tanımlamışlar ve stabil vertebra (santral sakral çizginin ortadaki vertebra) kavramını ortaya atmışlardır (97).

King tip I skolyozda genel olarak enstrumentasyon ve füzyon hem torakal hem de lomber eğriliği içine almalıdır. Enstrumentasyonun stabil vertebrada sonlandırılması gerekmektedir. Lenke ve arkadaşları hareketli segmentlerin korunması amaçlı olarak enstrumentasyonun bir seviye üstte sonlandırılabilmesi için kesin kriterler tanımlamışlardır. Stabil vertebranın üstündeki vertebra nötral veya en fazla 1(+) rotasyon göstermeli, 30°'nin altında tilti olmalıdır. Stabil vertebra tilti 20°'nin altında olmalıdır. Apikal disk L1-L2 diski üstünde olmamalı, L3-L4 diski eğriliğin konveksitesine açılım gösteriyor olmalıdır (35, 106).

King tip II eğriliklerde selektif torasik füzyonun başarılı sonuçlar verdiği King ve arkadaşları yaptıkları çalışmalarda göstermiştir (97). Moe, enstrumentasyonun sonlanacağı vertebranın nötral vertebra olması gerektiğini savunmuştur (136). Ancak King ve arkadaşları Harrington enstrumentasyonunda, stabil vertebra ile nötral vertebra farklı ise enstrumentasyonun stabil vertebrada sonlandırılması gerektiğini vurgulamışlardır (97). Harrington enstrumentasyonu sonrası takip sonuçlarında, füzyon stabil vertebrada sonlandırılırsa dengeli stabil bir spinal kolon elde edildiği görülmüştür (43, 118, 132). İkinci nesil enstrumentasyonlar (Luque, Wisconsin, sublaminar tel harrington kombinasyonu) ile King ve arkadaşlarının sonuçları doğrultusunda yapılan selektif füzyonlar sonucunda benzer iyi sonuçlar elde edilmiştir (55, 82, 89, 181).

King tip III eğrilik yapısal lomber eğrilik içermediği için limitli torasik füzyon ve enstrumentasyon standart tedavi seçimidir. Enstrumentasyon stabil vertebrada

sonlandırılmalıdır. Eğriliğin alt sınırının fleksibilitesine göre enstrumentasyon stabil vertebranın bir üstünde sonlandırılabilir ancak dekompanseasyon riski mevcuttur. Dikkat edilmesi gereken diğer bir nokta da enstrumentasyonun sagittal planda kifotik deformitenin apeksinde sonlandırılmaması gerekliliğidir.

King tip IV eğriliklerde en iyi sonuçlar, enstrumentasyonun stabil vertebrada sonlandırıldığında tespit edilmiştir.

King tip V eğriliklerin tedavisinde başarının anahtarı tanının konulabilmesidir. Şayet üst torasik eğrilik yapısal eğrilik olarak tanımlanamaz ise sonuçta omuz dengesizliği ve kötü kozmetik sonuç kaçınılmaz olacaktır. Üst torasik eğrilik şu kriterlerden birini içeriyorsa enstrumentasyonun içine katılmalıdır:

- 1- Preoperatif olarak 35°'nin üzerinde ise
- 2- Eğilme graflerinde 20°'nin altına inmiyorsa
- 3- 5'ten fazla vertebra içeriyorsa
- 4- Apikal vertebra 1(+)'den fazla rotasyon gösteriyorsa
- 5- Apikal vertebra 1 cm'den fazla translasyon gösteriyorsa (120).

Yakın zamanda Lenke ve arkadaşları tarafından ortaya atılan sınıflama sisteminin tedaviye yönelik olduğu savunulmuş ve füzyon sahasına cerrahi yapısal eğriliklerin tümünün katılması gerektiği vurgulanmıştır. King'in belirlediği füzyon kriterleri günümüzde her ne kadar en sık kullanılan yöntem olsa da bu son çalışmanın King sisteminin eksiklerini kapatması açısından faydalı olduğu söylenmektedir (105).

2.13.2.3 Denge ve Dekompansasyon:

Spinal kolon açısından bakıldığında denge, başın sagittal ve koronal planda sakrum ve pelvis üzerinde yer almasıdır. Gövde açısından bakıldığında ise denge, omuzların aynı horizontal düzlemde yer alması ve vertikal global aksın gövdeyi ortalamasıdır. Dekompansasyon ise dengenin sağlanmasındaki başarısızlığı veya dengenin kaybedilmesini belirtmektedir (173).

Güçlü distraksiyon ve derotasyon manevrası yapan Cotrel ve Dubousset (CD) enstrumentasyon uygulaması beraberinde yeni problemler getirmiştir. Selektif

füzyon uygulamaları sonrasında gövde dekompanseasyonları rapor edilmiştir (81, 86, 101, 108, 109, 127, 154, 183, 193). Dekompansasyon sıklıkla King tip II eğriliklerde görülmesine rağmen tip III eğriliklerde de izlenmiştir (106). Dekompansasyon olgusu, problemi çözmek amaçlı yeni sınıflandırma modifikasyonları arayışına itmiştir. İbrahim ve Benson çift majör eğrilikler üzerinde yaptığı çalışmaları sonucunda tip II eğrilikleri A ve B olmak üzere 2 alt gruba ayırmış şu kriterleri ortaya atmışlardır:

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

Bu kriterlerden 3 veya daha fazlasının bulunması tip IIA, 2 veya daha azının var olması ise tip IIB olarak değerlendirilmiştir. Bu çalışma da tek başına en anlamlı kriter apeksin santral sakral hatta değmesi olarak tespit edilmiştir. İbrahim ve Benson çalışmaları sonucunda tip IIA eğriliklerde standart selektif füzyonu önerirken, tip IIB eğriliklerde dekompanseasyonun önlenmesi amacıyla füzyonun horizontal lomber vertebraya uzanması ve hookun kompresyon modunda konması gerektiğini öne sürmüşlerdir (86).

Bridwell ve arkadaşları kendi CD tecrübeleri sonucunda dekompanseasyonu önlemek amaçlı stabil vertebranın bir altına inilmesi gerektiğini ve konkav tarafta kompresyon modunda hook yerleştirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir (31).

Lenke ve Bridwell tip II eğriliklerde yaşanan dekompanseasyon problemleri nedeniyle hangi eğriliklerde riskin fazla olduğunu belirlemek üzere yaptıkları çalışmada torakal ve lomber eğriliğin Cobb açısı, apikal rotasyon ve apikal translasyon oranları üzerinde durmuşlardır. Oranların hepsi 1'in altında ise her iki eğrilik füzyon sahası içine katılması gerekliliği; Cobb açı oranı ve apikal translasyon oranı 1.2'nin üstünde ve apikal rotasyon oranı 1'in üstünde ise selektif füzyon uygulanması gerekliliği sonucuna varmışlardır (107, 108).

Sonuç olarak fleksibilitesi düşük, rotasyonu fazla ve büyük eğrilikler selektif füzyon uygulandığında yüksek dekompanseasyon riski taşımaktadırlar (52). Dekompansasyon

geliştikten sonraki tedavi planı hastanın klinik ve radyografik değerlendirilmesine göre yapılmalıdır. Gövde dekompanseasyonunun en önemli tedavisi ise baştan dekompanseasyona sebep vermemektir.

2.13.2.4 Posterior Cerrahi:

Posterior skolyoz cerrahisinde korreksiyon teknikleri 3 ana başlıkta toplanabilir:

- 1) Distraksiyon/Kompresyon (Harrington, Acromed growth rod)
- 2) Global derotasyon (CD, AO-USS)
- 3) Segmental korreksiyon (Isola, Luque, AO-USS)

Skolyoz tedavisinde ilk posterior yaklaşımı, posterior füzyon ve alçı uygulaması ile 1914 yılında Hibbs başlatmıştır. Uzunca bir süre skolyoz hastalarında enstrumentasyonsuz füzyon uygulamaları devam etmiştir (100). Harrington 1947’de skolyoz tedavisinde ilk enstrumentasyon sistemini geliştirmiş ve poliomyelitte sekonder gelişen skolyozlarda başarı ile uygulamıştır (51, 77). Harrington sisteminin orta dereceli eğriliklerdeki başarısı, büyük korreksiyon kayıpları, yüksek oranda psödoartroz ve rod kırılması gibi komplikasyonlar ve uzun süre alçı ile immobilizasyon gerekliliği ile gölgelenmiştir (4, 57, 73, 75, 76, 79, 134, 135, 143, 146, 186).

Luque 1972 yılında segmental spinal enstrumentasyon kavramını ortaya atmış ve Harrington rodlarına sublaminar tellemeyi eklemiştir (125). Daha sonraki çalışmalarında hook kullanmaksızın kendi geliştirdiği L rodları ile aynı prensibi uygulamıştır (123). Teknik olarak, füzyon uygulanacak seviyelerde ligamentum flavuma pencere açılır ve her segmentte lamina altından bir çift tel geçirilir. İki adet L-rod sagittal konturlara uygun şekilde büküldükten sonra teller rodlara bağlanır ve sıkılır. Segmental fiksasyon ve stabilite nedeniyle uygun rod kullanılan hastalarda postoperatif alçı uygulamasına ve immobilizasyona gerek olmadığı düşünülmektedir (5, 123, 130). Luque enstrumentasyon sistemi ilk olarak nöromusküler skolyozlarda

kullanılmaya başlanmış olmasına rağmen daha sonra idiopatik skolyoz hastalarında da yaygın olarak kullanılmış ve segmental fiksasyon uygulayan enstrumentasyon sistemlerinin gelişmesinde temel oluşturmuştur (5, 130, 182). Luque sistemi sagittal ve koronal planda deformite korreksiyonu sağlamıştır ancak dezavantajlarını da beraberinde getirmiştir. Genel olarak Luque enstrumentasyon sistemi uygulaması uygulamanın zorluğu nedeniyle daha uzun sürmekte ve daha fazla kan kaybına yol açmaktadır. Spinal kanal içerisinde geçirilen teller nedeniyle nörolojik defisit gelişme olasılığı yüksektir. Sublaminar telleme ile daha fazla nörolojik defisit rapor edilmiş olduğu gibi güvenle uygulanabileceğini belirten çalışmalar da vardır (39, 126, 170, 184, 190, 192). Bu konuda en geniş değerlendirme SRS morbidite raporlarında belirtilmiştir. Cerrahi tedavi uygulanan skolyoz hastalarında total nörolojik defisit oranı %0.26'dır. Bu oran Harrington enstrumentasyonu sonrası %0.23, sublaminar telleme sonrası %0.86, CD enstrumentasyonu sonrası ise %0.60'tır. Yeni enstrumentasyon sistemlerinde görülen nörolojik defisit oranlarının yüksekliği yeni tecrübe edilmelerine bağlı da olabilmektedir.

Drummond ve arkadaşları 1980'lerde segmental fiksasyon kriterleri doğrultusunda ve Luque sistemindeki problemleri ortadan kaldırmak amaçlı olarak Wisconsin enstrumentasyon sistemini geliştirmişlerdir (55). Teknik olarak uygun olarak eğilmiş rodların spinöz süreçlere açılan deliklerden geçirilmiş tellere tespit edilmesine dayanmaktadır. Teller farklı olarak kemiğin yırtılmasını engellemek için spinöz çıkıntıya dayanan pul ile desteklenmiştir.

Cotrel ve Dubousset 1980'lerde yaygın kullanım alanı bulan CD sistemini geliştirmişlerdir (44, 45, 46). Segmental enstrumentasyon sistemlerindeki bütün vertebraların tespiti ve sublaminar tel kullanımına alternatif olarak geliştirilmiştir. CD sisteminde füzyon sahası içindeki tüm vertebraların tespiti gerekmemekte ve vertebralar rodla sublaminar teller yerine hooklar ile tespit edilmektedir. Deformite korreksiyonunda öncelikle hookların stabilitesinin sağlanması için distraksiyon ve kompresyon uygulanmakta ve bunu takiben skolyozun torasik kifoz veya lomber lordoza çevrilmesi amaçlı derotasyon manevrası ile düzelme sağlanmaktadır. CD sisteminin geliştirilmesi sonrası uygulama alanları idiopatik skolyoz cerrahi tedavisinde atılımlara yol açmış ve benzer prensiplerle çalışan TSRH, Moss Miami, Isola ve benzeri enstrumentasyon sistemleri kullanıma sunulmuştur (23, 87, 167).

Skolyoz cerrahisinde son dönemlerdeki en büyük yenilik pedikül vidalarının kullanıma girmesidir (120). Spinal cerrahide pedikül vidası ilk olarak Roy-Camille ve arkadaşları tarafından vertebra kırıklarının stabilizasyonunda kullanılmaya başlanmıştır (161). Steffee, “variable screw placement (VSP)” sistemini geliştirmiş ve skolyoz dahil tüm spinal cerrahi de pedikül vidası kullanıma girmiştir. Skolyoz enstrumentasyonunda 2 değişik pedikül vidası kullanım alanı mevcuttur. Birincisinde, pedikül vidaları enstrumentasyonun alt kesiminde, lomber bölgededir. Bu bölgedeki kullanımı hook kullanımına göre daha avantajlıdır. Pedikül vidası kullanımı sonrasında, hook kullanımına göre alt vertebra tilti, lomber eğrilik ve lomber eğrilik apeks rotasyonu daha iyi düzeltilmekte ve hareketli segment sayısı arttırılabilmektedir (8, 14, 72, 99, 174, 175). Pedikül vidasının ikinci kullanım şekli ise enstrumante edilen her seviyeye yerleştirilmesidir. Bu kullanım şekli Suk ve arkadaşları tarafından yayınlanmış olup %70-72 koronal düzelme, %59 apikal derotasyon bildirilmiştir (174).

Posterior enstrumentasyonda teknik olarak belirli prensipler akıldan çıkarılmamalıdır:

- 1- Kifoz oluşturmak için distraksiyon kuvvetine ihtiyaç vardır.
- 2- Lordoz oluşturmak için kompresyon kuvvetine ihtiyaç vardır.
- 3- Kifoz oluşturmak için (lordozu düzeltmek için) konkav rod önce yerleştirilmelidir.
- 4- Lordoz oluşturmak için (kifozu düzeltmek için) konveks rod önce yerleştirilmelidir.
- 5- Kifozdan lordoza geçiş zonunda (T11-L1 torakolomber bileşke) rijid fiksasyon sağlamak amacıyla vertebralara hook yerleştirilmelidir.
- 6- Enstrumentasyon, kifotik bölgenin apeksinde sonlandırılmamalıdır.

Posterior enstrumentasyon sonrasında oluşabilecek komplikasyonlar şunlardır:

- Nörolojik defisit (aşırı korreksiyon veya sublaminal telleme sonucu görülebilir.) (19, 142)
- Psödoartroz

- Yüzeyel veya derin enfeksiyon
- İmplantasyonda bozulma (rod veya hook çıkması, rod veya tel kırılması)
- Dekompansasyon
- Crankshaft fenomeni

2.13.2.5 Anterior Cerrahi:

Anterior yaklaşım skolyoz cerrahi tedavisinde 2 farklı durumda kullanılmaktadır. İlki posterior yaklaşım uygulamadan tek başına anterior girişimle füzyon $\pm$ enstrumentasyondur. Bu yöntem daha çok torakolomber ve lomber eğriliklerde tercih edilmektedir. Anterior füzyon ve enstrumentasyonun en büyük avantajı, daha az seviyeli füzyon alanı ile aksiyel, koronal ve sagittal planda daha iyi bir korreksiyonu sağlamasıdır. Dezavantajları ise lomber kifoz, torasik hiperkifoz, psödoartroz ve rod kırılması gibi komplikasyonların daha sık görülmesidir (20, 103, 141).

Anterior yaklaşımın ikinci kullanım şekli ise, posterior enstrumentasyon ve füzyona anterior gevşetme ve füzyonu kombine etmektir. Bunun 2 majör endikasyonu vardır. Birincisi crankshaft fenomenini önlemek, ikincisi büyük ve rijid eğriliklerde korreksiyonu arttırmaktır. Posterior spinal füzyon sonrasında hastalarda geç komplikasyon olarak anterior büyümenin devam etmesi sonrası rotasyon ve deformitede artış görülmesi bu konunun irdelenmesine yol açmıştır. Dubousset ve arkadaşları spinal füzyon uyguladıkları maturasyonunu tamamlamamış hastalarında anterior büyümenin devam etmesi nedeniyle angulasyon ve rotasyon artışı tespit etmişler ve bunu crankshaft fenomeni olarak tanımlamışlardır (56). Crankshaft fenomeninin tanımlanması ile birlikte, iskelet maturitesini tamamlamamış hastaların bir kısmında posterior füzyon ve enstrumentasyona anterior füzyon eklenmesinin

gerekliliği ortaya çıkmıştır. Hangi hastalara anterior füzyon eklenmesi gerektiğini belirlemek amacıyla yapılan çalışmalarda belirli kriterler ortaya atılmıştır:

- Risser belirtisi 0 veya 1 olacak
- Triradiat ve/veya proksimal femoral fizisler açık olacak
- Tanner evresi 1 veya 2 olacak
- Hasta en hızlı uzama evresinde veya bundan önce olacak (sekonder seks karakterleri ortaya çıkmadan önce, menarş öncesi) (78, 104, 159, 163).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmaya, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı'nda Haziran 1996-Eylül 2004 tarihleri arasında skolyoz cerrahi tedavisinde Isola posterior enstrumentasyon sistemi uygulanan 22 hasta ile Şubat 2001-Eylül 2007 tarihleri arasında skolyoz cerrahi tedavisinde USS posterior enstrumentasyon sistemi uygulanan 25 hasta alınmıştır. Yapılan çalışma retrospektif bir çalışma olup iki grup, skolyoz cerrahisi açısından önemli olduğu kabul edilen yönler göz önüne alınarak birbirleriyle istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır.

Ameliyat öncesi hastalardan ve ailelerinden hikaye alınarak tüm hastaların genel ve ortopedik fizik muayeneleri yapılmış ve dosyalarına kaydedilmiştir. Radyolojik olarak tüm hastalara uzun skolyoz kasedine ön-arka, yan, sağa ve sola eğilerek ön-arka ve traksiyonda ön-arka grafileri çekilmiştir. Ön-arka grafilerinde torakal ve torakolomber-lomber eğriliklerin derecesi Cobb yöntemiyle saptanmış ve ayrı ayrı "preoperatif açı" adı altında kaydedilmiştir. Eğilme ve traksiyon grafileriyle eğriliklerin fleksibilitesi saptanmıştır. Hastaların T5-T12 arası kifoz değerleri Cobb metoduyla ölçülüp 'preoperatif kifoz açısı' adı altında not edildi. Vertebral rotasyon Nash ve Moe'nun belirttiği şekilde hesaplandı. Hikaye, fizik muayene ve röntgen filmleriyle konjenital anomali düşünülen hastalara spinal MRG tetkiki yapılarak spinal anomali varlığı aranmıştır. Tüm hastalar eğriliklerine göre SRS ve Lenke sınıflandırma sistemlerine göre sınıflandırılmıştır. İdiopatik skolyozlar ayrıca King sınıflamasına göre de sınıflandırılmıştır.

Hastalara gruplar arası fark gözetmeksizin uygulanan ameliyat endikasyonları şunlardır:

- 1- 40°'nin altındaki eğriliğin takipler sırasında progresyon göstermesi (6 aylık takiplerde 5°'nin üzerinde ilerleme göstermesi).
- 2- Eğriliğin 50°'nin üzerinde olması.
- 3- 40°-50° arası eğriliklerde hastanın yaşı, iskelet maturitesi, eğriliğin tipi, Risser evresi, triradiat kırıkdağın durumu ve sekonder seks karakterlerinin gelişimi göz önüne alınarak cerrahi tedavi ile konservatif tedavi arasında karar verilmiştir.

- 4- Konjenital skolyozlarda hızlı progresyona meyilli anomalilerin varlığı.
- 5- Konservatif yöntemlerle önüne geçilemeyen sırt ve/veya bel ağrısı.
- 6- Koronal ve/veya sagittal imbalans.
- 7- Eğriliğe sekonder gelişmiş kardiyak ve/veya pulmoner fonksiyon bozukluğu.

Eğriliği rijid olup posterior enstrumentasyon öncesi anterior gevşetme + füzyon $\pm$ enstrumentasyon yapılan hastalar belirlendi. Ameliyat sırasında bir zorluk veya komplikasyonla karşılaşılıp karşılaşmadığı, füzyon sahasına dahil edilen seviyeler ve segment sayısı ameliyat raporlarında belirtildi. Ameliyat süresi ve ameliyat sırasında hastaya verilen kan (eritrosit süspansiyonu) miktarı anestezi ekibi tarafından kaydedilmiştir. Ameliyat sonrası 1. veya 2. gün tüm hastaların uzun skolyoz kasedine ön-arka ve yan vertebra grafileri çekilerek Cobb yöntemiyle ameliyat öncesi ölçülen aynı seviyelerden yeni eğrilik açıları ölçüldü ve “postoperatif açı” adı altında kaydedildi. Ölçülen değer ameliyat öncesi saptanan açı değerinden çıkarılarak “intraoperatif korreksiyon” değeri saptandı. Hastalar ameliyat sonrası 6. haftada, 3. ayda, 6. ayda, 9. ayda, 1.yılda ve daha sonra yılda bir kontrollere çağırılarak takip edildi. Her kontrolde hastaların şikayetleri olup olmadığı sorularak fizik muayeneleri yapıldı ve uzun skolyoz kasedine ön-arka ve yan vertebra grafileri çekildi. Füzyon derecesi ve komplikasyon oluşup oluşmadığı irdelendi. Hastaların takiplerinin son kontrollerinde şu kriterler kaydedilmiştir:

- 1- Ameliyat öncesi aynı seviyelerden Cobb açıları ölçüldü ve “son eğrilik açısı” adı altında kaydedildi.
- 2- Son eğrilik açısından postoperatif açı değeri çıkarılarak eğrilikte saptanan “korreksiyon kaybı” belirlendi.
- 3- T5-T12 kifoz değeri ölçülerek ‘postoperatif kifoz’ adı altında not edildi.
- 4- Hastalara SRS-30 anketi uygulandı ve anketten aldıkları puanlar kaydedildi.

Tüm veriler her iki gruptaki tüm hastalar için çıkarıldı ve bu veriler kullanılarak iki ameliyat tekniği şu yönlerden istatistiksel olarak birbirleriyle karşılaştırıldı:

- 1- İntraoperatif korreksiyon
- 2- Korreksiyon kaybı
- 3- Preoperatif kifoz
- 4- Postoperatif kifoz
- 5- İntraoperatif ve postoperatif komplikasyonlar
- 6- Ameliyat süresi
- 7- Kanama miktarı (hastaya ameliyat sırasında ve sonrası ilk 2 gün içinde verilen eritrosit süspansiyonunun miktarı göz önüne alındı)
- 8- Füzyona dahil edilen segment sayısı
- 9- Hastaların SRS-30 skorları

İstatistiksel değerlendirmede Mann-Whitney testi, chi-square testi ve t-testi kullanılmıştır.

3.1. USS Posterior Spinal Enstrumentasyon Sisteminde Cerrahi Teknik:

USS posterior spinal enstrumentasyon sistemi ile hem segmental korreksiyon hem global derotasyon hem de bu ikisinin kombinasyonu uygulanabilir. Çünkü bu sistemin implantlarının yanları açıktır. Ayrıca implantlar her zaman eklenip çıkarılabilecek şekilde dizayn edilmiştir.

3.1.1 Segmental düzeltme: Ameliyat öncesi hastalara profilaksi amaçlı 1 gr intravenöz sefazolin sodyum uygulanmıştır. İntratrakeal genel anestezi uygulaması sonrası transuretral folley sonda takılmış ve hasta yüzüstü yatacak pozisyona (prone) çevirilerek ameliyat için uygun pozisyon sağlanmıştır.

Posterior median subperiosteal yaklaşım ile füzyon sahasına alınacak veretebalar ortaya konur. Eğriliğin kranial ve kaudal son vertebraı çerçevenin köşe taşlarıdır

ve bu vertebralara enstrumentasyon uygulanmalıdır. Eğriliğin kaudaline pedikül vidaları yerleştirilir. Eğriliğin kranial ucuna ise pedikül hooku ve lamina hookundan oluşan claw uygulanır. Apikal vertebranın konkav ve konveks tarafına hooklar yerleştirilir. Aradaki segmentlere çeşitli seviyelerden enstrumentasyon uygulanır. Pedikül vidaları ve hooklar uygun şekilde yerleştirilir. USS esasen bir pediküler hook sistemidir. Genel olarak skolyoz tedavisinde torakal bölgede hook kullanımı altın standart olarak kabul edilmektedir (172). Laminar hooklar pediküler claw yapısını ve pedikül vidalarını güçlendirmek için kullanılır. Daha sonra rodler anatomik olarak bükülür. Konkav tarafın rodü yerleştirilir. Konkav rod istenilen sagittal pozisyona getirilip distalinden sabitlenir. Proksimal uç sabitlenmez. Persuader yardımıyla kranial ve kaudal taraftaki hook ve vidalar roda redükte edilerek segmental düzeltme yapılır. Yani böylece omurga roda segmental olarak yaklaştırılmış olur ve omurga pasif olarak uzar. Bu aşamada apikal vertebranın implantları roda redükte edilmemelidir. Konkav roda boyunluk ve somunlar yerleştirilir ancak sıkıştırılmaz. Bir sonraki adımda konveks tarafın rodü yerleştirilir ve proksimalinden hooklara sabitlenir. Daha sonra rod önce apikal vertebranın enstrumanlarına sonra da distaldeki vidalara redükte edilir ve hafifçe sıkılır. Bu manevra sayesinde omurga orta hatta yaklaşmış olur. Yani konveks rod manivela olarak omurganın redüksiyonunda yardımcı olarak kullanılabilir. Bundan sonraki aşamada konkav tarafın rodü persuader yardımıyla apikal vertebradaki hooklara redükte edilir. Hook ve pedikül vidalarına bağlı olan çubuklar kullanılarak vertebralara segmental olarak derotasyon yaptırılır ve bütün sistem sabitlenir. Tercihen iki adet transvers bağlayıcı ile dikdörtgen yapılandırma sağlanır. Enstrumentasyon işlemi sonrası füzyon sahası olarak kabul edilen alana iliak krest otogrefti uygulanabileceği gibi, spongioz allogreftte tercih edilebilir. Korreksiyonun devamı artrodezin uygun olarak yapılmasına bağlıdır. Cerrahi sonrası orta hat fasyası spinöz çıkıntılara dikilmelidir. Bu özellikle lomber bölgede çok önemlidir. Böylelikle hem erektör spinal kasların istirahat pozisyonları restore edilir hem de cerrahi ölü boşluk en aza indirgenmiş olur. Daha sonra ameliyat sahasının tüm katları anatomik planda kapatılır. Bu işlemler sırasında distraksiyon ya da kompresyon gerekmez.

3.1.2 Global derotasyon: Pedikül vidaları ve hooklar yerleştirildikten sonra rodlara anatomik olarak şekil verilir ve konkav tarafın rodu yerleştirilir. Persuader ile ön düzeltme yapılır. Bu esnada tüm implantlar gevşek haldedir ve önyükleme yapılmaz. Daha sonra konkav roda derotasyon yapılır. Konveks rod yerleştirilirken konkav rod hala gevşektir. Konveks rod yerleştirilir ve tüm implantlar sıkılır. Bu teknikte de distraksiyon ve kompresyon gerekmez. Global derotasyon prensibine dayanan başka bir sistem olan CD sisteminden farklı olarak USS te apikal vertebraya da implantasyon yapılır (49, 50, 185).



Pediküler
hook

Laminar
hook

Açılı laminar
hook

Torasik laminar
hook

Transvers
hook



Transvers bağlayıcılar



Pedikül vidası ve rod



Pediküler hook ve rod

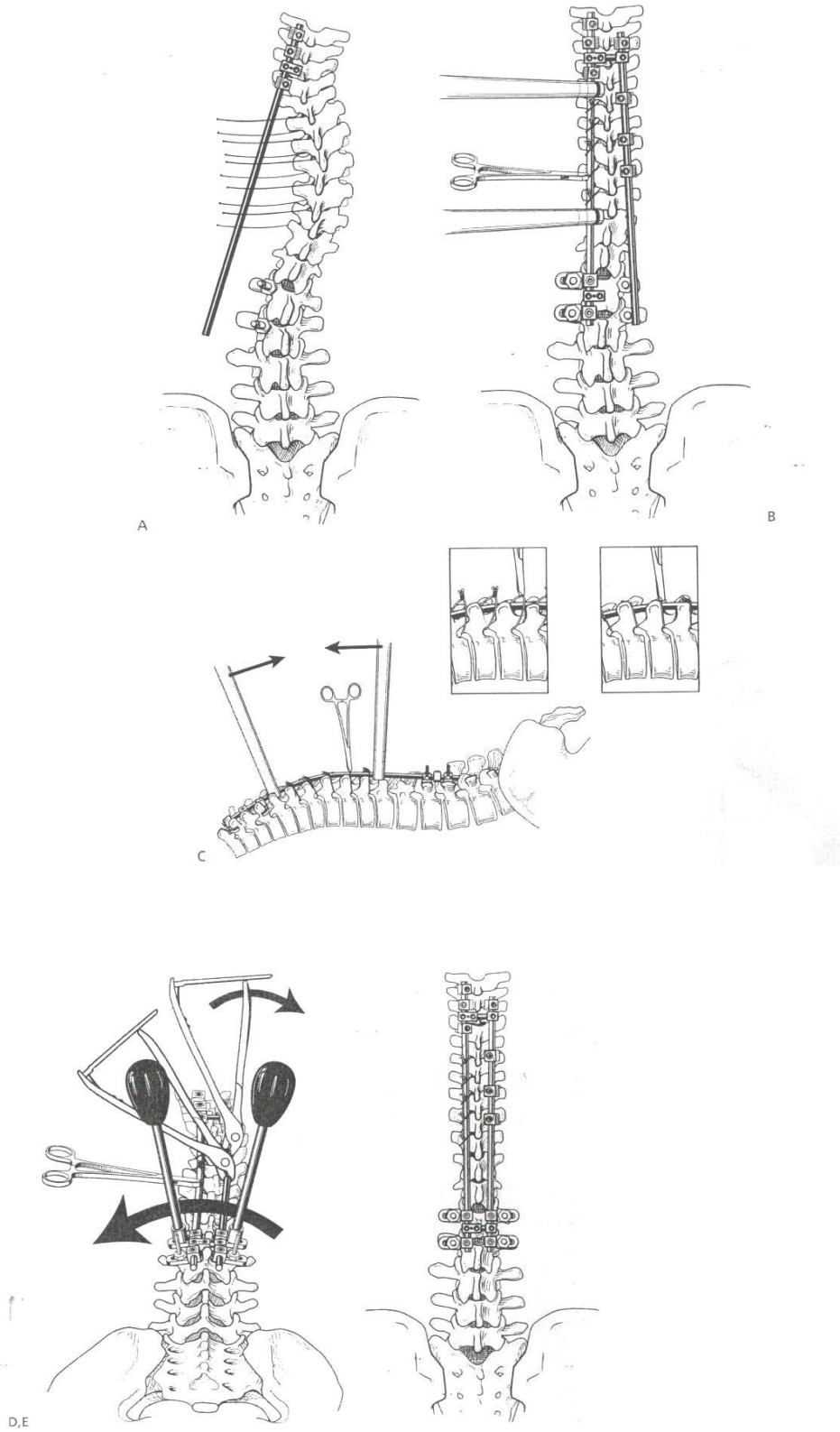
Şekil 3.1: USS posterior spinal enstrumentasyon sisteminin elemanları.

3.2. Isola Posterior Spinal Enstrumentasyon Yönteminde Cerrahi Teknik:

Posterior median subperiosteal yaklaşım ile füzyon sahasına alınacak veretebalar ortaya konur. İmplantasyon öncesi faset dekortikasyonu yapmak gereklidir. Füzyonun üst son vertebalarına claw uygulanır. Spinal kanala protrüzyonu engellemek için hookların boyun uzunluğunun mümkün olan en kısıası olacak şekilde seçilmeleri gerekmektedir. Eğer pedikül hooku kullanılacaksa nörolojik komplikasyonları önlemek adına çok daha dikkatli olunmalıdır. Hooklar T1-10 arasında transvers çıkıntıların altına veya üstüne, torakal fasetlerin altına, torakal ve lomber laminaların altına veya üstüne yerleştirilebilir. Supralaminar hook uygulaması için flavotomi ve hemilaminotomi yapılmalı ve mümkün olan en kısa boyun uzunluğuna sahip hooklar seçilmelidir. Böylelikle kanal içi protrüzyon riski en aza indirgenmiş olur. İntrasegmental transvers çıkıntı-faset clawları intersegmental clawlara tercih edilmektedir. Ayrıca transvers çıkıntı-transvers çıkıntı clawları da kullanılabilir. Füzyon sahasına alınacak alt son vertebra T11 seviyesinin altında ise tercihen bilateral transpediküler vida konur. Aksi takdirde lamino-laminar clawlar bilateral olarak yerleştirilir. İliuma fiksasyon için Isola Spinal Enstrumentasyon Sistemi nin iki farklı seçeneği bulunmaktadır: Devamlı rod (Galveston) veya iliak vida. Özellikle küçük hastalarda düşük profilinden dolayı Galveston tarzı fiksasyon iliak vidalara tercih edilebilir. Sublaminar telleme için tel veya kablo kullanılabilir. Hastanın boyuna ve eğriliğın esneklik durumuna bağılı olarak tek veya çift tel kullanılabilir. Sublaminar teller ve kablolar skolyotik deformitenin sadece konkav tarafına uygulanır. Özellikle geniş ve uzun eğrilikler ile erişkinlerde teller kablolar tercih edilmektedir. Sublaminar tel geçirilecek seviyelerde spinöz proçes, interspinöz bağlar ve ligamentum flavumlar rezeke edilir. Sublaminar tel uygun şekilde bükülerek lamina altından geçirilir. Bu işlem sırasında teli lamina anterior yüzüne dayayarak ilerletmek nörolojik komplikasyon riskini en aza indirebilmek için önemlidir. Teli halka ucu lamina superiorundan görüldüğü anda, tel çekici kanca ile çekilerek ilerletilmelidir. Geçirilen tellerin kaza sonucu kanal içerisine baskı yapmalarını engellemek için bükülerek ciltten destek almaları sağlanır. Tek veya çift tel kullanımı cerrahın tercihine ve ameliyat koşullarına bağılı olarak değişebilir. Uygun uzunluktaki 2 rod arzu edilen sagittal açılanmaya göre eğilerek şekillendirilir.

Roda şekil verilmesi iki temel prensibe dayanmalıdır: Sagittal plandaki alignmentın korunması veya restore edilmesi ve koronal plandaki deformitenin düzeltilmesi. Omurga sagittal planda T11-L1 arasında düzken, T7-8 de maksimum dorsal deplasman ve L3-4 arasında maksimum ventral deplasman gösterir. Rodlar hazırlanırken bu nokta göz önünde bulundurulmalıdır. Ameliyat sırasında konkav tarafın rodu yerleştirildikten sonra konkav kot osteotomisi yapılabilir. Füzyon alanındaki interspinöz ligamentler ve kapsüler yumuşak dokular eksize edilir. Bu sırada lamina, faset eklemler ve spinöz süreçler üzerinde dekortikasyon yapılabilir. Rodları hooklara yerleştirmeden önce geçirilmiş olan teller uygun şekilde hazırlanır. İlk rod konkav taraftaki hook ve vidalarla tutturulup distraksiyon uygulanır. Daha sonra sublaminar teller sırasıyla sıkılır. Kranial uçtan başlayıp apikal bölgeye kadar teller sırayla sıkılır. İkinci rod konveks tarafa konur derotasyon yapılır, vidaların ve clawların bağlantıları sıkıştırılır. Ameliyatın sonunda tercihen iki adet transvers bağlayıcı kullanılıp dikdörtgen yapılandırma sağlanmalıdır. Isola enstrumentasyon sisteminde üç transvers bağlantı seçeneği vardır: 1) Yivli rod konektörleri 2) Isola “drop entry” transvers konektör 3) Modüler çapraz konektör. Isola “drop entry” konektör içlerinde en kuvvetli ve en düşük profile sahip olanıdır (7, 26).

Füzyon ve cerrahi kapama prensipleri USS tekniğinde anlatıldığı gibidir.

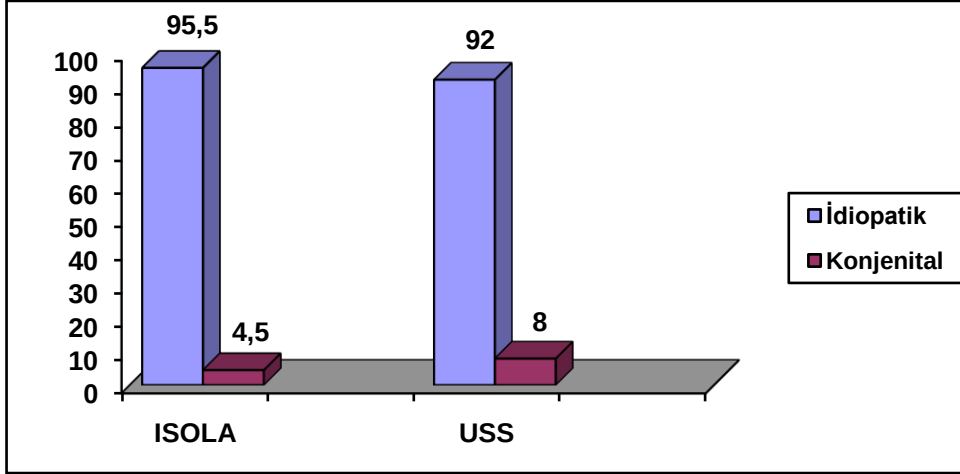


Şekil 3.2: Isola posterior spinal enstrumentasyon sisteminde uygulanan cerrahi tekniğin basamak basamak şekilsel gösterimi.

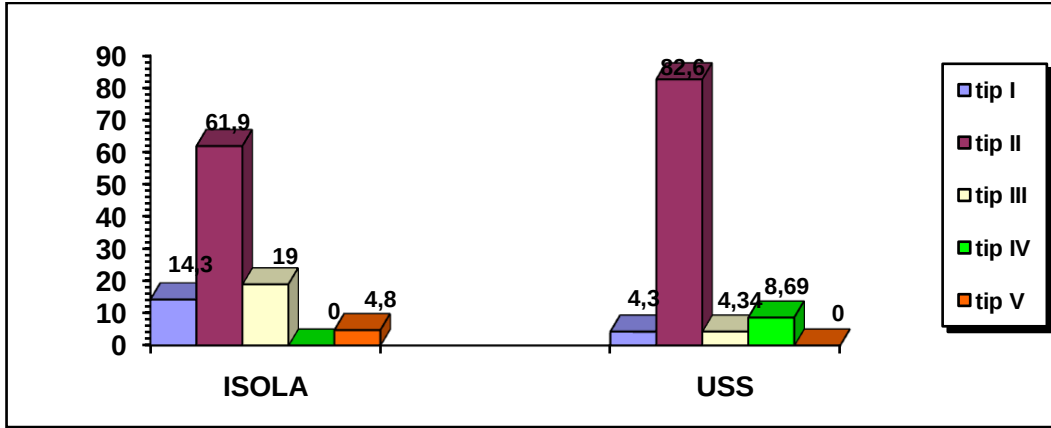
4. BULGULAR

Isola posterior enstrumentasyon sistemiyle tedavi edilen 22 hastanın yaş ortalaması 13.9 (11-22), USS posterior enstrumentasyon sistemi kullanılan 25 hastada ise 14.4 (10-19) olarak saptanmıştır. Kız/erkek oranı Isola grubunda 17/5 iken USS grubunda 22/3'tür. Hastaların ameliyatları sonrası ortalama izlem süresi Isola sistemi uygulanan grupta 52.5 (23-97) ay, USS grubunda 25.8 (12-61) aydır. İstatistiksel olarak karşılaştırıldığında iki grup arasında izlem süreleri (Mann-Whitney testi) bakımından anlamlı bir fark varken; yaş (Mann-Whitney testi) ve cinsiyet dağılımı (chi-square testi) bakımından anlamlı bir fark yoktur.

Isola posterior enstrumentasyon sistemi uygulanan hastaların eğriliklerine bakıldığında 1'i (%4.5) konjenital, 21'i (%95.5) idiopatik idi. USS grubunda ise eğriliklerin 2'si (%8) konjenital, 23'ü (%92) ise idiopatik olarak tespit edildi (Şekil 4.1). Bu parametreler bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur (chi-square testi). İdiopatik olan eğriliklerin King sınıflamasına göre dağılımı ise şöyle bulunmuştur: Isola grubunda 3 olgu (%14.3) tip I, 13 olgu (%61.9) tip II, 4 olgu (%19) tip III, 1 olgu (%4.8) tip V iken; USS grubunda 1 olgu (%4.3) tip I, 19 olgu (%82.6) tip II, 1 olgu (%4.3) tip III, 2 olgu (%8.7) tip IV'tür. (Şekil 4.2). Lenke sınıflamasına göre eğrilik paternlerine bakıldığında Isola grubunda 15 olgu (%68.2) tip 1, 4 olgu (%18.2) tip 3, 1 olgu (%4.5) tip 5 ve 2 olgu (%9.1) tip 6 idi. Aynı grupta lomber belirleyici olarak 14 olgu (%63.6) A, 4 olgu (%18.2) B, 4 olgu (%18.2) C idi. Isola grubunda Lenke sınıflamasına göre sagittal torasik belirleyici 2 olguda (%9.1) +, 14 olguda (%63.6) N, 6 olguda (%27.3) – idi. USS grubunda ise 16 olgu (%64) tip 1, 6 olgu (%24) tip 3, 3 olgu (%12) tip 5 idi. USS grubunda lomber belirleyici ise 10 olguda (%40) A, 7 olguda (%28) B, 8 olguda (%32) C idi. Aynı grupta sagittal torasik belirleyici 8 olguda (%32) +, 15 olguda (%60) N, 2 olguda ise (%8) – idi.



Şekil 4.1: Isola ve USS grubundaki hastaların skolyoz eğriliklerinin SRS sınıflandırılmasına göre dağılım oranını (%) gösteren şema.



Şekil 4.2: Isola ve USS gruplarında idiopatik skolyozu olan hastaların King sınıflamasına göre dağılım oranını (%) gösteren şema.

Hastaların kemik maturitesini değerlendirmek için saptanan Risser değerleri Isola grubunda ortalama 2.74 (1-5) iken USS grubunda ortalama 2.79 (1-5) olarak saptanmıştır. Mann-Whitney testi sonucu istatistiksel olarak iki grup arasında anlamlı bir fark yoktur.

Eğriliği rijid olup posterior cerrahi öncesi anterior gevşetme ve/veya füzyon ameliyatı yapılan hasta sayısı Isola grubunda 1 (%4.5), USS grubunda ise 3'tür

(%12). Chi-square testi kullanılarak yapılan istatistiksel çalışma sonucunda iki grup arasında bu konuda anlamlı bir fark yoktur.

Ortalama preoperatif Cobb açısı Isola grubunda torakal ve lomber eğrilikler için sırasıyla 52.4° (38° -100°) ve 34.1° (10° -70°); USS grubunda ise 49.9° (30°-108°) ve 35.3° (14° -68°); postoperatif Cobb açıları ise Isola grubunda ortalama 22.5° (5°-50°) ve 15.5° (0° -45°); USS grubunda 22.3° (5°-50°) ve 15.3° (0° -40°) olarak ölçülmüştür. Ameliyatlar sonunda saptanan ortalama intraoperatif korreksiyon ise Isola grubunda 29.9° (%58.6) ve 18.5° (%62.5); USS grubunda 27.6° (%57.2) ve 19.3 (%58) olarak bulunmuştur. Hastaların takip sürelerinin sonunda ölçülen son Cobb açıları ise Isola grubunda ortalama 32° (10°-60°) ve 17.3° (0° -50°), USS grubunda ortalama 25.9° (5°-50°) ve 16.5° (0° -40°) olarak ölçülmüştür. Yapılan Mann-Whitney testine göre istatistiksel olarak ortalama preoperatif torakal ve lomber Cobb açısı, ortalama postoperatif torakal ve lomber Cobb açısı, ortalama son Cobb açısı ve intraoperatif korreksiyon açısından iki grup arasında anlamlı bir fark yoktur. İzlem sürelerinin sonunda saptanan korreksiyon kaybı torakal ve lomber eğrilikler için sırasıyla Isola grubunda ortalama 9.4° (%18.4) ve 3.5° (%6.9), USS grubunda 3.9° (%9) ve 1.9° (%6.5)'tir. Ancak, korreksiyon kaybı açısından Mann-Whitney testi sonucu göre istatistiksel olarak iki grup arasında anlamlı fark vardır. Isola grubundaki hastaların ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası ortalama T5-T12 kifoz değerleri sırasıyla 23° (7° -50°) ve 25.1° (8° -40°) iken aynı değerler USS sistemi uygulanan grupta 31.8° (5° -70°) ve 26.8° (12° -50°) dir. Hem Isola hem de USS grubunda ameliyat öncesi ve sonrası T5-T12 kifoz değerleri arasında istatistiksel olarak (tekrarlı ölçümlerde varyans analizi) anlamlı fark vardır. Ameliyat öncesi Isola sistemi uygulanan hastaların T5-T12 kifoz değerleri 2 olguda (%9.1) 40'nin üzerinde, 14 olguda (%63.6) 10-40 derece arasında, 6 olguda (%27.3) 10 derecenin altında idi. Ameliyat sonrası dönemde ise aynı ölçümler 1 hastada (%4.5) 10 derecenin altında ,21 hastada (%95.5) 10-40 derece arasında iken, hiçbir hastada 40 derecenin üzerinde saptanmamıştır.USS yapılan grupta ise hastaların ameliyat öncesi T5-T12 kifoz değerleri 7 hastada (%28) 40 derecenin üzerinde, 16 hastada(%64) 10-40 derece arasında iken, 2 hastada (%8) 10 derecenin altında bulunmuştur.USS grubunda aynı ölçümler ameliyat sonrası yapıldığında , 1 hastada (%4) 40 derecenin

üzerinde, 24 hastada (%96) 10-40 derece arasında bulunurken hiçbir hastada 10 derecenin altında T5-T12 kifoz değerine rastlanmamıştır. Başka bir deyişle Isola grubunda hastaların %63.6 ' sının ameliyat öncesi T5-T12 kifoz değerleri normal sınırlar olarak kabul edilen 10-40 derece arasında iken aynı değer ameliyat sonrası hastaların %95.5' inde normal sınırlarda (10-40 derece) olduğu hesaplanmıştır. USS grubunda ise hastaların %64' ünün ameliyat öncesi T5-T12 kifoz değerleri normal sınırlar olarak kabul edilen 10-40 derece arasında iken aynı değer ameliyat sonrası hastaların %96' sında normal sınırlarda olduğu görülmüştür. Bu değişken istatistiksel olarak analiz edildiğinde (chi-square test) Isola ve USS grupları arasında anlamlı fark yokken, her iki grupta ameliyat öncesi ve sonrası değerler de anlamlı fark (chi-square test) vardır.

Isola grubundaki hastaların preoperatif apikal vertebra rotasyonlarının ortalaması 1,1 (0-3) iken, USS grubunda 1 (0-2) olarak bulunmuştur. İstatistiksel olarak Mann-Whitney testine göre iki grup arasında anlamlı fark yoktur.

Ameliyatta füzyon alanına dahil edilen ortalama segment sayısı Isola yapılan grupta 11.3 iken (7-15), USS grubunda ise 10.8 (14-7) dir. İstatistiksel olarak füzyon alanına dahil edilen segment sayısı bakımından iki grup arasında anlamlı fark yoktur (Mann-Whitney testi).

Hastaların subjektif değerlendirilmesi 30 sorudan oluşan ve Türkçeye çevrilerek hastalara ayrı ayrı uygulanan SRS-30 30. Versiyon (22. Ve 24. Versiyonları kapsar) anketi ile yapılmıştır. Bu ankette fonksiyonellik ve aktivite durumu ile ilgili 7, ağrı ile ilgili 6, kişisel görünüm ile ilgili 9, mental sağlık ile ilgili 5 ve ameliyat memnuniyetiyle ilgili 3 soru bulunmaktadır. Soruların 23 adeti ameliyat öncesi dönemle ilgili iken, 7 soru ameliyat sonrası dönemle ilgili idi. Isola sistemi uygulanan grupta ortalama SRS-30 skoru 3.48 (3.3-4.1) olarak hesaplanırken, USS sistemi kullanılan grupta ortalama SRS-30 skoru ise 3.65 (2.4-4.3) olarak hesaplanmıştır. İstatistiksel olarak iki grup arasında Mann-Whitney testi sonucuna göre anlamlı bir fark yoktur. (Tablo 4.1).

Tablo 4.1: SRS-30 skoru açısından iki gruptaki hastaların karşılaştırılması.

Ortalama SRS-30	
Skoru	
Isola grubu	3.48 (3.3-4.1)
USS grubu	3.65 (2.4-4.3)

Isola sistemi uygulanan hastalarda kullanılan ortalama tel sayısı 3.8 (0-6) adet iken USS grubundaki hastalara sublaminar veya subtransvers tel kullanılmamıştır. Isola grubundaki hastaların ortalama ameliyat süresi 385 dakika (310-430 dakika) iken sublaminar telleme yöntemi kullanılanlarda ortalama 323 dakika (290-360) dakika olarak saptanmıştır. Ameliyat sırasında ortalama eritrosit süspansiyonu replasmanı, Isola yapılan grupta 3.3 (2-5) U iken USS yapılan grupta ortalama 2.8 (2-4) U olarak bulunmuştur. Bu değerlere göre iki grup arasında ameliyat süresi ve eritrosit süspansiyonu replasmanı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır (Mann-Whitney testi) (Tablo 4.2).

Tablo 4.2: USS ve Isola grubundaki hastaların ameliyat süresi ve kanama miktarlarını karşılaştıran tablo.

	Ortalama Ameliyat Süresi (dakika)	Ortalama Eritrosit Süspansiyonu Replasmanı (U)
Isola grubu	385	3.3
USS grubu	323	2.8

Komplikasyonlar açısından bakıldığında; Isola ve USS sistemi uygulanan hastalarda intraoperatif komplikasyon görülmemiştir. Postoperatif komplikasyon olarak ise Isola grubunda 2 (%9) hastada implantasyon bozukluğu (vida kırılması, hook çıkması), 1 (%4.5) hastada yüzeysel enfeksiyon saptanmıştır. Isola ve USS grubundaki hiçbir hastada psödoartroz gözlenmemiştir. Isola sistemi uygulanan hastaların hiçbirinde intraoperatif olarak duraya herhangi bir hasar verilmediği gibi postoperatif dönemde de herhangi bir nörolojik defisit saptanmamıştır. USS grubunda 1 hastada (%4) implantasyon bozukluğu (vida kırılması) görülmüştür. USS grubundaki hiçbir hastada enfeksiyon gözlenmemiştir. USS sistemi kullanılan hastaların 2 (%8)'sinde postoperatif nörolojik defisit gelişmiştir (Tablo 4.3). Ameliyat sonrası birinci günde implantları çıkarılan her iki olgunun da nörolojik defisitleri ilk bir yıl içerisinde tamamen düzelmiştir. İki grup arasında istatistiksel olarak (chi-square test) ameliyat sonrası nörolojik defisit açısından anlamlı fark saptanmamıştır. Ayrıca Isola ve USS grupları arasında toplam postoperatif komplikasyonlar karşılaştırıldığında da istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (chi-square test).

Tablo 4.3: Karşılaşılan intraoperatif ve postoperatif komplikasyonları uygulanan sisteme göre karşılaştıran tablo.

	İntraoperatif Dura Yırtığı	Nörolojik Defisit	İmplantasyon Bozukluğu	Enfeksiyon	Psödoartroz
ISOLA	0 (%0)	0 (%0)	2 (%9)	1 (%4.5)	0 (%0)
USS	0(%0)	2 (%8)	1 (%4)	0 (%0)	0 (%0)

Tablo 4.4: USS posterior spinal enstrumentasyon sistemi uygulanan hastalardaki önemli bulgular (K: kız, E: erkek, S: Strüktürel, N: Nonstrüktürel, T: torakal, TL-L: Torakolomber-lomber)

	Yaş	Cinsiyet	SRS sınıflaması	Lenke			KING	Preop. Cobb Açıları		Postop. Cobb açıları		Son Cobb açıları		İntraoperatif korreksiyon		Korreksiyon kaybı		Takip (ay)	T5-T12 Kifoz		Rotasyon	Füzyon Seviyesi	Kullanılan Eritrosit Süspansiyonu Miktarı (Ünite)	Süre (dakika)	SRS Skoru
								T	TL-L	T	TL-L	T	TL-L	T	TL-L	T	TL-L		Preop.	Postop.					
1	15	K	Konjenital	5	A	+	-	-	30(S)	-	15	-	20	-	15 %50	-	5 %33,3	35	48	40	2	T8-L2	3	320	3,0
2	13	K	İdiopatik	3	C	N	1	50(S)	35(S)	25	25	30	30	25 %50	10 %28,6	5 %10	5 %14,2	61	20	22	2	T3-T11	4	320	3,6
3	17	K	İdiopatik	3	C	N	2	70(S)	60(S)	50	40	50	40	20 %28,6	20 %33,3	0 %0	0 %0	13	30	28	1	T4-L2	3	340	3,9
4	15	K	İdiopatik	3	C	+	2	55(S)	40(S)	35	35	40	40	20 %36,4	5 %12,5	5 %9	5 %12,5	22	44	30	1	T2-L1	4	360	4,0
5	13	K	İdiopatik	3	B	N	2	50(S)	36(S)	25	24	30	26	25 %50	12 %33,3	5 %10	2 %5,6	25	20	20	1	T3-L4	3	350	3,7
6	11	K	İdiopatik	1	B	N	2	45(S)	25(NS)	15	0	15	0	30 %66,7	25 %100	0 %0	0 %0	14	10	12	0	T4-L1	3	300	4,1
7	15	K	İdiopatik	1	A	N	2	45(S)	20(NS)	20	10	20	5	25 %55,6	10 %50	0 %0	0 %0	24	24	30	1	T4-L1	2	290	4,2
8	15	K	İdiopatik	1	B	+	4	40(S)	-	10	-	20	-	30 %75	-	10 %25	-	60	70	50	0	T5-L3	3	300	3,6
9	16	K	İdiopatik	1	A	N	2	60(S)	50(NS)	28	14	30	16	32 %53,3	36 %72	2 %3,3	2 %4	12	38	28	1	T2-L2	3	310	4,0
10	13	K	İdiopatik	1	C	N	2	40(S)	30(NS)	15	10	30	10	25 %62,5	20 %66,7	15 %37,5	0 %0	23	25	20	1	T4-L2	3	320	3,0
11	16	K	İdiopatik	5	C	N	2	-	40(S)	-	10	-	15	-	30 %75	-	5 %12,5	25	20	20	1	T6-L2	3	300	3,8
12	16	K	İdiopatik	1	A	N	2	40(S)	20(NS)	14	5	28	12	26 %65	15 %75	14 %35	7 %35	22	38	30	0	T4-L2	2	330	3,4
13	16	K	İdiopatik	1	B	N	2	35(S)	30(NS)	20	15	30	20	15 %42,9	15 %50	10 %28,6	5 %16,7	14	39	20	1	T4-T12	2	310	4,3
14	12	K	İdiopatik	3	C	+	2	108 (S)	68(S)	50	40	50	40	58 %53,7	28 %41,2	0 %0	0 %0	24	41	35	1	T3-L3	4	350	3,1
15	16	E	Konjenital	5	B	+	-	-	50(S)	-	30	-	35	-	20 %40	-	5 %10	49	42	35	2	T3-L3	3	360	3,5
16	14	K	İdiopatik	1	A	+	2	40(S)	40(NS)	5	10	5	10	35 %87,5	30 %75	0 %0	0 %0	12	50	30	1	T3-L1	2	330	3,9
17	11	K	İdiopatik	1	B	N	2	70(S)	30(NS)	24	5	30	5	46 %65,7	25 %83,3	6 %8,6	0 %0	14	38	30	0	T5-L3	3	330	3,8
18	10	K	İdiopatik	1	B	N	2	30(S)	30(NS)	5	0	5	0	25 %83,3	30 %100	0 %0	0 %0	21	15	17	1	T5-L2	3	320	3,9
19	16	E	İdiopatik	1	A	+	2	45(S)	15(NS)	20	10	25	0	25 %55,5	5 %33,3	5 %11,1	0 %0	26	50	35	1	T3-L1	3	310	3,8
20	15	K	İdiopatik	1	A	N	3	30(S)	20	10	10	10	0	20 %66,7	10 %50	0 %0	0 %0	12	20	20	0	T3-L1	3	320	4,0
21	19	E	İdiopatik	3	C	N	2	60(S)	60(S)	30	30	30	30	30 %50	30 %50	0 %0	0 %0	24	20	22	1	T4-L1	2	290	3,9
22	15	K	İdiopatik	1	A	N	2	44(S)	38(NS)	30	20	30	10	14 %31,8	18 %47,4	0 %0	0 %0	36	20	25	1	T4-L2	2	310	3,9
23	14	K	İdiopatik	1	A	-	2	40(S)	14(NS)	9	0	10	0	31 %77,5	14 %100	1 %2,5	0 %0	25	5	15	1	T5-L3	2	330	4,1
24	14	K	İdiopatik	1	A	+	2	40(S)	30(NS)	20	10	-	-	20 %50	20 %66,7	-	-	18	60	30	1	T4-L1	2	320	2,4
25	14	K	İdiopatik	1	C	-	4	60(S)	-	30	0	-	-	30 %50	-	-	-	34	8	25	2	T4-L2	3	360	2,5

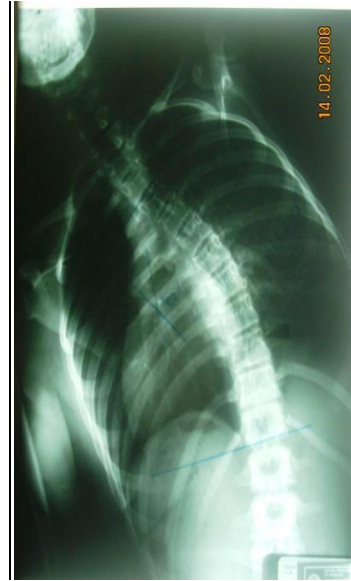
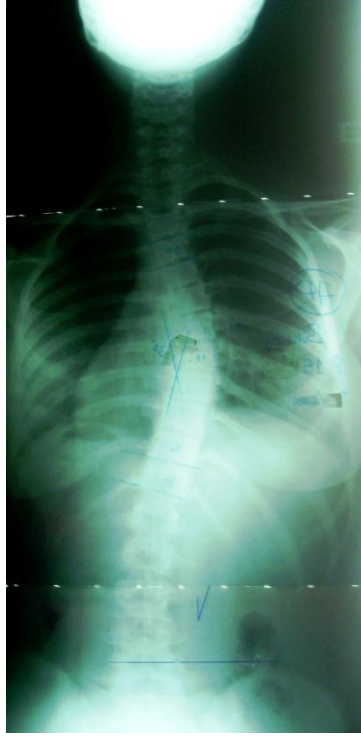
Tablo 4.5 : Isola posterior spinal enstrumentasyon sistemi uygulanan hastalardaki önemli bulgular (K: kız, E: erkek, S: Strüktürel, N: Nonstrüktürel, T: torakal, TL-L: Torakolomber-lomber).

	Yaş	Cinsiyet	SRS sınıflaması	Lenke			KİNG	Preop. Cobb açıları		Postop. Cobb açıları		Son Cobb açıları		İntraoperatif korreksiyon		Korreksiyon kaybı		TAKİP (ay)	T5-T12 Kifoz		Rotasyon	Füzyon Seviyesi	Kullanılan Eritrosit Süspansiyonu Miktarı (Ünite)	Süre (dakika)	Skoru SRS	
								T	TL-L	T	TL-L	T	TL-L	T	TL-L	T	TL-L		T	TL-L						Preop
1	13	K	İdiopatik	1	B	-	2	62(S)	18	25	0	35	0	37 %59,7	18 %100	10 %16,1	0 %0	47	7	20	2	T3-L3	4	410	3,4	
2	13	E	İdiopatik	6	A	+	1	45	60	38	40	40	45	7 %15,6	20 %33,3	2 %4,4	5 %8,3	48	42	35	1	T3-L3	4	420	3,3	
3	13	K	İdiopatik	3	A	N	2	45(S)	40(S)	20	30	20	30	25 %55,5	10 %25	0 %0	0 %0	46	25	15	0	T4-L1	3	380	3,3	
4	11	E	İdiopatik	1	C	N	3	40(S)	-	5	-	20	-	35 %87,5	-	15 %37,5	-	44	20	30	1	T6-L2	2	350	3,4	
5	12	K	İdiopatik	1	A	N	2	45(S)	30	20	18	30	10	25 %55,5	12 %40	10 %22,2	0 %0	36	28	30	1	T4-L2	3	390	3,5	
6	13	K	İdiopatik	1	B	N	2	55(S)	10	25	0	35	0	30 %54,5	10 %100	10 %18,2	0 %0	49	35	30	1	T3-L1	3	400	3,5	
7	14	K	İdiopatik	1	A	N	2	38(S)	20	10	8	16	0	28 %73,7	12 %60	6 %15,8	0 %0	24	25	30	0	T4-L1	3	370	3,3	
8	17	K	İdiopatik	1	A	N	3	40(S)	10	5	5	10	5	35 %87,5	5 %50	5 %12,5	0 %0	45	30	30	1	T4-L2	4	430	3,4	
9	14	K	İdiopatik	6	C	-	1	50(S)	60(S)	25	15	30	40	25 %50	45 %75	5 %10	25 %41,7	60	8	20	2	T4-L4	5	400	3,5	
10	13	K	İdiopatik	1	A	-	2	45(S)	28	20	20	20	10	25 %55,5	8 %28,6	0 %0	0 %0	23	9	24	0	T3-L2	4	410	4,1	
11	11	E	İdiopatik	1	A	-	2	40(S)	20	8	0	20	0	32 %80	20 %100	12 %30	0 %0	49	9	28	0	T3-L2	3	400	3,5	
12	22	K	İdiopatik	1	B	+	5	65(S)	10	32	0	50	0	33 %50,8	10 %100	18 %27,7	0 %0	50	50	40	3	T9-L3	2	350	3,3	
13	15	E	İdiopatik	1	A	N	2	55(S)	40	30	5	35	10	25 %45,5	35 %87,5	5 %9,1	5 %12,5	70	35	25	2	T3-L2	3	390	3,4	
14	14	K	İdiopatik	1	A	N	2	50(S)	30	12	10	40	20	38 %76	20 %66,7	28 %56	10 %33,3	85	30	35	0	T4-L3	4	420	3,5	
15	13	K	İdiopatik	1	A	N	2	40(S)	30	20	0	30	0	20 %50	30 %100	10 %25	0 %0	47	25	14	1	T3-L1	3	380	3,4	
16	13	K	İdiopatik	3	A	N	2	70(S)	45(S)	38	25	50	30	32 %45,7	20 %44,4	12 %17,1	5 %11,1	49	30	25	1	T3-L2	3	390	3,5	
17	11	K	İdiopatik	1	A	N	3	50(S)	-	20	-	20	-	30 %60	-	0 %0	-	96	10	28	0	T2-L1	4	400	3,6	
18	14	K	İdiopatik	3	B	N	2	100(S)	70(S)	50	45	60	50	50 %50	25 %35,7	10 %10	5 %7,1	48	20	20	3	T3-L3	4	410	3,7	
19	15	K	İdiopatik	1	A	N	3	45(S)	10	10	0	25	0	35 %77,8	10 %100	15 %33,3	0 %0	47	20	30	1	T4-L2	3	390	3,5	
20	17	E	Konjenital	5	C	-	-	-	55(S)	-	40	-	50	-	15 %27,3	-	10 %18,2	-	46	8	8	2	T11-L5	2	310	3,4
21	14	K	İdiopatik	1	A	-	2	60(S)	25	40	20	55	10	20 %33,3	5 %20	15 %25	0 %0	50	9	15	1	T4-L3	3	320	3,4	
22	15	K	İdiopatik	3	C	N	1	60(S)	70(S)	20	30	30	35	40 %66,7	40 %57,1	10 %16,7	5 %7,1	97	30	20	1	T2-L4	4	350	3,7	

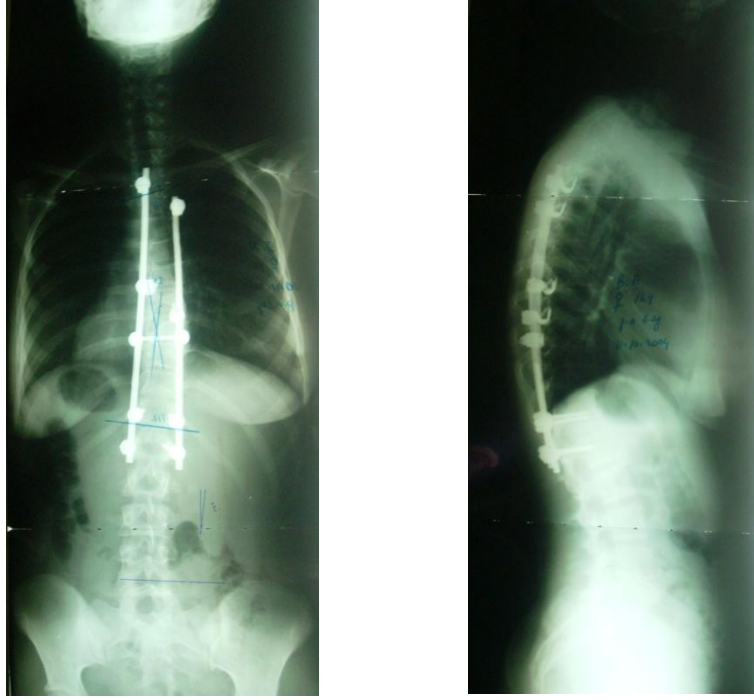
4.1 USS Posterir Spinal Enstrumentasyon Sistemi Uygulanan Hastalardan Örnekler:

4.1.1 Birinci Örnek Hasta:

Preoperatif Dönem



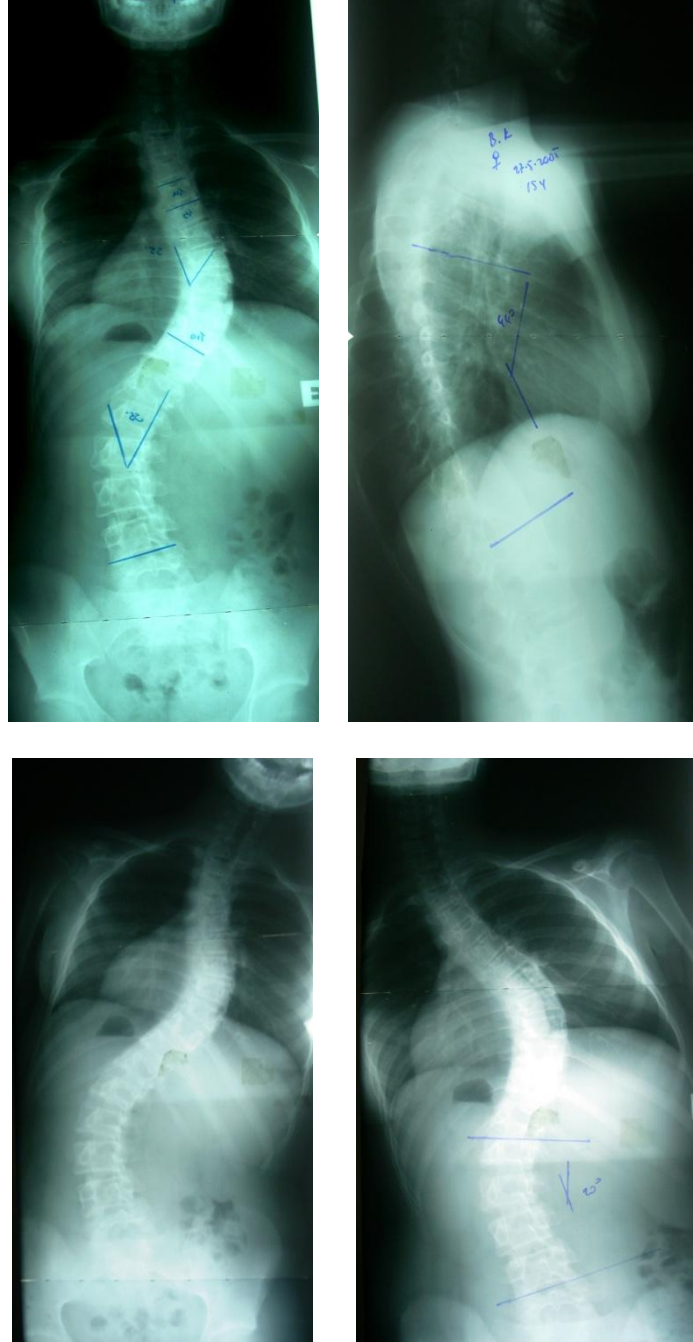
Postoperatif Dönem



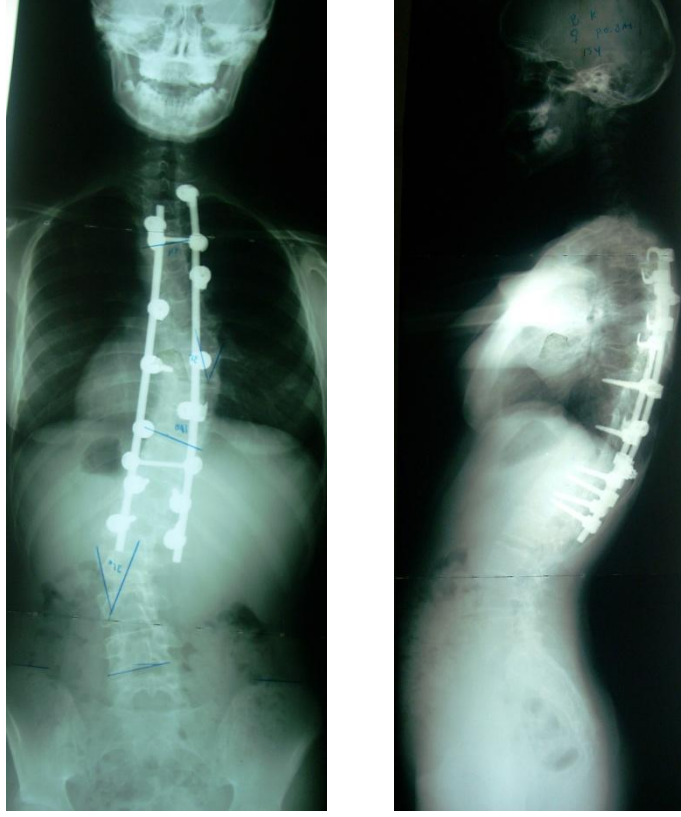
Şekil 4.3: Birinci Örnek Hasta. 15 yaşında kız hasta. King tip III (torakal) eğriliği vardı. Eğriliğinin Lenke sınıflamasına göre 1AN olduğunu görüyoruz. Preoperatif Cobb açıları 30° (T4-L2) ve 20° (L1-L4). Lomber eğriliğin yapısal olmadığı ve eğilme grafilерinde tamamen düzeldiği görülüyor. USS posterior spinal enstrumentasyon sistemi uygulanan hastanın ameliyat sonrası 6. aydaki grafilерinde torakal eğriliğin 10° olduğu ve lomber eğriliğin tamamen düzeldiği görülüyor. Sagittal planda ise ameliyat öncesi 20° olan T5-T12 kifoz değerinin aynen korunduğu görülmekte.

4.1.2 İkinci Örnek Hasta:

Preoperatif Dönem



Postoperatif Dönem

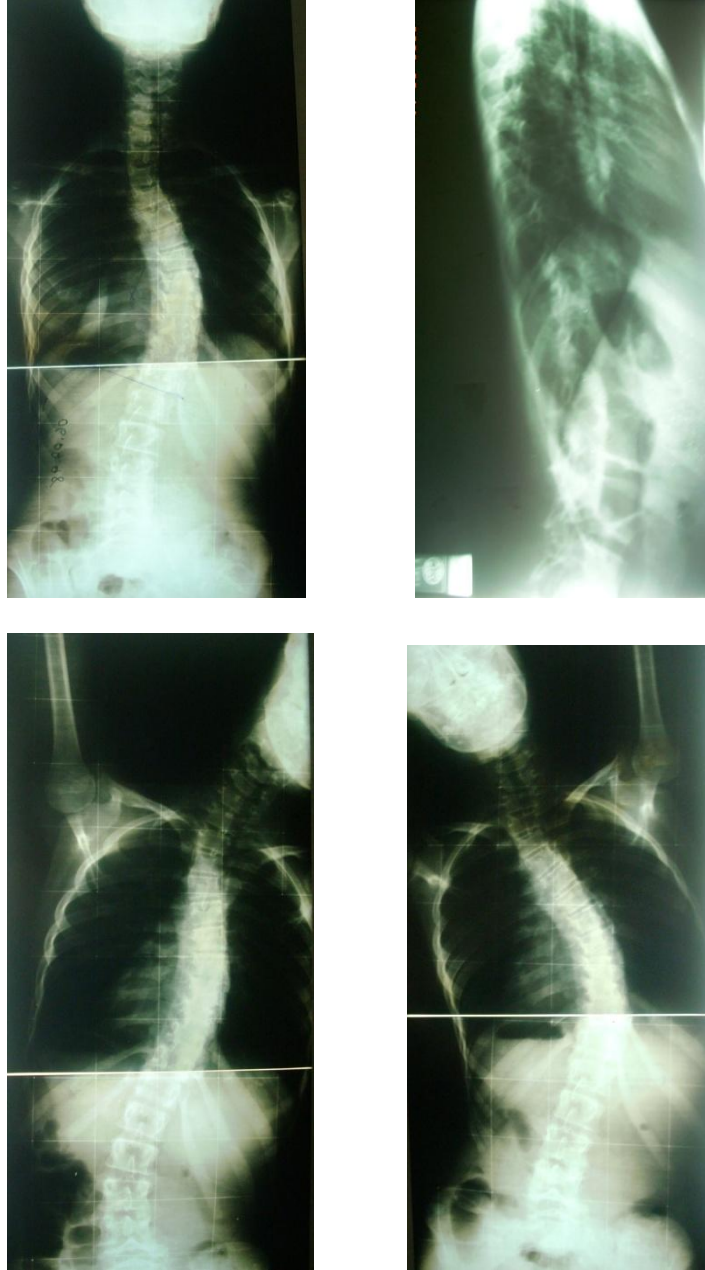


Şekil 4.4: İkinci örnek hasta. King tip II skolyozu olan 15 yaşındaki kız hastanın Lenke sınıflamasına göre eğriliği 3C+. Preoperatif Cobb açıları 55° (T3-T12) ve 40° (L1-L4) idi. Eğilme grafilerinde her iki eğriliğin de yapısal olduğu görülüyor. Ameliyat sonrası 3. aydaki grafilerinde her iki eğriliğin de 35° olduğu ve ameliyat öncesi 44° olan T5-T12 kifoz değerinin 30° olduğu görülüyor

4.2 Isola Posterir Spinal Enstrumentasyon Sistemi Uygulanan Hastalardan Örnekler:

4.2.1 Birinci Örnek Hasta:

Preoperatif Dönem



Postoperatif Dönem

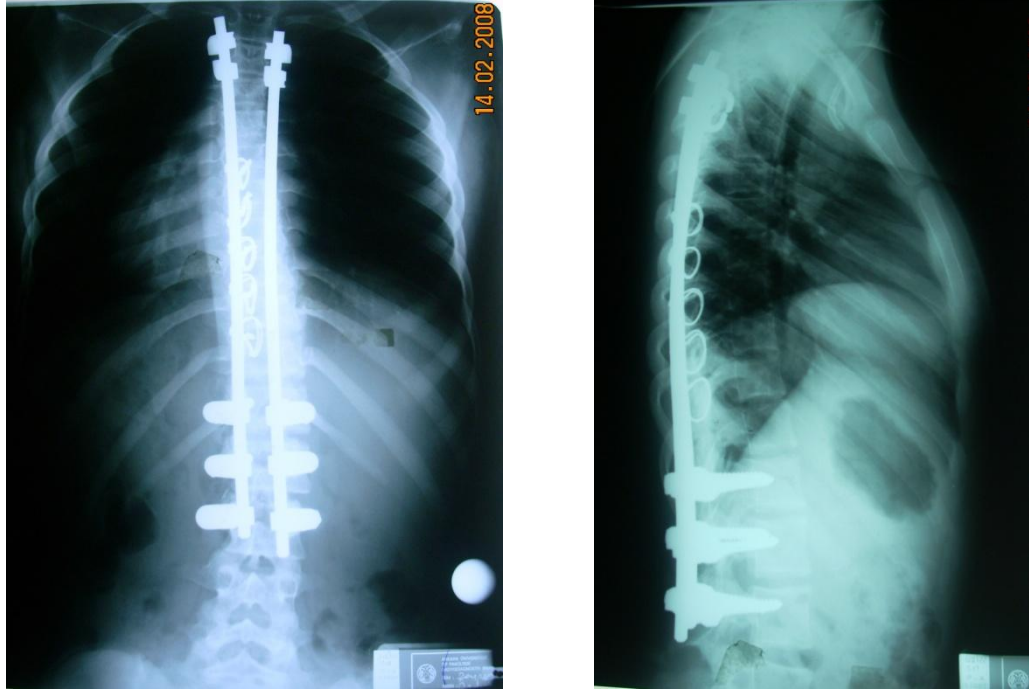


Şekil 4.5: 13 yaşında kız hasta. King tip III (torakal) eğriliği vardı. Eğriliğinin Lenke sınıflamasına göre 1BN olduğunu görüyoruz. Preoperatif Cobb açıları 55° (T4-T12) ve 10° (T12-L4). Lomber eğriliğin yapısal olmadığı ve eğilme graflerinde tamamen düzeldiği görülüyor. Isola posterior spinal enstrumantasyon sistemi uygulanan hastanın ameliyat sonrası 4. yıldaki graflerinde torakal eğriliğin 25° olduğu ve lomber eğriliğin tamamen düzeldiği görülüyor. Sagittal planda ise ameliyat öncesi 35° olan T5-T12 kifoz değerinin ameliyat sonrası 30° olduğu izlenmekte.

4.2.2 İkinci Örnek Hasta:
Preoperatif Dönem



Postoperatif Dönem



Şekil 4.6: Dördüncü örnek hasta. 17 yaşında kız hasta. Eğrilik King III, lenke sınıflamasına göre ise 1AN. Preoperatif Cobb açıları 40° (T5-T12) ve 10° (T12-L3) ölçüldü. Isola posterior spinal enstrumantasyon sonrası torakal eğriliğin 10° nin altında olduğu ve lomber eğriliğin neredeyse tamamen düzeldiği görülüyor.

5. TARTIŞMA

Posterior skolyoz cerrahisinde korreksiyon teknikleri 3 ana başlıkta toplanabilir:

- 1) Distraksiyon/Kompresyon
- 2) Global derotasyon
- 3) Segmental korreksiyon

Distraksiyon/Kompresyon tekniğinin öncüsü Harrington sistemi olup aynı felsefeyle düzeltme yapan bir başka sistem Acromed Growth Rod tur. CD sistemi ise global derotasyon prensibine dayanan bir enstruman sistemidir. Bunun yanında USS sistemi ile de global derotasyon yapılabilir. Skolyoz cerrahisinde segmental korreksiyon prensibiyle düzeltme yapan başlıca sistemler ise Luque, Isola ve USS sistemleridir. Bunlardan Luque ve Isola sistemleri sublaminar telleme yöntemini kullanırken USS sistemi ise pediküler hook ve transpediküler vida kombinasyonunu kullanan bir sistemdir. Segmental spinal enstrumentasyon tekniği skolyoz cerrahisinde günümüzde çok yaygın olarak kullanılan bir cerrahi yöntemdir. Çünkü sağladığı translasyonel kuvvetle korreksiyonu sağlar, füzyon iyileşmesi hızlıdır ve sağladığı rijid fiksasyon ile hastanın postoperatif immobilizasyon ihtiyacını ortadan kaldırır (1, 14, 22, 28). Isola posterior spinal enstrumentasyon sisteminin cerrahi tekniğinin temelini sublaminar telleme yöntemi oluşturmaktadır. Ancak sublaminar telleme yönteminin uygulanabilirliğinin zorluğu ve doğurduğu komplikasyonlar günümüzde bu yönetime kuşku ile bakılmasına neden olmuştur. Tellerin lamina altından, dura ve sinir köküne yakın komşulukta geçirilmesi ve bırakılması, bu vital dokuların enstrumentasyon işlemi sırasında yaralanmasına sebep olabildiği gibi geç dönemde bu sahada oluşan ödem, fibrozis ve epidural hematoma bağlı olarak ta %1 ile %15 arasında nörolojik komplikasyonların olduğu gösterilmiştir (19, 28, 37, 81, 88, 126, 182, 190). Jhonston ve arkadaşları

yaptıkları bir çalışmada sublaminar segmental spinal enstrumentasyon uyguladıkları hastalarda geç dönemde oluşan paraplejinin, bu sahada zamanla oluşan iskemiye sekonder gelişen ödem sonucu oluştuğunu belirtmişler ve bunu ameliyat sırasında uyguladıkları peroneal sinir monitorizasyonu ile ispatlamışlardır. Bunun yanında paraplejinin kalıcı olmasındaki sebebin ameliyat sonrası dönemde ortaya çıkan ilerleyici nöral ödeme bağlı olarak gelişen subaraknoid alandaki obstruksiyon olduğunu bildirmişlerdir. Bu durumu ise sublaminar tellerin kifotik ve dar segmentlerden geçirilmesi sırasında, intraoperatif miyelografi uygulayarak dural sıkışma ve nöral irritasyon saptadıkları hastalarda görmüşlerdir (88). Thompson ve arkadaşları sublaminar telleme uygulamaları sonucunda tahminlerinden daha fazla nörolojik komplikasyonla karşılaştıklarını ve bunun ana nedeni olarak ta tecrübesizlik olduğunu bildirerek bu yöntemdeki zorluğa parmak basmışlardır (182). Bunun yanında Girardi ve arkadaşların spinal kord monitorizasyonu yaptıkları 141 hastada sublaminar telleme uygulamış (toplam 1366 tel kullanılmış) ve hastaların hiçbirinde intraoperatif nörolojik bir komplikasyon olmadığını bildirmişler ve sublaminar tellemenin son derece güvenilir bir yöntem olduğunu rapor etmişlerdir (68). Bizim çalışmamızda da Isola posterior spinal enstrumentasyon kullanılan hastaların hiç birinde intraoperatif veya postoperatif majör nörolojik komplikasyonla karşılaşmamıştır. Sonuç olarak deneyimli cerrahlarca uygulandığı zaman Isola posterior spinal enstrumentasyon sisteminin son derece güvenli bir yöntem olduğu sonucuna varmak doğru olacaktır.

Herring ve Wenger sublaminar telleme yöntemindeki deneyimlerinde komplikasyon oranlarını %14, Wilber ve arkadaşları ise 2 tanesi majör kord yaralanması olmak üzere %17 olarak bildirmişlerdir (81, 190). Bu yöntem hakkında bilinen diğer intraoperatif komplikasyonlar ise epidural, subdural veya intramedüller kanama, dural kontüzyon veya laserasyon, tekal kesenin yaralanması, kord kontüzyonu ve geçici beyin-omurilik-sıvısı (BOS) akıntısıdır. Postoperatif olarak ise peridural fibrozis, tel kopmasına sekonder migrasyon ve tellerin çıkarılmasındaki güçlük gibi komplikasyonlar görülebilir. Thometz ve Emans sublaminar telleme yöntemini interspinöz telleme ile karşılaştırmışlar ve interspinöz tellemenin çok daha güvenli olduğunu, korreksiyon oranları arasında ise fark saptamadıklarını dolayısıyla interspinöz proçes tellemenin

esnek ve orta derecedeki skolyozların cerrahisinde kullanılması gerektiğini, ileri derece torasik lordozu olan ve rijid ileri derece skolyozlarda sublaminar tellemenin tercih edilmesinin daha doğru olacağını bildirmişlerdir (181).

Yapılan bu tez çalışmasında Isola posterior spinal enstrumentasyon yapılan hastalarla USS posterior spinal enstrumentasyon sistemi kullanılan hastalarda yaş, eğrilik tipi, preoperatif vertebral rotasyon, preoperatif T5-T12 kifoz değeri ve Risser değerleri arasında anlamlı bir fark olmadığı ve her iki gruptaki hastalara aynı ameliyat endikasyonları uygulandığı için karşılaştırılan iki grubun ameliyat öncesi önemli kabul edilebilecek ve sonucu etkileyebilecek özellikleri benzer olarak kabul edilmelidir.

Çıkarılan sonuçlarda ortalama intraoperatif korreksiyon, Isola posterior spinal enstrumentasyon uygulanan hastalarda torakal ve torakolomber-lomber eğrilikler için sırasıyla 29.9° (%58.6) ve 18.5° (%62.5); USS posterior spinal enstrumentasyon uygulanan hastalarda ise 27.6° (%57.2) ve 19.3 (%58) olarak bulunmuştur. Isola posterior spinal enstrumentasyon uygulanan hastalarda Asher ve arkadaşlarının saptadığı ortalama intraoperatif korreksiyon değeri 23° (%63), Benli ve arkadaşlarının bulduğu değer %62.8, Leung ve arkadaşlarının bulduğu değer %50,2, Luk ve arkadaşlarının saptadığı değer ise %58,5 tir (majör eğrilikler için) (9,18,111,121). USS sistemi uygulanan hastalarda ise Remes ve arkadaşlarının bulduğu değer %46 (majör eğrilikler için), Wright ve arkadaşlarının bulduğu değer ise %54,1 ve %41,9 dur (152,194) (torakal ve lomber eğrilikler için sırasıyla).

Gerek kendi yaptığımız çalışmada gerekse literatür bilgilerinde saptanan o ki postoperatif korreksiyon miktarı, Isola ile USS posterior spinal enstrumentasyon sistemlerinde birbirlerine yakın orandadır.

Isola grubundaki hastaların ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası ortalama T5-T12 kifoz değerleri sırasıyla 23° (7° -50°) ve 25.1° (8° -40°) iken aynı değerler USS sistemi uygulanan grupta 31.8° (5° -70°) ve 26.8° (12° -50°) dir. Hem Isola hem de USS grubunda ameliyat öncesi ve sonrası T5-T12 kifoz değerleri arasında istatistiksel olarak

anlamli fark vardir. Ameliyat öncesi Isola sistemi uygulanan hastaların T5-T12 kifoz değerleri 2 olguda (%9.1) 40'nin üzerinde, 14 olguda (%63.6) 10-40 derece arasında, 6 olguda (%27.3) 10 derecenin altında idi. Ameliyat sonrası dönemde ise aynı ölçümler 1 hastada (%4.5) 10 derecenin altında, 21 hastada (%95.5) 10-40 derece arasında iken, hiçbir hastada 40 derecenin üzerinde saptanmamıştır. USS yapılan grupta ise hastaların ameliyat öncesi T5-T12 kifoz değerleri 7 hastada (%28) 40 derecenin üzerinde, 16 hastada(%64) 10-40 derece arasında iken, 2 hastada (%8) 10 derecenin altında bulunmuştur. USS grubunda aynı ölçümler ameliyat sonrası yapıldığında, 1 hastada (%4) 40 derecenin üzerinde, 24 hastada (%96) 10-40 derece arasında bulunurken hiçbir hastada 10 derecenin altında T5-T12 kifoz değerine rastlanmamıştır. Başka bir deyişle Isola grubunda hastaların %63.6 ' sının ameliyat öncesi T5-T12 kifoz değerleri normal sınırlar olarak kabul edilen 10-40 derece arasında iken aynı değer ameliyat sonrası hastaların %95.5' inde normal sınırlarda (10-40 derece) olduğu hesaplanmıştır. USS grubunda ise hastaların %64' ünün ameliyat öncesi T5-T12 kifoz değerleri normal sınırlar olarak kabul edilen 10-40 derece arasında iken aynı değer ameliyat sonrası hastaların %96' sında normal sınırlarda olduğu görölmüştür. Bu değişken istatistiksel olarak analiz edildiğinde Isola ve USS grupları arasında anlamlı fark yokken, her iki grupta ameliyat öncesi ve sonrası değerler de anlamlı fark vardır. Bütün ameliyatları aynı cerrahın yaptığı göz önüne alındığında, T5-T12 preoperatif ve postoperatif kifoz değerlerinde iki grup arasında anlamlı fark olmaması sonucu, normal torakal kifozun korunmasının veya patolojik torakal kifozun restorasyonunda roda uygun sagittal eğim vermenin önemini ortaya koymaktadır.

Skolyoz cerrahisinde bir implant sisteminin başarısını değerlendirirken, sağlanan korreksiyon miktarı kadar önemli bir başka parametrede korreksiyonun ne kadar korunabildiğidir. Takip sürelerinin sonunda görülen korreksiyon kaybı Isola sistemini uyguladığımız hastalarda torakal ve lomber eğrilikler için sırasıyla ortalama 9.4° (%18.4) ve 3.5° (%6.9) iken, USS grubunda 3.9° (%9) ve 1.9° (%6.5) bulunmuştur. Isola sistemi uygulanan hastalarda Benli ve arkadaşlarının bulduğu ortalama korreksiyon

kaybı değeri 5,4°, Leung ve arkadaşlarının bulduğu değer ise %5,8 dir (18,111). USS sistemi uygulanan hastalarda ise korreksiyon kaybı için Remes ve arkadaşlarının bulduğu değer %2 dir (152). Gerek bizim yaptığımız çalışma gerekse mevcut literatür bilgileri USS posterior spinal enstrumentasyon sisteminin korreksiyonu koruma anlamında Isola posterior spinal enstrumentasyon sisteminden daha başarılı olduğunu göstermektedir. Yani bu bilgiler ışığında USS posterior spinal enstrumentasyon sisteminin Isola posterior spinal enstrumentasyon sisteminden daha rijid bir fiksasyon tekniği olduğu çıkarımına varmak doğru olacaktır.

Isola posterior spinal enstrumentasyon sistemi uygulanan hastaların hiçbirinde intraoperatif veya postoperatif nörolojik komplikasyon görülmemiştir. Isola sistemi uygulanan grupta sadece 2 hastada (%9) implantasyon bozukluğu ve 1 hastada da (%4.5) yüzeysel enfeksiyon görülmüştür. Leung ve arkadaşları yaptıkları çalışmada minör implantasyon bozukluğunu %12.5, derin enfeksiyonu ise %2.5 olarak rapor etmişlerdir (111). Benli ve arkadaşları ile Asher ve arkadaşları ise Isola sistemi uyguladıkları hastalarda hiçbir nörolojik defisit yada enfeksiyon bildirmemişlerdir (9, 18). Girardi ve arkadaşların spinal kord monitorizasyonu yaptıkları 141 hastada sublaminar telleme uygulamış (toplam 1366 tel kullanılmış) ve hastaların hiçbirinde intraoperatif nörolojik bir komplikasyon olmadığını bildirmişler ve sublaminar tellemenin son derece güvenilir bir yöntem olduğunu rapor etmişlerdir (68). USS posterior spinal enstrumentasyon sistemi uygulanan hastaların hiçbirinde enfeksiyon izlenmemiştir. USS sistemi uygulanan 2 hastada postoperatif parapleji gelişmiş olup ameliyat sonrası hemen implantları çıkarılmıştır. Postoperatif olarak izleme alınan iki hastanın da nörolojik durumları 1 yıllık takibin sonunda normale dönmüştür. Yani bu hastalardaki paraplejinin sebebi spinal kordun direkt olarak transpediküler vidalarla ya da hooklarla yaralanması değil, korreksiyon sırasında gelişen spinal kord traksiyonuna bağlı olduğu söylenebilir. Remes ve arkadaşları USS sistemi için enfeksiyon oranını %2 erken enfeksiyon, %7 geç enfeksiyon olarak rapor etmişlerdir. Aynı çalışmada USS uygulanan hastalarda %5 oranında implantasyon bozukluğu bildirilirken, nörolojik komplikasyon görülmediği bildirilmiştir (152). Wright ve arkadaşları yaptıkları çalışmada USS sistemi uyguladıkları hastalarda %4.8 enfeksiyon, %7.9 nörolojik komplikasyon bildirmiş,

hiçbir hastada psödoartroz görmediklerini rapor etmişlerdir (194) . Çalışmamızda USS sistemi uygulanan grupta 2 hastada nörolojik defisit görülürken Isola uygulanan grupta nörolojik defisite rastlanmamıştır. Buna rağmen bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bunun yanında hem Isola sistemi uygulanan hastalarda hem de USS sistemi uygulanan hastalarda psödoartroz izlenmemiştir. Yapılan cerrahi tekniğin zorluğunu belirleyen diğer bir kriter ise ameliyat süresidir. Bu çalışmada Isola sistemi uygulanan gruptaki hastaların ortalama ameliyat süresi 385 dakika, USS sistemi uygulanan grupta ise 323 dakikadır. Wright ve arkadaşları yaptıkları çalışmada USS sistemi uyguladıkları hastalarda ortalama ameliyat süresini 402 dakika olarak bildirmişlerdir (194). Asher ve arkadaşları ise Isola sistemi uyguladıkları hastalarda ortalama ameliyat süresini 355 dakika olarak rapor etmişlerdir (9).

Isola posterior spinal enstrumentasyon sistemi uygulanan hastalarımızda replasmanı gerekli görülen ortalama eritrosit süspansiyonunun miktarı 3.3U; USS sistemi uygulananlarda ise 2.8U olarak bulunmuştur. İki grup arasında hem ameliyat süresinin hem de kullanılan eritrosit süspansiyonu miktarının farkının istatistiksel olarak anlamlı olması ve bütün ameliyatlari aynı cerrahın yaptığı göz önünde bulundurulduğunda, Isola posterior spinal enstrumentasyon sisteminin USS posterior spinal enstrumentasyon sistemine göre cerrahi teknik açısından daha zor bir yöntem olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

Isola sistemi uygulanan grupta ortalama SRS-30 skoru 3.48 (3.3-4.1) olarak hesaplanırken, USS sistemi kullanılan grupta ortalama SRS-30 skoru ise 3.65 (2.4-4.3) olarak hesaplanmıştır. İstatistiksel olarak bakıldığında iki grup arasında anlamlı fark olmadığı görülmüştür.

Ameliyatta füzyon alanına dahil edilen ortalama segment sayısı Isola yapılan grupta iken 11.3 (7-15), USS grubunda ise 10.8 (14-7) dir. İstatistiksel olarak füzyon alanına dahil edilen segment sayısı bakımından iki grup arasında anlamlı fark olmadığı görülmüştür. Cheng ve arkadaşları yaptıkları çalışmada sublaminar tellemenin transpediküler vida uygulamasına göre daha fazla segment füzyonu gerektirdiğini bildirmişlerdir (40, 91).

6. SONUÇLAR

Posterior segmental spinal enstrumentasyon, skolyoz deformitelerinin korreksiyonunda oldukça etkili bir cerrahi yöntemdir.

Deformitede sağlanan korreksiyonunun devamlılığını koruma konusunda USS posterior spinal enstrumentasyon sistemi daha üstün bir cerrahi yöntemdir. Ayrıca her iki sistemin ameliyat süreleri ve ameliyatta kullanılan eritrosit süspansiyonu miktarları karşılaştırıldığında Isola posterior spinal enstrumentasyon sisteminin USS posterior spinal enstrumentasyon sistemine göre daha zor bir teknik olduğu sonucuna varılmaktadır. Bir cerrahi yöntemin uygulanabilirliğinin kolay ve çabuk olması, güvenilir olması, sağlam ve yeterli bir korreksiyon ve fiksasyon sağlaması hem cerrah hem de hasta için her zaman için talep edilen çok önemli bir noktadır.

Bunun yanında Isola posterior spinal enstrumentasyon sisteminde kullanılan sublaminar tellerin deneyimli cerrahlarca uygulandığında aslında sanıldığı kadar fazla nörolojik komplikasyona neden olmadığı da görülmektedir.

ÖZET

Skolyozun Cerrahi Tedavisinde USS ve ISOLA Posterior Spinal Enstrumentasyon Sistemlerinin Sonuçlarının Karşılaştırılması

Isola posterior enstrumentasyon sistemiyle tedavi edilen 22 hastanın yaş ortalaması 13.9 (11-22), USS posterior enstrumentasyon sistemi kullanılan 25 hastada ise 14.4 (10-19) olarak saptanmıştır. Kız/erkek oranı Isola grubunda 17/5 iken USS grubunda 22/3'tür. Hastaların ameliyatları sonrası ortalama izlem süresi Isola sistemi uygulanan grupta 52.5 (23-97) ay, USS grubunda 25.8 (12-61) aydır. İstatistiksel olarak karşılaştırıldığında iki grup arasında izlem süreleri (Mann-Whitney testi) bakımından anlamlı bir fark varken; yaş (Mann-Whitney testi) ve cinsiyet dağılımı (chi-square testi) bakımından anlamlı bir fark yoktur. Ameliyatlar sonunda saptanan ortalama intraoperatif korreksiyon ise Isola grubunda 29.9° (%58.6) ve 18.5° (%62.5); USS grubunda 27.6° (%57.2) ve 19.3° (%58) olarak bulunmuştur. Yapılan Mann-Whitney testine göre istatistiksel olarak intraoperatif korreksiyon açısından iki grup arasında anlamlı bir fark yoktur. İzlem sürelerinin sonunda saptanan korreksiyon kaybı torakal ve lomber eğrilikler için sırasıyla Isola grubunda ortalama 9.4° (%18.4) ve 3.5° (%6.9), USS grubunda 3.9° (%9) ve 1.9° (%6.5)'tir. Korreksiyon kaybı açısından ise yapılan Mann-Whitney testi sonucu istatistiksel anlamda iki grup arasında anlamlı fark vardır.

Ameliyatta füzyon alanına dahil edilen ortalama segment sayısı Isola yapılan grupta iken 11.3 (7-15), USS grubunda ise 10.8 (14-7) dir. İstatistiksel olarak füzyon alanına dahil edilen segment sayısı bakımından iki grup arasında anlamlı fark yoktur (Mann-Whitney testi).

Isola sistemi uygulanan grupta ortalama SRS-30 skoru 3.48 (3.3-4.1) olarak hesaplanırken, USS sistemi kullanılan grupta ortalama SRS-30 skoru ise 3.65 (2.4-4.3) olarak hesaplanmıştır. İstatistiksel olarak iki grup arasında Mann-Whitney testi sonucuna göre anlamlı bir fark yoktur.

Isola grubundaki hastaların ortalama ameliyat süresi 385 dakika (310-430 dakika) iken sublaminar telleme yöntemi kullanılanlarda ortalama 323 dakika (290-360) dakika olarak saptanmıştır. Ameliyat sırasında ortalama eritrosit süspansiyonu replismanı, Isola yapılan grupta 3.3 (2-5) U iken USS yapılan grupta ortalama 2.8 (2-4) U olarak bulunmuştur. Bu değerlere göre iki grup arasında ameliyat süresi ve eritrosit süspansiyonu replismanı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır

İki grup arasında istatistiksel olarak (chi-square test) ameliyat sonrası nörolojik defisit açısından anlamlı fark saptanmamıştır. Ayrıca Isola ve USS grupları arasında toplam postoperatif komplikasyonlar karşılaştırıldığında da istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (chi-square test).

Elde ettiğimiz bulgular USS ve Isola sistemlerinin eğriliğin korreksiyonunu sağlama açısından birbirlerine yakın yöntemler olduğunu göstermektedir. Korreksiyonun devamlılığını koruma açısından ise USS posterior spinal enstrumentasyon sistemi daha üstündür. Ayrıca ameliyatta kullanılan eritrosit süspansiyonu ve ameliyat süresi açısından da USS daha başarılı gözükmektedir.

Anahtar Sözcükler: Isola, korreksiyon, nörolojik komplikasyon, skolyoz, USS.

SUMMARY

Comparison of USS and ISOLA Posterior Spinal Instrumentation Systems Results For Surgical Treatment of Scoliosis

The mean age of 22 patients in Isola group is 13.9; and 14.4 in USS group which consist of 25 patients. By using the literature these two surgical techniques are compared statistically by each other. Mean follow-up period is 52.5 months in Isola group and 25.8 months in USS group. Female/male ratio is 17/5 in Isola group and 22/3 in USS group. According to mean age and female/male ratio; two groups do not have statistically significant difference but there is difference between two groups according to follow-up time. The average correction rate is 29.9° (%58.6) and 18.5° (%62.5) in Isola group, and 27.6° (%57.2) and 19.3° (%58) in USS group which shows no statistical significant difference between both groups. The average correction loss at the end of the follow-up period is 9.4° (%18.4) and 3.5° (%6.9) in Isola group, and 3.9° (%9) and 1.9° (%6.5) in USS group. There is statistically significant difference between each group according to correction loss.

Mean operation time was 385 minutes in Isola group, and 323 minutes in USS group which showed statistically significant difference between both groups. Mean blood replacement was 3.3 U in Isola group, and 2.8 U in USS group. These results also show statistically significant difference between two groups. Mean SRS-30 score was 3.48 in Isola group and 3.65 in USS group which shows no statistical difference between the groups.

There was no statistically significant difference between two groups according to postoperative neurological complications. Also there was no statistically significant difference between two groups according to total postoperative complications.

In conclusion USS and Isola posterior spinal instrumentation systems are similar for correction of curves. But Isola has a higher rate of correction loss than USS. Also according to blood loss and operation time USS seems better than Isola.

Key words: Isola, correction, neurological complication, scoliosis, USS.

KAYNAKLAR

1. AAOS Research Committee. End results study of the treatment of idiopathic scoliosis. J Bone Joint Surg 1941; 23:963.
2. Aaro S, Dahlborn M. Estimation of vertebral rotation and the spinal and rib cage deformity in scoliosis by computer tomography. Spine 1981; 6:460.
3. Aaro S, Dahlborn M. The effect of Harrington instrumentation on the longitudinal axis rotation of the apical vertebra and on the spinal and ri-cage deformity in idiopathic scoliosis by CT. Spine 1982; 7:456.
4. Albers HW, MD, Hresko TM , MD, Carlson J, MD, Hall JE. , MD. Comparison of Single- and Dual-Rod Techniques for Posterior Spinal Instrumentation in the Treatment of Adolescent Idiopathic Scoliosis Spine 2000 Volume 25, Number 15, 1944–1949
5. Allen BL, Ferguson RL. The Galveston experience with L-rod instrumentation for adolescent idiopathic scoliosis. Clin Orthop 1988; 229:59.
6. Allen BR Jr, Ferguson RL. The place for segmental instrumentation in the treatment of spine deformity: I. Scoliosis. Orthop Trans 1982; 6:21.
7. Asher MA. Isola spinal implant system update: Emphasizing application during the first two decades of life. Pediatric Spine Surgery 2001; 28:437-470
8. Asher MA, Burton DC. A theory of idiopathic scoliosis deformity evolution as imperfect torsion: Implication for classification and surgical management utilizing posterior instrumentation. Proc SRS 32nd Annual Meeting, 1997.
9. Asher M, Lai SM, Burton D, Manna B, Cooper A. Safety and efficacy of Isola instrumentation and arthrodesis for adolescent idiopathic scoliosis: two- to 12-year follow-up. Spine. 2004 Sep 15;29(18):2013-23.

10. Ashworth MA, Ersil AV. The measurement of rib-hump inclination. *Orthop Trans* 1981; 5:33.
11. Axelgaard J, Brown JC. Lateral electric stimulation for treatment of progressive idiopathic scoliosis. *Spine* 1983; 8:242.
12. Axelgaard J, Nordwall A, Brown JC. Correction of spinal curvatures by transcutaneous electrical muscle stimulation. *Spine* 1983; 8:463.
13. Bamberg LC, Benietz JT. Study of vestibular function as a prognostic aid in adolescent idiopathic scoliosis. 19th Annual Meeting SRS, Florida, 1984.
14. Barr SJ, Schuette AM, Emans JB. Lumbar pedicle screw vs hooks. Result in double major curves in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 1997; 22:1369.
15. Bartal OC, Gage JR. Idiopathic juvenile osteoporosis and scoliosis. *J Pediatr Orthop* 1982; 2:295.
16. Basset GS, Bunnell WP, MacEwen GD. Treatment of idiopathic scoliosis with the Wilmington brace: Results in patients with a twenty to thirty-nine degree curve. *J Bone Joint Surg Am* 1986; 68:602.
17. Benli IT. Late-onset idiopathic scoliosis cerrahi tedavisinde Cotrel-Dubousset enstrumentasyon tekniği uygulaması sonuçları. Uzmanlık tezi, Ankara, 1991.
18. Benli IT, Akalın S, Aydın E, Baz A, Çitak M, Kiş M, Duman E. Isola spinal instrumentation system for idiopathic scoliosis. *Arch Orthop Trauma Surg* 2001; 121:17-25.
19. Bernard TN, Johnston CE, Roberts JM, Burke SW. Late complications due to wire breakage in segmental spinal instrumentation: Report of two cases. *J Bone Joint Surg Am* 1983; 65:1339-1345.
20. Bernstein RM, Hall JE. Solid rod short segment anterior fusion in thorocolumbar scoliosis. *J Pediatr Orthop Part B* 1998; 7:124.
21. Binstadt DH, Lonstein JE. Radiographic evaluation of the scoliotic patient. *Minn Med* 1978; 61:474.
22. Birch JG, Herring JA, Roach JW, Johnston JE. Cotrel-Dubousset instrumentation in idiopathic scoliosis. A preliminary report. *Clin Orthop and Rel Res* 1988; 227:24-29.

23. Bischoff R, Bennet JT, Stuecker R, Davis JM, Whitecloud TS. The use of Texas Scottish Rite Hospital instrumentation in idiopathic scoliosis. A preliminary report. *Spine* 1993; 18:2452-2456.
24. Blount WP. Use of the Milwaukee brace. *Orthop Clin North Am* 1972; 3:3-16.
25. Blount WP, Schmiet AC. The Milwaukee brace in the treatment of scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 1957; 39:363.
26. Boachie-Adjei O, Asher MA. Isola instrumentation for scoliosis. *Spinal Instrumentation Techniques* 1998.
27. Bradford DS, Oegema TR. Studies on skin fibroblasts of patients with idiopathic scoliosis. *Clin Orthop Rel Res* 1977; 126:111-118.
28. Bridwell KH. Spinal instrumentation in the management of adolescent scoliosis. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 1997; 335:64-72.
29. Bridwell H, Betz R, Capelli AM, Huss G, Harvey C. Sagittal plane analysis in idiopathic scoliosis patients treated with Cotrel-Dubousset instrumentation. *Spine* 1990; 15:644-949.
30. Bridwell KH, DeWald RL. Biomechanics. *The Textbook of Spinal Surgery: Second Edition*, Lippincott-Raven, Philadelphia: 1997; 141-175.
31. Bridwell KH, McAllister JW, Betz RR, Huss G, Clancy M, Schoeneker PL. Coronal decompensation produced by Cotrel-Dubousset derotation maneuver for idiopathic right thoracic scoliosis. *Spine* 1991; 16:769-777.
32. Buchell GR, Ghush P. Collagen defect in idiopathic scoliosis. *Lancet* 1978; 2:94.
33. Bunnell WP. Vertebral rotation. *Orthop Trans* 1985; 9:114.
34. Burke SD, Matiko J. Segmental spinal instrumentation in neuromuscular spine deformity. *Orthop Trans* 1983; 7:25.
35. Burton DC, Asher MA, Lai SM. The Selection of Fusion Levels Using Torsional Correction Techniques in the Surgical Treatment of Idiopathic Scoliosis. *Spine* 1999; 24:1728-1739

36. Byrd JA. Current theories on the etiology of idiopathic scoliosis. Clin Orthop Rel Res 1988; 229:114-119.
37. Calliet R. Scoliosis: Diagnosis and management. Philadelphia, Davis, 1979.
38. Carr WA, Moe JH, Winter RB, Lonstein JE. Treatment of idiopathic scoliosis in Milwaukee brace. J Bone Joint Surg Am 1980; 62:599.
39. Chapman T. Harrington rods with sublaminar wire in the treatment of idiopathic scoliosis. Orthop Trans 1988; 12:270.
40. Cheng I, Kim Y, Gupta MC, Bridwell KH, Hurford RK, Lee SS, Theerajunyaporn T, Lenke LG. Apical sublaminar wires versus pedicle screws-Which provides better results for surgical correction of adolescent idiopathic scoliosis. Spine 2005;30:2104-2112.
41. Christodoulou AG, Kapetanios G, Apostolou T, Pournaras J, Symeonides PP. Segmental spinal correction of idiopathic scoliosis. Luque rods and Hartshill rectangle in 30 patients followed for 2-6 years. Acta Orthop Scand 1987; 68:3-7.
42. Cobb JR. Outline for the study of scoliosis. AAOS Instr Course Lect 1948; 5:261.
43. Cochran T, Irtam L, Nachemson A. Long-term anatomic and functional changes in patients with adolescent idiopathic scoliosis treated by Harrington rod fusion. Spine 1983; 8:576.
44. Cotrel Y, Dubousset J. New instrumentation for surgery of the spine. Sauramps Medical, Mont Pellier, 1985.
45. Cotrel Y, Dubousset J. New segmental posterior instrumentation of the spine. Orthop Trans 1985; 9:118.
46. Cotrel Y, Dubousset J, Guillaumat M. New universal instrumentation in spinal surgery. Clin Orthop and Rel Res 1987; 227:10-23.
47. Cowell HR, Hall JN, MacEwen GD. Genetic aspects of idiopathic scoliosis. Clin Orthop Rel Res 1972; 86:121-131.
48. DeGeorge FV, Fisher RL. Idiopathic scoliosis: Genetic and environmental aspects. J Med Genet 1967; 4:251-257.

49. Delorme S, Labelle H, Aubin CE, de Guise JA, Rivard CH, Poitras B, Dansereau J. A three-dimensional radiographic comparison of Cotrel-Dubousset and Colorado instrumentations for the correction of idiopathic scoliosis. *Spine* 2000; 25:205-210.
50. Delorme S, Labelle H, Aubin CE, de Guise JA, Rivard CH, Poitras B, Coillard C, Dansereau J. Intra operative comparison of two instrumentation techniques for the correction of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 1999;24:2011-2018.
51. Dickson JH, Erwin W, Rossi D. Harrington instrumentation and arthrodesis for idiopathic scoliosis: A twenty-one year follow-up. *J Bone Joint Surg Am* 1990; 72:678.
52. Dobbs MB, Lenke LG, Kim YJ, Kamath G, Peelle MW, Bridwell KH. Selective posterior thoracic fusions for adolescent idiopathic scoliosis. Comparison of hooks versus pedicle screws. *Spine* 2006; 31:2400-2404.
53. Dove J. Segmental wiring for spinal deformity. A morbidity report. *Spine* 1989; 14:2.
54. Drummond SD. Harrington instrumentation with spinous process wiring for idiopathic scoliosis. *Orthop Clin North Am* 1988; 19:2.
55. Drummond D, Guadagni J, Keene JS. Interspinous process segmental spinal instrumentation. *J Pediatr Orthop* 1984; 4:397.
56. Dubousset J, Herring JA, Shufflebarger H. The crankshaft phenomenon. *J Pediatr Orthop* 1989; 9:541.
57. Early S, Mahar A, Oka R, Newton P. Biomechanical comparison of lumbosacral fixation using Luque-Galveston and Colorado II sacropelvic fixation: Advantage of using locked proximal fixation. *Spine* 2005; 30: 1396-1401.
58. Edmonson AS, Moris JT. Follow-up study of Milwaukee brace treatment in patients with idiopathic scoliosis. *Clin Orthop* 1977; 126:58.
59. Emami A, Deviren V, Berven S, Smith JA, Hu SS, Bradford DS. Outcome and complications of long fusions to the sacrum in adult spine deformity Luque-Galveston, combined iliac and sacral screws, and sacral fixation. *Spine* 2002; 27:776-786.
60. Farren J. Routine radiographic assessment of the scoliotic spine. *Radiography* 1981; 47:92.

61. Fillio NA, Thompson MW. Genetic studies in scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 1971; 53:199.
62. Freeman III BL. Scoliosis and kyphosis. In: Canale ST, ed. *Campbell's Operative Orthopaedics*. Philadelphia: Mosby, 2003: 1751-1954.
63. Froning EC, Frohman B. Motion of the lumbosacral spine after laminectomy and spine fusion. *J Bone Joint Surg* 1968 ; 897-918.
64. Frymoyer JW, Frymoyer WW, Wilder DG: The mechanical and kinematic analysis of the lumbar spine in normal living human subjects in vivo. *J Biomech* 1979; 12:165.
65. Galen. *De Moto Maerulorum*. Historical aspects of scoliosis. In Moe JH, eds. *Moe's textbook of scoliosis and other spinal deformities*, Philadelphia: Saunders, 1987; 1:131.
66. Galante JO. Tensile properties the human annulus fibrosus. *Acta Orthop Scand* 1967; 11:100.
67. Gertzbein SD, Holtby R, Tile M. Determination of a locus of instantaneous centers of rotation of the lumbar disc by moire fringes: a new technique. *Spine* 1984; 9: 409-413.
68. Girardi FP, Boachie-Adjei O, Rawlins BA. Safety of sublaminar wires with Isola instrumentation for the treatment of idiopathic scoliosis. *Spine* 2000; 25:691-695.
69. Goldstein LA, Waugh TR. Classification and terminology of scoliosis. *Clin Orthop* 1973; 93:10.
70. Gross C, Gross M, Kushner S. Error analysis of scoliosis curve measurement. *Bull Hosp Joint Dis* 1983; 43:171.
71. Maher TR, Bergman M, O'Brien M. The effect of the three columns of the spine on the instantaneous axis of rotation in flexion and extension. *Spine* 1991; 16: 312-318.
72. Hamill CL, Lenke LG, Bridwell KH, Chapmann MP. The use of pedicle screw fixation to improve correction in the lumbar spine of the patients with idiopathic scoliosis. Is it warranted? *Spine* 1996; 21:1241.

73. Harrington PR. Surgical instrumentation for management of scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 1960; 42:1448.
74. Harrington PR: Technical details in relation to succesful use of instrumentation in scoliosis. *Orthop Clin North Am* 1972; 3:49.
75. Harrington PR. The management of scoliosis by spine instrumentation. *South Med J* 1963; 50:1367.
76. Harrington PR. Treatment of scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 1962; 44:591.
77. Harrington PR. Treatment of scoliosis: Correction and internal fixation by spine instrumentation. *J Bone Joint Surg Am* 1972; 44:591.
78. Hefti FL, McMaster MJ. The effect of the adolescent growth spurt on early posterior spinal fusion in infantile and juvenile idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Br* 1983; 65:247.
79. Helenius I, Remes V, Yrjönen T, Ylikoski M, Schlenzka D, Helenius M, Poussa M. Comparison of long-term functional and radiologic outcomes after Harrington instrumentation and spondylodesis in adolescent idiopathic scoliosis. A review of 78 patients. *Spine* 2002; 27:176-180.
80. Herndon WA, Sullivan JA, Yngve DH. Segmental spinal instrumentation with sublaminar wires: a critical appraisal. *J Bone Joint Surg Am* 1987; 69:851-9.
81. Herring JA, Fitch R, Wenger D, Roach J, Cook J, Firth C. Segmental spinal instrumentation. A review of early results and complications. *Orthop Trans* 1984; 8:172.
82. Herzenberg JE, Coonrad RW, Ross DB. Spinous process segmental instrumentation for scoliosis. *J Spinal Dis* 1988; 1:206.
83. Hibbs RA. A report of fifty-nine cases of scoliosis treated by the fusion operation. *J Bone Joint Surg* 1924; 6:3.
84. Hibbs RA, Risser JC, Ferguson AB. Scoliosis treated by the fusion operation. *J Bone Joint Surg* 1931; 13:91.

85. Hollinshead. Anatomy of the spine. J Bone Joint Surg Am 1965; 47:209.
86. Ibrahim K, Benson L. Cotrel-Doubousset instrumentation for double major rigid thoracic left lomber scoliosis, the relation between frontal balance, hook configuration and fusion level. Orthop Trans 1991; 15:114.
87. Johnston CEN, Ashman RB, Richard BS. Texas Scottish Rite Hospital posterior spinal instrumentation. In: Weinstein SL, ed. The pediatric spine: Principle and practice. New York: Raven, 1994: 1585.
88. Johnston II CE, Happel Jr LT, Norris R, Burke SW, King AG, Roberts JM. Delayed paraplegia complicating sublaminar segmental spinal instrumentation. J Bone Joint Surg Am 1986; 68:556-563.
89. Kalen V, Conklin M. The behaviour of unfused lumbar spine following selective thoracic fusion for idiopathic scoliosis. Spine 1990; 15:271.
90. Khosla S, Tredwell SJ. An ultrasructural study of multifidus muscle in progressive idiopathic scoliosis: Changes resulting from a sarcolemmal defect at the myotendinous junction. J Neurol Sci 1980; 46:13-31.
91. Kim J, Lenke LG, Bridwell KH, Kim J, Cho S, Cheh G, Yoon J. Proximal junctional kyphosis in adolescent idiopathic scoliosis after 3 different types of posterior segmental spinal instrumentation and fusions. Spine 2207; 32:2731-2738.
92. Kim J, Lenke LG, , Cho SK, Bridwell KH, Sides B, Blanke K. Comparative analysis of pedicle screw versus hooch instrumentation in posterior spinal fusion of adolescent idiopathic scoliosis. Spine 2004; 29:2040-2048.
93. Kim J, Lenke LG, Kim J, Bridwell KH, Cho SK, Cheh G, Sides B. Comparative analysis of pedicle screw versus hybrid instrumentation in posterior fusion of adolescent idiopathic scoliosis. Spine 2206; 31:291-298.
94. King AB. Functional anatomy of the lumbar spine. Orthopaedics 1983; 6:1588.
95. King HA. Posterior surgery for scoliosis. In Chapman MW ed. Chapman's orthopaedic surgery. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2001: 4031-4056.

96. King HA. Selection of fusion levels for posterior instrumentation and fusion in idiopathic scoliosis. *Orthop Clin North Am* 1988; 19:247-255.
97. King HA, Moe JH, Bradford DS, Winter RB. Selection of fusion levels in thoracic idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 1983; 65:1302-1313.
98. Klausen K. The form and function of the loaded human spine. *Acta Physiol Scand* 1965; 65:176.
99. Kotani Y, Abumi K, Ito M, Takahata M, Sudo H, Ohshima S, Minami A. Accuracy analysis of pedicle screw placement in posterior scoliosis surgery. Comparison between conventional fluoroscopic and computer-assisted technique. *Spine* 2007; 32:1543-1550.
100. LaGrone MO, King HA. Idiopathic adolescent scoliosis: Indication and expectations. In Bridwell KH, DeWald RL, eds. *The textbook of spinal surgery*, 2nd ed. Philadelphia: Lippincot Raven, 1997:425.
101. Large DF, Doig WG, Dickens DR. Surgical treatment of double major scoliosis. Improvement of the lumbar curve after fusion of the thoracic curve. *J Bone Joint Surg Br* 1991; 73:121.
102. Lauermaann WC, McCall BR. Spine. In Miller MD, ed. *Review of orthopaedics*. Philadelphia: Saunders, 2004: 415-439.
103. Leatherman KD, Dickson RA. The management of spinal deformities. London: Wright Company, 1st ed, 1988:1-104, 433-460.
104. 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.
105. 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.
106. 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.

107. Lenke LG, Bridwell KH, Baldus C. preventing decompensation in King type II curves treated with Cotrel-Doubousset instrumentation: Strict guidelines for selective thoracic fusion. *Spine* 1992; 17:274.
108. Lenke LG, Bridwell KH, Baldus C, Blanke K, Schoeneker PL, Missouri L. Cotrel-Doubousset instrumentation for adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 1992; 74:1056-1067.
109. Lenke LG, Bridwell KH, O'Brien MI. Recognition and treatment of the proximal thoracic curve in adolescent idiopathic scoliosis treated with Cotrel-Doubousset instrumentation. *Spine* 1994; 19:1589.
110. Lespargot A, Grossiord A. Flexibility of scoliosis. What does it mean? *J bone Joint Surg Am* 1981; 63:168.
111. Leung JPF, Lam P, Bobby KW, Cheng JCY. Posterior Isola segmental spinal system in the treatment of scoliosis. *Journal of Pediatric Orthopaedics* 2002; 22:296-301.
112. Liu SL, Russo SS, Borowiecki T, Schroeder W. Fusion of scoliosis by Harrington distraction rod. Interspinous process and sublaminar wiring compared in 42 cases. *Acta Orthop Scand* 1991; 62 (6):519-523.
113. Lonstein JE. Patient evaluation. In: Bradford DS ed. *Moe's textbook of scoliosis and other spinal deformities*, 2nd Ed. Philadelphia: WB Saunders Company, 1987; 41-46.
114. Lonstein JE. Screening for spinal deformities in Minnesota schools. *Clin Orthop* 1977; 126:33.
115. Lonstein JE, Bjorklund S, Wanninger MH, Nelson RP. Voluntary school screening for scoliosis in Minnesota. *J Bone Joint Surg Am* 1982; 64:481.
116. Lonstein JE, Winter RB, Denis F. Result of stimulator treatment of 219 cases of adolescent idiopathic scoliosis. *Orthop Trans* 1989; 13:575.
117. Lorenz M, Patwardhan A, Vanderby R. Load bearing characteristics of lumbar facets in normal and surgically altered spinal segments. *Spine* 1983; 8:122.
118. Lovullo JL, Banta JV, Renshaw TS. Adolescent idiopathic scoliosis treated by Harrington rod distraction and fusion. *J Bone Joint Surg Am* 1986; 68:1326.

119. Low WD, Chew EC. Ultrastructures of nerve fibers and muscle spindles in adolescent idiopathic scoliosis. *Clin Orthop Rel Res* 1983; 174:217-221.
120. Lowenstein JE, Matsumoto H, Vitale MG, Weidenbaum M, Gomez JA, Lee FY, Hyman JE, Roye DP. Coronal and sagittal plane correction in adolescent idiopathic scoliosis. A comparison between all pedicle screw versus hybrid thoracic hook lumbar screw constructs. *Spine* 2007; 32:448-452.
121. Luk KDK, Lu DS, Cheung KMC, Wong YW. A prospective comparison of the coronal deformity correction in thoracic scoliosis using four different instrumentations and fulcrum-bending radiograph. *Spine* 2004; 29:560-563.
122. Luque ER. Anatomy of scoliosis and its correction. *Clin Orthop* 1984; 105:198.
123. Luque ER. Segmental spinal instrumentation. *Orthop Trans* 1980; 4:301.
124. Luque ER. SSI for correction of scoliosis. *Clin Orthop* 1982; 163:192.
125. Luque ER. The anatomic basis and developement of segmental spinal instrumentation. *Spine* 1982; 7:256.
126. MacEwen GD, Bunnell WP, Sriram K. Acute neurological complications in the treatment of scoliosis. A report of the Scoliosis Research Society. *J Bone Joint Surg Am* 1975; 57:404-408.
127. Mason DE, Carango P. Spinal decompanation in Cotrel-Doubousset instrumentation. *Spine* 1991; 16:394.
128. McAllister WH, Shackelford GD. Classification of spinal curvatures. *Radiol Clin North Am* 1975; 13:93.
129. McAllister WH, Shackelford GD. Measurement of spinal curvatures. *Radiol Clin North Am* 1975; 13:113.
130. McMaster MJ. Luque rod instrumentation in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Br* 1991; 73:982.
131. Mehta MH. The rib-vertebra angle in the early diagnosis between resolving and progressive infantil scoliosis. *J Bone Joint Surg Br* 1972; 54:230.

132. Michel CR, Lalain JJ. Late results of Harrington operation. Long-term evaluation of the lumbar spine below the fused segments. *Spine* 1985; 10:414.
133. Miller JAA, Haderspeck KA, Schultz AB. Posterior element loads in lumbar motion segments. *Spine* 1983; 8:331.
134. Moe JH. A critical analysis of methods of fusion for scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 1958; 40:529.
135. Moe JH. Complications of scoliosis treatment. *Clin Orthop* 1967; 53:21.
136. Moe JH. Methods of correction and surgical techniques in scoliosis. *Orthop Clin North Am* 1972; 3:17.
137. Moe JH, Byrd JA. Idiopathic scoliosis. In: Bradford DS, ed. *Moe's textbook of scoliosis and other spinal deformities*, 2nd ed. Philadelphia: WB Saunders Company, 1987: 191-232.
138. Moll JMH, Wright V. Normal range of spinal mobility. *Ann Rheum Dis* 1971; 30:381-386.
139. Nachemson AL, Peterson LE. Effectiveness of treatment with a brace in girls who have adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 1995; 77:815.
140. Nash CL, Moe JH. A study of vertebral rotation. *J Bone Joint Surg Am* 1969; 51:223-229.
141. Newton PO, Wenger DR. Pediatric spinal deformity. In Fardon DF, Garfin SR, Abitbol JJ, Boden SD, Herkowitz HN, Mayer TG, eds. *Orthopaedic Knowledge update Spine-2*. Illinois: American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2nd ed; 2002: 361-376.
142. Olson SA, Gaines Jr RW. Removal of sublaminar wires after spinal fusion. *J Bone Joint Surg Am* 1987; 69:1419-1423.
143. Padua R, Padua S, Aulisa L, Ceccarelli E, Padua L, Romanini E, Zanolli G, Campi A. Patient outcomes after harrington instrumentation for idiopathic scoliosis. A 15- to 28-year evaluation. *Spine* 2001; 26:1268-1273
144. Panjabi MM, Goel VK, Walter SD. Errors in the center and angle of rotation of a joint: An experimental study. *J. Biomech Eng* 1982;104: 232-237.

145. Panjabi MM, White AA. Basic biomechanics of the spine. *Neurosurgery* 1980; 7:76.
146. Peelle MW, Lenke LG, Bridwell KH, Sides Brenda. Comparison of pelvic fixation techniques in neuromuscular spinal deformity correction: Galveston rod versus iliac and lumbosacral screws. *Spine* 2006; 31: 2392-2398.
147. Pennal G, Conn G, McDonald G. Motion studies of the lumbar spine: A preliminary report . *J.Bone Joint Surg Br* 1972; 54: 442-452.
148. Peterson LE, Nachemson AL. Prediction of progression of curve in girls who have adolescent idiopathic scoliosis of moderate severity. *J Bone Joint Surg Am* 1995; 77: 823.
149. Pollak D, Floman Y, Robin GC. Surgical treatment of scoliosis by the Luque segmental spinal instrumentation. *Orthop Trans* 1982; 6:503.
150. Pope MH, Wilder DH. Experimental measurement of vertebral motion under load. *Orthop Clin North Am* 1977; 8:155.
151. Posner I, White AA. A biomechanical analysis of the clinical stability of the lumbar and the lumbosacral spine. *Spine* 1982; 7: 374.
152. Remes V, Helenius I, Schlenzka D, Yrjönen T, Ylikoski M, Poussa M. Cotrel-Dubousset (CD) or Universal Spine System (USS) instrumentation in adolescent idiopathic scoliosis (AIS). Comparison of midterm clinical, functional, and radiologic outcomes. *Spine* 2004; 29:2024-2030.
153. Rex AWM, Howard SAN. Anatomy of the spine. In Fardon DF, Garfin SR, Abitbol JJ, Boden SD, Herkowitz HN, Mayer TG, eds. *Orthopaedic Knowledge update Spine-2*. Illinois: American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2nd ed; 2002: 7-14.
154. Richards BS, Birch JG, Herring JA, Johnston CE, Roach JW. Frontal plane and saggital plane balance following Cotrel-Doubousset instrumentation for idiopathic scoliosis. *Spine* 1989; 14:733-737.

155. 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.
156. Riseborough EJ, Wynne-Davies R. A genetic survey of idiopathic scoliosis in Boston. *J Bone Joint Surg Am* 1973; 55:974-982.
157. Risser JC. The iliac apophysis: An invaluable sign in the management of scoliosis. *Clin Orthop* 1958; 2:111.
158. Roaf R. The basic anatomy of scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 1966; 48:786.
159. Roberto RF, Lonstein JF, Winter RB, Denis F. Curve progression in Risser stage 0 or 1 patients after posterior spinal fusion for idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop* 1997; 17:718.
160. Rogala EJ, Drummond DS, Gurr J. Scoliosis: Incidence and natural history. Prospective epidemiological study. *J Bone Joint Surg Am* 1978; 60:173.
161. Roy-Camille R, Saillant G, Mazel C. Plating of thoracic, thoracolumbar and lumbar injuries with pedicle screws and plates. *Orthop Clin North Am* 1986; 17:147.
162. Sahlay V, Shah A. Morphologic and morphometric studies of muscle in idiopathic scoliosis. *Acta Orthop Scand* 1979; 50:759.
163. Sanders JO, Little DG, Richards BS. Prediction of crankshaft phenomenon by peak height velocity. *Spine* 1997; 22:1352.
164. Schrader WC, Bethem D, Scerbin V. The chronic local effects of sublaminar wires: an animal model. *Spine* 1988; 13:499-502.
165. Schwend RM, Hennrikus W, Hall JE. Childhood scoliosis: Clinical indications for magnetic resonance imaging. *J Bone Joint Surg Am* 1995; 77:46.
166. Shands Jr AR, Eisberg HB. In: Tachdjian MO ed. *Pediatric orthopaedics*. Philadelphia: WB Saunders, 1990; 3:2266.
167. Shufflebarger HL. Moss-Miami instrumentation. In: Bridwell KH, DeWald RL, eds. *The textbook of spinal surgery*, 2nd ed. Philadelphia: Raven, 1997: 675.

168. Shufflebarger HL, Kahn A, Rinsky LA. Segmental spinal instrumentation in idiopathic scoliosis: a retrospective analysis of 234 cases. *Orthop Trans* 1985; 9:124.
169. Smith TM, Fernie GR. Functional biomechanics of the spine. *Spine* 1991; 16:1197-1203.
170. Sponseller PD, Whiffen JR, Drummond DS. Interspinous process segmental spinal instrumentation for scoliosis in cerebral palsy. *J Pediatr Orthop* 1986; 6 (5):559-563.
171. Stangnara P. Spinal deformity. Ed Butterworth and Co Ltd. Somerset, 1988: 1-86, 185-187, 299-325.
172. Storer SK, Vitale MG, Hyman JE, lee FY, Choe JC, Roye DP. Correction of adolescent idiopathic scoliosis using thoracic pedicle screw fixation versus hook constructs. *J pediatr Orthop* 2005; 24:425-419.
173. Strokes AF. Three-dimensional terminology of spinal deformity. *Spine* 1994; 19:236-238.
174. Suk SI, Lee CK, Kim WJ, Chung YJ, Park YB. Segmental pedicle screw fixation in the treatment of thoracic idiopathic scoliosis. *Spine* 1991; 20:1399.
175. Suk SI, Lee CK, Min HJ, Cho KH. Comparison of Cd pedicle scw fixation in the treatment of idiopathic scoliosis. *Spine* 1995; 20:1399.
176. Sullivan JA, Corner SB. Segmental spinal instrumentation by laminar wiring. *Orthop Trans* 1981; 5:17.
177. Tachdjian MO. *Pediatric Orthopaedics*, 2nd ed. Philadelphia: WB Saunders Company, 1990; 2265-2379.
178. Tanner JM, Whitehouse RH. Clinical longitudinal standarts for height, weight, height velocity, weight velocity and stages of puberty. *Arc Dis Child* 1976; 51-170.
179. Terminology Committee, Scoliosis Research Society. A Glossary of Scoliosis Terms. *Spine* 1976; 1:57.
180. Thaczuk H. Tensile properties of human lumbar longitudinal ligaments. *Acta Orthop Scand* 1968; l:115-117.

181. Thometz JG, Emans JB. A comparison between spinous process and sublaminar wiring combined with Harrington distraction instrumentation in the management of adolescent idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop* 1988; 8:2.
182. Thompson GH, Wilber RG, Shaffer JW, Scoles PV, Kalamchi A, Nash CL. Segmental spinal instrumentation in idiopathic spinal deformities. *Orthop Trans* 1985; 9:123-124.
183. Thompson JP, Transfeldt EE, Bradford DS, Ogilvie JW, Boachie-Adjei O. Decompanation after Cotrel-Doubousset instrumentation of idiopathic scoliosis. *Spine* 1990; 15:927-931.
184. Us AK, Yilmaz C, Altay M, Yavuz OY, Bilgin SS. Subtransvers process wiring. A new technique of segmental spinal fixation of the thoracic spine or in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2001; 26 (21):2392-2396.
185. Wang ST, Ma HL, Lin CFJ, Liu CL, Yu WK, Lo WH. Surgical treatment of adult scoliosis-comparison of two instrumentations. *International Orthopaedics* 2002; 26:207-210.
186. Wattenbarger JM, Richards SB, Herring JA. A comparison of single-rod instrumentation eith double-rod instrumentation in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2000; 25:1680-1688.
187. Weinstein SL. Adolescent idiopathic scoliosis prevelance and natural history. *Instr Course Lect* 1989; 38:115.
188. Weinstein SL, Ponseti IV. Curve progression in idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 1983; 65:447.
189. White AA, Panjabi MM. *Clinical biomechanics of the spine*, 2nd ed. Philadelphia; lippincott, 1990:1-125.
190. Wilber RG, Thompson GH, Shaffer JW, Brown RH, Nash Jr CL. Postoperative neurological deficits in segmental spinal instrumentation. A study using spinal cord monitoring. *J Bone Joint Surg Am* 1984; 66:1178-1187.

191. Winter RB. Classification and Terminology. In: Moe's Textbook of Scoliosis and Other Spinal Deformities. Eds: Bradford DS et al, WB Saunders Company, Philadelphia, 2nd Ed, 1987; 41-47.
192. Winter RB, Anderson WB. Spinal arthrodesis for spinal deformity using posterior instrumentation and sublaminar wiring. A preliminary report of 100 consecutive cases. *Int Orthop* 1985; 9:239.
193. Wood KB, Transfeldt EE, Ogilvie JW. Rotational change of the vertebral-pelvic axis following Cotrel-Doubousset instrumentation. *Spine* 1991; 16:404.
194. Wright JG, Donaldson S, Howard A, Stephens D, Alman B, Hedden D. Are surgeons preferences for instrumentation related to patient outcomes. *J Bone Joint Surg Am.* 2007; 89:2684-2693.
195. Wu H, Ya OR. Mechanical behavior of the human annulus fibrosis. *J Biomech* 1976; 9:1-3.
196. Wynne-Davies R. Familial scoliosis. *J Bone Joint Surg Br* 1968; 50:24.
197. Wynne-Davies R. Infantile idiopathic scoliosis; causative factors, particularly in the first six months of life. *J Bone Joint Surg Br* 1975; 57:138.
198. Yettram AL, Jackman MJ. Equilibrium analysis for the forces in the human spinal column and its musculature. *Spine* 1980; 5:402-404.
199. Zaleske DJ, Erlich MG, Hall JE. Associations of glycosaminoglycan depletion and degradative enzyme activity in scoliosis. *Clin Orthop Rel Res* 148:177-181, 1980.
200. Zettenberg C, Aniansson A. Morphology of paravertebral muscles in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 1983; 8:457-462.