

T.C.
S.B. İSTANBUL EĞİTİM VE
ARAŞTIRMA HASTANESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ KLİNİĞİ
KLİNİK ŞEFİ: Doç. Dr. Mustafa CANIKLIOĞLU

**PROGRESİF ERKEN BAŞLANGIÇLI
SKOLYOZLARIN TEK VE ÇİFT GROWING
(UZATILABİLİR) ROD TEKNİĞİ İLE
TEDAVİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI, SPİNAL
BÜYÜMEYE VE AKCİĞER GELİŞİMİ ÜZERİNE
ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dr. Yunus ATICI

**Ortopedi ve Travmatoloji
Uzmanlık Tezi**

İSTANBUL - 2010

ÖNSÖZ

Tez konusu olarak seçmiş olduğum konuda yardımcı olan; tezimin tümünün hazırlanmasında ve oluşmasında katkı sağlayan; asistanlığım döneminde mesleki yaşamda tecrübe, deneyim ve değerli bilgilerini bizimle paylaşan; ortopedi ve travmatolojiyi bize sevdiren ve teorik ve pratik olarak öğreten aynı zamanda da öğrenmemizde her türlü desteğini esirgemeyen değerli tez danışmanım ve klinik şefimiz Doç. Dr. Mustafa CANIKLIOĞLU'na teşekkür ederim.

Rotasyonlarımı yaptığım Genel Cerrahi Klinik Şefi Doç. Dr. Acar EREN, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Klinik Şefi Doç. Dr. Nil Sayiner ÇAĞLAR ve Anestezi ve Reanimasyon Klinik Şefi Doç. Dr. Emine ÖZYUVACI'ya teşekkür ederim.

Tıp mesleğini seçmemi sağlayan; yaşamla ilgili fikirlerimin oluşmasında bilgisini aktaran ve yönlendiren; dürüstlüğü, insan, yaşam ve vatan sevgisini aşıl原因an; çalışma yaşamıyıda katkı sağlayan ve örnek olan canım anneme teşekkür ederim. Annemle birlikte her konuda yanımda olan ve özellikle her sıkıntılı olduğum dönemlerde destek olan, yetiştiren, emek harcayan değerli babama teşekkür ederim.

Asistanlık döneminde klinik, cerrahi bilgisi yanında yaşam tecrübesiyle bana katkıda bulunan, her türlü sıkıntılarımı dinleyen, yönlendiren, yeri gelince arkadaşlık yapan değerli uzmanımız Dr. Murat MERT'e teşekkür ederim.

Dr. Mahmut KARAMEHMETOĞLU'a, Dr.Yusuf ÖZTÜRKMEN'e, Dr. İlhan AÇIKGÖZ'e, Dr.Ali VOLKAN ÖZLÜK'e, Dr.Onat ÜZÜMCİGİL'e, Dr. Erhan MUMCUOĞLU'a, Dr. Ahmet DOĞAN'a Dr. Ali BAYMAN'a Dr. Serkan ÇAĞAN'a asistanlık döneminde uzman olmamda klinik ve cerrahi bilgileriyle emek harcayan değerli uzmanlarıma teşekkür ederim.

Asistanlık dönemimde çalışmış olduğum değerli asistan doktor arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Tez fotoğraflarımın ve filmlerimin çekimini yapan Doğan Adkovayçin'e teşekkür ederim.

Asistanlık süresince çalışmış olduğum servis, ameliyathane, poliklinik ile acilde görev yapan hemşirelere ve personellere teşekkür ederim.

Öğretim yaşamımda bugünlere gelmemde katkı sağlayan herkese ve ülkeye teşekkür ederim.

Dr.Yunus ATICI

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	I
İÇİNDEKİLER.....	II
KISALTMALAR.....	V
TABLO LİSTESİ.....	VI
ŞEKİL LİSTESİ.....	VII
RESİM LİSTESİ.....	IX
ÖZET	XI
SUMMARY	XIII
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. EMBRİYOLOJİ	3
3. İMMATÜR VERTEBRA, TORAKS VE AKCİĞER GELİŞİMİNİN ÖZELLİKLERİ	9
4. İMMATÜR VERTEBRA DEFORMİTELERİNİN YÖNETİMİNDE BÜYÜME MODÜLASYONU	15
4.1. Büyüme modülasyonunun temel prensipleri	15
4.2. Spinal büyüme modülasyonunun deneysel uygulamaları	15
4.3. Spinal büyüme modülasyonunun klinik uygulamaları	17
5. ERKEN BAŞLANGIÇLI SKOLYOZUN YÖNETİMİ.....	19
5.1. Erken başlangıçlı skolyoz tanımının tarihçesi	19
5.2. Giriş.....	19
5.3. Etiyoloji	20
5.4. Genetik	22
5.5. Klinik Değerlendirme	23
5.6. Radyolojik Değerlendirme	25

6. ERKEN BAŞLANGIÇLI SKOLYOZUN TEDAVİSİ.....	30
6.1. CERRAHİ DIŞI TEDAVİ	32
6.2. CERRAHİ TEDAVİ	35
6.2.1. Füzyon.....	36
6.2.2. Uzatılabilir Rod Tekniği.....	39
6.2.2.1. Uzatılabilir (Growing) Rod Tekniğinin Tarihçesi.....	39
6.2.2.2. Uzatılabilir rod tekniğinin yönetimi.....	43
6.2.3. VEPTR (Vertical Expandable Prostacic Tıtyum Rib) Tekniği	66
6.2.4. SHILLA Tekniği	68
6.2.5. LUQUE TROLLEY Tekniği.....	70
6.2.6. STAPLING (Zımba) Tekniği	71
6.2.7. TETHERING (BAĞLAMA) Tekniği	73
7. GEREÇ VE YÖNTEM	74
7.1. Cerrahi gereç ve yöntem.....	74
7.2. Tedavi sonuçlarının değerlendirilme yöntemi (Eğriliklerin ölçümü, Korreksiyon, Spinal balans, Büyüme)	76
7.3. Füzyon uygulanan hastaların SRS-30 (scoliosis research society-30) formu ve Solunum fonksiyon testi (SFT) ile değerlendirilmesi	77
7.3.1. SRS-30 (scoliosis research society-30) formu.....	77
7.3.2. Solunum Fonksiyon Testi (SFT)	80
7.4. İstatiksel analiz yöntemi	81
8. BULGULAR VE SONUÇLAR.....	82
8.1. Hasta Bilgisi.....	82
8.2. Cerrahi Bilgi	84
8.3. Tedavi sonuçlarının değerlendirilmesi (Cobb açısı, Spinal balans, Korreksiyon, Büyüme, Komplasyonlar, İstatiksel analiz).....	87
8.3.1. Cobb açısı	87
8.3.2. Spinal balans.....	89
8.3.3. Korreksiyon	90

8.3.4. T1-S1 (torakal 1- sakral 1) Uzunluk (Büyüme).....	91
8.3.5. Komplikasyonlar	92
8.3.6. İstatiksel Analiz.....	93
9. FÜZYON UYGULANAN HASTA GRUBUNDA BULGULAR VE SONUÇLAR..	95
9.1. Final füzyon uygulanan hastaların klinik ve cerrahi bilgileri.....	95
9.2. Füzyon uygulanan hastaların komplikasyonları.....	99
9.3. Füzyona maruz kalan hastaların SRS-30 Formu ile değerlendirilmesi	101
9.4. Füzyona maruz kalan hastaların SFT (Solunum Foksiyon Testi) ile değerlendirilmesi	101
9.5. Füzyon olan hastaların istatiksel analizi	102
10. OLGULARIMIZDAN ÖRNEKLER.....	103
10.1. Olgu (U.A.).....	103
10.2. Olgu (S.B.).....	105
10.3. Olgu (B.E.)	106
10.4. Olgu (T.Y.).....	108
10.5. Olgu (Y.T.Ö.).....	109
10.6. Olgu (B.T.)	111
10.7. Olgu (F.Ö.).....	112
11. TARTIŞMA	114
12. SONUÇ.....	131
13. KAYNAKLAR	134

KISALTMALAR

VSD	: Ventriküler septal defekt
ASD	: Atriyal septal defekt
USG	: Ultrasonografi
RVAD	: Kostovertebral açı arasındaki fark
FDA	: Food and drug administration
C	: Servikal
T	: Torakal
L	: Lomber
S	: Sakral
SFT	: Solunum fonksiyon testi
SRS-30	: Scoliosis research society-30
FRC	: Fonsiyonel rezidüel kapasite
FEV1	: Zorlu ekspirasyonun 1. saniyesinde atılan volüm
CM	: Santimetre
MM	: Milimetre
BT	: Bilgisayarlı tomografi
VEPTR	: Vertikal ekspandabl prostatik titanyum rib
CC	: Sisi
DNA	: Deoksiribonükleikasit
CO	: Karbonmonoksit
MR	: Manyetik rezonans
NCC	: Nörosantral kartilaj
CTLSO	: Servikotorakolombosakral ortez
AP	: Anteroposterior
T1-S1	: Torakal 1-sakral 1
GR	: Gram

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1: Tüm hastaların demografisi	83
Tablo 2: Tüm hastaların demografisi	85
Tablo 3: Hastaların Uzatılabilir rod Sisteminin Ankor Yerleri, Ankor Tipleri ve Füzyon Seviyeleri	86
Tablo 4: Füzyon uygulanan hastaların demografisi	95
Tablo 5: Füzyona maruz kalan hastaların SRS-30 formu sorularına cevaplarından elde ettikleri puanlar	101
Tablo 6: Füzyona maruz kalan hastaların solunum fonksiyon testi sonuçları	102

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1: Embriyo 17.gün ve embriyo 21.gün.....	3
Şekil 2: A.18.günde paraksiyal mezoderm ve nöral plağın katlanmaya başlaması, B. Nöral tüp oluşmuş, somit çiftleri belirginleşmektedir.	4
Şekil 3: A.26. Günde skleratom ve dermatomyotom oluşumu. B. 28. Günde dermatom ve myotomda ayrışarak sklerotomla birlikte 3 farklı yapı oluşumu.	5
Şekil 4: A.4 haftalık embriyonun transvers kesiti, B. 4 haftalık embriyonun frontal kesitinde sklerotomda sıkıca toplanmış ve gevşekçe toplanmış mezenkimal hücrelerin görünümü, C.5 haftalık embriyonun transvers kesiti: notokord ve nöral tüp çevresindeki mezenkimal hücreler toplanarak mezenkimal vertebra taslağını oluşturması gözükmektedir, D. 5 haftalık embriyonun frontal kesiti: vertebra cismi oluşmuştur.notokord nükleus pulposus olarak devamlılığını sürdürmektedir.	6
Şekil 5: Omurga gelişim evreleri.....	7
Şekil 6: 0-15 yaş arası omurganın büyüme hızı	10
Şekil 7: Alveol sayısının büyüme ile ilişkisi.	11
Şekil 8: RVAD ölçümü	26
Şekil 9: Faz 1	27
Şekil 10: Faz 2	27
Şekil 11: Erken başlangıçlı skolyozun tedavi algoritması.....	31
Şekil 12: Tek rod enstrumantasyon tekniği.	47
Şekil 13: Uzatılabilir çift rod enstrumantasyon tekniği.....	48
Şekil 14: Sakropelvik Fiksasyon.	52
Şekil 15: Sakropelvik Fiksasyon.	53
Şekil 16: A. eğriliklerin cobb yöntemi ile ölçülmesi B. koronal dengenin belirlenmesi C. sagital dengenin belirlenmesi.....	77
Şekil 17: Grup 1 ve grup 2’de ki cinsiyet dağılımı	83
Şekil 18: Her iki gruptaki skolyozun etiyolojik dağılımı	84
Şekil 19: Her iki grupta proksimal torakal eğriliğin karşılaştırılması	87
Şekil 20: Her iki grupta ana torakal eğriliğin karşılaştırılması.....	88

Şekil 21: Her iki grupta lomber eğriliğın karşılaştırılması	88
Şekil 22: Her iki grupta kifoz ve lordoz değerlerinin karşılaştırılması	89
Şekil 23: Her iki grupta sagital ve koronal dengenin karşılaştırılması.....	90
Şekil 24: Her iki grupta T1-S1 uzunluğunun karşılaştırılması	91
Şekil 25: Her iki grupta T1-S1 komplikasyon oranlarının karşılaştırılma grafileleri	92
Şekil 26: Füzyon olan hastaların ortalama ana torakal eğriliklerindeki cobb açısı değişimi	96
Şekil 27: Füzyon olan hastaların ortalama T1-S1 arası uzunluk değişimi	98

RESİM LİSTESİ

Sayfa No

- Resim 1:** Uzatılabilir rod sisteminin kurulması ve distraksiyonu için gerekli aletler 46
- Resim 2:** Uzatılabilir tek rod enstrumantasyon sistemini oluşturan implantlar 47
- Resim 3:** Hasta B.E. Uzatılabilir çift rodlu dominolu sistemin yerleştirilmiş perioperatif resmi 48
- Resim 4:** Angel Macagno, Michael F. O'Brien, Nathan Lebowitz. Sakropelevik Fiksasyon. Surgery of the Pediatric Spine..... 54
- Resim 5:** **A.** Transvers konektör (domino) yerinin palpasyonla tespiti sonrası işaretlenmesi, **B.** Transvers konektöre bağlı proksimal rod vidalarının gevşetilmesi ve distraktörün yerleştirilmesi, **C.** Proksimal rod üzerinden distraktör ile uzatma (distraksiyon) uygulanması sonrası domino vidalarının sıkılması, **D.** İşlemin sonlandırılması 60
- Resim 6:** **A.** füzyon öncesi uzatılabilir tek rodun çıkarılması, **B.** poliaksiyal vidaların yerleştirilmesi sonrası, **C.** rodların yerleştirilmesi ve eğriliğin düzeltilmesi sonrası, **D.** posterior enstrumantasyona ek olarak grefonaj yapılması sonrası. 63
- Resim 7:** **A.** S.Y. da meydana gelen rod kırığı sonrası korreksiyon kaybı 65
- Resim 8:** **A.** skolyotik hastada akciğerlerin tomoğrafik görüntüsü **B.** makette VEPTR'nin yerleştirilmesi **C.** VEPTR'nin grafide görüntüsü 66
- Resim 9:** Shilla growing rod sistemi. 68
- Resim 10:** Rodun hareketini engellemeyen shilla poliaksiyal vida 68
- Resim 11:** Betz ve arkadaşlarının nitinol staple ile tedavi ettikleri bir vaka..... 72
- Resim 12:** Betz'in geliştirdiği 2'li ve 4'lü nitinol staple..... 72
- Resim 13:** Hasta B.T. Rod kırığı..... 100
- Resim 14:** Hasta S.Y. Rod kırığı..... 100
- Resim 15:** Hasta M.K. Üst hook dislokasyonu 100
- Resim 16:** Hasta S.Y. Üst hook dislokasyonu..... 100
- Resim 17:** Hasta U.A. Ameliyat öncesi ön ve yan grafi 104
- Resim 18:** Hasta U.A. Ameliyat sonrası ön ve yan grafi 104
- Resim 19:** Hasta U.A. Ameliyat öncesi arka ve yan fotoğraf 104
- Resim 20:** Hasta U.A. Ameliyat sonrası arka fotoğraf..... 104

Resim 21: Hasta S.B. Ameliyat öncesi ön ve yan grafi	105
Resim 22: Hasta S.B. 1.distraksiyon sonrası ön ve yan grafi	106
Resim 23: Hasta S.B. 2. distraksiyon sonrası ön ve yan grafi	106
Resim 24: Hasta B.E. Ameliyat öncesi ön ve yan grafi.....	107
Resim 25: Hasta B.E. Ameliyat sonrası ön ve yan grafi.....	107
Resim 26: Hasta B.E. Ameliyat öncesi arka ve yan fotoğraf.....	107
Resim 27: Hasta B.E. Ameliyat sonrası arka ve yan fotoğraf.....	107
Resim 28: Hasta T.Y. preoperatif ön ve yan grafi	108
Resim 29: Hasta T.Y. 1. distraksiyon sonrası ön ve yan grafi	108
Resim 30: Hasta T.Y. postfüzyon sonrası grafi	109
Resim 31: Hasta Y.T.Ö. Preoperatif ön ve lateral grafi	110
Resim 32: Hasta Y.T.Ö. 1. distraksiyon sonrası ön ve lateral grafi.....	110
Resim 33: Hasta Y.T.Ö. prefüzyon ön ve lateral grafi.....	110
Resim 34: Hasta Y.T.Ö. postfüzyon ön ve lateral grafi.....	110
Resim 35: Hasta B.T. Preoperatif ön ve lateral grafi	111
Resim 36: Hasta B.T. Distraksiyon sonrası ön ve lateral grafi	111
Resim 37: Hasta B.T. prefüzyon ön ve yan grafi.....	112
Resim 38: Hasta B.T. postfüzyon ön ve yan grafi	112
Resim 39: Hasta F.Ö. Preoperatif ön ve lateral grafi	113
Resim 40: Hasta F.Ö. Distraksiyon sonrası ön ve lateral grafi	113
Resim 41: Hasta F.Ö. Ameliyat öncesi arka ve yan fotoğraf.....	113
Resim 42: Hasta F.Ö. Ameliyat sonrası arka ve yan fotoğraf.....	113

ÖZET

Progresif Erken Başlangıçlı Skolyozların Growing (Uzatılabilir) Tek ve Çift Rod Tekniği ile Tedavilerinin Karşılaştırılması, Spinal Büyümeye ve Akciğer Gelişimi Üzerine Etkilerinin Değerlendirilmesi

Erken başlangıçlı skolyoz; küçük çocuklarda oluşan, birçok tanıya ve eğrilik tipini kapsayan skolyozlara verilen ortak addır. Erken başlangıçlı progresyon halindeki skolyozları tedavi etmediğimizde şiddetli kardiyopulmoner problemlerle karşılaşabiliriz.

Erken başlangıçlı skolyozlarda cerrahi tedavinin amacı; eğriliğin progresyonunu durdurmak, eğriliği düzeltmek, korreksiyonu korumak, vertebranın maksimum büyümesini sağlamak, vertebranın maksimum hareketli kalmasını sağlamak, akciğer ve toraksın gelişimine izin vermektir.

Uzatılabilir tek ve çift rod tekniği uyguladığımız hastaları prospektif olarak takip ettik. Eğriliğe, korreksiyona, aynı zamanda omurga ve akciğer gelişimi üzerinde etkilerine, oluşan ve oluşabilecek komplikasyonların çözümüne bakarak her iki tekniği birbirleri ile karşılaştırdık. Tek ile çift rod tekniklerinin birbirine olan üstünlüklerini araştırmayı amaçladık.

2004 ve 2010 yılları arasında ortalama cerrahiye başlama yaşı 7.7 yaş (aralık, 5-9) olan 15 sayıdaki progresif erken başlangıç skolyozlu hastaları posteriordan uzatılabilir rod tekniği ile İstanbul Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde opere ettik. 8 hastaya tek rod tekniğini (grup 1), 7 hastaya çift rod tekniğini (grup 2) uyguladık. Henüz 8 hastaya final füzyon uygulandı.

Radyografilerde sagittal ve koronal planda yer alan skolyoz, kifoz, lordoz, T1-S1 (torakal 1-sakral 1) uzunluğu, sagittal ve koronal balans ölçüldü. Cobb açıları, T1-S1 arası mesafe ve diğer ölçülen değerler dört farklı zamanda (preinitial-postinitial-prefinal füzyon-postfinal füzyon) yapılarak sonuçları karşılaştırıldı. Füzyon olan hastalar SFT (solunum fonksiyon testi) ve SRS-30 (scoliosis research society-30) ile değerlendirildi.

Grup 1 için; preinitial dönemde ortalama ana torakal skolyoz cobb açısı 61.3° (aralık, 45°-80°), postinitial dönemde ortalama 38.4° (aralık, 20°-66°) olarak, en son operasyonları sonrası ortalama 28° (aralık, 16°-59°) hesaplandı. Grup 2 için; preinitial dönemde ortalama ana torakal skolyoz cobb açısı 64.6° (aralık, 28°-114°), postinitial dönemde ortalama 33° (aralık, 12°-60°) olarak, en son operasyonları sonrası ortalama 28° (aralık, 15°-57°) hesaplandı.

Grup 1 için; başlangıç cerrahi sonrası (postinitial dönem) ana torakal eğrilikte ortalama korreksiyon % 37.4 (p<0.05) ve en son takiplerinde ortalama korreksiyon % 54.3 (p<0.05) olarak hesaplandı. Grup 2 için; başlangıç cerrahi sonrası (postinitial dönem) ana torakal eğrilikte ortalama korreksiyon % 48.9 (p<0.05) ve en son takiplerinde ortalama korreksiyon % 56.6 (p<0.05) olarak hesaplandı. Her iki grubun karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı.

Grup 1'de T1-S1 arası ortalama uzunluk 1.54 cm/yıl (aralık, 0.7-2) olarak hesaplandı. Grup 2'de T1-S1 arası ortalama uzunluk 2.33 cm/yıl (aralık, 1.7-4.5) olarak hesaplandı.

22 implant kaynaklı meydana gelen komplikasyonun 18'i (% 81) grup 1'de, 4'ü (% 19) grup 2 de meydana geldi. 8 implant dışı meydana gelen komplikasyonun 5'i (% 62.5) grup 1'de, 3'ü (% 37.5) grup 2'de meydana geldi.

Uzatılabilir rod kullanımı (tek rod veya çift rod) spinal deformite kullanımında faydalı ve spinal büyümeye izin veriyor. Çift rod tekniği tek roda göre; daha az komplikasyona sahip, daha çok stabil, balans kontrolü ve deformite kontrolü daha iyi, daha güçlü, T1-S1 mesafesini daha fazla arttırdığı yapılan çalışmalarda gösterilmiştir.

Son zamanlarda füzyonsuz cerrahi tekniklerin gelişimi tedavide başarılı sonuçlar sağlasada komplikasyonlarda ve nihayi operasyon sağlanana kadar birçok kez operasyon gerekmesi (tedavi periyodu çok uzun) tekniği daha ileri götürmek için araştırmalar hala devam etmektedir. Seri operasyon sonucunda infeksiyon ve implant yetmezlik riskleri artmaktadır. Uzatılabilir rod tekniği normal spinal büyümeye izin veriyor; spinal ve göğüs deformitesinin korreksiyonunu düzeltiyor ve koruyor gözükmektedir.

SUMMARY

15 patients (mean age at the time of surgery 7.7, range 5-9) with the diagnosis of progressive early onset scoliosis were operated using growing rod technique with posterior approach between 2004 and 2010 in İstanbul Education and Research Hospital, Department of Orthopedic Surgery and Traumatology. Single rod technique was used in 8 patients (group 1) and double rod technique in 7 (group 2). Final fusion was applied only in 8 patients until today.

Radiographical evaluations were made according to the scoliosis, kyphosis and lordosis in the sagittal and coronal planes, T1-S1 distance and sagittal and coronal balance. Cobb angles and T1-S1 distances were measured in four different time periods (preinitial-postinitial-prefinal fusion-postfinal fusion) and the outcomes were compared with each other. The patients who had underwent fusion operations were evaluated via pulmonary function testing (PFT) and SRS-30 (scoliosis research society-30).

Mean follow-up period was 3,15 years (range 2-4.8 years) in group 1 and 2,19 years (range 1.5-3.1 years) in group 2 ($p<0.05$). In group 1, mean major thoracal scoliosis cobb angle was 61.3° (range 45° - 80°) in the preinitial period whereas 38.4° (range 20° - 66°) in the postinitial period and 28° (range 16° - 59°) after their final operations. In group 2, mean major thoracal scoliosis cobb angle was $64,6^{\circ}$ (range 28° - 114°) in the preinitial period whereas 33° (range 12° - 60°) in the postinitial period and 28° (range 15° - 57°) after their final operations.

In group 1, correction in the major thoracal scoliosis was 37.4 % ($p<0.05$) in the postinitial period and 54.3 % in the final follow-up ($p<0.05$). In group 2, correction in the major thoracal scoliosis was 48.9 % ($p<0.05$) in the postinitial period and 56,6 % ($p<0.05$) in the final follow-up ($p<0.05$). The difference between the two group's results was statistically insignificant.

The mean T1-S1 distance was 1.54 cm/year (range 0.7-2 cm/year) in group 1 and 2.33 cm/year (range 1.7-4.5 cm/year) in group 2. 18 of 22 (81 %) complications due to implant were seen in group 1 and 4 (19 %) in group 2. 5 of 8 (62.5 %) complications which were not related with the implant use were seen in group 1 and 3 (37.5 %) in group 2.

The treatment of spinal deformities via growing rod technique allows spinal growth. It has been previously shown in the literature that when compared with single rod technique, dual rod technique has a lower complication rate, is much more stable, the achievement of spinal balance and handling the deformity is better and it provides a better lengthening of T1-S1 distance. Recently, surgical techniques without providing spinal fusion accommodate successful outcomes in the treatment, however, because of the higher rates in the complications and the need for several operations till the final operation (total time for the treatment is too long) further studies are obligatory for the development of the technique. As a result of this study, it seems that the use of growing rod technique allows spinal growth, provides and maintains corrections in spinal and thoracic deformities.

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Erken başlangıçlı skolyoz küçük çocuklarda oluşan ve birçok tanıya ve eğrilik tipini kapsayan skolyozlara verilen ortak addır. 8 yaşına kadar akciğer gelişimi devam ettiği için skolyozun erken yaşta oluşumu akciğerin gelişimini etkiler. Erken başlangıçlı progresyon halindeki skolyozları tedavi etmediğimiz zaman şiddetli kardiyopulmoner problemlerle karşılaşabiliriz.

Erken başlangıçlı skolyozlarda cerrahi tedavinin amacı; eğriliğin progresyonunu durdurmak, eğriliği düzeltmek, korreksiyonu korumak, vertebranın maksimum büyümesini sağlamak, vertebranın maksimum hareketli kalmasını sağlamak, akciğer ve toraksın gelişimine izin vermektir.

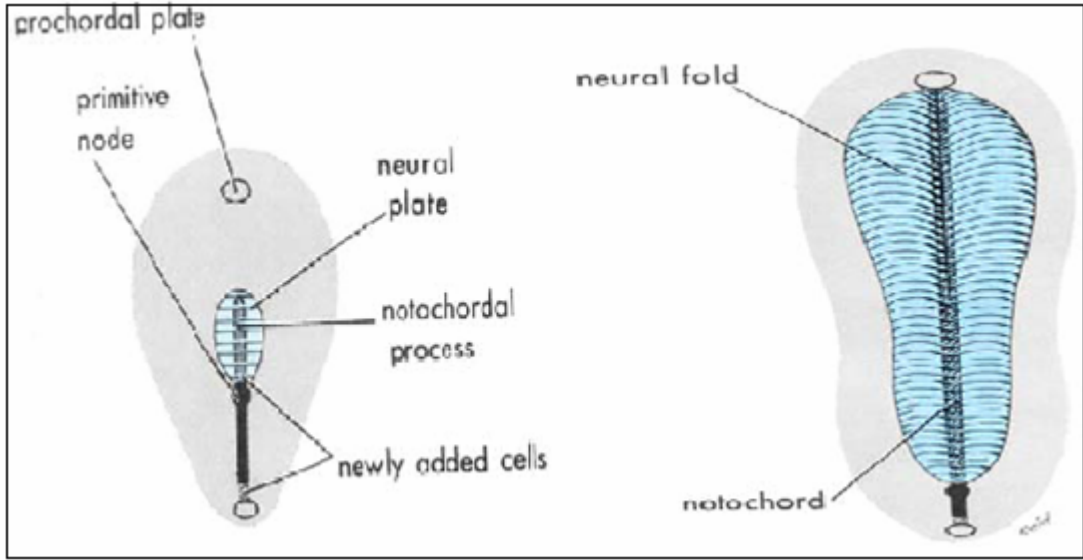
Son zamanlarda füzyonsuz cerrahi tekniklerin gelişimi erken başlangıçlı skolyozlarda tedavide başarılı sonuçlar sağlasada; komplikasyonlarda ve nihayi operasyon sağlanana kadar birçok kez operasyon gerekmesi (tedavi periyodu çok uzun) tekniği daha ileri götürmek için çalışmalara devam edilmektedir.

Uzatılabilir rod tekniği uyguladığımız hastaları prospektif takip ederek, tedavinin eğriliğin düzelmesinde ve korreksiyonun devamlılığında, aynı zamanda omurga ve akciğer gelişimi üzerinde etkinliği ile güvenilirliğindeki katkısında, oluşan ve oluşabilecek komplikasyonların çözümünde, tek rod ile çift rod tekniklerinin kullanımında hangi tekniğin daha üstün olduğunu değerlendirdik.

Bu çalışmadaki amacımız; progresif erken başlangıçlı skolyozların growing (uzatılabilir) tek ve çift rod tekniği ile tedavilerinin hastalar üzerine etkilerinin karşılaştırılmasını, spinal büyümeye ve akciğer gelişimi üzerine etkilerini literatür bilgileri ışığında değerlendirerek yöntemlerin etkinliği ve birbirine üstünlüğü açısından sonuca varmaktır.

2. EMBRİYOLOJİ

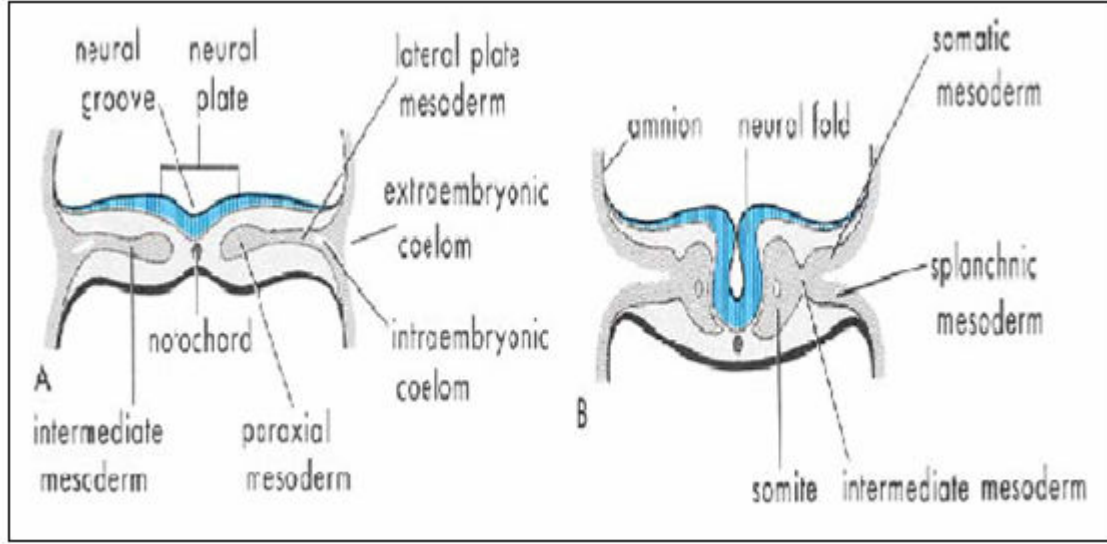
İskelet sistemi mezodermden oluşan kemik ve kıkırdak dokusundan oluşmaktadır. Embriyoner yaşamın ikinci haftasının sonunda ektoderm ve endoderm meydana gelir. Aynı zamanda bu iki germ yaprağı arasından notokord meydana gelir ve mezoderm oluşur. (Şekil 1) (166,167,168)



Şekil 1: Embriyo 17.gün (166) ve embriyo 21.gün (166)

Notokord hücreleri ektodermin kalınlaşmasını azaltır böylece nöral plak oluşumu meydana gelir. 18. günden sonra nöral plak nöral oluğa, nöral olukta nöral tüpe dönüşür (Şekil 2) (166,167,168).

Notokord ve nöral tüpün yanında belirginleşen paraksiyel mezoderm 19. günde segmentasyona uğrayarak somit çiftlerini oluşturmaya başlar (Şekil 2) (166,168).



Şekil 2: A.18.günde paraksiyel mezoderm ve nöral plağın katlanmaya başlaması (166). B. Nöral tüp oluşmuş, somit çiftleri belirginleşmektedir (166).

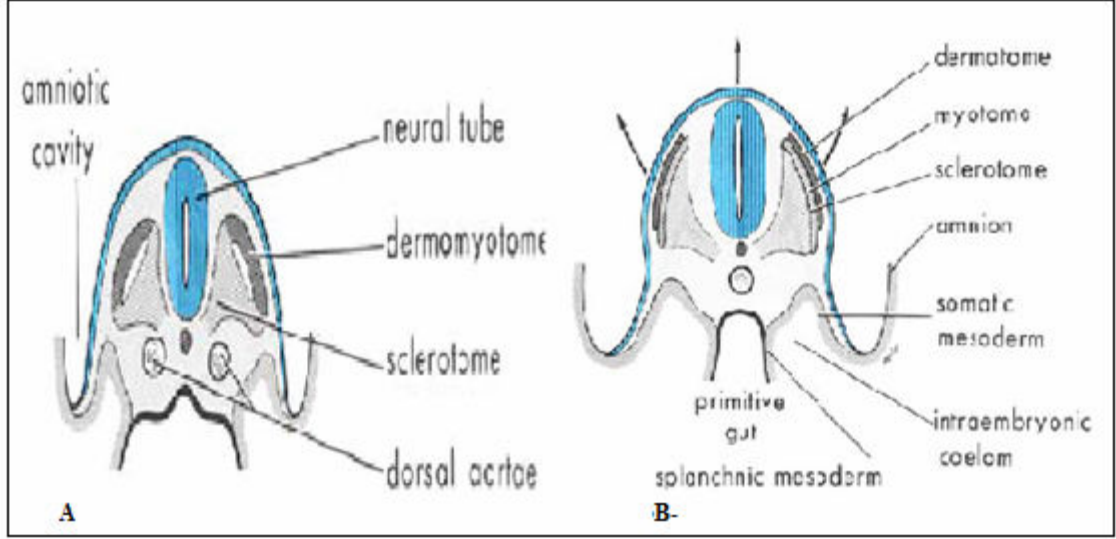
20.-35. günler arasında somit çiftlerinden sklerotom plakları oluşmaktadır. Omurlar sklerotom plaklarından köken alır. Kordo dorsalisin yanında yer alan 4 adet somit çiftine günde ortalama 2 adet somit katılarak sayıları 5. haftada 42-44 çifte ulaşmaktadır. Somit sayısı, ilerde oluşacak omur sayısından çoğu zaman fazladır. Somitler oksipal bölgede 4, servikal bölgede 8, torakal bölgede 12, lomber bölgede 5, sakral bölgede 5, koksigeal bölgede 8 olarak dizilirler. İlk oksipital somit oluşuktan hemen sonra kaybolurken, son 3-5 somit atrofi uğrar ve kalan somitler vertebral kolonu oluşturur (Şekil 3 ve 4) (168).

Her bir somit çifti medialden laterale doğru 3 farklı yapıya dönüşür (Şekil 3).

1-Sklerotom: Anteromedialde yer alarak aksiyel iskelet sistemini oluşturur.

2-Myotom: Lateralde yer alarak segmentif sırt kaslarını oluşturur.

3-Dermatom: Posteriorda yer alarak derinin derma ve hipoderma tabakalarını oluşturur (166).



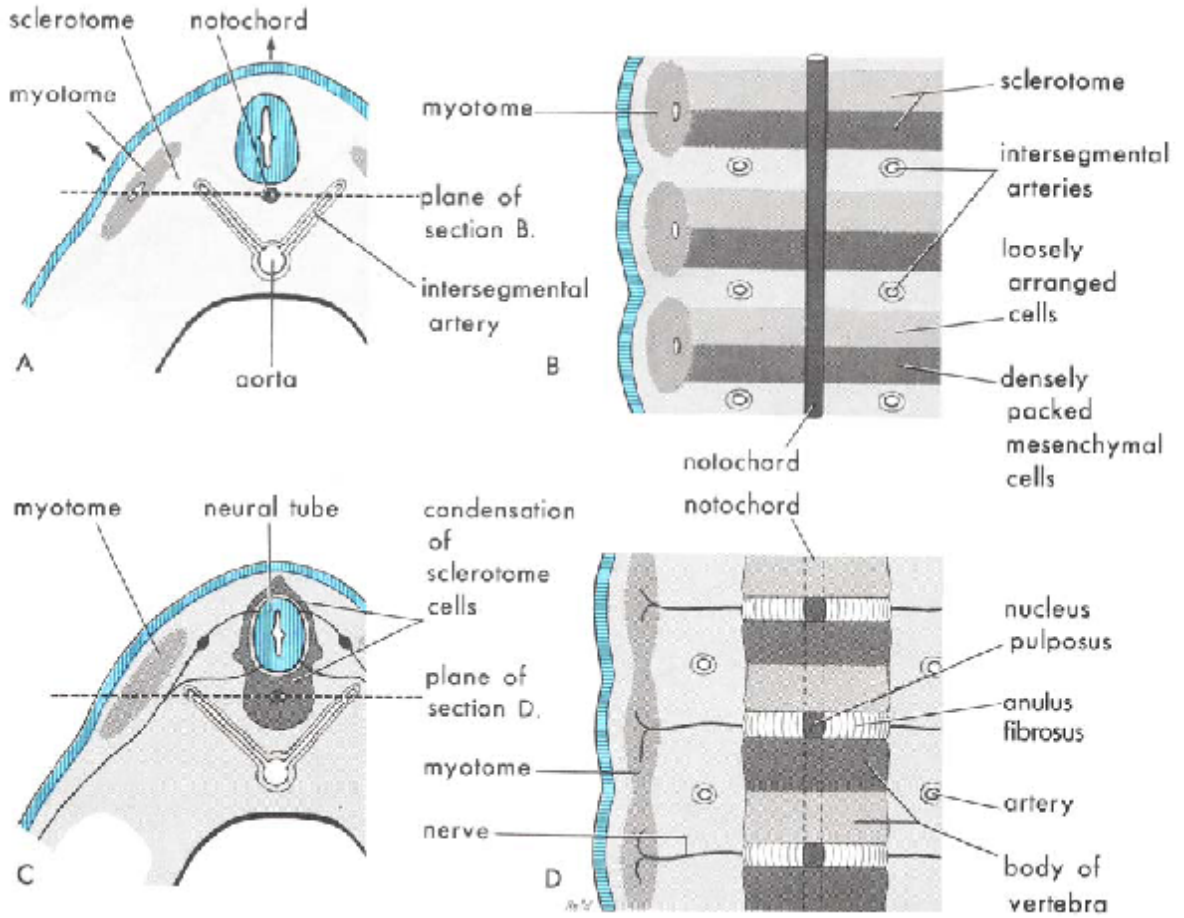
Şekil 3: A.26. Günde skleratom ve dermatomyotom oluşumu (166) **B. 28.** Günde dermatom ve myotomda ayrışarak sklerotomla birlikte 3 farklı yapı oluşumu (166)

Kolumna vertebralisin gelişimi 3 evreden meydana gelmektedir(166,167).

A- Mezenkimal (Prekartilaginöz) evre:

Notokord çevresinde kordo dorsalisi çevreleyen mezenkim hücreleri her bir sklerotomun kraniyal yarımında gevşek, kaudal yarımında sıkıca bir araya gelir. Sıkıca toplanmış mezenkim hücrelerinin bir kısmı kaudale göçerek myotom merkezi hizasından birikir ve intervertebral diskleri oluştururlar (Şekil 4A-4B).Geriye kalan sıkıca toplanmış mezenkim hücreleri gevşek mezenkim hücreleri ile birleşerek vertebranın mezenkim taslagını oluşturmaktadır.

Gelişimin erken evresinde her sklerotoma bir myotom bölümü düşer. İlerleyen süreçte 2 ayrı sklerotomdan bir omur oluşmasıyla bir myotom 2 ayrı omura yapışır. Gelişen vertebra notokordu çevreler ve notokord dejenerasyona uğrayıp kaybolur. Notokord intervertebral disk seviyesinde ise varlığını koruyarak nükleus pulposusu oluşturur (Şekil 4B-4C) (166,167).



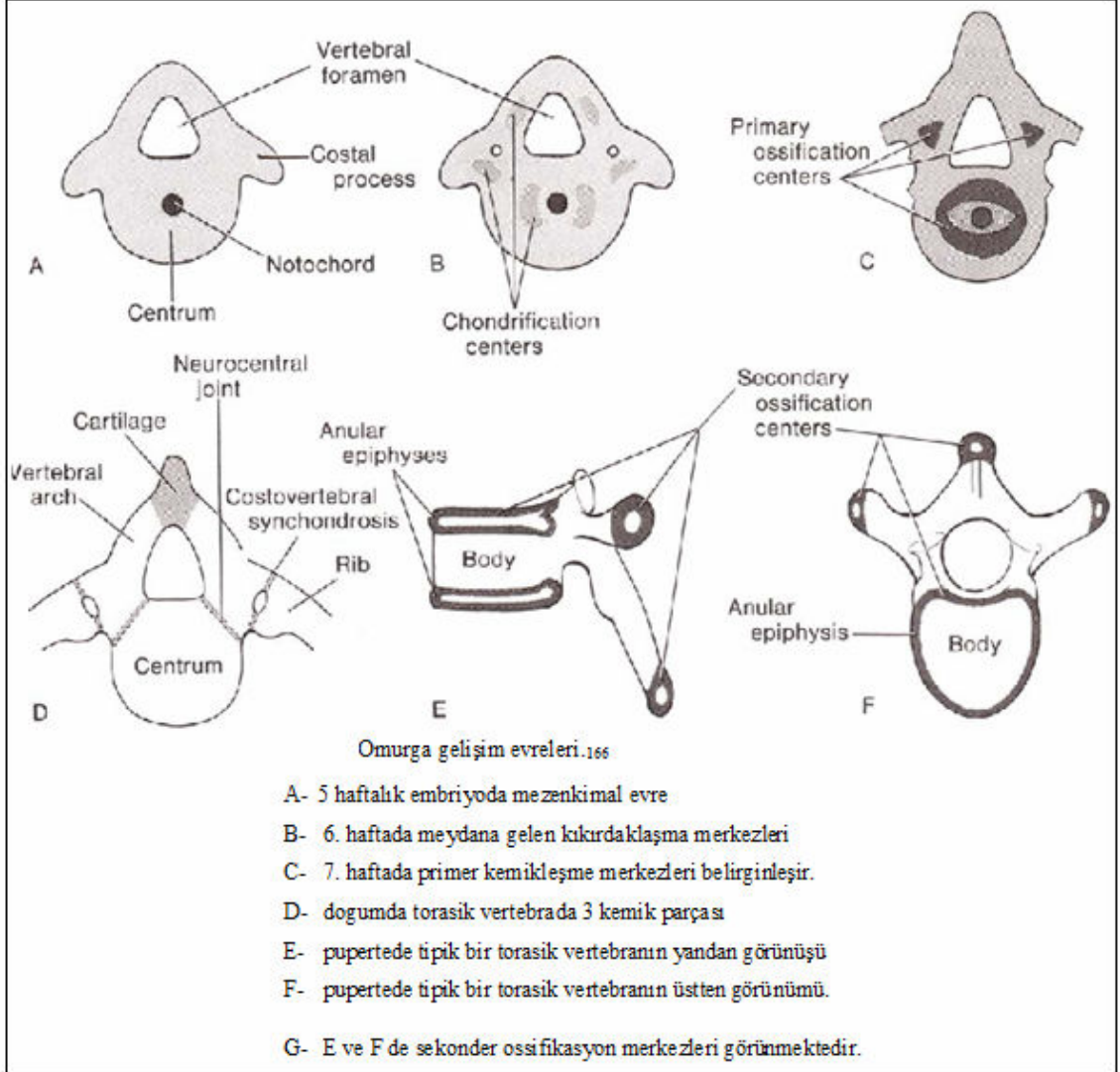
Şekil 4: **A.** 4 haftalık embriyonun transvers kesiti, **B.** 4 haftalık embriyonun frontal kesitinde sklerotomda sıkıca toplanmış ve gevşekçe toplanmış mezenkimal hücrelerin görünümü, **C.** 5 haftalık embriyonun transvers kesiti: notokord ve nöral tüp çevresindeki mezenkimal hücreler toplanarak mezenkimal vertebra taslağını oluşturması gözükmemektedir, **D.** 5 haftalık embriyonun frontal kesiti: vertebra cismi oluşmuştur. Notokord nükleus pulposus olarak devamlılığını sürdürmektedir (166)

Nöral kanal çevresinde yer alan mezenkimal nöral kanalı kuşatarak arkada birleşir ve arcus vertebrayı oluşturur (Şekil 4C) (166,167).

Gövde duvarı yönünde lateral ve anteriora göç eden mezenkimal hücreler kostal çıkıntıları oluşturur ve bu çıkıntılardan torakal bölgede kostalar gelişir (Şekil 5A) (166,167)

B-Kartilaginöz evre: 6. haftada membranöz omurga merkezinden 6 adet kıkırdaklaşma merkezi oluşur. 2 tanesi notokordun lateralinde yer alır ve embriyonik dönem sonunda 8. haftada birleşerek omurga cisminin kıkırdaklaşma merkezini oluşturur. Nöral kanal lateralindeki kıkırdaklaşma merkezlerinin dorsale füzyonu nöral

ark ve spinöz proçesi oluşturur. Nöral ark ve cisme ilave olarak iki kıkırdaklaşma merkezi daha belirir ve bunların lateral uzantıları transvers proçesi oluşturur. 7. ve 8. haftalarda kıkırdak omurga çevresindeki interstiyel matriksten anterior ve posterior bağlar meydana gelir (Şekil 5B) (166,167).



Şekil 5: Omurga gelişim evreleri (16).

C-Kemik evre: Vertebranın ossifikasyonu embriyonik evrede başlar ve genellikle 25. yaşta tamamlanır. Embriyonik periyod sonunda 8. haftada omurga cisim merkezinde 1 adet ve her bir vertebra ark yarımında birer adet olmak üzere 3 primer ossifikasyon merkezi bulunmaktadır. Doğumda her omur birbirine kıkırdak ile bağlanmış 3 kemik parçasından oluşur (Şekil 5C-5D) (166,167).

Doğum sonrası 3. ve 5.yıllar arasında vertebral ark yarımaları kaynaşır; laminaların bu birleşmesi önce lomber bölgede gerçekleşip kraniyale doğru ilerler. 6. yaşta ise vertebral arklarla cisim kaynaması gerçekleşir (166,168).

Pubertede her omurda beş yeni ikincil kemikleşme merkezi oluşur; 1 adet spinöz proçeste, 2 adet transvers proçeslerde, 2 adette vertebra korpusunun epifiz bölgelerinde dairesel olarak görülür. İkincil kemikleşme merkezleri 25 yaş sonunda kaynamaya başlar (Şekil 5E-5F) (166,167,168).

3. İMMATÜR VERTEBRA, TORAKS VE AKCİĞER GELİŞİMİNİN ÖZELLİKLERİ

Cambell ve Akbarnia hayal güçleri sayesinde erken başlangıçlı skolyozun tedavisinde değişiklikler yaptılar. Oluşturdukları tedaviler akciğerin ve vertebranın gelişimine izin veren aletlerdir. Vertebralar ve kostalar akciğer gelişimini uyarmaktadır. Akciğer ve toraksın büyümesi için, vertebra elastikiyetini koruması gerekmektedir (61).

Vertebra cisminin büyümesi uzun kemiklerin büyümesi ile benzerdir. Vertebraların ossifikasyonu intrauterin yaşamın 3. ayında başlar. Ossifikasyon vertebranın posterior kısımlarından oluşmaya başlar. Ossifikasyon 25 yaşına kadar sürer. Vertebra cisminin merkezindeki nükleus dramatik olarak değişim gösterir. Nükleus intrauterine yaşamın 3. ayında mercimek büyüklüğündedir. Nükleus intauterin yaşamın 4. ayında büyüyerek ovoid şeklini alır. Nükleus 8 yaşında ise diktörtgen şeklinde morfolojiye bürünür (61).

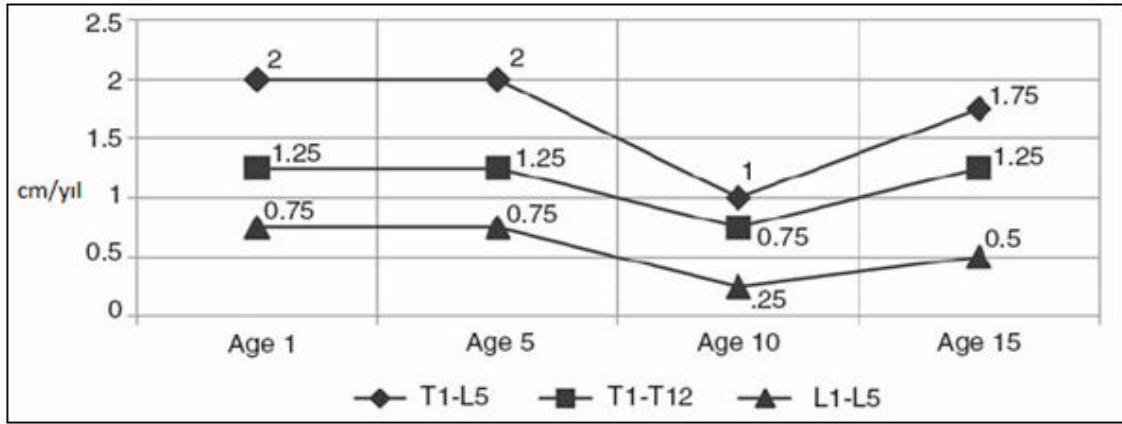
Nörosantral sinkondrozisin çift aktivitesi mevcuttur. Büyüme plağı 2 yönde çalışır. Posterior kemerin gelişimini ve vertebral cismin ossifikasyonunu devam ettirir. 11 yaş civarında sinkondrozis kapanır (61).

Doğumda vertebranın % 30'u ossifiye olur. Pelvis doğumla 5 yaş arasında olağanüstü değişime uğrar. 5 yaşında, vertebra final volümünün sadece % 17'si oluşmuştur (61).

Yaşamın ilk 5 yılında vücut oranlarında dramatik şekilde değişiklikler olmaktadır. Tüm parametrelerdeki değişikliklerin progresyonu aynı hızda olmamaktadır. 5 yaşında kilo olarak 20 kilograama ulaşılmaktadır; bu ağırlık final volümün % 20'sini temsil etmektedir. 5. yaş, vertebranın büyümesinin hızlı olduğu dönemden yavaş büyümeye geçiş noktasıdır. İlk 5 yaşta gövde büyümesi ile alt ekstremitte büyümesi benzer uzunluklara erişmektedir. 5 yaşında ki oturma yüksekliği, final oturma yüksekliğinin 2/3 ünü oluşturmaktadır (61).

5 yaşında spinal kanal, büyüklüğünün % 95'ini kazanır. Perivertebral artrodez teorik olarak 5 yaşında meydana gelecek ve spinal kanal büyüklüğü bu yaştan sonra değişmeyecektir (61).

Oturma yüksekliğinin % 60'ı omurgadan, % 40'ı baş ve pelvisden oluşmaktadır. Her bir torakal vertebra ve diski oturma yüksekliğinin % 2.5'ini; her bir lomber vertebra ve diski oturma yüksekliğinin % 3.5'ini oluşturmaktadır. T1-S1 uzunluğu doğumda 19.5 cm'dir. 5 yaşına kadar 10 cm artarak 29.5 cm'e ulaşmaktadır. 5-10 yaş arası 5 cm kazanarak 34.5 cm'e ulaşmaktadır. 10-15 yaş arası 10 cm daha kazanarak T1-S1 uzunluğu 45 cm'e ulaşmaktadır. T1-S1 uzunluğu doğumdan 15 yaşına kadar (iskelet matüritesinin tamamlanması) yaklaşık olarak 25 cm uzamaktadır. T1-S1'in büyüme hızı doğumdan 5 yaşına kadar yıllık olarak 2.1 cm'dir. 5 yaşında artrodez yapıldığı zaman oturma yüksekliğinde kaybedilen miktar yaklaşık 15 cm kadardır. (T1-T12:10 cm, L1-L5:5cm) (61).

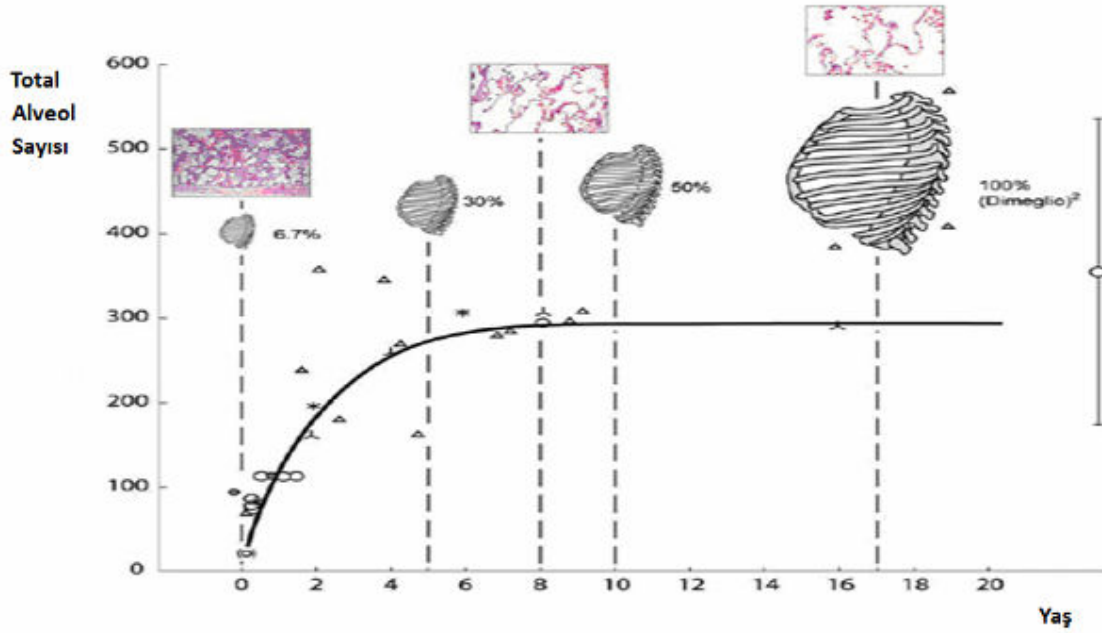


Şekil 6: 0-15 yaş arası omurganın büyüme hızı (Dimeglio A:Growth of the spine before age 5 years. J Pediatr Orthop Part B.1993;1:102-107.)(26).

Toraks volümü; doğumda final volümün yaklaşık olarak % 6.7'sini, 5 yaşında % 30'unu, 10 yaşında % 50'sini oluşturmaktadır. 15 yaşında ise % 100 olarak gelişimini tamamlamaktadır. Yani 5 yaşında oluşması gereken kalan volüm % 70'iken; 10 yaşında gelişmesi gereken kalan volüm % 50 kadardır. 5 yaşında; oturma yüksekliğinin gelişimini tamamlanmamış kısmı yaklaşık % 35 iken, toraks volümünün gelişimini tamamlanmamış kısmı ise % 70'dir (61).

Toraks morfolojisi doğumda silindirik çapta iken; 5 yaşında ovoid şeklini alır. Toraks çevre uzunluğunda 0-5 yaşında kazanç 24 cm'dir. 5-10 yaş arası bu yavaşlar ve elde edilen kazanç 9 cm iken; 10 yaşında tekrar pik yaparak 10-18 yaş arası kazanılan miktar 23 cm civarındadır (61).

Hacimlerin büyümesi (alveollerin boyutunun büyümesi) ve dokuların hipertrofisi ile akciğer büyümektedir. Bu olay göğüs kafesi büyümesi durana kadar devam etmektedir. Doğumda fonksiyonel rezidüel kapasite (FRC) 30 cc (sisi) iken, erişkinlik döneminde 3000 cc'ye ulaşmaktadır. Akciğer doğumda 60 gr (gram) iken, erişkinde 750 gr'a ulaşmaktadır (170). Alveollerin % 85'i doğumdan sonra gelişmektedir (169) Alveoller tamamen gelişmesi 8 yaşında (özellikle ilk 3 yaşta) gerçekleşirken, pulmoner fonksiyon 18 yaşına kadar artmaktadır (61).



Şekil 7: Alveol sayısının büyüme ile ilişkisi (61).

Şiddetli infantil skolyoz, toraksda retraksiyona yol açmakla birlikte masif gövde defisitine ve oturma yüksekliğinde kayıba yol açmaktadır. Aynı zamanda vertebra, toraksın içine penetre olarak akciğeri ezecektir ve alanını işgal edecektir (61).

Lomber vertebra volümü 5 yaşında 5 cm², 10 yaşında 10 cm², 15 yaşında 30 cm²'ye ulaşmaktadır (61).

Pubertede büyüme atağı yeniden başlar. Atağın başlama kemik yaşı kızlar için 11 iken erkeklerde 13 yaşında olmaktadır. Büyüme hızının hızlanmasını gösteren en önemli işaretlerden biri 6 cm/yıl'dan daha fazla oturma yüksekliğinin artmasıdır. Pubertede kalan oturma yüksekliği kızlar için 12 cm (%14) iken; erkekler için kalan büyüme miktarı 13 cm (%15) kadardır. Bu büyüme atağı sırasında kazanılmaktadır (61).

Davies ve arkadaşları kifoskolyozlu çocukların otopside akciğer parankimini incelemişler ve 8 yaşından önce skolyoz başlayan çocuklarda akciğerde hipoplazi ve alveol sayısında azalma tespit etmişlerdir. Alveollerin ve akciğer arteriollerinin gelişiminin (sayı az ve küçük) etkilenmesi solunum yetmezliğinin nedeni olarak gösterilmektedir. Akciğerin şeklinin toraksın şeklini aldığını ve deformitenin akciğere kompresyon uyguladığını görmüşler. Alveol azalmasında bu kompresyonun büyük etkisi olduğunu rapor etmişlerdir. 4 hastanın 3'ünün ölüm nedenini kardiyopulmoner yetmezlik olarak bulmuşlardır (110).

T1-S1'deki büyüme miktarı; 5 yaş öncesi yaklaşık 2 cm/yıl'da artmakta, 5-10 yaş arası büyüme 1 cm/yıl'da artma olmakta, 10 yaş sonrası 1,8 cm/yıl'da artma olmaktadır. T1-T12 arası mesafe; doğumda 12 cm, 5 yaşında 18 cm, 10 yaşında 22 cm, adult dönemde 28 cm'e ulaşmaktadır. L1-L5 arası mesafe; doğumda 7 cm, 5 yaşında 10.5 cm, 10 yaşında 12.5 cm, adult dönemde 16 cm'e ulaşmaktadır. Eğriliklerde tedavide amaç; T1-S1'deki kazancı ortalama 25 cm'i (T1-T12:16 cm, L1-L5:9 cm) yakalamak olarak belirlenmiştir (61). Karol vital kapasitede şiddetli defisitten kaçınmak için T1-T12 mesafesinin minimum 18 cm'e ulaşması gerektiğini göstermiştir (61).

Canavese ve Dimeglio prepubertel tavşanlarda torasik vertebrada T1-T6 arasına uyguladıkları posterior füzyonun torasik büyüme üzerine etkisini değerlendirmişlerdir. Prepubertel 12 dişi Yeni Zellanda tavşanının 6'sına komplet füzyon (grup 1), 3'üne inkomplet füzyon (grup 2) uygulamışlar; 3 tavşanı kontrol grubu (grup 3) olarak seçmişlerdir. Artrodezden sonra periyodik (10. gün, 55. gün, 139. gün) olarak 3 boyutlu bilgisayarlı tomografi ile torasik anteroposterior ve lateral mesafeyi, akciğer volümünü, vertebra cisim boyutunu değerlendirmişlerdir. Grup 1'de grup 2'ye göre füzyon sahasında vertebra cisminde daha az büyüme elde edilmiştir. Komplet füzyon (grup 1) ve grup 2 de toraksın anteroposterior mesafesinde büyümenin laterale göre daha yavaş olduğunu belirlemişlerdir. Grup 3 de en fazla büyümenin olduğunu tespit etmişlerdir.

Akciğer gelişimi ve sternum büyümesinde de grup 1 ve 2 de azalma belirlemişlerdir. Bu sonuçlara göre progresyonun olduğu idiyopatik prepubertel eğriliklerde erken füzyonun ideal olmadığını söylemişlerdir. Aynı zamanda füzyon yapılan bölgede kifozda azalma meydana gelmiş ve krankshaft fenomeninin gerçekleştiğini söylemişlerdir (61,62).

Erken başlangıçlı skolyozlar akciğer hipoplazisine yol açarak yani gelişimini engelleyerek akciğer fonksiyonlarını etkilemekteyken; geç dönemde meydana gelen skolyozlar göğüs duvarı mekaniğini bozarak akciğer fonksiyonlarını etkilemektedir (88,156).

Goldberg ve arkadaşları erken başlangıçlı infantil skolyozlu 32 hastanın akciğer fonksiyonlarını değerlendirmişlerdir. Eğriliğin stabil kaldığı herhangi bir tedavi almayan hasta grubunda akciğer fonksiyonlarını normal olarak belirlemişlerdir. 10 yaşından sonra cerrahiye ihtiyaç duyan eğriliklerin akciğer fonksiyonlarında azalma meydana gelmiştir; FEV1'in (zorlu ekspirasyonun 1. saniyesinde atılan volüm): % 79 ve FVC'nin (fonksiyonel vital kapasite):% 68.3 olduğu tespit edilmiştir. Erken dönemde (10 yaş öncesi) cerrahiye ihtiyaç duyan grupta ise (FEV1 normalin % 41'i, FVC normalin % 40.8'i) akciğer fonksiyonlarının daha fazla azaldığı tespit edilmiştir (23).

Karol ve arkadaşlarının 2008'de 9 yaşından önce nöromusküler etiyojji içermeyen 28 hastaya uyguladıkları torasik füzyon sonrası, ortalama minimum 5 yıl sonraki respiratuar fonksiyonlarını değerlendirmişlerdir. Erken artrodez sonucu bu hastaların toraks anteroposterior mesafesi kısa kalmıştır. Proksimal torakal bölgede 4 seviyeden fazla füzyon yapılan ve bu bölgede konjenital kosta anomalileri olan hastaların respiratuar yetmezlik açısından en fazla risk altında olduklarını bulmuşlardır (61,63).

Muirhead ve arkadaşları majör torakal eğriliğe sahip ortalama yaşları 13.3 olan konjenital ve idiyopatik skolyozlu hastaların vital kapasitesini, total akciğer kapasitesini ve FEV1değerlerini değerlendirmişlerdir. İnfantil idiyopatik skolyozlu hastalar ile konjenital skolyozlu hastalarda bu değerlerin sonuçlarını daha kötü bulmuşlardır. Spinal deformitesi daha fazla olanlarda özellikle akciğer fonksiyonlarının daha kötü olduğunu tespit etmişlerdir (113).

Day ve arkadaşları 36 konjenital skolyozlu hastanın akciğer fonksiyonlarını değerlendirmişlerdir. Operasyon ihtiyacı olmayan çocuklarda total akciğer kapasitesini normal, vital kapasiteyi azalmış ve rezidüel volümü artmış olarak tespit etmişlerdir. Operasyona ihtiyaç olan çocuklarda ise total akciğer kapasitesi ile vital kapasitede düşüşün daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Rezidüel volümün bu grupta da restriktif akciğer fonksiyonundan dolayı artmış olduğu tespit edilmiştir. Restriktif akciğer problemlerinin ana nedeni göğüs kafesinin elastik yapısını kaybetmesi ve solunum kaslarında oluşan güçsüzlüğe bağlı olabilir. Vital kapasite özellikle konjenital vertebra anomalisi olanlarda daha fazla düşme belirlemiştir. Cobb açısı aynı olan torasik anomalisi fazla olan grupta akciğer fonksiyonlarının daha kötü olduğunu tespit etmişlerdir (159).

Pehrsson ve arkadaşları opere olmayan 115 skolyozlu hastanın ortalama 56 yıl sonraki takiplerinde infantil idiopatik skolyozlarda mortalite oranı en yüksek bulunmuştur. Juvenil skolyozlarda da mortalitenin yüksek olduğunu gözlemlemişlerdir (158). Mortalite 40-50 yaş arasında solunum yetmezliği olarak başlamaktadır. 8 yaşından sonra başlayan skolyozlarda bu çalışmada da mortalitenin artmadığı tespit edilmiştir. Skolyozun erken yaşta başlaması ile mortalite arasında ilişki olduğu diğer çalışmalarda da tespit edilmiştir (160).

Yapılan tüm çalışmalarda görüldüğü gibi konjenital ve idiopatik skolyozlarda akciğer fonksiyonlarında azalma olmakla birlikte erken dönem başlayan ve konjenital olanlarda akciğer fonksiyonlarında daha fazla azalma olduğu tespit edilmiştir.

Vertebra, göğüs kafesi ve akciğerin birbirinden etkilenmesi normal olmakla birlikte kosta-vertebra-akciğer kompleksini bir arada düşünmek ve elastik yapısal bir model olarak ele almak gerekmektedir. Rijit bir oluşum normal akciğer gelişimine engel olmaktadır. Vertebra'nın proksimal bölümüne özellikle erken füzyon yapmak toraks morfolojisini rahatsız etmekte ve torasik volümü bloke etmektedir. Normal akciğer gelişimi, spinal büyüme ve toraksın büyümesinin sağlanması için; vertebra'nın elastik yapısını korumalıyız. Yeni teknikler (uzatılabilir rod tekniği ve VEPTTR) spinal deformitede torasik yetmezliği engellemektedir. Erken füzyon yapmak zorundaysak kısa segment füzyon daha uygun olmakla birlikte erken dönem füzyondan kaçınmalıyız (61).

4. İMMATÜR VERTEBRA DEFORMİTELERİNİN YÖNETİMİNDE BÜYÜME MODÜLASYONU

4.1. BÜYÜME MODÜLASYONUNUN TEMEL PRENSİPLERİ

İdiyopatik skolyozun nasıl geliştiği hala bilinmiyor. Apikal vertebranın konkav kenarı daha kısadır. Hueter-volkman kanununa göre konkav kenarın fizyolojik olmayan yüklenmeye bağlı kalması sonucu burada büyümenin baskılandığı düşünülmektedir. Konkav kenara fizyolojik olmayan kompresif yüklenme uygulandığında konkav kenarın büyümesi baskılanır. Büyümenin asimetrik büyümesinin nedeni ve asimetrik büyümeye yol gösteren vertebral yük imbalansının tam başlatıcısı bilinmemektedir (68).

4.2. SPİNAL BÜYÜME MODÜLASYONUNUN DENEYSEL UYGULAMALARI

Büyüme modülasyonu hayvan modellerinde spinal deformite oluşturmada ve bu deformitenin tedavisinde kullanılmıştır. Vertebra büyümesinin modülasyonu direk nörosantral kartilaja veya son plağa müdahale edilerek ve indirek olarak kaburgaya müdahale edilerek uygulanabilir (68).

Nörosantral kartilajla (NCC) ilişkili büyüme modülasyonu: Vertebral kolona yük dağılımında imbalansın başlatıcısı pedikül boyundaki asimetrinin nörosantral kartilaj büyümesindeki asimetrinin öncüsü olabileceği düşünüldü. Domuzlarda NCC'ın epifizyodezisi pedikülün küçük olmasına ve kanalın küçük olmasına neden olmuştur. Çalışmada pinle NCC'ın % 20'sine zarar verilmesi ile NCC'da arrest meydana gelmiştir. Porcine domuzlarda NCC'a vida ile epifizyodezis yapılması vertebrada aksiyel deformiteye yol açtığı gösterilmiştir (68).

Son plak ile ilişkili büyüme modülasyonu: Sonplaklar vertebranın longitudinal büyümesine nede olmaktadır. Adams teorik olarak skolyoz oluşumunun rotasyon veya bükülme ile oluşabileceğini ileri sürmüştür. Stokes ve arkadaşları skolyozun başlangıç

mekanizmasının asimetrik yüklenmeye bağı olduğunu konkav kenara fazla yüklenme sonucu büyümenin baskılandığını ileri sürmüştür (68).

Blount 1940'da uzun kemiklerde açıl deformitelerin tedavisi için büyüme modülasyon konseptini tanımlamıştır. Bu büyüme modülasyonu vertebra deformitelerinde de kullanılabilir. Konveks kenara kompresyon uygulanması ile skolyoz deformitesi oluşturulmuştur. Smith staple(c çivilerle zımba) ile kompresyon yaparak skolyoz oluşturmayı başarmıştır (68).

Sığır model çalışmasında vertebra cismine vida ile birlikte anterolateraline tethering (bağlama) ve kablo uygulamaları ile skolyoz oluşturulmuştur (68).

Bir keçi modeli çalışmasında fleksibl veya rijit olarak asimetrik tethering (bağlama) ile birlikte konveks kenarda kosta rezeksiyon uygulaması sonucu başarılı şekilde skolyoz oluşumu elde edilmiştir. Bu apikal vertebrada kamalaşmaya izin vermiş sonuç Hueter-Wolkmann kanununa dayandırılmıştır (68).

Spinal büyüme modülasyonu için kosta prosedürü: Göğüs kafesi kosta, vertebra ve sternumdan oluşmaktadır. Bu nedenle kosta problemlerinin skolyoz oluşturmada rol oynayacağı düşünülmüştür. Kawakami ve arkadaşları tavuklarda kosta rezeksiyonu yaparak skolyoz oluşturmayı başarmışlardır (68).

Yılmaz ve arkadaşları immatür domuzlarda uzatılabilir rodun vertebra cisimleri üzerine etkisini değerlendirmişlerdir. Bilateral olarak T12-L1 ve L4-L5 seviyelerine vida yerleştirerek aylık intervallerle 2 kez uzatma uygulamışlardır. L2 ve L3 (distrakte segmentler) vertebraları, kontrol grubu olarak T9, T10, T11 (distrakte edilmeyen vertebralar) vertebralarla karşılaştırmışlardır. Preoperatif olarak her iki grupta da benzer yükseklikte vertebraları seçmişlerdir. Postoperatif olarak distraksiyon grubunda ki vertebralarda yükseklikte önemli miktarda daha fazla uzama olduğunu tespit etmişlerdir. Uzatılabilir rodun vertebra büyümesine izin verdiğini ve aksiyel iskeletin apofizel büyümesini uyarabileceğine değinmişlerdir (138).

4.3. SPİNAL BÜYÜME MODÜLASYONUNUN KLİNİK UYGULAMALARI

Büyüme modülasyonunun prensipleri spinal deformitelerin tedavisi için kullanılabilir. Konveks kenarın büyümesi baskılanarak konkav kenara distraksiyon uygulayarak veya uygulamadan ve konveks kenara füzyon ekleyerekte alternatif tedavi metotları seçilebilir (68).

Smith ve arkadaşları konveks kenara staple (c şeklinde çivi) uygulamışlardır. Stapling tekniği ile düzelme olmadığını rapor etmişlerdir. İnsanlarda erken dönemde kullanımını önermemişlerdir. Fakat zamanla bu teknik kullanılarak konveks kenarın büyümesinin durdurulması popüler hale gelmiştir. Betz ve arkadaşları anteriordan staple uygulamış. Konveks apikal vertebraya anteriordan staple kullanımı teorik olarak anterior büyümeyi baskıladığına değinerek iyimser sonuçlar yayınlamışlardır. C şeklindeki staple'ın mekanik çalışmalarında aksiyel ve koronal planda da vertebranın hareketini sınırladığı gösterilmiştir. Büyük klinik bir çalışmada anterior stapling kullanımının eğriliğin kontrolünde başarılı, güvenli bir teknik olduğuna değinmişlerdir. Bu hastaların % 90'nı 8 yaş üstü, 50° 'den az ve 10° kadar progresyon gösteren eğriliklerdir. Özetle stapling(c çivilerle zımbalama) yönteminin; 13 yaş kızlarda ve 15 yaş altı erkeklerde, risser 0-1 ve el bileği büyüme grafilerinde büyüme atağına 1 yıl kalan hastalarda, eğriliğin 45° 'den az olduğu fleksibl ve minimal rotasyon olan, bendinglerde 25°'nin altına düşen eğriliklerde uygulanabilir bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir (68).

Bazı otörler eğriliğin konveks tarafındaki kostalara müdahale ederek hastaları tedavi etmeyi denemişlerdir (4,6,7). Barnes infantil idiopatik skolyozlu 48 hastaya kosta rezeksiyonu ve milwaukee ortezi uygulayıp; 19 hastaya sadece milwaukee ortezi uygulayıp karşılaştırmıştır ve 2 grup arasında bir fark bulmamıştır (4) Taylor ve arkadaşları infantil idiopatik skolyozlu 24 çocuğa kosta rezeksiyonu ve kostodez uygulamıştır. Bu hastaların 10'unda iyileşmenin devam ettiğini, 14'ünde kötüye gidişin yavaşladığını belirtmiştir (6).

Roaf ve Pigot konjenital skolyozlarda uyguladıkları anterior ve posterior hemiepifizyodezis sonuçlarında cobb açılarının azaldığını ve progresyonun azaldığını rapor etmişlerdir (68).

50°-60°'nin altında ki eğriliklerde konveks kenarın büyümesinin durdurulması ile başarılı sonuçlar bildirilmiştir. 70°'nin altındaki eğriliklerde de başarılı sonuçlar bildirilmiştir. Bu prosedürün 5 yaşından sonra (yani vertebranın % 95 büyümesinin olduktan sonraki safhada) etkili olduğu gösterilmiştir (68).

Cheung ve arkadaşları çocuklarda şiddetli skolyozlara konveks kenara hemiepipifizyodez konkav kenara distraksiyon uygulayarak tedavi etmişlerdir (68).

Hacettepe grubu konveks tarafa vidalarla kompresyon-rotasyon konkav tarafa distraksiyon sistemi kurarak çocuk yaştaki skolyozları tedavi etmeye çalışmıştır (68).

Uzatılabilir rod ve VEPTR tekniklerinin gelişimi ile erken yaştaki skolyozların tedavisi daha efektif olarak tedavi edilmeye başlamıştır. Teorik olarak distraksiyonun vertebralar üzerinde büyümeyi stimüle etkisi olduğu yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (68).

VEPTR'de özellikle konjenital vakalarda kosta-kosta ve/veya kosta-vertebra arasına sistem kurularak seri longitudinal distraksiyonla akciğerin ve vertebranın gelişimi sağlanmıştır.

Uzatılabilir rod özellikle konjenital olmayan vakalarda vertebra-vertebra veya vertebra-pelvis arasına sistem kurularak seri longitudinal distraksiyonla akciğerin ve vertebranın gelişimi sağlanmıştır.

McCarthy'de kısa segment apikal düzeltme sonrası füzyon ile birlikte burada rodü kilitleyip end-vertebralardan geçen rodları vidalarla kilitlemeden, rodların vidalar içinde hareketine izin vererek büyümeyi hedefleyen bir çalışma yapmıştır. (shilla prosedürü)

Bu yeni tekniklerin tedavide kullanımı ile yüksek oranda vertebrada ankiloz gelişimi nedeniyle daha yeni tekniklerin oluşturulmasına ihtiyaç vardır. Büyüme modülasyonu kullanılarak yeni teknikler üretilebilir (6).

5. ERKEN BAŞLANGIÇLI SKOLYOZUN YÖNETİMİ

5.1. ERKEN BAŞLANGIÇLI SKOLYOZ TANIMININ TARİHÇESİ

1954'de James 3 tip idiyopatik skolyoz tanımlamıştır.3 yaşından önce başlayanlara infantil, 4-9 yaş arasında başlayanlara juvenil, 10 yaş sonrası başlayanlara adölesan skolyoz tanımlarını kullanmıştır.(77) İnfantil ve adölesan dönemlerinde büyüme hızı artarken, juvenil dönemde büyüme hızı yavaşlamaktadır (61). Dickson ilk kez erken başlangıçlı skolyoz terimini 5 yaş altı skolyozlar için kullanmıştır. 6 yaşından sonra gelişen skolyozları ise geç başlangıçlı skolyozlar olarak adlandırmıştır (78). Erken başlangıçlı skolyoz terimi infantil idiyopatik skolyozdan sonra tanımlandı. Erken başlangıçlı skolyoz küçük çocuklarda oluşur. Birçok tanıyı ve skolyoz tipini kapsar. Erken başlangıçlı skolyoz çoğu etiyojiiyi (konjenital, nöromüsküler, idiyopatik, çeşitli sendromik skolyozlar) içinde barındırmaktadır. Erken başlangıçlı skolyozda yaş ön plana çıkmaktadır. Etiyoloji ne olursa olsun skolyozun başlangıç yaşı tedavide önemli rol oynamaktadır (76).

5.2. GİRİŞ

Erken başlangıçlı skolyoz yaşamın ilk 5 yılında oluşmaya başlar. Erken başlangıçlı skolyoz progresyona mı gidecek yoksa gerileyecek mi radyolojik kriterler bize yardımcı olabilir. Erken başlangıçlı progresyon halindeki skolyozları tedavi etmediğimiz zaman şiddetli kardiyopulmoner problemlerle karşılaşabiliriz. Erken başlangıçlı skolyozun nedenini doğru olarak tanımlamamız tedavimizin yönlendirilmesinde bize yardımcı olacaktır (76).

5 yaş altı skolyoz gelişen çocuklarda büyüme anormallikleri ve pulmoner komplikasyonlarla daha fazla ilişkili olduğu görülmüştür (76). Skolyoz 8 yaş altında akciğerlerdeki alveol ve pulmoner arter ile toraks gelişimine zarar vermektedir (61). Pulmoner gelişim doğumdan sonra devam etmektedir. 8 yaşına kadar akciğer gelişimi devam ettiği için skolyozun erken yaşta oluşumu akciğerin gelişimini etkiler (110-112) Primer etki pulmoner arter ve alveol gelişimi üzerinedir yani erken başlangıçlı

skolyozlarda ventilasyon defektinin primer problemi pulmoner vaskülarite ve akciğerin gelişimindeki eksiklerden kaynaklanmaktadır (113). Spinal büyüme ilk 5 yaşta pik yapar. T1-S1 arası mesafe bu dönemde 2 cm/yıl da olmak üzere yaklaşık 10 cm artmaktadır. Yaşamın ilk 5 yılında oturma yüksekliği erişkin oturma yüksekliğinin 2/3'üne ulaşmaktadır. 5-10 yaş arası büyüme azalmakta, tekrar 10-15 yaş arası büyüme pik yapmaktadır (26,61). Bunlardan dolayı erken yaşta başlayan eğriliklerin şiddetli ve progresif devam etmesi visseral ve respiratuar gelişim ile normal spinal büyümeyi etkileyeceği için erken dönemde tedaviye başlanması gerekmektedir (1).

Bu çocuklarda deformitenin kontrolüne yardımcı olan, fakat aynı zamanda büyümeye izin veren tekniklerin arasında füzyonsuz cerrahi bulunur. Bunun da en popüler türü, günümüzde çift uzayan rod tekniğidir.(38) Bu sistemde end vertebralardaki ankor yerlerine limit füzyon uygulanmış; ankor aralarına hareketli uzatılabilir rod sistemi kurulmuştur (49). Bu sistem pediatrik vertebra içinde internal breys gibi davranır. Uzatılabilir rod tekniği, eğriliğin kontrolünü ve korreksiyonun devamlılığını sağlayarak füzyonsuz ara segmentin uzamasına izin verir. Çocuklar iskelet matüritesine ulaşana kadar uzatma prosedürü devam etmektedir (43).

5.3. ETİYOLOJİ

Erken başlangıçlı skolyoz tanımı farklı etiyojilerde skolyozları içerir. (idiyopatik, sendromik, konjenital, nöromusküler, v.b.)

İnfantil idiyopatik skolyoz, idiyopatik skolyozların % 1'den azını oluşturmaktadır. Erkeklerde kadınlardan 3/2 oranında daha fazla görülmektedir. Majör eğrilik % 75-90 sol kenarda yer almaktadır (79). İdiyopatik skolyoz; kalça displazisi, konjenital kalp hastalıkları, mental retardasyon gibi konjenital anomalilerle ilişkili olabilir. Wynne-Davies erken başlangıçlı skolyozların ailelerini araştırmış ve genetik eğilim tespit etmiştir. Fakat skolyoz oluşması için yeterli değildir; aynı zamanda tetikleyici faktörlerde gerekmektedir (80). Geç başlangıçlı skolyozlardan farklı olarak erken başlangıçlı skolyozlarda tetikleyici faktörlere ihtiyaç vardır. Lloyd-Roberts ve Pilcher'in çalışmasında infantil idiyopatik skolyozların % 90'nının tedavi edilmeksizin kendiliğinden kaybolduğunu tespit etmişlerdir (8). İnfantil yaş grubunda kız çocukları ve torakal eğriliğin sağ kenarda olduğu durumlarda prognostik faktör olarak kötü olduklarından spontan gerileme beklenen oranlarda tipik olarak görülmeyebilir (82).

İnfantil idiyopatik skolyozun nedeni başlangıçta intrauterin pozisyona bağlanıyordu. Browne'nin hipotezine göre aynı zamanda bu duruş plagiosefali, kalça abduksiyonunun azalmasının ve kosta anomalilerinin sebebiydi (83,84). Daha sonra bu görüş doğumda skolyozun görülmemesi nedeniyle reddedilmiştir. İkinci hipotez uyuma pozisyonuna bağlanmıştır. Mau (85) uzun oblik prone pozisyonda yatan hastalarda skolyoz geliştiğini hipotez olarak sunmuştur. Wynne-Davies (86) 'in çalışmasında 134 bebeğin 97'sinde plagiosefali ve skolyoz geliştiğini göstererek postnatal basınç hipotezini desteklemeye çalışmıştır. Aynı zamanda infantil idiyopatik skolyoz ile geç başlangıçlı skolyozlarda genetik eğilimin benzer olduğuna, aile ve kardeşlerde skolyoz öyküsü olmasının ailenin diğer bireylerinde olma riskini 30 kat daha fazla arttırdığına değinmişlerdir. Progresif eğriliklerin olduğu erkek infantil skolyozların % 13'de mental retardasyon ve % 7'sinde ingiunal herni tespit etmişlerdir (86). Mehta hipotonili bebeklerin normal tonuslu bebeklere göre deformasyonlara karşı koyamadığını tespit etmiştir (87).

Embriyolojik olarak omurganın gelişiminde ki kritik zaman segmentasyon işleminin olduğu 5-6 haftalardır. Bu nedenle omurganın konjenital anomalileri intrauterin hayatın ilk 6 haftasında gelişir. Konjenital skolyoz prevalansının yaklaşık olarak 1000 canlı doğumda 0.5-1 olduğu düşünülmektedir. Cinsiyete göre dağılımına bakıldığında kızlarda erkeklere oranla 1.6 – 2.4 kat daha fazla olduğu bildirilmiştir. Konjenital skolyoz oluşumunda çevresel faktörler (oksijen düşüklüğü, valproik asit, borik asit, folik asit yetersizliği) ve genetik faktörler rol oynayabilmektedir. Etiyolojisinde halen bilinen bir neden yoktur. Ancak gebelik sırasında annenin CO (karbonmonoksit) gibi toksinlere maruz kalması, annede diyabet varlığı ve gebelik sırasında antiepileptik ilaç kullanımı gibi bazı nedenler araştırılmıştır (171).

Nöromusküler skolyoz nöropatik ve myopatik hastalıklarda gelişmektedir. Travmatik paralizi (% 100), duchenne muskuler atrofi (% 90), friedreich ataksisi (% 80), spinal muskuler atrofi (% 67), myelodisplazi (% 60), serebral paralizi (% 25) gibi hastalıklarda bu prevalanslarda skolyoz eşlik edebilmektedir. Nöromusküler hastalıklarda spinal deformitelerin nedeni tam olarak anlaşılamamıştır. Spinal deformite oluşumunda etkili faktörler; asimetric parapleji, mekanik kuvvetler, omurganın intraspinal ve konjenital anomalileri, sensöryal feedback ve santral yollardan omurga dengesinin kontrolünde bozukluk olabilir.

5.4. GENETİK

Erken başlangıçlı skolyozun çeşitli formlarında (farklı etiyojiler) benzer klinik görüşlere rağmen etiyojisi ile ilgili genetik bilgi çok az bilinmektedir (154).

Adölesan idiyopatik skolyozun aksine idiyopatik erken başlangıçlı skolyozda ailesel yatkınlık açısından sınırlı kanıt mevcuttur. Wynne Davies'in (153) infantil idiyopatik skolyozlarda yaptığı çalışmada % 3 oranında aile bireylerinde genetik yatkınlık görüldüğünü, çevresel faktörleride göz önünde bulundurarak genetik yatkınlığı tetikleyebileceğini belirtmiştir. Adölesan idiyopatik skolyozun aksine idiyopatik erken başlangıçlı skolyozda birbirinden ayıran veya uyumlu olan semptomlar mevcut değildir. Plagiosefali eşlik etmekle birlikte daha az oranda mental retardasyon ve gelişimsel kalça çıkığı eşlik etmektedir. Adölesan idiyopatik skolyozda genetik yapıda kalıtsal varyasyonda değişiklikler görülmeyp stabil popülasyona sahiptir. Erken başlangıçlı skolyozların çoğunda ise yeni mutasyonların oluştuğu görülmektedir. İdiyopatik erken başlangıçlı skolyozda genetik yapıyı değerlendirmek için daha fazla hasta DNA'sına ihtiyaç vardır. Bu hastaları bölgesel, ailesel ve ikinci, üçüncü jenerasyon soyağacının genetik datalarını belirlemek gerekmektedir (154).

Sendromik erken başlangıçlı skolyoz; nörofibromatozis, marfan sendromu, goldenhaar sendromu, CHARGE sendromu, artrogripozis, Larsen sendromu ve diğer sendromik skolyozları içermektedir (154).

Konjenital skolyoz oluşumunda çevresel faktörler (oksijen düşüklüğü, valproik asit, borik asit, folik asit yetersizliği) ve genetik faktörler rol oynayabilmektedir. Genetik geçişle ilgili çalışmalar yapılmış ancak kesin bir şekilde ortaya konulamamıştır. Wynne-Davies'in çalışmasında izole hemivertebral gibi defektlerin sporadik olup genetik bir geçiş riskinin olmadığı ileri sürülmüştür. Multipl anomalilerle birlikte olan konjenital skolyozların genetik geçişli olabileceği ve bu hastaların kardeşlerinde veya birinci derece akrabalarında % 5 – 10 oranında risk olduğu bildirilmiştir (154,171).

Genetik eğilim yanında eğriliğin başlangıç yaşı, lokalizasyonu, tipi, büyüklüğü, aile öyküsü, cinsiyet, eşlik eden anomaliler progresyonu etkileyen faktörlerdir (76).

5.5. KLİNİK DEĞERLENDİRME

Skolyoz hastalarında geniş kapsamlı hikaye alınmalı ve fizik muayene yapılmalıdır. Eşlik edebilecek spinal deformitelerden de şüphelenmelidir. Annenin prenatal hikayesi, kalp problemleri, önceki doğum öyküsü, kullandığı ilaçlar kayıt edilmelidir. Çocuğun doğum öyküsünde ayrıntılı olarak (vajinal doğum mu?, sezeryen mi?, uzun gebelik mi?, doğum kilosuna ve doğum komplikasyonları) kayıt edilmelidir (76).

Spinal deformite muayenesi genel fizik muayene ile başlamalıdır. Başlangıç muayene deriden başlamalı ve tüm omurga, baş, pelvis, ekstremiteleri içermelidir. Nörofibromatozis açısından derideki cafe au lait lekeleri ve koltukaltı çillenmeleri not edilmelidir. Spinal disrafizm açısından saçın ortahat lekeleri değerlendirilmelidir (76).

Spinal muayene inspeksiyon ve palpasyonu içermektedir. Erken başlangıçlı skolyozlarda standart fizik muayene zordur bundan dolayı farklı teknikler kullanmak zorundayız. Erken başlangıçlı skolyozlarda Adams forward bend testini (lomber vertebrada transvers çukıntılara, torakal vertebrada kosta çukıntılara bakılır) yapmak mümkün değildir. Fakat bu hastalar dizin üstünde prone pozisyonda muayene edilerek benzer test yapılabilir. Eğriliğin fleksibilitesi; çocukları dizin üstünde laterale yatırılarak veya koltuk altından tutulup sarkıtılarak değerlendirilebilir (76).

Göğüs ve göğüs yanlarındaki deformiteler değerlendirilmeli, abdominal refleksler not edilmelidir. Göğüsdeki farklılıklar torasik yetmezlik sendromunun ve sendromik skolyozların göstergesi olabilir (88).

Muhonen ve arkadaşları Chiari malformasyonlu çocuklarda abdominal refleks olmadığını tespit etmişlerdir. Abdominal refleks yokluğu özellikle eğriliğin konveks tarafında tespit edilmiştir (89).

Eğriliğin 20°'den fazla progrese olduğu durumlarda santral sinir sistemi lezyonları eşlik edebileceği için MR mutlaka çekmemiz gerekmektedir. Erken başlangıçlı skolyoz tedavisinde breys veya alçı kullanımı progresyonu engellemede başarısız ise cerrahi prosedürleri düşünmeliyiz (76).

Pahys ve arkadaşları tek kliniğe başvuran infantil idiyopatik skolyozlu >20° eğriliği mevcut 54 hastaya MR uygulayarak intraspinal patoloji açısından

değerlendirmişlerdir. 7 hastada (% 13) nöral aksis anomalisi tespit etmişlerdir. 5 hasta (% 71.4) nöroşirüji tarafından opere edilmiştir. 3 hastaya tetrakord gevşetilmesi ve 2 hastaya chiari malformasyonu dekompresyonu yapılmış; 2 hastada küçük nonoperatif syrinks tespit edilmiştir. 10 yaş altı skolyozlarda intraspinal patoloji daha yüksek prevalansda görülür. Özellikle idiyopatik juvenil skolyozların % 20'sinden fazlasında intraspinal patoloji görüleceği unutulmamalıdır (136).

Normal fizik muayeneye sahip olanlarda bile erken başlangıçlı skolyozlarda yapılan çalışmalarda MR'da nöral aksis anomalileri olabileceği gösterilmiştir (90,91). Dobbs ve arkadaşları 46 infantil idiyopatik skolyozlu nörolojik muayenesi normal Cobb açısı 20°'nin üzerindeki eğriliklerde çekilen MR'larında 10 hastada nöral aksis anomalisine rastlamışlardır ve 8 hasta nöroşirüji tarafından opere olmak zorunda kalmıştır. Infantil idiyopatik skolyozlarda Cobb açısının 20°'nin üzerinde olduğu deformitelerde MR çekilmesi gerektiğini tavsiye etmişlerdir (92).

İnfantil idiyopatik skolyozlu hastaların baş muayenesi önemlidir. Plagiosefali fizik tedaviye iyi yanıt verir. Yüksek oranda çukur kenar sağ taraftadır. Baş ile ilgili bu durum aynı zamanda yarasa kulak(bat-ear) deformitesi, konjenital muskuler tortikollis ile ilişkili olabilir. Başla ilgili bu durum skolyozsuzda sık görülür fakat infantil idiyopatik skolyozla ilişkisi olabileceğini bilmek önemlidir. Pelvis muayeneside iyi yapılmalı çünkü gelişimsel kalça displazisi infantil idiyopatik skolyozla ilişkili olabilir (83,84). Alt ekstremitte eşitsizliğinde skolyozdan mı kaynaklı değerlendirmeliyiz. Skolyoza sekonder bacak eşitsizliğinde genelde lomber eğriliğin çıkıntı olan kısımda alt ekstremitte uzundur (76).

Hastanın öyküsünde doğum, gelişim ve büyümenin yanında aile öyküsü de sorgulanmalıdır. Konjetinal skolyoza eşlik edebilecek kas-iskelet sistemi, genitoüriner sistem ve kardiyak patolojiler açısından da sorgulama yapılmalıdır (171).

Fizik muayenede, çocuk tamamen soyulmalı ve baştan aşağı incelenmelidir. Baş-boyun anomalileri, saç çizgisi, boyun hareketleri, anormal pigmentasyon, yama tarzı kılınmalar, hemanjiom, nevüs, omurga üzerinde olabilecek sinüsler ve lipomlar araştırılmalıdır. Bu cilt bulguları altta yatan bir intraspinal patolojinin bulgusu olabilir. Ayrıntılı bir nörolojik muayeneye birlikte alt ekstremitede atrofi, çarpık ayak ve pençe ayak gibi ayak deformiteleri de araştırılmalıdır. Hastaların % 35'ine yakınında nöral aks

anomalileri bulunur. Bunlar arasında diastematomyeli, tetrakord, chiari malformasyonu, intradural lipom, hidromyeli, syringomyeli en sık karşılaşılanlardır. Nörolojik muayenenin normal olması veya cilt bulgularına rastlanmaması intraspinal patolojiyi ekarte ettirmez (171).

Konjenital kalp hastalığı bulunma sıklığı % 7-12 oranında eşlik edebilir. VSD ve ASD gibi defektlerin yanında fallot tetralojisi ve büyük damarların transpozisyonu gibi ciddi problemler de eşlik edebilir. Ameliyat planlanan hastalara kardiyoloji konsültasyonu rutin olarak istenmeli ve ekokardiyografi yaptırılmalıdır (171).

Böbrek agenezisi, hipospadias, at nalı böbrek, üreter duplikasyonu gibi genitoüriner anomaliler % 20'lere varan oranda eşlik edebilmektedir. Rutin renal USG yapılmalıdır (171).

Çarpık ayak, springel deformesi, klippel-feil deformitesi, gelişimsel kalça displazisi gibi kas-iskelet sistemi problemleri de konjetinal skolyoza eşlik edebilmektedir (171).

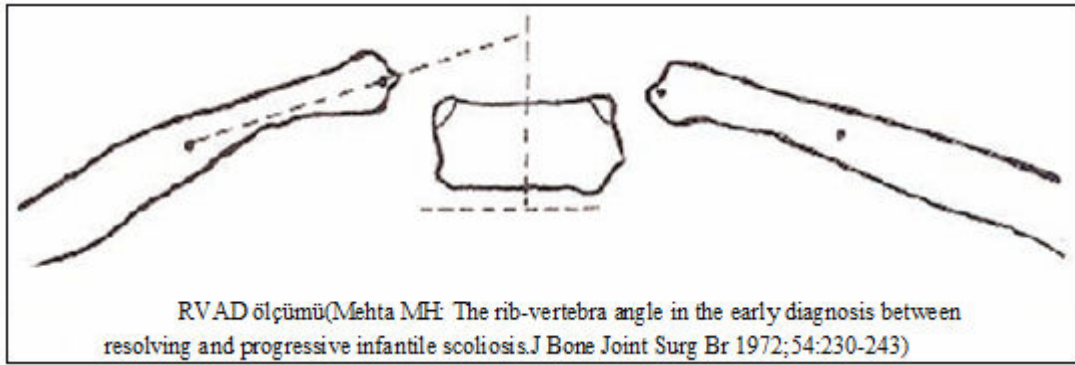
Nöromusküler skolyozda eğrilik nöromusküler hastalığın başlangıcından itibaren ilerlemeye başlar. Bu hastalığın çoğu prenatal dönemde başladığı için eşlik eden omurga deformiteleri, infantil ya da erken çocukluk döneminde tedavi edilmeyi gerektirecek büyüklüğe erişir. Nöromusküler skolyozda eğri şekilleri farklılıklar içerir (bazıları idiyopatik skolyoza benzer bazıları uzun C şeklindedir). Torokolomber eğrilik sıklığı fazla olduğundan bu hastalarda pelvik oblisite sık görülür. Önemli bir kısmında kifotik deformite eşlik eder. Bu hastalar cerrahide önemli risk altındadır. Musküler distrofide malign hipertermi riski yüksektir. Enfeksiyon riski fazladır. Kemikler osteoporotiktir ve bu durum implant yetmezliği ve psödoartroz riskini artırır. Operasyon sırasında daha fazla kanama riski vardır. Diyafragma ve interkostal kasların zayıf olmasından dolayı ameliyat sonrası ventilatuar destek gerekmektedir (172).

5.6. RADYOLOJİK DEĞERLENDİRME

Skolyozlu hastalar radyolojik olarak başlangıçta anteroposterior ve lateral grafilerle değerlendirilir (pelvis ve servikal vertebra dahil). Grafi genç çocuklarda ayakta çekilmeli daha küçüklerde supin pozisyonda tavsiye edilmektedir. Servikal

vertebra anomalileri, lombosakral eklem, pelvis dikkatli şekilde (gelişimsel kalça çıkıklığı) değerlendirilmelidir (76).

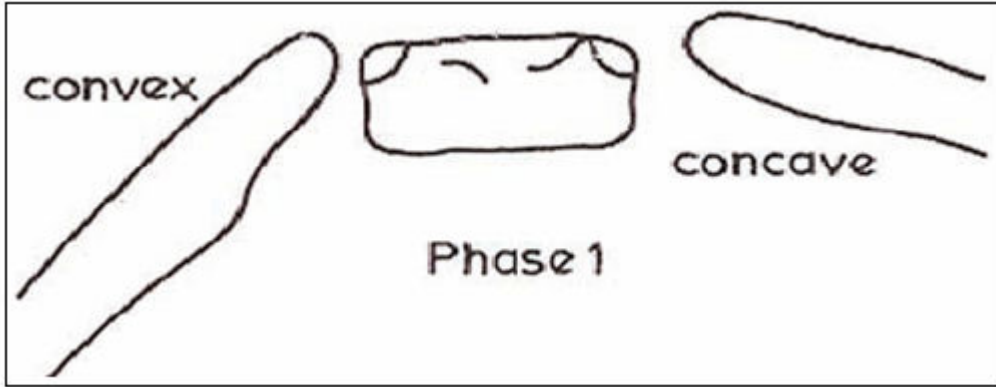
Skolyoz progresyonunun moniterizasyonunda cobb açısı ölçülerek tedavi planlanması değerlendirilmelidir (93). Eğrilik geç başlangıçlı skolyozla ilişkili olmadığı sürece erken skolyozların çoğunluğu spontan olarak geriler. 1972'de Mehta'nın tanımladığı RVAD (kosta-vertebral açı arasındaki fark) metodu ile infantil idiyoatik skolyozların progresyonu değerlendirilebilir (94).



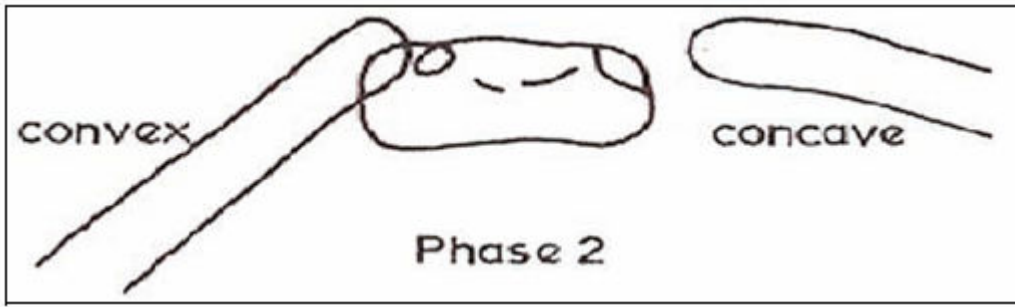
Şekil 8: RVAD ölçümü (Mehta MH: The rib-vertebra angle in the early diagnosis between resolving and progressive infantile scoliosis. J Bone Joint Surg Br 1972;54: 230-243)

Yukarıdaki şekilde mehta açısının hesaplanması görülmektedir. Konveks ve konkav kostaların merkezine paralel çekilmiş hat ve bu iki hattın torakal apikal vertebranın endplatelerine paralel çizgiye indirilen dik hat arasındaki açılar arası fark bize mehta açısını vermektedir. Konkav açı – konveks açı = RVAD (Kosta vertebral açı farkı). RVAD 20° ve altında ise infantil idiyoatik skolyozun % 80-90 gerileyeceğini göstermektedir. RVAD 21° ve üstünde ise eğriliğin progrese olacağını göstermektedir (94).

Daha sonra Mehta apikal vertebranın konveks taraftaki kosta başının evrelemesini yapmıştır. İnfantil idiyoatik skolyozlarda bu faydalıdır. Faz 1'de kosta başı ve boynu vertebranın üstüne binmemektedir. Faz 2'de ise konveks taraftaki kosta başı ve boynu apikal vertebranın üstüne binmektedir. Faz 1'de progresyonun tahmini için Mehta açısı hesaplanması gerekebilir. Faz 2'de ise Mehta açısını ölçmeye gerek yoktur, kesin olarak progresyon olduğunu göstermektedir (94).



Şekil 9: (Mehta MH: The rib-vertebra angle in the early diagnosis between resolving and progressive infantile scoliosis. J Bone Joint Surg Br 1972;54:230-243) faz 1



Şekil 10: (Mehta MH: The rib-vertebra angle in the early diagnosis between resolving and progressive infantile scoliosis. J Bone Joint Surg Br 1972;54:230-243) faz 2

Mehta faz 1 ve Mehta açısı $<21^\circ$ olan infantil idiyopatik skolyozların % 83'ünün gerilediğini, 21° ve üzerindeki eğriliklerin % 84'ünde ise progresyon olduğunu rapor etmiştir (94).

Ferreira ve James RVAD ve kotsa başının fazlarının ilişkisini test etmişler ve Mehta ile benzer sonuçlar bulmuşlardır. Faz 1 kostalarda $RVAD < 21^\circ$ ise ergilikte % 99 gerileme, faz 2 kostalarda $RVAD > 20^\circ$ ise eğrilikte % 98 progresyon tespit etmişlerdir (95).

RVAD juvenil idiyopatik skolyozların takibinde kullanılabilir. RVAD'ın 20°'den fazla olması progresyonun ve konservatif tedaviye cevap alınamayacağıının göstergesidir (94).

Charles ve Dimeglio juvenil skolyozlarda büyüme esnasında progresyon için risk faktörlerini değerlendirmişlerdir. 205 juvenil skolyozlu hastanın 109'unda Cobb açısı 21°'nin altında, 56'sında 21°-30° arasında, 40'ında ise 30°'nin üzerinde bularak sınıflamışlardır. Puberte başlangıcında 21°'nin altındaki eğriliklerde %15.6 progresyon olmuş (eğrilik >45°) ve progresyon olanlara füzyon yaptıklarını belirtmişlerdir. 21°-30° arasındaki hastalar progresyonuna göre füzyona maruz kalmışlardır. 21°-30° arasında eğriliği olan hastalarda yılda 6°-10° arasında progresyon gösterenlerin % 70.9'u füzyona maruz kaldığını söylemişlerdir. 21°-30° arasında eğriliği olan hastalarda yılda 10° den fazla progresyonu olan hastaların % 100'nün füzyona maruz kaldığı bildirilmiştir. 21°-30° arası juvenil skolyozların % 75'inin (56 hasta) opere edildiğine değinmişlerdir. 21°-30° arası juvenil skolyozların % 43'ü hızlı progresyona, % 57'si yavaş progresyona ugradığını bildirmişlerdir. 21°-30° eğriliklerde İlk 2 yılda eğriliğin progresyonunu tahmin etmek zordur. 30° üzerindeki juvenil skolyozlu hastalar ileri dönemde % 100 olarak opere edilmişlerdir. Pubertenin başlangıç döneminde bu hastaların % 73'ü hızlı progresyon % 27'si yavaş progresyon göstermişlerdir. Pubertenin başlangıç dönemindeki 30°'nin üzerindeki eğrilikler % 100 olarak cerrahi risk altındadır. Operasyon için torasik eğriliklerin risk altındaki eğrilikler olduğunu belirlemişlerdir. Özetle eğriliğin paterni, büyüme atağı sırasında Cobb açısı ve progresyon derecesi eğriliğin ilerlemesinin tahmininde güçlü faktörler olarak tespit edilmiştir (60,61).

Progresyon açısından diğer bir ipucuda lomber bölgenin değerlendirilmesidir. Double majör eğriliklerde Ceballos ve arkadaşları progresyon olasılığının yüksek olduğunu göstermişler ve yakın takip edilmesi gerektiğine değinmişlerdir (96).

Apikal vertebranın T8-T9-T10 vertebralarda yer almasıda eğriliğin progresyon göstereceği açısından yapılan çalışmalardan biridir.

Konjenital skolyozun progresyonu defektin tipine, deformitenin lokalizasyonuna ve hastanın yaşına bağlıdır. Defekt tipine göre en kötü prognoz unilateral unsegmente bar ile birlikte olan kontralateral hemivertebradır. Torakal bölgede ki (özellikle torokolomber alanda) deformitelerin ilerleme olasılığı daha fazladır. Eğriliğin ilerlemesi

ilk 5 yaşta ve pubertal büyüme atağı sırasında daha hızlı olur. Tanı anında hastanın yaşı ne kadar küçükse prognoz da o kadar kötüdür. Genel olarak konjenital skolyozların yaklaşık % 25'i ilerleme göstermez. Yine yaklaşık % 25'i yılda 5°'den daha az ilerleme gösterir. Ancak % 50'ye yakını puberteye kadar stabil bir ilerleme gösterir ve pubertal büyüme atağı sırasında hızlı bir ilerleme gösterir (171).

Vertebra anomalisinin patoanatomisini detaylı olarak araştırmada bilgisayarlı tomografi (BT) çok yardımcıdır. Radyasyona maruziyetin fazla olması nedeniyle preoperatif değerlendirme dışında rutin takipte kullanılması önerilmemektedir. Spinal kanal anatomisi ve diastometamyeli gibi intraspinal kemik patolojilerin ortaya konmasında oldukça değerlidir. Hedequist ve Emans yaptıkları bir retrospektif çalışmada ameliyat bulgularıyla preoperatif röntgenografi ve BT görüntülerini karşılaştırmışlar ve BT'nin anatomiye ve röntgenografide tespit edilemeyen anomalileri saptamada % 100 başarılı olduğunu belirtmişlerdir. İntraspinal patolojilerin ortaya konmasında manyetik rezonans görüntüleme (MR) myelografinin yerini almıştır. MR ile nöral dokular, spinal anatomi ve çevre yumuşak dokular çok iyi değerlendirilebilir (171).

Nöromusküler skolyozda eğriliğin progresyonunda en etkili faktör altta yatan nöromusküler patolojidir. Hastanın fonksiyonel durumu ile mental retardasyon derecesinde eğriliğin ciddiyeti ve görülme sıklığı üzerinde etkilidir. Bu eğrilikler erişkin dönemde de ilerler. Yatağa bağımlı kuadriplejik hastalarda lomber ve torakolomber eğriliklerin ilerleme riski daha fazladır (172).

6. ERKEN BAŞLANGIÇLI SKOLYOZUN TEDAVİSİ

ERKEN BAŞLANGIÇLI SKOLYOZUN TEDAVİSİNİN SINIFLANDIRILMASI(34)

1. CERRAHİ DIŞI TEDAVİ

- a) gözlem
- b) germe/egzersiz
- c) breys
- d) alçı

2. CERRAHİ TEDAVİ

a) Büyüme durduran yöntemler

i. füzyon < 9 yaş dan önce uzun füzyon nadiren endike (pulmoner etkiden dolayı)

b) büyüme uyan, büyüme uyarıcı ve koruyucu imlantlar

i. Distraksiyon esaslı (<8yaş?, tüm etiolojilerde)

i1. Uzatılabilir rod tekniği (tek rod ile enstrumantasyon veya çift rod ile enstrumantasyon)

i2. VEPTR (Kosta ankor vs. vertebra ankor) tekniği

ii. büyüme yol gösteren yöntemler (<8yaş?, tüm etiolojilerde)

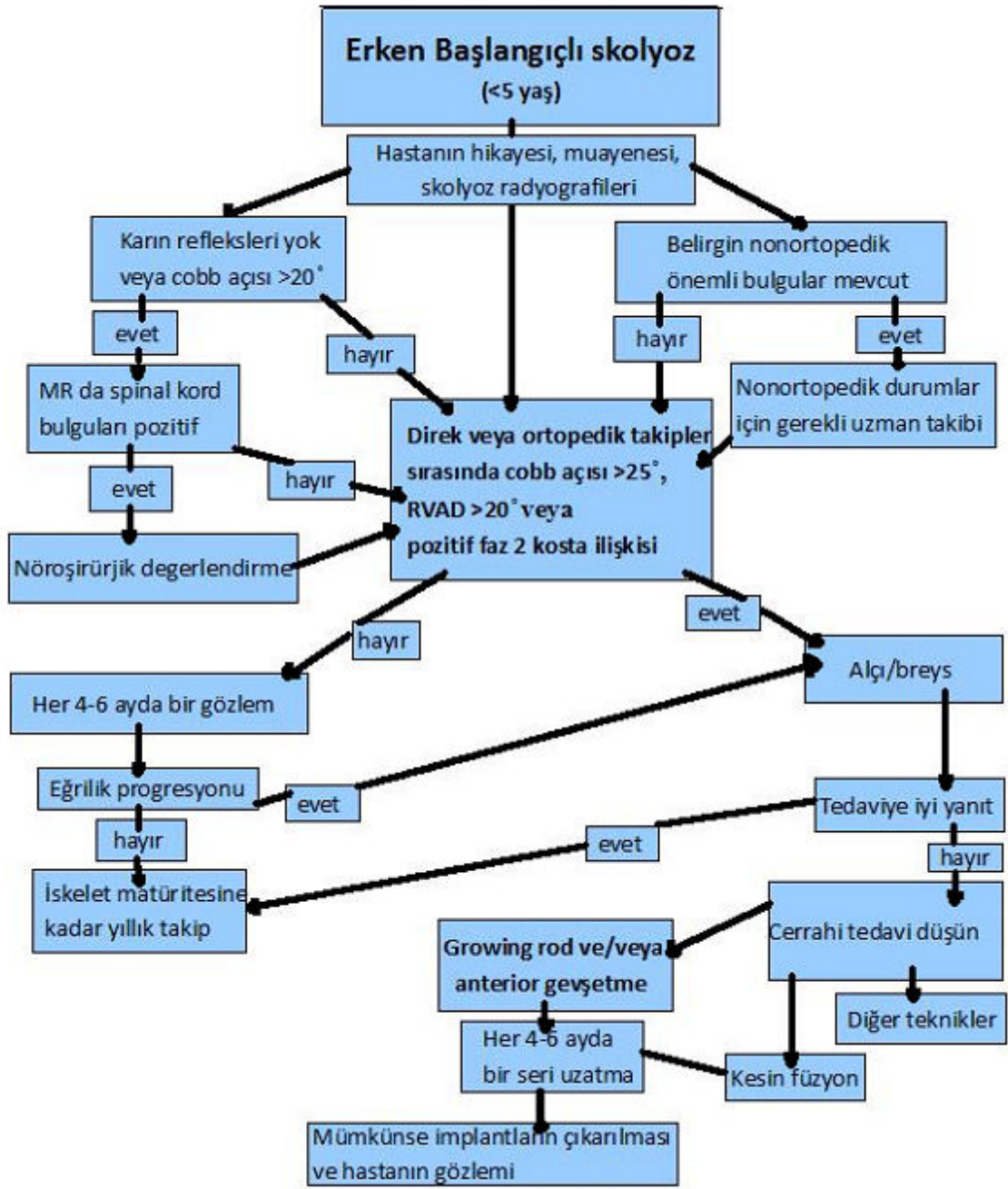
ii1. Shilla tekniği

ii2. Luque-Trolley tekniği

iii. germe esaslı (>8 yaş, nonkonjenital) füzyonsuz konveks tarafın büyümesini durduran imlantlar

1. staples(zimba) tekniği

2. tether(bağlama) tekniği



Şekil 11: Erken başlangıçlı skolyozun tedavi algoritması.(76)

6.1. CERRAHİ DIŞI TEDAVİ

Daha önce erken başlangıçlı skolyozun geleneksel konservatif tedavi seçenekleri alçılama ve/veya breysden oluşmaktaydı (45,98). Paul Harrington efektif spinal enstrumantasyonu tanımlayana kadar skolyoz tedavisinde alçılama sık kullanılıyordu. Alçılama tekniklerinin kullanımı azaldı ve cerrahi deneyimler ön plana çıkmaya başladı. Yeni enstrumantasyon sistemleri sağlam ve güvenli olarak eğrilik korreksiyonunu muhteşem sağlamakta, hızlı mobilizasyona ve aktiviteye dönüşe izin vermektedir. Rijit alçılama problem yaratmaktadır. Alçılama tüm skolyoz tiplerinde rastgele kullanılmıştır (144).

Nonoperatif tedavi (alçılama, breys) erken başlangıçlı progresif infantil idiyopatik skolyozların kesin tedavisinde kullanılabilir. Kesin operasyon gerekenlerde ise eğrilik progresyonunu azaltarak veya koruyarak operasyon süresine kadar zaman kazandırmak için kullanılabilir. Preoperatif traksiyon amaçlı veya postoperatif füzyon sağlanana kadar da kullanılabilir (144).

Alçılama daha çok 2 yaşından küçük çocuklarda, küçük eğriliklerde, tek eğriliklerde, idiyopatik tip eğriliklerde iyi sonuçlarla sonuçlanabilir. Her 2-3 ayda genel anestezi altında yapılması gerekmektedir. Hastanın ailesi anlayışlı ve sorumluluk sahibi olmak zorundadır. Hastanın cerrahiye gidebileceği bilgisi verilmelidir (144). Alçı kullanımı deride irritasyon ve basınç yarası oluşturabilir. Eğriliği desteklemede yetersiz kalarak pelvik destek yetersiz kalınca aşağı doğru kayabilir. Göğsü sıkıştırarak ventilasyon problemleri yaratabilir. Süperior mezenterik arter sendromuna yol açabilir (144).

Geleneksel Risser alçılama kosta ve mandibulada yüksek oranda komplikasyon ve alçı yaralarına yol açmaktadır. Diğer geleneksel alçılama teknikleri Cotrel ve Morel tekniğidir. Mehta son zamanlarda kendi tekniğini geliştirdi. Tedavideki primer rol rotasyonun korreksiyonudur. Mehta 136 idiyopatik infantil skolyozlu hastaya alçı uygulamıştır. 94 hastada tamamen korreksiyon oluştuğunu, 42 hastada ise parsiyel korreksiyon oluştuğunu belirlemiştir. Mehta tekniğinin uzun dönem sonuçları bilinmiyor ve karşılaştırmak için başka çalışmalar bulunmamaktadır (173).

Özellikle eğrilik şiddetli ise çocuklarda progresyonu alçı veya breys ile kontrol etmek inefektiftir. Alçı ile breys aynı zamanda bu çocuklarda pulmoner ve toraks gelişimini engellemektedir (1,45) Breys ve alçılamanın eğriliğe etki etmesi için önce immatür göğüs kafesini etkilemesi ve sonra bu etkinin vertebra üzerine yansması gerekmektedir. Uzun süreli kullanım vertebra'nın büyüme kaybına yol açacak ve pulmoner gelişimi engelleyecektir ve basınca bağlı cilt problemleri oluşacaktır (1,46).

Erken başlangıçlı skolyozların tedavisini yönlendirmek için eğriliğin progresyonunu önceden tahmin edip tedavinin şeklini yönlendirmek gerekmektedir. Cobb açısı $<25^\circ$ 'nin altında ve RVAD $<21^\circ$ altında eğriliklerin progresyonu çok az görülmektedir. Bu hastalar 4-6 ay aralarla çekilecek grafilerle gözlenmelidir. Eğriliğin progresyonu 10° ve üzerinde ise aktif tedaviye geçilmelidir. Eğer eğrilik rezolüsyona uğrarsa matürasyon gerçekleşene kadar progresyon olasılığında düşünerek 2 yılda bir izlenmelidir. Adölesan büyüme atağı döneminde eğriliğin tekrar progresyona uğrayacağı unutulmamalıdır (76). Gerileyen eğriliklerde uzun dönem bir çalışmada RVAD kullanımı onaylanmıştır ve alçı kullanımı veya aşırı fizyoterapinin çözülmeye veya fonsiyonel sonuçlara faydası olmadığı gösterilmiştir (97). Cobb açısı 20° - 35° arasında olan eğriliklerde ve faz 2 kosta-vertebra ilişkisi ile RVAD'ın $>20^\circ$ olduğu durumlarda progresyon riski yüksektir. Bu hastalar 4-6 ay aralarla yakın takibe alınmalı ve progresyon varsa aktif tedaviye başlanılmalıdır (76).

Erken başlangıçlı skolyozlarda geleneksel nonoperatif tedavi çoğu zaman genel anestezi altında alçı ve breys ile tedaviye başlanır. Maksimum düzelme sağlanana kadar alçı değişimi 6-12 hafta aralarla yapılır. Milwaukee (CTLSO) breys alçı yerine tercih edilebilir (1 günün 23 saati kullanmalıdır). Torakolomber ortezlerin akciğer fonksiyonlarını ve toraksın gelişimini engelleyeceği unutulmamalıdır. Breys minimum 2 yıl kullanılmalıdır. Cobb ve RVAD'da değişiklik olmadığında yani progresyon gösterilmediğinde korse bırakılmalıdır.(76) Mehta ve Morel önceden total düzelen eğriliklerin adölesan büyüme atağı sırasında nüks etmediklerini tamamen düzelmeyen eğriliklerin ise bir kısmının nüks edebileceğini ve cerrahi gerekebileceğini rapor etmişlerdir.(98) Risk altındaki bu hastaların iskelet matüritesi olana kadar izlenmelidir (76).

Mehta infantil idiyopatik skolyozlu 1 aylık-3 yaş aralığındaki 136 hastaya eğrilik tama yakın çözülene kadar her 8-16 haftalık aralıklarla anestezi altında alçılama uygulamıştır. 94 hastada tamamen düzelme, 42 hastada parsiyel düzelme gerçekleşmiştir. Eğer tedaviye 2 yaşından önce başlanırsa başarılı olma olasılığının yüksek olduğunu belirtmiştir. Uzun süreli tek çalışmadır. Sonuçta infantil skolyozlu seçilmiş hastalarda (idiyopatik infantil, fleksibl, küçük kobb açılı, 1 aylık-3yaş arası hastalar) alçılama korreksiyonu düzeltebilir. Eğer alçılamada başarısız olunursa tedavi sonlandırılmalıdır (143).

Erken başlangıçlı skolyozların ortotik tedavisi zordur. Breysin uzun süreli kullanımı çocuklarda ciddi komplikasyonlara (ortodontik ve göğüs deformitesi gibi) yol açmaktadır.(16) Breys kullanımı zayıf sonuçlara yol açmakla birlikte toraks ve pulmoner fonksiyon gelişimine zarar verebilir (45).

Kalibus breys infantil skolyozlar için kullanılıyordu. Genelde prone ve supin pozisyonda etkisinin daha efektif olduğuna inanılıyordu. Çocuklar oturmaya veya yürüme başladığı zaman etkisinin azaldığına inanılıyordu çünkü kemerlerden sağlanan gerginliğin oluşturulamıyacağına inanılıyordu (173).

Mc Master ve arkadaşları 22 progresif infantil idiyopatik skolyozlu hastaya modifiye Milwaukee ortezi (Edinburgh) kullanmışlardır (oksiput, mandibula ile pelvis arasına distraksiyon uygulayarak). 5 yıl takip sonrası % 43 düzelme meydana geldiğini belirlemişlerdir. Breys uygulanan grupta yılda 1° ilerleme olurken tedavi uygulanmayan grupta yılda 12° ilerleme belirlemişlerdir (16).

Robinson ve arkadaşları progresif juvenil skolyozlu 88 hastayı (ortalama cobb açıları >30°) boston veya milwaukee ortezi ile tedavi etmeye çalışmıştır. 10 yaş altında ortalama yılda 1°-3° ilerleme olurken; 10 yaş üzerinde ortalama 4.5°-11° ilerleme tespit etmişlerdir. 88 hastadan 77 si daha sonra posterior füzyona maruz kalmıştır (157).

Figueiredo ve James 98 juvenil idiyopatik skolyozlu hastanın 17 'sine Edinburgh ortezi kullanmış ve 4 yıl sonra ortalama eğrilik 37°'den 34° 'ye düştüğünü belirlemişlerdir. 55 hastayada posterior füzyon öncesi ortez uygulamışlar ve bu hastalarda ortalama % 21 korreksiyon elde etmişlerdir (161).

Breys kullanımının progresif infantil ve juvenil skolyozlar üzerine etkisini gösteren sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. Yapılan çalışmalarda progresif juvenil skolyozlarda füzyon öncesi sadece korreksiyonu sınırlı oranda düzeltmektedir.

Breysin sürekli kullanımında genelde itaatsizlik mevcuttur. Duygusal zorluklar ve kullanımında görünüşte alay edilme korkusu olabilir. Çene, toraks, pelvis, oksiputu rahatsız edebilir ve bu bölgelerde deformitelere yol açabilir. Alçıya göre vücudu sirküler olarak fit sarması daha azdır (144).

6.2. CERRAHİ TEDAVİ

Erken başlangıçlı skolyozlarda cerrahi tedavinin amacı; eğriliğin progresyonunu durdurmak, vertebranın maksimum büyümesini ve hareketine izin vermek, akciğer ve toraksın gelişimini sağlamak olmalıdır (99).

Progresif spinal deformite; çocuklarda hem sağlık açısından sorunlar oluşturmakta hemde cerrahi müdahale yapıldığında cerrahi problemler açısından çocukları kötü olarak etkilemektedir. Cerrahi tedavinin temelini, eğriliğin progresyonunu beklemek ve izlemek oluşturmaktadır. Skolyozun etiyojisi ne olursa olsun 0-5 yaş arasında olduğu zaman erken başlangıçlı skolyoz tanımının içine girmektedir. İmmatür hastalarda progresyon çok yavaştır veya yoktur genelde ortotik tedaviyle veya tedavisiz kendiliğinden gerilemektedir. Nonoperatif tedaviye cevap vermediğinde veya progresyon ilerlediğinde fiziksel aktiviteleri ile sağlıkları kötüye gittiği zaman erken cerrahi endikasyon gerekebilir. RVAD $>20^\circ$ de faz 2 apikal vertebraya sahip ve Cobb açısı 20° - 35° olduğu zaman yüksek olasılıkla progresyon riski vardır. Bu hastalarda 4-6 aylık takiplerde progresyon saptanırsa cerrahi tedavi başlanır. 35° üzerindeyse hemen tedavi değerlendirilmelidir. 45° üzerinde ise kesin cerrahi tedaviye başlanmaktadır (109)

Konjetinal skolyozda konservatif tedavi genel olarak tercih edilen bir yöntem değildir. Konjetinal skolyozun yaklaşık olarak % 75 oranında ilerleyici olması ve sadece % 5-10'unun konservatif tedaviye cevap vermesi nedeniyle genellikle cerrahi tedavisi zorunludur. Ancak, cerrahi tedavide ideal bir yöntem yoktur. Hastanın yaşı, deformitenin tipi, lokalizasyonu ve doğal seyri, eğriligin şekli ve eşlik eden diğer anomaliler seçilecek cerrahi yöntemin tespitinde etkilidir (171).

Nöromuskuler skolyozlu hastalar opere edilmediginde deformitenin ilerlemesi; dış görünüşte bozulmaya, ambulasyonda ve oturma dengesinde değişmeye, akciğer fonksiyonlarında kötüleşmeye yol açabilir. Nöromuskuler skolyozlu hastalar opere edilmediginde kor pulmonale, solunum yolu enfeksiyonlarında yatkınlık, nörolojik fonksiyonlarda kötüleşme, dekübit ülserlerinde artışta gözlenmektedir. Hastalıkların yaşam beklentisinde tedaviyi etkileyen faktördür (172).

Uzatılabilir rod tekniği kullanımı kısa kalın yapılı eğriliği rijit olan hastalarda kontrendikasyon açısından düşünülebilir. İri olan ve deformitesi rijit olan çocuklarda önce anülotomi yapmak düşünülebilir. Eğer büyüme potansiyeli yoksa bu tekniği kullanmamalıyız. Tedavinin amacı olmadıkça multipl yapılan cerrahi müdahaleler sonrası kötüye gidiş yanlış endikasyon koyduğumuzu bize gösterecektir (109).

6.2.1. Füzyon

Spinal füzyonda eğriliğin progresyonunu durdurmak ve krankshaft fenomeniyi engellemek için sirküferansiyel artrodez tercih edilir (21,22). Fakat spinal füzyon vertebranın büyümesini ve toraks gelişimini durdurarak akciğerin gelişimini engeller (23) Bazı hastalarda konjenital skolyoz gibi vakalarda spinal füzyon endikedir. Konjenital deformite az segment içeriyorsa limit artrodez yapılır ve/veya anomalili vertebraların rezeksiyonu yapıp diğer segmentlerin büyümesine izin verilir (1). 5 yaşından sonra füzyon uygulanan hastalarda şiddetli derecede gövde kısalığı olmadığı belirtilmiş, oluşan kısalığın bacak uzunluğu artışı ile giderildiğine değinmişlerdir (26). Fakat çocuklar ileri dönemde bu bacak uzunluğunu gövde kısalığına karşı kabul etmeyeceklerdir (29).

Spinal füzyon, genç yaştaki çocukların çok azında uygulanıyor. Çünkü füzyon sonrası vertikal büyümenin durması sonucu gövde kısalığı kalıyor. 5 yaşında torakolomber bölgede kalan vertikal büyüme miktarı yaklaşık olarak 12.5 cm dir. Torakal füzyon olduğunda 7.8 cm, lomber füzyon gerçekleştiğinde 4.7 cm vertikal büyümede kayıp olacaktır (114). Aynı zamanda orantısız vücut yapısı meydana gelmektedir.(kısa gövde,uzun alt ekstremit) (38).

Hastanın eğriliğinin progresyon yaşı cerrahi prosedür seçeneğini belirlemektedir. İzole posterior spinal füzyon çocuklarda başarısız bulunmuştur. İleri ki dönemlerde

krankshaft fenomeni gelişmiştir (21,100). Krankshaft fenomenin tanımı immatür vertebranın başarılı posterior füzyonu sonrası vertebranın anteriordan büyüme devam etmesi anlamına gelmektedir. Sanders ve arkadaşları açık asetabuler kırıkda kompleks ve risseri evre 0 spinal matüriteye sahip hastalara izole posterior spinal füzyon uygulandığında eğriliğin progresyonu ve krankshaft fenomeni gelişme olasılığının yüksek olduğunu belirtmişlerdir (100). Bu hastalarda krankshaft fenomeniyi engellemek için anterior füzyonda ek olarak uygulandığında vertebra büyümesi engellendiği için hastada gövde kısalığı oluşmaktadır. Spinal büyümenin hızlandığı 2 dönem vardır (0-5 yaş ve 10-15 yaş arası). Winter füzyon sonrası gövdenin ne kadar kısa kalacağını gösterecek bir formül geliştirmiştir ($0.7 \times \text{füzyona ugramış segment sayısı} \times \text{büyüme için kalan yıl} = \text{kısa kalma miktarı(cm)}$) (101). Erken dönemde füzyon yaparsak bu formülle bulacağımız değerler aileye ve doktora bilgi verir. Erken dönemde füzyon, spinal büyüme dışında akciğer ve toraks gelişiminde kötü etkiler. Bu komplikasyonlar erken başlangıçlı skolyozların tedavisinde füzyonu azaltmaya yönelik çalışmalar yapılmasına yol açmıştır (76).

İn situ füzyonda implant uygulanmadığından füzyon için uzun süre alçı kullanmak gerekli ve korreksiyon işlemi yapılamamaktadır. Krankshaft fenomeni gelişimini engellemek için anterior artrodez gerekebilir. Winter ve Moe'nin 5 yaş altında füzyon uyguladıkları 49 hastanın % 12'si psödoartroz ile sonuçlanmıştır. Takipte % 39'unda 5°'den fazla ilerleme tespit etmişlerdir (162).

Hemiepifizyodezis; eğriliğin konveks kenarına enstrumantasyonlu veya enstrumantasyonsuz yapılabilir. Hemiepifizyodezis; büyüme potansiyeli fazla olan konveks tarafın büyümesini durdurarak ve konkav tarafta büyüme izin vererek eğriliğin progresyonunu engellemekte ve spontan korreksiyon sağlamayı amaçlamaktadır. Bu teknik konjenital eğriliklerde daha efektiftir ve kademeli düzeltmelerde uygulanabilir. Normal büyüme potansiyeli başaramadığı için idiyopatik infantil ve juvenil skolyozlarda uygulanmaz. (24) Endikasyonu 70°'nin altı, 5 veya daha az segmenti ilgilendiren, unsegmente barı bulunmayan, 5 yaş altı, aşırı kifoz ve lordozun olmadığı progresif skolyozlarda genelde yapılmaktadır. Yapılan çalışmalarda epifizyodezin korreksiyon etkisi % 20-% 70 arasında, füzyon oluşumu % 17-% 70 arasında ve eğriliğin ilerlemesi ise % 0-% 21 arasında değişmektedir (164-165).

Erken başlangıçlı skolyozun cerrahi tedavisi birkaç jenerasyon boyunca gelişmiştir. Roaf, konveks tarafta eğriliğin büyüdüğünü, konkav tarafta ise büyümenin inhibe olarak asimetrik büyüme sonucu skolyoz oluştuğunu söylemiştir. Roaf hemiepifizyodezde başarılarından dolayı benzer girişimler önermiştir. Eğriliğin apeksine yakın vertebraya, yakın disklere ve konveks epifizyal kırırdağa ablasyon uygulayarak skolyozun ilerlemesini engellemeye çalışan bir tekniği tanımlamıştır. Hastaların % 23'de eğrilikte düzelme, % 40'da çok az düzelme veya hiç iyileşme olmadığı (<10° değişiklik) görülmüştür.(102) Son zamanlarda Marks ve arkadaşları konveks epifizyodezle birlikte harrington enstrumantasyonlu veya enstrumantasyonsuz opere ettikleri hastalarda deformitelerde önemli ölçüde düzelme olmadığı sonucuna varmışlardır (24). Bazı otörler torokoskopik teknikle (minimal invaziv yöntem) eğriliğin konveks tarafına hemiepifizyodez yaparak eğriliğin ilerlemesini engellemeye ve gelecekteki büyümeyi korumaya çalışarak tedavi uygulamışlardır. Yine benzer şekilde eğriliğin konveks tarafına staple kullanarak eğriliği kontrol etmeye ve büyüme potansiyelini korumaya çalışmışlardır. Betz ve arkadaşları adolesan idiopatik skolyozlarda torokoskopik konveks tarafa epifizyodez uygulamışlar. Eğriliğin % 60'ı stabil kalmış, % 6'sından azında ise progresyon olduğunu minimum 1 yıl takip sonucunda değerlendirmişlerdir. Fakat bu yöntemi hiçbir erken başlangıçlı skolyoza uygulamamıştır (103).

Çocuklarda pedikülün küçük olması enstrumantasyon olarak vida kullanımında zorluk yaratmaktadır. Pedikül vidası kullanımı aynı zamanda iyatrojenik olarak spinal kanal darlığına yol açabilmektedir. Aynı zamanda omurganın tamamen kemik doku yapısında olmaması vidanın omurgaya tutulumunu azaltmaktadır. Posterior füzyon sonucu aynı zamanda gövde kısalığının ve krankshaft oluşma olasılığının yüksek olduğu yapılan çalışmalarda gösterilmiştir. Krankshaft fenomeni tanımını ilk kez Dubousset (21) yapmıştır (eğriliğin posterior füzyonu sonrası 10° den fazla ilerlemesi). Krankshaft fenomeni oluşumunu ilk farkedenerler ise Hallock (163) ve arkadaşlarıdır. Krankshaft fenomeni nedeni anteriorda büyümenin durdurulamamasıdır. Yeni implant vida sistemleri posteriordan uygulandığında anterior büyümeyide kontrol ederek krankshaft fenomeni oluşumunu azaltmaktadır.

6.2.2. Uzatılabilir Rod Tekniği

6.2.2.1. Uzatılabilir (Growing) Rod Tekniğinin Tarihçesi

Progresif skolyozların cerrahi tedavisi küçük yaştaki çocuklarda önemli bir sorundur. Daha önce erken başlangıçlı skolyozun geleneksel tedavi seçenekleri breys, alçı ve/veya spinal füzyon tedavisinden oluşmaktaydı. Özellikle eğrilik şiddetli ise çocuklarda progresyonu alçı veya breys ile kontrol etmek efektif değildir. Alçı ile breys aynı zamanda bu çocuklarda pulmoner ve toraks gelişimini engellemektedir (45). Spinal füzyon ve segmental spinal enstrümantasyon efektif olarak skolyozu tedavi edebilir ve krankshaft fenomeniyi engelleyebilir fakat ileri dönemde kısa gövde, orantısız vücut yapısı oluşacaktır. Aynı zamanda küçük yaşlarda spinal füzyon akciğer gelişimine ters etki ederek respiratuar yetmezlikle sonuçlanabilir (43,46).

Bu problemleri ortadan kaldırmak için 1962'de Harrington tarafından füzyonsuz enstrümantasyon tekniği tanımlanmıştır. Harrington skolyozun konkav tarafına, distal ve proksimale laminer hooklar yerleştirerek distraksiyonla tedavi etmeye çalışmıştır. Komplikasyon olarak rod kırığı ve hookların dislokasyonu gibi implant problemlerini rapor etmiştir. Harrington, sistemin kullanımını 10 yaşından küçük progresif skolyozlarda önermiştir (füzyon yapmadan). Harrington rod kullanımında büyük progresyonlar ve fazla sayıda komplikasyonlar görülmüştür. (5) En eski çalışmalar harrington rod kullanımını içermektedir. Bu sistemin üzerinde periyodik uzatmalar yapılarak tedavi uygulanmaktaydı (2,15,19,50,51,52,54). Daha sonra modern skolyoz cerrahi kurslarında teknik değişime uğramıştır.(76)

Moe bu tekniği biraz daha geliştirerek modifiye etmiştir. Subkutenöz olarak kullanmayı tanımlamıştır. Farklı etiyolojilerde hızlı ilerleyen skolyozlu 20 hastayı harrington dişli rod ve hooklarla tedavi etmiştir. Harrington rodunu subkutan distraksiyon metoduyla uygulamıştır. Sınırlı olarak hook kenarlarına subperiostal diseksiyon uygulayarak füzyon uygulamıştır. Rodun santral kısmını pürüzsüz yaparak kolay yerleştirmeyi ve skar dokusunun az oluşmasını amaçlamıştır. Sagital kontura izin vererek ve rodu kalınlaştırarak kırılmasını engellemeyi amaçlamıştır. Postoperatif immobilizasyon için milwaukee breys kullanmıştır. 6-12 ay aralıklarla veya ne zaman 10°'den daha fazla korreksiyon kaybı gerçekleştiğinde uzatma uygulamıştır. Bu teknikle tüm hastaların en son takiplerinde ortalama 2.9 cm büyüme elde etmiştir. 9 hasta final

füzyona maruz kalmış ve bu hastalarda ortalama 3.8 cm uzama elde etmiştir. Beklenen büyüme miktarının % 84'ünü elde etmiştir. % 50 komplikasyon rapor etmiştir. Bu komplikasyonlar lamina ile rod kırığı ve hook dislokasyonundan oluşmaktadır. Rodu kalınlaştırarak rod kırığı komplikasyonunu azaltmıştır (12,13).

Moe ve arkadaşları İle Tello başlangıçta enstrumantasyonları yerleştirirken hook kenarlarına kemik grefti eklemeyi önermişlerdir. Aynı zamanda lamina fraktürünün oluşmaması için majör distraksiyondan kaçınmayı önermişlerdir (12,19).

Marchetti ve Faldini erken başlangıçlı skolyozların tedavisi için 1977'de end-füzyon tekniğini tanımlamışlardır. Başlangıçta cobb açısını oluşturan son vertebralara füzyon uygulamışlardır. İlk aşama esnasında son vertebra kenarları subperiostal olarak eksplore edilip, sonra greftlenmiştir. 2. aşama olarak, füzyon sağlandıktan 6 ay sonra (ikinci aşama) harrington rodu yerleştirmişlerdir. 3. aşamada hooklar ve rodun yerleştirilmesinden 6-8 hafta sonra seri distraksiyonları matürüteye kadar uygulamışlardır. Ankor kenarlarına uygulanan füzyon, önemli şekilde hook komplikasyonlarını azaltmıştır. İnfantil ve erken başlangıç skolyozlu 14 hastanın operasyon sonucunu yayınlamışlardır. Opere olan hastaları, distraksiyon sonrasında milwaukee korsesi ile desteklemişlerdir. Memnun edici sonuçlar tespit etmişlerdir. Fakat bu çalışmanın izleme süresinin kısa olduğu belirtilmiştir (10).

Luque 1980'den önce eksternal desteksiz veya füzyonsuz spinal segmental enstrumantasyon olan tekniğini (füzyon yapmadan sublaminar tellerle segmental vertebra fiksasyonu) tanımlamıştır. Daha sonra yöntemi modifiye ederek harrington rot yerine L rod kullanmıştır. Kısmen spinal büyüme konusunda Luque rotlarının yüksek oranda kırıldığını tespit etmiş ve tekrar tekrar uzatmalara ihtiyaç duymuştur. Hastaların çoğunda aynı zamanda enstrumantasyon sahasında kendiliğinden füzyon meydana gelmiştir (8,9,27). Luque trolley enstrumantasyon hemiepipfizezli veya hemiepipfizezsiz infantil veya juvenil idiyopatik skolyozlarda kullanılmıştır (27,28) Luque trolley sistemi kullanılan hastaların uzun dönem takiplerinde istenmeyen füzyon olduğu belirlenmiştir. Bu otofüzyonun nedeni subperiosteal eksplorasyon yapılarak sublaminar telleme yapılmasına bağlanmıştır (20,25,49). Luque Trolley sistemi kullanılan hastalarda, spontan spinal füzyon, yüksek komplikasyon oranı ve zor revizyonlarla sonuçlandığı tespit edilmiştir (75).

Bazı otörler eğriliğin konveks tarafındaki kostalara müdahale ederek hastaları tedavi etmeyi denemişlerdir (4,6,7). Barnes infantil idiopatik skolyozlu 48 hastaya kosta rezeksiyonu sonrası milwaukee ortezi uygulayıp takip etmiştir. 19 hastayada sadece milwaukee ortezi uygulayıp karşılaştırmıştır ve 2 grup arasında bir fark bulmamıştır (4). Taylor ve arkadaşları infantil idiopatik skolyozlu 24 çocuğa kosta rezeksiyonu ve kostodez uygulamıştır. Bu hastaların 10'unda iyileşmenin devam ettiğini, 14'ünde kötüye gidişin yavaşladığını belirlemişlerdir (6).

Morin tek uzatılabilir rod tekniğinde, proksimal ve distalde ankor olarak claw kullanımını tanımladı. Bir claw; bir supralaminar veya bir transvers proçese yerleştirilen hook ve bir sublaminal hookun bir veya 2 distal vertebral segmenti içermesinden oluşmaktadır (57).

Marks ve arkadaşları harrington rod tekniğine ek olarak kısa segment anterior apikal füzyon yaptıkları hastaların deformite kontrolünün daha iyi olduğunu torasik göğüs deformitesinin azaldığını belirtmişlerdir (24). Marks ve arkadaşları harrington rod uygulaması ile rod uzatmalarının eğriliğin progresyonunu durdurduğunu yayınlamıştır (24).

Klemme ve arkadaşları şiddetli eğriliği olan çeşitli etiyolojilere sahip 73 çocuk hastada harrington tek rod ile tedavi ettiğini ve postoperatif ortez ile desteklediğini 1997'de yayınlamıştır. 6 hastaya kısa segment anterior apikal artrodez veya hemiarthrodez ek olarak uygulamıştır. Bu hastaları ayırarak 67 hastayı değerlendirmişlerdir. T1-S1 de ortalama büyümeyi 3.1 cm/3yıl olarak hesaplamışlardır. 44 hastada eğriliğin progresyonunun durduğunu veya düzeldiğini; 23 hastada başlangıç operasyonundan sonra progresyonun devam ettiğini göstermişlerdir. Sonradan bu gruplarda uzatmalarda başarıya ulaşıldığını fakat eğriliğin korreksiyonunun azaldığını tespit etmişlerdir. 25 hastada 33 adet (21 hook dislokasyonu, 12 rot kırığı) imlant komplikasyonu (% 81) oluştuğunu belirtmişlerdir. Yüksek komplikasyonlara rağmen füzyonsuz rod tekniği ile periyodik distraksiyonun ve tamgün ortezin kullanımının bu kompleks hastalarda en iyi tedavi seçeneği olduğunu belirtmişlerdir (52).

Bir çok otör harrington rod sistemini kullanmıştır. Oldukça iyi sonuç elde etmişlerdir fakat yüksek oranda komplikasyonlar meydana gelmiştir (12,15,53,19,24,51,52,54).

Blakemore (3) ve arkadaşları apikal füzyonlu veya füzyonsuz izole submuskuler tek rod kullanımını tanımlamışlardır. 29 skolyoz ve kifoskolyozlu çeşitli etiyojolojiye sahip bu hastalara farklı olarak rodu submuskuler kullanmışlardır. Eğriliği 70° ve üzerinde eğrilikler ile bendinglerde eğriliğin sert olduğu vakalarda ek olarak apikal füzyon uygulamışlardır. Spinal büyüme miktarını rapor etmemişlerdir. Komplikasyonlara rağmen otör bu tekniğin korreksiyonu düzelttiğine bakarak tekniğin faydalı olduğuna inanmaktadır (3).

Blakemore izole tek rod tekniği ve Mineiro (2) ile Acaroğlu (14)'nun harrington rod sistemi (tek rod tekniği) ile yapılan benzer çalışmalarda şu sonuçlar ortaya çıkmıştır. Komplikasyon oranlarının yüksek olması ve orta segmentte (distrakte edilen kısım) meydana gelen sertlik nedeni ile en son operasyonlarda eğriliğin düzeltilmesindeki zorluklar oluşması sonucu, tekniğin geliştirilmesine yönelik araştırmalar yapılmasını tetiklemiştir. Çift rod tekniği geliştirilerek komplikasyon oranlarının azaltılması amaçlanmıştır.

Harrington'un orijinal rodu üzerinde önemli modifikasyonlar yapılmıştır. Tek rod kullanımında modifikasyonlara rağmen yaygın şekilde komplikasyonlar gelişmiştir. Spinal enstrumantasyon sistemlerinin gelişmesi sonrası; Asher isole enstrumantasyonun kullanımının temel prensiplerini tanımlamıştır (106). Çift rod kullanımını McCarty tanımlamıştır (107). Akbarnia ve Marks çift uzatılabilir rod kullanımını popülarize etmişler ve gelişiminde rol oynamışlardır (59,76).

Son zamanlarda çift uzatılabilir rod kullanımı popüler durumdadır. (1,3,38,39,41,42,43,44,58,59). Erken başlangıçlı skolyozların tedavisinde gövde kısalığını engellemek, akciğerin gelişimine izin vermek, eğriliğin ilerlemesini engellemek, korreksiyonu sağlamak amacıyla otörler periyodik uzatmalarda çift uzatılabilir rod enstrumantasyon tekniğiyle güvenli ve etkin sonuçlar elde etmişlerdir. Eğriliğin korreksiyonunu iyi sağladığı, spinal büyümeye izin verdiği, komplikasyonları az olduğu için bu sonuca varmışlardır. Periyodik uzatmalar esnasında operasyon olmadan uzaktan kumanda ile uzatma yapabilmek için çalışmalar sürmektedir (1,41,43,44,58,59).

Erken başlangıçlı skolyozların progresif eğriliklerin tedavisinin yöntemi son yıllarda gelişmiştir ve 2 cerrahi teknik (çift uzatılabilir rod tekniği ve VEPTTR) ön plana çıkmaktadır (109).

6.2.2.2. Uzatılabilir rod tekniğinin yönetimi

Uzatılabilir rod tekniği; minimal komplikasyon, minimal cerrahi operasyon ile deformitenin korreksiyonunu koruyarak spinal büyümeyi ve akciğer gelişimine izin vermesini amaçlar (1,5,12,52,76). Maksimum spinal büyüme sonuçlandığında artrodez ve spinal enstrumantasyon uygulanır (1).

Ne zaman hangi etiyolojiye sahip eğriliklere uzatılabilir rod tekniğinin kullanımını düşünmeliyiz?. Genç yaştaki çocuklarda çeşitli cerrahi prosedürlerin malesef uzun dönem sonuçları yoktur. Şuanda var olan çok sorunun cevabı prospektif çalışmalarla bulunabilir. Yapılan tavsiyeler kısa süreli tedavilerin sonucu oluşan deneyimler sonrası yapılmıştır. Uzatılabilir rod tekniğinin amacı spinal büyümeye izin vererek spinal deformitenin korreksiyonunu sağlamak ve korumaktır. Eğer amacımız bu değilse, bu tekniğin kullanımından kaçınılıyoruz çünkü istediğimizi başaramayabiliriz. Eğriliği çok sert olan büyümesi çok az kalmış ve ileri yaştaki çocuklarda korreksiyonu bu sistemle sağlayamayabiliriz. Sistem daha çok yumşak eğriliği içeren büyümenin tamamlanmasına çok olan genç yaştaki çocuklar için önerilmektedir (76).

Yapılan çalışmalar genelde çeşitli etiyolojileri bir arada içeren çalışmalardır. (infantil idiyopatik skolyoz, juvenil idiyopatik skolyoz, konjenital skolyoz, sendromik skolyoz, nöromüsküler skolyoz...).Tek merkezli tek etiyolojili skolyoz içeren geniş gruplarla yapılan çalışmalar sistemin etkinliğini daha iyi anlamamıza yol açacaktır.

Bazı hastalarda (konjenital anomali gibi) kalan büyüme potansiyeli için değer biçmek gerekemeyebilir. Uzatılabilir rod tekniği kullanımını bu hastalarda tercih etmek için iyi düşünmemiz gerekmektedir. Kötü deformitelerde sürekli internal destek sağlamak gerekebilir. Konjenital eğrilikle birlikte kosta füzyonu içeren ve torasik yetmezlik sendromu olan hastalarda VEPTTR tedavi seçeneği olabilir (76).

Uzatılabilir rod tekniğinin idiyopatik skolyoz dışında etiyolojiye sahip skolyozların kullanımında da başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Uzatılabilir rod sistemi; marfan sendromlu (69), serebral palsili (130), myelomeningoselli (132), nörofibromatozisli (141) ve konjenital (133) erken başlangıçlı skolyozların tedavisinde kullanılmıştır. Bu makalelerde başarılı sonuçlar bildirilmiştir.

Marfan sendromlu hastalarda pedikül ve lamina yerlerini zayıf olarak belirlemişlerdir. Ankorları 2 veya 3 seviye olarak yerleştirmişlerdir. Bu hastaların vücut kas yapıları zayıf olduğu için implantlar ciltte rahatsızlık yaratabilir. Bu nedenle, rodları ve ankorları submuskuler yerleştirmişlerdir. Şiddetli kifoz eşlik eden 6 hastada, distal tespit yerini pelvis olarak seçmişlerdir. Kifoz eşlik eden hastalarda sagittal balansı sağlamak için pelvik tespit kullanılması gerektiğine değinmişlerdir. Marfanlı hastalarda kardiyovasküler problemlerden dolayı dikkatli olunması gerekir ve bu problemler çözümlerse bu hastalar uzun süreli yaşamaktadır (69).

Serebral palsili erken yaşta başlayan şiddetli skolyozlar ortezle kontrol edilemezler (130). Growing spine çalışma grubu serebral palsili 16 skolyozlu hastanın 12'sini uzatılabilir çift rodla, 4'ünü uzatılabilir tek rodla opere etmişlerdir(proksimalde 10 hook-digerleri vida; distalde 3 hook-digerleri vida; 6 hastada pelvik fiksasyon). Ortalama yaşlarını 7.5 yaş olarak belirlemişlerdir. Eğriliğin preinitial ortalama cobb açısını 83°, en son takiplerinde ortalama cobb açısını 51°, T1-S1 mesafesinde ortalama kazancı 9 cm olarak hesaplamışlardır. Ortalama 9 ay intervallerle uzatma uygulamışlardır. Hastalarda komplikasyon olarak, 4 hastada 6 kez derin yara infeksiyon oluşmuştur. 4 hastadan perioperatif periyotta pnömoni tedavisi istemişlerdir. Sadece 1 hastada implant (proksimal hook dislokasyonu) komplikasyonu oluşmuştur. Sadece 3 hasta ortalama 4.3 yıl sonra füzyonla sonuçlanmıştır. Uzatılabilir rod tekniğinin serebral palsili şiddetli skolyozlarda başarılı şekilde kullanılabileceğini rapor etmişlerdir (130).

Elmelligy ve arkadaşları 2005-2007'de uzatılabilir tek rod tekniği ile opere ettikleri nörofibromatozisli 3 hastanın sonuçlarını değerlendirmişlerdir. Nörofibromatozise sekonder skolyozlar hızlı seyirli, keskin açılı, dirençli ve yumşak kemik kalitesine sahiptir. İlk önce anulotomi uygulamışlardır. Preinitial ortalama cobb açısını 81°, postinitial ortalama cobb açısını 40°, en son takiplerinde ortalama cobb açısını 40°, T1-S1 mesafesinde ortalama kazancı 1.1 cm/yıl olarak hesaplamışlardır. Ortalama 3 (1-5) uzatmadan sonra sadece 1 komplikasyon (1 vida gevşemesi) oluştuğunu belirtmişlerdir. Tedavinin nörofibromatozisli skolyozlarda güvenli ve etkili olduğunu söylemişlerdir (141).

Growing spine çalışma grubu uzatılabilir rod tekniği ile opere edilen 19 konjenital skolyozlu hastaların sonuçlarını bildirmişlerdir. Hastalar 6 yaş 10 ay da opere edilmeye

başlanmıştır. Minimum 2 yıl sonraki takiplerinde, ortalama 4.3 uzatma sonrası T1-S1 mesafesinde 12 mm kazanç elde ettiklerini, bu süreçte 19 hastanın 8'inde(% 42) komplikasyon geliştiğini belirtmişlerdir. 5 hasta final füzyona ulaşmıştır. Uygulanan 100 prosedürün 15'inde komplikasyon (% 15) (2 pulmoner, 2 infeksiyon, 11 implant problemi) oluştuğunu bildirmişlerdir. Preinitial Cobb açısını 65.3°, ileri dönem takiplerinde ortalama Cobb açısını 47.2 olarak hesaplamışlardır. Tedavinin konjenital skolyozlarda güvenli ve etkili olduğunu söylemişlerdir (133).

Erken başlangıçlı skolyoz tanımı içine giren sahip skolyozlarda cerrahi endikasyon kriterlerini içeriyorsa çeşitli etiyojilere sahip eğriliklerde bu tekniği uygulayabiliriz. Uzatılabilir rod sistemi genellikle 10 yaş öncesi progresyon gösteren eğriliklerde uygulanmaktadır. Eğer büyüme potansiyeli yoksa bu tekniği kullanmamalıyız (76).

Sponseller ve arkadaşlarının yaptığı multimerkezli çalışmada, spinal deformitede uzatılabilir rod tekniğinin kullanımında bazı konularda (eğrilik miktarı, fleksibilite, diagnosis, yaş) fikirbirliği ortaya çıkmıştır. Multimerkezli kliniklerde 265 uzatılabilir rod tekniği uygulanan hastanın ana eğriliğinin ortalama Cobb açıları, 50°-60°'yi (% 87 >50° üzerindeki eğrilikler) aşan eğriliklerden oluşmaktadır ve bu sistem 8-10 yaşdan (% 94'ü 10 yaş altı) küçük hastalarda tercih edilmektedir (66).

Uzatılabilir rod sistemini nasıl kurmalıyız?: Akbarnia ve arkadaşları uzatılabilir rod tekniğinde geliştirdikleri modifikasyonlarla tekniğin nasıl yapılması gerektiğini sunmuşlardır. Çocukların vertebrasının uzunluğuna göre cilt insizyonu; tek uzun orta hat veya çift orta hat olarak tercih edilebilir. Subperiostal olarak üst ve alt ankor yerleri hazırlanarak 2 veya 3 seviye (en az iki seviye) tercih edilebilir. Ankor olarak; hook, vida, claw seçeneklerinden biri kullanılabilir. Konturları hazırlanmış rodler (çift veya tek) istenmeyen füzyonu engellemek için submuskuler veya subkutan olarak yerleştirilebilir. Sistem maksimum stabilizeyi elde etmek için tasarlanmaktadır. Ankor yerlerinin seçimi; tanı, eğriliğinin tipi, çocuğun yaşı, eğriliğinin lokalizasyonu ile ilişkilidir. Örneğin nöromusküler skolyozlarda uzun enstrumantasyonlar tercih edilmektedir. Üstte ankor yeri olarak genellikle T2-T4 seviyeleri tercih edilmektedir. Hook kullanımında yer olarak transvers proçes veya supralaminar lokalizasyon tercih edilebilir. Alt seviye olarak skolyozun aşağısında son vertebranın alt kısmı tercih edilir. Pedyatrik rodun

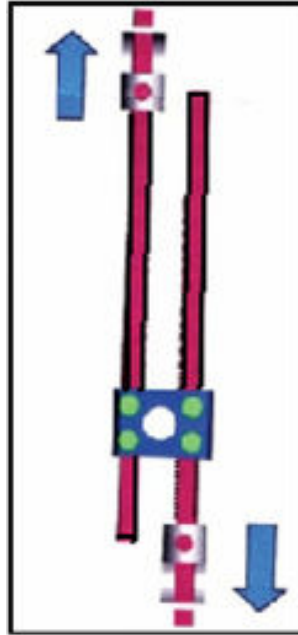
çapı 3/16 inch(4.5mm) dir. Rodlar 2 seğment olarak kesilir. Roda sağıtal alignmant verilir. Deformite fleksibl ise, roda sağıtal alignmant verdiğimizde manivela etkisiyle kifoza oluştıracak veya düzeltecektir. Rodlar yerleştirilip tandem konnektör veya domino ile birbirine bağılandıktan sonra ankora bağlanır. Transvers konnektör kullanımı genelde yalnız başına hook kullanıldığında kullanılmaktadır. Vidalar sıkılmadan transvers konnektör yerleştirilir sonra vidalar sıkılır (1,76). Mahar hook kullanımında transvers konektör kullanımının biyomekanik olarak katkıyı artırdığını göstermiştir (42).Ankor kenarlarına kemik doku kullanılarak limit füzyon uygulanmaktadır. Ankorun stabilitesi için bu seviyede faset füzyonu sağılanması gerekmektedir. Tandem konnektör ile hazırlanan rodlar torakolomber bileşkede birbirine bağlanmaktadır. Bu bölgede bağlanmasının nedeni, sağıtal kontur üzerine en az etki buradadır. Tandem konnektör veya dominodan distraksiyon işlemleri uygulanır. Ankor kenarlarında füzyon olana kadar, genelde 6 ay olmak üzere breys (2,3,1,76) kullanılmaktadır. Korsenin, spinal hareketleri minimize ettiğini ve rodu koruduğunu belirtmişlerdir.Genelde 6 ay aralıklarla uzatma işlemleri uygulanmaktadır (1,38,76).



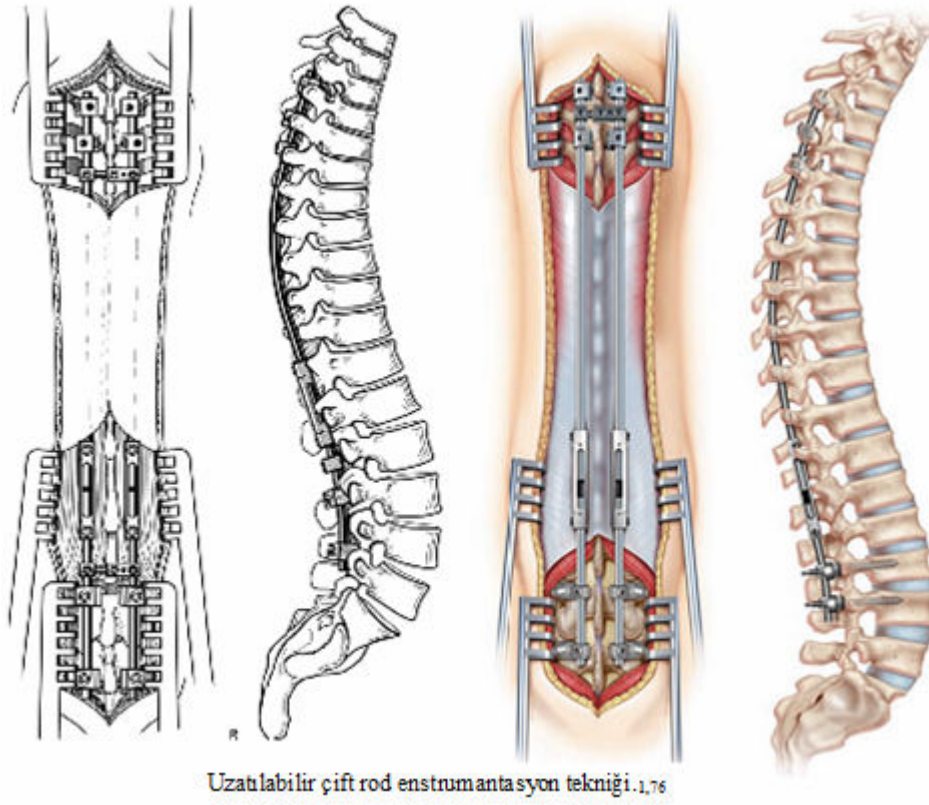
Resim 1: Uzatılabilir rod sisteminin kurulması ve distraksiyonu için gerekli aletler



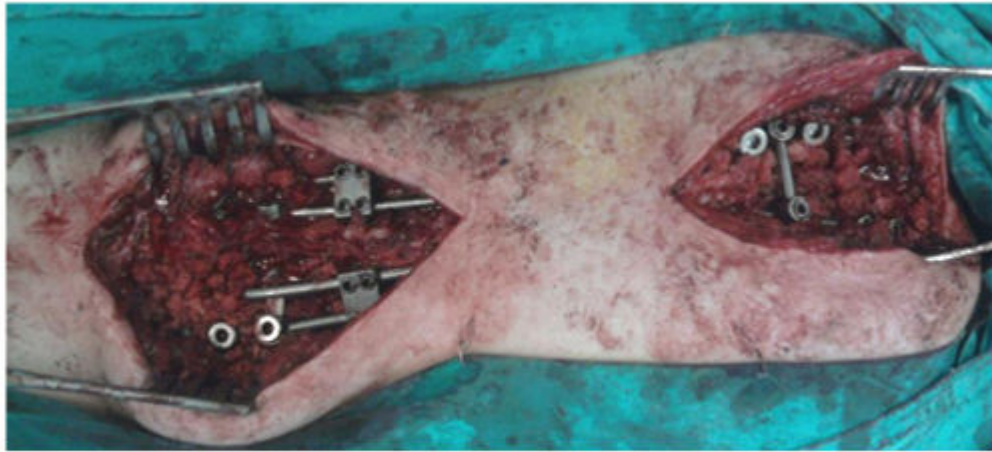
Resim 2: Uzatılabilir tek rod enstrumantasyon sistemini oluşturan implantlar



Şekil 12: Tek rod enstrumantasyon tekniği.(174)



Şekil 13: Uzatılabilir çift rod enstrumantasyon tekniği.(1,76)



Resim 3: Hasta B.E. Uzatılabilir çift rodlu dominolu sistemin yerleştirilmiş perioperatif resmi

Uzatılabilir rod sisteminin proksimal dayanak noktasında vida mı, hook mu tercih etmeliyiz? Cross-link kullanmalı mıyız?: Mahar ve arkadaşları (2007) yapmış oldukları biyomekanik hayvan çalışmasında, ankorları değişik kombinasyonlarda yerleştirmiştir. Sistem olarak pediatrik uzatılabilir çift rod tekniğini kullanmıştır. En iyi muhtemel ölçüde insan vertebraına benzer 8 porcun vertebraı seçmişlerdir. Pediatrik popülasyona uygun enstrumantasyon kullanmışlardır. Rastgele T3-T4 ile L5-L6 arası segmentler seçmişlerdir. Sistemin yerinden sökülmesi için en fazla kuvvet harcanmasını vida-vida cross-linkli grupta tespit etmişlerdir. Fakat vida-vida cross-linkli ile vida-vida cross-linksiz grup arasında istatistiksel fark bulamamışlardır. Hook-hook cross-linkli ile hook-vida cross-linkli grup arasında da istatistiksel fark olmadığını fakat hook-vidayı yerinden sökmek için daha fazla kuvvet gerektiğini tespit etmişlerdir. Vida-vida içeren grubu yerinden sökmek için en fazla güç gerektiğini tespit etmişlerdir. Vida-vida içeren grup hook içeren gruplara göre istatistiksel olarak önemli fark olduğunu belirlemişlerdir. Distal bölgedeki ankorların yerinden sökülmesi için proksimal bölgeye göre daha fazla yük harcamak gerektiğini bulmuşlardır ve bunu lomber bölgedeki vertebraların lamina boyutlarının büyük olmasına ve korpusun büyük olmasına bağlamışlardır. Hook-vida grubunda önce hook, sonra vidanın vertebradan sıyrıldığını belirlemişlerdir. Cross-link kullanımının ankorların yerinden sökülmesi için ek kuvvet getirmediğini bulmuşlardır. Bu çalışmada disloke etmek için posteriordan direk devamlı akut güç uygulamışlardır. Daha gerçekçi olması için manivela moment ve torsiyonel güç altında siklik sürede yüklenmelerle çalışma yapılması gerekliliğine değinmişlerdir. Aynı zamanda bu çalışmada epoxy resin maddesi ile ankor yerlerine yalancı füzyon uyguladıklarını çalışmanın gerçek füzyondan yoksun olduğuna değinmişlerdir (42).

Ankor yerlerinin seçiminde yaş, tanı, eğriliğin lokalizasyonu ve tipi temel alınmaktadır. Nöromüsküler skolyozlarda daha uzun enstrumantasyon tercih edilmektedir. Çift rod tekniğinde klasik olarak 2 seviye olmak üzere 4 adet ankor (vida, hook veya kombine) genelde tercih edilmektedir. Hook tercih edilecekse üstteki hook supralaminer infralaminer şekilde yerleştirilmesi tercih edilmektedir. Süperior hookları yerleştirmede bocalıyorsak spinal kanal işgalinden kaçınarak 2 veya 3 seviye çapraz şekilde dizilebilir. Hook seviyesinde bocaladığımızda transvers konektör hookların aşağısına yerleştirilerek müdahale edilebilir (146).

Pedikül vidası; spinal kanala kaçabilir, lomber bölgede kök içinden geçebilir, kırılabilir, disloke olabilir. Fakat güçlü şekilde tespit sağlar ve transvers proçes veya lamina kayıpları yaşandığında fayda sağlar. Hook ise anterior yapıları yaralamak açısından risksizdir. Final füzyonda vida yerlerini korur. Görüntüsüz yerleştirilebilir. Kırılmaz. Fakat revizyonu istendiğinde laminayı kırabilir. Disloke olabilir (bu sublaminer kablolarla korunabilir). Bazende hook yerleşim yerleri olmayabilir veya çok zayıf olabilir (35).

Vida, iyatrojenik spinal kanal stenozu için potansiyel olabilir. Laminer bozulmalarda kurtarma prosedürü olarak tercih edilmektedir. Fakat cerrahlar artık hook kullanımını terk etmektedir. Ankor seçiminde vida yerleştirilmesinde özellikle kemik kalitesi çok önemlidir. Aynı zamanda ankor seçimini distraksiyonun baskısına karşı ankor kenarlarının rezistansı ve vidaların rezistansını etkilemektedir (42).

Cross link (transvers konektör), yüksek profilinden dolayı ciltde ağrı ve ciltte bozulmaya neden olabilir. İmplant azlığı doku komplikasyon riskini azaltır. Vida-vida kullanımında cross link kullanımının stabiliteyi fazla etkilemeyeceği için, kullanılmamasının makul olabileceğine değinilmiştir (42).

Uzatılabilir rod sisteminin distal dayanak noktasında vida mı hook mu tercih etmeliyiz? Distalde ankor olarak genellikle çift roda iki seviye olmak üzere 4 adet vida kullanımı tercih edilmektedir. Nöromusküler ve sendromik skolyozlarda genellikle sakrum veya ileum distal ankor seçim yeri olarak tercih edilir (146).

Uzatılabilir rod tekniği kullanımında distal ankorların sakropelvik fiksasyonunu ne zaman yapmalıyız?: Nöromusküler ve sendromik skolyozlu çocuklarda deformitenin progresyonunu önlemede breys kullanımı yetersizdir. Şiddetli skolyozlu çocuklarda uzatılabilir rod sisteminin kullanımı ve sistemin pelvise uzanımının uygulanması sonrası başarılı sonuçlar alınmıştır. Gövde balansı ve oblik pelvis olan hastalarda uzatılabilir rodun pelvise uzanımı tatmin edici sonuçlar vermektedir (72,73).

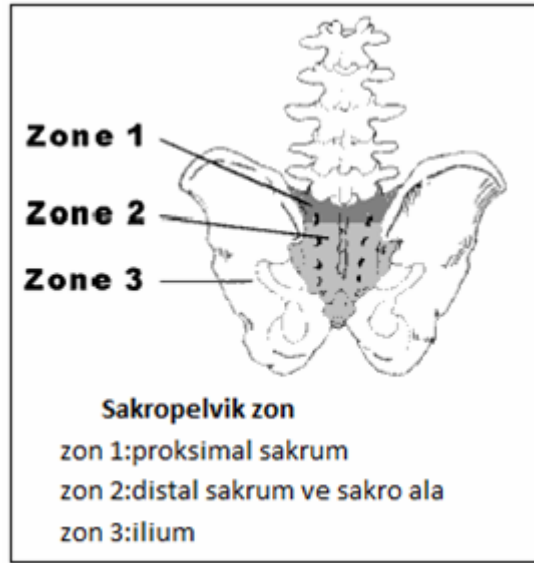
Sponseller ve arkadaşları nöromusküler skolyozlu (myelomeningoselli 4 hasta, serebral palsili 3 hasta, artrogripozisli 2 hasta ve spinal musküler atrofi 2 hastayı opere etmişlerdir. Bu hastalarda pelvik fiksasyon endikasyonunu şiddetli pelvik oblikliği olan, distal deformitesi olan (coronal veya sagital), ankor kenarlarında yetersizlik mevcutsa uygulamışlardır. Bu hastalarda rod problemlerinin daha az olduğunu, iliak fiksasyonla pelvik eğriliğin en iyi düzeltildiğini belirtmişlerdir (147).

Sponsors ve arkadaşları 1990-2007'de 36 hastada uzatılabilir rod tekniğinde distalde ankor yeri olarak pelvik fiksasyon uyguladıkları hastaları değerlendirmişlerdir. Endikasyon olarak 60° 'den fazla, 9 yaşından küçük çocukları opere etmişlerdir. Pelvik fiksasyon için endikasyon kararını şiddetli oblik pelvik yapısına sahip distal eğriliklerde, lomber bölgede ankor kullanımının yetersiz olduğunu düşündükleri vakalarda alternatif tercih olarak kullanmışlardır. Çeşitli etiyojilerdeki yaş ortalaması 6.8 yaş, eğrilik derecesi ortalama 86°, pelvik obliterasyonu ortalama 27° olan 21 hastaya iliak vida, 9 hastaya iliak rod, 3 hastaya McCarthy S-rod, 6 hastayada sakral fiksasyon (hook, vida, rod) uygulamışlardır. (2 iliak vida 2 iliak rod ile, 1 iliak rod 1 S-rod ile değiştirilmiştir). 30 hastada uzatılabilir çift rod, 6 hastada uzatılabilir tek rod sistemini kullanmışlardır. En az 2 yıl sonraki izlemlerinde Cobb açısının ortalama 48° 'ye gerilediğini, pelvik obliterasyonunun ortalama 11° 'ye gerilediğini belirlemişlerdir. İliak vida kullanımının sakral fiksasyona göre daha iyi Cobb açısını ve pelvik obliterasyonu düzelttiğini göstermişlerdir. (% 47 karşı % 29). İliak vida>iliak rod>S-rod>sakral fiksasyon (en iyi iliak vida) sırayla korreksiyona etkileri gösterilmiştir. İliak vida>S-rod>iliak rod>sakral fiksasyon (en iyi iliak vida) sırayla pelvik obliterasyona etkileri gösterilmiştir. T1-S1 mesafesinde total kazancı ortalama 8.6 cm olarak hesaplamışlardır. Çift rod kullanımının tek rod kullanımına karşı majör eğriliğin korreksiyonunu (% 47 karşı % 25) ve pelvik obliterasyonu (% 67 karşı % 44) daha iyi düzelttiğini göstermişlerdir. 6 hastanın final füzyona ulaştığını belirtmişlerdir. Proksimal fiksasyon olarak 22 hastada hook, 14 hastada vida tercih etmişlerdir. Çift rod kullandıkları hastalarda distalde cross-link kullandıklarını ve distal stabilitede etkili olduğunu belirtmişlerdir. 5 hastada derin yara enfeksiyonu, 6 hastada rod kırığı, 5 hastada iliak vida kırığı , 2 hastada iliak vida dislokasyonu, 1 hastada iliak rodta gevşeme, 1 hastada S-rodta gevşeme, 3 distal ankorda çıkıntı komplikasyonu olarak meydana geldiğini tespit etmişlerdir (72).

Pelvik fiksasyonun şiddetli skolyoz ve/veya kifozun eşlik ettiği vakalarda sagittal ve koronal dengeyi kontrolde efektif olduğu gösterilmiştir. Bu vakalarda distalde ankor yeri olarak pelvik fiksasyon kullanılması genellikle daha iyi tolere ediliyor ve rod fraktürüne daha az oranda rastlanıyor gözükmektedir. Teknik olarak pelvik fiksasyonda maksimal ankor uzunluğunu tercih etmeli, distal stabiliteyi artırmak için distale rijit cross-link kullanılmalı ve implantın çıkıntı yapmasından kaçınılmalıdır. Pelvik fiksasyon distalde vertebra tespitine göre lomber lordozu daha iyi korumaktadır. Pelvik fiksasyonda hook yerine rod ve vida kullanımı daha efektiftir (72).

Sakropelvik fiksasyon nasıl yapmalıyız? Hangi zonu seçmeliyiz? Hangi yöntemi kullanmalıyız?: Skolyoz, kifozda sakropelvik bileşke bölgesinde anterior kolon desteği kaybı şiddetli biyomekanik sorunlara yol açabilir. Bu bölgeyi küçümsemek imlantlarda gevşeme, kırılma, bölgede psödoartroz ile sonuçlanabilir. Büyük fleksiyon gücünü sakropelvik bileşke bölgesinde engellememiz için sağlam fiksasyon yapmalıyız (73).

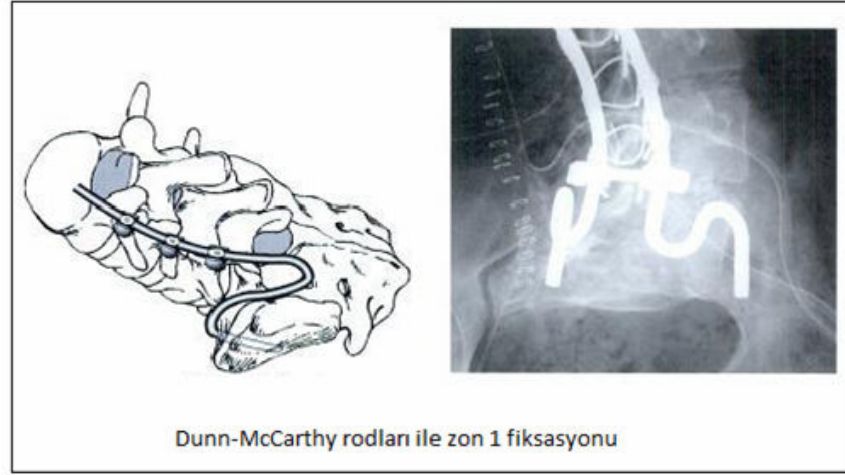
Sakrumun anatomik yapısı kansellöz kemiği zayıf bir kortikal kemik tarafından sarılan bir yapıya sahiptir. S1'in (1. Sakral vertebra) yapısı farklı olarak sağlam kortikal kemik yapısına sahip ve daha iyi fiksasyon için özelliklere sahiptir. Sakrum promontoryum içinden trikortikal fiksasyon veya son plaklardan S1'e yapılan bikortikal fiksasyon en güvenli yöntem olarak görülsede, osteopenik ve biyomekanik olarak talep gereken durumlarda dikkatli olmak gerekmektedir. Sakrumun anteroposterior kalınlığı S1'den S3'e (3. Sakral vertebra) doğru ilerledikçe hızla azalır. S1 kalınlığı 45-50 mm iken, S2 (2. Sacral vertebra) ve S3'de bu mesafe 25-30 mm'ye düşmektedir. Lateral sakral ala, S1'in orta hattı kadar kalınlığa sahiptir. Fakat alar boşluk atrofik olabilir; rutin olarak alar fiksasyon yapmamalıyız. İliumun posterior kolonu fiksasyon için mükemmel diğer bir tercihtir. Galvestion tekniğinde, intrailiak olarak buraya vida veya rodla tespit uygulanabilir. İliumun posterioru yüzeysel olduğu için sınırlı fiksasyon sağlamaktadır. İliumun aşağısına indikçe çukur alan olmadığı için distal tespitte cilt bozulmaları oluşabilir. Tek taraflı fiksasyon sakrumda mekanik sorunlar oluşturmaktadır. Lomber bölgenin tersine sakrumun posterioru hook ile tespit için uygun bir yer olarak görülmemektedir (73).



Şekil 14: Angel Macagno, Michael F. O'Brien, Nathan Lebwohl. Sakropelvik Fiksasyon. Surgery of the Pediatric Spine.

Zone 1 fiksasyonu, S1 korpusuna orta hattan yaklaşarak vida tespiti ile yapılmaktadır. Genelde bikortikal olarak S1'e son plak veya promontoryumdan yapılmaktadır (73).

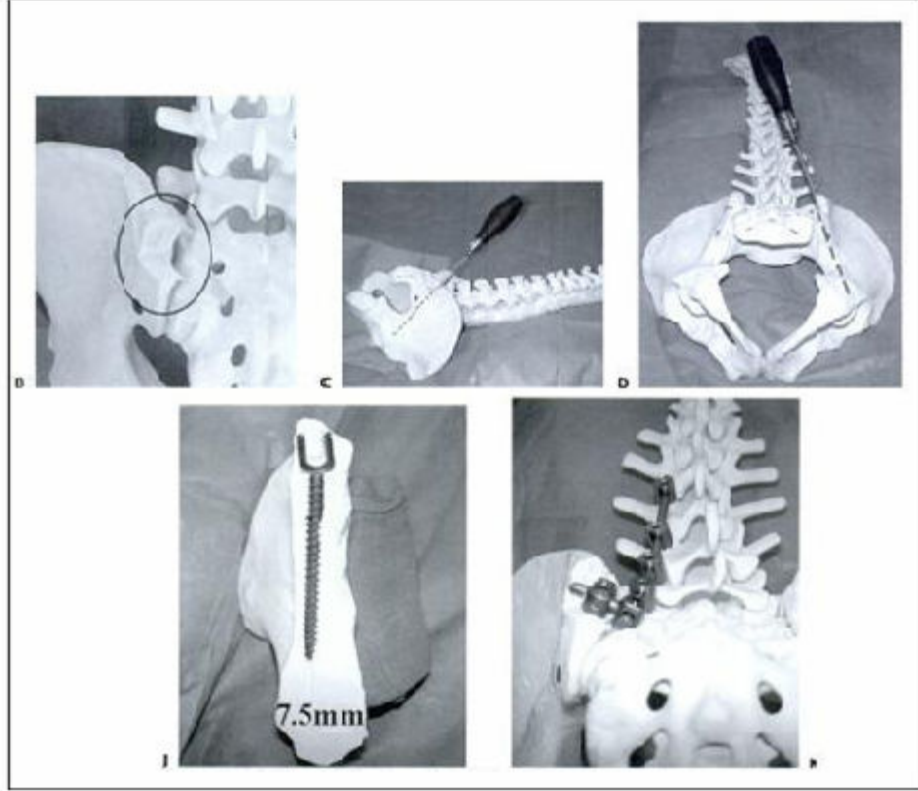
Zone 1'e fiksasyon, McCarty'nin tanımladığı S-rod'larla yapılabilir. S-rod, bu bölgenin fleksiyon gücüne dirençlidir ve çocuklar için daha çok tercih edilmektedir. Efektif bir şekilde fleksiyona karşı moment kolu oluşturmaktadır. Özellikle dolaşamayan nöromusküler skolyozlarda ve torakolomber ve lomber bölgede kifoza olan hastalarda tercih için uygundur. Ambulatuvar (gezen) hastalarda fleksiyon gücü karşısında S-rod yetersiz kalmaktadır. Bikortikal tespit yapılırca başarılı olunur. Kısmen sakrolomber bileşke bölgesinde biyomekanik problemlerle karşılaşabiliriz (73).



Şekil 15: Angel Macagno, Michael F. O'Brien, Nathan Lebwohl. Sakropelvik Fiksasyon.Surgery of the Pediatric Spine.

Zone 2, sakral fiksasyonu (sakral aladan distal sakruma kadar) distal ankorlar için daha az efektif bölgedir. Çünkü anatomik açıdan kısıtlayıcı ve kemik kortikal yapısı zayıf bir yapı içermektedir. Alar vidalar kullanışsızdır. Hook, S1'in posterior nöral foramenine başarılı bir şekilde uygulanabilir. Çalışmalarda zone 1'in vida ile fiksasyonuna zone 2 fiksasyonu eklenmesinin biyomekanik katkısının fazla olmadığı gösterilmiştir. Alar bölgenin vida ile tespiti, istisna olarak S1 fiksasyona ek olarak biyomekanik açıdan fleksiyon ve ekstansiyona direnç gösterir. Zone 2 fiksasyon tespiti tek başına yeterli değildir.(73)

Zone 3, bilateral iliumdan oluşmaktadır. Torakolomber bölgenin inşaatı için büyük bir biyomekanik katkı sağlar. Zone 3'de galveston tekniğinde rod anterior iliumun içinde olduğu asetabulumun üzerine doğru uzandığı zaman bu bölgedeki fleksiyon gücüne karşı muhteşem bir rezistans gösterir. Rod pürüssüzse gevşeme ile sonuçlanabilir. İliuma vida ile 7-10 cm arası tespit dislokasyona karşı muhteşem direnç gösterir (73).



Zonlarda yapılan biyomekanik çalışmalarda zone 3'de kullanılan galveston sisteminin en iyi rezistansı sağladığı gösterilmiştir (73).

Tetrakord olan hastalarda tetrakord gevşetmesinden hemen sonra uzatılabilir rod eklenmesi güvenli mi? : Shah ve arkadaşları 3 skolyozlu hastayı bu şekilde tedavi ettiklerini ve herhangi bir komplikasyonla karşılaşmadıklarını belirtmişler. Tabiki daha fazla sayıda hasta ile çalışma yapılması gerekmektedir.

Nörofizyolojik monitörizasyon kullanmakta uygulanan distraksiyon miktarının tutarlı olmasında bize yardımcı olacaktır (64).

Uzatılabilir rod kullanımında çift rod mu tek rodmu kullanmalıyız? Sistemi subkutan mı submuskuler mi yerleştirmeliyiz?: Multimerkezli yapılan retrospektif bir çalışmada 143 hastanın 910 kez cerrahiye maruz kaldığını belirtmişlerdir. 73 hastaya tek rod, 70 hastaya çift rod sistemi uygulamışlardır. Sistemİ 54 hastada subkutan, 89 hastada submuskuler olarak yerleştirmişlerdir. 81 hastada 177 komplikasyon oluştuğunu tespit etmişlerdir. Çift rod kullanılanlarda (54 aylık takipte) tek rod kullanımına (65 aylık takip) göre plansız cerrahi oranının ve komplikasyon oranının daha az olduğunu belirlemişlerdir. Sistemin submuskuler yerleştirilenlerde; yara problemlerinin, plansız cerrahi oranlarının ve komplikasyon oranlarının daha az olduğunu belirlemişlerdir (67).

Growling spine çalışma grubunun bildirisinde, 138 hasta uzatılabilir rod tekniği prosedürü ile opere ettikleri hastaların 86'sında rodlar subkutan olarak, 52'sinde submuskuler olarak yerleştirilmiştir. 67 hasta çift rod ile, 71 hasta tek rod ile opere edilmiştir. 2 grupta (submuskuler ve subkutan grubu) büyüme açısından önemli istatistiksel fark bulunmamıştır. Çift rod kullanılanlarda eğrilik korreksiyonu rod lokalizasyonu ne olursa olsun daha iyi olduğu aşikar olarak tespit edilmiştir (135).

Thomson ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada çift rod tekniği kullanılmasının (tek roda göre); başlangıç korreksiyonu daha iyi sağladığını, korreksiyonun devamlılığını daha iyi koruduğunu, vertebral büyümeye katkısının daha fazla olduğunu ve komplikasyon oranlarının daha düşük olduğunu belirtmişlerdir (43).

Uzatılabilir rod cerrahisinde implantlarla ve sagittal aligmantla ilişkili komplikasyonlarda risk faktörleri nelerdir? Komplikasyonlardan ve ankor yetmezliğinden kaçınmak ve azaltmak için başlangıç cerrahisinde ankor yerlerinin seçimi ve stabilitesi çok önemlidir (146).

Tek rod kullanımı, paslanmaz çelik rod kullanımı, küçük çaplı rod kullanımı, multipl uzatmalar rod kırığı riskini arttırmaktadır. Yang ve arkadaşları 33 hastada 42 rod kırığını (çalıştıkları risk faktörleri:tanı, yaş, kilo, tedavi süresi, uzatma sayısı, rot kalınlığı, rod materyalı, rod sayısı, ankor tipi, cross-link kullanımı) değerlendirmişlerdir. Başlangıç cerrahisi ortalama yaşı 6.2 yaş olan takip süresi 30 ay

(aralık, 2-80 ay) olan hastalar değerlendirilmiştir. Tek rod kullanımında, çift roda göre rod kırığı riski daha fazla (% 27 ye karşı % 8.1) görülmüştür. Paslanmaz çelik rodlarda, titanyum roda göre rod kırığı riski daha fazla (% 13 e karşı % 2) görülmüştür. Nonfraktür grupta fraktür grubuna göre rod kalınlığının daha fazla (4.71 mm e karşı 3.67 mm) olduğu tespit edilmiştir. Nonfraktür grupda fraktür grubuna göre uzatma sayısı daha az (2.17 uzatma ya karşı 4.6 uzatma) olarak görülmektedir. Çift rod kullanılan grupda rod kırığında çoğu kez tamir zamanına kadar intakt rodla sürdürülmüştür. Pelvik fiksasyonun kırık riskini arttırmadığını istatistiksel olarak değerlendirmişlerdir (129).

Sponseller opere ettikleri sendromik skolyozlu hastalarda rod kırığı oranının en yüksek olduğunu belirtmiştir. Sendromik skolyozlu hastalarda % 27(20/75), idiopatik skolyozlarda % 16(16/103), Konjenital skolyozlarda % 16(8/49), nöromusküler skolyozlarda % 3(2/76) olarak rod kırığı oluştuğunu belirtmiştir (147).

Elsebaie bir bildirisinde implant ile ilişkili komplikasyonları analiz etmiştir. 2000-2007 tarihleri arasında 39 hastayı uzatılabilir tek rod tekniği (pediyatrik izole rod veya tandem konektör ile bağlı rod) ile opere etmişler ve rodu submuskuler olarak yerleştirmişlerdir. Ortalama 3 yıl 4 ay sonraki takiplerinde 26 implantla ilişkili komplikasyon meydana gelmiştir. (13 rot kırığı, 7 proksimal hook dislokasyonu, 5 distal vida migrasyonu). Rod kırığı ile önemli istatistiksel olarak ilişkili olan durumlar şöyledir. Vücut ağırlığı % 75'den daha fazla olanlar ve fleksibilitesi yüksek olan eğriliklerde rod kırığı sıklığı fazladır. Eğriliğin büyüklüğü ile istatistiksel ilişki tespit etmemişlerdir. Proksimal hook dislokasyonu riski fazla durumlar şöyledir. Rod konturu uygun olmayanlarda, 4. dorsal vertebradan daha proksimale uzanan eğriliklerde ve dorsal vertebrada kifoza artmış eğriliklerde hook dislokasyonu oluşma riskinin fazla olduğunu belirtmişlerdir (134).

Sagittal aligmant, segmental (normal ve patolojik(junktional bölgede)) ve global (normal ve patolojik(hipokifotik, hiperkifotik, düz bel)) olarak tanımlanmaktadır. Sagittal malaligmantta bağlı komplikasyonlar oluşabilmektedir. Bu nedenle mevcut iskeletal yapıyı uygun şekilde uzatılabilir rod sistemini kurarken uygun ankor ve rod seçimi önemlidir. Özellikle proksimalde T1 seviyesi seçimi bu bölgede oluşabilecek junktional kifoz açısından değerlendirilmelidir. Vida kullanımı (daha stabil fakat

tehlikeli?) distalde sinir köklerini zedeleyebilirken, proksimalde spinal kord yaralanmasına yol açmakla birlikte dislokasyon riski mevcuttur. Komplikasyondan kaçınmak için rodun konturunu sagittal aligmanta uygun şekilde kurmalıyız. Ankor kenarlarında yeterli füzyon oluştuktan sonra zamanla distraksiyon uygulamak komplikasyonu azaltmaktadır (fakat en iyi korreksiyon başlangıç aşamasında elde edilmektedir). Junktional kifoz olduğu zaman veya başlangıçta mevcutsa sistem daha proksimale kurulmalıdır. Sonraki uzatmalarda rod konturu (uygun kifoz ve lordoz) tekrar verilmelidir. Deformite fleksibl oduğu zaman roda sagittal aligmant verdiğimiz zaman manivela etkisiyle kifozu oluşturacak veya düzeltecektir. Sagittal aligmantta başta deformite varsa enstrumantasyonu yerleştirmek daha zordur ve ankor yetmezlik riski daha fazladır. Ankor dislokasyonundan kaçınmak için aşırı sagittal korreksiyon yapmamalıyız (145).

Marfan sendromlu hastalar dar pediküler yapı ve geniş duraya sahiptir. Marfan sendromlu hastalarla nöromusküler skolyozlu hastalarda kemik dansitesi azalmıştır. Nörofibratozisli hastalarda ise kemik yapısı kırılğan ve sklerotik yapıdadır. Bu hastalarda zayıf kemik yapısından dolayı ankor yerlerinin fiksasyonunda dikkatli olunmalıdır (147).

Marfan sendromlu hastalar küçük yaşta büyük eğriliklere sahiptir. Bu hastalarda çift majör eğrilikler daha yaygındır. Bu hastaların 1/3'ünde kifoz mevcuttur. Marfan sendromlu hastalarda seviye seçimi açısından dikkatli olunmalıdır (147).

Sponseller ve arkadaşları marfan sendromlu skolyozlu 10 hastanın 7'sini çift rod, 3'ünü tek rod tekniği ile opere etmişlerdir. Bu hastaların operasyona başlama ortalama yaşlarını 5.3 olarak hesaplamışlardır. Ana eğriliğin ortalama Cobb açısını 77.2° olarak belirlemişlerdir. Ortalama torakolomber kifozu ise 56° olarak ölçmüşlerdir. 5 hastada kifoz 90°nin üzerinde olarak değerlendirmişler. Şiddetli kifoz eşlik eden 6 hastaya distal tespiti pelvise yapmışlardır. Hastaların 1 tanesinde tespit materyali vida, diğerlerinde hook kullanmışlardır. Marfan sendromlu hastaların pedikül ve lamina yerlerini zayıf olarak belirlemişler ve ankor yerlerini 2 ile 3 seviye tespit uygulamışlardır. Bu hastaların vücut kas yapıları zayıf olduğu için implantlar dışarı çıkmasın diye submuskuler yerleştirmişlerdir. Ortalama kifoz açısı 40°nin altına düşmüştür. Final füzyona ulaşan 5 hastanın ortalama Cobb açısı 42°, final korreksiyon oranı % 42 olarak

belirlenmiştir. Komplikasyon olarak 2 hastada rot kırığı, 3 hastada intraoperatif serebrospinal sıvı sızıntısı, 1 hastada postoperatif pnömotoraks, 1 hastada distalde ankorda dislokasyon, 1 hastada cerrahi esnasında kardiyak aritmi meydana gelmiştir. Kifoz eşlik eden hastalarda sagittal balansı sağlamak için pelvik tespit kullanılması gerektiğine değinmişlerdir. Marfanlı hastalarda kardiyovasküler problemlerden dolayı dikkatli olunması gerekir ve bu problemler çözümlerse bu hastalar uzun süreli yaşamaktadır (69).

Ankor problemlerinden kaçınmak için, sistemi cerrahinin başlangıç evresinde uygun kurmalıyız. Uygun boyutta implantlar seçmeliyiz. Sistemi cilt ve ciltaltı doku yeterli düzeyde örtecek şekilde örtmeliyiz. Oluşabilecek komplikasyonları önceden sezerek erken müdahale etmeliyiz (146).

Distraksiyon prosedürü nasıl uygulanmalıdır ve uzatma prosedürünün uzamaya etkisi nasıl olmaktadır?: Tandem konektörler veya dominolar önce palpe edilip işaretlenir. Küçük ortahat insizyonla üzerinden girilip kısmi eksplorasyon yapılır. Her bir konektörün sonundaki kurulmuş vidalar gevşetilir (özellikle proksimal vidalar). Genellikle distraksiyon proksimale doğru yapılmaktadır. Daha sonra tandem konektörler içindeki rodler arasına distraktör yerleştirilip distraksiyon işlemi uygulanır. Distraksiyon işleminden sonrada tandem konektör üzerindeki vidalar sıkılır. İlk önce genellikle konkav taraftaki sisteme distraksiyon uygulanır. Cerrah elbette ki rodlerin konektör içinde serbest olup olmadığını kontrol etmelidir. İstenen uzatma işlemine ulaşıncaya kadar nazıkçe distraksiyon uygulanır. Uzatma işlemi için rodleri domino ile bağlıyorsak eğer bağlanma bölgesi olan dominonun üzerinden girilerek kutanöz doku ve fascia açılarak dominonun bir tarafına gevşetme yapıp rod üzerinde distraksiyon olanaksız hale gelinceye kadar yapıp gevşetilmiş domino vidaları sıkılıp işleme son verilir. Hastalarda eğriliğin progresyonu, oturma yüksekliği, tanıya ve yaşa göre distraksiyon zamanı belirlenmeli fakat güncel yaklaşım artık her 6 ayda bir programla distraksiyon uygulanması yönündedir. Yeterince distraksiyon gözlenmediği zaman distraksiyon işlemine son verilir (1,109).

2005 annual research society meeting de growing spine çalışma grubu 15 hastayı uzatılabilir çift rod tekniği ile tedavi etmiştir ve final füzyona ulaştırmıştır. Daha sık aralarla distrikte edilen grupta % 78 korreksiyon sağlanırken, 6 aydan daha uzun süre

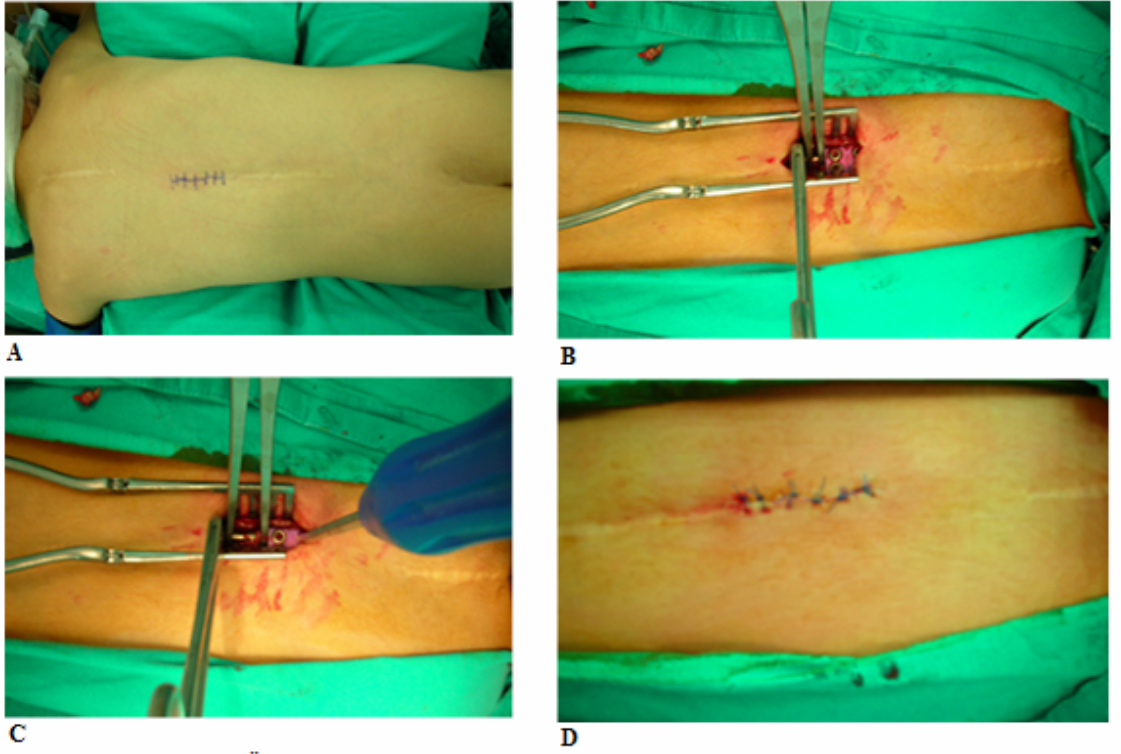
aralıklarla distraksiyon uygulanan grupta ise % 48 korreksiyon sağlanmıştır. Daha sık aralarla distrikte edilen grupta T1-S1 mesafesinde 1.8cm/yıl büyüme elde etmişlerdir. 6 aydan daha uzun süreli distraksiyon uygulanan grupta ise T1-S1'de büyüme 1cm/yıl olarak elde ettiklerini belirtmişlerdir (126).

Distraksiyon işleminin 6 aydan daha kısa sürede uygulanan vakalarda daha uzun süre uygulananlara göre daha iyi korreksiyon sağlanmakta ve daha iyi spinal büyüme elde edilmektedir (39,126).

Cerrah distraksiyon sırasında aşırı güç uygulanmamalıdır çünkü implant yetmezliği veya lamina kırığı meydana gelebilir. Özellikle ilk distraksiyon sırasında aşırı distraksiyondan kaçınılmalıdır çünkü vida ve hook kenarlarında füzyon henüz olmadığı için yetmezlik meydana gelebilir.(1,109) Teli ve arkadaşları 10 hastaya uzatılabilir rod sistemi kurduktan 6 ay sonra distraksiyon esnasındaki gücü değerlendirmişlerdir. Ortalama 12 mm distraksiyonda, ortalama 485 newton güç uygulandığı ölçmüşlerdir. Bu (yaklaşık 500 newton) güç karşısında imlantlarda yetmezlik meydana gelmediklerini belirtmişlerdir (139).

Growling çalışma grubu uzatılabilir çift rod tekniği ile opere ettikleri minimum 2 yıl (ortalama 3.3 yıl) takipli 38 hastaya uzatma prosedürünün uzamaya etkisini değerlendirmişlerdir. Ortalama 6.8 ay ara ile uzatma uygulamışlardır. T1-S1 mesafesindeki artış, ilk distraksiyonda en fazla iken; kazanılan uzama miktarının ardından distraksiyonlarda giderek azaldığı belirlenmiştir. Fakat tekrarlayan uzatmalarda T1-S1'de artış devam etmektedir (148).

Growling spine çalışma grubunun yapmış olduğu çalışmada minimum 2 yıl takip sonrası uzatılabilir çift rod tekniği uygulanan 48 hastanın 29 (% 60.4)'unda 55 komplikasyon oluşmuştur. Operasyona erken yaşta katılan hastalarda daha fazla komplikasyon oluşmuştur. İmplantla ilişkili komplikasyonlar infantil idiopatik skolyozlarla yüksek oranda korelasyon gösterdiği görülmektedir. 7 aydan daha kısa sürede uzatma işlemi uygulanan hastalarda daha uzun sürede uzatma periyodu uygulananlara göre komplikasyon oranı daha düşük olduğu tespit etmişlerdir (108).



Hasta F.Ö. Uzatılabilir tek rod tekniğinde uzatma uygulanma seansı

Resim 5: A. Transvers konektör (domino) yerinin palpasyonla tespiti sonrası işaretlenmesi, B. Transvers konektöre bağlı proksimal rod vidalarının gevşetilmesi ve distraktörün yerleştirilmesi, C. Proksimal rod üzerinden distraktör ile uzatma (distraksiyon) uygulanması sonrası domino vidalarının sıkılması, D. İşlemin sonlandırılması

Erken başlangıçlı skolyoz cerrahisinde uzatılabilir rod uygulamasında tüm vakalarda nöromoniterizasyon gerekli mi?: Uzatmalarda korreksiyon sağlanması esnasında spinal kordun cevabını değerlendirmek için, somatosensör duyuyu uyaran potansiyel moniterizasyonla kontrol edilmektedir (76). 1987-2007 tarihleri arasında 782 sayıda uzatılabilir rod cerrahisine nöromoniterizasyon uygulanmıştır. Multimerkezli çalışmada 252 primer uzatılabilir rod implantasyon cerrahisinin 231'ine, 168 implant değişikliği uygulanan prosedürün 116'sına, 362 uzatma işlemi uygulanan prosedürün 222'sine nöromoniterizasyon işlemi uygulandığını belirtmişlerdir. Primer uzatılabilir rod tekniği uygulaması sırasında 2 hastada (% 0.9) nöromoniterizasyonda değişiklik oluştuğunu fakat nörolojik komplikasyon gelişmediğini belirtmişlerdir. Birinci vakada, nörofibratozisli 50° skolyozu, 102° kifoza olan hastada korreksiyonun azaltılması sonrası nöromoniterizasyondaki değişiklikler geri dönmüştür. İkinci vakada ise sendromik 74° skolyozu olan hastada korreksiyonun azaltılması sonrası

nöromoniterizasyondaki değişiklikler normale dönmüştür. Postoperatif 2 hastada da klinik defisit oluşmamıştır. İmplant değişikliği sırasında 1 hastada (% 0.9) nöromoniterizasyonda değişiklik oluştuğunu belirtmişlerdir. İnfantil idiyopatik skolyozlu 55° ana torakal eğriliği, 42° kifozu olan hastada, üst taraftaki hookların disloke olması sonrası vida değişikliği uygulanmıştır. Nöromoniterizasyonda sinyalde azalma sonrası wake up testi uygulanmış ve bilateral alt ekstremite sağlam görülmüştür. Vidalar çıkarılmış ve posoperatif sol ayakta düşük ayak oluşmuştur. Fakat 3 ay sonra klinikte tamamen düzelme oluştuğu belirtilmiştir. 1 nörofibratozisli hastada da(% 0.5) distraksiyon esnasında nöromoniterizasyonda değişiklik meydana geldiği belirtilmiştir. İntraoperatif distraksiyon azaltılmış ve postoperatif klinik defisit oluşmadığını söylemişlerdir. Bu çalışmanın sonucuna göre 782 uzatılabilir rod cerrahisine maruz kalan hastalarda geçici nörolojik injuri oluşma riski % 0.1 olarak görülmektedir. Distraksiyon esnasında gerekmebileceği görülmektedir. Uzatmada nöromoniterizasyon için muhtemel fiyat 800 dolar olduğundan gereksiz kullanımdan kaçınılmalıdır. Aynı zamanda nöromoniterizasyonun güvenliği açısından daha çok intravenöz anestezi istenmektedir. Buna rağmen kesin öneriler için; yapılan çalışmadan daha büyük gruplarla çalışma yapılmasına ihtiyaç vardır (70).

Li ve arkadaşlarının 11 şiddetli skolyozlu (10 hasta konjenital skolyoz, 1 hasta nöromüsküler skolyoz) hastanın uzatma periyotları sırasında nöromoniterizasyon kullanmışlar. Distraksiyonu yaklaşık 2 cm olarak uygulamışlardır. Nörolojik herhangi bir komplikasyonla karşılaşmamışlardır (74).

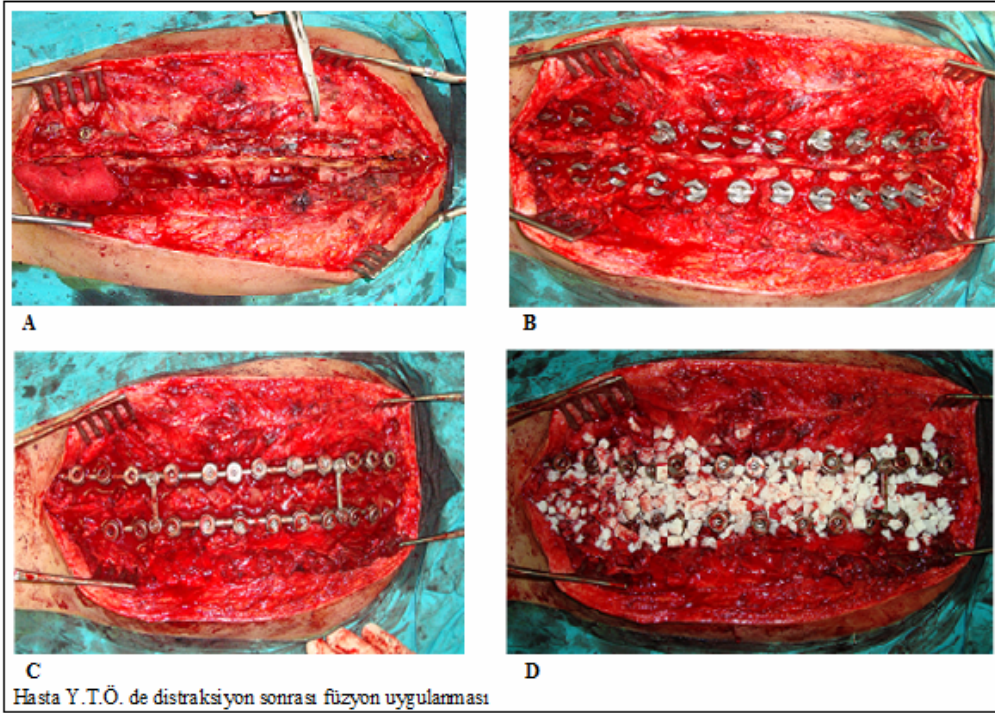
Uzatılabilir rod kullanımı sonrası ne zaman füzyon yapmalıyız? Füzyon seviyesini nasıl belirlemeliyiz? (Füzyon kararının değerlendirilmesi): Skolyozda füzyon kararını verirken eğriliğin progresyonunu, vertebranın büyüme potansiyelini ve akciğerlerin gelişme kapasitesini değerlendirerek karar verilmektedir. Matüriteyi; kronolojik yaş, boy, kilo değişiklikleri, iskelet ve seksüel gelişim gibi birkaç faktör belirler. Sıklıkla kullanılan matürite belirleyicileri risser belirtisi, menarş yaşı, kronolojik yaştır. İdeal olanı skolyoz için matürite ölçümlerinin ortopedik cerrah için hazır olması gerekir. Bu matürite ölçüm metotlarının skolyoz progresyonu ile anlamlı korelasyonun bulunması gerekmektedir (31). Füzyon için en alt yaş sınırı, kızlar için yaklaşık 10 yaş, erkekler için yaklaşık 12 yaş yeterli olabilmektedir (38).

Sanders ve arkadaşları idiyopatik skolyozlu 22 kız hastada matürüteyi etkileyen faktörleri değerlendirmişlerdir. Eğrilik büyüklüğündeki artışın en fazla olduğu yaşı ortalama 11.7 yaş olarak belirlemişlerdir. İskelet matürütesini belirlemede; Tanner-Whitehouse-3 (elin küçük kemikleri metakarp ve falankslara göre) metodu, Greulich ve Pyle metodu, Oxford (triradiate kırkırdak) metodu, risser belirtisi kullanılmıştır. Bunlardan matürite ile ilişkili en zayıf metot risser belirtisi, en kuvvetli ilişkisi olanda Tanner-Whitehouse-3 metodu olduğunu belirtmişlerdir. Eğriliğin en fazla ve en hızlı arttığı dönemde tüm hastalarda risser 0 olarak belirlenmiştir. İliak apofiz ossifikasyonunun, eğriliğin en fazla ve en hızlı arttığı dönemden 18 ay sonra başladığını belirlemişlerdir. Aynı zamanda risser belirtisinde ikinci bir problem posteroanterior (meme irradyasyonunu engellemek için çekilmekte) ile anteroposterior iliak apofiz görünütüsünün benzer korelasyon göstermemesidir. Risser belirtisi basit, kullanışlı ve matürite genel ölçümüdür. Ancak matürite değerlendirilmesinde primer metod olarak kullanılmamaktadır. Sekonder seks karakterlerinin de tanner skorlamasına göre değerlendirmişlerdir. İstatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Ortalama menarş görülme zamanını; eğriliğin en fazla ve en hızlı arttığı dönemden 13 ±6 ay sonra gerçekleştiğini belirlemişlerdir. Eğriliğin progresyonu dört temel fazdan oluşmaktadır: 1-infantil-hızlı, 2-juvenil-yavaş, 3-adölesan-hızlı ve 4-matür-yavaş şeklindedir. Bu çalışmada juvenil ile matür dönem arasına yoğunlaşmıştır. El radyografisinde falanksların keleşmesi sonrası hasta adölesan faza girer ve eğri progresyonu hızlanır. Adölesan eğri progresyonu, tipik olarak kızlarda eğriliğin en hızlı artmaya başladığı dönemden 2-3 yıl sonrasına kadar sürmektedir. Bu risser evre 4 ve büyümenin <2cm'den az kaldığı döneme kadar sürmektedir. Spesifik olarak torasik eğrilikler (tip 1 lenke) ve büyük torasik komponenti olan çift majör eğrilikler (tip 2 lenke), eğri akselerasyon fazında (adölesan dönemin başlangıcında eğriliğin en fazla ve en hızlı arttığı dönem) en çok progresyonun gerçekleştiği eğrilik tipleridir. Diğer tipler orta düzeyde ilerlemiştir. Bu dönemin altıncı ayında, tip-1 ve tip-3 >30° eğrilik tiplerinde anlamlı şekilde progresyon gözlemişlerdir. Daha küçük tip-1 ve tip-3 eğrilerde progresyon olmamıştır. Benzer şekilde tip-2, tip-4, tip-5 ve tip-6 >20° eğriliklerde orta derecede progresyon olduğunu belirtmişlerdir (31).

Yukardaki çalışmaya göre matürüteyi değerlendirmek füzyon kararımızda büyük katkı sağlayacaktır. Sonuçta distraksiyon maksimum spinal büyüme oluşuncaya kadar devam eder. Maksimum spinal büyüme, genelde iliak apofiz kırkırdak kompleksi ve puberte gelişimine bakılarak tahmin edilir. Hastalar puberteye ulaştığında, ne zaman daha fazla

uzatmadan faydalanamıyorsak distraksiyon sonlandırılıp final korreksiyon ve artrodez (posterior spinal füzyon) uygulamalıyız. Final artrodez genellikle var olan implantların çıkarılması, vertebranın reenstrumantasyonunu, eğer mümkünse eğriliğin korreksiyonunu içermektedir (109).

Füzyon seviyesi, eğriliğin aşağısında veya yukarısında progresyon olmadıkça başlangıçta distraksiyon için kurulan sistemle aynı seviyeler arası seçilir. Uzun dönemde sonuçların iyi olması ve komplikasyonların en az olması için cerrahi tekniği detaylı olarak belirlememiz gerekmektedir. Başlangıç cerrahide sagittal ve koranal dengeyi devam ettirmek önemlidir. Proksimal junktional kifozdan kaçınmalıyız bu nedenle kifozun tepesini rodun içine almalıyız. İdiyopatik olmayan vakalarda özellikle kısa enstrumantasyon kullanmamalıyız (1).



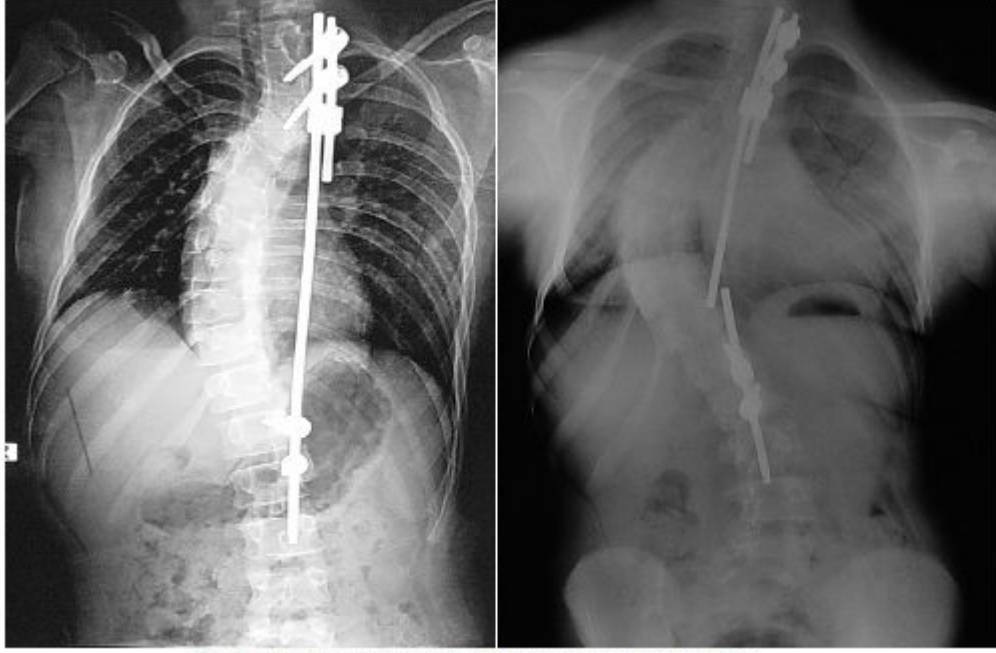
Resim 6: A. füzyon öncesi uzatılabilir tek rodun çıkarılması, B. poliaksiyal vidaların yerleştirilmesi sonrası, C. rodların yerleştirilmesi ve eğriliğin düzeltilmesi sonrası, D. posterior enstrumantasyona ek olarak grefonaj yapılması sonrası

Not: Füzyon sırasında hastalarda pediküllerden ve spinöz proçeslerden patolojiye örnek alındı. Patoloji sonuçlarında pediküllerde kıkırdaklarda dejenerasyon, kemik trabeküllerinde % 50'den fazla yüzey alanında osteosit nekrozu, fokal alanlarda

trabeküllerde tam dejenerasyon, artmış osteoklastik aktivasyon, sonuç olarak osteoporotik kemik dokusu tespit edildi. Klinik olarak vertebra korpuslarının vida ile tespiti sırasında kemik dokusunun yumşak osteoporotik kemik yapısına sahip olduğunu tespit ettik. Aynı zamanda pediküllerde tamamen füzyon olmadığı fibrozisten dolayı sertlik geliştiği bu nedenle eğriliklerin rijit hale geldiği klinik olarak görüldü. Oluşan fibrozisten dolayı operasyon esnasında kanama artışı gözlemlendi.

Füzyonsuz uzatılabilir rod tekniği tedavisi sonunda neden füzyon yapıyoruz? Daima füzyon yapmak gereklidir? Füzyon yapmamızın nedeni geç oluşacak progresyonu durdurmak, implantla kemik arasında bağlantıyı sağlamak ve imlantı korumak, mikro hareketle oluşabilecek ağrı riskini azaltmak şeklinde özetleyebiliriz (151).

Cahill(152) ve arkadaşları SRS (scoliosis research society) 2009'da uzatılabilir rod tekniği ile opere ettikleri 7 hastada implant yerlerinde multipl seviyede otofüzyon oluştuğunu, skolyozu düzeltmek için osteotomize etmek gerektiğini belirtmişlerdir bu nedenle neden final füzyon gereklidir sorusu akla gelmektedir. Henüz bu sorunun cevabı kanıta dayalı değildir. Standart görüş büyüme yavaşladıktan sonra uzatılabilir rodları çıkarmak ve final füzyon uygulama yönündedir. Final füzyonu idiyopatik ve nöromusküler skolyozlu çocuklar gibi fleksibl vertebraya sahip olanlarda uygulamalıyız. Konjenital skolyoz ve otofüzyon gelişen sertlik içeren vertebralara kurallara uygun şekilde final füzyon uygulamamalıyız sonucu çıkabilir (151).

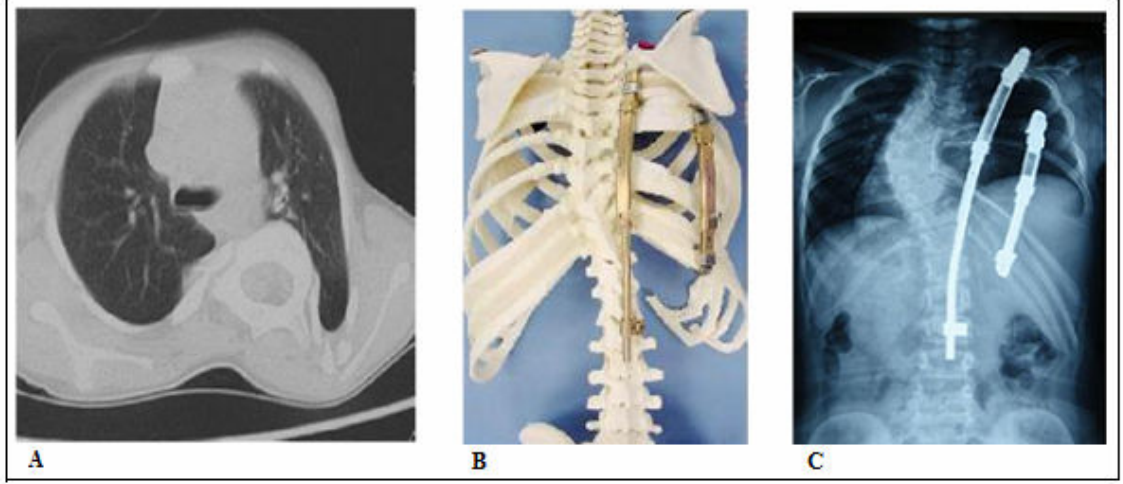


S.Y. da meydana gelen rod kırığı sonrası korreksiyon kaybı

Resim 7: A. S.Y. da meydana gelen rod kırığı sonrası korreksiyon kaybı

Yukarıdaki grafide 4.distraksiyon sonrası (ilk operasyonundan yaklaşık 2 yıl sonrası) hastamız S.Y.'de rod kırığı sonrası eğriliğin akut olarak arttığı gözükmektedir. Eğer tamamen füzyon olsaydı eğriliğin bu şekilde artmaması gerekirdi. Aynı zamanda vertebralarda mekanik hareket olmasaydı rod kırığı meydana gelmezdi. Uzatılabilir rod uygulanan hastalarda füzyon olmamaktadır. Füzyon uyguladığımız 8 hastada da nihai operasyonları sırasında füzyon olmadığını fakat sertlik geliştiğini gözlemledik. Pediküllerden aldığımız patolojilerdede eklemlerde füzyon olmadığı raporu geldi. Bu nedenle uzatılabilir rod tekniği ile tedavi olan hastalarda nihai operasyonlarını füzyonla sonuçlandırmak gerekmektedir.

6.2.3. VEPTR (Vertical Expandable Prostatic Titanium Rib) Tekniği



Resim 8: A. skolyotik hastada akciğerlerin tomoğrafik goruntüsü (175) B. makette VEPTR'nin yerleştirilmesi (175) C. VEPTR'nin grafide goruntüsü (175).

Normalde toraks iki volüme sahiptir. Birincisi stabil volüm iken, ikincisi değişebilen volümdür. Volüm, göğüs kafesinin derinliği ve genişliği ile torasik vertebranın yüksekliğine bağlıdır. Vertebra posteriorda dinamik büyük bir destekçi olarak görülmektedir. Torasik volümün dinamik olması veya akciğer volümünün değişken olması diyafram ve sekonder respiratuar kaslar tarafından sağlanmaktadır. Torasik yetmezlik sendromundan şüphelendiğimizde göğüs kafesi ve spinal deformiteyi ayrıntılı bir şekilde değerlendirmemiz gerekmektedir (88). Son yıllarda torasik yetmezlik sendromunun tanımlanması ile, VEPTR'nin kullanılması ile akciğer fonksiyonlarını koruyan ve gelişimine izin veren yöntemlerin kullanımı artmaktadır.

Torasik konjenital skolyozlarda füzyon olmuş kostalarda eşlik ediyorsa pulmoner gelişime ters etki edebilir. Torasik vertebranın sınırlı büyümesi, torasik kavitenin zayıf fonksiyon göstermesi torasik yetmezlik sendromu ile sonuçlanabilir. Torasik konjenital skolyozun geleneksel tedavisi spinal füzyondur fakat bu teknik vertebra gelişimini sınırlar (123). Spinal artrodez restriktif akciğer gelişimini engeleyemeyebilir. Spinal artrodez içermeyen yeni bir teknik olan VEPTR, bu hastaların tedavisinde kullanılabilir. Bu yeni teknik direk torasik yetmezlik sendromunu tedavi ediyor gözükmektedir. Bu sistem daralmış hemitoraksı genişleterek ve uzatarak göğüs kafesinin ve vertebranın büyümesine izin vermektedir. İndirek olarak spinal füzyon oluşturmaksızın konjenital skolyozu düzeltmektedir (88,122). VEPTR'nin erken başlangıçlı skolyozda kullanımında, eğriliği

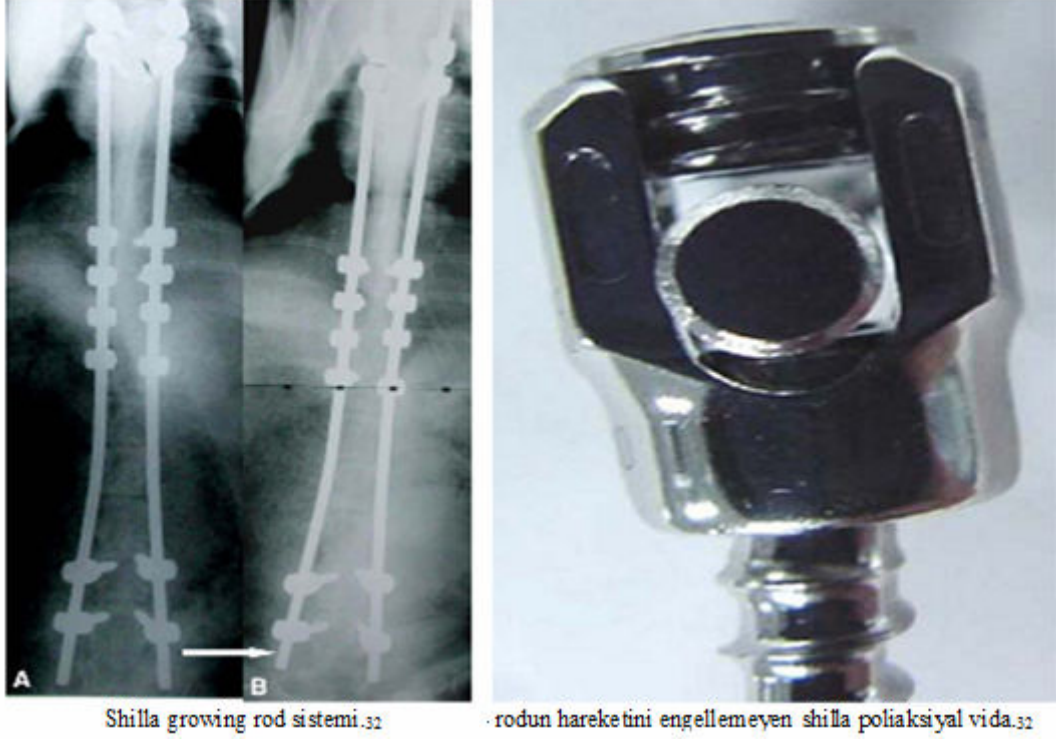
düzeltilmesi yanında toraksı koranal planda geliştirmekte ve transvers planda ise sadece stabil şekilde tuttuğu gözükmektedir. Bu en iyi BT'de (bilgisayarlı tomografi) anlaşılmaktadır (38).

VEPTR nonfüzyon tekniktir. Amaç torasik deformiteyi düzeltmek ve akciğer gelişimini sağlamaktır. Genelde füzyon olmuş kosta ve torasik yetmezlik sendromunun birlikte bulunan hastalarda tercih edilmektedir (30). Cerrahi teknik olarak zordur. Gerçekten bir uzatılabilir rod sistemi değildir. Üç boyutlu olarak azalmış toraks volümünü düzeltir. VEPTR'de maksimum torasik volüm elde etmek için; konkav kenara transvers açık kama osteotomi (30,124) konjenital skolyozlarda konkav taraftaki her füze kosta arasına osteotomi (124) veya erken başlangıçlı skolyozlarda konkav taraftaki interkostal kaslara gevşetme (125) seçeneklerinden biri veya birkaçı uygulanarak sıkışmış hemitoraks yapılacak uzatmalarla açılmaya çalışılır. VEPTR, eğriliğin konkav tarafına posteriordan vertebra ve göğüs kafesinden destek olarak yerleştirilir. Direk olarak torasik yetmezliği düzeltir; torakostomi sonrası indirek olarakda skolyozu düzeltir (115). Yapılan müdahale sonrası hemen toraksı yeniden yapılandırmak ve dengeyi sağlamak için, kosta-vertebra veya kosta-pelvis arasına mediale VEPTR sistemi ile posterior aksiller hatta kosta-kosta arasına bir başka VEPTR sistemi kurulur. Postoperatif breys kullanılmaz. VEPTR de uzatmalar her 4-6 ayda bir yapılır. Final torasik volümün % 50'si 10-15 yaş arasındaki büyümeye bağlı olduğu için final füzyon iskelet matürütesi oluşana kadar ertelenir (125).

FDA'nın onayladığı tanılar: flail chest sendromu ile birlikte torasik yetmezlik sendromu (TYS); Skolyoz ve kosta füzyonunun eşlik ettiği daralmış göğüs duvarı sendromu; jeune sendromu akandroplazi, jarcho-levin sendromu, ellis van creveld sendromuna eşlik eden hipoplastik toraks sendromu, kosta anomalisiz konjenital veya nörolojik orjinli progresif skolyozlar. Tomografide eğriliğin apeksinde toraksın wind swept deformitesi daralmış göğüs duvarı sendromunun temelinde mevcuttur eğer bu durum infantil idiyopatik skolyoz ve erken başlangıçlı sendromik skolyozlarda mevcutsa tedavide VEPTR kullanılabilir (88).

Konjenital skolyozlu kosta füzyonu ve torasik yetmezlik sendromu içeren vakarda en iyi sonuçlar VEPTR ile alınmaktadır (uzatılabilir tek ve çift rod tekniğine göre). VEPTR'de de diğer teknikler gibi tekrarlayan cerrahi işlemler gerektiği için komplikasyon oranları orta şiddette yüksek oranda görülmektedir (38).

6.2.4. SHILLA Tekniği



Resim 9:Shilla growing rod sistemi (32)

Resim 10: Rodun hareketini engellemeyen shilla poliaksiyal vida (32)

McCarthy ve arkadaşlarının yaptığı bir pilot çalışmada Shilla buyyen rod sistemini 11 adet keçiye uygulamış ve 6 ay sure takip ederek değerlendirmiştir. Shilla buyyen rod sisteminin daha önce uygulanmadığını belirtmişlerdir. Bu tekniğin dizaynında eğriliğin apeksindeki 4 vertebraya füzyon uygulamışlardır. Bu füzyon bölgesinde, çift taraflı olarak yerşeştirilen normal poliaksiyal vidalarla rodu kilitlemişlerdir. Poliaksiyal shilla vidalarının yerleşeştirilmesinde uyguladıkları yerde kemik eksplore edilmemiştir ve bu özellikli vidalar bilateral olarak periferik kısımlara yerleşeştirmişlerdir. Bu vidaların başları sıkıca kilitlenmiş fakat rodu tespit etmemişlerdir. Rod böylece shilla vidalarının içerisinden kayarak hareket edecektir. Proksimal ve distale yerleşeştirilen shilla poliaksiyal vidalar büyümenin devam etmesine hem kaudal hem sefalik bölgeden izin vermiştir. Tomografi ile faset eklem değişikliklerini değerlendirmişlerdir. Apekteki füzyon yapılan bölgenin komşu vertebradaki fasetlerinde dejeneratif değişiklikler tespit etmişlerdir. Enstrumantasyonlar arasındaki vertebra fasetlerde ve serbest vidalar ile bağlantı bölgelerindeki fasetlerde şiddetli

dejeneratif değişiklikler veya füzyon faset eklemlerinde görülmemiş normal eklem kartilajı tespit ettiklerini belirtmişlerdir. Shilla vidalarının bulunduğu faset eklemlerinde ise sekonder dejeneratif değişiklikler eklemde daralmalar meydana geldiğini tespit etmişlerdir. Shilla vidalarının rod ile arasındaki metalde aşınma olup olmadığını incelemişlerdir. Distal torakal ve lomber bölgede aşınma tespit etmişler ve lomber bölgedeki aşınmanın torakal bölgedeki aşınmadan daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. 6 aylık izlem döneminde shilla pediküler vida sisteminin vertebranın büyümesine füzyon yapılmayan seğmentlerden izin verdiğini ve tekrar cerrahi uzatmalar yapılmasına gerek duyulmadığını belirtmişlerdir. Shilla sisteminin bu hayvan çalışmasında başarılı sonuç alınmasının insanlara uygulandığında tekrar rodların uzatılmasına ihtiyaç duyulmadığı için kullanılabilirliğine kanaat getirmişlerdir (32).

McCarty ve arkadaşları 10 çeşitli etiyolojideki skolyozlu hastalara (ortalama 7 yaş) shilla büyüyen rod sistemi uygulamışlardır. Shilla sistemini şu şekilde uygulamışlardır. Eğriliğin konveksine pedikül vidalar yerleştirmişlerdir. Korreksiyon yaptıktan sonra bu bölgeye limit füzyon uygulamışlardır. Sefalik ve kaudal kısma özel shilla poliaksiyel vidalar yerleştirmişlerdir. Çift paslanmaz çelik rodların kaudal ve sefalik kısımlardaki vidaların içinden kendiliğinden kayarak büyümeye izin vermesini sağlamayı amaçlamışlardır. Minimum 2 yıl sonraki sonuçlarını değerlendirmişlerdir. Preinitial dönemde ortalama cobb açısı 70.5°; 3 hafta sonraki kontrollerinde ortalama cobb açısı 27°; 2 yıl sonraki kontrolünde ise ortalama cobb açısı 34° olarak belirlenmiştir. 2 yıl sonunda mevcut akciğer boşluğunda % 13 gelişme; oturma yüksekliğinde % 12 artış meydana geldiğini belirtmişlerdir. 2 hastada posterior prosedür yetersiz geldiği için anterior gevşetme uygulamışlardır. 1 hastada rodun sonunda büyüme olmadığı için rod değişimi yapmışlardır. 1 hastada rod çıkıntı yaptığı için küçük çaplı rod ile değişimi yapmışlardır. 1 hastada rod kırığı nedeniyle rod değişimi yapmışlardır. 2 hastada yara enfeksiyonu nedeniyle yara yeri debridmanı yapmışlardır. İlk operasyondan sonra 3 ay breys kullanmışlardır. 2 yıl sonraki takiplerinde görüldüğü gibi shilla prosedürü çocuklarda tekrar uzatma işlemi uygulamadan korreksiyona izin verdiğini ve devamlılığını sağladığını söylemişlerdir. Aynı zamanda komplikasyonların kabullenilebilir olduğunu belirtmişlerdir. Eğer geleneksel uzatılabilir rod sistemi uygulansaydı ortalama 49 kez uzatma işlemine maruz kalınacağını belirtmişlerdir (131).

6.2.5. LUQUE TROLLEY Tekniği

Luque 1980'den önce eksternal desteksiz veya füzyonsuz spinal segmental enstrumantasyon olan Luque tekniğini (füzyon yapmadan sublaminar tellerle segmental vertebra fiksasyonu) tanımladı. Bu teknikte, tellerin rodların üzerinden kayarak büyümei engellemeyeceği amaçlanmıştır. Paralitık skolyozlu 8 yaşından küçük 47 hastaya, subperiostal kablo ve harrington rod ile tedavi uygulamıştır. Enstrumantasyon sahasında 2.6 cm büyüme (totalde 4.6cm), eğrilikte % 78 korreksiyon olduğunu rapor etmiştir. Daha sonra yöntemi modifiye ederek harrington rod yerine L rod kullanmışlardır. Kısmen spinal büyüme korunsada Luque rodlarının yüksek oranda kırıldığını tespit etmiştir ve tekrar tekrar uzatmalara ihtiyaç duymuşlardır. Hastaların çoğunda aynı zamanda enstrumantasyon sahasında kendiliğinden füzyon meydana gelmiştir (8,9,27).

Luque trolley enstrumantasyon hemiepipifizyodezli veya hemiepipifizyodezsiz infantil veya juvenil idiyopatik skolyozlarda kullanılmıştır. Sadece hemiepipifizyodezli enstrumantasyon bazı hastalarda eğriliğın progresyonu engellenmiş ve gerilimelesine neden olmuştur (27,28). Bu prosedürün sonuçları akseptabil olmasına rağmen komplikasyon oranları yüksek bulunmuştur. Gövde kısalığı, krankshaft fenomeni yanında postoperatif olarak rod kırığı ve kablo kırığı, fiksasyon kaybı ve geç infeksiyon gibi komplikasyonlar meydana geldiği tespit edilmiştir (3). Rinsky ve arkadaşları 9 nöromüsküler skolyozlu hastada Luque Trolley sistemini kullanmışlardır. 4 hastanın başlangıç postoperatif korreksiyonunu sürdürmüş olduğunu belirtmişlerdir. 4 hastanın 3'ünde rod kırığı, 1 hastada rod migrasyonu olduğunu belirtmişlerdir (53). Patterson ve arkadaşları 9 hastaya kısa segment apikal füzyon ile birlikte Luque trolley sistemini uygulamışlardır. 2 yıl izlemten sonra % 46 korreksiyon elde ettiklerini sonuçlarının sadece posterior enstrumantasyona göre daha iyi olduklarını belirtmişlerdir. Serilerinde spontan füzyon belirtmemişlerdir (15). Pratt ve arkadaşları sadece Luque Trolley sistemi uyguladıkları 8 hasta ile, Luque Trolley ile kombine edilen kısa segment apikal füzyon yapılan 18 hastayı karşılaştırmışlardır. Komplikasyon oranlarının hala yüksek oranda olduğunu belirlemişlerdir. (özellikle rod ve kablo kırığı) (55).

Luque Trolley sistemi kullanılan hastaların uzun dönem takiplerinde istenmeyen füzyon oluştuğu belirlenmiştir. Bu otofüzyonun nedeni subperiosteal eksplorasyon yapılarak sublaminer telleme yapılmasına bağlanmıştır (20,25,49) Luque Trolley

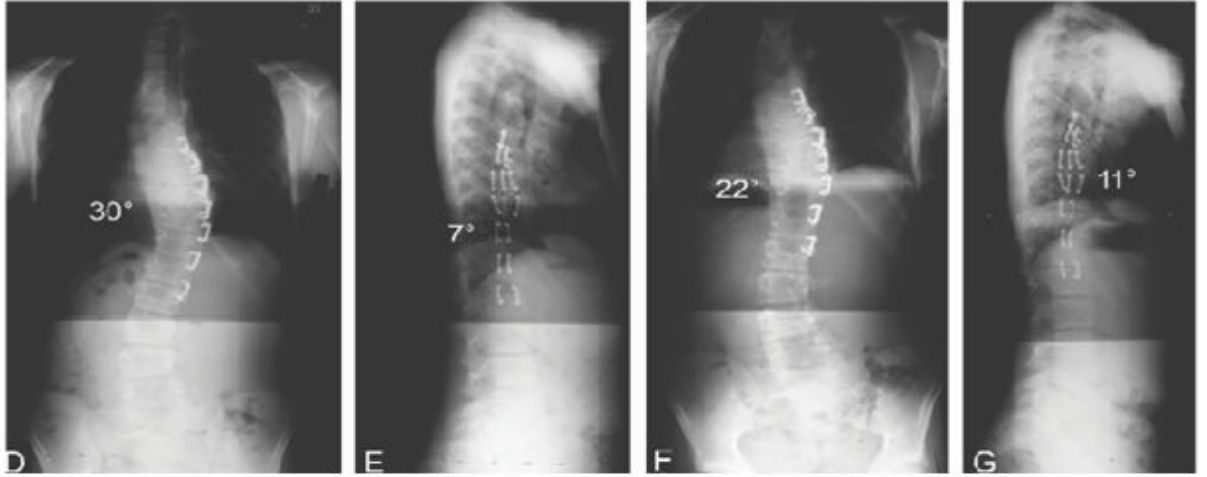
sistemi kullanılan hastalarda spontan spinal füzyon, yüksek komplikasyon oranı ve zor revizyonlarla sonuçlandığı tespit edilmiştir (75).

6.2.6. STAPLING (Zimba) Tekniği

Staple konveks kenara yerleştiriliyor ve bu tarafın büyümesini inhibe ediyor. Büyüme kontrolateral taraftan devam ediyor. Yavaşça korreksiyon sağlanıyor. Aksiyel spinal büyüme devam ediyor (115,155).

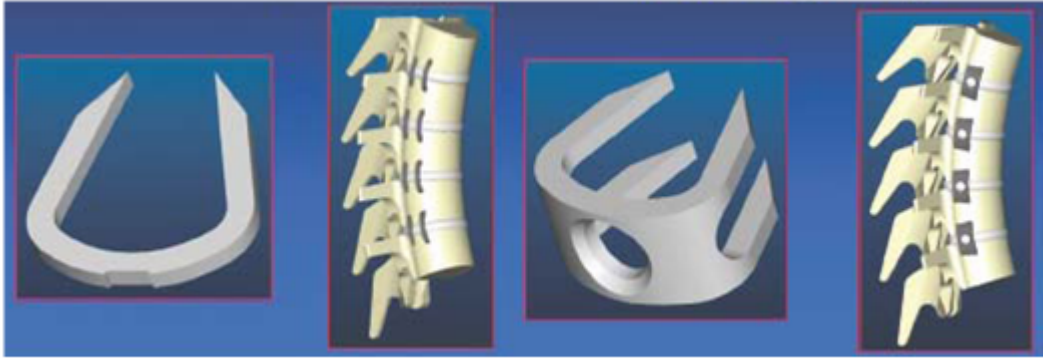
Hueter-volkman kanuna göre konkav kenarın fizyolojik olmayan yüklenmeye bağlı kalması sonucu burada büyümenin baskılandığı düşünülmektedir. Konkav kenara fizyolojik olmayan kompresif yüklenme uygulandığında konkav kenarın büyümesi baskılanır. Bu düşünceyi simetrik (117) ve asimetrik (118,119,120) yüklenmelerle yapılan çalışmalar desteklemiştir.

Betz ve arkadaşları 2003'de adölesan idiyopatik skolyozlarda stapling yöntemini kullanmıştır. Torakal bölgeye toroskopik olarak, lomber bölgeye retroperitoneal olarak staple yerleştirmişlerdir. Ortalama 12 yaşında (aralık, 10-14 yaş) preop cobb açısı 18° - 52° aralığında 21 hastanın 27 eğriliğini tedavi etmişlerdir. Eğriliğe cobb açısı içinde katılan her seviyeye staple yerleştirmişlerdir. 1 hastada şilotoraks veya segmental ven kanaması, 1 hastada postop pankreatit gibi sınırlı komplikasyonlar oluştuğunu belirtmişlerdir. Ortalama 11 ay (aralık, 3-36 ay) takiplerinde staple da dislokasyon veya migrasyon tespit etmemişlerdir. 1 yıldan uzun süreli takipli hasta sayısının (10 hasta) sınırlı olduğunu belirtmişlerdir. Bu hastaların preoperatif cobb açısını ortalama 35° (aralık, 28° - 40°), postoperatif cobb açısını ortalama 37° (aralık, 22° - 55°) olarak hesaplamışlardır. Eğriliklerde 16° korreksiyon ile 19° progresyon arasında değişiklikler belirlemişlerdir. Otör erken dönem sonuçlara göre staple kullanımının adölesan idiyopatik skolyozlarda yapılabilir, güvenli, efektif bir metot olduğunu söylemişlerdir. Tabiki tekniğin asıl etkisinin uzun dönem sonuçlarda anlaşılacağını söylemişlerdir (103). Uzun çalışmalar yapılarak, başarılı sonuçlar elde edilerek, literatür sayısı artırılarak katkı sağlanırsa tedavi seçenekleri arasında ideal bir teknik olarak yer alabilir. Orta şiddetli skolyozlar için breys kullanımı uygun değildir. Bu hastalar için stapling kullanımı yapılan çalışmalarda elde edilecek sonuçlara göre önemli rol oynayabilir (115).



Betz ve arkadaşlarının nitinol staple ile tedavi ettikleri bir vaka. 103

Resim 11: Betz ve arkadaşlarının nitinol staple ile tedavi ettikleri bir vaka (103)



Betz'in geliştirdiği 2'li ve 4'lü nitinol staple. 103

Resim 12: Betz'in geliştirdiği 2'li ve 4'lü nitinol staple (103)

Wall ve arkadaşları hayvan modellerde stapling yaparak biyomekanik değişiklikleri değerlendirmişlerdir. Staple kullanıldığı kenarda, hareketi ve fleksiyonu önemli miktarda azalttığını, fakat immobilizasyon oluşturmadığını tespit etmişlerdir. Aynı zamanda önemli oranda staple tarafında sertlik oluşmuştur (137).

İntervertebral staple, juvenile ve adölesan idiyopatik skolyozların tedavisinde breyse alternatif büyümeye uyan nadir kullanılan bir tekniktir. Bu prosedür için kesin endikasyonlar belli değildir (155) Şu anda 2 major çalışma vardır. Gelecek 5-10 yılda bu çalışmaların neticesinde, orta şiddetli skolyozlarda cerrahi müdahale yapılmasına gereklilik varmı sorusunun cevabı çıkacaktır. Birinci çalışma; National Institutes of Health ın 2007'de başlatmış olduğu breysin skolyoz üzerine etkisi araştırılan çalışmadır.

İkinci çalışma ise idiyopatik skolyozlarda progresyonu sağlayan genetik alanın keşfi üzerinedir. Gelecekte idiyopatik immatür vertebraya sahip 20°-40° eğriliklerde progresyonu etkileyecek genetik faktörler bulunacak ve en iyi tedavi yöntemi uygulanacaktır. Progresyon riski yüksekse agresif tedavi uygulanacak; az risk varsa takip edilecektir. Bu çalışmalar sonucunda üst sınır Cobb açısı tesbit edilebilir ve bazı eğrilikler İntervertebral staple ile durdurabilir (155).

6.2.7. TETHERING (BAĞLAMA) Tekniği

Eğriliğin konveks tarafında büyümei sınırlayan frontal düzlemde skolyoza sagittal düzlemde kifoza etki edebilen, biraz stapling tekniğine benzer bir cerrahi tekniktir. Stapling tekniğine göre teorik olarak üstünlüğü spinal kolona yerleştirme esnasında deformiteyi düzeltici etkisi bulunmaktadır. Büyük immatür eğriliklerde kullanılabilir. Teknik olarak vidalar konveks tarafa yerleştirilir daha sonra birbirlerine bağlantı eklenir ve daha sonra sistem kısaltılır ve sıkılır. Tabiki bu tekniğin kullanılması için şu koşullar sağlanmalıdır. En iyi hangi zamanda uygulanacağı, spinal kolonu inhibe etmeden uzun süre stabilizeyi sağlayacak en iyi tethering materyali, en iyi fiksasyon seviyesi belirlenmelidir (155).

Gelecekte direk büyüme plaklarının kontrolü planlanmaktadır. Lazerle konkav taraftaki büyüme plakları inhibe edilerek tedavi yapılabilir veya intraoperatif olarak büyüme plakları çıkarılarak eğrilik kontrol edilebilir. Mekanik olarak tethering ve stapling yöntemleri ile eğrilik kontrol edilmeye çalışılmaktadır. Zamanla en uygun nonfüzyon tedavi bulunacak gibi gözükmektedir (155).

7. GEREÇ VE YÖNTEM

7.1. CERRAHİ GEREÇ VE YÖNTEM

Cerrahi endikasyon kararı alınan hastalar Akbarnia'nın (76) erken başlangıçlı skolyozun tedavi algoritmasına göre değerlendirildi. 10 yaş altı 25°'den fazla eğriliklerde, 4-6 ay aralıklarla takiplerinde, 10°'yi aşan progresyon olduğunda uzatılabilir rod tekniği uygulama kararı alındı. Kliniğimize başvuran 10 yaş altı 45°'nin üzerindeki eğriliklere ise hemen uzatılabilir rod tekniği uygulama kararı alındı. Erken başlangıçlı skolyozların tedavisi tek rod tekniği veya çift rod tekniği ile tedavi edilebilmektedir.

Tüm hastalara her prosedürde operasyondan 30 dakika önce profilaktik sefazolin sodyum intravenöz olarak 25 mg/kg tek doz uygulandı. Operasyondan sonraki 24 saatlik dönemde de profilaktik olarak 25 mg/kg/gün sefazolin sodyuma devam edildi. Hastalar prone pozisyona çevrilmeden, batin ve toraksın basıya maruz kalmaması için, orta kısım boşta kalacak şekilde, pelvis ve göğüs kafesinin üst bölgesine yakın lateral kısımları desteklemesi için, silikon destekler operasyon masasının üstüne yerleştirildi. Entübe durumdaki hasta prone pozisyonda silikon desteğin üzerine yerleştirildi. Koter plağı hastanın alt ekstremitesine yerleştirildi. Skopi cihazı ile ankor yerleri belirlendi. Spinöz prosesler rehber alınarak belirlenen seviyelere 2 adet birbirinden ayrı insizyon yerleri kalemle çizildi. % 10'luk polividon iyot solüsyonu ile operasyon sahası dezenfekte edildi. Operasyon sahası açıkta kalacak şekilde hasta 3 kat steril örtülerle örtüldü. Operasyon sahası drep ile örtüldü. Kolon vertebrale orta hatta alınarak

proksimal ve distal bölgede belirlenen insizyon yerlerinden insizyon uygulandıktan sonra paraspinal kaslar eksplore edilerek pediküllere ulaşıldı. Uzatılabilir rod sistemi Akbarnia(76)'nın uyguladığı gibi kuruldu. Proksimal ve distal ankor yerlerinin belirlenmesi Akbarnia(76)'nın da belirttiği gibi eğriliğin tanısı, eğriliğin tipi, çocuğun yaşı, eğriliğin lokalizasyonuna göre belirlendi. En az 2 seviye olmak üzere proksimal ve distal bölgeye ankorlar subperiostal yerleştirildi. Bazı hastalara tek rod tekniği, bazı hastalarda çift rod tekniği uygulandı. Ankorlar ve rodlar; tek rod tekniğinde eğriliğin konkav tarafına, çift rod tekniğinde vertebranın hem konkav hem konveks tarafına yerleştirildi. Rodlar bükülerek uygun açılarda lordoz ve kifoz şekli vermeye çalışıldı ve hastaların tamamında submuskuler olarak yerleştirildi. Rodlar ankorlara bağlandı. İzole uzatılabilir rod uçları hastaların tamamında tandem konnektör yerine domino konnektör ile side-to-side (yanyana) olarak birleştirildi. Domino konnektörler genellikle torakolomber junktional bölgeye yerleştirildi. Distraksiyon sonrası domino konnektörler kilitlendi. Proksimal ve distal bölgeye dren yerleştirilerek cilt ve ciltaltı doku kapatıldı. Kullanılan enstrumantasyon sistemi izole tasarım medikalın 3. Kuşak spinal enstrumantasyon sistemiydi. Hastalarımız 2. günde ayağa kaldırılıp yürütülerek rehabilite edildi. İkinci günde drenleri alındı ve grafileri çekildi. İlk sistemin kurulmasından sonra ankor yerlerinin füzyonu için 6 ay torakolomber korse kullanıldı. Tüm hastalar operasyon sonrası 4. veya 5. günde taburcu edildi. Yaklaşık 2 hafta sonra sütürleri alındı. Tüm hastalar postoperatif 1. ay, 3. ay ve 6. ay da kontrollere çağrıldı.

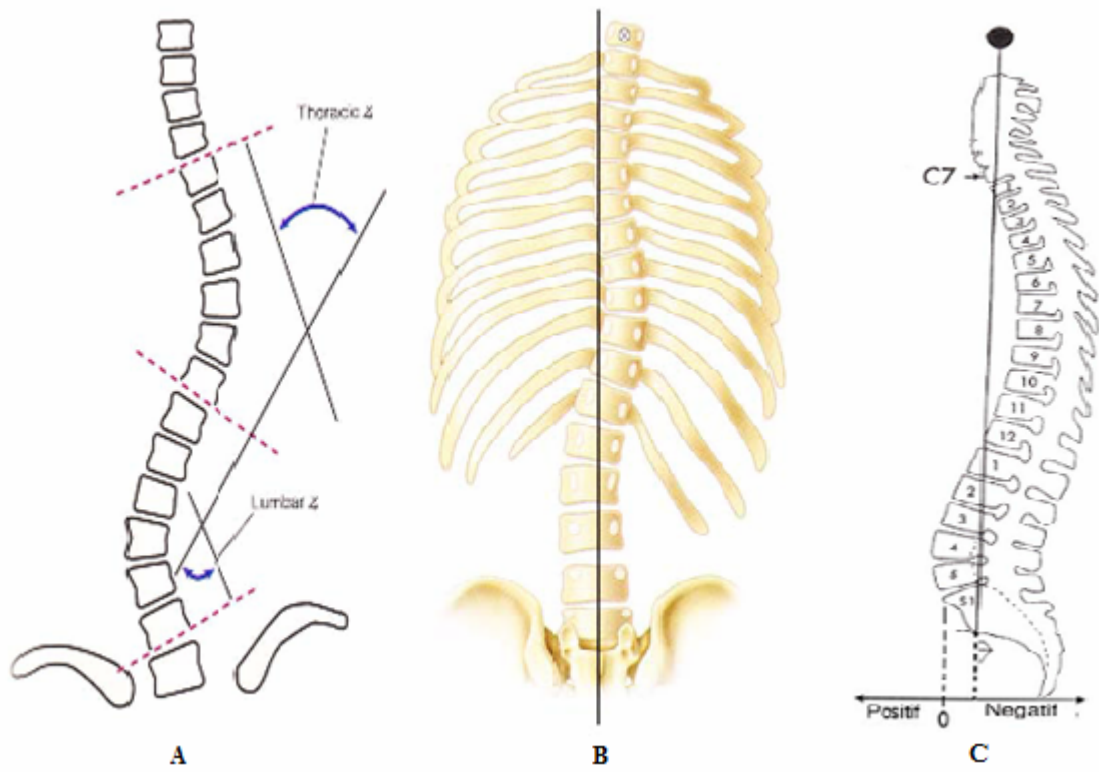
Literatüre göre başlangıçta eğriliğin 10°'yi aşan progresyonu sonucunda hastalara uzatma uygulanırken; daha sonra Akbarnia'nın (76) algoritmasına göre her 6 ayda bir uzatma uygulandı..Distraksiyon genel anestezi altında uygulandı. Her distraksiyon operasyonu aşamasında dominonun yeri palpasyonla tespit edilip kalemle ciltteki yeri çizildi. Prone pozisyonda ki hastalara önceden yerleri işaretlenmiş domino konnektörler üzerinden küçük (3-4 cm) insizyonla girilerek, genellikle proksimaldeki rod üzerinden uzatma işlemi uygulandı. Distraksiyon işlemi rodun uygun gerginliği hissedilene kadar manuel olarak yapıldı. Başlangıç cerrahisi, uzatma operasyonu ve son posterior füzyon esnasında olmak üzere hiçbir dönemde moniterizasyon yapılmadı. Hastaların birinci gününde grafileri çekildi. Hastalar operasyonun 2. günü taburcu edildi.

Akbarnia'nın(76) önerdiği gibi füzyon, artık uzatmanın yapılamadığı hastalara uygulandı. Tüm hastalar prone pozisyonda genel anestezi ile opere edildi. Kolon

vertebrale orta hatta alınarak longitudinal insizyonla girildi. Cilt, ciltaltı ve paraspinal kaslar explore edilerek vertebral dokuya ve distraksiyon sistemine ulaşıldı. Distraksiyon sistemi çıkarıldı. Sadece 3 hastada distraksiyon uygulanan seviyeler arası füzyon uygulandı. 3 hastada proksimal seviyenin daha yukarıya uzatılmasının nedeni proksimal junktional kifoz gelişmesini engellemek için iken; 2 hastada distal seviyenin daha aşağısına taşınmasının nedeni ise eğriliğe katıldığı içindi.

7.2. TEDAVİ SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLME YÖNTEMİ (EĞRİLİKLERİN ÖLÇÜMÜ, KORREKSİYON, SPİNAL BALANS, BÜYÜME)

Hastaların ayakta posteroanterior ve lateral radyografileri; başlangıç cerrahi öncesi, sonraki takiplerindeki preoperatif ve postoperatif, uzatmalar sırasındaki preoperatif ve postoperatif, final füzyon öncesi ve sonrası dönemde olmak üzere çekildi. Radyografilerde skolyoz, kifoz, lordoz, T1-S1 uzunluğu, sagittal ve koronal balans ölçüldü. Eğrilikler Cobb yöntemi ile ölçüldü. Sagittal Cobb açılarından torasik kifoz T1-T12 arasından, lomber lordoz L1-S1 arasından ölçüldü. T1-S1 arası uzunluk ölçümü koronal planda T1'in superior endplatelerinin orta noktası ile S1'in superior endplatelerinin orta noktası (vertikal sakral santral hat) alınarak yapıldı. T1-S1 arası uzunluk santimetre olarak ifade edildi. T1-S1 arası elde edilen değerler büyümeyi değerlendirmek için Dimeglio'nun yapmış olduğu vertebranın büyümesi ile ilgili çalışmasındaki bilgilerle karşılaştırıldı. Koronal balans, C7 vertebranın ortasından sarkan santral vertikal hattın çizilen horizontal çizgiler arası mesafe ölçülerek yapıldı. Sagittal balans, C7 vertebranın korpusunun ortasından aşağı düz çizilen hattın S1 vertebra cisminin posterosuperior köşesine göre geçtiği yere bakılarak değerlendirildi. Eğer hat S1 cisminin anterior köşesinden geçiyorsa 0 noktası olarak, posteriordan ve S1 korpusundan geçiyorsa negatif olarak S1 korpusunun anteriordan geçiyorsa pozitif olarak değerlendirildi. Cobb açıları, T1-S1 arası mesafe ve diğer ölçülen değerler dört farklı zamanda (preinitial-postinitial-prefinal füzyon-postfinal füzyon) yapılarak karşılaştırıldı. Ölçümler 2 birbirinden bağımsız gözlemci tarafından yapıldı ve ortalaması alındı.



Şekil 16: A. eğriliklerin cobb yöntemi ile ölçülmesi B. koronal dengenin belirlenmesi C. sagital dengenin belirlenmesi

7.3. FÜZYON UYGULANAN HASTALARIN SRS-30 (SCOLIOSIS RESEARCH SOCIETY-30) FORMU VE SOLUNUM FONKSİYON TESTİ (SFT) İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Füzyon uygulanan hastaların klinik değerlendirilmesi en son kontrollerinde skolyoz araştırma cemiyeti tarafından hazırlanmış SRS-30 formu doldurularak değerlendirildi. Füzyon uygulanan hastalarına akciğerlerini değerlendirmek için son kontrollerinde solunum fonksiyon testi uygulandı.

7.3.1. SRS-30 (scoliosis research society-30) formu

Sorular ağrı, fonksiyon ve aktivite, dış görünüş, mental durum ve uygulanan operasyondan memnuniyet başlıkları altında 5 gruptan oluşmaktadır. Her soruya cevap en iyi 5 puan, en kötü 1 puan verilere 5 puan üzerinden değerlendirilmiştir ve ortalamaları alınarak 5 başlık altındaki grubun değerlendirilmesi yapılmıştır. Ağrı skoru 1, 2, 8, 11, 17, 27 numaralı soruların cevaplarına göre değerlendirildi. Fonksiyonel durum ve aktivite düzeyi skoru 5, 9, 12, 15, 18, 25, 26 numaralı soruların cevaplarına

göre değerlendirildi. Dış görünüş skoru 4, 6, 10, 14, 19, 23, 28, 29, 30 numaralı soruların cevaplarına göre değerlendirildi. Mental durum skoru 3, 7, 13, 16, 20 numaralı soruların cevaplarına göre değerlendirildi. Uygulanan operasyondan memnuniyet skoru 21, 22, 24 numaralı soruların cevaplarına göre değerlendirildi.

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

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

2. Aşağıdaki cevaplardan hangisi son 1 ay süresince sizin yaşadığınız ağrıyı 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
- %0 normal hareket ediyorum

10. Aşağıdaki cevaplardan hangisi gövdenizin görünüşünü en iyi şekilde tarif eder ?

- Çok güzel
- Güzel

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
- Orta güzellikte
- Kötü
- Çok kötü

11. Aşağıdakilerden hangisi beliniz veya sırtınız için kullandığımız ilaçları en iyi şekilde tarif eder?

o Hiç ilaç kullanmıyorum
o Uyuşturucu özelliği olmayan ağrı kesicileri haftada bir veya daha az kullanıyorum. (Örn:Aspirin, Novalgin, Parol, Voltaren, Apranax, Naprosyn, Viox)

o Uyuşturucu özelliği olmayan ağrı kesicileri günlük kullanıyorum.
o Uyuşturucu özelliği olan ağrı kesicileri haftada bir veya daha az kullanıyorum.
o (Örn:Morfin, Dolantin)
o Uyuşturucu özelliği olan ağrı kesicileri günlük olarak kullanıyorum.

12. Beliniz veya sırtınızdaki problem ev içinde yaptığımız işlere engel oluyor mu?

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

13. Son 6 ay boyunca kendinizi ne kadar süre sakın ve huzurlu hissettiniz ?

o Her zaman
o Çoğu zaman
o Bazen
o Çok ender
o Hiçbir zaman

14. Beliniz veya sırtınızın durumunun başka insanlarla olan ilişkilerinizi etkilediğini düşünüyor musunuz?

o Etkilemiyor
o Biraz etkiliyor
o Orta derecede etkiliyor
o Sıklıkla etkiliyor
o Çok fazla etkiliyor

15. Beliniz veya sırtınızdaki problem sizin veya ailenizin ekonomik sıkıntılar çekmesine neden oluyor mu? Bu problem ailemin ekonomik sıkıntılar çekmesine :

o Çok fazla neden oluyor
o Sıklıkla neden oluyor
o Orta derecede etkiliyor
o Biraz etkiliyor
o Hiç etkilemiyor

16. Son 6 ay içerisinde kendinizi hiç mutsuz ve kederli hissettiniz mi ?

o Hiçbir zaman
o Çok ender

o Arada sırada
o Sık sık
o Çok sık

17. Son 3 ay içinde işten/ okuldan hiç bel/sırt ağrısı nedeniyle izin aldınız mı?

Eğer aldıysanız kaç gün ?

o 0 gün aldım (hiç almadım)
o 1 gün aldım
o 2 gün aldım
o 3 gün aldım
o 4 veya daha fazla gün aldım

18. Beliniz veya sırtınızın durumu, arkadaşlarınız ya da ailenizle dışarı çıkmanızı kısıtlıyor mu ?

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

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

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

20. Son 6 ay içinde mutlu bir insan mıydınız?

o Hiçbir zaman
o Çok ender
o Bazen
o Çoğu zaman
o Her zaman

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

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

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

o Kesinlikle evet
o Muhtemelen evet
o Emin değilim
o Muhtemelen etmezdim
o Kesinlikle etmezdim

23. 1 ile 9 arası ölçek kullanırsak, 1 en

mutlusuz 9 en mutlu ise, imajınızı nasıl tanımlarsınız?

1 2 3 4 5 6 7 8 9

BÖLÜM 2 (Sadece ameliyat olmuş hastalar)

24. Tedavi öncesine göre görünüşünüzü nasıl buluyorsunuz?

Daha iyi

İyi

Aynı

Kötü

Daha kötü

25. Bel veya sırt tedaviniz günlük yaşam aktivitenizi ve fonksiyonlarınızı değiştirdi mi?

Arttırdı

Değiştirmede

Azalttı

26. Bel veya sırt tedaviniz spor yada hobilerinizi yapma yeteneğinizi arttırdı mı?

Arttırdı

Değiştirmede

Azalttı

27. Bel veya sırt tedaviniz bel ağrınızı

..... yaptı.

Arttırdı

Değiştirmede

Azalttı

28. Tedaviniz diğer insanlarla olan ilişkinizde kendinize güveninizi etkiledi mi?

Arttırdı

Değiştirmede

Azalttı

29. Tedaviniz diğer insanların size olan bakış açısını değiştirdi mi?

Daha iyi

İyi

Aynı

Kötü

Daha kötü

30. Tedaviniz imajınızı değiştirdi mi?

Arttırdı

Değiştirmede

Azalttı

7.3.2. Solunum Fonksiyon Testi (SFT)

Solunum fonksiyon testi hastanemizdeki spiromir markalı cihazda winspiroPRO 3.5(spirometre standart modu) programı ile ölçüldü. Füzyona uğrayan hastaların tamamı testi başarı ile yaptılar. Hastaların FEV1 (zorlu ekspirasyonun 1. saniyesinde atılan volüm), FVC (fonksiyonel vital kapasite), FEV1/FVC değerleri ve klinik şikayetlerine göre akciğerlerin durumu değerlendirildi. Hem obstrüktif hem restriktif bozukluklarda FEV1 değeri beklenenden düşüktür. FEV1 değeri normalde >% 80'nin üzerindedir. FEV1 düşük olduğu zaman, obstrüktif ve restriktif bozuklukların ayırımında FEV1/FVC değerine bakılır. FEV1/FVC değeri obstrüktif hastalıklarda azalırken, restriktif hastalıklarda oran korunur hatta yüksektir. FEV1/FVC değeri obstrüktif hastalıklarda <% 70'in altındayken, restriktif hastalıklarda >% 70'in üzerindedir. FVC beklenenin >% 80'inde fazla ise sadece obstrüktif, <% 80'den az ise obstrüktif bozukluğa restriktif bozuklukta olasılıkla eşlik ediyor olarak değerlendirilir.

7.4. İSTATİKSEL ANALİZ YÖNTEMİ

Sayısal verilerin (ilk operasyon yaşı, tedavi süresi, uzatma periyodu sayısı...) karşılaştırılmasında Mann-Whitney U testi kullanıldı. Katagorik verilerin (cinsiyet dağılımı, skolyoz tipi, skolyoz etiyolojisi, komplikasyonlar...) karşılaştırılmasında Pearson Chi-Square ve Fisher-Exact testleri kullanıldı.

Cobb açılarındaki değişimin, grubun kendi içinde değerlerin karşılaştırılmasında Pillai's Trace ve her iki grubun açılarının kendi içinde ve her iki grubun karşılıklı karşılaştırılmasında Bonferroni tekrarlı ölçümler analizi kullanıldı.

8. BULGULAR VE SONUÇLAR

Bu çalışmada tüm hastalar prospektif olarak takip edildi ve tüm medikal, radyolojik ve cerrahi bilgileri kaydedildi.

Hastaların klinik ve cerrahi bilgileri; başlangıç cerrahi yaşını, final füzyon cerrahi yaşını, enstrumantasyon tipini, cinsiyet dağılımını, etiyolojik dağılımını, konservatif tedavi uygulanıp uygulanmadığını, kullanılan ankor çeşitlerini, enstrumantasyon seviyelerini, uzatma sayısını, uzatma süresi ve cerrahi komplikasyonlarını, tedavinin hasta ve hastalık üzerinde etkilerini içermektedir.

8.1. HASTA BİLGİSİ

2004 ve 2010 yılları arasında İstanbul Eğitim ve Araştırma Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği'nde 15 sayıdaki progresif erken başlangıç skolyozlu hastalar posteriordan uzatılabilir rod tekniği ile opere edildi. 8 hastaya tek rod tekniği ve 7 hastaya çift rod tekniği uygulandı. Tek rod tekniği uygulanan hastalar grup 1 olarak, çift rod tekniği uygulanan hastalar grup 2 olarak değerlendirildi. 15 sayıda skolyozlu hastanın 3'ü erkek (% 20), 12'si (% 80) bayandı. Tüm hastaların preoperative risser belirtisi evre sıfırdı ve triradiat kartilajları açıktı. Spinal deformitelerin 8'i torakal skolyoz, 7'si torakolomber skolyozdan oluşmaktaydı. 2 hasta sendromik skolyoz (% 13.3), 2 hasta konjenital skolyoz (% 13.3), 9 hasta idiyopatik juvenil skolyoz (% 60), 2 hasta idiyopatik infantil skolyoz (% 13.3) etiyolojilerine sahipti. Konjenital skolyozlu 2

hastanın birinde diastometamiyeli ve tetrakord; birinde sadece tetrakord mevcuttu. Bu iki hastada uzatma prosedürü öncesi medulla spinalisteki tetrakorddan dolayı beyin cerrahisi kliniğinde opere edildi. Bir hasta uzatılabilir rod sistemi kurulmadan 5 yıl önce, bir hasta 6 ay önce opere edildi.

Tablo 1: Tüm hastaların demografisi

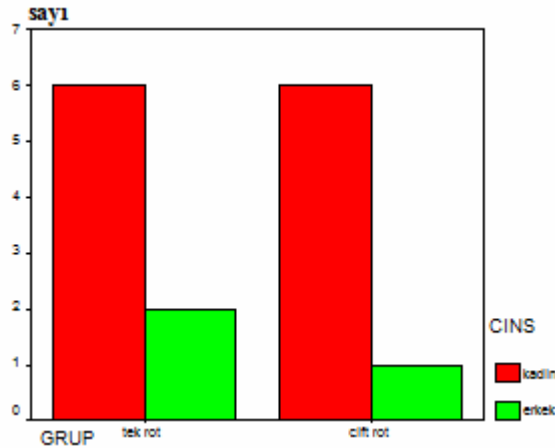
15 çalışma hastasının demografisi		
Grup 1 (tek rod)-Grup 2 (çift rod)	Grup 1	Grup 2
Hasta sayısı	8	7
Cinsiyet(K/E)	6/2	6/1
Diagnoz		
JİS	5	4
İİS	2	0
Konjenital	1	1
Sendromik	0	2
İlk operasyon yaşı ort.	7.63 yaş	7.86 yaş
Tip(T\TL)	4/4	4/3
Tedavi süresi ort.	3.15 yıl	2.19 yıl
Uzatma sayısı ort.	5.3	4
Uzatma periyodu süresi ort.	7.49 ay	7.88 ay

K/E:Kadın/Erkek JİS:juvenil idiopatik skolyoz İİS:infantil idiopatik skolyoz
T\TL:Torakal/Torakolomber Ort:ortalama

Tablo 1: Tüm hastaların demografisi

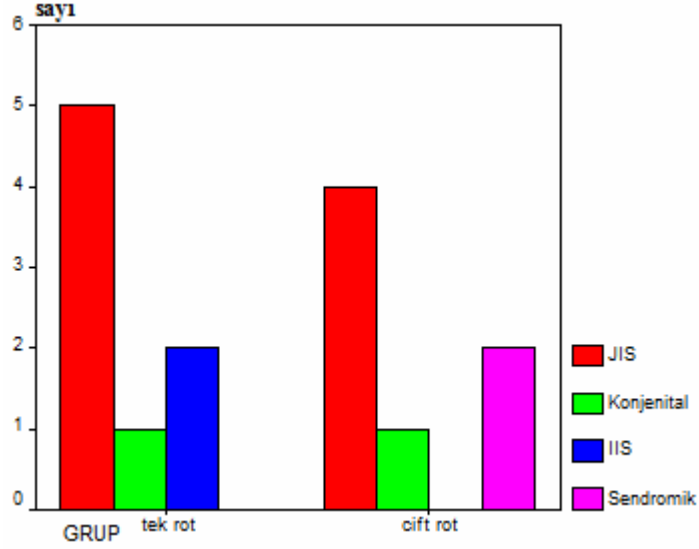
Grup 1 (Tek rod tekniği uygulanan hastalar) ve Grup 2'nin (Çift rod tekniği uygulanan hastalar) Hasta Bilgileri

Grup 1'de ki hastalar 6 (% 75) kız, 2 (% 25) erkek; Grup 2'de ki hastalar 6 (% 85.7) kız, 1 (% 14.3) erkekten oluşmaktadır.



Şekil 17: Grup 1 ve grup 2'de ki cinsiyet dağılımı

Grup 1’de ki hastalar; 4 torakal (% 50), 4 torakolomber (% 50) skolyozdan; grup 2’de ki hastalar 4 torakal (% 57.1), 3 torakolomber (% 42.9) skolyozdan oluşmaktadır. Grup 1’de 5 juvenil idiyopatik skolyozlu (% 62.5), 2 infantil idiyopatik skolyozlu (% 25), 1 konjenital skolyozlu (% 12.5); grup 2’de 4 juvenil idiyopatik skolyozlu (% 57.1), 2 sendromik skolyozlu (% 28.6), 1 konjenital skolyozlu (% 14.3) hastalar yer almaktadır.



Şekil 18: Her iki gruptaki skolyozun etiyolojik dağılımı

8.2. CERRAHİ BİLGİ

Tüm hastalarda ortalama cerrahiye başlama yaşı 7.7 yaş (aralık, 5-9) olarak belirlendi. Tüm hastalarda ortalama uzatma periyodu süresi 7.6 ay (aralık, 4-16.4) olarak hesaplandı.

Grup 1’de ki hastalarda ortalama cerrahiye başlama yaşı 7.63 yaş (aralık, 6-9) olarak belirlendi. Grup 2’de ki hastalarda ortalama cerrahiye başlama yaşı 7.86 yaş (aralık, 5-9) olarak belirlendi.

Grup 1’deki hastalarda ortalama takip tedavi süresi 3.15 yıl (aralık, 2-4.8); grup 2’deki hastalarda ortalama takip tedavi süresi 2.19 yıl (aralık, 1.5-3.1) olarak belirlendi.($p < 0.05$)

Grup 1'deki hastalarda ortalama uzatma periyodu süresi 7.49 ay (aralık, 4-16.4); grup 2'deki hastalarda ortalama uzatma periyodu süresi 7.88 ay (aralık, 4-15) olarak belirlendi.

Grup 1'deki hastalarda ortalama uzatma periyodu sayısı 5.3 (aralık, 4-6); grup 2'deki hastalarda ortalama uzatma periyodu sayısı 4 (aralık, 3-5) olarak belirlendi.(p<0.05).

Tablo 2: Tüm hastaların demografisi

15 HASTANIN DEMOGRAFİSİ											
Grup 1 (tekrod)	Hasta	Cins	İlk op. Yaşı	risser	TRC	Skolyoz Tipi	Diagnoz	Tedavi Süresi/yıl	Uzatma Sayısı	füzyon	
1	B.T.	K	7	0	açık	TL	JİS	4,1	6	oldu	
2	D.Ö.	K	8	0	açık	TL	JİS	2,8	5	oldu	
3	E.G.	K	8	0	açık	TL	JİS	3	6	oldu	
4	E.V.	K	8	0	açık	T	Konjenital	3	5	oldu	
5	M.K.	K	7	0	açık	TL	İSS	2,3	4	olmadı	
6	S.Y.	K	9	0	açık	T	JİS	3,2	5	oldu	
7	Y.T.Ö.	E	8	0	açık	T	JİS	4,8	5	oldu	
8	F.Ö.	E	6	0	açık	T	İSS	2	5	olmadı	
Grup 2 (ift rod)											
1	B.E.	K	9	0	açık	TL	Konjenital	2,3	5	oldu	
2	T.Y.	K	8	0	açık	T	JİS	3,1	3	oldu	
3	S.C.	K	5	0	açık	TL	Sendromik	2	4	olmadı	
4	S.B.	K	9	0	açık	T	JİS	2,3	5	olmadı	
5	B.G.	K	9	0	açık	T	JİS	2,1	3	olmadı	
6	U.A.	E	8	0	açık	TL	Sendromik	2	4	olmadı	
7	T.B.	K	7	0	açık	T	JİS	1,5	4	olmadı	

TRC:triradiat kartilej JİS:juvenil idiopatik skolyoz İİS:infantil idiopatik skolyoz op:operasyon
TL:torakolomber Ort:ortalama

Tablo 2: Tüm hastaların demografisi

Grup 1'de proksimalde ankor olarak 5 (% 62.5) hastaya vida, 2 (% 25) hastaya sublaminar hook, 1 (% 12.5) hastaya hook ve vida birlikte kullanıldı. Grup 1'de distalde ankor olarak 8 (% 100) hastayada vida kullanıldı. Grup 2'de proksimal ankor olarak 4 (% 57.1) hastaya vida, 2 (% 28.6) hastaya sublaminar hook, 1 (% 14.3) hastaya hook ve vida birlikte kullanıldı. Grup 2'de distalde ankor olarak 7 (%100) hastayada vida kullanıldı. Distalde sadece 2 hastaya sakruma fiksasyon uygulandı. Transvers konnektör grup 2'de 3 hastaya proksimal bölgeye yerleştirildi.

Üstte ankor seviyeleri 2 sayıda T1, 5 sayıda T2, 9 sayıda T3, 8 sayıda T4, 3 sayıda T5, 2 sayıda T6, 1 sayıda T7 iken; altta ankor yerleri 2 sayıda T12, 5 sayıda L1, 5

sayıda L2, 5 sayıda L3, 5 sayıda L4, 6 sayıda L5, 1 sayıda L6, 2 sayıda S1 olarak belirlendi.

Tablo 3: Hastaların Uzatılabilir rod Sisteminin Ankor Yerleri, Ankor Tipleri ve Füzyon Seviyeleri

Grup	Hasta	Growing Rod Ankor Yerleri			füzyon seviyesi	
		üst seviye		alt seviye		
Grup 1	B.T.	T3-T4	v*	L3-L4	v	T3-L5
	D.Ö.	T3-T4	v	L5-L6	v	T3-L5
	E.G.	T3-T4	c*-h*	L4-L5	v	T2-L5
	E.V.	T6-T7	h-v	L4-L5	v	T3-L5
	M.K.	T5-T6	v	L5-S1	v	olmadi
	S.Y.	T2-T3	v	L1-L2	v	T2-L4
	Y.T.Ö	T4-T5	v	L1-L2	v	T3-L2
	F.Ö.	T3-T4	h	L1-L2	v	olmadi
Grup 2	B.E.	T1-T2	h	L3-L4-L5	v	T1-L5
	T.Y.	T2-T3	h	T12-L1	v	T2-L3
	S.C.	T1-T2	v	L5-S1	v	olmadi
	S.B.	T4-T5	v	L2-L3	v	olmadi
	B.G.	T3-T4	v	T12-L1	v	olmadi
	U.A.	T3-T4	v	L3-L4	v	olmadi
	T.B.	T2-T3	h-v	L2-L3	v	olmadi

*v:vida c:claw h:hook

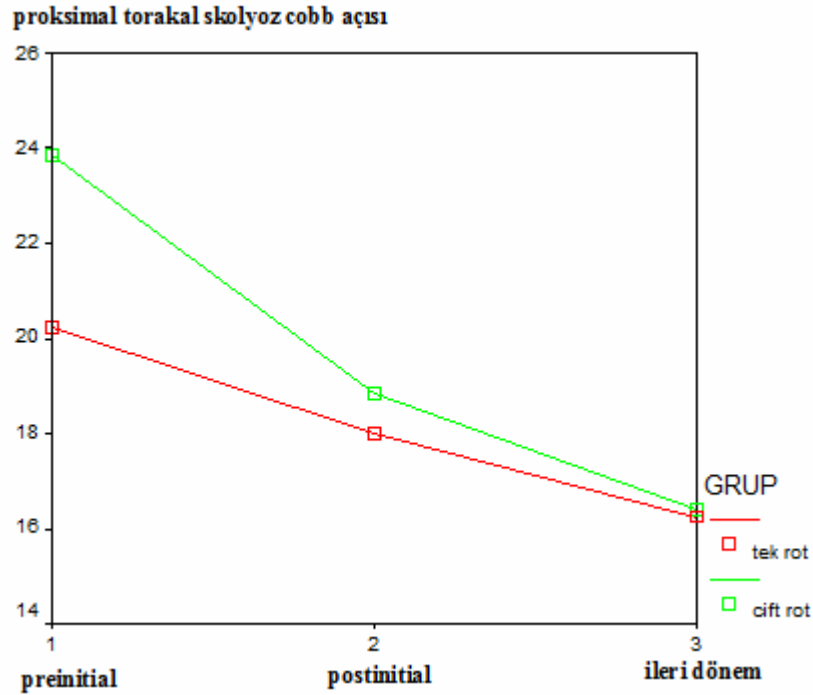
Tablo 3: Hastaların Growing rod Sisteminin Ankor Yerleri, Ankor Tipleri ve Füzyon seviyeleri

8 hastaya final füzyon uygulandı. Final füzyona uğrayan hastaların 6'sı grup 1'de, 2'si grup 2'de yer almaktadır. 7 hastanın aktif tedavisi hala sürüyor. Şuanda 83 uygulanan operasyondan 15'i başlangıç prosedürü, 8'i final füzyon ve 54'ü uzatma prosedürü (planlı prosedür), 6'sıda komplikasyondan dolayı plansız operasyon prosedüründen oluşmaktadır. 9 rod kırığı, 3 vida dislokasyonu, 8 hook dislokasyonu, 2 üst vida kapağının gevşemesi tüm hastalarda meydana gelen implant komplikasyonlarıdır. 2 hastada oluşan 6 komplikasyon (1 rod kırığı, 4 üst hook pullout, 1 paropleji) plansız opere edilerek düzeltildi. 9 hastada oluşan 17 komplikasyon uzatma periyodu veya füzyon esnasında planlı opere edilerek düzeltildi.

8.3. TEDAVİ SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ (COBB AÇISI, SPİNAL BALANS, KORREKSİYON, BÜYÜME, KOMPLİKASYONLAR, İSTATİKSEL ANALİZ)

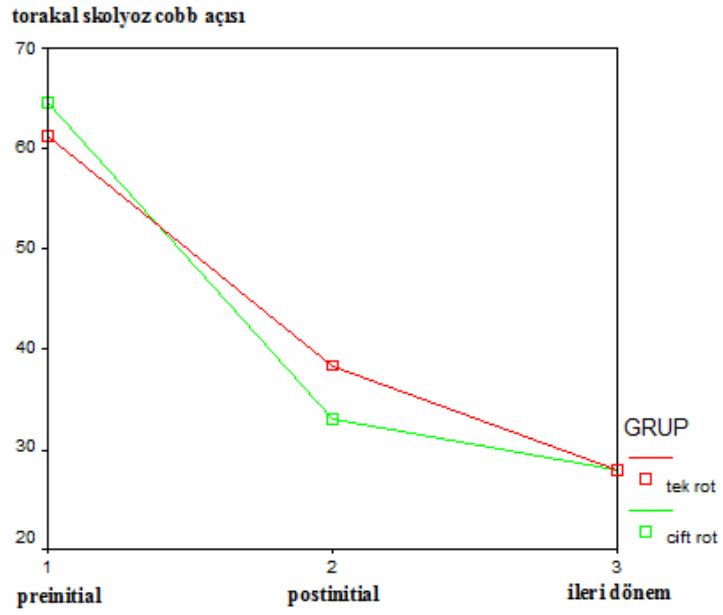
8.3.1. Cobb açısı

Grup 1 için preinitial dönemde ortalama proksimal torakal skolyoz Cobb açısı 20.3° (aralık, 0° - 32°), postinitial dönemde ortalama 18° (aralık, 0° - 29°), en son operasyonları sonrası ortalama 16.3° (aralık, 0° - 33°) olarak hesaplandı. Grup 2 için preinitial dönemde ortalama proksimal torakal skolyoz Cobb açısı 23.9° (aralık, 0° - 56°), postinitial dönemde ortalama 18.9° (aralık, 0° - 45°), en son operasyonları sonrası ortalama 16.4° (aralık, 0° - 40°) olarak hesaplandı.



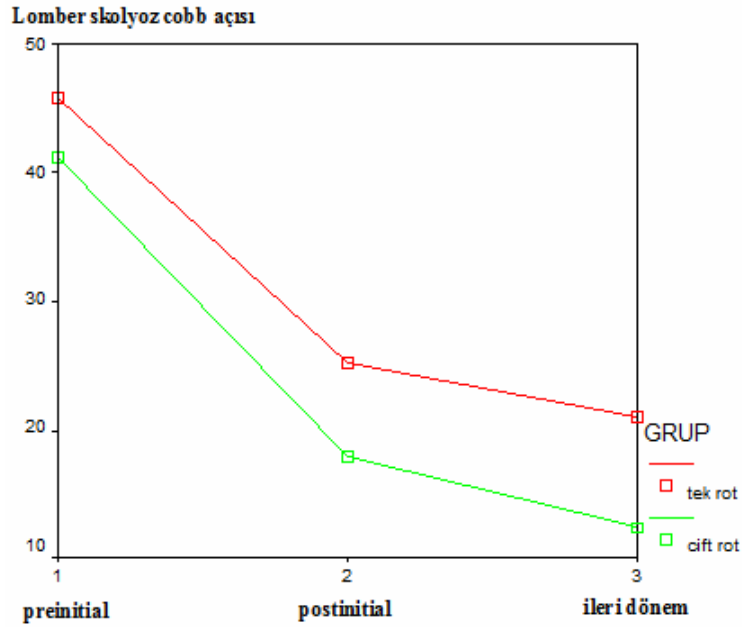
Şekil 19: Her iki grupta proksimal torakal eğriliğin karşılaştırılması

Grup 1 için preinitial dönemde ortalama ana torakal skolyoz Cobb açısı 61.3° (aralık, 45° - 80°), postinitial dönemde ortalama 38.4° (aralık, 20° - 66°), en son operasyonları sonrası ortalama 28° (aralık, 16° - 59°) olarak hesaplandı. Grup 2 için preinitial dönemde ortalama ana torakal skolyoz Cobb açısı 64.6° (aralık, 28° - 114°), postinitial dönemde ortalama 33° (aralık, 12° - 60°), en son operasyonları sonrası ortalama 28° (aralık, 15° - 57°) olarak hesaplandı.



Şekil 20: Her iki grupta ana torakal eğriliğin karşılaştırılması

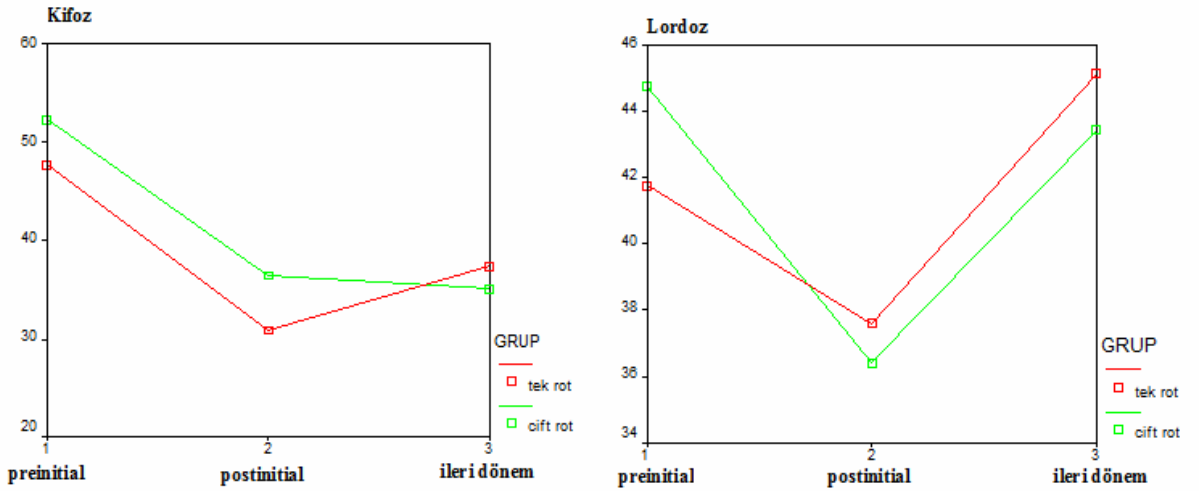
Grup 1 için preinitial dönemde ortalama lomber skolyoz Cobb açısı 45.8° (aralık, 24° - 80°), postinitial dönemde ortalama 25.3° (aralık, 10° - 60°), en son operasyonları sonrası ortalama 21° (aralık, 1° - 73°) olarak hesaplandı. Grup 2 için preinitial dönemde ortalama lomber skolyoz Cobb açısı 41.1° (aralık, 16° - 132°), postinitial dönemde ortalama 18° (aralık, 5° - 36°), en son operasyonları sonrası ortalama 12.4° (aralık, 6° - 22°) olarak hesaplandı.



Şekil 21: Her iki grupta lomber eğriliğin karşılaştırılması

Grup 1 için ortalama preinitial kifoz açısı 47.6° (aralık, $20^\circ-70^\circ$), ortalama postinitial kifoz açısı 30.9° (aralık, $20^\circ-44^\circ$), en son takiplerinde ki ortalama kifoz açısı 37.4° (aralık, $18^\circ-58^\circ$) olarak belirlendi. Grup 2 için ortalama preinitial kifoz açısı 52.3° (aralık, $25^\circ-90^\circ$), ortalama postinitial kifoz açısı 36.4° (aralık, $24^\circ-58^\circ$), en son takiplerinde ki ortalama kifoz açısı 35.1° (aralık, $15^\circ-56^\circ$) olarak belirlendi.

Grup 1 için ortalama preinitial lordoz açısı -41.8° (aralık, $-60^\circ- -24^\circ$) ortalama postinitial lordoz açısı -37.6° (aralık, $-48^\circ- -23^\circ$), en son takiplerinde ki ortalama lordoz açısı -45.1° (aralık, $-65^\circ- -30^\circ$) olarak belirlendi. Grup 2 için ortalama preinitial lordoz açısı -44.7° (aralık, $-68^\circ- -26^\circ$) ortalama postinitial lordoz açısı -36.4° (aralık, $-60^\circ- -10^\circ$), en son takiplerinde ki ortalama lordoz açısı -43.4° (aralık, $-58^\circ- -23^\circ$) olarak belirlendi.

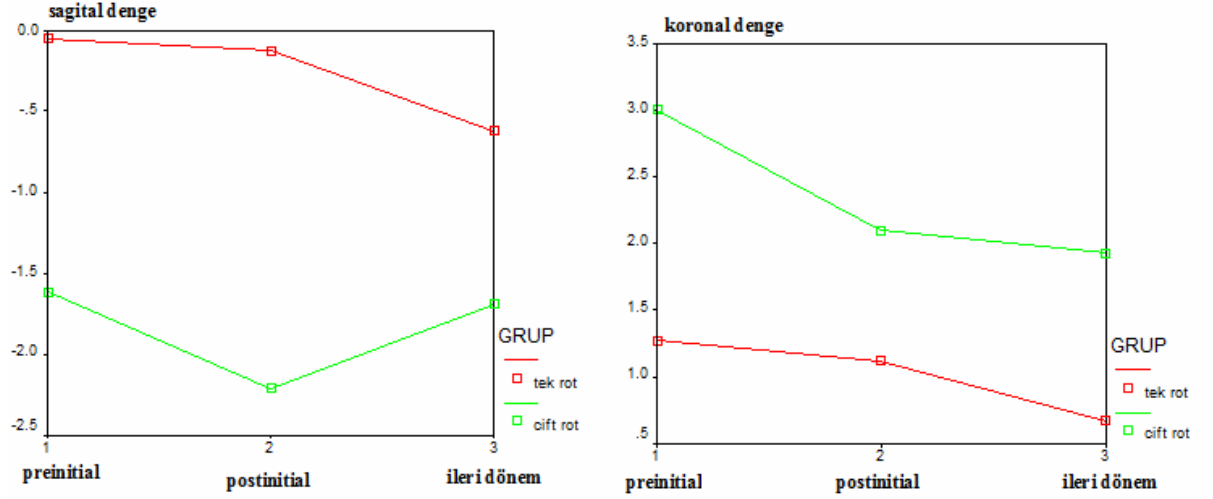


Şekil 22: Her iki grupta kifoz ve lordoz değerlerinin karşılaştırılması

8.3.2. Spinal balans

Grup 1'de (distraksiyonu devam eden veya final füzyonu gerçekleşmiş hastalar) sagittal denge preinitial dönemde -0.05 cm (aralık, $-5 - 2.1$), postinitial dönemde -0.13 cm (aralık, $-3 - 3$), en son ileri dönem operasyon sonrası -0.6 cm (aralık, $-3 - 2$) hesaplandı. Grup 2'de (distraksiyonu devam eden veya final füzyonu gerçekleşmiş hastalar) sagittal denge preinitial dönemde -1.6 cm (aralık, $-10.5 - 6$), postinitial dönemde -2.2 cm (aralık, $-6 - 3$), en son ileri dönem operasyon sonrası -1.7 cm (aralık, $-5 - 2$) hesaplandı.

Grup 1'de (distraksiyonu devam eden veya final füzyonu gerçekleşmiş hastalar) koronal denge preinitial dönemde 1.28 cm (aralık, 0 - 2.2), postinitial dönemde 1.1 cm (aralık, 0 - 2), en son ileri dönem operasyon sonrası 0.7 cm (aralık, 0 - 1) hesaplandı. Grup 2'de (distraksiyonu devam eden veya final füzyonu gerçekleşmiş hastalar) koronal denge preinitial dönemde 3 cm (aralık, 1.2 - 10), postinitial dönemde 2.1 cm (aralık, 0-8), en son ileri dönem operasyon sonrası -1.7 cm (aralık, -5 - 2) hesaplandı.



Şekil 23: Her iki grupta sagittal ve koronal dengenin karşılaştırılması

8.3.3. Korreksiyon

Grup 1 için başlangıç cerrahi sonrası (postinitial dönem) proksimal torakal eğrilikte ortalama korreksiyon % 11.3 ve en son takiplerinde ortalama korreksiyon % 19.8 hesaplandı. Grup 2 için başlangıç cerrahi sonrası (postinitial dönem) proksimal torakal eğrilikte ortalama korreksiyon % 21 ve en son takiplerinde ortalama korreksiyon % 31.1 hesaplandı. Her iki grubun karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı.

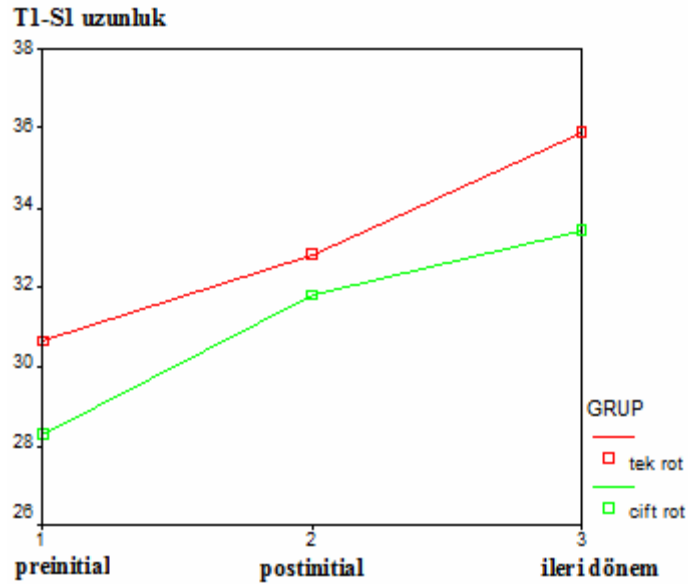
Grup 1 için başlangıç cerrahi sonrası (postinitial dönem) ana torakal eğrilikte ortalama korreksiyon % 37.4 ($p<0.05$) ve en son takiplerinde ortalama korreksiyon % 54.3 ($p<0.05$) hesaplandı. Grup 2 için başlangıç cerrahi sonrası (postinitial dönem) ana torakal eğrilikte ortalama korreksiyon % 48.9 ($p<0.05$) ve en son takiplerinde ortalama

korreksiyon % 56.6 ($p<0.05$) hesaplandı. Her iki grubun karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı.

Grup 1 için başlangıç cerrahi sonrası (postinitial dönem) lomber eğrilikte ortalama korreksiyon % 44.8 ve en son takiplerinde ortalama korreksiyon % 54.1 hesaplandı. Grup 2 için başlangıç cerrahi sonrası (postinitial dönem) lomber eğrilikte ortalama korreksiyon % 56.3 ve en son takiplerinde ortalama korreksiyon % 69.8 hesaplandı. Her iki grubun karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı.

8.3.4. T1-S1 (torakal 1- sakral 1) Uzunluk (Büyüme)

Grup 1’de ki hastalarda ortalama T1-S1 arası yükseklik preinitial dönemde 30.7 cm (aralık, 24-35.7), postinitial dönemde 32.8 cm (aralık, 27-37.4), en son ileri dönem operasyon sonrası 35.9 cm (aralık, 29.2-40) hesaplandı. Grup 2’de ki hastalarda ortalama T1-S1 arası yükseklik preinitial dönemde 28.3 cm (aralık, 22-31), postinitial dönemde 31.8 cm (aralık, 28.9-34.5), en son ileri dönem operasyon sonrası 33.4 cm (aralık, 30-37.5) hesaplandı.



Şekil 24: Her iki grupta T1-S1 uzunluğunun karşılaştırılması

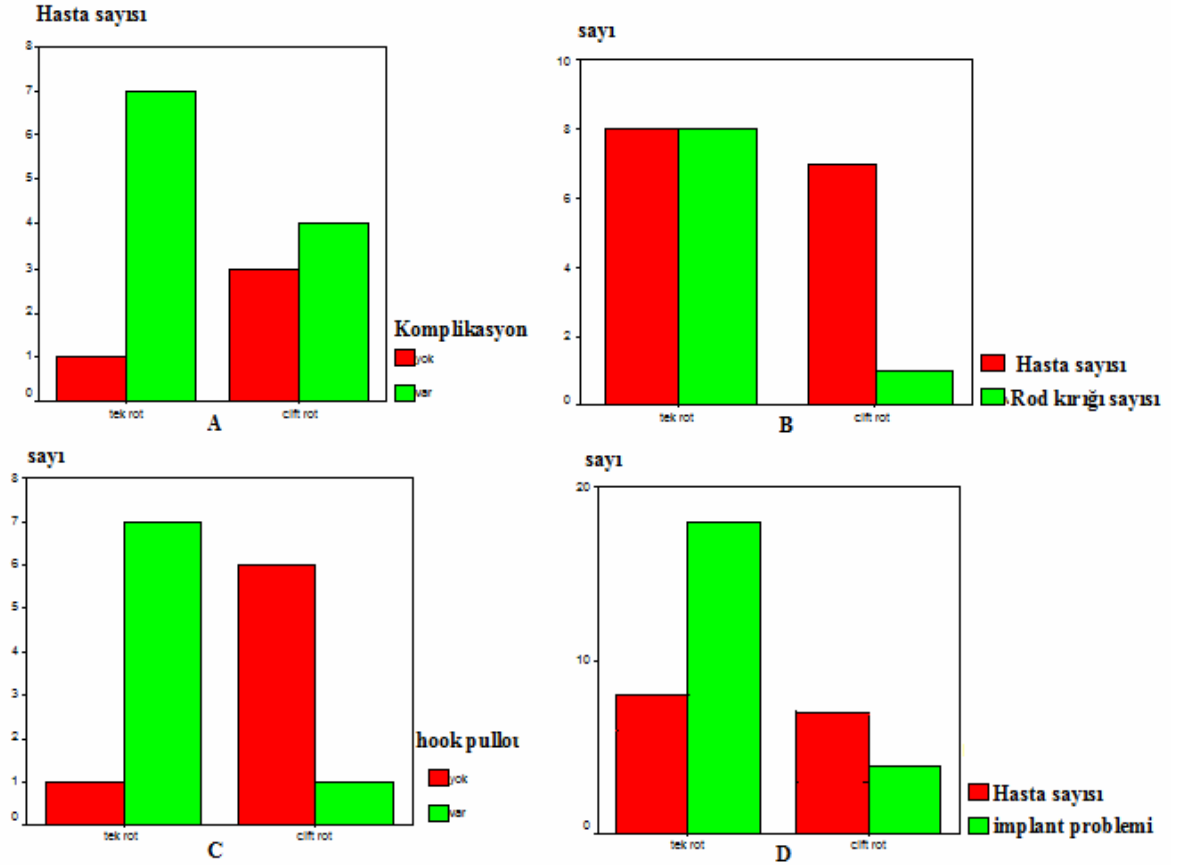
Grup 1’de T1-S1 arası ortalama yükseklik kazancı başlangıç cerrahisi sonrası 2.16 cm (aralık, 1-3.6) ($p<0.05$), en son takiplerinde (en son distraksiyon veya postfinal füzyon sonrası döneme kadar) T1-S1 arası total yükseklik kazancı ortalama 4.85 cm (aralık, 1.7-7.6) ($p<0.05$), olarak bulundu. Grup 2’de T1-S1 arası ortalama yükseklik kazancı başlangıç

cerrahisi sonrası 3.5 cm (aralık, 1.4-7) ($p<0.05$), en son takiplerinde (en son distraksiyon veya postfinal füzyon sonrası döneme kadar) T1-S1 arası total yükseklik kazancı ortalama 5.1 cm (aralık, 2.6-9) ($p<0.05$), olarak bulundu. Her iki grubun yükseklik kazancı açısından karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu.

Grup 1'de T1-S1 arası ortalama uzunluk 1.54 cm/yıl (aralık, 0.7-2) olarak hesaplandı. Grup 2'de T1-S1 arası ortalama uzunluk 2.33 cm/yıl (aralık, 1.7-4.5) olarak hesaplandı.

8.3.5. Komplikasyonlar

Grup 1 ve 2'de meydana gelen komplikasyonlar:Tüm komplikasyonların % 77.4'ü grup 1'de oluşurken, % 22.6'sı grup 2'de meydana geldi.



Şekil 25: Her iki grupta T1-S1 komplikasyon oranlarının karşılaştırılma grafikleri

Grup 1'de 8 hastanın 7'sinde (% 87.5) 24 komplikasyon meydana geldi. 8 rod kırığı (% 33.3), 2 üst vida kapagında gevşemesi (% 8.3), 1 üst vida dislokasyonu (%

4.2), 1 yüzeysel yara enfeksiyonu (% 4.2), 2 lamina kırığı (%8.3), 1 parapleji (% 4.2), 2 hemotoraks (% 8.3), 7 üst hook dislokasyonu (% 29.2) meydana geldi. 24 komplikasyonun 18'i (% 75) implant kaynaklı oluştu.

Grup 2'de 7 hastanın 4'ünde (% 57.1) 7 komplikasyon meydana geldi. 1 rot kırığı (% 14.2), 1 üst hook dislokasyonu (% 14.2), 2 üst vida dislokasyonu (% 28.6), 2 yüzeysel yara enfeksiyonu (%28.6), 1 lamina kırığı (% 14.2) meydana geldi. 7 komplikasyonun 4'ü (% 57.1) implant kaynaklı oluştu.

22 implant kaynaklı meydana gelen komplikasyonun 18'i (% 81) grup 1 de, 4'ü (% 19) grup 2 de meydana geldi. 8 implant dışı meydana gelen komplikasyonun 5'i (% 62.5) grup birde, 3'ü (% 37.5) grup 2 de meydana geldi.

8.3.6. İstatiksel Analiz

Grup 1 (tek rod) ve Grup 2 (çift rod)'nin karşılaştırılması

Her iki grubun karşılaştırılmasında ilk operasyon yaşları arasında istatiksel olarak fark bulunmadı. Çift rod tekniği uygulanan grupta tedavi süresi daha kısa olarak bulundu ve istatiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p:0.036$). Çift rod tekniği uygulanan grupta uzatma periyodu sayısı daha az olarak bulundu ve istatiksel olarak anlamlıydı ($p:0.016$). Her iki grupta cinsiyet dağılımı, skolyozun tipi, skolyozun etiyolojisi ve komplikasyon sayısı açısından aralarında istatiksel olarak anlamlı fark yoktu. Bu her iki grubun homojen olduğunu, grupların karşılaştırılmasının istatiksel olarak anlamlı olduğunu bize göstermektedir.

Her iki grupta rod kırığı ve hook dislokasyonu oluşmasının karşılaştırılması açısından istatiksel olarak anlamlı fark mevcuttu. ($p<0.05$)

Her iki grup arasında ve kendi arasında proksimal torakal eğrilikte istatiksel fark bulunamadı fakat grafikte eğriliğe baktığımızda çift rod tekniğinin proksimal torakal eğrilikte daha iyi düzelme sağladığı gözükmemektedir.

Her iki grupta ana torakal eğrilikte kendi içinde istatiksel olarak anlamlı bir azalma görüldü (tek ve çift rod için $p<0.05$). Her iki grupta ana torakal eğrilikte kendi içinde eğriliklerde değişikliklerin karşılaştırılması istatistiksel olarak anlamlıydı. Her iki grubun gruplar arasında karşılaştırılması istatiksel olarak anlamlı değildi.

Her iki grupta lomber eğriliklerdeki değişikliklerin gruplar arasında karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı. Tek rod tekniği uygulanan hastalarda lomber eğrilikte azalma istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p:0.001$). Çift rod tekniği uygulanan hastalarda lomber eğrilikte azalma istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı. Tek rod kullanımında eğrilikte kendi içindeki değişikliklerde istatistiksel olarak anlamlı fark mevcuttu. Çift rod kullanımında eğrilikte kendi içindeki değişikliklerde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı.

Her iki grupta kifozda değişikliklerin gruplar arasında karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı. Her iki grupta kifozda kendi içinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalma görülmedi. Her iki grupta lordozda değişikliklerin gruplar arasında karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı. Her iki grupta lordozda kendi içinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalma görülmedi.

Her iki grupta sağıtal dengede değişikliklerin gruplar arasında karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı. Her iki grupta sağıtal dengede değişiklikte kendi içinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalma görülmedi. Her iki grupta koronal dengede değişikliklerin gruplar arasında karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı. Her iki grupta koronal dengede değişiklikte kendi içinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalma görülmedi.

T1-S1 uzunlukta her iki grubun kendi içinde artışta istatistiksel olarak anlamlı fark mevcuttu (tek rod $p:0.001$, çift rod $p:0.004$). T1-S1 uzunlukta her iki grubun kendi içinde artışın karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı fark mevcuttu. T1-S1 uzunlukta her iki grubun karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı.

9. FÜZYON UYGULANAN HASTA GRUBUNDA BULGULAR VE SONUÇLAR

9.1. FİNAL FÜZYON UYGULANAN HASTALARIN KLİNİK VE CERRAHİ BİLGİLERİ

Final füzyon uygulanan 8 hastanın 7'si (% 87.5) bayan, 1'i (% 12.5) erkekti. Final füzyon uygulanan hastaların 6'sına tek uzatılabilir rod ile, 2'sine ise çift uzatılabilir rod ile tedaviye başlandı. Final füzyon uygulanan hastaların tedaviye başlama ortalama yaşı 8.1 yaş (aralık, 7-9) olarak hesaplandı. Final füzyon uygulanan hastaların final füzyon ortalama uygulama yaşı 11.4 yaş (aralık, 10.8-12.8) olarak hesaplandı. Final füzyon uygulanan hastaların ortalama tedavi süresi 3.3 yıl (aralık, 2.8-4.8) olarak değerlendirildi. Final füzyon gerçekleşen hastalarda ortalama uzatma periyodu sayısı 5 (aralık, 3-6) olarak hesaplandı.

Tablo 4: Füzyon uygulanan hastaların demografisi

FÜZYON UYGULANAN HASTALARIN DEMOGRAFİ									
İsim	Cins	İlk op. Yaşı	Füzyon yaşı	Risser	TRC	Skolyoz Tip	Diagnoz	Tedavi Süresi/yıl	Distrak. Sayısı
B.T.	K	7	11,1	0	açık	TL	JİS	4,1	6
B.E.	K	9	11,3	1	açık	TL	Konjenital	2,3	5
D.Ö.	K	8	10,8	2	kapalı	TL	JİS	2,8	5
E.G.	K	8	11	2	kapalı	TL	JİS	3	6
E.V.	K	8	11	1	kapalı	T	Konjenital	3	5
S.Y.	K	9	12,2	2	kapalı	T	JİS	3,2	5
T.Y.	K	8	11,1	1	kapalı	T	JİS	3,1	3
Y.T.Ö.	E	8	12,8	0	açık	T	JİS	4,8	5

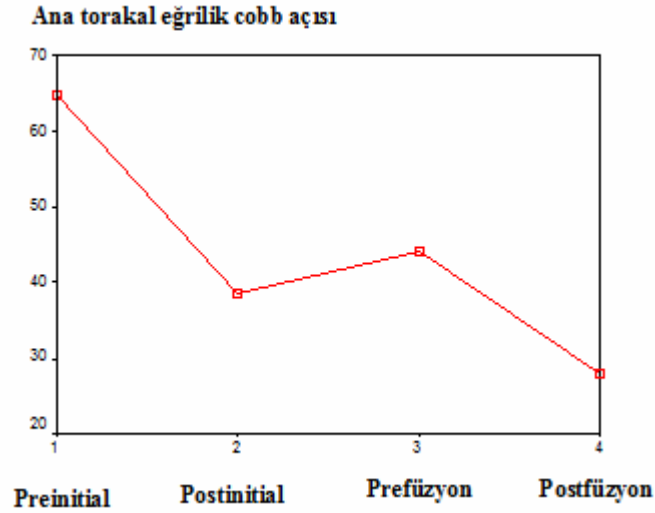
TRC:triradiat kartilaj op.operasyon dis trak:distrak siyon JİS:juvenil idiyopatik skolyoz

Tablo 4: Füzyon uygulanan hastaların demografisi

Füzyona uğrayan hastalar total 50 operasyona maruz kaldı. Füzyona uğrayan hastalara 8 başlangıç operasyonu, 8 füzyon operasyonu, 32 uzatma operasyonu, 2 komplikasyona bağlı (1parapleji, 1 rot kırığı) plansız operasyon yapıldı.(ortalama kişi başı operasyon sayısını 6.25 olarak hesaplandı.)

Final füzyona ugrayan hastalarda proksimal torakal eğrilik cobb açısı; preinitial dönemde ortalama 28.5° (aralık, 15°-56°), postinitial dönemde ortalama 23.5° (aralık, 8°-45°), prefinal füzyon döneminde ortalama 23.5° (aralık, 4°-45°), postfinal füzyon döneminde ortalama 20.8° (aralık, 0°-45°) olarak hesaplandı.

Final füzyona ugrayan hastalarda ana torakal eğrilik cobb açısı; preinitial dönemde ortalama 64.8° (aralık, 45°-93°), postinitial dönemde ortalama 38.5° (aralık, 20°-60°) ($p<0.05$), prefüzyon döneminde ortalama 44° (aralık, 24°-57°) ($p<0.05$), postfüzyon döneminde ortalama 27.9° (aralık, 16°-57°) ($p<0.05$) olarak hesaplandı.



Şekil 26: Füzyon olan hastaların ortalama ana torakal eğriliklerindeki cobb açısı değişimi

Final füzyona ugrayan hastalarda lomber eğrilik cobb açısı; preinitial dönemde ortalama 38.5° (aralık, 16°-74°), postinitial dönemde ortalama 18.6° (aralık, 5°-46°) ($p<0.05$), prefinal füzyon döneminde ortalama 31.1° (aralık, 12°-60°), postfinal füzyon döneminde ortalama 14.3° (aralık, 1°-25°) olarak hesaplandı.

Final füzyon uygulanan hastalarda proksimal torakal eğrilikte preinitial dönemden postinitial döneme geçişte ortalama korreksiyon miktarı % 17.5 olarak hesaplandı. Final füzyona ugrayan hastalarda proksimal torakal eğrilikte prefüzyon dönemden postfüzyon döneme geçişte korreksiyon miktarı % 11.7 olarak hesaplandı. Final füzyona ugrayan hastalarda preinitial dönemden proksimal torakal eğrilikte postfüzyon döneme geçişte korreksiyon miktarı % 27.2 olarak hesaplandı.

Final füzyon uygulanan hastalarda ana torakal eğrilikte preinitial dönemden postinitial döneme geçişte ortalama korreksiyon miktarı % 40.6 olarak hesaplandı ($p<0.05$). Final füzyona ugrayan hastalarda ana torakal eğrilikte prefüzyon dönemden postfüzyon döneme geçişte korreksiyon miktarı % 37.1 olarak hesaplandı. Final füzyona ugrayan hastalarda preinitial dönemden ana torakal eğrilikte postfüzyon döneme geçişte korreksiyon miktarı % 56.9 olarak hesaplandı ($p<0.05$).

Final füzyon uygulanan hastalarda lomber eğrilikte preinitial dönemden postinitial döneme geçişte ortalama korreksiyon miktarı % 51.6 olarak hesaplandı ($p<0.05$). Final füzyona ugrayan hastalarda lomber eğrilikte prefinal öncesinden postfüzyon döneme geçişte korreksiyon miktarı % 54.2 olarak hesaplandı. Final füzyona ugrayan hastalarda preinitial dönemden lomber eğrilikte postfüzyon döneme geçişte korreksiyon miktarı % 63 olarak hesaplandı.

Füzyona maruz kalan hastalarda ortalama preinitial kifoz açısı 48.9° (aralık, $20^\circ - 72^\circ$), ortalama postinitial kifoz açısı 32.6° (aralık, $24^\circ - 46^\circ$) ($p<0.05$), prefüzyon döneminde ortalama kifoz açısı 40° (aralık, $20^\circ - 79^\circ$), postfüzyonda ortalama kifoz açısı 38.8° (aralık, $18^\circ - 58^\circ$) olarak belirlendi.

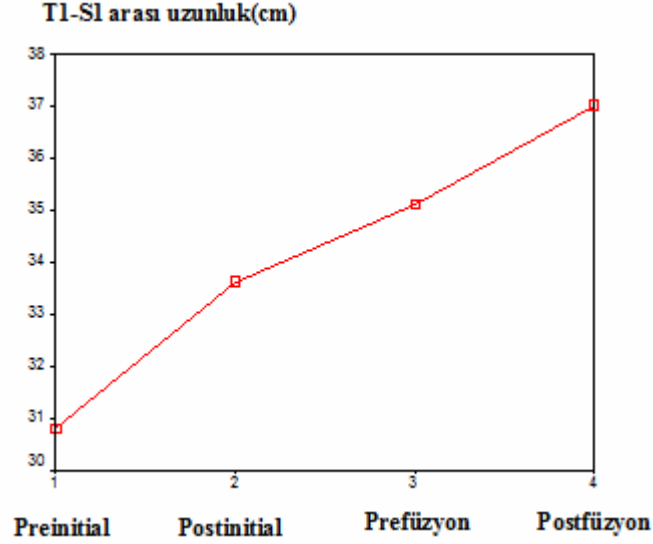
Füzyona maruz kalan hastalarda ortalama preinitial lordoz açısı -44.5° (aralık, $-68^\circ - -24^\circ$), ortalama postinitial lordoz açısı -38.5° (aralık, $-60^\circ - -23^\circ$), prefüzyon döneminde ortalama lordoz açısı -44.3° (aralık, $-72^\circ - -22^\circ$), postfüzyonda ortalama lordoz açısı -46.8° (aralık, $-65^\circ - -30^\circ$) olarak belirlendi.

Füzyona maruz kalan hastalarda sagittal denge preinitial dönemde 0.025 cm (aralık, -2.2 - 2.1), postinitial dönemde -1.4 cm (aralık, -6 - 1), prefüzyon dönemde -1.1 cm (aralık, -3 - 0.4), postfüzyon sonrası dönemde -1.25 cm (aralık, -3.2 - 1.5) olarak hesaplandı.

Füzyona maruz kalan hastalarda koronal denge preinitial dönemde 1.06 cm (aralık, 0-2), postinitial dönemde 1.07 cm (aralık, 0-2), prefüzyon dönemde 1.01 cm (aralık, 0-2), postfüzyon sonrası dönemde 0.56 cm (aralık, 0-1) olarak hesaplandı.

Final füzyona ugrayan hastalarda T1-S1 arası ortalama uzunluk preinitial dönemde 30.8 cm (aralık, 24-35.7), postinitial dönemde 33.6 cm (aralık, 27-37.4),

prefüzyon dönemde 35.1 cm (aralık, 30-39), postfüzyon dönemde 37 cm (aralık, 30-40) olarak hesaplandı.



Şekil 27: Füzyon olan hastaların ortalama T1-S1 arası uzunluk değışimi

Final füzyona ugrayan hastalarda preinitial dönemden postinitial döneme geçişte ortalama yükseklik kazancı 2.8 cm (aralık, 1.7-4.9) kadardı ($p<0.05$). Final füzyona ugrayan hastalarda füzyon esnasında yükseklik kazancı ortalama 1.7 cm (aralık, 0-4) kadardı ($p<0.05$). Final füzyona ugrayan hastalarda (preinitial dönemden postfüzyon döneme kadar)total yükseklik kazancı ortalama 5.9 cm (aralık, 3-7.6) olarak bulundu($p<0.05$). Final füzyona ugrayan hastalarda T1-S1 arası ortalama uzunluk 1.8 cm/yıl (aralık, 1.1-2.6) olarak hesaplandı.

Final füzyon uygulanan 8 hastanın 7'sinde (% 87.5) 19 komplikasyon oluştu. 8 rod kırığı (% 42.1), 2 üst ankor bölgesinde vida kapaklarında gevşeme (% 10.5), 2 lamina kırığı (% 10.5), 1 üst vida dislokasyonu (% 5.3), 1 yüzeysel yara enfeksiyonu (% 5.3), 1 parapleji (% 5.3), 2 hemotoraks (%1 0.5), 2 hook dislokasyonu (% 10.5) meydana geldi. 3 komplikasyon füzyon esnasında (1 parapleji, 2 hemotoraks) oluştu. Diğer komplikasyonlar uzatma periyodu ve sistemin kurulması esnasında oluştu. Final füzyona ugrayan çift uzatılabilir rod tekniği ile tedavi gören 2 hastanın birinde bir kez rod kırığı ve bir kez lamina kırığı oluştu; diğer hastada tedavisi süresince hiçbir komplikasyon

meydana gelmedi. 17 komplikasyon uzatılabilir tek rod tekniği ile tedavi gören hastalara aitti. Parapleji sonrası tüm implantlar çıkarılmasına rağmen ileri dönem takiplerinde paraplejinin kalıcı hale dönüştüğü görüldü.

9.2. FÜZYON UYGULANAN HASTALARIN KOMPLİKASYONLARI

Hasta B.T.: 2 kez rod kırığı ve 2 kez üst vida kapaklarında gevşeme planlı olarak uzatma periyodu esnasında tedavi edildi.

Hasta D.Ö.: 1 kez yüzeysel yara enfeksiyonu, 1 kez lamina kırığı, 1 kez rod kırığı, 1 kez üst vida dislokasyonu, 1 kez hemotoraks ve parapleji tedavi süresince oluştu. Rod kırığı ve üst vida dislokasyonu planlı olarak uzatma periyodu esnasında tedavi edildi. Füzyon esnasında parapleji gerçekleştikten sonra sistem plansız operasyonla devize edildi. Füzyon esnasında meydana gelen hemotoraks toraks tüpü takılıp tedavi uygulandı. Yüzeysel yara enfeksiyonu birinci kuşak antibiyoterapi ile tedavi edildi.

Hasta B.E.: 1 kez lamina kırığı, 1 kez rod kırığı tedavi süresince oluştu. Rod kırığı plansız olarak opere edilerek düzeltildi.

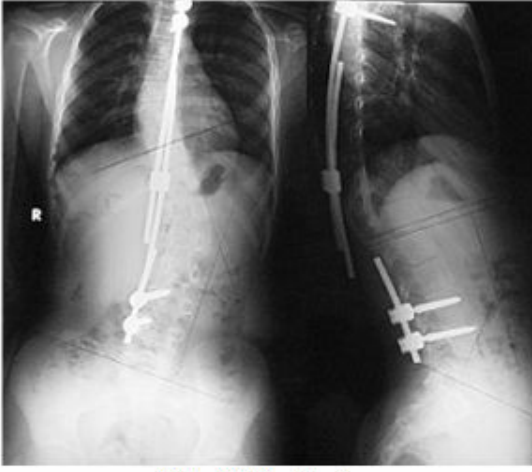
Hasta E.G.: 1 kez hook dislokasyonu tedavi süresince oluştu ve bu komplikasyon planlı olarak uzatma periyodu esnasında vida ile değiştirilerek tedavi edildi.

Hasta E.V.: 1 kez rod kırığı tedavi süresince oluştu ve bu komplikasyon planlı olarak uzatma periyodu esnasında tedavi edildi.

Hasta S.Y.: 2 kez rod kırığı, 1 kez üst hook dislokasyonu, 1 kez hemotoraks tedavi süresince oluştu. Rod kırığı uzatma periyodu esnasında planlı olarak yeni rod ile değiştirildi. Üst hook dislokasyonu vida ile değiştirilerek planlı olarak uzatma periyodu esnasında tedavi edildi. Füzyon esnasında meydana gelen hemotoraks toraks tüpü takılıp tedavi uygulandı.

Hasta T.Y.: Tedavi süresince herhangi bir komplikasyon oluşmadı.

Hasta Y.T.Ö.: 1 kez rod kırığı tedavi süresince oluştu ve bu komplikasyon planlı olarak uzatma periyodu esnasında tedavi edildi.



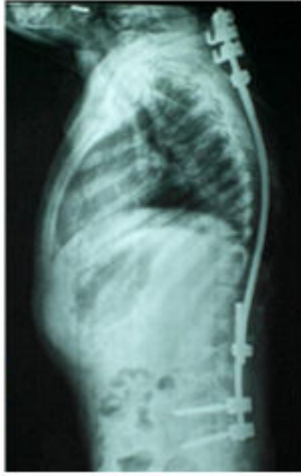
Hasta B.T. Rod kırığı

Resim 13: Hasta B.T. Rod kırığı



Hasta S.Y. Rod kırığı

Resim 14: Hasta S.Y. Rod kırığı



Resim 15: Hasta M.K. Üst hook dislokasyonu



Resim 16: Hasta S.Y. Üst hook dislokasyonu

9.3. FÜZYONA MARUZ KALAN HASTALARIN SRS-30 FORMU İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Füzyona uğrayan 8 hastaya en son kontrollerinde SRS-30 soru formu uygulandı. Soruları hastalar kendileri cevapladı ve hastaların ağrı skoru ortalaması 3.9 (aralık, 2.7-4.8) olarak hesaplandı. Hastaların fonksiyonel durum ve aktivite düzeyi skoru ortalaması 3.5 (aralık, 1.2-4.7) olarak hesaplandı. Hastaların dış görünüş skoru ortalaması 3.5 (aralık, 1.4-4.3) olarak hesaplandı. Hastaların mental durum skoru ortalaması 4.1 (aralık, 2.6-5) olarak hesaplandı. Hastaların uygulanan operasyondan memnuniyet skoru ortalaması 4.1 (aralık, 1.7-5) olarak hesaplandı. Tüm soruların ortalaması 3.7 (aralık, 1.9-4.5) puan hesaplandı ve 5 üzerinden genel durumları iyi olarak değerlendirildi.

Tablo 5: Füzyona maruz kalan hastaların SRS-30 formu sorularına cevaplarından elde ettikleri puanlar

SRS-30 FORMU PUAN TABLOSU						
Hastalar	fonksiyon/aktivite	agrı	dış görünüş	mental durum	op. memnuniyet	total
B.T.	4,3	4,2	4,3	5	5	4,5
B.E.	3,9	3,7	3,3	4,2	4,7	3,8
D.Ö.	1,2	3	1,4	2,6	1,7	1,9
E.G.	4,4	4,8	3,8	5	5	4,4
E.V.	3,3	4,7	3,9	4	4	3,9
S.Y.	3,1	3,3	3,8	3,4	3,7	3,5
T.Y.	2,9	2,7	3,3	3,8	4,7	3,3
Y.T.Ö.	4,7	4,8	4,2	4,8	4,3	4,5

Tablo 5: Füzyona maruz kalan hastaların SRS-30 formu sorularına cevaplarından elde ettikleri puanlar.

9.4. FÜZYONA MARUZ KALAN HASTALARIN SFT (SOLUNUM FONKSİYON TESTİ) İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Füzyona uğrayan 8 hastanın son kontrollerinde akciğerlerin gelişimi solunum fonksiyon testi ile değerlendirildi.

Tedavileri biten 8 hastanın 7'sinde akciğer fonksiyon testinde değerler normal düzeyde belirlendi. Sadece 1 hastada hem restriktif hem obstrüktif bozukluk mevcuttu. Bu hastada parapleji geliştikten sonra tüm implantların çıkarılması sonrası takiplerinde skolyozu ileri derecede ilerledi ve akciğer fonksiyon testinde restriktif ve obstrüktif bozukluk neticesi elde edildi.

Tablo 6: Füzyona maruz kalan hastaların solunum fonksiyon testi sonuçları

Füzyon sonrası hastaların solunum fonksiyon testi			
Hastalar	fvc%	fev1%	fev1/fvc %
B.T.	84	84	110
B.E.	83	87	105
D.Ö.	56	50	92
E.G.	87	80	94
E.V.	89	82	94
S.Y.	83	84	101
T.Y.	83	84	101
Y.T.Ö.	85	83	98

Tablo 6: Füzyona maruz kalan hastaların solunum fonksiyon testi sonuçları

9.5. FÜZYON OLAN HASTALARIN İSTATİKSEL ANALİZİ

Proksimal torakal eğrilikte istatikel olarak anlamlı değişiklik olmadı. Ana torakal eğrilikte azalmada istatikel olarak anlamlı değişiklik mevcuttu($p<0.05$). Lomber eğrilikte preinialden postinial safaya geçişte istatikel olarak anlamlı fark varken preinialden postfüzyon safasına geçişte istatikel olarak anlamlı değişiklik olmadı. Kifoz ve lordozda istatikel olarak anlamlı değişiklik bulunmadı. Sagital ve koronal dengede istatikel olarak anlamlı değişiklik bulunmadı.T1-S1 uzunlukta artışta istatikel olarak anlamlı değişiklik mevcuttu($p<0.05$).

10. OLGULARIMIZDAN ÖRNEKLER

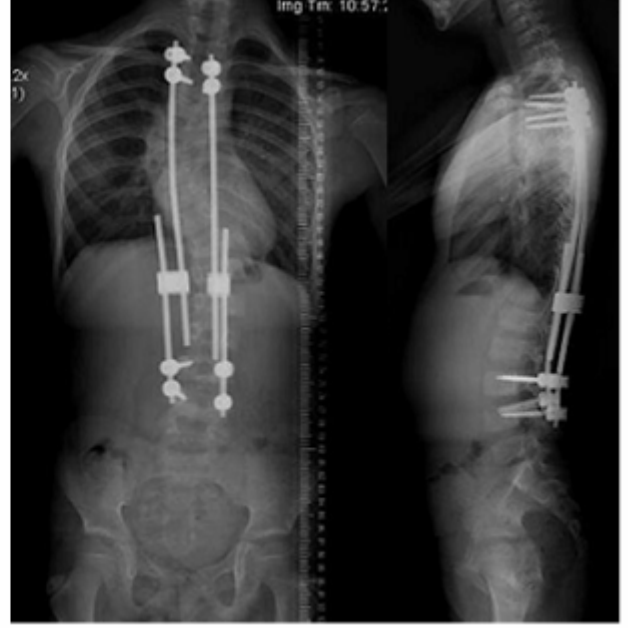
10.1. OLGU (U.A.)

8 yaşında erkek sendromik torokolomber skolyozlu hasta çift uzatılabilir rod tekniği ile opere edildi. Hastanın risseri ever 0, asetabuler kırıkta kompleksiyi açtı. Başvuru esnasında preoperatif değerleri şöyleydi; proksimal torakal eğrilik 23°, ana torakal eğrilik 53°, lomber eğrilik 38°, T1-S1 mesafesi 30.2 cm olarak ölçüldü ve cerrahi kararı alındı. Çift insizyonla cerrahi girişim uygulandı. Hastanın proksimaline T3 ile T4'e, distaline ise L3 ile L4'e çift taraflı seğmenter poliaksiyal vidalar yerleştirildi. 4'lü dominolarla submuskuler yerleştirilen rodlar T12 seviyesinde yanyana birbirlerine bağlandı. Hastaya henüz 4 distraksiyon uygulandı. Hastanın postoperatif ilk distraksiyon sonrası proksimal torakal eğriliği 22°, ana torakal eğriliği 47°, lomber eğriliği 36°, T1-S1 mesafesi 32.4 cm olarak ölçüldü. 4. distraksiyon sonrası proksimal torakal eğriliği 22°, ana torakal eğriliği 35°, lomber eğriliği 22°, T1-S1 mesafesi 33.6 cm olarak ölçüldü. Olguda 1 kez yüzeysel yara enfeksiyonu meydana geldi. Hastanın tedavisi hala devam etmektedir.



Ameliyat öncesi ön ve yan grafi

Resim 17: Hasta U.A. Ameliyat öncesi ön ve yan grafi



Ameliyat sonrası ön ve yan grafi

Resim 18: Hasta U.A. Ameliyat sonrası ön ve yan grafi



Ameliyat öncesi arka ve yan fotoğraf

Resim 19: Hasta U.A. Ameliyat öncesi arka ve yan fotoğraf

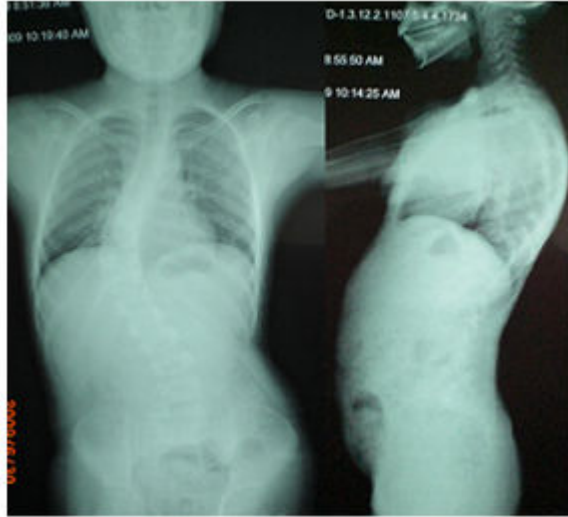


Ameliyat sonrası arka fotoğraf

Resim 20: Hasta U.A. Ameliyat sonrası arka fotoğraf

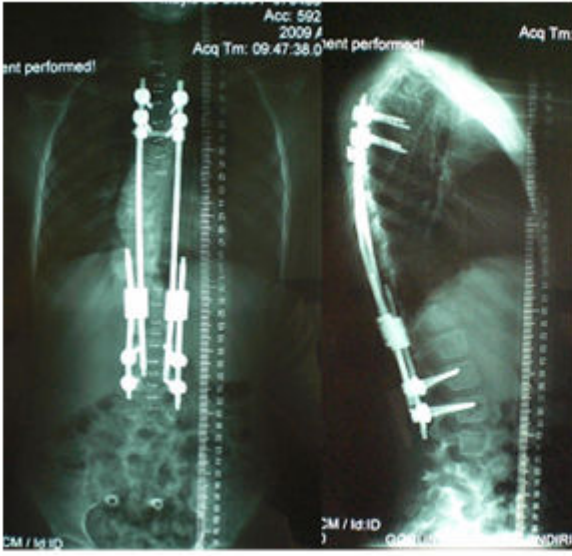
10.2. OLGU (S.B.)

9 yaşında bayan juvenil idiyopatik torokolomber skolyozlu hasta çift uzatılabilir rod tekniği ile opere edildi. Hastanın risseri ever 0, asetabuler kırıkda kompleksiyi açtı. Başvuru esnasında preoperatif değerleri şöyledir; proksimal torakal eğrilik 23°, ana torakal eğrilik 59°, lomber eğrilik 28°, T1-S1 mesafesi 30 cm olarak ölçüldü ve cerrahi kararı alındı. Çift insizyonla müdahale edildi. Hastanın proksimaline T4 ile T5'e, distaline ise L2 ile L3'e çift taraflı seğmenter poliaksiyal vidalar yerleştirildi. 4'lü dominolarla submuskuler yerleştirilen rodlar T12 seviyesinde yanyana birbirlerine bağlandı. Hastaya henüz 5 distraksiyon uygulandı. Hastanın postoperatif ilk distraksiyon sonrası proksimal torakal eğriliği 18°, ana torakal eğriliği 24°, lomber eğriliği 12°, T1-S1 mesafesi 33 cm olarak ölçüldü. 5. distraksiyon sonrası proksimal torakal eğrilik 15°, ana torakal eğrilik 21°, lomber eğrilik 10°, T1-S1 mesafesi 33,8 cm olarak ölçüldü. Olguda henüz hiçbir komplikasyon oluşmadı. Tedavisi hala devam etmektedir.



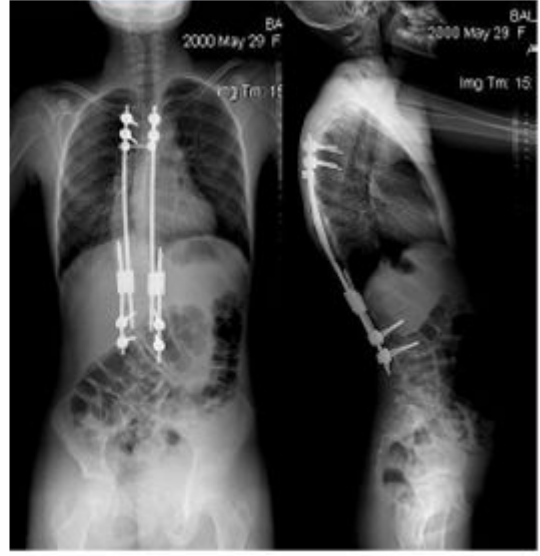
Ameliyat öncesi ön ve yan grafi

Resim 21: Hasta S.B. Ameliyat öncesi ön ve yan grafi



1. distraksiyon sonrası ön ve yan grafi

Resim 22: Hasta S.B. 1.distraksiyon sonrası ön ve yan grafi

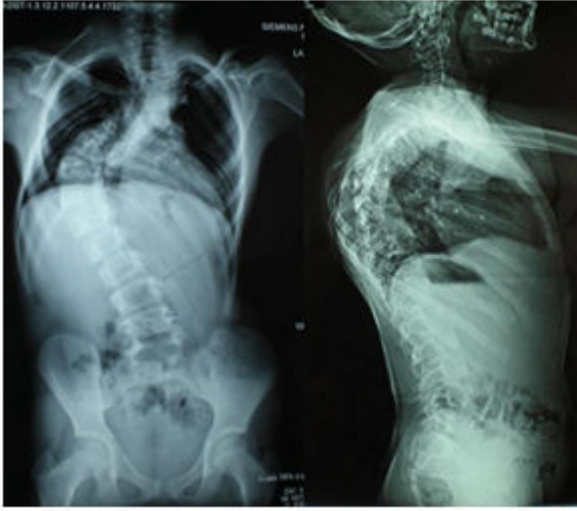


2. distraksiyon sonrası ön ve yan grafi

Resim 23: Hasta S.B. 2. distraksiyon sonrası ön ve yan grafi

10.3. OLGU (B.E.)

9 yaşında bayan konjenital torokal skolyozlu hasta çift uzatılabilir rod tekniği ile opere edildi. Hastanın risseri ever 0, asetabuler kırıldak kompleksi açıktı. Başvuru esnasında preoperatif değerleri şöyledir; proksimal torakal eğrilik 56°, ana torakal eğrilik 93°, lomber eğrilik 16°, T1-S1 mesafesi 24 cm olarak ölçüldü ve cerrahi kararı alındı. Çift insizyonla müdahale edildi. Hastanın proksimalinde bir tarafa T1 ile T2'ye hook, diğer tarafta ise T3 ile T4'e hook yerleştirildi. Hastanın distalinde bir tarafa L3 ile L4'e, diğer tarafta L3 ile L4'e çift taraflı segmenter poliaksiyal vidalar yerleştirildi. 4'lü dominolarla submuskuler yerleştirilen rodlar T12 seviyesinde yanyana birbirlerine bağlandı. Hastaya 5 distraksiyon ve sonrasında ki takibinde füzyon uygulandı. Hastanın postoperatif ilk distraksiyon sonrası proksimal torakal eğriliği 45°, ana torakal eğriliği 60°, lomber eğriliği 5°, T1-S1 mesafesi 28.9 cm olarak ölçüldü. Füzyon sonrası proksimal torakal eğrilik 45°, ana torakal eğrilik 57°, lomber eğrilik 12°, T1-S1 mesafesi 30 cm olarak ölçüldü. Olguda 1 kez rod kırığı ve 1 kez lamina fraktürü oluştu.



.Ameliyat öncesi ön ve yan grafi

Resim 24: Hasta B.E. Ameliyat öncesi ön ve yan grafi



.Ameliyat sonrası ön ve yan grafi

Resim 25: Hasta B.E. Ameliyat sonrası ön ve yan grafi



.Ameliyat öncesi arka ve yan fotoğraf

Resim 26: Hasta B.E. Ameliyat öncesi arka ve yan fotoğraf

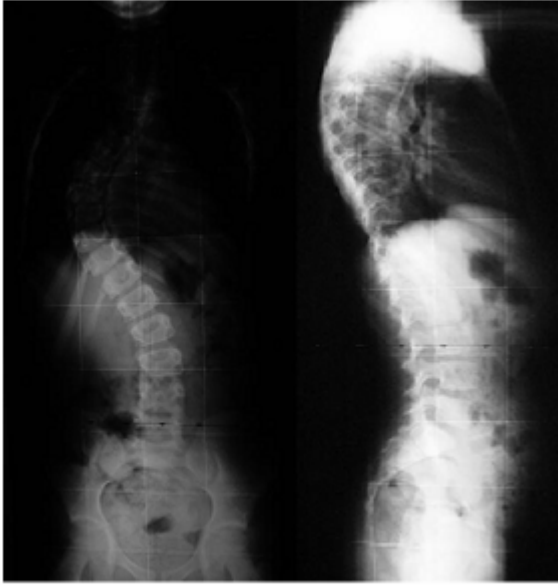


.Ameliyat sonrası arka ve yan fotoğraf

Resim 27: Hasta B.E. Ameliyat sonrası arka ve yan fotoğraf

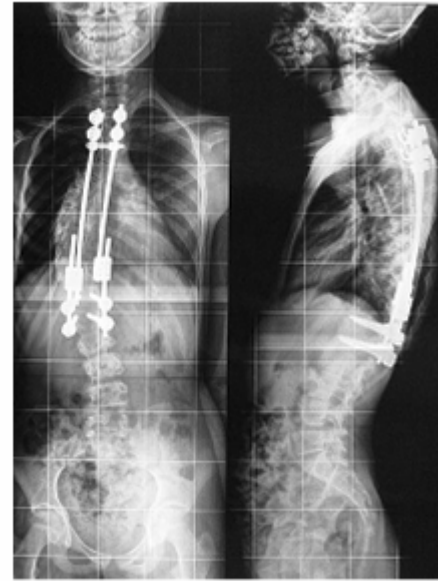
10.4. OLGU (T.Y.)

8 yaşında bayan juvenil idiyopatik torokal skolyozlu hasta çift uzatılabilir rod tekniği ile opere edildi. Hastanın risseri 0, asetabuler kırıkta kompleksiyi açtı. Başvuru esnasında preoperatif değerleri şöyleydi; proksimal torakal eğrilik 36°, ana torakal eğrilik 65°, lomber eğrilik 30°, T1-S1 mesafesi 31 cm olarak ölçüldü ve cerrahi kararı alındı. Çift insizyonla müdahale edilen hastanın proksimalinde T2 ile T3'e çift taraflı hook, distaline ise T12 ile L1'e çift taraflı segmenter poliaksiyal vidalar yerleştirildi. 4'lü dominolarla submuskuler yerleştirilen rodlar T10 seviyesinde yanyana birbirlerine bağlandı. Hastaya 3 distraksiyon sonrası füzyon uygulandı. Hastanın ilk distraksiyon sonrası postoperatif proksimal torakal eğriliği 25°, ana torakal eğriliği 35°, lomber eğriliği 12° olarak ölçüldü, T1-S1 mesafesi 34.5 cm ölçüldü. T2-L3 arasındaki füzyon uygulandı. Füzyon uygulanma sonrası proksimal torakal eğrilik 23°, ana torakal eğrilik 28°, lomber eğrilik 8°, T1-S1 mesafesi 37.4 cm olarak ölçüldü. Olguda hiçbir komplikasyon oluşmadı.



preoperatif ön ve yan grafi

Resim 28: Hasta T.Y. preoperatif ön ve yan grafi



1. distraksiyon sonrası ön ve yan grafi

Resim 29: Hasta T.Y. 1. distraksiyon sonrası ön ve yan grafi

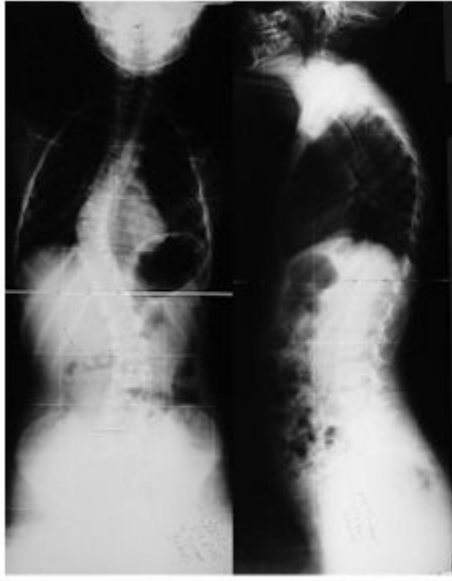


postfüzyon sonrası grafi

Resim 30: Hasta T.Y. postfüzyon sonrası grafi

10.5. OLGU (Y.T.Ö.)

8 yaşında erkek juvenil idiyopatik torakal skolyozlu hasta tek uzatılabilir rod tekniği ile opere edildi. Hastanın risseri 0, asetabuler kırıkda kompleksiyi açtı. Başvuru esnasında preoperatif değerleri şöyleydi; proksimal torakal eğrilik 15° , ana torakal eğrilik 52° , lomber eğrilik 36° , T1-S1 mesafesi 32.4 cm olarak ölçüldü ve cerrahi kararı alındı. Çift insizyonla müdahale edilen hastanın proksimalinde T4 ile T5'e, distalinde ise L1 ile L2'e tek taraflı segmenter poliaksiyal vidalar yerleştirildi. 4'lü dominolarla submuskuler yerleştirilen rodlar T12 seviyesinde yanyana birbirlerine bağlandı. Hastaya 5 distraksiyon sonrası füzyon uygulandı. Hastanın ilk distraksiyon sonrası postoperatif değerleri şöyleydi; proksimal torakal eğrilik 7° , ana torakal eğrilik 20° , lomber eğrilik 16° , T1-S1 mesafesi 36 cm ölçüldü. T3-L2 arasındaki seviyelere füzyon uygulandı. Füzyon sonrası proksimal torakal eğrilik 7° , ana torakal eğrilik 16° , lomber eğrilik 22° , T1-S1 mesafesi 39.6 cm olarak ölçüldü. Olguda 1 kez rod kırığı meydana geldi.



Preoperatif ön ve lateral grafi

Resim 31: Hasta Y.T.Ö. Preoperatif ön ve lateral grafi



1. distraksiyon sonrası ön ve lateral grafi

Resim 32: Hasta Y.T.Ö. 1. distraksiyon sonrası ön ve lateral grafi



prefüzyon ön ve lateral grafi

Resim 33: Hasta Y.T.Ö. prefüzyon ön ve lateral grafi



postfüzyon ön ve lateral grafi

Resim 34: Hasta Y.T.Ö. postfüzyon ön ve lateral grafi

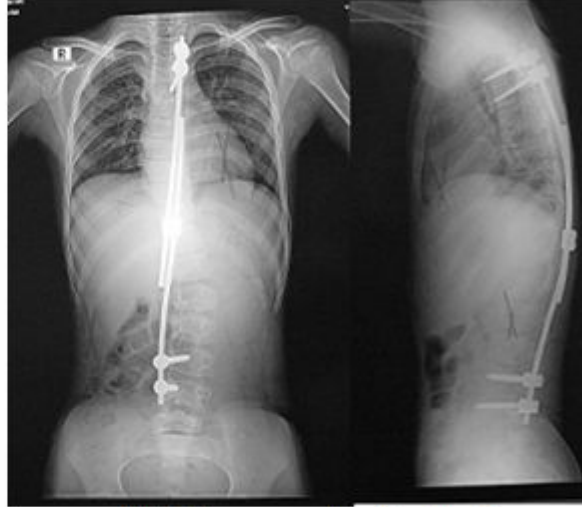
10.6. OLGU (B.T.)

7 yaşında bayan juvenil idiyopatik torokolomber skolyozlu hasta tek uzatılabilir rod tekniği ile opere edildi. Hastanın risseri 0, asetabuler kırkırdak kompleksi açıktı. Başvuru esnasında preoperatif değerleri şöyleydi; proksimal torakal eğrilik 18° , ana torakal eğrilik 45° , lomber eğrilik 34° , T1-S1 mesafesi 31.4 cm olarak ölçüldü ve cerrahi kararı alındı. Çift insizyonla müdahale edilen hastanın proksimalinde T3 ile T4'e, distalinde ise L3 ile L4'e tek taraflı seğmenter poliaksiyal vidalar yerleştirildi. 4'lü dominolarla submuskuler yerleştirilen rodlar T11 seviyesinde yanyana birbirlerine bağlandı. Hastaya 6 distraksiyon sonrası füzyon uygulandı. Hastanın ilk distraksiyon sonrası postoperatif değerleri şöyleydi; proksimal torakal eğrilik 10° , ana torakal eğrilik 30° , lomber eğrilik 20° , T1-S1 mesafesi 33.5 cm olarak ölçüldü. T3-L5 arasındaki seviyelere füzyon uygulandı. Füzyon uygulanma sonrası proksimal torakal eğrilik 0° , ana torakal eğrilik 17° , lomber eğrilik 25° , T1-S1 mesafesi 39 cm ölçüldü. Olguda 2 kez rod kırığı, 2 kez üst vida kapaklarında gevşeme meydana geldi.



Preoperatif ön ve lateral grafi

Resim 35: Hasta B.T. Preoperatif ön ve lateral grafi



Distraksiyon sonrası ön ve lateral grafi

Resim 36: Hasta B.T. Distraksiyon sonrası ön ve lateral grafi



prefüzyon ön ve yan grafi

Resim 37: Hasta B.T. prefüzyon ön ve yan grafi



postfüzyon ön ve yan grafi

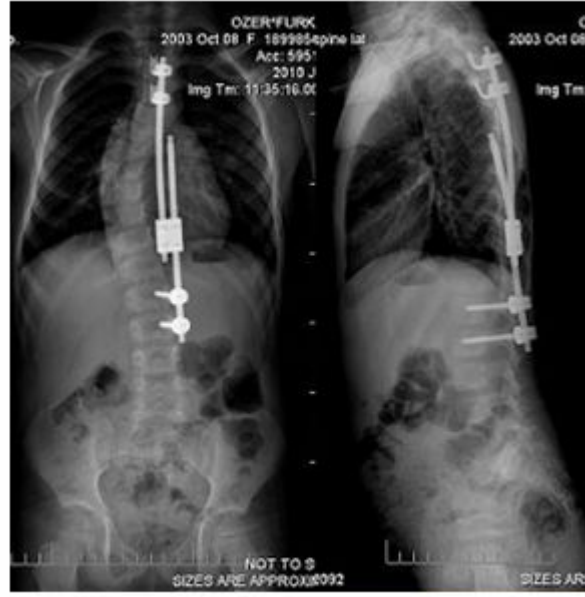
Resim 38: Hasta B.T. postfüzyon ön ve yan grafi

10.7. OLGU (F.Ö.)

6 yaşında erkek progresif juvenil idiyopatik torakal skolyozlu hasta tek uzatılabilir rod tekniği ile opere edildi. Hastanın risseri 0, asetabuler kırıkda kompleksini açtı. Başvuru esnasında preoperatif değerleri şöyleydi; proksimal torakal eğrilik 26°, ana torakal eğrilik 50°, lomber eğrilik 24°, T1-S1 mesafesi 26 cm olarak ölçüldü ve cerrahi kararı alındı. Çift insizyonla müdahale edilen hastanın proksimalinde T3 ile T4'e hook, distalinde ise L1 ile L2'e tek taraflı segmenter poliaksiyal vidalar yerleştirildi. 4'lü domino ile submuskuler yerleştirilen rodlar T11 seviyesinde yanyana birbirlerine bağlandı. Hastaya henüz 5 distraksiyon uygulandı. Hastanın ilk distraksiyon sonrası postoperatif değerleri şöyleydi; proksimal torakal eğrilik 26°, ana torakal eğrilik 28°, lomber eğrilik 10°, T1-S1 mesafesi 27 cm olarak ölçüldü. En son uygulanan distraksiyon sonrası proksimal torakal eğrilik 29°, ana torakal eğrilik 27°, lomber eğrilik 1°, T1-S1 mesafesi 28.7 cm olarak ölçüldü. Olguda henüz hiçbir komplikasyon oluşmadı. Hastanın tedavisi hala devam etmektedir.



Preoperatif ön ve lateral grafi



Distraksiyon sonrası ön ve lateral grafi

Resim 39: Hasta F.Ö. Preoperatif ön ve lateral grafi

Resim 40: Hasta F.Ö. Distraksiyon sonrası ön ve lateral grafi



Ameliyat öncesi arka ve yan fotoğraf



Ameliyat sonrası arka ve yan fotoğraf

Resim 41: Hasta F.Ö. Ameliyat öncesi arka ve yan fotoğraf

Resim 42: Hasta F.Ö. Ameliyat sonrası arka ve yan fotoğraf

11. TARTIŞMA

Genç çocuklarda progresif spinal deformitenin ideal tedavisi; deformitenin güvenli korreksiyonu sağlanmalı, başlangıç postoperatif korreksiyon devam etmeli, postoperatif immobilizasyon gerekmemeli, akciğerin gelişimine izin vermeli, gövdenin dengesini sağlamalı, az komplikasyon oranlarına sahip olmalıdır (3,15).

Son zamanlarda tek rod kullanımından çift rod kullanımına geçilmiştir. Enstrumantasyon sistemlerinin gelişimi sonucu harrington rod sistemi terkedilmiştir. Bizim olgularımızda da tek rod ve çift rod kullanılan vakalar karşılaştırıldı. Harrington rod sistemi kullandığımız hastalar çalışmamıza dahil edilmedi. Aşağıda tek rod uygulamaları ile çift rod uygulamaları ile yapılan çalışmaları ve bizim çalışmamızı karşılaştırarak tartışacağız.

Uzatılabilir rod kullanımında literatürlerde ki hasta sayıları, rod sayısı(tek/çift), rod çeşitleri alınarak tek rod çalışma grupları şunlardır; Mineiro (2) (12, tek rod, moe ve harrington rod), Klemme (52) (67, tek rod, harrington rod), Filipovic (150) (129, tek rod, harrington ve ascani rod), Blakemore (3) (29, tek rod, izole rod 18 hasta apikal füzyonsuz), Acaroğlu1 (4) (12, tek rod, 7 hasta izole rod, 5 hasta harrington rod), Thompson GH (116) (47, tek rod, izole rod), Marko Teli (174) (20, tek rod, izole rod), Elsebaie (140) (21, tek rod, izole rod), Shah (149) (88, tek rod, izole rod). (aralık,11-129)

Uzatılabilir rod kullanımında literatürlerde ki hasta sayıları, rod sayısı (tek/çift), rod çeşitleri alınarak çift rod çalışma grupları şunlardır; 2005 annual research society meeting de growing spine çalışma grubu (126) (15, çift rod, izole rod), growing spine grubu (39) (13, çift rod, izole rod), Akbarnia (1) (23, çift rod, izole rod), Li (74) (11, çift rod, izole rod), Ahmadi (41) (22, çift rod, izole rod).(aralık 11-23)

Thompson GH(43) (5 hasta tek rod-apikal füzyonlu, 16 hasta tek rod, 7 hasta çift rod), Sponseller (69) (3 hasta tek rod, 7 hasta çift rod), tek ve çift rod gruplarını karşılaştırmıştır.

Bizim çalışmamızda (8 hasta tek rod, 7 hasta çift rod) tek ve çift rod tekniği ile tedavi ettiğimiz hastaları karşılaştırdık. Çoğu seriden hasta sayımız az olmasına rağmen karşılaştırmalı grup çalışması literatürde az sayıda olduğu gözükmektedir.

Mineiro (2), Klemme (52), Filipovic (150), Blakemore (3), Acaroğlu (14), Thompson GH (43,116) Elsebaie (140), Shah (149), Akbarnia (1), Li (74), Ahmadi (41), Marco Teli (174) gibi yazarların yaptığı çalışmalarda ki skolyozlar çeşitli etiyolojilerden oluşmaktadır. Hiçbirinde de izole etiyoloji de grup çalışması değildir. Son yayınlarda growing çalışma grubu çok merkezli olarak benzer etiyolojide skolyozların tedavi sonuçlarını değerlendirmişlerdir. (marfan sendromlu (69), serebral palsili (130), myelomeningoselli1 (32), nörofibromatozisli (141) ve konjenital (133), nonkonjenital 39 etiyolojili makaleler)

Literatürdeki tek rod tekniği kullanılan serilerde Mineiro (2)'nin hasta grubunda (4 sendromik skolyoz, 1 konjenital skolyoz, 1 infantil idiyopatik skolyoz, 2 cerrahi sonrası skolyoz, 1 juvenil idiyopatik skolyoz, 1 myelomeningosele bağlı skolyoz, 1 nörofibromatozise bağlı skolyoz), Blakemore (3)'ün hasta grubunda (10 idiyopatik skolyoz, 6 nöromusküler skolyoz, 4 konjenital skolyoz, 6 sendromik skolyoz, 3 spinal kord anormalitesine bağlı skolyoz), Acaroğlu (14)' nin hasta grubunda (7 idiyopatik juvenil skolyoz, 2 idiyopatik infantil skolyoz, 1 Pierre-Robin sendromuna bağlı skolyoz, 1 Ehler Danlos sendromuna bağlı skolyoz, Artrogripozis Multipleks konjenitaya bağlı skolyoz), Marco Teli (174)' nin hasta grubunda (10 idiyopatik skolyoz, 5 konjenital skolyoz, 3 nöromusküler skolyoz, 1 nörojenik skolyoz, 1 artrogripozise bağlı skolyoz) Shah (149)'in hasta grubunda (26 infantil ve juvenil skolyoz, 19 konjenital skolyoz, 4

nörofibratozisli skolyoz, 15 sendromik skolyoz, 24 nöromuskuler skolyoz) çeşitli etiyojilere sahip hastalar yer almaktadır.

Literatürdeki çift rod tekniği kullanılan serilerde Li (74)'nin hasta grubunda (10 konjenital skolyoz, 1 nörmusküler skolyoz), Akbarnia (1)'nin hasta grubunda (15 infantil idiopatik skolyoz, 2 juvenil idiopatik skolyoz, 4 konjenital skolyoz, 2 sendromik skolyoz) çeşitli etiyojili hastalar yer almıştır.

Literatürdeki tek ve çift rod karşılaştırılan Thompson (43)'un apikal füzyonsuz tek rod kullanılan grupta (7 idiopatik skolyoz, 6 nöromuskuler skolyoz, 2 sendromik skolyoz, 1 konjenital skolyoz), çift rod kullanılan grupta (1 idiopatik skolyoz, 1 nöromuskuler skolyoz, 4 sendromik skolyoz, 1 konjenital skolyoz) çeşitli etiyojilerde hastalar yer almıştır.

Bizim çalışmamızda da tek rod tekniği kullanılan grupta (5 juvenil idiopatik skolyoz (% 62.5), 2 infantil idiopatik skolyoz (% 25), 1 konjenital skolyozlu (% 12.5)); çift rod tekniği kullanılan grupta (4 juvenil idiopatik skolyoz (% 57.1), 2 sendromik skolyoz (%28.6), 1 konjenital skolyoz (% 14.3) farklı etiyojilerde skolyozlar mevcuttu.

Literatürde erken başlangıçlı skolyozların uzatılabilir rod tekniği ile tedavi edilmiş yayınlarda cinsiyete göre dağılım şöyledir. Mineiro (2)'nin serisinde 8 bayan (% 66.6), 4 erkek (% 33.3); Akbarnia (1)'nin serisinde 16 bayan (% 69.6), 7 erkek (% 30.4); Thompson'nun (43) serisinde 19 bayan (% 67.9), 9 erkek (% 32.1); Marko Teli'nin (174) serisinde 12 bayan (% 60), 8 erkek (% 40) ve diğer çalışmalarda da cinsiyet dağılımı bayan ağırlıklı olarak gözükmektedir.

Bizim serimizde de cinsiyet dağılımı 12 bayan (% 80), 3 erkek (% 20) olarak diğer literatürdekiler gibi bayan ağırlıklıydı. Çalışmamızda tek rod kullanılan hastalar 6 (%75)kız, 2 (% 25)erkek; çift rod hastalar 6 (% 85.7) kız, 1(%14.3)erkek yer almaktadır.

Literatürde erken başlangıçlı skolyozların uzatılabilir rod tekniği ile tedavi edilmiş yayınlarda tedaviye başlama yaşı ortalaması şöyledir. Mineiro (2)'nin serisinde 5.66 yaş, Blakemore (3)'un serisinde 6.7 yaş, Acaroğlu (14)'nin serisinde 6.1 yaş, Shah

(149)'ın serisinde 6.7 yaş, Elsebaie (140)'nin serisinde 6 yaş, Marko Teli (174)'nin serisinde 5.3 yaş, Thompson (43)'nun serisinde tek rod kullanılanlarda apikal füzyonlu grupta 7 yaş apikal füzyonsuz grupta 8.7 yaş iken çift rod kullanılanlarda 7 yaş, Akbarnia (1)'nin serisinde 5.4 yaş, Li (74)'nin serisinde 6.1 yaş, growing spine çalışma grubunda (39) 6.6 yaş, 2005 annual research society meeting de growing spine çalışma grubu (126)'nda 7.2 yaş olarak tedaviye başlama yaşları ortalamalarıdır.(aralık, 5.3-8.7)

Bizim çalışmamızda ortalama tedaviye başlama yaşı tek rod tekniği kullanılan grupta 7.63 yaş iken, çift rod tekniği kullanılan grupta 7.86 yaş olarak bulduk. Yaş ortalaması çoğu literatürdeki hasta gruplarında daha erken tedaviye başlandığı gözükmektedir. Bizim çalışmamızda da yükseğe yakın yaş ortalaması olmasının nedeni grubumuzda idiyopatik juvenil skolyoz etiyolojisinin ağırlıkta olması gözükmektedir. Yaşda tedaviye başlamayı etkileyen faktörlerden biridir.

Literatürdeki cerrahiye başlanan ortalama ana eğrilik Cobb açısı Mineiro (2)'nun serisinde 74° (53°-100°), Blakemore (3)'un serisinde apikal füzyonsuz grubunda 62° (45°-83°), Acaroğlu (14)'nun serisinde 58° (40°-90°), Klemme (52)'nin serisinde 67°, Li (74)'nin serisinde 67.6° (56.2°-79°), Ahmadi (41)'nin serisinde 50° (25°-98°), Akbarnia (1)'nin serisinde 82° (50°-130°), Thompson (43) serisinde ilk operasyon sonrası apikal füzyonlu tek rod grubunda 85° (62°-108°), apikal füzyonsuz tek rod grubunda 61° (48°-74°), çift rod uygulanan grupta ise 92° (71°-113°), Sponseller (69)'in serisinde 77.2° (61.6°-92.8) olan hastaları opere etmişlerdir.(aralık, 50°-92°)

Sponseller ve arkadaşlarının yaptığı multimerkezli çalışmada spinal deformitede uzatılabilir rod kullanımında bazı konularda (eğrilik miktarı, fleksibilite, diagnosis, yaş) fikirbirliği ortaya çıkmıştır. Multimerkezli kliniklerde 265 uzatılabilir rod tekniği uygulanan hastanın ana eğriliğin cobb açısı 50°-60° (% 87 >50° üzerindeki eğrilikler) aşan eğriliklerde operasyon tercih ettiklerini belirtmişlerdir (66).

Bizim çalışmamızda da tedaviye başlama ana torakal cobb açısı tek rod tekniği kullanılan grupta ortalama 61.3° (aralık, 45°-80°), çift rod tekniği kullanılan grupta ortalama 64.6° (aralık, 28°-114°) olarak belirlendi. (Genelde tüm hastalarda 45° üzerinde eğrilikler % 86.7 oranında). Tedaviye başlarken aynı zamanda 6 ay aralıklarla takiplerde 10°'den fazla progresyon olduğunda veya 45°'nin üzerinde ise direk tedaviye başladık.

Literatürde erken başlangıçlı skolyozların uzatılabilir rod tekniği ile tedavi edilmiş yayınlarda ortalama uzatma periyodu süresi aralığı; Acaroğlu (14)'nin serisinde 9 ay, Filipovic (150)'in serisinde 6 ay, Marko Teli (174)'nin serisinde 7.2 ay, Shah (149)'in serisinde 8.1 ay, Li (74)'nin serisinde 9.9 ay, Thompson (43)'nun serisinde apikal füzyonlu tek rodlu grupta 12 ay iken apikal füzyonsuz tek rod kullanılanlarda 9 ay ile çift rod kullanılanlarda 6 ay, Sponseller (69)'in serisinde 12.7 ay, Akbarnia (1)'nin serisinde füzyona maruz kalanlarda 6 ay ile füzyona maruz kalmayanlarda 8 ay, Ahmadi (41)'nin serisinde 6 ay olarak yayınlamışlardır.(6-12.7 ay)

2005 annual research society meeting de growing spine çalışma grubu 126, Ahmadi (41) ve arkadaşları, Sponseller (39)'in yaptığı çalışmalar uzatma periyodu süresi ile önemli çalışmalardır.

2005 annual research society meeting de growing spine çalışma grubu 15 hastayı çift uzatılabilir rod tekniği ile tedavi etmişler ve final füzyona ulaştırmışlardır. 6 aydan kısa süreli ve 6 aydan uzun süreli olmak üzere 2 gruba ayırmışlardır. Daha sık aralarla uzatılan grupta % 78 korreksiyon sağlanırken, 6 aydan daha uzun süreli uzatılan grupta ise % 48 korreksiyon sağlanmıştır. Daha sık aralıklarla uzatılan grupta T1-S1 mesafesi 1.8cm/yıl büyüme elde edilirken, 6 aydan daha uzun süreli grupta ise T1-S1'de büyüme 1cm/yıl olarak elde ettiklerini belirtmişlerdir (126).

Ahmadi ve arkadaşlarının 2004'de çift uzatılabilir rod tekniği ile 22 çeşitli etiyolojiye sahip erken başlangıç skolyozluyu opera etmeye başlamışlar. Prospektif olarak yönettikleri bu çalışmanın minimum 24 ay takip sonuçlarını değerlendirmişlerdir. Tüm hastaların toplam 90 uzatmaya maruz kaldığını belirtmişlerdir. Ankor bölgelerini subperiostal olarak sıyırıp allogreft ile sınırlı füzyon uygulamışlardır. İlk operasyon sonrası ilk 6 ay breys ile takip etmişlerdir. Uzatma prosedürünü her 6 ayda bir rutin olarak planlamış ve uygulamışlardır. 2 hastada rod kırığı, 3 hastada operasyon esnasında vida gevşemesi tespit edilmiş; hiçbir hastada nörolojik komplikasyon ve yara problemi oluşmadığını belirtmişlerdir. Bu çalışmada tüm hastalarda distal ve proksimale pedikül vidası kullanımı ve 6 ayda bir rutin distraksiyonlarla 3 boyutta deformiteyi kontrol ettiklerini ve komplikasyon oranını düşürdüklerini belirtmişlerdir. (41) Pedikül vidası ile yapılan diğer çalışmalarda bu sonucu desteklemektedir (39,42,43).

Sponsorseller uzatma periyodu süresi bazlı multimerkezli bir çalışma yapmıştır. Growing spine çalışma grubu 1990-2003'de çift uzatılabilir rod tekniği ile opere ettikleri 13 nonkonjenital skolyozlu hastayı 6 aydan kısa sürede uzatma uygulananlar ve 6 aydan uzun sürede uzatma uygulananlar olarak 2 gruba ayırarak değerlendirmişlerdir. T1-S1 mesafesinde ortalama 1.46 cm/yıl'da artış olduğunu belirtmişlerdir. Grup 1 de (<6 ay dan kısa süre periyotta uzatma) füzyon yaşı daha erken 10.2 yaş, aktif tedavi süresi daha kısa 3.69 yıl, operasyon sayısı daha fazla 63 kez, korreksiyon oranı daha fazla % 79, total T1-S1'de daha fazla artış 12.3 cm (1.84 cm/yıl), grup 2 (>6ay dan daha uzun süre periyotta uzatma)ye göre füzyon yaşı daha geç 11,2 yaş, aktif tedavi süresi daha uzun 5.17 yıl, operasyon sayısı daha az 39 kez, korreksiyon oranı daha az % 48, total T1-S1'de daha az artış 8.78 cm (1.02 cm/yıl) gerçekleştiğini göstermişlerdir. 13 hastanın 6'sında (% 46) 13 komplikasyon meydana geldiğini yazmışlardır. Grup 1'de 7 hastanın 3'ünde(% 43) 5 komplikasyon oluşmuştur (1 rot kırığı, 1 insizyon yerinde granüloma, 3 postfinal füzyonda sistemi ilave genişletme). Bu grupta 4 hasta plansız olarak cerrahi uygulamışlardır. Grup 2'de 6 hastada 8 komplikasyon oluşmuştur. Bu grupta 4 hasta plansız olarak cerrahi uygulamışlardır. Sık uzatılanlarda normal vertebra gelişimi başlangıç uygulamasına eşit veya üstün gelerek vertebra büyümesine izin vermiş olduğunu göstermişlerdir (39).

Bizim serimizde tek rod tekniği (grup 1) uygulanan hastalarda ortalama uzatma periyodu süresini 7.49 ay; çift rod tekniği (grup 2) uygulanan hastalarda ortalama uzatma periyodu süresini 7.88 ay olarak belirledik. Bizim çalışmamızda uzatma periyodu süresi 6 aydan uzun süreli olması komplikasyonlarımızın yüksek oranda olmasının nedenlerinden biri olarak gösterilebilir. Uzatma periyodu süresi tedavinin sürecini, büyümeyi, korreksiyonu, komplikasyon sayısını etkileyen önemli bir etkidir.Yapılan çalışmalar sonucunda uzatma periyodu süresinin 6 aydan kısa süreli gruplarda daha iyi korreksiyon, daha fazla uzama, daha az komplikasyon, daha az plansız cerrahi, daha kısa süreli aktif tedavi süresi sağladığı için; distraksiyonun 6 ayda bir rutin olarak yapılmasını önermektedirler (39,41,126).

Literatürde erken başlangıçlı skolyozların uzatılabilir rod ile tedavi edilmiş yayınlarda ortalama füzyon yaşı Acaroğlu (14)'nun serisinde 12 yaş, Mineiro (2)'nun serisinde 12.42 yaş, growing spine çalışma grubunda (39) 11 yaş, Sponsorseller (69)'in serisinde (5 hasta) 11.2 yaş, Akbarnia (1)'nın serisinde (7 hasta) 10.24 yaş olarak

belirtmiştir. Blakemore (3,66) spinal füzyonu ne zaman çocuk uygun yaşa gelince(genelde kızlarda 10, erkeklerde 12 yaş) matürite oluşunca yaptıklarını belirtmiştir. Thompson (43)'nün serisinde tek rod-apikal füzyonlu grupda ortalama füzyon yaşı 10.9 yaş, sadece tek rod uygulanan grupda 11.7 yaş, çift rod uygulanan grupda 11 yaş olarak sonuçlanmıştır. (aralık 10.24-12.42)

Bizim serimizde füzyona maruz kalan hastaların ortalama füzyon yaşını 11.4 yaş olarak belirledik. Diğer literatürdeki füzyon yaşları ile uyum göstermektedir. Final füzyonu ise artık uzatmanın artıramadığı, iskelet matürasyonunun elde edildiği, kadınlarda en erken 10 yaş erkeklerde en erken 12 yaşa ulaşıldığında füzyon kararı aldık.

Literatürde erken başlangıçlı skolyozların uzatılabilir tek rod tekniği ile tedavi edilmiş serilerde elde edilen korreksiyon oranı şöyledir. Marko Teli (174)'nin serisinde % 25.6, Blakemore (3)'un serisinde % 28, Mineiro (2)'nün serisinde % 31.8, Sponseller (69)'in serisinde % 31(3 hasta), Klemme (52)'nin serisinde % 37, Acaroğlu (14)'nün serisinde % 41, Shah (149)'in serisinde % 44, Filipovic (150)'in serisinde % 47, Thompson (116)'nün serisinde % 50, Elsebaie (140)'nin serisinde % 57.6 oranında son takiplerinde elde edilen korreksiyon sağladıklarını yayınlamışlardır.(aralık, %25.6-70)

Literatürde erken başlangıçlı skolyozların uzatılabilir çift rod tekniği ile tedavi edilmiş serilerde elde edilen korreksiyon oranları şöyledir. 2005 annual research society meeting de growing spine çalışma grubu126'nun serisinde % 60, growing spine çalışma grubu (39)'nün serisinde % 64, Akbarnia (1)'nin serisinde % 53 (füzyon olan 7 hastada % 71.7), Ahmadi (41)'nin serisinde % 46, Sponseller (69)'in serisinde % 60 (7 hasta), Sponseller (39)'in serisinde % 64 korreksiyon sağladıklarını yayınlamışlardır. (aralık, % 46-71.7)

Thompson (43) serisinde ilk operasyon sonrası apikal füzyonlu tek rod grubunda % 48, apikal füzyonsuz tek rod grubunda % 39, çift rod uygulanan grupda ise % 57; kesin füzyon sonrası postoperatif dönemdeki ortalama korreksiyon oranı apikal füzyonlu tek rod grubunda % 23, apikal füzyonsuz tek rod grubunda % 36, çift rod uygulanan grupda % 71 oranında korreksiyon elde etmiştir. En iyi korreksiyonun çift rod grubunda elde edildiğini belirtmişlerdir.

Bizim çalışmamızda ilk operasyon sonrası uzatılabilir tek rod tekniği ile tedavi olanlarda ana eğrilikte ortalama korreksiyon oranı % 37.4, uzatılabilir çift rod tekniği ile tedavi olanlarda ana eğrilikte ortalama korreksiyon oranı % 48.9 olarak hesaplandı. En son takiplerinde tek rod uygulanlarda % 54.3 iken; çift rod uygulanlarda % 56.6 olarak hesaplandı. Literatürlerde çift rod kullanmanın korreksiyonu daha iyi sağladığına yönelik çalışmalar mevcuttur. Bizim çalışmamızda ilk operasyonları sonrası çift rod kullanımının daha iyi korreksiyon sağladığını gördük. Çalışmamızda çift rod kullanılan grupta hala tedavisi devam eden hasta sayısı fazladır. Bu nedenden dolayı çift rod kullanılan grubumuzda korreksiyon oranının daha da fazla olacağına inanmaktayız. Uzatılabilir rod kullanımı başlangıç döneminde en fazla korreksiyon sağlamaktadır. Füzyona yaklaştıkça korreksiyon oranının azalmakta olduğu bizim çalışmamızda da belirledik.

Literatürde sağittal denge ve koronal denge ile ilişkili Acaroğlu füzyondan önce ve sonra ortalama kifoz ve lordoz açısını normal fizyolojik sınırlar içerisinde bulduklarını belirtmişlerdir. Distraksiyon esnasında frontal ve sağittal planda eğriliğin progresyonunun önlendiği fakat rotasyonda artışın devam ettiğini göstermişlerdir.14 Sagittal plandaki deformitenin sadece distraksiyon manevrası ile düzeltilmesinin zor olduğunu belirtmişlerdir. Mineiro (2) tüm hastalarda eğriliğin progresyonunu durdurmalarına rağmen cerrahi sayısını azaltmak, rotasyon kontrolünü sağlamak, rod kontrolünü sağlamak için yeni bir tekniğe ihtiyaç olduğunu belirtmiştir.2 Growing spine çalışma grubu serebral palsili 16 skolyozlu hastanın 12'sini çift rod tekniği ile, 4'ünü tek rod tekniği ile opera ettiklerini belirtmişlerdir. Preinitial koronal balans 7 cm, sagittal balans 4.7 cm iken en son takiplerinde koronal balans 4.7 cm, sagittal balans 2.8 cm'e gerilediğini belirlemişlerdir (130). Bizim çalışmamızda her iki grupta da koronal dengede klinik olarak düzelmeye meydana gelirken sağittal dengede düzelmeye iyi değildi.

Erken başlangıçlı skolyozların tek rod tekniği ile tedavi edilen hastaların ortalama T1-S1'de ki artış miktarlarının literatür sonuçları şöyledir; Mineiro (2)'nin serisinde 2cm (0.5-4.5cm), Elmelligy ve arkadaşlarının serisinde (141) 1.1cm/yıl, Klemme (52)'nin serisinde 1cm/yıl (ortalama 3.1cm), Acaroğlu (14)'nin serisinde 4 cm (1.8-7.7), Marko Teli (174)'nin (hastanın 11'i anteriordan anülotomi uygulamışlar) serisinde 0.5cm/yıl (ortalama 1.9 cm), Elsebai (140)'nin serisinde 1.32cm/yıl, Shah (149)'ın

serisinde apikal füzyonsuz grupta 5.5cm (1.5cm/yıl) ve apikal füzyon uygulanan grupta 3.8cm (1cm/yıl) artış olarak belirtmişlerdir.(aralık 0.5cm/yıl-1.5cm/yıl)

Erken başlangıçlı skolyozların çift rod tekniği ile tedavi edilen hastaların ortalama T1-S1'de ki artış miktarlarının literatür sonuçları şöyledir; Sponseller (39)' in serisinde 6 aydan kısa süreli uzatma uygulanan grupta 12,3 cm (1.84cm/yıl) 6 aydan uzun süreli uzatma uygulanan grupta 8,78 cm (1,02cm/yıl) tüm hastalarda 10.7cm (1.46cm/yıl), Li (74)'nin serisinde 1.6cm/yıl, Akbarnia (1)'nin serisinde füzyon olan hastalarda 11,78cm (1,66 cm/yıl) ve tedavisi süren hastalarda 8,69cm (1,01cm/yıl), Thompson (43)'un serisinde 2cm/yıl artış olarak belirtmişlerdir.(aralık 1.01/yıl-2cm/yıl)

Thompson (43)'un serisinde ortalama total T1-S1 artışın apikal füzyonlu tek rodlu grupta 1 cm/yıl, apikal füzyonsuz tek rodlu grupta 1.29 cm/yıl, çift rod uygulanan grupta 2 cm/yıl olarak belirtilmiştir. En fazla büyümeyi dual rod grubunda, en az büyümeyi apikal füzyonlu tek rod grubunda elde etmiştir. Apikal füzyon yapılması büyümeyi azaltmış krankshaft fenomeni gelişimini predispoze etmiş ve komplikasyon oranını artırmıştır (43).

Stokes ve arkadaşları da hayvan modellerde uygulanan distraksiyonun normal vertebra büyümesinden fazla büyüme sağladığını yayınlamışlardır (127,128).

Olgun D. ve Yazıcı M. uzatılabilir rod sisteminin vertebra cismi üzerine etkisinin büyüme yönündemi yoksa büyümeyi koruma yönündemi olduğunu araştırmışlardır. En az 4 kez distraksiyon uygulanan 17 hastanın enstrumantasyon içindeki ve enstrumantasyon sahası dışındaki vertebra cisimlerinin boylarını değerlendirmişlerdir. Enstrumantasyon sahası içindeki vertebra cisimlerinde daha fazla büyüme olduğu tespit etmişlerdir. Posterior distraksiyonun vertebra büyümesini stimüle ettiğini göstermişlerdir (65).

Dimeglio normal popülasyonda T1-S1'deki büyüme miktarının; 5 yaş öncesi yaklaşık 2 cm/yıl'da, 5-10 yaş arası 1 cm/yıl'da, 10 yaş sonrası 1,8 cm/yıl'da olduğunu yayınlamıştır (61).

Bizim serimizde tek rod tekniği uygulanan hasta grubumuzda T1-S1 arası ortalama uzunluk artışının 1.54 cm/yıl, çift rod tekniği uygulanan hastalarımızda 2.33

cm/yıl, final füzyona uğrayan hastalarda 1.8 cm/yıl olduğunu belirledik. Hiçbir hastamıza apikal füzyon operasyonu uygulamadık. Literatürde apikal füzyon uygulanan serilerde uzama miktarında normal büyümeden daha az uzama olduğu gözükmektedir. Yine literatürde çift rod uygulanan hastalarda tek rod uygulanlara göre T1-S1 mesafesinde daha fazla artış olduğu gözüküyor. Bizim serimizde de literatürle uyumlu olarak çift rod uygulanan hastalarda tek rod uygulanan hastalara göre daha fazla uzama elde ettik. Bizim serimizde aynı zamanda hem çift rod hemde tek rod uygulamamızda Dimeglio'nun normal büyüme hızına göre daha fazla büyüme elde ettik.

Literatürde 1987-2007 tarihleri arasında 782 sayıda uzatılabilir rod cerrahisine nöromoniterizasyon uygulanmıştır. Multimerkezli çalışmada 252 primer uzatılabilir rod uygulanan operasyonun 231'ine, 168 implant değişikliği yapılan operasyonun 116'sına, 362 uzatma uygulanan işlemin 222'sine nöromoniterizasyon uygulandığını belirtmişlerdir. Primer uzatılabilir rod uygulaması sırasında 2 hastada (% 0.9) nöromoniterizasyonda değişiklik oluşmuş fakat nörolojik komplikasyon gelişmediğini belirtmişlerdir. Bu çalışmanın sonucuna göre 782 uzatılabilir rod cerrahisine maruz kalan hastalarda geçici nörolojik injuri oluşma riski % 0.1 olarak görülmektedir. Distraksiyon esnasında gerekemeyebileceği görülmektedir.70 Li ve arkadaşlarının 11 ileri derece skolyozlu hastaya (10 hasta konjenital skolyoz, 1 hasta nöromüsküler skolyoz) uzatma periyotları sırasında nöromoniterizasyon uygulamışlardır. Nörolojik herhangi bir komplikasyonla karşılaşmamışlardır (74)

Bizim çalışmamızda 15 hastanın hiçbirine nöromoniterizasyon uygulanmadı. Klinik olarak nörolojik komplikasyonla karşılaşmadık. Uzatma periyodu esnasında nöromoniterizasyon gerekemeyebilir. Fakat füzyon esnasında 1 hastamızda parapleji gerçekleşti. Uzatılabilir rod ile tedavi edilen hastaların eğriliklerinde sertlik geliştiği için füzyon esnasında korreksiyon yapılırken nöromoniterizasyon uygulanması faydalı olabilir.

Literatürde erken başlangıçlı skolyozların uzatılabilir tek rod tekniği ile tedavi edilmiş serilerde elde edilen komplikasyon oranları şöyledir. Mineiro (2)'nin serisinde hastaların % 100'ünde (%70'i implant kaynaklı, % 59 rod kırığı, % 11 hook dislokasyon), Klemme (52)'nin serisinde hastaların % 37'sinde (% 81 implant kaynaklı 12 rod kırığı, 21 hook dislokasyonu), Filipovic (150)'in serisinde hastaların % 59'unda

(% 14 rod kırığı, % 19.5 hook dislokasyon), Blakemore (3)'un serisinde hastaların %24'ünde (% 55.5 hook dislokasyonu, % 33.3 rod kırığı), Acaroğlu (14)'nün serisinde hastaların % 50'sinde (% 46 implant kaynaklı, % 30.8 hook dislokasyonu, % 7.7 rod kırığı), Thompson (116)'nün serisinde hastaların % 24'ünde ((% 89'u implant kaynaklı, % 36.8 rod kırığı, % 52.6 hook dislokasyonu), Marko Teli (71,174)'nin serisinde hastaların % 40'ında (% 30 implant kaynaklı, % 15.4 rod kırığı, % 7.7 hook dislokasyonu), Elsebaie (140)'nin serisinde hastaların % 33.3'ünde (% 100 implant kaynaklı, % 36.4 hook dislokasyonu, % 45.5 rod kırığı), Thompson (43)'un serisinde tek rod grubunda hastaların % 19'unda (% 80 implant kaynaklı, % 60 hook dislokasyonu, % 20 rod kırığı) komplikasyon meydana geldiğini belirtmişlerdir.(aralık, % 19-100)

Literatürde erken başlangıçlı skolyozların uzatılabilir çift rod tekniği ile tedavi edilmiş serilerde elde edilen komplikasyon oranları şöyledir. Li (74)'nin serisinde hastaların % 45,5'inde (% 100 implant kaynaklı, % 20 rod kırığı, % 60 hook dislokasyonu), Akbarnia (1)'nin serisinde hastaların % 48'inde (% 45.5 implant kaynaklı, % 18 rod kırığı, % 18 hook dislokasyonu), Thompson (43)'un serisinde çift rod grubunda hastaların %29'unda (% 50 rod kırığı), Ahmadi (41)'nin serisinde hastaların % 22.7'sinde (% 100 implant kaynaklı, % 40 rod kırığı), Sponseller (39)' in serisinde hastaların % 46'sında komplikasyon meydana geldiğini belirtmişlerdir.(aralık, % 22.7-48)

Mineiro rod fraktürü tüm gün breys kullanılmasına rağmen sık görüldüğünü belirlemiştir. Çünkü bu komplikasyonun cerrahi prosedür sayısına, rodun bendingine, hastanın yaşına, eğriligin büyüklüğüne ve fleksibilitesine, rod dizaynına, rodun somunla vida dişleri arasında soyulmasına bağlı oluşabileceğini belirlemiştir (2).

Literatürde çift rod kullanımının implant kaynaklı komplikasyonları azalttığı görülmektedir. Çift rod kullanımında daha az komplikasyon oluşmasına rağmen çift rod kullanımında yüksek komplikasyon oranları görülmesi multipl faktörlere bağlı olabilir. Özellikle sendromik ve konjenital skolyozlarda immün defisit ile kemik kalitesinin zayıf olması komplikasyon oranının yüksekliğini açıklayabilir.(74)

Bizim serimizde uzatılabilir tek rod tekniği ile tedavi edilmiş hastaların % 87.5'inde (%75 implant kaynaklı, % 33.3 rod kırığı, % 29.2 hook dislokasyonu),

uzatılabilir çift rod tekniği ile tedavi edilmiş hastaların % 57.1'inde (% 57.1'i implant kaynaklı, % 14.2 hook dislokasyonu) komplikasyon oluştu. Çift rod kullanılan grupta komplikasyon oranı literatürde olduğu gibi bizim serimizde de daha az oranda gözükmemektedir. Ankor yerlerinde daha çok vida tercih edilmesi, çift rod kullanılması implant komplikasyonlarının az görüldüğü literatürlerde görülmektedir. Bizim hastalarımızda da daha çok vida kullanmayı tercih ettik. Bizim serimizde implant komplikasyonlarının yüksek oranda olmasının nedenlerinden biride uzatma periyodu süresinin 6 aydan uzun olması olabilir.

Shah ve arkadaşları uzatma uygularken uygulanan gücü ölçmüşlerdir. Apikal füzyon uygulanan hastalarda apikal füzyon uygulanmayanlara göre uzatmak için daha fazla kuvvet gerektiğini belirlemişlerdir ve literatürde yer alan apikal füzyonlu hastalardaki yüksek implant komplikasyonun bunla açıklanabilir olabileceğine değinmişlerdir (36). Uzatılabilir rodla birlikte kısa apikal füzyon kullanımı yüksek komplikasyon insidansı ile ilişkili olabilir fakat bu kötü etkiyi daha iyi değerlendirmek için daha fazla vaka sayısı ve uzun süreli çalışmalara ihtiyaç vardır. (109) Blakemore (3) serisinde şiddetli eğriliklere(genellikle $>70^\circ$) ve/veya preoperatif bending grafilerde sert eğriliği olan hastalara anterior gevşetme veya kısa segment anterior füzyon ile uzatılabilir rod tekniğini uygulamışlardır. Gövdenin gelişimine etkisini ancak tüm hastalarda füzyon yapıldıktan sonra değerlendireceklerini belirtmişlerdir. Thomson ve Akbarnia 2007'deki makalelerindedeki yaptıkları çalışmalar neticesinde çift rod sisteminin tek rod sistemine üstün olduğunu, apikal füzyonun korreksiyona fayda sağlamadığını ve komplikasyon oranlarının yüksek olduğunu yazmışlardır (121).

Mahar (42)'ın yapmış olduğu biyomekanik çalışmada ankor yerlerinde vida kullanımının hook kullanımına üstün olmasından dolayı ankor yerlerinde genellikle vida tercih ettik. Vida yerleştirilemeyen durumlarda hook kullandık.

Blakemore (3)'un serisinde proksimal ankorun tamamı hookdu (5 hook dislokasyonu). Claw kullanımının faydalı olduğuna, görülen komplikasyonların yüksek oranda olsada orta şiddetde olduğuna değinmişlerdir. Alt ve üst bölgede hookun yerleştirildiği yere füzyon uygulandığında kemik gücünün artarak lamina fraktürü ve hookun dislokasyon riskinin azaltılabileceğini belirtmişlerdir. Deformitenin

yönetiminde proksimal ve distalde claw kullanımının efektif ve güçlü konstruksiyon sağladığını belirtmişlerdir (3).

Ahmadi (41)'nin çift rod tekniği ile opere ettikleri ve üst bölgede ankor olarak 22 hastanın tamamında vida kullandığı minimum 2 yıllık takiblerinde hiçbir ankor dislokasyonunun gerçekleşmediğini bildirmiştir.

Bizim hastalarımızda üst ankor yerinde 15 hastanın 4'ünde hook, 2'sinde hook+vida, 9'unda vida kullandık. 8 kez hook dislokasyonu (7'si tek rod-1'i çift rod), 2 kez vida dislokasyonu gerçekleşti. Alt ankor olarak tüm hastalarda vida kullanıldı. Alt seviyede hiç komplikasyon olmadı. Bizim serimizde ankor olarak vida tercih ettiğimiz hastalarda dislokasyonu daha az, hook tercih ettiğimiz hastalarda dislokasyonu daha fazla gördük. Hook yerine vida kullanımı ankor komplikasyon oranını azaltmaktadır.

Multimerkezli yapılan retrospektif bir çalışmada 143 hastanın 910 kez uzatılabilir rod cerrahisine maruz kaldığı belirtilmiştir. 54 hastada subkutan, 89 hastada submuskuler olarak yerleştirilen rod grupları karşılaştırılmış. Submuskuler yerleştirmenin; yara problemlerini, plansız cerrahi oranlarını ve komplikasyon oranlarını azalttığını belirlemişlerdir (67) Blakemore (3) 29 hastanın tamamında submuskuler olarak rod yerleşimi sonrası 1 yüzeysel yara enfeksiyonu oluşmuştur. Blakemore (3) konjenital skolyozların tedavisinde submuskuler rodun şiddetli major eğriliğin düzelmesini ve kompensatuar eğriliğin kontrolünü daha iyi sağladığını belirtmiştir. Thompson (116) submuskuler isole rod uyguladıkları 47 hastanın ortalama 4.7 yıl sonraki takip sonuçlarında 2 enfeksiyon rapor etmişlerdir. Elsebaie (140)'nin 21 hastaya Sponseller (69)'in 10 hastaya uyguladıkları submuskuler uzatılabilir tek rod tekniğinde hiçbir hastada cilt problem gelişmemiştir.

Bizim serimizde de 15 hastada rodler submuskuler yerleştirildi. Yapılan 83 ameliyatta komplikasyon olarak sadece 2 yüzeysel yara enfeksiyonu oluştu. Rodun submuskuler yerleştirilmesi cilt problemlerini en aza indirdiği için subkutanöz yerleştirmeye tercih ediyoruz.

Blakemore ve arkadaşları şiddetli progresif skolyoz veya kifoskolyozlu 29 hastayı submuskuler tek rod tekniği ile opere etmişlerdir. Herhangi bir girişim yapılmamasına

ragmen yaygın olarak hooklar arasında spontan füzyon gözlediklerini belirtmişlerdir. (3) Acaroğlu (14) ve arkadaşları çeşitli etiyojilerdeki 12 hastayı subkutan tek rod tekniği ile tedavi etmiş ve füzyon sonrası sonuçlarını değerlendirmişlerdir. Krankshaft fenomeni gelişimini hem aşırı fibrozis sonucu faset ankilozuna (14,18,20,25) hem de yetersiz füzyon sahası tespitine bağlamışlar. Bu hastalarda spontan olarak posterior faset eklem ankilozu gerçekleştiğini saptamışlardır. Modern sistemlerin gelişimi ile anterior gevşetmeden vazgeçmişlerdir. Yeni sistemle krankshaft fenomeniye yendiklerini belirtmişlerdir. Uzatma periyotları boyunca eksternal breys ile destek tedavisinin implant komplikasyonlarını azalttığını belirtmişlerdir (14).

Eğrilikte periostta kalınlaşma tespit ettiklerini faset etrafında fibrotik köprü tespit ettiklerini, fibrotik dokuların alınmasına rağmen yeterli mobilizasyon sağlanamadığını osteotomi ile bunu yendiklerini ve böylece fleksibilitenin sağlandığını belirtmişlerdir (14) Subkutan enstrumantasyon sistemi immobilizasyona yol açarak fasette artritlik değişikliklere yol açmaktadır (17). Distraksiyon aynı zamanda spontan füzyon(aşırı fibrozis sonucu faset ankilozu (14,18,20,25) riskini artırmaktadır.(18) Thompson submuskuler izole tek rod uyguladıkları hastalarda komplikasyon oranının yüksek olduğuna, rodun bulunduğu yerde otofüzyon gerçekleştiğine değinmişlerdir (116) Cahill (56) ve arkadaşları immatür vertebralı 9 hastayı uzatılabilir rod tekniği ile tedavi etmişler ve %89'unda otofüzyon gerçekleşmiştir. Bu hastalarda füzyon sırasında 7 hastaya Smith-Petersen osteotomi yapılarak korreksiyon sağlandığını yayınlamışlardır.

Bizim füzyon yapılan 8 hastada pediküllerdeki kırıkdağlarda dejenerasyon, kemik trabeküllerinde %50'den fazla yüzey alanında osteosit nekrozu, fokal alanlarda trabeküllerde tam dejenerasyon, artmış osteoklastik aktivasyon, osteoporotik kemik dokusu tespit edildi. Pediküllerden aldığımız patolojilerdede eklemlerde tamamen füzyon olmadığı raporu geldi. Pediküllerde tamamen füzyon olmadığı fibrozisten dolayı sertlik geliştiği bu nedenle eğriliklerin rijit hale geldiği klinik olarak görüldü (fibröz ankiloz). Bizim serimizde füzyon uygulanan 8 hastanın tamamında otofüzyon (fibröz ankiloz) gerçekleştiğini tespit ettik fakat sadece 2 hastada Smith-Petersen osteotomisi kullanarak eğriligi düzelttik.

Shah ve arkadaşları prospektif olarak 26 hastada 60 uzatmada distraksiyon öncesi ve her bir mm de uzatma uygularken uygulanan gücü ölçmüşler. Her bir sonraki

uzatmada sistemi distrakte etmek için gerekli kuvvetin arttığını tespit etmişler ve uzatma yeteneğinin engellenmesinin kademeli olarak gelişen sertlik veya spontan füzyona bağlanabileceğine değinmişlerdir. Özellikle 5. uzatmadan sonra uzatmanın başarı oranının azaldığını belirlemişlerdir. (36) Bizim çalışmamızda da tüm hastaların prospektif takiplerinde bir sonraki distraksiyonda zorlandığımızı ve distraksiyon miktarının azaldığını gözlemledik.

Uzatılabilir tek rod tekniği kullanımında multipl komplikasyonlar meydana gelebilmektedir. (rod kırığı, hook dislokasyonu, crankshaft...) Tek rod kullanımında; çift rod kullanımına göre instabil fiksasyon sağlanmakta, balans kontrolünde zorlanmakta olduğu çalışmalarda gösterilmiştir (2,3,14,12,52,71).

Literatüre baktığımız zaman aynı yaş grubunda, aynı tip eğrilik içeren, aynı etiyolojide, aynı süreli intervallerle uzatma uygulanan, aynı ankorların kullanıldığı, tek merkezli, eşit sayılı karşılaştırmalı grupların olduğu kriterleri içeren çalışmalar olmadığı için farklı oranda komplikasyon, farklı oranda yıllık uzama miktarları, farklı oranda korreksiyon miktarları elde edilmektedir. Bu kriterlere uyan çalışmalara ihtiyaç vardır.

Uzatılabilir rod kullanımı (tek veya çift) spinal deformite kullanımında faydalı ve spinal büyümeye izin veriyor gözükmektedir. Akbarnia ve Thompson'nun uzatılabilir çift rod tekniğinin güvenli ve efektif olarak korreksiyonu koruduğunu, spinal büyümeye izin verdiğini, stabiliteyi yeterli olarak sağladığını, toraksın gelişimine ve iyileşmesine izin verdiğini tespit etmişlerdir (1,38,39,40). Çift rod uygulaması aynı zamanda daha stabil, daha güçlü, T1-S1 mesafesini daha fazla artışa yol açan bir tekniktir (1,109) Akbarnia ve Marks ve bazı otörler periyodik uzatmalarda uzatılabilir çift rod tekniğiyle güvenli ve etkin sonuçlar elde etmişlerdir. Eğriliğin korreksiyonunu iyi sağlaması ile spinal büyümeye izin vermesi yanında daha az komplikasyonlara yol açtığını belirtmişlerdir (1,41,43,44,58,59).

Uzatılabilir rod kullanımı; hem cerrah için, hem çocuk için, hemde aile için sorun oluşturmaktadır. Bugünkü füzyonsuz operatif teknikler ile hastanın ne kadar operasyon sayısı geçireceğini bilmek kesin değildir. Aile bizden ne kadar operasyon geçiriliceğinin sayısını istemektedir (76). Ne zaman tedaviye başlamalıyız, kesin füzyon ne zaman yapmalıyız gibi soruların tam cevabı hala yoktur.(39) Cerrah uzatılabilir rod kullanacağı

hastayı seçerken dikkatli olmak zorundadır. Cerrah aileye komplikasyonlar hakkında, cerrahi tedavi aşamaları ve tedavi süresi hakkında geniş bilgi vermelidir (76).

Uzatılabilir rod kullanımında korreksiyonu sürdürmek için seri operasyon uygulamalarına ihtiyaç vardır. Bunun sonucunda infeksiyon ve implant yetmezlikleri riskleri artmaktadır. Bu problemlerin çözümü için seri operasyonlara ihtiyaç duymadan uzaktan kumanda ile kontrol edilebilen uzatılabilir rod sistemi geliştirilebilir. Takaso ve arkadaşları köpeklerde uzatılabilir rod kullanımını uzaktan kumanda ile kontrol etmeye çalışan yeni bir tekniği hayvan modellerde yapmışlardır. İnsanlarda bu rod sistemini kurmak için korreksiyonu düzeltecek güçlü rodlara, güçlü küçük motora, yenilenebilir veya şarj edilebilir batarya kaynaklarına ihtiyaç olacağını belirtmişlerdir (37) Akbarnia ve arkadaşları domuzlarda uzatılabilir rod tekniğini farklı bir şekilde uzaktan etki ederek mıknatısları aktivatör olarak kullanarak rodun uzamasını sağlamışlardır. Bu çalışmada vertebra distraksiyonu uzaktan etkili ve güvenli olarak Remotely Expandable Rod tekniği ile sağladıklarını belirtmişlerdir. Distraksiyonun kontrolü için daha fazla güvenilir cihazlar yapılmasını, yapılacak olan bu cihazlarda distraksiyon hatasız olarak yapılmasını ve retraksiyon özelliklerinin olması gerektiğini belirtmişlerdir. Gelecekte erken başlangıçlı skolyozların cerrahi tedavisinde alternatif bir tedavi olabileceğini yazmışlardır (33).

Teknik gelişmelere rağmen erken başlangıçlı skolyozların cerrahi tedavisinde karmaşıklık hala sürmektedir ve yüksek komplikasyon oranları görülmektedir (rod kırığı, ankor luksasyonu, yara problemleri, aligmant kusurları). Uzatılabilir rod tekniğinde bir çok kez operasyon gerekmektedir. Bundan başka bu çocuklar komorbiteden dolayı(özellikle pulmoner zorluklar) yüksek risklidir ve tedavi periyodu çok uzundur. Tüm uzatmalar anestezi altında yapılmaktadır (155). Şimdilik uzatılabilir çift rod tekniği normal spinal büyümeyi minimal kısıtlayarak büyümeye izin veriyor spinal ve göğüs deformitesinin korreksiyonunu düzeltiyor ve koruyor gözükmektedir (76). Uzatılabilir rod tekniğinde hastalar cerrahi tedavi için tekrar dönmektedir. Sık geçirilen cerrahi sayısını azaltmak için çalışmalar bu yönde yoğunlaşmıştır (1).

Erken başlangıçlı skolyozların tedavisi için daha az invaziv teknikler geliştirilmelidir. Tekrar yeni operasyona gerek duymadan büyümeye daha iyi izin veren, hatta tamamen büyümeden fedakarlık etmeden tedavi edecek implantlar (dayanıklı,

dışarıya yakın dokudan uzak, küçük çocuklarda kullanılabilmesi, daha az uzatmaya ihtiyacı duyan, anestezi olmadan uzatma yapılabilen, maksimum mobiliteye izin veren) gerekmektedir (37,76,155).

Tekrarlayan operasyonlara hastaları maruz bırakmamak için uzaktan kumandalı manyetik rod insanlarda kullanılmaya başlanmıştır fakat bu tekniğin hastalarda nasıl etki ettiğini bilmemekteyiz. Yapılacak insan kaynaklı çalışmalar bu rodların etkinliğini bize gösterecektir.

12. SONUÇ

Uzatılabilir rod tekniği uyguladığımız olgulardan elde ettiğimiz sonuçlar şunlardır;

Literatürle uyumlu olarak, 10 yaşın altında meydana gelen, çeşitli etiyojilere sahip, ana eğriliğin cobb açısı 45°'nin üzerindeki eğriliklerde hemen, 25° üzerindeki eğriliklerde ise takiplerde progresyon oluyorsa uzatılabilir rod tekniği ile tedaviye başlamayı öneriyoruz.

Literatürde 6 aydan kısa süreli uzatmalarla; daha iyi korreksiyon, daha fazla uzama, daha az komplikasyon, daha az plansız cerrahi, daha kısa süreli aktif tedavi süresi elde edilmektedir. Distraksiyonun 6 ayda bir rutin olarak yapılması önerilmektedir. Bizim çalışmamızda da ortalama uzatma periyodu süresi 6 aydan fazla olduğu için yüksek oranda komplikasyonlarımızın olmasının nedenlerinden biri olabilir gözükmemtedir. Bizde son zamanlarda rutin olarak 6 ayda bir uzatma uygulamaya başladık ve komplikasyon sayısının daha az olduğunu gözlemledik. Bizde literatürle uyumlu olarak 6 aydan daha kısa sürede distraksiyon işleminin yapılması gerektiğini öneriyoruz.

Çift rod kullandığımız hastalarda ilk operasyon esnasında daha iyi korreksiyon elde edildi. Literatürde de çift rod uygulamasının daha iyi korreksiyon sağladığı gözükmemtedir. Korreksiyonu daha iyi sağladığı için çift rod tekniği kullanılması gerektiğini öneriyoruz.

Çift rod kullandığımız hastalarda T1-S1 mesafesinde daha fazla kazanım sağladık. Uzatılabilir rod sisteminin yerleştirilmesi sonrası ilk distraksiyonda en fazla uzama elde edilirken 2. ve 3. distraksiyonlarda sıra ile elde edilen uzama miktarında giderek azalmakta olduğunu belirlendi. Daha fazla uzama sağladığı için çift rod tekniği kullanılması gerektiğini öneriyoruz.

Uzatılabilir rod tekniğinde uzatma periyodu esnasında literatürle uyumlu olarak nörolojik defisit gelişmediğinden dolayı uzatma yapılırken nöromoniterizasyona gerek duyulmayabilir. Otofüzyondan dolayı füzyon esnasında korreksiyon sağlanırken nöromoniterizasyon gerekebilir.

Çalışmamızda tek rod kullanımında rod kırığı sık görüldü. Üst ankor yerlerinde hook kullandığımız vakalarda hook dislokasyonu sık görüldü. Hastalarımızın tamamında rodu submuskuler yerleştirdiğimiz için cilt problemleri az görüldü. Literatürle uyumlu olarak çift rod kullanmalıyız. Rodları submuskuler yerleştirmeliyiz. Ankor seçiminde ise vida kullanımını tercih etmeliyiz.

Hastalarımızda aşırı distraksiyon lamina kırığı, hook dislokasyonu ve vida kapaklarında atmaya yol açmıştır. Bu oluşan komplikasyonlardan dolayı aşırı distraksiyondan kaçınılması gerektiğini öneriyoruz.

Literatürde uzatılabilir rod tekniği ile birlikte apikal füzyon uygulanması komplikasyon oranlarını arttırdığı için ve büyümeyi engellediği için önerilmemektedir.

Final füzyon; artık uzatmanın artıramadığı, iskelet matürasyonunun elde edildiği dönemde (kadınlarda en erken 10 yaş erkeklerde en erken 12 yaşa ulaşıldığında) yapılmaktadır. Bizim hastalarımız ortalama 11.4 yaşında füzyona maruz kaldı. Füzyon sonrası hastalarımızın normal vertebra uzunluklarına yaklaştıklarını belirledik.

Füzyon aşamasında pediküllerde tamamen füzyon olmasada fibrozisden dolayı ofüzyon yani sertlik geliştiği belirledik.(Spontan olarak posterior faset eklem ankilozu yani faset etrafında fibrotik köprü mevcuttu. Fibrotik dokuların alınmasına rağmen yeterli mobilizasyon sağlanamadığı için, osteotomi ile eğrilik mobilize edilmiştir.) Bu nedenle eğriliklerin rijit hale geldiğini klinik olarak görüldü. Rod kırıklarından hemen sonra eğriliklerde akut artış çok fazlaydı. Bu artışta bize tedavi süresince eğrilikte

füzyondan ziyade fibrozisden dolayı sertlik geliştiğini göstermektedir. Rod kırığı sonrası eğriliklerin eski haline dönmesi ve artması eğriliklere füzyon yapılması gerektiğini göstermektedir. Füzyon aşamasında poliaksiyal vidaları yerleştirilirken yerlerinin hazırlanmasında kemik yapısının osteoporotik hal aldığını görüldü ve patolojiye gönderdiğimiz doku örneklerinde osteoportik kemik dokusu geldi. Vidaların yerleştirilmesi ve ameliyatın her safasında osteoporotik kemik yapısından dolayı dikkatli olmalıyız.

Erken başlangıç skolyozlu hastaların gözlem veya ortotik tedavisi için kriterler oluşturulmuş değildir. Hasta seçiminde çok dikkatli olmamız gerekmektedir. Uzatılabilir rod tekniği deformitenin(özellikle tek rod) kontrolünü yeterli sağlamaktadır. Komplikasyon oranları hala yüksek seyretmektedir. Hala hastalar füzyona kadar multipl cerrahiye ihtiyaç duymaktadır.

Gelecekteki araştırmalar uzatma sırasında açık cerrahiye ihtiyaç duymadan ve deformitenin kontrolünü daha iyi sağlayacak, vertebranın maksimum hareketinin koruyacak ve dengenin sağlanabileceği sistemlerin geliştirilmesine yönelik yapılmalıdır.

13. KAYNAKLAR

1. Akbarnia BA, Marks DS, Boachie-Adjei O et al.: Dual growing rod technique for the treatment of progressive early-onset scoliosis: a multicenter study. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005 Sep 1;30(17 Suppl):S46-57.
2. Mineiro J, Weinstein SL et al. Subcutaneous rodding for progressive spinal curvatures: early results. *J Pediatr Orthop*. 2002 May-Jun;22(3):290-5.
3. Blakemore LC, Scoles PV, Poe-Kochert C, Thompson GH. Submuscular Isola rod with or without limited apical fusion in the management of severe spinal deformities in young children: preliminary report. *Spine* 2001 Sep 15;26(18):2044-8.
4. Barnes J. Rib resection in infantile idiopathic scoliosis. *J Bone Surg Br* 1979;61:31-5.
5. Harrington P. Correction and internal fixation by spine instrumentation. *J Bone Joint Surg [Am]* 1962;44:591.
6. Taylor JF, Roaf R, Owen R, et al. Costodesis and contralateral rib release in the management of progressive scoliosis. *Acta Orthop Scand* 1983;54:603-12.
7. Xiong B, Sevastik JA. A physiological approach to surgical treatment of progressive early idiopathic scoliosis. *Eur Spine J* 1998;7:505-8.
8. Luque ER, Lombardo GD. Paralytic scoliosis in growing children. *Orthop Trans* 1980;4:37.
9. Luque ER. Paralytic scoliosis in growing children. *Clin Orthop*. 1982;163:202-9.
10. Marchetti PG, Faldini A. "End fusion" in the treatment of some progressing or severe scoliosis in childhood or early adolescence. *Orthop Trans* 1978;2:271.

11. Morin C. Pediatric Cotrel-Dubousset instrumentation system. In: Bridwell KH, Dewald RL, eds. *The textbook of spinal deformity*. Philadelphia: JB Lippincott, 1991:212-7
12. Moe J, Kharrat K, Winter R, et al. Harrington instrumentation without fusion plus external orthotic support for the treatment of difficult problems in young children. *Clin Orthop* 1984;185:35-45.
13. Moe J, Cummine JL, Winter RB, et al. Harrington instrumentation without fusion combined with the Milwaukee brace for difficult scoliosis problems in young children. *Orthop Trans* 1979;3:1:59.
14. Emre Acaroglu, M.D., Muharrem Yazici, M.D. et al. Three-Dimensional Evolution of Scoliotic Curve During Instrumentation Without Fusion in Young Children *Journal of Pediatric Orthopaedics* 2002;22:492-496
15. Patterson J, Webb J, Burwell. The operative treatment of progressive early-onset scoliosis. *Spine* 1990;15:809-15.
16. Mc Master MJ, MacNicol MF, The management of progressive infantile scoliosis. *J Bone Surg Br* 1979;61:36-42.
17. Kahanovitz N, Arnoczky SP, Levine DB, et al. The effects of internal fixation on the articular cartilage of unfused canine facet joint cartilage. *Spine* 1984;9:268-72.
18. Fisk JR, Peterson HA, Laughlin R, et al. Spontaneous fusion in scoliosis after instrumentation without arthrodesis. *J Pediatr Orthop* 1995;15:182-6.
19. Tello CA. Harrington instrumentation without arthrodesis and consecutive distraction program for young children with severe spinal deformities. *Orthop Clin North Am* 1994;25:333-51.
20. Eberle CF, Failure of fixation after segmental spinal instrumentation without arthrodesis in the management of paralytic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 1988;70:696-703.
21. Dubousset J, Herring JA, Shufflebarger H. The crankshaft phenomenon. *J Pediatr Orthop* 1989;9:541-50.
22. Roberto R, Lonstein J, Winter RB, et al. Curve progression in Risser stage 0 or 1 patients after posterior spinal fusion for idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop* 1997;17:718-25.
23. Goldberg C, Gillic I, Connaughton O, et al. Respiratory function and cosmesis at maturity in infantile-onset scoliosis. *Spine* 2003;28:2397-406.
24. Marks DS, Iqbal MJ, Thompson AG, et al. Convex spinal epiphysiodesis in the management of progressive infantile idiopathic scoliosis. *Spine* 1996;21:1884-8.
25. Mardjetko SM, Hammerberg KW, Lubicky JP, et al. The Luque Trolley Revisited. Review of nine cases requiring revision. *Spine* 1992;17:582-9.

26. Dimeglio A. Growth of the spine before age 5 years. *J Petiatr Orthop Part B* 1993;1:102-7.
27. Luque E, Cardoso A. Segmental spinal instrumentation in growing children. *Orthop Trans* 1977;1:37.
28. Pratt RK, Webb JK, Burwell RG, et al. Luque trolley and convex epiphysiodesis in the management of infantile and juvenile idiopathic scoliosis. *Spine* 1999;24:1538-47
29. Hsu LCS, Upadhyay SS. Effect of spinal fusion on growth of the spine and lower limbs in girls with adolescent idiopathic scoliosis. A longitudinal study. *J Petiatr Orthop* 1994;14:564-8.
30. Campbell RM, Smith M, Hell-Vocke A. Expansion thoracoplasty: the surgical technique of opening-wedge thoracostomy [surgical technique]. *J Bone Joint Surg Am* 2004;86(suppl 1):51-64.
31. Sanders JO, Browne RH, McConnell SJ, et al. Maturity assessment and curve progression in girls with idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am.* 2007 Jan;89(1):64-73.
32. McCarthy RE, Sucato D, Turner JL, et al. Shilla Growing Rods in a Caprine Animal Model: A Pilot Study. *Clin Orthop Relat Res.* 2009 Aug 20.
33. Akbarnia BA, Mundis G, Salari P, Yaszay B. Paper#25: Innovation in Growing Rod Technique; Study of Safety and Efficacy of Remotely Expandable Rod in Animal Model. 3rd International Congress on Early Onset Scoliosis and Growing Spine (ICEOS) on November 20-21, 2009 in Istanbul, Turkey.
34. Akbarnia BA. Classification of Treatment of Early Onset Scoliosis. 3rd International Congress on Early Onset Scoliosis and Growing Spine (ICEOS) on November 20-21, 2009 in Istanbul, Turkey.
35. Flynn J.M. Myth vs. Truth: Screws are Always Superior to Hook for GR Foundations. 3rd International Congress on Early Onset Scoliosis and Growing Spine (ICEOS) on November 20-21, 2009 in Istanbul, Turkey.
36. Shah S. Paper#20: In Vivo Distraction Force and Length Measurements of Growing Rods: Which Factors Influence on the Ability to Lengthen? 3rd International Congress on Early Onset Scoliosis and Growing Spine (ICEOS) on November 20-21, 2009 in Istanbul, Turkey.
37. Takaso M, Moriya H, Kitahara H, et al. New remote-controlled growing-rod spinal instrumentation possibly applicable for scoliosis in young children. *J Orthop Sci.* 1998;3(6):336-40.
38. Thompson GH, Akbarnia BA, Campbell RM Jr. Growing rod techniques in early-onset scoliosis. *J Petiatr Orthop* 2007;27(3):354-361.
39. Akbarnia BA, Breakwell LM, Marks DS, et al. Dual growing rod technique followed for three to eleven years until final fusion: the effect of frequency of

- lengthening. Growing Spine Study Group. *Spine* (Phila Pa 1976). 2008 Apr 20;33(9):984-90.
40. Sponseller PD, Yazici M, Demetracopoulos C, Emans JB. Evidence basis for management of spine and chest wall deformities in children. *Spine* (Phila Pa 1976). 2007 Sep 1;32(19 Suppl):S81-90
 41. Ahmadi H, Olgun ZD , Yazici M. The effect of a new modification of the growing rod technique on the success rate: distal and proximal pedicle screw fixation, dual rod application and routine lengthening at every 6 months. *The Journal of Turkish Spinal Surgery*. 2008; 19 (4): 381-388
 42. Mahar AT, Bagheri R, Oka R, et al. Biomechanical comparison of different anchors (foundations) for the pediatric dual growing rod technique. *Spine J* 2007. (Epub ahead of print)
 43. Thompson GH, Akbarnia BA, Kostial P, et al. Comparison of single and dual growing rod techniques followed through definitive surgery: a preliminary study. *Spine* 2005; 30: 2039–2044.
 44. Akbarnia BA, McCarthy R. Pediatric isola instrumentation without fusion for the treatment of progressive early onset scoliosis. In: McCarthy R, ed. *Spinal Instrumentation Techniques*. Chicago: Scoliosis Research Society, 1998.
 45. Kennedy JD, Robertson CF, Olinsky A, et al. Pulmonary restrictive effect of bracing in mild idiopathic scoliosis. *Thorax*. 1987 Dec;42(12):959-61
 46. Emery JL, Mithal A. The number of alveoli in the terminal respiratory unit of man during late intrauterine life and childhood. *Arch Dis Child*. 1960 Dec;35:544-7.
 47. Harrington PR. Treatment of scoliosis. Correction and internal fixation by spine instrumentation. *J Bone Joint Surg Am*. 1962 Jun;44-A:591-610.
 48. Marchetti PG, Faldini A. “End fusion” in the treatment of some progressing or severe scoliosis in childhood or early adolescence. *Orthop Trans*. 1978;2:271.
 49. Sengupta DK, Mehdian SH, McConnell JR, et al. Pelvic or lumbar fixation for the surgical management of scoliosis in duchenne muscular dystrophy. 2002 Sep 15;27(18):2072-9.
 50. Harrington P. Treatment of scoliosis: correction and internal fixation by spine instrumentation. *J Bone Joint Surg Am* 1962;44:591-610.
 51. Gillespie R, O’Brein J. Harrington Instrumentation without fusion. *J Bone Joint Surg Br* 1981;63:461.
 52. Klemme WR, Denis F, Winter RB, et al. Spinal instrumentation without fusion for progressive scoliosis in young children. *J Pediatr Orthop*. 1997 Nov-Dec;17(6):734-42.

53. Rinsky LA, Gamble JG, Bleck EE. Segmental instrumentation without fusion in children with progressive scoliosis in young children. *J Pediatr Orthop*. 1985 Nov-Dec;5(6):687-90.
54. Vanlommel E, Fabry G, Urlus M, et al. Harrington Instrumentation without fusion for the treatment of scoliosis in young children. *J Pediatr Orthop B* 1992;1:116-8.
55. Pratt RK, Webb JK, Burwell RG, et al. Luque trolley and convex epiphysiodesis in management of infantile and juvenile idiopathic scoliosis. *Spine* 1999;24:1538-47.
56. Cahill PJ, Marvil S, Cuddihy L, Schutt C, et al. Autofusion in the immature spine treated with growing rods. *Spine* 2010 Jul 30.
57. Morin C. Pediatric Cotrel-Dubousset instrumentation system. In: Bridwell KH, Dewald RL, eds. *The Textbook of Spinal Deformity*. Philadelphia, JB Lippincott, 1991:212-7.
58. Akbarnia BA, Marks DS, et al. Instrumentation with limited fusion for the treatment of progressive early-onset scoliosis. Presented at the annual meeting of the Scoliosis Research Society, San Diego, CA 1999.
59. Akbarnia BA, Marks DS. Instrumentation with limited arthrodesis for the treatment of progressive early-onset scoliosis. *Spine: State of the Art Reviews* 2000;14:181-90.
60. Charles YP, Daures JP, de Rosa V, Diméglio A. Progression risk of idiopathic juvenile scoliosis during pubertal growth. *Spine* 2006 Aug 1;31(17):1933-42.
61. A. Dimeglio, MD Growth of the Spine and Thorax and Effect of Early Fusion (New Information). 3rd International Congress on Early Onset Scoliosis and Growing Spine (ICEOS) on November 20-21, 2009 in Istanbul, Turkey.
62. Canavese F, Dimeglio A, Granier M, et al. [Selective dorsal T1-T6 fusion of the thoracic spine and effects on thorax growth: experimental study in prepubertal New Zealand White rabbits][Article in French]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 2008 Sep;94(5):490-7. Epub 2008 May 21.
63. Karol LA, Johnston C, Mladenov K, et al. *J Bone Joint Surg Am*. 2008 Jun;90(6):1272-81. Pulmonary function following early thoracic fusion in non-neuromuscular scoliosis.
64. Oda J, Shah S, Mackenzie W. Paper#1: Concurrent Tethered Cord Release and Growing Rod Insertion-Is it Safe? 3rd International Congress on Early Onset Scoliosis and Growing Spine (ICEOS) on November 20-21, 2009 in Istanbul, Turkey.
65. Olgun D, Ahmadi H, Alanay A, Yazıcı M. Paper#3: Vertebral Body Growth During Growing Rod Instrumentation Growth Preservation or Stimulation? 3rd International Congress on Early Onset Scoliosis and Growing Spine (ICEOS) on November 20-21, 2009 in Istanbul, Turkey.
66. Yang J, Mcelroy M, Akbarnia B, et al. Paper#4: Growing Rods for Spinal Deformity: Characterizing Consensus and Variation in Current Use. 3rd International

Congress on Early Onset Scoliosis and Growing Spine (ICEOS) on November 20-21, 2009 in Istanbul, Turkey.

67. Bess S, Akbarnia B, Thomson G, Sponseller P, Skaggs D, et al. Complications in 910 Growing Rod Surgeries: Use of Dual Rods and Submuscular Placement of Rods Decreases Complications. Proceedings of the NASS 23rd Annual Meeting/The Spine Journal 8 (2008) 1S-191S
68. Akel I, Yazici M. Growth modulation in the management of growing spine deformities. J Child Orthop. 2009 Feb;3(1):1-9. Epub 2008 Nov 20.
69. Sponseller PD, Thompson GH, Akbarnia BA, et al. Growing rods for infantile scoliosis in Marfan syndrome. Spine (Phila Pa 1976). 2009 July.15;34(16):1711-5.
70. Sankar WN, Skaggs DL, Emans JB, et al. Neurologic risk in growing rod spine surgery in early onset scoliosis: is neuromonitoring necessary for all cases? Spine (Phila Pa 1976). 2009 Aug 15;34(18):1952-5.
71. Marco Teli, Alessio Lovi, Marco Brayda-Bruno. Results of the spine-to-rib-cage distraction in the treatment of early onset scoliosis. Department of Spinal Surgery, Galeazzi Orthopaedic Institute, Milano, Italy. Year:2010/volüm:44/issue:1/PAGE: 23-27
72. Sponseller PD, Yang JS, Thompson GH, et al. Pelvic fixation of growing rods: comparison of constructs. Spine (Phila Pa 1976). 2009 Jul 15;34(16):1706-10.
73. Angel Macagno, Michael F. O'Brien, Nathan Lebwohl. Sacropelvic Fixation. Surgery of the Pediatric Spine.
74. Li qi-yi, Zhang jian-guo, Qiu gui-xing, et al. Primary Effect of Dual Growing Rod Technique For The Treatment of Severe Scoliosis in Young Children. Chinese Medical Journal 2010;123(2):151-155 original article.
75. Sengupta D, Freeman B, Grevitt M, et al. Long term follow-up of the Luque trolley growing-rod construct in the surgical treatment of early onset idiopathic scoliosis. Scoliosis Research Society 37th Annual Meeting; 2002; Seattle, Washington.
76. Akbarnia BA, MD. Management Themes in Early Onset Scoliosis. The Journal of Bone & Joint Surgery · jbjs.org volume 89-a · supplement 1 · 2007
77. James JIP. Idiopathic scoliosis; the prognosis, diagnosis, and operative indications related to curve patterns and the age at onset. J Bone Joint Surg Br. 1954;36:36-49.
78. Dickson R. Conservative treatment for idiopathic scoliosis. J Bone Joint Surg Br. 1985;67:176-81.
79. Riseborough E, Wynne-Davies R. A genetic survey of idiopathic scoliosis in Boston, Massachusetts. J Bone Joint Surg Am. 1973;55:974-82.

80. Wynne-Davies R. Familial (idiopathic) scoliosis. A family survey. *J Bone Joint Surg Br.* 1968;50:24-30.
81. Lloyd-Roberts GC, Pilcher MF. Structural idiopathic scoliosis in infancy: a study of the natural history of 100 patients. *J Bone Joint Surg Br.* 1965;47:520-3.
82. Thompson SK, Bentley G. Prognosis in infantile idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Br.* 1980;62:151-4.
83. Browne D. Congenital postural scoliosis. *Proc R Soc Med.* 1956;49:395-8.
84. Browne D. Congenital deformities of mechanical origin. *Arch Dis Child.* 1955;30:37-41.
85. Mau H. Does infantile scoliosis require treatment? *J Bone Joint Surg Br.* 1968;50:881.
86. Wynne-Davies R. Infantile idiopathic scoliosis. Causative factors, particularly in the first six months of life. *J Bone Joint Surg Br.* 1975;57:138-41.
87. Mehta M. Infantile idiopathic scoliosis. In: Dickson RA, Bradford DS, editors. *Management of spinal deformities.* London: Butterworth; 1984. p 101-20.
88. Campbell RM Jr, Smith MD, Mayes TC, et al. The characteristics of thoracic insufficiency syndrome associated with fused ribs and congenital scoliosis. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85:399-408
89. Muhonen MG, Menezes AH, Sawin PD, Weinstein SL. Scoliosis in pediatric Chiari malformations without myelodysplasia. *J Neurosurg.* 1992;77:69-77.
90. Dobbs MB, Lenke LG, Morcuende J, et al. Incidence of neural axis abnormalities in infantile patients diagnosed with idiopathic scoliosis: is a screening MRI necessary? Read at the Annual Meeting of the Scoliosis Research Society; 2001 Sept 19-21; Cleveland, OH.
91. 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; 23:206-10.
92. Dobbs MB, Lenke LG, Szymanski DA, et al. Prevalence of neural axis abnormalities in patients with infantile idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am.* 2002;84:2230-4.
93. Cobb JR. Outline for the study of scoliosis. *Instr Course Lect.* 1948;5:261-75.
94. Mehta MH. The rib-vertebra angle in the early diagnosis between resolving and progressive infantile scoliosis. *J Bone Joint Surg Br.* 1972;54:230-43.
95. Ferreira JH, James JIP. Progressive and resolving infantile idiopathic scoliosis. The differential diagnosis. *J Bone Joint Surg Br.* 1972;54:648-55.
96. Ceballos T, Ferrer-Torrelles M, Castillo F, Fernandez-Paredes E. Prognosis in infantile idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am.* 1980;62:863-75.

97. Diedrich O, von Stempel A, Schloz M, Schmitt O, Kraft CN. Long-term observation and management of resolving infantile idiopathic scoliosis a 25-year followup. *J Bone Joint Surg Br.* 2002;84:1030-5.
98. Mehta MH, Morel G. The non-operative treatment of infantile idiopathic scoliosis. In: Zorab PA, Siegler D, editors. *Scoliosis*. London: Academic Press; 1979.p 71-84.
99. Lenke LG, Dobbs MB. Idiopathic scoliosis. In: Frymoyer, JW, Wiesel SW, editors. *The adult and pediatric spine*. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2004. p 337-60.
100. Sanders JO, Herring JA, Browne RH. Posterior arthrodesis and instrumentation in the immature (Risser-grade-0) spine in idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am.* 1995;77:39-45.
101. Winter RB. Scoliosis and spinal growth. *Orthop Rev.* 1977;6:17-20.
102. Roaf R. The treatment of progressive scoliosis by unilateral growth-arrest. *J Bone Joint Surg Br.* 1963;45:637-51.
103. Betz RR, Kim J, D'Andrea LP, Mulcahey MJ, et al. An innovative technique of vertebral body stapling for the treatment of patients with adolescent idiopathic scoliosis: a feasibility, safety, and utility study. *Spine.* 2003;28:S255-65.
104. Luque ER, Cardosa A. Treatment of scoliosis without arthrodesis or external support, preliminary report [Abstract]. *Orthop Trans.* 1977;1:37-8.
105. Leatherman KD, Dickson RA. *The management of spinal deformities*. London: John Wright; 1988.
106. Asher MA. Isola spinal instrumentation system for scoliosis. In: Bridwell KH, DeWald RL, editors. *The textbook of spinal surgery*. 2nd ed, vol. 1. Philadelphia, Lippincott-Raven; 1997. p 569-609.
107. McCarthy R. Personal communication, 2004.
108. Akbarnia BA, Asher MA, Bagheri R, Boachie-Adjei O, et al. Complications of dual growing rod technique in early onset scoliosis: can we identify risk factors? Read at the Annual Meeting of the Scoliosis Research Society; 2006 Sep 15; Monterey, CA.
109. Akbarnia BA. Growing Rod Technique for the Treatment of Progressive Early Onset Scoliosis in Fusionless Surgery for Spine Deformity. *Surgery of the pediatric spine book*. page 810-818. 2008
110. Davies G, Reid L. Effect of scoliosis on growth of alveoli and pulmonary arteries and on right ventricle. *Arch Dis Child* 1971;46:623-32.
111. Dunnill M. Postnatal growth of the lung. *Thorax* 1962;17:329-33.
112. Emery JL, Mithal A. The number of alveoli in the terminal respiratory unit of man during late intrauterine life and childhood. *Arch Dis Child* 1960;35:544.

113. Muirhead A, Conner AN. The assessment of lung function in children with scoliosis. *J Bone Joint Surg Br* 1985;67:699–702.
114. Dimeglio A:Growth in pediatric orthopaedics.In Lovell and Winter's Pediatric Orthopaedics.Edited by Morrissy RT, Weinstein SL. New York:Lippincott Williams and Wilkins; 2001:33-62.
115. 115.Cunningham ME, Frelinghuysen PHB, Roh JS, Boachie-Adjei O, Green DW.Fusionless scoliosis surgery.Current Opinion in Pediatrics. Lippincott Williams and Wilkins. 17:48-53 2005.
116. Thompson GH, Poe-Kochert C. Submuscular Isola rod in the management of severe spinal deformities in young children: Pediatric Orthopaedic Society of North America.POSNA, Rosemont, IL; 2004.
117. Stokes IA, Spence H, Aronsson DD, Kilmer N. Mechanical modulation of vertebral body growth. Implications for scoliosis progression.*Spine (Phila Pa 1976)*. 1996 May 15;21(10):1162-7.
118. Mente PL, Stokes IA, Spence H, Aronsson DD. Progression of vertebral wedging in an asymmetrically loaded rat tail model.*Spine (Phila Pa 1976)*. 1997 Jun 15;22(12):1292-6.
119. Braun JT, Ogilvie JW, Akyuz E, Brodke DS, Bachus KN. Creation of an experimental idiopathic-type scoliosis in an immature goat model using a flexible posterior asymmetric tether.*Spine (Phila Pa 1976)*. 2006 Jun 1;31(13):1410-4.
120. Newton PO, Fricka KB, Lee SS, et al. Asymmetrical flexible tethering of spine growth in an immature bovine model. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2002 Apr 1;27(7):689-93.
121. Thompon GH, Akbarnia BA, Campbell RM. Growing Rod Techniques in Early-Onset Scoliosis:*J Pediatr Orthop*.2007;27:354-361
122. Campbell RM Jr, Hell-Vocke AK.Growth of the thoracic spine in congenital scoliosis after expansion thoracoplasty.*J Bone Joint Surg Am*. 2003 Mar;85-A(3):409-20.
123. Kose N, Campell RM: Conjenital scoliosis.*Med Sci MONIT* 2004;10:RA104-RA110.
124. Campbell RM Jr, Smith MD, Mayes TC, et al.The effect of opening wedge thoracostomy on thoracic insufficiency syndrome associated with fused ribs and congenital scoliosis. *J Bone Joint Surg Am*. 2004 Aug;86-A(8):1659-74.
125. Campbell RM Jr, Smith MD, Mangos JA, et al.The thoracic insufficiency syndrome associated with progressive early onset scoliosis by opening wedge thoracostomy.Presented at:the Annual Meeting of the Scoliosis Research Society;Oct. 27-30;Miami, FL;2005.

126. Breakwell LM, Akbarnia BA, Marks DS, et al. End results of dual growing rod technique followed for three to eleven years until final fusion: the effect of frequency of lengthening. Presented at: the Annual Meeting of the Scoliosis Research Society; Miami, FL; 2005.
127. Stokes IA, Mente PL, Iatridis JC et al. Enlargement of growth plate chondrocytes modulated by sustained mechanical loading. *J Bone Joint Surg Am.* 2002 Oct;84-A(10):1842-8.
128. Stokes IA, Spence H, Aronsson DD, Kilmer N. Mechanical modulation of vertebral body growth. Implications for scoliosis progression. *Spine (Phila Pa 1976).* 1996 May 15;21(10):1162-7.
129. Yung J, Sponseller P, Thompson GH, et al. Risk factors for rod fractures in growing rod surgery. The 2nd International Congress on Early Onset Scoliosis and Growing Spine, November 7–8, 2008, Montréal, Québec.
130. Yung J, Sponseller P, Thompson GH, et al. Growing rods in cerebral palsy. Risk factors for rod fractures in growing rod surgery. The 2nd International Congress on Early Onset Scoliosis and Growing Spine, November 7–8, 2008, Montréal, Québec.
131. 131. McCarty R, Luhmann S, Lenke L. Greater than two year follow-up Shilla Growth Enhancing System for the Treatment of Scoliosis in Children. The 2nd International Congress on Early Onset Scoliosis and Growing Spine, November 7–8, 2008, Montréal, Québec.
132. McCarty R, Akbarnia BA, Salari P, et al. Growing Rods in Myelomeningocele for Scoliosis Treatment: Long Term Follow Up. Growing Spine Study Group. The 2nd International Congress on Early Onset Scoliosis and Growing Spine, November 7–8, 2008, Montréal, Québec.
133. 133. Elsebaie H, Yazici M, Thompson GH, et al. Safety and Efficacy of Growing Rods for Pediatric Congenital Spinal deformities. Growing Spine Study Group. The 2nd International Congress on Early Onset Scoliosis and Growing Spine, November 7–8, 2008, Montréal, Québec.
134. Elsebaie H, Analysis of Implant Related Complications in Growing Rods. Can it Improve the Outcome? The 2nd International Congress on Early Onset Scoliosis and Growing Spine, November 7–8, 2008, Montréal, Québec.
135. Akbarnia BA, Khan S, Salari P, et al. Does Subcutaneous Placement of the Rods give Better Results in Growing Rod Technique? Growing Spine Study Group. The 2nd International Congress on Early Onset Scoliosis and Growing Spine, November 7–8, 2008, Montréal, Québec.
136. Pahys J, Samdani A, Betz R. Intraspinous in Infantile Idiopathic Scoliosis: Prevalence and Role of MRI. The 2nd International Congress on Early Onset Scoliosis and Growing Spine, November 7–8, 2008, Montréal, Québec.

137. Wall E, Moore M, Bylski-Austrow D. Spinal Hemiepiphysiodesis by Stapling Alters Initial Biomechanical Properties of Motion Segments. The 2nd International Congress on Early Onset Scoliosis and Growing Spine, November 7–8, 2008, Montréal, Québec.
138. Yilmaz G, Yazici M, Demirkıran G, Daglıoglu K, Ozkan C. Growing Rod Instrumentation and Vertebral Body Growth: A Radiological Investigation in Immature Pigs. The 1st International Congress on Early Onset Scoliosis and Growing Spine, November 2-3, 2007, Madrid, Spain.
139. Teli M, Grava G, Lovi A, Brayda-Bruno M. Measurement of Forces Generated During of Growing Rods. The 1st International Congress on Early Onset Scoliosis and Growing Spine, November 2-3, 2007, Madrid, Spain.
140. Elsebaie H. Single Growing Rods. Changing the Foundations: Does it Affect the Results? The 1st International Congress on Early Onset Scoliosis and Growing Spine, November 2-3, 2007, Madrid, Spain.
141. Elmelligy Y, Elsebaie H, Koptan W, Salaheldine M. Growing Rods in Neurofibromatosis Scoliosis. The 1st International Congress on Early Onset Scoliosis and Growing Spine, November 2-3, 2007, Madrid, Spain.
142. Myung K, Skaggs D, Thompson GH, et al. Nutritional Improvement Following Growing Rod Surgery in Children with Early Onset Scoliosis. Growing Spine Study Group. 3rd International Congress on Early Onset Scoliosis and Growing Spine (ICEOS) on November 20-21, 2009 in Istanbul, Turkey.
143. Noordeen H. Myth vs. Truth: Mehta Casts Always Work. . 3rd International Congress on Early Onset Scoliosis and Growing Spine (ICEOS) on November 20-21, 2009 in Istanbul, Turkey.
144. Elsebaie H. Complications of nonoperative management. 3rd International Congress on Early Onset Scoliosis and Growing Spine (ICEOS) on November 20-21, 2009 in Istanbul, Turkey.
145. Karlin L. Complications to Sagittal Alignment. 3rd International Congress on Early Onset Scoliosis and Growing Spine (ICEOS) on November 20-21, 2009 in Istanbul, Turkey.
146. Akbarnia BA. Complications of in the Growing Rod Technique. 3rd International Congress on Early Onset Scoliosis and Growing Spine (ICEOS) on November 20-21, 2009 in Istanbul, Turkey.
147. Sponseller P. Complications Related to Specific Diagnoses OI, Syndromes, Dysplasia. 3rd International Congress on Early Onset Scoliosis and Growing Spine (ICEOS) on November 20-21, 2009 in Istanbul, Turkey.
148. Sankar WN, Skaggs DL, Yazici M, et al. Growing Study Group. Paper#15: Lengthening of Dual Growing Rods: Is there a Law Diminishing

- of Returns? 3rd International Congress on Early Onset Scoliosis and Growing Spine (ICEOS) on November 20-21, 2009 in Istanbul, Turkey.
149. Shah S, Farooq N, Garrido E, et al. Paper#14: Submuscular Growing Rods: Technique, Results AND Complications of 88 Patients with Minimum 2-Year Follow-up. 3rd International Congress on Early Onset Scoliosis and Growing Spine (ICEOS) on November 20-21, 2009 in Istanbul, Turkey.
 150. Filipovic M, Repko M, Nydrle M, Leznar M. Paper#12: Growing Rods for Early Onset Scoliosis and Its Complications. A Retrospective Study of 129 Pts With 10 years Follow-up. 3rd International Congress on Early Onset Scoliosis and Growing Spine (ICEOS) on November 20-21, 2009 in Istanbul, Turkey.
 151. Flynn J. Non-fusion Treatment (Is fusion surgery always the end point?) 3rd International Congress on Early Onset Scoliosis and Growing Spine (ICEOS) on November 20-21, 2009 in Istanbul, Turkey.
 152. Cahill P, Marvil S, Schutt C, et al. Auto-fusion of the skeletally immature spine after growing rod instrumentation. SRS 2009 San Antonio.
 153. Wynne-Davies R. Infantile idiopathic scoliosis. Causative factors, particularly in the first six months of life. *J Bone Joint Surg Br.* 1975 May;57(2):138-41.
 154. Shah SA. Genetics Aspects of Early Onset Scoliosis. 3rd International Congress on Early Onset Scoliosis and Growing Spine (ICEOS) on November 20-21, 2009 in Istanbul, Turkey.
 155. Thompson GH, Lenke LG, Akbarnia BA, et al. Early Onset Scoliosis: Future Directions. *J Bone Joint Surg Br.* Volume 89-A. Supplement 1. page 163-166. 2007
 156. Koumbourlis AC. Scoliosis and The Respiratory System. *Pediatr Respir Rev* 2006;7:152-60
 157. Robinson CM, McMaster MJ. Juvenile Idiopathic Scoliosis: Curve Pattern and Prognosis in One Hundred and Nine Patients. *J Bone Joint Surg Am* 1996;78:1140-8
 158. Pehrsson K, Larsson S, Oden A, et al. Long-term Follow-up of Patients with Untreated Scoliosis: A Study of Mortality, Causes of Death symptoms. *Spine* 1992;17:1091-6
 159. Day GA, Upadhyay SS, Ho EK, et al. Pulmonary function in congenital scoliosis. *Spine* 1994;19:1027-31
 160. Weinstein SL, Zavala DC, Ponseti IV. Idiopathic Scoliosis Long-term Follow-up and Prognosis in Untreated patients. *J Bone Joint Surg Am* 1981;63:702-12
 161. Figueiredo UM, James JJ. Juvenile idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Br* 1981;63:61-6
 162. Winter RB, Moe JH. The results of spinal arthrodesis for congenital spinal deformity in patients younger than five years old. *J Bone Joint Surg Am* 1982;64:419-32

163. Hallock H, Francis KC, Jones JB. Spine fusion in young children: A long term end result study with particular reference to growth effects. *J Bone Joint Surg Am* 1957;39:481-91
164. Winter RB, Lonstein JE, Denis F, et al. Convex Growth Arrest for Progressive Congenital Scoliosis due to Hemivertebra. *J Pediatr Orthop* 1988;8:633-8.
165. Thompson AG, Marks DS, Sayampanathan SRE, et al. Long-term Results of Combined Anterior and Posterior Convex Epiphysiodesis for Congenital Scoliosis due to Hemivertebrae. *Spine* 1995;20:1380-5
166. Moore KL, Persaud TVN. *The Developing Human: Clinically Oriented Embryology*, 5 th edition, 1998, Philadelphia. 354-360.
167. Petorak İ. *Medikal Embriyoloji*, Beta Basın Yayın Dağıtım A.Ş. İstanbul, 1984.
168. Tekelioğlu M. *Vertebra Embriyolojisi*, Vertebra Ankara (Ege R): Türk Hava Kurumu Basımevi; 1992.s.15-19.
169. Davies G, Reid L. Growth of the alveoli and pulmonary arteries in childhood. *Thorax* 1970;25:669-81.
170. Merkus PJ et al. Human lung growth. *Pediatr pulmonol.* 1996;21:383-97.
171. Özer RÖ, Karaeminoğulları O. Konjenital skolyoz. Derleme. *The Journal of Turkish Spinal Surgery.* 2008;19(3):295-312.
172. Söyüncü Y. Nöromusküler skolyoz. Derleme. *The Journal of Turkish Spinal Surgery.* 2008;19(3):313-332.
173. Akbarnia BA, Blakemore LC, Campbell RM, Dormans JP. Approaches for the Very Young Child With Spinal Deformity: What's New and What Works. *AAOS Instructional Course Lectures*, Volume 59, 2010, page 407-424.
174. Teli M, Lovi A, Brayda-Bruno M. Result of the spine-to-rib-cage distraction in the treatment early onset scoliosis. *Indian J Orthop* 2010 Jan;44(1):23-7.5
175. Scharfstadt A, Westhoff B. E-Poster#103: VEPTR a Six Year Follow-up in Germany. 3rd International Congress on Early Onset Scoliosis and Growing Spine (ICEOS) on November 20-21, 2009 in Istanbul, Turkey.