

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

**LENKE TİP 3C, 5C VE 6C EĞRİLİKLERİ OLAN
ADOLESAN İDİOPATİK SKOLYOZUN
CERRAHİ TEDAVİSİNDE DİSTAL FÜZYON
SEVİYESİNİ L4 YERİNE L3'TE DURMA
KRİTERLERİ**

MEHMET NURİ ERDEM

UZMANLIK TEZİ

İSTANBUL-2008

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

**LENKE TİP 3C, 5C VE 6C EĞRİLİKLERİ OLAN
ADOLESAN İDİOPATİK SKOLYOZUN
CERRAHİ TEDAVİSİNDE DİSTAL FÜZYON
SEVİYESİNİ L4 YERİNE L3'TE DURMA
KRİTERLERİ**

UZMANLIK TEZİ

MEHMET NURİ ERDEM

TEŞEKKÜR

İhtisas süresi boyunca yetişmemde büyük emeği geçen, yanında çalışmanın meslek hayatım boyunca en büyük referansım olacağını bildiğim değerli hocam Prof. Dr. Azmi Hamzaoğlu'na,

Uzmanlık eğitimim sürecinde bilimsel yaklaşımlarıyla yardımını esirgemeyen, beraber çalışmaktan gurur duyduğum değerli hocalarım Prof. Dr. A. Nedim Kara, Prof. Dr. Abdullah Göğüş, Prof. Dr. Uğur Işıklar, Doç. Dr. Mehmet Tezer, ve ağabeylerim Dr. Ünal Sakallıoğlu, Dr. Çağatay Öztürk, Dr. Mürsel Debre, Dr. Halil Dilek, Dr. Meriç Enercan'a, en yoğun olduğu dönemde tezimin hazırlanmasında zamanını ayıran Dr. Mehmet Aydoğan'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Uzmanlık eğitimim boyunca uyumla çalıştığım asistan arkadaşlarım Dr. M. A. Koray Çamurdan, Dr. M. Fatih Korkmaz, Dr. Sinan Karaca, Dr. Murat Şirikçi ve Dr. Ömer Aslan'a, ortopedi koordinatör hemşireleri Sevda Ercan ve Karin M. Nersesyan'a, kliniğimiz hemşire, sekreter ve personeline sevgi ve şükranlarımı sunarım.

Eğitimim boyunca desteğini esirgemeyen ve sabırla bekleyen eşim Gamze ve yaşam kaynağım kızım Miray'a teşekkürlerimi sunarım.

Saygılarımla.

Dr. M. Nuri Erdem

İÇİNDEKİLER

Teşekkür.....	-1-
İçindekiler	-2-
Tablo listesi	-3-
Şekil listesi.....	-4-
Özet.....	-5-
Summary	-6-
1.Giriş ve Amaç	1
2.Genel Bilgiler	2
2.1-Skolyozun tanımı.....	2
2.2-Spinal kolonun anatomisi, fizyolojisi ve biomekaniği.....	2
2.3-Skolyozun sınıflaması	7
2.4-İdiopatik skolyoz	9
2.4.1-İdiopatik skolyozun epidemiyolojisi	9
2.4.2-İdiopatik skolyozun etyolojisi	9
2.4.3-İdiopatik skolyozun patolojisi.....	12
2.4.4-İdiopatik skolyozda hikaye.....	15
2.4.5-İdiopatik skolyozda fizik muayene	15
2.4.6-İdiopatik skolyozda radyolojik değerlendirme	16
2.4.7-Adolesan idiyopatik skolyozda doğal seyir	18
2.4.8-Adolesan idiyopatik skolyozun tedavisi	19
2.4.9-Adolesan idiyopatik skolyozun sınıflandırması.....	24
3.Gereç.....	36
4.Yöntem	36
5.Bulgular.....	38
6.Tartışma	57
7.Sonuç	62
8.Kaynaklar	63

TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Skolyozun etyolojiye göre sınıflaması.

Tablo 2: Adolesan idiopatik skolyoz tedavisine genel yaklaşım.

Tablo 3: King sınıflamasına göre eğrilik şekilleri.

Tablo 4: Lenke ve arkadaşlarının geliştirdiği Adolesan İdiopatik Skolyoz sınıflamasında eğriliğin tipi.

Tablo 5: Eğrilik tiplerine göre olgu sayıları.

Tablo 6: Eğrilik tiplerine göre füzyona katılan ortalama vertebra sayıları.

Tablo 7: Torakal eğriliklerin frontal plandaki açı dereceleri ve korreksiyon oranları.

Tablo 8: Torakolomber/Lomber eğriliklerin frontal plandaki açı dereceleri ve korreksiyon oranları.

Tablo 9: Ameliyat öncesi ve sonrası torasik kifoz açıları ve korreksiyon oranları.

Tablo 10: Ameliyat öncesi ve sonrası grafilerde ölçülen L3 ve L4 tilti ve rotasyonu.

Tablo 11: Preop ayakta AP, supin traksiyon ve GAA traksiyon grafilerinde L3 ve L4 vertebranın CSVL ve HSZ ile ilişkisi.

Tablo 12: Preop ayakta AP, lateral bending, supin traksiyon ve GAA traksiyon grafilerinde L3 vertebranın pelvise paralelliği.

Tablo 13: SRS-22 Hasta anketi. Preop ve postop 2. yıl skorların ortalaması.

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Dennis'in 3 kolonu.

Şekil 2: Tipik bir erişkin insan lomber omurunun (a) yandan ve (b) üstten görünümü.

Şekil 3: Diskus intervertebrale.

Şekil 4: Cobb metodu ile eğrilik derecesi ölçümü.

Şekil 5: CSVL, stabil vertebra ve Harrington'un stabil zonu.

Şekil 6: King tip 1 eğrilik.

Şekil 7: King tip 2 eğrilik.

Şekil 8: King tip 3 eğrilik.

Şekil 9: King tip 4 eğrilik.

Şekil 10: King tip 5 eğrilik.

Şekil 11: Lomber değişken A.

Şekil 12: Lomber değişken B.

Şekil 13: Lomber değişken C.

Şekil 14: Lenke sınıflamasında tavsiye edilen takip formu.

Şekil 15: Lenke sınıflamasına göre eğrilik tipleri, lomber ve sagittal değişkenler.

Şekil 16: Olgu örneği 1.

Şekil 17: Olgu örneği 2.

Şekil 18: Olgu örneği 3.

Şekil 19: Olgu örneği 4.

Şekil 20: Olgu örneği 5.

Şekil 21: Olgu örneği 6.

Şekil 22: Olgu örneği 7.

Şekil 23: Olgu örneği 8.

Şekil 24: Olgu örneği 9.

Şekil 25: Olgu örneği 10.

ÖZET

İdiopatik skolyoz tanısı konan bir hastada cerrahi tedavi kararı alındıktan sonra önemli olan nokta spinal füzyon yapılacak sahanın belirlenmesidir. İdeal olarak füzyonun distal ucu lomber hareketli segmentlerin korunması için mümkün olduğunca proksimalde ve gövde imbalansına yol açmayacak kadar distalde olmalıdır. Özellikle çift major veya major torakolomber/lomber (TL/L) eğriliklerde olduğu gibi enstrümentasyonun hem torasik hem lomber eğriliği içermesi gereken durumlarda füzyonun distalde genellikle L4 çok nadir olarak da L3 seviyesinde durması gereklidir. L3 ile L4 arasındaki seçim zorluk teşkil etmektedir. Spinal denge füzyon (enstrümentasyon) distalde stabil vertebrayı içerdiği zaman elde edilebilmektedir. Bu çalışmanın amacı Lenke 3C, 5C and 6C eğriliklerde L3 santral sakral vertikal çizgi (CSVL)'ye dokunmasa bile füzyonu L4 yerine L3'te sonlandırmakta kullanılacak preoperatif radyolojik kriterlerin belirlenmesidir.

Bu çalışma 2002 ile 2007 yılları arasında tek bir merkezde adolesan idipatik skolyoz tanısı ile opere edilen 140 hastadan en az 2 yıllık takibi olan 118 hasta dahil edilerek yapıldı. Çalışmaya Lenke tip 3C, 5C and 6C eğriliği olan ve posterior spinal füzyon uygulanan adolosdan idiopatik skolyozlu hastalar alındı. 118 hastanın ortalama takip süresi 42 (24-60) ay, ortalama yaş 15.4 (13-18) yıl idi. Tüm hastalarda füzyon distalde L3 seviyesinde durduruldu.

Bu çalışmada; hastaların üçte birinde CSVL L3'e temas etmemekte iken bending ve traksiyon grafileri ve özellikle genel anestezi altında çekilen traksiyon (GAAT) grafisinde L3'ün pelvise paralel hale geldiği görüldü. Bu hastalarda füzyonu distalde L3'te durdurmak mümkündür. Hastaların üçte ikisinde ise CSVL L3'e temas etmediği gibi bending grafilerde de L3'ün pelvise paralel olmadığı görüldü. Genel anestezi altında çekilen traksiyon grafileri özellikle bu hastalarda faydalı oldu çünkü L3'ün pelvise paralel hale geldiği, CSVL'nin L3'e temas ettiği veya kestiği ve L3'ün büyük oranda Harrington'un stabil zonu (HSZ) içinde kaldığı tespit edildi. Bu sebeple bu hastalarda distalde füzyon seviyesi bending grafilere bakarak L3 vertebrada sonlandırılmazken, GAAT grafisi ile somlandırılabilceği görülmüştür. Bu bulgular bizi bu hasta grubunda füzyonun L4 yerine L3'te durmaya teşvik etmiştir. Böylece vertebral kolonun dengesini bozmadan daha fazla hareketli segmenti korumak mümkün olabilmıştır.

SUMMARY

Important decision after determination of a patient requiring surgery for idiopathic scoliosis is the selection of the segments of the spine for fusion. Ideally, the distal extent of the fusion should be as proximal as possible to preserve lumbar motion segments, yet long enough to avoid creating trunk imbalance in the modern thinking about scoliosis surgery. When instrumentation of both the thoracic and the lumbar curves especially in double major or major thoracolumbar/lumbar (TL/L) curves (Lenke Type 3C, 5C and 6C or King Type I and IV) is required, the distal extension of fusion is usually L4 or rarely L3 level. Choosing between L3 and L4 can be difficult. The most predictable spinal balance occurs when the fusion/instrumentation extends distally to the stable vertebra. The purpose of this study is to determine preoperative radiological criteria to stop the fusion distally at L3 level instead of L4 in Lenke 3C, 5C and 6C curves even when CSVL does not touch L3.

This study reviewed 140 patients with adolescent idiopathic scoliosis surgically treated between 2002 and 2007 in a single institution and 118 of them were available for minimum 2-year follow-up evaluation. Included in the study were patients who underwent an instrumented posterior spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis with Lenke type 3C, 5C and 6C curves. For the 118 patients, the average follow-up period was 42 months, ranging from 24 to 60 years. The average age at surgery was 15.4 years, ranging from 13 to 18 years. Distal fusion was stopped at L3 in all patients.

In the current study; in nearly one third of our cases, CSVL does not touch L3 but L3 becomes level to pelvis at bending radiographs and traction radiographs, especially when taken under general anesthesia. It is possible to stop fusion at L3 in those cases. In two thirds of cases, CSVL does not touch L3 and it does not become level at bending radiographs. Traction radiographs taken under general anesthesia are especially helpful in these cases because L3 becomes level, CSVL touches or bisects L3 and L3 is completely in Harrington's stable zone. Thus, according to bending radiographs you can not stop at L3 but you can do so according to traction radiographs taken under general anesthesia. These findings encouraged us to stop the fusion distally at L3 level instead of L4. Thus, it is possible to save more motion segments distally without unbalancing the vertebral column.

1.GİRİŞ VE AMAÇ

Omurganın, frontal, sagittal ve aksiyel düzlemlerini içeren kompleks deformitesi olan idiopatik skolyoz, çok uzun zamandır bilinen majör ortopedik bir problemdir. Sebebi tam olarak bilinmeyen bu hastalık, bir çok fonksiyonel, kozmetik ve sosyal soruna yol açmaktadır.

İdiopatik skolyozun tedavisi, genel olarak, izlem, ortez (korse) ve cerrahi tedaviyi içerir. İzlem ve ortez tedavisi, genel olarak kabul görmüş belirli kurallara oturtulabilirse de, cerrahi tedavi, karar ve planlama aşamasından, postoperatif döneme kadar son derece zorlayıcı ve karmaşık bir süreçten oluşur. Cerrahinin amacı, eğriliği düzeltmek, ilerlemesini durduracak füzyonu sağlamak ve pelvis üzerinde santralize, dengeli bir omurga elde etmektir.

Skolyoz cerrahisinde enstrüman kullanımı, eğriliğin iki ucundan distraksiyon prensibine dayanan Harrington sistemi ile başlamıştır. Daha sonra, skolyoz ve omurga biyomekaniği anlaşıldıkça bir çok yeni enstrümantasyon tekniği geliştirilmiştir. Özellikle son yıllarda, her segmentte pedikül vidası kullanımı ile gerçekleştirilen, segmental pedikül vidası enstrümantasyonu popülerlik kazanmıştır.

Skolyoz için yapılan spinal cerrahilerde distalde kalan hareketli segment sayısını artırmak için daha kısa füzyon yapılması önemlidir⁽¹⁾. Ek olarak postoperatif dekompanasyon hem hasta hem de cerrah için sıkıntılı bir problemdir^(2,3,4,5). İdeal olarak füzyonun distal ucu lomber hareketli segmentlerin korunması için mümkün olduğunca proksimalde ve gövde imbalansına yol açmayacak kadar distalde olmalıdır. Özellikle çift major veya major TL/L eğriliklerde (Lenke Tip 3C, 5C ve 6C veya King Tip I ve IV) olduğu gibi enstrümantasyonun lomber bölgeye uzanması gereken durumlarda füzyonun distalde genellikle L4 çok nadir olarak da L3 seviyesinde durması gerekmektedir. L3 ile L4 arasındaki seçim bir çok zorluklar içermektedir.

Klasik olarak King Tip 1 eğriklerde T4-L4 arası füzyon ve King Tip 4 eğriliklerde füzyonun distalde L4'de durdurulması önerilmektedir. Lenke ve ark.^(6,7) ise Lenke Tip 5C eğriliklerde daha fazla hareketli segment korunması için anterior cerrahi, Lenke Tip 6C eğriliklerde ise CSVL'nin kestiği en proksimal seviyede distal füzyonu sonlandıracak şekilde posterior cerrahi önermişlerdir.

Bu çalışmanın amacı lomber bölgenin de füzyona dahil edilmesi gereken çift major veya lomber/torakolomber eğriliklerde, mevcut klinik bilgilere göre füzyonun L4'te sonlandırılması gereken olgularda bir hareketli segment daha kazanmak amacıyla füzyonun L3'te sonlandırılabilmesi için gerekli preoperative radyolojik kriterlerin belirlenmesidir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Skolyozun Tanımı

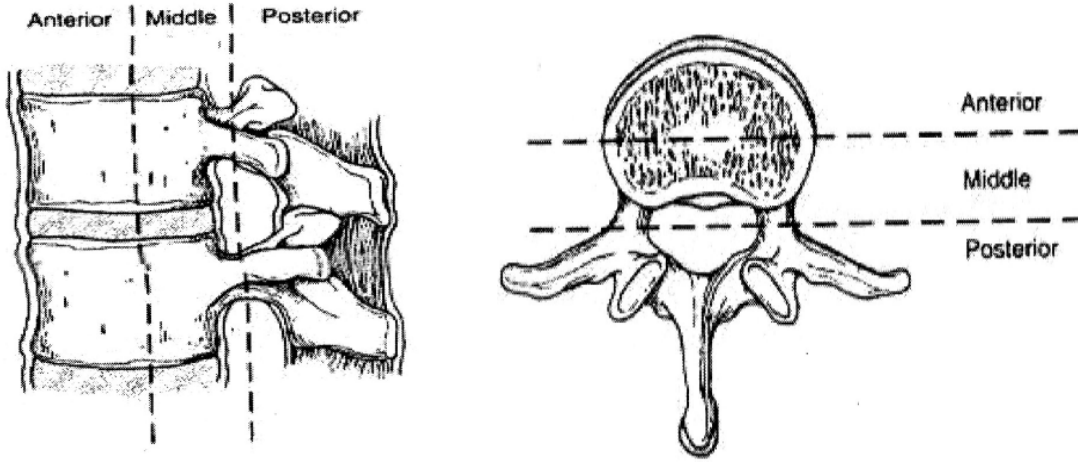
İlk olarak Galen (M.S. 131-201) tarafından kullanılan “skolyoz” terimi, Yunanca eğri, çarpık anlamına gelen kelimedenden türetilmiştir. Omurganın en yaygın deformitesidir. Tedavideki büyük gelişmelere karşın, skolyoz hala büyük bir ortopedik problemdir. Nitekim André, 1741 yılında eğri omurga şeklini ortopedinin sembolü olarak tasarlamıştır.

Günümüzde skolyoz, omurganın, ayakta çekilen direkt grafilerde, 10°’den daha fazla lateral eğriligi olarak tanımlanmaktadır⁽⁸⁾. Omurganın bu lateral eğriligi, sıklıkla, eğrilige dahil olan omurların rotasyonunu da içerdiğinden üç boyutlu bir deformite ortaya çıkar. Bu kompleks deformite üç plandaki anormal hareketin bir sonucudur: (1) sagittal planda, skolyotik segmentin lordozuna yol açan intervertebral genişleme, (2) frontal planda, laterale eğilme ve (3) aksiyel planda, rotasyonel komponent. Tüm bunların sonucunda omurgada torsiyon meydana gelmekte ve klinik skolyotik görünüm oluşmaktadır.

2.2 Spinal Kolonun Anatomisi, Fizyolojisi ve Biomekaniği

Spinal kolon 33-34 ayrı vertebranın üstüste sıralanması ve birbirlerine bağlanması sonucu meydana gelen bir sütundur. Bu sütunun görevi, baş, göğüs ve karın içi organları taşımak ve bunlara bir destek oluşturmanın yanında spinal kanalı da oluşturduğu için, içinden geçen medulla spinalisi korumaktır. 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 fizyolojik eğriliklerindeki yaylanma sonucu süspansiyon yapılmasında önemli rol oynar^(9,10,11,12).

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 ön, orta ve arka olmak üzere 3 kolona ayırabiliriz. Ön kolon vertebra cisminin 2/3'ü, anterior longitudinal ligament ve intervertebral diskin 2/3 ön kısmından oluşmaktadır. Orta kolon, vertebra cisminin ve intervertebral diskin arka 1/3'ü, pediküller, posterior longitudinal ligament, spinal kanal ve laminanın ön yüzünü içerir. Arka kolon; faset eklemler, transvers ve spinöz süreçler, laminaların arka yüzleri, intertransvers ligament, interspinöz ligament ve ligamentum flavumdan oluşmaktadır. Dennis'in 3 kolonu şekil 1’de görülmektedir.

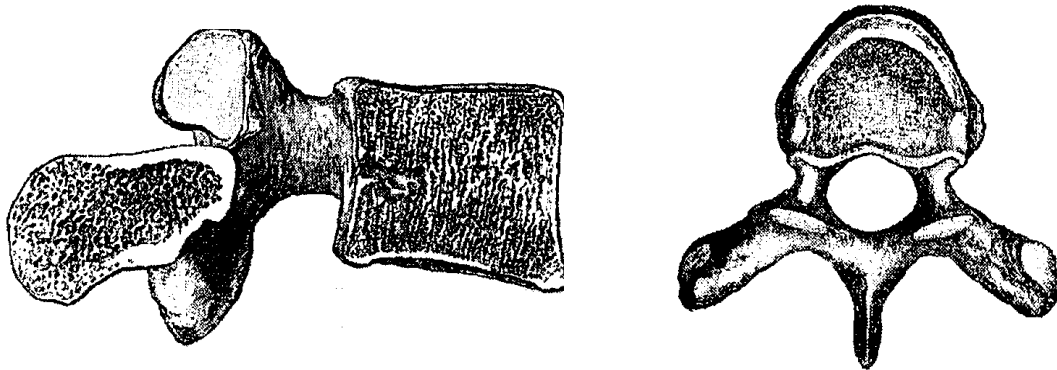


Şekil 1: Dennis'in 3 kolonu.

Vertebra korpusu kısa bir silindir şeklindedir. Silindirin alt ve üst yüzleri komşu vertebral cisme bağlanan intervertebral disklere yapışırlar. Cismin kenarlarında 2-3 mm'lik bir sahada korteks vardır. Cismin posterior kısmı spinal kanalın ön duvarını oluşturur. Spongiozadaki kemik lameller vertikal uzanır, bu da yük taşımada rol oynar. Eğilmelere karşı direnç oluşturmak için bu vertikal lameller, transvers lamellerle birbirilerine bağlanmışlardır.

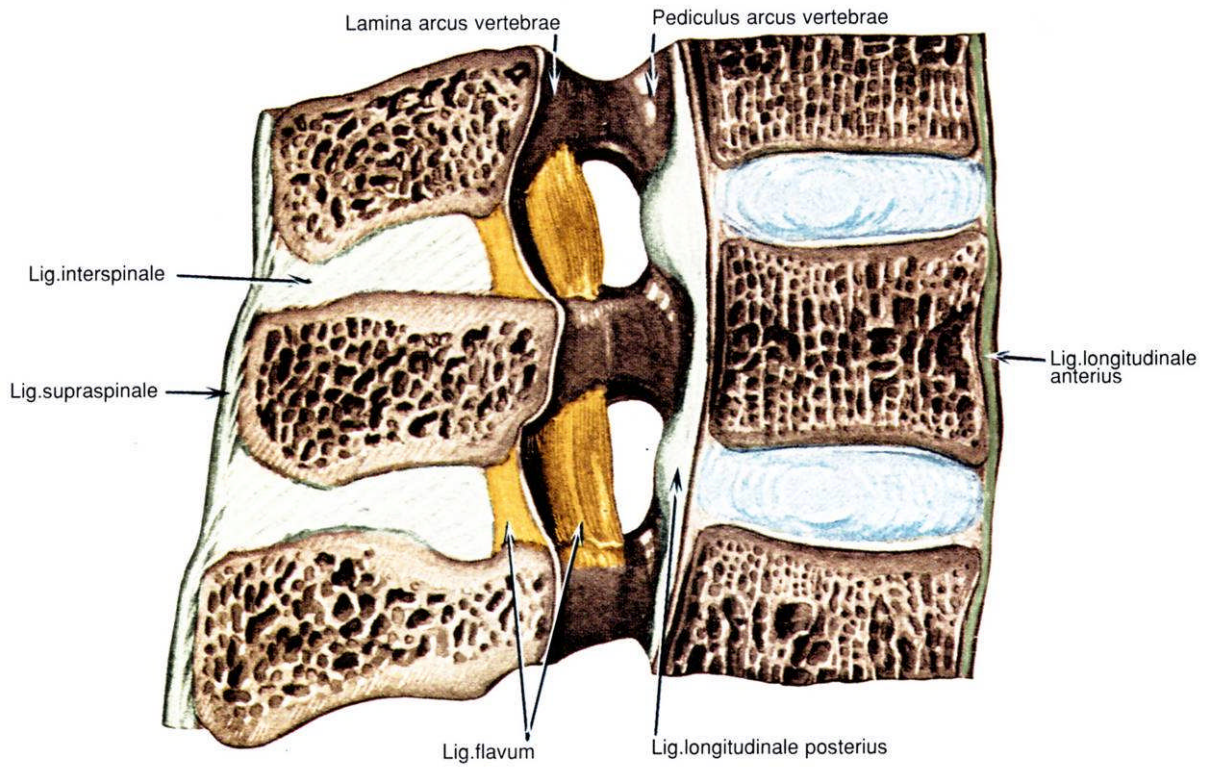
Vertebra cisimlerinin büyüklük ve kitleleri servikal birinci vertebradan son lomber vertebraya doğru artar. Bu durum giderek artan yüklere karşı adaptasyonu sağlar. Asıl yükü, fizyolojik şartlarda, vertebranın cismi taşır. Yük, vertebranın üst yüzünden alt yüzüne kortikal kılıf ve spongioza aracılığıyla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

Arkus vertebra bir halka gibi korpuse bağlanır. Arkusu cisme bağlayan ve spinal kanalın yan duvarlarını oluşturan kalın köprülere pedikül adı verilir. Arkusun arka kısmını lamina oluşturur ki bu da kanalın arka duvarını meydana getirir. Lamina ile pedikül birleşme yerinde transvers proçesler yanlara doğru uzanır. Tipik bir erişkin insan lomber omurunun yandan ve üstten görünümü şekil 2'de görülmektedir..



Şekil 2: Tipik bir erişkin insan lomber omurunun (a) yandan ve (b) üstten görünümü.

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. Diskler 5 ile 12 mm arasında kalınlığa sahiptir. Disklerin orta kısımlarındaki geniş miktarda hidrofilik proteoglikandan oluşmuş kollojen yapısında jelatinöz nükleus pulposus yer alır. Yaşamın üçüncü dekadında proteoglikan yapımı azaldığından maksimum %70-90 olan su içeriği düşer. Nükleus pulposusu çevresel olarak annulus fibrozis sarar. Bu halka şeklindeki yapı, iki vertebrayı birbirine bağlayan ve birbirlerini 120 derecelik açı ile çaprazlayan kollajen fibrillerinden oluşan 15-20 kat tabakadan meydana gelmiştir^(9,10,11,12,13). Intervertebral diskler ve vertebralarla ilişkisi şekil 3'te görülmektedir.



Şekil 3: *Diskus intervertebrale.*

Mekanik olarak intervertebral disk, omurganın hareketleri sırasında çok önemli bir rol oynar. Hareket sırasında oluşan basınç kuvvetinin vertebral kolona aktarımı visköz nükleus pulposusdaki basınç değişiklikleri ile dağıtılır. Basınç, ayakta dururken, eğilmedekinden %50 fazladır. Hacim değişmediği için basınç kuvveti nükleusun hareketi ile dengelenir. Öne eğilme ile nükleus arkaya hareket eder. Nükleus içindeki sıvı yastık vertebraların birbirlerine yaklaşmasını da engeller. Bu uzaklaştırıcı kuvvet annulus fibrozis ve çevre ligamentlerce

sınırlanır. İstirahat durumunda tüm bu zıt kuvvetler denge halindedir, hareketle denge bozulur ancak vertebral kolonun elastikiyeti sayesinde dengeyi bozan kuvvet etkisi bitince omurga tekrar eski haline döner ^(14,15,16,17,18,19).

Vertebra-disk-vertebra düzeninden oluşan her bir hareket segmenti bir kaldıraç sistemine benzetilebilir. Burada artiküler çıkıntılar desteği oluştururlar: Bu kaldıraç sistemi vertebral kolona uygulanan aksiyel basınç yüklerinin absorpsiyonunu sağlar. Her bir vertebral ark tarafından oluşturulan kaldıraç sisteminin sonucu olarak kuvvet önce pasif sonra aktif olarak abzorbe edilir ⁽²⁰⁾.

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.

Posterior arkta faset eklemler denilen diarthrodial eklemler yer alır. Bunlar intervertebral eklemlerdeki torsiyonel hareketlere karşı direnç gösterilmesinde görev alır ve böylece spinal kolonun hareket sınırlarının oluşmasında önemli bir rol oynarlar. Lomber fasetler erek pozisyonda ağırlığın %16'sını taşırlar. Otururken kompresif yüklenmeye maruz kalmazlar. Torasik bölgede faset eklemler koronal planda ve öne doğru eğik durumdadırlar ve fleksiyon-ekstansiyon ve rotasyona izin verirlerken lateral eğilmeyi sınırlarlar. Lomber fasetler sagittal planda yer alırlar ve fleksiyon-ekstansiyon ve yana eğilmeye izin verirler, torsiyonu sınırlarlar. Torakolomber bileşkenin oryantasyonu koronal ve sagittal arasındadır. Tek bir fasetin çıkartılması veya sublükse olması her ünite başına düşen yük miktarının artmasına yol açar. Putti, lumbosakral trofizme, faset asimetrisi adını vermiştir. Brailsford, sebebi bilinmeyen 3000 sırt ağrısının %33'ünün nedenini faset eklem asimetrisinin oluşturduğunu belirtmiştir. Faset eklem füzyonu intervertebral eklem hareketlerini her yönde kısıtlar ^(21,22,23,24,25,26,27).

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. Fleksiyon kuvvetlerine karşı spinal kolonu korur.

Posteriodaki ligamentöz yapılar, faset kapsülü, ligamentum flavum, interspinöz ligament, supraspinöz ligament ve intertransvers ligamentten oluşmaktadır. Ligamentum flavum birinci servikal vertebradan itibaren aşağı doğru üst laminanın ön yüzünden alttaki laminanın arkasına doğru uzanır. Oldukça gergin ve elastiki olması nedeniyle arkusları birbirine yaklaştırma eğilimindedir. Fleksiyon ve torsiyon kuvvetine karşı omurgayı korur. Vertebral kolonun öne düşmemesi için bir gerginlik oluşturarak sırt kaslarının daha az enerji sarf etmelerini sağlar.

Faset eklem kapsülü diğer artrodial eklemlerdeki gibi fibröz yapıdadır. Kapsülün çıkartılması laboratuvar çalışmalarında aksiel yüklenmede belirgin bir azalmaya yol açmamaktadır. İnterspinöz ve supraspinöz ligamentler fleksiyona karşı direnç oluştururlar. İntertransvers ligamentler torakal bölgede kalın ve kuvvetlidir ve paraspinal kas yapısının bir parçası gibidirler. Lomber bölgede oldukça zayıftırlar. Lateral eğilme ve rotasyona karşı pasif olarak karşı koyarlar.

İnsan, omurgasının intrensek ve ekstrensek yapıları ile sağlanmış olan destekten dolayı gövdesini pelvisi üzerinde dik ve dengeli tutabilmektedir. İntrensek yapılar yukarıda anlatılanlara ek olarak küçük intraspinal ve erektör spinal kaslardır. Ekstrensek desteklerin başında torakal bölgede göğüs kafesi gelir. Her kaburga interkostal kaslar ve ligamentlerle desteklenir. Bu ligament ve kaslar kaburgayı kaburgaya ve kaburgayı transvers proçese ve vertebra korpusuna bağlarlar. Göğüs kafesi anteriorda sternum ve kostal kıkırdaklarla da desteklenir. Lomber bölgede anterior ve lateral abdominal kaslar da göğüs kafesine ve omurgaya ekstrensek destek sağlarlar. Lumbosakral bölgede sakroiliak eklem kapsülü ve sakrumu ve 5. lomber vertebrayı pelvik halkaya bağlayan ligamentler de omurganın stabilitesinde rol oynarlar.

Spinal kolon 5 temel bölgeden oluşur. Yedi vertebradan oluşan servikal kısım, atlantookspital eklemlerle kafatasına bağlanır. Servikal 2 ile 5. vertebralarda spinöz proçesler iki küçük trabekülle sonlanır. 7. servikal vertebranın spinöz proçesi cilt altında palpe edilebilir ve bu özelliği ile topografik olarak önemli bir nokta oluşturur.

Torakal bölgede on iki adet vertebra vardır. Cisim hacimleri aşağı indikçe artar. Cisimlerin yanlarında kostaların bağlandığı iki adet eklem yüzü vardır. 11. ve 12. vertebrada ise sadece bir tane tam eklem yüzü vardır.

Lomber bölgede, giderek kalınlaşan, yuvarlak yüzlü torakal vertebralardan farklı olarak fasülyeye benzer yüzleri olan cisimlere sahip 5 adet vertebra vardır. Spinöz proçesler torakal bölgede olduğu gibi aşağı doğru değil, arkaya transvers olarak uzanır.

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.

Spinal kolonda, sagittal planda fizyolojik eğrilikler mevcuttur. İntrauterin dönemde spinal kolon C şeklinde kifotiktir. Bu nedenle kifozlara yani torakal ve servikal kifoza primer eğrilikler, çocuk başını tutmaya başlayınca oluşan servikal ve yürümeye başlayınca oluşan lomber lordoza da sekonder eğrilikler denir. Başlangıçta çocukta bu eğrilikler erişkinlerdekinden azdır. Kas gücü gelişip denge sağlanınca normal açılara ulaşır. Servikal

bölgede 30°-50° lordoz, torakal bölgede 20°-40° kifoz, lomber bölgede 40°-60° lordoz, sakral bölgede ise 40°-60° kifoz vardır. Böylece ağırlık, özellikle bir yerden atlandığında, düz bir sütunda olduğu gibi doğrudan yukarıya iletilmez, mevcut eğriliklerdeki yaylanma ile önemli oranda yok edilerek kafatasına az bir kısmı iletilir^(9,10,11,12,13).

2.3 Skolyozun Sınıflaması

İlk olarak 1900 yılında Dedard tarafından yapılan sınıflamanın ardından günümüze kadar, skolyotik deformite ile ilgili birçok sınıflama yapılmıştır. Büyük bir kısmı etiyolojik olan bu sınıflamalar arasında; 1922 yılında Lange, 1924'te Lovett, 1935'te Delitalia, 1962'de Pais tarafından yapılanlar sayılabilir. Daha sonra Cobb, Ponseti ve Friedman benzer pratik bir sınıflama daha yapmışlardır. Bu sınıflamada skolyoz, iki grup altında toplanmıştır; postural ve yapısal. Yapısal grup da kendi içinde myopatik, nöropatik, osteopatik ve idiopatik subgruplarına ayrılmıştır. Bu sınıflama uzun süre güncelliğini korumuş ve kullanılmıştır. Bugün ise artık Skolyoz Araştırma Derneği'nin (Scoliosis Research Society- SRS) yaptığı sınıflama kullanılmaktadır. Etiyolojik kökenli olan bu sınıflamada, skolyoz; yapısal olmayan, geçici yapısal ve yapısal olarak üç temel gruba ayrılmıştır⁽²⁸⁾.

Yapısal olmayan skolyozlar; postural ve dengeleyici olarak iki alt gruba ayrılır. Postural skolyozlar, genellikle on yaşından sonra bildirilen daima solda bulunan hafif skolyozlardır. Kişi aktif kas gücüyle eğriliğini düzeltebilir. Dengeleyici skolyozlara, bacak eşitsizliği ve kalça eklemi kontraktürleri sonucunda oluşan pelvik çarpıklık sebep olur. Hastanın erken yaşta bu sorunları ortadan kaldırıldığında skolyoz da kaybolur.

Geçici yapısal skolyozlar; siyatik, histerik ve inflamatuvar skolyozlardan ibarettir. Siyatik skolyozlar gerçek skolyoz değildir. Çoğu, disk hernisine bağlı sinir kökü sıkışması sonucunda meydana gelen koruyucu skolyozlardır. Nadir rastlanan histerik skolyozlar genellikle psikiyatrik tedavi sonrasında iyileşirler. İnflamatuvar skolyozlar, perinefritik abse veya benzeri infeksiyonlara bağlı olarak gelişirler ve asıl rahatsızlığın tedavisi ile ortadan kalkarlar.

Yapısal skolyozlar; bir süre sonra omurlarda ve çevre dokularda belirli patolojik değişikliklere yol açan skolyozlardır. İdiopatik, konjenital, nöromuskuler, nörofibromatik, mezenşimal hastalıklar ve travmatik alt gruplarına ayrılırlar.

Bu çalışmada araştırma konusu olan adolesan idiopatik skolyozlar üzerinde durulacaktır.

SRS sınıflaması özetle şu şekildedir (Tablo 1):

<p>1. YAPISAL SKOLYOZ</p> <p>I. İDİOPATİK SKOLYOZ</p> <p>A) İnfantil (0-3 yaş)</p> <ul style="list-style-type: none"> -Kendiliğinden gerileyen -Progresif <p>B) Jüvenil (3-10 yaş)</p> <p>C) Adolesan (> 10 yaş)</p> <p>II. NÖROMÜSKÜLER SKOLYOZ</p> <p>A) Nöropatik</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Üst Motor Nöron <ol style="list-style-type: none"> a) Serebral palsy b) Spinocerebellar Dejenerasyon c) Siringomiyeli d) Spinal kord tümörü e) Spinal kord travması f) Diğer 2. Alt Motor Nöron <ol style="list-style-type: none"> a) Poliomyelit b) Diğer viral myelitler c) Travmatik d) Spinal kaslar atrofi e) Myelomeningoseal (Paralitik) 3. Disotonomi (Riley-Day Sendromu) 4. Diğer <p>B) Myopatik</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. MCC (Artrogripozis) 2. Müsküler distrofi <ol style="list-style-type: none"> a) Duchenne (Psödohipertrofik) b) Limb-girdle c) Facioscapulohumeral 3. Fiber tip disproportion 4. Konjenital hipotoni 5. Myotonia distrofi 6. Diğer <p>III. KONJENİTAL SKOLYOZ</p> <p>A) Formasyonda Yetersizlik</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kama vertebra 2. Hemivertebra <p>B) Segmentasyon Yetersizliği</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tek taraflı (Unsegmented Bar) 2. İki taraflı (Sinostoz) <p>C) Karışık (Segmentasyon + Formasyon Yetersizliği)</p> <p>IV. NÖROFİBROMATOZİS</p> <p>V. MEZENŞİMAL HASTALIKLAR</p> <p>A) Marfan Sendromu</p> <p>B) Ehler-Danlos Sendromu</p> <p>C) Diğer</p>	<p>VI. ROMATOİD HASTALIKLAR</p> <p>VII. TRAVMATİK</p> <p>A) Kırık</p> <p>B) Cerrahi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Laminektomi sonrası 2. Torakoplasti sonrası <p>C) Radyasyona bağlı</p> <p>VIII. EKSTRA SPİNAL KONTRAKTÜRLER</p> <p>A) Ampiyem sonrası</p> <p>B) Yanık sonrası</p> <p>IX. OSTEOKONDRODİSTROFİ</p> <p>A) Diastrotik cücelik</p> <p>B) Mukopolisakkaridozis (örn. Morquio Send.)</p> <p>C) Spondiloepifiziel Displazi</p> <p>D) Multipl Epifiziel Displazi</p> <p>E) Diğer</p> <p>X. KEMİK ENFEKSİYONU (Akut veya Kronik)</p> <p>XI. METABOLİK HASTALIKLAR</p> <p>A) Raşitizm</p> <p>B) Osteogenezis İmperfekta</p> <p>C) Homosistinüri</p> <p>D) Diğer</p> <p>XII. LUMBOSAKRAL EKLEMLE İLGİLİ</p> <p>A) Spondilolizis ve Spondilolistezis</p> <p>B) Lumbosakral bölgede konjenital anomali</p> <p>XIII. TÜMÖRLER</p> <p>A) Vertebral kolon</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Osteoid Osteoma 2. Histiositozis-X 3. Diğer <p>B) Spinal Kord Tümörleri</p> <p>2. YAPISAL OLMAYAN SKOLYOZ</p> <p>I. Postural Skolyoz</p> <p>II. Histerik Skolyoz</p> <p>III. Sinir Kökleri irritasyonu</p> <p>A) Disk hernisi</p> <p>B) Tümörler</p> <p>IV. İnflamatuvar (örn. apandisit)</p> <p>V. Alt ekstremitte eşitsizliğine bağlı</p> <p>VI. Kalça eklemi kontraktürlerine bağlı</p>
--	---

Tablo 1: Skolyozun etyolojiye göre sınıflandırılması.

2.4 İdiopatik Skolyoz

İdiopatik skolyoz, deformitenin sebebinin belirlenemediği ve en sık görülen skolyoz tipidir. Yapısal skolyozlu hastaların yaklaşık %80'i bu grupta yer alır. İdiopatik skolyoz tanısı, nörolojik nedenleri dışlamak için ayrıntılı bir fizik muayene, konjenital anomalilerden ayırım için ise dikkatli radyolojik inceleme gerektirir. Büyümenin devam ettiği herhangi bir zamanda görülmekle beraber, pik yaptığı üç periyot tanımlanmıştır. Bunlardan birincisi, yaşamın ilk yılı, ikincisi, beşinci ve altıncı yaşlar, üçüncüsü ise onbir yaşından iskelet büyümesinin sonuna kadar olan dönemdir.

Böylece, idiopatik skolyoz, başlangıç yaşına göre üç alt gruba ayrılır. Üç yaşından önce tanı konulan hastalar infantil idiopatik skolyoz, üç ile on yaş arası olanlar juvenil idiopatik skolyoz, on yaşından itibaren iskelet matüritesine kadar geçen dönemde bulunan hastalar ise adölesan idiopatik skolyoz (AIS) olarak tanımlanır. İdiopatik skolyozun büyük çoğunluğunu adölesan idiopatik skolyoz oluşturmaktadır⁽²⁹⁾.

2.4.1 İdiopatik Skolyozun Epidemiyolojisi

Okul taramaları yoluyla yapılan çalışmalarda, idiopatik skolyoz prevalansı, 10 dereceye kadar olan eğriliklerde %1.5-3, yirmi dereceye kadar olan eğriliklerde %0.3-0.5, otuz dereceye kadar olan eğriliklerde %0.2-0.3 olarak bulunmuştur⁽²⁹⁾.

İdiopatik skolyoz dağılımı ile cinsiyet arasında da sıkı bir ilişki mevcuttur. Sekiz yaşın altında bayan-erkek oranı eşitken, sekiz yaşın üzerinde prevalans, bayanlarda, 4.6/1000, erkeklerde ise 0.2/1000 olarak tespit edilmiştir⁽³⁰⁾. Eğrilik miktarı ile cinsiyet ilişkisine bakıldığında ise, bayan-erkek oranı, 6-10 derece arasında 1:1, 11-20 derece arasında 1.4:1, 21 derecenin üzerinde 5.4:1, tedavi sınırındaki eğriliklerde ise 7.2:1 olarak hesaplanmıştır⁽³¹⁾.

2.4.2 İdiopatik Skolyozun Etiyolojisi

İdiopatik skolyoz, etiyolojisi bilinmeyen patolojik bir kavramdır. Bugün, "idiopatik skolyoz" terimi omurga deformiteleri ile uğraşan hekimler tarafından iyi anlaşılmış bir tanım olsa da, etiyolojisini anlamaya yönelik önemli sorular halen yanıtsızlığını korumaktadır. Bu soruları yanıtlamaya yönelik bir çok çalışma yapılmış ve deformiteye yol açtığı düşünülen bir dizi faktör ortaya konmuştur⁽³²⁾.

Genetik Faktörler

İdiopatik skolyoz gelişiminde genetik ve herediter faktörlerin rolü önemli oranda kabul görmektedir. Klinik gözlemler ve toplumsal çalışmalar göstermiştir ki; skolyozlu hastaların, aile bireyleri ve akrabaları arasında skolyoz görülme olasılığı normal popülasyona oranla yüksektir⁽³²⁾. Bu oran, birinci derece akrabalarda %11, ikinci ve üçüncü derece akrabalarda sırasıyla %2.4 ve %1.4 olarak belirlenmiştir⁽³³⁾.

İkizlerde yapılan çalışmalarda da, monozigotlarda %73, dizigotlarda %36 gibi yüksek, eş zamanlı skolyoz görülme oranları, genetik faktörlerin etkili olduğu görüşünü desteklemektedir⁽³⁴⁾.

Ailesel faktörlerin etkisi ortaya konmakla beraber, genetik geçişin nasıl olduğu konusu halen tartışmalıdır. Yapılan değişik çalışmalarda, X'e bağlı, otozomal dominant ya da multifaktöriyel geçiş paternlerinden söz edilmiştir.

Sonuç olarak, küçük popülasyonlar üzerinde, tek gen bozukluğu modeline bağlı olarak yapılan çalışmalar, idiopatik skolyozun ortaya çıkışında etkili genetik faktörleri açıklamak için yeterli değildir. Günümüzde, idiopatik skolyoz etiyolojisinde, bir çok genin ve bu genler arasındaki karmaşık ilişkilerin rol oynadığı düşünülmektedir⁽³²⁾.

Melatoninin Rolü

1983 yılında, Dubouset ve arkadaşlarının, pinealektomi yapılan tavuklarda rutin olarak skolyoz geliştiğini bulması ve bunu da azalmış melatonin yapımına bağlaması üzerine, idiopatik skolyoz etiyolojisinde melatoninin etkisi araştırılmaya başlanmıştır. Melatoninin diüurnal salınım ritminin, idiopatik skolyoz gelişiminde etkili olduğu düşünülmüştür. Bununla birlikte, çeşitli hastalıklarda, bu ritmin bozulmasına rağmen, idiopatik skolyoz gelişimi üzerinde belirgin bir etki görülmemiştir. Dahası, melatonin düzeyi düşüklüğünde görülen uyku ve immün sistem bozukluklarına idiopatik skolyoz hastalarının çoğunda rastlanmamaktadır. Ayrıca bu hastalarda, melatonin yapımında belirgin bir eksiklik olduğuna dair kanıt da yoktur. Eğer deformite gelişiminde melatoninin etkisi varsa, bunun, sentez sırasında oluşan, yapısındaki bir bozukluğa bağlı olması muhtemeldir. Sonuç olarak, idiopatik skolyoz gelişiminde melatoninin, büyüme mekanizması üzerine direkt veya indirekt etki gösterdiği ve bu yolla etiyolojide rol oynadığı düşünülmektedir⁽³²⁾.

Konnektif Dokunun Etkileri

Spinal kolonu destekleyen yapıların temel elemanları olan kollajen ve elastik liflerin, idiopatik skolyoz gelişimi üzerine etkili olduğu düşüncesi, bu konuda çalışmalara sebep olmuştur. Marfan sendromu gibi, temelinde bağ dokusu patolojisi bulunan hastalıklarda, skolyozun sık görülmesi, bu görüşü desteklemektedir. Yapılan birçok çalışmada, kollajen, elastik fibril, proteoglikan, glukozaminoglikan, fibroblast yapı ve dizilim bozuklukları gösterilmiştir^(35,36,37). Fakat görülen bu değişikliklerin, etiyolojide mi etkili olduğu, yoksa oluşan deformite sonucunda mı ortaya çıktığı tartışmalıdır⁽³⁸⁾.

İskelet Kası Anomalileri

Paraspinal kasların, idiopatik skolyoz etiyojisi üzerine etkileri uzun yıllardır tartışılmaktadır. Çeşitli çalışmalarda, tipII (hızlı kasılan) kas liflerinin sayısında, normale göre azalma olduğu belirtilmiştir^(39,40,41). Ayrıca myofilaman yapısı bozuklukları, özellikle konkav tarafta sarkomerde kısalma⁽⁴²⁾, kas liflerinde lipid, glikojen düzeyleri ve membranöz yapılarda artış, sarkoplazmik retinakulumda genişleme⁽⁴³⁾ gibi patolojiler bildirilmiştir. Yine benzer çalışmalarda; kas içiği sayısında belirgin azalma⁽⁴⁴⁾, kalsiyum içeriğinde artış⁽⁴²⁾ ve protein sentezinde azalmanın saptanması idiopatik skolyoz etiyojisinde çizgili kasların rolü olduğu fikrini kuvvetlendirmektedir. Fakat sonuçta tüm bu patolojilerin, oluşan deformitenin sebebi mi yoksa sonucu mu olduğu konusu halen tartışmalıdır.

Trombosit Anomalileri

İdiopatik skolyozlu hastaların trombositlerinde, yapısal ve fonksiyonel bozukluğa yol açan, çok sayıda histolojik ve biyokimyasal patolojik değişiklik bildirilmiştir⁽⁴⁵⁾. Bu değişiklikler, büyük oranda, iskelet kası ve trombosit gibi kontraktıl yapıya sahip hücrelerdeki, aktin ve myozin sistemlerinde oluşan defektlere bağlıdır. Bu anomalilerin bazıları hücre membranındaki bir bozukluktan kaynaklanır. Bu bozukluk, hücre içi kalsiyum ve fosfor düzeylerinin artmasına, kontraktıl yapıların ve trombosit agregasyonunun azalmasına neden olur. Ayrıca, hücre içi kalsiyum düzeyi düzenlenmesinde kritik bir role sahip olan kalmodulinin artmış aktivitesi, kalmodulin antagonisti olan melatonin düzeyi düşüklüğü, myozin zincirlerinin anormal peptid yapısı ve azalmış alfa-2-adrenerjik reseptörler gibi bozukluklar idiopatik skolyoz hastalarında tespit edilmiştir. Bu hastaların küçük bir bölümünde de trombositlerin normale oranla daha büyük olduğu gösterilmiştir⁽³²⁾.

Nörolojik Mekanizmalar

Son yirmi yıldır, idiopatik skolyoz hastaları ile kontrol grupları ve ilerleyici eğriliği olanlar ile olmayanlar arasında karmaşık nörolojik çalışmalar yapılmaktadır. Fakat sonuçların çelişkili olması nedeniyle henüz idiopatik skolyoz tanısında kullanılabilecek kesin nörolojik testler elde edilememiştir. Bununla birlikte çeşitli çalışmalarda, hastalarda propriosepsiyon bozuklukları⁽⁴¹⁾, denge bozuklukları⁽⁴⁶⁾, elektromiyografi ve somatosensöriyel uyarılmış potansiyel testlerinde değişiklikler⁽⁴⁷⁾, manyetik rezonans çalışmalarında %17 ile %42 arasında değişen oranlarda siringomyeli saptanması⁽⁴⁸⁾, idiopatik skolyozda, nörolojik faktörlerin etkili olduğunu düşündürmektedir.

Büyüme ve Gelişmenin Rolü

İdiopatik skolyoz hastalarının, yaşitlarına oranla daha uzun boylu olmaları⁽⁴⁹⁾, etiyojide büyüme ve gelişmenin etkisini akla getirmektedir. Birçok endokrin bozukluğun bu

duruma etkisi olduğu iddia edilmistir. Somatomedin ve büyüme hormonu düzeylerinin yüksekliği bazı çalışmalarda gösterilmiş olsa da, bu hormonların, idiopatik skolyozlu hastalarda normal değerlerde olduğunu belirten araştırmalar da vardır⁽⁵⁰⁾. Büyüme ve gelişme üzerine etkili olduğu bilinen, tiroksin, seksüel hormonlar, fibroblast büyüme faktörü, insülin benzeri büyüme faktörü gibi birçok hormon ve büyüme faktörü ile ilgili ise henüz yeterli miktarda çalışma yoktur⁽³²⁾.

Biyomekanik Faktörler

Spinal dokuların mekanik özellikleri, anormal yüklenme ve omurganın diziliminin, idiopatik skolyoz gelişimine etkisi olduğu düşünülmektedir. Fakat belirli bir biyomekanik faktör varlığını gösteren, güçlü bir bilimsel kanıt elde edilmemiştir⁽³²⁾.

Sonuç olarak, idiopatik skolyozun multifaktöriyel olduğu, başlıbaşına tek bir sebebin değil, birbiri ile etkileşen birçok faktörün, hastalık etiolojisinde rol oynadığı konusunda görüş birliği vardır.

2.4.3 İdiopatik Skolyozun Patolojisi

İdiopatik skolyozun patolojisi, postmortem çalışmalar ve radyografik incelemeler ile birçok kez araştırılmıştır. Temel olarak, patolojinin kaynağını, torakal, lomber veya her iki bölgede birden yerleşmiş, rotasyon gösteren lateral bir eğrilik oluşturur. Eğrilik, apeksinin lokalizasyonuna göre adlandırılır. Apeksi, T2 vertebra ile T11-T12 diski arasında olan eğrilikler torakal, T12 ve L1 vertebra arasında olan eğrilikler torakolomber, L1-L2 diski ve L4 vertebra arasında olanlar ise lomber eğrilik olarak değerlendirilir⁽⁵¹⁾. Eğrilik genellikle, omurgada sağda ve torakal bölgededir. Daha az sıklıkla, sağ torakolomber, sol lomber, sağ torakal sol lomber çift eğrilik ve nadir olarak da çift torakal eğrilik şeklinde görülebilir. Omurgada görülen yapısal değişiklikler, eğriliğin derecesi ile orantılıdır.

Apikal bölge en deforme ve en fazla rotasyonu olan vertebradır⁽⁵²⁾. Konkavitedeki faset eklemler kısa zamanda daha kalın ve yoğun hale gelirler. Rotasyon sonucu faset eklemler daha derin bir pozisyona geçerken konveksitedekiler ise 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 başlangıçlı lordoz mu, yoksa lordoz skolyozun bir parçası mıdır konusu tartışmalıdır.

Hacmi değişmeyen nükleus pulposus 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 değişmesi ile sağlanacaktır ⁽⁵²⁾.

90 derecelik 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.

Kotların vertebralara insersiyolarındaki rotasyon ve eğim, pozisyonlarındaki deformiteye neden olur. Buna karşın sternumun ise fazla deplase olmadığı görülür. Konveks tarafta üst kotlar 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 pozisyonunda 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 horizontaldır ve vertebradaki rotasyona bağlı olarak insersiyoları çok derinde yer alır. Orta aksiller çizginin önünde kotlar sternuma doğru yükselirler. Buradaki kostakondral eklemler daha çıkıntılıdır. Bu değişiklikler vertebral rotasyona eşlik eder. Mehta bunu infantil tipteki 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 dereceye ulaşır. Böyle durumlarda rib hump'ın ekzasyonu çok az bir şey kazandırır, çünkü hemen altta vertebral cisim mevcuttur. Konkavitedeki horizontal kotlar bir arada dururlar. Bazen bu kotlar birbirlerinin önüne geçer, öyleki birini rezeke edince aynı seviyede önümüze hemen arkasındaki çıkar. Rotasyon nedeniyle bu kotların origioları derindedir. Genelde apeksin hemen üzerindeki kotlar en çıkıntılı olanlardır ⁽⁵²⁾.

Şiddetli kifoskolyoz olgularında kotlar o kadar çıkıntılıdır ki eğilmiş Harrington rod kullanılmasına rağmen bazen konkavitenin enstrümantasyonunu imkansız kılarlar. Böyle bir vakada bu kotların rezeksiyonu gerekli olur ve patolojik anatominin anlaşılması önem kazanır. Alttaki plevranın ayrılması da prosedürün önemli bir parçasıdır.

90 derecelik torakolomber 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 durumlarda L5 ara vertebra gibi davranır. 5. lomber vertebra iliolumber 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 vakalarda arkadan bakıldığında sağ iliak krista yüksekte iken önden bakıldığında sağ spina iliaca anterior superior daha alçak görülür. Bu dengesizlik nadiren 1 cm'den fazladır. En iyi değerlendirme hasta ayakta dururken çekilecek bir ön arka grafi üzerinde sakroiliak eklemlerin alt uçlarını birleştiren bir çizgi çizmektir. Bu, varyasyona en az maruz kalan referans çizgisidir. Yani pelvis en az değişken yer olduğu için vücut inbalansını değerlendirecek en iyi bölgedir. Şiddetli tipler haricinde vücut, baş boyun ve omuz kemerinin pelvis üzerindeki dengesini sağlamak üzere kendini ayarlar ve böylece eğri bir spinal kolon ortaya çıkar.

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 elektromyografik olarak Carl Zetterberg tarafından gösterilmiştir. Daha sonra yapılan daha kapsamlı bir çalışmada Maurog, Fine ve Locqueneux değişken sonuçlar elde etmişlerdir. İlk çalışmada denekler prone pozisyonda ve kafalarını aktif olarak kaldırmaya çalışırken yapılmıştır. İkinci çalışma ise deneklere oksipital bölgeden itme uygulanırken ayakta veya oturur pozisyonda yapılmıştır. En aktif kaslar lomber bölge konveksitesindekiler olarak tesbit edilmiştir. Bu kaslar vücudun konkaviteye yatmasını önleyen halatlar gibidir⁽⁵²⁾. Konkav ve konveks taraftaki kaslar posterior arklar üzerinden etki ederler. Rotasyon 20 dereceden az ise kaslar rotasyonu kontrol etmeye çalışırken, 30 dereceden fazla ise her iki taraftaki kaslar rotasyonu arttırır.

Sadece şiddetli kifoskolyoz vakalarında diyafram kubbe şeklini kaybeder ve öne ve aşağıya uzanan bir septum halini alır ve böylece torasik pompanın piston hareketini imkansız hale getirir. 90 derecelik bir skolyozda interkostal kas fonksiyonları azalmıştır. Majör skolyozlarda hem konveksitedeki vertikal durumda olan, hem de konkavitedeki horizontal

durumda olan apikal kotlar birbirleriyle temas halindedir. Bundan dolayı atrofiye uğrayarak fonksiyon yapamazlar ve tüm toraks kafesi rijid hale gelir.

2.4.4 İdiopatik Skolyozda Hikaye

Skolyozlu hastanın muayenesi hastanın ve ailesinin ayrıntılı hikayesinin alınmasıyla başlar. Başlıca hastalığın hasta üzerindeki etkileri, genel sağlık durumu, aile hikayesi, hastanın yaşı ve fizyolojik maturitesi araştırılır. Deformite, ağrı, nörolojik semptomlar, kardiopulmoner problemler ve fonksiyonel komplikasyonlar olup olmadığı sorulur. Hastanın yaşı ve cinsiyeti kaydedildikten sonra, deformitenin ortaya çıktığı yaş ve nasıl farkedildiği öğrenilir. Defomite, bir okul taramasında, rutin veya herhangi bir nedenle yapılan sağlık muayenesinde, arkadaşları tarafından sportif faaliyetlerde, soyunurken, özellikle banyo yaparken ailesi tarafından saptanabilir⁽⁵³⁾.

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 poliomyelit, meningomyelosel ve nörofibromatozis gibi hastalıklar ekarte edilmeye çalışılır⁽⁵⁴⁾.

Günlük aktivitelerini yapıp yapamadığı, ağrı olup olmadığı sorgulanır. Ağrının özellikle, kemik ve kord tümörlerinde ortaya çıkacağı unutulmamalıdır. Daha önce karın veya göğüs ameliyatı geçirip geçirmediği araştırılır. Torakotomi sonrası ve süt çocuğunda Wilms tümörünün çıkarılmasından sonra skolyoz gelişebildiği bilinmektedir⁽⁵⁵⁾.

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

2.4.5 İdiopatik Skolyozda Fizik Muayene

Skolyozu olan hasta tamamen çıplak olarak muayene edilir. İncelemede hastanın genel durumu, postürü incelenir. Deri üzerinde görülen 5'ten fazla "cafe au lait" lekeleri nörofibromatizisi düşündürmelidir. Sırtta lokalize aşırı kıllanma, gamze görünümü meningomyelosel lehinedir. Kolların aşırı uzun, ekstremiteler bedene oranının bozuk veya küçüklük olduğunda konnektif doku hastalıkları akla getirilmelidir. Yüzde asimetri tortikollise bağlı skolyozu işaret eder. Hastanın cilt altında palpasyonla bir kitlesinin olup olmadığına bakılır^(53,54,55).

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 şekilde izlenir.

Bir şakül yardımıyla ağırlık çizgisinin nereden geçtiğine bakılır. Şakülün ipi saç çizgisine konulup ucu sarkıtılır, intergluteal çizgiden geçiyorsa dengeli bir skolyozdan bahsedilir⁽⁵⁶⁾. Geçmiyorsa sapma miktarı not edilir. Hastanın pubik ve aksiller kıllanması, penis gelişimi, meme gelişimi evresi kaydedilir. Bunlar Tanner'ın evreleme sistemine göre belirlenebilir. Matüriteye yakınlığı araştırılır.

Hasta öne eğilirken skapular ve kostalardaki yükselme, yani skapular hump ve rib hump yükseklikleri yere paralel konan cetvel yardımı ile omurganın en derin yeri arasındaki mesafeler ölçülerek saptanır⁽⁵⁷⁾.

Hastayı, eğriliğin konveks ve konkav tarafına doğru eğerek eğriliğin fleksibilitesi değerlendirilir. Hasta başından tutulup yukarı doğru çekilince eğrilik düzeliyor fakat bırakınca hemen oluşuyorsa ve C-tipi bir skolyoz varsa buna akordiyon belirtisi denilir ve nöromusküler tip skolyozda görülür⁽⁵⁸⁾.

Son olarak diğer sistemler ve kas iskelet sisteminin diğer bölgeleri değerlendirilip, ayrıntılı bir nörolojik muayene yapılır, nörolojik defisit olup olmadığı araştırılır.

Diğer sistem muayenelerinde konjenital kalp hastalıklarına ait siyanoz, kardiyak odaklarda üfürüm, ödem, dispne saptanabilir. Konjenital kalp hastalığı olanlarda idiopatik skolyoz görülme oranı %8,5'dir. Bu da normal popülasyona göre 10 kat fazladır⁽⁵⁹⁾.

Kas iskelet sistemi muayenesinde, alt ekstremitte uzunluk farkları, konjenital veya nöromusküler hastalıklara bağlı deformiteler (PEV, DKÇ, vertikal talus vb.), atrofi, motor kuvvet kayıpları saptanabilir⁽⁶⁰⁾.

2.4.6 İdiopatik Skolyozda Radyolojik Değerlendirme

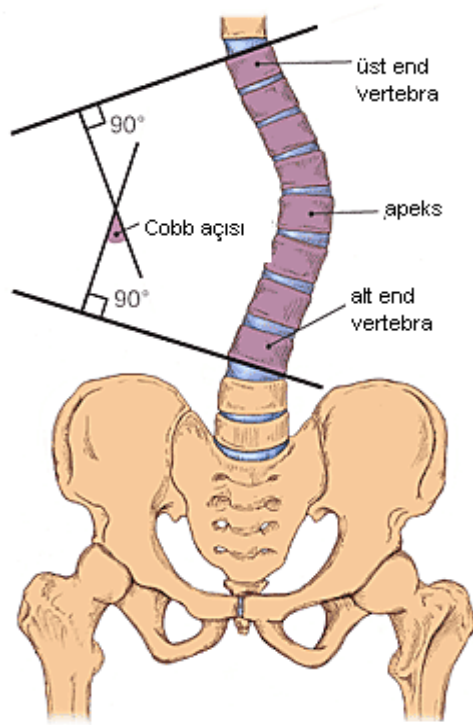
Skolyozda radyolojik inceleme, tanı, takip, tedavi yöntemlerinin tespiti ve sonuçlarının değerlendirilebilmesi için oldukça önemlidir. İlk olarak çekilmesi gerekenler, ayakta önarka ve yan grafilerdir. Bu grafilere tüm omurga ve pelvisi içermelidir. Eğer hastada alt ekstremitte uzunluk eşitsizliği mevcutsa, kısa olan ekstremitte tarafında ayak altına bir blok konularak bu eşitsizlik giderilmelidir. Yapılan bir çalışmada⁽⁶¹⁾ grafi çekimleri sırasında maruz kalınan radyasyonun, hastalar açısından ek bir risk taşımadığı belirtilmişse de, çok sayıda radyolojik inceleme yapılan skolyoz hastalarında, hafif artmış meme ve tiroid kanseri görülme oranlarının bildirilmesi nedeniyle özellikle gonadları ve meme dokusunu koruyacak şekilde önlem alınması önerilmektedir⁽³²⁾.

Preoperatif planlama sırasında, eğriliğin fleksibilitesini değerlendirmek için bazı özel grafilere ihtiyaç vardır. Bunun için en yaygın olarak kullanılan yöntem supin yana eğilme grafileridir. Traksiyon grafileri preoperatif değerlendirmede çok daha az kullanılmaktadır. Moe⁽⁶²⁾ traksiyon grafilerinin büyük dereceli eğriliklerde düzelebilirliğini göstermek amacı ile önermiştir. Lonstein⁽⁶³⁾ ise aktif eğilme grafilerinin mümkün olmadığı nöromusküler hastalığı olan vakalarda kullanımını önermiştir.

Son zamanlarda , Hamzaoglu'nun çalışmaları⁽⁶⁴⁾ genel anestezi altında çekilen traksiyon grafilerinin özellikle rijit veya 65 derecenin üzerinde olan eğriliklerin fleksibilitesini değerlendirmede daha faydalı olduğunu göstermiştir.

Eğrilik Derecesinin Ölçümü

Eğrilik derecesinin belirlenmesinde Ferguson ve Cobb metodları kullanılır. Standart yöntem Cobb metodudur. Bu yöntemde; eğriliğin her iki ucunda en fazla eğime sahip olan vertebralar üst ve alt end vertebralar olarak belirlenir. Üst uç (end) vertebranın üst, alt uç vertebranın ise alt yüzeyinden geçen teğet çizgilere çizilen dikey çizgiler arasındaki açı eğrilik açısı kabul edilir (şekil 1).



Şekil 4: Cobb metodu ile eğrilik derecesi ölçümü.

Her ne kadar Cobb yöntemi, standart ölçüm metodu olarak kabul edilse de, hemen her zaman, değişik gözlemciler arasında, ölçüm değerleri bir miktar değişkenlik gösterir. Bu fark ortalama 7.2 derecedir. Eğer uç vertebralar önceden belirlenerek ölçüm yapılırsa, 6.3 dereceye düşer⁽⁶⁵⁾.

Cobb yöntemindeki bir diğer sorun ise, omurgadaki rotasyon nedeniyle, ön-arka grafilerde yapılan ölçümlerin hatalı sonuçlara neden olduğu görülmüştür. Buna göre, hasta, omurgadaki rotasyon kadar döndürülerek veya bu açı kadar oblik grafi çekilerek değerlendirme yapılmalıdır.

Lateral grafide; üstte T3, T4 veya T5 ile altta T12 vertebralar arasından torakal kifoz ölçümü, L1 ile L5, T12 ile S1 veya L1 ile S1 vertebralar arasından ise lomber lordoz ölçümü yapılır^(29,66,67).

Vertebral Rotasyon Ölçümü

Skolyozda, vertebral rotasyon ölçümü için çok sayıda teknik geliştirilmiştir. Cobb, Nash ve Moe, Mehta, posterior elemanların pozisyonunu baz alan ölçüm teknikleri tarif etmişlerdir⁽⁶⁸⁾. Bunlardan başka, çeşitli yöntemler kullanılmış olsa da, klinik pratikte en fazla kabul gören ve geniş bir şekilde kullanılan teknik Perdriolle torsiyonmetresidir^(68,69,70). Ek olarak daha kesin ölçüm sonuçları elde etmek amacıyla bilgisayarlı tomografi de kullanılmaktadır^(71,72). Tüm bunlara rağmen, literatürde, hangi tekniğin etkinlik ve güvenilirlik açısından üstün olduğuna dair kesin bir görüş birliği yoktur.

2.4.7 Adölesan İdiopatik Skolyozda Doğal Seyir

Adölesan idiyopatik skolyozun doğal seyrini bilmek hastalığın tedavi planını çizmek ve tedavinin etkinliğini tespit etmek için gereklidir. Skolyozun ilerlemesi bilindiği gibi büyüme ile yakın ilişkilidir. Puberte öncesi başlamış eğrilikler yüksek ilerleme riski taşırlar. Eğriliğin ilerlemesi sıklıkla sekonder seks karakterlerinin ortaya çıkmaya başladığı hızlı büyüme dönemi esnasında izlenir. Yaş arttıkça ilerleme insidansı azalır⁽⁷³⁾. İskelet matüritesi oluşmamış hastalarda eğriliğin ilerlemesini etkileyen ana faktörler şöyle sıralanabilir:

1. Çift eğrilik paterni gösteren eğrilikler tek eğrilik paterni gösteren eğriliklere göre daha fazla ilerleme göstermeye eğilimlidirler.
2. Tanı anında genç hastalar daha fazla ilerleme riski taşırlar.
3. Menarş öncesi olan hastalar menarş sonrasına göre anlamlı olarak fazla ilerleme riski taşırlar.
4. Tanı anında düşük Risser evresi^(74,75) olan hastalarda ilerleme riski daha fazladır.
5. Büyük eğrilikler daha fazla ilerleme riski taşırlar.
6. Karşılaştırılabilen eğriliklerde erkek hastalar on kat daha fazla ilerleme riskine sahiptirler⁽⁷³⁾.

Eğriliğin ilerlemesinde iskelet matüritesi, eğriliğin derecesi ve tipi ana rolü oynamaktadır. Lonstein ve Carlson yaptıkları çalışmada 9 yaşın altında %67, 15 yaşının üstünde %11 ilerleme tespit etmişlerdir. Tanı anında büyük olarak tespit edilen eğrilikler daha fazla ilerleme potansiyeline sahiptirler. Risser evresi 0 veya 1 olan 19 derecenin altındaki eğrilikler %22, 20-29 derece olan eğrilikler %68 ilerleme gösterirken, Risser evresi 2 ile 4 arasında olan 19 derecenin altındaki eğrilikler %1.6, 20-29 derece olan eğrilikler %23 ilerleme göstermektedir⁽⁷⁶⁾. Peterson ve Nachemson yaptıkları Scoliosis Research Society (SRS) destekli prospektif çalışmada, Risser evresinin 0 veya 1 olması, apikal vertebranın 12. torasik vertebranın üstünde olması ve 10 mm den az inbalans bulunmasının 6 dereceden fazla ilerleme yönünde prognostik faktör olduğunu tespit etmişlerdir⁽⁷⁷⁾.

2.4.8 Adölesan İdiopatik Skolyozun Tedavisi

Adölesan idiopatik skolyozlu hastaların birçoğu, eğriliklerinin ilerleme ihtimalinin düşük olması nedeniyle tedavi gerektirmez⁽⁷⁸⁾. Bu yüzden, tedavi, eğriliklerinde zamanla artış riski bulunan ve ilk başvuru anında ciddi eğriliği olan hastalara uygulanmalıdır. Tedavi seçilirken, hastanın kalan büyüme potansiyeli, eğriliğin ciddiyeti ve skolyozun tipi göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca, kozmetik ve sosyal sorunlar da önem taşır. Tedavi seçenekleri; izlem, cerrahi olmayan tedavi ve cerrahi tedaviyi içerir. Genel yaklaşım ve izlenecek yol tablo 2’de özetlenmiştir⁽²⁹⁾.

Tablo 2: Adölesan idiopatik skolyoz tedavisine genel yaklaşım.

Eğrilik derecesi	Risser 0/Premenarş	Risser 1 veya 2	Risser 3,4 veya 5
<25°	İzlem	İzlem	İzlem
30 – 45°	Korse tedavisi (eğrilik 25 dereceyi geçerse başlanmalı)		İzlem
>45°	Cerrahi tedavi	Cerrahi tedavi	Cerrahi tedavi(eğrilik 50 derece ve üzerinde ise)

2.4.8.1 İzlem

Genel olarak, 25 derecenin altındaki eğriliklerde -matüriteye bakılmaksızın- tedaviye gerek yoktur. Bu hastalar izlem gerektirir. Hastanın ne kadar aralıklarla görüleceği ise matürite ve eğrilik derecesine bağlıdır. Örneğin 24 derece eğriliği olan premenarş dönemde ve Risser 0 bir adölesan üç veya dört aylık aralarla takip edilmelidir. Bu hastanın eğriliğindeki ilerleme, korse tedavisi gerektirir. İskelet matüritesi daha fazla olan hastalarda (Risser 3 veya daha fazla) takip aralıkları uzatılabilir (altı ay).

Hastanın ilk başvuru anındaki eğrilik derecesi de takip aralıklarının belirlenmesinde etkilidir. Genel olarak, büyüyen çocukta, küçük dereceli eğriliklerde (yirmi derecenin altında) bir sonraki kontrol altı ay sonra yapılabilir. Eğer eğrilik 20-30 derece arasında ise hasta, üç veya dört ay sonra yeni grafilerle tekrar değerlendirilmelidir. Çünkü, eğrilikte beş derece veya daha fazla artış tedavi gerektirir. Eğriliklerinde herhangi bir ilerleme saptanmayan hastalarda, takip aralıkları tedrici olarak artırılabilir⁽²⁹⁾.

2.4.8.2 Ortez (Korse) Tedavisi

Bilinen ilk ortez uygulaması 16. yüzyılda Ambrose Pare tarafından uygulanmış, ilk alçı uygulaması ise 19. yüzyılda L.Albert Sayre tarafından gerçekleştirilmiştir. Modern uygulamalar, 1893'te Bradford ve Bracket'in "localizer" alçıyı tanımlaması ve 1920-1927 yılları arasında Hibbs ve Risser tarafından "turnbuckle" alçıyı geliştirmesiyle yaygınlaşmıştır. Günümüzde de yaygın olarak kullanılan Milwaukee ortezi 1946'da Blount , Schmidt ve Bidwell tarafından tasarlanmış ve 1970'lerde şu anda kullanılan modern şeklini almıştır.

Milwaukee ortezi modern ortezlerin en önemlilerinden biri ve servikotorakolumbosakral ortezin (CTLSO) prototipidir. Üç ana birimden oluşur. Pelvik bölüm genellikle termoplastikten yapılır ve pelvise oturacak şekilde biçimlendirilir. İkinci ana bölüm, üst yapı olarak adlandırılan metal barlar ve boyun halkasından oluşur. Üçüncü ve en önemli bölüm ise yastıkları içerir. Lonstein ve Winter tarafından yapılan ve en büyük seriyi içeren çalışmada (1020 hasta), Milwaukee ortezinin, eğriliğin ilerlemesini kontrol altına almakta etkili olduğu ortaya konulmuştur⁽⁷⁹⁾.

1971 yılında Hall ve Miller tarafından tanıtılan Boston ortezi günümüzde çok yaygın olarak kullanılan torakolumbosakral (TLSO) tip bir ortezdir. Termoplastik malzemeden, prefabrik olarak hazırlanır ve uygun boy hastaya uyarlanarak kullanılır. Ortezin, trokanterik, lomber, torasik ve derotasyon yastıkçıkları mevcuttur. Apeksi T7 ve altında olan eğriliklerde etkindir. Boston ortezinin etkinliği de yapılan birçok klinik çalışma ile ortaya konmuştur^(80,81,82).

Boston ve Milwaukee ortezlerinin yeterli etkinlik göstermesi için egzersiz ve vücut temizliği dışında tüm gün, en az yirmi saat kullanılması gereklidir. Bu da, tedaviye uyumu zorlaştıran en önemli etken olarak karşımıza çıkmaktadır⁽⁸³⁾.

Charleston ortezi ise, prensip olarak fazla düzeltilebilen eğriliklerde, bu maksimum eğilme pozisyonunu koruyacak şekilde, üç nokta prensibine göre üretilen ve yalnızca geceleri kullanılan bir ortez tipidir. Mantık olarak boy büyümesinin ve dolayısıyla eğriliğin ilerlemesinin esas olarak geceleri olduğu savından ortaya çıkmıştır. Tam gün ortez kullanımının yarattığı uyum sorunlarını ortadan kaldırmayı amaçlamaktadır. Charleston ortezinin de Milwaukee ve Boston ortezleri kadar etkin olduğunu belirten çalışmaların yanı sıra^(84,85), Katz ve arkadaşlarının çalışmasında Boston ortezinin çok daha efektif olduğu bildirilmiştir⁽⁸⁶⁾. Charleston ortezinin, 35 derecenin altında tek lomber veya torakolomber eğrilikte kullanılması önerilmektedir.

Yukarıda sayılanlar dışında da birçok çeşitli ortez (Wilmington ortezi, Miami ortezi vb.) halen kullanılmakla birlikte diğerleri kadar yaygınlık kazanmamıştır.

Sonuç olarak, AIS’da ortez tedavisi ile ilgili tartışmalar halen devam etmekle birlikte, bu konuda yapılan tek prospektif, kontrollü çalışmada, seçilmiş hastalarda ortez tedavisinin, skolyozun doğal seyirini olumlu yönde etkilediği ortaya konulmuştur. Buna göre, risk grubu hastalarda, başarısızlık oranları kontrol grubunda %70, ortez grubunda ise %40 olarak bulunmuştur⁽⁸⁷⁾.

İskelet matüritesine ulaşmış hastalarda, 45 derecenin üzerindeki eğriliklerde, tedaviyi emosyonel olarak tolere edemeyen hastalarda ve çok ileri derecede torakal hipokifoza olanlarda ortez tedavisi kontrendikedir. Ayrıca üst torasik ve servikotorasik eğrilikler de, genellikle tedaviye yanıt vermediğinden, ortez kullanımı için rölatif kontrendikasyon oluşturur⁽²⁹⁾.

2.4.8.3 Cerrahi Tedavi

Skolyozun cerrahi olarak tedavisinde ana amaçlar, eğriliğin derecesini azaltmak ve ilerlemeyi durdurmak için yeterli füzyonu güvenli bir şekilde sağlamaktır. Cerrahi sonrasında, hastanın, başının, omuzlarının ve gövdesinin pelvis üzerinde santralize olduğu, dengeli bir omurga elde edilmelidir. Hasta, en az morbidite ile tam fonksiyonunu kazanmalıdır^(29,88).

Skolyozda cerrahi tedaviye karar vermede bir çok faktör rol oynar. En önemlisi eğriliğin derecesidir. İskelet matüritesini kazanmış hastalarda, 50 derecenin üzerindeki torasik eğrilikler çok büyük ihtimalle ilerleme göstereceğinden, neredeyse hepsine cerrahi tedavi uygulanır⁽⁸⁹⁾. Belirgin apikal rotasyonu veya translasyonu olan torakolomber veya lomber eğriliklerde ise daha düşük derecelerde de ilerleme riski yüksektir. Bu yüzden bu tip eğrilikler 40-45 dereceye ulaştığında ameliyat planlanmalıdır⁽²⁹⁾. Eğer hasta immatür ise, eğrilik progresyonunun daha hızlı olması beklendiğinden, 40 veya 45 derece üzerinde cerrahi tedavi uygulanır^(29,88).

Eğrilik miktarına ek olarak hastanın kozmetik görünümü de (kendisinin, ailesinin ve cerrahının gözünden) cerrahi kararda etkilidir. Çoğu zaman, hastayı doktora getiren neden dış görünüsündeki bozukluklardır. Omuz , gövde dengesizlikleri ve kaburga kamburlukları gibi faktörler mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır.

Bunların dışında, korse tedavisinde başarı sağlanamaması, torasik lordoz, solunum problemlerinin başlaması, kontrol edilemeyen sırt ve bel ağrıları olması diğer cerrahi endikasyonları oluşturur.

2.4.8.4 Spinal Enstrümantasyon Türleri

Harrington’un 1950’lerin sonunda geliştirdiği ve 1962 yılında ilk sonuçlarını yayınladığı spinal enstrümantasyon sistemi, skolyoz cerrahisinde yeni bir dönem başlatmış ve omurga deformitelerinin modern tedavisinin temellerini atmıştır. Daha önceki füzyon

teknikleri, bolca kemik grefti kullanımı ile gelişme göstermiş ve uzun spinal füzyonlarda güvenli artrodez elde edilmesini sağlamışlardır. Ne var ki, cerrahi sonrası aylarca, korrektif alçı içinde yatak istirahati gerekliliği, tedavide sıkıntılara yol açmıştır. Enstrümantasyon uygulanan hastalarda ise cerrahi sonrası, iyi oturan bir alçı veya orteze mobilizasyonun sağlanması belirgin avantajlar getirmiştir⁽⁹⁰⁾.

Harrington sistemi yirmi yıldan uzun süreyle, sadece küçük değişiklikler yapılarak kullanılmıştır. Sonrasında zamanla, biyomekanik özelliklerin ve tekniğin daha iyi anlaşılmasıyla yeni enstrüman sistemleri geliştirilmiş ve kullanıma sunulmuştur⁽⁵³⁾.

Traksiyon, Hipokrat'tan bu yana, skolyoz tedavisinde geleneksel olarak kullanılmış bir yöntemdir. Harrington enstrümantasyonu da, skolyotik omurgayı düzeltmek için, eğriliğin konkav tarafına uygulanarak internal traksiyon mekanizması (distraksiyon) oluşturur. Bazı vakalarda konveks tarafa uygulanarak kompresyon da yapılabilir. Bu yöntem, omurgaya, ciltten aktarılandan çok daha büyük kuvvet uygulanmasını ve bu kuvvetin füzyon oluşana kadar sürdürülmesini sağlar. Cerrahi sonrası uzun yatak istirahati gerekliliğini ortadan kaldırır.

Harrington sisteminin uzun dönemli takiplerinde iyi fonksiyonel sonuçlar ve eğrilikteki düzelmelerin, yaklaşık olarak %50 oranında korunduğu bildirilmiştir⁽¹⁾. Bunun yanında, rotasyonun düzelmemesi veya çok az düzelmesi, sagittal planda omurgada düzleşme ve lomber lordozda azalma, ameliyat sonrası alçı veya korsesiz mobilizasyona imkan vermemesi yöntemin dezavantajları olarak karşımıza çıkmaktadır. Yeni jenerasyon enstrümanların geliştirilmesiyle, bugün çok az kullanılır hale gelmiştir.

Segmental spinal enstrümantasyon, daha fazla düzeltme sağlamak, ayrıca enstrüman ve kemiğe binen yükü, eğriliğin her iki ucu yerine, birçok segmente dağıtarak azaltmak amacıyla geliştirilmiştir. Ek olarak, kuvvetin tüm rot boyunca paylaşılması, saf distraksiyon kuvvetinden daha efektif olan lateral düzeltici kuvvetlerin uygulanmasına izin verir⁽⁹¹⁾. Segmental enstrümantasyonun prototipi Luque sistemidir. Her seviyede, laminalar altından geçirilen tellerle omurgaya fikse edilen rotlardan oluşur. Bu sistemde, tellerin düzgün yüzeyli rotlar üzerinde kayabilmesi nedeniyle kompresyon veya distraksiyon uygulanamaz. Tellerin geçirilmesi sırasında nörolojik yaralanma riski ve epidural fibrozis potansiyeli nedeniyle, kullanımı daha çok, oturma dengesinin önem kazandığı nöromusküler skolyozlarla sınırlı kalmıştır⁽⁹⁰⁾.

Üç boyutlu bir deformite olan skolyozda, “derotasyon” kavramı, Cotrel ve Dubousset tarafından geliştirilmiştir⁽⁹²⁾. Geliştirdikleri enstrümantasyon sisteminde, istenen sagittal eğim kadar bükülen rot eğriliğin konkav tarafına yerleştirilir (sistemde rotların kemiğe fiksasyonu

çengeller ile saglanır). Ardından, rot doksan derece döndürülür ve azalmış kifoz ile birlikte frontal plandaki skolyotik eğrilik düzeltilir. Daha önce kullanılan sistemlerin avantajlarını birleştirmesinin yanında rotasyonel kontrol de sağlar. Segmental (multipl) bağlantılarla kemik-metal stresini azaltmakla birlikte, içerdiği açık çengel ile rotaların yerleştirilmesini ve böylece implantasyonu kolaylaştırır. Ayrıca sistemde, bir de transvers traksiyon cihazı bulunur. Bu cihazla, maksimum yer değiştirmiş vertebraya lateral düzeltici kuvvet uygulanabilir ve iki rot birbirine sabitlenerek rijid bir dikdörtgen yapı sağlanmış olur. Her rot üzerinde ayrı ayrı distraksiyon ve kompresyon uygulanabilmesi bir diğer avantajıdır. Sağladığı rijid fiksasyon sayesinde postoperatif dönemde, alçı veya korseye ihtiyaç olmadan erken mobilizasyon imkanı tanır^(90,92).

Adölesan idiopatik skolyoz tedavisindeki enstrümantasyon teknikleri konusunda yapılmış en yeni keşif, pedikül vidalarının kullanımınıdır⁽⁹³⁾. Bu teknik, omurga bozukluklarının tedavisinde devrimsel bir nitelik taşımaktadır. İlk kez 1960'lı yılların başında kullanılmaya başlayan pedikül vidaları, yıllar içinde gelişme göstererek, 1980'lerde başarılı klinik sonuçların yayınlanması ile popülerlik kazanmıştır^(94,95,96). AIS tedavisinde ilk olarak, çift major eğriliklerde, Cotrel-Dubousset (CD) sistemine, lomber bölgede çengel yerine pedikül vidalarının konulması ile kullanılmaya başlanmıştır⁽⁹⁷⁾. Daha sonra Suk ve ark. torasik bölgede de pedikül vidalarını kullanarak tedaviye yeni bir boyut kazandırmıştır⁽⁹⁸⁾.

Pedikül vidaları, kemiğe bağlantı için, omurun en kuvvetli bölümünü -pedikülü- kullanır ve bu yolla fiksasyonu, omur cisminin içine kadar ilerletme imkanı sağlar. Böylece omurganın her üç kolonunun kontrolü sağlanmış olur⁽⁹⁰⁾. Vidanın sıyrılmaya riskini azaltmak için bu derinlik, omur cisminin %50-75'i kadar olmalıdır⁽⁹⁹⁾. Yapılan biyomekanik çalışmalarda, pedikül vidaları ile sağlanan fiksasyon kuvvetinin, diğer yöntemlerden üstün olduğu gösterilmiştir⁽¹⁰⁰⁾. Elde edilen bu sağlam fiksasyonun segmental olarak kullanımı ile, kuvvetin birçok segmente dağılımı ve her bir segmente binen yükün azaltılması sağlanmıştır. Ayrıca her bir ayrı segment arasında selektif olarak distraksiyon ve kompresyon uygulanabilmesi ile deformite çok daha kontrollü bir şekilde düzeltilebilmektedir⁽⁹⁸⁾. Bunun yanında, çok daha etkin bir şekilde rotasyonel düzelme elde edilir⁽⁹⁷⁾. Postoperatif dönemde de ek bir eksternal cihaz kullanımına gerek olmadan, erken mobilizasyon mümkün olmaktadır.

Yöntemin en önemli avantajlarından birisi de şüphesiz ki, elde edilen güvenli internal fiksasyon sayesinde, ek olarak otojen kemik grefti kullanımının, dolayısıyla donör alan problemlerinin en aza inmesidir⁽⁹⁴⁾. 1960'larda altı ila on iki ay olan füzyon iyileşme süresi artık iki-dört aya kadar inmiştir⁽⁹⁷⁾.

Pedikül vidaları ile fiksasyonun gelişmesi ve biyomekaniğinin daha iyi anlaşılması ile birlikte, multiaksiyel (poliaksiyel) pedikül vidaları geliştirilmiş ve kullanıma sunulmuştur. Böylece, rotların uygun şekilde yerleştirilmesi kolaylaşır ve sistemin stabilitesini etkileyebilecek, vida derinliği ve konfigürasyonunda ayarlamalar yapma ihtiyacı en aza indirilmiş olur. Multiaksiyel vidalarla yapılan fiksasyonun, koronal ve sagittal düzlem deformitelerinde monoaksiyel vidalar kadar etkili olduğu , fakat rotasyonel deformitelerin düzeltilmesinde monoaksiyel vidaların daha üstün olduğu gösterilmiştir⁽¹⁰¹⁾.

Anterior sistemler, direkt olarak vertebra cismine uygulanan implantlardan oluşur. Anterior terimi, çok büyük oranda anterolateral enstrümantasyonu tanımlar. Skolyotik deformitelerde, vertebra cisminin lateralinden uygulanan vida – rot veya plak sistemleri ile anterior kompresyon, çok büyük düzeltici kuvvete sahiptir⁽¹⁰²⁾. Anterior enstrümantasyonun, lordozu azaltıcı etkisi, lomber bölgede risk yaratsa da, torakal bölgede hipokifozun restore edilmesinde oldukça faydalıdır. Bunun yanında, anterior girişim ile, çok ileri rijid eğriliklerde, diskektomi ve anterior gevşetme sonrası daha etkin düzeltme sağlanabileceği düşünülmele birlikte, son yıllarda pedikül vidaları ile yalnızca posteriordan segmental enstrümantasyonun yeterli olduğu gösterilmiştir⁽¹⁰³⁾.

2.4.9 AİS Sınıflandırması

İdiopatik skolyoz eğrilik paterni pek çok yazar tarafından sınıflandırılmaya çalışılmıştır. İlk olarak Schulthess 1905’de sevikotorasik, torasik, torakolomber, lomber ve kombine çift eğrilikler olmak üzere beşe ayırmıştır⁽¹⁰⁴⁾.

Winter ve Lonstein yedi majör eğrilik paterni tanımlamışlardır: Tek majör torasik, tek torakolomber, tek lomber, çift torasik, torasik ve lomber, torasik ve torakolomber üçlü eğrilikler⁽¹⁰⁵⁾.

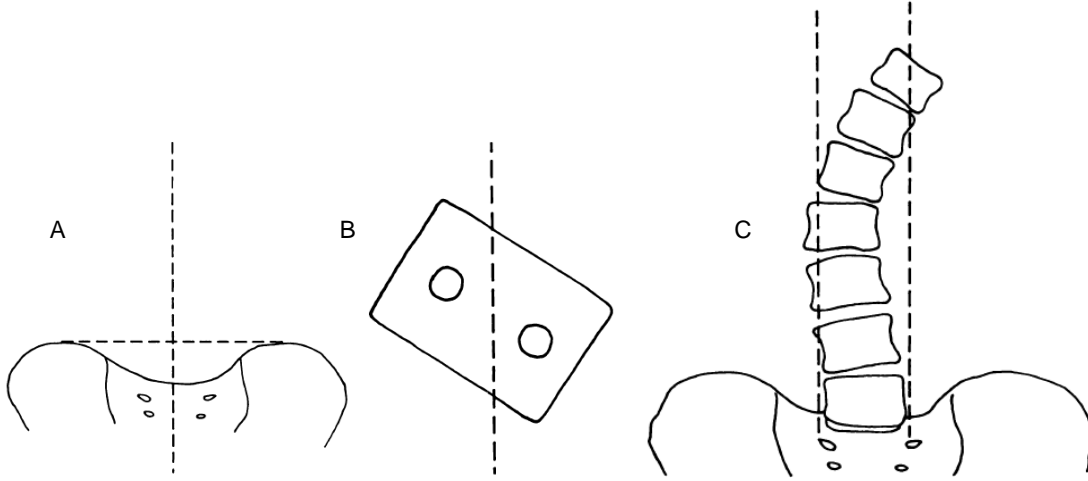
Coonrad ve arkadaşları eğrilikleri apeksin yerleşimine göre dokuz ayrı sınıfa ayırmışlardır⁽¹⁰⁴⁾. Asher ve Burton eğrilik paternlerini torsiyonel olarak tek torsiyonlu, çift torsiyonlu ve üç torsiyonlu olarak değerlendirilmesi gerektiğini öne sürmüşlerdir⁽¹⁰⁶⁾.

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⁽¹⁰⁷⁾.

2.4.9.1 King- Moe Sınıflaması

King ve arkadaşları 1983 yılında toplam 405 adolesan idiyopatik skolyozlu hastanın preoperatif ve postoperatif radyografilerini inceleyerek eğrilikleri tiplendirmiş ve füzyon sahasını belirlemede önerilerde bulunmuşlardır. Bu çalışmada özellikle torakal ve

torakolomber double major eğriliklerin tipleri ve buna göre füzyon seviyesinin belirlenmesi üzerinde durulmuştur⁽¹⁰⁷⁾. Uzun lomber füzyonların morbidite oranları kabul edilemez bir şekilde çok yüksektir. Bu nedenle preoperatif planlama ve dikkatle belirlenmiş füzyon sahası seçimi çok önemlidir.



Şekil 5: A) CVSL: Santral sakral vertikal çizgi; sakrum ortasından, iliak kristalar seviyesinden geçen çizgiye çizilen perpendiküler çizgi. B) SSVÇ tarafından tam ortasından ikiye bölünen vertebra stabil vertebradır. C) Harringtonun stabil zonu: lumbosakral fasetlerden çizilen paralel vertikal çizgi arasında kalan bölge bu bölgede kalan vertebra korpusları stabil zondadır.

Füzyon seviyesi, her iki lumbosakral fasetlerden çıkılan dik çizgilerin arasında kalan Harrington'un stabil zonu(HSZ) içerisinde kalacak şekilde belirlenmelidir. Ayrıca her iki iliak kristayı teğet geçen çizgiye sakrum ortasından çıkılan dik çizgi olan santral sakral vertical çizgi (CSVL), son enstrümante edilen stabil vertebrayı tam ortadan (iki pedikül gölgesinin arasından) kesmelidir (bisekte etmelidir). Pelvis dengesizliği 2 cm'den daha fazla olan hastalarda kısa ekstremite altına uygun yükselti eklenerek pelvis dengelendikten sonra skolyoz grafisi alınmalıdır.

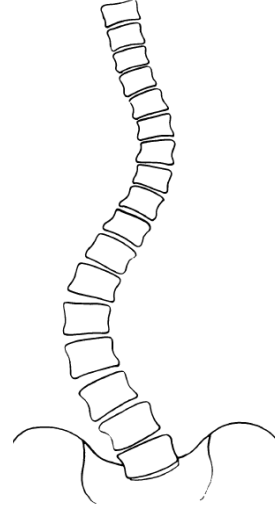
Torakal ve lomber eğriliklerin fleksibiliteleri çekilmiş ters bending grafilerde belirlenir. Torakal eğriliğin korreksiyon oranı lomber eğriliğin korreksiyon oranından çıkarılır, çıkan fark *fleksibilite indeksi* adını alır. Fleksibilite indeksi eğrilik tiplendirmelerinde ve selektif torakal füzyon uygulanmasında önemlidir.

King-Moe klasifikasyonuna göre torakal ve lomber kombine eğrilikler eğriliğin derecesine ve lomber eğriliğin fleksibilitesine göre alt gruplara ayrılmaktadır. Major torasik eğrilikler ise torasik ve lomber eğriliğin şekline göre ve seviyesine göre iki ayrı grupta

incelenmektedir. Double torasik major eğrilik ise ayrı bir katogoride değerlendirilmektedir. Eğrilik tiplendirilmesinde, klinik olarak göğüs kafesinin ve lomber bölgenin rotasyonel deformite miktarı da göz önüne alınmalıdır.

Tip I

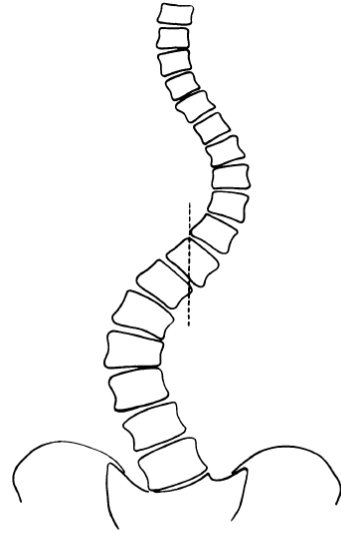
Her iki eğrilikte S şeklinde olduğu için tip I ve tip II eğrilikleri birbirinden ayırt etmek genellikle güçtür. Tip I eğrilikte lomber eğrilik torasik eğrilikten daha büyüktür ve lomber eğriliğin fleksibilitesi daha azdır. Tip I eğriliklerin fleksibilite indeksi negatif sonuç verir. Klinik değerlendirmede ise lomber rotasyonel çıkıntı, torasik hump deformitesinden daha fazladır. Tip I eğriliklerin cerrahi tedavisinde füzyon bölgesinin belirlenmesi hala tartışmalıdır. Genellikle bu eğriliklerin cerrahi tedavisinde her iki eğriliğin de füzyona katılması gereklidir. King ve ark. larının serisinde Tip I eğrilikler tüm eğriliklerin %12.8'ini oluşturmaktadır.



Şekil 6: King tip 1 eğrilik

Tip II

Tip II eğriliklerde torasik eğrilik lomber eğriliğe eşit veya daha büyüktür; fleksibilite indeksi ise sıfır yada pozitif bulunur. King ve ark. larının serisinde Tip II eğrilikler tüm eğriliklerin %32.5'ini oluşturmaktadır. Ibrahim lomber eğriliğin 35° den az, ters bending grafide lomber eğriliğin fleksibilitesinin %70 den fazla, lomber apikal vertebranın santral sakral çizgiye dokunuyor, lumbosakral fraksiyonel eğriliğin 12° den az olması gibi bazı kriterler öne sürerek Tip II eğrilikleri iki alt gruba ayırmıştır. Buna göre bu kriterlerden 3 veya daha fazlasının varlığında tip IIA; 2 veya daha azının varlığında ise tip IIB olarak kabul edilir. Ibrahim Tip II eğriliklerde dekompanasyon oluşmasındaki en önemli kriterin

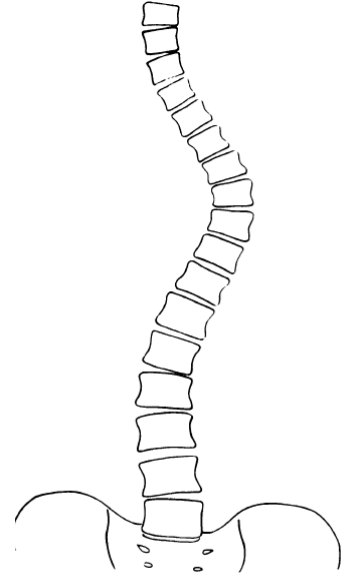


Şekil 7: King tip 2 eğrilik.

apikal vertebranın santral sakral çizgiye temas etmesi olduğuna inanmaktadır. Buna göre IIA eğrilikler standart teknikle enstrümente edilmesi yeterli olmaktadır. IIB eğriliklerde denge bozukluğu gelişmesi daha sık görülür; bunu önlemek için enstrümantasyon distalinde kompresyon yapılmalı ve enstrümantasyon horizontal vertebraya yada diske kadar uzatılmalıdır.

Tip III

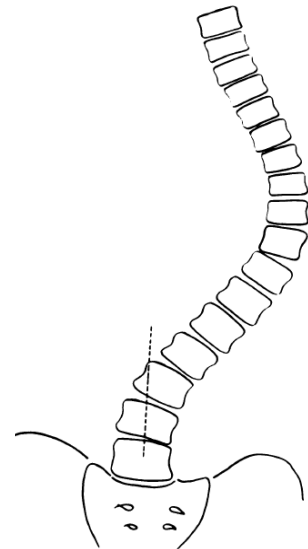
Tip III eğrilikler gerçek torasik eğriliklerdir. Lomber eğrilik hiçbir zaman orta hattı geçmez ve ters bending grafilerde oldukça fleksibildir. Santral sakral çizgi lomber vertebralardan birkaçını keser. Bu eğriliklerde sadece torasik eğriliğin füzyona dahil edilmesi yeterli olmaktadır. Tip III eğrilikler tüm eğriliklerin %32.8'ini oluşturmaktadır.



Şekil 8: King tip 3 eğrilik.

Tip IV

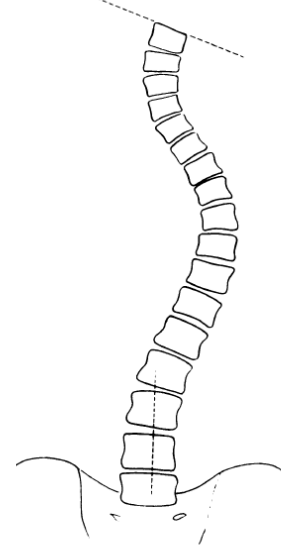
Tip IV eğrilikler genellikle uzun torasik eğriliklerdir. L5 vertebra sakrum üzerinde dengede iken L4 vertebra eğriliğe doğru tilt olmuştur. Enstrümantasyon distalde stabil vertebraya kadar uzatılmalıdır ki bu çoğunlukla L4 vertebra olmaktadır. King ve ark. larının serisinde Tip IV eğrilikler tüm eğriliklerin %9.1'ini oluşturmaktadır.



Şekil 9: King tip 4 eğrilik.

Tip V

Double torasik eğriliklerdir. Tip V eğriliklerde üst torasik eğriliğin tanınması çok önemlidir. Klinik değerlendirmede bu hastalarda çift torasik hump deformitesi vardır. Skapulalar da asimetri gözlenir. Radyografilerde birinci sol kaburganın yükseldiği ve T1 vertebranın konkaviteye doğru tilt olduğu gözlenir. Bending grafide üst torasik eğrilik minimal fleksibilite gösterir. Enstrümantasyon yapılırken üst torasik eğriliğin dahil edilmesi boyun ve omuz dengesi açısından önem kazanır; bu nedenle enstrümantasyon T1 veya T2 vertebradan başlamalıdır. Tip V eğrilikler tüm eğriliklerin yaklaşık %11.6'sını oluşturur.



Şekil 10: King tip 5 eğrilik.

Tablo 3: King sınıflamasına göre eğrilik şekilleri.

TİP I	S şeklinde torakolomber major eğrilik Hem torasik hemde lomber eğrilik orta hattı geçer Lomber eğrilik torasik eğrilikden daha büyüktür Torasik eğrilik lomber eğrilikden daha fleksibildir Fleksibilite indeksi negatif değerdedir
TİP II	S şeklinde torakolomber major eğrilik Hem torasik hemde lomber eğrilik orta hattı geçer Torasik eğrilik lomber eğriliğe eşit veya daha büyüktür Lomber eğrilik torasik eğrilikden daha fleksibildir Fleksibilite indeksi 0 veya + değerdedir
TİP III	Gerçek torasik eğrilikdir Lomber eğrilik orta hattı hiçbir zaman geçmez
TİP IV	Uzun torasik eğrilikdir L5 vertebra sakrum üzerinde dengededir L4 ise uzun torasik eğriliğe doğru tilt olmuştur
TİP V	Double torasik eğrilikdir T1 vertebra üst eğriliğin konveks tarafına doğru tilt olmuştur Ters bending grafide üst eğrilik strüktürelidir

King sınıflaması 1983 yılında tarif edilmiş olup günümüzde bazı açılardan yetersiz kalmaktadır;

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

- King sınıflaması ortaya çıktığı zaman sadece Harrington uygulaması mevcuttu. Üç boyutlu korreksiyon sistemleri ve segmenter enstrumantasyon uygulamalarının getirdiği prensipleri karşılamaya yeterli değildir.
- Sadece eğriliğin koronal planını değerlendirmeye almaktadır.
- SRS tarafından yakın zamanda yapılan bir araştırmaya göre gözlemciler arası ve aynı gözlemci için hata oranı yüksek olarak bulunmuştur ⁽¹⁰⁸⁾.

2.4.9.2 Lenke sınıflaması

Tüm skolyoz tiplerini karşılaştırabilmek, sagittal dizilimi daha iyi değerlendirmek, adolesan idiopatik skolyozun cerrahi tedavisini standardize etmek, eğrilik tiplendirmesini objektif kriterlerle yapabilmek, iyi bir inter/intra observer güvenilirlik elde etmek ve klinik değerlendirmede kolaylık sağlamak amacıyla Lenke ve ark.larının oluşturduğu spinal deformite çalışma grubu 2001 yılında yeni bir skolyoz klasifikasyonu yayınladı⁽⁵¹⁾. Bu amaçla hastalardan ayakta AP/lateral grafiler ile sağ ve sol bending grafiler alındı.

Eğrilikler 1’den 6’ya kadar tiplendirildi; A,B,C ile tanımlanan lomber değişkenler ve -, N, + ile ifade edilen sagittal torasik değişkenlerle kombine edildi.

Sınıflamaya göre torasik eğriliğin apeksi T2 ile T11-12 diski arasında; proksimal torasik eğriliğin apeksi T3-T4 ve T5 vertebralardan birisinde; ana torasik eğriliğin apeksi T6 ile T11-12 diski arasındadır. Torakolomber eğriliğin apeksi ise T12, L1 vertebralarda veya aralarındaki intervertebral diskdedir. Lomber eğriliğin apeksi ise L1-2 diski ile L4 vertebranın kaudal sınırı arasındadır. Yapısal eğrilikler yerleşimleri ve fleksibilite derecelerine göre major veya minor eğrilik diye isimlendirilir. Cobb açısı en büyük olan eğrilik major eğrilik, daha küçük eğrilik ise minor eğrilik adını alır. Minor eğrilikler yapısal olduğu gibi yapısal olmayan eğrilikler de olabilir.

Yapısal proksimal torasik eğrilikte ters bending grafide en az 25° residüel koronal eğrilik (T1 vertebranın tilti olup olmamasına bağlı olmaksızın) ve/veya T2 vertebra ile T5 arasında en az +20° kifoz vardır. Yapısal ana torasik eğrilikte ters bending grafide en az 25° rezidüel koronal eğrilik ve/veya T10-L2 arasında +20° torakolomber kifoz vardır. Yapısal torakolomber/lomber eğrilikte ters bending grafide en az 25° residüel koronal eğrilik ve/veya T10-L2 arasında gerçek kifoz olmasa bile rotasyonel deformiteye bağlı +20° kifoz vardır. Bu kriterlere uyan minor eğrilikler de yapısal kabul edilir. AIS’un cerrahi tedavisinde yapısal olan major ve minor eğrilikler füzyona katılmalıdır.

Lenke klasifikasyonunda deformiteler strüktürel karakter taşıyan major ve minor eğriliklere göre tanımlanmıştır.

Tablo 4: Lenke ve arkadaşlarının geliştirdiği Adolesan İdiopatik Skolyoz sınıflamasında eğriliğin tipi.

Tip	Proksimal Torasik	Ana Torasik	TL-L	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	Torakolomber- Lomber–Ana Torasik

Tip I-ana torasik

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

Tip II- double torasik

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

Tip III- double major

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

Tip IV-triple major

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

Tip V-torakolomber/lomber

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

Tip VI-torakolomber/lomber-main torasik

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

Lomber ve torasik eğrilikler arasındaki fark 5°'den az ise skolyoz, yapısal karakterdeki ana torasik ve lomber/torakolomber eğriliklere göre tip III, IV veya V olarak kabul edilir.

Lomber modifier (A, B veya C)

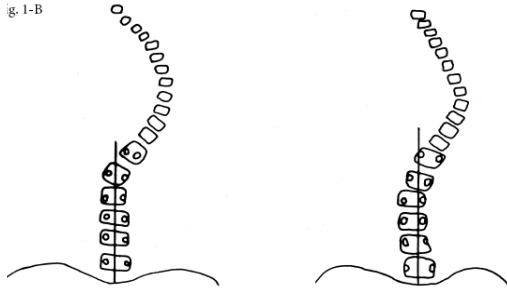
Omurganın dengesini ve proksimal eğrilikleri etkileyeceği için; cerrahi girişim planlandığı zaman lomber deformitenin derecesini tespit etmek gereklidir. AP grafiye göre santral sakral vertikal çizgi (CSVL) ile lomber eğriliğın temasına göre üç tip lomber deformite tanımlanmıştır. Santral sakral vertikal çizginin lomber veya torasik bölgede tam ortasından kestiği vertebra stabil vertebra olarak adlandırılır. Eğer CSVL disk mesafesinden geçiyor ise kaudal vertebra stabil vertebra olarak adlandırılır. Üç lomber değişken ile, altı tip eğrilikdeki lomber omurganın dizilimi ifade edilir.

LOMBER OMURGA DEĞİŞKEN KURALLARI

A, B, C

1. Ayakta AP grafi incelenir.
2. 2cm den az pelvik tilt kabul edilir; eğer 2cm den büyük ise ekstremiteler uzunlukları eşitlenir.
3. CSVL: santral sakral vertikal çizgi; sakrum ortasından film kenarına paralel olacak şekilde vertikal çizgi çizilir.
4. Stabil vertebra: alt torasik veya lomber eğrilikdeki CSVL tarafından ikiye bölünen en kranial vertebra. Eğer disk seviyesine isabet ediyor ise kaudal vertebra seçilir.
5. Eğriliğın apeksi en horizontal ve laterale yerleşmiş vertebra korpusu yada diskidir.
6. SRS tanımlamaları Apeks
Torasik eğrilik T2-T11/12 disk seviyesi arasında
Torakolomber eğrilik T12-L1
Lomber eğrilik L1/2 diski ile L4 arasında

Değişken A: CSVL stabil lomber vertebranın pedikülleri arasında ise değişken A olarak adlandırılır. Değişken A sadece ana torasik eğriliklerde (Tip 1-4) kullanılır; torakolomber/lomber eğriliklerde (Tip 5 ve 6) kullanılmaz. Bu sebeple üstteki torasik eğriliğin apeksi T11-12 diskinde olmalıdır.

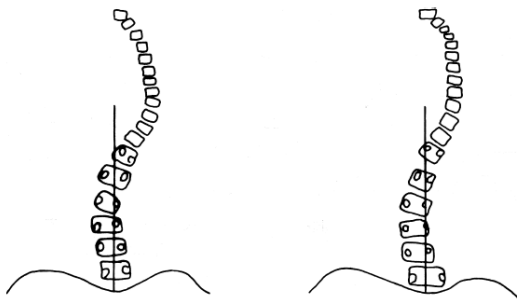


Lomber Değişken A

- CSVL stabil vertebraya kadar pediküllerin arasındadır.
- Apeks torasik bölgededir.
- Eğer CSVL nin lomber apikal pedikülün medial kenarına temas ettiği şüphesi var ise değişken B seçilmelidir.
- King III, IV ve V i içerir.

Şekil 11: Lomber değişken A. CSVL stabil vertebraya kadar pediküllerin arasındadır; lomber omurgada minimal skolyoz ve rotasyon yoktur.

Değişken B: CSVL lomber eğriliğin apikal vertebrasına temas ediyor veya eğriliğin apeksi disk mesafesine denk geliyor ise; lomber konkav pedikülün medial kenarı ile apikal vertebranın/ların konkav lateral kenarı arasındadır. Değişken B olan eğrilikler apeksi ana torasik bölgede olan eğriliklerdir; bu sebeple torakolomber/lomber eğriliklerde kullanılmaz.

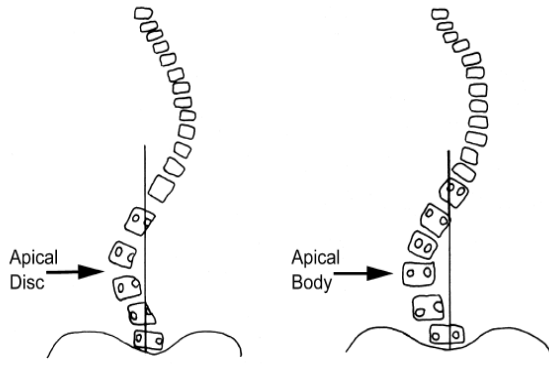


Lomber Değişken B

- SSVÇ lomber konkav pedikülün medial kenarı ile apikal vertebranın lateral kenarı arasındadır.
- Apeksi main torasik bölgededir.
- SSVÇ nin apikal vertebranın lateral kenarına değip değmediği net değil ise Modifier B seçilmelidir
- King Tip II, III ve V i içerir.

Şekil 12: Lomber değişken B. CSVL apikal vertebranın korpusuna/larına veya pediküllerine temas eder, lomber omurgada minimal veya orta derecede rotasyon vardır.

Değişken C: CSVL torakolomber/lomber apikal vertebranın/ların (eğer apeks disk mesafesinde ise) konkav lateral kenarının tamamen medialinden geçer. Değişken C tüm ana torasik eğriliklerde (Tip 1-4) ve tüm torakolomber/lomber eğriliklerde (Tip 5 ve 6) kullanılır.



Şekil 13: Lomber değişken C. CSVL apikal diskin hemen altındaki ve üstündeki vertebra korpularına hiç temas etmez.

Lomber Değişken C

- CSVL lomber konkav pedikülün medial kenarı ile apikal vertebranın lateral kenarı arasındadır.
- Apeks torasik, torakolomber ve/veya lomber bölgededir.
- CSVL nin apikal vertebranın lateral kenarına temas edip etmediği net değil ise değişken B seçilmelidir.
- King Tip I,II,V,double major, triple major torakolomber ve lomber eğrilikleri içerir.

Sagittal torasik değişkenler (-, N, +)

Ortalama torasik kifoz açısı T5 vertebra ile T12 arasında $+30^\circ$ dır (aralık: $+10^\circ$ - 40°). Adolesan idiopatik skolyozda torasik kifozda azalma, hatta bazı olgularda lordoz görülür. Sagittal torasik değişkenler, ayakta çekilen lateral grafide T5 vertebranın üst end plate ile T12 vertebranın alt end plate arasındaki kifoz açısı ölçülerek saptanır. Ölçüm $+10^\circ$ den az ise hipokifoz vardır ve (-) negatif ile; $+10^\circ$ ile $+40^\circ$ arasında ise normal kifoz vardır ve N ile; $+40^\circ$ den fazla ise hiperkifoz vardır ve (+) artı işareti ile gösterilir.

Eğrilik tiplerinin sınıflandırılması

İlk olarak eğriliğin Tip I den VI ya kadar hangi tipe girdiği tespit edilir. Daha sonra lomber değişkenler (A, B, C) belirlenir. Torasik sagittal değişken de saptandıktan (-, N, +) sonra eğriliğin tam tanımlanması mümkün olabilir. Bu göre 1A-, 1AN veya 6CN şeklinde ifade edilirler.

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 grafilerinde Cobb $\geq 25^\circ$
- T2-T5 Kifoz $\geq +20^\circ$
- Ana Torasik:* - Eğilme grafilerinde Cobb $\geq 25^\circ$
- T10-L2 Kifoz $\geq +20^\circ$
- Torakolomber/Lomber:* - Eğilme grafilerinde Cobb $\geq 25^\circ$
- T10-L2 Kifoz $\geq +20^\circ$

Apeks Yerleşimine Göre



















<u>Eğrilik</u>	<u>Apeks</u>
<i>Torasik</i>	T2–T11-12 diski
<i>Torakolomber</i>	T12–L1
<i>Lomber</i>	L1-2 diski–L4

Değişkenler

Lomber Spinal Değişken	Lomber apekse SSDÇ	Torasik Sagittal Profil	
A	SSDÇ pediküller arasında	- (<i>Hipo</i>)	$< 10^\circ$
B	SSDÇ apikal cisim(ler)e dokunuyor	N (<i>Normal</i>)	$10^\circ - 40^\circ$
C	SSDÇ medialde	+ (<i>Hiper</i>)	$> 40^\circ$

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

Şekil 14: Lenke sınıflamasında tavsiye edilen takip formu.

Lumbar Spine Modifier	Curve Type (1 - 6)					
	Type 1 (Main Thoracic)	Type 2 (Double Thoracic)	Type 3 (Double Major)	Type 4 (Triple Major)	Type 5 (TL/L)	Type 6 (TL/L - MT)
A (No to Minimal Curve)	 1A*	 2A*	 3A*	 4A*		
B (Moderate Curve)	 1B*	 2B*	 3B*	 4B*		
C (Large Curve)	 1C*	 2C*	 3C*	 4C*	 5C*	 6C*
Possible Sagittal structural criteria (To determine specific curve type)	 Normal	 PT Kyphosis	 TL Kyphosis	 PT + TL Kyphosis		

* T5-12 sagittal alignment modifier: -, N, or +
 - : <10°
 N : 10-40°
 + : >40°

Şekil 15: Lenke sınıflamasına göre eğrilik tipleri, lomber ve sagittal değişkenler.

3.GEREÇ

Bilim Üniversitesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği'nde 01.01.2002 ile 01.01.2007 tarihleri arasında skolyoz teşhisi ile opere edilen 720 hastadan Lenke tip 3C, 5C ve 6C eğriliği olan ve füzyonun distalde L3 vertebrada sonlandırıldığı 140 adolesan idiopatik skolyoz vakası tez çalışmasına veri oluşturmak üzere seçilmiş ve kontrollere çağrılmışlardır. Çalışmaya dahil edilen hastaların tamamına her segmente pedikül vidası uygulanarak posterior enstrümantasyon ve korreksiyon yapılmıştır. Bu hastalardan 22 tanesi 2 yıldan az takibi olmasından dolayı tez dışı bırakılmıştır. Ayrıca non idiopatik skolyozu olan (konjenital, nöromusküler), infantil, juvenil veya adult idiopatik skolyozu olan, adolesan idiopatik skolyozu olup posterior spinal füzyon dışında cerrahilere ihtiyaç duyulan ve MR'da intrameduller patoloji ya da distal füzyon seviyesini etkileyecek olan disk dejenerasyonu bulunan hastalar da tez çalışmasına dahil edilmemiştir.

4.YÖNTEM

Çalışmaya dahil edilen hastaların tümüne operasyon öncesi ayakta anteroposterior (AP) ve lateral, supin lateral bending, traksiyon radiografileri, fulcrum grafisi, torakal hump grafisi, ferguson grafisi ve cerrahinin hemen öncesinde genel anestezi altında traksiyon grafileri çekildi. Tüm grafiler aynı merkezin radyoloji departmanında, bu konuda gerekli bilgiye sahip tecrübeli radyoloji teknisyenleri tarafından çekildi. Supin traksiyon grafileri baş ve boyunda bir cerrah ve alt ekstremitelerde karşı traksiyon uygulayan bir asistanla maksimum güç uygulanarak çekildi. Tüm hastalara ameliyat öncesi bacak boy eşitsizliğinin saptanabilmesi için BT altında alt ekstremitelerdeki kısıklık tayini, intramedüller patolojilerin değerlendirilebilmesi ve planlanan distal füzyon seviyesinin altında disk dejenerasyonları olup olmadığının tayini için tüm spinal MRI tetkiki yapıldı. Hastaların tümüne SRS-22 formu dolduruldu (Bkz; Ek:1)

Ayakta AP, supin traksiyon, lateral bending, fulcrum ve GAAT grafilerinde end vertebralar belirlendi. Proksimal torasik, ana torasik, torakolomber ve lomber eğriliklerin büyüklükleri Cobb metoduyla ölçüldü. Nötral vertebra ve stabil vertebralar tayin edildi. Lenke sınıflamasına göre eğrilikler tiplendirildi. İskelet matüritesini değerlendirmek için Risser belirtisine bakıldı.

Ayakta AP, supin traksiyon ve GAAT grafilerinde CVSL'nin hangi vertebraları kestiği, özellikle L3 ve L4 vertebraya temas edip etmediği veya bisekte olup olmadığı

incelendi. L3ve L4 vertebranın Harrington'un stabil zonuna hangi oranlarda dahil olduğu ve bu grafilerde L3ve L4'ün tilt ve rotasyon dereceleri ölçüldü.

Ayakta lateral grafilerde torakal kifoz açısı ölçüldü. Özellikle füzyonun sonlandırılacağı bölgede lokal kifoz olup olmadığı değerlendirildi.

Klinik denge santral sakral çizgi üzerinde trunk şift olup olmamasına göre değerlendirildi. Radyolojik denge anterposterior grafilerde C7'den inilen çizgiye göre ölçüldü. 2cm üzerindeki trunk şift postoperatif imbalans olarak değerlendirildi.

Ameliyat öncesi tüm vakaların rutin kan tetkikleri, hepatit ve HIV markerleri, kanama ve pıhtılaşma zamanı, EKG ve AC grafileri, solunum fonksiyon testi yapıldı. Tüm hastalara preoperatif 4 U eritrosit süspansiyonu hazırlatıldı.

Cerrahi Teknik:

Bütün olgulara profilaktik olarak IV birinci kuşak sefalosporin (sefazolin sodyum) verildi. Hasta ameliyat masasında supin yatarken anestezi işleminin bitmesini takiben genel anestezi altında traksiyon (GAAT) grafisi çekildi ve hastaların hepsinde intraoperatif olarak füzyonun distalde L3'te sonlandırılması kararı verildi. GAAT grafileri baş ve boyunda bir cerrah ve alt ekstremitelerde karşı traksiyon uygulayan bir asistanla maksimum güç uygulanarak çekildi. Hasta prone pozisyona çevrilince pedikül konumlarına cerrahın oryantasyonunu kolaylaştırmak ve optimum spinal dizilimin ameliyat öncesi elde edildiğini tespit edebilmek için skolyoz grafisi alındı. Ameliyatların tümü tek bir cerrah tarafından sadece poliaksiyal pedikül vidaları ile posterior spinal enstrümantasyon (Moss-Miami veya CD-Horizon sistemleri) ve artrodez uygulanarak yapıldı. Posterior longitudinal insizyonla girildi, koter yardımıyla transvers proses lateral kenarları açığa çıkarılacak şekilde subperiosteal ekspozyon yapıldı. Özellikle lomber bölgede geniş faset eksizyonları yapıldı. Kanama kontrolünü takiben her segmente pedikül vidası yerleştirildi. Tüm hastalarda distal füzyon seviyesi L3 vertebrada durduruldu. Cerrah tarafından uygun görülen manevrayla korreksiyon sağlandı. İntraoperatif skolyoz grafisi çekilerek L3 vertebra alt endplatosunun pelvise paralelliği ve gövde dengesi değerlendirildi. Optimum denge sağlanamayan vakalarda kompresyon distraksiyon manevraları ile seviyeler paralel hale getirilip skolyoz grafisi tekrarlandı.

Ameliyat esnasında tüm hastalara wake up testi uygulanarak nörolojik hasar olup olmadığı tespit edilmeye çalışıldı. Ayrıca son 27 vakada nöromonitorizasyon (NIM - Medtronic® - motor evoked potential) yapılarak ameliyat boyunca nörolojik durum takip edildi. Subfasyal hemovak dren yerleştirildi. Tüm hastalarda insizyon intrakütan dikiş ve

steril stripler ile kapatıldı. Son olarak ameliyat bittikten sonra masada supin pozisyonda grafi çekilip hasta yoğun bakıma alındı.

Ameliyat sonrası hastalara 24 saat boyunca profilaktik antibioterapinin (4x1 gr Sefazolin Na IV) devamı uygulandı. Postop 1. günden itibaren hastalar ayağa kaldırılıp yürütüldü. Hemovak drenlerin çekilmesini takiben erken postop kontrol grafileri çekildi. Postoperatif ortalama 7. Gün taburcu edilen hastaların 15. gün dikişleri alındı. Hastalar 6. hafta, 3. ay, 6. ay ve 1. yıl ayakta AP ve lateral grafilerle kontrol edildi.

Klinik sonuçlar SRS-22 formuna göre değerlendirildi. Postop kontrol grafilerinde eğrilik dereceleri, L3 ve L4 vertebraların tilt ve rotasyonları, L3 ve L4'ün CVSL ile ilişkisi ve Harrington stabil zonuna hangi oranlarda dahil oldukları incelendi.

5.BULGULAR

Gereci oluşturan 118 vakanın 107'si (%90) kız, 11'i (%10) erkektir. Olguların ameliyat sırasındaki yaşları 13 ile 18 arasında değişmekte olup ortalama yaşları 15.4 olarak bulunmuştur. Hastaların takip süresi 24 ile 60 ay arasında değişmekte olup ortalama 42 aydır. Hastaların eğrilik sınıflamaları Lenke sistemine göre yapılmış olup olguların dağılımı tablodaki gibidir.

Tablo 5: Eğrilik tiplerine göre olgu sayıları.

EĞRİLİK TİPİ	OLGU SAYISI
TİP 3C	36 (%30)
TİP 5C	42 (%36)
TİP 6C	40 (%34)

Olguların iskelet maturitesinin değerlendirilmesinde Risser belirtisi kullanıldı. Buna göre 7 hasta evre 2 (%7.5), 24 hasta evre 3 (%20), 69 hasta evre 4(%57.5) ve 18 hasta evre 5(%15) olarak değerlendirildi.

Ameliyat öncesi çekilen MR tetkikinde intradural patoloji tespit edilen ya da disk dejenerasyonundan dolayı füzyon seviyesinin etkilendiği hastalar çalışmadan çıkartıldı. Gereci oluşturan vakaların tamamı MR tetkikinde patolojisi olmayan hastalardan oluşturuldu.

Hastaların tümünde distalde L3 vertebrada füzyon durduruldu. Eğrilik tiplerine göre füzyona katılan vertebra sayıları tabloda özetlenmiştir.

Tablo 6: Eğrilik tiplerine göre füzyona katılan ortalama vertebra sayıları.

TİP	VAKA SAYISI	FÜZYONA KATILAN ORTALAMA VERTEBRA
TİP 3C	36	13.71
TİP 5C	42	11.13
TİP 6C	40	13.5
TOPLAM	118	11.75

Ameliyat öncesi frontal planda Cobb metoduna göre ölçülen torasik eğriliklerin dereceleri 30 ile 60 derece arasında değişmekte olup, ortalama 48 derece olarak bulunmuştur. Bu değerler ameliyat sonrası ortalama 10 (4 ile 17 aralığında) olarak ölçülmüştür. Torakal eğriliklerin ortalama korreksiyon oranları %73 (53 ile 90 aralığında)'tür. Torakal eğriliklerin frontal plandaki açı değerleri ve korreksiyon oranları tabloda özetlenmiştir.

Tablo 7: Torakal eğriliklerin frontal plandaki açı dereceleri ve korreksiyon oranları.

N:118	AMELİYAT ÖNCESİ	AMELİYAT SONRASI	KORREKSİYON ORANI%
EN AZ	30	4	53
EN ÇOK	60	17	90
ORTALAMA	48	10	73

Ameliyat öncesi frontal planda Cobb metoduna göre ölçülen torakolomber/lomber eğriliklerin dereceleri 40 ile 68 derece arasında değişmekte olup, ortalama 49 derece olarak bulunmuştur. Bu değerler ameliyat sonrası ortalama 8 (4 ile 14 aralığında) olarak ölçülmüştür. Torakolomber/lomber eğriliklerin ortalama korreksiyon oranları %85 (70 ile 93)'tür. Torakolomber/lomber eğriliklerin frontal plandaki açı dereceleri ve korreksiyon oranları tabloda özetlenmiştir.

Tablo 8: TL/L eğriliklerin frontal plandaki açı dereceleri ve korreksiyon oranları.

N:118	AMELİYAT ÖNCESİ	AMELİYAT SONRASI	KORREKSİYON ORANI%
EN AZ	40	4	70
EN ÇOK	68	14	93
ORTALAMA	49	8	85

Olguların sagittal plandaki değerleri incelendiğinde T5-T12 seviyeleri arasında ortalama 15 derece olarak ölçülen torasik kifoz açısı son takipte 25 derece olarak ölçülmüştür.

Tablo 9: Ameliyat öncesi ve sonrası torasik kifoz açıları ve korreksiyon oranları.

N:118	AMELİYAT ÖNCESİ	AMELİYAT SONRASI	KORREKSİYON ORANI%
EN AZ	8	17	51
EN FAZLA	31	34	92
ORTALAMA	15	25	66

L3 tilti ameliyat öncesi ayakta çekilen grafilerde ortalama 24, GAA traksiyon grafisinde ortalama 4, ameliyat sonrası grafilerde ise ortalama 2 derece olarak ölçüldü. L3 rotasyonu ise ameliyat öncesi grafilerde grade 1-3, GAA traksiyon grafisinde grade 0-2, ameliyat sonrası grafilerde ise grade 0-1 olarak ölçüldü. Pre ve postop grafilerde ölçülen L3 ve L4 tilti ve rotasyonu tablo 1 de özetlendi.

Tablo 10: Ameliyat öncesi ve sonrası grafilerde ölçülen L3 ve L4 tilti ve rotasyonu.

	Pre-op	Traksiyon	GAAT	Bending	Post-op
L3 Tilti	24 (20-32)	9 (4-14)	4 (0-8)	3 (-7,+10)	2 (0-4)
L4 Tilti	21 (16-26)	8 (3-15)	5 (0-10)	5 (0-13)	2 (0-4)
L3 Rotasyonu	1-3	0-2	0-1	0-2	0-1
L4 Rotasyonu	0-2	0-1	0-1	0-2	0-1

Olguların tamamında ayakta ön arka grafilerde L3 vertebranın CSVL'yi kesmediği tespit edildi. Supin traksiyon grafilerinde 31 (%26.3) olguda, GAAT grafisinde ise 92 (%77.9) olguda CSVL'nin L3'ü bisekte ettiği görüldü. L4 vertebranın ayakta ön arka grafilerde 95 (%80.5) hastada CSVL'ye temas ettiği, traksiyon grafisinde 89 (%75,5) olguda CSVL tarafından bisekte edildiği, GAAT grafisinde ise tamamının bisekte olduğu gözlemlendi.

L3 vertebra ayakta ön arka grafilerde 96 (%81.3) olguda Harrington stabil zonu (HSZ) içinde %50'den az yer alırken traksiyon grafilerinde 71 (%60.2), GAAT grafilerinde ise 106 (%89,9) olguda %75'den fazla HSZ içinde kaldığı görüldü. L4 vertebra ise ayakta ön arka grafilerinde 68 (%57.5) olguda %75'den az HSZ'na girerken traksiyon grafisinde 112 (%94.9), GAAT grafilerinde ise tamamının HSZ'na %75'den fazla girdiği gözlemlendi.

Tablo 11: Preop ayakta AP, supin traksiyon ve GAA traksiyon grafilerinde L3 ve L4 vertebranın CSVL ve HSZ ile ilişkisi.

			preop AP	traksiyon	GAAT
L3	CSVL	Nontouch	118 (%100)	18 (%15.2)	0
		Touch	0	69 (%58.5)	26 (%22.1)
		Bisect	0	31 (%26.3)	92 (%77.9)
	HSZ	%0-25	21 (%17.8)	0	0
		%25-50	75 (%63.5)	6 (%5.1)	0
		%50-75	22 (%18.7)	41 (%34.7)	12 (%10,1)
		%75-100	0	71 (%60.2)	106 (%89,9)
	L4	CSVL	Nontouch	15(%12.7)	0
Touch			95 (%80.5)	29 (%24.5)	0
Bisect			8 (%6.8)	89 (%75.5)	118 (%100)
HSZ		%0-25	0	0	0
		%25-50	12 (%10,1)	0	0
		%50-75	56 (%47.5)	6 (%5.1)	0
		%75-100	50 (%42.4)	112 (%94.9)	118 (%100)

40 (%33.9) hastada lateral bending, supin traksiyon ve özellikle GAAT grafilerinde L3'ün pelvise paralel hale geldiği görüldü. Kalan 78 (%66.1) olguda ise lateral bending ve supin traksiyon grafilerinde L3 pelvise paralel olmadığı gözlemlendi. Ancak GAAT grafisinde bu 26 olgunun tamamında L3'ün pelvise paralel hale geldiği tespit edildi.

Tablo 12: Preop ayakta AP, lateral bending, supin traksiyon ve GAA traksiyon grafiplerinde L3 vertebranun pelvise paralelliği.

		AYAKTA AP	BENDİNG	TRAKSİYON	GAAT
L3 PEVİSE	N:40	DEĞİL	PARALEL	PARALEL	PARALEL
PARALEL OLMASI	N:78	DEĞİL	DEĞİL	DEĞİL	PARALEL

Ameliyat öncesi 39 hastaya SRS-22 hasta anketi dolduruldu. Bu hastalardan 33 tanesi postop 2. yıl kontrolünde tekrar değerlendirildi. Anket sonuçları tablo 13'te görülmektedir.

Tablo 13: SRS-22 Hasta anketi. Preop ve postop 2. yıl skorların ortalaması.

	N	Ortalama	Minimum	Maximum
Fonksiyon-Aktivite				
Preop	39	4.1	2.2	4.8
Postop 2. yıl	33	4.3	3.4	4.6
Ağrı				
Preop	39	3.9	1.6	5
Postop 2. yıl	33	4.3	2.8	5
Kendi görünüşü				
Preop	39	3.3	1.2	4.4
Postop 2. yıl	33	4.1	3.0	5
Ruh sağlığı				
Preop	39	4.0	1.8	5
Postop 2. yıl	33	4.3	3.4	5
Toplam				
Preop		3.8	2.0	4.7
Postop 2. yıl		4.3	3.3	4.8
Tedaviden tatmin				
Preop	--	--	--	--
Postop 2. yıl	33	4.5	3.0	5

Hiçbir hastaya dekompanasyon (gövde dengesizliği) nedeni ile ek cerrahi işlem gerekmedi ve takip sırasında korreksiyon kaybı gözlenmedi.

EK 1: SRS-22r Hasta Anketi

Hasta Adı : _____ Doğum Tarihi : ___/___/___
Ad Soyad Gün Ay Yıl

Bugünün Tarihi : ___/___/___ Yaş : ___ + ___
Gün Ay Yıl Yıl Ay

Dosya Numarası : _____

Bu anket ile sırtınızın ve belinizin şu andaki durumunu değerlendirmek istiyoruz. Bu nedenle **bu soruları bizzat kendinizin yanıtlaması bizim için çok önemli**. Lütfen tüm sorularda kendinize **en uygun olan cevabı daire içine alınız.**

1 . Aşağıdaki cevaplardan hangisi son 6 ay süresince sizin yaşadığınız ağrınızı en iyi şekilde tarif eder ?

- Hiç
- Hafif
- Orta
- Orta-Şiddetli
- Şiddetli

2 . Aşağıdaki cevaplardan hangisi son 1 ay süresince sizin yaşadığınız ağrınızı en iyi şekilde tarif eder ?

- Hiç
- Hafif
- Orta
- Orta-Şiddetli
- Şiddetli

3 . Son 6 ay boyunca çok sinirli bir kişi miydiniz ?

- Hiçbir zaman
- Çok nadir
- Bazen
- Çoğu zaman
- Her zaman

4 . Eğer hayatınızın geri kalanını beliniz veya sırtınızın şu andaki şekli ile geçirecek olsanız, bu konuda kendinizi nasıl hissederdiniz?

- Çok mutlu
- Mutlu
- Ne mutlu ne de mutsuz
- Mutsuz
- Çok mutsuz

5 . Şu anda ne kadar hareket edebiliyorsunuz ?

- Yatağa/ Tekerlekli sandalyeye bağlı olarak
- Tek başıma hareket edemiyorum
- Hafif işler, ev işleri yapabiliyorum
- Orta ağırlıkta işler ve yürüyüş, bisiklet sürme gibi hafif sporlar yapabiliyorum
- Hiçbir kısıtlama olmaksızın her hareketi yapabiliyorum

6 . Kıyafetinizin içinde kendinizin nasıl görüldüğünü düşünüyorsunuz ?

- Çok güzel
- Güzel
- Orta güzellikte
- Kötü
- Çok kötü

7 . Son 6 ay içerisinde hiçbirşeyin sizi neşelendiremeyeceği kadar moraliniz bozuk oldu mu ?

- Çok sık
- Sık
- Arada sırada
- Çok ender
- Hiçbir zaman

8 . İstirahat sırasında bel veya sırt ağrınız oluyor mu ?

- Çok sık
- Sık
- Arada sırada
- Çok ender

- Hiçbir zaman
- 9 . Şu anda iş ya da okulda ne kadar hareket edebildiğinizi düşünüyorsunuz ?
% 100 normal hareket ediyorum
% 75 normal hareket ediyorum
% 50 normal hareket ediyorum
% 25 normal hareket ediyorum
% 0 normal hareket ediyorum
- 10 . Aşağıdaki cevaplardan hangisi gövdenizin görünüşünü en iyi şekilde tarif eder ?
Çok güzel
Güzel
Orta güzellikte
Kötü
Çok kötü
- 11 . Aşağıdakilerden hangisi beliniz veya sırtınız için kullandığınız ilaçları en iyi şekilde tarif eder ?
Hiç ilaç kullanmıyorum
Uyuşturucu özelliği olmayan ağrı kesicileri haftada bir veya daha az kullanıyorum. (Örn:Aspirin, Novalgin, Parol, Voltaren, Apranax, Naprosyn, Viox)
Uyuşturucu özelliği olmayan ağrı kesicileri günlük kullanıyorum.
Uyuşturucu özelliği olan ağrı kesicileri haftada bir veya daha az kullanıyorum. (Örn:Morfin, Dolantin)
Uyuşturucu özelliği olan ağrı kesicileri günlük olarak kullanıyorum.
- 12 . Beliniz veya sırtınızdaki problem ev içinde yaptığınız işlere engel oluyor mu ?
Hiçbir zaman
Çok ender
Arada sırada
Sık sık
Çok sık
- 13 . Son 6 ay boyunca kendinizi ne kadar süre sakin ve huzurlu hissettiniz ?
Her zaman
Çoğu zaman
Bazen
Çok ender
Hiçbir zaman
- 14 . Beliniz veya sırtınızın durumunun başka insanlarla olan ilişkilerinizi etkilediğini düşünüyor musunuz?
Etkilemiyor
Biraz etkiliyor
Orta derecede etkiliyor
Sıklıkla etkiliyor
Çok fazla etkiliyor
- 15 . Beliniz veya sırtınızdaki problem sizin veya ailenizin ekonomik sıkıntılar çekmesine neden oluyor mu ?
Bu problem ailemin ekonomik sıkıntılar çekmesine :
Çok fazla neden oluyor
Sıklıkla neden oluyor
Orta derecede etkiliyor
Biraz etkiliyor
Hiç etkilemiyor
- 16 . Son 6 ay içerisinde kendinizi hiç mutsuz ve kederli hissettiniz mi ?
Hiçbir zaman
Çok ender
Arada sırada
Sık sık
Çok sık
- 17 . Son 3 ay içinde işten/ okuldan hiç bel/sırt ağrısı nedeniyle izin aldınız mı ? Eğer aldıysanız kaç gün ?
0 gün aldım (hiç almadım)
1 gün aldım
2 gün aldım
3 gün aldım
4 veya daha fazla gün aldım
- 18 . Beliniz veya sırtınızın durumu, arkadaşlarınız ya da ailenizle dışarı çıkmanızı kısıtlıyor mu ?

Hiçbir zaman
Çok ender
Arada sırada
Sık sık
Çok sık

19 . Beliniz veya sırtınızın şu anki haliyle kendinizi çekici buluyor musunuz ?

Evet, kendimi çok çekici buluyorum
Evet, kendimi oldukça çekici buluyorum
Ne çekici ne değilim
Hayır, pek fazla değilim
Hayır, kendimi hiç çekici bulmuyorum

20 . Son 6 ay içinde mutlu bir insan mıydınız ?

Hiçbir zaman
Çok ender
Bazen
Çoğu zaman
Her zaman

21 . Bel veya sırtınıza uygulanan tedavinin sonucundan memnun kaldınız mı ?

Çok memnun kaldım
Memnun kaldım
Ne memnunum, ne de değilim
Biraz hayal kırıklığı oldu
Tamamen hayal kırıklığı oldu

22 . Şu anki değerlendirmeniz sonucunda, aynı hastalık için size yine aynı tedavi önerilseydi kabul eder miydiniz ?

Kesinlikle evet
Muhtemelen evet
Emin değilim
Muhtemelen etmezdim
Kesinlikle etmezdim

Bu anketi sabırla tamamladığınız için teşekkür ederiz. Lütfen yorumunuz varsa yazınız.

SRS-22 HASTA ANKETİ DEĞERLENDİRME FORMU

İsim : _____ Bugünün Tarihi : ___/___/___
Tanı : _____
Yaş : _____ Cinsiyet: K E Boy: Ağırlık: Vücut/Kütle oranı:
Tanı: Kontrol, skolyoz şüphesi, JİS, AİS Deformite/büyüklüğü: _____
Diğer: _____

Tedavi (Yuvarlak içine alınız) : İlk değerlendirme
Gözlem
Korse öncesi
Korse _____
Tip

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

İlk başlama zamanı : ___/___/___
Puan (5 en iyi, 1 en kötü)

Takip : ___

	Puan/ olası en yüksek	#cevap/ olası en yüksek	total skor
	A	B	A/B
Ağrı	___/25	___/5	___
	1* 2 8 11 17		
Kendi İmaj/Görüşü	___/25	___/5	___
	4 6 10 14 19		
Fonksiyon/Aktivite	___/25	___/5	___
	5 9 12 15 18		
Ruh Sağlığı	___/25	___/5	___
	3 7 13 16 20		
Tedaviden Tatmin	___/10	___/2	___
			21 22
Toplam :	___/110	___/22	___

*Soru numarası

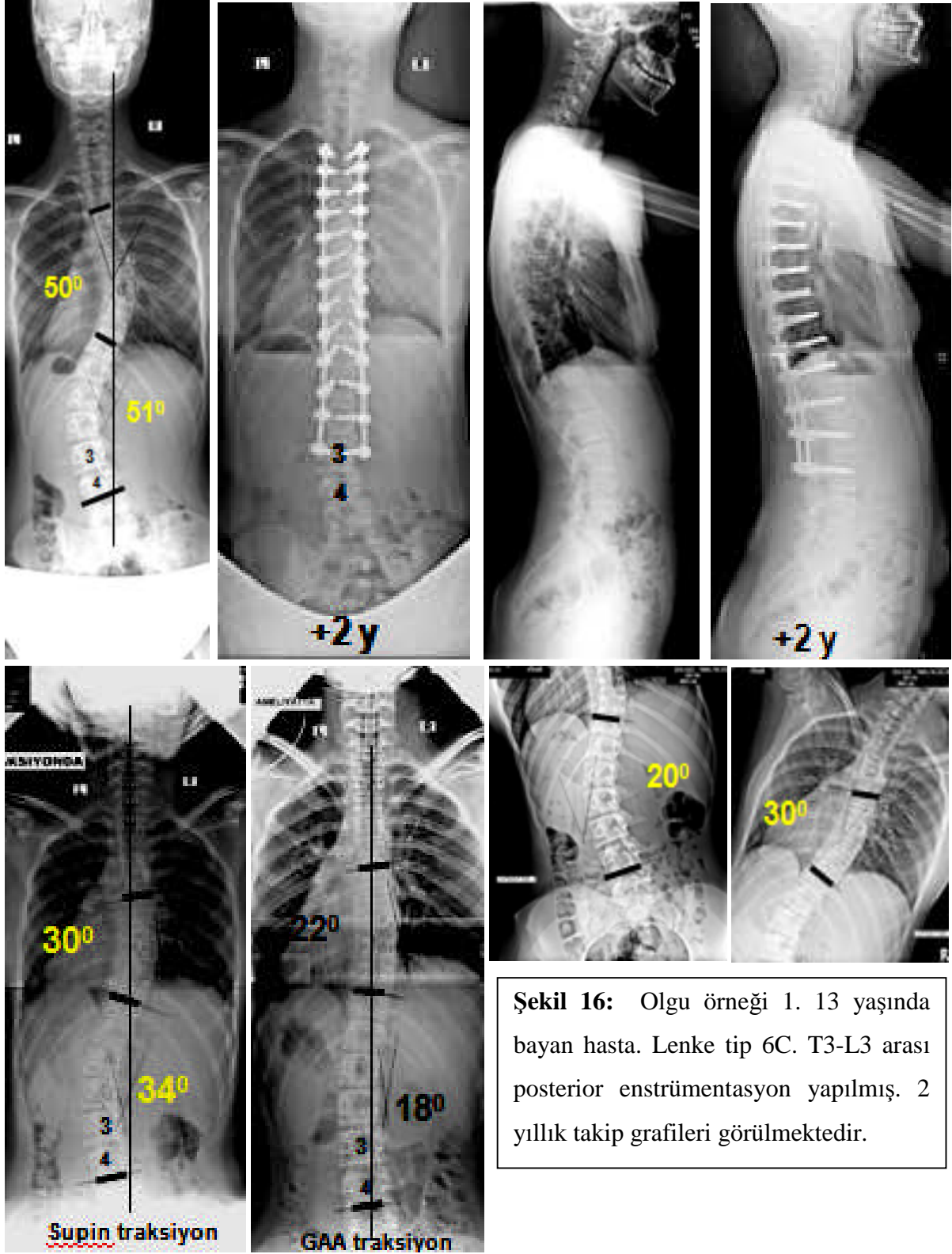
Skorlarken dikkat edilmesi gerekenler:

Her soruda ilk şık 5 (en iyi) son şık 1 (en kötü) olarak değerlendirilir

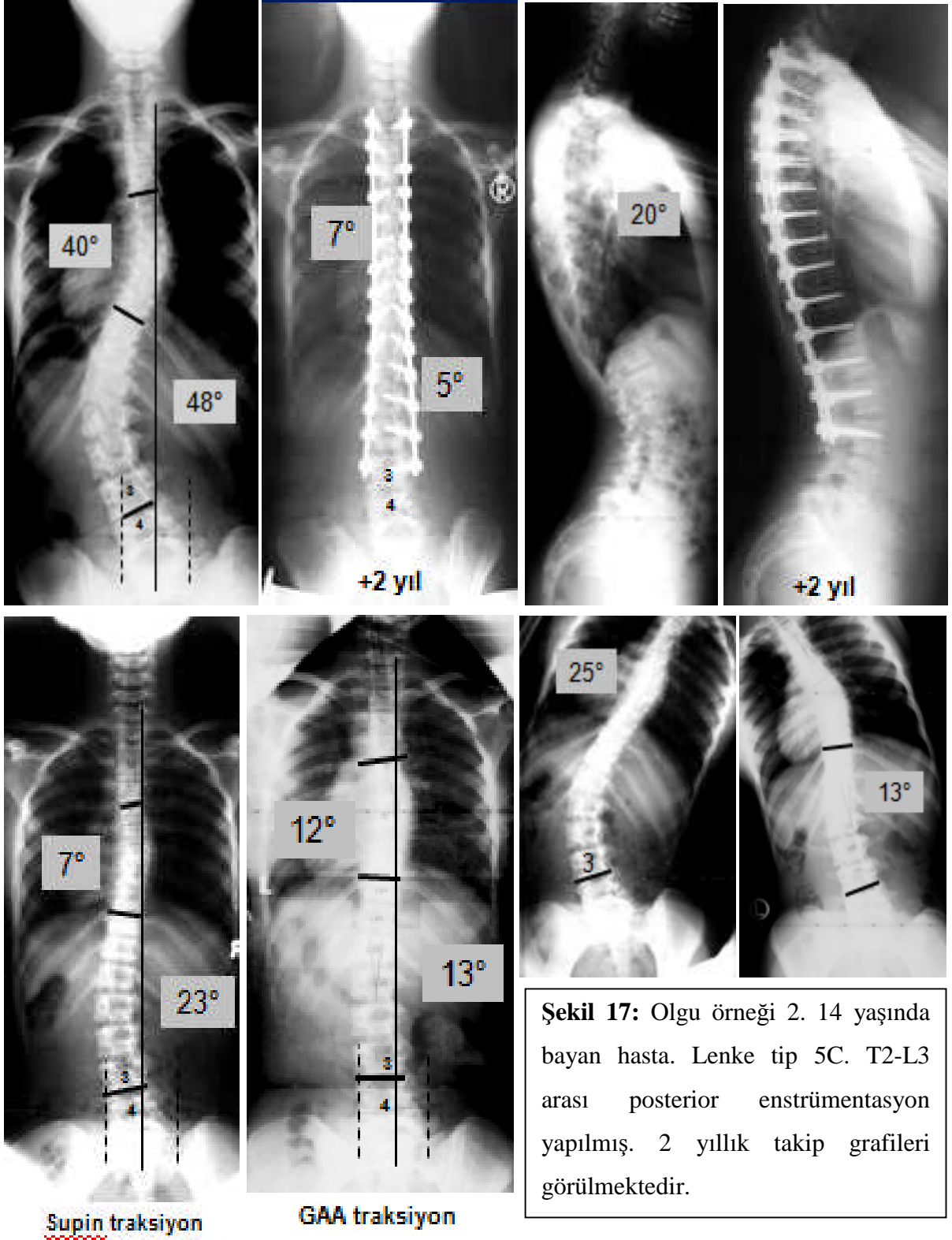
Cevaplanmamış soruları değerlendirmeye almayın

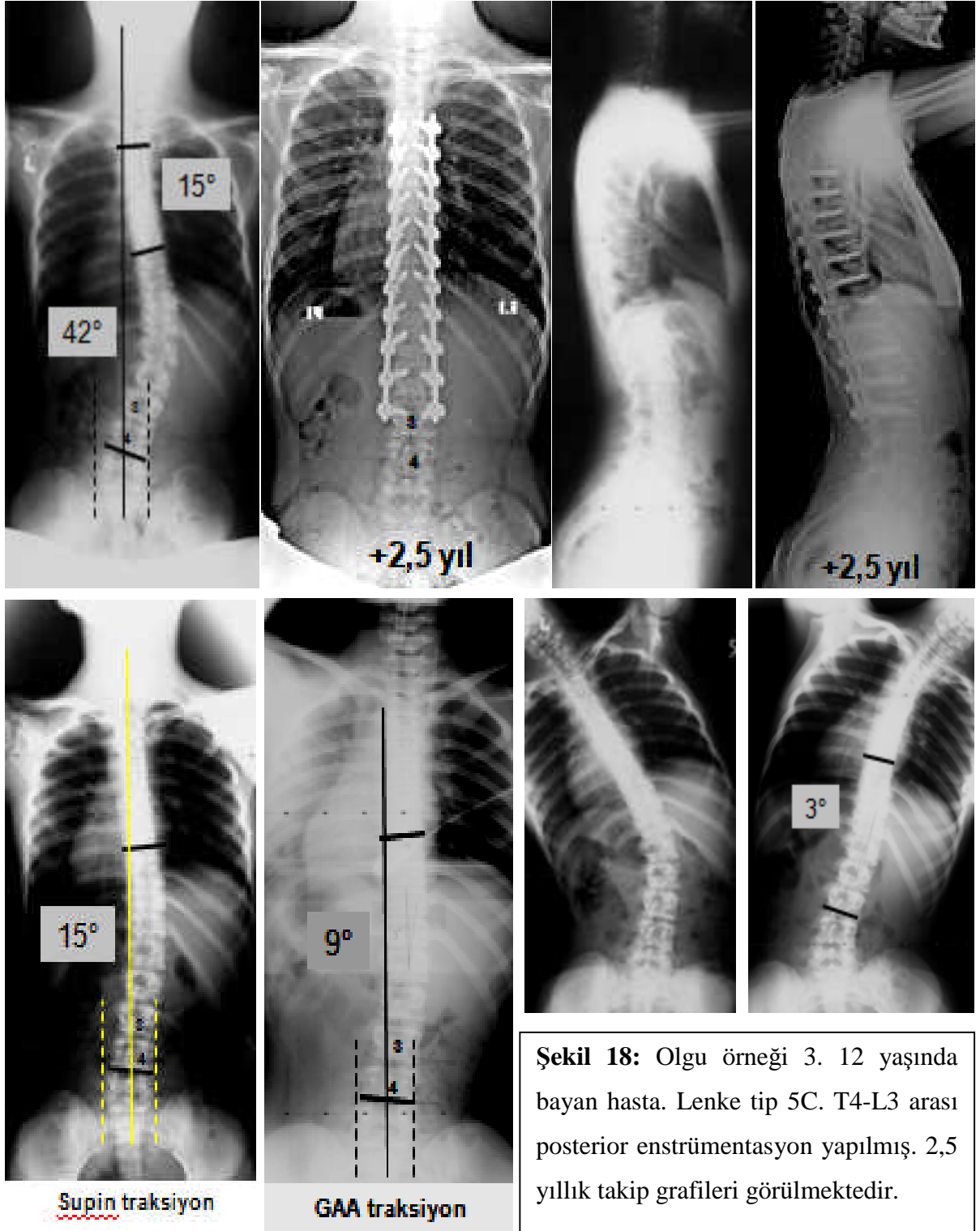
Birden fazla cevap yazılan soruları iptal edin

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

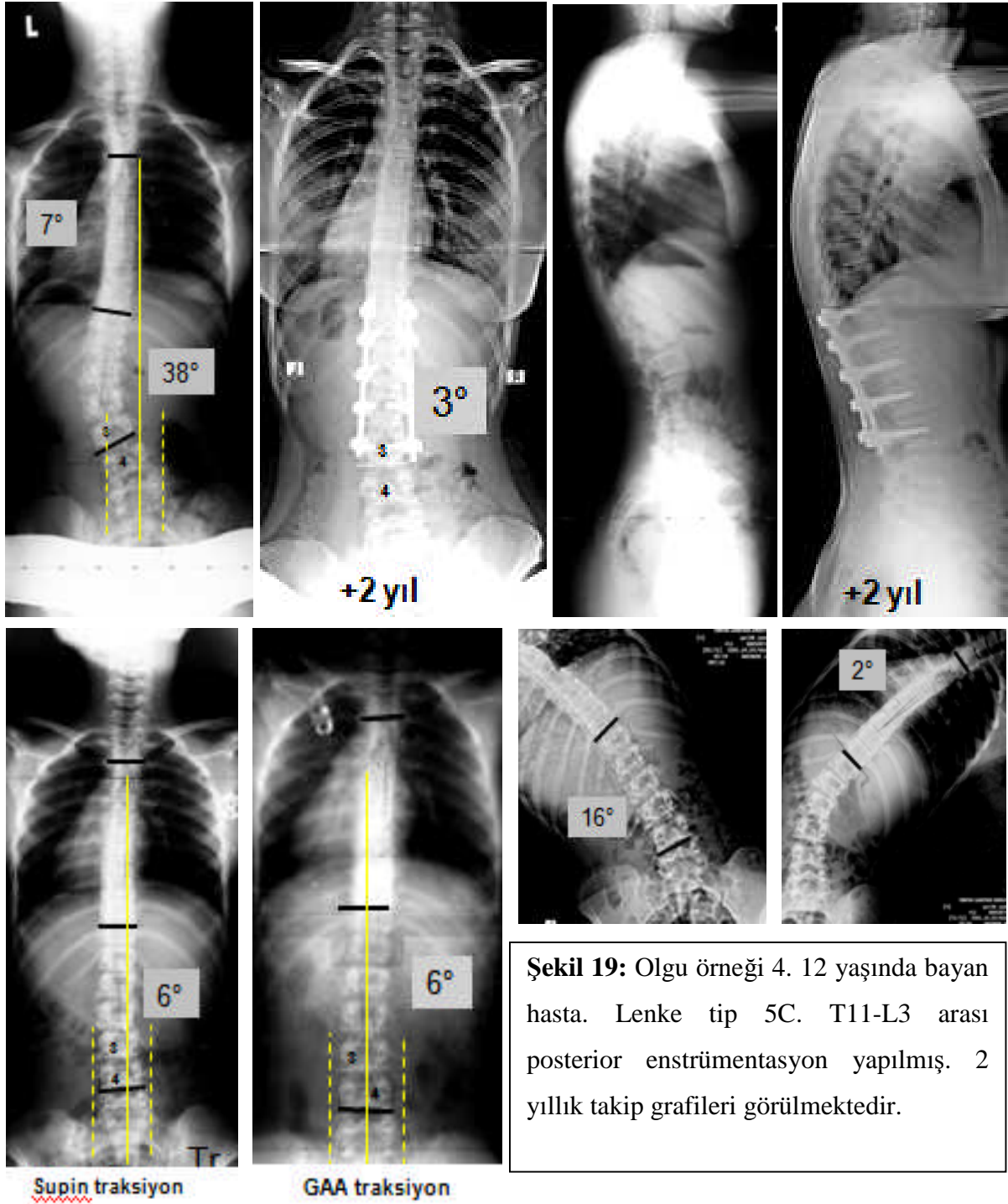


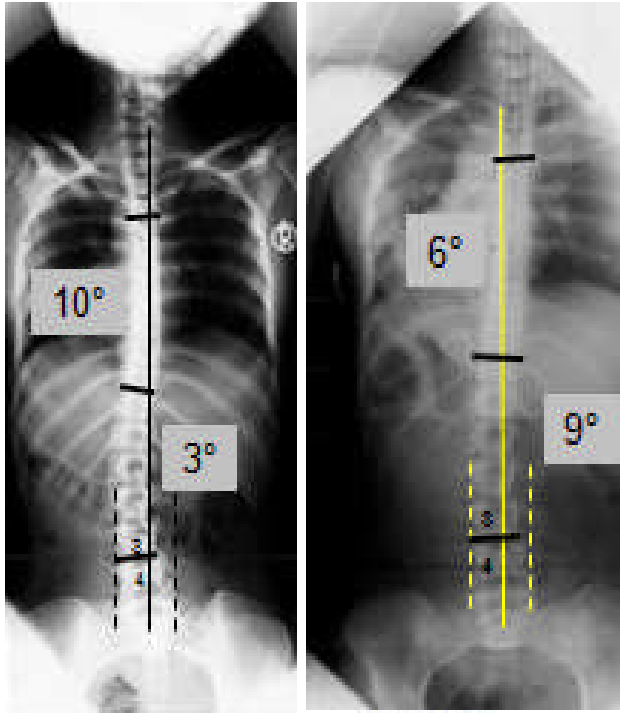
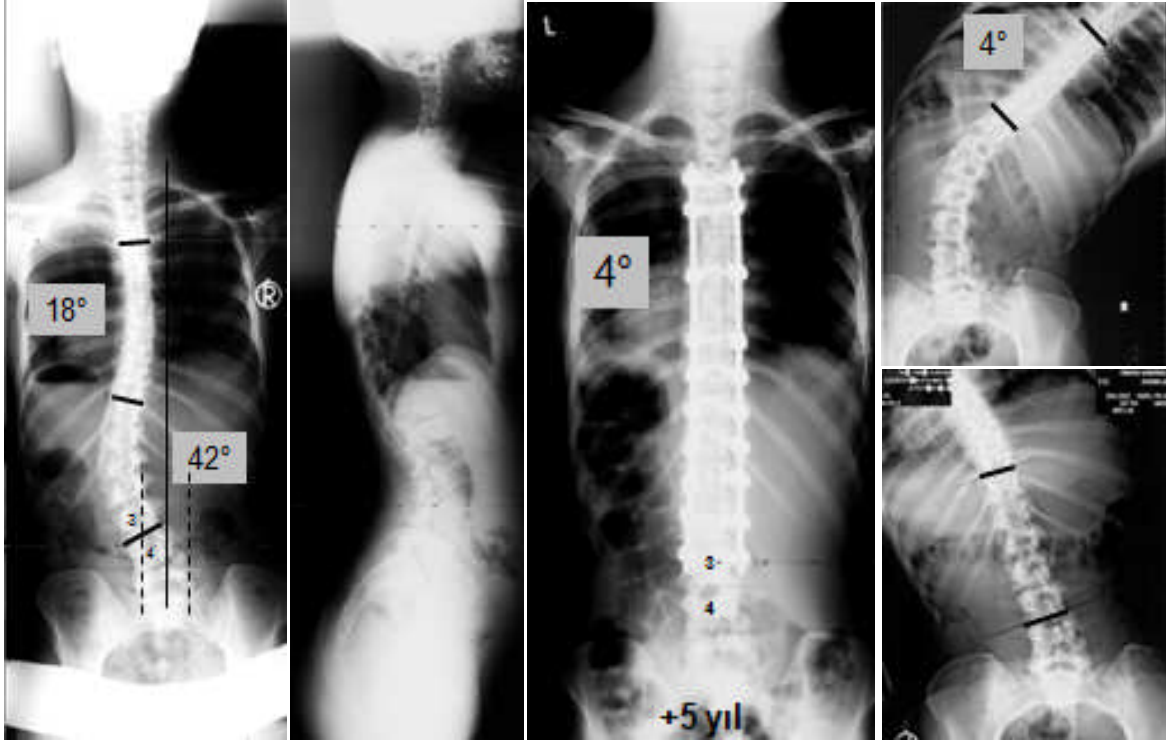
Şekil 16: Olgu örneği 1. 13 yaşında bayan hasta. Lenke tip 6C. T3-L3 arası posterior enstrümantasyon yapılmış. 2 yıllık takip grafileri görülmektedir.





Şekil 18: Olgü örneği 3. 12 yaşında bayan hasta. Lenke tip 5C. T4-L3 arası posterior enstrümantasyon yapılmış. 2,5 yıllık takip grafileri görülmektedir.

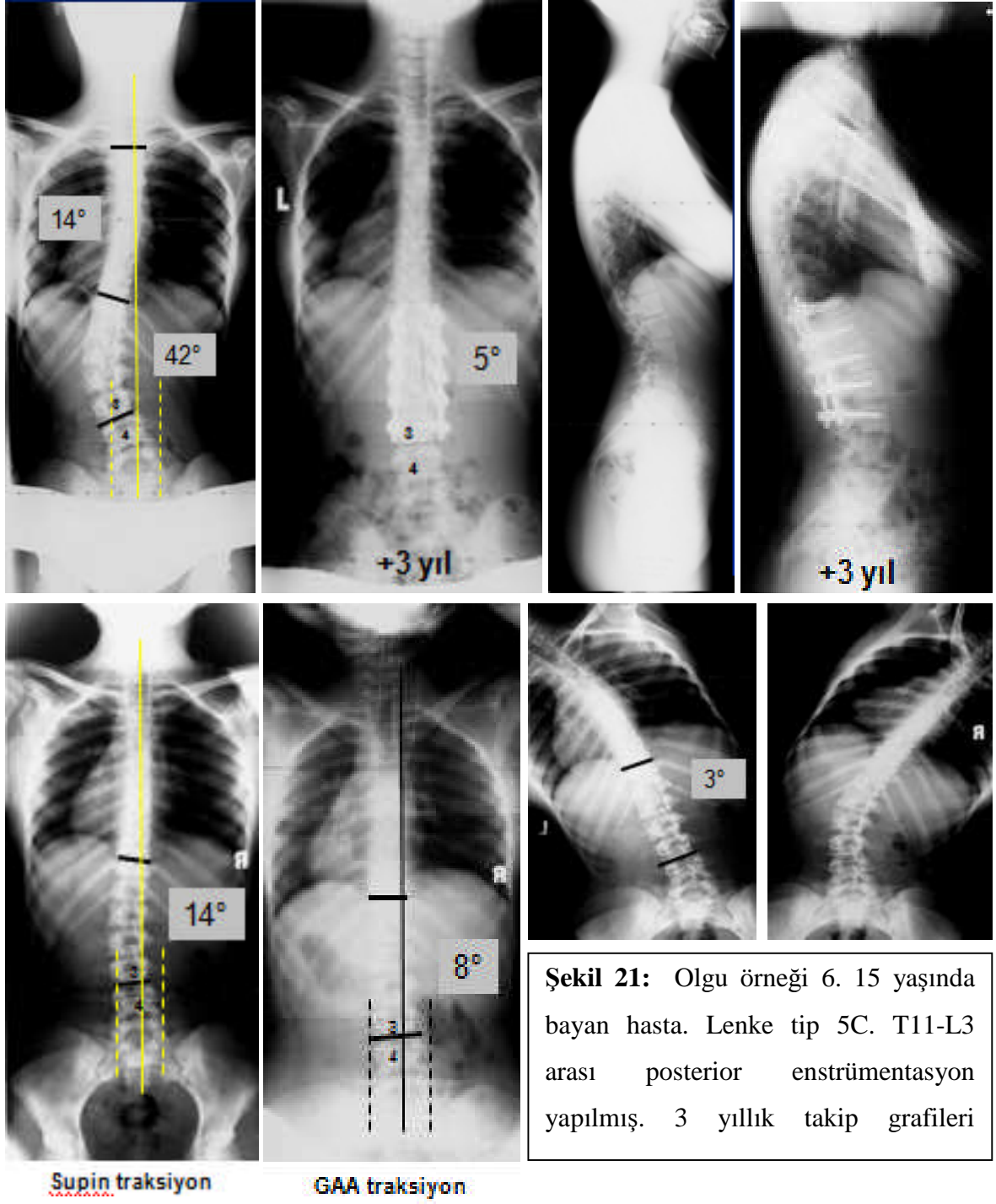


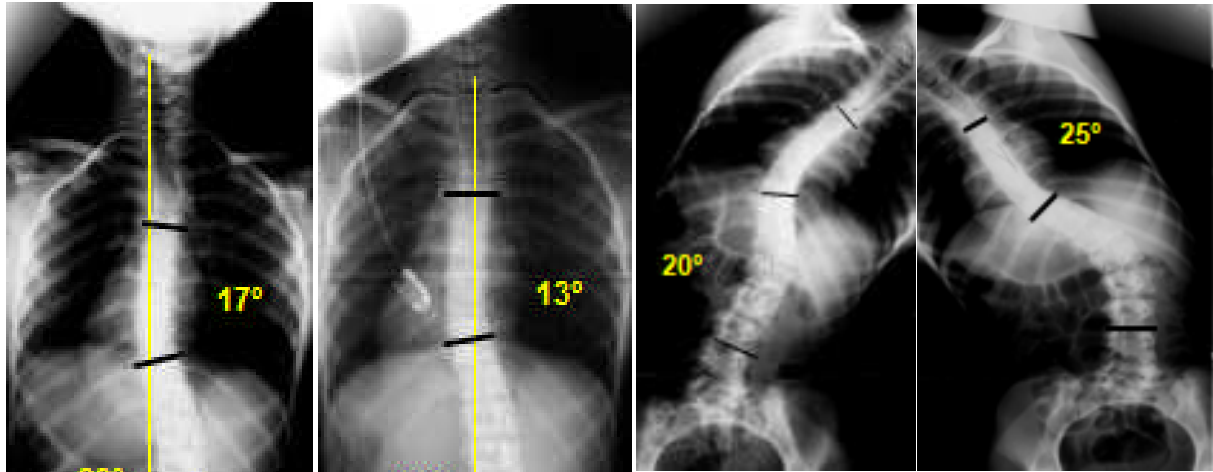
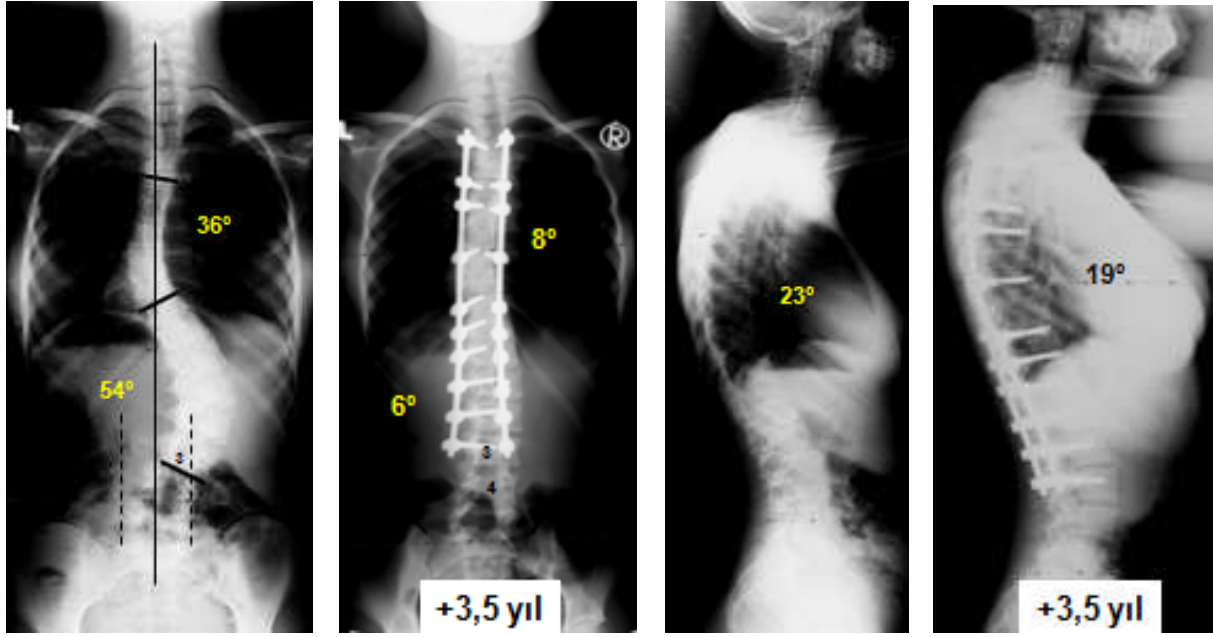


Supin traksiyon

GAA traksiyon

Şekil 20: Olgu örneği 5. 18 yaşında bayan hasta. Lenke tip 5C. T4-L3 arası posterior enstrümantasyon yapılmış. 5 yıllık takip grafileri görülmektedir.

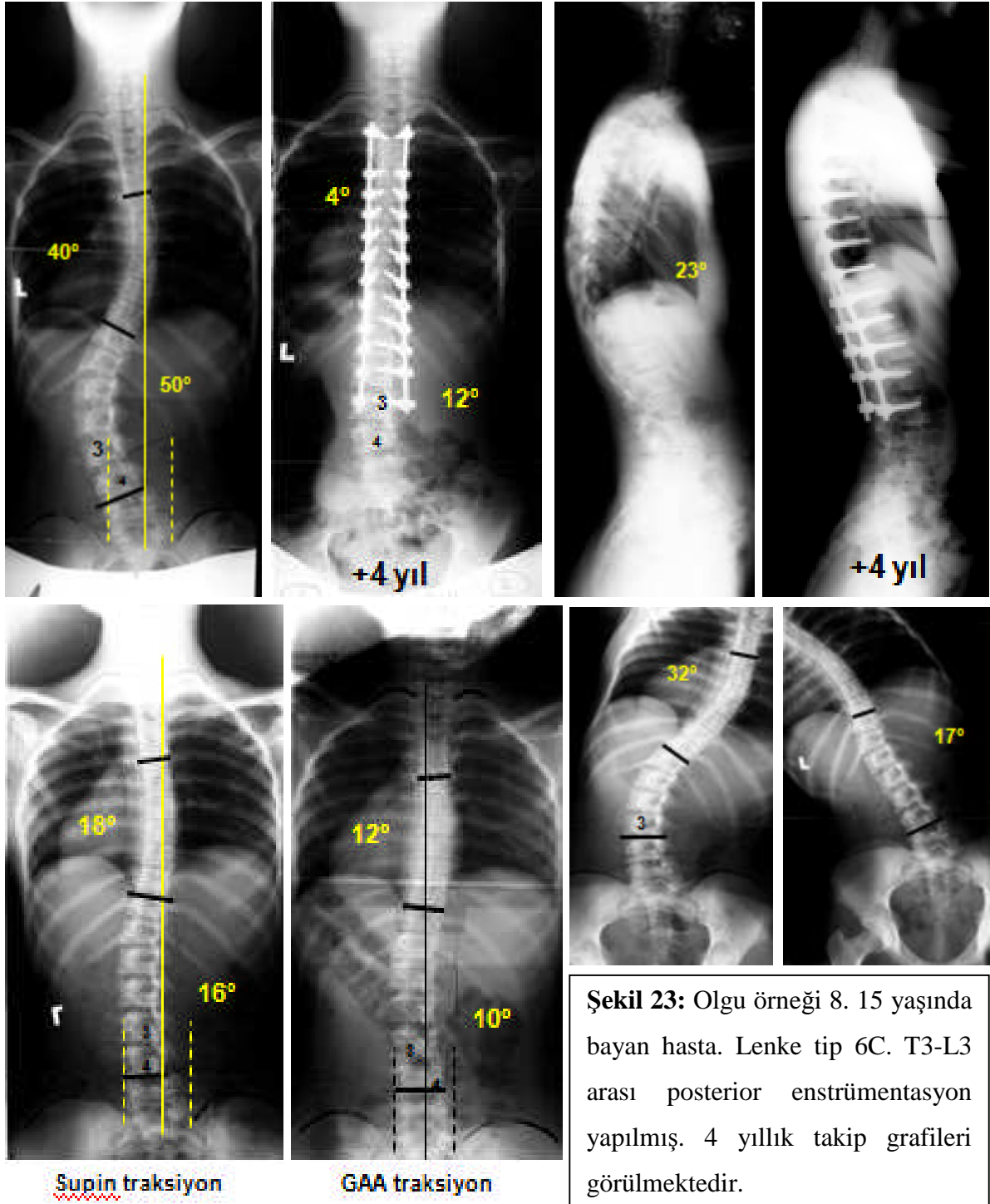


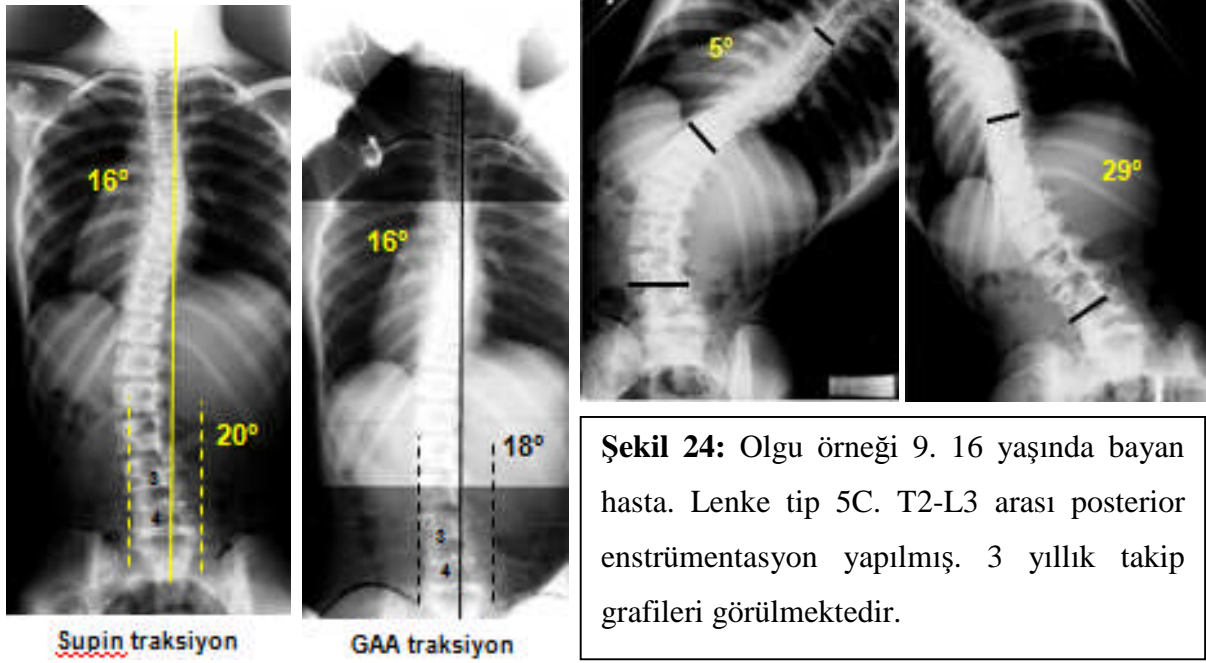
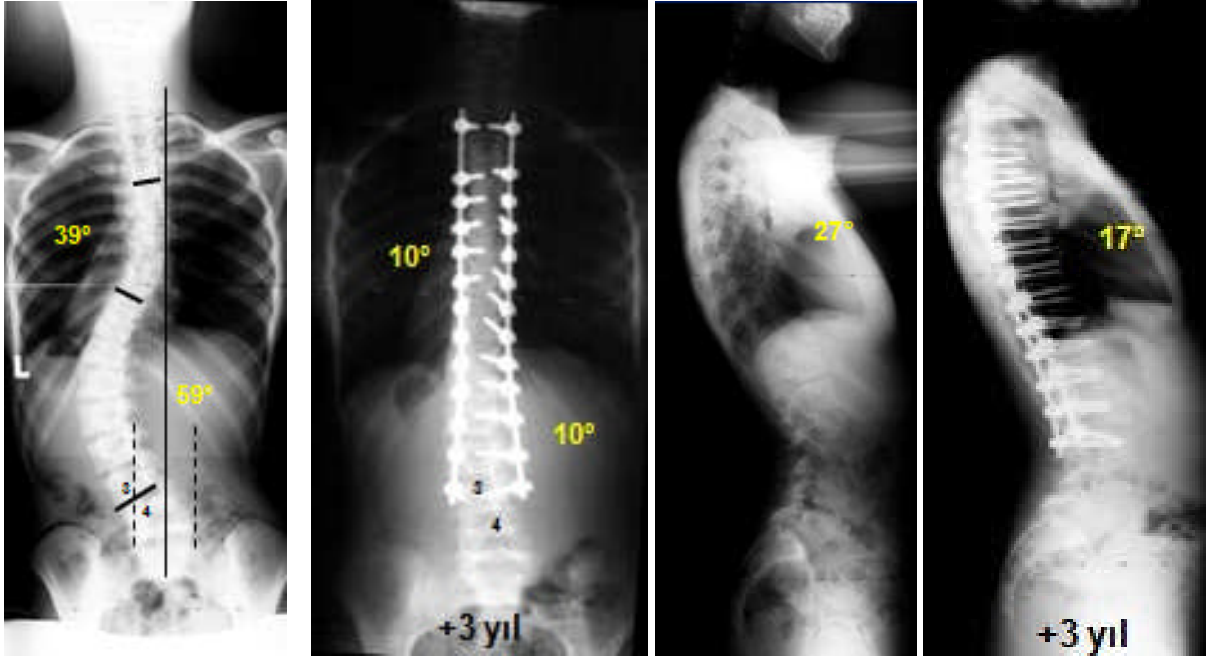


Şupin traksiyon

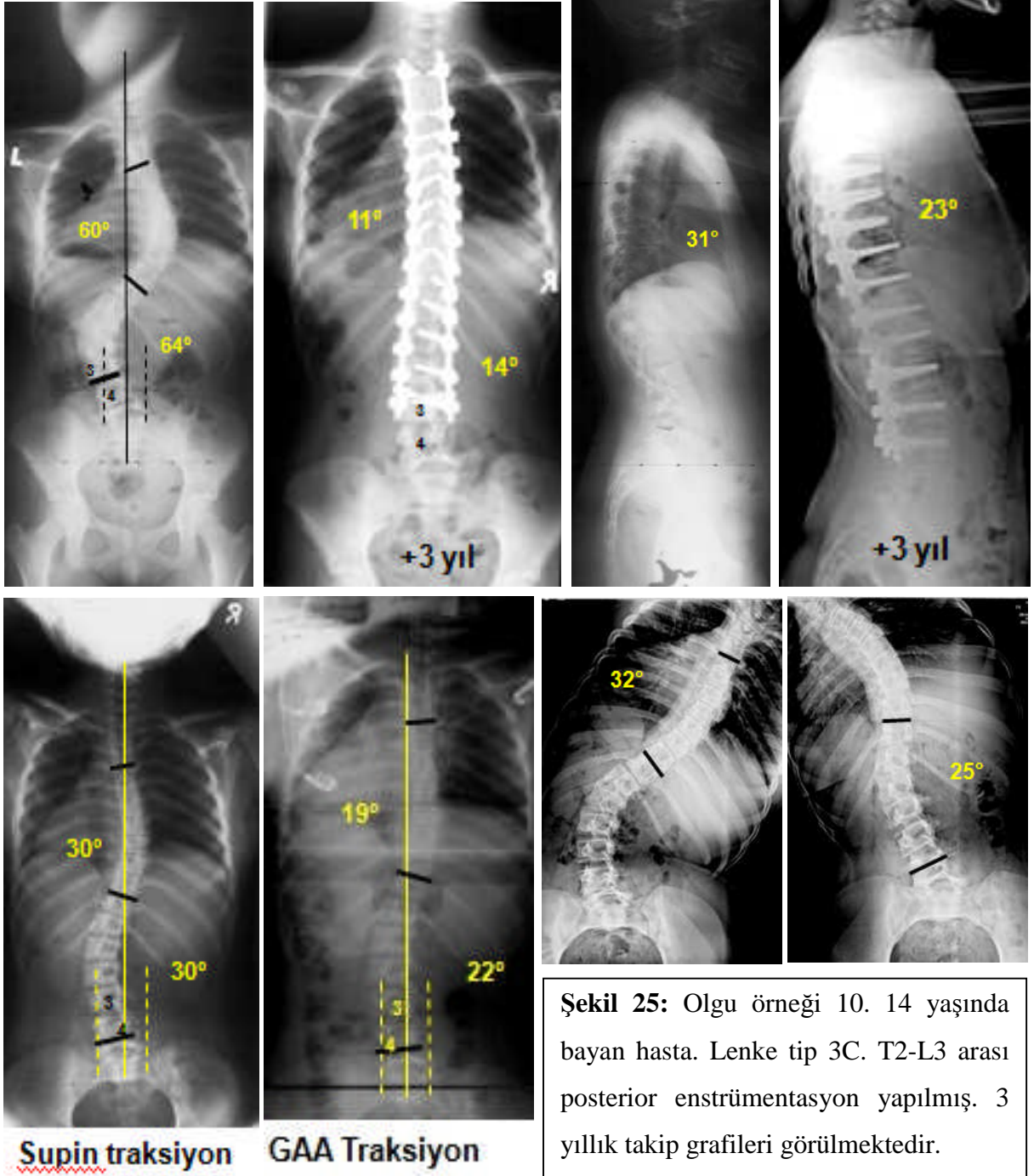
GAA traksiyon

Şekil 22: Olgu örneği 7. 15 yaşında bayan hasta. Lenke tip 3C. T3-L3 arası posterior enstrümantasyon yapılmış. 3.5 yıllık takip grafileri görülmektedir.





Şekil 24: Olgu örneği 9. 16 yaşında bayan hasta. Lenke tip 5C. T2-L3 arası posterior enstrümantasyon yapılmış. 3 yıllık takip grafileri görülmektedir.



Şekil 25: Olgu örneği 10. 14 yaşında bayan hasta. Lenke tip 3C. T2-L3 arası posterior enstrümantasyon yapılmış. 3 yıllık takip grafileri görülmektedir.

6 . TARTIŞMA

Skolyoz cerrahisinde preoperatif planlama, bir dizi zor karar vermeyi gerektiren, karmaşık bir süreçtir. Amaç; deformite miktarını azaltıp, eğriliğin ilerlemesini durduracak yeterli füzyonu sağlarken, aynı zamanda stabil, iyi dengelenmiş bir omurga elde etmektir. Bu nedenle planlama yapılırken cerrah, bir çok faktörü göz önünde bulundurmalıdır. Bunlar; hastanın özellikleri (eğriliğin şekli, dengesi, fleksibilitesi, nörolojik durum, matürite, kalan büyüme potansiyeli, vb.), enstrümanın özellikleri (enstrüman tipi, kullanılacak vida ve/veya çengellerin yeri, sayısı, enstrümante edilecek segmentler, rotların boyu ve şekli, enstrümantasyon sırasındaki manevralar, vb.) ve diğer cerrahi ihtiyaçları (transfüzyon, kemik greftlemesi, spinal kord monitörizasyonu, postoperatif ağrı kontrolü) olarak sıralanabilir.

İdiopatik skolyoz tanısı konan bir hastada cerrahi tedavi kararı alındıktan sonra önemli olan nokta spinal füzyon yapılacak sahanın belirlenmesidir. Her ne kadar idiyopatik skolyoz cerrahisinin uygulamaları ile ilgili pek çok yayın bulunsa da bunlardan çok azı spesifik olarak füzyon sahasının seçimi veya bu kararın nasıl verildiği ile ilgilidir.

Proksimal füzyon seviyesinin tayini klinik denge, stabilite ve omuz dengesi açısından önemli ise de torasik bölgedeki rölatif hareket azlığı nedeni ile füzyon kitlesinin proksimalinde komşu segment dejenerasyonu çok daha az görülmektedir. Oysa lomber bölge gövde ağırlığını taşıması ve çok hareketli olması nedeni ile komşu segment dejenerasyonunun ve ek cerrahi müdahale ihtiyacının sıklıkla görüldüğü bir bölgedir. Bu nedenle distalde kalan hareketli segment sayısını artırmak amacı ile daha kısa füzyon yapılması önemlidir⁽¹⁾. Literatürde füzyon sonrası AİS hastalarının incelendiği en uzun takipli seri Danielson ve Nachemson^(109,110) tarafından rapor edilmiştir. Harrington rod sistemi ile ameliyat edilen 156 AİS hastası incelenmiş ve ortalama 23 yıllık takip sonunda eğer füzyon L3 veya üzerinde sonlandırılırsa enstrümantasyonun distalinde lomber dejeneratif disk değişiklikli oranını %20.5, füzyon L4'e uzatıldığında ise %32.4 olarak rapor etmişlerdir. Danielson ve ark.⁽¹¹¹⁾ Harrington rod sistemi ile opere ettikleri 32 AİS hastasına ortalama 25 yıllık takip sonunda yaptıkları MRI incelemesinde; distalde bir veya iki füzyonsuz diski bulunan bu hasta grubunda kontrol grubuna göre anlamlı derecede disk dejenerasyonunda artış ($p<0.0001$), disk yüksekliğinde azalma ($p=0.0010$) ve end plate değişiklikleri (hem üst hem altta, $p<0.0001$) tespit edilmiştir. Balderson ve ark.⁽¹¹²⁾ 14 hasta ile yaptıkları prospektif çalışmada adolesan idiyopatik skolyoz hastalarına preop ve postop 3. yılda MRI tetkiki yapmışlar ve füzyonun bir veya iki seviye altındaki disklerde %2-34 disk aralığında daralma, %5-54 T2 sekansında sinyal azalması, %0-34 herniye nukleus pulposus ve füzyon sahasının bir seviye altında sinyal değişikliği ile anlamlı korelasyonu olan bel veya bacak ağrısı saptamışlar ve sonuç olarak

hasta ve yakınlarına ameliyat öncesi mutlaka ilerde oluşabilecek distal segment dejenerasyonu ile ilgili bilgi verilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Distalde hareketli segment sayısını artırmak amaçlanırken postoperatif dekompanasyon, gövde dengesizliği ve füzyon yapılmayan sahadaki eğriliğin progrese olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır^(2,3,4,5). İdeal olarak füzyonun distal ucu lomber hareketli segmentlerin korunması için mümkün olduğunca proksimalde ve gövde imbalansına yol açmayacak kadar distalde olmalıdır. Özellikle çift major veya major torakolomber/lomber eğriliklerde olduğu gibi enstrümantasyonun hem torasik hem lomber eğriliği içermesi gereken durumlarda füzyon distalde genellikle L4 çok nadir olarak da L3 seviyesinde sonlandırılabilir. L3 ile L4 arasındaki seçim birçok zorluklar içermektedir. Bu konudaki genel kanı kabul edilebilir spinal dengenin füzyon distalde stabil vertebrayı içerdiği zaman elde edilebileceği yönündedir. Stabil vertebra CSVL tarafından kesilen vertebradır. Nötral vertebra genellikle stabil vertebranın hemen proksimalindeki vertebradır. Nötral terimi nötral rotasyonu ifade etmektedir. Bu nedenle füzyon genellikle hem proksimal hem de distalde stabil vertebrada sonlanmalıdır⁽¹¹³⁾. King'e göre stabil vertebra CSVL'nin bisekte ettiği vertebradır. Ancak üç boyutlu korreksiyon sağlayan implantların geliştirilmesinden sonra Lenke stabil vertebrayı CSVL'nin temas ettiği vertebra olarak kabul etmiştir. Klasik füzyon kriterlerine göre lomber bölgeye inilen füzyonlarda distal segmentin CSVL çizgi tarafından bisekte edilmesi, pelvise paralel olması ve Harrington stabil zonunda olması gereklidir.

Literatürde farklı eğrilik tiplerine değişik füzyon seviyeleri önerilmekle birlikte birçok otör füzyon sahasının belirlenmesi kararını ayakta AP grafiden, supin bending grafiden, fulcrum grafisinden ve traksiyon grafisinden elde ettikleri bulgulara göre vermektedirler.

Klasik olarak King Tip 1 eğriliklerde T4-L4 arası füzyon ve King Tip 4 eğriliklerde füzyonun distalde L4 de durdurulması önerilmektedir. Lenke ve ark.^(6,7), ise Lenke Tip 5C eğriliklerde daha fazla hareketli segment korunması için anterior cerrahi, Lenke Tip 6C eğriliklerde ise santral sakral vertikal çizginin kestiği en proksimal seviyede distal füzyonu sonlandıracak şekilde posterior cerrahi önermişlerdir.

Bridwell⁽¹¹³⁾ eğer global ve rejyonel denge temin edilebiliyorsa füzyonun distalde L3'te durdurulabileceğini bildirmiştir. Global denge C7'den aşağıya çizilen koronal çizginin sakrumu kesmesi ve postoperatif omuzların relatif olarak paralel olmasıdır. Rejyonel denge ise bu koşullarda L3'ün sakruma paralel olması, nötral rotasyonda olması ve CSVL tarafından kesilmesidir. Eğer sonuçta L3'te tilt varsa, CSVL'nin solundaysa ve rotasyonluysa füzyonun distalde L3'te durdurulması iyi bir seçim olmadığı görüşündedir.

Bazı otörler füzyon sahasının seçimini ayakta grafiler kullanarak yapmışlardır. Butte⁽¹¹⁴⁾ sadece ayakta grafiler kullanılarak füzyon sahasının end vertebraları içermesi gerektiğini belirtmiştir. Moe⁽⁶²⁾ ve Goldstein⁽¹¹⁵⁾ füzyonun üst nötral vertebradan alt nötral vertebraya kadar yapılmasını önermişlerdir. Harrington⁽¹¹⁶⁾ füzyonun alt ucunun kendi tanımladığı Harrington stabil zonunda kalması gerektiğini söylemiştir. King ve ark.⁽¹⁰⁷⁾ ise stabil vertebranın füze edilmesini önermişlerdir.

Diğer bazı otörler de yana eğilme grafilerini kullanarak füzyon seviyesinin belirlenmesini önermişlerdir. Shufflebarger⁽¹¹⁷⁾ füzyon sahasının seçimi için eğilme grafilerinin kullanımını tanımlamıştır. Füzyonun distalde eğilme grafisinde nötralize olan disk aralığının üzerine kadar yapılmasını önermiştir. Bu vertebra aynı zamanda HSZ içinde kalmalıdır. Ancak özellikle segmental pedikül vida sistemleri gibi güncel segmental spinal enstrümantasyon sistemleri ile supin pozisyonadaki bending grafileri ile öngörülenden daha iyi korreksiyon elde edilebilmektedir. Harrington rod sistemi ile ortalama %50 olan cerrahi korreksiyon oranı çengeller, çengel ve pedikül vidalarının birlikte kullanıldığı hibrid sistemler ve sadece pedikül vidaları ile segmental enstrümantasyon sistemlerinin geliştirilmesi ile oldukça artmıştır⁽¹¹⁸⁾.

Bending grafilerine göre daha az olmakla birlikte bazı merkezlerde traksiyon grafileri postoperatif korreksiyon miktarını önceden tahmin edebilmek için kullanılmaktadır. Moe⁽⁶²⁾ traksiyon grafilerinin büyük dereceli eğriliklerde düzelebilirliğini göstermek amacı ile önermiştir. Lonstein⁽⁶³⁾ ise aktif eğilme grafileri mümkün olmadığı için nöromusküler hastalığı olan vakalarda kullanımını önermiştir. Glassman⁽¹¹⁹⁾ zor vakalarda optimum füzyon sahasının belirlenebilmesi için traksiyon ve eğilme grafilerinin birlikte kullanılması gerektiğini belirtmiştir. Geleneksel olarak traksiyon grafileri daha çok nöromusküler skolyoz veya mental retarde hastalardaki gibi bending grafilerinin çekilmesinin mümkün olmadığı hastalarda kullanılmaktadır⁽¹²⁰⁾.

Füzyona dahil edilmesi gereken lomber eğriliği olan hastalarda eğer bending grafilerde L3'te minimal aksiyel rotasyon varsa (grade 0-1 arası), tilt derecesi 10-15 arasında ise ve ters bending grafide L3 pelvise paralel hale geliyorsa füzyon L3'te sonlandırılabilirle birlikte bazen bending grafilerde çok fazla residüel L3 rotasyonu kalmaktadır. Bu da füzyonun L3'te sonlandırılmasında tereddüte neden olmaktadır.

Bizim önemle üzerinde durduğumuz konu traksiyon grafisi, özellikle genel anestezi altında çekildiğinde L3 rotasyonunda daha iyi korreksiyon sağlamak ve füzyonun bu seviyede sonlandırılmasında cerrahi cesaretlendirmektedir. Cerrahinin hemen öncesinde genel anestezi altında çekilen traksiyon grafilerinin hem eğriliğin fleksibilitésinin analizinde

optimal bir metod olarak, hem de cerrahi korreksiyona eğriliğin cevabını öngörmek için kullanılması önerilmektedir⁽⁶⁴⁾. GAAT grafisi en önemli avantajları adale spazmı ve hasta uyum problemi olmadan gerçek fleksibilitayı göstermesi, hasta veya yakınlarının kooperasyonuna ihtiyaç duyulmaması, eğrilik fleksibilitesi ve global dengenin çok daha iyi analiz edilebilmesi ve nöromuskuler hastalıklar veya mental retarde hastalarda rahatça kullanılabilmesidir. Uygulanan gücün standardize edilememesi ve artmış X ışınına maruz kalınması ise dezavantajlarıdır.

GAAT grafileri; yana eğilme, fulcrum ve supin traksiyon grafilerine göre proksimal torasik ve ana torasik eğriliklerin fleksibilitesini tayin etmede daha üstündür. Özellikle 65 derecenin üzerindeki ana torasik eğriliklerde istatistiksel olarak daha değerlidir. 65 derecenin altındaki torakolomber ve lomber eğriliklerde yana eğilme grafileri ile eşit değerde olmasına rağmen 65'in üzerindeki eğriliklerde eğilme grafilerine göre daha korrektiftir.

Hamzaoğlu ve ark. 1999-2007 arasında GAAT grafisi çekilerek cerrahi kararı verdikleri 586 hastayı analiz etmişlerdir. Buna göre 70 derecenin üzerinde eğriliği olan hastalarda eğer eğrilik derecesi GAAT grafisinde 50-55'nin altında ise pedikül vida sistemi ile sadece posterior cerrahi yeterlidir. GAAT grafisinde 50-55'den fazla eğriliği olan ve eğrilik fleksibilitesi %30-40 olan hastalara ise intraoperatif halofemoral traksiyon ile posterior cerrahi uygulanmalıdır. GAAT grafisinde 50-55 dereceden fazla eğriliği olan ve eğrilik fleksibilitesi %30-40'ın altında olan hastalar posterior veya anterior – posterior kombine, apikal vertebra rezeksiyonu ile tedavi edilmelidirler. Bu analizin en önemli sonucu GAAT grafisi sayesinde ciddi AIS'un cerrahi tedavisinde anterior gevşetmeye nadiren ihtiyaç duyulmasıdır. 586 hastalık grupta 65 dereceden fazla eğriliği olan 98 hastadan 67'si yana eğilme grafilerine bakılarak karar verildiğinde anterior cerrahiye ihtiyaç göstermesine rağmen GAAT grafileri sayesinde hepsi posterior cerrahi ile korrekte edilmiş ve dekompanasyon veya eğrilikte artışa rastlanmamıştır⁽¹²¹⁾.

GAAT grafisi omuz dengesinin restorasyonu için füzyonun proksimal seviyesinin belirlenmesinde de çok faydalıdır. Ayrıca özellikle nöromuskuler skolyozlarda preop grafilerde pelvik tilti olan hastaların spinopelvik fiksasyona ihtiyaç duyup duymayacaklarını tayin etmede çok yardımcıdır.

Bu çalışmada; hastaların üçte birinde ayakta AP grafide CSVL L3'e temas etmemekte iken bending ve traksiyon grafileri ve özellikle genel anestezi altında çekilen traksiyon grafisinde L3'ün pelvise paralel hale geldiği, rotasyonunun 1-2 grade azaldığı ve CSVL tarafından bisekte edildiği görüldü. Bu hastalarda füzyonu distalde L3'te durdurma kararı daha tereddütsüz verilebilmektedir. Hastaların üçte ikisinde ise CSVL L3'e temas etmediği

gibi bending grafilerde de L3'ün pelvise paralel olmadığı, ters bending grafilerde 10 dereceden fazla tiltinin olduğu ve L3 rotasyonunun devam ettiği, kısaca stabil vertebranın L4 olduğu görüldü. Bu hastalara çekilen genel anestezi altında traksiyon grafilerinde L3'ün pelvise paralel hale geldiği, CSVL'nin L3'ü kestiği veya temas ettiği ve L3'ün %75'den fazlasının Harrington'un stabil zonu içinde kaldığı görüldü. Bu sebeple bu hastalarda da GAAT grafilerinden elde edilen verilere dayanarak L3'te durma kararı verilebilmiştir.

Bu bulgular ışığında Lenke tip 3C, 5C ve 6C AIS hastalarında ayakta AP grafide CSVL'nin L3'e temas etmediği, L3'ün HSZ'na girmediği, ters bending grafilerde pelvise paralel olmadığı ve rotasyonunun devam ettiği, yani klasik yöntemlerle enstrümentasyonun distalde L4 vertebrada sonlandırılması gereken olgularda bile GAAT grafisinde;

- L3 vertebra CSVL tarafından kesiliyorsa,
- L3 vertebranın en az %75'i HSZ içinde kalıyorsa,
- L3 vertebra pelvise paralel oluyorsa,
- L3 vertebra tilti 10 dereceden azsa,
- L3 vertebra axial rotasyonu 1-2 grade azalıyorsa

enstrümentasyonun L3'te sonlandırılabilceği görülmüştür.

Gereci oluşturan 108 hastanın minimum 24, ortalama 42 aylık takiplerinde dekompanasyon olmaması, füzyon yapılmamış sahada eğrilikte artış olmaması ve gövde dengesizliği oluşmaması, bu kriterlerin L3'te durma konusunda güvenilir ve efektif olduğunu göstermiştir.

7. SONUÇ

Spinal füzyon seviyesinin tayini idiopatik skolyozda cerrahi korreksiyonun postoperatif sonuçlarını etkileyen en önemli faktör olarak görülmektedir^(115,122). Füzyon sahasının yanlış seçilmesi, major veya kompensatuar eğriliğin az veya fazla korreksiyonu, eğriliğin stabilizasyonunda başarısızlık, füzyon yapılmayan sahada eğriliğin progresyonu, gövde dengesizliği ve dekompanseasyonla sonuçlanabilir. Bu komplikasyonları en aza indirmek için kabul edilmiş geleneksel füzyon kuralları, major eğrilikteki tüm vertebraların füzyona dahil edilmesini ve füzyon kitlesinin stabil bir tabanda oturmasını temin etmek için distalde stabil vertebraya kadar füzyonun uzatılmasını önermektedir⁽¹⁰⁷⁾. Ancak füzyon kitlesinin üzerine oturması gereken “stabil” taban, özellikle GAAT grafilerinin eğriliğin fleksibilitesi ve global dengenin daha iyi değerlendirilebilmesine olanak sağlaması ve skolyotik deformitenin daha güçlü derotasyonel korreksiyonunun yapılabilirdiği pedikül vida sistemlerinin kullanılması ile birlikte tartışmalı hale gelmiş, füzyonun stabil vertebradan daha proksimalde sonlandırılabilirdiği konusunda soru işaretlerine neden olmuştur.

Bizim çalışmamızda da açıkça görüldüğü gibi Lenke tip 3C, 5C, 6C AİS vakalarının cerrahi tedavisinde yüksek derotasyon gücüne sahip her segmente pedikül vidası uygulaması ile birlikte GAAT grafisinde

- 1) L3 vertebra CSVL tarafından kesiliyorsa,
- 2) L3 vertebranın en az %75'i HSZ içinde kalıyorsa,
- 3) L3 vertebra pelvise paralel ise,
- 4) L3 vertebra tilti 10 dereceden az ise,
- 5) L3 vertebra axial rotasyonu 1-2 grade azalıyorsa,

distalde füzyon seviyesini L4 yerine L3 vertebrada sonlandırılarak fazladan bir hareketli segment kazanılması mümkündür.

8 . KAYNAKLAR

1. Cochran T, Irstam L, Nachemson A. Long-term anatomic and functional changes in patients with adolescent idiopathic scoliosis treated by Harrington rod fusion. *Spine* 1983; 8: 576-84.
2. Arlet V, Marchesi D, Papin P, *et al.* Decompensation following scoliosis surgery: Treatment by decreasing the correction of the main thoracic curve of "letting the spine go." *Eur Spine J* 2000; 9: 156-60.
3. Bridwell KH, McAllister JW, Betz RR, *et al.* Coronal decompensation produced by Cotrel–Dubousset "derotation" maneuver for idiopathic right thoracic scoliosis. *Spine* 1991; 16: 769-77.
4. Lenke LG, Betz RR, Bridwell KH, *et al.* Spontaneous lumbar curve coronal correction after selective anterior or posterior thoracic fusion in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 1999; 24: 1663-71.
5. Lenke LG, Bridwell KH, Baldus C, *et al.* Cotrel–Dubousset instrumentation for adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 1992; 74: 1056-67.
6. Lenke LG, Betz RR, Harms J, *et al.* A new and comprehensive classification system of adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 2000; 83: 1169-81.
7. Lenke LG, Betz RR, Haher TR, *et al.* Multisurgeon assessment of surgical decision-making in adolescent idiopathic scoliosis. Curve classification, operative approach, and fusion levels. *Spine* 2001; 26: 2347-53.
8. Kane WJ. Scoliosis prevalence: a call for a statement of terms. *Clin Orthop Relat Res.* 1977;(126):43-6.
9. Hollinshead. Anatomy of the spine. *J Bone Joint Surgery* 47A:209, 1965.
10. King AB. Functional anatomy of the lumbar spine. *Orthopaedics* 6:1588, 1983.
11. Luque ER. Anatomy of the scoliosis and its correction. *Clin Orthop* 105:198, 1984.
12. Roaf R. The basic anatomy of scoliosis. *J Bone Joint Surgery* 48A:786, 1966.
13. 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; pp 41-47.
14. Galante JO. Tensile properties of the human annulus fibrosus. *Acta Orthop Scand Supp*, 100, 1967.
15. Klausen K. The form and function of the loaded human spine. *Acta Physiol Scand* 65:176, 1965.
16. Miller JAA, Haderspeck KA, Schultz AB. Posterior element loads in lumbar motion segments. *Spine* 8:331, 1893.
17. Moll JMH, Wright V. Normal range of the spinal mobility. *Ann Rheum Dis* 30:381, 1971.
18. Thaczuk H. Tensile properties of human lumbar longitudinal ligaments. *Acta Orthop Scand Supp*, 115, 1968.
19. Wu H, Ya OR. Mechanical behaviour of the human annulus fibrosus. *J Biomech* 9:1, 1976.
20. Frymoyer JW, Frymoyer WW, Wilder DG et al. The mechanical and kinematic analysis of the lumbar spine in normal living human subjects in vivo. *J Biomech* 12:165, 1979.
21. Lorenz M, Patwardhan A, Vanderby R. Load bearing characteristics of lumbar facets in normal and surgically altered spinal segments. *Spine* 8:122, 1983.

22. Moe JH. Historical aspects of scoliosis. In: Moe's Textbook of Scoliosis and Other Spinal Deformities. Eds: Bradford DS et al, WB Saunders Company, Philadelphia, 2nd ed, 1987; pp 1-6.
23. Panjabi MM, White AA. Basic biomechanics of the spine. *Neurosurgery* 7:76, 1980.
24. Pope MH, Wilder DH et al. Experimental measurement of vertebral motion under load. *Orthop Clin North Am* 8:155, 1977.
25. Posner I, White AA et al. A biomechanical analysis of clinical stability of the lumbar and lumbosakral spine. *Spine* 7:374, 1982.
26. Putti V. On new conceptions in the pathogenesis of sciatis pain. *Lancet* 2:53, 1927.
27. Yettram AL, Jackman MJ. Equilibrium analysis for the forces in the human spinal column and its musculature. *Spine* 5:402, 1980.
28. Goldstein L.A., Waugh T.R.: Classification and terminology of scoliosis. *Clin OrthopRelat Res.* 1973;(93):10-22
29. Herring JA. Tachdjian's pediatric orthopaedics. W.B. Saunders Company. Third edition. 2002; Vol. 1:213.
30. Wynne-Davies R. Familial (idiopathic) scoliosis. A family survey. *J Bone JointSurg Br.* 1968;50(1):24-30.
31. Rogala EJ, Drummond DS, Gurr J. Scoliosis: incidence and natural history. A prospective epidemiological study. *J Bone Joint Surg Am.* 1978;60(2):173-6.
32. Lowe TG, Edgar M, Margulies JY, Miller NH ve ark. Etiology of idiopathic scoliosis:current trends in research. *J Bone Joint Surg Am.* 2000;82-A(8):1157-68.
33. Riseborough EJ, Wynne-Davies R. A genetic survey of idiopathic scoliosis in Boston, Massachusetts. *J Bone Joint Surg Am.* 1973;55(5):974-82.
34. Kesling KL, Reinker KA. Scoliosis in twins. A meta-analysis of the literature and report of six cases. *Spine.* 1997;22(17):2009-14.
35. Echenne B, Barneon G, Pages M, Caillens JP ve ark. Skin elastic fiber pathology and idiopathic scoliosis. *J. Pediat. Orthop.* 1988; 8: 522-528.
36. Oegema TR, Jr., Bradford DS, Cooper KM, Hunter RE. Comparison of the biochemistry of proteoglycans isolated from normal, idiopathic scoliotic and cerebral palsy spine. *Spine.* 1983; 8: 378-384.
37. Taylor TKF, Ghosh P, Bushnell GR. The contribution of the intervertebral disk to the scoliotic deformity. *Clin. Orthop.*1981;156:79-90.
38. Harrington PR. The etiology of idiopathic scoliosis. *Clin. Orthop.* 1977;126: 17-25.
39. Bylund P, Jansson E, Dahlberg E, Eriksson E. Muscle fiber types in thoracic erector spinae muscles. Fiber types in idiopathic and other forms of scoliosis. *Clin. Orthop.* 1987;214: 222-228.
40. Yarom R, Robin GC, Gorodetsky R. X-ray fluorescence analysis of muscles in scoliosis. *Spine.* 1978;3:142-145.53
41. Yekutieli M, Robin GC, Yarom R. Proprioceptive function in children with adolescent idiopathic scoliosis. *Spine.* 1981;6: 560-566.

42. Yarom R, Robin GC. Studies on spinal and peripheral muscles from patients with scoliosis. *Spine*.1979;4:12-21.
43. Low WD, Chew EC, Kung LS, Hsu LCS ve ark. Ultrastructures of nerve fibers and muscle spindles in adolescent idiopathic scoliosis. *Clin. Orthop*. 1983;174:217-221.
44. Ford DM., Bagnall KM, Clements CA, McFadden KD. Muscle spindles in the paraspinal musculature of patients with adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 1988;13: 461-465.
45. Kindsfater K, Lowe T, Lawellin D, Weinstein D ve ark. Levels of platelet calmodulin for the prediction of progression and severity of adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am*. 1994;76(8):1186-92.
46. Yamada K, Yamamoto H, Nakagawa Y, Tezuka A ve ark. Etiology of idiopathic scoliosis. *Clin Orthop Relat Res*. 1984;(184):50-7.
47. Cheng JC, Guo X, Sher A.H, Chan YL ve ark. Correlation between curve sensitivity, somatosensory evoked potentials, and magnetic resonance imaging in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 1999;24: 1679-1684.
48. Gupta P, Lenke LG, Bridwell KH. Incidence of neural axis abnormalities in infantile and juvenile patients with spinal deformity. Is a magnetic resonance image screening necessary? *Spine*.1998;23: 206-210.
49. Nissinen M, Heliovaara M, Seitsamo J, Poussa M. Trunk asymmetry, posture, growth, and risk of scoliosis. A three-year followup of Finnish prepubertal school children. *Spine*.1993;18: 8-13.
50. Misol S, Ponseti IV, Samaan N, Bradbury JT. Growth hormone blood levels in patients with idiopathic scoliosis. *Clin. Orthop*.1971;81: 122-125.
51. Lenke LG, Betz RR, Harms J, Bridwell KH ve ark. Adolescent idiopathic scoliosis: a new classification to determine extent of spinal arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am*.2001;80A:1169–81.
52. Stagnara P. *Spinal deformity*. Ed. Butterworth & Co. Ltd. Somerset, 1988, pp:1-86, 185-287, 299-325.
53. Leatherman KD, Dickson RA. *The managemant of spinal deformities*. Wright company, London, 1st Ed, 1988, pp:1-104, 433-460.
54. Lonstein JE. Patient Evaluation. In: *Moe's Textbook of Scoliosis and Other Spinal Deformities*. Eds: Bradford DS et al, WB Saunders Company, Philedelphia, 2nd ed, 1987; pp 41-46.
55. Tachdjian MO. *Pediatric orthopaedics*. WB Saunders Company, Philedelphia, 2nd ed, 1990; pp 2265-2379.
56. Calliet R. *Scoliosis: Diagnosis and Management*. Philedelphia, Davis, 1979.
57. Ashworth MA, Ersil AV. The measurement of rib hump inclination. *Orthop Trans* 5:33, 1981.
58. Lespargot A, Grossiord A. Fleksibility of scoliosis. What does it mean? *J Bone Joint Surg* 63A:168, 1981.
59. Luke MJ, McDonell EJ. Congenital heart disease and scoliosis. *J Pediatr* 73:725, 1968.
60. Hooper G. Congenital dislocatrion of the hip in infantil idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 62A:447, 1980.

61. Drummond D, Ranallo F, Lonstein J, Brooks HL, Cameron J. Radiation hazards in scoliosis management. *Spine*. 1983;8:741-8.
62. Moe JH. Methods of correction and surgical technique in scoliosis. *Orthop Clin North Am* 1972; 3: 17-48.
63. Lonstein JE. Patient evaluation. In: Bradford DS, Moe JH, Lonstein JE, et al, eds. *Moe's Textbook of Scoliosis and Related Deformities*. 2nd ed. Philadelphia: WB Saunders, 1987: 47-88.
64. Hamzaoglu A, Talu U, Tezer M, *et al*. Assessment of curve flexibility in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2005; 30: 1637-42.
65. Morrissy RT, Goldsmith GS, Hall EC, Kehl D ve ark. Measurement of the Cobb angle on radiographs of patients who have scoliosis. Evaluation of intrinsic error. *J Bone Joint Surg Am*. 1990;72(3):320-7.
66. Rhee JM, Bridwell KH, Won DS, Lenke LG, Chotigavanichaya C, Hanson DS. Sagittal plane analysis of adolescent idiopathic scoliosis: the effect of anterior versus posterior instrumentation. *Spine*. 2002. 1;27(21):2350-6.
67. Liljenqvist U, Lepsien U, Hackenberg L, Niemeyer T, Halm H. Comparative analysis of pedicle screw and hook instrumentation in posterior correction and fusion of idiopathic thoracic scoliosis. *Eur Spine J*. 2002;11(4):336-43.
68. Kuklo TR, Potter BK, Lenke LG. Vertebral rotation and thoracic torsion in adolescent idiopathic scoliosis: what is the best radiographic correlate? *J Spinal Disord Tech*. 2005;18(2):139-47.
69. Perdriolle R, Vidal J. Thoracic idiopathic scoliosis curve evolution and prognosis. *Spine*. 1985;10(9):785-91.
70. Perdriolle R, Vidal J. Morphology of scoliosis: three-dimensional evolution. *Orthopedics*. 1987;10(6):909-15.
71. Aaro S, Dahlborn M. Estimation of vertebral rotation and the spinal and rib cage deformity in scoliosis by computer tomography. *Spine*. 1981;6(5):460-7.
72. Ho EK, Upadhyay SS, Chan FL, Hsu LC, Leong JC. New methods of measuring vertebral rotation from computed tomographic scans. An intraobserver and interobserver study on girls with scoliosis. *Spine*. 1993;18(9):1173-7.
73. Weinstein SL. Adolescent idiopathic scoliosis prevalence and natural history. *Instr Course Lect* 38:115, 1989.
74. Risser JC, Ferguson AB. Scoliosis: Its prognosis. *J Bone Joint Surg* 18:667, 1936.
75. Risser JC. The iliac apophysis: An invaluable sign in the management of scoliosis. *Clin Orthop* 2:111, 1958.
76. Lonstein JE, Carlson JM. Prediction of curve progression in untreated idiopathic scoliosis during growth. *J Bone Joint Surg* 66A:1061, 1984.
77. Peterson LE, Nachemson AL. Prediction of progression of curve in girls who have adolescent idiopathic scoliosis of moderate severity. *J Bone Joint Surg* 77A:823, 1995.
78. Albanese S. Idiopathic scoliosis: etiology and evaluation; natural history and nonsurgical management. In Richards B (ed). *Orthopaedic Knowledge Update-Pediatrics*. Rosemont, IL, AAOS, 1996:97.

79. Lonstein JE, Winter RB. The Milwaukee brace for the treatment of adolescent idiopathic scoliosis: a review of one thousand and twenty patients. *J Bone Joint Surg Am.* 1994;76(8):1207-21.
80. Emans JB, Kaelin A, Bancel P, Hall JE, Miller ME. The Boston bracing system for idiopathic scoliosis. Follow-up results in 295 patients. *Spine.* 1986;11(8):792-801.
81. Chase AP, Bader DL, Houghton GR. The biomechanical effectiveness of the Boston brace in the management of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine.* 1989;14(6):636-42.
82. Olafsson Y, Saraste H, Soderlund V, Hoffsten M. Boston brace in the treatment of idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop.* 1995;15(4):524-7.
83. DiRaimondo CV, Green NE. Brace-wear compliance in patients with adolescent idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop.* 1988;8(2):143-6.
84. Federico DJ, Renshaw TS. Results of treatment of idiopathic scoliosis with the Charleston bending orthosis. *Spine.* 1990;15(9):886-7.
85. Price CT, Scott DS, Reed FE Jr, Riddick MF. Nighttime bracing for adolescent idiopathic scoliosis with the Charleston bending brace. Preliminary report. *Spine.* 1990;15(12):1294-9.
86. Katz DE, Richards BS, Browne RH, Herring JA. A comparison between the Boston brace and the Charleston bending brace in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine.* 1997;22(12):1302-12.
87. Nachemson AL, Peterson LE. Effectiveness of treatment with a brace in girls who have adolescent idiopathic scoliosis. A prospective, controlled study based on data from the Brace Study of the Scoliosis Research Society. *J Bone Joint Surg Am.* 1995;77(6):815-22.
88. Bridwell KH. Surgical treatment of idiopathic adolescent scoliosis. *Spine.* 1999;24(24):2607-16.
89. Weinstein SL, Ponseti IV. Curve progression in idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am.* 1983;65(4):447-55.
90. Foster MR. A functional classification of spinal instrumentation. *Spine J.* 2005;5(6):682-94.
91. Luque ER. Segmental spinal instrumentation for correction of scoliosis. *Clin Orthop Relat Res.* 1982;(163):192-8.
92. Cotrel Y, Dubousset J, Guillaumat M. New universal instrumentation in spinal surgery. *Clin Orthop Relat Res.* 1988;227:10-23.
93. Lowenstein JE, Matsumoto H, Vitale MG, Weidenbaum M et al. 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(4):448-52.
94. Gaines RW Jr. The use of pedicle-screw internal fixation for the operative treatment of spinal disorders. *J Bone Joint Surg Am.* 2000;82-A(10):1458-76.
95. Dick W. The "fixateur interne" as a versatile implant for spine surgery. *Spine.* 1987;12(9):882-900.
96. Roy-Camille R, Saillant G, Mazel C. Internal fixation of the lumbar spine with pedicle screw plating. *Clin Orthop Relat Res.* 1986;(203):7-17.
97. Hamill CL, Lenke LG, Bridwell KH, Chapman MP, Blanke K, Baldus C. The use of pedicle screw fixation to improve correction in the lumbar spine of patients with idiopathic scoliosis. Is it warranted? *Spine.* 1996;21(10):1241-9.

98. Suk SI, Lee CK, Kim WJ, Chung YJ, Park YB. Segmental pedicle screw fixation in the treatment of thoracic idiopathic scoliosis. *Spine*. 1995;20(12):1399-405.
99. Krag MH, Beynon BD, Pope MH, DeCoster TA. Depth of insertion of transpedicular vertebral screws into human vertebrae: effect upon screw-vertebra interface strength. *J Spinal Disord*. 1988;1(4):287-94.
100. An HS, Singh K, Vaccaro AR, Wang G, Yoshida H, Eck J, McGrady L, Lim TH. Biomechanical evaluation of contemporary posterior spinal internal fixation configurations in an unstable burst-fracture calf spine model: special references of hook configurations and pedicle screws. *Spine*. 2004;29(3):257-62.
101. Kuklo TR, Potter BK, Polly DW, Lenke LG. Monoaxial versus multiaxial thoracic pedicle screws in the correction of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 2005;30(18):2113-20.
102. Betz RR, Harms J, Clements DH 3rd, Lenke LG, Lowe TG et al. Comparison of anterior and posterior instrumentation for correction of adolescent thoracic idiopathic scoliosis. *Spine*. 1999;24(3):225-39.
103. Dobbs MB, Lenke LG, Kim YJ, Luhmann SJ, Bridwell KH. Anterior/posterior spinal instrumentation versus posterior instrumentation alone for the treatment of adolescent idiopathic scoliotic curves more than 90 degrees. *Spine*. 2006;31(20):2386-91.
104. Coonrad RW, Murrell GAC et al. A logical coronal pattern classification of 2000 consecutive idiopathic scoliosis cases based on the SRS defined apical vertebra. *Proc SRS 32nd Annual Meeting*, 1997.
105. Winter RB, Lonstein JE. Idiopathic scoliosis: In *The Spine*, eds Herkowitz HN, Garfin SR, 3rd ed, Philadelphia, WB Saunders, pp:373, 1992.
106. 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.
107. King HA, Moe JH, Bradford DS, Winter RB. Selection of fusion levels in thoracic idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 65A: 1302-13, 1983.
108. Richards BS, Herring JA, Johnston CE, Birch JG, Roavh JW. Treatment of adolescent idiopathic scoliosis using Texas Scottish-Rite Hospital instrumentation. *Spine* 19:1598-1605, 1994.
109. Danielson AJ, Nachemson AL. Back pain and function 23 years after fusion for adolescent idiopathic scoliosis: A case control study-part I. *Spine* 2003;28:2078-86.
110. Danielson AJ, Nachemson AL. Back pain and function 23 years after fusion for adolescent idiopathic scoliosis: A case control study-part I. *Spine* 2003;28:E373-83.
111. Danielsson AJ, Cederlund CG, Ekholm S, Nachemson AL. The prevalence of disc aging and back pain after fusion extending into the lower lumbar spine. *Acta Radiol*. 2001 Mar; 42(2):187-97.
112. Balderston RA, Albert TJ, McIntosh T, Wong L, Dolinskas C. Magnetic resonance imaging of lumbar disc changes below scoliosis fusions. *Spine*. 1998 Jan 1;23(1):54-8.
113. Bridwell KH. Selection of instrumentation and fusion levels for scoliosis: where to start and where to stop. *J Neurosurg (Spine 1)* 2004; 1: 1-8.
114. Butte FL. Scoliosis treated by the wedging jacket: Selection of the area to be fused. *J Bone Joint Surg* 1938; 20: 1-22.
115. Goldstein LA. The surgical management of scoliosis. *Clin Orthop* 1964;35:95-115.

116. Harrington PR. Technical details in relation to the successful use of instrumentation in scoliosis. *Orthop Clin North Am* 1972; 3: 49-67.
117. Shufflebarger HL. Comparison of supine versus erect bending radiographs for correction of coronal and axial deformities in idiopathic scoliosis. Presented at the 27th annual meeting of the Scoliosis Research Society, Kansas City, Missouri, September 23, 1992
118. Canale ST. *Campbell's operative orthopaedics*. Tenth edition 2003; pp 1781-1807.
119. Glassman SD. Hook pattern selection in the treatment of spinal deformity. *Spine: State of the Arts Reviews* 1992;6:331-46.
120. Polly DW, Sturm PF. Traction versus supine side bending. Which technique best determines curve flexibility? *Spine* 1998; 23: 804-8.
121. Hamzaoglu A, Ozturk C, Tonbul M, Saka G, Enercan M, Kara AN. The role of traction radiographs taken under general anesthesia in surgical decision making of treatment of adolescent idiopathic scoliosis. 15th International Meeting on Advance Spine Techniques, Hong kong. July 8-11,2008.
122. Suk S, Lee SM, Chung ER, *et al*. Determination of distal fusion level with segmental pedicle screw fixation in single thoracic idiopathic scoliosis. *Spine* 2003; 28: 484-91.