



T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TÜRKİYE KAMU HASTANELERİ KURUMU
İSTANBUL İLİ BEYOĞLU KAMU HASTANELERİ BİRLİĞİ GENEL
SEKRETERLİĞİ SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
METİN SABANCI BALTALIMANI KEMİK HASTALIKLARI
EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ KLİNİĞİ

Prof. Dr.Mehmet Akif KAYGUSUZ
Eğitim Sorumlusu

ERKEN BAŞLANGIÇLI SKOLYOZ TANISIYLA MANYETİK ROD İLE
TEDAVİ EDİLEN HASTALARIN ERKEN DÖNEM
DEĞERLENDİRİLMELERİ VE HASTALARIN YAŞAM KALİTELERİNİN
İNCELENMESİ

(UZMANLIK TEZİ)

TEZ DANIŞMANI: DOÇ.Dr.Mehmet Bülent BALİOĞLU

Dr. İsmet ORAL

İSTANBUL, 2017

T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TÜRKİYE KAMU HASTANELERİ KURUMU
İSTANBUL İLİ BEYOĞLU KAMU HASTANELERİ BİRLİĞİ GENEL
SEKRETERLİĞİ SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
METİN SABANCI BALTALIMANI KEMİK HASTALIKLARI
EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ KLİNİĞİ

Prof. Dr.Mehmet Akif KAYGUSUZ
Eğitim Sorumlusu

ERKEN BAŞLANGIÇLI SKOLYOZ TANISIYLA MANYETİK ROD İLE
TEDAVİ EDİLEN HASTALARIN ERKEN DÖNEM
DEĞERLENDİRİLMELERİ VE HASTALARIN YAŞAM KALİTELERİNİN
İNCELENMESİ

(UZMANLIK TEZİ)

TEZ DANIŞMANI: DOÇ.Dr.Mehmet Bülent BALİOĞLU

Dr. İsmet ORAL
İSTANBUL, 2017

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimime başladığım ilk günden itibaren derin bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan, iyi bir uzman olarak yetişmemde desteğini her zaman yanımda hissettiğim saygıdeğer hocam; Prof. Dr. Mehmet Akif Kaygusuz'a sonsuz saygı ve şükranlarımı sunarım.

Asistanlık hayatım boyunca desteğini ve bilgisini benden hiç esirgemeyen, tezimin hazırlanmasında sabırla bana yardımcı olan çok değerli hocam ve abim Doç. Dr. Mehmet Bülent Balioğlu'na en içten saygı ve şükranlarımı sunarım.

Bilgi ve deneyimlerini her fırsatta bizlere aktararak, mesleğimde yetişmemde katkıları olan değerli hocalarım ve ağabeylerim; Prof. Dr. Vedat Şahin, Prof. Dr. Yavuz Selim Kabukçuoğlu, Doç. Dr. Mehmet Fırat Yağmurlu, Doç. Dr. Bilal Demir, Doç. Dr. Akif Albayrak, Doç. Dr. Timur Yıldırım, Doç. Dr. Avni İlhan Bayhan, Doç. Dr. Merter Yalçinkaya, Doç. Dr. Şükrü Sarper Gürsu, Doç. Dr. Sami Sökücü ve Doç. Dr. Umut Yavuz'a sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Uzmanlık eğitimim boyunca birlikte çalışma fırsatı bulduğum değerli uzman ağabeylerim; Op. Dr. Yaşar Güneş, Op. Dr. Ümit Selçuk Aykut, Op. Dr. Devrim Özer, Op. Dr. M. Temel Tacal, Op. Dr. R. Yavuz Önem, Op. Dr. Deniz Kargın, Op. Dr. Ramadan Öke, Op. Dr. Yunus Atıcı, Op. Dr. Murat Gül, Op. Dr. A. Mutlu Vural, Op. Dr. Osman Lapçin, Op. Dr. Yavuz Arıkan, Op. Dr. Y. Emre Akman, Op. Dr. Engin Çetinkaya, Op. Dr. Hakan Bahar, Op. Dr. Ali Öner, Op. Dr. Serkan Aykut, Op. Dr. Mehmet Baydar, Op. Dr. Murat Demiroğlu, Op. Dr. Utku Gürün, Op. Dr. Murat Özel, Op. Dr. Ayşe Şencan, Op. Dr. Ömer Faruk Kümbüloğlu, Op. Dr. M. Ali Uysal, Op. Dr. Avşin Öztürk, Op. Dr. Osman Orman, Op. Dr. M. Selçuk Saygılı, Op. Dr. M. Akif Aşansu ve Op. Dr. Turan Bilge Kızkapan'a teşekkürlerimi sunarım.

Geçmiş zamanda beraber aynı klinikte çalışma fırsatı bulduğum ağabeylerim; Op. Dr. Burhan Uygun, Op. Dr. Adem Çöbden, Op. Dr. Nouraldin Almaghalsa, Op. Dr. Serda Duman, Op. Dr. Ali Kurtuldu, Op. Dr. Anıl Ersoy, Op. Dr. Ferdi Dırvar, Op. Dr. Abdülfettah Büyük, Op. Dr. Yalkın Çamurcu, Op. Dr. Barış Özkul, Op. Dr. Raşit Özcafer, Op. Dr. Necati

Emirhan, Op. Dr. Hakan Saygılı, Op. Dr. O. Emre Aycan, Op. Dr. Çağrı Özcan, Op. Dr. Abdi Keskin, Op. Dr. Mehmet Coşkun, Op. Dr. Fatih Arslanoğlu, Op. Dr. Hanifi Üçpınar, Op. Dr. Muhammed Coşkun Arslan, Op. Dr. Ahmet Kocabıyık, Op. Dr. Furkan Yapıcı, Op. Dr. Bilge Özkan, Op. Dr. Abdulhamit Misir, Op. Dr. Ahmet Sevensan ve Op. Dr. Volkan Gür'e teşekkürlerimi sunarım.

Aynı klinikte yıllarca birlikte çalışmaktan gurur duyduğum asistan hekim kardeşlerim; Dr. Yasin Şahin, Dr. Muhammet Mert, Dr. Kutalmış Albayrak, Dr. Akay Kırat, Dr. Deniz Akbulut, Dr. M. Özbey Büyükkuşçu, Dr. Arif Jan Hamrayev, Dr. Süleyman Kasım Taş, Dr. Cem Yetkin, Dr. Emre Yılmaz, Dr. Mustafa Çukurlu, Dr. Osman Onaç, Dr. Rıdvan Göçer, Dr. Ramazan Hali, Dr. Yakup Alpay, Dr. Şuayip Akıncı, Dr. M Alper İncesoy, Dr. Emre Turgut, Dr. Atakan Ezici, Dr. Mehmet Budak, Dr. Erman Ulu, Dr. Ahmet Danacı, Dr. Ömer Faruk Yılmaz, Dr. Hakan Akgün, Dr. Abdurrahman Aydın, Dr. Murat Önder, Dr. Altar Çolak, Dr. Kerem Şencan ve Dr. Ersin Demirkaynak'e teşekkür ederim.

Bu beş yıllık ortopedi ve travmatoloji hayatımda, devamlı ilgi ve desteklerini gördüğüm, birlikte çalışmaktan zevk ve onur duyduğum başta Anesteziyoloji bölümü olmak üzere tüm diğer branş hekimlerine ve M.S. Baltalimanı Kemik Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nin tüm çalışanlarına çok teşekkür ederim.

Desteklerini benden hiçbir zaman esirgemeyen, bugünlere gelmemde en büyük pay sahibi olan değerli aileme sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tıp fakültesi ve uzmanlık eğitimim sırasında varlığıyla benim en büyük desteğim olan, sevgisini ve sabrını benden hiç esirgememiş eşim Tuğçe Kalaycı Oral'a sonsuz sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

İSMET ORAL

2017

KISALTMALAR

BT	Bilgisayarlı Tomografi
RVAD	Rib Vertebrae Angle Difference (Kosta Vertebral Açık Farkı)
EBS Q-24	Erken Başlangıçlı Skolyoz 24 soru
MRI	Magnetic Resonance Imaging (Manyetik Rezonans Görüntüleme)
VSD	Ventriküler Septal Defekt
ASD	Atriyal Septal Defekt
VEPTR	Vertical Expandable Prostatic Titanium Rib (Vertikal Genişleyebilen Prostatik Titanyum Kosta)
FVC	Forced Vital Capacity (Zorlu Vital Kapasite)
FEV1	Forced Expiratory Volume in First Second (Birinci Saniyede ki Zorlu Ekspiratuar Hacim)

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
KISALTMALAR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
TABLO DİZİNİ	ix
ÖZET	x
ABSTRACT	xii
1.GİRİŞ.....	1
2.BÜYÜME	2
2.1. EMBRİYOLOJİ	2
2.2. ANATOMİ.....	5
2.3. BİYOMEKANİK	15
2.4 TORAKS VE OMURGANIN NORMAL GELİŞİMİ	20
2.5 TORASİK YETMEZLİK SENDROMU	22
3. ERKEN BAŞLANGIÇLI SKOLYOZ	24
3.1. TARİHÇE	24
3.2 ETYOLOJİ.....	24
3.3. KLİNİK DEĞERLENDİRME	27
3.4. RADYOLOJİK DEĞERLENDİRME	29
3.5 TEDAVİ	32
3.5.1 Cerrahi Dışı Tedavi Yöntemleri	32
3.5.1.1 Alçılama	32
3.5.1.2 Ortez Tedavisi	35
3.5.2 Cerrahi Tedavi Yöntemleri	37
3.5.2.1 Füzyon	37
3.5.2.2 Büyüme Dostu Cerrahi Tedavi Yöntemleri.....	38
3.5.2.2.a. Tek veya Çift Geleneksel Uzatılabilir Rodlar	38
3.5.2.2.b. VEPTR (Vertical Expandable Prostatic Titanyum Rib) Tekniği	42
3.5.2.2.c. SHILLA Tekniği	43
3.5.2.2.d. Manyetik Olarak Kontrol Edilebilen Büyüyen Rodlar	44
4. MATERYAL VE METOT	51

5.BULGULAR	54
6. TARTIŞMA	70
7.SONUÇ	76
8.HASTA ÖRNEKLERİ	77
9.KAYNAKLAR	85



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1- Ektoderm, Endoderm ve Mezodermi oluşturmak üzere migre eden epiblastlar ve 2. haftada oluşan Mezoderm	2
Şekil 2- Ara, paraksiyel ve lateral plak mezodermden oluşan yapılar	3
Şekil 3- Somit formasyonu. Paraksiyel mezodermden oluşan somitler sonrasında aksiyel iskelet, istemli çalışan kaslar ve boyun ve göğüsün dermisini oluştururlar	4
Şekil 4- Vertebral kolonun önden, arkadan ve yandan görüntüsü	6
Şekil 5- Servikal, torasik ve lomber vertebraların anatomileri	7
Şekil 6- Servikal vertebraların üstten ve önden görüntüleri	9
Şekil 7- Torasik vertebraların yukarıdan ve yandan görünümü	10
Şekil 8- Lomber vertebranın üstten ve arkadan görüntüsü	10
Şekil 9- İntervertebral disk vertebral gövde ile ilişkisi	11
Şekil 10- Omurganın ligamentlerinin yan görüntüsü	12
Şekil 11- Omurganın yüzeyel ve derin kasları	13
Şekil 12- Kartezyen koordinat sistemi üzerinde rotasyonun anlık eksen ve hareketleri	16
Şekil 13- Omurganın hareketleri.....	17
Şekil 14- Servikal ve lomber bölgedeki lateral bending rotasyonel ilişkiyi gösteren coupling fenomeni	18
Şekil 15- Faset eklem oryantasyonları, A- Servikal, B- Torakal, C- Lomber....	18
Şekil 16- A. Konjenital skolyozlu yenidoğan grafisi B. 3 yılında 83 dereceye ulaşan eğrilik C. Anterior spinal füzyon cerrahisi sonrasında 6. ay grafisi D. Torasik yetmezliği daha iyi gösteren BT görüntüsü.....	23
Şekil 17- RVAD ölçümü	30
Şekil 18- Konveks taraf kosta evrelemesi Faz 1	31
Şekil 19- Konveks taraf kosta evrelemesi Faz 2	31
Şekil 20- A. Traksiyon masasına yatırılan hasta B. Derotasyon uygulanarak alçıya molding yapılması C. Batını rahatlatarak şekilde anterior pencere açılması D. Posterior konkav tarafın rotasyonuna izin verecek şekilde pencere açılması E. Hastanın preop ve postop radyografileri.....	34

Şekil 21- A. 6 aylıkken skolyozu farkedilen ve takip edilmeye başlanan hastanın 2 yaşındeyken çekilen röntgeni B. C. Tam zamanlı Boston tipi ortez kullanımındaki görüntüsü D. 6 yaşındaki röntgen görüntüsü. Eğrilikte minimal artışla birlikte hafif bir torasik deformite geliştiği görülmektedir	36
Şekil 22- Geleneksel çift rod ile uzatma	39
Şekil 23- Distraktör ve rod tutucu yardımıyla distraksiyonun gerçekleştirilmesi	39
Şekil 24- 4 yaşında Marfan sendromu tanısıyla çift rod tekniğiyle opere edilen hastanın 7 yaşında füzyon uygulanarak nihai tedavisinin sağlanması. Preop ve postop grafi ve fotoğraflar	41
Şekil 25 – A. VEPTR torakoplasti için hastanın pozisyonlanması B. Kostaların hemen altındaki nörovasküler yapıların korunması C. Standart VEPTR uygulanması.....	43
Şekil 26– 4 yaşında Marfan sendromu tanılı hastanın skolyozunun SHILLA tekniği ile tedavisi A.B. preoperatif radyografiler C.D. postoperatif radyografiler	44
Şekil 27– A. manyetik rod B. manuel distraktör C. manyetik alan belirleyici D. eksternal kontrol cihazı	45
Şekil 28– Çift rod ile opere edilen hastanın orta hat insizyonları (Hasta A.H.G.).....	47
Şekil 29- Çift rod tekniğinde implantın uygun şekilde yerleştirilmesi A. uygun pozisyonda yerleştirme örnekleri B. yanlış pozisyonda yerleştirme örnekleri....	48
Şekil 30- A. Uzatma yapılacak hastanın manyetik alanının belirlenip işaretlenmesi B. Eksternal kontrol cihazı C. İşaretlenen bölgelerden uzatma işleminin yapılması (Hasta O.S.).....	49
Şekil 31- Erken başlangıçlı skolyoz tanısıyla manyetik olarak uzayabilen rodlar ile tedavi edilen hasta A. Hastanın preop ve son kontrol fotoğrafları B. hastanın preop ve son kontrolde çekilen direkt grafi (Hasta A.H.G.).....	50
Şekil 32- Sagittal planda çekilen skolyoz grafisinde yapılan çeşitli ölçümlerin şematik gösterimi A. Torasik kifoz B. Lomber lordoz C. Sagittal denge	52
Şekil 33- Koronal planda çekilen skolyoz grafisinde yapılan çeşitli ölçümlerin şematik gösterimi A. T1-S1 spinal yükseklik B. T1-T12 torasik yükseklik C.	

Konkav taraftaki akciğer alanı D. Konveks taraftaki akciğer boşluk alanı E. Cobb açısı F. Koronal denge G. Omuz dengesi H. Pelvik denge	53
Şekil 34- Erken başlangıçlı skolyoz tanısıyla 7 yaşında opere edilen hastanın preop fotoğrafları ve röntgenleri ve postop 27. Ayında çekilen fotoğrafları ve röntgenleri (Hasta B.C.)	78
Şekil 35- Erken başlangıçlı skolyoz tanısıyla 8 yaşında opere edilen hastanın preop fotoğrafları ve röntgenleri ve postop 22. Ayında çekilen fotoğrafları ve röntgenleri (Hasta C.B.)	80
Şekil 36- Erken başlangıçlı skolyoz tanısıyla 4 yaşında opere edilen hastanın preop fotoğrafları ve röntgenleri ve postop 14. Ayında çekilen fotoğrafları ve röntgenleri (Hasta M.Ç.).....	82
Şekil 37- Erken başlangıçlı skolyoz tanısıyla 9 yaşında opere edilen hastanın preop fotoğrafları ve röntgenleri ve postop 30. Ayında çekilen fotoğrafları ve röntgenleri (Hasta S.Y.)	84

TABLO DİZİNİ

Tablo 1- Hastaların ortalama ameliyat yaşları, cinsiyet dağılımı, etiyolojik dağılımları ve ortalama takip süreleri	54
Tablo 2- Hastaların ortalama cobb açılarının preop, erken postop ve son kontrol karşılaştırılması.....	55
Tablo 3- Hastaların ortalama torasik yüksekliklerinin (T1-T12) preop, erken postop ve son kontrol karşılaştırılması.....	56
Tablo 4- Hastaların ortalama spinal yüksekliklerinin (T1-S1) preop, erken postop ve son kontrol karşılaştırılması.....	57
Tablo 5- Hastaların ortalama torakal kifoz açılarının preop, erken postop ve son kontrol karşılatırılması	58
Tablo 6- Hastaların ortalama koronal dengelerinin preop, erken postop ve son kontrol karşılaştırılması.	59
Tablo 7- Hastaların ortalama sagittal dengelerinin preop, erken postop ve son kontrol karşılaştırılması	60
Tablo 8- Hastaların ortalama omuz dengelerinin preop, erken postop ve son kontrol karşılaştırılması	61
Tablo 9- Hastaların ortalama pelvik dengelerinin preop, erken postop ve son kontrol karşılaştırılması	62
Tablo 10- Hastaların pulmoner fonksiyonlarının preop ve son kontrol karşılatırılması.....	63
Tablo 11- Hastaların EBS Q-24 (Erken Başlangıçlı Skolyoz 24 Soru) anketlerinin preop ve son kontrol karşılaştırılması.....	64
Tablo 12- EBS Q-24 anketinde bulunan kategorilerin preop ve son kontrolde karşılaştırılması.....	66

ÖZET

Amaç

Erken başlangıçlı skolyoz tanılı hastalarda büyüme dostu tedavi yöntemleri son yıllarda hızlı bir şekilde gelişme göstermektedir. Bu tedavi yöntemlerinin en yeni üyesi manyetik olarak kontrol edilebilen büyüyen rod tekniğidir. Bu çalışmamızda amacımız, hastanemizde manyetik olarak kontrol edilebilen büyüyen rod kullanarak opere ettiğimiz hastaların erken dönem radyolojik değerlendirmelerini yapmak ve hastanın ve ebeveynlerinin bu tedavi ile birlikte yaşam kaliteleri üzerindeki değişiklikleri tespit etmektir.

Materyal ve metot

Ağustos 2014 ve Ağustos 2016 yılları arasında, manyetik olarak kontrol edilebilen büyüyen rodlar ile tedavi edilmiş ve 3 ay aralıklarla uzatmaları yapılmış 20 hasta bu çalışmada kullanılmıştır. Ortalama ameliyat yaşları 7,9 yıl (4-10), ortalama takip süresi 14,9 aydır (6-30). Tüm hastaların preoperatif, erken postoperatif ve son kontrol radyografileri çekilmiştir. Bu grafler üzerinden Cobb açısı, torakalkifoz, spinal yükseklik, torasik yükseklik, sagittal denge, koronal denge, omuz dengesi ve pelvik denge ölçülmüştür. Tüm hastalara preoperatif olarak ve son kontrollerinde solunum fonksiyon testleri yapılmıştır. Ayrıca tüm hastalara EBS – Q 24 anketi doldurtulmuştur.

Bulgular

Ortalama Cobb açıları preoperatif 56,5 derece (38-93), erken postoperatif 30,5 derece (13-80), son kontrolde 33,5 derece (14-86) olarak bulunmuş ve Cobb açısında operasyon sonrasında anlamlı düzelme olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Torasik yüksekliklere baktığımız zaman preoperatif ortalamanın 181 mm (123-224), erken postop ortalamanın 200 mm (164-245), son kontrol ortalamanın 212 mm (167-248) olduğu saptanmış, dolayısıyla bu değerde anlamlı artış olduğu görülmüştür ($p < 0.05$). Spinal yükseklik için yaptığımız ölçümlerde ortalamalar preoperatif dönemde 291 mm (213-366), erken postoperatif dönemde 315 mm (260-402), son kontrolde ise 338 mm

(261-406) olarak ölçülmüştür ve anlamlı artış saptanmıştır ($p < 0.05$). Radyografileri torakal kifoz açısından değerlendirdiğimizde preoperatif ortalama değer 41 derece (5-65) iken son kontrolde bu değer anlamlı oranda azalarak 32,5 dereceye (0-53) gerilediği görülmüştür ($p < 0.05$). Yaptığımız ölçümlerde koronal ve sagittal dengede anlamlı değişiklik olmadığı tespit edilmiş, ayrıca pelvik denge ve omuz dengesinde de anlamlı değişikliklerin olmadığı saptanmıştır. Hastaların solunum fonksiyon testleri değerlendirildiğinde preoperatif testler ve son kontrol testleri arasında anlamlı bir değişiklik olmadığı görülmüştür. EBS –Q 24 anketi değerlendirildiğinde preoperatif ve son kontrol anketlerine arasındaki ortalama puanların anlamlı şekilde yükseldiği saptanmıştır ($p < 0.05$). Anket içerisindeki kategorileri ayrı ayrı değerlendirmeye aldığımız zaman ise hastaların genel sağlık skorlarında, ağrı-rahatsızlık skorlarında, solunum fonksiyon skorlarında, hareket yetenekleri skorlarında, bedensel işlevler skorlarında ve günlük yaşam skorlarında preoperatif ve son kontrolleri arasında anlamlı bir değişim olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0.05$). Bununla birlikte hastaların bitkinlik ve enerji düzeylerinde, duygusal durumlarında, hastalığın ebeveynlerin üzerine etkisinde ve hastaların ve ebeveynlerin memnuniyetinde preoperatif döneme göre son kontrolde anlamlı artış saptanmıştır ($p < 0.05$). Maddi etkiler değerlendirildiğinde son kontrolde preoperatif döneme göre anlamlı azalma tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Dört hastada revizyon gerektirecek komplikasyon gelişmiş olup, hastalarımızın hiçbirinde cerrahi müdahale gerektirecek enfeksiyon gelişmemiştir.

Sonuç

Çalışmamız manyetik olarak kontrol edilebilen büyüyen rodların erken başlangıçlı skolyoz tedavisinde deformite düzeltmede ve hastanın yaşam fonksiyonları iyileştirmede güvenli bir prosedür olduğunu ortaya koymaktadır. Tekrarlayan operasyonları azaltmakta ve diğer tedavi teknikleriyle gelişebilecek olası komplikasyonları önlemektedir. Bu sayede hasta memnuniyetini arttırmakta ve hastaların tedaviye uyum sürecini kolaylaştırmaktadır.

ABSTRACT

Aim

Growth friendly therapy methods for patients with early onset scoliosis are rapidly improving in recent years. The newest member of these therapies is magnetically controlled growing rod technique. Our aim in this study is to evaluate early radiological findings of patients operated in our hospital using magnetically controlled growing rod and to determine differences in quality of life of treated patients and their parents.

Material and Method

Total 20 patients, treated with magnetically controlled growing rods and received elongation with 3 months intervals, between August 2014 and August 2016 has been included in the study. Mean age at the time of operation is 7.9 years (4-10) and mean follow-up time is 14.9 months (6-30). Preoperative, early postoperative and last follow-up x-rays of all patients are obtained. On these x-rays, Cobb angle, thoracic kyphosis, spinal height, thoracic height, sagittal balance, coronal balance, shoulder balance and pelvic balance are measured. All patients received preoperative and last follow-up respiratory function tests and every patient filled the EBS-Q24 questioner.

Findings

Preoperative, early postoperative and last follow-up mean Cobb angles are 56,6 degrees (38-93), 30.5 degrees (13-80) and 33.5 degrees (14-86), respectively. These findings showed statistically significant improvement in Cobb angle ($p<0.05$). Thoracic height also significantly increased; preoperative mean was 181mm (123-224), early postoperative mean was 200mm (164-245) and last follow-up mean was 212mm (167-248) ($p<0.05$). Measurements for spinal height also showed significant increase, preoperative, early postoperative and last follow-up values were 219 mm

(213-366), 315 mm (260-402) and 338 mm (261-406), respectively ($p < 0.05$). Thoracic kyphosis measurements were 41 degrees (5-65) preoperatively and this value significantly decreased to 32.5 degrees (0-53) in last follow-up ($p < 0.05$). Our measurements showed no statistically significant differences in coronal and sagittal balance, pelvic balance and shoulder balance. There were no significant differences between preoperative and postoperative respiratory function tests. EBS-Q24 questionnaire evaluation showed us significant improvements in the mean of the points ($p < 0.05$). When different categories in questionnaire evaluated separately, there was no statistically significant differences between preoperative and last follow-up scores of general health, pain-discomfort, respiratory function, movement capability, physical function and daily life ($p > 0.05$). However exhaustion and energy levels, emotional state, effect of the disease on parents and patient and parent satisfaction scores showed significant increase when preoperative and last follow-up points compared ($p < 0.05$). Financial effect decreased significantly in last follow-up comparing to preoperative values ($p < 0.05$). Four patients developed revision needed complications and none of the patients developed infection which needed surgical intervention.

Results

Our study shows that magnetically controlled growing rod is a safe procedure for early onset scoliosis treatment in the terms of deformity adjusting and improvement in daily functions. This method decreases repetitive operations and possible complications which may develop during other treatments. As a result, it increases the patient satisfaction and facilitates the patient compliance to the treatment.

1.GİRİŞ

Skolyoz omurgada koronal sagital ve aksiyal planda üç boyutlu bir deformite oluşturan omurga rahatsızlığıdır. Erken başlangıçlı skolyoz terimi ise 10 yaşından önce görülen ve etyolojiden bağımsız olarak değerlendirilen omurga deformitelerini kapsayan durumdur (1).

Erken başlangıçlı skolyozlar tedavi edilmediğinde birçok kardiyopulmoner sorunu beraberinde getirmektedir. Erken başlangıçlı skolyozlarda cerrahi tedavinin amacı; eğriliğin progresyonunu durdurmak, eğriliği düzeltmek, korreksiyonu korumak, vertebranın maksimum büyümesini sağlamak, vertebranın maksimum hareketli kalmasını elde etmek, akciğer ve toraksın gelişimine izin vermektir. İzlem, alçılama, ortezler, traksiyon ve cerrahi düzeltme, tedavi yöntemlerindendir (1).

Büyümeye izin veren (Büyüme Dostu) cihazlarla birlikte omurga deformitesi düzeltilirken, aynı zamanda omurga uzama ve gelişimi de sürdürülebilir. Distraksiyon temelli geleneksel standard büyüyen rod ile yapılan düzeltmelerde uzatma için tekrarlayan ameliyatlara gerekmede, bu da komplikasyon riskini arttırmaktadır. Aynı zamanda okul çağında olan bu hastaların okuldaki uzak kalmalarına ve tekrarlayan cerrahilerden kaynaklanan ek sorunlara neden olmaktadır (2).

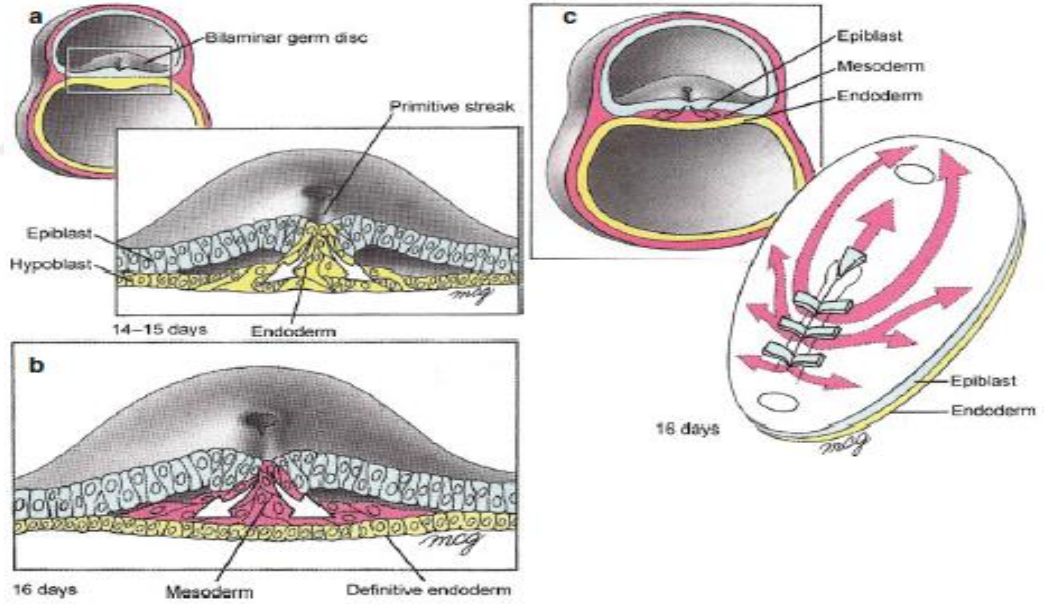
EBS'lu olgularda Manyetik olarak kontrol edilebilen büyüyen rod kullanarak omurga uzaması ve toraks gelişimi normal fizyolojik sınırlarda tutulmaya çalışılırken hastayı tekrarlayan ameliyatlardan olumsuz etkilerinden kurtarmak, uygulanan tedaviye hastanın maksimum uyumunu arttırmak ve memnuniyetini sağlamak, sosyal hayata dönüş hızını arttırmak amaçlanmaktadır (3).

2.BÜYÜME

2.1. EMBRİYOLOJİ

İskelet sistemi embriyolojik olarak mesodermal kökenli olan kıkardak ve kemik dokularından oluşan bir sistemdir. Embriyogenezin ikinci haftasının sonunda, gastrulasyonun tamamlanması ile ektoderm ve endoderm oluşur ve bu iki germ yaprağı arasında notokord ve mezoderm meydana gelir.

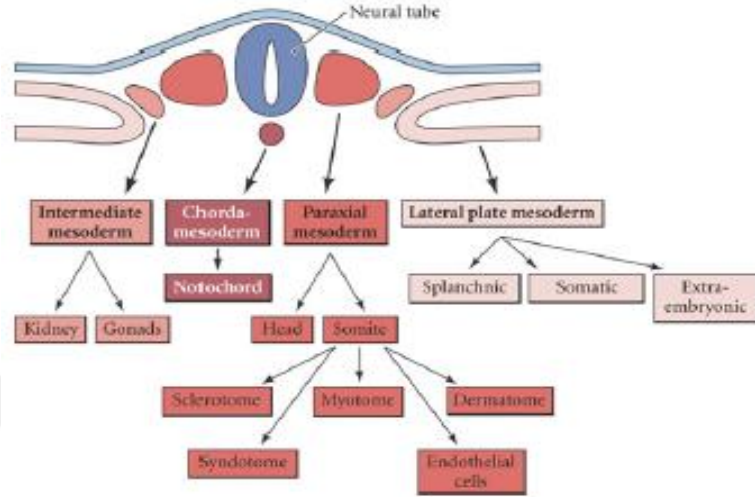
Mesoderm epiblast hücrelerinin epiblast ve endodermin arasına migrasyonu sonucunda oluşur ve bu migrasyon sonucunda epiblast terminolojik olarak ektoderm adını alır. Sonrasında orta hatta mezodermden prekordiyal plak ve notokordal çıkıntı oluşur. Notokordal çıkıntı solid mezodermle beraber tüp şeklini alarak notokorda dönüşür (4).



Şekil 1- Ektoderm, Endoderm ve Mezodermi oluşturmak üzere migre eden epiblastlar ve 2. haftada oluşan Mezoderm (8).

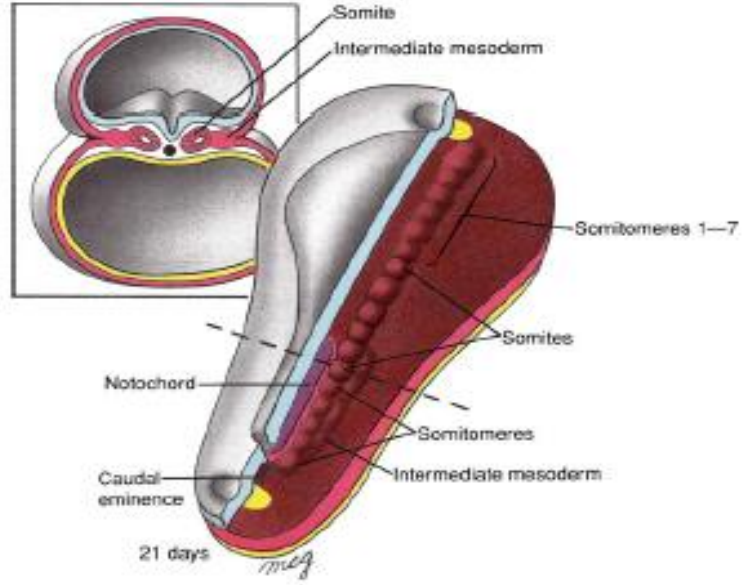
Notokord oluşumundan sonra mezodermden paraaksiyal mezoderm, ara mezoderm ve lateral mezoderm adlarıyla 3 farklı yapı oluşmaya başlar. Paraaksiyal mezodermden kritik yapılar için hücre grupları geliştiren somitler oluşur. Somitlerden iskelet, iskelet kasları ve cilt dermisi farklılaşmaya başlar. Ara mezoderm ve lateral plak mezodermden ürogenital ve kardiyopulmoner

sistemler gelişmeye başlar. Bu yüzden mezoderm orijinli vertebral anomalilere ürogenital ve kardiyopulmoner sistem anomalileri eşlik edebilmektedir (5).



Şekil 2- Ara, paraksiyel ve lateral plak mezodermden oluşan yapılar (8)

Embriyogenезin 3. ve 5. haftaları arasında, paraksiyel mezodermden farklılaşan somit çiftlerinden sklerotom plakları oluşur, sklerotom plaklarından da omurlar gelişir. Notokordun iki yanında 4 çift olarak dizilen somitlerin sayıları, günde ortalama 2 adet artarak, 5. haftada 42-44 çifte ulaşmaktadır. Genellikle toplamda oluşacak omur sayısından daha fazla sayıda somit oluşmaktadır. Somitler 4 oksipital, 8 servikal, 12 torakal, 5 lomber, 5 sakral ve 8 koksigeal olarak sıralanırlar. Sonrasında ilk olarak oksipital somit ortadan kalktıktan sonra koksigeal somitler ortadan kalkar ve vertebral kolon meydana gelir (6).



Şekil 3– Somit formasyonu. Paraksiyel mezodermden oluşan somitler sonrasında aksiyel iskelet, istemli çalışan kaslar ve boyun ve göğüsün dermisini oluştururlar (8).

Her bir somit çiftinin dış bölgesinden myotom, ön iç bölgesinden sklerotom, arka bölgesinden ise dermatom plakları farklılaşır.

Myotomlardan sırt kasları oluşmaktadır. Dermatom derinin derma ve hipoderma bölümlerinin oluşmasından sorumlu kısımdır. Sklerotom ise aksiyel iskeletin oluşumundan sorumludur (Şekil 3).

Notokordu çevreleyen mezenkim hücreleri her bir sklerotomun kranial yarımında gevşek, kaudal yarımında sıkıca bir araya gelir. Kaudalde toplanan mezenkim hücrelerinin bir kısmı myotom merkezi hizasından birikir ve intervertebral diskleri oluşturur. Geriye kalan mezenkimal hücreler vertebanın taslağını oluşturmak üzere birleşirler.

Gelişen vertebra notokordu çevreler ve notokord dejenerasyona uğrayıp kaybolur. Notokord intervertebral disk seviyesinde ise varlığını koruyarak nükleus pulposusunu oluşturur (6).

Altıncı hafta itibari ile membranöz omurga kıkırdaklaşmaya başlar. Bu dönemde 6 adet kıkırdaklaşma merkezi oluşur. Sekizinci hafta itibari ile iki

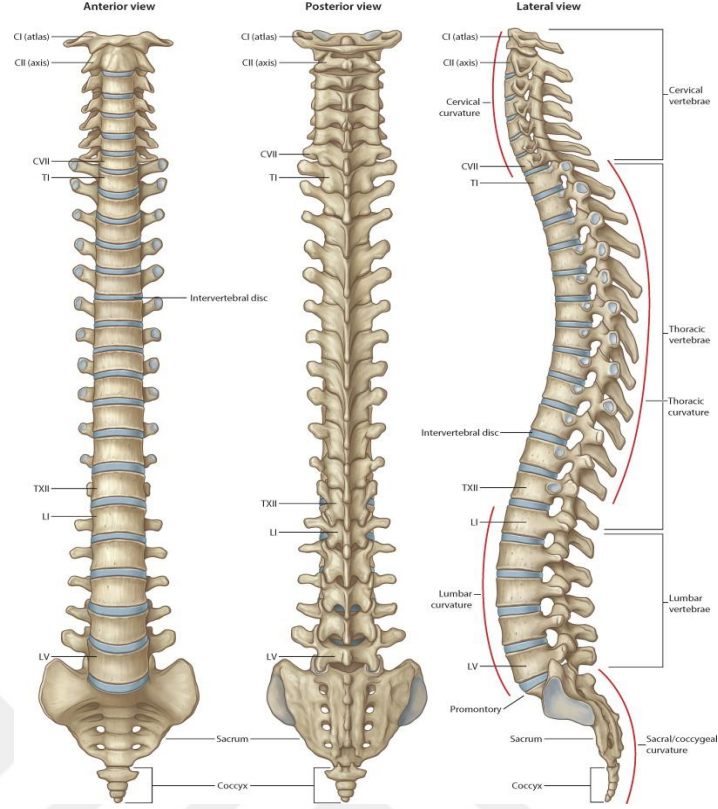
merkez nöral kanal lateralinde yoğunlaşır ve bunların dorsal füzyonu nöral ark ve prosessus spinozusu oluşturur. Nöral ark ve cisme ilave olarak iki kıkırdaklaşma merkezi daha belirir ve bunların lateral uzantıları prosessus transversusları oluşturur. Yedinci ve sekinci haftalarda kıkırdak omurgayı çevreleyen interstisyel matriksten, ön ve arka bağlar oluşur. İskeletin diğer kemikleri gibi omurganın kemikleşmesi de birincil ve ikincil merkezler içerir. Her omur biri korpus için ve ikisi omur arkusu için olan üç birincil merkezden türer.

Vertebranın ossifikasyonu ise embriyonik evrede başlar ve genellikle 25 yaş civarında tamamlanır. Sekizinci haftanın sonunda embriyogenezin sonuna ulaşıldığında 3 primer ossifikasyon merkezi bulunmaktadır. Doğumda her omur birbirine kıkırdak ile bağlanmış 3 kemik parçasından oluşur. Omur kavisinin yarımaları yaşamın ilk 3-5 yılında solid kemik dokusuna dönüşür ve kaynaşırlar. Lomber omurlardan başlayan kemikleşme kaudal ve kranial yönde uzanır. Nörosantral eklemler sayesinde omur kavisleri omur gövdelerine bağlanır.

Pubertenin başlamasıyla her bir omurda beş sekonder kemikleşme merkezi ortaya çıkar. Bunlardan biri spinöz çıkıntıda, ikisi transvers çıkıntılarda, ikisi de korpusun epifiz bölgesinde dairesel olarak görülürler. Yirmibeş yaşın sonunda sekonder kemikleşme odakları birbirleri ile kaynaşırlar ve omurganın iskelet maturasyonu tamamlanmış olur (7).

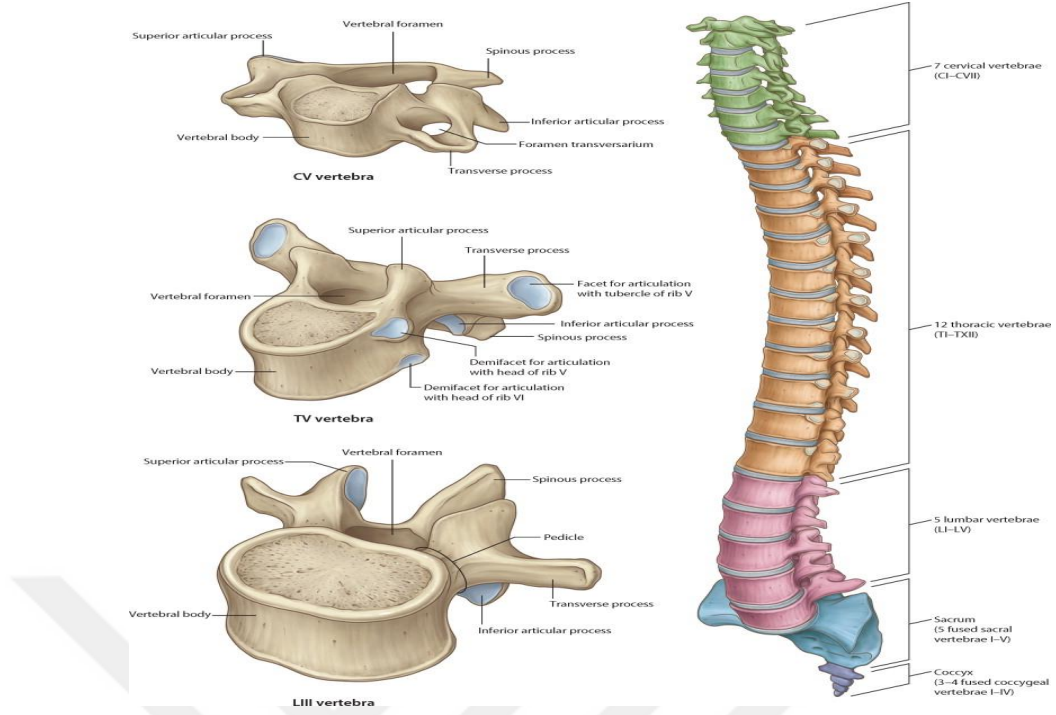
2.2. ANATOMİ

Vertebral kolon, 33 adet vertebra adı verilen kemiğin, orta hat üzerinde ve gövdenin arkasında üst üste dizilmesi ve ligamentlerle birbirlerine bağlanmasıyla meydana gelir; baş ve gövdenin ağırlığını alt ekstremiteye aktarır, medulla spinalisi çepeçevre sararak korur, gövdede yeterli hareketin sağlanmasına izin verir.



Şekil 4- Vertebral kolonun önden, arkadan ve yandan görüntüsü (11)

Omurganın ortasında vertebral kanal bulunur. Vertebral kanalı içinde santral sinir sistemi ile periferik vücut bölgeleri arasında iletişimi sağlayan ve hayati fonksiyonlardan sorumlu medulla spinalis yer alır. Omurgayı oluşturan 33 vertebradan 24'ü birbirlerine eklemler ile bağlanmıştır. Beş omurun birleşmesiyle tek bir kemik olan sakrum ve en altta yer alan 4 omurun birleşmesiyle koksiks oluşmuştur. Erişkin bir insanda vertebral kolon yukarıdan aşağıya doğru beş bölgeye ayrılır. Bunlar sırasıyla 7 servikal, 12 torasik, 5 lomber, 5 sakral, 4-5 koksigeal vertebradır (9,10) (Şekil 5).



Şekil 5- Servikal, torasik ve lomber vertebraların anatomileri (11)

Vertebral kolon koronal düzlemde düz bir şerit halindeyken, sagittal planda dört adet fizyolojik eğriliğe sahiptir. Doğumda ise vertebral kolon sagittal planda da düz bir sütun halindedir. Bebek başını tutmaya başladıktan sonra servikal lordoz oluşmaya başlar. Oturmaya ve daha sonra ayağa kalkmaya başlayınca da lomber lordoz gelişir. Torakal ve sakral kifoz embriyonik dönemde gelişir, bu nedenden dolayı primer eğrilikler adını alır. Başlangıçta çocuklarda bu eğrilik değerleri erişkinlerden azdır. Kas gücü gelişip denge sağlanınca normal açılarına ulaşır. Normal bir yetişkinde fizyolojik eğrilikler; servikal bölgede 30°- 50° lordoz, torakal bölgede 20°-50° kifoz, lomber bölgede 40°-80° lordoz ve sakral bölgede 40°-60° kifoz şeklindedir . Vertebral kolonun stabilitesi, insanları erekte pozisyonda tutan ve gövdeyi pelvis üzerinde dengeleyen intrinsek ve ekstrinsek yapılar tarafından sağlanır.

İntrinsek stabiliteyi sağlayan yapılar:

- Vertebralar ve intervertebral diskler.
- Faset eklemler ve bunların kapsülleri,

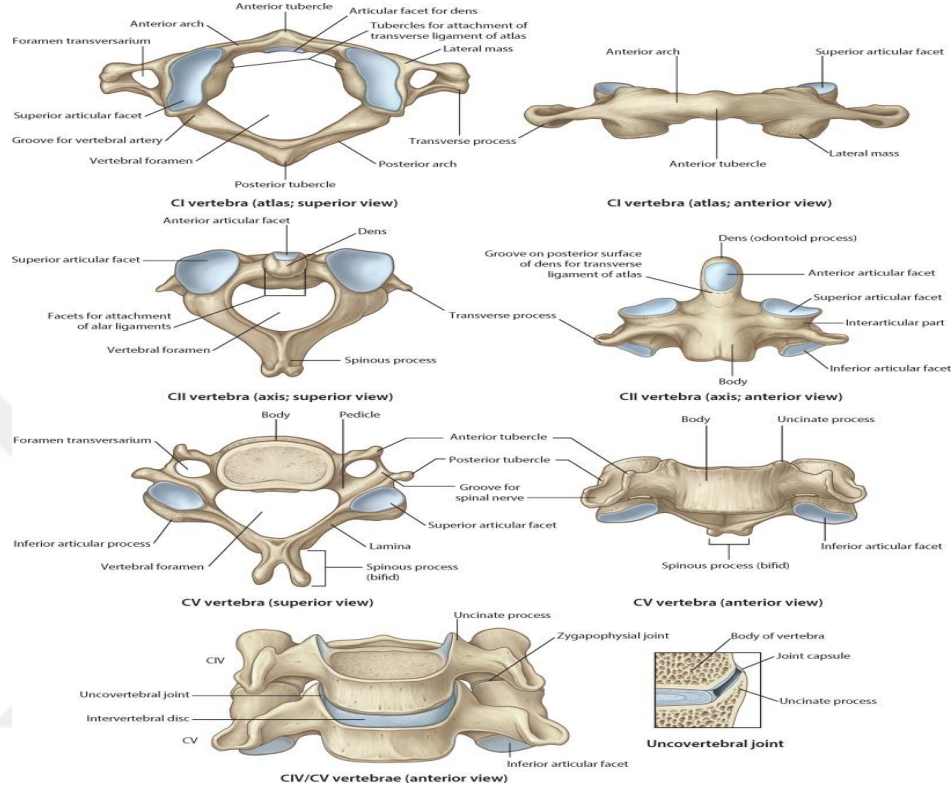
- İntraspinöz ve supraspinöz ligamentler, ligamentum flavum, anterior ve posterior longitudinal ligamentler,
- İntravertebral kaslar ve m.erector spinae'dır.

Ekstresek stabilite ise göğüs kafesi tarafından sağlanır. Tüm kostalar, interkostal kaslar ve ligamentler tarafından desteklenir. Bu ligamentler kostaları birbirlerine bağlarken aynı zamanda da kostaları vertebraların gövde ve transvers çıkıntılarına bağlar. Önden göğüs kafesi, sternum ve kostal kıkırdaklar tarafından bu yapı güçlendirilir. Anterior ve lateral abdominal kaslar da ekstresek destek sağlarlar (9,10).

İlk iki vertebra yani atlas ve aksis hariç tüm vertebralar genel hatlarıyla birbirlerine benzerler. Hepsinde vertebra korpusu, vertebra arkusu, spinöz çıkıntı, artiküler çıkıntı, transvers çıkıntı ve vertebral foramen olarak isimlendirilen yapılar mevcuttur. Tüm vertebralardaki vertebral foramenler birleşerek içinden medulla spinalisin geçtiği vertebral kanalı oluştururlar. Spinöz çıkıntı ve transvers çıkıntı arasında kalan alana lamina, transvers çıkıntı ve korpus arasında kalan bölgeye ise pedikül denir. Pediküller posteriordaki arkusun anteriordaki korpusa tutunmasını sağlar. Pedikül altındaki ve üstündeki boşluklar vertebraların birleşmesiyle spinal sinirlerin çıktığı intervertebral forameni oluştururlar (12).

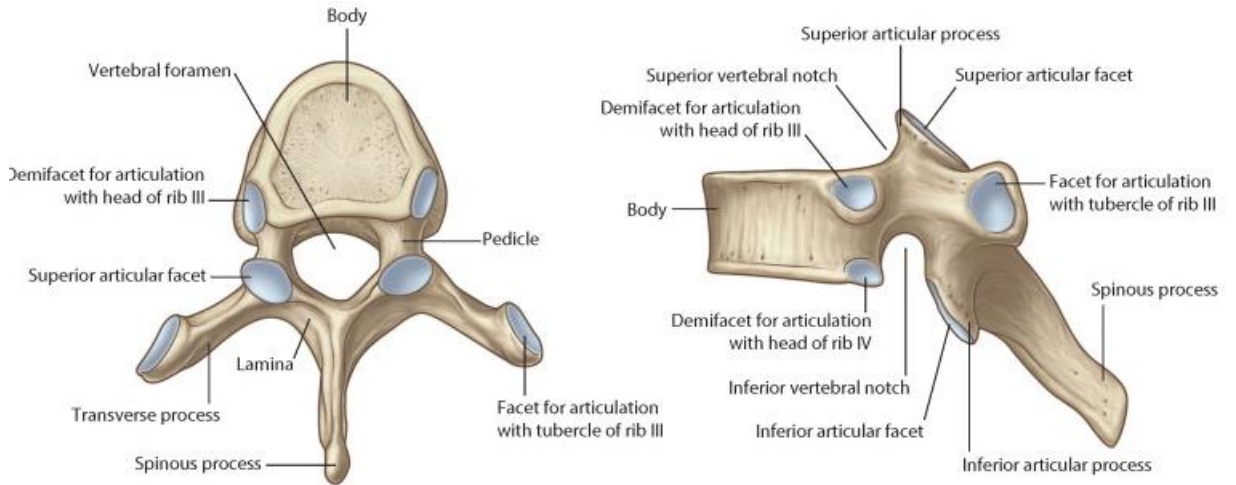
Servikal vertebralar omurganın en hareketli kısmını oluşturan vertebralardır. Servikal segment 7 adet vertebradan oluşur. En tipik özellikleri spinöz çıkıntıda çatallanma olması ve transvers çıkıntıda bulunan vertebral arter ve vertebral venin geçtiği vertebral foramenlerin bulunmasıdır (Şekil 6). İlk servikal vertebra atlas olarak adlandırılır ve korpusu bulunmaz. Üste oksiput ile altta ise aksis olarak isimlendirilen ikinci servikal vertebra ile eklem yapar. Atlas, aksiste bulunan "dens" adı verilen yapı ile hareket ederek başın rotasyonunu sağlar. Yedinci servikal vertebra diğerlerine göre daha uzun bir spinöz çıkıntıya sahiptir ve vertebra prominens olarak adlandırılır, bununla

birlikte vertebral arter yedinci servikal vertebranın transvers forameninden geçmez (9,10).



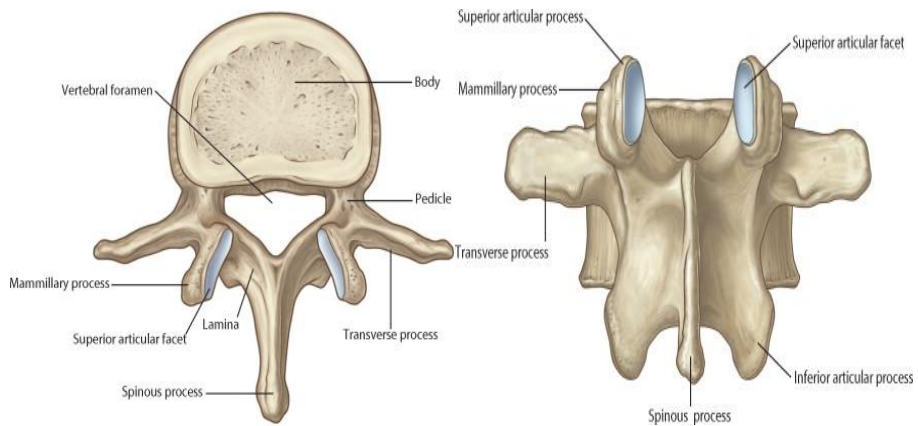
Şekil 6- Servikal vertebraların üstten ve önden görüntüleri (11)

Torakal vertebraların en belirgin özelliği kostalarla eklem yapmasıdır, bu nedenle biri gövde biri transvers çıkıntıda olmak üzere iki tane yarım kostal eklem yüzüne sahiptirler (şekil 7). Birinci, 11. ve 12. vertebralarda ise birer adet eklem yüzü bulunur. Torakal vertebraların korpusları kaudale doğru gidildikçe büyür. T11, T12 ve L1 omurları torakal kifozdan lomber lordozaya geçişin olduğu torakolomber bileşke bölgesini oluştururlar. Bu bölge aynı zamanda kostalarla stabil, hareketsiz torakal bölgeden, hareketli lomber bölgeye geçiş zone olduğu için tüm vertebral kolonda travmaya bağlı omurga ve omurilik hasarının sıklıkla görüldüğü alandır (9,10).



Şekil 7- Torasik vertebraların yukarıdan ve yandan görünümü (11)

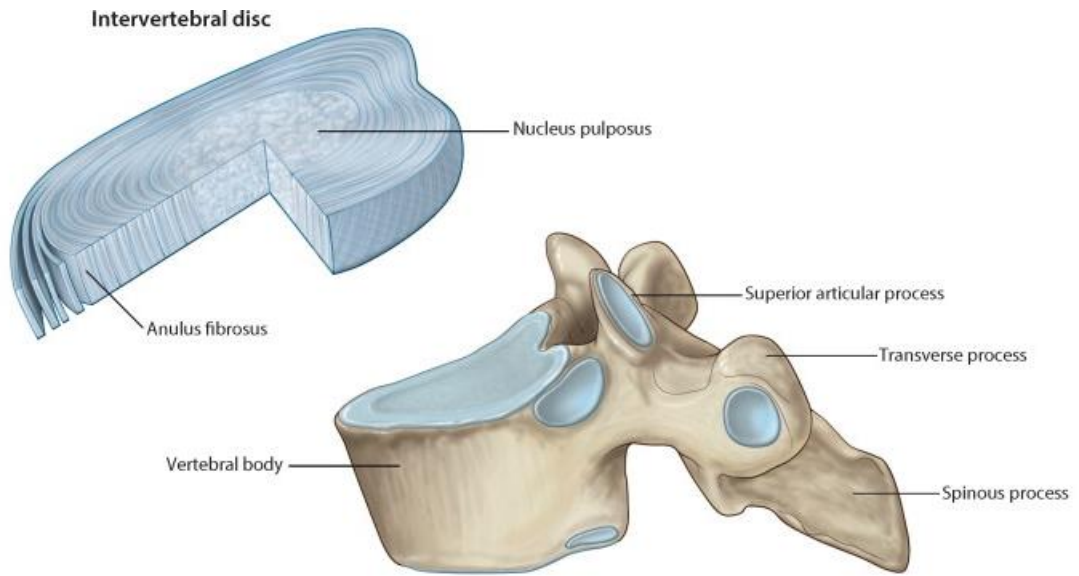
Lomber vertebra diğer vertebralara göre daha büyük korpusa, güçlü transvers ve spinöz çıkıntılara sahiptir. Transvers çıkıntıları az gelişmiştir ve rudimenter kalan kosta taslakları ile birleşerek önden arkaya doğru çıkıntı oluştururlar. Spinöz çıkıntıları kısa, geniş ve dolgundur. Üst eklem çıkıntısının dış yan yüzlerinde prosessus mamillaris adında tüberkülleri vardır. Yük taşıyan ön kısım korpus ve arasındaki intervertebral disklerden oluşurken yük taşımayan arka bölge faset eklemlerden oluşur (Şekil 8). Torakal bölgeden sakral bölgeye doğru inildikçe fleksiyon ve ekstansiyon kapasitesi artarken, yaşla birlikte bu hareket kabiliyeti azalır. En geniş hareket açıklığı fleksiyon ve ekstansiyonda iken, bunu sırasıyla lateral fleksiyon ve rotasyon izler (9,10).



Şekil 8- Lomber vertebranın üstten ve arkadan görüntüsü (11)

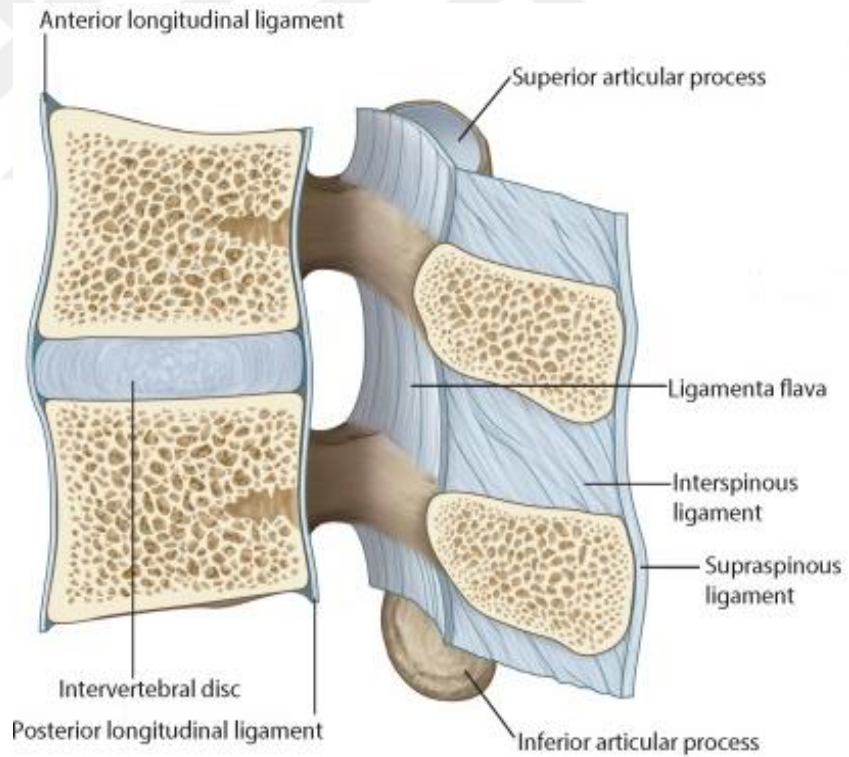
Vertebra korpusları, intervertebral diskler aracılığıyla birbirlerine bağlanırlar. Bunlar amfiartrodial tipte eklemlaşmeyi sağlayan, fibrokartilajinöz yapıdaki oluşumlardır. Ortada nükleus pulposus olarak isimlendirilen jelatinöz yapı ve bunu çevreleyen anulus fibrozus olarak isimlendirilen fibröz halkadan oluşur. Omurgada 23 adet disk mevcuttur ve bir üst vertebraya göre isimlendirilirler. Disklerin büyüklük ve şekilleri vertebra cismi ile uyumludur (Şekil 9). Damarsal yapıları bulunmayan diskler beslenmeleri için gerekli olan oksijen, glikoz gibi maddeleri komşuluk yaptıkları omurların spongiöz kemik yapılarından difüzyon yolu ile alırlar. İntervertebral diskin temel görevi fizyolojik veya travmatik nedenlerle oluşan eğilme, gerilme ve kompresyon gibi kuvvetlere direnç göstermektir. Bu yüzden esnek ve aynı zamanda güçlü bir yapıya sahiptir (12,13).

Omurganın arka elementleri birbirlerine diartroz cinsinden eklemler ve elastiki bağlarla bağlanmıştır. Bu eklemlere faset eklemler denir. Diğer diartroz eklemlerde olduğu gibi, bunların da eklem kıkırdakları, boşlukları, kapsül ve sinoviyal zarları bulunmaktadır. Translasyon ve distraksiyon olmak üzere iki temel hareket yapar (12,13).



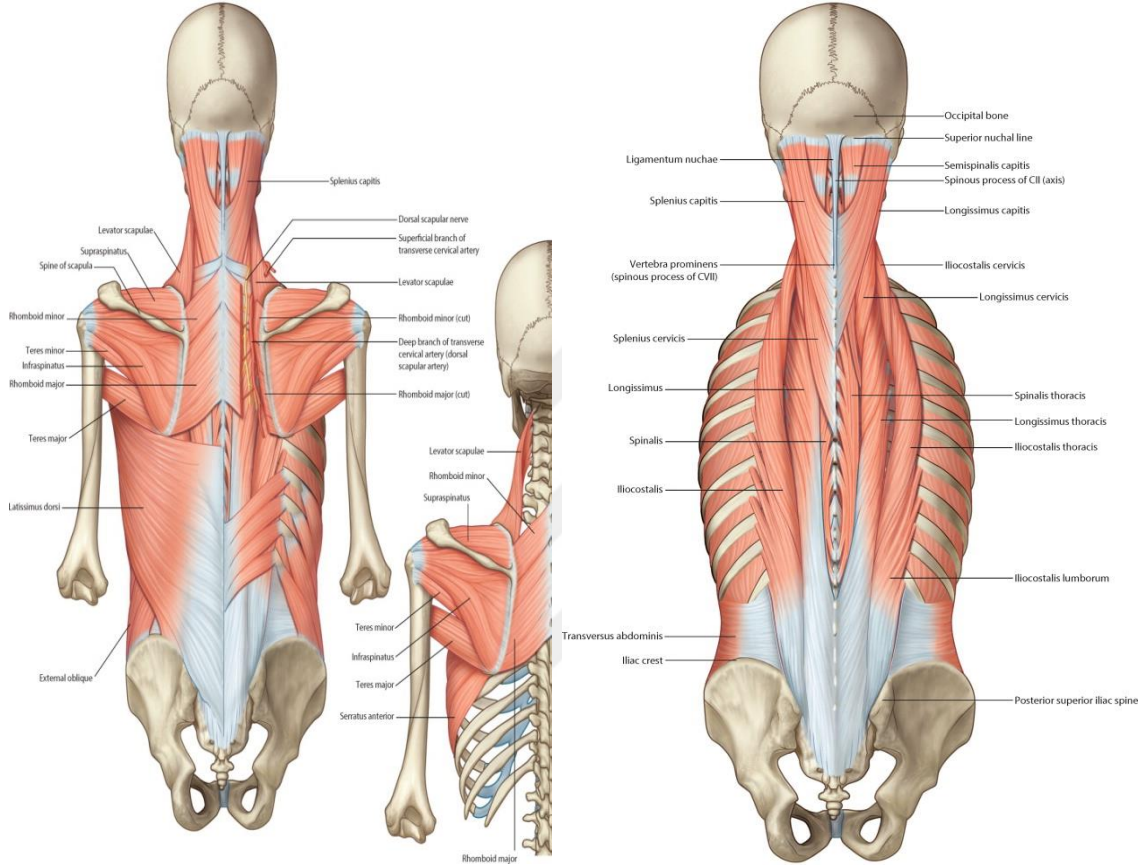
Şekil 9- İntervertebral disk vertebral gövde ile ilişkisi (11)

Anterior longitudinal ligament oksiputtan başlar ve tüm vertebraların ön yüzüne yapışarak sakruma kadar uzanır. Omurganın aşırı ekstansiyona gitmesine engel olur. Posterior longitudinal ligament ise oksipital kemiğin arka yüzünden başlayarak korpusların arkasından koksikse kadar uzanır. Anterior longitudinal ligamentten farklı olarak disk hizasında daha geniş ve daha sıkı, cisim hizasında ise daha dardır. Ligamentum flavum vertebral kanalın posteriorunda bulunur ve vertebraları birbirine bağlar. Bu sayede aşırı fleksiyon ve ekstansiyonu engeller. İnterspinöz ligament, komşu spinöz prosesler arasında uzanır. Supraspinöz ligament, spinöz çıkıntıların uçlarını birbirine bağlar ve servikal bölgede genişleyip, kalınlaşarak ligamentum nuchae adını alır. İntertransversal ligament, transvers çıkıntılar arasında yer alır (Şekil 10) (12,13).



Şekil 10- Omurganın ligamentlerinin yan görüntüsü (11)

Vertebralara yapışan çok sayıda kas bulunur. Derin ve yüzeysel olmak üzere sırt kasları iki ana gruba ayrılır. Yüzeysel kaslar öncelikli olarak ekstremit hareketlerini sağlayıp solunuma yardımcı olurken, derin sırt kasları pelvisten kafatasına kadar uzanarak postürün devamlılığını ve omurganın hareketlerini sağlar (Şekil 11).



Şekil 11- Omurganın yüzeysel ve derin kasları (11)

Fonksiyonel olarak ise kaslar 5 ana grubu ayrılırlar

Fleksör grup:

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

- Ekstansor grup:
- M. Latissimus dorsi
 - M. Sacrospinalis
 - M. Spinaes
 - Mm. Interspinales
 - M. Levator scapula
 - M. Splenius
- Lateral fleksör grup:
- M. Sacrospinalis
 - M. Quadratus lumborum
 - Mm. Transverso-costales
 - M. Levator scapula
 - Mm. Scalenii
 - Mm. Semispinalis
- Ipsilateral rotatuar grup:
- M. Latissimus dorsi
 - M. Splenius
 - M. Longus coli
 - M. Obliquus abdominus internus
- Kontralateral rotatuar grup:
- Mm. Transversospinalis
 - Mm. Multifidus
 - M. Longus colli
 - M. Obliquus eksternus abdominis

Omurganın kanlanması, segmenter arterler veya bölgesel arterler tarafından sağlanır. İntervertebral foramenden anterior santral ve postlaminar arterler girerek, menenjial, nöral ve epidural dokuları kanlandırırlar. İnternal arterlerden posterior santral ve prelaminar arterler oluşur ve omurga orta kısmını, korpusları ve arkusları kanlandırırlar. Venöz dönüş ise internal vertebral venöz pleksus ve eksternal vertebral venöz pleksus ile sağlanır (12,13).

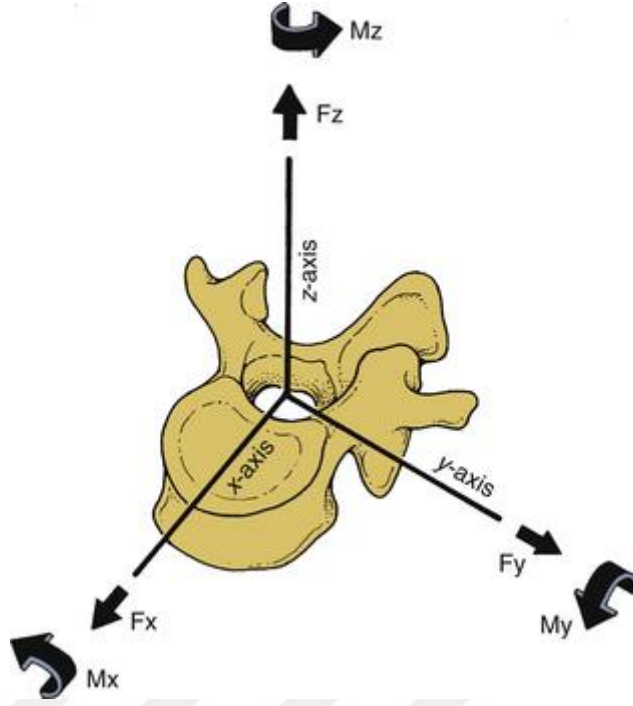
2.3. BİYOMEKANİK

Vertebral kolon, vücut hareketleri esnasında kompresyon, gerilme, eğilme, makaslama ve torsiyon gibi çeşitli kuvvetlere maruz kalmaktadır. İntervertebral disk, omurga çevresindeki ligamentler ve kaslar bu kuvvetlere karşı koyarak stabil yapının devamlılığını sağlarlar (14).

İnsan omurgasında sagital planda incelediğimiz zaman fizyolojik eğriliklerin mevcut olduğunu görürüz. Servikal ve lomber bölgede lordoz, torakal ve sakral bölgede kifoz mevcuttur. Bu eğrilikler sayesinde omurganın aksiyel kompresyon güçlerine karşı direnci artar (14).

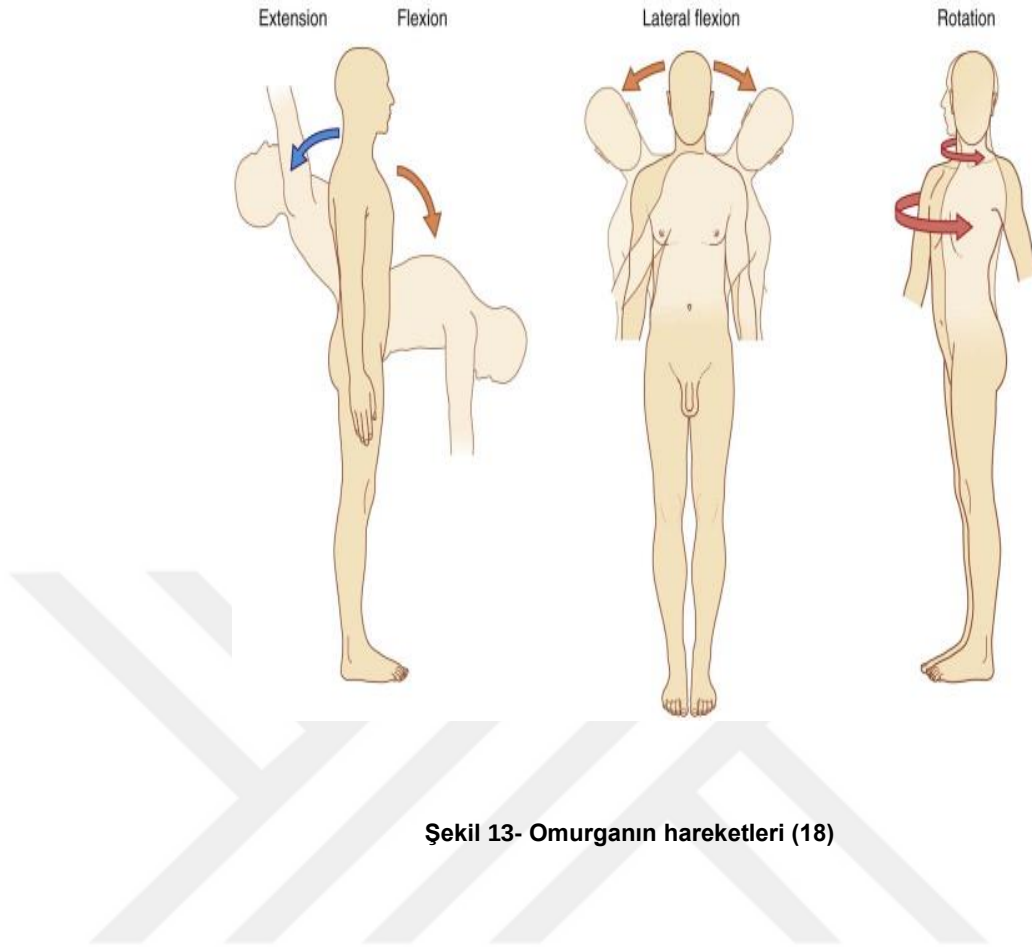
Hareket segmenti vertebral kolonunun fonksiyonel birimidir. Hareket segmentinin anterior kısmını iki vertebra cismi, intervertebral disk ve anterior ligamentler oluşturur. Posterior kısım ise intervertebral eklemler, posterior ligamentler, transvers ve spinöz çıkıntılar tarafından oluşturulur (14-16).

Her bir vertebranın hareketini tanımlayabilmek amacı ile kartezyen koordinat sistemi kullanılır. Bu sistemde X, Y ve Z olmak üzere üç eksen vardır. Bu eksenlerin her birinin çevresinde ikişer rotasyon ve ikişer kayma hareketleri yapılabileceğinden rotasyonun anlık ekseni çevresinde 12 potansiyel hareket meydana gelir. Rotasyonun anlık ekseni, her hareket segmentinin bağlı olduğu koordinat sisteminin merkezidir. Vertebra cismi bu eksen etrafında hareket eder (Şekil 12) (17).



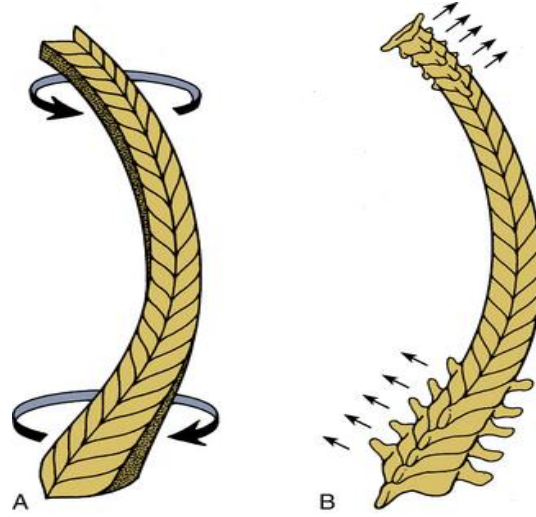
Şekil 12- Kartezyen koordinat sistemi üzerinde rotasyonun anlık eksen ve hareketleri (17).

Omurga fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerini sagittal düzlemde gerçekleştirmektedir. Servikal bölgede 40° fleksiyon, 75° ekstansiyon; lomber bölgede 60° fleksiyon, 35° ekstansiyon; torakolomber bölge bütün olarak değerlendirildiğinde ise 105° fleksiyon, 60° ekstansiyon hareketi mevcuttur. Lateral fleksiyon hareketli frontal düzlemde meydana gelmektedir. Servikal bölgede 35-45° , torakal bölgede 20° ve lomber bölgede 20° olmak üzere kranyumdan sakruma kadar toplam 75-95 derecedir (Şekil 13) (15).



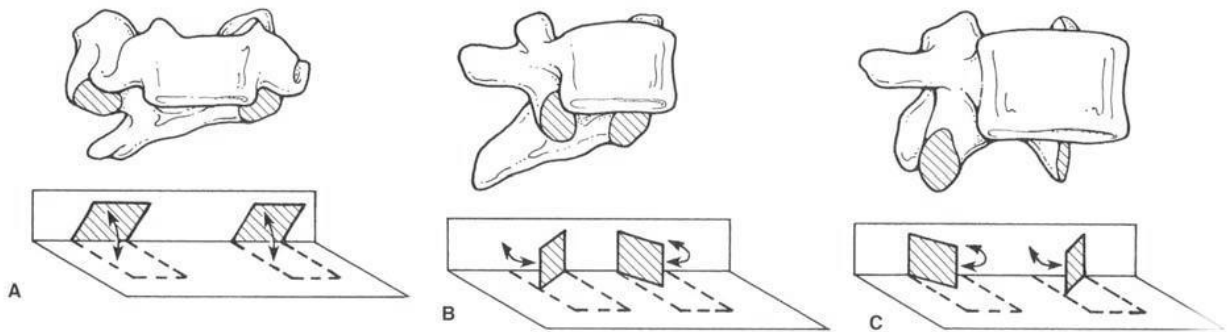
Şekil 13- Omurganın hareketleri (18)

Omurganın rotasyonel hareketleri alt segmentlere doğru inildikçe azalmaktadır. Servikal bölgede 45-50°, torakal bölgede 35°, lomber bölgede ise 5° rotasyon mevcuttur. Torakal vertebralarda faset eklemler yatay yerleşimli olduğu için rotasyonel hareket daha fazladır. Lomber vertebralarda ise faset eklemler dikey yerleşimli olduklarından dolayı rotasyonel hareketlere karşı direnç oluştururlar. Yürüyüş esnasında üst 7 torakal segment omuzla birlikte dönerken, T7 altındaki segmentler pelvis ile birlikte karşı yöne doğru dönmektedir. Bu duruma 'coupling fenomeni' denir (Şekil 14) (17).



Şekil 14- Servikal ve lomber bölgedeki lateral bending rotasyonel ilişkiyi gösteren coupling fenomeni (17)

Faset eklemleri hareketli segmentin en önemli yapı taşıdır. Bununla birlikte, yük kaldırma fonksiyonları da vardır. Faset eklemlere en fazla yük omurga hiperekstansiyondayken düşmektedir ki bu da yaklaşık tüm yükün %30'unu oluşturmaktadır. Faset eklemler ekstansiyonun primer sağlayıcı yapısı olmamalarından dolayı yük aktarımı amaçlı alternatif bir yol oluşturur ve aksiyel yüklenme ile oluşan kuvveti, omurgayı destekleyecek şekilde, anulus fibrozus ve anterior longitudinal ligament üzerinden transfer ederler. Fasetlerin aşırı yüklenmesi omurga fleksiyonunda da görülür ve rotasyon sırasında iki katına çıkar (Şekil 15) (17,19).



Şekil 15- Faset eklem oryantasyonları, A- Servikal, B- Torakal, C- Lomber (17)

Omurganın ekstrensek stabilitesini sağlayan ve hareket aktivitesini başlatan spinal kaslar için yapışma bölgesini transvers ve spinöz çıkıntılar oluşturur. Omurganın çevresindeki ligamentöz yapılar ise intrinsek stabiliteye katkıda bulunur. Kollajen içeriği ligamentum flavum hariç tüm omurga ligamentlerinde yüksek seviyededir. Bunun sonucunda omurga hareketleri sürecinde ekstansibilite sınırlanır. Ligamentum flavumunun içeriğindeki yüksek elastin proteini sayesinde elastikiyeti fazladır. Böylece omurganın ekstansiyonu süresince büzüşmesi, fleksiyon süresince de uzaması sağlanmış olur. İçindeki elastik yapıdan dolayı ligamentum flavum omurga nötral pozisyonda olsa bile sabit bir gerginliktedir.

Omurga hareketlerinin şekil ve yönüne göre çeşitli ligamentlerin gerginlik miktarlarında değişiklikler oluşur. Fleksiyon boyunca interspinöz ligamentlerde en yüksek gerilim varken, kapsüler ligamentte ve ligamentum flavumda daha az gerilme olur. Ekstansiyon boyunca en fazla gerilime karşı koyan yapı anterior longitudinal ligamenttir. Lateral fleksiyon boyunca karşı taraftaki interspinal ligament yüksek gerilmeye karşı koyar. Rotasyon sırasında oluşan gerilime en çok karşı koyan yapı, faset eklemlerin kapsüler ligamentleridir (19,20).

Vertebraların büyüklük ve kütleleri alt segmentlere inildikçe artmaktadır. Bunun nedeni giderek artan yüke karşı vertebraların geliştirdiği bir adaptasyondur. Vertebra cismi özellikle aksiyel yüklenmelere karşı koymaktadır. Cisim zerine binen yük kortikal ve spongioz kemik üzerinden alt segmentlere iletilir. Korteks oldukça ince yapıdadır. Trabeküler yapıdaki spongioz kemik gelen yükün bir miktarını periferine doğru elastik deformasyon göstererek absorbe eder.

İntervertebral diskler yüklenmeyi taşır ve dağıtırlar. Bu yüzden de biyomekanik ve fonksiyonel önemleri büyüktür. Omurgada hareketli segmentin anterior bölümünde yer alırlar. Omurga zerine gelen yükleri iki vertebra korpusu arasında süspanse ederek aşırı yüklenmeyi önlerler ve çok absorbe edici fonksiyon gösterirler.

Anullus fibrosus tabakalarını oluşturan kollajen lifler birbirlerini çaprazlayacak şekilde yerleşmişlerdir. Bu yapıları sayesinde torsiyonel kuvvetlere karşı oldukça dayanaklıdır. İntervertebral diske uygulanan yüklenme sonucu disk deforme edildiğinde, nükleus pulposus basınç etkisi ile yüklenmenin tersi tarafa hareket eder (20,21).

2.4 TORAKS VE OMURGANIN NORMAL GELİŞİMİ

Omurganın büyümesi doğumdan önce başlar ve en fazla büyüme intrauterin dönemde olur. İkinci ayda büyüme 1mm/gün hızındadır. Genel olarak ilk iki trimesterde hızlı boy artımı son trimesterde de kilo artımı olmaktadır. Doğumda omurga boyu yaklaşık 24 cm dir. Oturma boyu omurga büyümesinin indirekt ölçülme metodudur. Oturma boyunun %60'ı omurga boyundan ve %40'ı baş ve pelvisten oluşmaktadır.

Yaşamın ilk 5 yılında vücut oranlarında dramatik şekilde değişiklikler olmaktadır.

Tüm parametrelerdeki değişikliklerin progresyonu aynı hızda olmamaktadır. Örneğin sefalik kısım rölatif olarak küçülmeye, subiskial bacak uzunluğu artmaya başlar. Ayrıca büyüme sadece vertikal planda değil volumetrik olarak da olmaktadır. Beş yaşındaki oturma yüksekliği, final oturma yüksekliğinin 2/3 ünü oluşturmaktadır (22).

Beş yaşından sonra pubertanın başlangıcına kadar boy uzaması yavaşlama eğilimindedir. Boy uzunluğu artma hızı yaklaşık olarak 5.5 cm/yıl'dır. Bu uzamanın 2/3 kadarı alt ekstremitenin, 1/3'i oturma boy yüksekliğinin payına düşer. Bu dönemde erkeklerde boy uzunluğu yaklaşık %27 artmaktadır. Aynı ayrı değerlendirecek olursak oturarak boy yüksekliği %20 ve subiskial ekstremita uzunluğu %32 artmaktadır. Kızlarda ise boy uzunluğu bu dönemde yaklaşık %22 artar. Bakıldığı zaman oturarak boy yüksekliğinin yaklaşık %17 ve subiskial ekstremita uzunluğunun ise yaklaşık %28 arttığı görülür.

Puberte büyümenin yeniden hızlandığı dönemdir. Bu yeniden hızlanma evresi kızlar için 11 yaş civarında iken erkeklerde 13 yaşında olmaktadır. Büyümenin hızlanmasını gösteren en önemli belirteçlerden biri oturma yüksekliğinin 6 cm/yıl'dan daha fazla artmasıdır.

Pubertede kalan oturma yüksekliği büyüme miktarı kızlar için 12 cm (%14) iken; erkekler için kalan büyüme miktarı 13 cm (%15) kadardır. Bu büyüme atağı sırasında kazanılmaktadır.

Omurga yüksekliği erişkin dönemde yenidoğan döneminin 3 katına çıkmaktadır. Yenidoğanlarda omurga yaklaşık 24 cm uzunlukta olup ve sadece %30'u ossifiye olmuştur. Ayrıca segmentler arasında morfolojik olarak çok az fark bulunmaktadır. Erişkin erkeklerde omurga uzunluğu yaklaşık olarak 70 cm'dir. Bunun 12 cm'sini servikal omurga, 28 cm'sini torakal omurga, 18 cm'sini lomber omurga ve 12 cm'sini sakrum bölgesi oluşturmaktadır. Erişkin kadınlarda omurganın uzunluğu yaklaşık olarak 63 cm'dir (22).

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

T1-S1 segmenti yenidoğanlarda yaklaşık 19 cm uzunluktadır. Erişkin dönemde ise erkeklerde yaklaşık olarak 45 cm, erişkin kadınlarda 42-43 cm'dir. İlk 5 yılda 10 cm, 5-10 yaş arası 5 cm, 10 yaştan erişkin döneme kadar 10 cm uzama gösterir. Ayrıca T1-S1 segmenti erişkin bireylerde oturma boy yüksekliğinin %49'nu oluşturur.

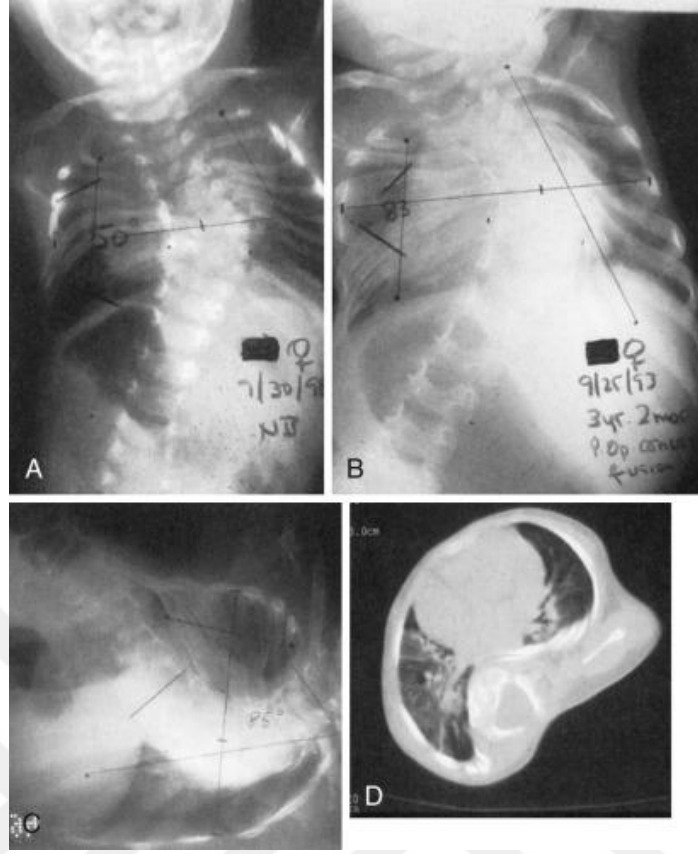
T1-T12 segmenti yenidoğanlarda yaklaşık 11 cm olup daha sonrasında erişkin erkeklerde 28 cm, kadınlarda 26 cm'ye ulaşmaktadır. İlk 5 yılda hızlı olarak uzama gösteren torakal kısım 5-10 yaş arası 4 cm ve puberte döneminde 7 cm kadar uzar. T1-T12 segmenti oturma boy yüksekliğinin %30 oluşturmaktadır.

L1-L5 bölgesi yenidoğanlarda yaklaşık 7 cm uzunlukta olup, erişkin erkeklerde 16 cm, erişkin kadınlarda 15.5 cm'ye kadar büyüme gösterir. İlk 5 yaşta 3 cm, 5-10 yaşda 2 cm, 10-18 yaşda 3 cm olarak büyüme gösterir. Lomber kısım oturma yüksekliğinin %18 oluşturmaktadır (22).

Toraks çevresi yenidoğanlarda yaklaşık 32 cm olup, erkeklerde 56 cm, kadınlarda 53 cm ye kadar ulaşır (22). Erken başlanğıçlı skolyoz olgularında omurganın uzaması ve toraks çevresi normal gelişimi bozulduğu için başlanğıçta sadece aksiyal iskelet anomalisi olarak görülen bu deformite daha sonrasında multisistemik patoloji sayılan torasik yetmezlik sendromu ile sonuçlanabilir.

2.5 TORASİK YETMEZLİK SENDROMU

Torasik Yetmezlik Sendromu toraksın akciğerlerin normal respiratuar fonksiyonunu ve postnatal gelişimi için uygun desteği sağlayamamasıdır (23). Bu sendrom omurganın, kaburgaların, sternum ve çevre kasların multipl patolojisi sonucu akciğer volümünün, ekspansiyonunun ve postnatal gelişiminin azalmasıdır (24). Bu nedenle tek bir yapısal bozukluğun akciğerler üzerinde etkisini söylemek zordur. Yapılan çeşitli çalışmalarda Cobb açısı ile farklı akciğer fonksiyonları arasındaki ilişkinin az olduğu saptanmıştır (25,26).



Şekil 16- A. Konjenital skolyozlu yenidoğan grafisi B. 3 yılında 83 dereceye ulaşan eğrilik C. Anterior spinal füzyon cerrahisi sonrasında 6. ay grafisi D. Torasik yetmezliği daha iyi gösteren BT görüntüsü (27)

3. ERKEN BAŞLANGIÇLI SKOLYOZ

3.1. TARİHÇE

1954'de James 3 tip idiopatik skolyoz tipi belirlemiş olup bu ayrımı yaşa göre yapmıştır. 3 yaşından önce başlayanlara infantil tip, 4-9 yaş arasında başlayanlara juvenil tip, 10 yaş sonrası başlayanlara adölesan tip skolyoz tanımlarını kullanmıştır (28).

Erken başlangıçlı skolyoz terimini ise ilk defa kullanan Dickson'dur. Etiyolojiden bağımsız olarak, 5 yaştan önce başlayan skolyozlara erken başlangıçlı skolyoz, 6 yaş ve daha sonra başlayan skolyozları da geç başlangıçlı skolyoz olarak tanımlamıştır (29).

Erken başlangıçlı skolyoz terimi infantil idiopatik skolyozdan daha sonra tanımlanmıştır. Erken başlangıçlı skolyoz küçük çocuklarda oluşur ve birçok tanıyı ve skolyoz tipini kapsar. Erken başlangıçlı skolyoz tanımlaması konjenital, nöromuskuler, idiopatik ve sendromik skolyozları içinde barındırır. Erken başlangıçlı skolyozda yaş ön plana çıkmaktadır. Etiyoloji ne olursa olsun skolyozun başlangıç yaşı tedavide önemli rol oynamaktadır (30). Bunun nedeni majör torasik deformitelerin 5 yaş altındaki çocuklarda, yüksek pulmoner komplikasyonlara ve diğer büyüme anormalliklerine eşlik edebiliyor olmalarıdır (23).

3.2 ETYOLOJİ

Erken başlayan skolyozların idiopatik, nöromuskuler, konjenital ve sendromik gibi farklı etyolojileri vardır. Infantil idiopatik skolyoz, idiopatik skolyozların % 1'inden azını oluşturmaktadır (31). Erkek çocuklarda kızlara göre daha sık görülmektedir ve bu oran 3/2'dir . Sol torakal eğrilik daha sık görülmektedir (%75-90). İdiopatik tipte skolyoza diğer konjenital deformiteler de eşlik edebilir. Bunlar kalça displazisi, konjenital kalp hastalığı ve mental reterdasyondur. Wynne Davies Edinburgh'da bir ailede skolyoza belirgin yatkınlık olduğunu fark etmiş, bunun üzerine skolyoza genetik bir yatkınlığın

olduğunu ve skolyoz gelişiminde bu yatkınlığı tetikleyici bir rol üstlendiğini öne sürmüştür (32).

Erken başlangıçlı skolyozlar prognoz olarak geç başlangıçlılarla aynı değildir. Llyod-Roberts ve Pilcher'e göre infantil idiyopatik skolyozların %90'ı tedavi olmadan kendiliğinden iyileşmektedir (32). Sağ torakal deformiteli hastalarda ve kız çocuklarında prognoz daha kötüdür (33).

İnfantil idiyopatik skolyozun etiyolojisi ile ilgili birçok teori ortaya atılmıştır. Başlangıçta infantil idiyopatik skolyozun nedeni intrauterin pozisyona bağlanmakta idi. Browne'nin hipotezine göre aynı zamanda bu duruş plagiosefali, kalça abduksiyonunun azalması ve kosta anomalilerinin de sebebiydi (34,35). Ancak bu görüş doğumda skolyozun görülmemesi nedeniyle reddedilmiştir. İkinci hipotez ise uyuma pozisyonunun etkili olduğunu savunmuştur. Mau (36) uzun oblik prone pozisyonda yatan hastalarda skolyoz geliştiğini hipotez olarak sunmuştur. Wynne-Davies'in postnatal basınç hipotezinde ise 134 bebeğin 97'sinde plagiosefali ve skolyoz geliştiğini gösterilmiştir. 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 arttırdığına değinilmiştir. Progresif eğriliklerin olduğu erkek infantil skolyozların %13'ünde mental retardasyon ve %7'sinde ingiunal herni tespit edilmiştir. İdiyopatik erken başlangıçlı skolyozda ailesel yatkınlık açısından sınırlı kanıt mevcuttur. Bu çalışma da %3 oranında aile bireylerinde genetik yatkınlık görüldüğünü, çevresel faktörleride göz önünde bulundurarak genetik yatkınlığı tetikleyebileceğini belirtmiştir. İdiyopatik 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. Erken başlangıçlı skolyozların çoğunda yeni mutasyonların olduğu 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 verilerini belirlemek gerekmektedir (37).

Mehta hipotonili bebeklerin normal tonuslu bebeklere göre deformasyonlara karşı koyamadığını tespit etmiştir (38).

Embriyolojik olarak omurganın gelişiminde kritik zaman segmentasyon işleminin olduğu 5-6. haftalardır. Bu nedenle omurgada gelişecek bir konjenital anomali özellikle intrauterin hayatın ilk 6 haftasında gelişir. Konjenital skolyoz prevelansı yaklaşık olarak 1000 canlı doğumda 0.5-1 kadardır. Cinsiyete göre dağılımına bakacak olursak kızlarda erkeklere oranla 1.6 – 2.4 kat daha fazladır. Konjenital skolyoz gelişiminde çevresel faktörler (hipoksi, valproik asit kullanımı, folik asit yetersizliği) ve genetik faktörler rol oynayabilmektedir. Bununla birlikte 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 (39).

Nöromüsküler skolyoz nöropatik ve myopatik hastalıklarda gelişmektedir. Farklı hastalıklarda prevelansı farklılık göstermektedir ve travmatik paralizi durumunda %100, Duchenne muskuler atrofi de % 90, Friedreich ataksisinde % 80, spinal muskuler atrofi de % 67, myelodisplazi de % 60, serebral palsy de % 25 oranlarında hastalıklara skolyoz eşlik etmektedir. Nöromüsküler 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. Erken başlangıçlı skolyozun çeşitli formlarında benzer klinik görüşlere rağmen etiyoloji ile ilgili çok az miktarda genetik bilgi mevcuttur (40).

Sendromik erken başlangıçlı skolyoz Nörofibrinomatosis, Marfan Sendromu, Goldenhaar Sendromu, CHARGE sendromu, Artrogripozis, Larsen sendromu ve diğer sendromik skolyozları içermektedir (40).

3.3. KLİNİK DEĞERLENDİRME

Skolyoz hastalarında öncelikle geniş kapsamlı hikaye alınmalı ve fizik muayene yapılmalıdır. Her zaman için eşlik edebilecek spinal deformiteler akılda tutulmalıdır. Annenin prenatal hikayesi, kalp problemleri, önceki doğum öyküsü ve kullandığı ilaçlar mutlaka not alınmalıdır. Çocuğun doğum öyküsü de ayrıntılı olarak kayıt edilmelidir. 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 (30).

Muayene genel fizik muayene ile başlamalıdır. Çocuk mutlaka tamamen soyulmalı ve baştan aşağı incelenmelidir. Baş boyun anomalileri, saç çizgisi, boyun hareketleri, anormal pigmentasyon, yama tarzı kıllanmalar, hemanjiom, nevüs, omurga üzerinde olabilecek sinüsler ve lipomlar araştırılmalıdır. Bu cilt bulguları altta yatan bir intraspinal patolojinin bulgusu olabilir. Ayrıntılı bir nörolojik muayene ile birlikte alt ekstremitelerde atrofi, çarpık ayak ve pençe ayak gibi ayak deformiteleri de araştırılmalıdır. Hastaların % 35'ine yakınında nöral aks anomalileri bulunur. Bunlar arasında diastometomyeli, tethered kord, chiari malformasyonu, intradural lipom, hidromyeli, syringomyeli en sık karşılaşılanlardır. Nörolojik muayenenin normal olması veya cilt bulgularına rastlanmaması intraspinal patolojiyi ekarte ettirmez (39).

Spinal muayene inspeksiyon ve palpasyonu içermektedir. Erken başlangıçlı skolyozlarda standart fizik muayene zor bir işlemdir, bu sebeple farklı teknikler kullanılmalıdır. Erken başlangıçlı skolyozlarda Adams forward bend testini (lomber vertebrada transvers çukıntılara, torakal vertebrada kosta çukıntılarına bakılır) yapmak mümkün değildir. Fakat bu hastalar dizin üstünde pron pozisyonda muayene edilerek benzer test yapılabilir. Eğriliğin fleksibilitesi, çocukları dizin üstünde laterale yatırarak veya koltuk altından tutulup sarkıtılarak değerlendirilebilir (30).

Göğüs ve göğüs yanlarındaki deformiteler değerlendirilmeli, bununla birlikte abdominal refleksler not edilmelidir. Göğüsteki farklılıklar torasik yetmezlik sendromunun ve sendromik skolyozların göstergesi olabilir (23).

Muhonen ve arkadaşları Chiari malformasyonlu çocuklarda abdominal refleks olmadığını tespit etmişlerdir. Abdominal refleks yokluğu özellikle eğriliğin konveks tarafında tespit edilmiştir (41).

Eğriliğin hızlı ilerlediği durumlarda santral sinir sistemi lezyonlarının eşlik edebileceğini akılda tutmamız gerekir. Bunun için mutlaka MRI çekilmesi gerekmektedir. Pahys ve arkadaşları tek kliniğe başvuran infantil idiyopatik skolyoz tanılı, $>20^\circ$ eğriliği mevcut 54 hastaya MR çekerek intraspinal patolojiler açısından değerlendirmişlerdir. Yedi hastada (%13) nöral aksis anomalisi tespit etmişlerdir. 5 hasta (%71.4) nöroşirürji tarafından opere edilmiştir. Üç hastaya tethered kord gevşetilmesi ve 2 hastaya chiari malformasyonu dekompresyonu yapılmış; 2 hastada küçük nonoperatif syrinks tespit edilmiştir. On yaş altı skolyozlarda intraspinal patoloji daha yüksek prevalansta görülür. Özellikle idiyopatik juvenil skolyozların %20'sinden fazlasında intraspinal patoloji görülebileceği unutulmamalıdır (42).

İnfantil idiyopatik skolyozlu hastaların baş muayenesi önemlidir. Bunun nedeni erken tespit edilen plagiosefalinin fizik tedaviye iyi yanıt verebilmesidir. Çoğunlukla çukur kenar sağ tarafta bulunur. Baş ile ilgili bu durum aynı zamanda yarasa kulak deformitesi ve konjenital muskuler tortikollis ile ilişkili olabilir. Plagiosefalinin olması demek skolyozun kesin olarak olduğu anlamına gelmemekle birlikte infantil idiyopatik skolyozla ilişkisi olabileceğini bilmek önemlidir. Pelvis muayenesi de iyi yapılmalıdır çünkü gelişimsel kalça displazisi infantil idiyopatik skolyozla ilişkili olabilmektedir (34, 35).

Eğer alt ekstremitte eşitsizliği mevcutsa bunun skolyoz kaynaklı olup olmadığı mutlaka araştırılmalıdır. Skolyoza sekonder bacak eşitsizliğinde genelde lomber eğriliğin çıkıntı olan kısımda alt ekstremitte uzundur (30).

Konjenital skolyoz hastalarında konjenital kalp hastalığı bulunma sıklığı %7-12 oranındadır. VSD ve ASD gibi defektlerin yanında fallot tetralojisi ve büyük damarların transpozisyonu gibi ciddi problemler de eşlik edebilir. Bu yüzden özellikle ameliyat planlanan hastalara mutlaka kardiyoloji konsültasyonu istenmeli ve ekokardiyografi çekilmelidir. Böbrek agenezisi,

hipospadias, at nalı böbrek, üreter duplikasyonu gibi genitoüriner anomaliler %20'lere varan oranlarda görülebilmektedir. Bu nedenle üroloji konsültasyonu ile birlikte rutin renal USG yapılmalıdır (39).

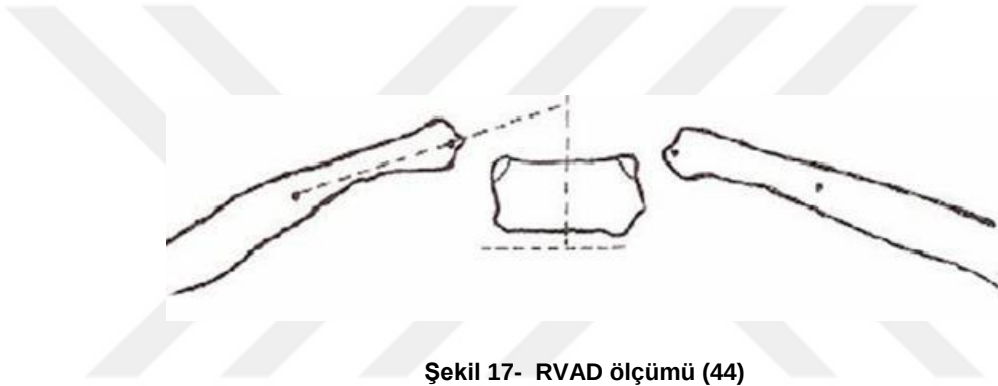
Nöromusküler skolyozun özelliği eğriliğin hastalığın başlangıcından itibaren ilerlemeye devam etmesidir. Bu hastalıkların çoğu prenatal dönemde başlar, bu nedenle eşlik eden omurga deformiteleri, infantil ya da erken çocukluk döneminde tedavi edilmeyi gerektirecek büyüklüğe ulaşır. Nöromusküler skolyozda eğrilik şekilleri farklılıklar göstermektedir. Torokolomber eğrilik sıklığı fazla olduğundan bu hastalarda pelvik oblisite sık görülür. Önemli bir kısmına da kifotik deformite eşlik eder. Bu hastalar cerrahide önemli risk altındadır. Örneğin muskuler 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. Diyafram ve interkostal kasların zayıf olmasından dolayı ameliyat sonrası ventilatör desteği gerekebilmektedir (43).

3.4. RADYOLOJİK DEĞERLENDİRME

Hikaye ve fizik muayeneden sonra deformite şüphesi oluşursa ilk olarak ortogonal görüntülemeler istenmeli ve değerlendirilmelidir. Bu çekimler ayakta posterior-anterior (PA) ve lateral olarak gerçekleştirilmelidir. Çok küçük çocuklarda yatar pozisyonunda grafi çekilir. PA çekim esnasında reproduktif organlar ve meme dokusu daha az radyasyona maruz kaldığında dolayı tercih edilmektedir. Tek görüntüde C1, pelvis ve göğüs kafesi görüntüleme alanına dahil edilmelidir. Çoğu hastada spinal deformite göğüs kafesinin şeklini etkilemektedir. Bunun nedeni kaburga füzyonları ve toraks hipoplazisi gibi durumlar olabilir. Düz grafiler deformite etyolojisi konusunda bilgi vermekle beraber, Cobb açılarını, koronal ve sagittal dengeyi, pelvik oblisiteyi, triradiat kartilajın durumu ve Risser evresini, torakal yükseklik ve spinal yükseklik gibi değerleri de bize göstermektedir.

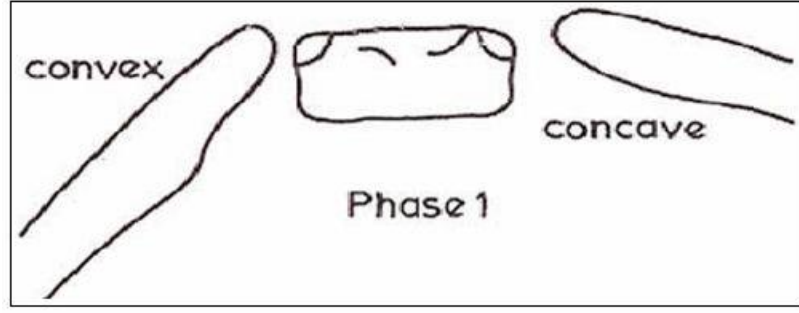
Skolyozun ilk değeriendirilmesi ve progresyonunun moniterizasyonunda en kullanışlı ve ilk başvurmamız gereken yöntem Cobb açısının ölçülmesidir. Aynı zamanda tedavide yol gösterici yöntem olarak da kullanılır.

Juvenil ve erişkin idiopatik skolyozlardan farklı olarak, infantil skolyozlar kendiliğinden iyileşebilirler. Kosta-omurga arasında açı farkı (RVAD), eğriliklerin ilerlemesi veya azalmasında iyi bir yol gösterici parametredir. Bu açı apikal vertebrada uç plağa dik çekilen çizgi ile konkav ve konveks tarafta kosta merkezinden çekilen çizgiler arasında ölçülür. Daha sonra konveks tarafın açısı konkav taraftan çıkarılarak RVAD elde edilir (44).

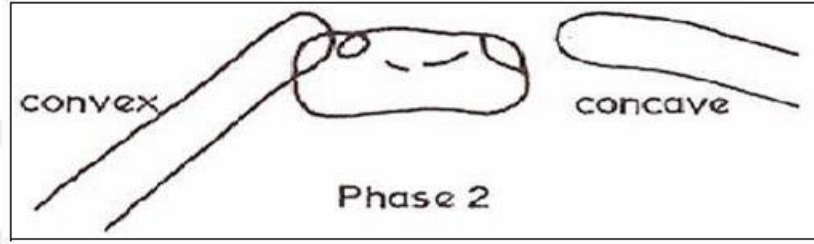


Bu ölçümde RVAD 20 derece ve altında ise infantil idiopatik skolyozun %80-90 gerileyeceğini göstermektedir. RVAD 21 derece ve üstünde ise bu eğriliğin progrese olacağını göstermektedir (44).

Daha sonra Mehta apikal vertebranın konveks taraftaki kosta başının evrelemesini yapmıştır. İnfantil idiopatik 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 (44).



Şekil 18- Konveks taraf kosta evrelemesi Faz 1 (44)



Şekil 19- Konveks taraf kosta evrelemesi Faz 2 (44)

Vertebra anomalisinin patoanatomisini detaylı olarak araştırmada bilgisayarlı tomografi (BT) çok yardımcı bir yöntemdir. Ancak radyasyona maruziyetin fazla olması nedeniyle preoperatif değerlendirme de önerilmekle birlikte rutin takipte kullanılması önerilmemektedir. Spinal kanal anatomisinin değerlendirilmesinde ve diastometamyeli gibi intraspinal kemik patolojilerin ortaya konmasında oldukça önemlidir. Hedequist ve Emans'ın yapmış olduğu retrospektif bir çalışmada ameliyat bulgularıyla preoperatif röntgenografi ve BT görüntüleri karşılaştırılmış olup ve BT'nin anatomiye ve röntgenografide tespit edilemeyen anomalileri saptamada %100 başarılı olduğu belirtilmiştir. İntraspinal patolojilerin ortaya konmasında manyetik rezonans görüntüleme (MRI) artık myelografinin yerini almıştır. MRI ile nöral dokular, spinal anatomi ve çevre yumuşak dokular çok iyi değerlendirilebilir (39).

3.5 TEDAVİ

Erken başlangıçlı skolyozlar cerrahi veya cerrahi dışı yöntemler ile tedavi edilebilir.

3.5.1 Cerrahi Dışı Tedavi Yöntemleri

3.5.1.1 Alçılama

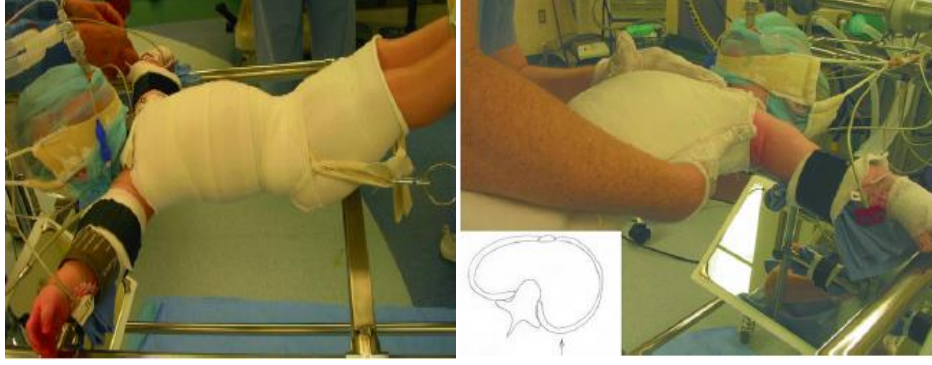
Literatürde skolyozların alçı yöntemi ile düzeltilmesini ilk dökümante eden kişi 1877 yılında Sayer olmuştur (45). Daha sonradan Hibbs ve arkadaşları gerdirme alçısını kullanmaya başlamışlardır (46). Ancak bu alçı kaba ve yürümeye izin vermeyen bir yöntemdir. Sonrasında Risser bu yöntemi dahada geliştirerek traksiyon cihazında alçıyı sadece gövde kısmına uygulamaya başlamıştır (47). Bu alçının özelliği üç nokta prensibi ile çalışmasıdır ancak rotasyonel deformitelere karşı etkisiz idi.

Güncel uygulama tekniği ise Mehta tarafından tarif edilmiştir. Bu teknikte hasta supin olarak traksiyon masasına, baş ve pelvis tespit edilmiş şekilde yatırılır. Traksiyon iliak kanatlardan ve mandibuladan uygulanmaktadır. Hastanın omuzlarına, kollarına ve pelvisine alttan destekler uygulanır. Lomber lordozu azaltmak için kalçalar fleksiyona alınmaktadır. Traksiyon uygulandıktan sonra alçı uygulaması pelvisten başlanmaktadır. Alçı çorabı ve sonrasında pamuk sarıldıktan sonra iliak kanatlar üzerine ve eğriliğin apeksine keçe uygulanmaktadır. Alçının destek aldığı kısım iliak kanatlar olduğundan bu bölgenin iyi bir şekilde mold edilmesi şarttır. Sonrasında yukarıya doğru alçı sarılarak devam edilir. Eğer eğrilik apeksi T8 ve daha kaudaldaysa alçılama işleminin aksiller bölgeye kadar yapılması yeterli olacaktır. Daha sefalik bölge eğrilikleri omuzlara, mandibulaya ve oksiputa kadar uzatılabilir. Deformite korreksiyonu sadece traksiyonla değil manipulyasyonla da yapılmaktadır. Rotasyona uğramış göğüs kafesine derotasyon ve mold işlemi uygulanır. Burada dikkat edilmesi gereken kısım alçıya önden bastırmamaktır. 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 önlemek ve derotasyonu daha da etkin hale getirmek içindir. Daha sonrasında aksiller bölge ve uyluk fleksiyonunu engeleyebilecek alçı fazlalıkları kesilir (48).

Alçılama daha çok 2 yaşından küçük çocuklarda, küçük eğriliklerde, tek eğriliklerde ve idiyopatik tip eğriliklerde iyi sonuçlar vermektedir. Her 2-3 ayda bir tekrarlanması gerekmektedir. Hastanın ailesine detaylı bilgi verilmesi gereklidir. Bununla birlikte hastanın ailesi anlayışlı ve sorumluluk sahibi olmak zorundadır. Alçı kullanımı deride irritasyon ve basınç yarası oluşturabilir. Eğriliği desteklemede yetersiz kalarak pelvik destek az kalınca aşağı doğru kayabilir. Göğsü sıkıştırarak ventilasyon problemleri yaratabilir. Süperior mezenterik arter sendromuna yol açabilir (49).

Alçılama işlemi entubasyon altında genel anestezi ile veya İV ketamin infüzyonu ile yapılmaktadır. Traksiyon ve mold esnasında solunum restriktif tipte etkilendiği için entubasyon önerilmektedir. Ayrıca PİP değeri (Peak Inspiration Pressure) yaklaşık olarak 2 kere arttığı için bu durumu kapaklar açılana kadar anestezi hekimi dikkatli bir şekilde takip etmelidir (50).



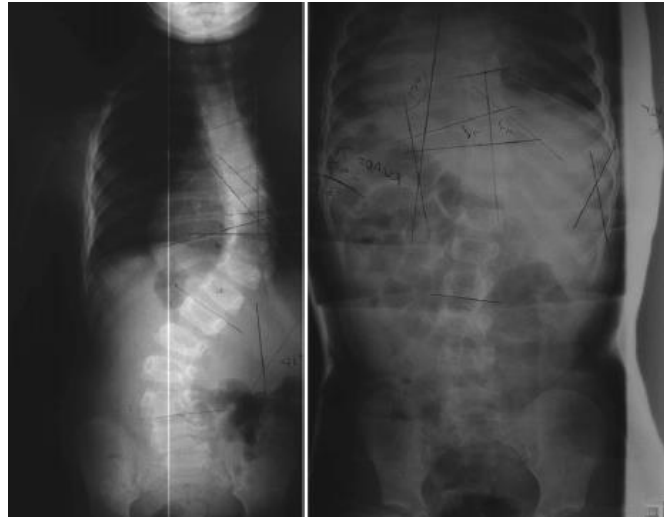
A

B



C

D



E

Şekil 20- A. Traksiyon masasına yatırılan hasta B. Derotasyon uygulanarak alçıya molding yapılması C. Batını rahatlatacak şekilde anterior pencere açılması D. Posterior konkav tarafın rotasyonuna izin verecek şekilde pencere açılması E. Hastanın preop ve postop radyografileri

3.5.1.2 Ortez Tedavisi

Erken başlangıçlı skolyoz tedavisinde özellikle idiopatik etyolojili olgularda kullanılmaktadır. Adolesan idiopatik skolyoz tedavisinde prospektif tipte çalışmalar mevcut olsa da EBS tedavisinde kanıt değeri yüksek bir çalışma bulunmamaktadır. Erken yaşta idiopatik olgularda alçının etkinliği daha fazladır bu yüzden de bu tedavi şekli daha uygun görülmektedir. Ancak alçı tedavisine herhangi bir sebeple ara verildiğinde veya alçı ile elde edilmiş korreksiyonu koruma adına korse tedavisi daha mantıklı görülmektedir. Korse tedavisinin etkin olması için doğru endikasyon, uygun korse ve hekim ile ortez yapan teknisyen ve aile arasında ilişki olması şarttır. Ayrıca süt çocuğu ve oyun çocuğu yaş gurubunda rölatif olarak karın bölgesinin büyük olması pelvik moldu zorlaştırmakta ve torakolomber eğriliklerde korsenin etkinliğini azaltmaktadır. Karşılaşılabilecek bir diğer sorun da, adolesan yaş grubundan farklı olarak bu hastaların daha esnek kaburgaları olduğu için üç nokta prensibinde omurgaya planlanmış korrekte edici güçler azalmakta ve kostaların deformasyonu sonucu göğüs kafesi deformitesi ortaya çıkabilmektedir. Küçük yaşlarda adolesanlardan farklı olarak vücut şekilleri daha silindirik olduğu için korsenin gün içinde pozisyon değişme ihtimali daha fazladır. Bu sebeple aile sık sık korse kontrolü yapılması konusunda dikkatlice uyarılmalıdır. Tüm bu dezavantajlarının yanında banyo yaparken veya başka aktivitelerde çıkarılabilmesi aile ve çocuk için büyük avantajdır (51).

Korse tedavisindeki ana amaç maksimum omurga uzunluğunu elde etmek, omurga fleksibilitesini maksimum olarak korumak, optimal respiratuar fonksiyonu ve normal akciğer volümünü elde etmek, hastanede kalış süresini ve cerrahi prosedürü en aza indirmektir. Bununla birlikte yine de küçük yaş hastalarda alçı tedavisi primer olarak önerilmektedir (51).

Korsenin sürekli kullanımında genellikle hasta ve ebeveynleri tarafından uyumsuzluk görülür. Duygusal zorluklar ve görünüş ile alay edilme korkusu olabilir. Çene, toraks, pelvis, oksiputu rahatsız edebilir ve bu bölgelerde deformitelere yol açabilir. Ayrıca alçıya göre vücudu sirküler olarak fit sarması daha azdır (49).

Uygun şekilde hazırlanmış ve uygulanmış korsede Cobb açısının düzeltilmesinden ziyade göğüs duvarındaki rotasyon ve üç boyutlu deformitenin düzeltilmesi üzerine odaklanılmalıdır. Ancak korsenin çıkarılabilmesi sürekli düzeltici bir kuvvet olmasını engellemektedir. Bundan başka korsenin deformitenin geri döndürülmesinden çok stabilize edilmesi yönünde işlevi olmaktadır ki bu da erken başlangıçlı skolyozlu bir hastadaki deformitenin alçılama ile kalıcı şekilde düzeltilmesindeki etkinin korse takılmasıyla pek olası olmadığını gösterir. Buna rağmen korse, cerrahinin geciktirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır.



Şekil 21- A. 6 aylıkken skolyozu farkedilen ve takip edilmeye başlanan hastanın 2 yaşındeyken çekilen röntgeni B. C. Tam zamanlı Boston tipi ortez kullanımındaki görüntüsü D. 6 yaşındaki röntgen görüntüsü. Eğrilikte minimal artışla birlikte hafif bir torasik deformite geliştiği görülmektedir (8)

3.5.2 Cerrahi Tedavi Yöntemleri

Erken başlangıçlı skolyoz cerrahilerinde amaç, eğriliğin ilerlemesini durdurmak, aynı zamanda omurga, akciğer ve göğüs duvarının büyümesini engellemektir (52).

İnfanıl idiopatik skolyozlu çocuklarda 45 derece ve daha fazla eğrilikler cerrahi tedavi endikasyonu oluşturmaktadır. Hasta yaşının ve eğrilik ilerleme hızının cerrahi teknik seçiminde önemli bir rolü vardır.

3.5.2.1 Füzyon

Geçmiş yıllarda eğriliğin daha iyi kontrolü için, erken füzyonu önerilmekte idi. Küçük bir çocukta füzyon elde etmek genellikle kolaydır ancak bunun sonucunda deforme bir omurga yerine düzgün ancak kısa bir omurga ile karşı karşıya kalınır. Öte yandan sadece posterior füzyon yapılması, küçük çocuklarda uzun vadede crankshaft fenomeni gibi komplikasyonlara sebebiyet verebilir. Triradiat kırıkdağı açık olan hastalarda crankshaft fenomenini engellemek için anterior artrodez eklenmesi gerekmektedir. Doğal olarak hem anterior hem de posterior füzyonu, omurga büyümesini ve oturma yüksekliğini önemli ölçüde etkilemektedir. Erken füzyon, omurga dışında akciğer ve göğüs duvarının gelişimini de olumsuz etkiler. Bu sonuçlar erken başlayan skolyozlar için füzyonsuz instrümantasyon tedavilerinin geliştirilmesine neden olmuştur (53,54).

Konjenital skolyoz gibi bazı özellikli vakalarda spinal füzyon endikedir. Konjenital deformite az segment içeriyorsa limit artrodez yapılır ve/veya anomalili vertebraların rezeksiyonu yapıp diğer segmentlerin büyümesine izin verilir (55).

Crankshaft fenomeni immatür vertebranın posterior füzyonu sonrası vertebranın anteriordan büyümeye devam etmesi durumudur. Sanders ve arkadaşları açık asetabuler kırıkdağı kompleksi ve risseri evre 0 spinal matüriteye sahip hastalara izole posterior spinal füzyon uygulandığında eğriliğin progresyonu ve crankshaft fenomeni gelişme olasılığının yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Bu hastalarda crankshaft fenomenini engellemek için

anterior füzyonda ek olarak uygulandığı zaman, bu sefer de vertebra büyümesi engellendiği için hastada gövde kısalığı oluşmaktadır (56).

Hemiepifizyodez eğriliğin konveks kenarına enstrumantasyonlu veya enstrumantasyonsuz yapılabilir. Hemiepifizyodez uygulamasında amaç büyüme potansiyeli fazla olan konveks tarafın büyümesini durdurarak ve konkav tarafta büyümeye izin vererek eğriliğin progresyonunu engellemek ve spontan korreksiyon sağlamaktır. Bu teknik konjenital eğriliklerde daha efektiftir ve kademeli düzeltmelerde uygulanabilir. Normal büyüme potansiyeli başaramadığı için idiyoPATİK infantil ve juvenil skolyozlarda uygulanmaz (57). Yetmiş derecenin altı, 5 veya daha az segmenti ilgilendiren, unsegmente barı bulunmayan, 5 yaş altı, aşırı kifoz ve lordozun olmadığı progresif skolyozlarda endikasyonu bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda epifizyodezin korreksiyon etkisi %20-70 arasında, füzyon oluşumu %17-70 arasında ve eğriliğin ilerlemesi ise %10-21 arasında değişmektedir (58,59).

3.5.2.2 Büyüme Dostu Cerrahi Tedavi Yöntemleri

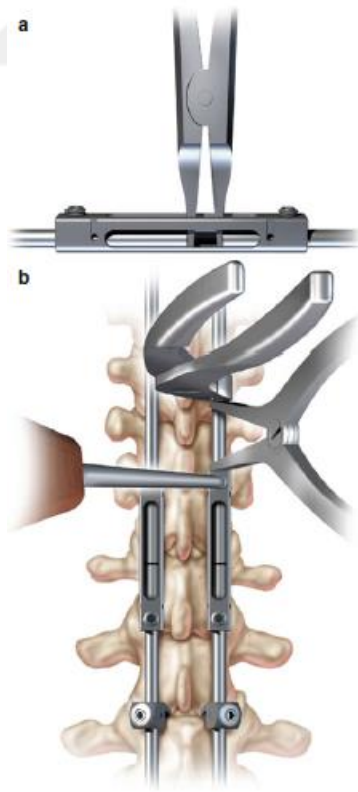
3.5.2.2.a. Tek veya Çift Geleneksel Uzatılabilir Rodlar

Geleneksel uzatılabilir rodlar erken başlangıçlı skolyoz tedavisinde en sık kullanılan distraksiyon metodudur. Cobb açısının 45 derecenin üzerinde olduğu eğriliklerde cerrahi endikasyonu bulunmaktadır. Uygun hasta grubunu konjenital omurga malfarmasyonu olmayan idiyoPATİK, nöromusküler ve sendromik tanılı hastalar oluşturmaktadır.

Bu yöntemde, çubukları eğrinin uçlarına sabitlemek için kancalar veya vidalar kullanılır. Deformasyonu düzeltmek için tek veya çift çubuklu sistemler mevcuttur. Bu şekillendirilmiş çubuklar deri altı veya submusküler olarak bir ucu omurganın üst tarafındaki, bir ucu alt tarafındaki vida ya da kancalara sabitlenir. Daha sonra, iki çubuk, tandem bir konektör kullanılarak merkezi olarak birleştirilir ve konektör torakolomber kavşakta konumlandırılır (Şekil 20) (60).



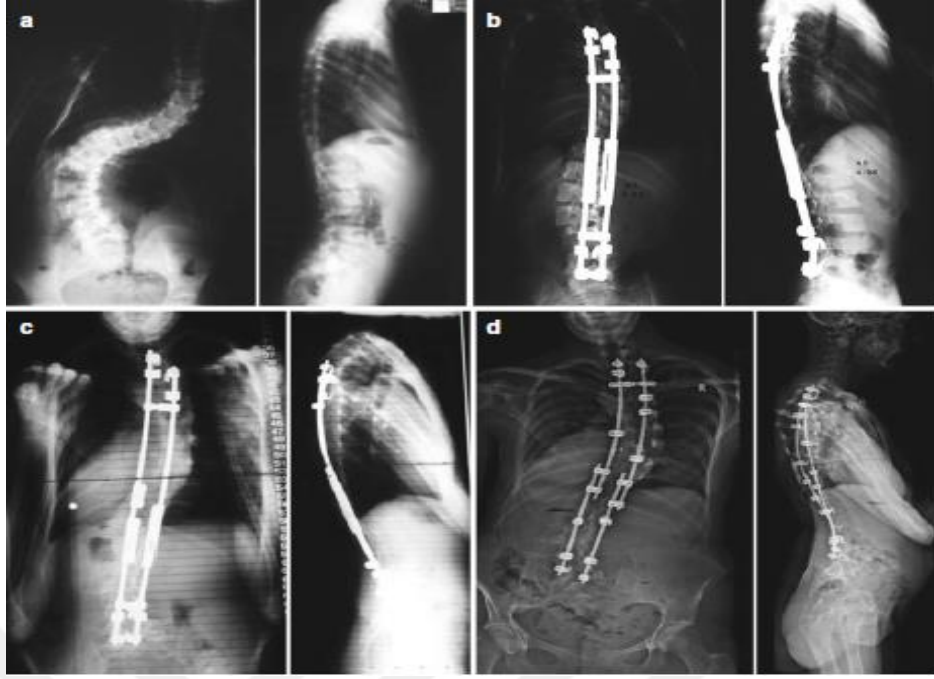
Şekil 22- Geleneksel çift rod ile uzatma (8)



Şekil 23- Distraktör ve rod tutucu yardımıyla distraksiyonun gerçekleştirilmesi (8)

Çift rod tekniği tek rod ile kıyaslandığında klinik olarak daha üstün olduğu ve komplikasyonların daha az olduğu bilinmektedir (61). İlave uzatma prosedürleri tipik olarak her altı ayda bir planlanır. Buradaki çubuklar, cerrahi olarak küçük bir kesi vasıtasıyla distraksiyon mümkün olmayıncaya veya hasta iskelet olgunluğuna erişinceye kadar uzatılır. Nihai füzyon zamanında büyüyen rod sistemini çıkartılarak omurgayı ekspose ederek, korreksiyon manevraları ile rezidual deformiteleri korrekte ederek artrodez işlemi uygulanır (60).

Subkutan vakalarda daha sık olmak üzere lokal yara yeri problemleri, tekrarlayan anesteziye bağlı problemler ve rod kırılmaları ve implant yetmezliği komplikasyonlar olarak sayılabilir. Komplikasyon oranları genellikle yüksek olup kifotik komponentin eşlik etmesi ve erken ameliyat olması bu oranı dahada arttırmaktadır. Pelvik fiksasyon sistemin daha dayanıklı olmasına ve eğrilik kontrolünde daha başarılı olmasına dair çalışma mevcuttur (62).



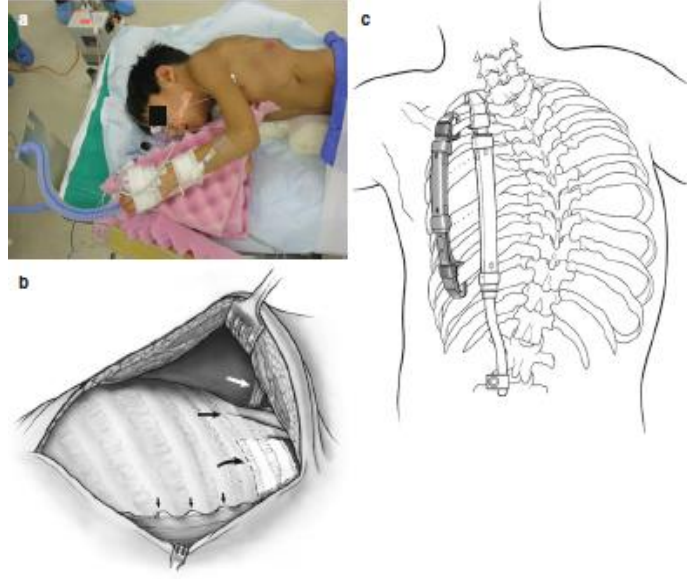
Şekil 24- 4 yaşında Marfan sendromu tanısıyla çift rod tekniğiyle opere edilen hastanın 7 yaşında füzyon uygulanarak nihai tedavisinin sağlanması. Preop ve postop grafi ve fotoğraflar (8)

3.5.2.2.b. VEPTR (Vertical Expandable Prostatic Titanium Rib)

Tekniği

VEPTR erken başlangıçlı skolyozlarda özellikle torasik yetmezlik sendromu gelişen olgularda kullanılmaktadır. Nonfzyon bir tekniktir. Tedavi ve uygulamadaki amaç torasik deformiteyi düzeltirken ve akciğerin gelişimini de sağlamaktır (63).

Gerçek anlamda bir uzatılabilir rod sistemi değildir. Üç boyutlu olarak azalmış olan toraks volümünü düzeltir. VEPTR'de maksimum torasik volüm elde etmek için; konkav kenara transvers açık kama osteotomi, konjenital skolyozlarda konkav taraftaki her füze kosta arasına osteotomi, veya erken başlangıçlı skolyozlarda konkav taraftaki interkostal kaslara gevşetme seçeneklerinden biri veya birkaçı uygulanarak sıkışmış hemitoraks yapılacak uzatmalarla açılmaya çalışılır (64, 65). Sonrasında VEPTR, eğriliğın konkav tarafına posteriordan vertebra ve göğüs kafesinden destek alarak yerleştirilir. Direk etkisi torasik yetmezliğı düzeltme üzerinedir. Torakostomi sonrası indirek olarak da skolyozu düzeltir (66). Yapılan müdahale sonrası toraksı hızlı bir şekilde 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. Hastaların postoperatif korse kullanmalarına gerek yoktur. VEPTR'de uzatmalar 4 ila 6 ayda bir yapılır. Final torasik volümün %50'si 10-15 yaş arasındaki büyümeye bağlı olduğu için final füzyon iskelet matrtesi oluşana kadar ertelenir (65).

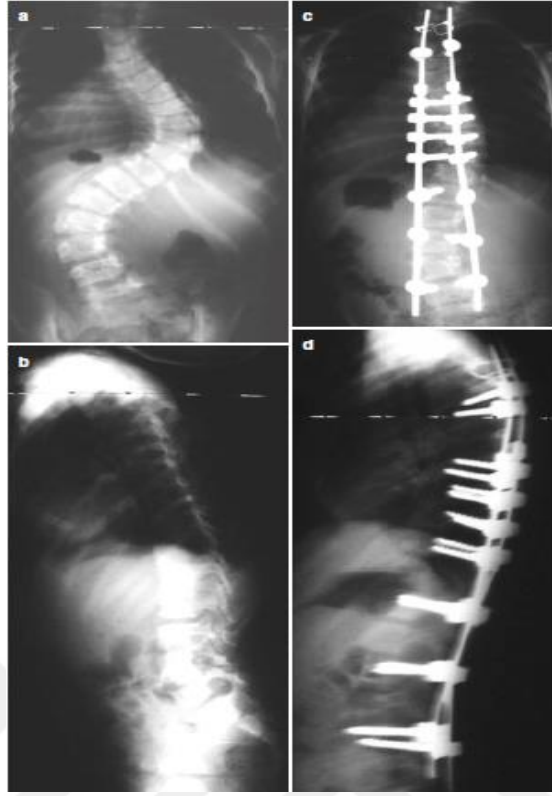


Şekil 25 – A. VEPTR torakoplasti için hastanın pozisyonlanması B. Kostaların hemen altındaki nörovasküler yapıların korunması C. Standart VEPTR uygulanması (8)

3.5.2.2.c. SHILLA Tekniği

Erken başlangıçlı skolyozun tedavisinde son yıllarda kullanılmaya başlanmış olan bir yöntemdir. McCarthy tarafından 2008'de tanımlanan Shilla enstrümantasyonunun prensibi, tekrarlayan cerrahi ya da korse olmadan tek bir posterior prosedürle büyümeyi yönlendirerek skolyozu kontrol etmektir.

Bu tedavide amaç mümkün olduğu kadar çok büyük merkezini koruyarak tedaviyi yönlendirmektir. Bu nedenle daha az segment füzyona dahil edilmektedir. Enstrümantasyonda özel implantlar kullanılmaktadır. Teknik olarak eğrilik apeksinde, sefalik ve kaudal uçlara enstrümantasyon işlemi yapıldıktan sonra deformitenin apeksine osteotomi yapılır ve akut olarak koreksiyon sağlanır. Bu yöntemde komplikasyonlara bağlı tekrar ameliyat oranı geleneksel distraksiyon bazlı hastalara oranla daha azdır. En sık görülen komplikasyon kaudal ve ya sefalik kısımlardaki implant gevşemeleridir. Bu komplikasyonu büyük çaplı vida ve mümkün olduğu kadar anatomik uygulama ile en aza indirmek mümkündür. Başka bir yöntem ise sefalik uçtaki vidalara destek amacıyla sublaminar tellerin uygulanmasıdır (67).



Şekil 26– 4 yaşında Marfan sendromu tanılı hastanın skolyozunun SHILLA tekniği ile tedavisi
A.B. preoperatif radyografiler C.D. postoperatif radyografiler (8)

3.5.2.2.d. Manyetik Olarak Kontrol Edilebilen Büyüyen Rodlar

Manyetik olarak kontrol edilen büyüyen rodların geliştirilmesinde amaç tekrarlayan ameliyat sayılarını azaltmak ve erken başlangıçlı skolyoz hastalarını tekrarlayan ameliyatlara bağlı olarak gelişebilecek komplikasyonlardan mümkün olduğunca korumaktır (2).

Geleneksel rodlar ile uzatma tedavisi erken başlangıçlı skolyozda sıklıkla tercih edilen yöntemdir. Eğriliği düzeltmek ve pozisyonu korumak için genellikle altı ayda bir uzatma yapmayı gerektirir. Son yapılan çalışmalarda tekrarlayan sık cerrahilerle birlikte komplikasyonların önemli oranda arttığı gözlenmiş ve bunun sonucunda yeni arayışlara girilmiştir (68, 69). Bu doğrultuda geliştirilen manyetik olarak kontrol edilebilen büyüyen rodlar, tekrarlayan ameliyat yükünü azaltmak ve sonuç olarak komplikasyon sayısını minimuma indirmek amacı taşımaktadır. Bunun yanında distraksiyon ve eğriliğin kontrolü de sağlanmaktadır (2).

Günümüzde EBS’de manyetik olarak kontrol edilebilen büyüyen rod yaygın olarak kullanılmaktadır. MAGEC (Ellipse Technologies, Inc., Irvine, California, USA) manyetik uzatma cihazının adıdır. 2009’dan bu yana Avrupa’da ve 2014 yılından bu yana Amerika Birleşik Devletleri’nde kullanılmakta olan cihazdır. MAGEC sistemi bir adet implante edilen rod, bir adet MAGEC manuel distraktör, bir adet manyetik alan belirleyici ve bir adet eksternal kontrol cihazından oluşmaktadır (Şekil 27).



Şekil 27– A. manyetik rod B. manuel distraktör C. manyetik alan belirleyici D. eksternal control cihazı (8)

Eksternal kontrol cihazı ile manyetik rodların dışarıdan kontrolü sağlanır ve istenildiği kadar rodlar açılarak uzatma gerçekleştirilir. İki farklı uzunlukta rod mevcut olup boyları 70 mm ve 90 mm’dir. 70 mm olan 28 mm distraksiyona izin verirken 90 mm olan 48 mm’ye kadar distraksiyona izin vermektedir.

Tüm ilerleyici erken başlangıçlı skolyoz olgularında veya torasik yetmezlik sendromu gelişme ihtimali olan olgularda kullanımı endikedir.

Manyetik Rod kullanımında kontraendikasyonlar;

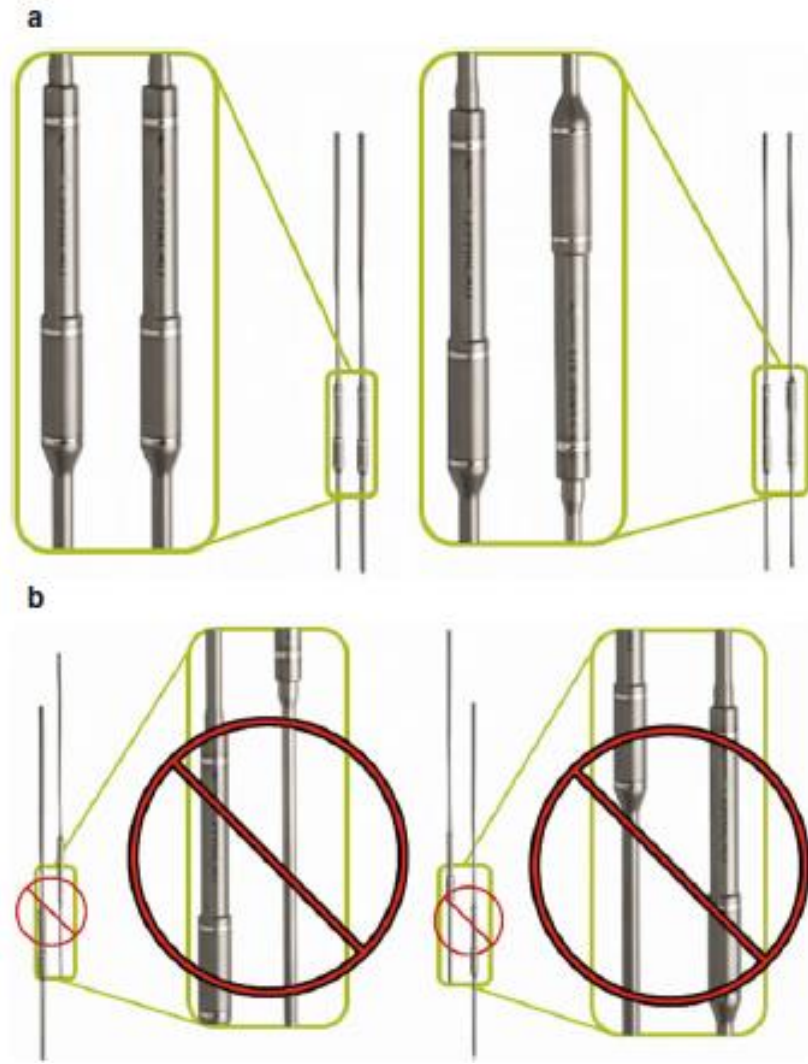
- Enfeksiyon durumlarında,
- Osteoporoz veya osteopenia gibi kemik kalitesinin düşük olduğu ve fiksasyonu etkileyecek durumlarda,
- Titanyuma karşı alerjik olan kişilerde,
- Pacemaker veya benzeri elektronik cihaz kullanan kişilerde,
- İmplantın kullanılacağı dönemlerde MRI ile takip edilmesi gereken bir hastalığı olan kişilerde,
- 2 yaşından küçük çocuklarda,
- Ağırlığı 11.4 kg'ın altında olan çocuklarda,
- Postoperatif takibini sürdüremeyeciğini düşündüğümüz ebeveynlerin varlığı durumları oluşmaktadırlar.

Cerrahi teknik geleneksel büyüyen rod ile benzerlik göstermektedir. Hasta uygun şekilde pron pozisyonda yatırıldıktan sonra cerrahi bölge steril şekilde hazırlanır. Ameliyat öncesi vidaları koymaya karar verdiğimiz noktalar skopi altında belirlendikten sonra bu bölgelere orta hat insizyonu yapılır. Sonrasında preoperatif planlama çerçevesinde tek yada çift roda göre uygun sayılarda pedikül vidası uygulanır.



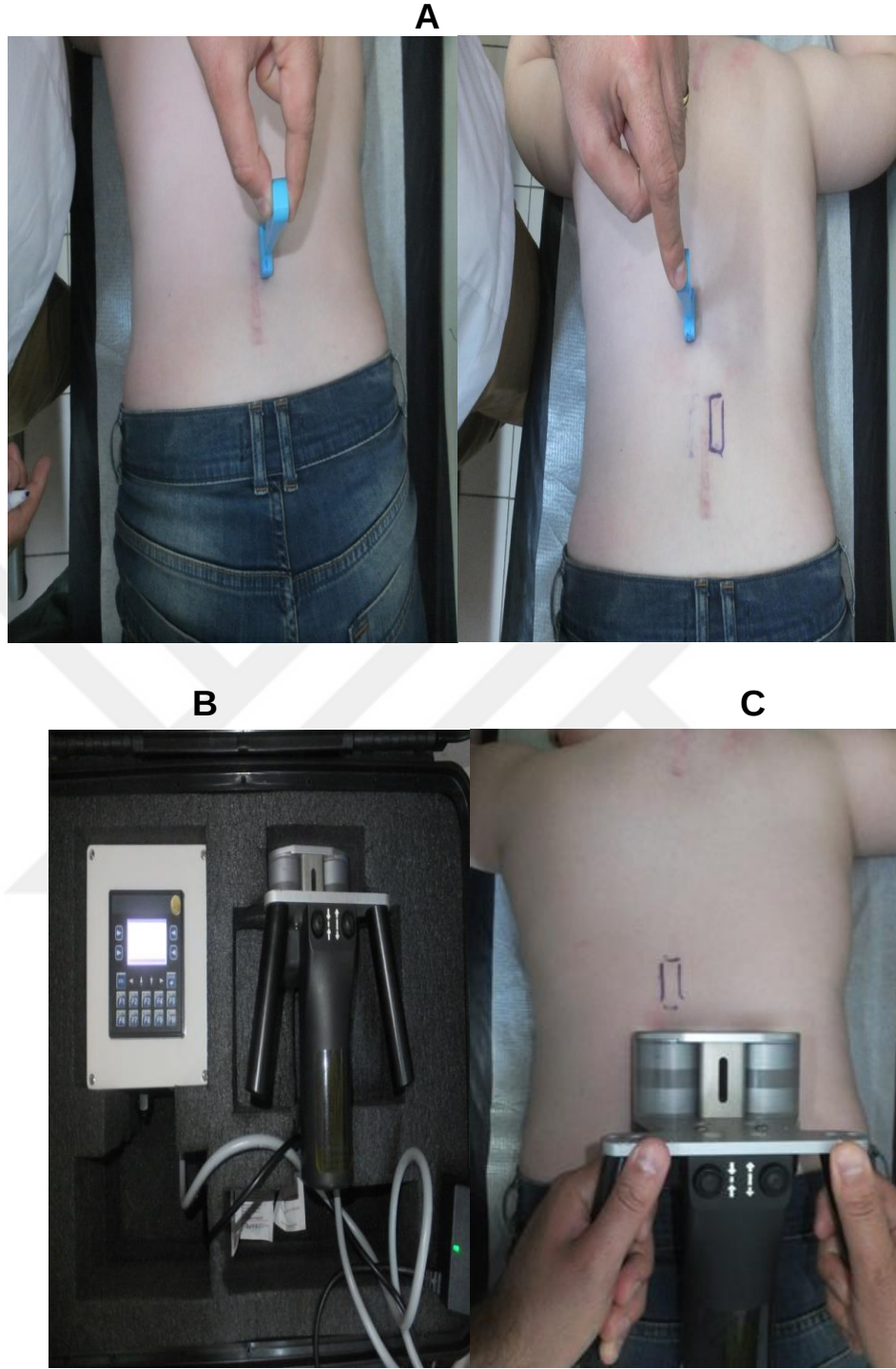
Şekil 28– Çift rod ile opere edilen hastanın orta hat insizyonları (Hasta A.H.G.)

Pedikül vidaları koyulduktan sonra herhangi bir aletle rod boyu ortalama olarak belirlenir. Buna göre de rodların boyları hazırlanır. Ardından bir başka önemli aşamaya gelinir ki o da rodların uzayıp uzamadığını manuel manyetik distraktör yardımıyla kontrol etme işlemidir. Kontrol sonrası herhangi bir göğüs tüpü yardımıyla proksimal ve distal vidalar arasından subfasyal bir tünel açılır. Uzun bir klemp yardımıyla rodlar tünelden geçirilir. Ardından ameliyata son verilir.



Şekil 29- Çift rod tekniğinde implantın uygun şekilde yerleştirilmesi A. uygun pozisyonda yerleştirme örnekleri B. yanlış pozisyonda yerleştirme örnekleri (8)

Uzatmaların sıklığı ile ilgili kesin bir ideal zaman belirlenmemiş olmasına rağmen klasik rodlara göre daha sık aralıklarla yapılmaktadır. Genel olarak 3 aylık aralıklarla uzatma yapılır. Hasta pron pozisyonda muayene masasına yatırılır. Manyetik alan belirleyici ile rod üzerindeki uzama alanı belirlenir. Bu alan elimizdeki manyetik alan belirleyicinin en kuvvetli şekilde cilde yapıştığı yerdir. Bulunan alan yumuşak uçlu bir kalem yardımıyla işaretlendikten sonra eksternal kontrol cihazı bu alana yerleştirilir. Burada önemli olan cihazın rod ile aynı aksta yerleştirilmesidir. Uzatma miktarı belirlenip sisteme girildikten sonra cihazın çalıştır tuşuna sürekli basılı tutularak uzatma yapılır ve uzatma sona erdiğinde cihaz kendisini durdurur.



Şekil 30- A. Uzatma yapılacak hastanın manyetik alanının belirlenip işaretlenmesi B. Eksternal kontrol cihazı C. İşaretlenen bölgelerden uzatma işleminin yapılması (Hasta O.S.)

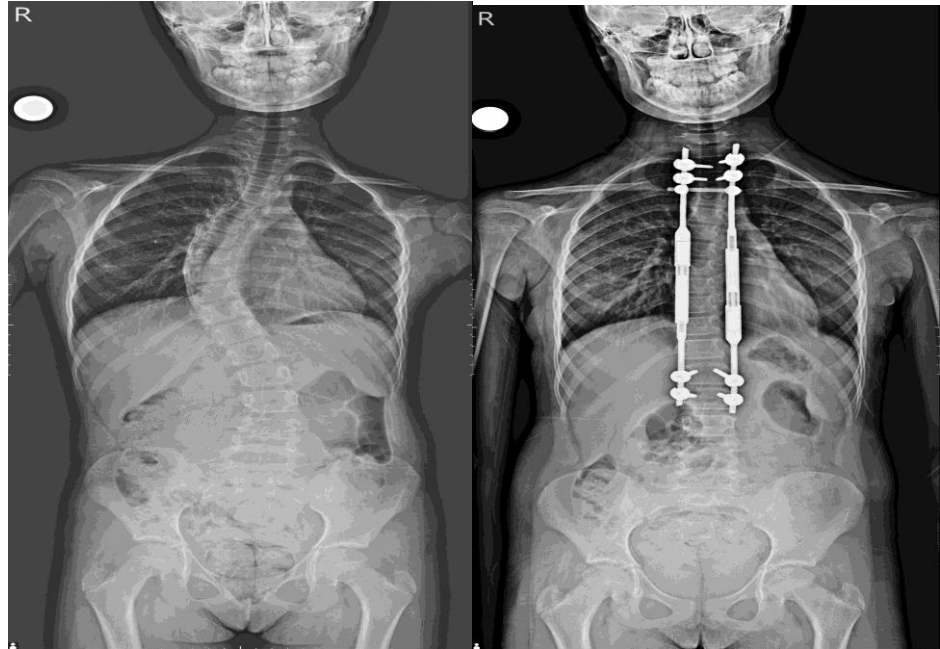
Komplikasyonlar, cihaz kaynaklı durumlardan ortaya çıkabilmekle birlikte, erken başlangıç skolyozun etyolojisi nedeniyle hastalığın doğal seyrinde görülebilen durumlardan oluşmaktadır. Cihazda oluşan soruna bağlı distraksiyonun durması, rod kırılması, proksimal veya distalde fiksasyonun

bozulması, derin ve yüzeysel enfeksiyonlar bu tedavide karşılaşılabileceğimiz komplikasyonlardır.

A



B



Şekil 31- Erken başlangıçlı skolyoz tanısıyla manyetik olarak uzayabilen rodlar ile tedavi edilen hasta A. Hastanın preop ve son kontrol fotografları B. hastanın preop ve son kontrolde çekilen direkt grafileri (Hasta A.H.G.)

4. MATERİYAL VE METOT

Kliniğimize omurga eğriliği şikayeti ile başvuran hastalardan, erken başlangıçlı skolyoz tanısı alan ve cerrahi olarak endikasyonu olan 20 adet hasta Ağustos 2014 ile Ağustos 2016 tarihleri arasında Manyetik olarak kontrol uzatılabilen rod sistemi ile opere edilmiştir. Hastaların bu çalışmaya dahil edilme kriterleri; 1) etyolojiden bağımsız erken başlangıçlı skolyoz tanılı olmaları, 2) > 40 derece major eğriliklerinin olması, 3) minimum 6 ay süre ile takip edilmiş olmaları, 4) ve ameliyat sonrası en az 2 uzatma geçirmiş olmalarıdır.

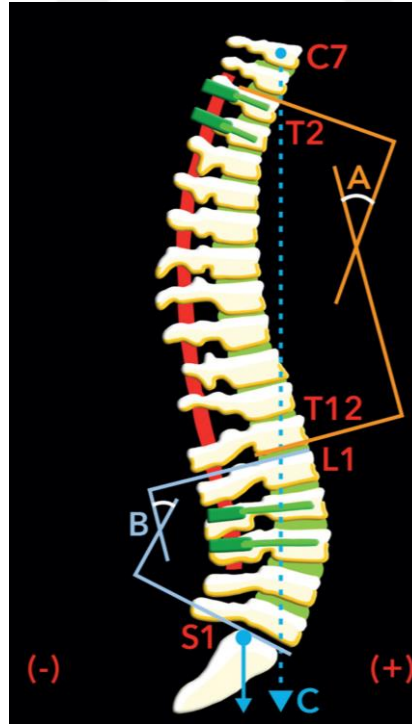
Tüm hastalara operasyondan 30 dakika önce profilaktik sefazolin sodyum intravenöz olarak 30 mg/kg tek doz uygulandı. Operasyondan sonraki 24 saatlik dönemde de profilaktik olarak 30 mg/kg/gün sefazolin sodyuma devam edildi. Hastalar prone pozisyona çevrilmeden, batin ve toraksın basya maruz kalmaması 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 proksimal ve distal insizyon yerleri belirlendi. Spinöz proçesler 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 steril olarak örtüldü. Vertebral kolonun orta hattından proksimal ve distal bölgede belirlenen insizyon yerlerinden insizyon uygulandıktan sonra paraspinal kaslar explore edilerek pediküllere ulaşıldı. Pediküllere vidalar koyulduktan sonra çalıştığı kontrol edilen ve ölçümü yapılan manyetik rodlar subfasyal olarak yerleştirildi. Proksimal ve distal bölgeye dren yerleştirilerek cilt ve ciltaltı doku kapatıldı. Kullanılan vidalar Tasarım medikalin pediatrik posterior enstrumantasyon setinde bulunan 4,5 mm çaplı pediatrik poliaksiyel vidalardı. Manyetik rod sistemi MAGEC marka üründü (MAGEC System, Ellipse Technologies).

Tüm hastalarda çift rod kullanıldı. Ortalama takip süresi 14.9 aydı. 20 hastanın 17'sinde manyetik olarak uzatılabilen rod sistemi primer ameliyat

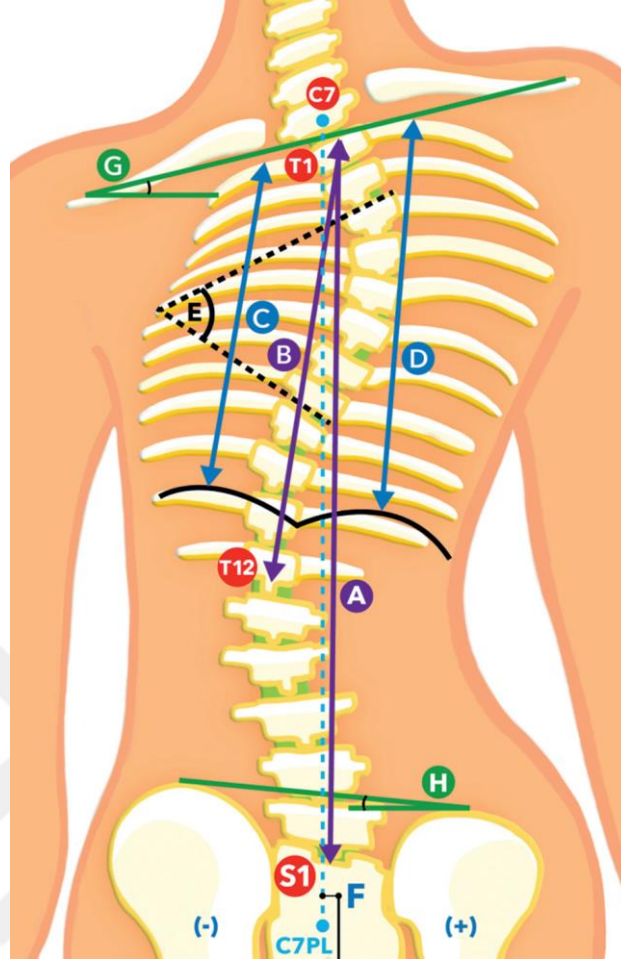
olarak kullanılmıştır. Daha önce klasik rod ile opere edilmiş 2 hastaya manyetik rod ile revizyonu yapılmış olup, 1 hasta da VEPTTR cerrahisi sonrası takibinde revize edilerek manyetik rod eklenmiştir.

Hastalarımız ikinci günde ayağa kaldırılıp yürütülerek rehabilite edildi. İkinci günde drenleri alındı ve grafileri çekildi. İlk hafta içerisinde hastalar taburcu edildi ve ikinci hafta da sütür alınması ve yara yeri kontrolü açısından kontrole çağrıldı. Ardından 1 ay sonra kontrole çağrılan hastaların uzatmaları 3' er ay aralıklarla yapıldı.

Tüm hastalara preop, erken postop ve son kontrollerinde direkt anteroposterior ve lateral skolyoz grafileri çekilmiştir. Radyografik olarak hastaların Cobb açıları, torasik yükseklikleri (T1-T12), spinal yükseklikleri (T1-S1), torakal kifozları, koronal ve sagittal dengeleri ile omuz ve pelvik dengeleri değerlendirilmiştir (Şekil 31 ve Şekil 32). Ayrıca hastaların ameliyat öncesi ve son kontrollerinde solunum fonksiyon testleri yapılmış, hastaların ailelelerinin memnuniyet skorunu ölçmek için Türkçe olarak onaylanmış EBS Q-24 anketi uygulanmıştır (70).



Şekil 32- Sagittal planda çekilen skolyoz grafisinde yapılan çeşitli ölçümlerin şematik gösterimi
A. Torasik kifoz B. Lomber lordoz C. Sagittal denge (71)



Şekil 33- Koronal planda çekilen skolyoz grafisinde yapılan çeşitli ölçümlerin şematik gösterimi
 A. T1-S1 spinal yükseklik B. T1-T12 torasik yükseklik C. Konkav taraftaki akciğer alanı D.
 Konveks taraftaki akciğer boşluk alanı E. Cobb açısı F. Koronal denge G. Omuz dengesi H.
 Pelvik denge (71)

5.BULGULAR

İstatistiksel yöntem: Verilerin tanımlayıcı istatistiklerinde ortalama, standart sapma, medyan en düşük, en yüksek, frekans ve oran değerleri kullanıldı. Değişkenlerin dağılımı kolmogorov simirnov test ile ölçüldü. Bağımlı nicel verilerin analizinde wilcoxon testine bakıldı. Analizlerde SPSS 22.0 programı kullanıldı.

Opere edilen toplam hasta sayısı 20 olup bunların 13 tanesi kız 7 tanesi erkektir. Hastaların ortalama ameliyat yaşları 7.9' dur. Ortalama takip süresi 14,9 aydır. Hastaları etyolojik olarak incelediğimizde 15 tanesi idiopatik, 2 tanesi konjenital, 2 tanesi sendromik 1 tanesi nöromuskuler olarak sınıflanmıştır (Tablo 1).

Tablo 1- Hastaların ortalama ameliyat yaşları, cinsiyet dağılımı, etyolojik dağılımları ve ortalama takip süreleri

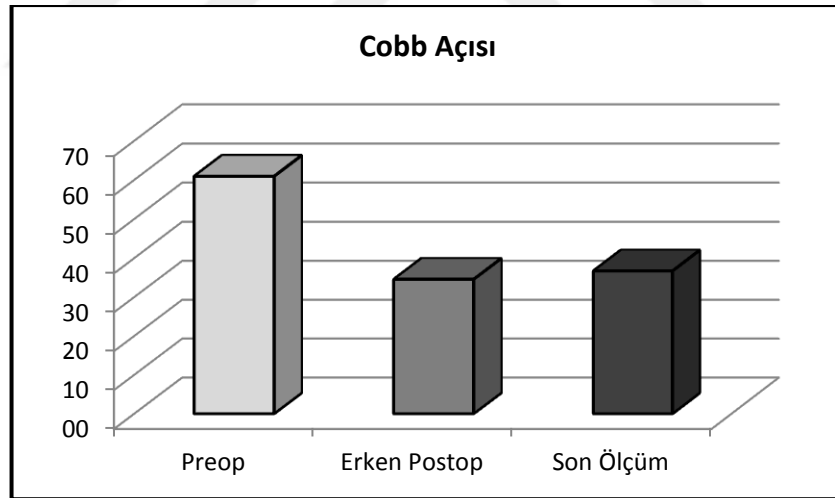
		Min-Mak	Medyan	Ort.±s.s./n-%
Ameliyat Yaşı		4.0 - 10.0	8.0	7.9 ± 1.8
Cinsiyet	Erkek			7 35.0%
	Kadın			13 65.0%
Etyoloji	İdiopatik			15 75.0%
	Konjenital			2 10.0%
	Nöromuskuler			1 5.0%
	Sendromik			2 10.0%
Takip Süresi (Ay)		6.0 - 30.0	12.0	14.9 ± 7.9

Erken postop Cobb Açısı preop döneme göre anlamlı ($p < 0.05$) düşüş göstermiştir. Son ölçüm Cobb Açısı preop döneme göre anlamlı ($p < 0.05$) düşüş göstermiştir. Son ölçüm Cobb Açısı erken postop döneme göre anlamlı ($p > 0.05$) değişim göstermemiştir (Tablo 2).

Tablo 2- Hastaların ortalama cobb açılarının preop, erken postop ve son kontrol karşılaştırılması

	Min-Mak	Medyan	Ort.±s.s.	p*	p**
Cobb Açısı					
Preop	38 - 93	56.5	60.9 ± 14.6		
Erken Postop	13 - 80	30.5	34.6 ± 14.1	0.000 ^w	
Son Ölçüm	14 - 86	33.5	36.7 ± 15.8	0.000 ^w	0.628 ^w

p* Preop döneme göre Fark / p** Erken postop döneme göre fark / ^w Wilcoxon test

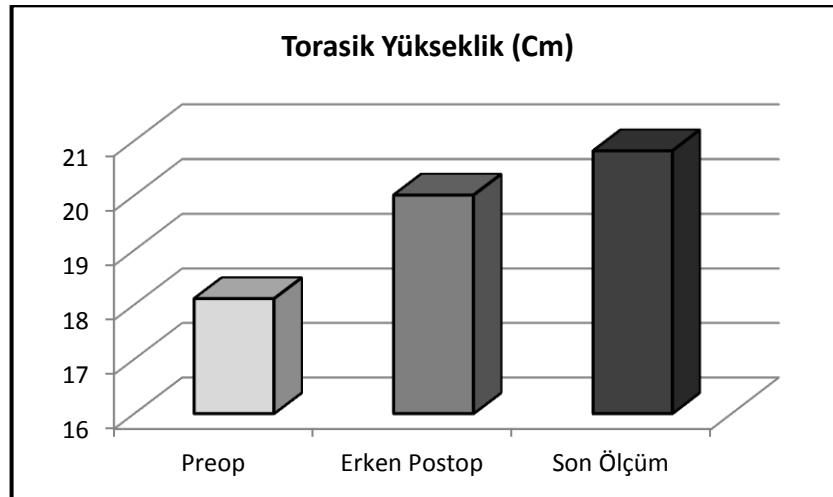


Erken postop **Torasik Yükseklik** preop döneme göre anlamlı ($p < 0.05$) artış göstermiştir. Son ölçüm **Torasik Yükseklik** preop döneme göre anlamlı ($p < 0.05$) artış göstermiştir. Son ölçüm **Torasik Yükseklik** erken postop döneme göre anlamlı ($p < 0.05$) artış göstermiştir. (Tablo 3)

Tablo 3- Hastaların ortalama torasik yüksekliklerinin (T1-T12) preop, erken postop ve son kontrol karşılaştırılması

	Min-Mak	Medyan	Ort.±s.s.	p*	p**
Torasik Yükseklik (Cm)					
Preop	12.3 - 22.4	18.1	18.1 ± 2.3		
Erken Postop	16.4 - 24.5	20.0	20.0 ± 2.2	0.000 ^w	
Son Ölçüm	16.7 - 24.8	21.2	20.8 ± 2.2	0.000 ^w	0.001 ^w

p* Preop döneme göre Fark / p** Erken postop döneme göre fark / ^w Wilcoxon test

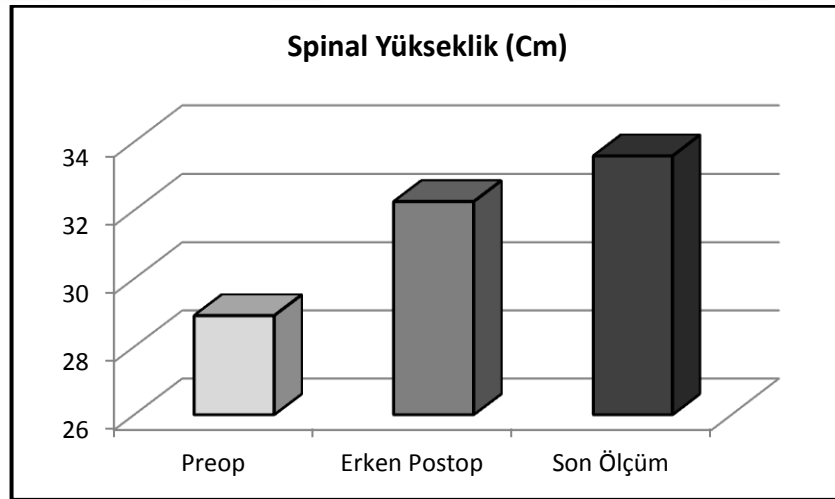


Erken postop **Spinal Yükseklik** preop döneme göre anlamlı ($p < 0.05$) artış göstermiştir. Son ölçüm **Spinal Yükseklik** preop döneme göre anlamlı ($p < 0.05$) artış göstermiştir. Son ölçüm **Spinal Yükseklik** erken postop döneme göre anlamlı ($p < 0.05$) artış göstermiştir. (Tablo 4)

Tablo 4- Hastaların ortalama spinal yüksekliklerinin (T1-S1) preop, erken postop ve son kontrol karşılaştırılması

	Min-Mak	Medyan	Ort.±s.s.	p*	p**
Spinal Yükseklik (Cm)					
Preop	21.3 - 36.6	29.1	28.9 ± 4.7		
Erken Postop	26.0 - 40.2	31.5	32.3 ± 4.3	0.000^w	
Son Ölçüm	26.1 - 40.6	33.8	33.6 ± 3.8	0.000^w	0.000^w

p* Preop döneme göre Fark / p** Erken postop döneme göre fark / ^w Wilcoxon test

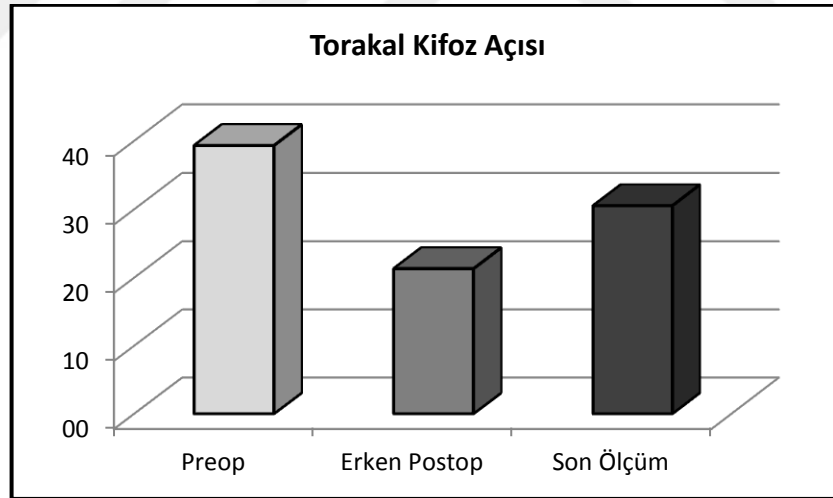


Erken postop **Torakal Kifoz Açısı** preop döneme göre anlamlı ($p < 0.05$) düşüş göstermiştir. Son ölçüm **Torakal Kifoz Açısı** preop döneme göre anlamlı ($p < 0.05$) düşüş göstermiştir. Son ölçüm **Torakal Kifoz Açısı** erken postop döneme göre anlamlı ($p < 0.05$) artış göstermiştir. (Tablo 5)

Tablo 5- Hastaların ortalama torakal kifoz açılarının preop, erken postop ve son kontrol karşılaştırılması

	Min-Mak	Medyan	Ort.±s.s.	p*	p**
Torakal Kifoz Açısı					
Preop	5.0 - 65.0	41.0	39.3 ± 14.7		
Erken Postop	3.0 - 41.0	22.5	21.3 ± 12.0	0.000 ^w	
Son Ölçüm	0.0 - 53.0	32.5	30.5 ± 13.5	0.002 ^w	0.001 ^w

p* Preop döneme göre Fark / p** Erken postop döneme göre fark / ^w Wilcoxon test

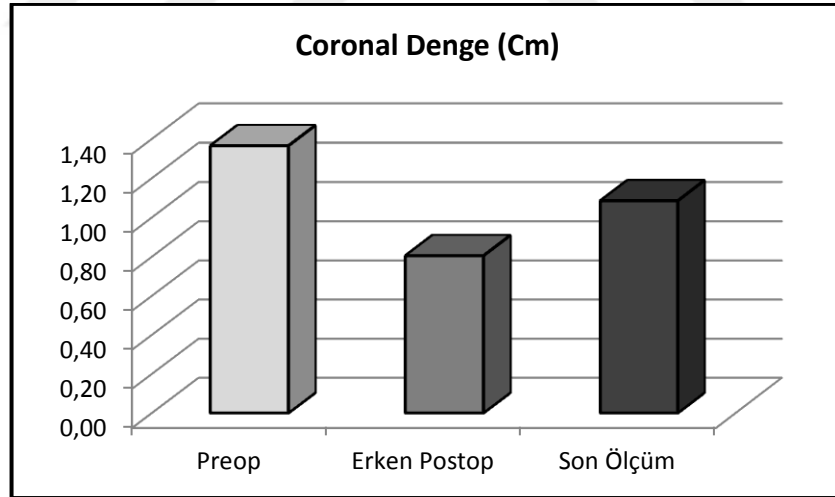


Erken postop **Coronal Denge** preop döneme göre anlamlı ($p > 0.05$) değişim göstermemiştir. Son ölçüm **Coronal Denge** preop döneme göre anlamlı ($p > 0.05$) değişim göstermemiştir. Son ölçüm **Coronal Denge** erken postop döneme göre anlamlı ($p > 0.05$) değişim göstermemiştir. (Tablo 6)

Tablo 6- Hastaların ortalama koronal dengelerinin preop, erken postop ve son kontrol karşılaştırılması.

	Min-Mak	Medyan	Ort.±s.s.	p*	p**
Coronal Denge (Cm)					
Preop	0.0 - 9.4	0.7	1.4 ± 2.1		
Erken Postop	0.0 - 3.4	0.4	0.8 ± 1.1	0.107 ^w	
Son Ölçüm	0.0 - 6.8	0.5	1.1 ± 1.7	0.098 ^w	0.315 ^w

p* Preop döneme göre Fark / p** Erken postop döneme göre fark / ^w Wilcoxon test

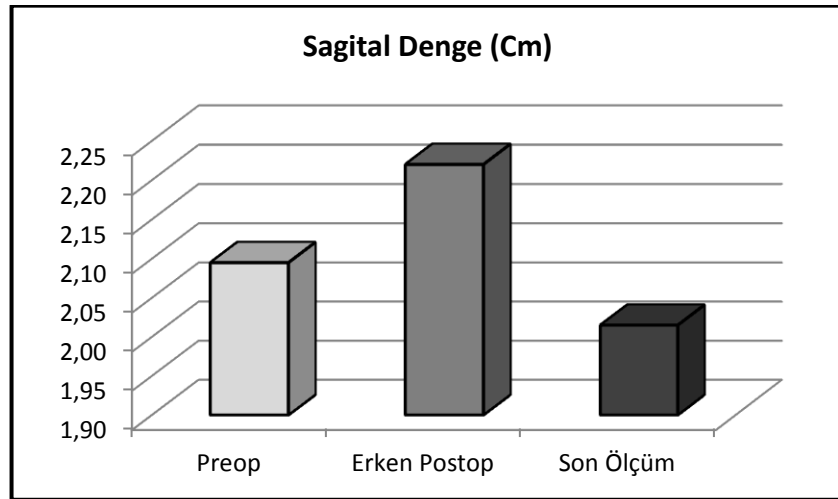


Erken postop **Sagital Denge** preop döneme göre anlamlı ($p > 0.05$) değişim göstermemiştir. Son ölçüm **Sagital Denge** preop döneme göre anlamlı ($p > 0.05$) değişim göstermemiştir. Son ölçüm **Sagital Denge** erken postop döneme göre anlamlı ($p > 0.05$) değişim göstermemiştir. (Tablo 7)

Tablo 7- Hastaların ortalama sagital dengelerinin preop, erken postop ve son kontrol karşılaştırılması

	Min-Mak	Medyan	Ort.±s.s.	p*	p**
<i>Sagital Denge (Cm)</i>					
Preop	0.0 - 5.9	1.7	2.1 ± 1.6		
Erken Postop	0.0 - 5.3	2.0	2.2 ± 1.5	0.737 ^w	
Son Ölçüm	0.0 - 7.8	1.5	2.0 ± 1.9	0.643 ^w	0.641 ^w

p* Preop döneme göre Fark / p** Erken postop döneme göre fark / ^w Wilcoxon test

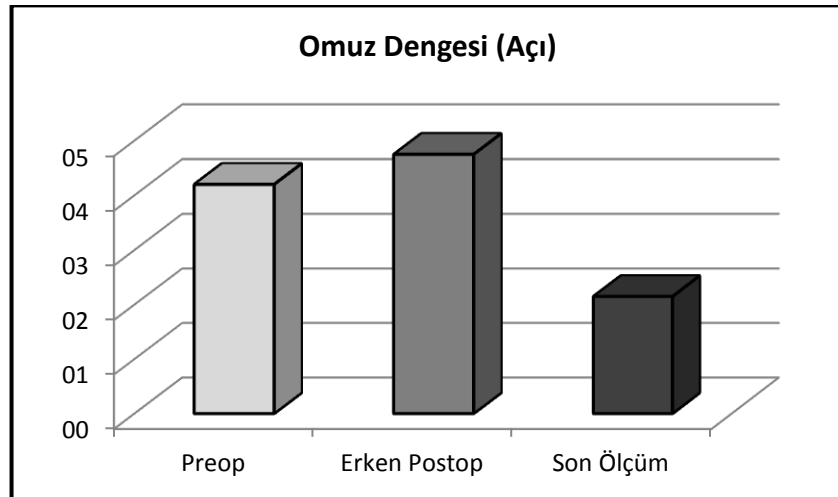


Erken postop **Omuz Dengesi** preop döneme göre anlamlı ($p > 0.05$) değişim göstermemiştir. Son ölçüm **Omuz Dengesi** preop döneme göre anlamlı ($p < 0.05$) düşüş göstermiştir. Son ölçüm **Omuz Dengesi** erken postop döneme göre anlamlı ($p < 0.05$) düşüş göstermiştir. (Tablo 8)

Tablo 8- Hastaların ortalama omuz dengelerinin preop, erken postop ve son kontrol karşılaştırılması

	Min-Mak	Medyan	Ort.±s.s.	p*	p**
Omuz Dengesi (Açı)					
Preop	0.0 - 18.0	4.0	4.2 ± 4.0		
Erken Postop	0.0 - 13.0	4.5	4.8 ± 4.2	0.489 ^w	
Son Ölçüm	0.0 - 8.0	2.0	2.2 ± 2.2	0.010^w	0.029^w

p* Preop döneme göre Fark / p** Erken postop döneme göre fark / ^w Wilcoxon test

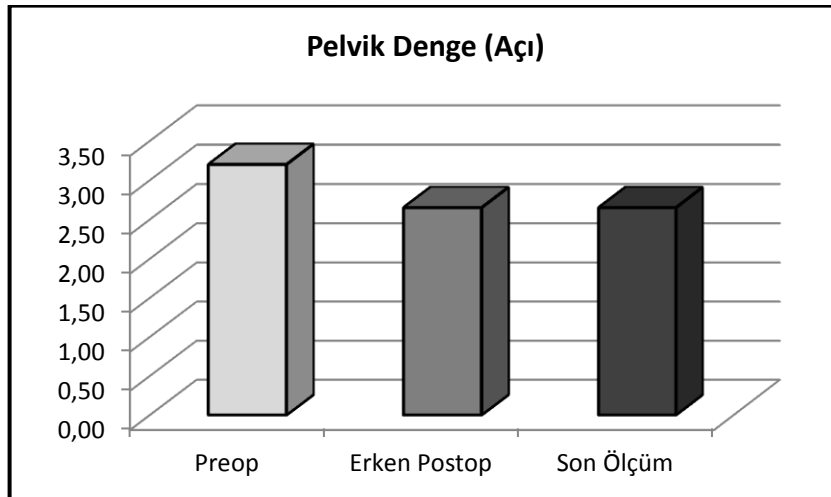


Erken postop **Pelvik Denge** preop döneme göre anlamlı ($p > 0.05$) değişim göstermemiştir. Son ölçüm **Pelvik Denge** preop döneme göre anlamlı ($p > 0.05$) değişim göstermemiştir. Son ölçüm **Pelvik Denge** erken postop döneme göre anlamlı ($p > 0.05$) değişim göstermemiştir. (Tablo 9)

Tablo 9- Hastaların ortalama pelvik dengelerinin preop, erken postop ve son kontrol karşılaştırılması

	Min-Mak	Medyan	Ort.±s.s.	p*	p**
Pelvik Denge (Açı)					
Preop	0.0 - 13.0	2.0	3.2 ± 3.4		
Erken Postop	0.0 - 11.0	1.0	2.7 ± 3.3	0.151 ^w	
Son Ölçüm	0.0 - 10.0	1.5	2.7 ± 3.0	0.274 ^w	0.971 ^w

p* Preop döneme göre Fark / p** Erken postop döneme göre fark / ^w Wilcoxon test

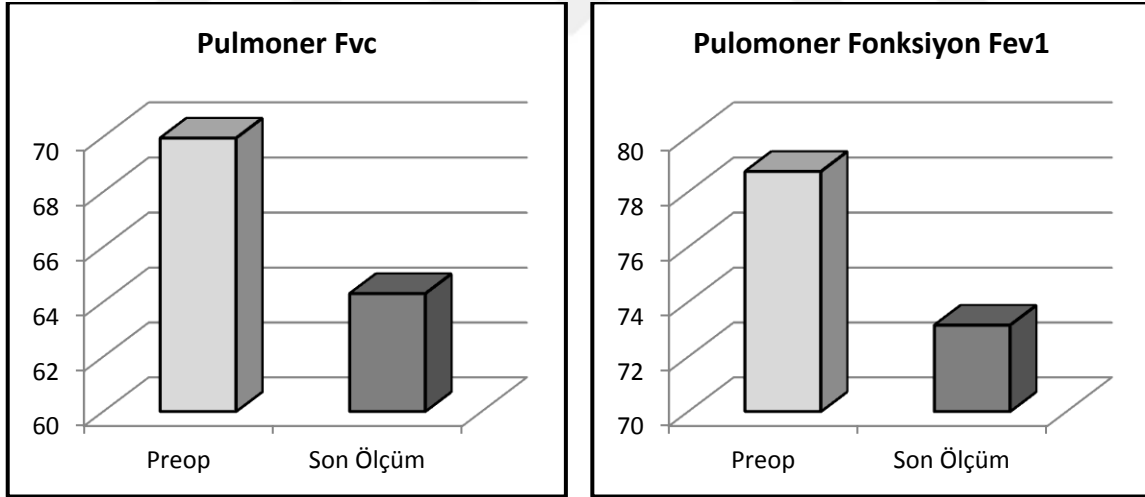


Son ölçüm **Pulmoner Fvc değeri** preop döneme göre anlamlı ($p > 0.05$) değişim göstermemiştir. Son ölçüm **Pulmoner Fonksiyon Fev1 değeri** preop döneme göre anlamlı ($p > 0.05$) değişim göstermemiştir. (Tablo 10)

Tablo 10- Hastaların pulmoner fonksiyonlarının preop ve son kontrol karşılaştırılması

	Min-Mak	Medyan	Ort.±s.s.	p*
Pulmoner Fvc				
Preop	50.0 - 87.0	71.0	69.9 ± 11.8	
Son Ölçüm	33.0 - 106.0	67.5	64.3 ± 16.2	0.354 ^w
Pulmoner Fonksiyon Fev1				
Preop	56.0 - 101.0	76.0	78.7 ± 13.6	
Son Ölçüm	39.0 - 115.0	72.5	73.2 ± 18.0	0.421 ^w

p* Preop döneme göre Fark / p** Erken postop döneme göre fark / ^w Wilcoxon test

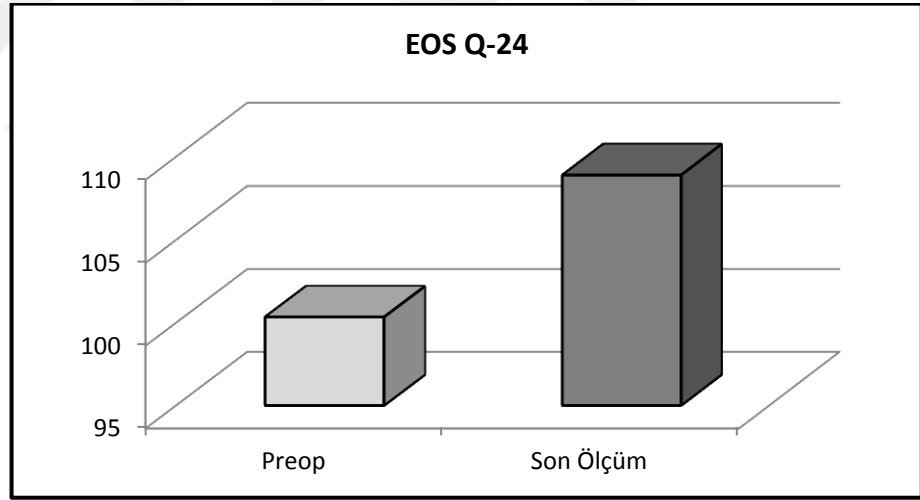


Son ölçüm **Memnuniyet skoru** preop döneme göre anlamlı ($p < 0.05$) artış göstermiştir. (Tablo 11)

Tablo 11- Hastaların EBS Q-24 (Erken Başlangıçlı Skolyoz 24 Soru) anketlerinin preop ve son kontrol karşılaştırılması

	Min-Mak	Medyan	Ort.±s.s.	p*
EBS Q-24				
Preop	84.0 - 111.0	103.0	100.4 ± 8.4	
Son Ölçüm	91.0 - 119.0	110.0	108.9 ± 6.4	0.000^w

p* Preop döneme göre Fark / p** Erken postop döneme göre fark / ^w Wilcoxon test



EBS Q-24 anketindeki verileri alt başlıklarıyla değerlendirildiğinde;

Postop **Genel sağlık skoru** preop döneme göre anlamlı ($p > 0.05$) değişim göstermemiştir.

Postop **ağrı-rahatsızlık skoru** preop döneme göre anlamlı ($p > 0.05$) değişim göstermemiştir.

Postop **solunum fonksiyonları skoru** preop döneme göre anlamlı ($p > 0.05$) değişim göstermemiştir.

Postop **hareket yeteneği skoru** preop döneme göre anlamlı ($p > 0.05$) değişim göstermemiştir.

Postop **bedensel işlevler skoru** preop döneme göre anlamlı ($p > 0.05$) değişim göstermemiştir.

Postop **günlük yaşam skoru** preop döneme göre anlamlı ($p > 0.05$) değişim göstermemiştir.

Postop **bitkinlik ve enerji düzeyi skoru** preop döneme göre anlamlı ($p < 0.05$) artış göstermiştir.

Postop **duygusal durum** preop döneme göre anlamlı ($p < 0.05$) artış göstermiştir.

Postop **ebevyenler üzerindeki etki skoru** preop döneme göre anlamlı ($p < 0.05$) artış göstermiştir.

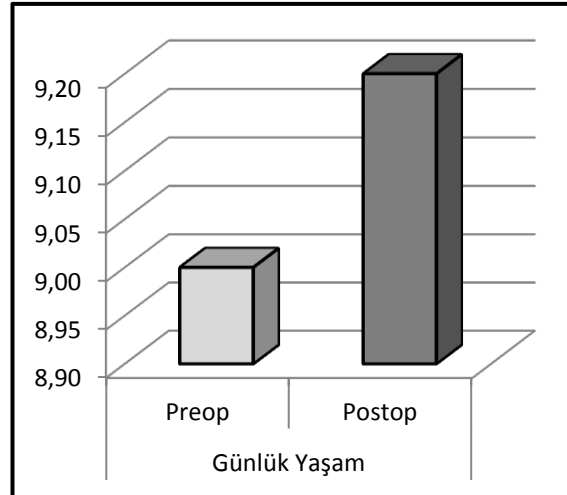
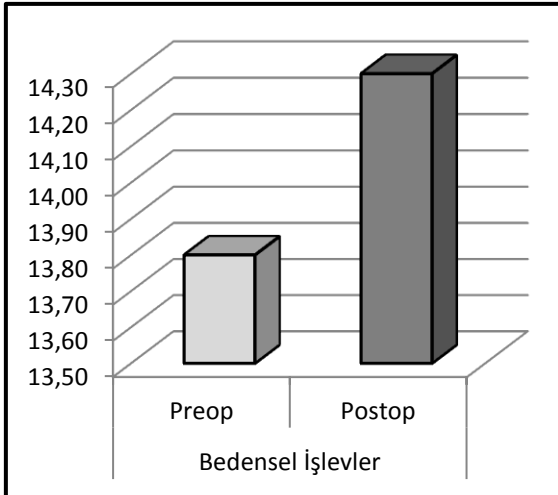
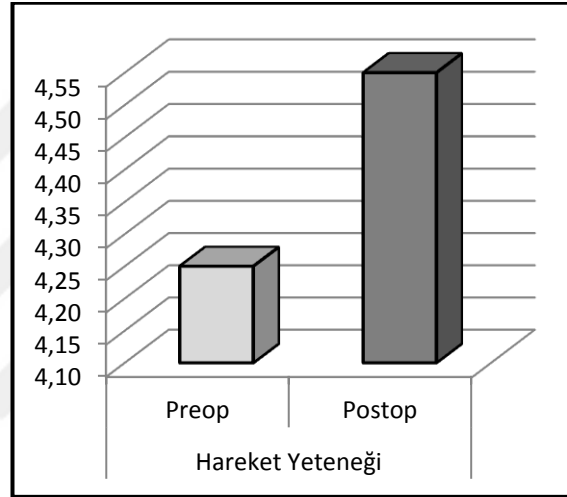
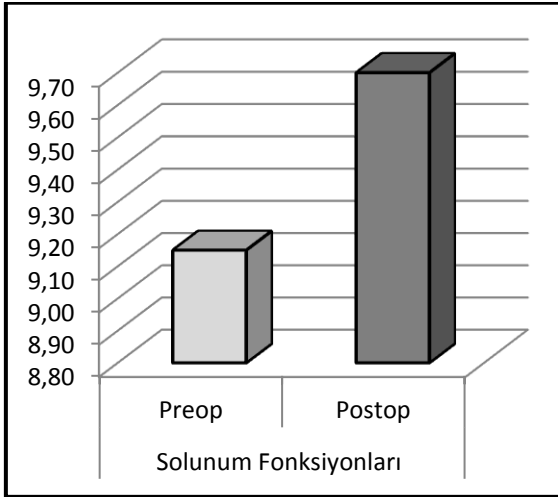
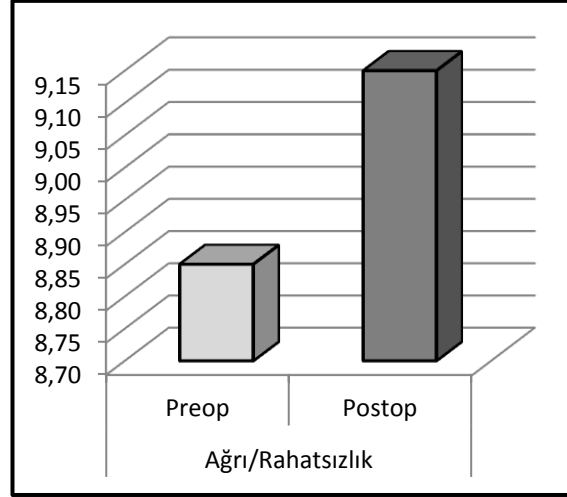
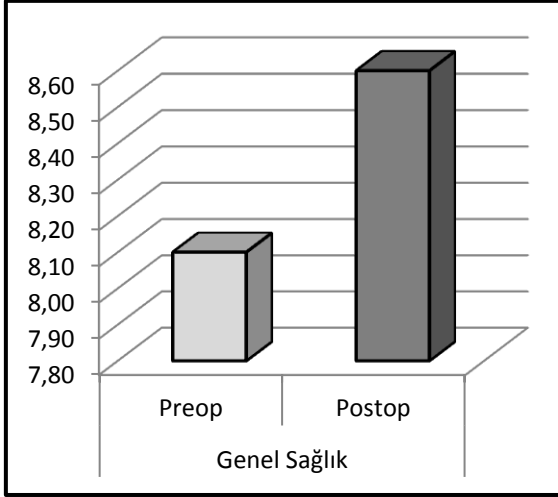
Postop **maddi etkiler skoru** preop döneme göre anlamlı ($p < 0.05$) düşüş göstermiştir.

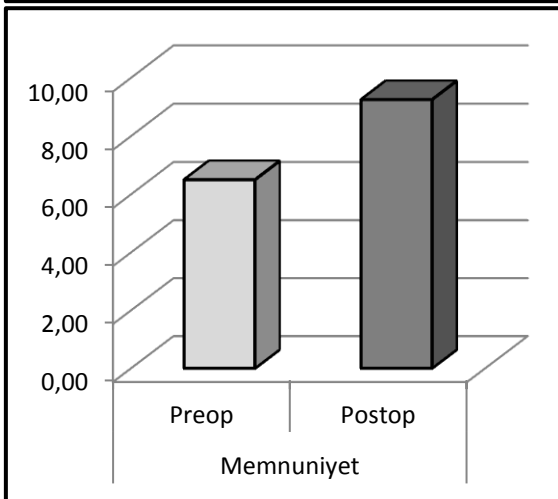
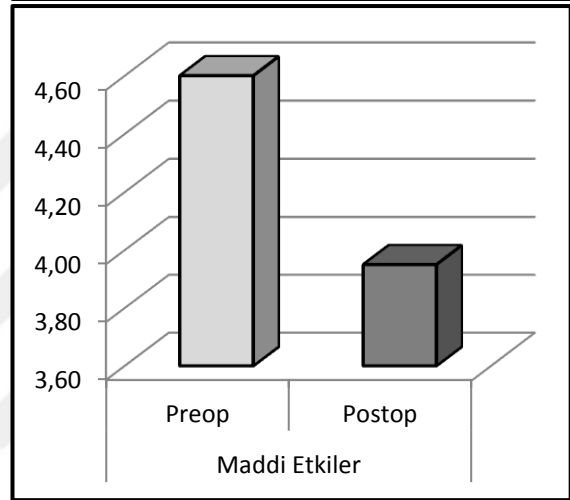
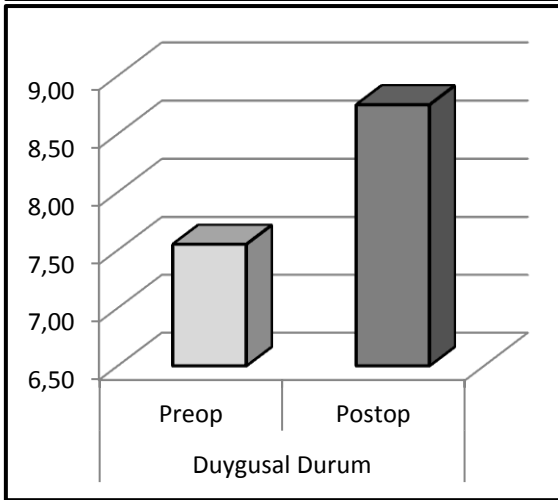
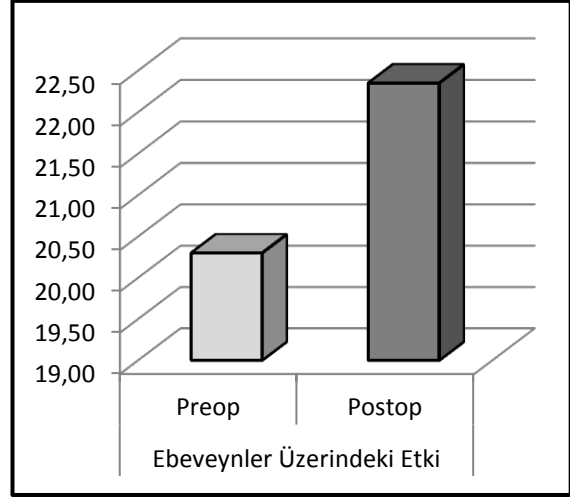
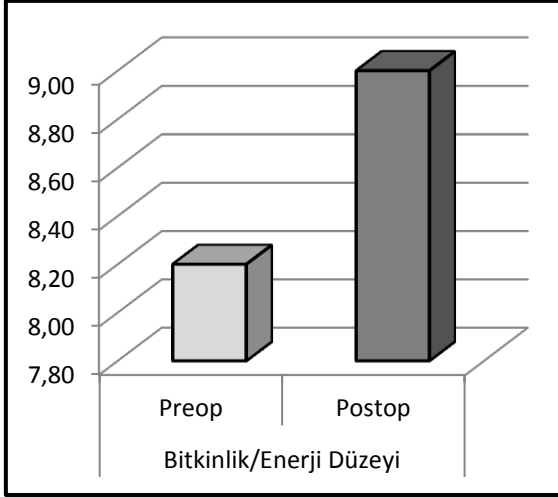
Postop **memnuniyet skoru** preop döneme göre anlamlı ($p < 0.05$) artış göstermiştir.

Tablo 12- EBS Q-24 anketinde bulunan kategorilerin preop ve son kontrolde karşılaştırılması

	Min-Mak	Medyan	Ort.±s.s.	p
<i>Genel Sağlık</i>				
Preop	4.0 - 10.0	8.0	8.1 ± 1.7	0.124 ^w
Postop	6.0 - 10.0	9.0	8.6 ± 1.2	
<i>Ağrı/Rahatsızlık</i>				
Preop	5.0 - 10.0	10.0	8.9 ± 1.6	0.365 ^w
Postop	7.0 - 10.0	10.0	9.2 ± 1.2	
<i>Solunum Fonksiyonları</i>				
Preop	4.0 - 10.0	10.0	9.2 ± 1.7	0.102 ^w
Postop	8.0 - 10.0	10.0	9.7 ± 0.7	
<i>Hareket Yeteneği</i>				
Preop	3.0 - 5.0	4.5	4.3 ± 0.9	0.194 ^w
Postop	3.0 - 5.0	5.0	4.6 ± 0.7	
<i>Bedensel İşlevler</i>				
Preop	9.0 - 15.0	15.0	13.8 ± 1.7	0.223 ^w
Postop	12.0 - 15.0	15.0	14.3 ± 0.9	
<i>Günlük Yaşam</i>				
Preop	3.0 - 10.0	10.0	9.0 ± 1.9	0.102 ^w
Postop	3.0 - 10.0	10.0	9.2 ± 1.8	
<i>Bitkinlik/Enerji Düzeyi</i>				
Preop	5.0 - 10.0	8.0	8.2 ± 1.5	0.008 ^w
Postop	8.0 - 10.0	9.0	9.0 ± 1.0	
<i>Duygusal Durum</i>				
Preop	2.0 - 10.0	7.5	7.6 ± 2.3	0.002 ^w
Postop	5.0 - 10.0	10.0	8.8 ± 1.7	
<i>Ebeveynler Üzerindeki Etki</i>				
Preop	16.0 - 23.0	21.0	20.3 ± 2.5	0.001 ^w
Postop	19.0 - 25.0	22.5	22.4 ± 2.2	
<i>Maddi Etkiler</i>				
Preop	2.0 - 5.0	5.0	4.6 ± 0.8	0.038 ^w
Postop	2.0 - 5.0	4.5	4.0 ± 1.3	
<i>Memnuniyet</i>				
Preop	4.0 - 10.0	7.0	6.5 ± 1.7	0.000 ^w
Postop	7.0 - 10.0	10.0	9.3 ± 1.1	

^w Wilcoxon test





Takipler sırasında 20 hastanın 16 tanesinde herhangi bir ikinci operasyona gerek duyulmazken, 4 hastaya revizyon yapılmıştır. İki hastada erken postop grafi kontrollerinde vida pozisyonları uygun bulunmadığı için postop ikinci gününde sadece vida revizyonu yapılmıştır. Bir hastaya yine proksimal vidaların geri gelmesi nedeniyle birinci yılında revizyon yapılmıştır. Bir hastada postop 20. ayda *post junctional* kifo ve proksimal vidalarda geri gelme tespit edilmiştir. Bu nedenle vida revizyonu yapılmış olup manyetik rod ile takibine devam edilmiştir.



6. TARTIŞMA

Erken başlangıçlı skolyozda ideal tedavi yönteminde; güvenli bir şekilde omurga büyümesi devam ederken deformitenin koreksiyonunu sağlanmalı, erken postoperatif dönemde elde edilen koreksiyonun devamlılığı olmalı, postoperatif dönemde mobilizasyona engel durum oluşmamalı, akciğer gelişimi desteklenmeli, gövde dengesi sağlanmalı, komplikasyon oranları düşük olmalı ve hastanın sosyal hayata dönüşünü en az miktarda etkilemelidir (1).

Manyetik olarak uzayabilen rodlar yardımıyla erken başlangıçlı skolyoz tedavi ve yönetimi son yıllarda ortaya çıkan bir tekniktir. O yüzden yayınlar yakın dönemde yapılmaya başlamış olup uzun dönem sonuçlarıyla ilgili elimizde henüz yeterli bilgi yoktur. Chee cheung ve arkadaşları 2012 yılında manyetik olarak uzayabilen rodun erken dönem raporlarını ilk yayınlayan olmuşlardır. Beş tane hastanın 2 yıllık takip sonuçlarını bildirmiş olup, bu hastaların ameliyat öncesi cobb açıları ortalaması 67 derecedir ve son ölçümlerinde bu değer 29 dereceye gerilemiştir. Hastalarının herhangi bir komplikasyona maruz kalmadığını belirterek memnuniyetlerinin iyi olduğunu söylemişlerdir (3). 2013 yılında Akbarnia ve arkadaşları 14 adet hastasının erken dönem sonuçlarını yayınlamışlardır. Ortalama 10 ay takip ettikleri hastalarının cobb açılarının ortalaması 60 dereceden 34 dereceye gerilediğini bildirmiş olup, torasik yüksekliğinin tek rod kullanımında ortalama 7,6 mm arttığını çift rod kullanımında 12,12 mm arttığını belirtmişlerdir. Spinal yüksekliğin ise tek rod kullanılan hastalarda 9,1 mm, çift rod kullanılan hastalarda 20,3 mm olduğunu bildirmişlerdir (2). Yine 2013 yılında Dannawi ve arkadaşları 34 hastalık ve minimum 1 yıllık takipli çalışmalarını yayınlamışlar ve ortalama cobb açısının 69 dereceden 41 dereceye gerilediğini , spinal yüksekliğin 304 mm'den 348 mm'ye yükseldiğini bildirmişlerdir (72). Hickey ve arkadaşlarının 2014 yılında yayınladıkları çalışmada 8 hastanın ortalama 23 aylık takiplerini bildirdikleri görülmektedir. 4 hasta primer vaka olup 4 hasta geleneksel rod sonrası revizyondur. Primer vakalarda 73 dereceden 42 dereceye gerileme görülmüştür. Revizyon vakalarında ortalama cobb açısı 45 dereceden 44 dereceye gerilemiştir (73).

2015 yılından sonra özellikle 2016 yılında manyetik olarak uzayabilen rod ile ilgili yayınlar hız kazanmış olup, bu çalışmaların tamamında cobb açılarındaki anlamlı azalmalar tespit edilmiştir. Yine bu çalışmalarda spinal yüksekliklerde anlamlı artış tespit olduğu görülmektedir (1,74,75,76,77).

Bizim çalışmamızda manyetik rod ile opere edilip çalışmaya dahil edilen hasta sayımız 20'di (13 kız 7 erkek). Bu hastaları ameliyat ettiğimiz ortalama yaş 7,9'du ve ortalama 14,9 ay boyunca hastaları takip ettik (6-30 ay). Hastaların tamamında preop, erken postop ve son kontrollerinde çekilen skolyoz grafileri üzerinden cobb açılarındaki ölçümünü yaptık. Geçmiş yıllarda yapılmış çalışmalarla korele şekilde cobb açılarındaki ölçüde azalma tespit ettik ($p < 0.05$). Preop ortalama cobb açısı 56,5 (38-93) derecesyken erken postop ölçümde bu değer ortalama 30,5 (13-80) derece tespit edilmiştir. Son kontrolde ortalama değer 33,5 (14-86) derece bulunduğundan, postop elde ettiğimiz değerin korunmuş olduğunu tespit ettik.

Yine çalışmamızda tüm hastaların preop, erken postop ve son kontrollerinde çekilmiş skolyoz grafileri üzerinden torasik yükseklikleri ölçüldü ve preop ortalama değer 181 (123-224) mm tespit edildi. Erken postop ölçümlerde anlamlı artış tespit edilmiş olup ($p < 0.05$) ortalama 200 (164-245) mm bulunmuştur. Son kontroldeki ölçümümüz ortalama 212 (167-248) mm dir ve bu da erken postop ölçüme göre anlamlı artış göstermiştir ($p < 0.05$).

Spinal yükseklik ölçümlerimiz ve değerlendirmelerimize baktığımız zaman daha önce yapılmış çalışmalarla korele bir durum ortaya çıktı. Preop yaptığımız ölçümlerde ortalama 291 (213-366) mm bulduğumuz spinal yükseklik erken postop dönemde 315 (260-402) mm, son kontrolde ise 338 (261-406) mm ölçülmüştür. Bu artış miktarları bize manyetik olarak büyüyen rodlar ile spinal yükseklikte anlamlı artış olduğunu göstermiştir ($p < 0.05$).

Çalışmamızda cobb açısı, spinal yükseklik, ve torasik yükseklik dışında, yine radyolojik olarak baktığımız torakal kifoz, koronal denge, sagittal denge, omuz dengesi ve pelvik denge ölçümleri mevcuttu. Torakal kifoz kontrolü manyetik rod ile yapılan uzatmalarda zor olabileceğini düşündüğümüz bir durumdu. Bu sebeple torasik kifoz açısının ölçümlerini

yaptık ve preop dönemde ortalama 41 (5-65) derece bulduğumuz açının erken postop dönemde 22,5 (3-41) dereceye gerilediğini gördük. Ancak son ölçümde erken postop döneme göre anlamlı bir artışla değerin 32,5 (0-53) dereceye arttığını gördük. Erken postop döneme göre son kontrolde anlamlı bir artış olmasına rağmen ($p < 0.05$), son kontrol ölçümünde ortalama torakal kifoz açısının preop değerlere göre anlamlı azalması ($p < 0.05$) nedeniyle, manyetik olarak büyüyen rodlar ile yaptığımız tedavide torakal kifozun korunmasına için daha fazla özen göstermemiz gerektiğini düşünmekteyiz.

Hastalarda radyolojik olarak koronal dengeye baktığımız zaman ise preop değerleri ortalama 0,7 (0-9,4) cm ölçülmüş olup erken postop 0,4 (0-3,4) cm ve son kontrol 0,5 (0-6,8) cm ölçülmüştür. Bu değerler bize koronal dengede anlamlı değişim olmadığını göstermekle birlikte manyetik rodlarla koronal denge kontrolünün iyi bir şekilde korunduğunu göstermektedir. Sagittal denge için preop yaptığımız ölçümlerde ortalama 1,7 (0-5,9) cm bulduğumuz değer, erken postop 2 (0-5,3) cm, son ölçümde 1,5 (0-7,8) cm tespit edilmiştir. Bu da sagittal dengeyi korumada aynı koronal dengede olduğu gibi manyetik olarak uzayabilen rodun etkili olduğunu gösterir.

Skolyoz hastalarında bozulan koronal dengeyle birlikte omuz dengesi ve pelvik dengede bozulabilmektedir. Bu sebeple yaptığımız ölçümlerde preop omuz denge açıları 4 (0-18) derece bulundu. Erken postop dönemde yapılan ölçümde bu değer 4,5 (0-13) derece tespit edilmesine rağmen son ölçümde 2 (0-8) derece ölçülerek omuz dengesinin anlamlı şekilde düzeldiği tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Pelvik dengeye bakmış olduğumuzda preop ölçümlerde 2 (0-13) derece, erken postop dönemde 1 (0-11) derece, son ölçümde 1,5 (0-10) derece bulunmuş olup anlamlı düzelme olmasada bu çocuklarda takiplerde pelvik dengenin korunması sağlanmıştır.

Yoon ve arkadaşları 2014 yılında manyetik olarak büyüyen rodlar ile tedavi edilmiş 6 adet nöromusküler skolyoz tanılı hastanın pulmoner fonksiyonlarında meydana gelen değişiklikleri incelemişlerdir (78). Bu hastalarda FVC (zorlu vital kapasite) ve FEV1 (1. Saniyede ki zorlu ekspiruar hacim) ölçümlerine bakmış olup her iki değerinde anlamlı şekilde arttığını ve pulmoner fonksiyonların iyileştiğini belirtmiştir. Ortalama FVC değerinin

%27'den %41'e çıktığını belirtmiş olup, ortalama FEV1 değerinin %27'den %45'e çıktığını belirtmiştir.

Bizim çalışmamızda yaptığımız ölçümlerde preop FVC ortalama değeri %71 (50-87) bulunmuş olup son kontrolde bu ortalama %67,5 (33-106) tespit edilmiştir. FEV1 değeri preop ölçümlerde ortalama % 76 (56-101) bulunmuşken, son ölçümde ortalama değer % 72,5 (39-115) tespit edilmiştir. Bu ölçümlerde herhangi bir anlamlı değişiklik saptanmamıştır. Bizim çalışmamızda anlamlı bir değişiklik olmamasının nedeni opere ettiğimiz hastalarda ciddi akciğer problemlerinin ameliyat öncesinde gelişmemiş olması ve hastaların %75'inin idiyopatik kökenli olmaları sayılabilir.

Erken başlangıçlı skolyozlarda hastaların ebeveynlerinin, çocuklarının ve kendilerinin bu hastalıktan nasıl etkilendiklerini belirttikleri EOS Q-24 (Erken Başlangıçlı Skolyoz 24 Soru) anketi kullanılmaktadır. Demirkıran ve arkadaşları bu testin türkçeye çevrilmesini sağlamış olup, bu testin bizim kültürümüze uygunluğu ve geçerliliği ile ilgili bir çalışma yapmışlardır. Sonuç olarak bu testin Türkçeye çevrilmiş hali hasta ebeveynlerinin durumlarını anlatmada etkin bulunmuş olup, değerlendirmede günlük yaşama girmiştir (68).

Doany ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada erken başlangıçlı skolyoz tanısıyla opere edilmiş 44 hastanın EBS Q-24 anket skorlarını incelemişlerdir. Yirmibeş hasta klasik growing rod ile tedavi edilirken 19 hasta manyetik rod ile tedavi edilmiştir. Çalışmalarında bu iki grubun EBS Q-24 anketindeki kategorileri ayrı ayrı değerlendirerek kıyaslama yapmışlardır. Sonuç olarak maddi etkiler ve hasta ve ebeveynlerin memnuniyetinde manyetik rod geleneksel roda göre anlamlı olarak üstün çıkmıştır ($p < 0.05$). Genel sağlık, ağrı-rahatsızlık ve bedensel işlevler skorlarında manyetik rodların geleneksel rodlara olan üstünlüğü neredeyse anlamlıya yakındır. Pulmoner fonksiyonlar, hareket yeteneği, günlük yaşam, bitkinlik, duygusal durum, ebeveynler üzerinde etki ve total skorlamada anlamlı bir fark oluşmamıştır (79).

Biz hastaların ebeveynlerinde preop dönem ve son kontrollerini kıyaslayacak şekilde bu anketi doldurmalarını istedik. Bu anket toplamda 11 farklı kategoride 24 sorudan oluşmaktadır. Kategoriler; genel sağlık, ağrı,

solunum fonksiyonları, hareket yeteneği, bedensel işlevler, günlük yaşam, bitkinlik, duygusal durum, ebeveynler üzerinde etki, maddi etkiler ve memnuniyetten oluşmaktadır. Biz bu 24 soruyu olumsuzluktan olumluluğa doğru 1 ile 5 arasında puanlandırdık ve toplamda en düşük puan 24 en yüksek puan 120 olacak şekilde değerlendirmeye aldık. Buna göre preop ortalama puan 103 (84-111) iken postop ortalama puan 110 (91-119) bulundu. Puanlamada anlamlı ölçüde artış tespit ettik ($p < 0.05$). Bu da ebeveynlerin bu tedaviye genel olarak olumlu baktıklarını bizlere göstermektedir.

EBS Q-24 anketinde bulunan 11 farklı kategoriye ayrı ayrı değerlendirmeye aldık. Bunun sonucunda hastaların genel sağlık skorlarında, ağrı-rahatsızlık skorlarında, solunum fonksiyonları skorlarında, hareket yetenekleri skorlarında, bedensel işlevler skorlarında ve günlük yaşam skorlarında preop ve son kontrolleri arasında anlamlı bir değişim tespit edilememiştir ($p > 0.05$).

Hastaların bitkinlik ve enerji düzeylerinde, duygusal durumlarında, hastalığın ebeveynlerin üzerinde etkisinde ve hasta ve ebeveynlerin memnuniyetinde preop döneme göre son kontrolde anlamlı artış tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

Bu araştırmamızda gördüğümüz tek azalma maddi olarak etkiler başlığındadır. Preop döneme göre son kontrolde anlamlı azalma tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

Genel olarak bu anketi değerlendirdiğimizde ortaya çıkan sonuç hastalar açısından ameliyat sonrasında ortaya çıkan ve yaşam kalitesini etkileyen bir problemin oluşmamasıdır. Ebeveynlerin maddi olarak etkilenmelerini sözel olarak sorguladığımızda ise buna cevap olarak hastaneye geliş gidişlerinde harcadıkları yol masraflarından bahsetmektedirler. Bu da bizim uyguladığımız tedaviden bağımsız olarak herhangi bir tedavide ortaya çıkabilecek bir sonuçtur.

Choi ve arkadaşları 2016 yılında çok merkezli retrospektif incelemelerinde 54 hastanın manyetik olarak uzayabilen rodlar ile

tedavilerinde karşılaştıkları komplikasyonlara bakmış olup, 54 hastanın 21'inde (%38,8) en az 1 komplikasyon tespit etmişlerdir (80). 15 hastada (%27,8) en az 1 kez revizyona gitmiştir. 6 tanesinde (%11,1) rod kırığı gelişmiş olup 2 tanesi erken dönemde 4 tanesi uzun dönemde gelişmiştir. Yedi hastada (%13) proksimal veya distaldeki vidalarda fiksasyon problemleri yaşanmıştır. İki hastada (%3,7) cerrahi müdahale gerektiren enfeksiyon gelişmiş olup 1 hastaya yara yeri drenajı yapılmış olup, diğer hastada enstrüman çıkarılması gerekmiştir.

Hosseini ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada 2 yıl takip ettikleri 23 hastanın 10 tanesinde tekrar ameliyat gerektiren komplikasyon olmuştur. Rodlarda oluşan kırıklar, vidaların geri gelmesi, metallosis ve uzatmada başarısız olma hastalarında gelişen komplikasyonlardır (74).

Bizim çalışmamızda 20 hastanın 4 tanesinde (%20) en az 1 komplikasyon gelişmiştir. Dört hastada ikinci bir operasyona gerek duymuştur. Dört hastada (% 20) proksimal vidaların fiksasyon uygunsuzluğu nedeniyle revizyona ihtiyaç duymuş olup 2 hastada (%10) erken postop dönemde revizyon yapılmıştır. Bir hasta (%5) postop 1 yıl kontrolünde revize edilmiştir. Diğer hastada (%5) yirminci ay kontrolünde vida geri gelmesine ek olarak proksimal *junctional* kifoza da tespit edilmesi üzerine revizyon yapılmıştır. Cerrahi müdahale gerektirecek enfeksiyon görülen hastamız olamamıştır. Komplikasyon oranlarımız Choi ve arkadaşlarının yaptıkları değerlendirmelere göre daha düşük bulunmuş ve yine herhangi bir rod kırığı veya enfeksiyon hastası görülmemiştir.

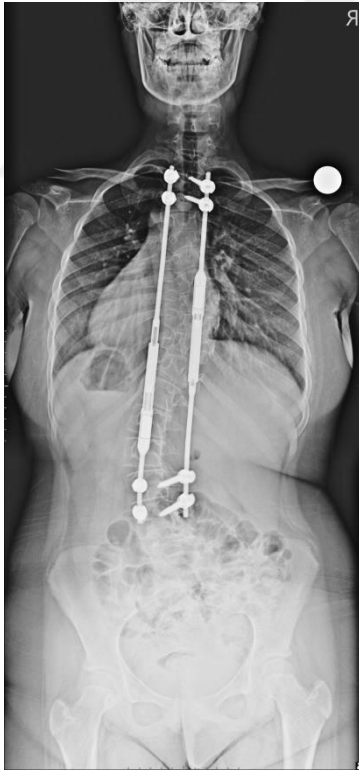
Çalışmamızın zayıf yönleri retrospektif bir çalışma olması, hasta takip sürelerinin kısa olması, erken başlangıçlı skolyoz tedavisinde uygulanan diğer tedavi yöntemleriyle karşılaştırma yapmamış olmamız, etyolojik olarak gruplandırma yapılmamış olması ve ameliyatların birden fazla cerrah tarafından yapılmış olmasıdır. Özellikle farklı cerrahlar tarafından yapılan cerrahiler, cerrahlar arasındaki tecrübe farkı nedeniyle çeşitli komplikasyonlara neden olabileceği için tek bir cerrahın elinden çıkacak vaka serisi bize daha güvenilir sonuçlar vermektedir.

7.SONUÇ

Manyetik olarak kontrol edilebilen büyüyen rodlar, omurga büyümesine izin veren cerrahi teknikler arasında güvenli ve etkili bir yöntem olarak son yıllarda kullanıma girmiştir. İnvazif girişim olmadan uzatma yapılabilmesi ve cerrahi sayısını anlamlı şekilde azaltıyor olması cerrahların ve hastaların bu tedavi yöntemini seçmelerini sağlamaktadır. Bunlarla birlikte cerrahi skar dokusunu az olması ve cerrahi sayısının az olmasına bağlı olarak hasta psikolojinin daha az etkileniyor olması da bu tedaviyi üstün kılan yöntemlerdir. Ayrıca maliyet açısından geleneksel rodlarla kıyaslandığında uzun dönemde herhangi bir anlamlı fark yoktur (81). Tüm bu sebeplerden dolayı erken başlangıçlı skolyoz tedavisinde manyetik olarak kontrol edilen büyüyen rodlar tedavi de günümüzde önemli bir yere sahiptir ve gelişen teknoloji ve bilgi birikimleriyle birlikte gelecekte çok daha etkin konuma gelecektir.

8.HASTA ÖRNEKLERİ



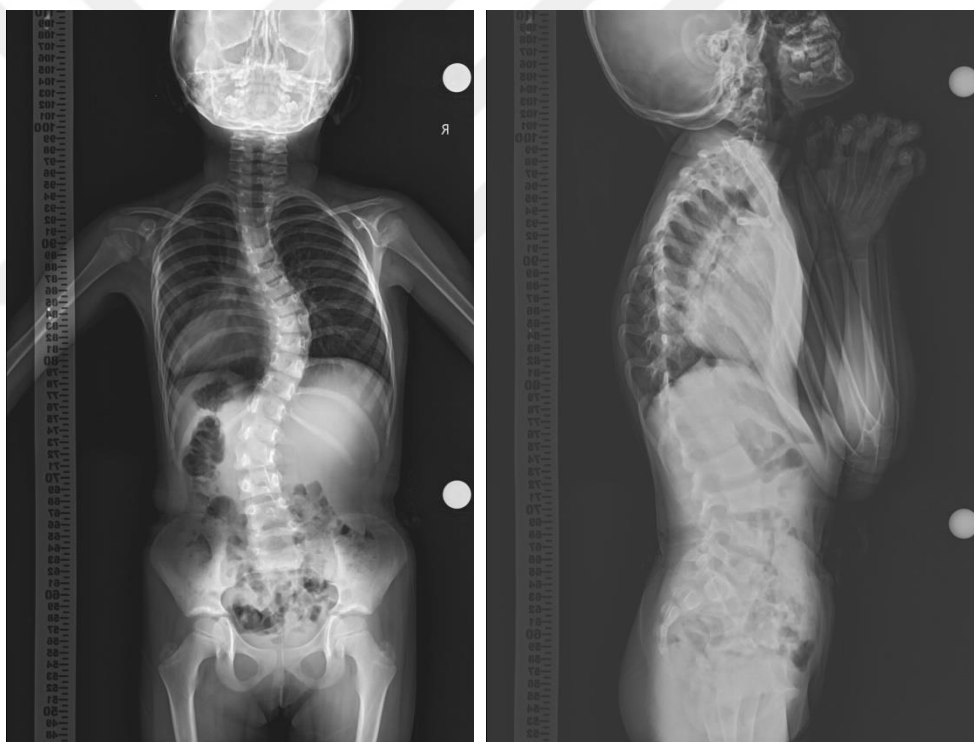
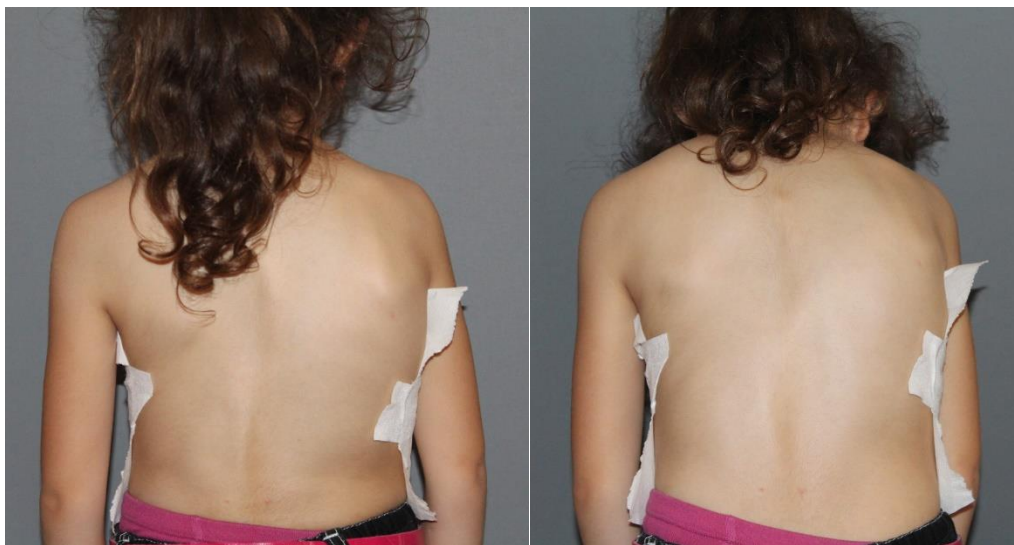


Şekil 34- Erken başlangıçlı skolyoz tanısıyla 7 yaşında opere edilen hastanın preop fotoğrafları ve röntgenleri ve postop 27. Ayında çekilen fotoğrafları ve röntgenleri (Hasta B.C.)





Şekil 35- Erken başlangıçlı skolyoz tanısıyla 8 yaşında opere edilen hastanın preop fotoğrafları ve röntgenleri ve postop 22. Ayında çekilen fotoğrafları ve röntgenleri (Hasta C.B.)





Şekil 36- Erken başlangıçlı skolyoz tanısıyla 4 yaşında opere edilen hastanın preop fotoğrafları ve röntgenleri ve postop 14. Ayında çekilen fotoğrafları ve röntgenleri (Hasta M.Ç.)





Şekil 37- Erken başlangıçlı skolyoz tanısıyla 9 yaşında opere edilen hastanın preop fotoğrafları ve röntgenleri ve postop 30. Ayında çekilen fotoğrafları ve röntgenleri (Hasta S.Y.)

9.KAYNAKLAR

- 1- Thompson W, et al. The use of magnetically-controlled growingrods to treat children with early-onset scoliosis. *Bone Joint J* 2016; 98-B:1240–47
- 2- Akbarnia BA, 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* 2013 Apr 15;38(8):665-70
- 3- Cheung KM, et al. Magnetically controlled growing rods for severe spinal curvature in young children: a prospective case series. *Lancet* 2012; 379: 1967–74
- 4- Moore KL, Persaud TVN. *The Developing Human: Clinically Oriented Embryology*, 5 th edition, 1998, Philadelphia. s.354-360.
- 5- Bess, S. and B. Line, *Embryology and Anatomy: Spine/Spinal Cord. 2nd Edition ed. The Growing Spine. 2016: Springer. 3-13.*
- 6- Petorak İ. *Medikal Embriyoloji*, 1984, Beta Basın Yayın Dağıtım A.Ş. İstanbul.
- 7- Collins P: *Embriyoloji and Development. Đn. Gray's Anatomy Ed. L. VWilliams Thirty-Eight Edition, 1995, Churcchill-Livigstone 91-341*
- 8- Akbarnia BA, et al. *The Growing Spine Management of Spinal Disorders in Young Children. 2016, Springer-Verlag Berlin Heidelberg*
- 9- Dere F. *Klinik Anatomi*, Adana, 1992. 276-320
- 10- Moore K.L. *Clinically Oriented Anatomy, 3rd Edition, Williams & Wilkins, Baltimore, 1992. 323-372*
- 11- Drake, Richard L., PhD, FAAA *Gray's Atlas of Anatomy, Second Edition 20-53*
- 12- Arıncı K, Elhan A. *Anatomi. Ankara, Güneş Kitabevi, 2001, Cilt 1-2*

- 13- Bernhard M: *Normal Spinal Anatomy*. In: Bridwell KH. and Dewald RL eds. *The Textbook of Spinal Surgery*; Vol 1, Chapter 16: pp. 185–191, 1997
- 14- Hafer TR, et al. *The effect of the three columns of the spine on the instantaneous axis of rotation in flexion and extension*. *Spine* 1991;16:312-318.
- 15- Sarpyener K, Eralp F. (1991) *Fonksiyonel Anatomi*. 112-130. Marmara Üni. Bed. Eğt. Böl. İstanbul
- 16 - Ziyagil M. (1995) *Kinesyoloji ve Fonksiyonel Anatomi*. 85-89. Emel Mat. Ltd. Şti, Ankara.
- 17- Neumann DA, *Kinesiology of the musculoskeletal System*, 2002: 250-350
- 18 - Richard L. Drake PhD, FRCGS, FRCR A. Wayne Vogl PhD, FRCGS, FRCR and Adam W.M. Mitchell MB BS, FRCGS, FRCR *Gray's Anatomy for Students, Third Edition* 2015, 51-120
- 19- White AA, Panjabi MM. *Clinical biomechanics of the spine*, 2nd ed. Philadelphia; Lippincott, 1990: 1-125.
- 20- Cassidy JJ, Hiltner A, Baer E. *Hierarchical structure of the intervertebral disc*. *Connect Tissue Res*. 1989; 23(1): 75-88
- 21- Nordin M, Schecter S. *Biomechanics of the lumbar spine*. In: Nordin M, Frankel VH (Eds.). *Basic biomechanics of the musculoskeletal system*. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2001.p.256-84.
- 22- Dimeglio A., et al. *Normal Growth of the Spine and Thorax in The Growing Spine*, 2016, SPRINGER: Berlin Heidelberg. p. 47-80.
- 23- Campbell R.M., 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

- 24- Redding G.J., et al. *Thoracic Insufficiency Syndrome, in The Growing Spine. 2016, springer. p. 83-93*
- 25- Mayer O.H., et al, *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.*
- 26 - Redding G., et al. *Lung function asymmetry in children with congenital and infantile scoliosis. Spine J, 2008. 8(4): p. 639-44.*
- 27- *Campbell's Operative Orthopaedics. Warner, William C.; Sawyer, Jeffery R.. Published January 1, 2017. Pages 1897-2120.e26. © 2017.*
- 28- James JIP., et al. *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.*
- 29- Dickson R. *Conservative treatment for idiopathic scoliosis. J Bone Joint Surg Br. 1985; 67: 176-81*
- 30- Akbarnia BA, et al. *Management Themes in Early Onset Scoliosis. The Journal of Bone & Joint Surgery · jbjs.org volume 89-a · supplement 1 · 2007*
- 31- Riseborough E, et al. *A genetic survey of idiopathic scoliosis in Boston, Massachusetts. J Bone Joint Surg Am. 1973;55:974-82.*
- 32- Wynne-Davies R. *Familial (idiopathic) scoliosis. A family survey. J Bone Joint Surg Br. 1968;50:24-30.*
- 33- Thompson SK, et al. *Prognosis in infantile idiopathic scoliosis. J Bone Joint Surg Br. 1980;62:151-4.*
- 34- Browne D. *Congenital postural scoliosis. Proc R Soc Med. 1956; 49: 395-8.*

- 35- Browne D. Congenital deformities of mechanical origin. *Arch Dis Child*.1955;30: 37-41.
- 36- Mau H. Does infantile scoliosis require treatment? *J Bone Joint Surg Br*.1968; 50: 881.
- 37- 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
- 38 - Mehta M. Infantile idiopathic scoliosis. In: Dickson RA, Bradford DS, editors. *Management of spinal deformities*. London: Butterworth; 1984. p 101-20
- 39 - Özer RÖ, Karaeminoğulları O. Konjenital skolyoz. Derleme. *The Journal of Turkish Spinal Surgery*.2008;19(3):295-312.
- 40- 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.
- 41- Muhonen MG, et al. Scoliosis in pediatric Chiari malformations without myelodysplasia. *J Neurosurg*. 1992; 77: 69-77.
- 42 - Pahys J, et al. Intraspinal 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
- 43- Söyüncü Y. Nöromusküler skolyoz. Derleme. *The Journal of Turkish Spinal Surgery*.2008;19(3):313-332
- 44- 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
- 45- 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

- 46 - Hibbs R.A., et al. *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
- 47- Risser J.C., *The application of body casts for the correction of scoliosis.* Instr Course Lect, 1955. 12: p. 255-9.
- 48- Dede O., et al. *A brief history and review of modern casting techniques in early onset scoliosis.* J Child Orthop, 2016.
- 49- 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
- 50- 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.
- 51- Thorsness R.J., et al., *Nonsurgical Management of Early-onset Scoliosis.* J Am Acad Orthop Surg, 2015. 23(9): p. 519-28.
- 52- Lenke LG, et al. *Idiopathic scoliosis.* In: Frymoyer, JW, Wiesel SW, editors. *The adult and pediatric spine.* 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2004. p 337-60
- 53- Hefti FL, et al. *The effect of the adolescent growth spurt on early posterior spinal fusion in infantile and juvenile idiopathic scoliosis.* J Bone Joint Surg Br. 1983;65:247
- 54- Dubousset J, et al. *The crankshaft phenomenon.* J Pediatric Orthop. 1989; 9:541-50.
- 55- Akbarnia BA, 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

- 56- Sanders JO, et al. *Posterior arthrodesis and instrumentation in the immature (Risser-grade-0) spine in idiopathic scoliosis.* J Bone Joint Surg Am. 1995;77:39-45.
- 57- Marks DS, et al. *Convex spinal epiphysiodesis in the management of progressive infantile idiopathic scoliosis.* Spine 1996;21:1884–8.
- 58 - Winter RB, et al. *Convex Growth Arrest for Progressive Congenital Scoliosis due to Hemivertebra.* J Pediatr Orthop 1988;8:633-8.
- 59- Thompson AG, et al. *Long-term Results of Combined Anterior and Posterior Convex Epiphysiodesis for Congenital Scoliosis due to Hemivertebrae.* Spine 1995;20:1380-5
- 60- Thompson GH, et al. *Growing rod techniques in early onset scoliosis.* J Pediatr Orthop 2007;27(3):354-361.
- 61- 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.
- 62- Sponseller P.D., et al. *Pelvic fixation of growing rods: comparison of constructs.* Spine (Phila Pa 1976), 2009. 34(16): p. 1706-10.
- 63- Campbell RM, et al. *Expansion thoracoplasty: the surgical technique of opening-wedge thoracostomy [surgical technique].* J Bone Joint Surg Am 2004;86(suppl 1):51– 64.
- 64- Campbell RM Jr, 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.
65. Campbell RM Jr, 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; 2005; Miami, FL.

- 66- Cunningham ME, et al. Fusionless scoliosis surgery. *Current Opinion in Pediatrics*. Lippincott Williams and Wilkins. 2005, 17:48-53
- 67- McCarthy R.E., et al Growth-Guided Instrumentation: Shilla Procedure, in *The Growing Spine*, B.A. Akbarnia, M. Yazici, and G.H. thompson, Editors. 2016, Springer. p. 701-711.
- 68- Bess S, et al. Complications of growing-rod treatment for early-onset scoliosis: analysis of one hundred and forty patients. *J Bone Joint Surg*, 2010, Am 92(15):2533–2543
- 69- Akbarnia BA, et al. Complications of growth-sparing surgery in early onset scoliosis. *Spine*, 2010, 35(25):2193–2204
- 70- Demirkiran H.G., et al. Reliability and Validity of the Adapted Turkish Version of the Early-onset Scoliosis-24-Item Questionnaire (EOSQ-24), *J Pediatr Orthop* 2015;35:804–809
- 71- Balioğlu M.B., et al. The effect of distraction-based growth-friendly spinal instrumentation on growth in early-onset scoliosis. *Acta Orthop. Belg.*, 2016, 82, 715-722
- 72- Dannawi Z, et al. Early results of a remotely-operated magnetic growth rod in early-onset scoliosis. *Bone Joint J*. 2013 Jan;95-B(1):75-80. doi: 10.1302/0301-620X.95B1.29565.
- 73- Hickey BA, et al. Early experience of MAGEC magnetic growing rods in the treatment of early onset scoliosis. *Eur Spine J*. 2014 Apr;23 Suppl 1:S61-5. doi: 10.1007/s00586-013-3163-0.
- 74- Hosseini P., et al. Magnetically controlled Growing Rods for Early-onset Scoliosis. *SPINE*, 2016, Volume 41, Number 18, pp 1456–1462.
- 75- Ridderbusch K., et al. Preliminary Results of Magnetically Controlled Growing Rods for Early Onset Scoliosis. *J Pediatr Orthop* 2016;00:000–000)

76- Rosa G.L., et al. *Magnetically Controlled Growing Rods for the Management of Early-onset Scoliosis: A Preliminary Report.* J Pediatr Orthop 2015;00:000–000

77- Lebon J., et al. *Magnetically controlled growing rod in early onset scoliosis: a 30-case multicenter study.* Eur Spine J, 2016, DOI 10.1007/s00586-016-4929-y.

78- Yoon W.W., et al. *Improvement of Pulmonary Function in Children With Early-Onset Scoliosis Using Magnetic Growth Rods.* SPINE Volume 39 , Number 15 , pp 1196 – 1202, 2014, Lippincott Williams & Wilkins

79- Doany M.E., *Health-Related Quality of Life in Early-Onset Scoliosis Patients Treated Surgically: EOSQ scores in Traditional Growing Rod vs. Magnetically-Controlled Growing Rods.* 2017, SPINE, DOI: 10.1097/BRS.0000000000002274

80- Choi E., et al. *Implant Complications After Magnetically Controlled Growing Rods for Early Onset Scoliosis: A Multicenter Retrospective Review.* J Pediatr Orthop 2016;00:000–000

81- Polly D.W., et al. *Cost analysis of magnetically controlled growing rods compared with traditional growing rods for early-onset scoliosis in the US: an integrated health care delivery system perspective*