

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

**ERKEN BAŞLANGIÇLI OMURGA EĞRİLİKLERİNİN TEDAVİSİNDE
UZAYABİLEN ROD UYGULAMALARI**

(UZMANLIK TEZİ)

Dr. Turgut AKGÜL

İstanbul 2010

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

ERKEN BAŞLANGIÇLI OMURGA EĞRİLİKLERİNİN TEDAVİSİNDE
UZAYABİLEN ROD UYGULAMALARI

(UZMANLIK TEZİ)

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ünsal DOMANIÇ

Dr. Turgut AKGÜL

İstanbul 2010

Önsöz ve Teşekkür

Erken başlangıçlı omurga eğrilikleri büyüyen omurganın az ilerleyici deformitelerindedir. Günümüze kadar çeşitli tedavi yöntemleri uygulanmıştır. Daha önce bildirilen tedavi seçenekleri ile eğriliği düzeltmekle beraber omurganın büyümesini engellemektedir. Büyüyen omurga fizyolojisi ve buna paralel toraks kafesi değişimleri daha iyi anlaşıldıkça tedavi yöntemlerinde köklü değişimler olmuştur. Omurganın normal büyümesine izin verirken eğriliği kontrol altında tutan yeni tedavi yöntemlerinin geliştirilmesi beni bu konuda tez hazırlamaya sevketti.

Tezimde erken başlangıçlı omurga eğriliğinin tedavisinin daha iyi anlaşılabilmesi için öncelikle büyüyen omurga anatomisi, embriyohistogenezisi, patofizyolojisi, klinik ve radyolojik muayene bulguları ile uygulanan tedavi yöntemlerimden bahsettim. Sonrasında erken başlangıçlı omurga eğriliklerinde gerçekleştirdiğimiz uzayabilen rod uygulaması sonuçlarımızı literatür bilgisi eşliğinde tartışmaya çalıştım.

Ortopedi ve travmatoloji ailesine katıldığımdan itibaren bir fidanın büyümesi gibi mesleki tecrübe ve bilgileri elde etmemde katkıda bulunan değerli hocalarıma, beni kendilerine abi ve kardeş olarak gören asistan arkadaşlarıma, anabilim dalımızın tüm hemşire ve personeline, kendime örnek aldığım anabilim dalı başkanı Prof.Dr.Önder Yazıcıoğlu şahsında ayrı ayrı teşekkür ederim.

Tez çalışmam esnasında bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen, tezimin tamamlanması için arşivlerini değerlendirmeme izin veren, her konuda bana yardımcı olan, mesleki bilgi ve tecrübe elde etmemde bana destek olan başta değerli tez hocam Prof.Dr.Ünsal Domaniç olmak üzere Prof.Dr.Cüneyt Şar'a ve Prof.Dr.Ufuk Talu'ya teşekkür ederim.

Uzmanlık eğitimim boyunca sevgi ve yardımlarını esirgemeyen ağabeylerim Doç.Dr.Önder Kılıçoğlu ve Doç.Dr.Ata Can Atalar'a teşekkür ederim. Gerek tez çalışmamda gerekse meslek hayatımda her zaman yanımda olup, yardımını hiçbir zaman esirgemeyen, üzerimde büyük emeği olan sevgili ağabeyime, Op.Dr.Fatih Dikici'ye yaptığı yardımlar ve bana göstermiş olduğu anlayış için teşekkür ederim.

Erken başlangıçlı omurga eğriliği hakkındaki kaynaklar ve aktardığı tecrübeler için Prof. Dr. Muharrem Yazıcı' ya teşekkür ederim.

Hayatımın her anında yanımda olan, asistanlık hayatım boyunca bana destek ve yardımcı olan aileme ve sevgili eşim Burcu Akgül'e sonsuz sevgilerimle....

İÇİNDEKİLER

	<u>SAYFA</u>
Önsöz ve teşekkür	i
İçindekiler	ii
Şekil listesi	iv
Tablo listesi	vi
Türkçe özet	vii
İngilizce özet	ix
I-GİRİŞ VE TARİHÇE	1
II-GENEL BİLGİLER	6
2.1-BÜYÜYEN OMURGA ANATOMİSİ	6
2.2-OMURGANIN GELİŞİM EMBRİYOLOJİSİ	15
2.2.1-BÜYÜYEN OMURGA	20
2.3-ERKEN BAŞLANGIÇLI OMURGA EĞRİLİKLERİNDE PATOLOJİK ANATOMİ	23
2.3.1-İDİYOPATİK OMURGA EĞRİLİKLERİ	23
2.3.2-KONJENİTAL OMURGA EĞRİLİKLERİ	27
2.3.2.1-Formasyon Kusuru	28
2.3.2.2-Segmentasyon Kusuru	29
2.3.2.3-Mikst Tip	30
2.4-OMURGA EĞRİLİKLERİNİN SINIFLAMASI	31
2.5-OMURGA EĞRİLİĞİ BULUNAN HASTALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ	33
2.5.1-FİZİK MUAYENE	33
2.5.2-RADYOLOJİK DEĞERLENDİRME	37
2.6-ERKEN BAŞLANGIÇLI OMURGA EĞRİLİKLERİNDE TEDAVİ	45
2.6.1-CERRAHİ DIŞI TEDAVİ	48
2.6.1.1-Ortez Uygulamaları	48
2.6.1.2-Seri Alçılama	50
2.6.1.3-Traksiyon Uygulamaları	51
2.6.2-CERRAHİ TEDAVİ	53
2.6.2.1-Füzyonsuz Cerrahi	53
2.6.2.1.1-Uzayabilen Rod Uygulamaları	53
2.6.2.1.2-VEPTR Uygulamaları	57
2.6.2.2-İn Situ Füzyon	63
2.6.2.3-Hemiepifizyodez	64
2.6.2.4-Hemivertebral Eksizyonu	66

III- HASTALAR ve YÖNTEM	69
3.1-HASTALAR	69
3.2-YÖNTEM	69
3.2.1-CERRAHİ YÖNTEM	69
3.2.2-OPERASYON SONRASI DÖNEMDE REHABİLİTASYON	71
3.2.3-HASTALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ	71
3.2.4-SONUÇLARIN İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRİLMESİ	72
IV- BULGULAR	73
V- ÖRNEK OLGULAR	80
VI- TARTIŞMA	101
VII-SONUÇ	111
IX-KAYNAKLAR	112
X-ÖZGEÇMİŞ	125

Şekil Listesi

Şekil 1: Hippocratic Ladder uygulaması	1
Şekil 2: Galen tarafından Hippocratic Board yönteminin uygulanışı	2
Şekil 3: Harrington rod ve çengelleri	3
Şekil 4: Luque tarafından uygulanan sublamınar tel ve rod uygulaması	4
Şekil 5: Büyüyen omurganın, çocuk iskelet görünümü	6
Şekil 6: Omuru oluşturan anatomik yapılar	7
Şekil 7: Üst servikal omurların kemikleşme merkezleri	8
Şekil 8: Omurun ossifikasyon merkezleri	9
Şekil 9: Servikal omurun anatomik yapısı	10
Şekil 10: Torakal omurun anatomik yapısı	11
Şekil 11: Lomber omurun anatomik yapısı	12
Şekil 12: Omurga bağlarının anatomik yerleşimleri	13
Şekil 13: Embriyogenez döneminde nöral gelişim	16
Şekil 14: Embriyogenez döneminde somitlerin gelişimi	17
Şekil 15: Omur büyüme plakları	18
Şekil 16: Yaşa bağımlı omurga ve alt ekstremitte uzama oranları	21
Şekil 17: Beş yaşından sonra omurga uzama değerleri	22
Şekil 18: Omurga eğriliği olan omurga iskeletinin görünümü	24
Şekil 19: Omurga eğriliğinde tepe omur rotasyonu	25
Şekil 20: Omurga eğriliğinde görülen değişiklikler	25
Şekil 21: Omurga iskeletinde tepe omurun arkadan görünümü	26
Şekil 22: Omurga iskeletinde tepe omurun aksiyal görünümü	26
Şekil 23: Omurga eğriliğinde toraks kafesi değişiklikleri	27
Şekil 24: Konjenital omur deformitesinde formasyon kusurları	29
Şekil 25: Konjenital omur deformitesinde segmentasyon kusurları	30
Şekil 26: Omurga eğriliği olan hastanın klinik görünümü	34
Şekil 27: Adams forward testi uygulaması	35
Şekil 28: Koronal denge muayenesinde şakül yöntemi	35
Şekil 29: Pelviste Risser belirtisinin değerlendirilmesi	38
Şekil 30: Klinik olarak röntgen çekim pozisyonları	38
Şekil 31: Traksiyon röntgen çekim pozisyonu	39

Şekil 32: Bending grafileri çekim pozisyonu	39
Şekil 33: Mehta açısının ölçümü	40
Şekil 34: Cobb açısının ölçümü	41
Şekil 35: Ferguson açısının ölçümü	42
Şekil 36: Perdriolle yöntemiyle omur rotasyonu değerlendirilmesi	42
Şekil 37: Nash-Moe yöntemiyle omur rotasyonu değerlendirilmesi	43
Şekil 38: Diastometamiyeli bilgisayarlı tomografi görünümü	44
Şekil 39: James ve ark. yaptıkları erken başlangıçlı omurga eğriliği değerlendirmesi..	45
Şekil 40: James ve ark. yaptıkları erken başlangıçlı omurga eğriliği prognozu	46
Şekil 41: Milwaukee ortezi ve klinik uygulaması	49
Şekil 42: Risser tarafından tarif edilen düzeltici alçılama	51
Şekil 43: Halotraksiyon uygulamaları	52
Şekil 44: Blakemore tarafından uygulanan füzyonsuz cerrahi uygulaması	54
Şekil 45: Akbarnia tarafından tarif edilen çift rod uygulaması	56
Şekil 46: Akbarnia tarafından tarif edilen uzatma yöntemi	56
Şekil 47: Akciğer alveoler gelişiminin yaşa göre değişimi	59
Şekil 48: Toraks yetersizlik sendromuna neden olan toraks deformitesi sınıflaması ...	60
Şekil 49: VEPTR cihaz örnekleri	61
Şekil 50: Campbell tarafından tarif edilen VEPTR uygulaması	62
Şekil 51: VEPTR uygulaması sonrası direkt röntgen	63
Şekil 52: Olgu 1'in Risser alçılı röntgenleri	80
Şekil 53: Olgu 1'in operasyon öncesi klinik görünümü	81
Şekil 54: Olgu 1'in operasyon öncesi röntgenleri ve bilgisayarlı tomografileri	82
Şekil 55: Olgu 1'in operasyon sonrası klinik görünümü ve röntgenleri	83
Şekil 56: Olgu 1'in nihai operasyon sonrası röntgenleri	83
Şekil 57: Olgu 2'nin operasyon öncesi klinik görünümü	84
Şekil 58: Olgu 2'nin operasyon öncesi röntgenleri	85
Şekil 59: Olgu 2'nin tekli rod uygulaması sonrası röntgenleri	86
Şekil 60: Olgu 2'nin kontrol röntgenleri	86
Şekil 61: Olgu 2'nin çift rod uygulaması sonrası röntgenleri	87
Şekil 62: Olgu 3'ün operasyon öncesi klinik görünümü	88
Şekil 63: Olgu 3'ün operasyon öncesi röntgenleri	89
Şekil 64: Olgu 3'ün operasyon sonrası röntgenleri	89
Şekil 65: Olgu 3'ün kontrolleri sırasında rod kırılması röntgenleri	90

Şekil 66: Olgu 3'ün nihai operasyon sonrası röntgenleri	90
Şekil 67: Olgu 4'ün operasyon öncesi röntgenleri	91
Şekil 68: Olgu 4'ün operasyon sonrası röntgenleri	92
Şekil 69: Olgu 5'in operasyon öncesi klinik görünümü	93
Şekil 70: Olgu 5'in operasyon öncesi röntgenleri	94
Şekil 71: Olgu 5'in operasyon sonrası röntgenleri	94
Şekil 72: Olgu 5'in kontrolleri sırasında vida kırılması röntgenleri	95
Şekil 73: Olgu 5'in nihai operasyon sonrası röntgenleri	95
Şekil 74: Olgu 6'nın operasyon öncesi röntgenleri	96
Şekil 75: Olgu 6'nın operasyon sonrası röntgenleri	97
Şekil 76: Olgu 6'nın nihai operasyon sonrası röntgenleri	97
Şekil 77: Olgu 6'nın operasyon öncesi alçı içindeki röntgenleri	98
Şekil 78: Olgu 6'nın operasyon öncesi röntgenleri	99
Şekil 79: Olgu 6'nın çift rod uygulaması sonrası röntgenleri	99
Şekil 80: Olgu 6'nın operasyon sonrası kontrol röntgenleri	100
Şekil 81: Olgu 6'nın uzatma sonrası kontrol röntgenleri	100

Tablo Listesi

Tablo 1: Hastaların demografik dağılımları	70
Tablo 2: Hastaların operasyon öncesi ve sonrası ölçüm değerleri	74
Tablo 3: Rod sayısına göre Cobb açılarının istatistiksel karşılaştırılması	75
Tablo 4: Rod sayısına göre kifoz açılarının istatistiksel karşılaştırılması	76
Tablo 5: Rod sayısına göre lordoz açılarının istatistiksel karşılaştırılması	77
Tablo 6: Rod sayısına göre kifoz açıları değişiminin istatistiksel karşılaştırılması	78

ÖZET

Türkçe Özet

Erken başlangıçlı omurga eğrilikleri sık görülen ortopedik patolojilerden olmadığı için bu hastalıkta uygulanan tedavileri standardize etmek güçtür. Çalışmamızda erken başlangıçlı omurga eğriliklerinin cerrahi tedavisinde tekli veya çiftli uygulanan uzayabilen subkutan rod uygulamaları ve sonuçlarını değerlendirdik.

İstanbul Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı'nda, Mayıs 2003 ile Aralık 2009 tarihleri arasında erken başlangıçlı omurga eğriliği nedeniyle tekli veya çiftli uzayabilen rod uygulanmış dokuz (%39) erkek, 14 (%61) kız olmak üzere toplam 23 hasta çalışmaya alındı. İlk operasyonlarında hastaların sekizine çiftli rod, 15'ine ise tekli rod sistemi uygulandı. Çalışmaya alınan hastaların tedavi başlangıcındaki yaş ortalaması $7,5 \pm 2,2$ yıl, ortalama takip süresi $36,5 \pm 21,2$ ay olarak hesaplandı. Hastaların tanıları sırasıyla 9 infantil, 2 juvenil, 10 konjenital, 2 nöromusküler omurga eğriliği idi. Hastaların Cobb açıları, operasyon öncesi ve sonrası çekilen ortoröntgenlerde koronal ve sagittal planlarda ölçüldü. Ortalama 1,9 (0-5) kez uzatma ameliyatı yapılan hastaların uzatma süre aralıklarının ortalama 13 (2-28) ay olduğu saptandı.

Hastaların tedavi başlangıcında frontal plandaki Cobb açıları ortalama $64,8$ (30-100) derece, torakal kifoz açıları ortalama 26 ((-35)-90) derece, lomber lordoz açıları ortalama $35,2$ ((-2)-80) derece ölçüldü. Operasyon sonrası Cobb açıları ortalama $39,7$ (17-80) derece, kifoz ve lordoz değerleri sırasıyla ortalama 26 ((-13)-77) ve $28,1$ (5-60) derece ölçüldü. Tek rod uygulaması yapılan hastaların ameliyat öncesi frontal plandaki Cobb açıları ortalama 68 (44-100) derece, uzatma ameliyatlarından sonra erken dönemde ölçülen Cobb açıları ise ortalama $44,8$ (30-76) derece olarak hesaplandı. Tek rod uygulanan hastaların son kontrol veya nihai operasyon öncesi yapılan ölçümlerindeki ortalama Cobb açısı değerlerinin $62,3$ (30-130) derece

olduğu görüldü. İekli rod uygulaması yapılan hastaların ameliyat öncesi frontal plandaki Cobb açıları ortalama 58,7 (30-75) derece, uzatma ameliyatlarından sonra erken dönemde llen Cobb açıları ise ortalama 30,2 (17-60) derece olarak hesaplandı. İekli rod uygulanan hastaların son kontrol veya nihai operasyon ncesi Cobb açı değerleri 38 (24-60) derece ölçüldü.

Rod sayısına göre preop ve postop Cobb açısı ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı ($p>0,05$). Tek rod uygulanan olgularda postop erken dönem llen Cobb açısı değerlerinin kontrollerde anlamlı ölçüde arttığı saptandı. Cobb açısındaki ortalama $10,9\pm 19,3$ derecelik değişme istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,05$). Buna karşın her iki grubun preop ve postop kifoz ve lordoz ölçümleri karşılaştırıldığında aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı ($p>0,05$).

Tekli uzayabilen rod uygulanan 8 hastada nihai operasyon yapılırken, 3 hastada çiftli rod uygulamasına geçildi. Tekli rod uygulanan bir hastada takipler sırasında spontan füzyon geliştiği saptandı. Tekli rod uygulanan 7 hastada toplam 9 adet rod kırılması görüldü.

Tekli veya ikili rod sistemleri şeklinde uygulanabilen bu yöntemde ikili rodlarla eğrilikte daha iyi kontrol sağlanıp, tekli rod sistemine oranla daha az komplikasyon görülmektedir. Uzayabilen ikili subkutan rod uygulamasının, erken başlangıçlı omurga eğriliklerinin cerrahi tedavisinde başarılı bir yöntem olduğunu düşünmekteyiz.

Anahtar Kelimeler: Erken başlangıçlı omurga eğriliği, subkutan, uzayabilen rod, füzyonsuz cerrahi, pedikül vidası.

İngilizce Özet (Summary)

Background. Early onset scoliosis are rare conditions and their treatments are controversial. The aim of the study is to determine the safety and effectiveness of single and dual growing rod techniques while achieving and maintaining scoliosis correction for growing spine.

Methods. From 2003 to 2009, 23 patients (9 male and 14 female) underwent single or dual growing rod procedures in İstanbul University Faculty of Medicine Department of Orthopaedics and Traumatology. We performed 15 single growing and 8 dual growing rod operations. Initial average age was 7,5+/-2,2 years. Average follow-up time was 36,5 +/-21,2 months. Patients diagnosis were 9 infantile, 2 juvenile idiopathic, 10 congenital and 2 neuromuscular scoliosis. Number and frequency of lengthenings, and complications were recorded. Radiographic evaluation included measured changes in scoliosis Cobb angle, kyphosis, lordosis, frontal and sagittal balance. Average number of lengthenings was 1,95 (0-5) per patient. Average time between two lengthenings were 13 (2-28) month.

Results. The mean initial frontal Cobb angle was 64,8° (range 30°-100°), and it was measured 39,78° (range 17°-80°) after the last surgery. The mean kyphosis and lordosis improved from 26° (range (-35°)-90°), 35,2° (range (-2°)-80°) to 26° (range (-13°)-77°) ve 28,1° (range 5°-60°) after initial surgery. In single growing rod group mean scoliosis angle improved from 68° (range 44°-100°) to 44,8° (range 30° -76°) after initial surgery and was measured 62,3° (range 30°-130°) at the last follow-up or final fusion. In dual growing rod group mean scoliosis angle improved from 58,7° (range 30° -75°) to 30,2° (range 17° -60°) after initial surgery and was measured 38° (range 24° -60°) at the last follow-up.

No statistically significant difference was found according to preoperative and postoperative Cobb angle measurements between two groups ($p>0,05$). A statistically significant difference was found between the early postoperative and the control Cobb angles in single rod group. The average increase in Cobb angle was found ($10,9^{\circ}\pm 19,3^{\circ}$). No statistically significant difference was found between the preoperative and postoperative kyphosis and lordosis measurements ($p>0,05$).

In dual growing rod group, one can obtain and maintain the correction of scoliosis compared with the single rod group.

In single growing rod group eight patients reached final fusion, 3 patients were revised by dual growing rod and one patient had spontan fusion. During the treatment 9 complications occurred in 7 patients.

Conclusion: Dual growing rods are effective and safe in the treatment of early onset scoliosis compared to the single rod construct. Dual rods maintain the correction obtained at initial surgery while allowing the spinal growth. Dual growing rod construct has an acceptable rate of implant associated complications and unplanned surgery.

Key words: scoliosis, early onset, infantile, growing rod, instrumentation without fusion, growing spine, pedicle screw.

I-GİRİŞ ve TARİHÇE

Skolyoz, eski Yunanca'da omurganın yan tarafa doğru yay oluşturması anlamına gelen 'skoliosis' (Σκολιωσις) kelimesinden köken alır. Omurganın normal yapısı ilk olarak Hippocrates tarafından MÖ IV. yy'da tarif edilmiştir. Hippocrates, omurganın yapısındaki değişiklikleri 'ithiscolosis' olarak adlandırmıştır (1). Galen, skolyozu koronal planda eğilme olarak tarif etmiştir (2). Hippocrates, omurga eğriliklerindeki tedavi ilkelerini aksiyal traksiyon ve üç nokta prensibi olarak tarif etmiştir. Bu ilkeler doğrultusunda deformiteleri düzeltmek amacıyla Hippocratic Ladder, Hippocratic Board ve Hippocratic Bench cihazlarını yapmıştır (Şekil 1). Hippocrates'in tedavi ilkeleri Galen tarafından da kabul görmüş ve uygulanmıştır (Şekil 2).

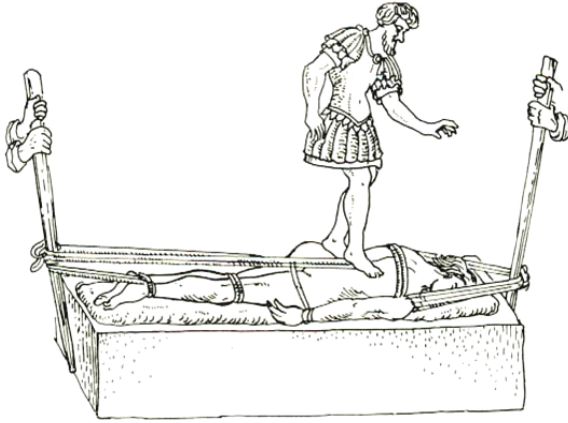


Şekil 1: Omurga eğriliklerinin düzeltilmesinde kullanılan Hippocratic Ladder. Hasta eğriliğin tepe noktasının yerleşimine göre ayaklar yukarıda veya aşağıda olmak üzere merdivene yerleştirilir. Hasta ayak bileklerinden, her iki uyluğundan ve gövdede kollar iki yanda olacak şekilde kemer yardımıyla birleştirilir. Merdiven dikey konuma getirildikçe gövde ve ekstremiteler ağırlığıyla omurga eğriliğinde düzelme sağlanır.

Ortaçağ döneminde omurga eğriliği üzerine yapılan çalışma bulunmamakla birlikte omurga eğriliği olan kişilerin asılarak veya yakılarak infaz edildikleri bildirilmektedir (3). Bu dönemde İbn-i Sina, omurga eğriliği tedavisinde traksiyon metodunu uygulamış, omurga üzerinde biyomekanik çalışma yapmıştır (4,5,6). 15. yy'da Şerafeddin Sabuncuoğlu'nun

yazmış olduğu cerrahi atlasta omurga eğrilikleri, travmaları ve siyataljiden bahsedilmektedir (7).

16. yy'a kadar omurga eğriliği üzerine çalışma yapılmamışken, bu tarihten sonra Ambroise Paré ile omurga eğriliği üzerine çalışmalar tekrar başlamıştır. Ambroise Paré, omurga eğriliği tedavisinde ilk olarak çelik korse kullanımını ve doğumsal omurga eğriliği kavramını tanımlamıştır (5).



Şekil 2: Galen tarafından Hippocratic Board yönteminin kullanılışı. Bu yöntemde yüzüstü yatırılan hastaya kolları ve ayakları bağlandıktan sonra iki kişi tarafından karşılıklı traksiyon yapılır. Diğer bir kişi ise deformite apeksine çıkarak ayaklarıyla bastırmaktadır.

18. yy'da Nicholas André, omurga eğriliğinin kas dengesizliğinden kaynaklandığını, kötü oturma pozisyonunun da bunda etkili olduğunu savunmuştur. Tedavisinde fizik tedavi uygulamalarını, breys ve korseleri önermiştir. Bu yüzyılda Francois LeVacher, aksiyal distraksiyon uygulayan breys tariflemiştir. Jean André Venel, traksiyon tedavisi sonrası horizontal kuvvet uygulayarak derotasyon sağlayan korseleri kullanmaya başlamıştır (8).

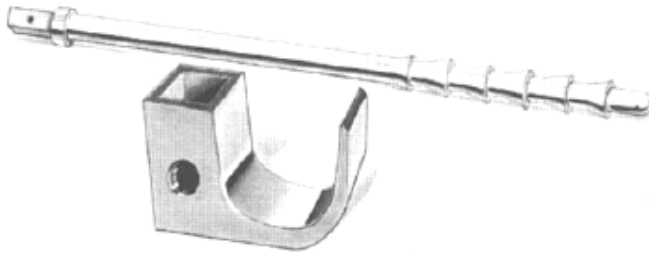
19. yy'a gelindiğinde, omurga eğriliklerinin oturma dengesizliğinden kaynaklandığı düşüncesiyle çeşitli fizik tedavi yöntemleri, traksiyon yatakları ve korseler kullanılmıştır (4,5,6). 19. yy'ın sonlarına doğru Lewis Sayre, Bradford ve Brackett, üç nokta prensibine uygun alçılamları tarif etmişlerdir.

Omurga eğrilikleri, 20. yy başlarında röntgen ışınlarının kullanılması ile daha ayrıntılı incelenebilir hale gelmiştir. 20. yy başlarında Ferguson ve Cobb, röntgenler üzerinde ölçüm şablonları oluşturmuşlardır (9,10).

Ortopedik cerrahi tedavinin temelleri ilk olarak Hibb tarafından 1914 yılında atılmış ancak 1924 yılında tarif edilmiştir. Hibb, omurga eğriliği tedavisinde faset eklemleri alarak füzyon yapılmasını anlatmıştır. Ameliyat öncesi dönemde traksiyon ceketleri, ameliyat sonrası dönemde düzelmeyi korumak için füzyon elde edilene kadar alçılama kullanılmıştır (11).

1950'lerin başında Risser tarafından traksiyon ve kotlar üzerinden posterolateral basınç uygulayarak alçılama yöntemi geliştirilmiştir. Risser, özellikle erken başlangıçlı, operasyon yapılmayan omurga eğriliklerinde alçılama kullanmıştır (12,13,14).

1958 yılında Risser tarafından omurga eğriliğinin değerlendirilmesinde anahtar olarak kabul gören 'Risser sign' tarif edilmiştir. 1958 yılında John Moe tarafından 'cancellous graft' kullanılarak faset füzyonu sağlanmıştır. Moe, nötral rotasyona uğramış omurları nötral omur olarak tanımlayarak füzyon seviyesini buna göre belirlemiştir. Nötral omurları belirlemek için de yana eğilme (side bending) grafiğini kullanmıştır (15,16).



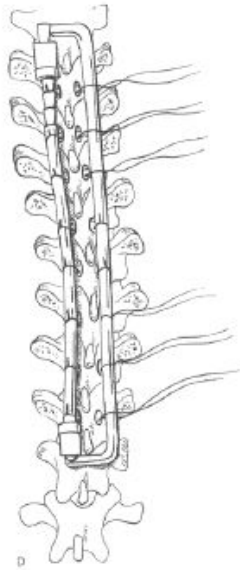
Şekil 3: Harrington tarafından uygulanan rod ve çengel örnekleri.

1955 yılında Harrington tarafından tarif edilen distraksiyon cihazı, omurga eğriliği cerrahisinde milad olarak kabul edilmektedir. Füzyonsuz dinamik bir sistem olan Harrington rod sisteminde, implant sorunları ve korreksiyon kaybı karşılaşılan önemli sorunlar olmuştur (Şekil 3) (16,17). Füzyonsuz uygulanan bu teknikte komplikasyon oranlarının yüksek olması nedeniyle zamanla solid füzyon gerekliliği konusunda görüş birliği sağlanmıştır. 1966 yılında Moe ve Valuska tarafından yapılan çalışmada, Risser ceket ve füzyonlu Harrington uygulamaları karşılaştırıldığında, psödoartroz açısından her iki uygulama arasında belirgin

fark saptanmamıştır. Bununla beraber, Harrington yönteminde enfeksiyon, hook çıkması gibi implant komplikasyonları yüksek oranda bulunmuştur (18). Harrington sistemi, komplikasyon oranlarının yüksek oluşuna ve ameliyat sonrası dönemde uzun süreli immobilizasyona rağmen, omurga eğriliklerinin tedavisinde yaygın olarak kullanılmıştır.

1970 yılında Luque (19) tarafından, segmenter omurga enstrümantasyon sistemi tarif edilmiştir. Bu sayede dışarıdan destekleyici cihazlara gerek kalmamıştır. Bu yöntemde Harrington roduna veya Luque roduna bağlanan sublaminar teller kullanılmıştır (Şekil 4) . Bu sistem Harrington uygulamalarına göre daha stabil bir yöntemdir.

1984 yılında Moe ve ark., erken başlangıçlı omurga eğriliklerinde füzyon uygulamadan Harrington distraksiyon rodunu kullanmışlardır. Bu yöntemde, omurga büyümesi engellenmeden eğrilik kontrol altına alınmıştır (20).



Şekil 4: Luque tarafından tarif edilen sublaminar tel ve rod uygulamalarının çizimi.

1984 yılında günümüz omurga cerrahisine yön veren, omurga eğriliğinin üç planda geliştiği temeline dayanan, Cotrel ve Dubousset tarafından, üç planda düzeltme sağlayan segmenter fiksasyon sistemi tanımlanmıştır (21). Bu sistemde çok sıkı tespit sağlanmakta, ameliyat sonrası immobilizasyon ve dışarıdan koruyucu korselere ihtiyaç duyulmamaktadır.

Erken başlangıçlı omurga eğriliklerinde başarılı bir posterior füzyon uygulaması sonrasında omurganın gelişmeye devam ettiği 1983'te Hefti ve McMaster tarafından tarif

edilmiş ve 1989 yılında 'crankshaft phenomenon' olarak adlandırılmıştır (22). Crankshaft fenomenonu engellemek için posterior cerrahiye, anterior cerrahi girişim uygulanması gerekliliği ortaya atılmıştır. Anterior cerrahi girişim, 1930'lu yıllarda ilk olarak İto tarafından tarif edilmekle beraber, 1950'li yıllara kadar bu girişimden uzak durulmuştur (23). Anterior cerrahi girişim, 1960'lı yıllarda Dwyer tarafından anterior enstrümantasyonların geliştirilmesiyle daha etkili kullanılabilir hale gelmiştir (24). İlk başlarda parolitik ve konjenital omurga eğriliklerinde kullanılan anterior cerrahide yüksek morbidite ve komplikasyon oranları bildirilmiştir (25-27). Bu yüksek morbidite ve komplikasyon oranları nedeniyle erken başlangıçlı omurga eğriliği tedavisinde yeni yollar aranmaya başlanmıştır.

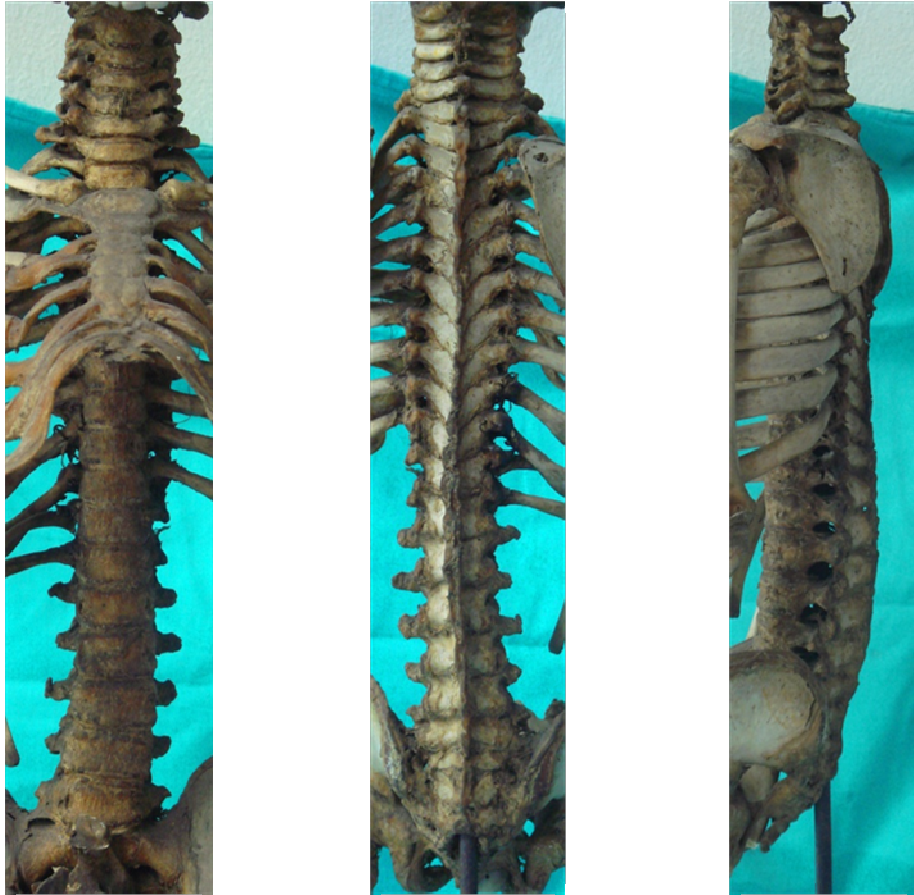
21. yüzyılda Akbarnia ve Blakemore tarafından tarif edilen uzayabilen rod uygulamaları, Hell ve Campbell tarafından tarif edilen vertical expandable prosthetic titanium rib (VEPTR) erken başlangıçlı omurga eğriliklerinde kullanılan cerrahi girişimler arasında yer almaktadır (28,29,30).

Bu yöntemlerin geliştirilmesine birçok çalışmayla devam edilmektedir. Büyüyen omurganın fizyolojisi daha iyi anlaşıldıkça, bu uzamaya en yakın cerrahi uzatma yöntemleri geliştirilecek, buna paralel tedavideki başarı oranları daha da artacaktır.

II-GENEL BİLGİLER

2.1- Büyüyen Omurga Anatomisi

Omurga (columna vertebralis), gövdenin merkezi kemik sütunudur. Pelvik kavşak yardımıyla alt ekstremitelere yük aktarımını sağlar. İnsan omurgası, fibrokartilaj intervertebral disk, faset eklemler ve ligamanlar ile birbiri ardına sıralanmış 33 adet omurdan oluşmaktadır. Normal bir insan omurgasında 7 adet servikal, 12 adet torakal, 5 adet lomber, 5 adet birbirine kaynamış sakral ve 4 adet bağımsız koksigeal omur bulunur (Şekil 5).



Şekil 5: Büyüyen omurganın önden, arkadan ve yandan görünüşü.

(İstanbul Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı'nda fotoğraflanan 5-6 yaşındaki çocuk omurgası)

Normal bir insan omurunda, bulunduğu bölgeye göre fiziksel farklılıklar gösterse de genel olarak önde silindirik görünümlü bir gövde ile arkada arcus vertebralisler bulunur. Bu arkların oluşturduğu deliğe foramen vertebrale adı verilir. Foramenler alt alta sıralanarak içinden medulla spinalisin geçtiği canalis vertebralis oluşturur. Arka ark lamina, pedikül, spinöz çıkıntı ve faset eklemden oluşmaktadır (Şekil 6).



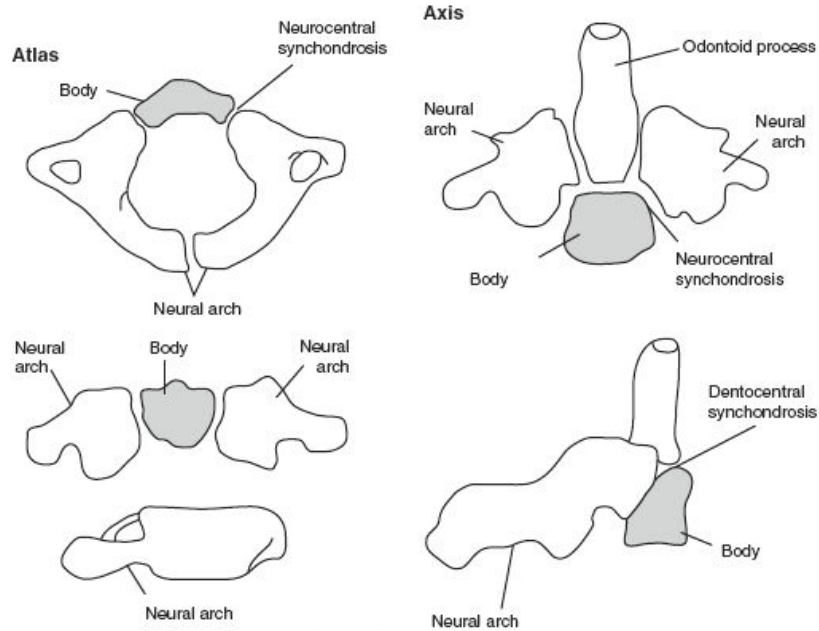
Şekil 6: Omur yapısı, gövde, arka elemanlar ve pediküllerden oluşur. Gövde ön tarafta silindirik genişçe bir yapıdır. Arka elemanlar, transvers çıkıntı, spinöz çıkıntı, lamina ve pediküllerden oluşur.

(İstanbul Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı, omurun üstten görünümü)

Pediküller, omurun arka bölgesinde omurun gövdesinden posterolaterale doğru uzanım gösteren kemik köprü yapılarıdır. Lamina, her iki pars interartikularis bölgesinden omurun arka tarafında uzanım gösteren ve orta hatta birleşen kemik yapıdır. Laminalar foramen vertebralenin arka duvarını oluşturur. Spinöz çıkıntılar laminaların birleşme yerinden posteriora doğru uzanırlar. Transvers çıkıntılar servikal bölgede omur gövdesiyle pedikül bileşkesinin hemen önünde, torakal ve lomber bölgede ise pedikül ve pars interartikularis bileşkesine yerleşmektedir (Şekil 6).

Erişkin anatomisinden farklı olarak, büyüyen omurga ossifikasyon merkezlerine sahiptir. Büyüyen omurgada, atlas (C1 omur) anterior ark ve her iki nöral arkta yerleşmiş toplam 3 ossifikasyon merkezinden gelişir (Şekil 7). Anterior ossifikasyon merkezi doğumda yoktur ve 1 yaşına kadar da görülmez. Gövde, gelişimini 6 ay ile 2 yaş arasında tamamlar. Arka elemanlar gelişimlerini 4-6 yaş civarında tamamlarken ön elemanlar gelişimlerini bu aşamadan sonra tamamlanmaktadır. Çocuk 6-7 yaş civarına geldiğinde kanal çapı erişkindeki boyutuna ulaşmıştır. Bu yaştan sonra periosteal gelişme devam ederek kemik yapının yüksekliği ve kalınlığı tamamlanır (31-33).

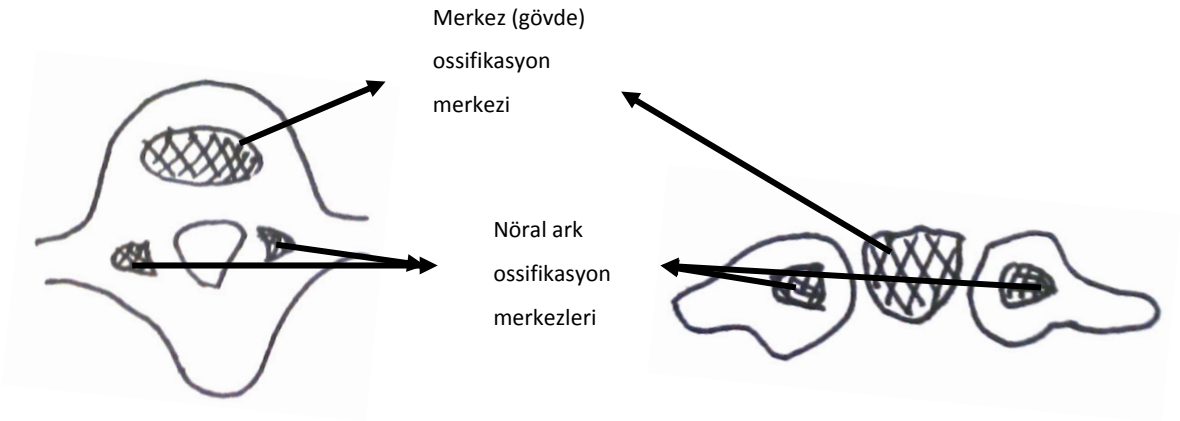
Axis, nöral ark, merkez ve dens yerleşimli olmak üzere 4 ossifikasyon merkezinden gelişir. Merkezi yerleşimli olan ikisi in utero 7 aylıkken birleşirler (Şekil 7). Odontoidin kendine ait iki adet ossifikasyon merkezi mevcuttur. Odontoid çıkıntı, axis gövdesine dentosentral sinkondroz adı verilen kıkırdak fiz yardımıyla bağlıdır. Dentosentral yapı 3-6 yaş civarında kapanmaktadır. Bu hattın kalıntısı 11 yaşına kadar röntgenlerde görülebilir. Nöral arklar, arka elemanlarla 2-3 yaş civarında, gövdeyle de 3-6 yaş civarında birleşme gösterirler (31-33).



Şekil 7: Üst servikal omurgaya ait atlas ve axisin gelişimi esnasında görülen ossifikasyon merkezleri ve yerleşimleri.

(Dormans JP Evaluation of children with suspected cervical spine injury. J Bone Joint Surg 2002)

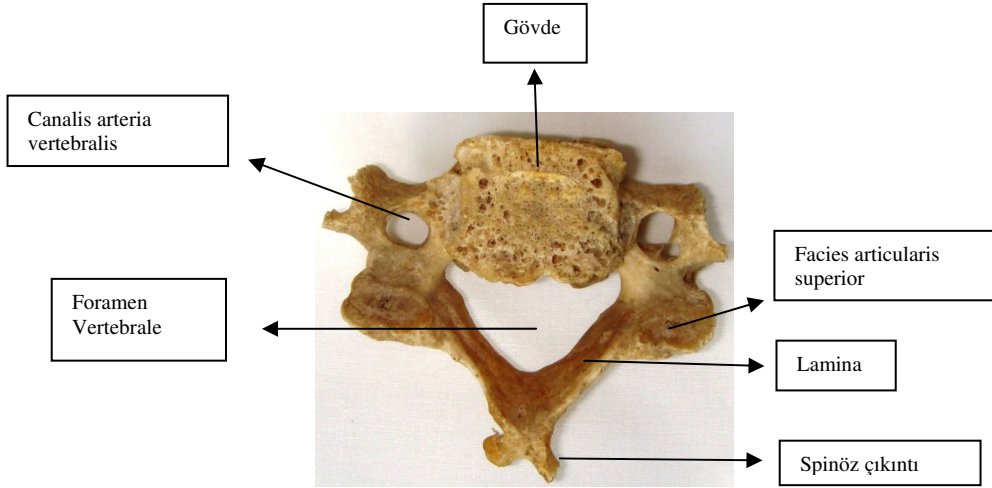
C3-7 omurlar, gövde ve her iki nöral ark yerleşimli 3 ossifikasyon merkezinden gelişir (Şekil 8). Nöral ark ile arka elemanların birleşimi 2-4 yaş civarında, gövdeyle birleşimleri 2-6 yaş civarında olmaktadır. Servikal omurgada 8 yaşına kadar horizontal yerleşimli olan faset eklemler bu yaştan sonra daha vertikal hale gelirler. Servikal omurgada 8 yaşına kadar yüksek ligaman laksitesi bulunmaktadır (31-33).



Şekil 8: Omurganın gelişimi sırasında, merkezde ve nöral arkta görülen ossifikasyon merkezleri ve yerleşimleri.

Torakolomber omurlar, gövde ve her iki nöral ark yerleşimli 3 ossifikasyon merkezinden gelişir (Şekil 8). Ossifikasyon merkezlerinin birleşimi 2-6 yaş civarında görülmektedir. Büyüme döneminde faset eklemler horizontal yerleşimliken 8 yaş civarı erişkindeki şekillerini almakta ancak 15 yaşına gelindiğinde erişkindeki pozisyonlarını almaktadır (31-33).

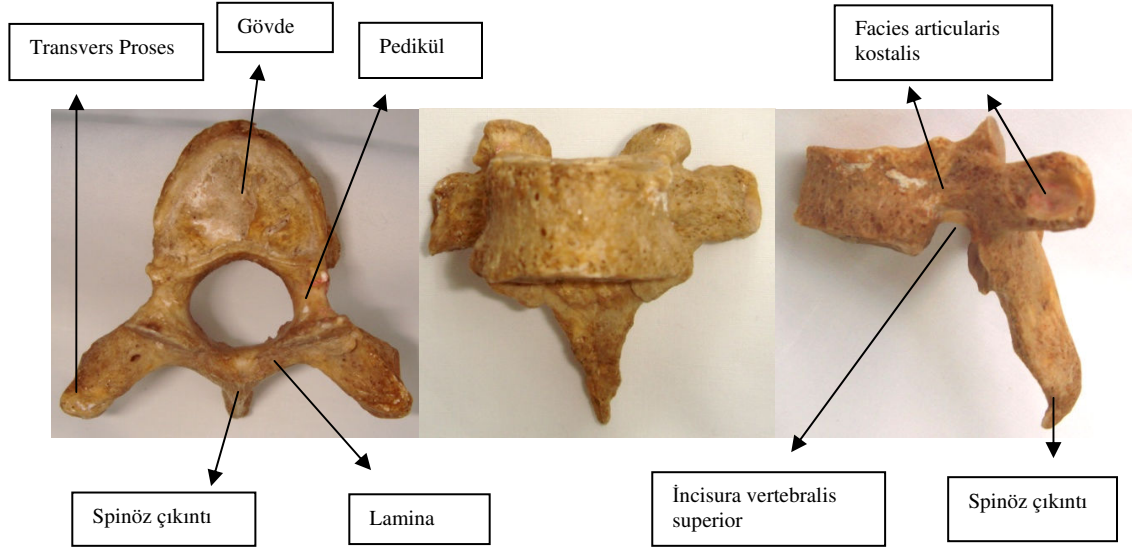
Omurlar 5 yaşına kadar ossifikasyonun yaklaşık %65'ini tamamlamışken erişkin kanal çapının %95'ine ulaşmış olur (31-33).



Şekil 9: Servikal bölgede 1, 2 ve 7. omurlar kendilerine ait özellikler taşıırken diğer servikal omurlar ortak özelliklere sahiptir. Servikal omurların cisimleri, vücut ağırlığı taşımadıkları için, arkus ve foraminaya göre küçük ve incedir. Servikal omurlar üç düzlemde hareket eder. Bunlar lateral bending, fleksiyon-ekstansiyon ve rotasyon hareketleridir. Servikal omurganın faset eklemleri sagittal düzlemle 45 derecelik açı yapmaktadır.

(İstanbul Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı, servikal omurun üstten görünümü)

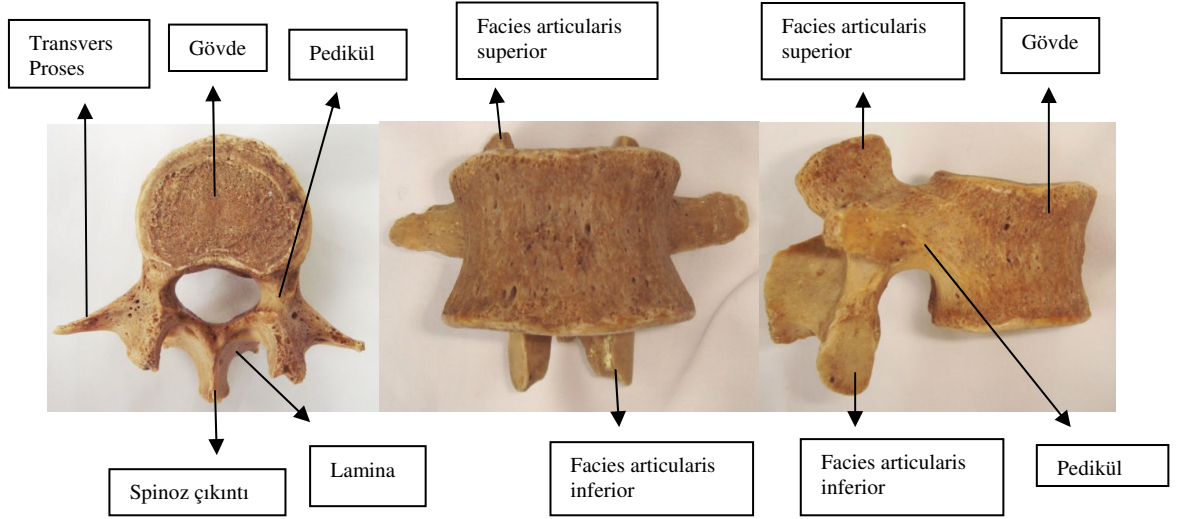
Omurgada bulunan eklem çeşitleri değişik şekillerde sınıflanabilir. Merkezdeki vertebra cisminin kemikleşme çekirdeği ile vertebra arkusları arasında yer alan hareketsiz nörosentral eklem, 10 yaşından sonra kapanan synarthrosis tipi eklemdir. Faset, kostovertebral, atlantoaksiyal ve sakroiliak eklemler ise omurgada hareketli olan diarthrosis tipte sinovyal eklemlerdir. Faset eklem, omurlarının üstünde ve altında yerleşmiş olan eklem çıkıntılarının karşılıklı gelmesiyle oluşur. Faset eklem yüzeyleri, hyalin kıkırdak dokusuyla kaplı sinovyal tipte bir eklemdir. Eklemler buldukları omur bölgesine göre farklı dizilim göstermektedir. Faset eklemler, sagittal düzlemle servikal omurgada 45 derece, torakal omurgada 60 derece açı yaparken lomber omurgada frontal düzlemde 45 derecelik açı yapmaktadır (Şekil 9-11).



Şekil 10: Torakal omurgada 12 adet omur bulunmaktadır. Torakal omurların hepsi kaburgalardan destek almaktadır. Superior faset eklem çıkıntıları dorsal ve lateral, inferior faset eklem çıkıntıları ventral ve medial yöndedir. Torakal omurların faset eklemleri sagittal düzlemde 60 derecelik, frontal düzlemde ise 20 derecelik açı yapar.
(İstanbul Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı, torakal omurun üstten, önden ve yandan görünümü)

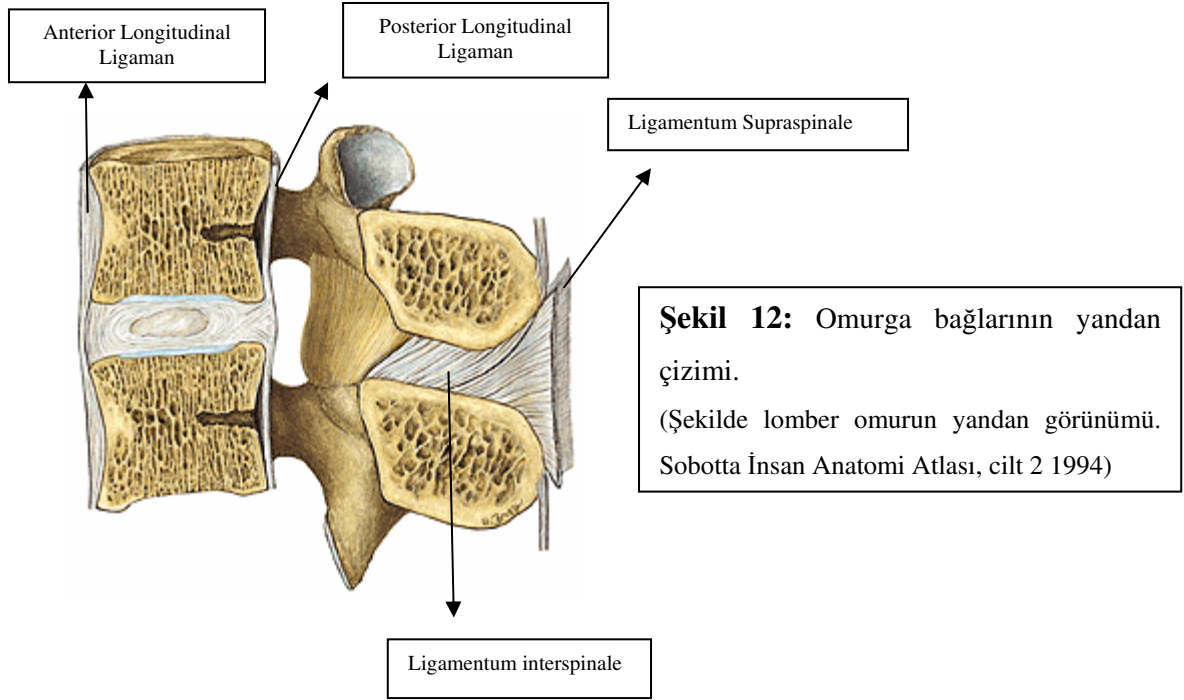
Pediküllerin superior ve inferiorunda bulunan oyuklara, incisura vertebralis superior ve inferior adı verilir. İki omur birleştiğinde, superior ve inferior oyuklar birleşerek foramen intervertebraleyi oluşturur. Bu foramenden sinir kökleri ve kan damarları geçmektedir.

Omurganın bağları; anterior ve posterior longitudinal ligaman, ligamentum supraspinale, ligamentum interspinale, ligamentum intertransversum, ligamentum flavum ve ligamentum nuchaedir (32,33,34,35) (Şekil 12).



Şekil 11: Lomber omurga 5 adet omurdan oluşur. Omurilik spinal kanalda genellikle L1-2 seviyesinde sonlanır. Daha distalde kauda ekina lifleri yer alır. Lomber bölgenin faset eklemleri frontal düzlemle 45 derece, aksiyal düzlemle 90 derecelik açı yapmaktadır. (İstanbul Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı, lomber omurun üstten, önden ve yandan görünümü)

Normal erişkin omurgasında dört ana eğrilik, servikal ve lomber bölgede lordoz, torakal ve lumbosakral bölgede kifoz görülmektedir. Torakal ve lumbosakral kifoz, bebek anne karnındayken oluşmaya başlar. Bu yüzden bunlara birincil eğrilikler ‘primary curvatures’ adı verilir. Servikal lordoz, çocuk başını dik tutmaya başlayınca, lomber lordoz ise dik pozisyonda durmaya başlayınca oluşur.



Omurga (columna vertebralis), fetusta ve yenidoğanda açıklığı öne bakan tek bir konkaviteye sahiptir. Bu fleksiyon postürü bebek yürüme öncesi döneme gelene kadar anlamlı değişiklik göstermez. Yenidoğan baş kontrolünü kazanmaya başladıkça başın rotasyon merkezini ayarlamak için servikal bölgede lordoz oluşmaktadır. Birinci yılın sonuna doğru, iki ayağı üzerinde durmaya başlayan çocukta yerçekimine karşı çalışan kaslar omurganın normal sagittal plan eğriliklerinin oluşumuna yardımcı olur. Ayakta alt ekstremitesi dik duran çocukta kalça ve pelvisin fleksiyon konumuna karşılık erektor spina kasları lomber bölgede lordoz oluşumuna yardımcı olmaktadır. Torakal bölgede ise fetal dönemden itibaren var olan fizyolojik kifoza şekli değişir. Sagittal düzlemde, torakal kifoza 20° - 40° , lomber lordoz ise 20° - 70° arasındadır (30,32,36).

Omurganın sagittal dengesi üzerine daha çok erişkin dönemde çalışmalar yapılmıştır. Normal büyüyen omurganın sagittal plan değişiklikleri üzerinde farklı çalışmalar bulunmakla beraber henüz büyümenin tüm aşamalarını içeren tam bir gelişim tablosu oluşturulamamıştır. Voutsinas ve ark., toral kifoza ve lomber lordoz değişimleri üzerine yaptığı çalışmalarında, 5-9

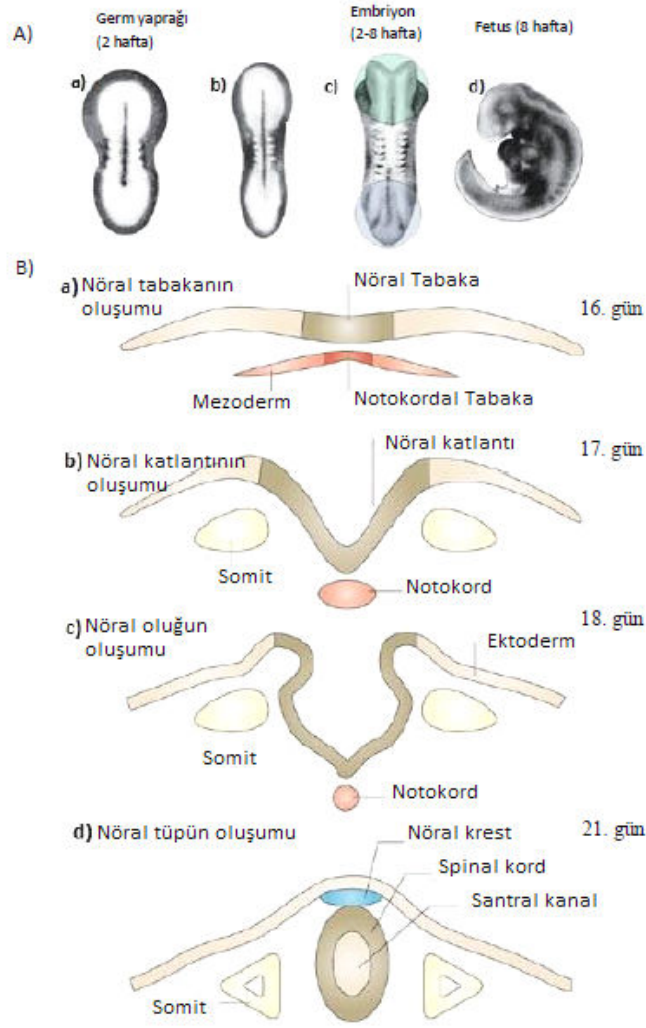
yaş arasında 36,7 derece olan torakal kifozu, 15-20 yaş arasında 38,5 derece olarak bulmuşlardır. 5-9 yaş arası 38,5 derece ölçülen lomber lordoz ise 15-20 yaş arasında 56,6 derece olarak ölçülmüştür (37).

Cil ve ark., büyüyen çocuklarda sagittal eğrilikler üzerine yaptıkları çalışmalarında, torakal kifozun yaşla beraber azaldığını, lomber lordozun ise artış gösterdiğini bildirmişlerdir (38). Erken çocukluk döneminden itibaren sagittal eğriliklerin değişimi hakkında henüz yeterli bilgi ve çalışma bulunmamaktadır.

2.2-Omurga Gelişiminin Embriyolojisi

Omurga patolojilerini değerlendirmeden önce normal omurga embriyo histogenezisini değerlendirmek gerekir. İnsan embriyosunun gelişiminde her biri 2-3 gün süren toplam 23 evre bulunmaktadır. 60. gün sonunda 30 mm'ye ulaşan embriyo artık fetus dönemine geçmiştir. Embriyolojik dönemde zigottan mezoderm, endoderm ve ektoderm tabakaları oluşur. Bu tabakalar, sistemleri ve bölümleri oluştururken, 8. haftada organ taslakları tamamlanır.

Embriyogenezin 15. gününde insan omurgası gelişmeye başlar. Primitive streak oluşmadan önce embriyo iki tabakalı plak şeklindedir. İki tabakalı plağı hypoblastlar ve epiblastlar oluşturur. Dorsalde başlayan çökme ile primitive groove oluşmaya başlar. 16. günde primitive groove, epiplastlar tarafından doldurulur ve epiblastlar çevre dokular ile olan bağlarını tamamen yitirir. Chorda, epiblast ile hypoblastlar arasına göç ederek mezoderme dönüşür. Bu göçle beraber iki tabakalı embriyo üç tabakalı embriyo haline döner. Bu tabakalar; kalan epiblast dokuları tarafından oluşan ektoderm, yeni oluşan mezoderm ve laterale yer değiştirmiş hypoblast ve mezoderm hücrelerinin bir kısmından oluşan endodermdir (Şekil 13). İki tabakalı embriyodan üç tabakalı embriyo oluşmasına gastrulasyon denir. Mezodermin oluşması sırasındaki gerekli proteinleri kodlayan genlerdeki sorunlar, mezodermin göçünde nöral crestin nöral tüpe dönüşmesine engel olmaktadır (39). Gastrulasyon safhasındaki herhangi bir etkilenme üç germ yaprağında da sorun yaratacağından, omurga deformiteleri ile beraber diğer sistem anomalileri de görülmektedir (40).



Şekil 13:

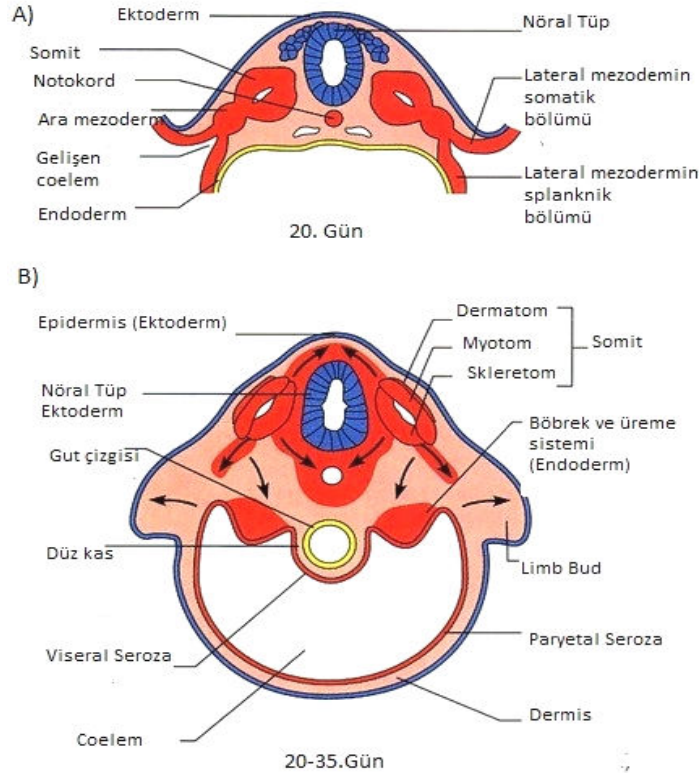
A) İki tabakalı plaktan, fetus dönemine kadar geçişin kademeli olarak çizimi.

B) Embriyogenez döneminde

- a) Nöral tabakanın oluşması (16. gün)
- b) Nöral katlantının oluşması (17. gün)
- c) Nöral oluğun oluşması (18. gün)
- d) Nöral tüpün oluşumu (21. gün)

16. günde ektoderm ile endoderm arasında mezoderm hücreleri göç ederek notokordu oluşturur. Notokord, embriyonun sırt bölgesine yerleşir ve ektodermi uyararak nöral tabakanın oluşmasını sağlar. Primer nöralizasyon, 18-27. günler arasında nöral tabakanın ileride lumbosakral bölgeye kadar spinal kordun oluşumunu sağlayacak nöral tüpe değişimini

içerir. 18. günde bu tabakanın her iki lateral sınırı yükselti yaparak ortalarında boylu boyunca uzanım gösteren oluğu oluşturmuştur. Lateralde kalan yükseltilere nöral katlantı, ortadaki oluğa nöral oluk adı verilir. 21. günde nöral katlantılar birleşerek nöral tüpü oluşturur. Nöral tüp, daha sonra ektoderm ve endodermden ayrılarak, embriyonun dorsumuna yerleşir. Nöral tüp oluşurken nöral katlantıların apikal bölgelerinden arta kalan hücreler nöral tüpün dorsolateraline göç ederek nöral cresti meydana getirir. Nöral crest ileride farklılaşarak spinal, kranial sinirler ile otonom sinir sisteminin duyuşal gangliyonlarını oluşturacaktır. Spinal kordun devamı ve kauda equina oluşumu sekonder nöralizasyonla olur.

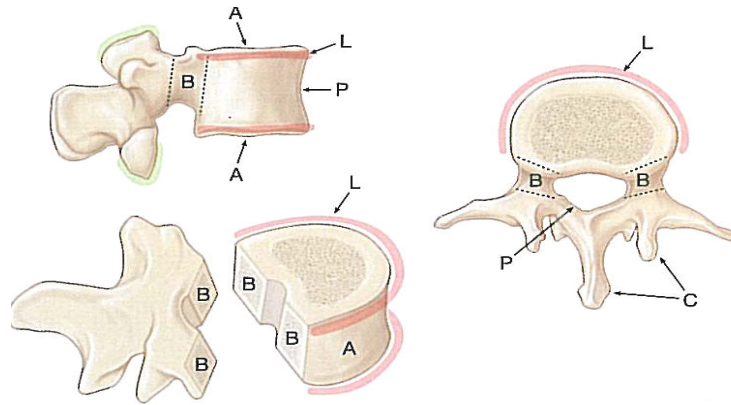


Şekil 14:

A) Notokord ve nöral tüp oluşurken intraembriyonik mezoderm her iki tarafta incelerek paraaksiyal mezoderme dönüşür ve bölünerek somitleri oluşturur. Bu somitler oluşan nöral tüpün her iki yanına dizilmişlerdir.

B) Somitler daha sonra farklılaşarak lateralde yer alanlar dermatomları oluşturur. Medialde yer alanlar dorsal ve ventral olarak ikiye ayrılır. Ventralde yer alanlar sklerotomları, dorsalde yer alanlar ise miyotomları oluşturur. Aynı dönemde böbrek ve üreme sistemi değişimi intermediate mezodermden gelişmeye başlar.

Notokord ve nöral tüp oluşurken intraembriyonik mezoderm her iki tarafta incelenerek paraaksiyal mezoderme dönüşür. 20. günde paraaksiyal mezodermeler bölünerek somitleri oluşturur. Bu somitler, oluşan nöral tüpün her iki yanına dizilmişlerdir. 20. günde 4 çift olan somitler 5. haftanın sonunda 42-44 çift olarak görülür (41). Somitlerin dağılımı, 4 oksipital, 8 servikal, 12 torasik, 5 lomber, 5 sakral, 8-10 koksigeal şeklindedir (42,43). Gerçek vertebral kolon bu somitlerden oluşur. Somitlerdeki hücreler farklı hücre topluluklarına ayrılmaya başlar (Şekil 14). Lateralde yerleşmiş hücre toplulukları dermatomları oluşturur. Dermatomlardan cilt ve ciltaltı dokular oluşur. Medialde yerleşen hücre toplulukları dorsal ve ventral olarak ayrılır. Dorsaldeki hücreler miyotomlara farklılaşırken, medialdekiler sklerotomlara farklılaşır (41). 35. gün civarında mezenkimal vertebraya dönüşecek sklerotom hücreleri yoğunlaşarak nöral tüp ve notokordu sıkıca sarar. Her sklerotomda, sırt bölgesinde zayıfça, kaudalde ise sıkıca sarılmış hücre grupları bulunur. Sıkıca sarılmış hücre gruplarından intervertebral disk, zayıfça sarılmış hücre gruplarından ise kemik yapıyı oluşturacak kondrifikasyon merkezleri oluşur. Sıkıca sarılan notokord zamanla kaybolarak, intervertebral disk ortasındaki nukleus pulpozusu oluşturur (41-44).



Şekil 15 : Omur büyüme plakları

- A- Omur end-plate
- B- Nörosentral alan
- C- Arka elemanlar
- P- Periosteal remodeling
- L- Listel (ring apofiz)

(Dubousset J, Herring JA, Shufflebarger H: The Crankshaft phenomenon. J Pediatr Orthop 1989;9:541)

Omurgayı oluşturan omurlar; mezenkimal, kondrifikasyon ve ossifikasyon adı verilen üç evrede gelişir. Kondrifikasyon aşaması embriyogenezin 42. gününde başlar (45). Kondrifikasyon merkezleri, mezenkimal vertebrada görülmeye başlar. Kondrifikasyon merkezleri her iki yandaki notokord kalıntılarında, iki merkez nöral tübün lateralinde yoğunlaşır ve bunların dorsal füzyonu nöral arkı oluşturur. İki kondrifikasyon merkezi de transvers çukıntıyı oluşturmak üzere lateralde görülür (45). Ossifikasyon yaklaşık olarak 72. günde başlar. Ossifikasyon 25 yaşına kadar devam eder. Omur merkezinde başlangıçta dorsal ve ventral olmak üzere iki adet olan ossifikasyon merkezi hızla birleşerek tek bir merkez haline gelir. Vertebral arkta ise ossifikasyon merkezleri lamina, pedikül ve transvers çukıntıda bulunmaktadır. Doğumda her bir omur birbirine kıkırdak ile tutunmuş corpus ve arcus yarımalarıyla oluşur. Arcus yarımaları 3-5 yaşları arasında lomber bölgeden başlayıp üst omurlara doğru kaynaşmaya başlar. Puberta döneminde 5 yeni ossifikasyon merkezi oluşur. Bunlar; omurun üst ve alt epifiz köşelerinde, her iki transvers ve spinöz çukıntı ucundadır (45) (Şekil 15).

2.2.1.Büyüyen Omurga

Doğumdan erişkin hayata kadar, yenidoğanın boyu yaklaşık %350 oranında uzamaktadır. Doğumda alt ekstremitte boyu toplam boyun %30'unu oluştururken, iskeletin büyümesi tamamlandığında bu oran %48'e ulaşmıştır. Doğumda bebeğin başının yüksekliği toplam boyun %25'ini oluştururken, iskelet gelişimi tamamlandığında bu oran %13'e gerilemiştir.

Büyüme boyunca, iskelet gelişimi tamamlanana kadar duraklama ve büyüme atakları görülmektedir. Büyüme, her vücut bölümünde aynı hızda ve oranda olmaz, ancak ekstremitte ve omurga arasındaki oran korunmaktadır (46,47,48,49). Adolesan dönemde erkeklerde gövde ekstremitte oranı 1.37 iken kızlarda bu oranın 1.41 olduğu bulunmuştur.

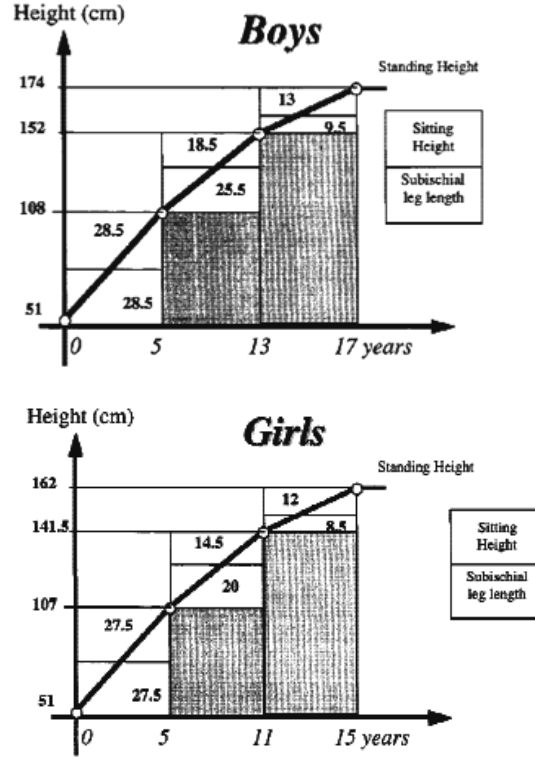
Yaşla beraber görülen boy değişikliklerini değerlendirmek için ölçümler yapılmalıdır. Ölçümler, 5 yaş altında supin pozisyonda yapılır. Çocuk 5 yaşına geldiğinde boyu erişkin boyunun ortalama %60'ı iken, 9 yaşına geldiğinde bu oran %80 olmuştur.

Puberta başladığında, oturma yüksekliği kızlarda ortalama 75 cm, erkeklerde ise 78 cm ölçülmektedir. Oturma yüksekliğinin yaklaşık %60'ını omurga oluştururken geri kalanını kafa ve pelvis oluşturmaktadır. Oturma boyu dolaylı yoldan omurga boyunu da göstermektedir.

Doğumdan sonra, yaşlara göre boyun büyüme hızı farklı olduğu gibi, değişik vücut bölümlerinin büyüme hızları da birbirinden farklı olmaktadır. Hayatın ilk 5 yılında, omurga ile alt ekstremitte aynı oranda büyümektedir. 5 yaş ile puberta arasında, omurga boyunda yaklaşık 1/3'lük uzama görülürken, alt ekstremitte boyunda 2/3'lük uzama görülmektedir.

Yenidoğan dönemindeki boy, erişkin dönemdeki boyun %30'u kadardır. 5 yaşına gelindiğinde ise boy iki katına çıkar ve erişkin boyunun %60'ına ulaşır. Doğumdaki boyun yaklaşık 2/3'ü omurga boyundan kaynaklanmaktadır. 1 yaşından sonra büyüme potansiyeli yavaşlamaktadır. Boy, 1-2 yaş arası 10 cm uzarken, 3-4 yaş arası 7 cm uzamaktadır. 5-10 yaş

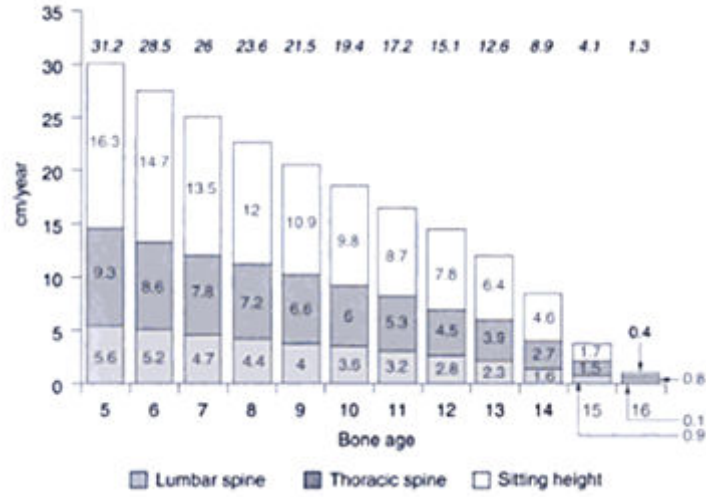
arası büyümenin yavaşladığı dönemdir. Toplamda boy yılda yaklaşık 5,5 cm uzamaktadır. Bu uzamanın 2/3'ü alt ekstremiteden, 1/3'ü ise omurgadan olmaktadır. Bu süre içerisinde omurga alt ekstremiteye oranla daha az uzamıştır. Şekil 16'da kız ve erkeklerde yaşa bağlı uzama eğrilikleri, toplam boya katılan oturma yüksekliği ve alt ekstremitе oranları belirtilmektedir.



Şekil 16: Erkek ve kızlarda toplam boy değişimlerinin yaşa bağlı olarak değişim grafiği görülmektedir. Yaşla bağlı olan bu değişimlerde alt ekstremitе ve omurga uzama oranları şekilde verilmiştir.

(Morrissy RT, Weinstein SL, Lovell and Winter's Pediatric Orthopaedics. 6th ed Lippincott Williams and Wilkins 2001; p:35-55.)

Pubertayla beraber vücut boyunda sıçrama tarzında uzama gözlenir. Puberta boyunca vücut boyunda yaklaşık olarak ayda 1 cm uzama görülür. Erkeklerde tüm puberta boyunca omurgada 13 cm uzama görülürken, kızlarda uzama miktarı 12 cm kadardır.



Şekil 17: Beş yaşından sonra omurganın uzama değerleri, lomber ve torakal bölgenin bu uzamaya katkısı şeklinde görülmektedir.

(Morrissy RT, Weinstein SL, Lovell and Winter's Pediatric Orthopaedics. 6th ed Lippincott Williams and Wilkins 2001; p: 35-55.)

Doğumda lumbosakral omurlar, torakal ve servikal omurlara göre daha küçüktür. Yaşamın ilk yılı içerisinde omurgada hızlı bir büyüme gözlenir. 3-4 yaş arasında torakal omur ve disklerde yılda 1 mm büyüme görülürken, lumbosakral omur ve disklerde 2 mm büyüme gözlenmektedir. Doğumda disk mesafeleri tüm omurga uzunluğunun %30'unu oluştururken iskelet olgunlaşması tamamlanınca bu oran % 22'ye geriler. Torakal omurgada posterior elemanlar anterior elemanlara göre daha hızlı büyürken lomber bölgede tersi geçerlidir. Torakal omurgadaki büyüme lomber bölgedeki büyümeden daha fazladır (48). Şekil 17'de 5 yaşından sonra torakal ve lomber omurgadaki senelik uzamalar ve bunların oturma boyuna katkıları görülmektedir.

2.3 Erken Başlangıçlı Omurga Eğriliklerinde Patolojik Anatomi

Erken başlangıçlı omurga eğrilikleri değerlendirilirken öncelikle olası konjenital omurga kusurları araştırılmalıdır. Patolojik anatomiye iki grup halinde incelemek daha doğru olacaktır. Bunlar;

- a) İdiyopatik (sebebi bilinmeyen) omurga eğrilikleri
- b) Konjenital omurga eğrilikleridir.

2.3.1. İdiyopatik Omurga Eğrilikleri

İdiyopatik omurga eğriliklerinde, SRS'nin (Scoliosis Research Society) başlangıç yaşına göre yaptığı sınıflama kullanılmaktadır. Bu sınıflamaya göre, başlangıç yaşı 0-3 yaş arası olanlar infantil, 3-9 yaş arası olanlar juvenil ve 9 yaş sonrası olanlar adolesan olarak adlandırılır. Erken başlangıçlı omurga eğrilikleri 8 yaş öncesi başlayan omurga eğriliklerini kapsamaktadır.

İdiyopatik omurga eğriliği, omurganın esas olarak üç planda olan deformitesidir. Oluşan omurga eğriliği, yana doğru eğilme, lordoz, kifoz veya rotasyon deformitelerinin kombinasyonudur. Eğriliğe katılan omurlar, eğrilikteki yerlerine göre değişik ve kompleks deformasyonlar gösterir. Eğriliğin tepesindeki omurların cismi kama (cuneiform) şeklindedir. Eğriliğin tepesindeki omurda rotasyon maksimum iken eğriliğin bitimindeki omurlarda rotasyon yoktur (Şekil 18). Omurga eğriliğinin oluşumuna etken, omurda meydana gelen rotasyondur. Roaf yaptığı çalışmada, rotasyon olmadan omurga eğriliği meydana gelmesinin mümkün olmadığını, omurga çevresi kasları ve toraks kafesinin buna engel olacağını göstermiştir (50). Omurga eğriliği meydana gelirken omur rotasyonu ile beraber anterior longitudinal ligamanda uzama meydana gelmektedir (Şekil 19,20).

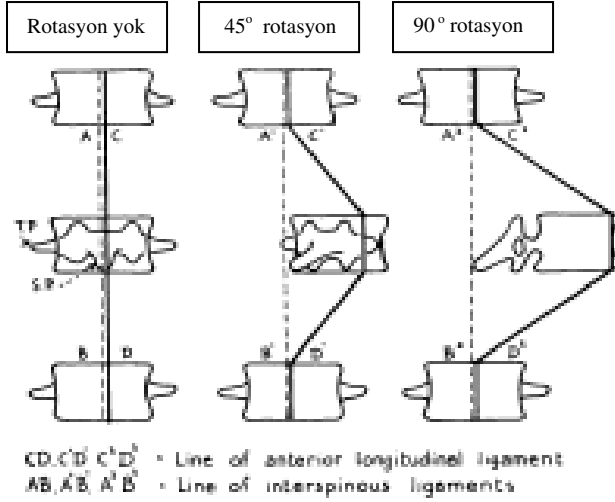


Şekil 18: Omurga eğriliği bulunan omurga iskeletinin önden (a), arkadan (b), her iki yandan (c,d), oblik (e) ve toraks kafesinin inferiorundan (f) görünüşleri. Omurga eğriliğine bağlı omurlarda ve toraks kafesinde meydana gelen deformasyonlar izlenmekte.

(İstanbul Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı, skolyoz deformitesi bulunan kadavra omurgası)

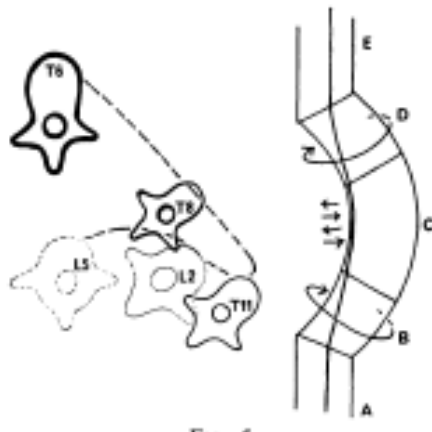
Hueter-Wolkmann yasasına göre, özellikle uzun kemikler üzerinde yapılan çalışmalara dayanılarak, konkav bölgedeki büyüme hattına fizyolojik olmayan yüklerin gelmesi büyüme plağında duraklamaya neden olmaktadır. Bu yasanın omurgaya uyarlaması, omurga eğriliğinin konkavitesindeki omurların tek taraflı basınç ile etkilenerek büyümesinin

azalmasıdır. Tek taraflı basınca en fazla tepe omuru maruz kaldığından en çok deforme tepe omurunda meydana gelir. Ancak yapılan çalışmalar omurganın asimetrik gelişimini sağlayan yüklenmenin başlangıcını tam olarak açığa koyamamıştır (51).



Şekil 19: Omurga eğriliğindeki tepe omurun çeşitli rotasyon derecelerinde meydana gelen omurga eğriliğinin ve anterior longitudinal ligamanın uzamasının matematiksel çizimi.
(Robert Roaf, The Basic Anatomy of Scoliosis (50).)

Erken başlangıçlı omurga eğriliklerinde çeşitli omurga gelişim patolojisi teorileri ortaya atılmıştır. Bunlar nöro-central kıkırdak teorisi, endplate ve kaburga gelişim patolojileridir (50).



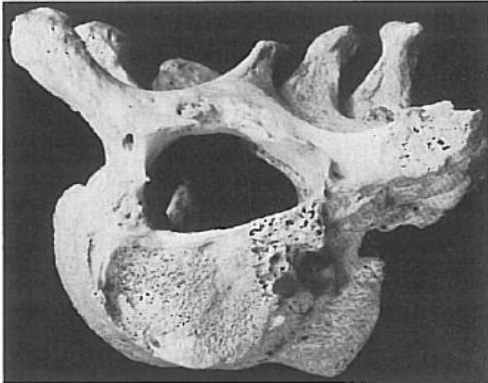
Şekil 20: Omurga eğriliğine katılan omurların buldukları seviyeye göre meydana gelen değişiklikler;
A- Hafif lordoz
B- Lordoz ve rotasyon
C- Laterale fleksiyon
D- Ters rotasyon
E- Lordoz
(Robert Roaf, The Basic Anatomy of Scoliosis (50).)

Omur cisimlerinin hastalanmasının yanı sıra rotasyon kuvvetlerinin etkisiyle arka elemanlarda deformasyonlar meydana gelmektedir. Buna göre eğriliğin konkav tarafındaki lamina ve pedikül kısalır, kalınlaşır ve omurga kanalı dar kalır (53,54). Konkav taraftaki

kısalma ve kalınlaşma ile beraber transvers çıkıntı da deforme olur. Konkav tarafın lamina ve spinöz çıkıntıları birbirine yaklaşır (Şekil 21,22). Yine bu tarafta faset eklem deformiteleri ve aşırı basınca maruz kalınması nedeniyle erken dönemde dejenerasyon görülebilir.



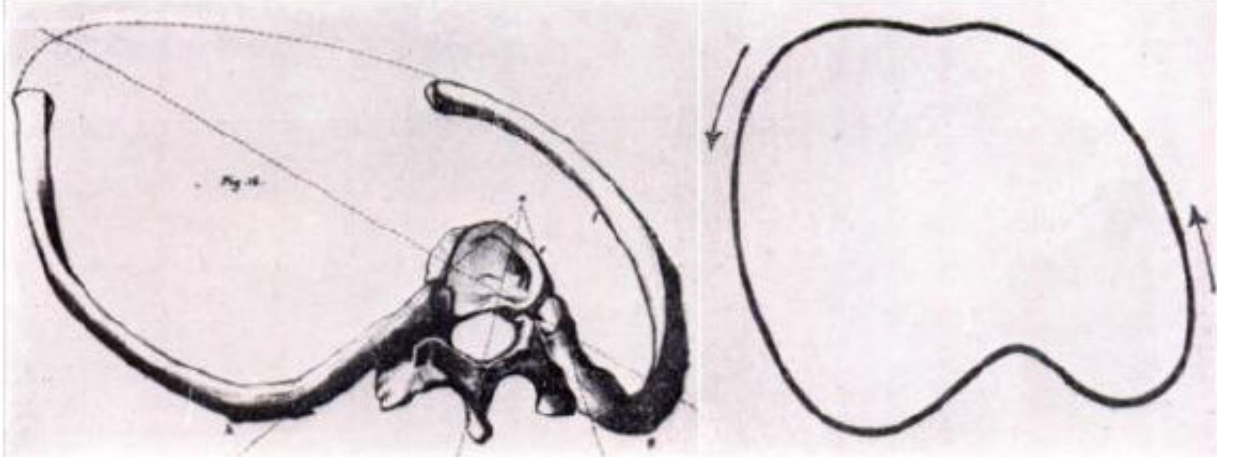
Şekil 21: Omurga eğriliğinin tepe omurunun arkadan görünümü. Konkav taraftaki omur laminası dar ve kısa görünümde
(İstanbul Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı, skolyozlu kadavra omurgası)



Şekil 22: Omurga eğriliğinin tepe omurunun aksiyal görünümü. İntraspinal kanal deformitesi, kısa ve distorsiyone pedikül ve asimetric transvers çıkıntı görünümü.
(Şekiller James JIP, Scoliosis Baltimore, Williams &Wilkins 1967)

Konveks tarafta deformitenin artışı, kostovertebral ve kostotransvers ligamanların dönmesiyle bu çıkıntılara bağlı kaburgalar da döner. Bu esnada karşı taraftaki kaburgalar posteriora yassılaşılarak omurla birlikte dönmektedir. Böylece bütün toraks kafesi dönerek deformite oluşur (Şekil 23). Pelvis bu deformasyona eşlik ederken, dorsal konveksite

tarafındaki iliyak kanat, lomber büküme karşıt hareketle sagittal duruma yaklaşır. Konkav tarafta ise karşıt olarak iliyak kanat frontale yakın bir planda yer alır.



Şekil 23: Normal göğüs kafesinin ok yönündeki rotasyonu sonrasında konveks taraftaki kompresyon ve konkav taraftaki genişleme görülmektedir.

(Pathologic and Therapic der seitlichen Ruckgratverkrümmungen scoliosis von Adolf Lorenz Wien Alfred Hölder 1886, Über Bedingungen and aurlösende, momente bri der skoliosenentxtehung von Aladar Farkas. 1925)

2.3.2.Konjenital Omurga Eğrilikleri

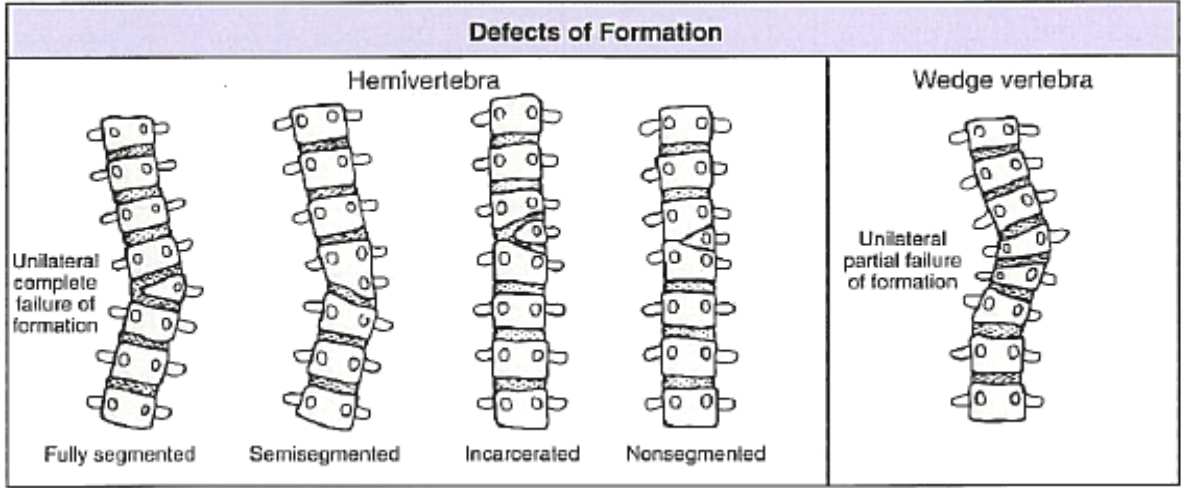
Konjenital omurga eğriliği, doğumsal omur gelişim bozukluğundan kaynaklanan bir omurga deformitesidir. Omurga eğrilikleri doğumda tanımlanabilmesine rağmen genellikle geç çocukluk çağına kadar fark edilmezler. 3 yaş öncesi karşılaşılan omurga eğriliklerinin klinik olarak infantil veya konjenital ayırımını yapmak zordur. Omurgayı oluşturan omurlar embriyolojik dönemde gestasyonun 5. ve 8. haftaları arasında somitlerin segmentasyonu sonucu oluşmaktadır. Somitlerin şekillenmesi sırasında meydana gelen herhangi bir dış etken omur deformitesi meydana getirebilir. Ancak son çalışmalarda somitogenezi etkileyen genler gösterilmiştir (55). Konjenital omurga eğrilikleri üzerine ilk çalışma Winter ve ark. tarafından yapılmıştır (56). Konjenital omurga eğriliklerinin progresyonu hakkında McMaster yaptığı

çalışmada, konjenital omurga eğriliğini, anomalinin tipine, omurganın neresine yerleştiğine, hastanın yaşına ve eğriliğin tek veya çoklu olmasına göre değerlendirmiştir (57).

Konjenital omurga eğrilikleri formasyon ve segmentasyon sorunları olmak üzere iki ana grupta incelenmektedir. Ayrıca her ikisinin birlikte olduğu ve herhangi bir sınıflamaya girmeyen iki grup daha yer almaktadır.

2.3.2.1. Formasyon Kusuru

Formasyon kusuru, omuru oluşturan yapıların gelişiminde meydana gelen eksiklik olarak tanımlanır. Formasyon kusuru, tam veya kısmi olabilir (Şekil 24). Kısmi formasyon kusurunda omurun normal yapısında eksiklik olmamakla beraber, omurun bir tarafının gelişiminde gerilik görülmektedir. Kama omur adı verilen bu yapılar yavaş seyir gösterirler. Tam formasyon kusurunda, omurun gelişimi tek taraflı olmaktadır. Tek pedikül ve tek lamina bulunan omur cismi gerçek bir hemivertebral görünümündedir. Hemivertebralar, tam segmente, segmente olmayan, semi segmente ve inkarsere şeklinde görülebilir. İnkarsere ve segmente olmayan hemivertebralarda progresyon riski çok düşüktür. Tam segmente hemivertebralarda eğrilikte progresyon senelik 1-2 derece kadardır. Tam segmente hemivertebralarda, komşu omurlardan disk mesafesi ile tamamen ayrılmıştır. Özellikle tam segmente hemivertebralarda içeren torakal ve torakolomber eğriliklerinin progresyonu daha hızlı seyretmektedir. Lumbosakral yerleşimli hemivertebralar, pelvik çarpıklık ve buna sekonder olarak üst seviyede eğrilik yaratacağından erken yaşlarda çıkartılmalıdır (57,58).



Şekil 24: Formasyon kusuru oluşan hemivertebra ve kama vertebranın şematik görünümü. Omurun tek taraflı olarak tam formasyon kusuru sonucu oluşan hemivertebra, tam segmente, semi segmente, inkarsere ve segmente olmayan olarak alt bölümlere ayrılır. Kama vertebra ise tek taraflı olarak kısmi formasyon kusurudur.
(McMaster MJ; Congenital Scoliosis in Weinstein SL: The Pediatric Spine: Principles and Practise, New York, 1994)

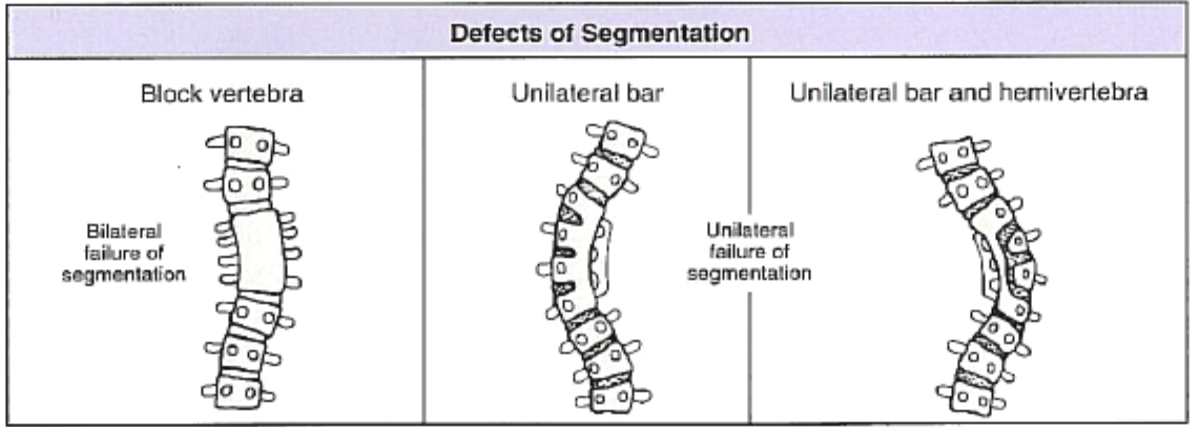
2.3.2.2.Segmentasyon Kusuru

Segmentasyon kusuru, omurganın gelişimi esnasında omurların birbirinden ayrılamamasını tanımlar. Omurlar birbirine tek taraflı veya her iki taraflı olarak barlar veya köprüler ile bağlıdır (Şekil 25).

İki taraflı etkilenmiş olan omurlara blok vertebra denilmektedir. Bu segmentasyon kusurunda tam olarak füzyon görülmektedir. Nadir olarak omurga eğriliği oluşturmaktadır.

En sık görülen segmentasyon kusuru, tek taraflı olup iki veya daha fazla omuru içeren tipidir (58). En sık konjenital omurga eğriliğine sebep olan tip budur. Tek taraflı olarak omurların disk mesafeleri, pediküller ve faset eklemler kemik bar ile birleşmiş durumdadır. Bu eğriliğin konkav tarafında büyüme engellendiğinden eğrilik giderek artmaktadır. Ayrıca kaburgalarda da kemik köprüler ile birleşme görülebilir. Üst torakal omurga yerleşimli olanlarda eğrilikte yıllık 4 derece, alt torakal bölgede ise yaklaşık 6,5 derecelik artış görülür.

Torakolomber bölgedeki artış, yıllık 6-9 derece arasında olurken lomber bölgede yılda 5 derece olarak gözlenir (57,58).



Şekil 25: Segmentasyon kusuru sonucu oluşan omurga patolojileri görülmektedir. Her iki taraflı omur segmentasyon kusurunda blok vertebra oluşmakta, tek taraflı olduğunda ise tek taraflı barlar oluşmakta. Tek taraflı bar ve karşı tarafta hemivertebra olan deformite ise mikst tip olarak sınıflandırılır.

(McMaster MJ; Congenital Scoliosis in Weinstein SL: The Pediatric Spine: Principles and Practise, New York, 1994)

2.3.2.3.Mikst Tip

Hem formasyon hem de segmentasyon kusuru olan olgular mikst deformite olarak sınıflandırılır (59). En sık tek taraflı bar ve karşı taraf hemivertebra şeklinde görülür. Tüm konjenital omurga eğriliklerinde en hızlı ilerleyen tiptir. Adolesan çağa kadar eğrilikte senelik 7 derece, sonrasında ise 14 derecelik artış gösterir.

2.4.Omurga Eğriliklerinin Sınıflaması

Omurga eğrilikleri, yapısal ve yapısal olmayan omurga eğrilikleri olarak iki ana gruba ayrılır.

1- Yapısal omurga eğrilikleri

A- İdiyopatik omurga eğrilikleri (Tüm görülen omurga eğriliklerinin %65'ini oluşturur. Eğrilik başlangıç yaşına göre alt gruplara ayrılır.)

- 1- İnfantil omurga eğriliği (0-3 yaş)
- 2- Juvenil omurga eğriliği (3-9 yaş)
- 3- Adolesan omurga eğriliği (9 yaş üstü)

B- Konjenital omurga eğriliği (doğumsal olarak omur anomalisinin sebep olduğu eğrilikler)

- 1- Formasyon Kusuru
- 2- Segmentasyon Kusuru
- 3- Mikst Tip

C- Nöromusküler hastalıklarla beraber görülen omurga eğrilikleri

- 1- Nöropatik
 - A-Birinci motor nöron hasarı sonrası
 - B-İkinci motor nöron hasarı sonrası

2- Miyopatik

D- Nörofibromatozis sonucu görülen omurga eğriliği

E- Mezenkimal doku bozuklukları sonrası olan omurga eğrilikleri

- 1- Konjenital
- 2- Edinsel

F- Travma sonrası gelişen omurga eğrilikleri

- 1- Omur kırıkları
- 2- Cerrahi girişim sonrası
- 3- Işınlama sonrası

G- Osteokondrodistrofiler sonucu oluşan omurga eğrilikleri

H- Tümörle ilgili omurga eğrilikleri

2- Yapısal olmayan omurga eğrilikleri (Burada hastaların omurlarında yapısal veya rotasyonel deformite yoktur. Omurganın eğrilmesine sebep olan gizli kalmış sorun ortadan kaldırılınca omurga eğriliği kendiliğinden düzelir.)

A- Vücudun alt kısmına ait sebeplerden kaynaklananlar

B- Vücudun üst kısmına ait sebeplerden kaynaklananlar

C- Belirlenebilen herhangi bir sebebi bulunamayanlar

2.5.Omurga Eğriliği Bulunan Hastanın Değerlendirilmesi

Erken başlangıçlı omurga eğriliklerinde, hastaların klinikleri ilerleyici olmayan eğriliklerden hızlı ilerleyen eğriliklere kadar değişkenlik gösterebilir. Erken başlangıçlı omurga eğrilikleri konjenital, infantil veya juvenil olabilir. Sendromik eğrilikler de erken başlangıç gösterebilmektedir.

Ameliyat öncesi değerlendirmede birçok faktör göz önünde bulundurulmalıdır. Değerlendirme kriterleri arasında eğriliğin başlangıç yaşı, ek medikal hastalıklar ve konjenital anomaliler olmalıdır. Aile hikayesi mutlaka sorgulanmalıdır. Purkiss ve ark., erken başlangıçlı omurga eğriliklerinde aile hikayesi varlığını ortaya koymuşlardır (60).

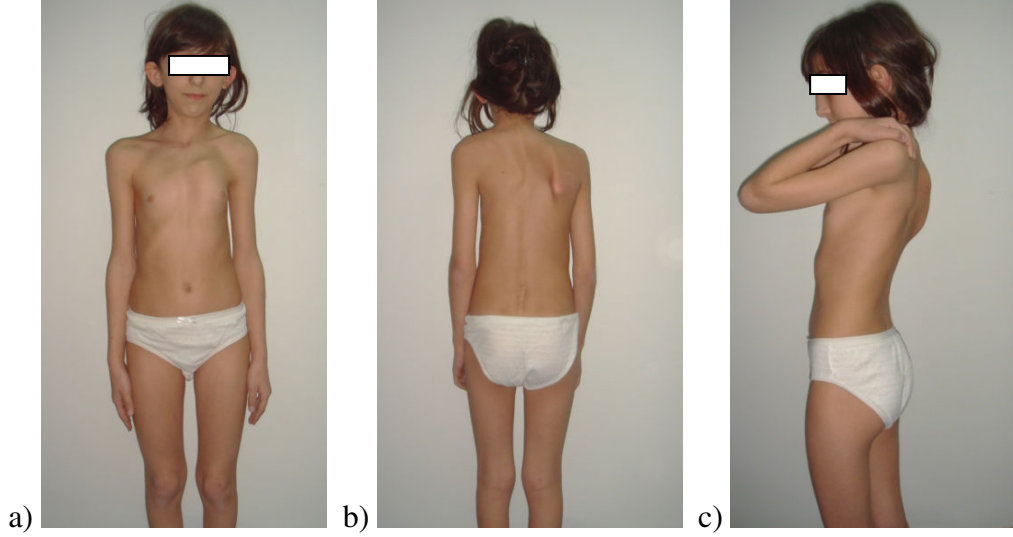
2.5.1.Fizik Muayene

Klinik muayene, hastanın kıyafetleri çıkartılıp tüm vücut görülerek yapılır (Şekil 26). Tanner evreleme sistemini kullanarak hastanın pubertal aşaması belirlenir. Evrelemede kızlarda göğüs gelişimi ve pubik kıllanma, erkeklerde ise pubik kıllanma ve genital gelişim kullanılır. Pubertal aşama, özellikle premenarş olan kız hastaların omurga eğriliğinin prognozunu belirlemede yararlıdır (61). Hastaların oturma pozisyonundaki ve ayaktaki boyları ölçülmelidir. Hastalar yürütülerek yürüme patolojileri ve pelvik tiltleri incelenmelidir.

Hastaya önden bakıldığında omuz ve iliya çıkıntılar görünür olmalıdır. İnspeksiyonda orta hat hemanjiomları, kıllanma farklılıkları ve lumbosakral bölgedeki olası gamze belirtileri için cilt değişiklikleri aranmalıdır. Bu cilt bulguları omurilik anomalileri hakkında bilgi verir. Servikal bölgeden başlayarak sakruma kadar spinöz çıkıntılar palpe edilmeli, palpe edilemediği durumlarda spina bifida açısından uyanık olunmalıdır.

Hasta ayakta iken iliya çıkıntılarındaki denge değerlendirilir. İliya çıkıntılardaki dengesizlik alt ekstremitelerde uzunluk farkından veya lomber omurgadaki eğrilikten

kaynaklanabilir. İki arasında ayırım mutlaka yapılmalıdır. Hastaya arkadan bakıldığında omuz dengesizliği, vücut kıvrımlarındaki dengesizlikler, skapula yükseklikleri ve karşılıklı kol gövde arasındaki mesafe değişiklikleri değerlendirilmelidir (Şekil 26).



Şekil 26: Omurga eğriliği muayenesinde hastanın önden ve arkadan görünümü.

- a) Önden görünümde, omuz asimetrisi, sol hemitoraks asimetrisi görülmekte.
- b) Arkadan görünümde, sağ omurga eğriliği, sağ tarafta torakal hump ve gergin omurilik operasyon nedbesi görülmekte.
- c) Yandan görünümde, torakal hump ve sagittal omurga dengesi değerlendirilmekte.

Omurga eğriliğinin değerlendirilmesinde en pratik ve kullanışlı test ‘Adams forward bending testi’dir (62,63) (Şekil 27). Öne doğru fleksiyon yapan hasta, arka taraftan bakılarak değerlendirilir. Test, omurga eğriliğindeki rotasyonun yönü ve derecesini belirlemede yardımcı olur. Omurgada meydana gelen rotasyon sonucu vücudun bir tarafı diğer tarafa göre daha yüksekte durur. Torakal bölgedeki çıkıntıyı kaburgalar oluştururken, lomber bölgedeki çıkıntıyı paraspinal kaslar oluşturur. Bu yükseklikler scoliometer ile ölçülerek belirlenir (63).



Şekil 27: Adams forward testin uygulanması. Klinisyen hastayı muayene ederken hastanın öne doğru eğilmesi istenir.

Ayakta duran hasta ön taraftan incelendiğinde pektoral bölgedeki ve torakal kaburgalardaki asimetrik değişiklikler fark edilebilir. Hastanın vücut kıvrımlarında da asimetri görülebilir.

Omurga dengesi iki farklı klinik test ile belirlenir. Başın pelvise göre dengesini gösteren 'koronal denge' ve gövdenin pelvise göre dengesini gösteren 'gövde dengesi' testidir. Koronal denge testinde hasta ayakta dururken C7'den gluteal bölgeye doğru sarkıtılan şakülün gluteal yarıktan uzaklığına bakılır. Dengeli bir omurgada C7'den çizilen plump line (yerçekimi çizgisi) gluteal yarıktan 1-2 santimetreden uzakta olmamalıdır (Şekil 28). İkinci yöntemde ise gövdenin pelvis üzerindeki dengesizliğine bakılır. Gövde pelvis üzerinde sağa veya sola doğru kaymış izlenimi verebilir.



Şekil 28: Koronal denge testinde hasta ayakta dururken C7'den gluteal bölgeye doğru sarkıtılan şakülün gluteal yarıktan uzaklığına bakılır.

Hasta sonrasında yandan değerlendirilir. Değerlendirmede hastanın torakal ve lomber bölgedeki kifoz ve lordoz durumları değerlendirilir. Doğal eğriliklerdeki azalma ve artmalar not edilir.

Bir sonraki aşama hastanın nörolojik muayenesinin yapılmasıdır. Nörolojik muayenede olası intramedüller patolojilerin varlığı araştırılır. Nörolojik muayene hastanın reflekslerinin değerlendirilmesiyle başlar. Abdominal refleks muayenesi, olası medulla spinalis sorunları için önemli bir göstergedir (64). Abdominal refleks muayenesi, hasta muayene masasına supin pozisyonda yatarken kolları yan tarafa uzanmış şekilde yapılır. Umblikus merkezde kalacak şekilde transvers ve aksiyal hatlar çizilerek dört kadranda belirlenir. Her bir kadranda cilt reflekslerine bakılır. Dört kadranda bakılan refleksler arasında asimetri olması veya reflekslerin alınamaması medüller patolojinin varlığını gösterir. Hastada patellar tendon ve aşil refleks muayenesi, kas gücü muayenesi ve duyu muayenesi yapılır.

Erken başlangıçlı omurga eğriliği olan hastalarda özellikle konjenital omurga deformitesi bulunuyorsa kas iskelet dışı organlarda da konjenital anomaliler olabilir (65). Konjenital omuru bulunan hastaların yaklaşık %20-40'ında renal anomaliler de görülür (66,67). Bu yüzden konjenital omur anomalisi bulunan tüm hastalara üriner sistem değerlendirmesi de yapılmalıdır.

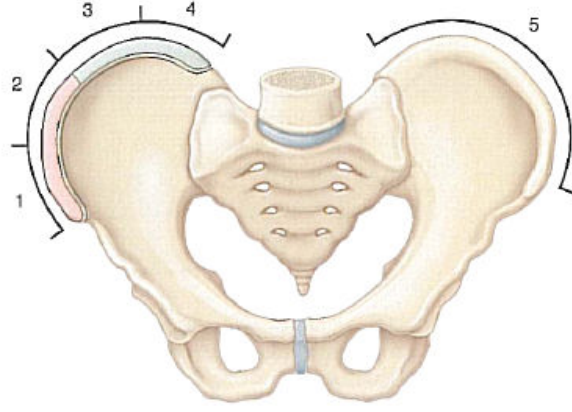
Konjenital omurga anomalisi olan hastalarda ikincil olarak etkilenen sistem %10-15 oranında görülen dolaşım sistemi anomalileridir (68). Kardiyovasküler sistem incelemeleri de rutin olarak değerlendirme sürecine eklenmelidir.

Erken başlangıçlı omurga eğriliği olan hastalarda akciğer kapasitesindeki yetersizlikler de değerlendirilmelidir. Omurga gelişimi 5 yaşından önce hızlı bir atak yaparken akciğer gelişimi de buna eşlik eder (69). Akciğerlerde alveoler gelişim doğumdan sonra devam eder ve 5 yaşına kadar gelişimini tamamlar (48). Akciğer, toraks gelişiminin de etkilendiği erken

başlangıçlı omurga eğriliklerinde gelişimini tamamlayamaz. Klinik olarak restriktif akciğer hastalığı meydana gelir ve hastada solunum yetersizliği bulgusu verir. Solunum yetersizliğinin değerlendirilmesinde solunum fonksiyon testi yapılır. Solunum fonksiyon testinde, zorlu vital kapasite (FVC), total akciğer kapasitesi (TLC), vital kapasite (VC) ve 1. saniyedeki zorlu ekspirasyon volümü (FEV1) ölçümleri yapılmalıdır.

2.5.2.Radyolojik Değerlendirme

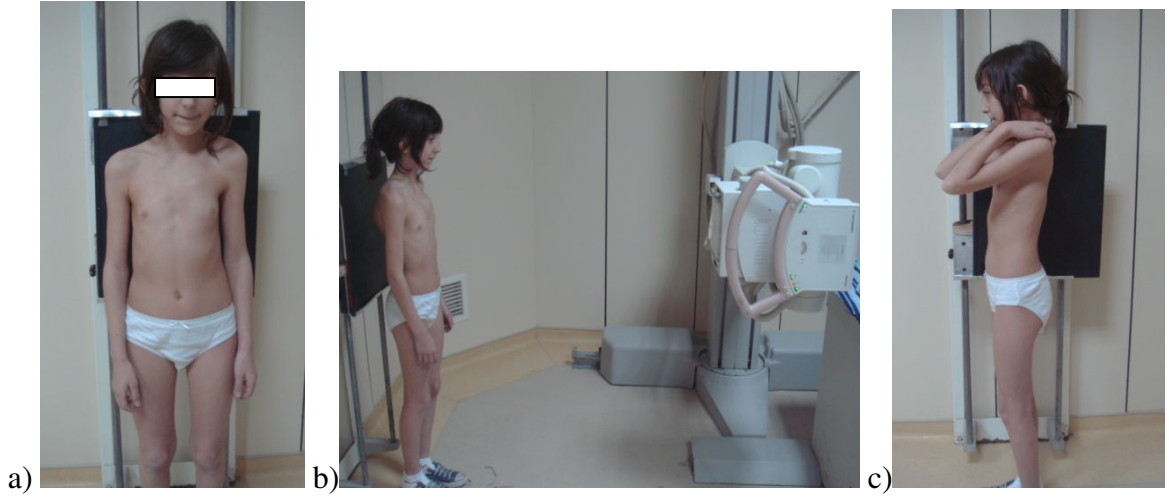
Omurga eğriliği şüphesi bulunan bir hastada yapılan ilk görüntüleme yöntemi direkt radyografidir. Radyografiler, hasta ayakta dururken çekilen standart ön-arka (AP) ve yan ortoröntgen grafilerdir. Mümkün olduğu durumlarda uzun 36×14 inch'lik (90×35 cm) kasetler kullanılmalıdır. Çekilen AP ortografide eğriliğin hangi omurları içine aldığı, rotasyon derecesi, eğrilik tipi, omurga dengesi, iskelet gelişim evresi (pelviste triradiat kartilaj, Risser evresi) (Şekil 29), pelvik tilt ve eğrilikle ilgili olası özellikler belirlenir. Çekilen AP grafilerde omurlarda rotasyon olmaksızın omurga eğriliği gözlenirse, omurun kendisinden kaynaklanan osteoid osteom gibi kemik tümörleri veya intraspinal lezyonlar açısından uyanık olmak gerekir. Çekilen yan ortoröntgende fizyolojik omurga eğriliklerinde oluşan değişiklikler kaydedilmelidir. Özellikle lumbosakral bölge, spondilolistezis ve spondilolizis açısından dikkatli incelenmelidir.



Şekil 29: Risser's Sign; Normal omurga grafisinde görülen pelviste dörde bölünen iliyak apofizlerin kemikleşmesine dayanan derecelendirme;

- 0- Hiç kemikleşme görülmez.
- 1- iliyak apofizin $\frac{1}{4}$ 'ü kemikleşmiştir,
- 2- iliyak apofizin $\frac{1}{2}$ 'si kemikleşmiştir,
- 3- iliyak apofizin $\frac{3}{4}$ 'ü kemikleşmiştir,
- 4- iliyak apofizin hepsi kemikleşmiştir,
- 5- iliyak apofiz kemikleşmiş ve iliyak kanatla birleşmiştir.

(Şekil Tachdjian Pediatrics Orthopaedics'ten alınmıştır)



Şekil 30: Röntgen çekim pozisyonları

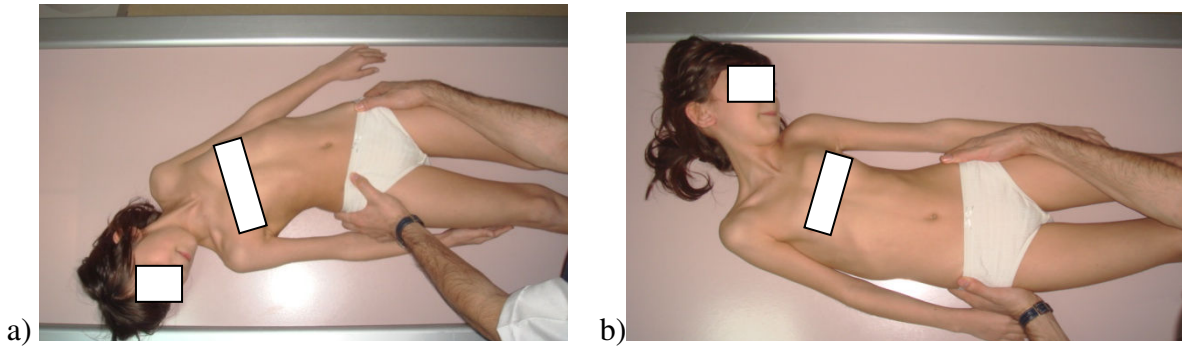
- a) Ön arka (AP) grafi çekilirken diz ve kalçalar tam ekstansiyonda hasta dik pozisyonda olmalıdır.
- b) Röntgen çekimi sırasında hastanın ve röntgen tüpünün durumu
- c) Lateral grafiler çekilirken hasta kasete tam yan pozisyonda yaklaşırken omuz öne fleksiyon pozisyonunda, dirsek ise tam fleksiyonda durur.

Ön-arka (AP) grafi çekilirken diz ve kalçalar tam ekstansiyonda, hasta dik pozisyonda olmalıdır (Şekil 30 a,b). Yan grafiler çekilirken hasta kasete tam yan pozisyonda yaklaşırken omuz öne fleksiyon pozisyonunda dirsek ise tam fleksiyonda durur (Şekil 30 c).



Şekil 31: Traksiyon röntgen çekiminde hasta yatar pozisyonda iken röntgen tüpü eğriliği olduğu bölgeye hizalanır. Hastaya iki kişi tarafından oksipital bölgeden ve ayak bileklerinden zorlamadan traksiyon uygulanır.

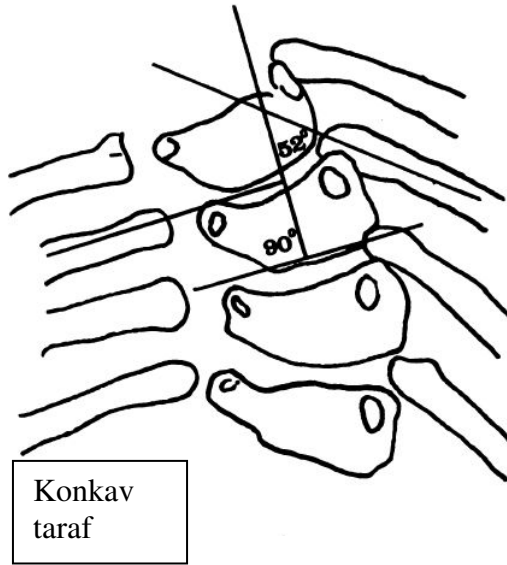
Omurga eğriliklerinin esnekliklerini belirlemek için hastaya yana eğilme (bending) ve traksiyon grafileri çekilmelidir. Bu sayede enstrümente edilecek seviyeler belirlenir. Traksiyon grafisinde, hasta supin pozisyonda yatarken kranioservikal bileşkedan ve alt ekstremiteden traksiyon uygulanır (Şekil 31). Yana eğilme grafilerinde, supin pozisyonunda yatan hastanın pelvisi sabitlendikten sonra hastanın kendi kas gücünü kullanarak eğriliğin ters yönüne doğru eğilebildiği kadar eğilmesi istenir (Şekil 32 a,b).



Şekil 32: Yana eğilme grafileri çekilirken hastanın pelvisi sabitlenir ve hastanın kendi kuvveti ile eğriliğin ters tarafına doğru eğilmesi istenir.

- a) sağa eğilme
- b) sola eğilme

Çekilen AP grafide omurga eğriliğinin progresyonu hakkında bilgi veren Mehta açısı ölçülebilir. Mehta'ya göre omur-kot arasındaki açı farkı 20 derecenin üzerinde ise ilerleyici omurga eğriliğinden, altında ise ilerleyici olmayan omurga eğriliğinden bahsedilebilir (70). Mehta açısı, eğriliğin tepesinde yer alan omur ve kot bileşkesinden ölçülür. Eğriliğin tepesinde yerleşmiş olan omurun alt sınırına çekilen çizgiden 90 derecelik bir doğru çizilir. Çizilen bu doğru ile tepe omura yapışan kotlar arasındaki açılar belirlenir. Konkav ve konveks taraftaki omur-kot dereceleri arasındaki fark hesaplanır (Şekil 33).

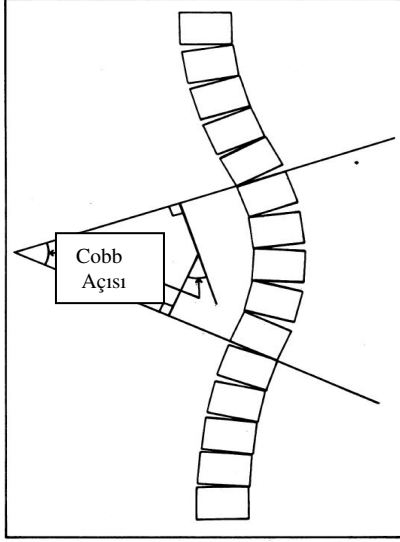


Şekil 33: Mehta Açısının Ölçülmesi;

Eğriliğin tepesindeki omurun alt sınırına çekilen çizgiden 90 derecelik doğru çizilir. Çizilen bu doğru ile tepe omura yapışan kotlar arasındaki açılar belirlenir. Konkav ve konveks taraftaki omur-kot dereceleri arasındaki fark hesaplanır.

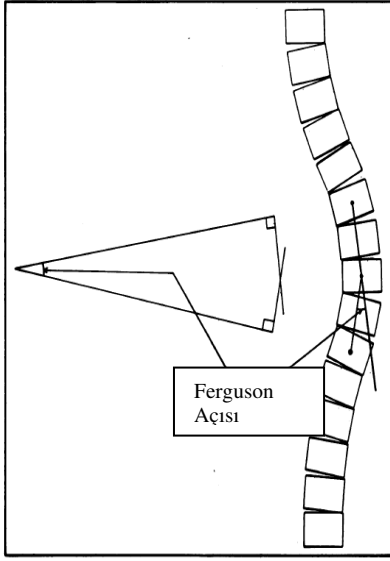
Omurga eğriliklerinin açısal değerlerinin hesaplanmasında standart olarak Cobb açısı ölçümü yapılır (10). Bu açı, traksiyon ve yana eğilme grafilerinde de ölçülerek eğriliğin esnekliği belirlenir. Omur bitim açısı olarak da isimlendirilen Cobb açısı ölçümünde ilk aşama, omurga eğriliğinin başlangıç ve bitiş omurlarının tespitidir. Eğriliğin üst tarafındaki omurun üstü, alt taraftaki omurun ise alt tarafı ölçüme dahil edilir. Bu bitim yerlerine paralel olarak çizilen iki çizgi eğriliğin alt ve üst sınırlarını işaretlemiş olur. Çizilen bu paralellerin her birine 90 derecelik iki doğru çizilir. 90 derecelik iki doğru arasında kalan açı Cobb açısı olarak değerlendirilir. Omurga eğriliklerinin üst ve alt sınırları belirlenirken dikkat edilmesi gereken, konkav tarafta intervertebral disk aralığının belirlenmiş olan üst omurun üstünde

geniş, altında ise dar görülmesidir. Bunun tersi alt omur için geçerlidir (Şekil 34). Cobb açısı değerlendirilmesinde her ölçümde yaklaşık 7,2 derecelik hata payı olabildiği bildirilmiştir (71).



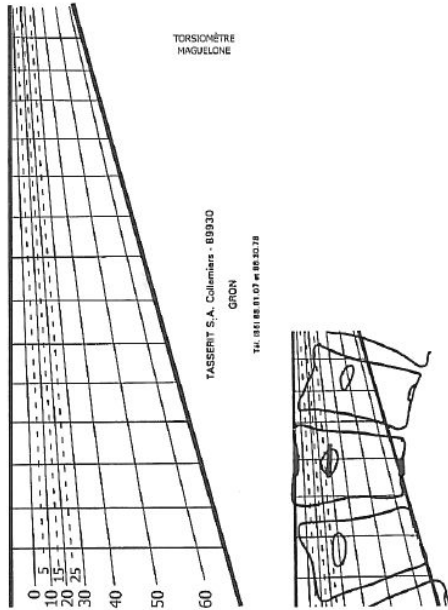
Şekil 34: Cobb Açısının Ölçülmesi; Eğriliğin üst tarafındaki omurun üstü, alt taraftaki omurun ise alt tarafı ölçüme dahil edilir. Bu bitim yerlerine paralel olarak çizilen iki çizgi ile eğriliğin alt ve üst tarafı işaretlenmiş olur. Çizilen bu paralellerin her birine 90 derecelik iki doğru çıkılır. Bu iki doğru arasında kalan açığı 180 dereceye tamamlayan açı Cobb açısı olarak değerlendirilir. Omurga eğriliklerinin üst ve alt sınırları belirlenirken dikkat edilmesi gereken, konkav tarafta intervertebral disk aralığının belirlenmiş olan üst omurun üstünde geniş, altında ise dar görülmesidir. Bunun tersi alt omur için geçerlidir.

Omurga eğriliklerinin açısal değerlerinin hesaplanmasında bir diğer yöntem de Ferguson yöntemidir (8). Ferguson yönteminde eğriliğin başlangıç, bitiş ve tepe omurları bulunur. Bulunan omurların orta noktaları belirlenip iki adet doğru elde edilir. Doğrular arasındaki açı omurga eğriliğinin açısını oluşturur (Şekil 35). Klinik olarak çok fazla kullanılmayan bir yöntem olmakla beraber bazı araştırmacılar tarafından halen kullanılmaktadır (72).



Şekil 35: Ferguson Açısının Ölçülmesi; Omurga eğriliğinin derecesi ölçülürken, eğriliğin alt ve üst omuru ile beraber tepe omuru belirlenir. Belirlenen omurların orta noktaları bulunur. Belirlenen üç nokta, iki doğru oluşturmak üzere birleştirilir. İki doğru arasında kalan açı Ferguson açısı olarak adlandırılır.

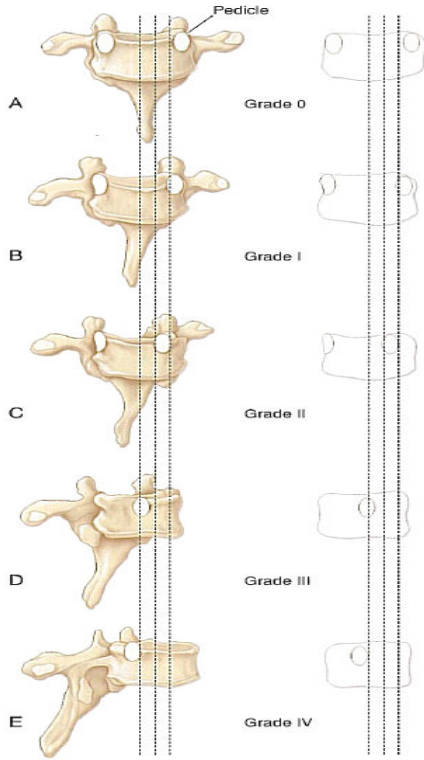
Omurga eğriliğinin oluşmasında ana etken olan rotasyonun değerlendirilmesinde Perdriolle yöntemi veya Nash-Moe yöntemi kullanılabilir (73,74). Her iki yöntemde de omurga rotasyonları çekilen standart AP röntgende hesaplanır. Perdriolle yönteminde ölçüm, röntgen üzerine yerleştirilen şeffaf standart bir cetvelle yapılmaktadır (Şekil 36). Tepe omurun kenarına yerleştirilen cetvelde pedikülün orta noktasının geçtiği hat rotasyon derecesi olarak kaydedilir.



Şekil 36: Perdriolle yöntemi; Omurga rotasyon derecelerinin üzerine işaretlenmiş olan şeffaf cetvel, kenar çizgisi tepe omurunun kenarına denk gelecek şekilde yerleştirilir. Tepe omurun pedikülünün ortasından geçen hattın cetvelde hangi hatta denk geldiğine bakılır. Cetvelde bakılan hattın derecesi omurun rotasyonunu veririr.

(Şekil Tachdjian Pediatrics Orthopaedics'ten alınmıştır)

Nash-Moe yöntemi, AP röntgende pedikülün omurun merkezine göre yerleşimi esasına dayanır. Omur rotasyonu bu yöntemde beş evreye ayrılır. Evre 0'da her iki pedikül simetrik yerleşmişken evre 4'te konveks pedikül orta hattı geçmiştir (Şekil 37). Ancak yapılan bilgisayarlı tomografi incelemelerinde evre 0 rotasyonda bile 11 derecelik rotasyon olabildiği saptanmıştır.



Şekil 37: Nash-Moe Rotasyon Ölçüm Yöntemi;

Bu yöntem çekilen direkt AP röntgende pedikülün omur orta hatta göre hareketinin değerlendirilmesi esasına dayanır. Buna göre beş evreye ayrılır.

- A- Evre 0: Pediküller simetrik olarak omur orta hattının her iki kenarında dizilir.
- B- Evre 1: Konveks taraftaki pedikül omurun yarısının 1/3' ünü geçmemiştir.
- C- Evre 2: Pedikül konveks tarafta yer alır ve evre 1-3 arasında yer alır.
- D- Evre 3: Konveks taraftaki pedikül omur orta hatta kadar yer değiştirmiştir.
- E- Evre 4: Konveks taraftaki pedikül omur orta hattı geçmiştir.

(Şekil Tachdjian Pediatrics Orthopaedics'ten alınmıştır)

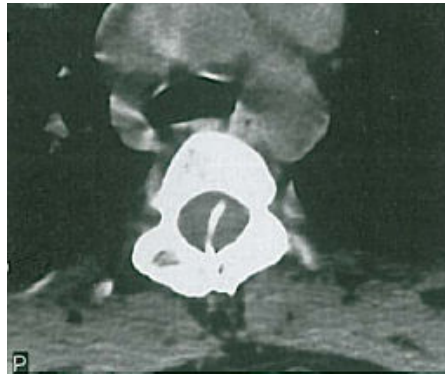
Ayakta çekilen direkt AP ortoröntgende, sakral orta hattın çizilen dik bir hattın servikal 7. omurun neresinden geçtiğine bakılır. Buna koronal denge adı verilir. Normalde koronal dengedeki 2 cm'lik değişikliklere uyum sağlanabilir. Bakılacak bir diğer denge gövde dengesidir. Toraksın en lateralde kalan her iki kenarını birleştiren yatay bir çizgi çizilir. Bu hattın ortasından çizilen dikey çizgi ile sakrum orta hattından yukarı çizilen dik çizgi arasındaki mesafe gövde dengesini vermektedir.

Omurganın büyüme potansiyelini belirlemede, direkt pelvis grafisinde iliak apofizlerin kapanma dereceleri kullanılır. Risser işareti, iliak apofizlerin kapanmasını

radyolojik olarak altı evrede değerlendirir (12). Pelvis iliak apofizleri lateralden başlayarak kemikleşmeye başlar. Evre 0'da kemikleşme başlamamışken evre 5'te kemikleşme tamamlanmış ve apofizlerin iliak kanatla birleşmiş oldukları görülür (Şekil 29).

Direkt yan grafilerde fizyolojik omurga eğriliklerindeki değişiklikler belirlenir. Omurgada ölçülebilecek eğrilikler, torakal bölgede kifoz ile lomber bölgede lordoz açılarıdır. Torakal kifoz için T3-T12 arasında, lomber lordoz için ise L1-2 ile L5-S1 arasında ölçüm yapılır. Fizyolojik omurga eğrilikleri, torakalde 20-45 derece kifoz, lomberde ise 20-65 derece arasında lordoz açılarıdır. Torakolomber bölgede (T11 ile L1-2 arası) kifoz veya lordoz bulunmaz.

Tipik idiyopatik adolesan omurga eğriliklerinde manyetik rezonans görüntüleme (MRG) önerilmemekle birlikte, erken başlangıçlı omurga eğriliklerinde (konjenital, infantil, juvenil, genetik hastalıkların eşlik ettiği omurga eğrilikleri), olası medulla spinalis patolojilerini ortaya koymak ve omurga deformitelerini ayrıntılı inceleyebilmek için MRG yapmak gereklidir. Bilgisayarlı tomografi (BT), konjenital omurga eğriliklerinde omurga patolojilerini, istenilen düzlemde rekonstrüksiyon yapılmak kaydıyla göstermektedir. BT, özellikle segmentasyon ve formasyon kusurları gibi konjenital omurga eğriliklerinin belirlenmesinde ve sınıflanmasında fayda sağlamaktadır. Aksiyal kesitlerde ayrıca medüller kanala uzanım gösteren olası kemik çıkıntılar da değerlendirilebilir (Şekil 38).



Şekil 38: Erken başlangıçlı omurga eğriliği olan hastada bilgisayarlı tomografide saptanan kemik diastometamiyeli.

(Şekil Tachdjian Pediatrics Orthopaedics'ten alınmıştır)

2.6. Erken Başlangıçlı Omurga Eğriliklerinde Tedavi

Erken başlangıçlı omurga eğrilikleri ile ilgili çalışmalar genellikle idiyopatik omurga eğriliği bulunan hastalar üzerine yapılmıştır. 1938 yılında başlayan çalışmalarda ilk olarak Harrenstein, 46 hastalık serisinde iyi prognoza sahip olduğunu söylediği erken başlangıçlı omurga eğriliği tanımını yapmış ancak etyolojisi bilinmemesine rağmen idiyopatik sınıflamasını kullanmamıştır (75,76). İdiyopatik omurga eğriliği tanımı, James tarafından, 1951 yılında 33 hasta üzerinde yaptığı çalışma sonrasında kullanılmaya başlanmıştır. Bu çalışmada erken başlangıçlı idiyopatik omurga eğriliğinin, ergenlikte başlayan omurga eğriliklerinden farklı ve daha kötü prognoza sahip olduğunu bildirmiştir (77,78). 1955 yılında Scott ve ark., 28 hasta üzerinde yaptıkları çalışmada erken başlangıçlı omurga eğriliklerini düzelebilen veya ilerleyen omurga eğrilikleri olarak sınıflamışlardır (79). Çalışmada, eğriliğin sınıflaması için eğriliğe katılan omur sayısı, tepe omur rotasyonu, eğriliğin başlangıç yaşı ve progresyon hızı kullanılmıştır (Şekil 39).

DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF PROGRESSIVE AND RESOLVING INFANTILE IDIOPATHIC SCOLIOSIS

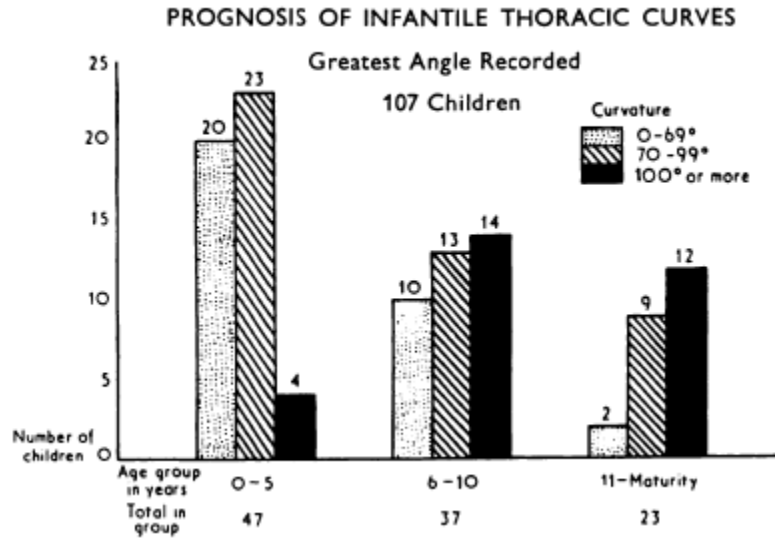
	Progressive	Resolving
Average age at diagnosis	15 months	5½ months
Average number of vertebrae in major curve	5	7½
Major curve measurement	More than 20 degrees	Usually less than 20 degrees
Degree of rotation of apical vertebrae .	Usually marked	Minimal

Şekil 39: Erken başlangıçlı omurga eğriliği olan hastaların eğrilikleri düzelebilen veya ilerleyen olarak sınıflamıştır. Tanı yaşı, tanı esnasındaki eğrilik derecesi, eğriliğe katılan omur sayısı ve tepe omur rotasyonu değerlendirmeye alınmıştır. 5 aylıktan küçük, minimal tepe omur rotasyonu ile beraber 20 dereceden küçük eğrilikler düzelebilen omurga eğriliği olarak bildirilmiştir.

(Şekil orijinal olarak JBJS 1955'ten alınmıştır)

James ve ark., 1959 yılında yaptıkları çalışmada, ilk defa erken başlangıçlı omurga eğriliği bulunan bir hastanın kadavrasını makroskopik ve mikroskopik olarak incelemişlerdir

(77). James ve ark., Scott ve ark. gibi erken başlangıçlı omurga eğriliklerini düzelebilen ve ilerleyen olarak sınıflamışlardır (Şekil 40). İnceleme sonrasında omurgada konjenital omur anomalilerine rastlanmamış sadece omurlarda rotasyon saptanmıştır (77). Çalışmada omurga eğriliği olan hastalar 3 yaş altında Risser alçısı, sonrasında ise 10 yaşına kadar Milwaukee ceket ile tedavi edilmiştir. Tedaviye cevabın hiçbir omurga eğriliğinde erken başlangıçlı omurga eğriliğinde olduğu kadar başarısız olmadığını bildirmişlerdir.



Şekil 40: James ve ark. erken başlangıçlı omurga eğrilikleri üzerine yaptıkları çalışma sonrasında prognoz hakkındaki şematik incelemesi. Erken başlangıçlı omurga eğriliği olan 107 hastanın yaşa ve eğriliğin derecesine göre sınıflaması.

Lloyd ve ark.'nın 1965 yılında yaptığı erken başlangıçlı omurga eğrilikleri çalışmasında; 100 hastadan 92'sinde eğrilikte spontan gerileme görülmüştür (80).

Diedrich ve ark.'nın erken başlangıçlı omurga eğriliği bulunan 34 hastanın ortalama 25 yıllık takip sonuçlarında, fizik tedavi ve ortez tedavisi arasında anlamlı farklılık olmadığı gösterilmiştir (81).

McMaster ve ark., erken başlangıçlı omurga eğriliği bulunan 27 hastada ilk önce ortez, sonrasında cerrahi uygulamışlardır. Çalışma sonucunda, ortez tedavisinin torakal eğriliği bulunan hastalarda, çift major eğriliği bulunanlara göre daha iyi kontrol sağladığını

bulmuşlardır (82). Bu çalışmada hastalara Edinburg ortezi kullanılmış ve omurga gelişimi tamamlandıktan sonra füzyon operasyonu yapılmıştır.

Thompson ve ark., erken başlangıçlı omurga eğriliklerinin prognozu üzerine yaptıkları çalışmada, omurga eğriliklerinin 4 yaşından önce 50 derecenin üzerinde olmasını kötü prognoz olarak değerlendirmiştir (83). Omurga eğriliğinin prognozunu belirlemede erkek cinsiyet, sol taraf eğrilik, düşük omurga eğriliği, omur kaburga açısının 20 dereceden az olması ve eğriliğin yaşamın ilk bir yılında saptanması, iyi prognoz faktörleri olarak bildirilmiştir (83).

Erken başlangıçlı omurga eğriliklerinde ortez tedavisi, seçilmiş hastalarda, özellikle 35 derece üzeri ve ilerleme potansiyeli olan omurga eğriliklerinde başarılı sonuçlar verebilmektedir (84).

Mehta, ilerleyen erken başlangıçlı omurga eğriliği olan 136 hastanın seri alçılama sonrasında 9 yıllık takiplerini yayımlamıştır (85). Dört yaş altında tedaviye başlanan hastalar tedaviye başlama yaşları dikkate alınarak iki gruba ayrılmıştır. Erken tedaviye başlanan grupta seri alçılama sonrası tam düzelme görülmüşken, tedaviye geç başlanan grupta erişkin dönemde %36 oranında cerrahi gerekmiştir.

Mehta'nın prognostik faktörleri, ilerleyebilen ve düzelebilen omurga eğriliklerinin ayırımında önem kazanmaktadır. Cobb açısının 25 dereceden, omur kot açısının ise 20 dereceden az olduğu olgular düşük ilerleme potansiyeli olan eğriliklerdir (28-30,81-85). Bu hastalar 4-6 aylık zaman aralıklarında direkt röntgenler ile izlenir. Takiplerde eğrilikte 10 dereceden fazla artma saptanması durumunda tedavi planlanmalıdır. Düzelebilen eğrilikler ise senelik röntgenlerle erişkin döneme kadar takip edilir (81-85).

Uygulanan ortez tedavilerine rağmen ilerlemeye devam eden omurga eğriliklerinde cerrahi tedavi kaçınılmaz hale gelir. Eğriliği 50 derecenin üzerinde olan hastalarda genellikle cerrahi tedavi gerekir (86,87). Cerrahi tedavide füzyonlu veya füzyonsuz yöntemler

kullanılabilir. Erken yaşta yapılan posterior omurga füzyonu sonrasında anterior bölümde büyümenin devam etmesiyle omurga eğriliğinde artma, 'crank shafting fenomeni' görülebilir (74). Erken başlangıçlı omurga eğriliklerinde 10 yaş altı füzyonlu cerrahi uygulaması yapıldığında, crank shafting fenomenini önlemek için cerrahiye anterior girişim eklenmelidir. Füzyonsuz cerrahilerde, uzayabilen rod uygulamaları, vertikal uzayabilen prostetik titanyum kaburga (VEPTR) kullanılabilir (29).

2.6.1.Cerrahi Dışı Tedavi

2.6.1.1.Ortez Uygulamaları

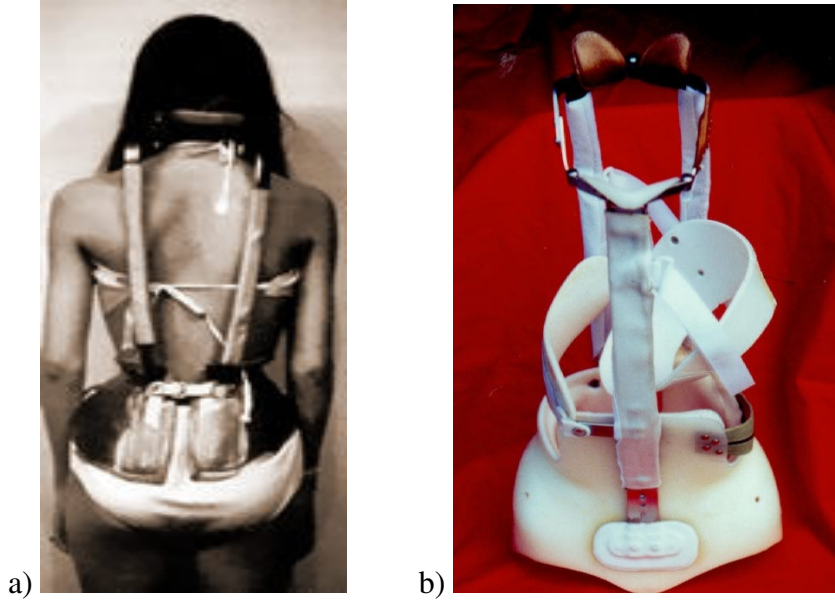
Ortez uygulamaları, konjenital omurga eğriliği bulunmayan erken başlangıçlı eğriliklerde, eğriliğin kontrolü amacıyla kullanılmaktadır. Ortez kullanımı kemiksel gelişim tamamlanana kadar eğriliği kontrol altında tuttuğundan cerrahide yapılacak işlemi de kolaylaştıracaktır.

Özellikle beş yaş altı omurga eğriliklerinde ortez tedavisi kullanılacaksa hastalarda ortez tedavisinin meydana getireceği sekonder toraks duvarı deformitelerine dikkat edilmelidir.

Erken başlangıçlı omurga eğriliklerinde hastaya uygun olarak hazırlanan Milwaukee ortezi kullanılmalıdır. Omurga eğriliğinin tepesindeki omur, pelvis ve boyun bölgelerine gelen düzeltici kuvvetler ile eğriliğin kontrolünde başarı sağlanmaktadır (Şekil 41). Özellikle 6 yaş altı uygulamalarda daha fazla hasta uyumu sağlanmaktadır.

Milwaukee ortezi ilk olarak 1948 yılında tanımlanmış olup, Blount ve Schmidt ortezi ameliyat sonrası koruma amaçlı kullanılmışlardır (88). 1958 yılında Blount tarafından omurga eğriliğinin tedavisinde kullanılmaya başlanmış, 1970 yılında Moe ve Kettleson tarafından ilk geniş tedavi serisi yayımlanmıştır (89).

Kettleson ve ark., retrospektif olarak inceledikleri idiyopatik omurga eğriliğine sahip 169 hastada, en iyi düzelmenin %97 oranında ortez kullanımının ilk 25 ayında sağlandığını, torakal ve lomber eğriliklerde üst torakal eğriliklere oranla daha fazla düzelme görüldüğünü bildirmişlerdir (89). Bu çalışmada ortez ile başarı elde etmede hasta uyumunun çok önemli olduğu vurgulanmaktadır (89).



Şekil 41:

- a) Milwaukee ortezinin klinik olarak uygulanması.
- b) Milwaukee ortezinin görünümü

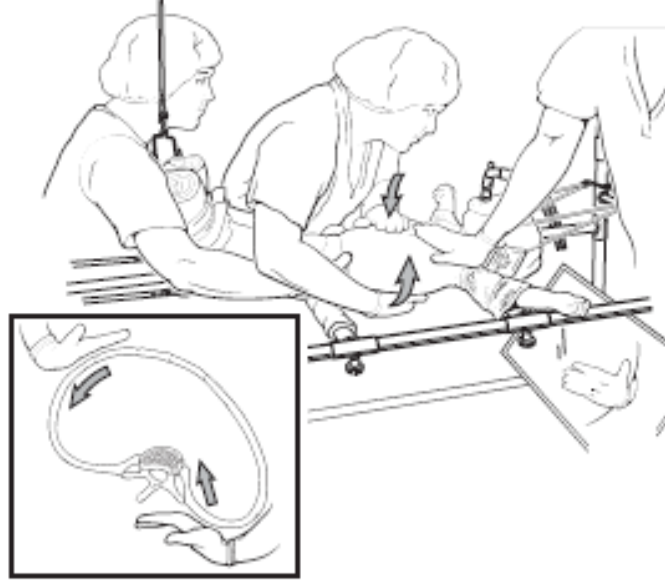
Nash, omurga eğriliklerinde ortez kullanımı üzerine yaptığı çalışmada, ortez kullanım endikasyonlarını, iskelet olgunlaşmasını tamamlamamış hastalarda eğriliğin 30 dereceden fazla olması veya eğriliğin artış eğilimi göstermesi, geniş eğriliklerde cerrahi müdahaleyi geciktirme amaçlı ve operasyon sonrası füzyon elde edilene kadar koruma amaçlı kullanım olarak belirtmiştir (90). Kontrendikasyonları ise kısa ve rijid omurga eğrilikleri, torakal kifozun azaldığı eğrilikler, uyum sorunu yaşanan hastalar ve konjenital deformitesi bulunan olgular olarak sıralamıştır (90).

2.6.1.2.Seri Alçılama

Ortez tedavisinin yetersiz kaldığı ilerleyen erken başlangıçlı omurga eğriliklerinde, seri alçılama yapılabilir. Anestezi altında seri alçılama, eğriliğin kontrolünde ve esnekliğin sağlanmasında faydalı olmaktadır. Seri alçılama sonrasında hastalar, daha düşük derecelerde omurga eğriliklerine sahip olduklarından ortez tedavisini daha kolay kabul etmektedirler (85). Seri alçılamada hasta alçıyı tam gün kullanmak zorunda kaldığından hasta uyumu sorunu yaşanmamaktadır. Mehta, seri alçılamayı omurga eğriliği tedavisinde başarılı bir yol olarak kabul etmektedir (85). 2 yaş altında her 2-3 ayda bir anestezi altında seri alçılama yapılır. Seri alçılama sonrası düzgün bir omurga sağlandığında, ortez tedavisine geçilir. 2 yaş üstünde ise alçılama 4 ayda bir anestezi altında yapılmaktadır (Şekil 42). Alçılama yapılırken alçının kurumadan önce elle adapte edilmesi önemlidir. Özellikle eğriliğin düzeltilmesi için üç nokta prensibine dikkat edilir. Alçı, hastanın çene altından başlayıp büyük trokanterler üzerinde sonlanır. Uygulamadan sonra alçının batın bölgesi ön taraftan açılmalı, olası superior mezenter arter sendromu ve nörolojik sorunlara karşı uyanık olunmalıdır. Alçı yapılırken traksiyona bağlı olarak brakial pleksus veya kraniyal sinir yaralanmaları görülebilir. Klasik Risser alçı uygulamasında mandibula ve kaburga komplikasyonları daha sık görülür. Mehta, Cotrel ve Morel tarafından tarif edilen, rotasyonu düzeltme esasına dayanan alçılama tekniğini geliştirerek kullanmaktadır. Mehta kendi tekniğini Twist and Shift olarak değerlendirmektedir.

İlk olarak Cotrel ve Morel, erken başlangıçlı omurga eğriliklerinde gelişebilecek yapısal omurga ve torakal deformiteleri engellemek için alçı tedavisini tariflemişlerdir (91).

Mehta, ilerleyen erken başlangıçlı omurga eğriliği olan 136 hastanın seri alçılama sonrasında 9 yıllık takiplerini yayımlamıştır (85). Mehta yöntemiyle seri alçılama yapılan hastaların 94'ünde tam, 42'sinde kısmi düzelme sağlanmıştır.



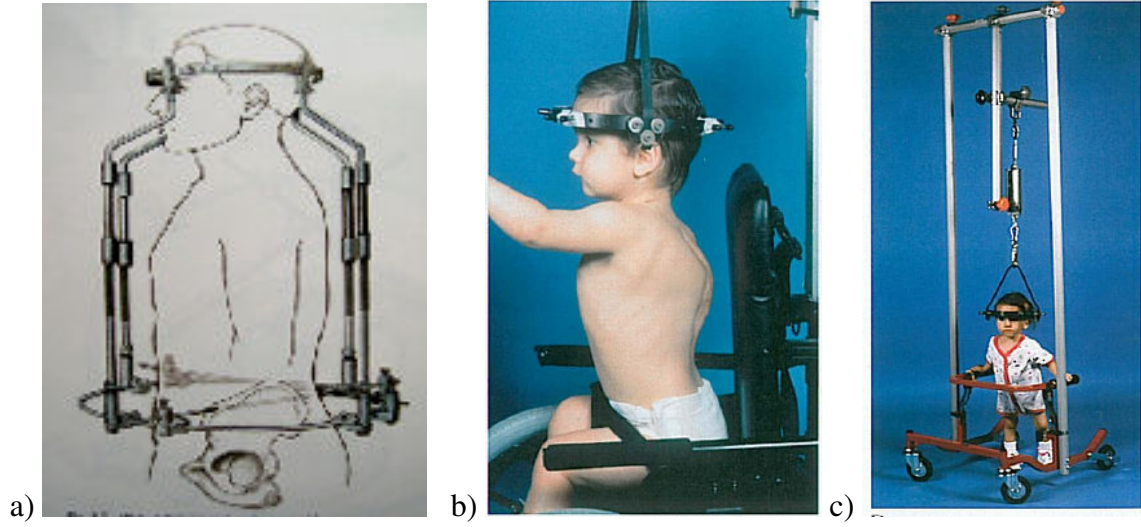
Şekil 42: Risser masasında traksiyon uygulanarak alçı yapımını gösteren şematik görünüm. Alçı yapımında rotasyon düzeltilmesine önem verilmektedir. (Mehta M, Morel G. In: Zorab P, Siezler D, eds. The non-operative treatment of infantile idiopathic scoliosis. London, Academic Press, 1979)

Saunders ve ark., ilerleyici erken başlangıçlı omurga eğriliği bulunan 55 hastanın alçılama ile tedavi sonuçlarını yayımladıkları çalışmalarında en az 1 yıllık takip sonrasında 9 hastaya cerrahi yapılması gerekmiştir. 20 aylıktan daha erken tanı koyulan ve 60 dereceden daha az eğriliği bulunan erken başlangıçlı omurga eğriliklerinde, seri alçılama ile tam düzelme sağlanabileceğini bildirmişlerdir (92).

2.6.1.3.Traksiyon Uygulaması

Erken başlangıçlı omurga eğriliklerinde kullanılan traksiyon yöntemi, halofemoral, halopelvik ve halogravity şeklinde yapılabilir. Traksiyon uygulaması, alçıyla kontrol altına alınamayan, 80 derece ve üzeri eğrilikler ile kifozla birlikte olan eğriliklerde cerrahi öncesi dönemde kullanılabilir (93). Eski bir tedavi yöntemi olan traksiyon, ilk olarak Stagnara tarafından tarif edilmiştir (94). Traksiyonda, kraniyal bölgeye 6 ila 8 pin yollanmakta,

kullanılacak yönteme göre distale de pin gönderilmektedir. Traksiyonda uygulanan kuvvet yavaş ve kademeli olarak artırılarak vücut ağırlığının %50'sine kadar ulaşabilir (Şekil 43).



Şekil 43: Halo traksiyon uygulama modelleri.

- a) halopelvik traksiyon
- b) halochair traksiyon
- c) halogravity traksiyon

(Şekil Tachdjian Pediatrics Orthopaedics'ten alınmıştır)

Halogravity traksiyonlar ilk olarak Sink tarafından tarif edilmiş, Rinella tarafından geliştirilmiştir (94,95). Her iki seride de eğrilik düzeltilmesi elde edilene kadar ağırlık artırımı yapılmış, herhangi bir nörolojik sorun görüldüğünde ağırlıklar azaltılmış ve sonuçta her iki seride de kalıcı nörolojik araz görülmemiştir. Bu yöntemle sadece operasyon öncesi dönemde eğrilikte azalma sağlanabileceği bildirilmiştir (94,95).

Halo-femoral traksiyon ise Mehlman ve ark. tarafından tarif edilmiştir (96). 24 hastada anterior gevşetme sonrasında traksiyon uygulanmış, traksiyon öncesi 95 derece olan Cobb açısı, traksiyon sonrası 44 dereceye gerilemiştir. Hastalara vücut ağırlıklarının ortalama %54'ü kadar ağırlıkla traksiyon uygulanmıştır.

2.6.2.Cerrahi Tedavi

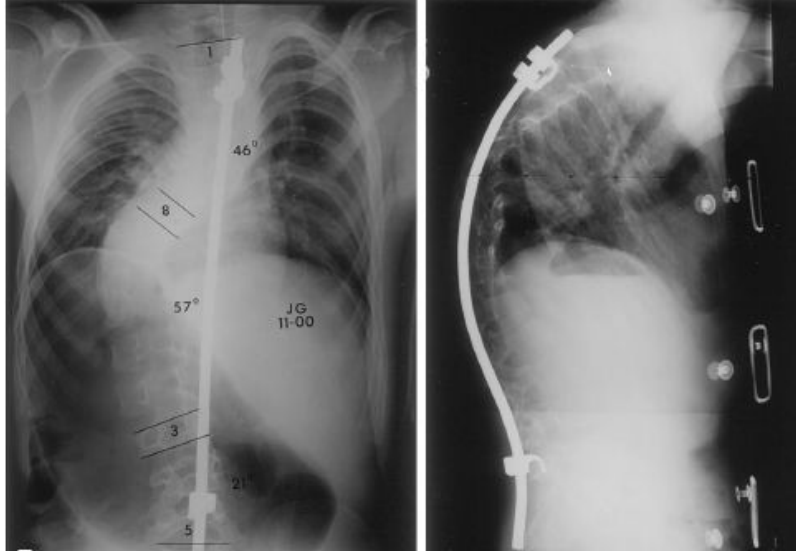
2.6.2.1.Füzyonsuz Cerrahi

Erken başlangıçlı ilerleyici omurga eğriliklerinde cerrahi tedavide amaç sadece omurga eğriliğini düzeltmek değil, beraberinde akciğer gelişimini sağlamak ve omurga büyüme potansiyelini korumaktır. Füzyonsuz cerrahi üç grupta incelenmektedir.

1. Distraksiyon temeline dayanan tekli veya çiftli olabilen uzayabilen rodlar ve VEPTR uygulamaları
2. Growth-guided temeline dayanan Shilla ve Luque trolley yöntemleri (Burada distraksiyon yapılmamakta vertebranın büyüme potansiyeli kullanılmaktadır)
3. Anteriodan yapılan büyüme durdurucu stapling ve tethering uygulamaları

2.6.2.1.1.Growing Rod Uygulamaları

Erken başlangıçlı omurga eğriliklerinin tedavisinde füzyon uygulanmadan yapılan cerrahi girişim, Moe tarafından Harrington rodunun sadece üst ve alt seviyelerde subperiosteal olarak ortaya konan omurlara kancaların yerleştirilmesi, rodun ise cilt veya fasya altından ilerletilerek bu kancalara adapte edilmesi esasına dayanır (Şekil 44). Arada kalan omurlar açılmadığı için füzyon olmayacağı düşünülmektedir. Omurga eğriliğinin düzeltilmesinde distraksiyon kuvvetleri kullanılmıştır. Eğrilikte ölçülen her 10 derecelik artmada veya her 6 aylık dönemlerde, kancaların bulunduğu seviyeler açılarak uzatma yapılmıştır. Hastalar tam zamanlı Milwaukee ortezi kullanarak dıştan korumaya alınmıştır. Bu grup hastalarda rod kırılmaları ve eğrilik bitimindeki omurlarda spontan füzyon görülmüş ancak tepe omurlarında füzyon görülmemiştir (19). Tekli uzayabilen rod uygulanan vakalarda proksimalde ve distalde çengeller kullanılmıştır (29,95,98). Blakemore ve ark., tekli uzayabilen rod uyguladıkları olgularda sınırlı tepe füzyonu yaparak daha başarılı eğrilik kontrolü sağlamış ancak komplikasyon oranında azalma görülmemiştir (29).



Şekil 44: Tek rod ve kanca ile uygulanan füzyonsuz cerrahi röntgeni. (Blakemore 2001)

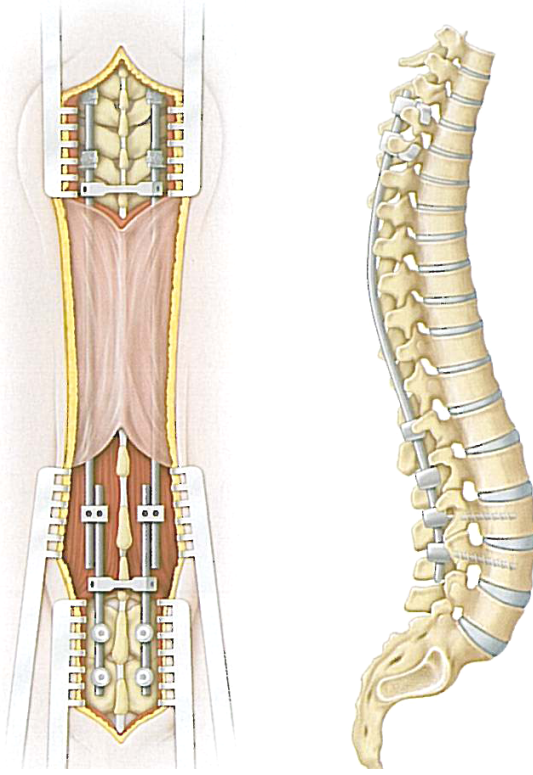
Tek rod ile yapılan çalışmalarda omur rotasyonunun kontrol altına alınmasının zorluğu bildirilmiştir (97). Moe'nın yaptığı çalışmada hastalardaki uzama miktarları belirtilmemişken, Klemme ve ark.'nın yaptığı tek rod uygulamalarında, 3,1 yıllık takiplerinde hastaların ortalama 5 kez opere edildiklerini, çalışma sonucunda ortalama 3,1 cm uzama elde edildiğini bildirmişlerdir (86). Minerio ve Weinstein, çalışmalarında 5 yıllık izlem sonrasında sadece 2 cm'lik bir uzama elde etmişlerdir (95). Thompson ve ark. ise 3 senelik izlem sonrasında ortalama 1,2 cm'lik uzama bildirmişlerdir (98). Tek rod uygulanan olgularda komplikasyon oranları %11-30 arasında verilmektedir (86,95,98). En sık görülen komplikasyon rod kırılması ve çengel (hook) çıkması olmuştur (86,95,98). Thompson ve ark., tek rod uyguladıkları çalışmalarında enstrümente edilen seviyelerde spontan füzyon geliştiğini bildirmişlerdir (100).

Tek rod uygulamalarında komplikasyon oranının yüksek olması ve omur rotasyonunu engellememesi nedeniyle Akbarnia ve ark. tarafından çift rod sistemi uygulanmaya başlamıştır (99). Akbarnia'nın tekniğinde tek veya iki adet orta hat insizyonu üst ve alt seviyeye uygulanır. Eğriliğin üst ve alt seviyelerine çengel veya pedikül vidaları, iki-üç

omuru içerecek şekilde yerleştirilir. Sistemin 'foundation bölgesi' denilen bu bölgelerine sentetik greft veya otogreft yerleştirilerek füzyon sağlanır. Rodlar kas içerisinden veya cilt altından ilerletilir. Akbarnia yaptığı çalışmada, her iki yöntem arasında komplikasyon veya sistemin başarısı üzerine anlamlı farklılık olmadığını bildirmiştir (102). İki adet roda uzayabilen tandem konnektör bağlantıları yapılarak sistem kilitlenir (Şekil 45). Operasyon sonrası hastalara, en az 6 ay olmak kaydıyla, foundation bölgelerinde solid füzyon görülene kadar ortez kullanımı önerilmektedir. Hastaların rutin uzatmaları 6 aylık aralarla yapılmıştır. Akbarnia yaptığı çalışmada ortalama 6,6 adet uzatma işlemi uygulamış, senelik ortalama 1,21 cm'lik uzama bildirmiştir (Şekil 46). Hastaların eğrilikleri operasyon öncesi 82 dereceden nihai operasyon öncesi 36 dereceye kadar gerilemiştir.

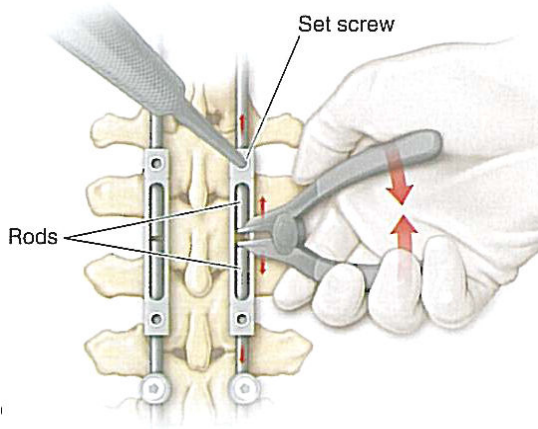
Thompson ve ark., tek rod ile iki rod uygulamalarını karşılaştırdıkları çalışmada; eğriliğin en iyi çift rod sistemi ile düzeltilebildiğini ve mevcut düzelmenin korunabildiğini bulmuşlardır (98). Aynı çalışmada tepe omur füzyonu uygulanan vakalarda eğrilikte sertleşme, crank shafting fenomeni ve yüksek komplikasyon oranından bahsedilmiştir. Erken başlangıçlı omurga eğriliklerinde, uzayabilen rod uygulamaları ile tepe füzyonunun beraber kullanılması yazarlar arasında bu yöntemin başarısı üzerine tartışma yaratmaktadır (102).

Bess ve ark., uzayabilen rod uygulamaları komplikasyonlarını yayınladıkları çalışmalarında, 83 hastada toplam 177 komplikasyon bildirmişlerdir (103). İkili rod uygulanan olgularda tek rod uygulanan olgulara oranla daha az implant ile ilgili sorun ve buna bağlı cerrahi girişim bildirilmiştir. İkili rodun subkutan yerleştirildiği vakalarda submusküler yerleştirilenlere göre daha yüksek oranda cilt sorunları ile karşılaşmıştır (103).



Şekil 45: Akbarnia tarafından tarif edilen çift rod uygulamasının arkadan ve yandan şematik görünümü. Distal bölgedeki konnektör bölgesinden rutin uzatmalar uygulanmaktadır.

Uzayabilen rod uygulamaları, kot füzyonları ile beraber çok sert konjenital omurga eğrilikleri, toraks yetersizlikleri, kemik gelişiminin tamamlanmasına az kalmış ileri yaş hastalar ile çok küçük ve kemik kalitesi zayıf olan hastalarda kontrendikedir (102).



Şekil 46: Akbarnia tarafından tarif edilen iki rod sisteminin uzatma konnektörlerinin 6 aylık dönemlerde uzatılma işleminin çizimi. Uzatmalar uzatma konnektörünün bulunduğu bölgeden distraktör yardımıyla yapılır.

Nihai operasyonda uygulanacak tedavi yöntemleri arasında rodların çıkartılıp yeni enstrümanlarla, segmenter enstrümantasyon ve füzyon uygulamak, enstrüman kullanmadan in situ füzyon yapmak veya füzyon yapmadan rodları çıkartmak sayılabilir (102). Ancak yazarlar, füzyon yapmadan rodların çıkartılması üzerine yeterli verinin olmadığını bildirmişlerdir. Nihai operasyonda cerrahın tüm spontan füzyon alanlarını araştırması, uzun seviyede füzyon veya fibrozis gelişmesi durumunda mevcut eğriliği düzeltmeden ve rodları çıkartmadan greftleme yapılması önerilmektedir (102).

Nihai füzyon zamanı veya uzatmalara ne kadar devam edilmesi gerektiği konusu ise tam belirlenmemiştir (102,104).

2.6.2.1.2.Genişleyebilen Torakoplasti Yöntemleri (Vertical Expandable Prosthetic Titanium Rib) (VEPTR)

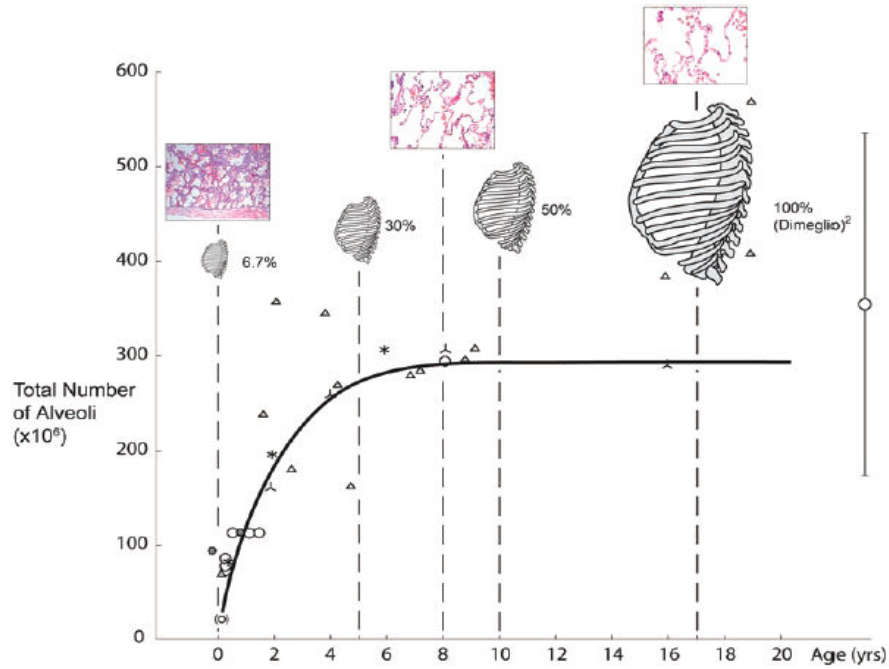
Bu yöntem ilk olarak, 1987 yılında ciddi omurga eğriliği ve toraks yetersizliği bulunan bir hastada Campbell ve ark.'nın uyguladığı steinman yardımıyla toraks uzatma işlemiyle literatüre girmiştir (105). Uygulanan distraksiyon, hem toraks duvarında genişleme hem de hastanın omurga eğriliğinde düzelme sağlamıştır. Buradan yola çıkarak distraksiyon yöntemiyle omurga uzunluğunun artırılması esasına dayanan VEPTR yöntemi geliştirilmiştir.

Omurga eğriliğinin ileri olmadığı durumlarda akciğer kapasitesi fazla etkilenmemiştir. Erken başlangıçlı omurga eğriliklerinden özellikle gelişiminde farklılık görülenlerde (exotic scoliosis), toraks duvarı etkilenmeleri görülebilir. Bu omurga eğriliklerinin üç planlı toraks incelemelerinde, konkav tarafta lateral fleksiyon kontraktürü ve hacim azalması, konveks tarafta ise buna adapte hacim artması görülmektedir. Beraberinde kotlarda füzyon veya kot eksiklikleri görülebilir. Bu tür hastalar normal omurga eğriliği tedavilerine cevap vermemektedir. Sadece omurga eğriliklerini düzeltmek, torakstaki sorunları çözmekte aksine toraks yetersizlikleri meydana getirmektedir (105).

Toraks yetersizliklerini daha iyi anlayabilmek için normal toraks gelişimine bakmak gerekir. Toraks gelişimi için düzgün artan torakal omurga yüksekliği, genişleyebilen kotlar ve bunların birbiriyle koordinasyonu gereklidir. Torakal omurga, toraksın uzunlamasına gelişmesine yardımcı olur. Doğumdan 5 yaşına kadar, yılda ortalama 1,4 cm, 6-10 yaş arasında 0,6 cm, 11-15 yaş arası ise 1,2 cm uzama gösterir. Bu uzama, erken başlangıçlı omurga eğrilikleri ve erken füzyon yapılan hastalarda negatif yönde etkilenecek toraksın yetersiz gelişmesine neden olur (48,105,106). Omurga eğriliklerinde, total akciğer kapasitesinin (TLC) etkilendiği restriktif tipte akciğer sorunları oluşmaktadır. Akciğer kapasitesindeki değişme, omurga eğriliğinin derecesine, etkilediği omurga sayısı ve bölgesiyle normal torakal kifozda yarattığı kayba bağlıdır (107). Total akciğer kapasitesindeki azalma, omurga eğriliğinin başlama yaşı ve eğriliğin kronikleşmesine bağlı farklı patofizyolojilerle gelişir. Erken başlangıçlı omurga eğriliğinin gelişimi akciğerin hızlı büyüme ve gelişme dönemine denk geldiğinde akciğer hipoplazileri görülmektedir (108). Akciğer total kapasitesinin azalması sonrasında 'residual volume' (RV) artışı ve yüksek RV/TLC oranı görülmektedir (109).

Yapılan çalışmalarda, akciğer fonksiyonlarının değerlendirilmesinde spirometrik veriler kullanılmıştır (108,109). Redding ve ark., erken başlangıçlı omurga eğriliklerinde iletişim zorluğu nedeniyle spirometrik yöntemlerin akciğer kapasitesini ölçme konusunda yetersiz olduğunu bildirmişlerdir (110). Bu hastalarda akciğer perfüzyon incelemelerinin yararlı olduğu bildirilmektedir. Redding ve ark.'nın, yaptıkları akciğer perfüzyon değerlendirmelerinde, Cobb açısından bağımsız olarak her iki akciğer lobu arasında farklılıklar olduğu ortaya konulmuştur (110). Campbell ve ark., yaptıkları çalışmada akciğer kapasitesinde gelişen yetersizliklerin, torakal bölgedeki kifoz değişikliklerine ve omurlarda meydana gelen rotasyona bağlı olduğunu bildirmişlerdir (111). Redding ve ark.'nın yaptıkları çalışma da bunu destekler yöndedir (110).

Doğumda alveoller, gelişimlerini %85 oranında tamamlamış olmalarına rağmen gelişimin bittiği nokta hakkında görüş birliği yoktur (48,105-107,111). Dimeglio, akciğer gelişimi üzerine yaptığı çalışmada, akciğer gelişiminin doğumdan sonra da devam ederek 5 yaşına kadar hızlı bir gelişim gösterdiğini bildirmiştir (48). Total akciğer hacmi, doğumda erişkin hacminin %6,5'i, 5 yaşında %30'u, 10 yaşında %50'si ve iskelet olgunlaşmasıyla %100'ü olur. Murray, akciğer kapasitesinin zamanla arttığını, total alveol sayısının hayatın ilk 5 senesinde hızlı bir artma göstererek 8 yaş civarında normal erişkin alveol sayısına ulaştığını bildirmiştir (112,113). Şekil 47'de alveoler gelişimin yaşa bağımlı gelişimi rakamsal ve histolojik olarak resmedilmektedir. 5 yaşından sonra yeni alveol gelişimi görülmezken, akciğer kapasitesinde hızlı bir büyüme gözlenir. Total akciğer kapasitesinin artmasında toraks büyümesiyle beraber alveollerin işlevselliğinin artması da rol oynar. 10 yaşında akciğer kapasitesi erişkindekinin %50'si iken, adolesan dönemde bu oran %100'e ulaşır.



Şekil 47: Akciğer alveoler gelişimi.

(Murray JF; Normal Lung; The basis for diagnosis and treatment of pulmonary disease. Saunders 1986, 2nd ed. p;47)

Toraks yetersizlik sendromu, toraksın normal akciğer gelişimi ve solunum fonksiyonunu tamamlayamamasıdır (48,49,105). Toraks yetersizliğine yol açan toraks deformiteleri, üç ana grupta incelenir.

Tip 1 deformite, tek taraflı kot eksikliğine bağlı hipoplazi ve omurga eğriliği vardır.

Tip 2 deformite, tek taraflı kot füzyonuna bağlı hipoplazi ve omurga eğriliği vardır.

Tip 3 deformite, konjenital olarak toraksın yüksekliği ve genişliği azalmıştır.

Şekil 48’de şema halinde orjinal metinden alınan sınıflama ve bu sınıflamalara göre örnekler gösterilmiştir. Tiplere göre akciğer hacim kayıp mekanizmaları, tip 1’de, akciğer hacim kaybıyla beraber akciğerin toraksta yerinin değişmesi, tip 2’de, birbirlerine bağlanmış kotlar yüzünden sıkışmış akciğer ve kısa hemitoraks, tip 3’te ise her iki hemitoraksta torakal yükseklik kaybı veya kotların birbirlerine bağlanması sonrası akciğerlerin sıkışması olarak bildirilmiştir (105,106).

Deformite tipi	Toraks yetmezliği	Akciğer hacmi kayıp mekanizması	Örnek
Type I (Kot eksikliği ve omurga eğriliği)	Tek taraflı toraks hipoplazisi	Akciğerin prolapsusu ile akciğer hacim kaybı	VATER*, konjenital omurga eğriliği ve kot eksikliği
Type II (Kot füzyonu ve omurga eğriliği)	Tek taraflı toraks hipoplazisi	Füzyon gelişen kotlar nedeniyle akciğer kapasitesinin kısıtlanması, kısa kalmış hemitoraks	VATER*, kot füzyonu, konjenital omurga eğriliği, torakotomi sonrası torakal omurga eğriliği, erken başlangıçlı omurga eğriliğine ikincil lateral fleksiyon kontraktürü
Type IIIa (Kısa toraks)	Global toraks hipoplazisi	Her iki hemitoraks kısalığından dolayı akciğer kapasitesinin kısıtlanması	Jarcho-levin sendromu, ciddi torakal kifoz
Type IIIb (Dar toraks)	Global toraks hipoplazisi	Kot deformiesinden dolayı lateral akciğer kapasitesinin kısıtlanması	Jeune torakal distrofi, toraks windswept deformitesi ile beraber omurga eğriliği

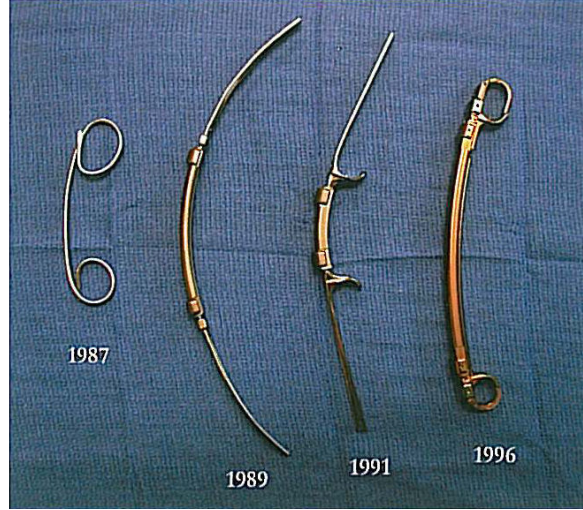
*VATER= Vertebra defekti, Anal atrezi, Özofagus atrezisiyle beraber trakeozofageal fistül, radial ve renal anomaliler.

Şekil 48: Toraks yetersizlik sendromuna neden olan toraks deformitelerinin sınıflaması ve bazı örnekleri

(Campbell RM Jr, Smith MD. Thoracic insufficiency syndrome and exotic scoliosis. J Bone Joint Surg 2007;89:108-22)

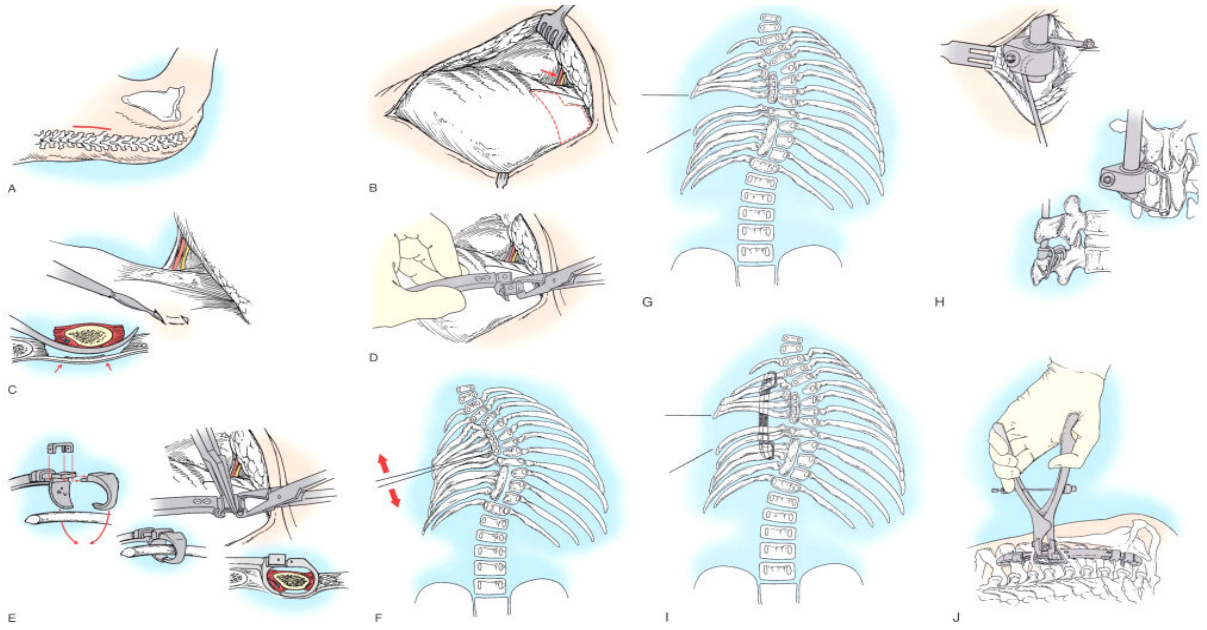
VEPTR torakoplasti yöntemi, özellikle erken başlangıçlı omurga eğriliklerinde ve füzyon olmuş kot varlığında uygulanabilir. Konkav hemitorakstaki kot füzyonları, transvers

yapılan kot osteotomileriyle serbestleştirilir. Uzunlamasına yerleştirilen bir rod yardımıyla distraksiyona başlanır. Bu distraksiyon sayesinde indirekt olarak omurga eğriliği düzelmektedir. Cihaza yılda iki kez uzatma işlemi yapılır (Şekil 48,49,50).



Şekil 49: Zaman içerisinde VEPTR yöntemi için kullanılan cihaz örnekleri
(Şekil Tachdjian Pediatrics Orthopaedics'ten alınmıştır)

Mayer ve ark., toraks yetersizlik sendromu olan olgularda yaptıkları VEPTR uygulamalarının erken dönem sonuçlarında, akciğer kapasitesinde anlamlı değişiklik olmadığını ancak Cobb açısında anlamlı düzelme sağlandığını bildirmişlerdir (114). Ramirez ve ark., spondilokostal displazisi olan olgularda uygulanan VEPTR sonrası akciğer kapasitesinde belirgin düzelme sağlanmadığını, buna karşın omurga eğriliğinde belirgin düzelme sağlandığını bildirmişlerdir. Toraks kafesinde meydana gelen stabilizasyon ve büyümeye izin vermesi nedeniyle VEPTR, toraks yetersizliği gelişmesini önlemektedir (115).

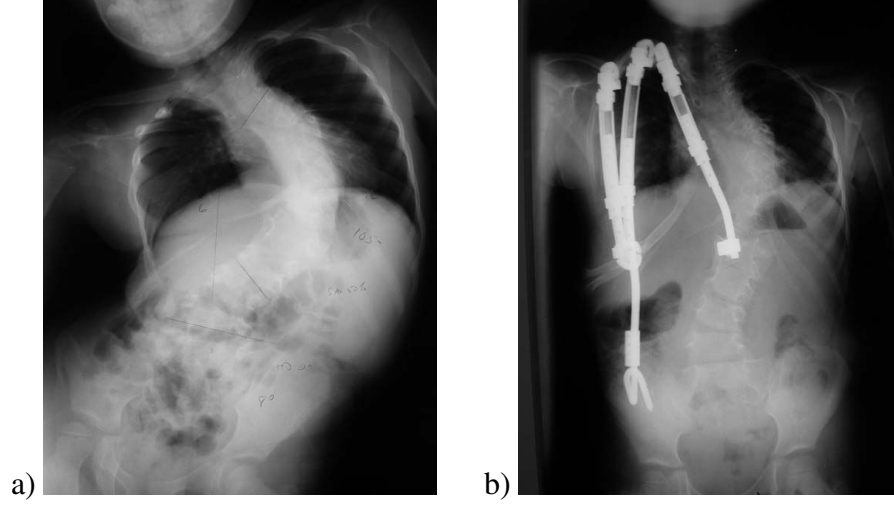


Şekil 50: : Campbell tarafından tarif edilen VEPTR uygulaması.

- A) Eğriliğin konveks tarafı yukarıda kalacak şekilde hasta hazırlanır.
- B) Torakostomi ile proksimal seviyeye ulaşılır.
- C,D,E) Proksimal kostaya VEPTR aracının kancaları yerleştirilir.
- F,G) Füzyon olan kostalar osteotomize edilir ve distrakte edilir.
- H) Lomber bölgeye VEPTR aracının kancaları yerleştirilir.
- I,J) VEPTR aracının distraksiyonu yapılır.

(Campbell's Operative Orthopaedics 11th edition 2007)

Yazıcı ve ark., çalışmalarında uzayabilen rod uygulamalarının, sadece omurga tutulumu bulunan esnek ve rezeksiyon yapılamayacak kadar uzun seviyede omur deformiteleri içeren olgularda uygulanabilecek güvenli ve başarılı bir yöntem olduğunu bildirmişlerdir. VEPTR uygulamalarının ise kot füzyonu, toraks yetersizlik sendromu, toraks duvarı sorunu olan omurga eğrilikleri ve sert konjenital omurga eğriliklerinde yapılmasının daha uygun olduğunu belirtmişlerdir (116).



Şekil 51: Erken başlangıçlı omurga eğriliği ve kot patolojisi olan hastada VEPTR uygulaması öncesi (a) ve sonrası (b) AP röntgenler.

(Campbell RM Jr, Smith MD. Thoracic insufficiency syndrome and exotic scoliosis. J Bone Joint Surg 2007;89:108-22)

2.6.2.2. In situ Füzyon

In situ füzyon, omurgada kısa bir omurga segmentini ilgilendiren ilerleyici omurga eğriliklerinin tedavisinde kullanılabilen güvenli bir yöntemdir. Özellikle tam segmente hemivertebralarda profilaktik olarak uygulanabilir. Konjenital omurga eğriliği bulunan hastalarda tarif edilen posterior füzyonlar ile başarılı sonuçlar bildirilmiştir (117). Winter ve ark., daha önce yapılan çalışmaların erken yaşta yapılmadığından yola çıkarak, 5 yaş altı omurga eğriliklerine uyguladıkları in situ füzyon sonuçlarını yayımlamışlar, omurga uzunluğunda kısalma dışında uzun dönem sonuçlarının iyi olduğunu bildirmişlerdir (118,119). Başarılı bir in situ füzyon için faset rezeksiyonu, dekortikasyon ve kemik grefti kullanarak füzyon gerekir. Kullanılan kemik grefti iliak kanattan alınabileceği gibi allogreftler de kullanılabilir. Her iki greft ile de benzer sonuçlar alınmıştır (119). Füzyon seviyesi hemivertebra olan segmentin bir alt ve bir üst omur seviyesini içine almalıdır. Füzyon esnasında implant kullanılabilir. İmplant kullanılan olgularda yüksek füzyon oranı ve ortez kullanım süresinde azalma gözlenmiştir (120). Yapılan çalışmalarda konjenital omurga

eğriliği bulunan olgularda enstrümantasyonun başarılı ve güvenli olduğu bildirilmiştir (120). Posteriodan füzyon uygulanacak vakalarda dikkat edilmesi gereken, anterior büyüme potansiyelinin varlığıdır (121). Anterior büyüme potansiyelini değerlendirmek için omurga endplatelerini direkt röntgen ve MRG (manyetik rezonans görüntüleme) ile değerlendirmek gerekir (121). Anterior büyüme potansiyeli olan hastalarda disk eksizyonu ile beraber anterior füzyon gereklidir (119,121). Konjenital kifoz olgularında teorik olarak crank shafting fenomeni gelişmeyeceğinden sadece posteriodan yapılacak in situ füzyonun güvenli bir yöntem olduğu vurgulanmaktadır (121).

Goldberg ve ark., in situ füzyon uygulanmış 43 hastanın retrospektif sonuçlarını yayımlamışlardır (122). In situ füzyon uygulanmış hastalara %26 oranında tekrar operasyon gerekmiş, füzyon uygulanmayan omurga seviyelerinde Cobb açısında artma görülmüştür (122). Oluşan eğrilik, füzyon yapılan segmenti içermekle beraber, eğriliğin tepesinde sebebi tam olarak açıklanamamış füzyona uğramamış omurga segmenti bulunmaktadır. In situ füzyon sonuçlarının başarısız olmasına neden olarak yanlış hasta seçimi ve cerrahi teknik hataları sürülmektedir. In situ füzyon, konjenital omurga deformitesi olan segmentte Cobb açısının ilerlemesine engel olmakla beraber büyümeyle gelişebilecek deformiteleri de engellememektedir (122).

2.6.2.3.Hemiepifizyodez

Hemiepifizyodez, omur büyümesinin kısmi olarak engellenmesi anlamına gelir. Konkav tarafta büyüme potansiyeli olmayan, kısa ve ilerleyici omurga eğriliklerinde kullanılabilir (119). Konveks hemiepifizyodezdeki tedavi prensibi, uzun kemik deformiteleri tedavisindeki prensiplere dayanır. Mekanik yükler altında büyüme plağı değişiklikleri, Hueter-Walkmann kanunları ile açıklanabilmektedir (52).

Andrew ve ark., konjenital omurga eğriliği bulunan hastalarda uyguladıkları anterior ve posterior hemiepifizyodez sonuçlarını yayımlamışlardır (123). Segmente olmayan omur kısımlarında Cobb açısında yeterli düzelme görülmemişken, kompleks vakalarda son Cobb açılarında artma görülmüştür. En iyi sonuç %98 oranında düzelme ile hemivertebral vakalarında alınmıştır. Lomber bölge yerleşimli olgular ile erken yaşta müdahale edilenlerde daha başarılı sonuçlar bildirilmiştir (123).

Üzümcügil ve ark., anterior ve posterior hemiepifizyodez uyguladıkları vakaların %41'inde gerçek epifizyodez elde edilmişken, %47'sinde sadece füzyon sağlanabilmiş, %12'sinde ise eğrilikte artma görülmüştür (124). Segmente olmayan omur içeren olgularda, konkav tarafta büyüme potansiyeli olmadığından, hemiepifizyodezin etkin olmayacağını bildirmişlerdir (124).

Cerrahi teknik olarak posterior yaklaşımla konveks taraftaki laminaya ulaşılır. Konveks tarafta faset rezeksiyonu ve dekortikasyon yapıp, greft ile füzyon uygulanır. Operasyon sonrası hastalar, 4-6 aylık sürelerle alçı veya ortez ile takip edilir (119). Yapılan çalışmalar sonrasında sadece posteriodan yapılan hemiepifizyodezin yeterli olmadığı, başarılı sonuç için mutlaka anterior hemiepifizyodezin eklenmesi gerektiği bildirilmiştir (119,123-126).

Keller ve ark., çalışmalarında 16 hastaya anterior ve posterior hemiepifizyodez uygulamışlardır (125). Hastaların cerrahi sırasındaki yaş ortalaması 4,8 (11 ay-13 yıl) yıl olarak bildirilmiştir. Çalışma sonucunda, %37 olguda eğrilikte azalma, %21 olguda eğrilikte artma görülmüş, %42 olguda ise eğrilikte değişme görülmemiştir. Hemiepifizyodezle kifozu ciddi olmayan hemivertebral olgularında başarılı sonuçlar elde edildiği bildirilmiştir (125).

Cheung ve ark., konveks hemiepifizyodez ile beraber, konkav tarafta distraksiyonu uygulamışlardır. Erken dönemde ciddi eğriliklerde koronal dengeyi sağlamakla beraber bu

teknikte eğriliklerin düzelmesi için konkav taraftaki büyümenin beklenmesi gerektiği belirtilmiştir (126).

Yazıcı ve ark., konveks hemiepifizyodez ile konveks tarafta uygulanan enstrümantasyon sayesinde anterior hemiepizyodeze gerek kalmadan başarılı sonuçlar aldıklarını bildirmişlerdir (127).

Hemiepifizyodez, en sık tek taraflı formasyon kusuru olan hemivertebralarda kullanılmalıdır. Segmentasyon kusuru olan olgularda, büyüme potansiyeli az olduğundan veya hiç olmadığından kullanılmamalıdır (126). Özellikle omurga gelişiminin %95'i ilk 5 sene içerisinde geliştiğinden hemiepifizyodezin 5 yaş altı olgularda yapılması gerektiği bildirilmiştir (128). Ancak son çalışmalarda 5 yaş üstü olgularda da başarılı sonuçlar bildirilmiştir (52). Hemiepifizyodezin 40 dereceden fazla omurga eğriliği bulunan olgularda bile başarılı sonuçlar verdiği bildirilmiştir (129).

2.6.2.4.Hemivertebra Eksizyonu

Hemivertebra eksizyonu, vücut dengesizliği ve eğrilikte artma ile giden konjenital omurga eğriliklerinde kullanılabilir başarılı bir yöntemdir. In situ füzyon ve hemiepifizyodezler eğriliği kontrol altına almak veya eğriliğin düzelmesi için büyüme potansiyelini kullanan yöntemlerdir. Bu yöntemle akut olarak deformitede düzeltme veya gövde dengesi sağlamak mümkün değildir (103,117-125).

Hemivertebra eksizyonu ilk olarak Royle tarafından tarif edilmiştir (130). Leatherman, iki aşamada anterior ve posterior yolla hemivertebra eksizyonu uyguladığı geniş serisinde başarılı sonuçlar bildirmiştir (131). Literatürde hemivertebra eksizyonunun anterior-posterior veya sadece posterior yolla yapılabileceğini savunan çalışmalar bulunmaktadır (119,132).

Hemivertebral eksizyonunda, anterior ve posterior yaklaşımların kombinasyonları uygulanarak çepçevre füzyon sağlanabilmektedir. Anterior ve posterior yaklaşım tek seansta uygulanabilir. Bollini ve ark., lomber bölge yerleşimli hemivertebral için anterior ve posterior yolla uyguladıkları rezeksiyon sonuçlarını başarılı olarak bildirirken, hemivertebral eksizyonunun, ciddi lokal deformite oluşmasını engellemesi ve uzun seviye füzyon gerektirmemesi için mümkün olan en erken dönemde yapılması gerektiğini bildirmişlerdir (133). Hedequist ve ark., hemivertebral eksizyonu yaptıkları 18 hastanın eğriliklerinde %70 düzelme sağlamışlar ve diğer yöntemlerle benzer sonuçlar aldıklarını bildirmişlerdir (134).

Anterior girişim, hemivertebral eksizyonu sonrası çepçevre füzyon sağlamakla beraber hastalara ek morbidite getirmektedir. Erken dönemde hemivertebral eksizyonu sonrası enstrümantasyon uygulanmasındaki sıkıntılar yüzünden posterior girişimler füzyon açısından yetersiz görülmüştür. Ruf ve ark., 2 yaş altı olgularda pedikül vidalarının güvenli olduğunu göstermişlerdir (135). Pedikül vidaları ile stabil tespit sonrası frontal ve sagittal planda mükemmel düzelme elde edilmektedir. Pedikül vidaları ile posteriordan yapılan stabilizasyonla beraber kısa seviye füzyon elde edilir.

Ruf ve ark., posterior hemivertebral eksizyonu ve transpediküler enstrümantasyon uyguladıkları 28 hasta bulunan serilerindeki eğriliklerde %72 düzelme bildirmişlerdir (136). Aynı hasta grubunda, 2 hastada yeni gelişen omurga eğriliği nedeniyle operasyon gerektiği, 3 hastada implant sorunu yaşandığı bildirilmiştir (136).

Hedequist ve ark., sadece posterior yaklaşımla hemivertebral eksizyonu sonrası implant sorunlarını en aza indirmek için üç rod ile stabilizasyon sağlamışlardır (137). Üç rod uygulama tekniği, erken yaşlarda hemivertebral eksizyonu sonrası meydana gelen açıklığı kapatmak için pediküllerin kompresyona dayanamayacağı olgularda uygulanan bir teknik olarak bildirilmiştir (137).

Lumbosakral bölgede yer alan hemivertebralar vücut dengesizliği yaratacağından eksize edilmelidir. Bu bölgedeki hemivertebra eksizyonları üst lomber ve torakal bölgedeki hemivertebra eksizyonlarına göre daha güvenlidir. Hemivertebra eksizyonu sonrasında omurga eğriliklerinde ve vücut dengesinde akut düzelmeler elde edilmektedir.

III-HASTALAR ve YÖNTEM

3.1.Hastalar

İstanbul Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı'nda, Mayıs 2003 ile Aralık 2009 tarihleri arasında erken başlangıçlı omurga eğriliği nedeniyle tekli veya çiftli uzayabilen rod uygulanmış 23 hasta çalışmaya alındı. Çalışmanın amacı, erken başlangıçlı omurga eğriliği tedavisinde, uzayabilen rod uygulaması sonuçlarının literatür eşliğinde değerlendirilmesi ve karşılaştırılmasıdır.

Çalışmaya dokuz (%39) erkek, 14 (%61) kadın olmak üzere toplam 23 hasta alındı. Hastaların tedavi başlangıcındaki yaş ortalaması 7,5+/-2,2 yıl idi. Ortalama takip süresi 36,5 +/-21,2 ay bulundu. Çalışmadaki hastaların tanıları 9 infantil, 2 juvenil, 10 konjenital, 2 nöromüsküler omurga eğriliği şeklinde idi. Hastaların biri hariç hepsine omurgaya yönelik ilk cerrahi işlem tarafımızdan yapıldı. Nihai operasyon yapılan hastaların takipleri sonlandırıldı. Hastaların demografik özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

3.2.Yöntem

3.2.1.Cerrahi Teknik

Nöroanestezi verilen hastalar, prone pozisyonda hazırlandıktan sonra skopi veya röntgen kontrolüyle rodun/rodların yerleştirileceği üst ve alt omurlar belirlendi. Bu seviyelere pedikül vidalarını yerleştirmek için orta hat insizyonu yapıldı. Paravertebral kaslar spinöz çıkıntılar üzerinden sıyrılarak faset eklemler ortaya kondu. Üst seviyede 1-3, alt seviyede 1-3 adet olmak kaydıyla transpediküler vidalarla tespit yapıldı. Tek rod uygulanan olgularda rodun, eğriliğin konkav tarafında olmasına dikkat edildi.

Tablo 1. Hastaların demografik dağılımları

Hasta	İsim	Yaş (yıl)	Ek hastalık	Cinsiyet	Skolyoz tipi	Rod sayısı	Eğrilik tipi
1	S.N.D.	8,7	-	K	Konjenital	1	Torakal
2	E.N.Ş.	7,2	-	K	İnfantil	1	Çift major
3	A.F.A.	7,4	Tip1DM	E	Konjenital	1	Torakal
4	M.U.M.	9,3	Artrogyozis	E	Nöromüsküler	1	Torakolomber
5	U.A.	9,6	-	E	Juvenil	1	Torakal
6	B.K.	10,3	Opere GKD	K	Juvenil	1	Çift major
7	İ.K.	5,1	Freeman sheldon	E	Konjenital	1	Torakolomber
8	E.G.G.	7,5	Larsen, servikal stenoz	K	İnfantil	1	Torakolomber
9	K.T.	9,2	-	K	İnfantil	1	Çift major
10	C.Y.	8,4	-	E	İnfantil	1	Torakal
11	B.H.	8	-	K	Konjenital	1	Torakal
12	F.A.	3,5	Tibia ve radius hemimeli	E	İnfantil	2	Torakolomber
13	M.T.İ.	3,6	Amniyotik band sendromu, kot füzyonu	E	İnfantil	1	Torakal
14	A.N.K	10	Myelomeningosel, L5 hemivertebr	K	Konjenital	2	Torakal
15	A.K.	4,9	Myelomeningosel	E	Nöromüsküler	2	Torakolomber
16	D.K.	10	-	E	Konjenital	2	Torakal
17	İ.Ç.	5,9	-	K	Konjenital	1	Torakolomber
18	E.B.	4,3	-	K	Konjenital	2	Lomber
19	Y.A.	9,2	PEV, CP, GKD	K	İnfantil	2	Lomber
20	F.Ö.	5,6	-	K	Konjenital	1	Çift major
21	N.İ.T.	9,7	-	K	Konjenital	2	Torakolomber
22	B.A.	6,6	-	K	İnfantil	2	Torakolomber
23	Ş.A.	9,8	-	K	İnfantil	1	Torakolomber

Enstrümanente edilecek seviyelere, eğriliğin tipine göre karar verildi. İki rod birbirine uzatma ara parçası yardımıyla bağlandı (Şekil 45). Bu sistem cilt altından ilerletilerek üst ve alttaki vidalara yerleştirilip kilitlendi. İlk uzatma bu vidalar üzerinden distraksiyon yapılarak elde edildi. İşlem sonunda kanama kontrolü yapılarak cilt, ciltaltı kapatıldı.

Uzatmalar 6-8 ay aralıklarla veya Cobb açılarında 10 dereceden fazla artış saptandığında yapıldı. Her uzatmada, ara parçanın olduğu yerden yapılan cilt insizyonu ile sistemde yaklaşık 1 cm uzama elde edildi (Şekil 46).

Nihai operasyon sırasında tüm eski implantlar çıkartılıp, uygun seviye tayinine göre posterior enstrümantasyon ve spongios allogreftler kullanılarak füzyon ameliyatı yapıldı.

3.2.2. Operasyon Sonrası Dönemde Rehabilitasyon ve Takip

Hastalar ameliyatın ertesi günü mobilize edilerek ayağa kaldırıldı. Tüm hastalara tam gün kullanmak kaydıyla TLSO verildi. Hastaların günlük yaşamlarında aktivite kısıtlaması yapılmadı ancak spor aktivitelerine kısıtlama getirildi. Hastalar operasyon sonrası 1. ay, 3. ay, 6. ay ve sonrasında 3'er aylık aralarla kontrollere çağırıldı. Kontrollerde hastalara korsesiz olarak standart ayakta ön-arka ve yan ortoröntgen filmler çekilerek klinik muayene yapıldı.

3.2.3. Hastaların Değerlendirilmesi

Hastaların değerlendirilmesi omurga eğriliğindeki düzelme miktarlarına göre yapıldı. Hastaların Cobb açıları, operasyon öncesi ve sonrası çekilen ortoröntgenlerde koronal ve sagittal planlarda ölçüldü. Omurganın sagittal ve koronal plandaki dengeleri değerlendirildi. Omur rotasyonları Nash-Moe yöntemi kullanılarak belirlendi. Röntgen ölçümleri tek bir araştırmacı tarafından yapıldı. İskelet gelişimi tamamlanan hastaların nihai operasyonları planlandı.

3.2.4. Sonuçların İstatiksel Değerlendirmeleri

Çalışmada elde edilen bulgular değerlendirilirken, istatistiksel analizler için NCSS (Number Cruncher Statistical System) 2007&PASS (Power Analysis and Sample Size) 2008 Statistical Software (Utah, USA) programı kullanıldı. Çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metodların (Ortalama, Standart sapma) yanısıra verilerin rod sayılarına göre karşılaştırılmasında Mann Whitney U test kullanıldı. Cobb açısının grup içi karşılaştırmalarında Friedman test ve iki gruba göre değerlendirmelerde ise Wilcoxon işaret test kullanıldı. Niteliksel verilerin karşılaştırılmasında ise Ki-Kare test kullanıldı. Anlamlılık $p<0.05$ düzeyinde değerlendirildi.

IV-BULGULAR

Çalışmaya yeterli takipleri yapılan 23 hasta alınmıştır. Hastaların 8'ine çiftli rod, 15'ine ise tekli rod sistemi uygulanmıştır. Hastalarımızın biri hariç diğerleri daha önceden omurga eğriliği için opere edilmemişti. İki hastadan birinde torakal bölgeden hemivertebral eksizyonu, diğerinde ise lomber hiperlordoz için düzeltici osteotomi sonrasında uzayabilen rod uygulaması yapıldı. Çalışmaya alınan hastaların omurga eğrilik sınıflamaları, 10 hastada konjenital, 9 hastada infantil, 2 hastada juvenil ve 2 hastada nöromusküler eğrilik şeklindeydi. Omurga eğrilik tipleri, 8 torakal, 9 torakolomber, 4 çift major eğrilik ve 2 lomber eğrilik şeklindeydi.

Hastaların tedavi başlangıcında ölçülen frontal plandaki Cobb açıları ortalama 64,8 (30-100) derece bulundu. Yine tedavi öncesi ölçülen torakal kifoz açıları ortalama 26 ((-35)-90), lomber lordoz açıları ortalama 35,2 ((-2)-80) derece bulundu. Operasyon sonrası ölçülen Cobb açıları ortalama 39,7 (17-80), kifoz ve lordoz değerleri ortalamaları sırasıyla 26 ((-13)-77) ve 28,1 (5-60) derece olarak bulundu (Tablo 2).

Tek rod uygulaması yapılan hastaların ameliyat öncesi frontal plandaki Cobb açıları ortalama 68 (44-100) derece, uzatma ameliyatlarından sonra erken dönemde ölçülen Cobb açıları ise ortalama 44,8 (30-76) derece olarak hesaplandı. Bu gruptaki hastaların son kontrol veya nihai operasyon öncesi yapılan ölçümlerindeki Cobb açı değerleri 62,3 (30-130) derece olarak bulundu. Ameliyat öncesi ölçülen torakal kifoz açıları ortalama 32,4 (-16-90) derece bulunurken, ameliyat sonrası bu değerler ortalama 33,7 ((-4)-77) derece bulundu. Aynı şekilde ölçülen lomber lordoz açıları ise sırasıyla 36,7 ((-2)-80) ve 29,8 (2-60) derece olarak hesaplandı. Bu grubun ortalama takip süresi 41,8 \pm 22,8 ay idi (Tablo 2).

Tablo 2: Hastaların ameliyat öncesi ve sonrası ölçüm değerleri

Hasta	İsim	Uzatma sayısı	Takip (Ay)	Preop Cobb (koronal plan)	Postop Cobb (koronal plan)	Preop kifoz	Postop kifoz	Preop lordoz	Postop lordoz	Üst seviye	Alt seviye	Kontrol Cobb	Nihayi op. öncesi Cobb	Sonuç
1	S.N.D.	1	14	90	60	0	17	15	2	T1	T11-12		75	Nihayi
2	E.N.Ş.	1	50	T60 L55	T45 L50	44	35	50	45	T5-6	L2-4	T50 L45	T61 L50	Çift Rod
3	A.F.A.	2	84	T80 L52	T68 L0	20	10	20	16	T1-2	T12-L1	T65 L35		Takip
4	M.U.M.	1	66	44	40	40	36	-2	48	T1-3	L2-4	30		Takip
5	U.A.	0	20	50	35	18	48	55	22	T2-3	T11-12		30	Nihayi
6	B.K.	1	39	T60 L53	T40 L30	34	35	50	35	T2-3	T12-L1		50	Nihayi
7	İ.K.	3	54	60	25	30	20	80	30	T1-2	L4-S1		55	Nihayi
8	E.G.G.	2	32	65	40	-16	-4	44	20	Servikal	L3-4		75	Nihayi
9	K.T.	2	23	T92 L82	T70 L60	90	60	35	30	T1-2	L3-4		T130 L100	Füzyon
10	C.Y.	2	24	100	55	87	77	54	60	T4-5	T12 L1		60	Nihayi
11	B.H.	3	42	78	60	68	54	46	30	T2-3	L3-4		50	Nihayi
12	F.A.	1	10	75	60	26	10	30	24	T2-3	L2-3	45		Takip
13	M.T.İ.	5	84	45	25	28	15	20	20	T3-4	L2	43	62	Çift Rod
14	A.N.K	2	41	55	30	-35	-13	10	5	T1-3	L3-İlyak	30		Takip
15	A.K.	3	42	64	40	30	30	30	30	T1-2	L4 5	45		Takip
16	D.K.	3	41	50	30	30	18	40	40	T2-3	T12-L1	30		Takip
17	İ.Ç.	4	25	72	50	20	30	32	40	T2	L5	43		Takip
18	E.B.	3	26	30	10	10	20	30	20	T11-12	L5	12		Takip
19	Y.A.	1	25	L70 T35	L35 T20	45	40	50	50	T11 L1	İlyak	T30 L60		Takip
20	F.Ö.	2	19	55	30	35	38	32	30	T2-3	T10	T30 L15	58	Çift Rod
21	N.İ.T.	0	5	56	17	10	20	30	20	T4-5	L4-5	24		Takip
22	B.A.	2	23	T70 L30	T20 L0	30	18	40	10	T2-4	L4-5	T20 L20		Takip
23	Ş.A.	2	52	70	30	20	35	20	20	T5	L3		65	Nihayi

Tablo 3. Rod sayısına göre Cobb açılarının değerlendirilmesi

Cobb Açısı	Rod Sayısı		⁺ <i>p</i>
	Tek Rod (n=15)	İki Rod (n=8)	
	Ort±SS (Medyan)	Ort±SS (Medyan)	
Preop	68,07±17,21 (65)	58,75±14,48 (60)	0,301
Postop	44,84±15,09 (40)	30,25±15,55 (30)	0,044*
Kontrol	55,80±25,37 (50)	32,38±10,11 (30)	0,007**
⁺⁺ <i>p</i>	0,001**	0,002**	
⁺⁺⁺ <i>Preop-Postop</i>	0,001**	0,012*	
⁺⁺⁺ <i>Preop-Kontrol</i>	0,021*	0,018*	
⁺⁺⁺ <i>Postop-Kontrol</i>	0,044*	0,500	
[*] <i>Mann-Whitney U test</i>	^{**} <i>Friedman test</i>		
⁺⁺⁺ <i>Wilcoxon signed Rank test</i>			
[*] <i>p<0,05</i>	^{**} <i>p<0,01</i>		

İkili rod uygulaması yapılan hastaların ameliyat öncesi frontal plandaki Cobb açıları ortalama 58,7 (30-75) derece, uzatma ameliyatlarından sonra erken dönemde ölçülen Cobb açıları ortalama 30,2 (17-60) derece olarak hesaplandı. Bu gruptaki hastaların son kontrol veya nihai operasyon öncesi yapılan ölçümlerindeki Cobb açı değerleri ortalama 38 (24-60) derece bulundu. Ameliyat öncesi ölçülen torakal kifoz açıları ortalama 18,3 ((-35)-45) derece bulunurken, ameliyat sonrası bu değerler ortalama 18,3 ((-13)-40) derece bulundu. Aynı şekilde ölçülen lomber lordoz açıları ise sırasıyla 32,4 (10-50) ve 24,8 (5-50) derece olarak hesaplandı. Bu grubun ortalama takip süresi 26,6 +/-14,2 ay idi (Tablo 2).

Tekli ve çiftli rod uygulanan hasta grupları ayrı ayrı incelendiğinde, her iki grubun preop koronal plan açıları ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı ($p>0,05$). Bu grupların postop Cobb açıları arasında ise istatistiksel olarak anlamlı fark

bulundu ($p<0,05$). Tek rod uygulanan hastaların postop Cobb açı ölçümleri daha yüksek bulundu.

Bu iki grubun kontrol Cobb açıları arasında da istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p<0,01$). Tek rod uygulanan grubun kontrol Cobb açıları daha yüksek ölçüldü.

İkili rod uygulanan grubun postop Cobb açıları ile kontrol Cobb açıları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p>0,05$).

Tek rod uygulanan grupta kontrol Cobb açıları postop Cobb açılarna göre daha yüksek bulundu. Cobb açısında ortalama $10,9\pm 19,3$ derece olan değişiklik istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,05$) (Tablo3).

Hastalara ortalama 1,95 (0-5) uzatma ameliyatı yapıldı. Uzatmalar 6-8 ay zaman aralıklarında veya takiplerde ölçülen Cobb açı değişimlerine göre yapıldı. Uzatma süreleri arasındaki ortalama zaman aralığı 13 (2-28) ay idi. İmplant sorunlarını gidermek için yapılan revizyonlar da uzatma zamanı hesaplamasına katıldı. Toplam 45 adet uzatma operasyonu yapıldı.

Tablo 4. Kifoz ölçümlerine ilişkin değerlendirmeler

Kifoz	Rod Sayısı		⁺ p
	Tek Rod (n=15)	İki Rod (n=8)	
	Ort±SS (Medyan)	Ort±SS (Medyan)	
Preop	34,53±29,04 (30)	18,25±24,38 (28)	0,315
Postop	33,73±20,74 (35)	17,88±15,04 (19)	0,106
⁺⁺ p	0,909	0,734	
Fark	0,80±15,40 (4)	0,37±13,37 (2,5)	0,846

⁺Mann-Whitney U test

⁺⁺Wilcoxon Signed Ranks test

Tek rod uygulanan grupta ortalama preop kifoz açıları ile erken postop dönemde ölçülen kifoz açıları ortalaması karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p=0.909$). Aynı şekilde iki rod uygulanan grubun preop ortalama kifoz açıları ile erken postop kifoz açıları karşılaştırıldığında anlamlı fark bulunmamıştır ($p=0.73$). Her iki sistemin uygulandığı gruplar karşılaştırıldığında kifoz açıları arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (Tablo 4).

Tablo 5. Lordoz ölçümlerine ilişkin değerlendirmeler

Lordoz	Rod Sayısı		⁺ <i>p</i>
	Tek Rod (n=15)	İki Rod (n=8)	
	Ort±SS (Medyan)	Ort±SS (Medyan)	
Preop	36,73±20,45 (35)	32,50±11,65 (30)	0,436
Postop	29,87±14,43 (30)	24,88±14,88 (22)	0,453
⁺⁺ <i>p</i>	0,124	0,042*	
Fark	6,87±22,0 (5)	7,62±9,97 (5,5)	1,000

⁺Mann-Whitney U test

⁺⁺Wilcoxon Signed Ranks test * $p<0,05$

Tek rod uygulanan grupta ortalama preop lordoz açıları ile erken postop dönemde ölçülen lordoz açıları ortalaması karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p=0.124$). İki rod uygulanan grubun preop ortalama lordoz açıları ile erken postop lordoz açıları karşılaştırıldığında anlamlı fark bulunmuştur ($p=0.042$). Her iki sistemin uygulandığı gruplar karşılaştırıldığında lordoz açıları arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (Tablo 5).

Hastaların erken postop kifoz ortalamaları ile son kontrolde yapılan ölçümlerinin ortalamaları karşılaştırıldı. Buna göre tek rod uygulanan grupta ortalama erken postop

ortalama kifoz açıları ile son kontrol ortalama kifoz açıları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p=0.030). Aynı şekilde iki rod uygulanan grubun erken postop ortalama kifoz açıları ile kontrol kifoz açıları karşılaştırıldığında anlamlı fark bulunmamıştır (p=0.09) (Tablo 6).

Tablo 6. Kifoz değişim ölçümlerine ilişkin değerlendirmeler

Kifoz	Rod Sayısı	
	Tek Rod (n=15)	İki Rod (n=8)
	Ort±SS (Medyan)	Ort±SS (Medyan)
Erken postop	33,73±20,74 (35)	17,88±15,04 (19)
Kontrol	42,93±25,96 (40)	19,37±13,99 (20)
⁺ p	0,030*	0,093

⁺Wilcoxon Signed Ranks test *p<0,05

Takipler sırasında 3 hastada tekli rod sisteminden ikili rod sistemine geçildi. İkili rod sistemine geçiş nedeni, iki hastada çift major eğriliğin kontrolünde yetersizlik, bir hastada ise implant yetersizliği idi. Eğrilik kontrolünde yetersizlik olan bir hastada aynı zamanda sagittal planda torakolomber geçiş bölgesinde kifoz görüldü.

Sekiz hastada uzatma operasyonları sonlandırılarak nihai operasyon yapıldı. Nihai operasyon yapıldığında hastaların ortalama yaşları 11 (10-14) yıldı. Bu gruptaki hastaların hepsine tekli rod sistemi uygulanmıştı. Bir hastaya nihai operasyonda anterior yaklaşım ile gevşetme, sonrasında posterior enstrümantasyon ve füzyon, diğer hastalara sadece posterior enstrümantasyon ve füzyon uygulandı. Nihai operasyon öncesi ortalama Cobb açısı 58,7 (40-75) derece ölçülen bu grubun ortalama takip süresi 34,6 (14-54) ay olarak hesaplandı.

Takiplerde çift major eğrilik nedeniyle tekli rod uygulanan bir hastada 23. ayında spontan füzyon geliştiği görüldü. Hastadaki uzatma sistemi çıkartılarak takibe alındı.

Tekli uzayabilen rod uygulanan üç hastada vida gevşemesi görüldü. İki hastaya nihai füzyon operasyonu yapılırken diğer hastaya ikili uzayabilen rod sistemi uygulandı.

Tekli rod uygulanan çift major eğriliğe sahip dört hastada enstrümantasyon sonrası lomber bölgede grade 1-2 olan omur rotasyonlarının grade 3-4'e yükselmiş olduğu görüldü. Artan omur rotasyonu sonrasında bir hastada ikili rod sistemine geçilirken, iki hastada nihai füzyon uygulandı. Bir hastada ise spontan füzyon geliştiği görüldü.

Artrogrypozis multipleks ve tip 1 diabetes mellitusu olan iki hastada, yara yeri sorunları, antibiyoterapi ve yara yeri debridmanlarıyla çözüldü. Bir hastada insizyonun distalinde rodun ele geldiği yerde cilt iritasyonu gelişti. Bu hastada distalde geçiş bölgesindeki kifoza da engellemek için bir alt seviyeye inildi. İkili uzayabilen rod uygulaması yapılan bir hastada, vücut dengesizliği gelişmesi üzerine enstrümantasyonun bir alt seviyeye inilmesi planlandı.

Takiplerde 7 hastada toplam 9 rod kırılması görüldü. Rod kırılması görülen olgularda uzatma zamanı beklenmeden rodlar yenileriyle değiştirildi. Bu olguların hepsi tekli rod uygulanan hastalardı. Bir hastada operasyon sonrası 1. ayda vida kapağının gevşemesi nedeniyle kapak revizyonu yapıldı. 3 hastada pedikül vidasında gevşeme görüldü. Vida gevşemesi görülen bir hastaya yaşının uygun olması nedeniyle nihai füzyon uygulandı. Vida gevşemesi görülen çift rod uygulanan vakaya uzatma ile beraber vida revizyonu, tek rod uygulanan vakaya ise çiftli vida geçiş yapıldı. Tek rod uygulanan bir hastada distalde yer alan pedikül vidasında kırılma görüldü ve yaşının uygun olması nedeniyle nihai füzyon uygulandı.

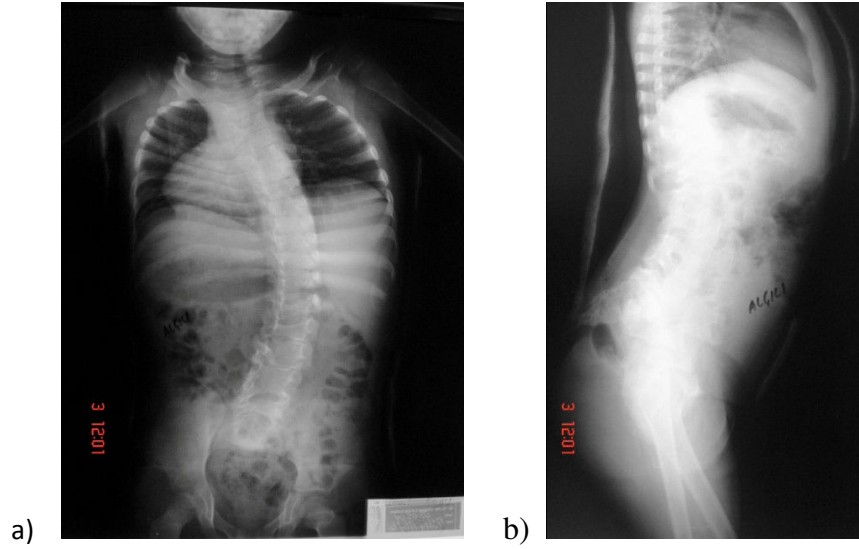
İlk operasyonlar sırasında üç hastada beyin omurilik sıvısı (BOS) kaçağı görüldü. Bir hastada menenjit tedavisi yapılması gerekirken, diğer hastalarda BOS kaçağının takiplerde spontan düzeldiği gözlemlendi.

Nihai operasyon yapılmayan, uzayabilen rod uygulanan 14 hastanın takipleri devam etmektedir.

V- ÖRNEK OLGULAR

Olgu 1

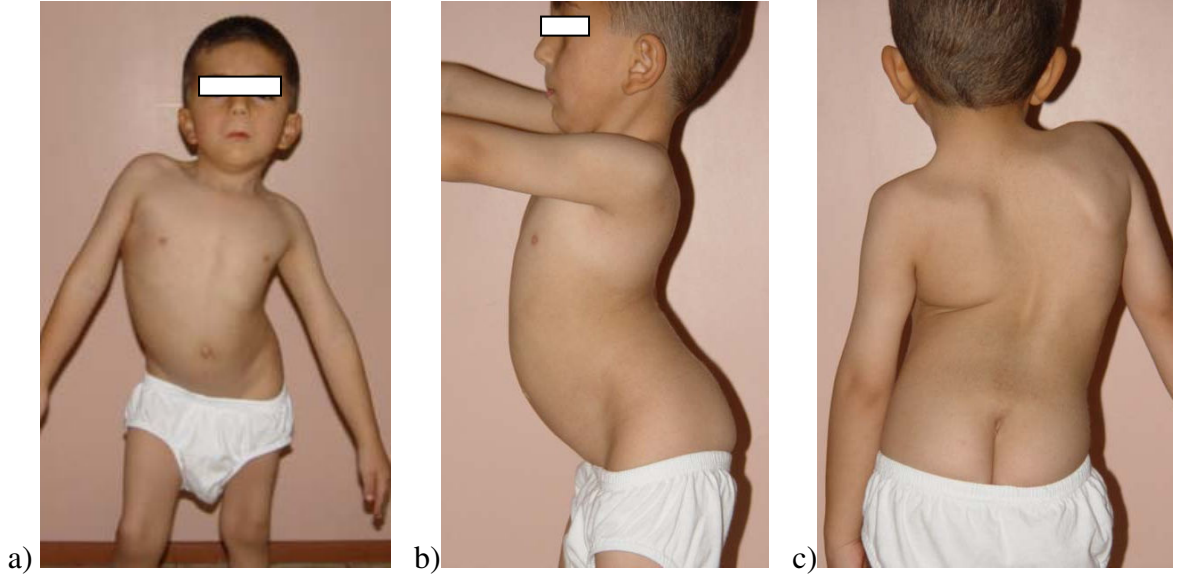
5 yaşında erkek çocuğu, erken başlangıçlı omurga eğriliği ve lomber bölgede hiperlordoz tanısı ile kliniğimize sevk edilmiş. Hasta miyadında SGA (düşük doğum ağırlığı) olarak doğmuş. Sol ayak deformitesi nedeniyle başka bir klinikte opere edilmiş. Doğumundan itibaren omurgasında eğrilik olduğu farkedilen hastaya 4 yaşında iken Risser alçısı uygulanmış fakat eğrilik kontrolünde başarı sağlanamamış (Şekil 52). Bunun üzerine hasta kliniğimize sevk edilmiş.



Şekil 52: Erken başlangıçlı omurga eğriliği olan hastanın Risser alçısı ile takip radyografisi.

- a) AP grafisi
- b) Yan grafisi

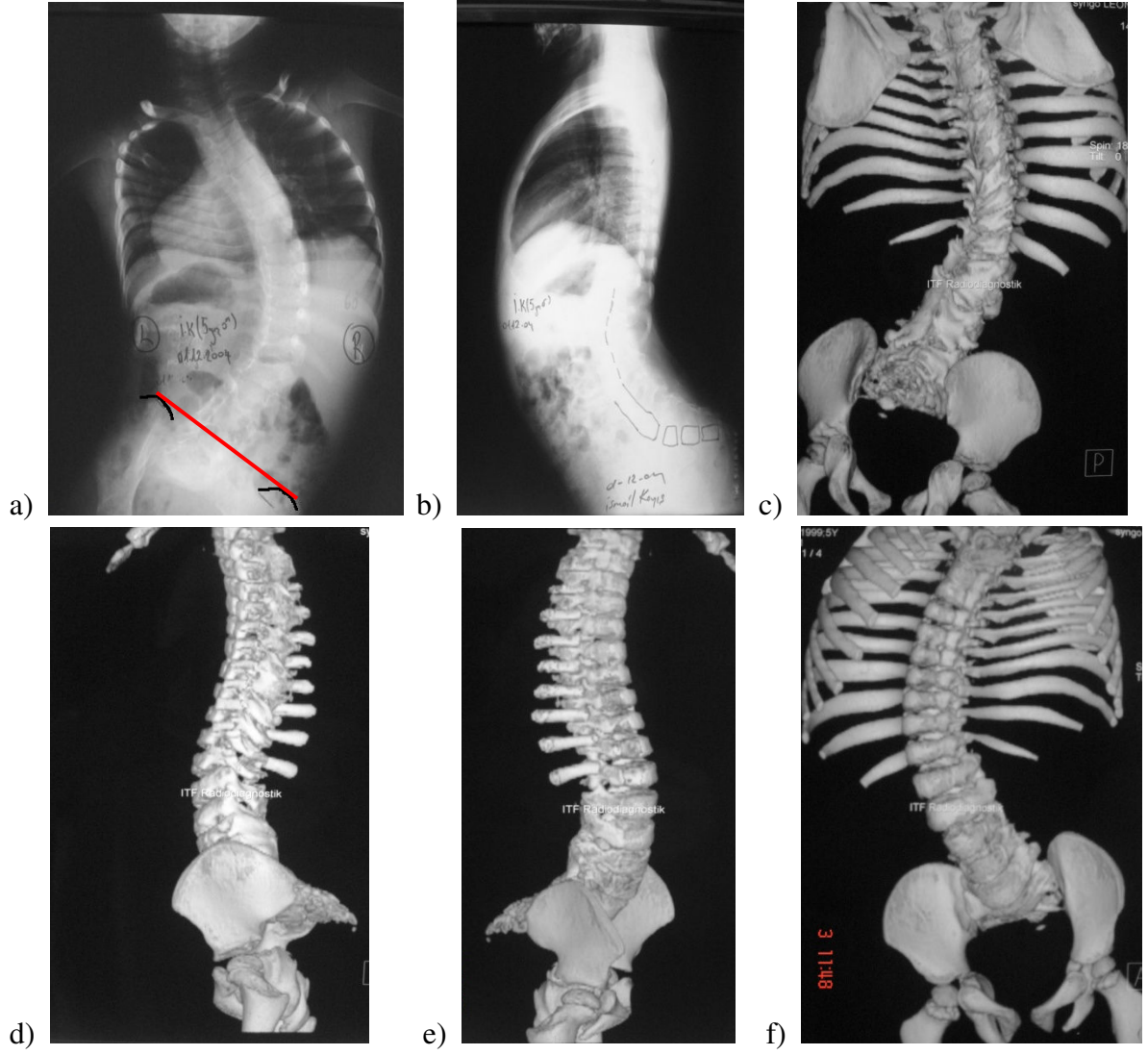
Hastanın ilk operasyon öncesi yapılan muayenesinde; torakolomber bölgede açıklığı sola bakan skolyotik eğrilik, sağda torakal hump, pelvik çarpıklık, hiperlordoz, omuz asimetrisi saptandı. Normal nörolojik muayene bulguları mevcuttu (Şekil 53).



Şekil 53: Erken başlangıçlı omurga eğriliği olan hastanın operasyon öncesi klinik görüntüleri.

- a) Hastanın önden görünümünde omuz ve vücut asimetrisi görülmekte.
- b) Hastanın yandan görünümünde lomber bölgede hiperlordoz görülmekte.
- c) Hastanın arkadan görünümünde omuz asimetrisi, sağ omurga eğriliği, pelvik çarpıklığı ve sağ skapula elevasyonu görülmekte.

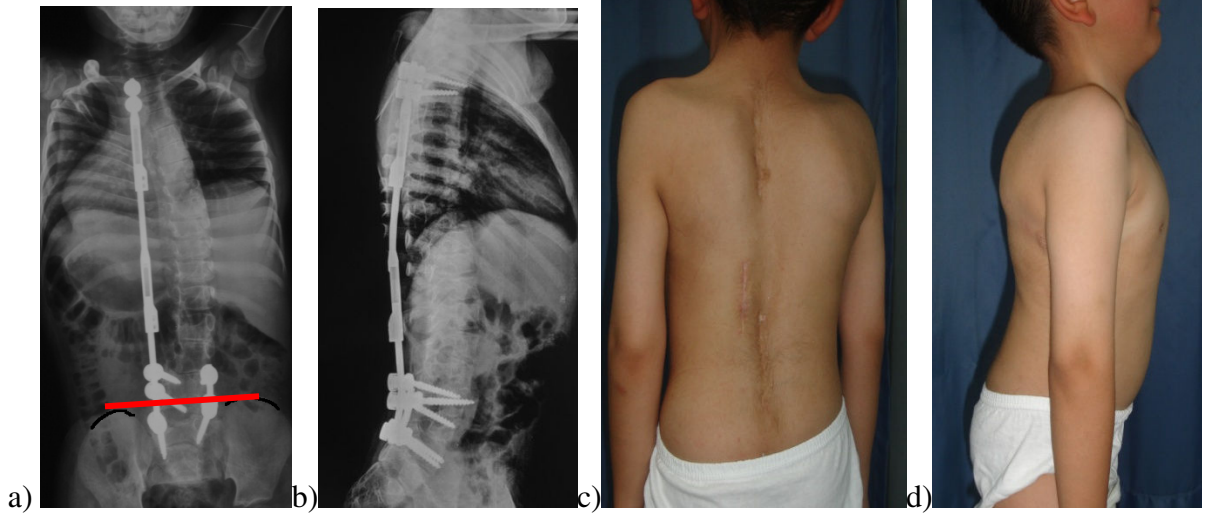
Omurga eğriliğinin değerlendirilmesi için ayakta ortoröntgen çekilen hastaya, lomber bölgedeki hiperlordozu daha iyi değerlendirebilmek için bilgisayarlı tomografi (BT) incelemesi ve intramedüller sorunları değerlendirmek için manyetik rezonans görüntüleme (MRG) yapıldı (Şekil 54). Hastanın operasyon öncesi frontal torakolomber Cobb açısı 60 derece, kifoz ve lordoz açıları sırasıyla 30 ve 80 derece olarak ölçüldü.



Şekil 54: Operasyon öncesi çekilen radyografiler.

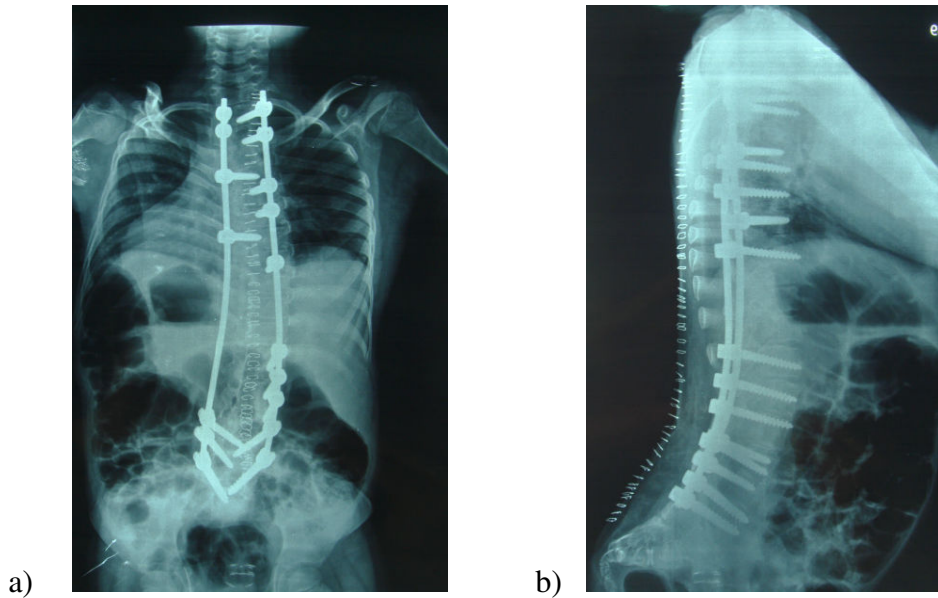
- a) Ayakta çekilen AP ortoröntgen.
- b) Ayakta çekilen yan ortoröntgen.
- c) Bilgisayarlı tomografi ile arkadan görünüm.
- d, e) Bilgisayarlı tomografi ile yandan görünüm.
- f) Bilgisayarlı tomografi ile önden görünüm.

Hastaya L5-S1 seviyesinden düzeltici osteotomi ve T1-S1 arasına tekli uzayabilen rod uygulandı. Operasyon esnasında ve operasyon sonrasında komplikasyon görülmedi. Operasyon sonrası hastanın omurga eğriliği 25 dereceye, kifoz ve lordoz açıları ise sırasıyla 20 ve 30 dereceye geriledi (Şekil 55).



Şekil 55: Operasyon sonrası dönemde çekilen ortoröntgen (a,b) ve klinik resimler (c,d) şekilde görülmektedir.

54 aylık takip sonrası kontrollerinde rod kırılması saptanan hastada, yaşının uygun olması üzerine, nihai füzyon operasyonu yapıldı. Nihai operasyonda T1-S1 posterior enstrümantasyon ve spongioz allogreftler ile füzyon amaçlı grefonaj yapıldı (Şekil 56).



Şekil 56: T1-S1 posterior enstrümantasyon uygulanan hastanın operasyon sonrası dönemde ayakta çekilen AP (a) ve lateral (b) ortoröntgen filmleri görülmekte.

Olgu 2

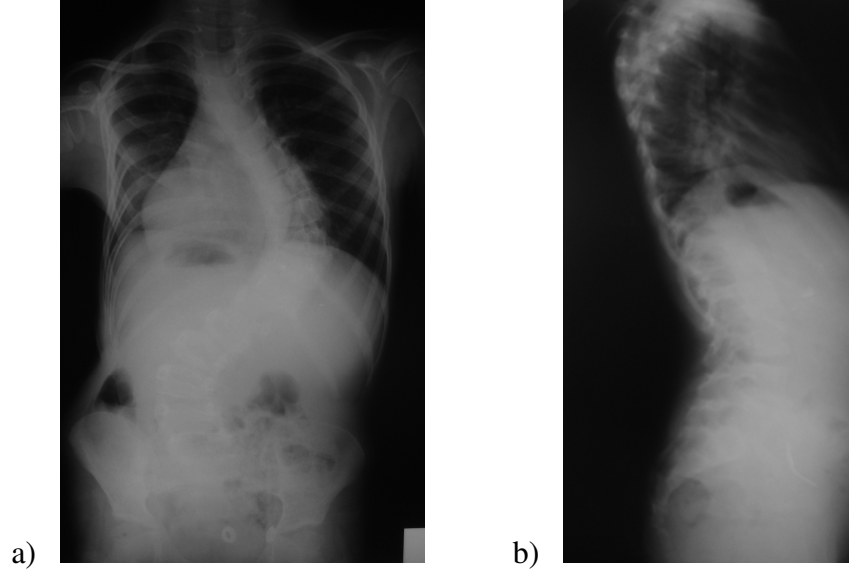
7 yaşında kız çocuğu, kliniğimize erken başlangıçlı omurga eğriliği nedeniyle sevk edilmiş. 2 senedir breys tedavisi verilen hastanın eğriliğinde artma saptanmış. Hastanın ilk operasyon öncesi yapılan fizik muayenesinde; torakolomber bölgede açıklığı sola bakan eğrilik, sağ torakal hump, omuz asimetrisi saptandı. Normal nörolojik muayene bulguları tespit edildi (Şekil 57).



Şekil 57: Hastanın operasyon öncesi çekilen fotoğrafları.

- Önden çekilen fotoğrafta omuz asimetrisi görülmekte.
- Yandan çekilen fotoğraf görülmekte.
- Arkadan çekilen fotoğrafta açıklığı sola bakan torakolomber skolyotik eğrilik, omuz asimetrisi ve sağ skapula elevasyonu görülmekte.
- Arkadan öne fleksiyon durumunda çekilen fotoğrafta sağ torakal hump görülmekte. Çizgi ile toraks asimetrisi gösterilmiştir.

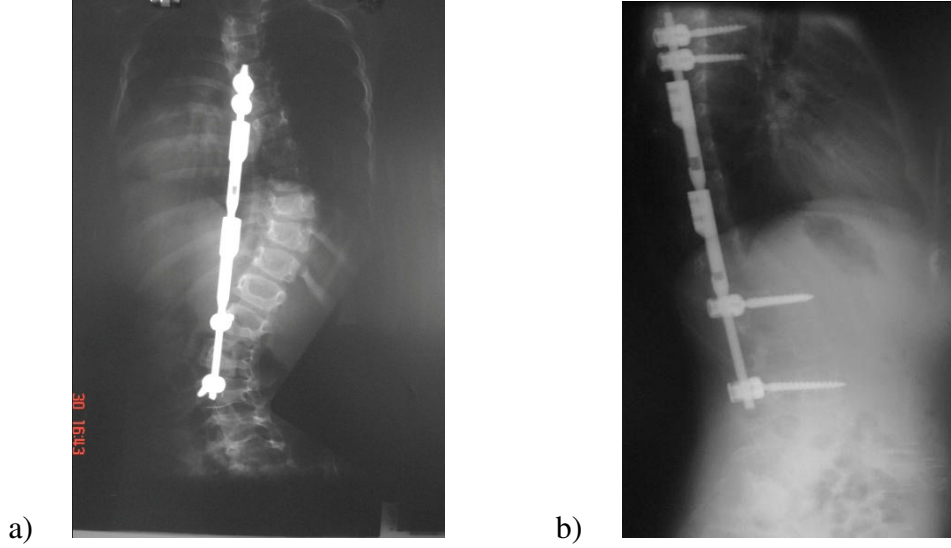
Omurga eğriliğinin değerlendirilmesi için ayakta ortoröntgen çekilen hastaya olası intramedüller sorunları değerlendirmek için de MRG yapıldı. Hastanın operasyon öncesi frontal plan Cobb açıları torakalde 60 derece, lomberde 55 derece, torakal kifoz ve lomber lordoz açıları ise sırasıyla 44 ve 50 derece olarak ölçüldü (Şekil 58).



Şekil 58: Hastanın operasyon öncesi ayakta çekilen ortoröntgenleri

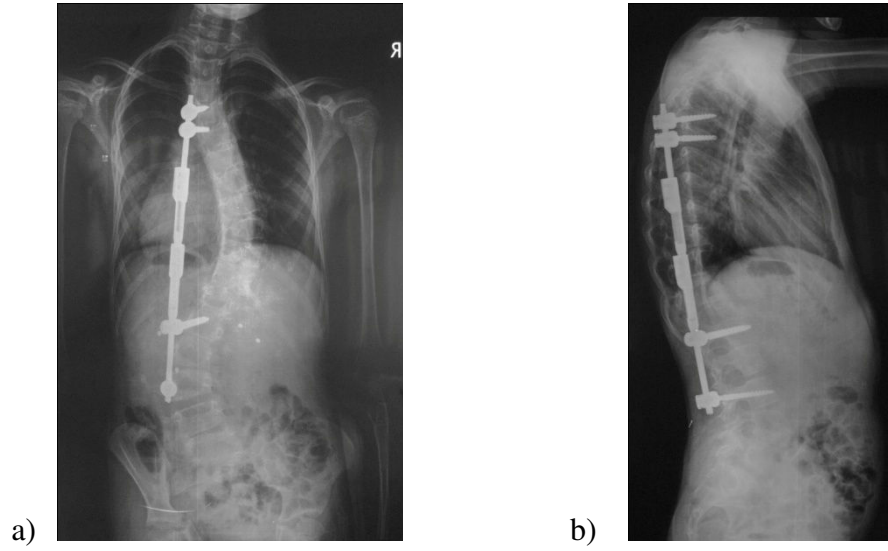
- a) AP grafisi
- b) Yan grafisi

Hastaya T4-L4 arasına tekli uzayabilen rod uygulandı (Şekil 59). Operasyon esnasında ve sonrasında komplikasyon görülmedi. Operasyon sonrası hastanın omurga eğriliği torakalde 45 dereceye, lomberde 50 dereceye, kifoz ve lordozu ise sırasıyla 35 ve 45 dereceye geriledi.



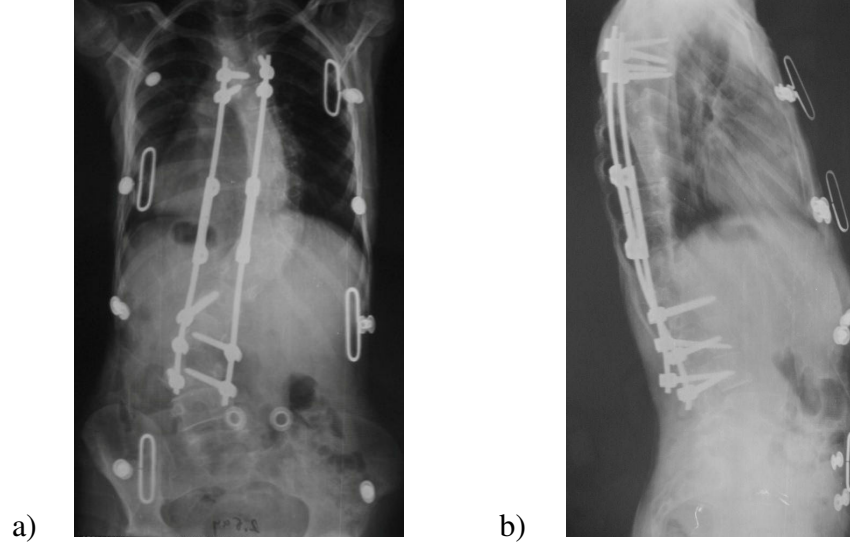
Şekil 59: Operasyon sonrası dönemde hastanın çekilen direkt AP (a) ve yan (b) grafileri

Hastanın 50 aylık takibi sonrasında kontrollerinde eğrilikte ve omur rotasyonunda artma saptanması üzerine ikili uzayabilen rod sistemine geçildi (Şekil 60). Hastanın kontrollerinde ölçülen Cobb açısı torakal bölgede 61 derece, lomber bölgede 50 derece idi.



Şekil 60: Hastanın kontrollerde çekilen ayakta ortoröntgen AP (a) ve yan (b) grafileri görülmekte. Kontrollerde eğrilikte artma saptanmıştır.

Kontrollerde tekli uzayabilen rod ile eğrilik kontrolü sağlanamayan hastada çiftli rod sistemine geçildi. Operasyon sonrası ölçülen Cobb açısı torakal ve lomber bölgede 50 derece idi (Şekil 61).

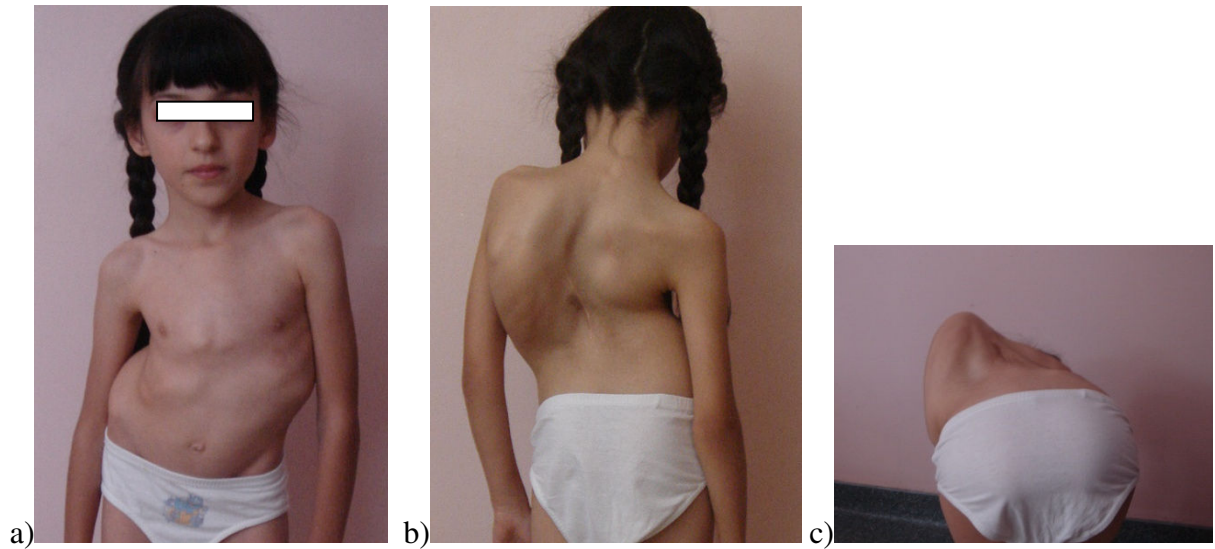


Şekil 61: Hastanın ikili rod sistemine geçtikten sonraki ayakta ortoröntgen AP (a) ve yan (b) grafileri.

Olgu 3

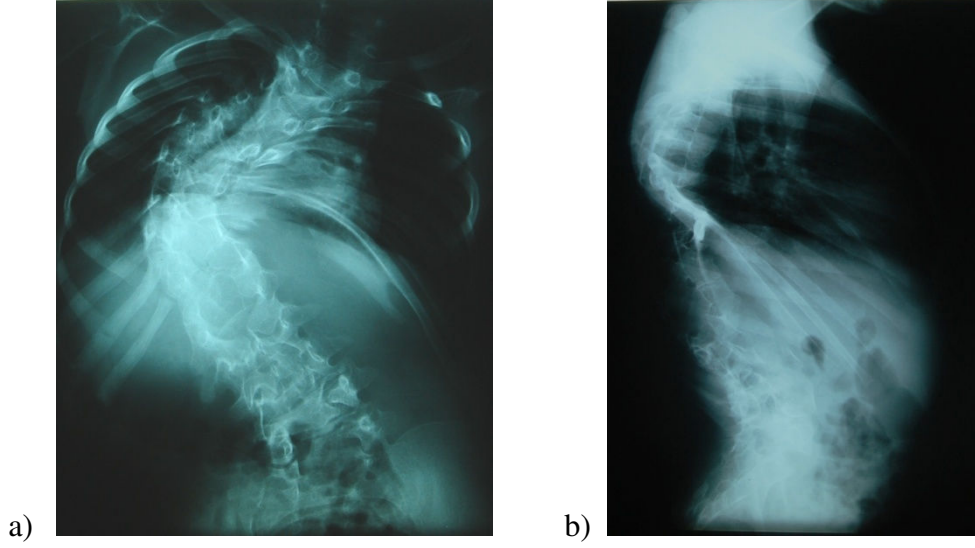
8 yaşında kız çocuğu, kliniğimize sırtındaki deformite nedeniyle getirildi. Yapılan tetkikleri sonucunda erken başlangıçlı omurga eğriliği saptandı. Hastanın ilk operasyon öncesi yapılan muayenesinde; açıklığı sağa bakan torakal omurga eğriliği ve solda torakal hump, omuz asimetrisi, her iki ayakta pes kavovarus ve özellikle sol ayakta pes adduktus deformiteleri saptandı. Hastanın nörolojik muayenesinde normal bulgular mevcuttu.

İntramedüller sorunları değerlendirmek için yapılan MRG'de gergin kord saptanması üzerine hasta ilk önce beyin cerrahisi tarafından opere edildi. Tekrar ortopedi birimine sevk edilen hastanın omurga eğriliğinin değerlendirilmesi için çekilen ortoröntgen filmlerinde frontal Cobb açısı 78 derece, kifoz ve lordozu sırasıyla 68 ve 46 derece olarak ölçüldü (Şekil 62 ve 63).



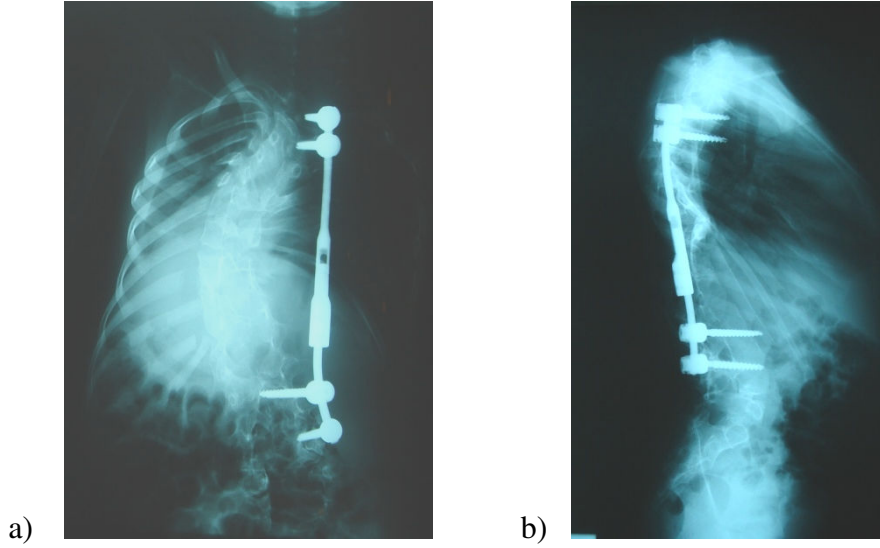
Şekil 62 : Operasyon öncesi hastanın çekilen fotoğrafları.

- Hastanın önden görünümünde omuz ve vücut asimetrisi görülmekte.
- Hastanın arkadan görünümünde omurga eğriliği ve sol tarafta skapula elevasyonu görülmekte.
- Hastanın arkadan öne fleksiyon pozisyonunda (Adams forward bending test) sol taraftaki torakal hump görülmekte.



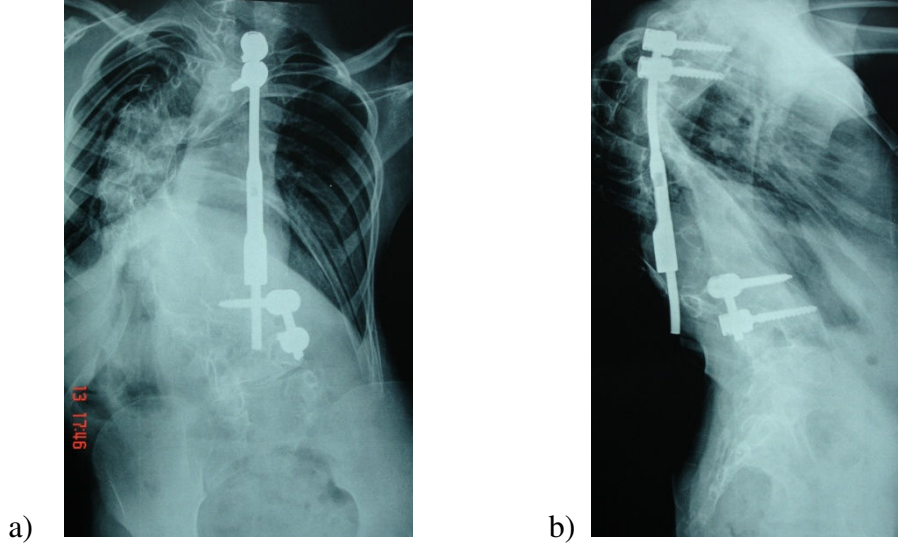
Şekil 63: Operasyon öncesi hastanın ayakta çekilen direkt AP (a) ve yan (b) ortoröntgenleri.

Hastaya T2-L4 arasına tekli uzayabilen rod uygulandı (Şekil 64). Operasyon sonrası hastanın omurga eğriliği 60 dereceye, kifoza ve lordoza ise sırasıyla 54 ve 30 dereceye geriledi.



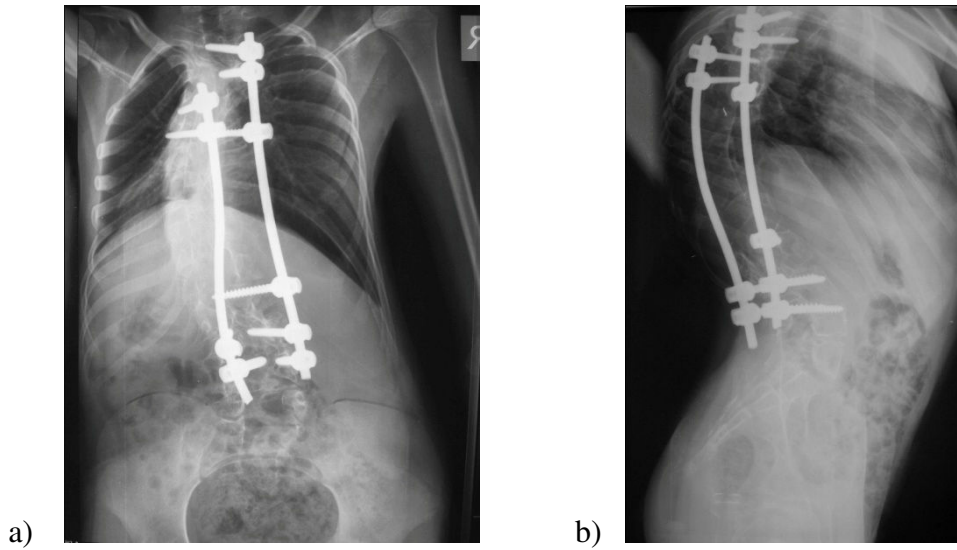
Şekil 64: Operasyon sonrası dönemde hastanın çekilen direkt AP (a) ve yan (b) grafileri

Hastanın takipleri esnasında hastada iki kez rod kırılması nedeniyle revizyon yapılması gerektiği (Şekil 65).



Şekil 65: Hastanın kontrollerde çekilen ayakta ortoröntgen AP (a) ve yan (b) grafilerinde tekli rodta kırık olduğu görülmekte.

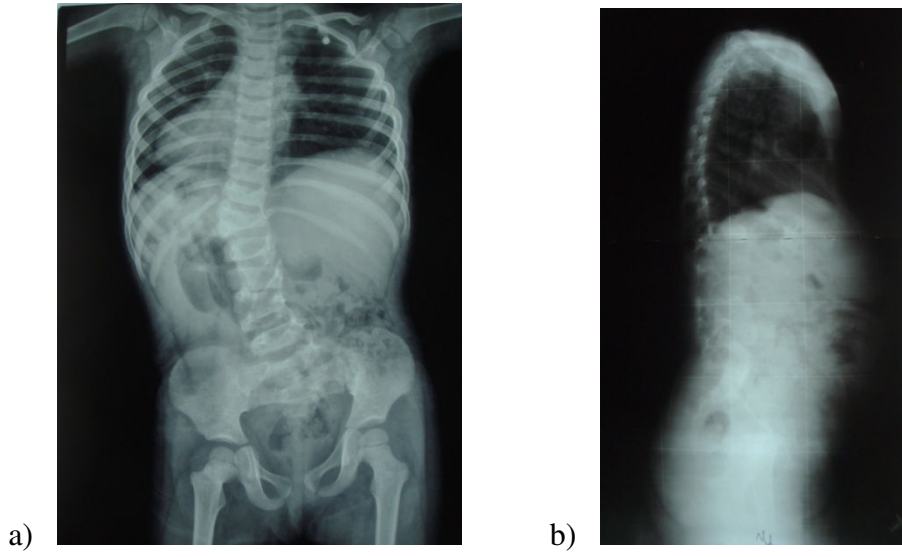
41 aylık takibi sonrasında hastanın yaşının uygun olması üzerine, nihai füzyon operasyonu yapıldı (Şekil 66). Nihai operasyonda, hastaya T1-L4 posterior enstrümantasyon ve spongioz allogreftler ile füzyon amaçlı grefonaj uygulandı. Son operasyon öncesi hastanın Cobb açısı 50 derece olarak ölçüldü.



Şekil 66: Hastanın nihai operasyonu yapıldıktan sonraki ayakta ortoröntgen AP (a) ve yan (b) grafileri.

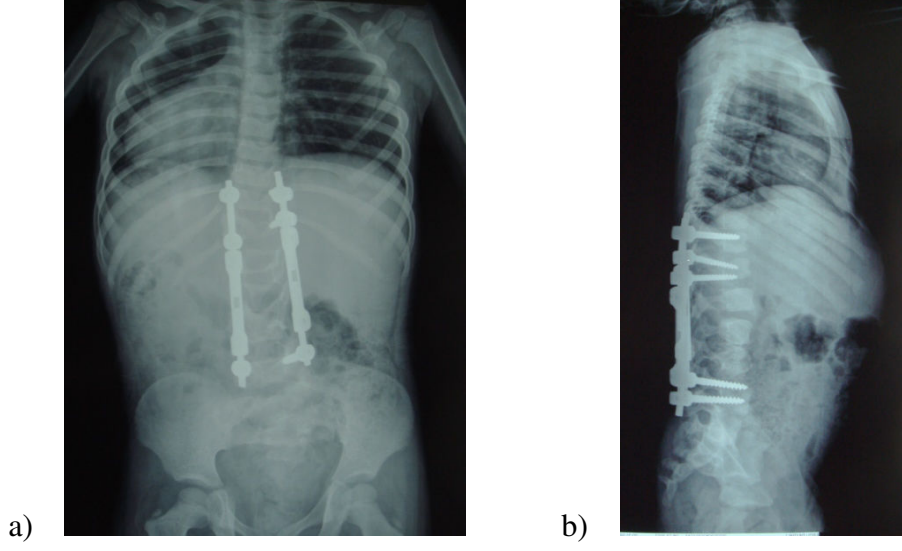
Olgu 4

4 yaşında kız çocuğu, kliniğimize kontrol edilemeyen erken başlangıçlı omurga eğriliği nedeniyle sevk edilmiş. Doğumundan itibaren omurgasında eğrilik olduğu farkedilen hastaya 3 yaşındayken breys uygulanmış ancak eğrilik kontrolünde başarı sağlanamamış.



Şekil 67: Operasyon öncesi ayakta çekilen ortoröntgen AP (a) ve yan (b) görüntüleri.

Hastanın operasyon öncesi ortoröntgen filmleri üzerinde yapılan ölçümlerde Cobb açısı 30 derece, kifo ve lordoz açıları sırayla 10 ve 30 derece bulundu (Şekil 67). Hastaya T11-L4 arasına ikili uzayabilen rod uygulandı (Şekil 68).

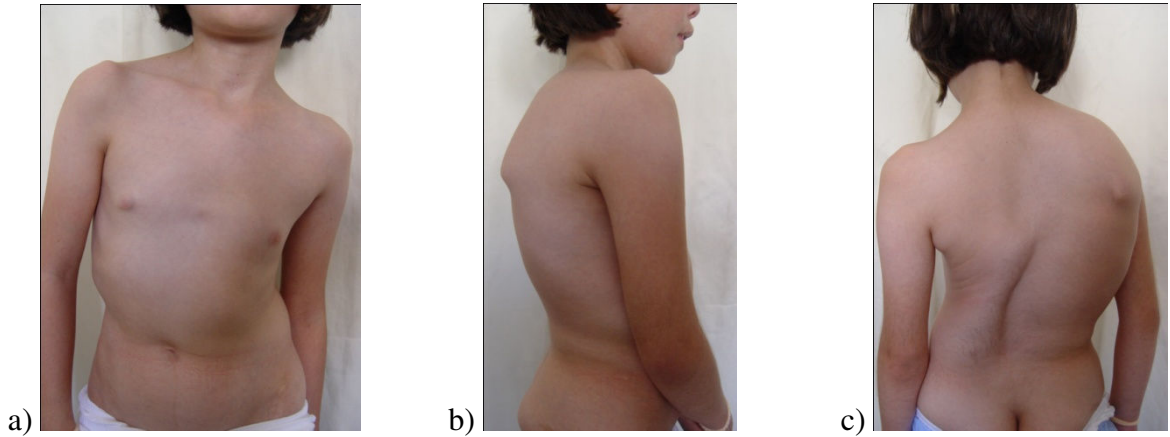


Şekil 68: Hastanın ikili uzayabilen rod uygulandıktan sonraki ayakta çekilen ortoröntgen AP (a) ve yan (b) grafilere görülmekte.

Hastaya 26 aylık takibi boyunca toplam 3 kez uzatma operasyonu yapıldı. Bundan sonra takip eden 6 aylık dönemler boyunca uzatmalar yapılması planlandı. Hastada operasyon esnasında ve sonrasında komplikasyon görülmedi.

Olgu 5

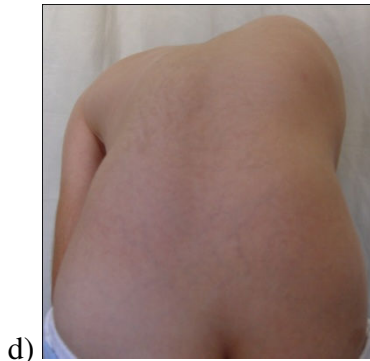
10 yaşında kız çocuk hasta, juvenil idiyopatik omurga eğriliği nedeniyle hastanemize sevk edildi. Hasta daha önce sol kalça gelişimsel displazisi nedeniyle üç kez başka kliniklerde opere edilmiş. Hastanın kliniğimizde ilk operasyon öncesi yapılan muayenesinde, açıklığı sola bakan geniş torakolomber eğrilik, sağ torakal hump, omuz asimetrisi saptandı. Nörolojik muayene bulguları normaldi (Şekil 69).



a)

b)

c)

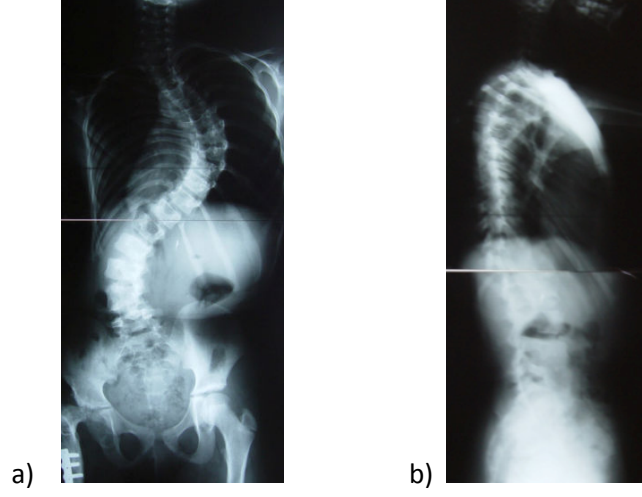


d)

Şekil 69: Hastanın operasyon öncesi çekilen fotoğrafları.

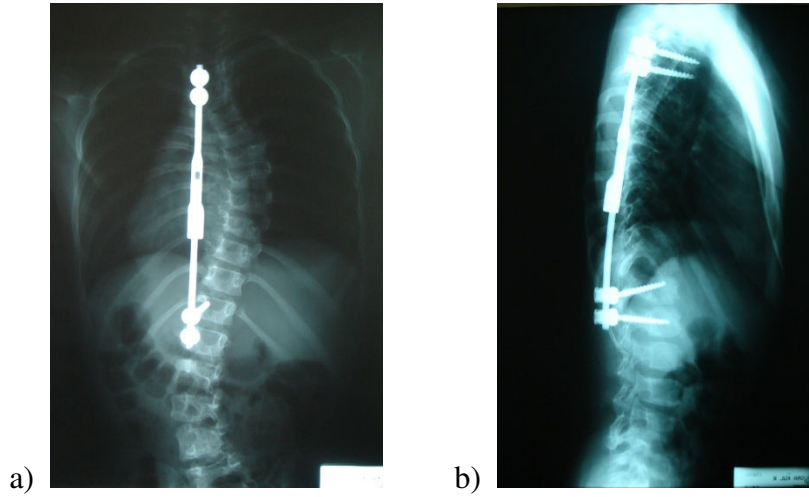
- a) Önden çekilen fotoğrafta omuz asimetrisi görülmekte.
- b) Yandan çekilen fotoğraf görülmekte
- c) Arkadan çekilen fotoğrafta açıklığı sola bakan torakolomber skolyotik eğrilik, omuz asimetrisi ve sağ skapula elevasyonu görülmekte.
- d) Adam's forward testinde sağ torakal hump görülmekte.

Hastanın operasyon öncesi ayakta çekilen ortoröntgen grafilerinde Cobb açıları, torakalde 60 derece, lomberde 53 derece, kifoz ve lordoz açıları ise sırasıyla 34 ve 50 derece ölçüldü (Şekil 70).



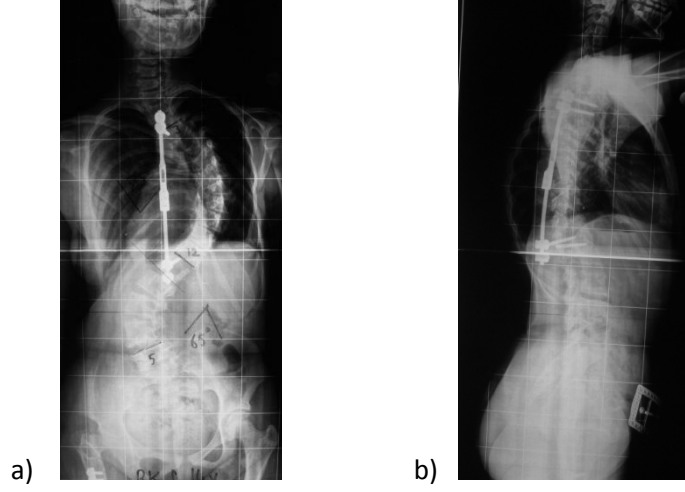
Şekil 70: Operasyon öncesi hastanın ayakta çekilen direkt AP (a) ve yan (b) ortoröntgenleri.

Hastaya T2-3 ve T12-L1 arasına tekli uzayabilen rod uygulandı (Şekil 71). Hastada operasyon esnasında ek komplikasyon görülmedi. Operasyon sonrası frontal Cobb açısı torakalde 40 derece, lomberde 30 derece ölçüldü. Kifoz ve lordoz açıları 35'er derece bulundu (Şekil 71).



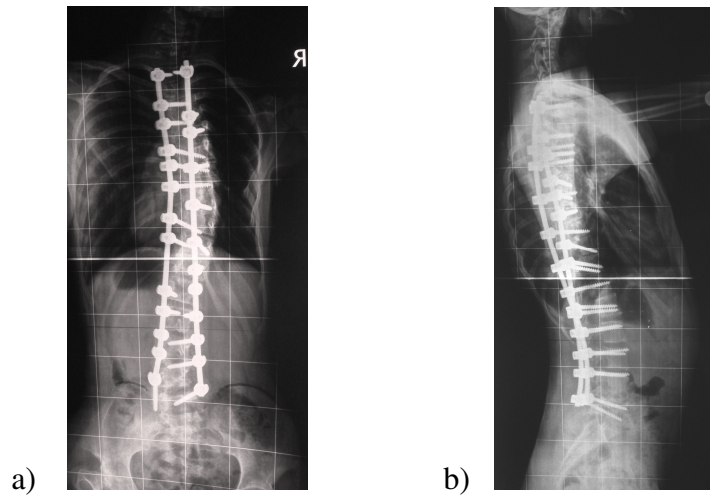
Şekil 71: Operasyon sonrası hastanın ayakta çekilen direkt AP (a) ve yan (b) ortoröntgenleri.

Rutin takiplere gelmeyen hastaya bir kere uzatma yapıldı. Hastanın son kontrolünde çekilen ortoröntgeninde distal pedikül vidasında kırılma olduğu görüldü (Şekil 72).



Şekil 72: Nihai operasyon öncesi hastanın ayakta çekilen AP (a) ve yan (b) direkt ortoröntgenleri.

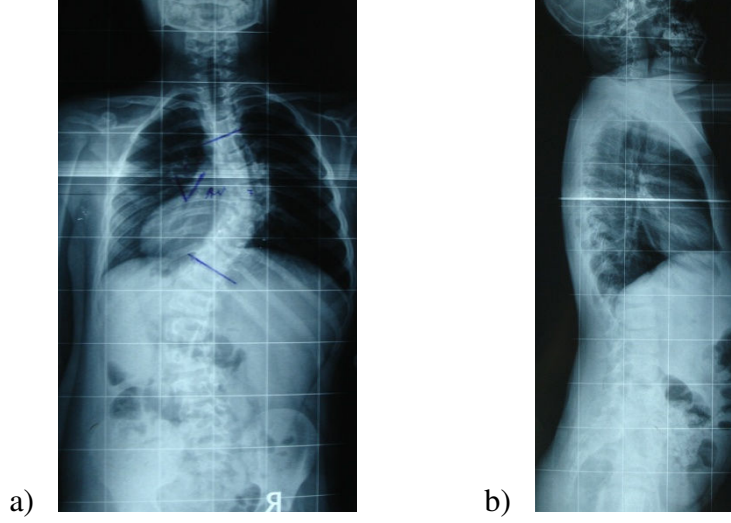
39 aylık takibi sonrasında hastanın yaşının uygun olması üzerine, nihai füzyon yapıldı (Şekil 73). Nihai operasyonda T2-L5 arasına posterior estrümantasyon yapılarak spongiöz allogreftler ile füzyon amaçlı grefonaj uygulandı.



Şekil 73: Nihai operasyon sonrası hastanın ayakta çekilen AP (a) ve yan (b) direkt ortoröntgenleri.

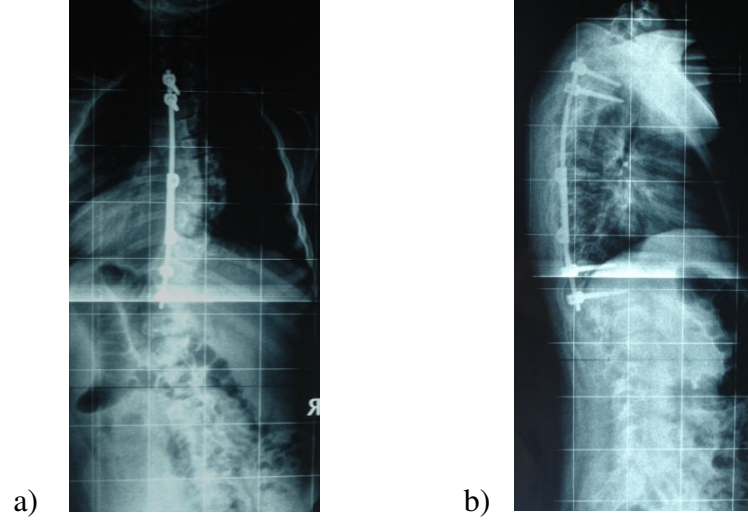
Olgu 6

9 yaşında erkek çocuk hasta, kliniğimize sırtında yeni fark edilen çıkıntı nedeniyle başvurdu. Yapılan muayenede, açıklığı sola bakan torakal skolyotik eğrilik, sağ torakal hump ve minimal omuz asimetrisi saptandı. Operasyon öncesi çekilen grafilerinde ölçülen frontal Cobb açıları, torakalde 50 derece, sagittal planda torakal kifoz ve lomber lordoz açıları sırasıyla 20 ve 55 derece olarak bulundu (Şekil 74).



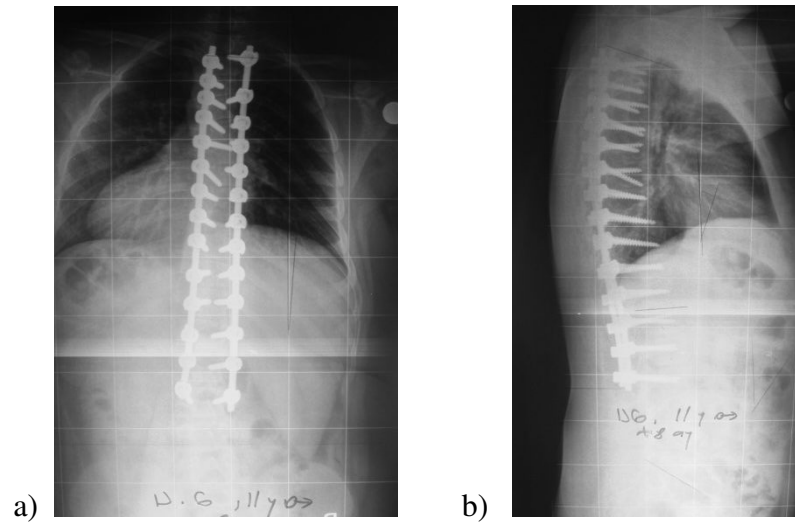
Şekil 74: Operasyon öncesi hastaya ayakta çekilen AP (a) ve yan (b) direkt ortoröntgenleri.

Hastaya T2-3 ile T11-12 arasına tekli uzayabilen rod uygulaması yapıldı. Operasyon esnasında komplikasyon görülmedi. Operasyon sonrası ölçülen frontal Cobb açısı 35 derece bulundu.



Şekil 75: Operasyon sonrası hastanın ayakta çekilen AP (a) ve yan (b) direkt ortoröntgenleri.

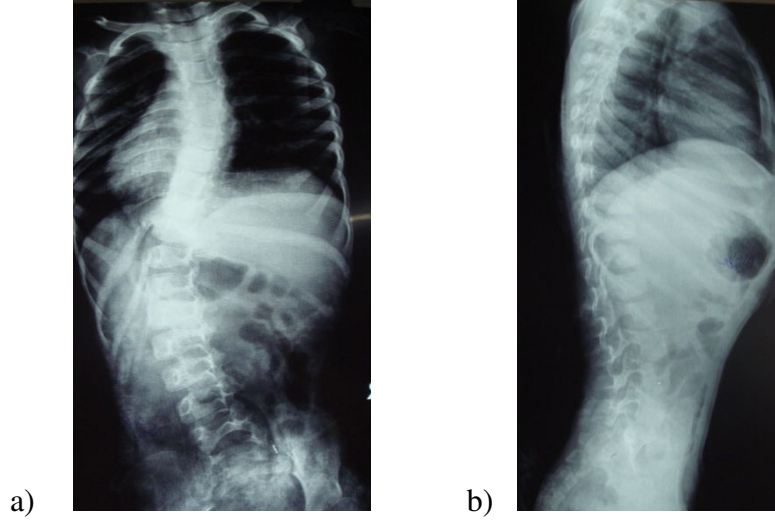
Hastanın kontrollerinde yaşının uygun olması nedeniyle takibinin 2. yılında nihai füzyon uygulandı. Juvenil idiyopatik omurga eğriliği nedeniyle opere edilen hastaya takipleri sırasında uzatma yapılmadı. Nihai operasyonda T2-L3 arasına posterior estrümantasyon ve spongioz allogreftler ile füzyon amaçlı grefonaj uygulandı (Şekil 76).



Şekil 76: Nihai operasyon sonrası hastanın ayakta çekilen AP (a) ve yan (b) direkt ortoröntgenleri.

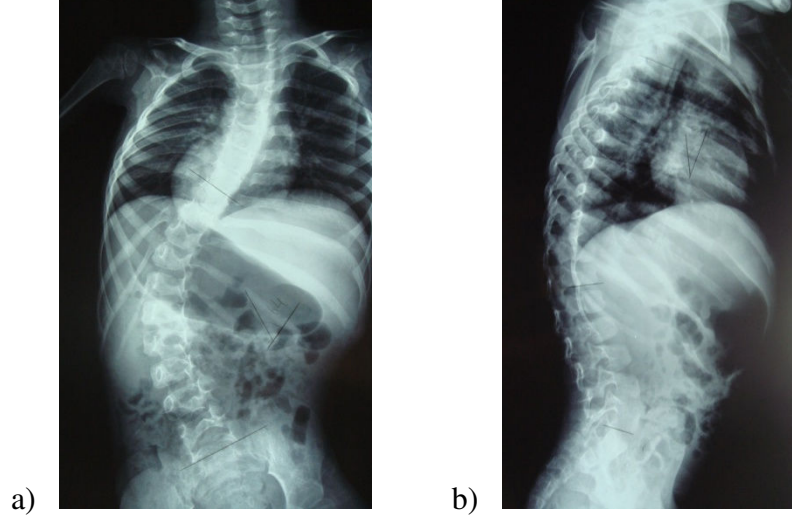
Olgu 7

5 yaşında erkek çocuk hasta, miyelomeningosel nedeniyle takip edilen hasta omurga eğriliği nedeniyle kliniğimize başvurdu. Hastanın yapılan muayenesinde L1 seviyesinden itibaren motor gücün 0/5 olduğu, duyu muayenesinin ise normal olduğu görüldü. Hastaya ilk tedavi olarak düzeltici tüm gövde alçısı uygulandı (Şekil 77).



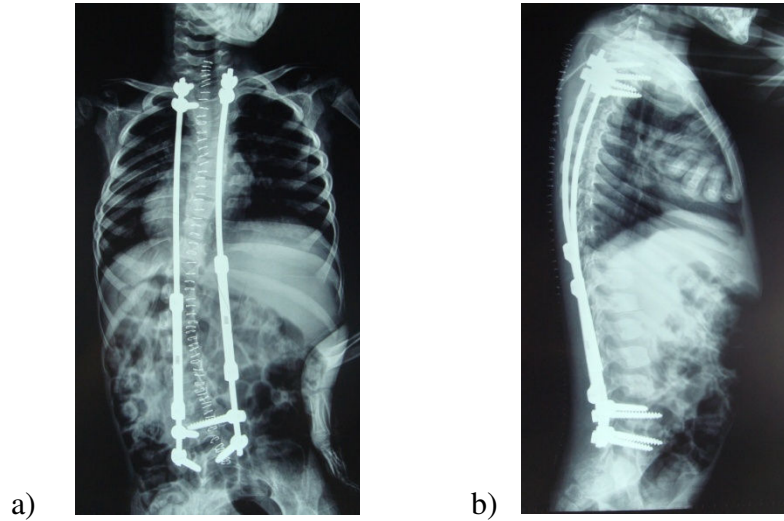
Şekil 77: Hastanın alçı ile takibi sırasında otururken çekilen AP (a) ve yan (b) direkt ortoröntgenleri.

Alçı ile takiplerinde eğrilik kontrolü sağlanamaması ve kontrol grafilerinde eğriliklerde artma saptanması üzerine operasyon planlandı. Hastanın çekilen grafilerinde ölçülen frontal Cobb açıları 64 derece, sagittal planda torakal kifoz ve lomber lordoz açıları ise 30'ar derece bulundu (Şekil 78).



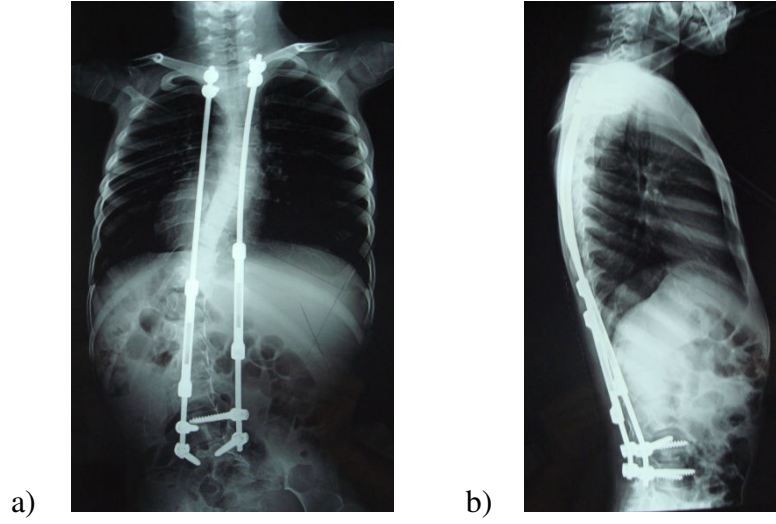
Şekil 78: Hastanın operasyon öncesi otururken çekilen AP (a) ve yan (b) direkt ortoröntgenleri.

Hastaya T1-2 ile L4-5 arasında ikili uzayabilen rod uygulandı (Şekil 79). Operasyon esnasında herhangi bir komplikasyonla karşılaşılmadı. Operasyon sonrası ölçülen frontal Cobb açısı 40 derece, sagittal planda torakal kifoz ve lomber lordoz açıları 30'ar derece olarak bulundu (Şekil 79).



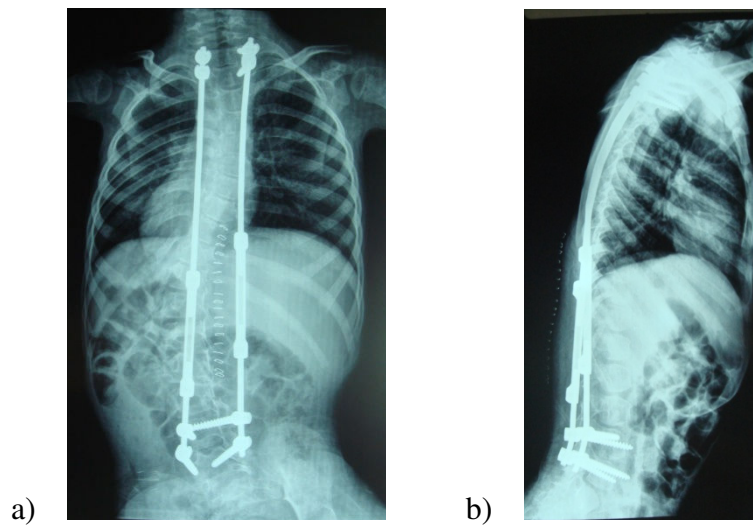
Şekil 79: Hastanın operasyon sonrası otururken çekilen AP (a) ve yan (b) direkt ortoröntgenleri.

Hastanın rutin olarak uzatmaları devam etmektedir. Son uzatma öncesi çekilen grafilerinde eğriliğin frontal planda 45 derece olduğu görüldü (Şekil 80).



Şekil 80: Hastanın son uzatma öncesi otururken çekilen AP (a) ve yan (b) direkt ortoröntgenleri.

Hastaya 42 aylık takibi boyunca 3 kez uzatma yapıldı. Takiplerde herhangi bir sorunla karşılaşılmadı (Şekil 81).



Şekil 81: Hastanın son uzatma sonrası otururken çekilen AP (a) ve yan (b) direkt ortoröntgenleri.

VI-TARTIŞMA

Füzyon cerrahisi, ilerleyici omurga eğriliklerinin tedavisinde sıkça uygulanan yöntemlerden biridir. Erken dönemde yapılan füzyonların, omurga büyümesi üzerine görülen olumsuz etkileri bu tip eğriliklerin tedavisinde yeni arayışlara neden olmuştur. Bu tür tedavilerin amacı, akciğer ve diğer iç organların fizyolojik gelişimlerine engel olmadan omurganın uzamasına yardımcı olmaktır.

Erken başlangıçlı omurga eğriliklerinde, infantil vakalarda breysleme gibi konservatif yöntemlerle başarılı sonuçlar bildirilmekle birlikte, ilerleyici tipleri ve konjenital omurga anomalileri bulunan olgularda operasyon kaçınılmaz hale gelmektedir (78).

Mehta, seri alçılama sonuçlarını sunduğu ilerleyici infantil omurga eğrilikleri yayımında, başlangıç yaşına göre eğrilik kontrolünde farklı oranlar bildirmiştir. Mehta'nın çalışmasında, 1,5 yaşından önce tanısı konan ve seri alçılama yapılan hastalar, cerrahi müdahale gerekmeden tedavi edilebilir (85). Mehta, başka bir çalışmasında erken başlangıçlı omurga eğriliklerinde, eğriliğin Cobb açısının ≤ 25 derece ve omur kot açısının ≤ 25 derece olduğu vakalarda eğriliğin artma olasılığının az olduğunu belirtmiştir (70).

Saunders ve ark., erken başlangıçlı omurga eğriliklerinde alçılı tedavi ile başarılı sonuçlar bildirirken, erken teşhis ve tedavinin önemini vurgulamışlardır (92).

Nash, erken başlangıçlı ilerleyici omurga eğriliklerinde, ortez tedavisinin iskelet gelişimi tamamlanana kadar cerrahi müdahaleyi geciktirmek için kullanılabileceğini vurgulamaktadır. Konjenital deformitelerde ve toraks deformitesi olan vakalarda ortez kullanımını önermemektedir (90).

Konservatif tedaviye yanıt alnamayan, ilerleyici tipte omurga eğriliklerinde cerrahi girişimler gündeme gelmektedir. Erken başlangıçlı omurga eğriliklerinde cerrahi planlamada büyüyen omurgayı dikkate almak gerekir. Winter ve ark., konjenital omurga eğriliklerinde omurga füzyonu ile başarılı sonuçlar bildirmiştir (118). Ancak iskelet gelişimini

tamamlamayan hastalarda, erken cerrahi füzyon, kısa omurga ve küçük kalan göğüs kafesiyle sonlanmaktadır. Sonuçta normal büyüyemeyen toraks kafesi içindeki akciğerler de normal gelişimini tamamlayamazlar. Doğumdan itibaren 5 yaşına kadar akciğerlerde alveoler gelişim devam etmektedir. 10 yaşına gelindiğinde ise total akciğer hacmi erişkin hacminin %50'sine ulaşmaktadır (48,105). Omurga büyümesinin hızlı olduğu zirve dönemleri, 0-5 yaş ve 10-15 yaş arası dönemlerdir (48). Akciğer gelişimine paralel olarak, 5 yaşına kadar toraks yüksekliğinde yılda ortalama 1,4 cm uzama görülür (105). İskelet gelişimi tamamlanmamış olgularda yapılan füzyon ameliyatlarının meydana getirdikleri toraks sorunlarına paralel akciğer sorunları yarattıkları gösterilmiştir (138). Winter ve ark., erken füzyon sonrası oluşacak kısalığın bir formülle hesaplanabileceğini öne sürmüşlerdir. Buna göre formül, beklenen kısalık = 0,07 x füzyon yapılan omur sayısı x iskelet olgunlaşmasına kadar beklenecek yıl şeklindedir (139).

İskelet gelişimi tamamlanmamış olgularda sadece posterior füzyon uygulanması, omurun posterior bölümünün büyümesini durdururken anterior bölümdaki büyümeye engel olmaz. Omurun anterior bölümde büyümeye devam etmesiyle omurganın rotasyon ve eğriliğinde artma gözlenir. Bu deformitenin oluşumu “crankshaft fenomeni” olarak adlandırılır (121,140). Crankshaft fenomeninden kaçınmak için bu tür olgularda cerrahinin anterior ve posterior füzyon şeklinde kombine uygulanması önerilmektedir (120).

Konjenital olgularda, formasyon kusuru ile beraber olan omurga eğriliklerinde hemiepipfizyodez ile başarılı sonuçlar bildirilmiştir (124,125). Özellikle 5 yaş altı ve 40 dereceden fazla ölçülen eğriliklerde başarılı sonuçlar alınmaktadır (126,129). Cheung ve ark., hemiepipfizyodez ve kısa seviye uzayabilen rod uygulamaları ile başarılı sonuçlar bildirmişlerdir (126). Blakemore ve ark. da tekli rod ve beraberinde hemiepipfizyodez uyguladıkları olgularda başarılı sonuçlar aldıklarını vurgulamışlardır (29).

Hemivertebral olgularında hemivertebranın eksizyonu ile eğrilikte akut düzelme sağlanabilmektedir (123,134-137). Yapılan son çalışmalarda hemivertebral eksizyonu sonrasında bile nedeni tam olarak açıklanamayan eğrilikte artma olguları bildirilmiştir (141). Bir hastamızda, hemivertebral eksizyonu sonrası gelişen ilerleyici omurga eğriliği uzayabilen rod ile kontrol altına alınmıştır. Lumbosakral hiperlordozu ve hemivertebral ile beraber eğriliği olan iki hastaya, osteotomi uygulandıktan sonra aynı seansta uzayabilen rod uygulanmıştır.

Yazıcı ve ark., konjenital omurga eğriliklerinde füzyonsuz cerrahi yöntemleri olan uzayabilen rod ile VEPTR uygulamalarını tartıştıkları yayınlarında, uzayabilen rod uygulamalarının, esnek olan konjenital eğrilikler, uzun seviye konjenital anomali içeren eğrilikler ile konjenital deformiteye ikincil gelişen omurga eğriliklerinde kullanılabileceğini belirtmişlerdir. VEPTR uygulamalarının ise ciddi konjenital omurga eğrilikleri ve toraks yetmezlik sendromu bulunan olgularda kullanılabileceğini vurgulamaktadırlar (116). VEPTR uygulanan olgularda komplikasyon olarak tekrarlanan operasyonlara bağlı skar dokusu sorunları ve kaburga füzyonları, uzayabilen rod uygulamalarında ise spontan sınırlı füzyonlar bildirilmiştir (116). Campbell ve ark., toraks yetmezlik sendromu olan erken başlangıçlı omurga eğriliklerinde başarılı VEPTR sonuçlarını yayımlamışlardır (142).

Çalışmamızda, olguların dördü daha önce tedavi amaçlı çeşitli yöntemler denenmiş fakat eğrilik kontrolünde başarı sağlanamayan hastalardır. Başarısız konservatif tedavi yapılan bu hastalara, kliniğimizde subkutan uzayabilen rod sistemi uygulanmıştır. Nihai füzyon uygulanan hastaların yaş ortalaması 11 (10-14) yıldır. Bu hastaların biri hariç hepsinde yalnızca posterior füzyon uygulanmıştır. Düzenli takipleri devam eden hastalarımızda şimdiye kadar crankshaft fenomenine rastlanmamıştır.

Erken başlangıçlı omurga eğriliklerinde füzyonsuz cerrahi tedaviler, füzyon cerrahisinin getireceği sorunları giderebilir gözükmektedir. Omurga eğriliklerinde füzyonsuz cerrahi tanımı, ilk olarak 1962 yılında Harrington tarafından yapılmıştır (16,143). Harrington,

omurga eğriliklerinde periyodik uzatmayı tarif ederken, bu cerrahinin ciddi komplikasyonları olarak spontan füzyon ve eğriliğin konkav tarafında skar dokusu görüldüğünü bildirmiştir. Luque, Harrington'un çalışmasından yola çıkarak, rodu sublaminar teller yardımıyla desteklediği yöntemini tarif etmiştir (18). Sonuçlar başarılı olarak görünse de bu yöntemde yüksek oranda rod ve tel kırılması ile spontan füzyonlar görülmüştür.

Klemme, erken başlangıçlı omurga eğriliği bulunan 63 hasta üzerinde, Harrington rod ve breys uygulaması sonuçlarını yayımlamıştır (86). Bu çalışmasında, ortalama 67 derece olan eğriliklerin, nihai operasyon öncesi 47 dereceye indiğini bildirmiştir. Bununla birlikte 23 hastada, 21 hook çıkması ve 12 rod kırılması olmak üzere toplam 33 adet implantla ilgili sorun yaşandığını bildirmektedir. Klemme, çalışmasında sagittal plan kontrolünde herhangi bir sorunla karşılaşmadığını belirtirken, komplikasyonların önlenmesi açısından breys uygulamanın önemini vurgulamıştır. Harrington rod uygulaması, yüksek komplikasyon oranlarına rağmen, periyodik uzatmalar ve tam zamanlı breys kullanımıyla kompleks vakalarda uzunca bir süre standart tedavi olarak kabul görmüştür (29).

Daha sonraları Blakemore ve ark., 29 hastadan oluşan tek rod kullandıkları serilerinde tepe omur füzyonu uygulanmayan vakalarda büyümeye engel olmadan eğriliğin kontrolünde başarılı sonuçlar elde ettiklerini bildirmektedirler. Bununla birlikte 7 hastada, implantla ilgili toplam 9 adet komplikasyon rapor etmişlerdir (29).

Mineiro ve ark., erken başlangıçlı omurga eğriliği olan 11 hastaya tekli uzayabilen rod uygulamışlar, çalışma sonucunda hasta başına ortalama 1,5 olmak üzere toplam 17 komplikasyon bildirmişlerdir (97). En sık görülen komplikasyonlar, 10 hastada rod kırılması, 2 hastada çengellerin yerinden çıkması olmuştur. Çalışmalarında takipler sırasında üç hastada sagittal plan deformitesinde düzelme görülmekle birlikte eğriliklerde yaklaşık %40 oranında artma saptanmıştır. Takiplerde Cobb açısındaki 15 derecelik artışı, uzatma endikasyonu olarak bildirmişlerdir (97). Tek rodun kullanıldığı bazı çalışmalar ile Mineiro ve ark.'nın bu

çalışmalarında, tek rod ile distraksiyonun zor elde edildiği, bu yüzden yeterli düzelme sağlamanın mümkün olamayacağı, ayrıca crankshaft fenomeninin her zaman risk olarak görüldüğü belirtilmektedir (97,139).

Thompson ve ark., tek rod ve apikal füzyon, tek rod ve ikili rod sonuçlarını karşılaştırdıkları çalışmalarında, tepe füzyonu yapılan olgularda sonuçların çok kötü olduğunu bildirmişlerdir (98). Erken başlangıçlı omurga eğriliklerinde tepe omur füzyonu ile beraber uzayabilen rod uygulamaları üzerine tartışmalar devam etmektedir (102).

Akbarnia ve ark., çift rod uygulayarak tedavi ettikleri erken başlangıçlı omurga eğriliği bulunan 23 hastanın hepsinde proksimalde çengel (hook), distalde vida tespiti kullanmışlardır (101). İlk operasyon esnasında 82 derece olan omurga eğrilikleri, son kontrollerinde 36 dereceye kadar gerilemiştir. Çalışmalarında 23 hastanın 11 (%48)'inde komplikasyon görülmüştür. Bu hastaların yalnızca beşinde implantla ilgili komplikasyon yaşanmıştır. Bunların ikisi rod kırılması, ikisi çengellerin yerinden çıkması, biri ise vidanın pedikülü sıyırması olarak bildirilmektedir. Akbarnia, çift rod uygulamasının yeterli stabilite sağlarken, tek roda oranla daha az komplikasyona yol açtığını vurgulamaktadır (101). Bu çalışmada hastalara rutin olarak 6 aylık aralarla uzatma yapılmıştır.

Akbarnia ve ark., proksimal ve distal tespitlerde implant bağımlı sorunları engellemek için “foundation” bölgesi olarak adlandırılan bu bölgelere kısa füzyonlar yapılmasını ve füzyon görülene kadar ortez kullanımını önermektedirler (102).

Erken başlangıçlı omurga eğriliklerinde uzayabilen rod uygulamasının, omurga gelişimini engellemeden yeterli eğrilik kontrolü sağlaması açısından en etkili yöntem olduğu bildirilmektedir (29,86,97,98,101). Komplikasyon oranlarının tek rod uygulanan olgularda yüksek olması üzerine, çift rod ile tek rod uygulanan hastalarda görülen komplikasyon oranları karşılaştırılmıştır. Thompson ve ark.'nın bu çalışmalarında iki grup arasında komplikasyon oranları açısından anlamlı fark bulunmamıştır (98). Burada çift rod kullanılan

hasta sayısının az olması dikkat çekmektedir. Ancak çalışma sonunda, omurga eğriliğinin frontal plan kontrolünde tek roda göre daha iyi sonuçlar vermesi, çift rodun üstünlüğü olarak vurgulanmaktadır (98).

Acaroğlu ve ark., tekli uzayabilen rod uygulamalarını retrospektif olarak inceledikleri çalışmalarında, eğrilik kontrolünde başarılı olduklarını ancak bu uygulamalarda omur rotasyonunu engellemede başarısız olduklarını bildirmişlerdir (99).

Çalışmamızda toplam 21 adet olan komplikasyonların, 20'si tek rod uygulanan olgularda görülmüştür. Çift rod uygulanan olgulardaki tek komplikasyon bir vidada görülen gevşemedir. Çalışmamızda hasta başına ortalama 3,6 olmak üzere toplam 82 cerrahi operasyon uygulanmıştır. Tüm hastalar göz önüne alındığında hasta başına 0,9 komplikasyon görülmüştür. Tekli rod uygulanan olgularda görülen komplikasyon oranı hasta başına ortalama 1,3 olarak hesaplanmıştır. Bu sayılar literatürde belirtilen oranlarla benzerlik göstermektedir. Çalışmaya alınan hastaların eğrilik kontrollerinde, tekli ve çiftli rod sistemleri uygulanan gruplar arasında erken dönemde anlamlı farklılık saptanmamıştır. Ayrıca tek ve çift rod uyguladığımız her iki hasta grubunda da sagittal plan kontrolünde erken dönemde başarı sağlanmıştır. Son kontrollerinde tekli rod uygulanan vakalarda ortalama kifoza artış, koronal planda ise anlamlı derecede korreksiyon kaybı yaşandığı görülmüştür. Akbarnia ve ark. da çalışmalarında tekli rod sisteminin, ikili rod sistemine göre mevcut korreksiyonu korumadaki başarısızlığını vurgulamışlardır (98).

Sankar ve ark., 2006 yılından önce, ikili uzayabilen rod, VEPTR ve hibrid sistem ile tedavi ettikleri 36 hastanın komplikasyonlarını karşılaştırdıkları bir çalışma yayımlamışlardır. Bu çalışmada hastaların operasyon esnasındaki ortalama yaşı 4,8 (1,4-9,5) yıldır. 36 hastanın 26'sında (%72) major komplikasyon görülmüştür. Hangi tedavi yönteminin uygulandığından bağımsız olarak hasta başına ortalama 2 komplikasyon görülmüştür. Bu komplikasyonlar 18 rod kırılması, 31 çengel veya implant sorunu, 2 implanta bağlı cilt iritasyonu, 18 derin

enfeksiyon ve 3 nörolojik yaralanmadır. Tedavi yöntemleri arasında komplikasyon veya tedavi başarısı açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır (144). Bess ve ark., daha önce yayımladıkları çalışmalarında 143 hastada, 106 adet implantla ilgili komplikasyon bildirirken, 14 derin enfeksiyon gördüklerini belirtmişlerdir (103). En sık görülen implantla ilgili komplikasyonlar sırasıyla rod kırılması, çengel çıkmaları ve cilt iritasyonudur. 106 implantla ilgili komplikasyon görülmesine rağmen 38 adet planlanmayan cerrahi girişim uygulanmıştır (103). Çalışmalar arasında en yüksek komplikasyon oranı Sankar ve ark.'nın çalışmalarında bildirilen oranlardır.

Mahar ve ark., uzayabilen rod uygulamalarında implantla ilgili sorunların azaltılması için hook, vida ve bunların kombinasyonlarının biyomekanik sonuçlarını karşılaştırdıkları çalışmalarında, pedikül vidası uygulanan sistemlerin daha stabil olduğunu göstermişlerdir (145). Proksimal ve distal enstrümantasyon seviyesindeki komplikasyonları önlemek için pedikül vidalarından yararlanmak gerekmektedir. Mahar ve ark., ikili rod uygulanan vakalarda, iki rodun ara bağlantılar ile birleştirilmesinin ek stabilite sağladığını bildirmektedirler. Moe ve ark. ise hook sorunlarını gidermek için, hook bölgesine füzyon uygulamanın gereğini vurgulamışlardır (17,87).

Ruf ve ark., pedikül vidalarının 2 yaş altı olgularda güvenilir ve başarılı bir tespit yöntemi olduğunu bildirmişlerdir (135). Bu çalışma sonrasında pedikül vidaları erken başlangıçlı omurga deformitelerinde geniş kullanım alanı bulmuştur.

Daha önceki çalışmalarda, hook sorunlarının yüksek oranda görülmesi nedeniyle hook bölgesinin füzyonu veya pedikül vidalarının kullanılması önerilmektedir (138,145). Çalışmamızda, rod tespitinde pedikül vidaları kullanılmış, sistemin "foundation" bölümünde füzyon yapılmamıştır.

Uzayabilen rod uyguladığımız tüm olgularda tespit amaçlı sadece pedikül vidası kullanılmıştır. Çift rod uyguladığımız olgularda rodları birbirine bağlayan transvers konnektör kullanılmamıştır. Vidaya bağlı komplikasyon olarak, bir hastada vida gönderilirken BOS sızıntısı oluşması, bir hastada kapak gevşemesi, bir hastada ise takiplerde vidanın pedikülü sıyırdığı

görülmüştür. Üç hastada vida gevşemesi bir hastada ise takipleri sırasında pedikül vidası kırılması görülmüştür. Çiftli rod uygulanan hastalardan sadece birinde pedikül vidası gevşemesi görülürken, vidayla ilgili geri kalan komplikasyonların hepsi tekli rod uygulanan hastalarda görülmüştür. Çift rod ve pedikül vidası kullanımında elde ettiğimiz düşük komplikasyon oranları, olgularımızda bu sistemi kullanmamıza neden olan önemli faktörlerden biridir.

Erken başlangıçlı omurga eğriliklerinin tedavisinde farklı teknikler uygulandığından, ortak bir tedavi protokolü oluşturmak amacıyla çok merkezli bir çalışma yürütülmüştür. Bu çalışmada yazarların fikir birliğine vardıkları ortak noktalar belirlenmiştir. Buna göre; alçı ve breys tedavisine cevap vermeyen omurga eğriliklerinde cerrahi tedavi yapılmalıdır. Bu eğrilikler ortalama 60 (73±20) derece civarındadır. Cerrahi uygulama yaşı ortalama 7,5±2,2 yıldır. Uzatmalar ortalama 8,6±5,1 ay aralıklarla uygulanmakla birlikte, yazarlar uzatmaların 6 aylık aralıklarla yapılmasının uygun olduğunda ortak görüş bildirmektedir. Yine pek çok cerrah, nihai operasyon için iskelet olgunlaşmasının tamamlanmasını beklemek gerektiğini belirtmiştir (104).

Akbarnia ve ark., ikili uzayabilen rod uyguladıkları olgularda, retrospektif olarak uzatma süre aralıklarının etkilerini değerlendirmiştir. Bu çalışmada, 6 ay ve daha kısa aralıklarla uzatılanlar ile 6 aydan uzun aralıklarla uzatılanlar karşılaştırılmıştır. Buna göre 6 ay ve daha kısa aralıklarla uzatılanlarda eğrilik kontrolünü sağlama ve total boy uzaması istatistiksel olarak daha başarılı bulunmuştur. Ayrıca implant bağımlı komplikasyonlar, 6 ay ve kısa süre aralıklarında uzatılanlarda daha az görülmüştür (146).

Kliniğimizde erken başlangıçlı omurga eğriliği nedeniyle takip edilip cerrahi tedavisi yapılan hastaların, tedavi başlangıcındaki frontal plan ortalama Cobb açıları 64,8 derece ve ortalama cerrahi başlangıç yaşı 6,9 (3-10) yıldır. Bu değerler daha önce yapılan çalışmalar ile benzerlik göstermektedir. Uzatmalar arası en uygun zaman aralıklarının ortalama 6 ay olduğu vurgulanmakla beraber çalışmamızda bu süre ortalama 13 (2-28) ay olmuştur. Uzatma ameliyatlarımız arasındaki sürelerin dağılımı oldukça farklıdır. Uzatma işleminin beklenen süreden önce yapılmasının nedeni

erken dönemde görülen rod kırılmaları olmuştur. Bazı hastalarda ise uzatmalar, beklenenden uzun süre aralıklarında yapılmıştır. Bunun nedeni, hastaların büyüme potansiyellerinin az olması, dolayısıyla eğrilikte artış gözlenmemesi, uzama ve eğrilikte artış için beklenmesi olmuştur. Çalışmanın ilk yıllarında başvurduğumuz uzatma aralıklarının uzun tutulması uygulamasını daha sonraları terk ettik. Özellikle son üç yıldır uzatmaları standart olarak 6-8 ay aralıklarla yapmaktayız. Klinik tecrübemiz, uzatma aralıklarının fazla olduğu hastaların nihai operasyonlarında daha sert bir omurgayla karşılaştığıdır.

Çalışmamızda görülen implanta bağımlı toplam 15 sorunun biri hariç hepsi tek rod uygulamalarında görülmüştür. Daha önce yayımlanan çalışmalarda belirtildiği gibi rod kırılmaları, tekli rod uyguladığımız hastalarda yüksek oranda bulunmuştur. Çiftli rod uyguladığımız olgularda roda bağıli komplikasyon görülmemiştir. Ancak çiftli rod uygulanan olguların takip süreleri (26,6 ay), tekli rod uygulananlar (41,8 ay) kadar uzun değildir.

Uzatmalar bittikten sonra nihai operasyon tekniği açısından farklı yaklaşımlar bildirilmektedir. Akbarnia ve ark., nihai operasyon sırasında spontan gelişen füzyon seviyelerinin ve füzyon kalitesinin belirlenmesi gerektiğini vurgulamıştır. Nihai operasyon, tüm enstrümanların çıkartılıp yeni enstrümanlar ile füzyon veya eski enstrümanlar varlığında füzyon olarak bildirilmiştir (102). Uzayabilen rod uygulamalarında farklı derecelerde spontan füzyonlardan bahsedilmiş, ancak uzun seviye füzyon bildirilmemiştir (98,101,102,116,138). Cahili ve ark. retrospektif olarak 9 uzayabilen rod uygulamalarının sonuçlarını yayımladıkları çalışmalarında %89 oranında spontan füzyon geliştiğini bildirmişlerdir (147). Hasta başına ortalama 11 seviye spontan füzyon bildirilmiştir. Cahili ve ark., yaptıkları çalışmada eğrilikte %61 oranında düzelme elde ettiklerini bildirmişlerdir. Nihai füzyon sırasında spontan füzyon gelişen 8 hastanın tedavisinde Smith-Peterson osteotomileri kullanılmıştır (147). Kliniğimizde spontan füzyon gelişen bir hasta, enstrümanlar çıkartıldıktan sonra takibe alınmıştır. Nihai füzyon uygulanan hastalarda posterior

yaklaşım ile uzatma enstrümanları çıkartılıp yeni enstrümanlar ile füzyon yapılmıştır. Bir hastada eğriliği düzeltebilmek için anterior gevşetme cerrahisi eklenmiştir.

Tekli veya ikili rod sistemi uygulanarak yapılan çalışmalarda, her iki sistemle de eğrilik kontrolünde başarı sağlandığı belirtilmekle birlikte, yüksek komplikasyon oranları nedeniyle birçok çalışmada tek rod uygulamalarından kaçınmak gerektiği vurgulanmaktadır (21,28,29,98,101,138). Tekli rod uygulamalarında implant ile ilgili sorunları engellemek için tüm olgularda tam zamanlı breys kullanılsa da, çiftli rod uygulamalarıyla karşılaştırıldığında daha yüksek oranda implantla ilişkili komplikasyon görülmektedir (98).

Çalışmamızda tekli rod uygulamaların, torakal eğriliklerin hem sagittal hem de koronal plandaki kontrollerinde başarı sağladığını saptadık. Kontrol grafilere yaptığımız ölçümlerde, tekli rod uygulamalarında korreksiyon kaybının istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğunu gördük ($p < 0,05$). Çiftli rod uygulanan olgularda ise istatistiksel olarak anlamlı bir korreksiyon kaybı saptanmadı ($p > 0,05$). Ancak bu farklılığın tekli rod uygulanan hastaların eğriliklerinin daha ileri derecede olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Tekli rod uygulamalarında özellikle çift major eğriliklerde hem Cobb açıları, hem de omur rotasyonlarında artış saptanmıştır. Bu sonuçlar, Acaroğlu ve ark.'nın tekli rod uygulamalarında omur rotasyonları üzerine yaptıkları saptamalarla örtüşmektedir.

Çalışmamızda, operasyon gerektiren tüm erken başlangıçlı omurga eğriliklerinin tedavisinde uzayabilen rodlar kullanılmıştır. Yapılan çalışmalarda çok sert ve ileri omurga eğriliklerinde, büyüme potansiyeli azalmış ileri yaş hastalarda ve kemik kalitesi enstrümantasyona uygun olmayan vakalarda uzayabilen rod uygulamaları önerilmemektedir (102,147). Konjenital vakalarda olduğu gibi ileri derecede sert olan omurga eğriliklerinde VEPTR ile başarılı sonuçlar bildirilmektedir (102,116,142,147).

VII-SONUÇ

Büyüyen omurgada füzyonsuz cerrahi ile eğriliğin kontrol altına alınması, bununla birlikte omurganın büyümesine de izin verilmesi mümkündür. Ancak bunu gerçekleştirmek için nihai operasyona ulaşana kadar birçok operasyon yapılması gerekmektedir. Erken başlangıçlı omurga eğriliği tedavisinde en az operasyonla omurganın büyümesine mümkün olduğunca izin vermelidir. Uzayabilen subkutan rod sistemleri, erken başlangıçlı omurga eğriliklerinde özellikle alçılama ve korse tedavisine yanıt alınamamış olgularda omurganın normal gelişimini engellemeden başarılı bir şekilde eğrilik kontrolü sağlamaktadır. Füzyonsuz cerrahi ile takip edilecek hastalar, iskelet gelişimi tamamlanana kadar büyüyen omurga nedeniyle karşılaşılabilecek olası sorunlar ve tekrarlanacak operasyonlar hakkında bilgilendirilmelidir. Tekrarlayan uzatma operasyonlarını azaltmanın bir yolu henüz yeni kullanılmaya başlayan motorlu uzayabilen rod sistemleri olabilir. Fakat bunların da kendilerine göre bir takım olumlu ve olumsuz yönleri bulunmaktadır. Günümüzde standart olarak uygulanan subkutan ikili rod sistemleriyle eğrilik kontrolünde başarılı sonuçlar elde edilirken, tekli rod sistemlerine oranla daha az komplikasyon görülmektedir. Kliniğimizde erken başlangıçlı omurga eğriliklerinin cerrahi tedavisinde rutin olarak çiftli rod sistemi kullanılmaktadır. Büyüyen omurgada kısıtlama yaratmadan, daha az operasyon sayısı ile, daha minimal invaziv yöntemlerin kullanılması büyüyen omurganın fizyolojisini daha iyi ortaya koyan çalışmalarla mümkün olacaktır.

VIII-KAYNAKLAR

1. Hippocrates: On Joints. In Withington ET, trans Volume III. Edited by: Capps E, Page TE, Rouse WHD. Hippocrates: The Loeb Classical Library. London: W. Heinemann; 1927:200-397.
2. Marketos SG, Skiadas PK. Galen: A pioneer of spine research. Spine 1999;24(22):2358-62.
3. Leatherman KD, Dickson RA. The management of spinal deformities. Wright Company, London. 1st ed. 1988 p:1-104, 433-60.
4. Tolo VT. Progression in scoliosis. A 360 degrees change in 75 years. Spine 1983;8:373-7.
5. Moen KY, Nachemson AL. Treatment of Scoliosis. An Historical Perspective. Spine 1999;24:2570-75.
6. Moe JH. Presidential address. J Bone Joint Surg Am 1972;54:1789-91.
7. Naderi S, Acar F, Arda MN. History of spinal disorders and Cerrahiyet'ul Haniyye (İmperial Surgery): a review of a Turkish treatise written by Serefeddin Sabuncuoglu in the 15th century. Historical vignette. J Neurosurg 2002;96:352-6.
8. Böni T, Rüttimann B, Dvorak J, Sandler A. Jean-André Venel. Spine 1994;19:007-11.
9. Ferguson AB. Roentgen Diagnosis of the Extremities and Spine, Hoeber, New York, 1945.
10. Cobb JR. Outline for the study of scoliosis. Am Acad Orthop Surg 1948;5:261-75.
11. Hibbs RA, Risser J, Ferguson AB. Scoliosis treated by the fusion operation: An end-result study of three hundred and sixty cases. J Bone Joint Surg 1931;13:91-104.
12. Risser JC, Lauder CH, Norquist DM, Cruis WA. Three types of body casts. AAOS Instructional Course Lecture 1953;10:131-42.

13. Risser JC. The iliac apophysis: an invaluable sign in the management of scoliosis. *Clin Orthop* 1958;11:111–9.
14. Risser JC. Treatment of Scoliosis During the Past 50 Years. *Clin Orthop* 1966;44:109–13.
15. Moe JH. A critical analysis of method of fusion for scoliosis: An evaluation in two hundred and sixty-six patients. *J Bone Joint Surg Am* 1958;40:529–54.
16. Hall JE. Spinal surgery before and after Paul Harrington. *Spine* 1998; 15;23:1356-61.
17. Harrington PR. The history and development of Harrington instrumentation. *Clin Orthop Relat Res* 1973;93:110–2.
18. Moe JH, Valuska JW. Evaluation of treatment of scoliosis by Harrington instrumentation. *J Bone Joint Surg* 1966;48:1656–7.
19. Luque ER. Segmental spinal instrumentation for correction of scoliosis. *Clin Orthop Relat Res* 1982;163:192–8.
20. Moe JH, Kharrat K, Winter RB, Cummine JL. Harrington instrumentation without fusion plus external orthotic support for the treatment of difficult curvature problems in young children. *Clin Orthop Relat Res* 1984;185:35–45.
21. Cotrel Y, Dubousset J, Guilaumat M. New universal instrumentation in spinal surgery. *Clin Orthop Relat Res* 1988;227:10–23.
22. Dubousset J, Herring JA, Shufflebarger H. The cranckshaft phenomenon. *J Pediatr Orthop* 1989;9:541-50.
23. Ito H, Tsuchiya J, Asami G. A new radical operation for Pott's disease. *J Bone Joint Surg* 1934;16:499.
24. Dwyer AF, Newton NC, Sherwood AA. An anterior approach to scoliosis. A preliminary report. *Clin Orthop Relat Res* 1969;62:192–202.

25. DeWald RL, Faut MM. Anterior and posterior spinal fusion for paralytic scoliosis. *Spine* 1979;4:401-9.
26. McMaster MJ. Anterior and posterior instrumentation and fusion of thoracolumbar scoliosis due to myelomeningocele. *J Bone Joint Surg Br* 1987;69:20-5.
27. Osebold WR, Mayfield JK, Winter RB, Moe JH. Surgical treatment of paralytic scoliosis associated with myelomeningocele. *J Bone Joint Surg Am* 1982;64:841-56.
28. Akbarnia BA, Marks DS. Instrumentation with limited arthrodesis for the treatment of progressive early onset scoliosis. *Spine* 2000;14:181-90.
29. Blakemore LC, Scoles PV, Thompson GH. Submuscular Isola rod with or without limited apical fusion in the management of severe spinal deformities in young children: preliminary report. *Spine* 2001;26:2044-8.
30. Hell AK, Campbell RM, Hefti F. The vertical expandable prosthetic titanium rib implant for the treatment of thoracic insufficiency syndrome associated with congenital and neuromuscular scoliosis in young children. *J Pediatr Orthop* 2005;14:287-93.
31. Dormans JP Evaluation of children with suspected cervical spine injury. *J Bone Joint Surg* 2002;84:124–132
32. Kuran O. *Sistematik Anatomi*, 1993, Filiz Kitapevi: İstanbul, 3. ed., s:74-80.
33. Yıldırım M. *Klinik Anatomi*, 2004, Yüce Yayın: İstanbul, 6. ed., s:123-30.
34. Benzel EC. *Spine Surgery*, 2005, Elsevier: USA, 2. ed., p:109-35.
35. Arıncı K. *Sobotta İnsan Anatomi Atlası*, Beta basım, 1994 cilt 2.
36. Bernhardt M, Bridwell KH. Segmental analysis of the sagittal plane alignment of the normal thoracic and lumbar spines and throrolumbar junction. *Spine* 1989;14:717-21.
37. Voutsinas SA, MacEwen GD. Sagittal profiles of the spine. *Clin Orthop* 1986;210:235–42.

38. Cil A, Yazici M, Uzumcugil A, Kandemir U, Alanay A, Alanay Y, Acaroglu RE, Surat A. The evolution of sagittal segmental alignment of the spine during childhood. *Spine* 2005;30:93-100.
39. Angelo Nieto MA, Sargent MG, Wilkinson DG, Cooke J. Control of cell behavior during vertebrae development by slug, a zinc finger gene. *Science* 1994;264:835-9.
40. Dias MS, Walker ML. The embryogenesis of complex dysraphic malformations: a disorder of gastrulation. *Pediatr Neurosurg* 1992;18:229-53.
41. Petorak İ. *Medikal Embriyoloji*, Beta Basın Yayın Dağıtım A.Ş. İstanbul, 1984; s:127-66.
42. Lonstein JE. *Embriology and Spinal Growth*, Moe's Textbook of scoliosis and other spinal deformities, WB Saunders Company, 3rd ed. 1995; p:23-38.
43. Netter FH, Crelin ES: *Embriology In The Ciba Collection of Medical Illustrations Vol.8 Part 1 Muskuloskeletal System*, Ciba-Geigy Corporation, 1987; p:123-45.
44. Parke WW. *Development of The Spine*. The Spine ed. RH Rothman, FA Simeone, WB Saunders Company 1992; P:33-4.
45. Noback CR, Robertson CG: Sequences of appearance of ossification centers in the human skeleton during the first five prenatal months. *Am J Anat* 1969;89:128.
46. Morrissy RT, Weinstein SL. *Lovell and Winter's Pediatric Orthopaedics*. 6th ed. Lippincott Williams and Wilkins 2001; P: 35-55.
47. Dimeglio A. Growth in pediatric orthopaedics. *J Pediatr Orthop* 2001;21;549-55.
48. Dimeglio A. Growth of the spine before age 5 years. *J Pediatr Orthop B* 1993;1:102-8.
49. Dimeglio A, Bonnel F. *Le rachis en croissance*. Paris, Springer 1990, p:1545.
50. Robert Roaf MD. The Basic Anatomy of Scoliosis. *J Bone Joint Surg Br* 1966;48:786-92.

51. Stokes IA, Burwell RG, Dangerfield PH. Biomechanical spinal growth modulation and progressive adolescent scoliosis—a test of the ‘vicious cycle’ pathogenetic hypothesis: summary of an electronic focus group debate of the IBSE. *Scoliosis* 2006;18:1:16.
52. Akel I, Yazıcı M. Growth modulation in the management of growing spine deformities. *J Child Orthop* 2009;3:1–9.
53. Aladar Farkas MD. The Pathogenesis of idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 1954;36:617-54.
54. James JIP. *Scoliosis* Baltimore, Williams & Wilkins, 1967, p:346.
55. Erol B, Kusumi K, Lou J. Etiology of congenital scoliosis. *UPOJ* 2002;15:37–42.
56. Winter RB, Moe JH, Eilers VE. Congenital scoliosis: a study of 234 patients treated and un-treated. *J Bone Joint Surg Am* 1968;50:1–47.
57. McMaster M, Ohtsuka K. The natural history of congenital scoliosis: a study of 251 patients. *J Bone Joint Surg Am* 1982;64:1128–47.
58. Herring JA. Tachdjian’s *Pediatric Orthopaedics*. Saunders Elsevier 4th ed. 2008: P:265-389.
59. McMaster MJ, Singh H. Natural history of congenital kyphosis and kyphoscoliosis: a study of one hundred and twelve patients. *J Bone Joint Surg Am* 1999;81:1367–83.
60. Purkiss SB, Driscoll B, Cole WG. Idiopathic scoliosis in families of children with congenital scoliosis. *Clin Orthop Relat Res* 2002;401:27–31.
61. Tanner J. Growth and endocrinology of the adolescent. In Gardner L: *Endocrine and Genetics Disease of Childhood*. Philadelphia, WB Saunders, 1975: p;14.
62. Adams W. *Lectures on the pathology and treatment of lateral and other forms of curvature of the spine*. London, Churchill, 1865.
63. Bunnell WP. An objective criterion for scoliosis screening. *J Bone Joint Surg Am* 1984;66:1381-7.

64. Zadeh HG, Saka SA, Powell MP. Absent superficial abdominal reflexes in children with scoliosis: An early indicator of syringomyelia. *J Bone Joint Surg Am* 1995;77:762-7.
65. Beals RK, Robbins JR, Rolfe B. Anomalies associated with vertebral malformations. *Spine* 1993;18:1329-32.
66. Hensinger R, Lang JE, MacEwen GD. Klippel-Feil syndrome: A constellation of associated anomalies. *J Bone Joint Surg Am* 1974;56:1246-53.
67. MacEwen GD, Winter RB, Hardy JH. Evaluation of kidney anomalies in congenital scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 1972;54:1451-4.
68. Reckles LN, Peterson HA, Weidman WH, Bianco AJ Jr. The association of scoliosis and congenital heart defects. *J Bone Joint Surg Am* 1975;57:449-55.
69. Davies G, Reid L. Effect of scoliosis on growth of alveoli and pulmonary arteries and on right ventricle. *Arch Dis Child* 1971;46:623-32.
70. Mehta, M.H. The rib vertebra angle in the early diagnosis between resolving and progressive infantile scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 1972;54:230-43.
71. Morrissy RT, Goldsmith GS, Hall EC. Measurement of the Cobb angle on radiographs of patients who have scoliosis: Evaluation of intrinsic error. *J Bone Joint Surg* 1990;72:320.
72. Robinson EF, Wade WD. Statistical assessment of two methods of measuring scoliosis before treatment. *Can Med Assoc J* 1983;15:129.
73. Perdriolle R. *La scoliose: son étude tridimensionnelle*. Paris, Maloine, 1979.
74. Nash C, Moe J. A study of vertebral rotation. *J Bone Joint Surg Am* 1963;51:223-9.
75. Goff CW. Scoliosis in young infants. *J Bone Joint Surg Am* 1938;20:1072.
76. Harrenstein RJ. Sur la scoliose des nourrissons et des jeunes enfants. *Révue d'Orthopédies* 1936;23:289.

77. James JIP, Lyold-Roberts GC, Pilcher MF. Infantile structural scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1959;41:4.
78. James JIP. The management of infants with scoliosis. *J Bone Joint Surg Br* 1975;57:422-9.
79. Scott JC and Morgan TH. The natural history and prognosis of infantile idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1955;37:400-13.
80. Lloyd-Roberts GC, Pilcher MF. Structural idiopathic scoliosis in infancy: a study of the natural history of 100 patients. *J Bone Joint Surg Br* 1965;47:520-3.
81. Diedrich O, Von Stempel A, Schloz M, Schmitt O, Kraft CN. Long-term observation and management of resolving infantile idiopathic scoliosis: a 25-year follow-up. *J Bone Joint Surg Br* 2002;84:1030-5.
82. McMaster MJ, Macnicol MF. The management of progressive infantile idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Br* 1979;61:36-42.
83. Thompson SK, Bentley G. Prognosis in infantile idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Br* 1980;62:151-4.
84. Mehta M, Morel G. In: Zorab P, Siezler D, eds. *The non-operative treatment of infantile idiopathic scoliosis*. London, Academic Press, 1979.
85. Mehta MH. Growth as a corrective force in the early treatment of progressive infantile scoliosis. *J Bone Joint Surg Br* 2005;87:1237-47.
86. Klemme WR, Denis F, Winter RB. Spinal instrumentation without fusion for progressive scoliosis in young children. *J Pediatr Orthop* 1997;17:734-42.
87. Tello C, Bersusky E, Francheri A. Severe infantile scoliosis treated with repetitive distractions followed by definitive arthrodesis. *Scoliosis Research Society Annual Meeting*, Seattle, 2002.

88. Blount RP, Schmidt AC, Keever ED, Leonard ET. The Milwaukee brace in the operative treatment of scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1958;40:511-25.
89. Moe JH, Kettleson DN. Idiopathic scoliosis analysis of curve patterns and the preliminary results of Milwaukee brace treatment in one hundred sixty nine patient. *J Bone Joint Surg* 1970;52:1509-33.
90. CL Nash. Current concepts review: scoliosis bracing. *J Bone Joint Surg Am* 1980;62:848-52.
91. Cotrel Y, Morel G. The elongation-derotation-flexion technique in the correction of scoliosis. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1964;50:59-75.
92. Sanders JO, D'Astous J, Fitzgerald M, Khoury JG, Kishan S, Sturm PF. Derotational casting for progressive infantile scoliosis. *J Pediatr Orthop* 2009;29:581-7.
93. D'Astous J, Saunders J. Casting and traction treatment methods for scoliosis. *Orthop Clin North Am* 2007;38:477-84.
94. Sink EL, Karol LA, Sanders J, Birch JG, Johnston CE, Herring JA. Efficacy of perioperative halo-gravity traction in the treatment of severe scoliosis in children. *J Pediatr Orthop* 2001;21:519-24.
95. Rinella A, Lenke L, Whitaker C, Kim Y, Park SS, Peelle M, Edwards C 2nd, Bridwell K. Perioperative halo-gravity traction in the treatment of severe scoliosis and kyphosis. *Spine* 2005;30:475-82.
96. Mehlman CT, Al-Sayyad MJ, Crawford AH. Effectiveness of spinal release and halo-femoral traction in the management of severe spinal deformity. *J Pediatr Orthop* 2004;24:667-73.
97. Minerio J, Weinstein SL. Subcutaneous rodding for progressive spinal curvatures: Early results. *J Pediatr Ortop* 2002;22:290-5.

98. Thompson GH, Akbarnia BA, Kostial P. Comparison of single and dual growing rod techniques followed through definitive surgery: A preliminary study. *Spine* 2005;30:2039-44.
99. Acaroğlu E, Yazıcı M, Alanay A. Three dimensional evaluation of scoliotic curve during instrumentation without fusion in young children. *J Pediatric Orthop* 2002;22:492-6.
100. Thompson GH, Poe-Kochert C. Submuscular isola rod in the management of severe spinal deformities in young children: an update. POSNA 2004.
101. Akbarnia BA, Marks DA, Boachie-adjei O, Thompson AG, Asher MA. Dual growing technique for the treatment of progressive early onset scoliosis: a multicenter study. *Spine* 2005;30:46-57.
102. Akbarnia BA, Blakemore LC, Campbell RM, Dormans JP. Approaches for the very young child with spinal deformity: What's new and what works. *Instr Course Lect* 2010;59:407-24.
103. Bess RS, Akbarnia BA, Thompson G. Complication in 910 growing rod surgeries: Use of dual rods and submuscular placement of rods decrease complications. *Spine J* 2008;8:13-4.
104. Yang JS, McElroy MJ, Akbarnia BA, Salari P, Yazıcı Y. Growing rods for spinal deformity: characterizing consensus and variation in current use. *J Pediatr Orthop* 2010;30:264-70.
105. Campbell RM Jr, Smith MD. Thoracic insufficiency syndrome and exotic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 2007;89:108-22.
106. Campbell RM Jr, Smith MD, Mayes TC, Mangos JA, Willey Courand, Kose N. The characteristics of thoracic insufficiency syndrome associated with the fused ribs and congenital scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 2003;85:399-408.

107. Kearon C, Viviani GR, Kirkley A, Killian KJ. Factors determining pulmonary function in adolescent idiopathic thoracic scoliosis. *Am Rev Respir Dis* 1993;148:288-94.
108. Day GA, Upadhyay SS, Ho EK, Leong JC, Ip M. Pulmonary functions in congenital scoliosis. *Spine* 1994;19:1027-31.
109. Koumbourlis AC. Scoliosis and the respiratory system. *Pediatr Respir Rev* 2006; 7:152-60.
110. Redding G, Song K, Inscore S, Effmann E, Campbell R. Lung function asymmetry in children with congenital and infantile scoliosis. *Spine J* 2008;8:639-44.
111. Campbell RM Jr, Smith MD, Mayes TC, Mangos JA, Willey-Courand DB, Kose N, Pinero RF, Alder ME, Duong HL, Surber JL. The effect of opening wedge thoracostomy on thoracic insufficiency syndrome associated with fused ribs and congenital scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 2004;86:1659-74.
112. Murray J. Normal Lung; The basis for diagnosis and treatment of pulmonary disease. Saunders 2nd edition 1986: p;47.
113. Burri PH. Structural aspects of prenatal and postnatal development and growth of the lung. McDonald JA, editor. Lung growth and development. NewYork, Dekker, 1997 p:1-36.
114. Mayer OH, Redding G. Early changes in pulmonary function after vertical expandable prosthetic titanium rib insertion in children with thoracic insufficiency syndrome. *J Pediatr Orthop* 2009;29:35-8.
115. Ramirez N, Flynn JM, Emans JB, Betz R, Smith JT, Price N, St Hilaire T, Joshi AP, Campbell RM. Vertical expandable prosthetic titanium rib as treatment of thoracic insufficiency syndrome in spondylocostal dysplasia. *J Pediatr Orthop* 2010;30:521-6.
116. Yazıcı M, Emans J. Fusionless instrumentation systems for congenital scoliosis: expandable spinal rods and vertical expandable prosthetic titanium rib in the

- management of congenital spine deformities in the growing child. *Spine* 2009;34:1800-7.
117. Hall JE, Herndon WA, Levine CR. Surgical treatment of congenital scoliosis with or without Harrington instrumentation *J Bone Joint Surg Am* 1981; 63: 608 -19.
 118. Winter RB, Moe JH. The results of spinal arthrodesis for congenital spinal deformity in patients younger than five years old. *J Bone Joint Surg Am* 1982;64:419-32.
 119. Hedequist D, Emans J. Congenital scoliosis. *J Pediatr Orthop* 2007;27:106-16.
 120. Hedequist DJ, Hall JE, Emans JB. The safety and efficacy of spinal instrumentation in children with congenital spine deformities. *Spine* 2004;29:2081-6.
 121. Kesling KL, Lonstein JE, Denis F. The crankshaft phenomenon after posterior spinal arthrodesis for congenital scoliosis: review of 54 patients. *Spine* 2003;28:267-71.
 122. Goldberg CJ, Moore DP, Fogarty EE, Dowling FE. Long-term results from in situ fusion for congenital vertebral deformity. *Spine* 2002;27:619-28.
 123. Andrew T, Piggott H. Growth arrest for progressive scoliosis. Combined anterior and posterior fusion of the convexity. *J Bone Joint Surg Br* 1985;67:193-7.
 124. Uzumcugil A, Cil A, Yazici M, Acaroglu E, Alanay A, Aksoy C, Surat A. Convex growth arrest in the treatment of congenital spinal deformities, revisited. *J Pediatr Orthop* 2004;24:658-66.
 125. Keller PM, Lindseth RE, DeRosa GP. Progressive congenital scoliosis treatment using a transpedicular anterior and posterior convex hemiepiphysiodesis and hemiarthrodesis. A preliminary report. *Spine* 1994;19:1933-9.
 126. Cheung KM, Zhang JG, Lu DS, K Luk KD, Y Leong JC. Ten-year follow-up study of lower thoracic hemivertebrae treated by convex fusion and concave distraction. *Spine* 2002;27:748-53.

127. Yazıcı M, Demirkıran HG, Ahmadi H, Ayvaz M, Alanay A, Acaroğlu E. Instrumented convex hemiepiphysiodesis in treatment of congenital scoliosis. *J Child Orthop* 2007;1:255-76.
128. Kieffer J, Dubousset J. Combined anterior and posterior convex epiphysiodesis for progressive congenital scoliosis in children aged ≤ 5 years. *Eur Spine J* 1994;3:120-5.
129. Winter RB. Convex anterior and posterior hemiarthrodesis and hemiepiphysiodesis in young children with progressive congenital scoliosis. *J Pediatr Orthop* 1981;1:361-6.
130. Royle ND. The operative removal of an accessory vertebra. *Med J Aust* 1928;1:467-8.
131. Leatherman KD, Dickson RA. Two-stage corrective surgery for congenital deformities of the spine. *J Bone Joint Surg Br* 1979;61:324-8.
132. Winter RB, Lonstein JE, Denis F. Convex growth arrest for progressive congenital scoliosis due to hemivertebrae. *J Pediatr Orthop* 1988;8:633-8.
133. Bollini G, Docquier PL, Viehweger E, Launay F, Jouve JL. Lumbar hemivertebra resection. *J Bone Joint Surg Am* 2006;88:1043-1052.
134. Hedequist DJ, Hall JE, Emans JB. Hemivertebra excision in children via simultaneous anterior and posterior exposures. *J Pediatr Orthop* 2005;25:60-3.
135. Ruf M, Harms J. Pedicle screw in one and two year old children-technique, complications and effect on further growth. *Spine* 2002;27:1116-23.
136. Ruf M, Harms J. Posterior hemivertebra resection with transpedicular instrumentation: early correction in children aged 1 to 6 years. *Spine* 2003;28:2132-8.
137. Hedequist D, Emans J, Proctor M. Three rod technique facilitates hemivertebra wedge excision in young children through a posterior only approach. *Spine* 2009;34:225-9.
138. Akbarnia BA. Management themes in early onset scoliosis. *J Bone Joint Surg* 2007;89:42-54.

139. Sanders JO, Herring JA, Browne H. Posterior arthrodesis and instrumentation in the immature risser grade 0 spine in idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 1995;77:39-45.
140. Winter RB. Scoliosis and spinal growth. *Orthop Rev* 1977;6;17-20.
141. Winter RB, Lonstein JE. Scoliosis secondary to a hemivertebra: seven patients with gradual improvement without treatment. *Spine* 2010;35:49-52.
142. Campbell RM, Smith MD, Mangos JA. The treatment of thoracic insufficiency syndrome associated with progressive early onset scoliosis by opening wedge thoracostomy. *The Annual Meeting of The Scoliosis Research Society* 2005;27-30.
143. Harrington P. Treatment of scoliosis: correction and internal fixation by spine instrumentation. *J Bone Joint Surg Am* 1962;44:591-610.
144. Sankar WN, Acevedo DC, Skaggs DL. Comparison of complications among growing spinal implants. *Spine* 2010;18:[Epub ahead of print]
145. Mahar AT, Bagheri R, Oka R, Kostial P, Akbarnia BA. Biomechanical comparison of different anchors for the pediatric dual growing rod technique *The Spine Journal* 2008;8:933-9.
146. Akbarnia BA, Breakwell LM, Marks DS, McCarthy RE, Thompson AG, Canale SK, Kostial PN, Tambe A, Asher MA; Growing Spine Study Group. Dual growing rod technique followed for three to eleven years until final fusion: the effect of frequency of lengthening. *Spine* 2008;33:984-90.
147. Cahilli PJ, Marvil S, Cuddihy L, Schutt C, Idema J, Clements DH, Antonacci MD, Asghar J, Samdani AF, Betz RR. Autofusion in the immature spine treated with growing rods. *Spine* 2010; 30:[Epub ahead of print].

IX- ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı, Soyadı : Turgut Akgül
Doğum Tarihi ve Yeri : 21 Kasım 1981, İstanbul
Medeni Durumu : Evli
Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim

İlköğretim : 1987-1992 Güzeltepe İlkokulu, İstanbul
Ortaöğretim : 1992-1995 Şemsipaşa İlköğretim Okulu, İstanbul
Lise : 1995-1999 Halide Edip Adıvar Lisesi, İstanbul
Yükseköğretim : 1999-2005 İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi, İstanbul
Tıpta Uzmanlık Eğitimi : 2005-Günümüz İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, İstanbul

Çalışma Durumu

Tıpta Uzmanlık Öğrencisi : 2005-Günümüz İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, İstanbul

Mesleki Üyelikler

1. Türk Ortopedi ve Travmatoloji Derneği (TOTDER)