



T.C.

**HACETTEPE UNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANA BİLİM DALI**

**ERKEN BAŞLANĞIÇLI SKOLYOZLARDA SERİ
DEROTASYONEL GÖVDE ALÇISININ GÜVENİLİRLİĞİ
VE ETKİNLİĞİ**

Dr. RÜSTEM CELİLOV

UZMANLIK TEZİ

ANKARA

2016



T.C.

**HACETTEPE UNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANA BİLİM DALI**

**ERKEN BAŞLANĞIÇLI SKOLYOZLARDA SERİ
DEROTASYONEL GÖVDE ALÇISININ GÜVENİLİRLİĞİ
VE ETKİNLİĞİ**

**DOÇ. DR. HALİL GÖKHAN DEMİRKIRAN
TEZ DANIŞMANI**

Dr. RÜSTEM CELİLOV

UZMANLIK TEZİ

ANKARA

2016

TEŞEKKÜR

Hacettepe ortopedi ailesinin üyesi olma rızasını verdikleri ve uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda yardım ve desteklerini gördüğüm, bilgi ve becerilerini esirgemeyen başta ana bilim dalı başkanımız Sayın Prof. Dr. Mahmut Nedim Doral olmak üzere, Sayın Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı öğretim üyelerine, Bakırköy Dr. Sadi Konuk Eğitim ve Araştırma hastanesi klinik şefi Sayın Doç. Dr. Mustafa Cevdet Avkana ve Başasistanlara,

Çalışmanın planlanması, gerçekleştirilmesi ve yazılması sırasında gösterdiği yardım ve sabırdan dolayı Sayın Doç. Dr. Gökhan Demirkıran'a ve yine çalışmaya katkılarından dolayı omurga grubunun diğer öğretim üyeleri Prof. Dr. Muharrem Yazıcı 'ya ve Doç. Dr. Mehmet Ayvaz'a,

Birlikte çalışmaktan dolayı memnuniyet ve mutluluk duyduğum araştırma görevlisi arkadaşlarıma,

Tüm “Ortopedi Ailesi”ne,

Asistanlığım süresi boyunca zamanından en fazla çaldığım, fedakarlık ve hoşgörüsüyle bana her zaman destek olan sevgili eşim Dr. Arzu'ya teşekkürü bir borç bilirim.

ETİK KURUL

Bu çalışmanın etik açıdan uygunluğu Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafınca 16.12.2015 tarihinde **2015/25** numaralı toplantısında **GO 15/805 – 26** karar numarası ile etik açıdan uygun görölmüştür.

ÖZET

Genel Bilgi: Seri Derotasyonel Gövde Alçısı (SDGA) erken başlanğıçlı skolyozlarda (EBS) zaman kazandırma aynı zamanda seçilmiş vakalarda tedavi şekli olarak etkinliğı kanıtlanmış bir yöntemdir. Bu çalışmanın amacı EBS tanılı hastalarda SDGA uygulanmış hastalarda klinik sonuçlarımızı ve alçı tedavisinin başarılı olan ve olmayan hastaların özelliklerini başka deyişle prognostik faktörleri ve progresyon oranını ortaya koymaktır.

Gereç ve Yöntem: 2009 – 2016 yıllar arasında EBS tanısı alan ve SDGA uygulanmış 53 hasta bilgilerine ulaşılmıştır. Çalışmaya dahil etme kriterleri olarak 2 ve daha fazla düzenli alçı uygulanmış olması, hasta kayıtlarına ulaşılmış olmasıdır. Bakılan değerler T1-T12 yükseklik, T2-T12 kifoz, L1-L5 lordoz, Ana eğrilik, kompensatuar eğrilik, koronal balans, pelvik oblisite. Ana eğrilik, kompensatuar eğrilik, kifoz, lordoz değerleri ilk, 1. Alçı içinde ve son değerler olarak bakılmıştır. Ayrıca tedaviye başlama yaşı, takip süresi, alçı sayısında bakılan değerler içinde olmuştur. Son takip ana eğrilik Cobb açısına göre hastalar iki grubda değerlendirilmiş. Regresif ve ya sabit grup, progresif grup ($5^{\circ} \leq$ progresyon olan).

Değerlerin karşılaştırılması için Friedman iki yönlü analiz testi ve progresyon oranını hesaplanması için “lojistik regresyon modeli” kullanılmıştır.

Bakılan faktörler: etyoloji, yaş, cinsiyet, eğrilik lokalizasyonu (torakal, lomber + torakolomber), eğrilik tipi, kifotik komponentin eşlik edip etmemesi, indeks ana eğrilik derecesidir.

Sonuç: Kriterleri karşılayan 18 konjenital, 6 sendromik, 6 idiyopatik etyolojili olmakla toplamda 30 hasta çalışmaya dahil edilmiştir. 7 hasta takiplerinde tedaviye rağmen deformitede progresyon ve diğer 23 hastada tedavisi zamanı deformiteleri stabil ve regrese olmuştur. Bu hastaların 9’u (6 hasta tedaviye olumlu cevap vermiş) tedavisinin devamı olarak spinal ameliyat geçirmiş 21 hastanın ise tedavisi devam etmektedir.

Tedaviye başlama yaşı genel olarak 49.8 ± 26.7 (48, 14 - 110) ay, progresif hasta grubunda 45.1 ± 19.5 (41, 23 - 70) ay, regresif ve sabit hasta grubunda 51.3 ± 28.8 (53, 14 - 110) ay olmuştur. Uygulanan alçı sayısı genel olarak 5.5 ± 3 (5, 2 - 15) adet, progresif hasta grubunda 6.1 ± 1.7 (6, 4 - 9) adet, regresif ve sabit hasta grubunda 5.3 ± 3.4 (4, 2 - 15) adet olmuştur. Takip süreleri yaşı genel olarak 25.9 ± 13 (23, 9 - 55) ay, progresif hasta grubunda 30.4 ± 11.4 (29, 14 - 52) ay, regresif ve sabit hasta grubunda 24.5 ± 13.4 (22, 9 - 55) ay olmuştur. Ana eğrilik değeri ilk / 1.alçı / son olarak bakarsak progresif grubunda $54.8^\circ / 55.2^\circ / 73^\circ$, regresif ve ya sabit grubunda $59.4^\circ / 48.6^\circ / 58.5^\circ$ şeklinde olmuştur. Regresif ve sabit grupta ön değer ve 1. Alçı arasında ($P=0.000$), 1. Alçı ve son değer arasında anlamlı fark mevcut ($P=0.032$) progresif grupta sadece ilk ve son değerler ($P=0.001$), 1. Alçı son değer arasında ($P=0.037$) anlamlı fark mevcuttur. Gruplar arasında her 3 değerinde etkileşim olsada istatistiksel olarak anlamlı fark yok ($P=0.532$, $P=0.599$, $P=0.181$).

Son: Sendromik/idiyopatik kıyasla 2.3 kat daha progresif, Konjenital/İdiyopatik ile kıyasla 4.42 kat daha progresif.

Progresifleşme ihtimali kızlarda 3.48 kat daha fazla. Ama anlamlı değil ($P=0.228$).

Torakal lokalizasyonlular anlamlı olarak ($P=0.026$) 44. 8 kat daha progresif.

Her yaş bir önceki yaş yılına oranla anlamlı olmayarak ($P=0.603$) 1.45 kat daha fazla progresifleşme ihtimali mevcut.

Ana eğriliğin ilk derecesi eğrilik progresyonu açısından anlamlı olmamakla beraber ($P=0.592$) prognostik olarakta önemi bulunmamıştır. Ama regresif ve sabit grupta ilk değer ve ilk alçı sonrası değerler arasında fark ortalama 11° olup ve anlamlı fark mevcuttur ($P=0.000$).

ABSTRACT

Introduction: Serial Derotational Casting (SDC) is a scientifically proven method of gaining time and treatment in selected cases of Early Onset Scoliosis (EOS). The aim of this study is to reveal the clinical results of EOS patients who was treated with SDC and the success rates of casting, which can be said in other words as prognostic factors and progression rates of SDC treatment.

Material and Method: Data of 53 patient who were diagnosed as EOS between the years 2009-2015 was obtained retrospectively. Eligibility criteria of this study was determined as 2 or more casting application and accessibility to patient data retrospectively. Measured variables are T1-T12 height, L1-L5 lordosis, main curve, compensatory curve, coronal balance and pelvic obliquity. The values of the main curve, compensatory curve, kyphosis and lordosis was measured at the time of the first and last casting. The age at the start of treatment and average length of follow-up and the number of casting were also evaluated in the study. The patients were classified into two groups depending on their progression of the main curves; first group named as 'regressive or constant' and second group as 'progressive' ($\geq 5^\circ$).

Friedman analysis test was used to compare the results of two groups and logistic regression model was used to determine the progression rates.

Evaluated factors: Etiology, age, gender, localization of the curve (thoracic, thoracolumbar, lombar), type of the curve, kyphosis, index main curve degree

Result: Our study included 30 patients (18 congenital, 6 syndromic, 6 idiopathic) which meet the criteria. 7 patients had a progression despite the treatment and 23 patient had a regression or remained constant during their treatment. 9 of these patients underwent a spinal operation (6 of them replied to the therapy) and the treatments of other 21 patients still continue.

The age of starting treatment was 49.8 ± 26.7 (48, 14 - 110) months in general, 45.1 ± 19.5 (41, 23 - 70) months in progression group and 51.3 ± 28.8 (53, 14 - 110) months in regression and constant group. Applied risser casts were 5.5 ± 3 (5, 2 - 15) in general, 6.1 ± 1.7 (6, 4 - 9) in regression and constant group and 5.3 ± 3.4 (4, 2 - 15) in constant group. The average length of follow up was 25.9 ± 13 (23, 9 - 55) months in general, 30.4 ± 11.4 (29, 14 - 52) months in progressive group and 24.5 ± 13.4 (22, 9 - 55) months in regression and constant group. Main curvature degrees were assessed as beginning / after 1.cast / final, respectively. Calculated degrees were $54.8^\circ / 55.2^\circ / 73^\circ$ in progression group and $59.4^\circ / 48.6^\circ / 58.5^\circ$ in regression and constant group. There was a statistically significant difference between the rates of beginning and after first casting ($P=0.000$) and between first casting and final rates ($P=0.032$) in regression and constant group. It can be said that there is a significant difference between beginning and final rates ($P=0.001$) and between first casting and final rates ($P=0.037$) in progressive group. Despite there is an interaction between all of the three rates of every group, we could not find any significant difference between them ($P=0.532$, $P=0.599$, $P=0.181$).

Final: Syndromic patients tend to be 2.3 times and congenital patients 4.42 times more progressive than idiopathic patients.

The possibility of progression is 3.48 times more likely in girls. But it is not statistically significant. ($P=0.228$)

If the main curve is located in thoracic region, the risk of progression is 44.8 times more likely. (**$P=0.026$**)

Every passing year, progression rate tend to be 1.45 times higher, even it is statistically not significant. ($P=0.603$)

The main curve degree at the beginning of treatment was not found relevant to progression ($P=0.592$). But the values between beginning and first casting was found statistically significant in regression and constant group and it was calculated 11 degrees ($P=0.000$).

KISALTMALAR

EBS	-----	Erken Başlanğıçlı Skolyoz
SDGA	-----	Seri Derotasyonel Gvde Alçısı
GSSG	-----	Growing Spine Study Group
SRS	-----	Scoliosis Research Society
BT	-----	Bilgisayar Tomografi
MRG	-----	Manyetik Rezonans Grntleme
TYS	-----	Torasik Yetmezlik Sendromu
PA	-----	Posterior-anterior
KVAF	-----	Kostovertebral aı farkı

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1: Embriyonik diskin görünümü	3
Şekil 2. Skleretomdan vertebral korpusun oluşumu	4
Şekil 3. BTde torakal vertebranın hemitoraksa penetre olduğu ve sağ akciğere baskı yapıldığı görülmektedir	9
Şekil 4. EBS sınıflaması (YEP- yıllık eğrilik progresyonu)	12
Şekil 5. Mehta'nın kostovertebral açısı hesaplama yöntemi	13
Şekil 6. Korse tipleri	17
Şekil 7. Sayer yöntemi ile alçılama(29) ve Hibbs alçısı	19
Şekil 8. Traksiyon masası ve alçılama tekniği	23
Şekil 9. Pin uygulama bölgesi ve tekniği	29
Şekil 10. Torasik hacim deplesman anomalileri	30
Şekil 11. Şilla tekniği radyolojik örnek	32
Şekil 12. Örnek vakalar	38

TABLÖLAR DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 1. Torasik hacim deplesman anomalileri	29
Tablo 2. Karşılaştırmalı sonuçlar	35
Tablo 3: Lojistik regresyon modeli ile alınan sonuçlar	36

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEŞEKKÜR	i
ETİK KURUL	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	v
KISALTMALAR	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
TABLolar DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
2.1 TANIMLAMA	2
2.2 EMBRİYOLOJİ.....	2
2.3 TORAKS VE OMURGANIN NORMAL GELİŞİMİ... 5	
2.3.1 İNTRAUTERİN GELİŞİM	5
2.3.2 0-5 YAŞ ARASI GELİŞİM	5
2.3.3 5 YAŞ – PUBERTA DÖNEMİ	6
2.3.4 PUBERTA DÖNEMİ	6
2.3.5 SPİNAL KOLONUN BÜYÜMESİ	7
2.4 TORASİK YETMEZLİK SENDROMU	9
2.5 SINIFLANDIRMA	10

2.6	RADYOLOJİ.....	12
2.7	TEDAVİ	15
2.7.1	KONSERVATİF TEDAVİ YÖNTEMLERİ	15
2.7.1.1	KORSE TEDAVİSİ	15
2.7.1.2	ALÇILAMA TEDAVİSİ	18
2.7.1.3	HALO TRAKSİYON UYGULAMASI	24
2.7.2	BÜYÜYEN OMURGADA CERRAHİ TEDAVİ YÖNTEMLERİ	27
3.	GEREÇ VE YÖNTEM	34
4.	BULGULAR VE SONUÇ	35
5.	TARTIŞMA.....	38
6.	MESAJ	40
6.	KAYNAK	41

1. GİRİŞ VE AMAÇ

EBS doğal seyri itibariyle büyük çoğunluğu tedavi edilmedikde progresif kabul edilmektedir [1]. Tedavi edilmedikte izole spinal ve torakal deformite daha sonrasında kardiyak ve akciğer gelişimini etkiler. Bu durum dekompanse evresine kadar ilerleye bilir ve fatal sayılan “Torasik yetmezlik sendromu”na sebep olmaktadır. Bu yüzden EBS tedavisi bir hayat kurtarıcı tedavidir. Güncel tedavi yöntemlerinden biri sayılan “Büyüyen rod” uygulamaları rekurren ameliyatlara bağlı olarak yara yeri ile ilgili komplikasyon oranı yüksek olan tedavi yöntemidir [2]. Manyetik büyüyen rodlar gündemde olsada uzun dönem sonuçları belli değildir [3]. Bu yüzden tekrar ameliyat sayısını azaltmak adına ameliyatın mümkün olduğu ertelenmesi ve neredeyse terk edilmiş yöntem olan gövde alçısı gündeme geldi. Daha öncesinde seçilmiş vakalarda etkinliği kanıtlanmış olan bu yöntemin kliniğimiz tarafınca konjenital etyolojili olgularda da zaman kazanma için etkinliği kanıtlanmıştır [38, 42].

Bu çalışmanın amacı EBS tanılı hastalarda uygulanmış SDGA uygulanmış hastalarda klinik sonuçlarımızı ve alçı tedavisinin başarılı olan ve olmayan hastaların özelliklerini başka deyişle prognostik faktörleri ve progresyon oranını ortaya koymaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Tanımlama

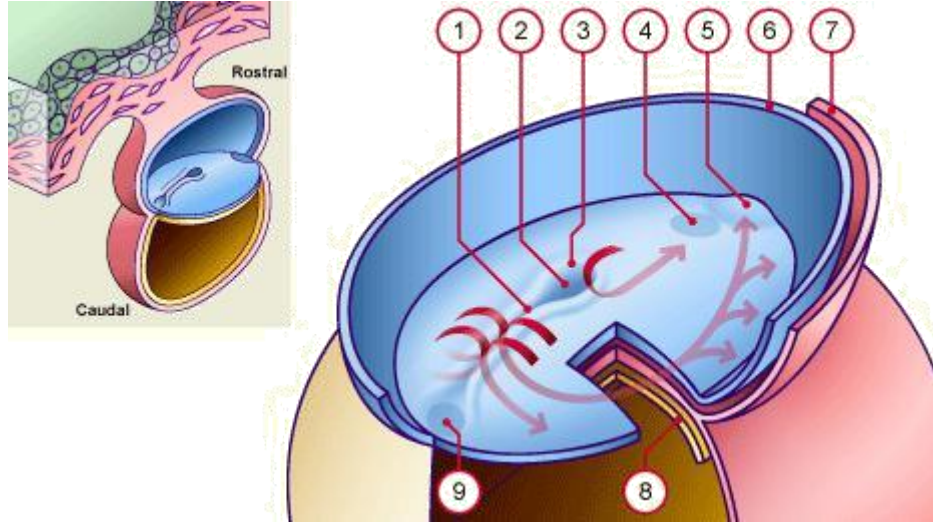
EBS tanımlanması Growing Spine Study Group (GSSG), Children's Spine Study Group ve Scoliosis Research Society (SRS) tarafınca yapılmıştır ve anlamı “ etyolojiden bağımsız 10 yaş altı görülen skolyoz ”lardır [11]. Tanımlamada sadece skolyoz geçmesine rağmen çoğu hastada kifotik komponent eşlik eder. Farklı etyolojide olması doğal seyrleri, klinik bulguları ve eşlik eden anomaliler sebebiyle bu hasta grubunu oldukça heterojen eder. Tedavi planlanmasında eşlik eden anomaliler göz önünde bulundurulmalıdır. Bu hastalar multidisipliner yaklaşım gerektirir ve sadece tecrübeli ekip tarafınca tedavi edilmesinde fayda vardır.

2.2 EMBRİYOLOJİ

Omurganın ilk gelişimi 3. Gestasyon haftasından başlar. Bu aşamada embriyo iki hücre katmanından oluşur ve bilaminar germ disk adlanır. Primitif oluk yaklaşık 15. günde germ diskin orta hattında oluşan büyüme bölgesidir. Primitif oluk ilk olarak embriyonun kranial kısmında çukurcuk şeklinde oluşur ve daha sonrasında kaudala doğru uzar. Bu çukurcuk primitif çukurcuk, çevresindeki hücreler topluluğunun oluşturduğu yükseklikse primitif düğüm (Hensen düğümü) olarak bilinmektedir. Bu oluşumlardan embriyonun başı oluşmaktadır. Primitif oluk, primitif çukurcuk ve düğümün oluşturduğu yapı primitif çizgi olarak bilinmektedir. Primitif çizgiden embriyo sağ / sol, ventral / dorsal ve kranio / kaudal yönde büyümektedir. (Şekil 1)

Epiblast hücrelerinin epiblast ve endoderm katmanı arasına migrasyonu üçüncü katman olan mezodermi oluşturur ve bu zaman terminolojik olarak epiblast ektoderm olarak değişir.

Orta hatta mezodermden iki oluşum oluşur: prekordiyal plak ve notokordal çıkıntı. Notokordal çıkıntı solid mezodermlle beraber tüp şeklini alarak notokorda dönüşür. Notokord vertebral cisim oluşumunu indükte eder ve daha sonrasında nucleus pulposus oluşmaya başlar.



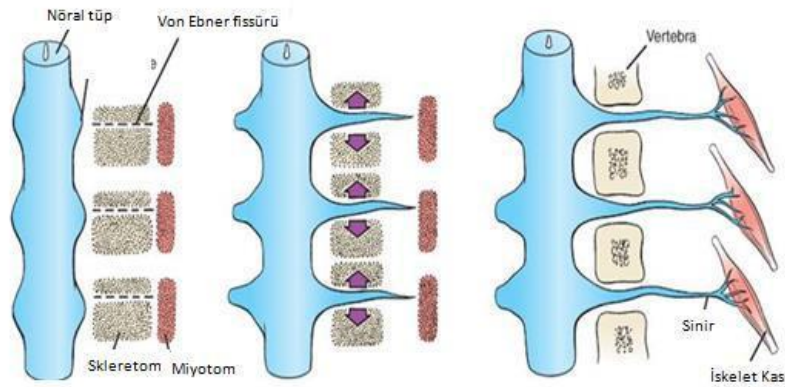
Şekil 1: Embriyonik diskin görünümü.1- primitif oluk, 2- primitif çukurcuk, 3- primitif düğüm, 4- orofarengeal membran, 5- kardiyal plak, 6- amniotik membran, 7- mezoderm, 8- endoderm, 9- kloakal membran

Notokord oluşumundan sonra mezodermden 3 farklı yapı oluşmaya başlar: paraaksiyal mezoderm, ara mezoderm ve lateral mezoderm. Paraaksiyal mezodermden kritik yapılar için hücre grupları geliştiren somitler oluşur. Somitlerden aksiyal iskelet, iskelet kasları ve cilt dermisi farklılaşmaya başlar. Ara mezoderm ve lateral plak mezoderden ürogenital ve kardiyopulmoner sistemler gelişmeye başlar. Bu yüzden mesoderm orijinli vertebral anomalilerde ürogenital ve kardiyopulmoner sistem anomalileri eşlik edebilmektedir. Örnek olarak VACTERL sendromunda farklı sistem anomalileri mezoderm gelişimi ile ilişkilidir. Sendromun komponentleri: Vertebral anomaliler, imperfore Anüs, Kardiyak anomaliler, TrakoEsofageal fistül, Renal displazi ve ekstremit malformasyonlarıdır. Yaklaşık 30 – 60 % oranında çocukluk çağında tanı almış vertebral anomalilerine diğer sistem anomalileri eşlik etmektedir. Bunlardan en sık görülen genitoüriner sistem anomalileridir.

Aksiyal iskelet, iskelet kasları ve boyun ve gövde dermisi somitlerden oluşmuştur. başlangıçta sayıları 42-44 olan somitler kraniyal kısımda kafatası tabanını oluşturur. Kaudal kısımda ise daha sonradan

rudimente olacak embriyolojik kuyruk oluşturur. Kaudal 5-7 somit regrese olur ve toplamda 37 somit gelişime devam eder. 1-4 somitler oksiput, yüz ve iç kulak kemiklerini oluşturur. 5-12 somitler servikal vertebra, 13-24 somitler torasik vertebra, 25-29 somitler lomber vertebra, 30-34 sakral vertebraları oluşturur. Son 3 somit koksiks segmentini oluşturur.

Embriyo geliştikçe somitler farklılaşmaya devam eder ve bunlarda biri skleretomdur. Skleretom notokord ve nöral tüpü çevreleyen hücrelerdir. Ventral skleretom vertebral korpusu dorsal skleretom vertebral arkı oluşturur. Normal vertebral korpus ve arkı notokord ve nöral tüp indüksiyonu ile oluşmaktadır (**Şekil 2**). Skleretomalnotokord indüksiyon spinal disrafizm ile sonuçlanmaktadır. Spina bifida nöral arkın tam olarak kapanmamasıdır. Anomali şiddeti spina bifida okkultadan meningoelomaleze kadar değişkenlik göstermektedir.



Şekil 2. Skleretomdan vertebral korpusun oluşumu

İntrauterin gelişimin 6. haftasında mezodermal omurga öncülleri vertebranın kırkırdaglaşma merkezinde kartilaja transforme olmaya başlarlar. Vertebra cisminde iki kondrifikasyon merkezi oluşur ve sentrum olarak bilinir. Sentrum merkezleri orta hatta bir-biriyle birleşerek tek vertebral korpusu oluşturur. Eğer bu merkezlerden birisinin

oluşmasında (formasyon) bozukluk olursa tek taraflı kıkırdak merkezi oluşarak ossifiye olur ve hemivertebral ortaya çıkar[4].

2.3 TORAKS VE OMURGANIN NORMAL GELİŞİMİ

2.3.1 İntrauterin Gelişim

Büyüme doğumdan önce başlar ve en fazla büyüme intrauterin dönemde olur. 2. ayda büyüme 1mm/gün hızında olur. Genel olarak ilk iki trimestirde hızlı boy artımı son trimestirde kilo artımı olmaktadır.

2.3.2 0-5 Yaş Arası Gelişim

Doğum sonrasında sadece infant büyüme hızında değil ayrı-ayrı segmentlerin büyüme sırasında değişiklikler olur. Örnek olarak: ilk 5 yılda oturma yüksekliği ile subiskial yükseklik aynı oranda büyür; 5 yaşla puberta dönemi arasında büyümenin 1/3 kadarı oturma yüksekliği, subiskial ekstremita yüksekliği ise büyümenin 2/3 oranında büyür.

Doğum sonrası yenidoğan bebeğin boy uzunluğu erişkin nihai boy uzunluğunun %30 nu oluşturur. 5 yaşında boy uzunluğu 108 cm ulaşır. Bu doğum boy uzunluğunun iki katı ve nihai boyun %62 kadardır. İlk yılında infant boyu 22 cm artar ve daha sonrasında yavaşlama eğiliminde olsada yine hızlı büyür. Rakamlarla bakarsak 1 yaşla 2 yaş arası 11 cm, 3 yaşla 4 yaş arası 7 cm hızında büyüme olur.

Oturma yüksekliği doğum sonrası 34 cm dir ve bu erişkin nihai yüksekliğin %37 kadardır. Oturma yüksekliği ilk yılda 12 cm, 1 yaşla 2 yaş arası 5.3 cm, 2 yaşla 3 yaş arası 3.3 cm, 3 yaşla 4 yaş arası 3.2 cm ve 4 yaşla 5 yaş arası 2.8 cm değerlerinde büyür.

İlk 5 yılda büyüme proporsiyonunda değişiklik gösterir: Sefalik kısım rölatif olarak küçülmeye, subiskial bacak uzunluğu artmaya başlar. Ayrıca büyüme sadece vertikal planda değil volumetrik olarak ta olmaktadır [5].

2.3.3 5 Yaş – Puberta Dönemi

5 yaşla puberta başlamasına kadar (erkeklerde kemik yaşı 13, kızlarda ise 11 yaşıdır) boy artımı yavaşlama eğiliminde olur. Boy uzunluğu artma hızı yaklaşık olarak 5.5cm/yıl dır. Bu büyümenin 2/3 civarı (3. 2 cm) alt ekstremitenin, 1/3i (2. 3 cm) oturma boy yüksekliğinin payına düşer. Bu dönemde erkeklerde; Boy uzunluğu %27 (yaklaşık 44 cm) artmaktadır, oturarak boy yüksekliği %20 (yaklaşık 18 cm) ve subiskial ekstremita uzunluğu %32 (yaklaşık 26 cm) artmaktadır.

Kızlarda ise; Boy uzunluğu %22 (yaklaşık 34 cm) artar, oturarak boy yüksekliği %17 (yaklaşık 14 cm) ve subiskial ekstremita uzunluğu %28 (yaklaşık 20 cm) artar. 5 yaşında oturma boy yüksekliği 60 cm ulaşır, bu nihai uzunluğun %66 kısmını oluşturur. Daha sonrasında sadece 26-30 cm kadar uzama olacaktır [5].

2.3.4 Puberta Dönemi

Puberta dönemi kısa zamanda hızlı boy artımı olduğu için ortopedik cerrah için önemli dönemdir. Dolayısıyla yüzden prepuberta dönemini saptamak oldukça önemlidir. Kronolijik yaş puberta dönemini saptamada zayıf indikatördür. Puberta döneminin dört ana özelliği vardır:

- 1- dramatik boy artımının olması
- 2- vücudun üst ve alt segmentlerinin proporsiyonlarının değişmesi
- 3- genel morgolojinin değişmesi: biakromial diame, pelvik diame, yağ dağılımı ve b.
- 4- İkincil cinsel bulguların gelişimi

Puberta dönemi kızlar için 11-15 yaş arası, erkekler için 13-17 yaş arasıdır. Bu dönemde gövde kısmının büyümesi alt ekstremitaya oranda daha fazladır. Puberta döneminde boy uzunluğu yaklaşık olarak 1 cm/ay hızında olur [5].

2.3.5 Spinal Kolonun Büyümesi

Doğum sonrasında lumbosakral bölge torakal ve servikal bölge ile kıyaslandığında rölatif olarak daha kısadır. Ancak yaşamın ilk yılında bu bölge daha hızlı büyür. 3-15 yaş arası dönemde lomber vertebra ve diskleri 2mm/yıl hızla, torakal vertebra ve diskleri ise 1mm/yıl hızla büyümeye devam eder.

Neonatal yaşta intervertebral diskler omurganın %30unu oluşturmaktadırlar. Erişkin yaşta bu oran %25e kadar iner ve segmentlerde dağılımı olarak %22 servikal bölgede, %18 torakal bölge ve %35 lomber bölge şeklindedir.

Omurganın anterior ve posterior kısımları aynı hızda büyümmez. Örnek olarak torakal bölge vertebralarında posterior kısım anteriora kıyasla daha hızlı büyür. Lomber bölgede bu olayın tersi gerçekleşir.

Nörosantral senkronoz vertebral korpusla posterior arkın birleşke yeridir. Bu birleşke de vertebral korpusun %30u ve posterior arkın büyük kısmının ossifikasyondan sorumlu fizis yerleşmektedir. Zhang ve ark. Bu birleşkelerin aksiyal MRGlarını farklı yaş gruplarında değerlendirmiş ve 3 yaş altı çocuklarda bu fizisin açık olduğunu tespit etmiş. 4 yaşında ise lomber bölgenin 50-74% oranında kapandığını, 5 yaşında ise proksimal torakal bölge %25 dan daha az T7-T12 bölgede ise hiç kapanma olmadığını tespit edilmiş. Tüm senkronozların kapanması 9 yaşında olur.

Omurga yüksekliği erişkinlerde doğumdakının 3 kat daha fazla olmaktadır. Yenidoğanlarda omurga yaklaşık 24 cm uzunlukta olup ve sadece %30u ossifiye olmuştur. Segmentler arasında morfolojik olarak çok az fark bulunmaktadır. Erişkin erkeklerde omurga uzunluğu yaklaşık olarak 70 cm dir. Bunun 12 cm servikal omurga, 28 cm torakal omurga ve 18 cm lomber omurganın ve 12 cm sakrum bölgesi oluşturmaktadır. Erişkin kadınlarda omurganın uzunluğu yaklaşık olarak 63 cm dir.

Servikal bölge yenidoğanlarda 3.7 cm olup erişkin yaşa kadar yaklaşık 9 cm uzama gösterecek. Yaşamın ilk 6 yılında ölçüsü ikiye katlanan bu segment puberta döneminde 3.5 cm daha büyüme gösterir. Servikal omurga C1-S1 segmentin %22 oranını ve oturma boy yüksekliğinin %15-16 oranını oluşturur.

T1-S1 segment yenidoğanlarda 19 cm uzunlukta olup, erişkin erkeklerde yaklaşık olarak 45 cm, erişkin kadınlarda 42-43 cm dir. İlk 5 yılda bu segment 10 cm, 5-10 yaş arası 5 cm, 10 yaşdan maturiteye kadar 10 cm uzma gösterir. Ayrıca T1-S1 segment erişkin bireylerde oturma boy yüksekliğinin %49 nu oluşturur.

T1-T12 segmenti yenidoğanlarda 11 cm olup daha sonrasında erişkin erkeklerde 28 cm, kadınlarda 26 cm ye ulaşmaktadır. İlk 5 yılda hızlı olarak uzama gösteren (7 cm) bu segment 5-10 yaş arası 4 cm ve puberta döneminde 7 cm kadar uzar. T1-T12 segmenti oturma boy yüksekliğinin %30 oluşturu. Her bir torakal vertebra diski ile beraber oturma yüksekliğinin %2.5 nı oluşturmaktadır.

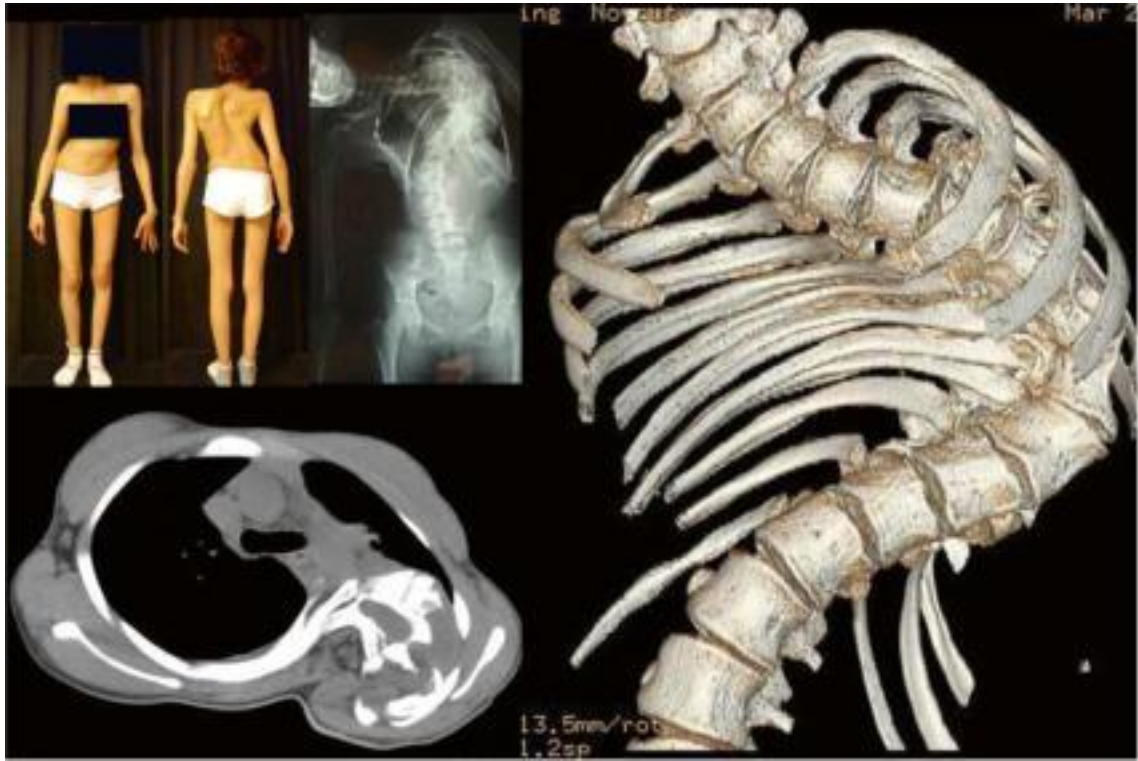
L1-L5 bölgesi yenidoğanlarda 7 cm uzunlukta olup, erişkin erkeklerde 16 cm, erişkin kadınlarda 15.5 cm ye kadar büyüme gösterir. Büyüme olarak ilk 5 yaşda 3 cm, 5-10 yaşda 2 cm, 10-18 yaşda 3cm olarak büyüme gösterir. Bu segment oturma yüksekliğinin %18 oluşturmaktadır.

Toraks çevresi yenidoğanlarda 32 cm olup, yaklaşık olarak erkeklerde 56 cm, kadınlarda 53 cm ye kadar ulaşır [5].

Erken başlanğıçlı skolyoz olgularında omurganın uzaması ve toraks çevresi normal gelişi bozulduğu için başlanğıçta sadece aksiyal iskelet anomalisi olan deformite daha sonrasında multisistemik patoloji sayılan Torasik yetmezlik sendromu ile sonuçlana bilir.

2.4 TORASİK YETMEZLİK SENDROMU

Torasik Yetmezlik Sendromu toraksın akciğerlerin normal respirator fonksiyonu ve postnatal gelişimi için uygun desteyi sağlayamamasıdır [6]. Terminoloji olarak bu sendrom omurganın, kaburgaların, sternum, çevre kasların multipl patolojisi sonucu akciğer volümünün, ekspansiyonunun ve postnatal gelişiminin azalmasıdır [7]. Tek bir yapısal bozukluğun akciğerler üzerinde etkisini söylemek zordur (**Şekil 3**). Çünkü çeşitli çalışmalarda Cobb açısının farklı akciğer fonksiyonları üzerinde az etkisi olduğu saptanmıştır [8, 9].



Şekil 3. BTde torakal vertebranın hemitoraksa penetre olduğu ve sağ akciğere baskı yapıldığı görülmektedir [10].

Göğüs kafesinde, torakal omurgada ve diyaframdaki anomaliler sonucu primer TYS oluşmaktadır. Diyafram tek taraflı ve ya bilateral olarak etkilene bilmektedir. Sekonder olgulara bağlı diyaframın

etkilenmesine myelomeningosel olgularında lomber kifoza sekonder kollapsı ve ya torakolomber skolyoza bağlı artmış pelvik obliqlite ile diyafram ekskürsiyonunun azalmış aittir. Bu hastalarda Marionette bulgusu mevcuttur (hasta respirasyon esnasında diyaframın hareketine bağlı olarak başın senkron olarak vertikal olarak hareket etmesidir) [11].

2.5 SINIFLANDIRMA

Erken Başlanğıçlı Skolyozlar (EBS) etyoloji, manifestasyon ve doğal seyrleri bakımından oldukça kompleks ve heterojen hasta grubudur. EBS terminoloji olarak “10 yaş altı etyolojiden bağımsız gelişen skolyoz tipidir”. Güncel sınıflamada hastanın yaşı, etyolojisi, mojar eğriliğın Cobb açısı, kifotik komponentin eğrilik derecesi ve progresyondur [12, 13].

Yaş: Hasta yaşının tedavi kararında ve prognostik olarak önemi tartışmasıdır.

Etyoloji: Etyolojinin EBSın doğal seyri ve tedavi şeklindeki etkisi tam olarak bilinmemektedir. Sınıflamda Konjenital ve ya yapısal, Nöromuskuler, Sendromik ve İdiopatik olarak ayrılmaktadırlar.

Konjenital olgularda yapısal bozukluk ve ya asimetri vertebral kolonda ve ya göğüs kafesindedir. Buraya hemivertebral, kosta füzyonları, posttorakotomi, torakogenik, tümör rezeksiyon sonrası, amniyotik band sendromu, hemihipertrofi, displastik tip nörofibromatozis, konjenital diyafragmatik herni, Proteus sendromu, Jeune sendromu, konstruktif göğüs duvarı sendromu, Jarko-Levin sendromu, spondylothoracic displazi, spondilokostal displazi, VATER ve VACTERL sendromları örnek ola bilir.

Nöromuskuler olgularda omurgada veya göğüs kafesinde primer olarak yapısal bozukluk olmadan spastik ve ya paralitik nöromuskuler olaylara sekonder olarak gelişir. Buraya flasid spinal kord yaralanmaları, spinal muskuler atrofiler, spina bifida, serebral palsi, , Friedreich ataksisi, familial disautonomiyalar, siringomieli, Charcot-Marie-Tooth sendromu,

CHARGE sendromu, spastik spinalkord yaralanması ve Rett sendromu örnek verilebilir.

Sendromik eğrilikler bir sendromun komponenti olarak ve ya primer olarak yapısal veya nöromusküler kaynaklı olmayan eğriliklerdir. Buraya Ehler-Danlos veya diğer konnektif dokuları ilgilendiren hastalıklar, Prader-Willi sendromu, Marfan sendromu, akondroplazi, artrogripozis, distrofik displaziler, ellisvan-Creveld sendromu, nörofibromatozis, osteogenezis imperfekta, spodiloepifizyal displazi, Down sendromu, Goldenhar sendromu ve Klippel-Feil sendromu örnek verilebilir.

İdiyopatik hastalarda eğrilik sebebi kesin ortaya konmuş değil.

Major eğrilik: major eğrilik ölçümleri ayakta ve ya supin grafilerde ölçümler yapılmaktadır. Alt grup olarak 1. <20°, 2. grup 20°-50°, 3. grup 51°-90°, 4. grup >90° dirler.

Kifoz: bu sınıflamada kifoz değeri sagittal planda 2 seviyeye arasında en yüksek Cobb açısı olarak kabul edilmektedir. Literatürde bilindiği kadarıyla pediatrik yaştaki normal kifotik değerler erişkinlerden farklılık göstermektedir [13]. Bu bilgiler ışığında normokifotik hastalar 20°-50° olarak kabul edilmektedir. Ayrıca yapılan başka bir çalışmada >40° kifotik EBS hastalarında büyüyen rod ile tedavilerinde komplikasyon riski daha fazladır. Bunun için sınıflamada ve prognostik olarak bu değer oldukça önemlidir [15].

Eğrilik progresyonu: eğrilik progresyonu karar vermede önemli faktördür ve EBS eğrilik doğal seyr itibarıyla progresiftir ve daha çok anomali tipine ve lokalizasyonuna bağlıdır [16, 17]. Spinal musküler atrofi olgularında yıllık progresyon 5°-15° arası değişmektedir [17]. İdiyopatik olgularda eğrilik stabil seyredebilir ve sonuçlar genellikle eğriliğin başlama yaşı ve iskelet maturasyon yaşı ile ilişkilidir. Eğrilik progresyonunu sınıflamaya dahil edilmesi için eğriliğin progresyon derecesi ile iki takip arasındaki zamanında standartize edilmesi lazım ve burda en az 6 aylık süre istenmektedir. Formül olarak şu şekilde hesaplanabilir (**Şekil 4**).

$$\text{Yıllık Eğrilik progresyonu} = (\text{MEAt2} - \text{MEAt1}) \times 12 \text{ ay} / (t2 - t1)$$

MEA- major eğrilik açısı



Şekil 4. EBS sınıflaması (YEP- yıllık eğrilik progresyonu) [13]

Örnek hesaplama: 7 yaşında konjenital skolyoz olan erkek hasta ilk değerlendirildiği zaman major eğrilik 35° kifoza 22°. 8 ay sonraki kontrolde major eğrilik derecesi 42° kifoza değeri 30 olmuştur.

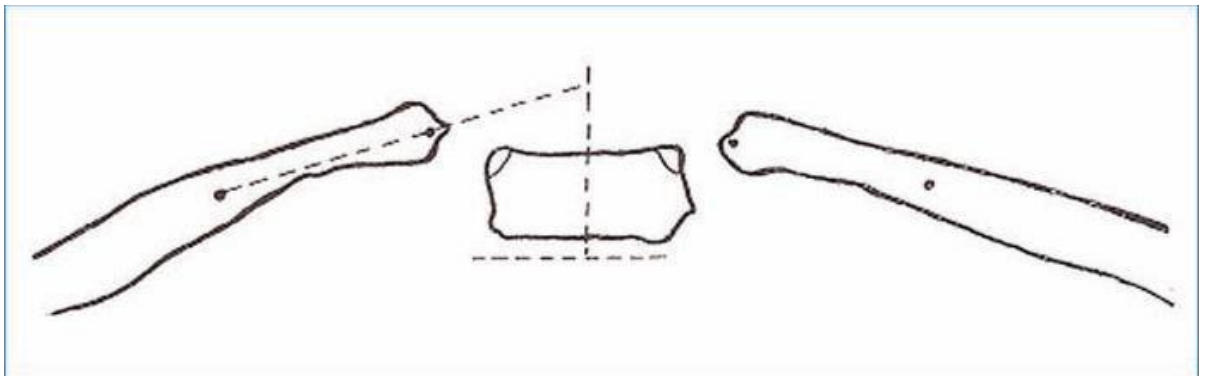
$YEP = (42^\circ - 35^\circ) \times (12/8)$ şeklinde hesaplanır

$YEP = 10.5^\circ$

2.6 RADYOLOJİ

Hasta değerlendirmesi hikaye ve fizik muayeneden sonra deformitenin olduğu kesinleşirse ortogonal görüntülemeler (ayakta posterior-anterior (PA) ve lateral) ilk tercihtir. PA çekim esnasında reproduktif organlar ve meme dokusu daha az radyasyona maruz kalıyor.

Tek görüntüde C1, pelvis, göğüs kafesi görüntüleme alanına dahil edilmelidir. Çoğu hastada spinal deformite göğüs kafesini şeklini etkilemektedir. Buna sebep kaburga füzyonları, toraks hipoplazisi ve b. olabilir. Düz grafiler deformite etyolojisi (idiopatik, konjenital, nöromusküler ve b.) konusunda bilgi vermekle beraber Cobb açılarını, koronal ve sagittal balans, pelvik obliqlite, triradiat kartilajın durumu Risser evresi, torakal yükseklik ve b. gibi değerlere bakıla bilmektedir. Ayrıca Mehta'nın tarif ettiği kostovertebral açıda değerlendirile bilmektedir (**Şekil 5**) [19].



Şekil 5. Mehta'nın kostovertebral açısı hesaplama yöntemi [19]

Eğer idiopatik etyolojili EBS da kostovertebral açı farkı (KVAf) $>20^\circ$ ise bu hastalarda eğriliğin progrese olma ihtimali yüksek olduğundan tedaviye başlama endikasyonudur.

Son zamanlarda yazılım yardımı ile ortogonal grafilere 3 boyutlu görüntüler elde etmek mümkündür (EOS Imaging, Paris, France)

Bilgisayar Tomografi (BT) omurga deformitelerinde tanı koymada ve tedavi planlanmada büyük öneme sahip gereçtir. Ayrıca BT de İlharreborde ve ark. tarafınca tanımlanmış omurga penetrasyon indeksine [20] (omurganın toraks boşluğunda ne kadar yer kapladığıdır. Torakal lordozla düz ilişkilidir), Gollogly ve ark. tarif ettiği torasik distorsiyon indeksine (toraksın aksiyal kesit ölçülerinin normal aynı yaşlı çocuklarla kıyaslanması) ve akciğer volümüne [21] bakıla bilmektedir. Bu yöntemle ekspansiyon torakoplasti uygulanmış hastalarda akciğer volümünün arttığı gösterilmiştir.

BT üç boyutlu rekonstruksiyon görüntülerinden plastik modeller elde edilmesi mümkündür ki, bulunluda spinal kolon rezeksiyon planlanan olgularda ameliyat planlanması yapıla bilir.

Bt görüntüleme sadece preoperatif dönemde değil postoperatif dönemde yardımcı araçtır. Modern hibrid ameliyathane odalarında BT sistemi oda içinde bulunmakta olup ve intraoperatif kullanıla bilinmektedir.

MRG intraspinal patoloji tespitinde standart yöntem olarak kullanılmaktadır. Bu patolojilerin oranı %3-52 arası değişmekte olup konjenital kifoz ve multipl seviyyeli konjenital vertebral anomalilerde daha sıktır. Son zamanlarda göğüs kafesi ve diyafram fonksiyonunu değerlendirmede dinamik MRG ler kullanıla bilinmektedir.

Hasta takiplerinde, tanıda ve ilave olarak intraoperatif olarak hastalarda kullanılan C-kollu skopi bu hastaları aşırı radyasyon riskine maruz bırakmaktadır. Yapılan çalışmada multipl skolyoz grafilere çekilmiş kadınlarda gelişen meme kanseri sonrası mortalitesi diğer yaş grubuyla kıyaslandığında iki kat daha fazladır [22]. Levy ve ark yaptıkları bir çalışmada AP grafilere PA grafilere zamanı alınan radyasyon dozunu kıyaslandığında tiroidlerde 3-7 kat daha az ve meme kanseri ihtimalini ise

üç dört kere azalttığı ortaya konmuştur. Hasta takiplerinde kontroller arasındaki sürenin en az 6 ay olması istenmektedir. Çünkü en progressif deformite her ay 1-2° artar. Gözlemciler arası fark ortalama 3° olduğunu kabul edersek altı ay içinde eğrilikler arasında büyük fark olmaz.

Literatürde önerilen BT çekimleri 5 mm kesimler şeklinde olmasıdır. Bu pedikül anatomisi konusunda yeterli bilgiyi sağlamakla beraber hastayı daha ince kesit çekimlere kıyasla daha az radyasyona maruz kalmaktadır [23].

2.7 TEDAVİ

2.7.1 Konservatif Tedavi Yöntemleri

2.7.1.1 Korse tedavisi

Erken başlangıçlı skolyoz tedavisinde ve neredeyse sadece idiopatik etyolojili olgularda kullanılmaktadır. Adolesan idiyopatik skolyoz tedavisinde prospektif tipte çalışmalar mevcut olsada EBS tedavisinde kanıt değeri yüksek çalışma bulunmamaktadır [24]. Ancak distraksiyon bazlı uzayan rod sistemleri uzun süre omurgayı hareketsiz halde tespit ettiği için otofüzyon yada hareketsiz sert omurga oluştuğu için zamanla uzatmaların miktarı azalabilmektedir[25]. Erken yaşta idiyopatik olgularda alçının etkinliği daha fazla olduğu için bu tedavi şekli daha uygun görülmektedir. Ancak alçı tedavisine her hangi sebepten ara verildiğinde ve ya alçı ile elde edilmiş korreksiyonu koruma adına korse tedavisi daha mantıklı görülmektedir [26]. Etkin korse tedavisi için doğru endikasyon, uygun korse, hekim ortrez yapan teknisyen ve aile arasında ilişki olması şarttır. Ayrıca toddler ve infant yaş qurubunda rölatif olarak karın bölgesinin büyük olması pelvik moldu ve torakolomber eğriliklerde korsenin etkinliğini azaltmaktadır. Başka bir sorun adolesan yaş qurupundan farklı olarak bu hastaların daha esnek kaburgaları olduğu için üç nokta prensibinde omurgaya planlanmış korrekte edici güçler azalır ve

kostaların deformasyonu sonucu farklı bir göğüs kafesi deformitesi ortaya çıka bilmektedir. Küçük yaşlarda adolesanlardan farklı olarak vücut şekilleri daha silindrik olduğu için korsenin gün içinde pozisyon değişme ihtimali daha fazladır. Bu yönden ailenin sık-sık korse kontrolü yapmaları gerekmektedir. Bunun yanında korsenin alçıya kıyasla banyo yaparken veya başka aktivitelerde çıkartıla bilmesi büyük avantajdır. [24].

Güncel olan çalışmaların birinde 113 hastaya 4-10 yaş arası torakolomber ve lomber idiyopatik EBS hastalarına Progressif etkili kısa breys (Progressive Action Short Brace), Milwaukee ve Lyon tipte korseleri tüm gün programıyla kullanılmış.88 (77.8%) hastada eğrilik korreksiyonu 18 (15.9%) hastada eğrilik stabilizasyonu, 7 hastada (6.19%) eğrilik progresyonu görülmüştür [27].

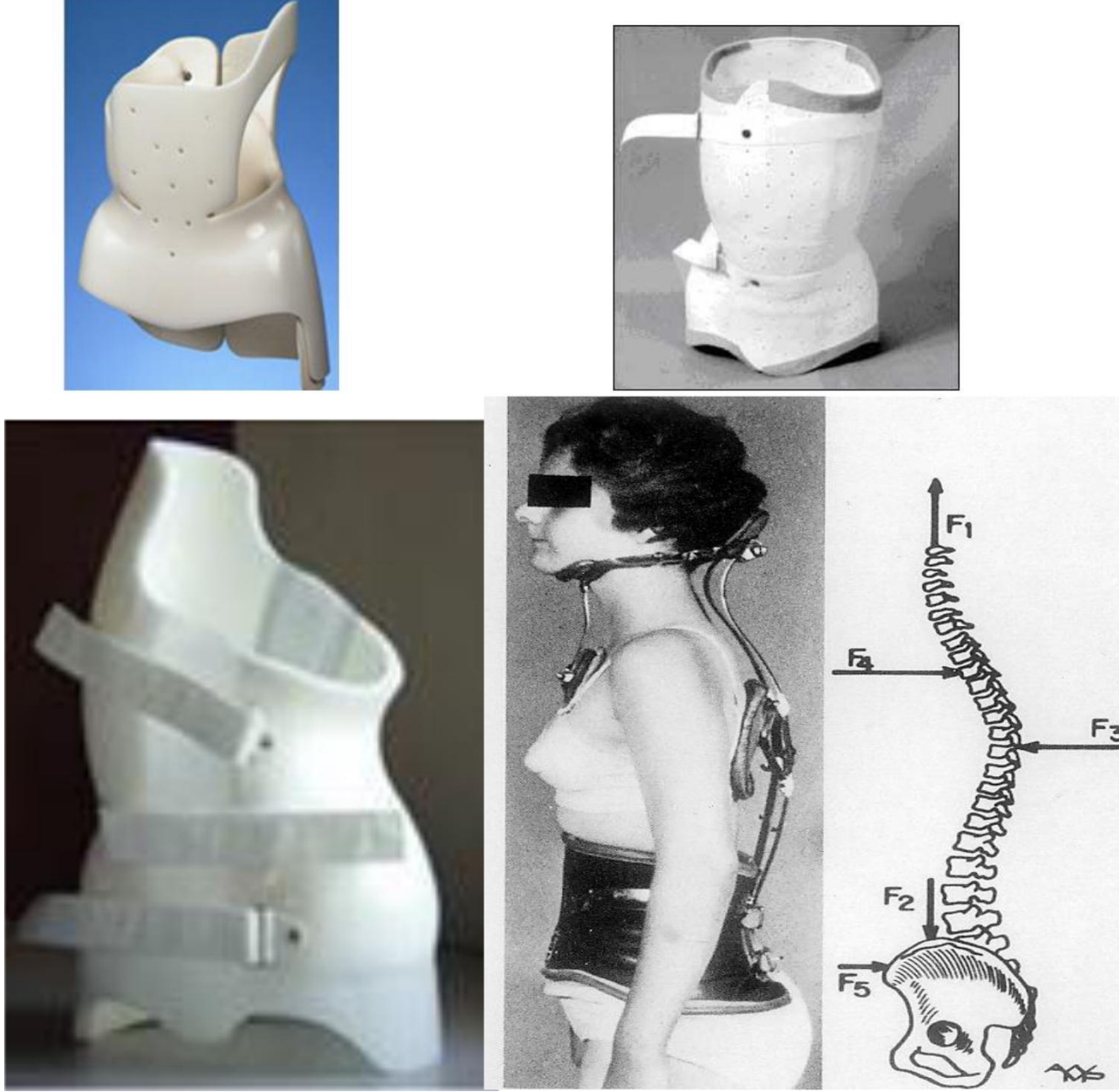
Korse tedavisindeki ana amaç maksimum omurga uzunluğunu elde etmek, omurga fleksibilitesini maksimum olarak korumak, optimal respiratör fonksiyonu ve normal akciğer volümü elde etmek, hastanede kalış süresini ve cerrahi prosedürü en aza indirmektir.

Küçük yaşlı hastalarda alçı tedavisi primer olarak önerilmektedir. Korse uygulaması sadece seri alçılama sonrası tolere edemeyen hastalara, gastroezofageal reflüsü olanlara, ekzema olgularında primer olarak endikedir. Daha önce anlatıldığı sebepten dolayı korse şekli toraksa bası yapacak şekilde olmamalıdır. Aksi taktirde yeni bir yatrogen deformite oluşabilmektedir.

Kontrendikasyon olarak torasik lordozun eşlik ettiği büyük eğrilikler, ileri göğüs kafesi deformiteler ve yandaş medikal (gastroezofageal reflü, anoreksiya nevroza, ileri astım) komorbitelerdir. Ayrıca rijid deformitelerde rölatif olarak kontrendikedir [28].

Cerrahi zamanlama kararvermede omurga eğriliğinin progresyonundan ziyade göğüs kafesi deformitesinin progresyonu baz alınmalıdır. Orta derecede torakal eğriliğe eşlik eden progressif göğüs kafesi deformitesi olan bir hasta, ileri stabilize omurga deformitesi ve minimal göğüs kafesi deformitesi olan bir hastayla kıyaslandığında kısa zamanda cerrahi yöntemle tedavi edilmesinde fayda vardır. Eğer korse

tedavisine devam edilirse son ameliyat daha agresif ve daha fazla alanın füzyonu ön görölüyorsa, o zaman korse tedavisi sonlandırılmalıdır [26].



Şekil 6. Korse tipleri: Sol üst köşe- Boston tipli korse, Sağ üst köşe- Wilmington tipli korse, Sol alt köşe- Charleston tipli korse, Sağ alt köşe- Milwaukee tipli korse

Sık kullanılan korse tipleri bunlardır: Milwaukee korsesi, Boston ve ya TLSO (torakolumbosakral ortrez) korse, Wilmington breysi, Cheneau ve ya Rigo- Cheneau korsesi ve Charleston korsesi. Rijid olmayan korse tipleri: Kalabas ve SpineCor korseleridir. En sık kullanılan korse Bostontipli korsedir (**Şekil 6**).

Korsenin koronal deformiteler üzerinde lateral basılarla, rotasyonel deformiteler üzerinde hem önden hemde arkandan bası kuvveti uygulayarak korreksiyona sebep olur.

Bazı merkezler tam günlük korse kullanımlarında fizik tedavi uygulamaktadırlar. Burda ana amaç alt ekstremitte kontraktürlerine karşı, korse içinde aktif olarak günlük hareketlerin yapılabilmesi için, tam günlük korselerde sırt kasların zayıflamasına karşı ve torakal hipokifoza karşı uygulamaktadırlar.

Hasta takipleri genellikle korse içinde ve korsesiz ortogonal radyografilerle değerlendirilmektedir. Bazı merkezler radyasyona karşı korsenin uygun olup olmadığını emin olduktan sonra takipleri röntgensiz olarak yapmaktadırlar.

Çoğu çalışmada korse içindeki korreksiyon prognostik faktör ola bileceği söylenmektedir [29, 30]. Korse içi korreksiyon eğriliğin fleksibilitesi, korse yapısı ve kemerlerin gerginliğine bağlıdır [31]. Eğriliğin fleksibilitesi kontrol edilemesede hedeflenen sonuç için diğer iki faktörlerin kontrol edilmesi lazım.

Adolesan idiyopatik olgularda korse tedavi programı (tam gün kullanımında en az 20 saat/gün kullanılmasıdır) ile ilgili yapılan bir metaanaliz çalışmasında tüm gün kullanmanın kısmi olarak kullanmadan daha etkin olduğu gösterilmektedir [32]. Prospektif olarak yapılan başka bir çalışmada korsede kalma süresi arttıkça daha iyi sonuçlar alınmaktadır [33].

2.7.1.2 Alçılama Tedavisi

Literatürde skolyozların alçı yöntemi ile düzeltilmesini ilk döküman eden Sayer olduğu (1877) bilinmektedir [34]. Daha sonradan Hibbs ve arkadaşları gerdirme alçısını kullanmaya başladılar [35]. Bu alçı kaba ve yürümeye izin vermiyordu. Bu yöntemi Risser dahada geliştirerek traksiyon cihazında alçıyı sadece gövde kısmına uygulamaya başladı [36]. Bu alçının üç nokta prensibi ile çalışmaktaydı ve rotasyonel deformitelere etkisizdi (Şekil 7).



Şekil 7. Sayer yöntemi ile alçılama ve Hibbs alçısı [32]



Daha sonradan Cotrel ve Morel bu yöntemin ana komponentlerini ortaya koydular bunlar: Elongasyon, Derotasyon ve Fleksiyondur (EDF): elongasyon pelvik kemerler ve kafa tutucusu ile omurgaya uygulanan uzununa traksiyondur. Derotasyon kaburgalara kemerler yardımıyla oblik kuvvet uygulama ile, lateral fleksiyon pelvik kemerlere farklı kuvvet uygulamakla elde edilirdi [37].

Spinal implantların gelişmesile bu yöneme ilgi azalmaya başladı. Enstrumantasyon ve skolyozların doğası ile ilgili çelişkili bilgiler arttıkça bu yöntem yeniden gündeme geldi [24]. Korseyle kıyaslandığında deformite düzeltilmede veya zaman kazanma adına deformite progresyonunu önlemede oldukça etkin yöntemdir. Günümüzde traksiyon masası olan merkezlerin bu yöntemi artık sık kullandığına dair ve konjenital olgularda etkin olduğuna dair çalışmalar mevcuttur[38, 39].

Güncel uygulama tekniği Mehta tarafınca tarif edilmiş: hasta supin olarak traksiyon masasında (AMİL frame. Protex LTD. Malta) baş ve pelvis tespit edilmiş şekildedir. Traksiyon iliak kanatlardan ve mandibuladan uygulanmaktadır. Hastanın skapular bölgeden omuzları, kolları ve pelvis altından destekler mevcuttur. Lomber lordozu azaltma adına kalçalar fleksiyona alınmaktadır. Traksiyon uygulandıktan sonra alçı uygulaması pelvisden başlanmaktadır. Bazı merkezler konkav tarafı daha fazla traksiyon uygular [40]. Alçı çorabı ve sonrasında pamuk sarıldıktan sonra iliyak kantlar üzerine ve eğriliğin apeksine keçe uygulanmaktadır. Kliniğimizce bu hastalara hafif ve suya dayanıklı olduğundan fiberglass-plastik alçı kullanılmaktadır. Alçının destek aldığı kısım iliak kanatlar olduğundan bu bölgenin iyi bir şekilde mold edilmesi şarttır. Daha sonradan yukarıya doğru alçı sarılarak devam edilir. Eğer eğrilik apeksi T8 ve daha kaudaldaysa alçılama işleme aksiller bölgeye kadar yeterli sayılmakta. Daha sefalik bölge eğrilikleri omuzlara, mandibulaya ve oksiputa kadar uzatıla bilir. Deformite korreksiyonu sadece traksiyonla değil manipulyasyonlada yapılmaktadır. Rotasyona uğramış göğüs kafesi ayna yardımı ile derotasyon ve mold işlemi uygulanır. Dikkat edilecek kısım alçıya önden bastırılmamasıdır. Alçılama işlemi bittikten sonra iki pencere açılmaktadır. Bunların ilki karın ve göğüsün ön kısmında aşağı kostaların rotasyonunu engelleyecek şekilde ters “kum saati” şeklindedir.

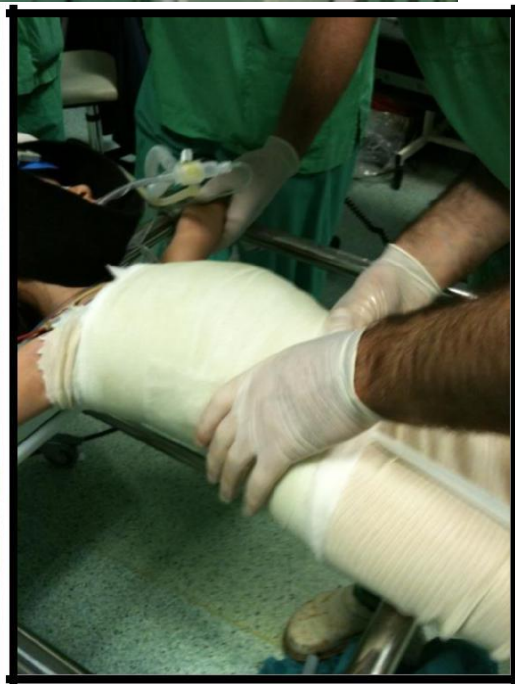
İkinci pencere posteriorda ve eğriliğin konkav tarafında ters “D” harfi şeklinde açılmaktadır. İlk pencere solunum diğer pencereyse rotasyona uğramış toraksın kompresiyonunu önleme ve derotasyonu dahada etkin etme adınadır. Daha sonrasında aksiller bölge ve uyluk fleksiyonun engeleye bilecek alçı fazlalıkları kesilir (Şekil 8).

Alçılama işlemi entubasyon altında genel anestezi ile veya İV ketiamin infuzyonu ile yapılmaktadır. Bazı merkezler büyük yaşlı çocuklara anestezi olmadan uyguladıklarını yazmaktadırlar [41]. Traksiyon ve mold esnasında solunum restriktif tipte etkilendiği için entubasyon önerilmektedir. Ayrıca PİP değeri (Peak İnspiration Pressure) yaklaşık olarak 2 kere arttığı için bu durumu kapaklar açılana kadar anestezi hekiminin göz önünde bulundurmalıdır [42].

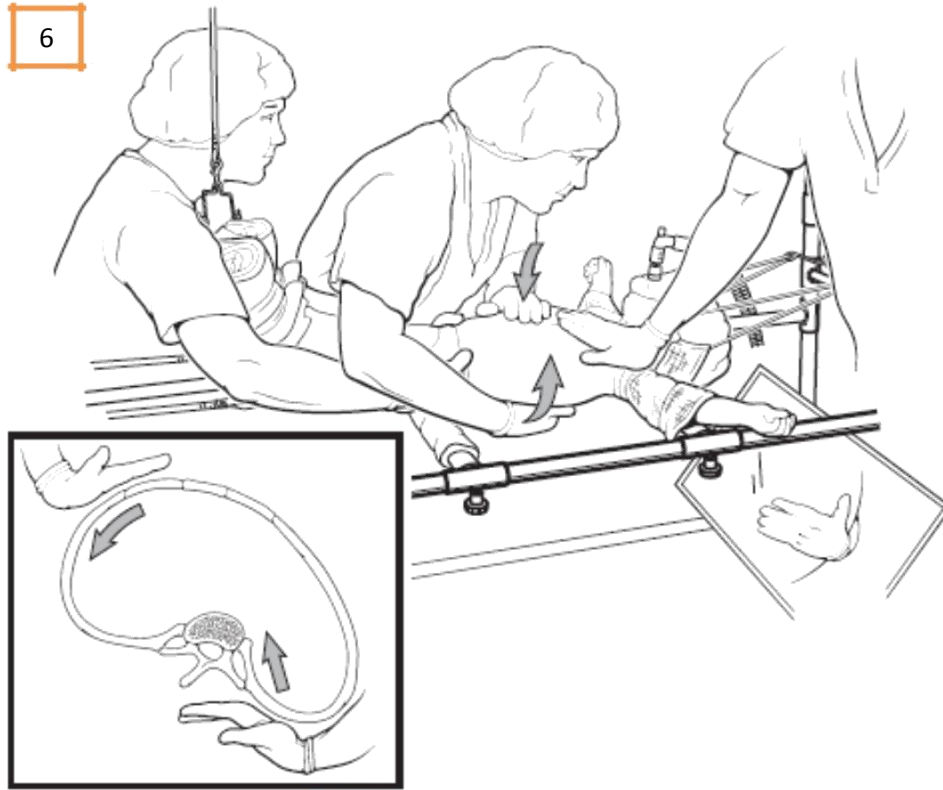
Alçılama işlemi hasta yaşına bağlı olarak 2-4 ay ara ile tekrarlanır. Alçı tedavisi genellikle en azı 1 yıl devam etmeli ve alçısız grafide $\leq 10^\circ$ düzelmede alçı başarısı kriteridir [24].

Komplikasyonlara bakacak olursak en sık görülen cilt irritasyonudur ve genellikle spontan olarak rezole olmaktadır. Bundan başka potansiyal olarak bu hastalarda superior mezenterik sendrom, gastroözefageal reflü, astım agrevasyonları olabilmektedir. Ayrıca tekrari anesteziye maruz kalma sonrası öğrenimde zayıflamalar görülmektedir.









Şekil 8. Traksiyon masası ve alçılama tekniği. 1- Traksiyon masasının, 2- hastanın traksiyon masasındaki pozisyonu, 3- alçının sarılması ve iliak kanatların mold edilmesi, 4 ve 5 aynanın kullanılarak derotasyon uygulanması, 6- pencerelerin açılması, 7- yüksek torakal skolyozlar için omuzu geçen alçılama yöntemi.

Sonuçlar: Mehta [43] 136 hasta serisinde 9 yıllık takip sonucunda skolyoz ortalama 32° olan ve erken yaşlı 94 hastada eğriliğin tamamen düzlediğini, ikinci ortalama 52° skolyoz qurupunda eğriliklerin kısmi olarak düzeldiğini görmüştür.

55 vaka serisi ve en az bir yıllık takip süresi ile Sanders [44] 49 hastada eğriliğin regrese olduğunu, 9 hastanın ameliyat edildiğini ve bunlardan altısının eğriliğinin progrese olduğu için üçünün ise ailesinin kararı ile ameliyat olduğunu söylemektedir. Erken yaş, idiyopatik etyolojili olması ve eğriliğin $<60^{\circ}$ olması iyi prognostik faktörlerdendir.

Benzer başka çalışmalarda [45, 46] ameliyat erteleme adına benzer sonuçlar alınmıştır. Ayrıca distraksiyon bazlı büyüyen rod ve alçı tedavi yöntemlerini karşılaştıran çalışmada [47] omurga büyümesinin her iki qurupda aynı olduğu ve alçı yapılan qurupda ameliyatın 1.7 yıl ertelendiğini söylemişler.

2.7.1.3 Halo Traksiyon Uygulamaları

Halo traksiyon uygulaması ileri derece deformite olgularında preoperatif uygulanarak zaman kazanma, pulmoner fonksiyonları azda olsa normalize etme ve cerrahi esnasındaki nörolojik komplikasyonları azaltma amacıyla kullanılmaktadır. Güncel halo sistemi ile çocuklar uygulama ağrısı geçince (genellikle 24 saat sonra) aktive ola bilmektedirler. Az invaziv işlem olduğundan hastalara aylarla ve özel durumlarda daha da uzun süre kullanıla bilinmektedir [48].

Erken başlanğıçlı skolyoz hastalarında çoğu zaman eşlik eden komorbiteler ve ya fizik özelliklerinden dolayı her hangi cerrahi uygulama önerilmemektedir. Örnek olarak yaygın osteopenik olan hastanın ileri derecede deformitesini implant gevşemesinden dolayı tedavi mümkün olmamaktadır. Başka bir örnekte ileri kifotik komponenti olan skolyoz hastalarında büyüyen rod uygulaması oldukça zor olup ve rod eğimleri

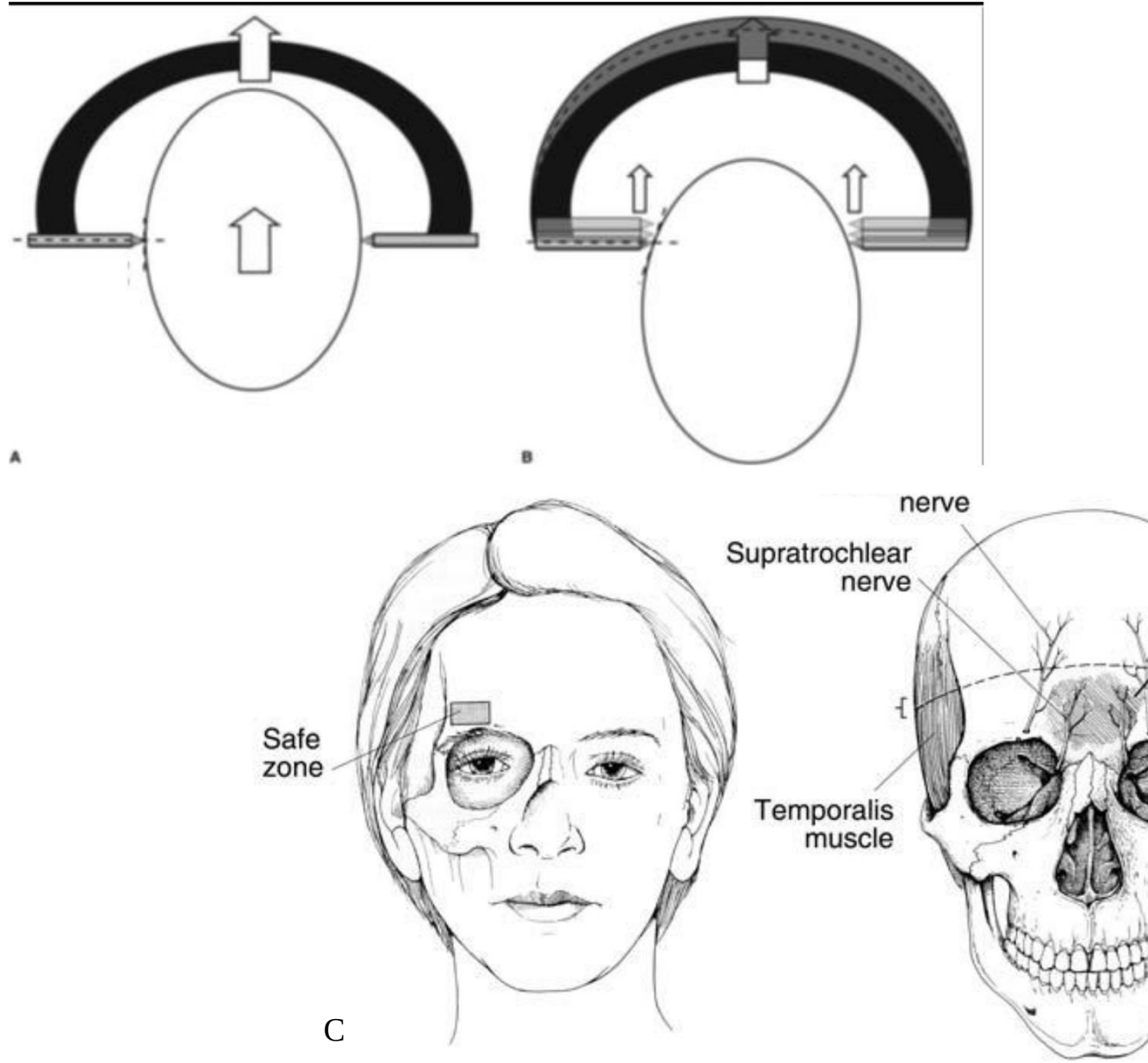
fazla olduğu için ve deformite rijid olduğu için uzatmalar etkisiz kala bilmektedir [48].

İleri derece eğriliklerin korreksiyonunda osteotomiler ve kanal manipulyasyonuna ihtiyaç olduğundan potansiyal nörolojik komplikasyonlar mevcuttur. Özellikle kanal stenozu olan, daha önceden füzyon işlemi uygulanmış oldukta, füzyon sefalik bölgede hiper mobil segment olduğu zaman bu risk dahada artar [49]. Yapılan bir çalışmada preoperatif Halo traksiyon uygulaması akciğer vital kapasitesini akut olarak %10 arttırmaktadır [50]. Buna sebep traksiyon altında olan gövdede diyafram için daha fazla ekskursiyon yeri sağlamasıdır. Sonuç olarak halo uygulaması için endikasyon; ileri derece omurga deformitesi olan ve torasik yetmezlik sendromu riski taşıyan hastada osteopeni varlığı, akut korreksiyon esnasında nörolojik hasar riski olan hastalardır. Ayrıca bu hastalarda akciğer vital kapasitesi arttığı için ameliyat ve anestezi için fizyolojik yönden uygun hale gelmektedirler.

Bu uygulamada mutlak kontrendikasyon: halo sisteminin uygulanacağı kemik stoğu ile ilgili ola bilir- örnek olarak osteogenezis imperfekta ve fibroz displazi. İntra ve ekstamedulyar lezyonların olması (tömör, sirinks) ve ileri derece kanal stenozudur. Pin penetrasyon ihtimali olduğu 18 aydan küçük ve nörolojik hasarlar ola bileceği için kısa akut açılı kifozlarda önerilmemektedir [51].

Halo uygulaması genel anestezi altında uygulanmaktadır. Uygulanan pin sayısı arttıkça enfekte ve gevşeme ihtimalide azalmaktadır. Pin uygulanacağı kemiğe dik bir bir şekilde uygulanmalı(**Şekil 9**) [52]. Pinler uygulandıktan sonra yaşa uygun aynı kuvvetle torklanmalı. Örnek olarak 5 yaşındaki çocuk 5 inch kadar torklanmalı, frontal ve oksipital bölge pin uygulaması için güvenli bölgedir. Traksiyon sistemi ya yürütece yada tekerlekli sandalyeye monte edilmektedir. Traksiyon kuvveti yük ile ve ya yaylı sistemlerle labilmektedir. Ağırlık ve traksiyonda kalma süresi, tolere edildikçe arttırılmaktadır. Ağırlık arttırıldığı esnada yakın kraniyal ve ekstremitte nörolojik takip yapılmalıdır. Yükün vücut ağırlığının %50 kadar arttırıla bilir. Genellikle boyun ağrısı ana kısıtlayıcı faktördür. Ana amaç iki hafta içinde oturma esnasında kalçaları kaldıracak kadar,

ayakta iken parmak ucunda yürüyecek kadar ağırlığın arttırılmasıdır. Radyolojik değerlendirme 3-4 haftada bir yapılmaktadır.



Şekil 9 [53]. Pin uygulama bölgesi ve tekniği

A- doğru pin uygulama tekniği (dik açı ve ekvatora yakın)

B- yanlış açı ve ekvatorundan uzak

C- güvenli bölge

Pin dibi enfeksiyon ve boyun ağrısı en sık görülen komplikasyon olup ve genellikle oral antibiyotikle kontrol altına alınabilmektedirler [51]. Enfekte pin penetrasyonuna sekonder intrakraniyal abseler ciddi komplikasyon sayılmaktadır. Enfekte pinin daha bir komplikasyonu sellulittir. Enfeksiyon bulguları olmadan pin dibinde ağrının olması gevşeme bulgusudur. Boyun ağrısı ağırlık kısıtlayıcı bulgulardandır [54]. Bu hastaların sık sık nörolojik müayenesi yapılmalı, boyun anomalisi ve hipotonik tipte hastalığı olan bireylere boyun ağrısı olmasa dahi aylık yanservikal grafi ile kontrol yapılmalıdır.

2.7.2 Büyüyen Omurgada Cerrahi Tedavi Yöntemleri

Tek ve çift büyüyen rod sistemi: Ameliyat zamanlaması konusunda ortak fikir olmasada progressif eğriliklerde erken müdahale (konservatif ve ya cerrahi) göğüs kafesi deformiteleri ve bunların kardiyopulmoner sistem üzerinde etkilerini azaltmaktadır. EBS tedavisinde kullanılan büyüme dostu teknikler genel olarak üç grup olarak değerlendirilebilir: distraksiyon bazlı, kompresyon bazlı ve büyüme bazlı(kılavuzlu) [55]. Distraksiyon bazlılara örnek vertikal uzaya bilen prostetik titanyum sistemi-VEPTR, geleneksel uzatılabilen rodlar, manyetik uzatılabilen rodlar verilebilir.

EBS ve Cobb açısının $>45^\circ$ olması ve ya progressif görülen olgularda cerrahi endikasyon mevcuttur[56]. İdeal hasta grubu konjenital omurga malfarmasyonu olmayan idiyopatik, nöromuskuler ve sendromik tanıli hastalardır. Daha önceden tedavi amacı kısa ve sert omurgaydıysa daha sonra tanımlanan kranşaft fenomeni bu amacı değiştirdi [57]. Güncel

olarak bazı spinal eğriliğin kabul edilebilir sınırları; omurga büyümesi ve göğüs kafesi gelişimi akciğer gelişimi için yeterli olsun [56]. Önemli gelişmelerden birisi Marchetti ve Faldini tarafınca geliştirilen teknik olan uç kısımların füzyon tekniğidir.

Çift rod tekniğinin tek rod ile kıyaslandığında klinik olarak ve komplikasyonların az olması yönünden olarak daha üstün olduğu bilinmektedir [2]. Eğer hastada TYS ve multipl seviyyede vertebra anomalileri mevcutsa hastaya VEPTR ameliyatı daha uygun olmaktadır. Ya da başka bir deyişle eğer hastada izole olarak skolyoz mevcutsa (TYS ve göğüs kafesi anomalileri yoksa) kaudal ve kraniyal sonlarda sistemin vertebraya tespiti daha doğru olur. Bu zaman sekonder olarak göğüs kafesi sertliyini ortadan kaldırır ve omurgaya uygulanan kuvvetlerin mobil kostalar üzerinden azalması olmaz. Uzatmalar genellikle 6 ayda bir yapılmaktadır [58].

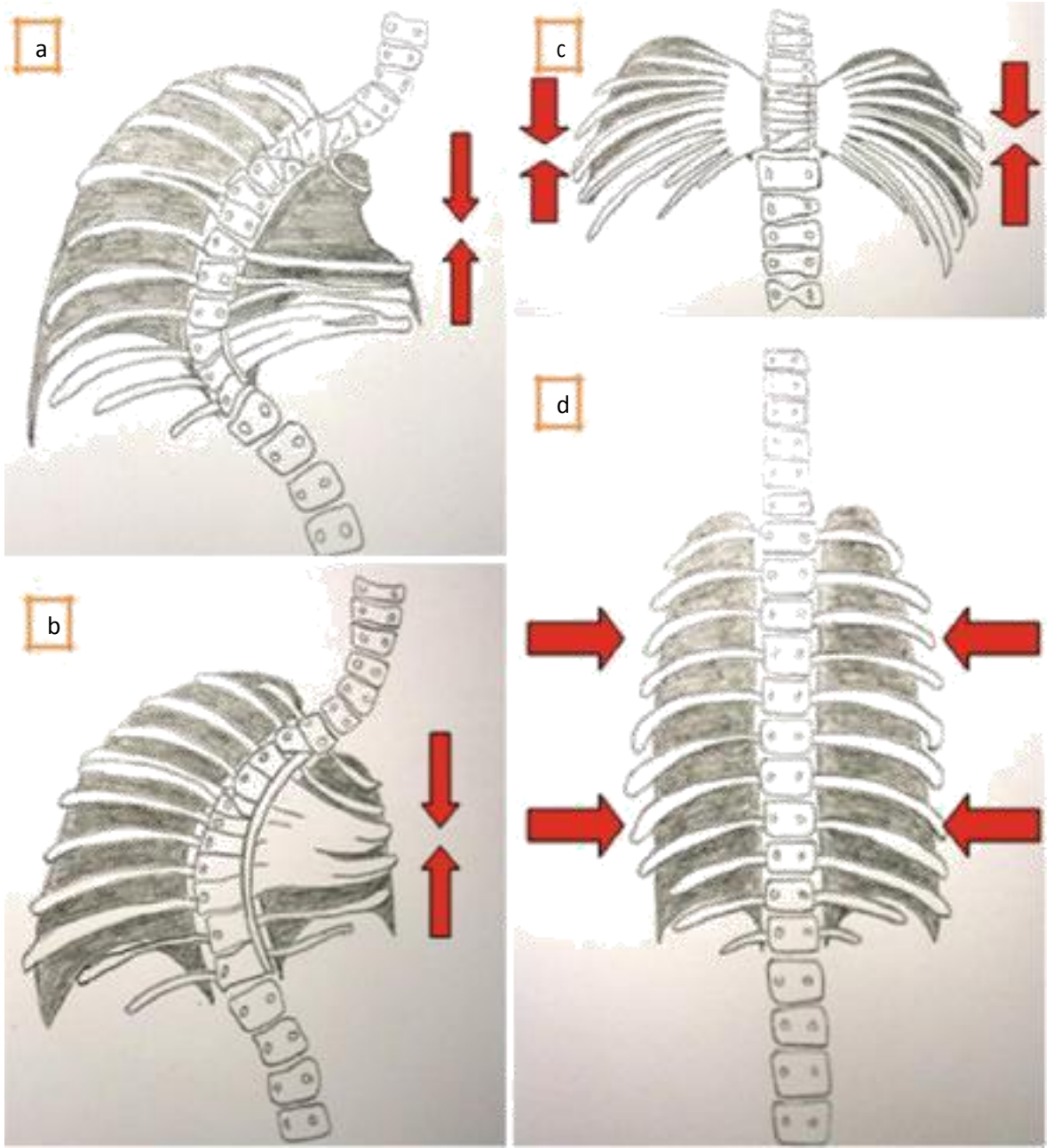
Nihai füzyon zamanı büyüyen rod sistemini çıkartılarak omurgayı ekspose etmek, korreksiyon manevraları ile rezidual deformiteleri korrekte ederek artrodez işlemi uygulanır.

Komplikasyonlar lokal yara yeri komplikasyonları (submuskuler qurupla kıyaslandığında subkutanöz vakalarda daha sık), tekrari anesteziye bağlı komplikasyonlar ve rod kırılmaları ve implant yetmezliğine bağlı ola bilmektedir. Komplikasyon oranları genellikle yüksek olup kifotik komponentin eşlik etmesi ve erken ameliyat olması bu oranı dahada arttırmaktadır. Pelvik fiksasyonun sistemin daha dayanıklı olmasına ve eğrilik kontrolünde daha başarılı olmasına dair çalışma mevcuttur [59].

VEPTR Ekspansiyon Torakoplastisi: primer endikasyonu TYS dur. Tedavide konstrikte olan toraksın (tektaraflı ve bilateral) genişletilmesidir. Bu yöntemde göğüs kafesi hareketi restore edilmediği için diyafram hareketleri üzerinde ne kadar olumlu olduğu bilinmemektedir [11]. Tedavide ilk aşama göğüs kafesi volüm deplasman anomalisinin sınıflandırılmasıdır (**tablo 1. Şekil 10**).

Volüm deplasman yapan anomali tipi	Torasik defisit	Akciğer volüm kaybı mekanizması	Örnekler
I. Kosta yokluğu ve skolyoz	Tek taraflı torasik hipoplazi	Akciğer göğüs kafesi içine prolapse olmuş	VATER
II. Füzyona uğramış kostalar ve skolyoz	Tek taraflı torasik hipoplazi	Kosta füzyonu ve kısa hemitoraksa bağlı akciğerlerin konstruksiyonu	VATER send., Torakotomiye sekonder
III. kısa toraks	Global taraflı torasik hipoplazi	Bilateral torakal yükseklik kaybına bağlı akciğerin uzununa konstruksiyonu	Jarcho – Levin send.
IV. Transvers planda konstrikte toraks	Global taraflı torasik hipoplazi	Kosta deformitesine bağlı akciğerlerin konstruksiyonu	Jeune asfiktik torasik distrofi Skolyoza bağlı rüzgar deformitesi

Tablo 1. Torasik hacim deplasman anomalileri [11]



Şekil 10. Torasik hacim depresman anomalileri [11]

- a. Tip I
- b. Tip II
- c. Tip IIIa
- d. Tip IIIb

Eğer miks tipde anomali mevcutsa VEPTR ameliyatı her segment için ayrılıkta uygulanması lazım (uzununa ve ya lateral ekspansiyon).

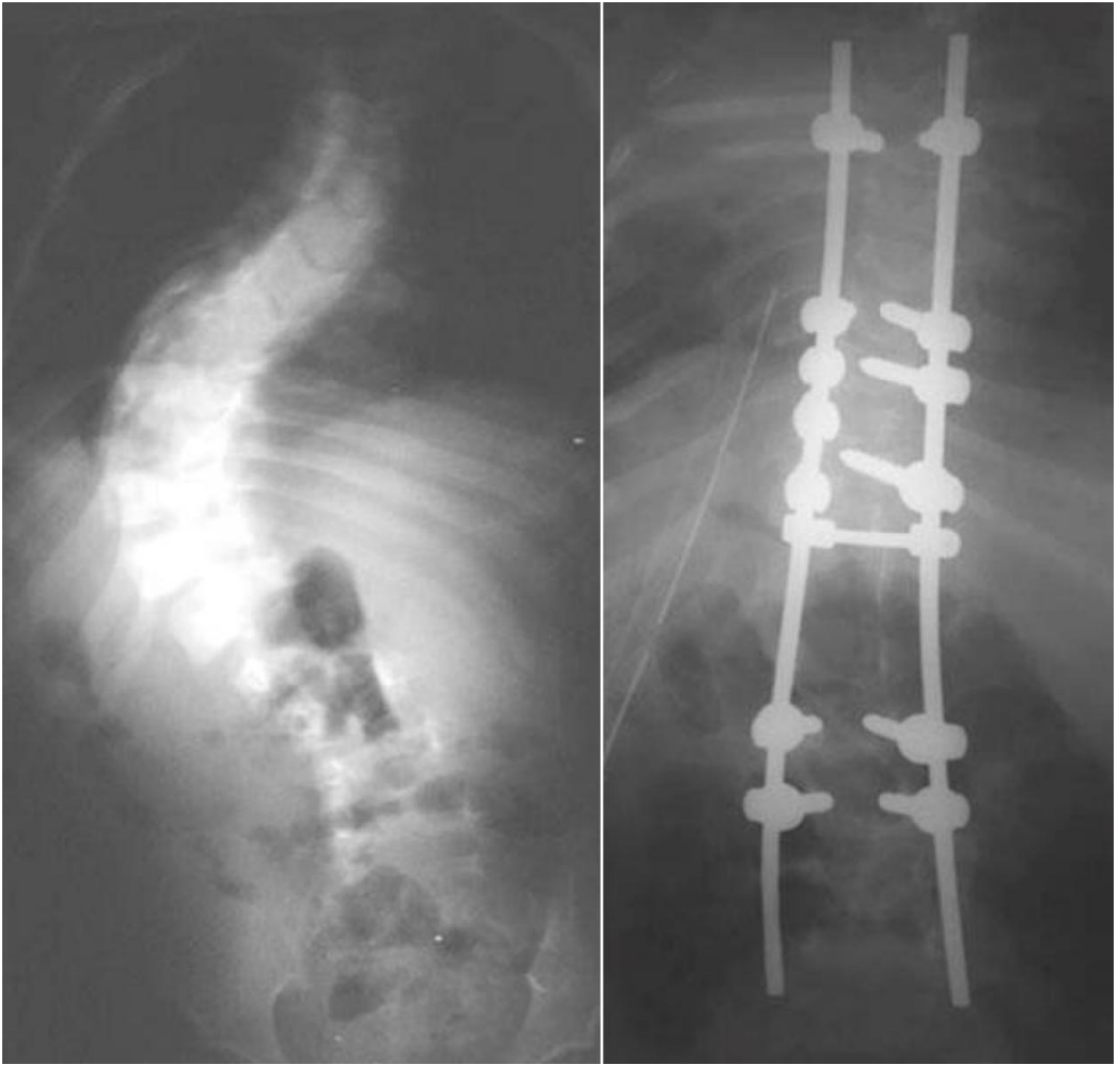
Ameliyat endikasyonu olarak TYS tanısı almış kemik yaşı immatür olan hastalardır. Kontrendikasyonlar olarak kemik matüritesine ulaşmış olması, zayıf kosta kemik stoğu ve ya kostonun olmamasıdır. Kosta agenezi olgularında kosta otogreftleri ve klavikula osteotomisi ile uygulanabilir. Yumşak doku kalitesi VEPTR için kritik faktördür. Ama bu hastalar takipnoik olduklarından genellikle kalori defisitine bağlı zayıf yumşak doku kalitesi mevcut. Postoperatif dönemde diyet eklemeleri ve gerekirse NG tüp takılarak kalori replasmanı yapılmalıdır. Zayıf akciğer fonksiyonları kendiliğinde kontrendikasyon oluşturmazlar.

Tip iki deformitelere açık kama torakostomi uygulanmaktadır. Yılda iki üç kere uzatma işlemi uygulanmaktadır.

Konjenital skolyozlarda konveks büyüme arresti: Genel olarak hiperkifotik komponentin eşlik etmediği ve $<70^\circ$ skolyozlarda, malfarmasyon olan vertebraların sayının beşden az olması, ve beş yaşında küçük olmasıdır. Sagittal plan deformiteleri, servikal bölge deformiteleri, intraspinal anomaliler, posterior ark defektleri (myelomeningosel) ve tek taraflı barların olması bu yöntem için kontrendikasyon teşkil etmektedir. Tek hemivertebrayla oluşan deformiteler hemivertebraektomi prosedüründe eklenmesi sonrası iyi sonuçlar alınmaktadır [60]. Modifikasyon örneklerinden konveks tarafın transpedikulyar vidalarla epifizyodez işlemi ve konkav bölgeye enstrumante distraksiyon sisteminin uygulanmasıdır [61, 62, 63].

Büyüme kılavuzlu enstrumantasyon- Shilla yöntemi: Bu yöntem EBS tedavisinde yeni ve farklı yaklaşım şeklidir. Bu tedavide maksimum sayıda büyüme merkezlerinin korunması gerekmektedir. Daha az segment füzyona dahil edilmelidir. Enstrumantasyonda özel implantlar kullanılmaktadır. Teknik olarak eğrilik apeksinde, sefalad ve kaudal uçlara enstrumantasyon işlemi yapılır. Deformite apeksinde osteotomi yapılarak akut korreksiyon

yapıla bilmektedir. Bu yöntemde komplikasyonlara bağılı tekrar ameliyat oranı geleneksel distraksiyon bazlı hastalardan daha azdır. En sık görülen kaudal ve ya sefalad kısımlardaki implant gevşemeleridir. Bu komplikasyonu büyük çaplı vida ve mümkün olduğu kadar anatomik uygulamak ile en aza indirmek mümkündür. Başka bir yöntemse sefalad uçtakı vidalara destek amacıyla sublaminar tellerin uygulanmasıdır [64] (şekil 11).



Şekil 11. Shilla tekniği radyolojik örnek [64].

Manyetik kontrollü rod sistemleri: Geleneksel distraksiyon bazlı rodlar tekrari ameliyatlardan doğan komplikasyon mevcuttur. Manyetik rod sistemi bu komplikasyonları azaltmak amacıyla oluşturulmuştur. Uzatma seanslarında USG kullanılması radyasyon riskinide en aza indirmiş olur. Preklinik ve erken klinik çalışmalar bu konuda umutverici mesajlar vermektedirler [3]. Endikasyon kriterleri: immatür hastada progressif erken bağlanğıçlı skolyoz(EBS) olması ve ya torasik yetmezlik sendromu (TYS) riski olmasıdır. Kontrendikasyonlar olarak: hasta vertebrasında infektif ve ya patolojik durumların olması (hansı ki, implantın kemiğe güvenli tepitini tehdid edecek olması: osteoparoz ve ya osteopeniya), metal allejisinin olması ve ya komponentlerine hassaslığın olması, hastada aktif elektronik cihazların olması (pacemaker ve b.), hastanın tedavisi esnasında MRG çekimlerinin ihtiyaç olması, 2 yaşından küçük hastalar, vücut ağırlıklarının 11.5kg az olması, hastada uyumsuz implantların olmasıdır. Uzatma sıklığı ortalama 3 aydır [65]. Komplikasyon olarak kısa zaman takibinde uzunluk kaybı, rod kırılması kaudal sefalad kısım implant gevşemeleri ve b. . Bu hastaların maliyeti geleneksel kullanılan uzatma sistemleriyle kıyasla daha azdır [66].

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Hacettepe Üniversitesi Etik Kurul onayı alındıktan 10.2009 - 05.2016 tarihleri arasında erken başlanğıçlı skolyoz tanılı hastalara iki farklı hekim tarafınca genel anestezi altında traksiyon masasında elongasyon, derotasyon, fleksiyon yöntemi ile alçı uygulanmış hasta bilgilerine ulaşılmıştır. Çalışmaya dahil etme kriterleri olarak en az iki kere alçı yapılmış olması, alçı öncesi ve sonrası grafiplerin olmasıdır.

Bakılan değerler T1-T12 yükseklik, T2-T12 kifoz, L1-L5 lordoz, major eğrilik Cobb açısı, kompensatuar eğrilik Cobb açısı, koronal balans, pelvik obliqlitedir. Bunlardan kifoz, lordoz ve Cobb açıları ilk, ilk alçı sonrası değer ve son takip değer olarak bakılmıştır. Bakılan özelliklerse tedavi başlama yaşı, alçı sayısı, takip süresi, cinsiyet, eğrilik lokalizasyonu, eğrilik tipi, kifotik komponentin eşlik edip etmemesidir.

Alçılama yöntemi Mehta ve Sanders'in tariflediği yöntemle traksiyon masasında genel anestezi altında uygulanmış (teknik detaylar 2.7.1.2 alt başlığında anlatılmış). Alçı değişimi 2-4 ay aralıklarla yapılmıştır.

Hasta değerlendirilmesi 2 grupta yapılmıştır: Ana eğrilik Cobb açısı sabit ve ya regrese olan grup, ana eğrilik Cobb açısı ($5^{\circ} \leq$ progrese olan) progrese olan grup.

İstatiksel yöntem olarak iki yönlü model analizi ve lojistik regresyon modeli kullanılmıştır. Karşılaştırmalar grup içinde ve gruplar arasında yapılmış. Gruplar arasında ve zamanlar arasında fark ≤ 0.05 olduğunda anlamlı olarak kabul edilmiştir.

4. BULGULAR VE SONUÇ

Toplam 53 hastaya erken başlanğıçlı skolyoz tanısı ile alçı tedavisi uygulanmış. Kriterleri karşılamadığı için 18 hasta dışlanmıştır. 5 hasta pür kifoza olduğu için çalışmaya dahil edilmemiştir. 23 hasta tedavi sonucunda deformiteleri sabit ve ya regrese etmiş, diğer 7 hastanın deformitesi progresifleşmiştir. Sonuçlar **tablo 2**'de listelenmiştir.

BAKILAN PARAMETRELER	SABİT VE YA REGRESSİF GRUP 23hasta / 76.6%	PROGRESSİF GRUP 7 hasta / 24.4%	"P" DEĞERİ
Cinsiyet K/E	14/9	6/1	0.228
Etyoloji konj./send./idiyo.	15/ 3/5	3/ 3/1	0.357
Tedaviye başlama yaşı (ay)	51.3 ± 28. 8	45.1 ± 19. 5	0.603
Kifoza durumu normal / (+)	15/ 8	4/ 3	0.515
Eğrilik tipi akut / uzun	1/ 22	1/ 6	0.418
Eğrilik lokalizasyonu			
Torakal / lomber + T.lomber	5 / 18	5 / 2	0.026
Takip süresi (ay)	24.5 ± 13. 4	30.4 ± 13. 4	---
Alçı sayısı	5.3 ± 3. 4	6.1± 1. 7	---
T1 – T12 yükseklik ön	13.9 ± 2. 5 cm	13.7 ± 2. 8 cm	0.536 ¹
T1 – T12 yükseklik son	15.6 ± 2. 5 cm	14.4 ± 2. 2 cm	
T2-T12 kifoza ilk	44° ± 17. 7°	50.1° ± 24.5°	
T2-T12 kifoza 1.alçı	37.1° ± 15. 8°	31° ± 22°	
T2-T12 kifoza son	41.3° ± 17. 1°	45.2° ± 26.3°	0.858 ²
L1-L5 lordoz ilk	40.2° ± 14.9°	42.5° ± 13°	
L1-L5 lordoz 1.alçı	28.9° ± 9.6°	32.5° ± 16°	
L1-L5 lordoz son	39.2° ± 12°	33° ± 15.4°	0.980 ³
Ana Eğrilik ilk	59.4° ± 20. 8°	54. 8° ± 13. 8°	0.532
Ana Eğrilik 1.alçı	48.6° ± 19. 1°	55. 2° ± 13. 2°	0.599
Ana Eğrilik son	58.5° ± 26. 1°	73° ± 16°	0.181 ⁴
Kompensatuar eğrilik ilk	21° ± 26. 6°	23.5° ± 33. 2°	
Kompensatuar eğrilik 1.alçı	16.5° ± 23. 9°	25.4° ± 31. 9°	
Kompensatuar eğrilik son	26.7° ± 33. 8°	23° ± 30. 8°	0.825 ⁵
Pelvik obliqlite ilk	5° ± 5°	0.4° ± 0. 7°	
Pelvik obliqlite son	4.9° ± 7. 5°	1.8° ± 2. 4°	0.131 ⁶
Koronal balans ilk	1.8 ± 1.4cm	1.1 ± 0. 6 cm	
Koronal balans son	3.5 ± 5.9cm	1.1 ± 0. 6 cm	0.196 ⁷
Ameliyat edilmiş hasta sayısı	6 / 26%	3 / 42. 8%	

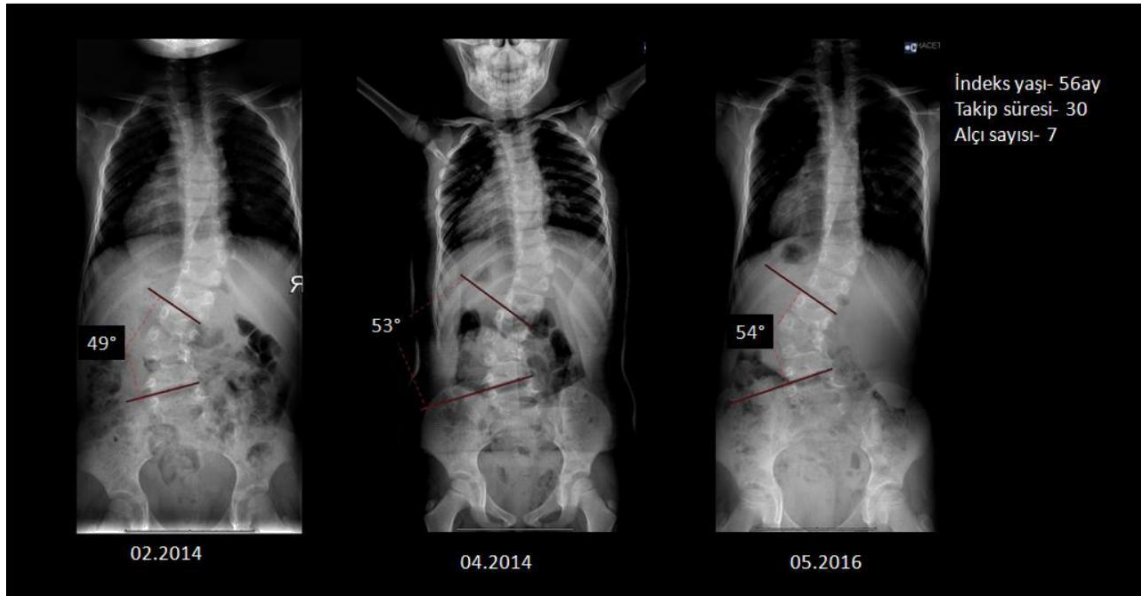
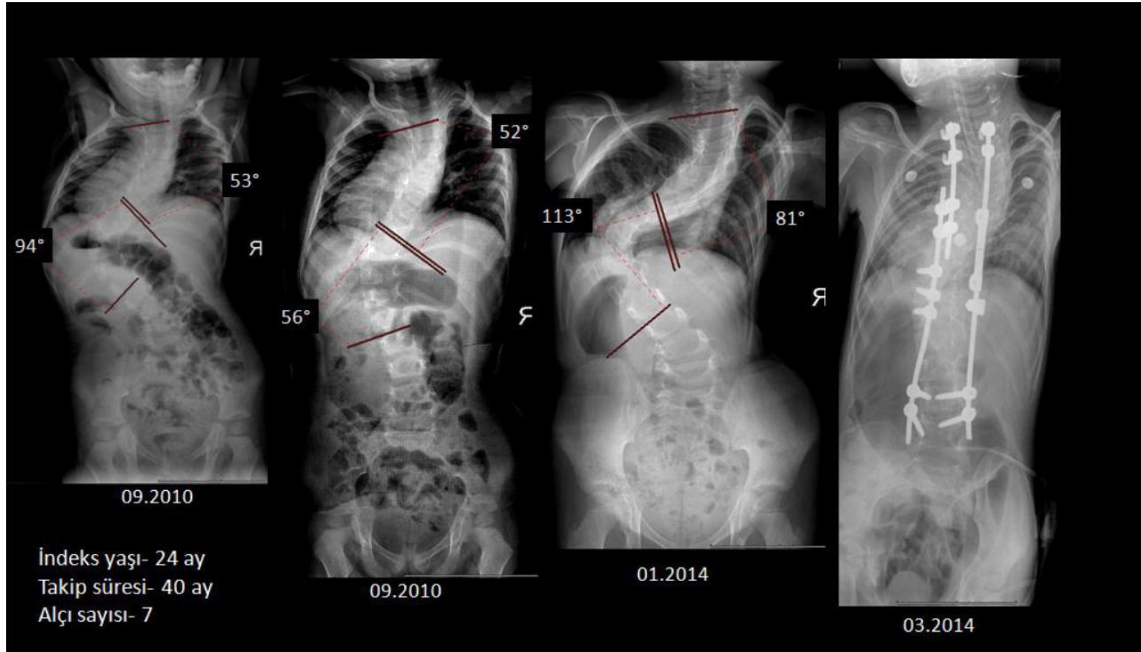
Tablo 2: Karşılaştırmalı sonuçlar sonuçlar

1 - Grup içinde ön ve son değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark mevcut (P=0.01). 2- Her grupta ön ve 1.alçı değerleri arasında anlamlı fark mevcut (P=0.000). 3- Ön ve 1. Alçı değerleri arasında anlamlı fark mevcut (P=0.013). 4- Regresif ve sabit grupta ön değer ve 1. Alçı arasında (P=0.000), 1. Alçı ve son değer arasında anlamlı fark mevcut (P=0.032) progressif grupta ilk ve son değerler(P=0.001), 1. Alçı son değer arasında (P= 0.037) anlamlı fark mevcuttur. Gruplar arasında her 3 değerinde etkileşim olsada istatistiksel olarak anlamlı fark yok. 5- Gruplar içinde değerler arasında anlamlı fark yok (P=0.684). 6- Gruplar içinde değerler arasında anlamlı fark yok (P=0.407). 7- Gruplar içinde değerler arasında anlamlı fark yok (P=0.462).

Sonuçlardan görüldüğü kadarıyla indeks ana eğrilik derecesi prognostik olarak her hangi önemi yoktur. Buna rağmen ilk değer ve 1. alçı değerleri arasında regressif grupta anlamlı fark (P=0.000) mevcuttur. Ama bu fark gruplar arasında karşılaştırıldığında anlamlı fark olmamaktadır (P= 0.599) . İstatistiksel değerlendirmede sadece eğrilik lokalizasyonu anlamlı olarak sonuçlanmıştır (P= 0.026). Eğrilik lokalizasyonu kraniale doğru yaklaştıkça tedaviye yanıtı azalmaktadır (Şekil 12). Diğer hasta özelliklerinden etyoloji, tedaviye başlama yaşı, cinsiyet, kifotik komponentin eşlik edip etmemesi gibi parametreler “lojistik regresyon modeli” ile değerlendirildiğinde sonuçlar alınsada istatistiksel olarak anlamlı olmamaktadır. “Lojistik regresyon modeli”nden çıkan sonuçlar **Tablo 3’de** özetlenmiştir.

PARAMETRE	SONUÇ
Tanı	- Sendromik / idiyopatik 2.3 kat daha progressif Konjenital / İdiyopatik 4.42 kat daha progressif
Cinsiyet	-Kızlarda progressifleşme ihtimali 3.48 kat daha fazla
Tedavi başlama yaşı	- Her yaş bir önceki yaş yılına oranla 1.45 kat daha fazla progressifleşme ihtimali mevcut
Eğrilik lokalizasyonu	- Torakal lokalizasyonlularda 44.8 daha progressif (P=0.026)
Eğrilik tipi	-Akut açılı olgular 62 kat daha progressif
Kifotik komponentin eşlik etmesi	-Kifotik komponenti olan hastalar 2.58 kat daha progressif

Tablo 3: Lojistik regresyon modeli ile alınan sonuçlar



Şekil 12: Örnek vakalar. Yukarıdaki resimde idiyopatik etyolojili torakolomber ve torakal lokalizasyonlu akut açılı kız hasta alçı tedavisi ve erken tedaviye rağmen deformitesi zamanla progrese olarak büyüyen rod uygulaması yapılmış. Aşağıdaki resimde konjenital etyolojili akut açılı lomber lokalizasyonlu kız hasta. Hemivertebral doğal seyri itibariyle ağırsif tip deformite oluştursada alçı uygulamalarına olumlu yanıt vermiştir.

Lojistik regresyon modelinden alınan sayısal sonuçları bir formül haline salarsak aşağıdaki gibi sonuç almaktayız:

$$e = 2.718282$$

$$X = -5.81 + 3.481 \times \text{cinsiyet}(K=1, E=0) - 1.485 \times \text{tanı(konj. ve idiyop.)} + 0.834 \times \text{tanı(send. ve idiyop.)} - 0.949 \times \text{kifoz durumu (normal =1, hiperkifoz=0)} + 0.37 \times \text{alçı uygulama yaşı (yıl)} + 4.133 \times \text{eğrilik tipi (akut=1, uzun =0)} + 3.804 \times \text{eğrilik lokalizasyonu (torakal =1, diğer=0)} - 0.011 \times \text{ana eğrilik}$$

(Konjenital -1, Sendromik- 0.1, İdiyopatik- 0)

Bu formülle alınan değerin spesifite 86,7%, Sensitivitesi ise 91.3%dir.

Tedavi sonunda toplam 9 hastaya spinal cerrahi uygulanmış. Alçı uygulamasına bağlı ve ya aldığı anesteziye bağlı çalışmaya dahil edilmiş hastalarda her hangi komplikasyon görülmemiştir. Sadece dışlanan Marfan sendromlu bir hastada ilk alçı uygulaması sonrası yaklaşık birinci haftasında sağ uyluk anterioru ilgilendiren cilt altı dokuya kadar bası yarası oluşmuştur. Alçı çıkarılması sonrası yara yeri konservatif izlemle sekonder olarak iyileşmiştir.

5. TARTIŞMA

Gövde alçısı erken başlanğıçlı skolyoz (EBS) tedavisinde ve ya tedavi aşamasında etkili bir yöntemdir. Günümüzde EBS tedavisi ile uğraşan hekimlerin artık alçı uygulama tekniğine hakim olması önemlidir.

Daha önceleri alçılama işlemi cerrahi yöntem ve tekniklerin yetersiz olduğu için sık kullanılırdı ama günümüzde genellikle cerrahi yöntemlerin başarısı yanında ciddi komplikasyonları azaltma adına yapılmaktadır. Alçılama yöntemi ile ilgili çalışmalar tarihsel olarak daha önceleri teknik geliştirme yönünde (Risser, Cotrel ve Morel), daha sonra Mehta'yla

başlayan etkinliğini ortaya koyma dönemi ve bu tedavi yönteminde hangi hastaların fayda göre bileceğine dair olan çalışmalardır.

Mehta [43] 4 yaş altı progressif infantil skolyoz tanılı ve alçı tedavisi uygulanmış 136 hasta olan prospektif bir çalışmada daha erken ve daha küçük Cobb açılı olanların deformitesinin tamamen düzeldiğini söylemektedir.

Sanders ve ark. [44] SDGA uygulanmış 55 progressif infantil skolyoz hastasını en az 1 sene süre ile izlemişler. Progressif özellikli olması büyük Cobb açısı ve RVAD $>20^\circ$ ile belirlenmiş. Sonuç olarak idiyopatik etyolojili ve $60^\circ >$ ve 20 aydan küçük yaşlı hastalar tedavi sonucunda tamamen iyileşme ihtimali daha fazla olduğunu söylemişler. Bizim çalışmada daha büyük yaşlı ve daha ileri Cobb açılı deformiteler alçı tedavisinden fayda görmüştür. Regressif hasta grubunda ortalama yaş 51.3 ± 28.8 (53, 14 - 110), ilk Cobb açısı 59.4 ± 20.8 (55, 30 – 108) dir. Progressif hasta grubunda tedaviye başlama yaşı 45.1 ± 19.5 (41, 23 - 70), ilk Cobb açısı 54.8 ± 13.8 (54, 39 – 79) olmuştur.

Fletcher ve ark. [46] farklı etyolojide olan orta ve ileri dereceli 29 alçı uygulanmış erken başlanğıçlı skolyoz hastalarını retrospektif olarak değerlendirmişler. Sonuç olarak ameliyat uygulama zamanını 39 ± 25 ay ertelemişler. Bizim çalışmada deformite regresyonu ve ya sabit kalan hasta grubunda ameliyatı 86.1 ± 33.4 ay ertelemişiz.

İorio ve ark. [67] mevcut çalışmaya benzer şekilde retrospektif olarak 21 hastayı iki grupta değerlendirmişler: tedaviye yanıt veren ($\geq 10^\circ$ düzelme olan) ve vermeyenler. İki grup arasında tedaviye başlama yaşı, cinsiyet, eğrilik derecesi ve eğrilik fleksibilitesinde anlamlı fark olmamıştır. Sadece BMI'nin eğrilik korreksiyonu ile anlamlı ilişki bulunmuştur. BMI arttığı zaman eğrilik korreksiyon ihtimali 2.38x kere artmaktadır. İndeks Cobb açılarının prognostik olarak anlamlı olmaması mevcut çalışmayla ortak sonuçtur. Ama eğrilik fleksibilitesinin bizim çalışmadan farklı olarak her iki grupta aynı olması hastaların aynı etyolojide olması (yapısal olmayan) ola bilir. Diğer bir taraftan bizim çalışmamızda fleksibilite sonucu anlamlı olarak bulunmamıştır. Ayrıca torakal lokalizasyonlu eğriliklerin lomber

lokalizasyonla kıyaslandığında alçı tedavisine dirençli olması bir başka ortak sonuctur.

Çalışmanın eksik yanı retrospektif olması, karşılaştırılan hasta grubunun fazla asimmetrik ve sayı olarak az olması, bazı hastalara sadece 2 kere alçı yapılmış olması, kısa takip süresi ve çoğu hastanın tedavisinin devam etmesidir. Ayrıca alınan f rm l n pratik olmamasıdır. Ama buna rağmen mevcut çalışmanın  nemi SDGA ile tedavi planlarken hasta ilk değerlendirildiğinde ve ilk alçı sonrasında alçı tedavisine yanıtın ne derecede olacağını daha önceden tahmin ede bilmemize olanak sağlamasıdır. Çalışma sonucunda istatistiksel olarak kesin sonuçlar almasakta tahmin edilebilir  n sonuçlar alınmış olup ve bunların doğruluğunu ispatı için daha fazla hasta grubu ve kanıt düzeyi daha yüksek olan çalışma modellerine ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca çalışmadan alınan sayısal değerler başka bir çalışma için yön belirleyici ola bilir.

6. MESAJ

Erken başlanęıçlı skolyoz doğal seyri itibariyle progressif bir deformite tipidir. Alçı uygulamasında farklı etyolojili hasta gruplarında hem literatürde hem çalışmamızın sonucunda zaman kazanma adına hastaların **büyük çoğunluğu** fayda görmektedir. Tedaviye rağmen deformite progresyonu olan hastalarda, spinal deformite cerrahisinin daha komplike olmaması adına, alçı uygulamasında ısrarcı olmamakta fayda vardır. Hastaların alçı tedavisine nasıl yanıt vereceğini önceden belli etmek halen cevaplanmamış soru olarak kalmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Fernandes, P. and S.L. Weinstein, *Natural history of early onset scoliosis*. J Bone Joint Surg Am, 2007. **89 Suppl 1**: p. 21-33.
2. Bess, S., et al., *Complications of growing-rod treatment for early-onset scoliosis: analysis of one hundred and forty patients*. J Bone Joint Surg Am, 2010. **92**(15): p. 2533-43.
3. Akbarnia, B.A., et al., *Next generation of growth-sparing techniques: preliminary clinical results of a magnetically controlled growing rod in 14 patients with early-onset scoliosis*. Spine (Phila Pa 1976), 2013. **38**(8): p. 665-70.
4. Bess, S. and B. Line, *Embryology and Anatomy: Spine/Spinal Cord*. 2nd Edition ed. The Growing Spine. 2016: Springer. 3-13.
5. Dimeglio, A., F. Canavese, and F. Bonnel, *Normal Growth of the Spine and Thorax in The Growing Spine*, B.A. Akbarnia, M. Yazici, and D.H. Thompson, Editors. 2016, SPRINGER: Berlin Heidelberg. p. 47-80.
6. Campbell, R.M., Jr., et al., *The characteristics of thoracic insufficiency syndrome associated with fused ribs and congenital scoliosis*. J Bone Joint Surg Am, 2003. **85-A**(3): p. 399-408.
7. Redding, G.J., *Thoracic Insufficiency Syndrome*, in *The Growing Spine*, B.A. Akbarnia, M. Yazici, and G.H. Thompson, Editors. 2016, springer. p. 83-93.
8. Mayer, O.H. and G. Redding, *Early changes in pulmonary function after vertical expandable prosthetic titanium rib insertion in children with thoracic insufficiency syndrome*. J Pediatr Orthop, 2009. **29**(1): p. 35-8.
9. Redding, G., et al., *Lung function asymmetry in children with congenital and infantile scoliosis*. Spine J, 2008. **8**(4): p. 639-44.

10. Dimeglio, A., F. Canavese, and F. Bonnel, *Normal Growth of the Spine and Thorax*, in *The Growing Spine*, B.A. Akbarnia, M. Yazici, and G.H. Thompson, Editors. 2016, Springer. p. 47-82.
11. Campell, R.M., *VEPTR Expansion Thoracoplasty*, in *The Growing Spine*, B.A. Akbarnia, M. Yazici, and G.H. Thompson, Editors. 2016, Springer. p. 669-689.
12. Vitale, M.G. and E. Trupia, *Classification of Early-Onset Scoliosis*, in *The Growing Spine*, B.A. Akbarnia, M. Yazici, and G.H. Thompson, Editors. 2016, Springer. p. 113-121.
13. Williams, B.A., et al., *Development and initial validation of the Classification of Early-Onset Scoliosis (C-EOS)*. J Bone Joint Surg Am, 2014. **96**(16): p. 1359-67.
14. Fon, G.T., M.J. Pitt, and A.C. Thies, Jr., *Thoracic kyphosis: range in normal subjects*. AJR Am J Roentgenol, 1980. **134**(5): p. 979-83.
15. Schroerlucke, S.R., et al., *How Does Thoracic Kyphosis Affect Patient Outcomes in Growing Rod Surgery?* Spine, 2012. **37**(15): p. 1303-1309.
16. Corona, J., et al., *Evaluating the extent of clinical uncertainty among treatment options for patients with early-onset scoliosis*. J Bone Joint Surg Am, 2013. **95**(10): p. e67.
17. McMaster, M.J. and K. Ohtsuka, *The natural history of congenital scoliosis. A study of two hundred and fifty-one patients*. J Bone Joint Surg Am, 1982. **64**(8): p. 1128-47.
18. Rodillo, E., et al., *Scoliosis in spinal muscular atrophy: review of 63 cases*. J Child Neurol, 1989. **4**(2): p. 118-23.
19. Mehta, A., *The Rib-Vertebral Angle in the Early Diagnosis Between Resolving and Progressive Infantile Scoliosis*. J Bone Joint Surg Am, 1972. **54B**.

20. Ilharreborde, B., et al., *Spinal penetration index assessment in adolescent idiopathic scoliosis using EOS low-dose biplanar stereoradiography*. Eur Spine J, 2013. **22**(11): p. 2438-44.
21. Gollogly, S., J.T. Smith, and R.M. Campbell, *Determining lung volume with three-dimensional reconstructions of CT scan data: A pilot study to evaluate the effects of expansion thoracoplasty on children with severe spinal deformities*. J Pediatr Orthop, 2004. **24**(3): p. 323-8.
22. Doody, M.M., et al., *Breast cancer mortality after diagnostic radiography: findings from the U.S. Scoliosis Cohort Study*. Spine (Phila Pa 1976), 2000. **25**(16): p. 2052-63.
23. Smith, J.T., et al., *Imaging of the Growing Spine*, in *The Growing Spine*, B.A. Akbarnia, M. Yazici, and G.H. Thompson, Editors. 2016, Springer. p. 139-147.
24. Thorsness, R.J., et al., *Nonsurgical Management of Early-onset Scoliosis*. J Am Acad Orthop Surg, 2015. **23**(9): p. 519-28.
25. Sankar, W.N., et al., *Lengthening of dual growing rods and the law of diminishing returns*. Spine (Phila Pa 1976), 2011. **36**(10): p.806-9.
26. Glotzbecker, M.P., J.B. Emans, and M.T. Hresko, *Orthotic Management for Early Onset Scoliosis*, in *The Growing Spine*, B.A. Akbarnia, M. Yazici, and T.G. H., Editors. 2016, Springer. p. 509-527.
27. Aulisa, A.G., et al., *Brace treatment in juvenile idiopathic scoliosis: a prospective study in accordance with the SRS criteria for bracing studies - SOSORT award 2013 winner*. Scoliosis, 2014. **9**: p. 3.
28. Kling, T.F., Jr., J.C. Drennan, and J.D. Gryboski, *Esophagitis complicating scoliosis management with the Boston thoracolumbosacral orthosis*. Clin Orthop Relat Res, 1981(159): p. 208-10.

29. Wiley, J.W., et al., *Effectiveness of the boston brace in treatment of large curves in adolescent idiopathic scoliosis*. Spine (Phila Pa 1976), 2000. **25**(18): p. 2326-32.
30. Katz, D.E. and A.A. Durrani, *Factors that influence outcome in bracing large curves in patients with adolescent idiopathic scoliosis*. Spine, 2001. **26**(21): p. 2354-2361.
31. Beausejour, M., et al., *Relationships between strap tension, interface pressures and spine correction in brace treatment of scoliosis*. Research into Spinal Deformities 3, 2002. **88**: p. 207-211.
32. Rowe, D.E., et al., *A meta-analysis of the efficacy of non-operative treatments for idiopathic scoliosis*. J Bone Joint Surg Am, 1997. **79**(5): p. 664-74.
33. Weinstein, S.L., et al., *Effects of bracing in adolescents with idiopathic scoliosis*. N Engl J Med, 2013. **369**(16): p. 1512-21.
34. L., S., *Spinal Disease and Spinal Curvature: Their Treatment by Suspension and the Use of the Plaster of Paris Bandage.*, ed. S.L. A. 1877, London: Smith & Elder.
35. Hibbs, R.A., J.C. Risser, and A.B. Ferguson, *Scoliosis Treated by the Fusion Operation an End-Result Study of Three Hundred and Sixty Cases*. J Bone Joint Surg Am, 1931. **13**(1): p. 91 -104.
36. Risser, J.C., *The application of body casts for the correction of scoliosis*. Instr Course Lect, 1955. **12**: p. 255-9.
37. Cotrel, Y. and G. Morel, *[the Elongation-Derotation-Flexion Technic in the Correction of Scoliosis]*. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot, 1964. **50**: p. 59-75.
38. Fletcher, N.D., et al., *Current treatment preferences for early onset scoliosis: a survey of POSNA members*. J Pediatr Orthop, 2011. **31**(3): p. 326-30.

39. Demirkiran, H.G., et al., *Serial derotational casting in congenital scoliosis as a time-buying strategy*. J Pediatr Orthop, 2015. **35**(1): p. 43-9.
40. Dede, O. and P.F. Sturm, *A brief history and review of modern casting techniques in early onset scoliosis*. J Child Orthop, 2016.
41. Sanders, J.O., *Casting for Early Onset Scoliosis*, in *The Growing Spine*, B.A. Akbarnia, M. Yazici, and T. GH, Editors. 2016, Springer. p. 529-536.
42. Jensen, R.D., et al., *Cardiorespiratory Effects of Derotational Casting during Anesthesia for Children with Early Onset Scoliosis*. Open Journal of Anesthesiology, 2014. **4**: p. 36-40.
43. Mehta, M.H., *Growth as a corrective force in the early treatment of progressive infantile scoliosis*. Journal of Bone and Joint Surgery-British Volume, 2005. **87b**(9): p. 1237-1247.
44. Sanders, J.O., et al., *Derotational casting for progressive infantile scoliosis*. J Pediatr Orthop, 2009. **29**(6): p. 581-7.
45. Baulesh, D.M., et al., *The role of serial casting in early-onset scoliosis (EOS)*. J Pediatr Orthop, 2012. **32**(7): p. 658-63.
46. Fletcher, N.D., et al., *Serial Casting as a Delay Tactic in the Treatment of Moderate-to-Severe Early-onset Scoliosis*. Journal of Pediatric Orthopaedics, 2012. **32**(7): p. 664-671.
47. Johnston CE, et al., *Growing Spine Study Group: Comparison of growing rod instrumentation versus serial cast treatment for early-onset scoliosis*. Spine Deformity, 2013. **1**(5): p. 339-342.
48. Johnston, C.E., *Halo-Gravity Traction*, in *The Growing Spine*, B.A. Akbarnia, M. Yazici, and T. GH, Editors. 2016, Springer. p. 537-551.
49. Caubet, J.F. and J.B. Emans, *Halo-gravity traction versus surgical release before implantation of expandable spinal devices: a*

comparison of results and complications in early-onset spinal deformity. J Spinal Disord Tech, 2011. **24**(2): p. 99-104.

50. Sink, E.L., et al., *Efficacy of perioperative halo-gravity traction in the treatment of severe scoliosis in children.* J Pediatr Orthop, 2001. **21**(4): p. 519-24.
51. D'Astous, J.L. and J.O. Sanders, *Casting and traction treatment methods for scoliosis.* Orthop Clin North Am, 2007. **38**(4): p. 477-84, v.
52. Copley, L.A.B., et al., *A comparison of various angles of halo pin insertion in an immature skull model (vol 24, pg 1777, 1999).* Spine, 2000. **25**(11): p. 1460-1460.
53. Bono, C.M., *The halo fixator.* J Am Acad Orthop Surg, 2007. **15**(12): p. 728-37.
54. D'Astous, J.L. and J.O. Sanders, *Casting and traction treatment methods for scoliosis.* Orthopedic Clinics of North America, 2007. **38**(4): p. 477-+.
55. Skaggs, D.L., et al., *A classification of growth friendly spine implants.* J Pediatr Orthop, 2014. **34**(3): p. 260-74.
56. Thompson, G.H. and B.A. Akbarnia, *Single and Dual Traditional Growing Rods*, in *The Growing Spine*, B.A. Akbarnia, M. Yazici, and G.H. Thompson, Editors. 2016, Springer. p. 645-668.
57. Dubousset, J., J.A. Herring, and H. Shufflebarger, *The crankshaft phenomenon.* J Pediatr Orthop, 1989. **9**(5): p. 541-50.
58. Akbarnia, B.A., et al., *Dual growing rod technique for the treatment of progressive early-onset scoliosis: a multicenter study.* Spine (Phila Pa 1976), 2005. **30**(17 Suppl): p. S46-57.
59. Sponseller, P.D., et al., *Pelvic fixation of growing rods: comparison of constructs.* Spine (Phila Pa 1976), 2009. **34**(16): p. 1706-10.

60. Yazici, M. and O. Dede, *Convex Growth Arrest for Congenital Scoliosis*, in *The Growing Spine*, B.A. Akbarnia, M. Yazici, and G.H. Thompson, Editors. 2016, Springer. p. 691-700.
61. Demirkiran, G., et al., *Safety and efficacy of instrumented convex growth arrest in treatment of congenital scoliosis*. J Pediatr Orthop, 2014. **34**(3): p. 275-81.
62. Alanay, A., O. Dede, and M. Yazici, *Convex instrumented hemiepiphysiodesis with concave distraction: a preliminary report*. Clin Orthop Relat Res, 2012. **470**(4): p. 1144-50.
63. Cheung, K.M., et al., *Ten-year follow-up study of lower thoracic hemivertebrae treated by convex fusion and concave distraction*. Spine (Phila Pa 1976), 2002. **27**(7): p. 748-53.
64. McCarthy, R.E. and S.J. Luhmann, *Growth-Guided Instrumentation: Shilla Procedure*, in *The Growing Spine*, B.A. Akbarnia, M. Yazici, and G.H. Thompson, Editors. 2016, Springer. p. 701-711.
65. Akbarnia, B.A. and N. Arandi, *Magnetically Controlled Growing Rods (MCGR)*, in *The Growing Spine*, B.A. Akbarnia, M. Yazici, and G.H. Thompson, Editors. 2016, Springer. p. 793-804.
66. Rolton, D., J. Richards, and C. Nnadi, *Magnetic controlled growth rods versus conventional growing rod systems in the treatment of early onset scoliosis: a cost comparison*. European Spine Journal, 2015. **24**(7): p. 1457-1461.
67. Iorio, J., et al., *Serial Casting for Infantile Idiopathic Scoliosis: Radiographic Outcomes and Factors Associated With Response to Treatment*. J Pediatr Orthop, 2015.