

Adölesan İdiopatik Skolyoz

1. BASKI

Editörler:

Prof. Dr. Ömer AKÇALI

Editör Yardımcıları:

Prof. Dr. İ. Teoman BENLİ

Prof. Dr. Can KOŞAY

Prof. Dr. Deniz KONYA

**Türk Omurga Derneği Yayınları-10
2017**

**Türk Omurga Derneği adına sahibi:
Prof. Dr. İ. Teoman BENLİ**

Türk Omurga Derneği Yönetim Kurulu:

BAŞKAN

İ. Teoman Benli • *i.teoman.benli@gmail.com*

2. BAŞKAN

Sait Naderi • *saitnaderi@yahoo.com*

SEKRETER

Mehmet Aydoğan • *ortospine@yahoo.com*

SAYMAN

Hakan Sabuncuoğlu • *hsabuncuoglu@gmail.com*

ÜYELER

Ender Oflluoğlu • *enderoflluoglu@yahoo.com*

Yetkin Söyüncü • *ysoyuncu@hotmail.com*

Uygur Er • *uygurur@gmail.com*

Metin Özalay • *metinozalay@gmail.com*

Deniz Konya • *drdkonya[at]hotmail.com*

Fatih Dikici • *fatihdikici71@hotmail.com*

ISBN: 978-975-6813-98-0

Türk Omurga Derneği'nden izinsiz bu kitaptan kısmen veya tamamen alıntı yapılamaz ve izinsiz yeni baskısı yapılamaz.

Tüm telif hakları Türk Omurga Derneği adına
Prof. Dr. İ. Teoman Benli'ye aittir.

Rekmay Yayıncılık

www.rekmay.com.tr

Ankara, 2017

KATKIDA BULUNANLAR
(ALFABETİK SOYADI SIRASI İLE)

• **Prof. Dr. Emre ACAROĞLU**
ARTES Omurga Merkezi, Ankara.

• **Prof. Dr. Ömer AKÇALI**
9 Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, İzmir.

• **Prof. Dr. Ahmet ALANAY**
Acıbadem Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, İstanbul.

• **Prof. Dr. Başar ATALAY**
Yeditepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nöroşirurji Anabilim Dalı, İstanbul

• **Prof. Dr. Özkan ATEŞ**
İstanbul Esenyurt Üniversitesi/ Esencan Hastanesi Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği, İstanbul.

• **Yrd. Doç. Dr. Yunus ATICI**
Okan Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, İstanbul.

• **Prof. Dr. Ufuk AYDINLI**
Verom Omurga Sağlığı ve Tümör Cerrahisi Merkezi, Bursa.

• **Doç. Dr. Mehmet AYDOĞAN**
Bosphorus Spinal Center, İstanbul.

• **Doç. Dr. Meltem BAYDAR**
Özel Clinic A Tıp Merkezi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Kliniği, Samsun

• **Prof. Dr. İ. Teoman BENLİ**
Okan Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, İstanbul.

• **Prof. Dr. Haluk BERK**
9 Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, İzmir.

• **Doç. Dr. Halil BURÇ**
Özel Hisar Intercontinental Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Bölümü, İstanbul.

• **Dr. Âdem ÇATAK**
Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Denizli.

• **Doç. Dr. Sedat DALBAYRAK**
Nörospinal Akademi, İstanbul.

• **Prof. Dr. Özlem EL**

9 Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, İzmir.

• **Uzm. Dr. Hale Aksu ERDOST**

9 Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anestezi ve Reanimasyon Anabilim Dalı, İzmir.

• **Doç. Dr. Serkan ERKAN**

Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Manisa.

• **Prof. Dr. Selmin GÜLBAHAR**

9 Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, İzmir.

• **Yrd. Doç. Dr. Ümit Özgür GÜLER**

Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Üreyir Hastanesi, Adana.

• **Uzm. Dr. Nihan ERDİNÇ GÜNDÜZ**

Tepecik Eğitim Araştırma Hastanesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Kliniği, İzmir.

• **Op. Dr. Kürşat KARA**

Liv Hastanesi, İstanbul.

• **Yrd. Doç. Dr. Doğaç KARAGÜVEN**

Okan Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, İstanbul.

• **Op. Dr. Neşe KESER**

İstanbul Fatih Sultan Mehmet Eğitim ve Araştırma Hastanesi Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği, İstanbul.

• **Prof. Dr. Esat KITER**

Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Denizli.

• **Prof. Dr. Can KOŞAY**

9 Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, İzmir.

• **Prof. Dr. Sait NADERİ**

S.B.Ü. Ümraniye Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Nöroşirurji Anabilim Dalı, İstanbul

• **Doç. Dr. Ender OFLUOĞLU**

SB Bakırköy Ruh ve Sinir Hastalıkları EAH, Nöroşirurji Kliniği, İstanbul.

• **Prof. Dr. Çimen Gülben OLGUNER**

9 Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anestezi ve Reanimasyon Anabilim Dalı, İzmir.

- **Op. Dr. İsmail OLTULU**
Bosphorus Spinal Center, İstanbul.
- **Dr. Ahmet ÖĞRENCİ**
Nörospinal Akademi, İstanbul.
- **Prof. Dr. Metin ÖZALAY**
Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Üreyir Hastanesi, Adana.
- **Yrd. Doç. Dr. İsmail Safa SATOĞLU**
9 Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, İzmir.
- **Prof. Dr. Yetkin SÖYÜNCÜ**
Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Antalya.
- **Prof. Dr. Alpaslan ŞENKÖYLÜ**
Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Ankara.
- **Prof. Dr. Mehmet TEZER**
Özel Hisar Intercontinental Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Bölümü, İstanbul.
- **Op. Dr. Cumhur Kaan YALTIRIK**
Yeditepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nöroşirurji Anabilim Dalı, İstanbul
- **Doç. Dr. Onur YAMAN**
Koç Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nöroşirurji Anabilim Dalı, İstanbul
- **Yrd. Doç. Dr. Çağlar YILGÖR**
Acıbadem Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, İstanbul.
- **Yves Cotrel Vakfı Metabolik Çalışma Grubu**
Fransa
- **Doç. Dr. Murat ZİNNUROĞLU**
Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Ankara.

TÜRK OMURGA DERNEĞİ BAŞKANINDAN

Saygıdeğer meslektaşlarım, Mayıs 2015’de Türk Omurga Derneği Yönetim Kurulu Başkanı olarak göreve geldikten sonra, benim ve Yönetim Kurulu’nun 4 temel hedefimiz vardı. Bunlar, Eurospine Diploma ve TOD Müfredat kursları ve bölgesel toplantılar yapmak, böylelikle hem meslektaşlarımızın eğitimine katkıda bulunmak, hem de Türkiye’nin her yerinde meslektaşlarımızla kaynaşarak, omurga cerrahisini sevdirmek, gerekli alt yapıyı hazırlayıp genç meslektaşlarımıza yurt dışı burs olanakları sağlayarak onların eğitimine destek olmak, Ortopedi ve Nöroşirurji ailelerini yakınlaştırarak, ortak eğitim etkinlikleri yapmak, eşgüdüm komisyonu yardımıyla TTB-HUV ve SGK-SUT listelerini eşleştirmek ve son olarak bence en önemlisi gelecek nesillere bırakacağımız gerçek kalıcı eserler olan kitaplar çıkartmaktır. İkisi yeni baskı olmak üzere bu dönemde 10 kitap çıkartılması planlanmaktadır.

Öncelikle menmuniyetle ifade etmeliyim ki, ilk üç hedefimize neredeyse tamamı ile ulaşmış durumdayız. TTB-HUV listeleri gücellenerek eşleştirilmiştir. SRS ve Eurospine Kongrelerine 4 katılım bursu yanısıra, Amerika Birleşik Devletlerinde 3 önemli klinikte 2’şer aylık, Hollanda’da 2’şer aylık klinik çalışma bursları ve İngiliz Omurga Cerrahisi ile yaptığımız anlaşma ile 1 adet “travelling fellowship” bursu sağlanmıştır. Daha önceki yönetimce sağlanan yine 1’er aylık İtalya ve Macaristan’daki “Omurga Tümörleri” bursuna da devam edilmiştir. Bölgesel toplantıların ilki Adana’da yapılmış, çevre illerden büyük bir katılımıla, mükemmel bir toplantı yapılmıştır. İkincisi Ankara’da yapılacaktır. Eurospine modüllerinin 1-3 ve 2-4 yapılmıştır.

*Son olarak ve bence en önemli hedefimize gelince, şüphesiz bu hedef zor ve yorucu bir çalışma gerektiren kitaplar hazırlanmasıdır. Önceki yönetimce hazırlanan “Omurga ve Spinal Kord Tümörlerinde Tanı ve Tedavi” kitabı Türk Omurga Yayınları-3 olarak basılmış ve tüm üyelere ücretsiz yollanmıştır. 2006 yılında basılan editörlüğünü benim yaptığım, “Omurga Enfeksiyonları” kitabı güncellenerek yeni baskısı yapılmış ve bu kitap da ve tüm üyelere ücretsiz yollanmıştır. Şimdi TOD yayınlarının 9. kitabı olan “**ADÖLESAN İDİOPATİK SKOLYOZ**” kitabını yayınlıyoruz. Bu kitabın omurgaya gönül vermiş tüm meslektaşlarımıza yararlı olacağına inancım tamdır. Titiz bir çalışmanın ürünüdür. Başta **Kitap Editörü Dr. Ömer AKÇALI**’ya, editör yardımcıları, Dr. Can KOŞAY’a, Dr. Deniz KONYA’ya, Dr. Ender OFLUOĞLU’na, Dr. Mehmet AYDOĞAN’a ve tüm TOD Yönetim Kurulu üyelerine, tüm bölüm yazarı meslektaşlarıma, Rekmay Yayınevinden Sayın Ahmet Hagur’a, Özlem Türkmen’e ve çalışanlarına ve adını zikredemediğim emeği geçen herkese sonsuz teşekkürü borç bilirim.*

Saygılarımla

Prof. Dr. İ. Teoman BENLİ
Türk Omurga Derneği Başkanı

ÖNSÖZ

Sevgili Meslektaşlarım,

Omurga deformiteleri Hipokrat döneminden beri ilgi çekiciliğini ve karmaşıklığını korumaktadır. Bu deformiteler içinde özellikle Adölesan İdiopatik Skolyoz kendine has özellikleriyle gizemli bir deformitedir. Bir zamanlar nedeni kesinlikle bilinemediğinden idiyopatik ön eki alan bu patolojide son yıllarda hem genetik hem de metabolik alt yapısıyla ilgili çalışmalar yoğunluk kazanmıştır. Kısa bir gelecekte idiyopatik kelimesi tarihsel değer kazanacak ve hastalığın nedeni de bulunacaktır.

Adölesan idiyopatik skolyoz, uzun yıllar boyunca ortopedistler tarafından tedavi edilmiştir. Bunun ana nedeni, patolojinin bir deformite olması ve deformite düzeltme temel ilkelerinin ortopedi uzmanlık eğitimi içinde yer almasıdır. Ancak teknolojinin gelişimine paralel olarak hem tanımlamalarda hem de tedavi yöntemlerinde büyük gelişmeler yaşanmıştır. Omurga cerrahisi kavramının gelişmesi ile birlikte beyin cerrahisi ve ortopedi temel alanlarında verilen omurga eğitimlerinin birleşme gerekliliği ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak da, Adölesan İdiopatik Skolyozun tedavisinde multidisipliner yaklaşımın önemi anlaşılmıştır. Günümüzde Adölesan İdiopatik Skolyozun tedavisi bir takım işi olarak görülmektedir. Bu takımın doğal üyeleri ortopedistler ve beyin cerrahlarından oluşan omurga cerrahları, anestezi uzmanları ve fizik tedavi rehabilitasyon uzmanlarıdır. Bu deformite kitabı, özellikle bu uzmanlık dallarından hekimleri bir araya getirmesi açısından anlamlıdır. Umarım genç meslektaşlarımıza teorik bilgi aktarımı yanında multidisipliner mesleki değerler açısından da yol gösterici olabiliriz.

Bu kitabın hazırlanmasında emeği geçen bölüm yazarlarımıza, yazıların toplanıp değerlendirilmesi ve düzeltilmesi sürecinde yardımcı olan başta Teoman BENLİ olmak üzere Can KOŞAY ve Deniz KONYA' ya, basımında ve dağıtımında emeği geçen tüm çalışanlara teşekkür ediyorum.

Bilgi yağınuna küçük bir kum tanesi olsa bile, katkı sağlaması dileğiyle...

Ömer AKÇALI
Editör

İÇİNDEKİLER

1- Spinal Deformite Tarihçesi	1-16
<i>Sait NADERİ</i>	
2- Adolesan İdiopatik Skolyoz Epidemiyolojisi ve Patogenezi.....	17-26
<i>Başar ATALAY, Kaan YALTIRIK</i>	
3- Adolesan İdiopatik Skolyozun (AIS) Metabolik Temeli; AIS Etiyolojisi Üzerine Çalışmalar	27-48
<i>Emre ACAROĞLU</i>	
4- Klinik Değerlendirme	49-56
<i>Ümit Özgür GÜLER, Metin ÖZALAY</i>	
5- Radyolojik Değerlendirme	57-68
<i>İsmail Safa SATOĞLU, Ömer AKÇALI</i>	
6- Adölesan İdiopatik Skolyozda Biomekanik Özellikler	69-88
<i>Neşe KESER, Özkan ATEŞ</i>	
7- Doğal Seyir ve İlerlemenin Değerlendirilmesi.....	89-102
<i>Ahmet ÖĞRENCİ, Onur YAMAN</i>	
8- Adolesan İdiopatik Skolyozda (AIS) Kırmızı Bayraklar	103-132
<i>Yetkin SÖYÜNCÜ</i>	
9- Adölesan İdiopatik Skolyun Sınıflandırılması	133-148
<i>Can KOŞAY</i>	
10- Adölesan İdiopatik Skolyozda Korse Tedavisi	149-186
<i>Meltem BAYDAR, Özlem EL</i>	
11- Adölesan İdiopatik Skolyozda Egzersiz Tedavisi	187-224
<i>Nihan ERDİNÇ GÜNDÜZ, Selmin GÜLBAHAR</i>	
12- Cerrahi Endikasyonlar ve Zamanlama	225-232
<i>Halil BURÇ, M. Nuri ERDEM, Mehmet TEZER</i>	
13- Skolyoz Cerrahisinde İntraoperatif Nörofizyolojik İzlem	233-252
<i>Murat ZİNNUROĞLU, Alpaslan ŞENKÖYLÜ</i>	
14- Adolesan İdiopatik Skolyoz Cerrahisinde Anestezi	253-288
<i>Çimen Gülben OLGUNER, Hale Aksu ERDOST</i>	

15- Adölesan İdiopatik Skolyoz Cerrahi Tedavisinde Düzeltme ve Enstrümantasyon Tekniklerinin Tarihsel Gelişimi	289-386
<i>İ. Teoman BENLİ</i>	
16- Adölesan İdiopatik Skolyozda Posterior Düzeltme Teknikleri	387-396
<i>Kürşat KARA, Ufuk AYDINLI</i>	
17- Güncel Anterior Düzeltme Teknikleri	397-410
<i>Serkan ERKAN</i>	
18- Ciddi Rijit Adölesan Skolyozda Osteotomi Teknikleri	411-424
<i>İsmail OLTULU, Ender OFLUOĞLU, Mehmet AYDOĞAN</i>	
19- Skolyozda Büyüme Düzenleyen Teknikler	425-440
<i>Çağlar YILGÖR, Ahmet ALANAY</i>	
20- Skolyoz Cerrahisinde Komplikasyonlar	441-460
<i>Esat KITER, Âdem ÇATAK</i>	
21- Revizyon Cerrahisi ve Komplikasyonları	461-490
<i>Sedat DALBAYRAK, Onur YAMAN</i>	
22- Omurga Deformiteleri ve Yaşam Kalite Değerlendirilmesi	491-512
<i>Haluk BERK</i>	
İNDEKS	513-518

1. Spinal Deformite Tarihçesi

Sait NADERİ

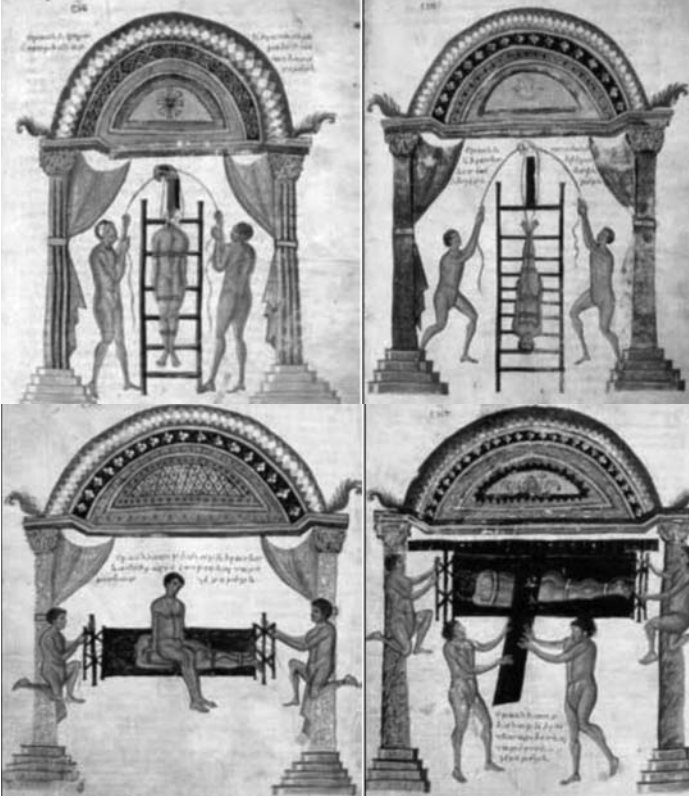
Omurga deformiteleri insan sağlığını etkileyen başlıca patolojilerdendir. Güncel tedavisi 20. Yüzyılda şekillenmeye başlamasına rağmen, bu konuyla ilgili bilgiler çok eski çağlara dayanmaktadır. Bugün için omurga deformiteleri ile ilgili bilinen ilk kayıt MÖ 3500-1800 yılları arasında yazılmış bir Hint mitolojik kitabında yer almaktadır ve kitapta skolyozu olan bir kadına çenesinden yukarı traksiyon uygulandığı yazılmıştır⁽⁵⁷⁾. MÖ 460-370 yıllarında grekoromen tıp ekolundan, İstanköylü Hipokrat omurga deformitelerini tedavi eden ilk hekim olarak karşımıza çıkmaktadır (Şekil-1).

Hipokrat'ın yazmış olduğu 'On Nature of Bones' kitabında, omurga anatomisinin yanı sıra, omurga deformiteleri de tanımlanmıştır (Şekil-2)⁽⁵¹⁾.

Hipokrat omurga deformitelerini 5 ana başlık altında toplamıştır; 1) travmatik veya travmatik olmayan kifoz, 2) skolyoz, 3) konküzyon (patlama kırığı gibi), 4) dislokasyonlar, 5) spinöz proses fraktürleri⁽⁵⁰⁾. Deformite tedavisinde genel olarak hastaya deformite bölgesi sarılarak ayaklardan asılı traksiyon uygulamayı tanımlamıştır^(46,61).



Şekil-1. Hipokrat ve Galen, Fresco of Taddeo Gaddi, Santa Maria Novella, Florence, Italy.



Şekil-2. Hipokrat'ın tanımladığı spinal deformite tedavi düzenek ve yöntemi (Hippocratic treatise On Articulations. Apollon Kitium tarafından çizim, Bibliotheca Medica Laurenziana, Florence.)⁽¹⁰⁾

MS 129-201 yıllarında ise Bergama'lı Galen spinal deformiteyi kifoz, lordoz, skolyoz ve deformite olmaksızın omurga eklem hareketliliği olmak üzere 4 ana başlıkta toplamıştır ⁽⁶⁰⁾. Ayrıca omurga ve spinal sinirleri daha ayrıntılı tanımlamıştır ⁽⁶⁰⁾. Galen'den sonra 15. yüzyılın sonuna kadar traksiyon skolyozun tedavisi için kullanılmaya devam edilmiştir.

16. yüzyılda Ambroise Pare ilk defa skolyoz tedavisi için çelik bir korse kullanmıştır. 19. yüzyılda Lewis Albert Sayre ise ilk defa, Paris korsesi adını verdiği, aksiyal traksiyon yapan alçıdan yapılmış bir korse kullanmıştır ⁽⁴⁶⁾. 18. yüzyılda, Nicholas Andry kötü duruş ve oturma alışkanlıklarının skolyoza neden olabileceğini belirterek, tedavi için egzersiz yöntemlerini tarif etmiş ve korse kullanılmasını önermiştir ⁽⁷⁰⁾.

1895'te Roentgen tarafından X-ray'in tanımlanmasından sonra, deformitenin tanı ve takibi kolaylaşmıştır ⁽⁶⁶⁾.

Spinal deformitelerin tedavisi, modern çağ öncesi atel, korse ve traksiyon gibi yöntemlerle sağlanmış olup, modern çağ ile birlikte yerini değişen cerrahi tekniklere bırakmıştır. İlk bilinen spinal deformite cerrahisi 19. yüzyılın başlarında Guerrin tarafından uygulanmış olan paraspinal kaslarına miyotomisidir ⁽⁷⁰⁾. 1912 yılında Paul Roth 2000 olguluk büyük bir skolyoz serisi yayınlamıştır (Şekil-3) ⁽⁷²⁾.

İlk füzyon amaçlı cerrahi 1911 yılında Albee ve Hibbs tarafından ayrı ayrı olarak uygulanmıştır ^(5,48). Russel Hibbs daha sonra spinal füzyon uyguladığı skolyozlu hastalarda psödoartroz görülme sıklığını yaklaşık % 60 olarak raporlamıştır. Sonraki yıllarda, 1940'ların başlarına kadar da füzyon tekniklerinin gelişmesiyle psödoartroz gelişme sıklığı % 45'lere gerilemiştir ⁽³⁹⁾.

Bu ilk çalışmalar sırasında 1929 yılında Aitken ilginç bir makalede, rotasyon komponentine dikkat çekerek, "acaba cerrahide bu rotasyonun korreksiyonu için yeterli bir kuvvet uyguluyor muyuz?" sorusunu yöneltmiştir ⁽²⁾ (Şekil-4).

Initial Potency.
During the three years ending December, 1911, I examined 23 samples of tincture of digitalis, freshly made by chemists of repute. The standard employed was that 3 minims of the tincture should kill a frog weighing 30 grams within four hours.

Only male frogs were used, as the weight of ova may vitiate results. Of the 23 samples 12 were of average potency, 6 were under the average and 5 were over the average strength. The actual strength of each may be indicated by stating the time equivalent to the maximum pharmacopoeial dose of 15 minims.

Average potency ... 12
Under average ... 6-25; 27; 21; 22; 30; 18 minims.
Over average ... 3; 20; 1; 7; 12 minims.
Total ... 23

Since these varying results are obtained by manufacturers who are anxious to produce drugs of standard potency it would be of interest to know what kind of tincture is made by firms who aim at nothing more than keeping within the letter of the law as laid down in the Pharmacopoeia. It is to be noted that in the case of tincture freshly made by firms of repute, the greater danger is likely to arise from the drug being too strong.

Keeping Properties.
Many estimates of the keeping properties of digitalis have been made. In most of these the initial criterion of potency has been taken to be the retention of the manufacturer. As already pointed out, this may not be a satisfactory test, and the value of the present results lies in the fact that the samples were all tested when fresh. Mowbray found that a tincture made by a reliable firm of chemists from carefully selected quality should retain its activity for two or three years. Haynes found that tincture of digitalis would keep for two years without material change in activity. His samples were kept in the dark. Other observers have found deterioration in two years' time, others in one year, and yet others in six months.

The conditions under which my specimens have been kept were by no means specially favourable. They were not protected from light, and while the room in which they were stored was heated during the winter the rest of the

for one year; but after that period deterioration of its potency to an important extent is likely to take place.

BRITISH MEDICAL JOURNAL, 1912, p. 207. *Med. Chron., October, 1912.

LATERAL CURVATURE OF THE SPINE (SCOLIOSIS).

ANALYSIS OF TWO THOUSAND CONSECUTIVE CASES. BY PAUL B. ROTH, M.B., CH.B. ARMS., F.R.C.S. (ED.), LONDON.

The following analysis of 2,000 consecutive cases of lateral curvature of the spine (scoliosis) has been compiled from the notes of cases treated in private practice from July 1885, to June 1899, by the writer's father, Mr. Bernard Roth. The first series of 1,000 cases was published in the author's book; the second series of 1,000 cases was published by the writer in a paper read before the Annual Meeting of the British Medical Association at Birmingham in July 1911, which paper subsequently appeared in the BRITISH MEDICAL JOURNAL. With the exception of reference made to them in a paper in the *London Hospital Gazette*, the 2,000 cases are now published together for the first time.

1. SEX.—There were 1,923 females and 279 males—that is, females were affected six times more frequently than males.

2. AGE.—The age is taken from the time when the deformity was first noticed.

1 to 5 years old ... 84 cases.
6 to 10 years old ... 468 " "
11 to 15 years old ... 973 " "
16 to 20 years old ... 345 " "
21 to 30 years old ... 305 " "
31 to 40 years old ... 26 " "
41 or more years old ... 5 " "

This is 89 per cent. between the ages of 6 and 15, and 79 per cent. between the ages of 6 and 15.

Şekil-3. Paul Roth'un 1912'de 2000 skolyoz olgusunu içeren makalesi



Şekil-4. Aitken'in makalesinin ilk sayfası

1931 yılında Hibbs, Ferguson ve Risser deformiteyi olabildiğince düzeltmek amacı ile düzeltici-gerici alçı (turn buckle cast) kullanımını tarif etmişlerdir (49). 1945 senesinde Milwaukee ve Boston korseleri geliştirilmiştir (38,63).

Skolyozu olan bir hastada, ilk başarılı implant kullanımı ise Paul Harrington tarafından 1962 yılında bildirilmiştir (44). Harrington'un kendi adıyla kullanmış olduğu kanca ve rod enstrümanları, distraksiyon-kompresyon sağlayıp 6 aydan 1 yıla kadar korreksiyon sağlamakta idi. Harrington ilk uygulamalarında füzyon kullanmadı. Bu olgulara ameliyata rağmen ortez ekleniyordu. Ancak daha sonra a prosedüre spinal füzyon da eklenmeye başlandı (44).

Bu prosedürde, başlangıçta bazı çalışmalarda %58'lere varan enstrüman kırılması insidansı gösterilmişse de, enstrümanların geliştirilmesiyle bu oran %3'lere kadar gerilemiştir. Harrington'un son kohort çalışmalarında %84 iyileşmeden söz edilmiştir (45).

1973 yılında Harrington 11 yıllık takipli 578 vakalılık bir seri yayınlamış ve frontal düzlemde skolyoz eğiminde %54 korreksiyon düzelmesi, %4 psödoartroz oranı ve düşük oranda ciddi komplikasyon bildirmiştir (28,45).

Harrington enstrümanları, mühendisler tarafından sürekli olarak modifiye edilmiştir (28). Ancak, bu tür Harrington distraksiyon sistemleri frontal düzlemde korreksiyonu hedef olsa da, sagittal planda lomber bölge olumsuz etkilenmektedir (37).

Moe ve arkadaşları çocuklarda idiyopatik skolyoz tedavisinde kullanılmak üzere Harrington rod prosedürünü modifiye ederek; subperiostal diseksiyon, subkutan rod pasajı ve belli aralıklarla uzatmayı amaçlayan yeni bir teknik yayınlayarak (64) ve tedavi süresinde eğrilikte %30 düzleme, enstrümante edilen segmentlerde %82'lik tahmini büyüme saptamışlardır. Daha sonraki raporlar da tek taraflı büyüeyebilen rotlarda yüksek komplikasyon oranları bildirmesiyle bazı otörler bu düşük risk-yarar oranları ile büyüeyebilen rod kullanımını sorgulamaya başlamışlardır (1). Akbarnia ve arkadaşları bunun üzerine çift taraflı büyüeyebilen rod sistemi modifiye etmişlerdir (3). Tek taraflı ve çift taraflı büyüeyebilen rotları karşılaştıran birçok yayında %29'la %49 arasında değişen komplikasyon oranları bildirilmiştir (3,4,75). Büyüeyebilen rotlarla ilgili komplikasyon ve sonuçları sunan son çalışmalar sınırlı ve küçük çalışma sayısına sahip olmakla birlikte (3,62), çocukluk çağı skolyoz hastalarında değişik tip büyüeyebilen rotların sonuçlarını inceleyen "The Growing Spine Study Group" adı altında çok merkezli bir çalışma grubu oluşturulmuştur.

1964 yılında Allen Dwyer skolyoz tedavisi ile ilgili önden yaklaşımı tanımlamış, bu yaklaşımla daha az konstrüksiyon ile daha iyi korreksiyon sağlanacağını öne sürmüştür (33). Bu prosedürde posterior vida uygulanması ilave olarak yapılmakta ve konveksite vidaları teller yardımı ile bağlanıp Cobb açısının bu şekilde azaltacağı planlanmıştır. %96 başarı oranı bu teknikle belirtilmiş olsa da, bir yıl içinde 35 hastanın 19'unda tekrar skolyoz progresyonu gözlemlenmiştir (34,46).

1976 yılında Klaus Zielke, Dwyer sistemiyle düzeltmenin yetersiz kalması üzerine yeni bir sistem geliştirilmiştir. Teller yerine yivli dual rotlar kullanarak daha rijit bir tespit elde etmiş, 1976 yılında "Ventral Derotasyon Spondilodezisi" adı altında sonuçlarını yayınlamıştır ^(65,77). Kaneda enstrüman sistemi de, Zielke enstrümanları gibi dual rod sistemindedir ⁽⁵⁵⁾.

1970'li yıllarda Luque tarafından iki rod sistemi tanımlanmış ve bu rodlarla bağlantılı sublaminar teller kullanılmaya başlanmıştır. Her seviyeden sublaminar teller geçirilerek segmental spinal enstrümantasyon yöntemi tarif edilmiştir ⁽⁵⁸⁾. Bu, ilk segmental enstrümantasyon tarifidir ve bu sayede sagittal planda deformitenin düzeltilmesi sağlanmıştır ^(59,67). Luque ve arkadaşları 65 skolyozlu hastada 12-25 ay arası takip sonucunda %18 komplikasyon bildirmişlerdir ⁽⁵⁸⁾.

Luque 1982'de yayınladığı 322 vakalık bir seride 27 hastada enstrümantasyon yetersizliği ve %5 psödoartroz bildirmiş olsa da, sublaminar telleme yönteminde nörolojik komplikasyon oranının yüksek olduğu gösterilmiştir ⁽⁵⁹⁾. Bunun üzerine Drummond, tellerin spinöz çıkıntılardan geçirildiği Wisconsin interspinöz enstrümantasyon sistemini geliştirmiştir ⁽⁶⁷⁾.

1980'li yıllarda skolyotik deformitenin üç boyutlu olduğunun anlaşılması üzerine koronal, sagittal ve aksiyel planlarda düzeltmeye olanak sağlayan üçüncü nesil enstrümantasyon sistemleri (Cotrel-Dubousset, TSRH, Isola) geliştirilmiştir ^(47,54,67). Aslında ilk pedikül vidası Boucher tarafından 1959'da kullanılmışsa da çok yaygınlaşmamıştır ⁽¹⁶⁾. Roy-Camille ise 1963'ten itibaren pedikülden geçirilen vidaları plak ile fikse etmiş ilk sonuçlarını 1970 yılında yayınlamıştır ⁽⁷³⁾. Bu makaleden sonra pedikül vidasına ilgi artmıştır.

Bu üçüncü nesil enstrümantasyon sistemlerinden Cotrel-Dubousset (CD) sisteminde ilk defa kanca ve telin yanı sıra pediküler vidası da 1988 yılında kullanılmaya başlanmış, pedikül vidası popüler hal gelmiştir ⁽²⁰⁾. Bu 3. nesil enstrümantasyon sistemleri sayesinde posterior elemanların her iki tarafına yerleştirilen rotların birden fazla kanca ve vidalar ile omurgaya tespit edilmesi ile daha iyi bir düzeltme imkanı elde edilmiş ve eksternal

tespit ihtiyacını ortadan kaldıracak kadar güçlü bir internal tespit sağlanmışır (15). İlk dönemlerde pedikül vidaları skolyoz cerrahisinde öncelikle lomber bölgede kullanılmaya başlanmış, 1990'lı yıllarda torakal bölgede de pedikül vidalarının güvenle kullanılabilceği gösterilmiştir (74). Ayrıca 1996'da Hopf ve arkadaşları Cotrel-Dubousset sistemini modifiye etmiş ve rotun önüne ince bir rod ilave etmişlerdir (52). Poliaksial pedikül vidalarının geliştirilmesi ile rotların yerleştirilmesinde büyük kolaylık sağlanmışır (70).

Günümüzde uygulanan bu tür rijit pediküler segmental fiksasyon sistemleri birçok noktada avantajlı olsa da birtakım dezavantajları da mevcuttur. Spinal deformitede iyi bir korreksiyon nörolojik hasara neden olabilmekte, zayıf hastalarda özellikle ilk ve son elemanlar cilt altında hissedilebilmekte ve daha fazla implant kullanılması ile toplam maliyet artmaktadır. Ayrıca bazı hastalarda sagittal planda yetersiz ön destek enstrüman yetersizliği ve enstrümana bağlı komplikasyonlara neden olmaktadır. Bunun için intervertebral füzyon teknikleri geliştirilmeye başlanmışır.

1944'te Briggs ve Milligan laminektomi kemiklerini (17), 1946'da da Jaslow spinöz prosesleri mesafeye koyarak (53) posterior lomber interbody füzyon (PLIF) yapmışlardır. 1953 yılında ise Cloward iliak krestten kemik parçalarını füzyon amacı ile kullanılabilceğini göstermiştir (19). 1988'de Bagby çelik silindirler (11), 1990'lara gelindiğinde Brantigan ve Ray ayrı ayrı titanyum kafeslerle bugünkü sistemleri başlatmışlardır (18). Cerrahi olarak çeşitli avantajları olan PLIF aşırı dural kese retraksiyonu gerektirdiği için dural ve kök hasarı riski taşıdığından yeni ve farklı girişim yolları araştırılmasına ihtiyaç duyulmuştur. 1982'de tek taraflı, daha lateralden ve minimal dura ve kök retraksiyonu ile yapılabilen Transforaminal lomber interbody füzyon (TLIF) yöntemi ve bu yöntemde kullanılan titanyum kafes, Harms ve Rolinger tarafından geliştirilmiştir (43). Diaz ve arkadaşları 2006 yılında, iki yıllık çok merkezli bir araştırma ile tam lateral yaklaşım olan ekstreme lateral lomber interbody füzyon (XLIF) tanımlanmıştır (27).

ÜLKEMİZDE OMURGA DEFORMİTESİ CERRAHİSİ TARİHÇESİ

Ülkemizde ilk ortez-protez atölyesi “Tersane-i Alat-ı Nazikiye” adı ile Hüseyin bey ve Rifat bey tarafından 1914 yılında Gülhane bünyesinde kurulmuştur ⁽⁹⁾. İlk füzyon ameliyatı ise 1925 yılında önce Mim Kemal Öke ⁽⁵⁶⁾, daha sonra Burhanettin Toker tarafından gerçekleştirilmiştir ⁽¹⁸⁾. Sonraki yıllarda da sporadik füzyon ameliyatları yapılmıştır. 1940 ve 1950’li yıllarda ise Baltalimanı ve Eğirdir kemik hastanelerinin kurulması ile daha çok füzyon ameliyatları yapılmıştır ^(68,69). Bu füzyon ameliyatları çoğunlukla Pott hastalığı için yapılırsa da, zaman zaman skolyoz için de füzyon yapılmıştır ^(35,36,71). 1964 yılında ise ilk spinal anterior füzyon ameliyatı yapılmıştır ⁽²²⁾.

Ülkemizde ilk Harrington tipi enstrümantasyon 1969 yılında Ankara’da Dr. Güngör Sami Çakırgil tarafından yapılmıştır (Şekil-5). Çakırgil 1985 yılında, 1969-1985 arası opere edilen 585 skolyoz olgusu bildirmiştir ⁽²¹⁾. 1969 yılının sonunda, İstanbul Üniversitesinden Dr. Hüsametdin Altav da 4 skolyoz olgusuna Harrington ameliyatı yapmıştır ⁽⁸⁾. Harrington uygulaması daha sonra yayılmış, 1969 yılındaki bu ilk olgulardan sonra, 1970’te İstanbul’da Dr. Temoçin ^(12,29), 1972’de İzmir’de Dr. Mehmet Tiner tarafından da Harrington ameliyatı yapılmıştır ⁽⁷⁶⁾.



Şekil-5. Prof. Dr. Güngör Sami Çakırgil (1931-1989)

İlk Harrington-Cotrel uygulaması ise ilk kez 1981 yılında Dr. Yücel Tümer tarafından yapılmıştır (Dr. Yücel Tümer ile 03.08.2016 tarihli özel görüşme).

Skolyozda ilk Luque ameliyatı ise Cerrahpaşa'da 1989 yılında Dr. Nafiz Birsal tarafından yapılmıştır ⁽¹⁴⁾. İlk Harrington-Luque uygulaması Dr. Çakırgil tarafından yapılmıştır ⁽²³⁾.

İlk pedikül vidası ise 1988 yılında Ankara Üniversitesinden Dr. Derya Dinçer ve Dr. İlker Çetin tarafından Schanz vidası olarak konmuştur. CD sistemi kapsamında ilk pedikül vidası uygulamaları ise Kasım 1988'de, hemen hemen aynı günlerde Ankara'da Dr. Ömer Çeliker tarafından ^(13,24,25,35), İstanbul'da da Dr. Ünsal Domaniç tarafından yapılmıştır ^(30,31) (Dr. Benli, Dr. Osman Güven ve Dr. Derya Dinçer ile 02.08.2016 tarihli özel görüşmesi, Dr. Ünsal Domaniç ile 03.08.2016 tarihli özel görüşme). CD operasyon bu tarihten sonra yaygınlaşmış, 1989 yılında Ankara'da Dr. İlker Çetin ⁽²⁶⁾ ve İstanbul'da Dr. Osman Güven tarafından da uygulanmıştır (Dr. Osman Güven ve ile 02.08.2016 tarihli özel görüşme).

Ülkemizde ilk anterior füzyon 1964 yılında pott için yapılmışsa da, skolyozda anterior cerrahi ilk kez, Hong Kong'da eğitimini tamamlayıp dönen Dr. Güngör Sami Çakırgil tarafından 1972 yılından itibaren yapılmaya başlanmıştır ⁽²²⁾ (Dr. Orhan Girgin ile 05.08.2016 tarihli Özel görüşme). İdyopatik skolyozda ilk Zielke operasyonu (anterior enstrumentasyon ve korreksiyon) 1991 yılında Dr. Azmi Hamzaoğlu tarafından (Dr. Azmi Hamzaoğlu ile 10.08.2016 tarihli özel görüşme), gevşetme amaçlı ilk torokoskopik deformite cerrahisi 1994 yılında Dr. Alıcı tarafından ^(6,7), skolyozun cerrahi tedavisinde çift eğriliklerde anteriordan selektif torasik füzyon da ilk olarak 1994 yılında Dr. Azmi Hamzaoğlu tarafından uygulanmıştır (Dr. Azmi Hamzaoğlu ile 10.08.2016 tarihli özel görüşme).

Skolyozda ilk kez 1990'da Dr. Ünsal Domaniç tarafından "total wedge resection (Domaniç) osteotomisi" adı ile rijit skolyozda osteotomi yapılmıştır. Domaniç ve ark., 1990 ile 2000 arasında opere ettikleri 32 olgunun sonuçlarını 2004 yılında yayınlamışlardır ⁽³²⁾. Sonraki yıllarda Dr. Azmi Hamzaoğlu, Dr. Osman Güven ve Dr. Mahir Gülşen başta olmak üzere birçok cerrah osteotomi yapmıştır (Dr. Osman Güven ile 02.08.2016 tarihli ve Dr. Azmi Hamzaoğlu ile 10.08.2016 tarihli özel görüşme) ⁽⁴⁰⁻⁴²⁾.

1999 yılında skolyozun değerlendirilmesinde ilk kez genel anestezi altında çekilen traksiyon filminin kullanılması ve intraoperatif traksiyon kullanılması Dr. Azmi Hamzaoğlu tarafından uygulanmıştır. Manyetik şekilde büyüeyebilen rodlu stabilizasyon da ilk kez 2010 yılında Dr. Muharrem Yazıcı tarafından kullanmıştır (*ilgili firma genel müdürü sn. Kazmacı ile 05.08.2016 tarihli özel görüşme*).

Son yıllarda, özellikle 1990'lı yıllardan sonra, nörolojik cerrahların da deformiteye ilgileri artmış olup, 1990'lı yılların sonlarında pediatrik skolyoz olgularında girişimler yapılmaya başlanmıştır. 2000'li yıllarda ise bu eğilim daha da artmıştır.

Teşekkür: Bu çalışma sırasında bilgisinden yararlandığım Dr. Yücel Tümer, Dr. Emin Alıcı, Dr. Ünsal Domaniç, Dr. Derya Dinçer, Dr. Orhan Girgin, Dr. Azmi Hamzaoğlu, Dr. Nafiz Bilsel, Dr. Osman Güven, Dr. Haluk Berk, Dr. Teoman Benli, Dr. Mahir Gülşen, Dr. Cüneyt Şar, Dr. Ömer Akçalı, Dr. İbrahim Örnek'e, Alp Seval'a, Sinan Kazmacı'ya teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

- 1- Acaroğlu E, Yazıcı M, Alanay A, Surat A. Three-dimensional evolution of scoliotic curve during instrumentation without fusion in young children. *J Pediatr Orthop*2002; 22: 492-496.
- 2- Aitken M. Observations on the treatment of scoliosis. *Br Med J* 1929; 2(3594): 939-941.
- 3- Akbarnia BA, Marks DS, Boachie-Adjei O, Thompson AG, Asher MA. Dual growing rod technique for the treatment of progressive early-onset scoliosis: a multicenter study. *Spine* 2005; 30(17 Suppl): S46-57.
- 4- 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.
- 5- Albee FH. Transplantation of a portion of the tibia into the spine for Pott's disease. A preliminary report. *JAMA* 1911; 57: 885- 886.
- 6- Alıcı E, Berk H, Özkara M. Thoracoscopic anterior applications to the spine. Presented in III. *International congress on spine surgery* in Turkey, Antalya October 2-6.

- 7- Alıcı E, Berk H, Özkara M, Yıldız K. *Thoracoscopic anterior applications to the spine*. Presented in Eurospine 96, Zürich, Switzerland 16-19 October; 1996.
- 8- Altav H. Harrington metodu ile Scolios'da korreksiyon ve içten fixation. 2. *Türk Milli Ortopedi ve Travmatoloji Kongresi*, İstanbul 27-30 Mayıs 1971; pp: 103-105.
- 9- Anonim. Türkiye'de ortez protezin alanının tarihsel gelişimi. <http://www.turkprot.org/turkiyede-protez-ortez-alaninin-tarihsel-gelisimi,2,29> (erişim 08.08.2016)
- 10- Apollonius of Kitium: In Hippocratis de articulis commentarius. In: Kollesch J, Kudlien F (Eds.). *Corpus Medicorum Graecorum XI*. Akademie-Verlag, Berlin 1965; pp: 1-133.
- 11- Bagby, George W. Arthrodesis by the distraction-compression method using a stainless steel implant. *Orthopedics* 1988; 11: 931-934.
- 12- Bayraktar M. *Adolesan idiyatik skolyozun cerrahi tedavisinde posterior enstrümantasyon ve füzyon sonuçları*. Uzmanlık Tezi. İstanbul, 2008
- 13- Benli İT, Tüzüner M. Dr. Ömer Çeliker. *J Turkish Spinal Surg* 2013; 24: 253-258.
- 14- Bilsel N: Vertebra kırıklarının tedavisinde SSI metodu. 11. *Türk Milli Ortopedi ve Travmatoloji Kongresi*, Ankara 27-30 Eylül 1989; pp: 81-84.
- 15- Birch JG, Herring JA, Roach JW, Johnston VE. Cotrel-Dubousset instrumentation in idiopathic scoliosis. A preliminary report. *Clin Orthop Rel Res* 1988; 227: 24-29.
- 16- Boucher HH. A method of spinal fusion. *J Bone Joint Surg* 1959; 41-B: 248- 259.
- 17- Briggs H, Milligan PR. Chip fusion of the low back following exploration of the spinal canal. *J Bone Joint Surg* 1944; 26-A: 125-130.
- 18- Burhaneddin. Spondylite operée par la methode D'Albee. *Gazette Medicale D'orient* 1926; 71: 1118.
- 19- Cloward RB. The treatment of ruptured lumbar intervertebral discs by ventral fusion: Indications, operative technique, after care. *J Neurosurg* 1953; 10: 154-168.
- 20- Cotrel Y, Dubousset J, Guillaumat M. New universal instrumentation in spinal surgery. *Clin Orthop Relat Res* 1988; 227: 10-23.
- 21- Çakırgil GS. İdiopatik skolyozun ciddi eğriliklerinde Halo-femoral traksiyon ve Harrington enstrümantasyonu, spinal füzyonun etkinliği. 9. *Milli Türk Ortopedi ve Travmatoloji Kongresi*, Alanya 28-30 Ekim 1985; pp: 272.
- 22- Çakırgil GS. Vertebral tüberkülozun tedavisinde vertebrektomi ve anterior füzyon uyguladığımız 50 vakanın değerlendirmesi. *Acta Orthop Traumatol Turc* 1986; 20: 231-244.

- 23- Çakırgil GS, Adıyaman S. İnstabil torakolumbar kırıkların konservatif tedavisi ile Harrington ve Harrington-Luque instrumentasyonun mukayeseli bir klinik çalışması. 11. *Milli Türk Ortopedi ve Travmatoloji Kongresi*, Ankara 27-30 Eylül 1989; pp:299-300.
- 24- Çeliker Ö, Tüzüner MM, Benli T, Çıtak M. Skolyoz cerrahisinde Cotrel-Dubousset tekniği. 11. *Milli Türk Ortopedi ve Travmatoloji Kongresi*, Ankara 27-30 Eylül 1989; pp: 288-290.
- 25- Çeliker Ö, Tüzüner M, Benli T. The results of Cotrel Dubosset instrumentation in idiopathic scoliosis. *J Turk Spinal Surg* 1990; 1: 14-18.
- 26- Çetin İ, Dinçer D, Yazar T, Mergen E, Ömeroğlu H. Cotrel Dubosset instrumentation applications. Early results. *J Turk Spinal Surg* 1989; 1: 22-24.
- 27- Diaz R, Phillips F, Pimenta L. XLIF for lumbar degenerative scoliosis: outcomes of minimally invasive surgical treatment out to 3 years postoperatively. *Spine J* 2006; 6: 75S.
- 28- Dickson JH, Harrington PR. The evolution of the Harrington instrumentation technique in scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1973; 55-A: 993-1002.
- 29- Domaniç Ü, Hamzaoğlu A, Temoçin BO, Akalın Y, Taşer O. Harrington çivileri kullanılarak tedavi edilen idiopatik skolyozda ameliyat öncesi ve sonrası dönemlerde pulmoner fonksiyonların karşılaştırılması. *Acta Orth Trauma Turc* 1984; 18: 185-191.
- 30- Domaniç Ü, Esenkaya İ, Başkır O. İdiopatik skolyozun cerrahi tedavisinde Cotrel- Dubousset yöntemi ve erken sonuçlarımız. 11. *Türk Milli Ortopedi ve Travmatoloji Kongresi*, Ankara 27-30 Eylül 1989; pp:291-295
- 31- Domaniç Ü, Esenkaya İ, Kaygusuz MA, Şar C. The role of Cotrel Dubousset instrumentation in the surgical treatment of idiopathic scoliosis. *J Turkish Spinal Surg* 1989; 1: 11-13.
- 32- Domaniç U, Talu U, Dikici F, Hamzaoglu A. Surgical correction of kyphosis: Posterior wedge resection osteotomy in 32 patients. *Acta Orthop Scand* 2004; 75: 449-455.
- 33- Dwyer AF, Newton NC, Sherwood AA. An anterior aproach to scoliosis. A preliminary report. *Clin Orthop* 1969; 62: 192- 202.
- 34- Dwyer AF, Schafer MF. Anterior approach to scoliosis. Results of treatment in fifty-one cases. *J Bone Joint Surg* 1974; 56-B: 218-224.
- 35- Ege R. Vertebra füzyon (artrodez) ameliyatı ve teknik hususiyetler. *GATA Bül*t 1962; 7: 19-38.
- 36- Ege R. Tıp tarihinde vertebranın yeri. In: Rıdvan Ege (Ed.). *Omurga*. Trafik Hastanesi Yayınları. Ankara 1990; pp: 1-13.

- 37- Emami A, Deviren V, Berven S, Smith JA, Hu SS, Bradford DS. Outcome and complications of long fusions to the sacrum in adult spine deformity: Luque-Galveston, combined iliac and sacral screws, and sacral fixation. *Spine* 2002; 27: 776-786.
- 38- Emans JB, Kaelin A, Bancel P. Boston brace system treatment for idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1985; 67-B: 176-181.
- 39- Good CR. Evolution in the treatment of spinal deformity and spinal instrumentation. *J Spinal Res Found* 2010; 5: 1-25.
- 40- Gülşen M, Özbarlas S, Herdem M, Baytok G. The "Egg Shell" procedure. *J Turk Spinal Surg* 1992; 3: 21-24.
- 41- Gülşen M, Özbarlas S, Baytok G, Herdem M. Surgical treatment of spinal deformities in ankylosing spondylitis. *J Turk Spinal Surg* 1993; 4: 112-115.
- 42- Gülşen M, Özkan C, Altın M. Lumbar transpedicular close wedge osteotomy for the treatment of kyphotic deformity due to ankylosing spondylitis. *J Turk Spinal Surg* 2008; 19: 397-406.
- 43- Harms J, Rolinger H. A one-stager procedure in operative treatment of spondylolistheses: dorsal traction-reposition and anterior fusion (author's transl). *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 1982; 120: 343-347.
- 44- Harrington PR. Treatment of scoliosis. Correction and internal fixation by spine instrumentation. *J Bone Joint Surg* 1962; 44-A: 591-610.
- 45- Harrington PR. The history and development of Harrington instrumentation. *Clin Orthop Relat Res* 1973; 93: 110-112.
- 46- Heary RF, Madhavan K. The history of spinal deformity. *Neurosurgery* 2008; 63(Suppl.): 5-15.
- 47- Herring JA. *Tachdjian's Pediatric Orthopaedics*. 3rd Edition, W.B. Saunders Company, New York 2002; pp: 213-299.
- 48- Hibbs RA. An operation for progressive spinal deformities. *NY Med J* 1911; 93: 1013-1016.
- 49- Hibbs RA, Risser JC, Ferguson AB. Scoliosis treated by the fusion operation: An end-result study of three hundred and sixty cases. *J Bone Joint Surg* 1931; 13-A: 91-104.
- 50- Hippocrates. On Joints. In: Withington ET (Trans.). Volume III. Capps E, Page TE, Rouse WHD (Eds.). *Hippocrates: The Loeb Classical Library*. W. Heinemann, London 1927; pp: 200-397.
- 51- Hippocrates. On Nature of Bones. In: Littre PE (Ed.). *Oeuvres Completes d' Hippocrate Volume 9*. A. M. Hakkert, Amsterdam 1982; pp: 162-197.

- 52- Hopf CG, Eysel P, Dubousset J. Operative treatment of scoliosis with Cotrel-Dubousset-Hopf instrumentation. New anterior spinal device. *Spine* 1997; 22: 618-627.
- 53- Jaslow IA. Intercorporal bone graft in spinal fusion after disc removal. *Surg Gynecol Obst* 1946; 82: 215-218.
- 54- Kabins MB, Weinstein JN. The History of vertebral screw and pedicle screw fixation. *Iowa Orthop J* 1991; 11: 127-136.
- 55- Kaneda K, Shono Y, Satoh S, Abumi K. New anterior instrumentation for the management of thoracolumbar and lumbar scoliosis. Application of the Kaneda two-rod system. *Spine* 1996; 21: 1250-1261.
- 56- Kemal (M. Kemal Öke). Mal de pott, traite par l'operation D'Albee. *Gazette Medicale d'Orient* 1925; 70: 996.
- 57- Kumar K. Spinal deformity and axial traction. *Spine* 1996; 21: 653-655.
- 58- Luque ER. Segmental spinal instrumentation for correction of scoliosis. *Clin Orthop Relat Res* 1982; 163: 192-198.
- 59- Luque ER. The anatomic basis and development of segmental spinal instrumentation. *Spine* 1982; 7: 256-259.
- 60- Marketos SG, Skiadas P. Hippocrates. The father of spine surgery. *Spine* 1999; 24: 1381-1387.
- 61- Marketos SG, Skiadas PK. Galen: a pioneer of spine research. *Spine* 1999; 24: 2358-2362.
- 62- Mineiro J, Weinstein SL. Subcutaneous rodding for progressive spinal curvatures: early results. *J Pediatr Orthop* 2002; 22: 290-295.
- 63- Moe JH, Kettleson D. Idiopathic scoliosis: Analysis of curve patterns and pereliminary result of Milwaukee brace treatment in 169 patients. *J Bone Joint Surg* 1970; 52-A: 1509-1533.
- 64- Moe JH, Purcell GA, Bradford DS. Zielke instrumentation (VDS) for the correction of spinal curvature. Analysis of results in 66 patients. *Clin Orthop Relat Res* 1983; 180: 133-153, 1983.
- 65- 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, 1984.
- 66- Moen KY, Nachemson AL. Treatment of scoliosis. An historical perspective. *Spine* 1999; 24: 2570-2575.
- 67- Mohan AL, Das K. History of surgery for the correction of spinal deformity. *Neurosurg Focus* 2003; 15(14): 1-5.

- 68- Naderi S, Zileli M. Türkiye’de spinal füzyonun tarihi. *J Turk Spinal Surg* 2001; 12: 54-59.
- 69- Naderi S, Zileli M, Özer AF. Omurga cerrahisinin tarihçesi. In: Zileli M, Özer AF (Eds). *Omurilik ve Omurga Cerrahisi*. İntertıp Yayınevi, İzmir 2014; pp: 3-16
- 70- Ogilvie JW. Historical Aspect of scoliosis. Winter RB, Bredford DS, Lonstein JH, Ogilvie JW. *MOE’S Textbook of Scoliosis and Other Spinal Deformities*. 3rd Ed, WB, Saunders Company, Philadelphia 1995; pp: 1-5.
- 71- Oskay B. Mal de pott tedavisinde kemik aşları. *Hastane* 1948; 2: 169-178.
- 72- Roth PB: Lateral curvature of the spine (scoliosis). Analysis of two thousand consecutive cases. *British Med J* 1912; 1: 888-889.
- 73- Roy-Camille R, Demeulenaere C. Osteosynthese du rachis dorsal, lumbaire et lombosacree par plaque vissees dans les pedicles vertebraux et les apophyses articulaires. *Presse Medicale* 1970; 78: 1447-1448.
- 74- Suk SI, Lee CK, Kim WJ, Chung YJ, Park YB. Segmental pedicle screw fixation in the treatment of thoracic idiopathic scoliosis. *Spine* 1995; 20: 1399-1405.
- 75- Thompson GH, Akbarnia BA, Kostial P, Poe-Kochert C, Armstrong DG, Roh J, Lowe R, Asher MA, Marks DS. Comparison of single and dual growing rod techniques followed through definitive surgery: a preliminary study. *Spine* 2005; 30: 2039-2344.
- 76- Tiner M, Yüçetürk G. Kliniğimizde Harrington çubukları ile tedavi edilmiş skolyoz vakalarının sonuçları. 5. *Türk Milli Ortopedi ve Travmatoloji Kongresi*. 19-21 Mayıs 1977, Ankara, S, 383-387.
- 77- Zielke K, Stundait R, Beaujean F. Ventrale derotation spondylodese. Vorlaufiger ergebnissbericht uber 26 operierte faile. *Arch Orthop Unfall Chir* 1976; 85: 257-277, 1976.

2. Adölesan İdiopatik Skolyoz Epidemiyolojisi ve Patogenezi

Başar ATALAY, Kaan YALTIRIK

Adölesan İdiopatik Skolyozda Epidemiyoloji

Adölesan idiopatik skolyoz (AIS), %0.47- 5.2 prevelans ile görölen yaygın bir hastalıktır. AIS dağılımı ile cinsiyet arasında da sıkı bir ilişki mevcuttur. Bayan-erkek oranı küçük yaşlarda 1.5:1 iken bu oran ilerleyen yaşlarda 3:1 oranına yükselmektedir. Sekiz yaşın altında bayan-erkek oranı eşitken, sekiz yaşın üzerinde prevalans, bayanlarda, 4.6/1000, erkeklerde ise 0.2/1000 olarak tespit edilmiştir⁽³⁰⁾. Eğrilik miktarı ile cinsiyet ilişkisine bakıldığında ise, kadın-erkek oranı, 6-10 derece arasında 1:1, 11- 20 derece arasında 1.4:1, 21 derecenin üzerinde 5.4:1, tedavi sınırındaki eğriliklerde ise 7.2:1 olarak hesaplanmıştır⁽²⁴⁾.

AIS konusundaki epidemiyolojik çalışmaların çoğu okul tarama çalışmaları şeklindedir⁽¹⁴⁾. Singapur'da yapılan bir taramada 110,744 çocuk incelenmiş. (60,167 bayan, 50,577 erkek) Çocuklar 6-7, 11-12 ve 16-17 yaş gruplarında incelenmiştir. 6-7 yaş grubunda skolyoz prevelansı yaklaşık olarak benzer değerler taşısa da 11-12 ve 16-17 yaş gruplarında bu oranın kadınların lehine arttığı gözlemlenmiştir. (16-17 yaş grubunda sadece kadınlar değerlendirilmiştir)⁽⁸⁾ Yunanistan'da yapılan bir çalışmada, 82,901

çocuk incelenmiş. (41,939 erkek ve 40,962 kadın) 9-14 yaş grubu arasındaki çocuklar çalışmaya dahil edilmiştir. Bu çalışmada AIS toplam prevalansı %1.7 olarak saptanmıştır ⁽²⁵⁾. Singapur'da yapılan bir taramada 72,699 çocuk incelenmiş (37,141 kadın ve 35,558 erkek) olup sadece 9-14 yaş grubu değerlendirilmiş ve 10 derecenin altındaki eğrilikler de skolyoz olarak kabul edilmiştir. Bu çalışmada AIS toplam prevalansı 0.59 olarak bulunmuştur ⁽²⁹⁾. Almanya'da yapılan bir çalışmada 0-17 yaş aralığında 17,641 çocuk (8,656 kadın, 8,995 erkek) araştırılmıştır. Bu çalışma Alman popülasyonunda skolyozun göçmen popülasyonuna göre daha sık olduğunu göstermiştir (%5). Ayrıca yapılan incelemede genetik faktörlerin sosyal durumdan daha etkili olduğu gösterilmiştir. Nitekim yapılan değerlendirmelerde gelir düzeyine göre orta ve yüksek gelirli ailelerde skolyozun daha sık olduğu gösterilmiştir ⁽¹³⁾. Türkiye'de AIS ile ilgili yapılan epidemiyolojik bir çalışmada 3,175 çocuk incelenmiştir. (1,538 bayan, 1,637 erkek) Bu çalışmada sadece 10- 15 yaş grubundaki çocuklar değerlendirme içerisine alınmıştır. Bu çalışmaya göre Türkiye'de AIS prevalans oranı %0.47 olarak belirtilmiştir ⁽⁶⁾. Brezilya'da yapılan bir çalışmada, 1340 çocuk incelenmiş olup (684 erkek, 656 bayan) ortalama yaş 12,7 olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada toplam prevalans 1.4 olarak hesaplanmıştır. Kadınlarda AIS görülme oranı %1.98 iken erkeklerde bu oran %0.87 olarak belirtilmiştir ⁽²⁰⁾. Kore de yapılan bir çalışmada, 1,134,890 çocuk incelenmiş (584,554 erkek ve 550,336 kadın) ve iki yaş grubu ele alınmıştır. 10-12 yaş ve 13-14 yaş. Skolyoz prevalansı tüm gruplarda %3.26 olarak hesaplanmıştır. Kadınlardaki oran %4.65 iken erkeklerde %1.97 olarak bulunmuştur ⁽²⁷⁾. Tüm çalışmalarını irdelediğimizde AIS genel prevalansı %0,47- 5.2 olarak kabul edilebilir.

Prevelans- Genetik Faktör İlişkisi

AIS gelişiminde genetik faktörlerin rolü önemli oranda kabul görmektedir. İdiopatik skolyozlu hastaların %97 sinin ailesinde başka bireylerde de skolyoz saptanmaktadır ⁽²¹⁾. Klinik gözlemler ve toplumsal çalışmalar göstermiştir ki; skolyozlu hastaların, aile bireyleri ve akrabaları arasında skolyoz görülme olasılığı normal popülasyona oranla yüksektir ⁽¹⁵⁾. Bu oran, birinci derece akrabalarda %11, ikinci ve üçüncü derece akrabalarda sırasıyla %2.4 ve %1.4 olarak belirlenmiştir ⁽²³⁾.

Prader Willi sendromu bulunan hastalarda skolyoz görülme sıklığı % 40 olarak saptanmıştır (19). Ratahi ve ark. tarafından yapılan çalışmada ergen idiopatik skolyozun Avrupalılarda Polonyalılara göre daha sık görüldüğünü ancak, Polonya da siringomyeliye bağlı gelişen sekonder skolyozun Avrupalılara göre daha sık görüldüğünü raporlamıştır (22). Carter ve ark. Afroamerikalılarda skolyoz prevelansının beyaz ırka göre daha sık saptandığını raporlamıştır (2).

Prevelans- Yaş İlişkisi

Daruwalla ve ark. adolesanlarda skolyozun küçük çocuk popülasyonuna göre daha sık olduğunu bildirmiştir. 6-7 yaş grubunda bu oran %0.12 iken 11-12 yaş grubunda %1 olarak saptanmıştır. 16-17 yaş grubu kadınlarda ise bu oran %3.12 olarak raporlanmıştır (8). Çilli ve ark. 10-15 yaş grubu arasındaki çocukları değerlendirilmiş ve yaş grupları arasında bir farklılık saptamamışlardır (6). Kamtsiuris ve ark. Almanya'da skolyoz prevelansını 11- 13 yaş arasında %6.5, 14-17 yaş aralığında ise %11.1 olarak hesaplamışlardır (13). Bu veriler ışığında AIS' in 15 yaş sonrası (puberteden sonra) daha sık görüldüğünü söylemek mümkündür.

Prevelans Cinsiyet İlişkisi

Kamtsiuris ve ark. kadın erkek prevelans oranını 1.5:1 olarak raporlamış ve bu oranın yaşla birlikte artış gösterdiğini belirtmiştir (7). Daruwalla ve arkadaşlarının çalışmasında kadın erkek oranının 2:1 olduğunu ve bu oranın 11-12 yaş grubunda 3:1'e kadar arttığını raporlamışlardır (8). Cilli ve Nery yaptıkları çalışmada prevelans oranını 2:1 olarak belirtmişler ancak yaş grupları arasında farklılık belirtmemişlerdir (6,20). Cinsiyet sadece prevelansı değil, aynı zamanda skolyozun ciddiyetini de etkilemektedir. Birçok çalışmada kadınlarda Cobb açısının daha yüksek olduğu ve ilerlemeye daha çok meyil gösterdiği bildirilmiştir (27). 30 derecenin üzerinde Cobb açısı olan hastalar için kadın erkek oranı 10:1 olarak saptanmıştır (25). Ağır skolyoz prevelansı kadınlarda daha sık görülmektedir. Ancak Wang ve ark. 20 dereceden fazla Cobb açısı olan atipik eğrilik tiplerinin ve sağ torakal eğriliklerin progresyon riskinin erkeklerde daha sık olduğunu raporlamıştır (28).

Eğrilik Tipleri

AIS de en sık torakal eğrilikler görülmektedir. (%48) Bunu torakolomber ve lomber eğrilikler takip etmektedir. (%40) Çift eğrilikler (%9) ve çift torasik eğrilikler (%3) daha nadir olarak görülmektedir. Erkeklerde daha sık olarak torakolomber ve lomber eğrilikler görülmektedir. Bayanlarda daha sık torasik ve çift eğrilikler görülmektedir⁽²⁷⁾. İnfantil skolyozda (0-3 yaş arası) daha çok sola dönük eğrilikler görülmektedir⁽³⁰⁾. Juvenil skolyozda ise sağ ve sol eğrilikler eşit olarak dağılmaktadır^(4,12). Janssen ve ark. tarafından yapılan çalışmada eğriliklerin yaşa göre farklılık gösterdiği bildirilmiştir⁽¹²⁾. İnfantil yaşta eğriliklerin daha çok sol, adolesan dönemde ise sağ major eğrilikler olduğu rapor edilmiştir.

Adolesan İdiopatik Skolyozun Etiyopatogenezi

AIS patogenezi konusunda kesin olarak kabul edilmiş bir teori bulunmamaktadır. Birçok farklı patogenetik süreç üzerinde durulmakla beraber hastalığın multifaktöriyel olduğu görüşü ön plana çıkmaktadır. Bugün AIS'in başlangıcında ve gelişimindeki genetik bileşen yadsınamaz. AIS a eşlik eden birçok anomali belirlenmiş olmasına karşın AIS in primer mi yoksa sekonder bir hastalık mı olduğu halen tartışılmaktadır⁽¹⁸⁾. AIS'a eşlik eden bu anomaliler arasında santral ve periferik sinir sisteminin maturasyon bozuklukları, bağ dokusu hastalıkları (elastik ve kollajen liflerdeki bozukluklar), kas ve kemik hastalıkları, trombosit bozuklukları, moleküler biyoloji anormallikleri (örneğin melatonin, calmodulin, büyüme hormonu seviyelerindeki bozukluklar) sayılabilir ve bu hastalıkların çoğu için ayrıca bir genetik anomali tanımlanabilir⁽⁹⁾.

AIS ile ilgili önemli genetik çalışmalar bu hastalıktaki belirgin genetik faktörü ortaya koymuştur. İkizlerde yapılan çalışmalarda monozigotik ikizlerde dizigotik ikizlere göre çok daha fazla AIS da konkordans olduğu görülmüştür. Birinci derece akrabalarda AIS görülme riski %11 iken bu oran ikinci ve üçüncü derece akrabalarda %2 ve %1'e düşmektedir⁽²³⁾. AIS'in kızlarda daha sık görülmesinin ise X kromozomuyla bağlantılı olduğu düşünülmüştür. Ayrıca otozomal

kromozomlarla da ilişki belirtilmiş olup 6, 9, 16 ve 17. kromozomlar sorumlu tutulmuştur. AIS hastalarının %97 sinde aile hikayesinin pozitif olduğu bilinmektedir ⁽¹⁸⁾.

Melatonin eksikliği de etiopatogenezde suçlanmaktadır. Pinealektomize tavuklarda yapılan çalışmalarda skolyotik deformite görülmesi ve bu tavuklar melatonin ile takviye edildiğinde skolyoz oranının %20'lere düşmesi melatoninin de skolyoz gelişiminde etkisi olduğunu düşündürmüştür. Prospektif klinik çalışmalarda da melatoninin eksikliğinin AIS prognozunda negatif prognostik faktör olduğu görülmüştür ^(16,17).

Kas kontraktilesinde önemli bir etken olan calmodulinin de AIS etiolojisinde katkısı olduğu düşünülmektedir. AIS hastalarında deformitenin konveks tarafında diğer tarafa göre paraspinal kas calmodulin seviyeleri belirgin olarak daha yüksek bulunmuştur ⁽¹⁾. Somitogenezde önemli rol oynadığı bilinen retinoik asitin de AIS gelişiminde önemli bir faktör olabileceği bildirilmektedir ⁽⁹⁾.

Adölesan İdiopatik Skolyozda Biyomekanik ve Hueter-Volkman kanunu

Büyüme plaklarına etki eden artmış mekanik kompresyon iskelet büyümesini bozar. Azalmış mekanik kompresyon ise iskelet büyümesini stimüle eder. Hueter-Volkman kanunu birçok AIS etiopatogenez konseptinde kullanılmaktadır.

AIS patogenezinde üzerinde durulan bir diğer faktör ise biyomekaniktir. Anterior spinal aşırı büyüme yerçekimi ile birlikte önceden var olan bir eğriliği daha da arttırabilmektedir. Bir diğer faktör ise intervertebral disk bozuklukları ve diskin mekanik sertliğidir. Bu durumlarda primer eğriliğin progresyonu artmaktadır ⁽¹⁰⁾.

Omurga üzerindeki dorsal gerilim kuvvetleri rotasyonel instabiliteye yol açabilmektedir. Vertebra posteriorundaki asimetrik yüklenmeler omurganın 3 boyutlu düzleminde asimetrik büyümelere yol açmaktadır. Örneğin büyümekte olan domuzlarda yapılan çalışmalarda vertebranın nörosantral kartilajındaki asimetrik büyümeler AIS benzeri deformitelere neden olmaktadır ⁽³⁾.

Skoliogenik mekanizma bir kez aktive olduğunda birçok farklı etiyoopatogenetik konsept vertebral kemik kütlelerinden etkilenmektedir. Osteopeni, melatonin sinyal bozuklukları, vitamin D ve kalsiyum eksiklikleri veya bilinmeyen diğer faktörler skolyoz deformitesinin progresyonunu arttırmaktadır.

Nörolojik sistemde yapılan morfolojik çalışmalarda serebellar tonsillerin AIS hastalarında normal kişilere göre daha kaudalde yerleştiği görülmüştür. Foramen magnum boyutları da AIS hastalarında normalden daha geniş bulunmuştur. Spinal kanalda yapılan ölçümlerde ise orantısız iskelet sistemi ve spinal kord büyümesinin sonucu olarak (spinal kord/ vertebral kolon oranları) normalden daha düşük bulunmuştur. Asenkronize ve orantısız nöro-oseoz büyümeler de vertebral kanalda gerilme ve sıkışmalara neden olmaktadır. Beyin volümetrik Manyetik rezonans görüntülerde bölgesel beyin volüm farklılıkları saptanmıştır. Denge kontrolü ve vestibüler sistemin de AIS da etkilendiği bilinmektedir⁽⁹⁾.

Adölesan İdiopatik Skolyozda Multifaktöryel Konsept

Multifaktöryel kaskad konsepti Clark ve arkadaşları tarafından öne sürülmüştür. Clark ve ark. Skolyoz deformitesinde bazı etiyoolojik faktörleri belirlemiştir. Bu faktörler: düşük yağ kitlesi, düşük yağ dışı vücut kitlesi, kan dolaşımındaki düşük leptin seviyesi ve yüksek adiponektin seviyeleridir. Düşük leptin seviyesinin AIS de santral sinir sisteminin gelişimini etkilediği düşünülmektedir. Bu etkilenme özellikle nöroaksın büyümesinde ortaya çıkmaktadır. Vertebral kolonun büyümesine karşılık leptin seviyesindeki bozukluk sonucu nöroaks büyümesi etkilenmekte ve nöroaksta meydana gelen gerilmeler AIS'e yol açmaktadır⁽⁷⁾.

Özetle geç çocukluk döneminde düşük yağ kitlesi ve düşük leptin asenkronize bir nöro-oseoz büyüme ve nöroaksta gerilme, yapışma ve hareket kaybına neden olmaktadır.

Leptinin beyin gelişmesinde büyük önemi olduğu düşünülmektedir. Farelerde yapılan deneylerde düşük beyin boyutları olan farelerde bu

durumun leptin verilmesiyle düzeltilebildiği görülmüştür. Leptin oligodendrositlerin myelinizasyonunda da rol oynamaktadır. Adolesanlarda düşük leptin seviyelerinin serebral korteksdeki inceleme ile bağlantılı olduğu düşünülmektedir^(5,7,11,26).

Sonuç

AIS, % 0.47- 5.2 prevelans ile görülen yaygın bir hastalıktır. AIS dağılımı ile cinsiyet arasında da sıkı bir ilişki bulunmaktadır. Kadın-erkek oranı kadınların lehine daha fazladır. AIS de en sık torakal eğrilikler görülmektedir. (%48). Erkeklerde daha sık olarak torakolomber ve lomber eğrilikler görülmektedir. Kadınlarda ise daha sık torasik ve çift eğrilikler görülmektedir. İnfantil yaşta eğrilikler daha çok solda, adolesan dönemde ise sağda major eğriliklerdir. Juvenil dönemde ise eğriliğin tarafı açısından bir farklılık yoktur. AIS etiolojisi halen tam olarak bilinmemektedir. Birden fazla faktörün patogeneizde etkili olduğu görüldüğünden multifaktöryel bir patogeneze düşünülmektedir. En çok suçlanan faktörler arasında santral ve periferik sinir sisteminin maturasyon bozuklukları, elastik ve kollajen liflerdeki bağ dokusu bozuklukları, kas ve kemik hastalıkları, trombosit bozuklukları, melatonin, calmodulin, büyüme hormonu dengesizlikleri ve leptin eksikliği sayılabilir.

KAYNAKLAR

- 1- Acaroglu EA. I. Comparison of the melatonin and calmodulin in paravertebral muscle and platelets of patients with or without adolescent idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2009; 34(18): 659-663.
- 2- Carter OD, Haynes SG. Prevalence rates for scoliosis in US adults: results from the first National Health and Nutrition Examination Survey. *Int J Epidemiol*. 1987; 16(4): 537-544.
- 3- Castelein RM, van Dieen JH, Smit TH. The role of dorsal shear forces in the pathogenesis of adolescent idiopathic scoliosis-a hypothesis. *Med Hypotheses*. 2005; 65(3): 501-508.
- 4- Chiu YL, Huang TJ, Hsu RW. Curve patterns and etiologies of scoliosis: analysis in a university hospital clinic in Taiwan. *Changcheng Yi Xue Za Zhi*. 1998; 21(4): 421-428.

- 5- Chu WC, Lam WM, Ng BK, Tze-Ping L, Lee KM, Guo X, Cheng JC, Burwell RG, Dangerfield PH, Jaspan T. Relative shortening and functional tethering of spinal cord in adolescent scoliosis - Result of asynchronous neuro-osseous growth, summary of an electronic focus group debate of the IBSE. *Scoliosis* 2008; 3: 8.
- 6- Cilli K, Tezeren G, Tas T, Bulut O, Oztürk H, Oztemur Z, Unsaldi T. [School screening for scoliosis in Sivas, Turkey]. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2009; 43(5): 426-430.
- 7- Clark EMT, Harding I, Hutchinson J, Nelson I, Deanfield JE. Association between components of body composition and scoliosis: a prospective cohort study reporting differences identifiable before the onset of scoliosis. *J Bone Miner Res* 2014; 29(8): 1729- 1736.
- 8- Daruwalla JS, Balasubramaniam P, Chay SO, Rajan U, Lee HP. Idiopathic scoliosis. Prevalence and ethnic distribution in Singapore schoolchildren. *J Bone Joint Surg* 1985; 67-B(2): 182-184.
- 9- Dayer R, Haumont T, Belaieff W, Lascombes P. Idiopathic scoliosis: etiological concepts and hypotheses. *J Child Orthop* 2013; 7(1): 11-16.
- 10- Drevelle XL, Y. Analysis of idiopathic scoliosis progression by using numerical simulation. *Spine* 2010; 35(10): 407-412.
- 11- Hashimoto R, Matsumoto A, Udagawa J, Hioki K, Otani H. Effect of leptin administration on myelination in ob/ob mouse cerebrum after birth. *Neuroreport* 2013; 24(1): 22-29.
- 12- Janssen MM, Kouwenhoven JW, Schlosser TP, Viergever MA, Bartels LW, Castelein RM, Vincken KL. Analysis of preexistent vertebral rotation in the normal infantile, juvenile, and adolescent spine. *Spine* 2011; 36(7): E486-491.
- 13- Kamtsiuris P, Atzpodien K, Ellert U, Schlack R, Schlaud M. [Prevalence of somatic diseases in German children and adolescents. Results of the German Health Interview and Examination Survey for Children and Adolescents (KiGGS)]. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz* 2007; 50(5-6): 686-700.
- 14- Konieczny MR, Senyurt H, Krauspe R. Epidemiology of adolescent idiopathic scoliosis. *J Child Orthop* 2013; 7(1): 3-9.
- 15- Lowe TG, Edgar M, Margulies JY, et al. Etiology of idiopathic scoliosis: current trends in research. *J Bone Joint Surg* 2000; 82-A(8): 1157-1168.
- 16- Machida M, Dubousset J, Imamura Y, Iwaya T, Yamada T, Kimura J. Role of melatonin deficiency in the development of scoliosis in pinealectomised chickens. *J Bone Joint Surg* 1995; 77(1): 134-138.
- 17- Machida M, Dubousset J, Yamada T, Kimura J. Serum melatonin levels in adolescent idiopathic scoliosis prediction and prevention for curve progression—a prospective study. *J Pineal Res* 2009; 46(3): 344-348.

- 18- Miller NH, Justice CM, Marosy B, et al. Identification of candidate regions for familial idiopathic scoliosis. *Spine* 2005; 30(10): 1181-1187.
- 19- Nakamura Y, Nagai T, Iida T, Ozeki S, Nohara Y. Epidemiological aspects of scoliosis in a cohort of Japanese patients with Prader-Willi syndrome. *Spine J* 2009; 9(10): 809-816.
- 20- Nery LS, Halpern R, Nery PC, Nehme KP, Stein AT. Prevalence of scoliosis among school students in a town in southern Brazil. *Sao Paulo Med J* 2010; 128(2): 69-73.
- 21- Ogilvie J. Adolescent idiopathic scoliosis and genetic testing. *Curr Opin Pediatr* 2010; 22(1): 67-70.
- 22- Ratahi ED, Crawford HA, Thompson JM, Barnes MJ. Ethnic variance in the epidemiology of scoliosis in New Zealand. *J Pediatr Orthop* 2002; 22(6): 784-787.
- 23- Riseborough EJ, Wynne-Davies R. A genetic survey of idiopathic scoliosis in Boston, Massachusetts. *J Bone Joint Surg* 1973; 55(5): 974-982.
- 24- Rogala EJ, Drummond DS, Gurr J. Scoliosis: incidence and natural history. A prospective epidemiological study. *J Bone Joint Surg* 1978; 60-A(2): 173-176.
- 25- Soucacos PN, Soucacos PK, Zacharis KC, Beris AE, Xenakis TA. School-screening for scoliosis. A prospective epidemiological study in northwestern and central Greece. *J Bone Joint Surg* 1997; 79-A(10): 1498-1503.
- 26- Steppan CM, Swick AG. A role for leptin in brain development. *Biochem Biophys Res Commun* 1999; 256(3): 600-602.
- 27- Suh SW, Modi HN, Yang JH, Hong JY. Idiopathic scoliosis in Korean schoolchildren: a prospective screening study of over 1 million children. *Eur Spine J* 2011; 20(7): 1087-1094.
- 28- Wang W, Zhu Z, Zhu F, et al. Different curve pattern and other radiographical characteristics in male and female patients with adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2012; 37(18): 1586-1592.
- 29- Wong HK, Hui JH, Rajan U, Chia HP. Idiopathic scoliosis in Singapore schoolchildren: a prevalence study 15 years into the screening program. *Spine* 2005; 30(10): 1188-1196.
- 30- Wynne-Davies R. Familial (idiopathic) scoliosis. A family survey. *J Bone Joint Surg Br.* 1968;50(1):24-30.

3. Adölesan İdiyopatik Skolyozun (AIS) Metabolik Temeli; AIS Etiyolojisi Üzerine Çalışmalar

Emre ACAROĞLU

ADOLESAN "İDİYOPATİK" SKOLYOZUN ETYOLOJİSİ HENÜZ ORTAYA KONMAMIŞTIR

İdiyopatik skolyoz vücudun her üç planını da içine alan, tutulan segmentlerin lateral deviasyonu ve aksiyal rotasyonu ile birlikte görölen, torasik omurgada yerleştğinde ise belirgin lordozla beraber olan bir sırt deformitesidir. İnfantil ve juvenil/adölesan idiyopatik skolyozun (AIS) birbirinden ayırt edilmesi gereklidir, çünkü bunların ayrı bir hastalık grubu olması muhtemeldir. Bundan böyle, 'idiyopatik' skolyoz terimi spesifik olarak AIS'i tanımlamak üzere kullanılacaktır.

AIS'in etyolojisinin araştırılması bir oksimoron gibi görünebilir. Bununla birlikte, bildiğimiz kadarıyla, idiyopatik skolyoz önceden düşünöldüğü kadar "idiyopatik" olmayabilir. 1960'ların sonundan itibaren, olası mekanizmaları araştırmaya yönelik çabalar gösterilmiş, bunların hiçbiri bu kompleks hastalığın tüm farklı yönlerini açıklayamamıştır. Yakın zamanda yayınlanmış olan pek çok makalede detaylıca gözden geçirildikleri için, önceden yapılmış bu çalışmaların detaylı incelemesine burada kısaca yer verilecektir ^(2,36,49,58,62).

Ailesel/genetik bir arka planın bulunduğuna dair sağlam kanıtlar bulunsa da, genetik çalışmalarda AIS ile ilgili tek bir genetik lokasyon, hatta tek bir kromozom bile saptanamamıştır ^(49,50). Bu sonuçlar AIS'te multifaktöryel bir etyolojinin bulunduğuna işaret edebilir. AIS patolojisini açıklamada çeşitli teoriler ve/veya etkenler ileri sürülmüştür; bunlar arasında bağ dokusu bozuklukları, iskelet kas/ kontraktıl doku bozuklukları, hormonal düzensizlikler, gelişimsel dengesizlikler, anormal vestibüler ve propriyoseptif sistem, bozuk biyomekanik etkenler, eşleşmemiş nöro-osseoz gelişim ve iskelet ile MSS olgunlaşmasının zamanlaması arasındaki ayrışma bulunur. Bu etken ve durumların hepsi olmasa da, çoğu AIS'li kişilerde bulunabilmektedir, ayrıca bunlar ya AIS nedeniyle ortaya çıkmakta ya da hastalığın başlangıcında ve/veya ilerlemesinde katkıda bulunmaktadır. Bu nedenle, altta yatan primer patojenik etken(ler)in deformitenin kendisinden kaynaklanan sekonder ve/veya adaptif değişikliklerden ayırt edilmesi oldukça güçtür.

MELATONİN EKSİKLİĞİ: PINEALEKTOMİZE HAYVAN MODELLERİ

İnsanlarda görülen skolyoza benzer bir model olarak hayvanlarda pinealektomi yapılması AIS'in deneysel olarak araştırılması için bir sistem sağlamaktadır. Tarihsel olarak, pinealektomi ve/veya diensefalon hasarı ile skolyoz gelişimi arasındaki bağlantıyla ilgili ilk kanıt 1970'lerin sonu, 1980'lerin başında Dubousset ve ark. sunmuştur ⁽²¹⁾. Bu araştırma alanı, Machida ve ark. tarafından yeniden canlandırılmadan önce neredeyse on yıl kadar sönük bir halde kalmıştır ^(38,39,40,41,42,45).

Özetle, bu araştırmacılar, tavukta pinealektominin, cerrahi işlemin yumurtadan çıktıktan sonra kısa süre içinde yapılması durumunda skolyotik bir deformite oluşturabildiğini göstermişlerdir. Aslında, hayvanlar pineal bezin başlıca üretimi olan melatoninden arındırılması durumunda pinealektomi tüm deneylerde % 100 deformite ile sonuçlanmıştır ^(58,62,65,66). Dahası, bu araştırmacılar iskelet kasına pineal bezin yeniden ekilmesiyle veya bir replasman tedavisi olarak melatonin verilmesi ile skolyoz gelişiminin önlenebildiğini göstermişlerdir ⁽⁴²⁾.

Civcivlere ek olarak, ön ekstremiteleri ve kuyrukları ampute edilerek bipedal (iki ayaklı) postür sağlanması koşuluyla pinealektomize sıçanlarda da skolyotik deformasyon oluşturulabilir (% 100 deformite oranı) ⁽⁴⁶⁾.

Bu deneysel bulgulara paralel olarak, Machida ve ark. aynı zamanda ilerleyici AIS'li çocuklardaki kan melatonin düzeylerinin normal kontrollerle veya ilerleyici olmayan AIS'li olgularla karşılaştırıldığında, anlamlı derecede daha düşük olduğunu da göstermişlerdir.

Serotonin (melatoninin bir öncüsü) uygulaması, muhtemelen serotonin kan beyin bariyerini geçemediği için, kendi başına deformite önlenmesinde çok etkili değildir, ancak bir serotonin öncüsü olan ve kan beyin bariyerini geçebilen 5-hidroksi-triptofanın (5HT) skolyoz gelişiminin önlenmesinde etkili olduğu gösterilmiştir ⁽⁴⁵⁾. Daha ileri araştırmalarda, Machida ve ark. ⁽⁴³⁾ ayrıca skolyozun sıçan modelinde olduğu gibi bipedal hale getirildiklerinde genetik olarak melatonin eksikliği bulunan fare türünde de (C57Bl6) yine % 100 oranında oluştuğunu göstermişlerdir. Böylece, bu sonuçlar 5HT- serotonin – melatonin yolağının bu modelde ve olasılıkla insanlarda da, skolyoz gelişmesinde sorumlu olabileceğini göstermektedir.

AIS PATOGENEZİNDE BİR FAKTÖR OLARAK MELATONİN: DENEY SONUÇLARI TEKRAR ELDE EDİLEBİLİR Mİ?

Diğer araştırmacıların buldukları deneysel veriler Machida ve ark. nın bulgularını yansıtmamıştır ^(6,8,66,67,68). Akel ve arkadaşları dâhil, çok sayıda diğer araştırmacının yaptığı çalışmalar pinealektomize tavuklarda kan melatonin düzeylerinin çok düşük konsantrasyonlarda gösterildiği durumlarda bile % 100 oranında skolyotik deformite oluşturmayı başaramamıştır. Bu seriler skolyotik deformite oranlarını % 50 ile % 60 arasında bildirmişlerdir ^(8,10,65,66,67,68). Benzer şekilde, bizim yaptığımız sıçan ve C57Bl6 fare çalışmaları her olguda uniform olarak (yani % 100 oranında) skolyoz gelişimini gösterememiştir ^(3,20). Üstelik tavuklarda melatonin uygulaması veya pineal bez transplantasyonu ile skolyoz görünümünün önlenmesi replike edilememiştir ^(6,8). Bu sonuçlar aşağıdaki soruları ortaya koymuştur:

Machida ve arkadaşları ile diğer araştırmacıların yaptıkları çalışmalar arasındaki fark nedir?

Tüm hayvanlarda çok düşük düzeylerde melatonin üretiliyorsa, neden hayvanların tümünde skolyoz gelişmemektedir?

Bu sorular yanıtlanmamış olup, bu modeldeki skolyotik deformitenin patogeneğinde başka faktörlerin de bulunabileceğini akla getirmektedir.

Tavuklar dâhil, kuş türleri memelilerle karşılaştırıldığında çok ilkel bir merkezi sinir sistemine sahip olup değişiklikler postural mekanizmaları etkileyebilir. Bu nedenle, daha yüksek düzeyde evrilmiş olan bir merkezi sinir sistemine sahip hayvanlarda benzer bir modelin oluşturulması gereklidir. Bagnall ve arkadaşları memelilerde (kemirgenler) pinealektominin etkilerini analiz etmek için tasarlanmış bir çalışmada⁽³⁾ dört ayak üzerindeki hayvanlarda skolyoz oluşturamamışlardır (% 0 oran). Sonuç olarak, Machida ve arkadaşlarının güçlü kanıtlarına⁽⁸⁾ ve skolyoz gelişiminin cerrahi işlemin bire bir sonucu olmadığını destekleyen verilere karşın, daha yüksek hayvanlarda skolyoz gelişmesinde 5HT-serotonin-melatonin yolağının rolü ile ilgili fikir ayrılığı sürmektedir.

Hayvan modelleri ile ilgili bu tartışmaya ek olarak insanlarda, AIS hastalarındaki kan melatonin düzeyleri ve AIS tedavisinde serum melatonin düzeylerinin olası çıkarımları ile ilintili önemli fikir ayrılıkları da mevcuttur. Machida ve arkadaşları⁽⁴⁴⁾ ilerleyici hastalığı bulunan skolyotik hastalarda kan melatonin konsantrasyonlarının anlamlı ölçüde düşük olduğunu gösterdiklerini, bu durumun da melatonin uygulanması ile düzeltilebilir olduğunu ileri sürmüşlerdir; ancak yapılan diğer alışmalar AIS'li adolesanlarda düşük serum melatonin seviyelerinin görülme olasılığına itiraz etmektedir⁽⁷⁾. Özetle, hasta kişilerin kan dolaşımındaki melatoninin çok azalmış olmasını veya hiç olmamasını AIS'in bir nedeni olarak ileri süren teori aşırı kolaycı olup klinik olarak kanıtlanamamıştır.

Diğer yandan, melatoninin ve/veya pineal bezin diğer ürününün AIS gelişmesinde rol oynayan çok sayıda patogenetik yollarda yer aldığı hemen hemen kesindir. Genetik ilişki çalışmaları melatonin reseptör 1B (MTNR1B) genindeki bir polimorfizmin⁽⁵⁹⁾, AIS oluşumu ile

ilgili olduğunu, ancak melatonin reseptör 1A (MTNR1A) genindeki polimorfizmde ⁽⁶⁰⁾ bunun söz konusu olmadığını göstermiştir. Diğer çalışmalar AIS'li hastaların osteoblastlarında melatonin sinyali ile ilgili bir defekt olduğu ⁽⁵²⁾ ve bu defektin serin residülerinin fosforilasyonunu artırarak normalde melatonin hücre yüzey reseptörleri ile ilgili olan inhibitör G proteinlerinin (Gi) aktivitesini etkilediğini göstermiştir ⁽⁵⁾. Gerçekte, Moreau ve arkadaşları deneysel olarak tüm Gi (G inhibitör)-eşleşmiş reseptörlerin AIS'li hastalardan izole edilen farklı hücre türlerinde etkilendiklerini göstermiş ve böylece AIS etyolojisinin klasik olarak melatonin eksikliğine veya önceden var olan melatonin sinyal defektine bağlandığı görüşten çok daha ötesinde olduğunu öne sürmüşlerdir. (Moreau ve ark, yayınlanmamış veri, Yves Cotrel Vakfı yıllık toplantıları, 2009).

Dikkate değer bir durum da, skolyozlu hastaların trombositlerinde ve osteoblastlarında bulunan Ca²⁺ATPazların (SERCA; sarco/endoplasmic reticulum Ca²⁺ATPaz ve PMCA; plasma membrane Ca²⁺ATPaz) ekspresyonlarında anormallik olduğunu gösteren verilerin bulunmasıdır, bu da caspaz-3 ile ilgili hücre farklılaşmasında (yani farklılaşmanın apoptoza benzer aşamasında) bir defekt olabileceğini akla getirmektedir ⁽⁹⁾. Calmodulin bu sistemi regüle etmektedir. SERCA'lar Ca²⁺ iyonlarını endoplasmik reticuluma (ER) pompalarlar, yani ER'a giden Ca²⁺ miktarını kontrol ederler. ER çok işlevli bir organel olup, pek çok fonksiyonu destekleyerek protein sentezi, membran içinden translokasyon, membrana entegrasyon ve translasyon sonrası modifikasyonlarda rol oynadığı bilinmektedir. PMCA'lar Ca²⁺u sitozolden dışarı çıkarırlar ve hücrel Ca²⁺ homestazının ve sinyal iletiminin anahtar komponenti olarak görev yaparlar. Ca²⁺ sinyal iletimindeki değişiklikler kas gelişimini, nöronal öncül farklılaşmasını ve osteoblast gelişimi ile farklılaşmasını kontrol eder ⁽⁷⁵⁾. Bu paradigmaya göre, MEG01 hücrelerine (trombosit öncülü megakaryositik hücre dizisi) melatonin verilmesi Ca²⁺ATPaz (SERCA3 ve PMCA) ekspresyonunda olduğu gibi caspaz 3 aktivitesinde doza bağlı bir artışa neden olur. Bu nedenle, melatoninin (ve/veya calmodulinin) AIS etyopatogenezinde bir bağlantı var gibi görünmektedir; ancak deformite gelişiminde yer alan gerçek mekanizma(lar) halen tam olarak bilinmemektedir.

Acaroglu ve arkadaşları ⁽¹⁾ ile diğer araştırmacılarının yaptıkları çalışmalar bu etkileşimli mekanizmaların bunlarla sınırlı olmamakla birlikte aşağıdakileri içerebileceğini ileri sürmektedir:

Hormonal ve diğer kimyasal etkenlerin iskelet kası tonusu ve fonksiyonu üzerinde düzenleyici olarak etkilediği nöromüsküler skolyozun bir formu olarak modellenen AIS (bipedalite gibi olumsuz bir mekanik ortam ile birlikte);

Hormonal ve diğer kimyasal etkenlerin büyüme üzerinde düzenleyici olarak etkilediği omurganın gelişim anomalisinin sonucu olarak modellenen AIS (bipedalite gibi olumsuz bir mekanik ortam ile birlikte)

Hormonal ve diğer kimyasal etkenlerin kemik oluşumu, mineralizasyonu ve/veya rezorpsiyonu üzerinde düzenleyici olarak etkilediği trabeküler formasyon veya mineralizasyondaki bir defekt nedeniyle omurganın bir yanında oluşan mekanik bir yetersizlik olarak modellenen AIS.

NÖROMÜSKÜLER SKOLYOZUN BİR FORMU OLARAK MODELLENEN AIS KAS TONUSU DÜZENLEYİCİSİ OLARAK MELATONİN

Radyoaktif etiketlemenin gelişmesiyle, periferdeki dokulara ait melatonin reseptörleri pikomolar afinitelerle ve femtomolar yoğunluklarda araştırılarak gastrointestinal sistemde, böbreklerde, akciğerlerde, kalpte, vas deferenste ve kan damarlarında varlığı ortaya konabilmektedir ⁽⁵⁵⁾. Daha sonraki araştırmalar melatoninin damar düz kas tonusunun ⁽⁴⁷⁾ ve intestinal düz kas tonusunun ⁽³⁷⁾ modülasyonunda etkili olduğunu göstermiştir. Ayrıca melatonin ve 5-HT4'ün kültür ortamında tavuk myokardiyosit kontraktilitesini etkileyebileceğine dair deneysel kanıtlar mevcuttur ⁽⁴⁸⁾.

Bu bulgular melatonin ya da 5-HT4 reseptörlerinin iskelet kası tonusunun modülasyonunda da önemli bir rol oynayabileceğini düşündürmektedir, bu da pinealektomize hayvanlarda oluşan spinal deformiteyi açıklayabilir. Pompeiano ve arkadaşları nın bir incelemesinde ⁽⁵⁷⁾ insanlarda da benzer bir bağlantının olabileceği ileri sürülmüştür, yani melatoninin ve 5-HT'nin azalmış aktivitesinin

posturaliskelet kaslarının tonusunu azaltabileceği ve bunun AIS patogenezinde çok önemli olabileceği iddia edilmiştir. Benzer şekilde, hayvanlarda pineal bezin çıkarılması diğer düzenleyici protein(ler)de artmaya veya azalmaya neden olabilir. Melatonin sekresyonunun regulasyonu ile ilgili bir analizde calmodulinin melatonin sekresyonunu durdurmada etkili olan bir nörotransmitter olduğu öne sürülmüştür ⁽⁶⁹⁾.

CALMODULİN: AIS'TEKİ ÖNEMİ NEDİR?

Calmodulin cAMP-bağımlı enzim sistemlerini regüle eden bir kalsiyum-bağlayıcı reseptör proteindir. Calmodulin hücre membranından kalsiyum transportunu kontrol ederek kas hücrelerinin kontraktıl özelliklerini düzenler ⁽¹⁸⁾, aynı zamanda calmodulin kontraktıl proteinler olan actin ve myosin ile myofibril içinde doğrudan etkileşime girer. AIS'li hastalarda trombosit fonksiyon anormallikleri uzun süredir tanımlanmış olsa da ⁽⁷²⁾ spinal paroloji ile asıl ilişkisi henüz ortaya konmamıştır. AIS'li hastalarda trombositlerdeki Ca²⁺ ve Pi⁺ düzeyleri artmış ^(56,71), intrasellüler kontraktıl proteinlerin aktiviteleri ise azalmış olup ^(53,56), agregasyon azalmış ^(24,64) myosin yapısı da anormaldir⁽⁵⁶⁾. İlginç bir şekilde, pek çok çalışma özellikle ilerleyici idiyopatik skolyozlu hastalarda hücre içi calmodulin düzeylerinin de artmış olduğunu göstermiştir ^(28,35). Bredoux ve arkadaşları'nın yaptığı başka çalışmalarda megakaryositopoezi (trombosit maturasyonunu) düzenleyen Ca²⁺ATPazların ekspresyonunun olduğu gibi osteoblast farklılaşmasının da skolyozda anormal olduğu ileri sürülmüştür. Ayrıca, azalmış melatonin düzeyleri trombositlerdeki anormallikten sorumlu olabilir, çünkü melatonin megakaryosir fragmentasyonuna neden olarak trombosit üretiminde yer alan sitokin ağını modüle etmektedir ⁽⁹⁾. Trombositlerin "iskelet kaslarının minyatür versiyonları" olduğu düşünülürse, bu bulgular AIS'li hastaların paravertebral kaslarındaki anormalliklerin spinal deformitelerin gelişmesinde ve/veya ilerlemesinde primer etkenler olabileceğini akla getirmektedir. Aslında Zhao ve arkadaşları ⁽⁷⁶⁾.

AIS'li hastalarda, calmodulin ve nöronal nitrik asit sentazın (nNOS) ekspresyonlarının deformitenin konveks tarafındaki paravertebral kaslarda anlamlı derecede düşük olduğunu göstermişlerdir. Trombositlerdeki

calmodulin aktivitesi ile paravertebral iskelet kaslarındaki calmodulin aktivitesi arasındaki ilişkinin belirlenmesi AIS gelişiminin ve ilerlemesinin altında yatan mekanizmanın daha iyi anlaşılmasını sağlayabilir.

Acaroglu ve arkadaşları ile Akel ve arkadaşları ^(1,3,4) tarafından bu konuda daha önceleri yapılmış çalışmalar skolyozun patogeneğinde ve mekanizmasında melatonin ve calmodulinin önemini belirlemek için üç farklı projeden oluşmuştur. İlkinde, cerrahi girişim yapılan adölesan idiyopatik skolyozlu hastalardan alınan trombositlerde ve iskelet kasında melatonin ve calmodulinin doku düzeyleri ölçülmüş ve bunlar kronik bir omurga sorunu olmayan bir grup hastayla karşılaştırılmıştır ⁽¹⁾.

Bu çalışmanın sonucunda önceden yayınlanan bildirimlerin aksine, doku calmodulin düzeylerinin skolyozlularda kontrollere göre anlamlı ölçüde farklı olmadığı ortaya çıkmıştır, bu bulgu skolyoz başlangıcını belirlemede trombosit calmodulin düzeylerinin tarama amaçlı kullanımının yeterli olmayabileceğini göstermektedir. Benzer şekilde, doku melatonin konsantrasyonları skolyozlularda kontrollere göre anlamlı derecede farklı bulunmamıştır. Bu bulgulara dayanarak, serum düzeylerinde farklılık göstermeyen çalışmalara paralel olarak, doku düzeylerinde de muhtemelen farklılıklar bulunmadığı sonucuna varılabilir. Üstelik, iskelet kası calmodulin içeriği konveks taraf konkav tarafla karşılaştırıldığında anlamlı ölçüde daha farklı saptanmıştır. Bununla birlikte, yukarıda atıf yapılan Zhao ve arkadaşlarının bulgularının aksine ⁽⁷⁶⁾, Acaroglu ve arkadaşlarının bulduğu sonuçlar konveks tarafta kas calmodulin düzeylerinin arttığını göstermiştir. Bu, calmodulinin iskelet kaslarının kontraksiyonunda rol alabildiğini göstermesi açısından önemli bir bulgu olup bu kaslar arasındaki elektrofizyolojik farklılıklar calmodulin konsantrasyonlarındaki farklılıkları yansıtıyor olabilir.

Her ne kadar calmodulin nedensel bir faktör olmasa da, bu molekül skolyotik kavislerin ilerlemesinde katkıda bulunan önemli etkenlerden biri olabilir. Diğer bir deyişle, calmodulinin belki de deformatenin oluşumunu tetikleyen faktör değil, calmodulin içeriğindeki sekonder dengesizliğin ilerlemede bir etken olduğu düşünülebilir ⁽¹⁾.

Bu hipotez hayvan modeli kullanan diğer iki çalışmada test edilmiştir. Bunlardan birinde pinealektomize tavuk modeli, diğeri ise bir C57Bl6

fare modeli kullanılmış olup ikin farklı CaM antagonisti farmakolojik ajanlar olan tamoksifen (TMX) ve trifluoperazine (TFP) kullanılarak calmodulin antagonize edilmeye çalışılmıştır^(3,22) (gerçekte, Enouf ve arkadaşları'nın daha önceden yaptığı bir çalışmada⁽²²⁾ TFP nin mikrozomal trombosit fraksiyonlarındaki Ca²⁺ATPazlar aracılığıyla gerçekleşen Ca²⁺ transportunu inhibe ettiği gösterilmiştir). Bu çalışmaların bulguları hipotetize edildiği gibi, calmodulin inhibitörlerinin ne pinealektomize tavuk ne de C57BL6 fare modellerinde skolyotik deformitelerin oluşumunu önlemediğini göstermektedir. Buna karşın, TMX in her iki modelde de deformitenin ilerleme hızını azalttığı gösterilmiştir. Bu gözlem, calmodulinin deformitenin ilerlemesi üzerine olan etkisi ile ilgili hipotezin doğru olabileceğini düşündürmektedir. Buna ek olarak, her iki modelde, trifloroperazin ilave edilsin ya da edilmesin, Tamoxifen kontrollere göre anlamlı derecede fazla sayıda hayvanda kavsin düzelmesine yol açmıştır. İlginç biçimde, TMX ve raloxifenin (RLX) vasküler duvarlara ait düz kaslar üzerinde olumsuz bir etkisi var gibi görünmekte olup⁽³³⁾ hayvan modellerindeki deformitenin düzelmesinde oynadıkları rol bu etkilerine bağlı olabilir. Ancak, TMX'nin etkisinin mutlaka calmodulin üzerine olan etkisine bağlı olmayabileceğinin, farklı bir etkileşim yoluyla, spesifik olarak östrojen veya östrojenle regüle olan proteinlerin düzenleyici etkisiyle gerçekleşebileceğinin altı çizilmelidir.

OMURGANIN GELİŞİMİNDE LOKAL BİR DEFİKT OLARAK MODELENNEN AIS

Adolesan idiyopatik skolyozun doğal gidişatı büyüme ile yakından ilişkilidir. Klinik olarak, deformitenin başlangıcı çok hızlı bir büyüme evresinde görüldüğü için, bunun (nöromüsküler veya dejeneratif tipler gibi inen/kollabe olan türlerinin aksine) yükselen (artan/büyüyen) bir skolyoz türü olduğu kolayca ileri sürülebilir. Benzer şekilde, spinal kavislerin ilerlemesi büyümenin gerçek hızı ile olduğu kadar hasta bireylerdeki kalan büyüme potansiyeli ile de yakından ilişkilidir. Büyümeye bu şekilde bağlı kalma fenomeni yukarıda tartışılan hatyvan modellerinde saptanmıştır, çünkü deneysel skolyoz modellerinin matür hayvanlarda da gelişebileceğine dair kanıt bulunmamaktadır.

“Konjenital deformite” gibi belli spinal deformite türlerinin omurgadaki büyüme dengesizliğinden kaynaklandığı bilinen bir durumdur; asimetri koronal planda ise bu deformite skolyoz olarak ortaya çıkarken, saggital planda ise kifoz veya daha nadir olarak lordoz olarak görülür; her iki planda olduğu durumlarda ise kifoskolyoz ortaya çıkar. Benzer büyüme plağı anormalliklerinin idiyopatik skolyozlu hastalarda da bulunabileceği fikri akla yatkındır. Day ve arkadaşları'nın yaptığı bir MRI çalışması⁽¹⁹⁾ büyüme plaklarının konkav ve konveks taraflarında benzer olmasına rağmen, anormallikler oluşabileceğini ve deformitenin gelişiminde olası neden olarak büyümenin primer bozukluğunun gösterilebileceğini ileri sürmüşlerdir. Benzer şekilde, Rusova ve arkadaşları⁽⁶³⁾ glikozaminoglikanların sülfatlanmasında ve asetilasyonunda anlamlı bir azalma olduğunu göstermişlerdir, bu da büyüme plaklarındaki hücrelerin işlevlerindeki primer bir defekti akla getirir. Bununla birlikte, skolyozlu hayvan modellerinden ve insan olgularından elde edilen vertebral uç plaklarla ilgili histomorfolojik çalışmalarda sadece eşit olmayan yüklenmenin hücre proliferasyonunda⁽⁷⁴⁾, hücre farklılaşmasında⁽⁷¹⁾ ve kollagen içeriğinde değişikliklere⁽¹¹⁾ yol açtığı gösterilmekle birlikte büyümede primer bir bozukluk oluştuğuna dair bir ipucu saptanmamıştır.

Büyüme ilgili bir sorunun yer alabileceği bir diğer mekanizma da AIS'li hastalardaki büyümenin modülasyonunda görülen bir defekt olabilir. Aslında, yapılan genetik çalışmalarda büyümeyi regüle eden proteinleri kodlayan genlerdeki çok sayıda tek nükleotid polimorfizmlerin (single nucleotide polymorphisms - SNP) AIS'te skolyoz gelişimi ve ilerlemesi ile ilgili olabileceğini ileri sürülmektedir^(26,70,73). Bu SNPlar aynı zamanda AIS hastalarında görülen generalize osteopeni ile de ilişkili olabilir⁽²⁶⁾ (aşağıdaki tartışmaya bakınız). Qiu ve arkadaşları⁽⁶¹⁾ AIS'li hastalarda dolaşımdaki leptin düzeylerinin anlamlı olarak azaldığını göstermiştir. Bu da değişikliğe uğramış büyüme parametreleri ve kemik mineral densitesi/içeriği (BMD/BMC) ile ilişkili olabilir. Daha yakın zamanlarda, Liu ve arkadaşları⁽³⁴⁾ serum leptin ve sOB-R konsantrasyonlarını ELISA yöntemi ile ölçmüş ve AIS'li kızlarda multivaryan regresyon analizi ile yaş ve vücut ağırlığının düzeltilmesinden sonra sOB-R düzeyinin

anlamli derecede daha yüksek olduğunu ve serbest leptin indeksinin (FLI) de daha düşük olduğunu göstermişlerdir. son olarak, Moreau ve arkadaşlarının yayınlanmamış verilerinde bazı sitokinlerin artmış aktivitesinin melatonin eksikliği olan hayvanlarda (pinealektomize tavuk ve C57BL6 fare) olduğu gibi AIS hastalarında da skolyozun gelişimi ve ilerlemesi ile ilgili olabileceği öne sürülmektedir (Moreau, yayınlanmamış veri, Yves Cotrel Vakfı, yıllık toplantısı 2009). Sonuç olarak, AIS'li hastalarda büyüme bozukluğunun varlığını öne süren kanıtlar mevcut olsa da, bu alan yukarıda sıralanan hipotetik mekanizmaların en az araştırılan kısmı olmayı sürdürmektedir.

TRABEKÜLER OLUŞUM VEYA MİNERALİZAYONDAKİ BİR DEFEKTE BAĞLI OMURGANIN MEKANİK BİR YETMEZLİĞİ OLARAK MODELLENEN AIS

AIS'in osteopeni ile klinik ilişkisi Cheng ve ark tarafından gündeme getirilmiştir⁽¹⁴⁻¹⁷⁾. Bu bulgunun D vitamini sentezinde veya metabolizmasındaki bir problemin sonucu olabileceği varsayılsa bile, bu sistemde bir defekt veya uygun genetik polimorfizmler saptanamamıştır^(13,27). Acaroglu ve arkadaşları'nın bipedal C57BL6 modeli ile ilgiliyaptığı yayınlanmamış pilot çalışmada da skolyozlu hayvanlarda TMX tedavisi gören hayvanlara göre anlamli derecede daha az trabeküler yoğunluk bulunduğu öne sürülmüştür. Bu grupta TMX'nin yerine daha spesifik bir selektif östrojen modulatorü (SERM) RLX uygulanması ile fare modelinde skolyotik kavislerin geriletmesinde RLX'in TMX kadar etkili olduğu ve skolyoz geliştikten sonra (yani fare modelinde 20. haftada) farmakolojik ajanların uygulanmasının neredeyse önleyici kullanım kadar etkin olabileceği gösterilmiştir.

Bu gözlemlere dayanarak osteoporozun deneysel skolyoz gelişiminde primer bir faktör olarak araştırıldığı başka bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada, subkutanöz heparin enjeksiyonları ile bipedal hale getirilmiş sıçanlarda frontal ve sagittal spinal hizalanmayı kontrollerle karşılaştırıldıık. Bu çalışmanın sonuçları⁽²⁰⁾ ne skolyoz oranlarında ne de kavis büyüklüklerinde anlamli bir farklılık gösterememiştir.

Bununla birlikte, melatonin eksikliği bulunmayan bipedal hayvanların çoğunluğunda deformite geliştiğini, bunun hayvanlar osteoporotik olduğunda daha da fazla izlendiğini görmek çok ilginçtir. Bu çalışmanın diğer önemli bir sonucu da osteoporotik grupta kifoz miktarındaki anlamlı azalma oluşudur, bu durum AIS'li insan hastalarda yapılan klinik gözlemlerle tutarlılık göstermektedir. Bu bulgu önceki çalışmalarda sagittal planın değerlendirilmediği göz önüne alındığında çok özel bir bulgudur, ayrıca bu modellerdeki üç boyutlu skolyotik deformiteyi anlamamızda çok önemlidir. Buna karşın, bu bulgular TMX ve RLX gibi SERM'lerin hayvan modellerinde osteopeninin ve skolyotik deformitenin düzeltilmesinde etkili olabileceğini ileri sürmektedir. Diğer bir deyişle, bu moleküllerle yapılan deneyler bunların CaM antagoniziminin etki mekanizması olduğunu varsayarak başlamışsa da, özellikle RLX'in muhtemelen hiç bir CaM özelliğine sahip olmadığı göz önüne alındığında, bu sonuçlar östrojen reseptör modülasyonunun gözlemlenen etkilerinde temel faktör olabileceğini akla getirmektedir.

Bu gözlemler östrojen ve/veya östrojen reseptörlerinin AIS patogeneziinde temel etkenler olabileceğini öne sürmektedir. Bu varsayım hastalığa kadınların daha fazla yakalanmasını açıklayabileceği için klinik olarak da akla yatkındır. Ayrıca, menopoz sonrası osteopeniye potansiyel olarak benzerlik gösteren skolyotik bireylerdeki osteopeniyi de açıklayabilir. Östrojen reseptör gen polimorfizmi Inoue ile Moldovan ve arkadaşlarının ⁽²⁷⁾ yaptığı çalışmalarda insanlardaki AIS ile ilişkilendirilmiştir.

Dr. Moldovan'ın laboratuvarında yapılan araştırmalar östrojenlerin kemik hücre sinyalleşmesi ve fonksiyonuna etkileri aracılığıyla AIS'te kritik bir rol oynadığını göstermiştir ^(31,32). Bu çalışmaların sonuçları östrojenlerin AIS'in kaynağı olmadığını, bununla birlikte AIS hastalarında osteoblast sinyalleşme defektiyle etkileşime girdiklerini göstermektedir. Gerçekte, östrojenler hem transkripsiyonel hem de translayonel düzeyde G proteinlerinin sentezini baskılayarak azaltmaları ile bilinirler. Bu açıdan bakıldığında, Moreau ve arkadaşları AIS'in östrojenlerle önceden varolan melatonin sinyal defekti arasındaki etkileşime bağlı olarak pubertedeki insidansını ve kızların neden daha

fazla sayıda ve daha şiddetli etkilendiğini açıklayan bir model oluşturulmasını teklif etmiştir ⁽⁵¹⁾.

Moldovan ve arkadaşları ^(5,51) daha önceleri 17-b-estradiol'ün Moreau ve arkadaşları ^(5,51) nın yaptığı fonksiyonel sınıflandırmaya göre belirlenen spesifik bir AISli hasta alt grubunda, yani melatonine yanır veren AIS hastalarında cAMP üretimini azaltabildiğini göstermiştir. Bu çalışmada, bu azalmanın oluştuğu moleküler mekanizma karakterize edilmiştir. Normalde Gi proteini ile çift oluşturan melatonin reseptör MT2, spesifik bir AIS hasta grubunda hücreler 17-b-estradiol'e maruz bırakıldığında osteoblastların içinde Gs proteinine dönüşür. Literatürde ve klinik uygulamada östrojenlerin osteoblast metabolizmasına olan etkisi net bir şekilde ortaya konmuştur, ancak AIS ile ilgili olarak bilinenler çok azdır. Osteoblast farklılaşması kemiğin sertliğini elastikliğini ve mekanik özelliklerini etkiler, burada alkalın fosfataz (ALP) aktivitesi, ekstrasellüler matriks (ECM) sentezi ve kemik mineralizasyonu yer alır, ve bunun varolan bir defekti de gözlenmiştir. Östrojenlerin kemik ECM'de yüksek AP aktivitesini, kollajen sentezini ve kalsiyum birikimini uyardığı bilinmektedir. Bu çalışmalarda, kemik biyopsilerinden elde edilen hücrelerin osteoblastik fenotipleri verifiye edilmiştir, ancak 17-b-estradiol'ün farklılaşma için osteoblastik gen belirteçlerine (osteocalcin, osteopontin, BSP, ve ALP aktivitesi) olan etkisi gösterilememiştir. Bununla birlikte, bu etkiler pek çok çalışmada net şekilde ortaya konmuş olup, östrojen depleksiyonunun osteoblastik aktiviteyi azalttığı yaygın şekilde kabul görmektedir. Bu kemiğin rezorpsiyonu ile oluşumu arasındaki dengeyi etkileyerek yukarıda bahsedildiği gibi AIS'li hastalarda görülen osteopeniye neden olabilir.

ORTAK PAYDA: BİPEDALİTE

Klinik gözlemler ve hayvan modelleri skolyozdaki ortak paydanın bipedalite (iki ayak üzerinde durmak) olduğunu düşündürmektedir. Günümüze dek, skolyoz dört ayaklı hayvanlarda ne deneysel olarak oluşturulabilmiş, ne de doğal olarak gözlenebilmiştir. Yukarıda bahsedilen önceki çalışmalarımız da bipedalitenin skolyoz oluşumunda çok önemli olduğunu düşündürmektedir ⁽²⁰⁾. 2005'te, Castelein ve

arkadaşları⁽¹²⁾ bipedalite ile skolyoz gelişimi arasındaki olası açıklamayı dile getirmiştir. Bu araştırmacılar omurga üzerinde etki eden hareketlerin dört bacaklı hayvanlarda tamamen fleksörden iki ayak üzerinde dikilen insanlarda baskın şekilde ekstansör oluşuna dek giden bir yelpazede olduğunu ileri sürmüşlerdir^(12,29,30). Bu ekstansör momentum ön translayona direnç göstermede çok etkili olan faset eklemlerindeki kilidi çözebilir, ancak bir vertebranın diğeri üzerinde arka translasyonuna direnen eklemlerde bunu gerçekleştiremez. Sonuçta ortaya çıkan instabilite daha sonrasında ilgili fonksiyonel birimin rotasyonel deformasyonuna neden olarak skolyotik deformiteyi tetikleyebilir⁽²⁹⁾. Bu teori aynı zamanda AIS'in neredeyse sadece insanlara özgü oluşunu da açıklar, zira diğer primat türlerinde bipedalite aynı dik postürle ilişkili değildir.

Aslında, insanlardan başka sadece MSS enfeksiyonuna sekonder gelişen olası nöromüsküler etyolojiye bağlı skolyozlu bir orangutan olgusu bildirilmiştir⁽⁵⁴⁾.

Dikkat çekici nokta, yakın zaman önce, skolyozun pinealektomi sonrası somon dahil pek çok balık türünde⁽²³⁾ ve geniş bir teleost grubunda⁽²⁵⁾ oluşturulabileceği öne sürülmüştür. Fjelldal ve arkadaşları⁽²³⁾ çalışmalarında pinealektomi yapılmış somonlarda skolyoz oluşumunun azalmış BMC, azalmış sertlik ile birlikte görüldüğünü, daha sonra balığın masif kas yapısına yansiyacak olan vertebral cisimlerin esnekliğini sınırladığını göstermiştir. Bu bulgu önemlidir, çünkü bir balıkta uygulanan pinealektominin aynı zamanda osteopeniye ve omurgada mekanik sorunlara yol açabileceğini göstermektedir. Buna ek olarak, balığın sahip olduğu masif kas yapısı insanlardaki yer çekimi ile karşılaştırılabilecek bir aksiyel kuvvet uygulayabilir (yani spinal yüklenmeli balık modelleri dört ayaklı hayvan modellerinden daha uygun olabilir).

Bipedalitenin etkileri muhtemelen omurganın koronal planındaki deformitelerle sınırlı değildir, ancak hayvan modellerinde bugüne dek diğer planlar üzerine çalışma yapılmamıştır. Üstelik, skolyotik deformite ile birlikte olsun ya da olmasın pelviste ve spinopelvik bileşkede yer alan olası yapısal değişiklikler hemen hemen hiç bilinmemektedir.

Muhtemelen özellikle hayvanmodellerinde, skolyotik deformitenin başlayışı metabolik veya hormonal bir bozukluğun sonucu olarak duyarlı hale gelmiş bulunan hayvanlarda skolyotik deformiteyi tetikleyen bir ekstansör veya rotasyonel momentuma sekonder gerçekleşebilir (yukarıda özetlendiği gibi). Bu nedenle, metabolik ve/veya endokrin faktörleri yokluğunda hiç bir deformitenin gelişmeyeceği postural faktörlerle birlikte analiz etmek çok önemli olabilir.

GELECEKTEKİ ÇALIŞMALAR

Deneysel bipedal hayvanların omurgalarındaki yapısal ve biyokimyasal değişikliklerin analizi aynı zamanda insanlardaki dejeneratif omurga problemlerinin kaynağına ışık tutacaktır. Bu çalışmalar aşağıdaki temel soruların bazılarına yanıt verebilir:

Hayvan modellerindeki bulgular insanlardaki benzer patolojileri yansıtır mı, ve benzer şekilde hayvan modellerindeki bulgular insanlardaki patolojileri yansıtır mı?

Pinealektominin veya diğer anti-melatonin girişimlerinin benzer biyokimyasal ve hormonal sonuçlar oluşturacağı varsayıldığında, neden melatonin-eksikliği bulunan tüm bipedal hayvanlarda skolyoz oluşmamaktadır? Bunun açıklaması mekanik veya postural olabilir ve bu hayvanların üç boyutlu spinopelvik parametrelerinin analizi ile belirlenebilir, ya da yukarıdaki varsayımımız gerçekte yanlış olabilir.

Skolyozla birlikte olan büyüme ve/veya mekanik problemler (örn. osteopeni) skolyotik deformiteden önce mi oluşur yoksa buna sekonder mi gelişmektedir? Histomorfometrik analiz sırasında omurgaların 3D incelenmesi olanaklı olduğu için büyüme ve/veya mekanik bozukluğu oluşturan tetikleyicinin olay ile birlikte deformiteyi oluşturan olay da tanımlanabilir.

Hangi farmakolojik ajanların (TMX, RLX, östrojen, NO donörleri) uygulanması deformitenin durdurulmasını ve/veya düzeltilmesini sağlamada etkili olabilir? Hangi zaman(lar)da bunlar etkindir ve hangi mekanizma ile etki ederler?

AIS'in tam olarak etyolojisini belirleyebilecek noktada olmadığımızı göz önünde bulunursak, deformitenin oluşmasında ve ilerlemesinde etkili olan patolojik mekanizmaları saptayabilir miyiz, ve buna dayanarak, insanlarda AIS'i farmakolojik ajanlarla tedavi edebilir miyiz?

Son olarak, oluşum ve ilerleme ile ilişkili olan mekanizmalar bazı bireylerde (hayvanlar) mekanik iken, bazı bireylerde ise biyokimyasal ise, bu olguları bir grubu mekanik yöntemlerle (bu grup atel tedavisine daha uygun olabilir) ve diğer grubu (bu grubun atel tedavisine daha dirençli olacağını varsayarak) hormonal/farmakolojik yöntemlerle tedavi edecek şekilde tanımlayabilir miyiz?

KAYNAKLAR

- 1- Acaroglu E, Akel I, Alanay A, Yazici M, Marcucio R. Comparison of the melatonin and calmodulin in paravertebral muscle and platelets of patients with or without adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2009; 34: E659-E663
- 2- Ahn UM, Ahn NU, Nallamshetty L, Buchowski JM, Rose PS, Miller NH, Kostuik JP, Sponseller PD. The etiology of adolescent idiopathic scoliosis. *Am J Orthop* 2002; 31:387-395.
- 3- Akel I, Demirkiran G, Alanay A, Karahan S, Marcucio R, Acaroglu E. The effect of calmodulin antagonists on scoliosis: bipedal C57BL/6 mice model. *Eur Spine J* 2009; 18: 499-505.
- 4- Akel I, Kocak O, Bozkurt G, Alanay A, Marcucio R, Acaroglu E. The effect of calmodulin antagonists on experimental scoliosis: a pinealectomized chicken model. *Spine* 2009; 34: 533-538.
- 5- Azeddine B, Letellier K, da Wang S, Moldovan F, Moreau A. Molecular determinants of melatonin signaling dysfunction in adolescent idiopathic scoliosis. *Clin Orthop Relat Res* 2007; 462: 45-52.
- 6- Bagnall K, Raso VJ, Moreau M. The effects of melatonin therapy on the development of scoliosis after pinealectomy in the chicken. *J Bone Joint Surg* 1999; 81-A: 191-199.
- 7- Bagnall K, Raso VJ, Hill DL, Moreau M, Mahood JK, Jiang H, Russell G, Bering M, Buzzell GR. Melatonin levels in idiopathic scoliosis. Diurnal and nocturnal serum melatonin levels in girls with AIS. *Spine* 1996; 21:1974-1978.
- 8- Bagnall KM, Beuerlein M, Johnson P. Pineal transplantation after pinealectomy in young chickens has no effect on the development of scoliosis. *Spine* 2001; 26: 1022-1027.

- 9- Bredoux R, Corvazier E, Dally S, Chaabane C, Bobe R, Raies A, Moreau A, Enouf J. Human platelet Ca²⁺-ATPases: new markers of cell differentiation as illustrated in idiopathic scoliosis. *Platelets* 2006; 17: 421–433.
- 10- Buerlein M, Wang X, Moreau M, Raso J, Mahood J, Bagnall K. Development of scoliosis after pinealectomy in young chickens is not the result of an artifact of the surgical procedure. *Microsc Res Tech* 2001; 53: 81–86.
- 11- Cancel M, Grimard G, Thuillard-Crisinel D, Moldovan F, Villemure I. Effects of in vivo static compressive loading on aggrecan and type II and X collagens in the rat growth plate extracellular matrix. *Bone* 2009; 44: 306–315.
- 12- Castelein RM, van Dieën JH, Smit TH. The role of dorsal shear forces in the pathogenesis of adolescent idiopathic scoliosis: a hypothesis. *Med Hypotheses* 2005; 65: 501–508.
- 13- Chen WJ, Qiu Y, Zhu F. Vitamin D receptor gene polymorphisms: no association with low bone mineral density in adolescent idiopathic scoliosis girls. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi* 2008; 46: 1183–1186.
- 14- Cheng JC, Guo X, Sher AH. Persistent osteopenia in adolescent idiopathic scoliosis. A longitudinal follow up study. *Spine* 1999; 24: 1218–1222.
- 15- Cheng JC, Guo X. Osteopenia in adolescent idiopathic scoliosis. A primary problem or secondary to the spinal deformity? *Spine* 1997; 22: 1716–1721.
- 16- Cheng JC, Qin L, Cheung CS, Sher AH, Lee KM, Ng SW, Guo X. Generalized low areal and volumetric bone mineral density in adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Miner Res* 2000; 15: 1587–1595.
- 17- Cheng JC, Tang SP, Guo X, Chan CW, Qin L. Osteopenia in adolescent idiopathic scoliosis: a histomorphometric study. *Spine* 2001; 26: E19–E23.
- 18- Cheung WY. Calmodulin plays a pivotal role in cellular regulation. *Science* 1980; 207: 19–27.
- 19- Day G, Frawley K, Phillips G, McPhee IB, Labrom R, Askin G, Mueller P. The vertebral body growth plate in scoliosis: a primary disturbance of growth? *Scoliosis* 2008; 3: 3.
- 20- Dede O, Akel I, Demirkiran G, Yalcin N, Marcucio R, Acaroglu E. Is decreased bone mineral density associated with development of scoliosis? a bipedal osteopenic rat model. *Scoliosis* 2011; 6(1): 24.
- 21- Dubousset J. Experimental scoliosis induced by pineal and diencephalic lesions in young chickens: its relation with clinical findings. *Orthoped Trans* 1983; 7: 7.
- 22- Enouf J, Le´vy-Toledano S. Relationship between structure of phenothiazine analogues and their activity on platelet calcium fluxes. *Br J Pharmacol* 1984; 81: 509–518.

- 23- Fjellidal PG, Grotmol S, Kryvi H, Gjerdet NR, Taranger GL, Hansen T, Porter MJ, Totland GK. Pinealectomy induces malformation of the spine and reduces the mechanical strength of the vertebrae in Atlantic salmon, *Salmo salar*. *J Pineal Res* 2004; 36: 132–139.
- 24- Floman Y, Liebergall M, Robin GC. Abnormalities of aggregation, tromboxane A2 synthesis, and C14 serotonin release in platelets of patients with idiopathic scoliosis. *Spine* 1983; 8: 236–241.
- 25- Gorman KF, Breden F. Idiopathic-type scoliosis is not exclusive to bipedalism. *Med Hypotheses* 2009; 72: 348–352.
- 26- Il-Soo E, Weon WK, Kuen TS, Jeung IK, Jung SL. Association between osteoprotegerin gene polymorphism and bone mineral density in patients with adolescent idiopathic scoliosis. *Eur Spine J* 2009; 18:1936–1940.
- 27- Inoue M, Minami S, Nakata Y, Kitahara H, Otsuka Y, Isobe K, Takaso M, Tokunaga M, Nishikawa S, Maruta T, Moriya H. Association between estrogen receptor gene polymorphisms and curve severity of idiopathic scoliosis. *Spine* 2002; 27: 2357–2362.
- 28- Kindsfater K, Lowe TG, Lawellin D, Weinstein D, Akmakjian J. Levels of platelet calmodulin for the prediction of progression and severity of adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1994; 76-A: 1186–1192.
- 29- Kouwenhoven JW, Castelein RM. The pathogenesis of adolescent idiopathic scoliosis: review of the literature. *Spine* 2008; 33: 2898–2908.
- 30- Kouwenhoven JW, Smit TH, van der Veen AJ et al (2007) Effects of dorsal versus ventral shear loads on the rotational stability of the thoracic spine: a biomechanical porcine and human cadaveric study. *Spine* 2007; 32: 2545–2550.
- 31- Leboeuf D, Letellier K, Alos N, Edery P, Moldovan F. Do estrogens impact adolescent idiopathic scoliosis? *Trends Endocrinol Metab* 2009; 20: 147–152
- 32- Letellier K, Azeddine B, Parent S. Estrogen cross-talk with the melatonin signaling pathway in human osteoblasts derived from adolescent idiopathic scoliosis patients. *J Pineal Res* 2008; 45: 383–393.
- 33- Leung FP, Tsang SY, Wong CM, Yung LM, Chan YC, Leung HS, Yao X, Huang Y. Raloxifene, tamoxifen and vascular tone. *Clin Exp Pharmacol Physiol* 2007; 34: 809–813.
- 34- Liu Z, Tam EM, Sun GQ, Lam TP, Zhu ZZ, Sun X, Lee KM, Ng TB, Qiu Y. Abnormal leptin bio- availability in adolescent idiopathic scoliosis: an important new finding. *Spine* 2011; 37: 599–604.
- 35- Lowe T, Lawellin D, Smith D, Price, C, Hafer T, Merola A, O'Brien M. Platelet calmodulin levels in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2002; 27: 768–775.

- 36- Lowe TG, Edgar M, Margulies JY, Miller NH, Raso VJ, Reinker KA, Rivard CH. Etiology of idiopathic scoliosis: current trends in research. *J Bone Joint Surg* 2000; 82-A: 1157–1168.
- 37- Luchelli A, Santagostino-Barbone MG, Tonini M. Investigation into the contractile response of melatonin in the guinea pig isolated proximal colon: the role of 5-HT₄ and melatonin receptors. *Br J Pharmacol* 1997; 121: 1775–1781.
- 38- Machida M. Cause of idiopathic scoliosis. *Spine* 1999; 24: 2576–2583.
- 39- Machida M, Dubousset J, Imamura Y, Iwaya T, Yamada T, Kimura J. Pathogenesis of idiopathic scoliosis: SEPs in chicken with experimentally induced scoliosis and in patients with idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop* 1994; 14: 329–335.
- 40- Machida M, Dubousset J, Imamura Y, Iwaya T, Yamada T, Kimura J. Role of melatonin deficiency in the development of scoliosis in pinealectomized chickens. *J Bone Joint Surg* 1995; 77-B: 134–138.
- 41- Machida M, Dubousset J, Imamura Y, Iwaya T, Yamada T, Kimura J. Melatonin. A possible role in pathogenesis of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 1996; 21: 1147–1152.
- 42- Machida M, Dubousset J, Satoh T, Kimura J, Shibasaki K. Pathologic mechanism of experimental scoliosis in pinealectomized chickens. *Spine* 2001; 26: E385–E391.
- 43- Machida M, Dubousset J, Yamada T, Kimura J, Saito M, Shiraishi T, Yamagishi M. Experimental scoliosis in melatonin-deficient C57BL/6 J mice without pinealectomy. *J Pineal Res* 2006; 41: 1–7.
- 44- Machida M, Dubousset J, Yamada T, Kimura J. Serum melatonin levels in adolescent idiopathic scoliosis prediction and prevention for curve progression: a prospective study. *J Pineal Res* 2009; 46: 344–348.
- 45- Machida M, Miyashita Y, Murai I, Dubousset J, Yamada T, Kimura J. Role of serotonin for scoliotic deformity in pinealectomized chicken. *Spine* 1997; 22: 1297–1301.
- 46- Machida M, Murai I, Miyashita Y, Dubousset J, Yamada T, Kimura J. Pathogenesis of idiopathic scoliosis. Experimental study in rats. *Spine* 1999; 24: 1985–1989.
- 47- Mahle CD, Goggins GD, Agarwal P, Ryan E, Watson AJ. Melatonin modulates vascular smooth muscle tone. *J Biol Rhythms* 1997; 12: 690–696.
- 48- Mei YA, Lee PP, Wei H, ZH Zhang, SF Pang. Melatonin and its analogs potentiate the nifedipine sensitive high-voltage-activated calcium current in the chick embryonic heart cells. *J Pineal Res* 2001; 30: 13–21.

- 49- Miller NH. Cause and natural history of adolescent idiopathic scoliosis. *Orthop Clin North Am* 1999; 30: 343–352.
- 50- Miller NH. Genetics of familial idiopathic scoliosis. *Clin Orthop* 2002; 401: 60–64.
- 51- Moreau A, Akoume´ Ndong MY, Azeddine B, Franco A, Rompré PH, Roy-Gagnon MH, Turgeon I, Wang D, Bagnall KM, Poitras B, Labelle H, Rivard CH, Grimard G, Ouellet J, Parent S, Moldovan F. Molecular and genetic aspects of idiopathic scoliosis. Blood test for idiopathic scoliosis. *Orthopade* 2009; 38(114-6): 118–121.
- 52- Moreau A, Wang DS, Forget S, Azeddine B, Angeloni D, Fraschini F, Labelle H. Melatonin signaling dysfunction in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2004; 29: 1772–1781.
- 53- Muhrad A, Yarom R. Contractile proteins in platelets from patients with idiopathic scoliosis. *Haemostasis* 1982; 11: 154–160.
- 54- Naique SB, Porter R, Cunningham AA, Hughes SP, Sanghera B, Amis AA. Scoliosis in an orangutan. *Spine* 2003; 28: E143–E145.
- 55- Pang SF, Dubucovich ML, Brown GM. Melatonin receptors in peripheral tissues: a new area of melatonin research. *Biol Signals* 1993; 4: 177–180.
- 56- Peleg I, Eldor A, Kahane I, Muhrad A, Liebergall M, Floman Y. Altered structural and functional properties of myosins from platelets of idiopathic scoliosis patients. *J Orthop Res* 1989; 7: 260–265.
- 57- Pompeiano O, Manzoni D, Miele F. Pineal gland hormone and idiopathic scoliosis: possible effect of melatonin on sleep-related postural mechanisms. *Arch Ital Biol* 2002; 140: 129–158.
- 58- Porter RW. The pathogenesis of idiopathic scoliosis: uncoupled neuro-osseous growth? *Eur Spine J* 2001; 10: 473–481.
- 59- Qiu XS, Tang NL, Yeung HY et al. Melatonin receptor 1B (MTNR1B) gene polymorphism is associated with the occurrence of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2007; 32: 1748–1753.
- 60- Qiu XS, Tang NL, Yeung HY, Cheng JC, Qiu Y. Lack of association between the promoter polymorphism of the MTNR1A gene and adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2008; 33: 2204–2207.
- 61- Qiu Y, Sun X, Qiu X, Li W, Zhu Z, Zhu F, Wang B, Yu Y, Qian B. Decreased circulating leptin level and its association with body and bone mass in girls with adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2007; 32: 2703–2710.
- 62- Roach JW. Adolescent idiopathic scoliosis. *Orthop Clin North Am* 1999; 30: 353–365.
- 63- Rusova TV, Rykova VI, Korel AV, Zaidman AM, Tkachev DS. Glycosaminoglycans of the vertebral body growth plate in patients with idiopathic scoliosis. *Bull Exp Biol Med* 2005; 139: 738–740.

- 64- Sabato S, Rotman A, Robin GC, Floman Y. Platelet aggregation abnormalities in idiopathic scoliosis. *J Pediat Orthop* 1985; 5: 558–563.
- 65- Turgut M, Yenisey C, Uysal A, Bozkurt M, Yurtseven ME. The effects of pineal gland transplantation on the production of spinal deformity and serum melatonin level following pinealectomy in the chicken. *Eur Spine J* 2003; 12: 487–494.
- 66- Turhan E, Acaroglu E, Bozkurt G, Alanay A, Yazici M, Surat A. Unilateral enucleation affects the laterality but not the incidence of scoliosis in pinealectomized chicken. *Spine* 2006; 31: 133–138.
- 67- Wang X, Jiang H, Raso J, Moreau M, Mahood J, Zhao J, Bagnall K. Characterization of the scoliosis that develops after pinealectomy in the chicken and comparison with adolescent idiopathic scoliosis in humans. *Spine* 1997; 22: 2626–2635.
- 68- Wang X, Moreau M, Raso VJ, Mahood J, Wang X, Zhao J. Changes in serum melatonin levels in response to pinealectomy in the chicken and its correlation with development of scoliosis. *Spine* 1998; 23: 2377–2381.
- 69- Xia Z, Storm DR. Calmodulin-regulated adenylyl cyclases and neuromodulation. *Curr Opin Neurobiol* 1997; 7: 391–396.
- 70- Yang Y, Wu Z, Zhao T, Chen Z, Tang NL, Cao X, Qiao D, Yi L, Cheng JC, Qiu Y. Adolescent idiopathic scoliosis and the single-nucleotide polymorphism of the growth hormone receptor and IGF-1 genes. *Orthopedics* 2009; 32: 411.
- 71- Yarom R, Blatt J, Gorodetsky R. Microanalysis and X-ray fluorescence spectrometry of platelets in diseases with elevated muscle calcium. *Eur J Clin Invest* 1980; 10: 143–147.
- 72- Yarom R, Meyer S, More R. Metal impregnation abnormalities in platelets of patients with idiopathic scoliosis. *Haemostasis* 1982; 12: 282–289.
- 73- Yeung HY, Tang NL, Lee KM, Ng BK, Hung VW, Kwok R, Guo X, Qin L, Cheng JC. Genetic association study of insulin-like growth Factor-I (IGF-I) gene with curve severity and osteopenia in adolescent idiopathic scoliosis. *Stud Health Technol Inform* 2006; 123: 18–24.
- 74- Yoshihara H, Kawakami N, Matsuyama Y, Inoh H, Imagama S, Ishiguro N. A histomorphologic study of scoliosis in pinealectomized chickens. *Spine* 2005; 30: 2244–2251.
- 75- Zayzafoon M. Calcium/calmodulin signaling controls osteoblast growth and differentiation. *J Cell Biochem* 2006; 97: 56–70.
- 76- Zhao Y, Qiu GX. Expression of calmodulin and nNOS in the paraspinal muscles in idiopathic scoliosis. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi* 2004; 84: 1358–1361.

4. Klinik Değerlendirme

Ümit Özgür GÜLER, Metin ÖZALAY

GİRİŞ

Skolyoz kelimesi antik Yunan dilinde eğrilme anlamına gelen “skolios” kelimesinden köken almakta günümüzde ise omurganın laterale deviyasyonu olarak tanımlanmaktadır. Servikal omurgadan pelvise ayakta elde edilmiş skolyoz grafisinde Cobb yöntemi ile ölçümde, omurganın 10°’den fazla laterale deviyasyonu Scoliosis Research Society (SRS) tarafından skolyoz olarak isimlendirilmesi önerilmiştir. Skolyoz konjenital, nöromusküler ve idiopatik şeklinde etiyolojik, yaşa göre ise 10 yaş öncesi erken başlangıçlı ve 10 yaş sonrası geç başlangıçlı olarak alt gruplara ayrılabilir. Adölesan idiopatik skolyoz (AIS) tüm skolyoz vakalarının % 85’ini oluşturmaktadır. AIS prevalansı % 1.5-4.1, erkek çocuklarına (0-3/1000) göre kız çocuklarında (3-9/1000) daha sıklıkla görülmektedir ⁽³⁻⁵⁾.

Skolyozun bazı alt türlerinde etiyolojik sebep ayırt edilebilirken, adölesan idiopatik skolyoz etiyolojisi hakkında birçok kanıtlanamamış ve hipotez aşamasında kalmış teori mevcuttur. Genel olarak multifaktöryel kompleks bir proses olduğu düşünülmektedir.

Skolyoz klinik olarak laterale deviyasyon şeklinde tanımlansa da diğer düzlemlerde de rotasyonel patolojiler ile birlikte 3 boyutlu kliniğe neden olarak değişen açılarda lordoz ve hipokifoz ile birlikte görülmekte ve tanımlamada kifoskolyoz ve lordoskolyoz şeklinde de isimlendirilmektedir. Bu üç boyutlu deformiteler hastada minimal semptomu neden olurken başvuru veya kliniğin fark edilmesinin asıl sebebi koronal plandaki deformitenin neden olduğu gövde kayması, dengesiz omuz yüksekliği, kaburga belirginleşmesi, meme asimetrisi veya bel asimetrisi gibi kozmetik sorunlardır. Aileler tarafından veya tarama testlerinde ilk fark edilen bulgu ise genellikle eğrilikler arttıkça transvers ve sagittal düzlemdeki deformitelerin neden olduğu büyüklüğü artan bir kaburga kamburluğu (rib hump- bump)'dur.

Tüm medikal durumlarda tanı koymanın en önemli bileşeni fizik muayenedir. Omurga deformitesi olan kişide de skolyoz tanısı ve altta yatan nedeninin belirlenebilmesi için nörolojik, kas-iskelet ve dermatolojik muayenenin detaylı olarak yapılması gerekmektedir. İnsan iskelet sistemi kafa ve gövdeyi spinal kolon yardımı ile koronal ve sagittal planda simetrik olarak pelvis merkezinde tutar. Bu şekildeki sağlanmış veya mevcut nötral sagittal dizilim dengelenmiş ağırlık merkezi olarak adlandırılır. Bu pozisyon muskuloskeletal sistemin maksimum üretkenliğinin sağlandığı örneğin kafanın optimal bakış açısına sahip olduğu, torasik bölgenin minimal respiratuvar rezistans ile karşılaştığı, kas ve ligamentlerin uygun mobilite ve koordinasyon içerisinde çalışabilmesini sağlayan bir denge halidir.

Hastanın klinik olarak değerlendirilmesi hasta odaya girer girmez başlar. Hastanın yaşı; matüritenin önemli bulgularından biri olan yaş omurga eğriliklerinin progresyonu hakkında fikir verecektir; hastanın cinsiyeti; omurga eğrilikleri kızlarda daha sıklıkla görülmekte ve ilerleyici olma eğilimindedir. Muayene odasına girişteki yürüme ve denge durumu; hastanın ataksik, antajik yürüyüşü ile lateral veya anteriora deviasyonlar klinik hakkında önemli bilgiler verecektir.

ANAMNEZ

Hastanın değerlendirilmesinde diğer önemli bir basamak detaylı hikâye alınması basamağıdır. Hastanın doğum öncesi değerlendirmeleri, doğum öyküsü ve doğum sonrası gelişim basamakları önemlidir. Birinci derece akrabalarında skolyoz tanısının olup olmadığı sorgulanmalıdır. 1. Derece akrabada skolyoz olması genel popülasyona göre skolyoz görülme olasılığını % 11 arttırmaktadır. Anne ve kızda görülme olasılığı (% 17-19); baba ve oğulda görülme olasılığı (% 3-4) şeklindedir⁽⁴⁾. Yine görülme sıklığı monozigot kardeşlerde % 73 iken; dizigotik kardeşlerde % 36 olmaktadır⁽¹⁻²⁾. Yapılan çalışmalarda çoklu gen ile ilişkisi ve otozomal dominant geçiş paterninin AIS ile ilintili olduğu belirtilmiştir.

FİZİK MUAYENE

Hasta ayakta önden ve arkadan bakı ile değerlendirilmelidir. Hastanın muayene sırasında giysileri çıkarılmalı, arka bölümü açık bir muayene önlüğü giydirilmeli; kız hastalarda muayene önlüğü içerisinde spor sütyeni ve alt iç çamaşırı; erkek hastalarda da alt iç çamaşırı ile muayene uygun olacaktır. Öncelikle hastanın cilt bakısı yapılmalıdır. Cafe au lait lekeleri, aksiller çillenme gibi nörofibrinatöz bulguları veya cilt gamzesi, aşırı kıllanma, ben veya sinüs ağzı gibi diastometomiyeli veya lipom gibi intraspinal patoloji bulguları olabilecek bulgular belirlenmeli, var ise radyolojik değerlendirmede bilgisayarlı tomografi ve/veya manyetik rezonans gibi ileri tetkikler hastaya uygulanmalıdır.

Cilt bakısı sonrası düz bir zeminde karşıya dik bakar pozisyonda iken hastanın önden, arkadan ve yandan kontrol ile değerlendirilmeye devam edilmelidir. Hastanın önden incelenmesinde omuz-klavikula dengesi, meme simetrisi, pelvis-iliak kanat dengesi, her iki kol yanda iken kol-gövde arası mesafelere bakılmalıdır.

Skolyoz mevcut ise hastanın eğrilik açısının derecesine ve eğriliğinin rotasyonel komponentine bağlı olarak omuz ve/veya meme/ göğüs asimetrisi görülebilmektedir. Hastada mevcut pelvis-iliak kanat dengesizliği alt ekstremitte uzunluk farkından da olabileceği için, eğer var ise alt ekstremitte uzunluk farkı kısalık olan tarafa yükseklik konularak eşitlenmeli ve yeniden değerlendirme yapılmalıdır.

Kollar yana sarkıtıldığında, kol ile gövde arasındaki mesafe ölçümü eğriliğin derecesine bağlı olarak konveks ve konkav taraflar arasında farklılık şeklinde kendini gösterecektir (Şekil-1).



Şekil-1. Hastanın dik durur pozisyonda arkadan bakı ile değerlendirilmesi. Eğriliğin konkav tarafında kol-gövde arası mesafesi konveks taraftaki kol-gövde arasındaki mesafeden daha fazla olduğuna dikkat ediniz.

Hastanın yandan incelenmesinde AIS hastalarında sıklıkla görölen torakal hipokifoz ve/veya lomber lordoz azalmasına bakılmalıdır (Şekil-2).



Şekil-2. Hastanın yandan bakı ile değerlendirilmesi, azalmış torakal kifoz ve lomber lordoz ile hörgüç görüntüsü.

Hastanın arkadan incelenmesinde öncelikle iniondan aşağıya çekilen düz çekül çizgisinin (plumblin) kuyruk sokumu orta hattından geçip geçmemesine bakılmalı ve yaklaşık 2 cm'den fazla kayma yapması omurga deformitesi lehine değerlendirilmelidir. Hastanın arkadan incelenmesi sırasında yaygın olarak kullanılan pratik test Adams öne eğilme testidir (Şekil-3).

Bu test koronal dengesizliği değerlendirmek için kullanılan invaziv olmayan bir testtir, eğriliğin progresyonunu değerlendirmek için kullanılmaz. Test sırasında hastaya yere degecekmiş gibi veya yüzme başlangıcında havuza atlarmış gibi her iki kolu öne ve yere doğru olacak şekilde ve sırtı yere paralel olacak şekilde pozisyon verilir, arkadan ve yandan omurga gözlemlenir. Omurga taramalarında da sıklıkla kullanılan bu öne eğilme testi sırasında omurgadaki dizilim sorunu ve eğriliğin derecesine göre rib hump belirlenebilmektedir. Test sırasında Schultess metre, Pedriolle tansiyometre ve skolyometre gibi cihazlar yardımı ile yer düzlemine göre eğriliğin açılı ölçümü de yapılabilmektedir.



Şekil-3. Adams öne eğilme testi, hastanın arkadan bakısında hörgüç görüntüsü görülmektedir.

Hastanın ilk fiziksel bakılarını takiben ayakta ve dik durur pozisyonda palpasyon ile tüm spinöz prosesler palpe edilir, eksik spinöz proses olup olmadığı dizilim ve proseslerin yerleşimine bağlı olarak rotasyonel sorunların düzeyi hakkında bilgi edinilmelidir. Hastanın nörolojik muayenesi eksiksiz şekilde motor kuvvet, sensöryal ve refleks değerlendirmesi şeklinde yapılmalıdır. Üst ve alt ekstremitte atrofi ve varsa uzunluk farkları tespit edilmeli ve mutlaka kayıt altına alınmalıdır.

İyi bir anamnez ve ayrıntılı yapılan fizik ve nörolojik muayene, skolyoz teşhisi ve alt tiplendirmelerine ait birçok bilgiye ulaşmamızı sağlayacak, uygun radyolojik değerlendirme ve tedavi planı oluşturmada hekime yol gösterici olacaktır.

KAYNAKLAR

- 1- Andersen MO1, Thomsen K, Kyvik KO. Adolescent idiopathic scoliosis in twins: a population-based survey. *Spine* 2007; 32(8): 927-930.
- 2- Kesling KL, Reinker KA. Scoliosis in twins. A meta-analysis of the literature and report of six cases. *Spine* 1997; 22(17): 2009-2014; discussion 2015.
- 3- Nissinen M, Heliövaara M, Tallroth K, Poussa M. Trunk asymmetry and scoliosis, Anthropometric measurements in prepuberal school children. *Acta Paediatr Scand* 1989; 78(5): 747-753.
- 4- Parent S, Newton PO, Wenger DR. Adolescent idiopathic scoliosis: etiology, anatomy, natural history, and bracing. *Instr Course Lect* 2005; 54: 529-536.
- 5- Riseborough EJ, Wynne-Davies R. A genetic survey of idiopathic scoliosis in Boston, Massachusetts. *J Bone Joint Surg* 1973;55-A(5): 974-982.

5. Radyolojik Değerlendirme

İsmail Safa SATOĞLU, Ömer AKÇALI

STANDARD SKOLYOZ RÖNTGEN GRAFİSİ

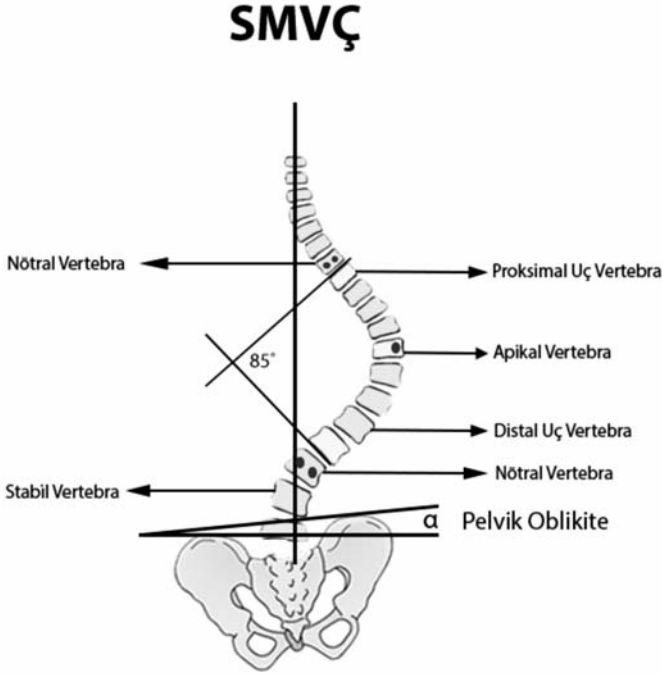
Ayakta çekilmiş posteroanterior (PA) ve lateral skolyoz grafileri skolyozun radyolojik değerlendirmesinde elzemdir. Kaliteli bir skolyoz grafisi proksimalde servikal omurları ve distalde en az femur başları görülür halde pelvisi (sakrum ve iliak kanatları) de içine alacak şekilde 36X14 inç'lik kasetlere çekilmelidir ^(2,8). Bacak boyu eşitsizliği olması durumunda kısa olan bacak altına kısıklık miktarınca yükselti konulmalı veya skolyoz grafisi hasta oturur pozisyonda iken çekilmelidir ⁽⁸⁾. Skolyoz tanı, takip ve tedavisi esnasında hastaların çok sayıda röntgen grafileri çekilmesi muhtemel olduğu için özellikle tiroid, meme, kornea gibi yumuşak dokuların X ışınlarına maruz kalmasını önlemek açısından koronal değerlendirme için çekilecek grafilerin anteroposterior değil posteroanterior olarak çekilmesi önemlidir çünkü bu şekilde maruz kalınan radyasyon 5 ila 11 kat azaltılabilmektedir ^(2,4). Bu dokuların radyasyon maruziyetini azaltmak için yukarıdaki tedbirlere ek olarak kurşun plakalı koruyucular da kullanılmalıdır.

Film çekiminde pozisyon olarak hasta dizlerini tam ekstansiyonda kilitleyip ayaklarını omuz genişliğinde açarak karşıya doğru bakmalıdır. Hastanın duruşuna bağlı olarak kifo ve lordoz açıları büyük değişkenlikler gösterebildiği için lateral skolyoz grafisinin çekiminde standardizasyon önemlidir. Lateral grafi, hasta dirsekleri tam fleksiyonda ve omuzları öne fleksiyonda iken el parmaklarını çapraz şekilde karşı taraf klavikulasına dayar pozisyonda ve başı düz karşıya bakarken çekilmelidir. PA olarak çekilen skolyoz grafisi akciğer grafisinin aksine sağ tarafı sağda olacak şekilde (doktorun hastayı sırtına bakarak muayene ettiği gibi) asılır ve eğriliklerin isimlendirmesi anatomik bölge ve tarafa göre yapılır (ör: sağ torakal) (Şekil-1).



Şekil-1. Ayakta PA ve lateral skolyoz grafisi çekimi

Skolyozun radyolojik değerlendirmesinde, ölçüm ve cerrahi planlamasında sıklıkla kullanılan bazı terimleri burada kısaca tanımlamakta fayda vardır. Aşağıda tanımlanan terimler Şekil-2 üzerinde de gösterilmiştir:



Şekil 2. Cobb ölçüm metodu ve tanımlamalar

SMVÇ: Sakrum Merkezli Vertikal Çizgi (ing: CSVL)

Uç Vertebra: SMVÇ'ye göre en fazla açısal sapma gösteren proksimal ve distal vertebralalar

Rotasyon: Vertebranın transvers düzlemdeki dönüklüğüdür.

Apikal Vertebra: SMVÇ'ye en uzak ve rotasyonu en fazla olan vertebra

Pelvik Oblikite: Pelvisin horizontal düzlemdeki açılanmasıdır

Nötral Vertebra: Eğriliğin proksimali ve distalinde rotasyonu olmayan ilk vertebraya verilen isimdir

Stabil Vertebra: SMVÇ tarafından tam ortadan bölünen vertebra

Ayakta çekilmiş skolyoz grafisinde skolyozun açısız değerlendirilmesi Cobb metodu ile yapılmaktadır. Bu metod ile ölçümde vertikal hattan en çok açısız sapma gösteren proksimal (superior) ve distal (inferior) uç vertebralara bulunur. Proksimal uç vertebralının üst ve distal uç vertebralının alt son plaklarından çizilen çizgiler genellikle grafi alanının dışında kesişeceği için ölçüm kolaylığını sağlamak için bu çizgilerin dik çizgileri çizilerek görüntü alanında kesiştirilir ve arada oluşan açı ölçülür (Şekil-2).

Vertebra son plaklarını seçmekte zorlanıldığı durumlarda pediküller birleştirilerek çizgi oluşturmak ve bu çizgiyi ölçümde kullanmak mümkündür. Cobb metodu ölçümünde aynı uç vertebralara kullanıldığında aynı kişinin farklı zamanlardaki ölçümünde 3 ila 5 derece, farklı araştırmacıların ölçümlerinde ise 5 ila 7 derece arasında standart ölçüm hataları olabildiği gösterilmiştir ^(15,19).

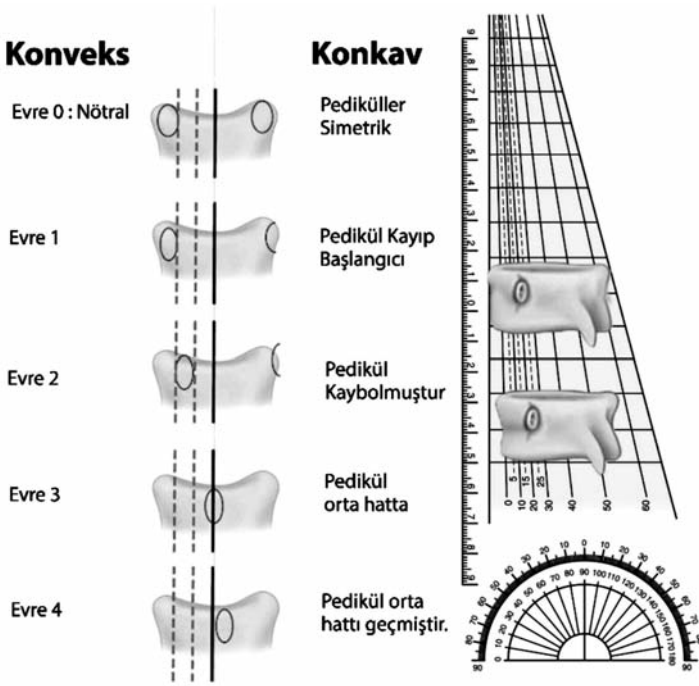
Lateral grafide ise aynı şekilde Cobb metodu ile hastanın sagittal profili değerlendirilir. Bu grafide L1-S1 son plakları arasında lomber lordoz, T5-T12 (omuz gölgesi görüntülemeye engel olmuyorsa T2-T12) son plakları arasında ise torakal kifoz açısı ölçümleri yapılır.

Adölesan idiopatik skolyozun radyolojik değerlendirmesinde Cobb açısı kadar rotasyonun da değerlendirilmesi önemlidir. Bu amaçla iki yöntem tariflenmiştir: Nash- Moe ⁽¹⁶⁾ ve Perdriolle ⁽¹⁸⁾ torsiyonmetresi (Şekil-3).

Nash-Moe yönteminde ön arka grafide pedikül ve vertebra korpusunun merkezi arasındaki ilişki 0-4 arasında 5 rotasyon evresine ayrılarak değerlendirilir. Sıfırda her iki pedikül simetriktir, evre 4'te ise pedikül orta hattı geçmiştir ⁽¹⁶⁾. Perdriolle yönteminde ise şeffaf bir torsiyometre radyografi üzerine yerleştirilerek değerlendirme yapılır.

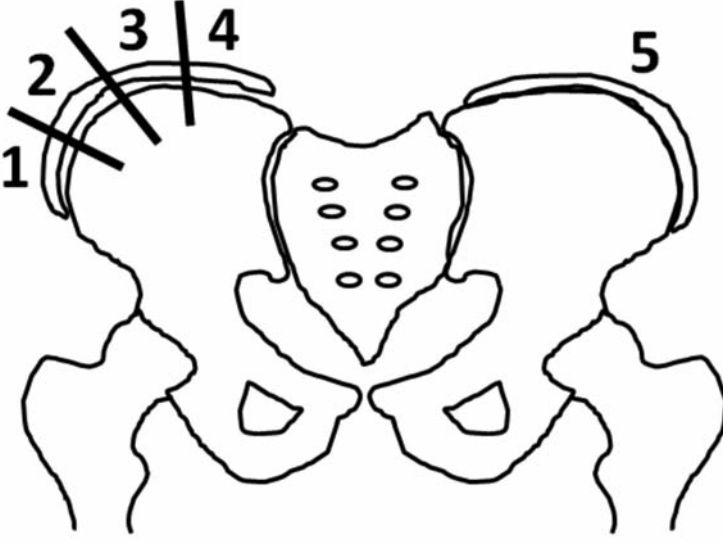
Torsiyometrenin dış kenarı vertebralının lateral sınırının üzerine konular, ölçülmesi planlanan vertebralının rotasyon miktarı (ör: konveks taraf apeks vertebra) cetvelde pedikül gölgesinin orta hattına denk gelen çizginin gösterdiği açı derecesine tekabül eder ⁽¹⁸⁾.

Her iki yöntemin de güvenilirlik oranları yüksek değildir, rotasyonun daha doğru değerlendirmesi bilgisayarlı tomografi ile mümkündür.



Şekil 3. Nash-Moe Yöntemi ve Perdriolle Torsiyonmetresi

Skolyoz grafisi çekiminde pelvisin dâhil edilmesi önemlidir çünkü özellikle lomber skolyoz eğrilerinde pelvisin yere olan paralelliği bozulabilir (pelvik oblisite). Eğer ekstremitte eşitsizliği skolyozun ana sebebi ise femur başlarının görülebildiği bir skolyoz grafisinde femur başları arasındaki yükseklik farkı bize önemli bilgiler verir ve ortoröntgenografi ile alt ekstremitelerin ileri incelenmesini gerekli kılabilir. Bu önemli değerlendirmeye ek olarak iliak kanatların üzerindeki iliak apofizlerin görülmesi (Risser Evrelemesi, Şekil-4) ve kalça eklemine triradiat kıkırdağın (Y kıkırdağı) açık olup olmadığının değerlendirilmesi, femur başı epifizinin durumu hastanın büyüme gelişmesinin saptanması açısından önemlidir. Pelvis değerlendirmesinden elde edilen radyolojik bulgular hastanın hızlı büyüme dönemine girip girmediği, menarşının başlayıp başlamadığı, sekonder cinsiyet özelliklerinin oluşma evreleri ve koltukaltı/genital bölge kıllanmaları (Tanner-Whitehouse maturite indeksi) gibi tamamlayıcı bilgilerle birleştirildiğinde hastanın tedavi planının çizilmesinde büyük önem arz eder.



Şekil-4. Risser Evrelemesi

Risser Evrelemesi ^(11,13)

İliak apofiz kemikleşmesi anterolateralden başlayarak iliak krest boyunca posteromediale doğru devam etmektedir.

Risser 0: İliak apofiz osifikasyonu yoktur

Risser 1: İliak kanadın %25'ine kadar osifikasyon vardır

Risser 2: İliak kanadın %50'sine kadar osifikasyon vardır

Risser 3: İliak kanadın %75'ine kadar osifikasyon vardır

Risser 4: İliak kanadın %75'inden daha fazlası osifiye olmuştur.

Risser 5: Apofiz görülmez, iliak kanat ile tam füzyon gerçekleşmiştir

Düşük Risser evreleri büyümenin devam edeceğini ve eğriliğin ilerleme riskinin fazlalığını gösterir. Ancak yukarıda da belirtildiği gibi büyümenin değerlendirilmesinde tek başına yeterli değildir. Gerekli olduğu hallerde büyümenin değerlendirilmesi için distal radius, proksimal ulna (olekranon) ve el parmak kemiklerinin epifizlerinin grafileri alınabilir ^(12,21-22,26).

Hastaların skolyotik eğriliklerin esnekliklerini bilmek korse yapımında veya cerrahi planlamada seviye tayininde oldukça önemlidir. Bu sebeple hastalığın tedavi planlamasında PA ve lateral skolyoz grafilerine ek olarak bazı özel grafilerin de çekilmesi gerekebilir. Bu grafiler sırtüstü yatarken sağa ve sola eğilme grafileri ⁽²⁴⁾ (Şekil-5), fulkrum eğilme ve push prone grafileri ⁽²⁵⁾ ve traksiyon grafisi ^(17,27) olabilir. Hamzaoğlu ve arkadaşları, genel anestezi altında çekilen traksiyon filmlerinin distalde seviye kurtarma açısından oldukça güvenilir bir yöntem olduğunu göstermişlerdir ^(9,10) (Şekil-6).



Şekil-5. Sağa ve sola eğilme grafileri



Şekil-6. Supin traksiyon grafisi (tercihen genel anestezi altında ameliyathanede çekilmelidir)

Son yıllarda geliştirilen ve radyasyon maruziyetini yaklaşık onda bir oranlara indiren EOS (Electro-Optical Sensor) bi-planar slot tarayıcı sistemi omurga deformitelerinin X-Ray'den çok daha iyi görüntülenmesine ve yazılımsal analizler yapılmasına imkânlar vermektedir ancak yüksek maliyetler nedeniyle şu anda ülkemizde az sayıdaki merkez dışında kullanılamamaktadır ^(5,6).

MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEME

Adölesan idyopatik skolyozun standard radyografik incelenmesinde Manyetik Rezonans Görüntülemesi endike değildir. Ancak açıklanamayan sırt veya baş ağrısı, batın cildi refleksi asimetrisi veya yoklukları, lomber veya sakral kılınma, sütlü kahve cilt lezyonları, ayak boyu büyüklüğündeki değişiklikler, ayakta kavus deformitesi, ekstremite adalelerinde atrofi veya motor kuvvet kayıpları gibi klinik muayene bulguları ve şüpheleri durumlarında kanal içi anomalilerin olup olmadığını ortaya koyabilmek için MR çekilmesi endikedir. Aynı şekilde düz grafilerde konjenital omurga deformitelerinin (hemivertebra, blok vertebra pedikül ve lamina defekti vs.) saptanması durumunda gergin spinal kord veya syringomyeli gibi patolojilerin ekarte edilebilmesi veya enfeksiyon, tümör gibi skolyoza yol açabilecek sekonder sebeplerin ekarte edilebilmesi için de MRG çekilmesi faydalı olacaktır ^(1,14,23). MRG çekimi yapılırken servikal, torakal ve lomber olmak üzere tüm spinal kanalın taranması Arnold-Chiari gibi beyin sapını ilgilendiren malformasyonları ortaya koyabilmek açısından önemlidir.

Yukarıdaki nörolojik şüphe uyandıran klinik durumlara ek olarak erkek skolyoz hastalarında, atipik olarak adlandırılan sol torasik skolyozlarda veya skolyozun hızlı ilerlemesinin açıklanamadığı durumlarda da MRG çekilmesi faydalı olabilir ancak bu endikasyonlar tartışmalıdır ^(3,7).

BİLGİSAYARLI TOMOGRAFI

Kemik dokuyu tutan patolojileri ortaya koyması bakımından bilgisayarlı tomografi MRG'ye göre daha üstündür. Ancak yüksek radyasyon riski bakımından adölesan idyopatik skolyozun standard teşhis ve tedavisinde yeri yoktur ancak gerekli olduğu hallerde yapılmasında

fayda vardır. Özellikle kullanım alanı konjenital sebeplerle ortaya çıkan skolyoz tipleridir ki bilgisayarlı tomografi sayesinde konjenital skolyozun tiplmesi (formasyon, segmentasyon kusurları veya birlikte görüldüğü durumlar ortaya konabilir) yapılabilir, posterior elemanlardaki kapanma defektleri gösterilebilir. Cerrahi planlama esnasında 3 boyutlu rekonstrüksiyonlar yapılarak deformitenin görsel olarak daha net algılanması kolaylaştırılabilir.

Omurgayı tutarak ağrı sebebiyle skolyoza yol açabilecek primer veya metastatik kemik tümörlerinin kemikte yol açtığı harabiyeti ve lezyonun içyapısının ve nöral elemanlarla ilişkisinin değerlendirilmesinde de tomografik incelemeler büyük fayda sağlayabilir ⁽⁷⁾. Pedikül morfolojisinin çok dar olduğu bazı özel hallerde pedikül çap ve açıların belirlenmesinde kullanılabilir.

KEMİK SİNTİGRAFİSİ

Şiddetli ağrı sebebiyle skolyoza neden olabilen osteoid osteoma, osteoblastoma gibi bazı benign tümörlerin X-ray’de görüntülenememesi durumlarında kemik sintigrafisi yapılarak lezyonun (tümörün) muhtemel yeri tespit edilebilir ve tespit edilen bölge bilgisayarlı tomografi ile detaylı olarak incelenebilir. Benzer şekilde tanı konulamamış enfeksiyon veya osteomyelit odaklarının tespitinde de kemik sintigrafisinden yararlanılabilir ⁽²⁰⁾.

KAYNAKLAR

- 1- Barnes PD, Brody JD, Jaramillo D, Akbar JU, Emans JB. Atypical idiopathic scoliosis: MR imaging evaluation. *Radiology* 1993; 186: 247-253.
- 2- Cassar-Pullicino VN, Eisenstein SM. Imaging in scoliosis: what, why and how? *Clin Radiol* 2002; 57(7): 543-562.
- 3- Diab M, Landman Z, Lubicky J, Dormans J, Erickson M, Richards BS, Spinal Deformity Study Group. Use and outcome of MRI in the surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2011; 36: 667-671.
- 4- Drummond D, Ranallo F, Lonstein J, Brooks HL, Cameron J. Radiation hazards in scoliosis management. *Spine* 1983; 8: 741-748.

- 5- Faria R, McKenna C, Wade R, Yang H, Woolacott N, Sculpher M. The EOS 2D/3D X-ray imaging system: a cost-effectiveness analysis quantifying the health benefits from reduced radiation exposure. *Eur J Radiol* 2013; 82: e342-e349.
- 6- Glaser DA, Doan J, Newton PO. Comparison of 3-dimensional spinal reconstruction accuracy: biplanar radiographs with EOS versus computed tomography. *Spine* 2012; 37: 1391-1397.
- 7- Goldberg CJ, Moore DP, Fogarty EE, Dowling FE. Left thoracic curve patterns and their association with disease. *Spine* 1999; 24: 1228-1233.
- 8- Greiner KA. Adolescent idiopathic scoliosis: radiologic decision-making. *Am Fam Physician* 2002; 65(9): 1817-1822.
- 9- Hamzaoglu A, Ozturk C, Enercan M, Alanay A. Traction X-ray under general anesthesia helps to save motion segment in treatment of Lenke type 3C and 6C curves. *Spine J* 2013; 13: 845-852.
- 10- Hamzaoglu A, Talu U, Tezer M, Mirzanli C, Domanic U, Goksan SB. Assessment of curve flexibility in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2005; 30: 1637-1642.
- 11- Little DG, Sussman MD. The Risser sign: a critical analysis. *J Pediatr Orthop* 1994; 14: 569-575.
- 12- Lonstein JE, Carlson JM. The prediction of curve progression in untreated idiopathic scoliosis during growth. *J Bone Joint Surg* 1984; 66-A(7): 1061-1071.
- 13- Lonstein JE. Adolescent idiopathic scoliosis. *Lancet* 1994; 344: 1407-1412.
- 14- Mejia EA, Hennrikus WL, Schwend RM, Emans JB. A prospective evaluation of idiopathic left thoracic scoliosis with MRI. *J Pediatr Orthop* 1996; 16: 354-358.
- 15- Morrissy RT, Goldsmith GS, Hall EC, Kehl D, Cowie GH. Measurement of the Cobb angle on radiographs of patients who have scoliosis. Evaluation of intrinsic error. *J Bone Joint Surg* 1990; 72-A(3): 320-327.
- 16- Nash CL, Moe JH. A study of vertebral rotation. *J Bone Joint Surg* 1969; 51-A: 223-229.
- 17- Newton PO, Marks MC, Bastrom TP. Postoperative trunk flexibility loss is modest but incremental as the fusion progresses distally. Podium presentation at: The Scoliosis Research Society Meeting; 2008; Salt Lake City, UT.
- 18- Perdriolle R. The torsion meter: a critical review. *J Pediatr Orthop* 1991; 11(6): 789-792.
- 19- Pruijs JE, Hageman MA, Keessen W, van der Meer R, van Wieringen JC. Variation in Cobb angle measurements in scoliosis. *Skeletal Radiol* 1994; 23: 517-520.

- 20- Ramirez N, Johnston CE, Browne RH. The prevalence of back pain in children who have idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1997; 79-A(3): 364–368.
- 21- Sanders JO, Browne RH, Cooney TE, Finegold DN, McConnell SJ, Margraf SA. Correlates of the peak height velocity in girls with idiopathic scoliosis. *Spine* 2006; 31: 2289-2295.
- 22- Sanders JO, Khoury JG, Kishan S, Browne RH, Mooney JF 3rd, Arnold KD, McConnell SJ, Bauman JA, Finegold DN. Predicting scoliosis progression from skeletal maturity: a simplified classification during adolescence. *J Bone Joint Surg* 2008; 90-A: 540-553.
- 23- Schwend RM, Hennrikus W, Hall JE, Emans JB. Childhood scoliosis: clinical indications for magnetic resonance imaging. *J Bone Joint Surg* 1995; 77-A: 46–53.
- 24- Shufflebarger HL. Comparison of supine versus erect bending radiographs for correction of coronal and axial deformities in idiopathic scoliosis. Paper presented at: 27th Annual Meeting of the Scoliosis Research Society; September 23, 1992; Kansas City, MO.
- 25- Sponseller PD, Betz R, Newton PO, Lenke LG, Lowe T, Crawford A, Sucato D, Lonner B, Marks M, Bastrom T; Harms Study Group. Differences in curve behavior after fusion in adolescent idiopathic scoliosis patients with open triradiate cartilages. *Spine* 2009; 34: 827–831.
- 26- Wang WW, Xia CW, Zhu F, Zhu ZZ, Wang B, Wang SF, Yeung BH, Lee SK, Cheng JC, Qiu Y. Correlation of Risser sign, radiographs of hand and wrist with the histological grade of iliac crest apophysis in girls with adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2009; 34: 1849.
- 27- Wilk B, Karol LA, Johnston CE, Colby S, Haideri N. The effect of scoliosis fusion on spinal motion: a comparison of fused and non-fused patients with idiopathic scoliosis. *Spine* 2006; 31: 309–314.

6. Adölesan İdiopatik Skolyozda Biomekanik Özellikler

Neşe KESER, Özkan ATEŞ

SKOLYOZ - ADOLESAN İDİOPATİK SKOLYOZ (AİS) TANIMI

Skolyoz, frontal planda lateral deviasyon, aksiyel planda vertebral rotasyon ve sagittal planda lordozu olan 3 boyutlu omurga deformitesidir ⁽³⁰⁾. Skolyozda ön-arka direkt grafide 10 derecenin üzerinde eğrilik vardır ⁽⁹⁾.

Çocuk ve adolesanlardaki ortopedik deformitelerin en fazla rastlanılan spinal deformiteler olmasına karşılık omurgayı etkileyen yapısal deformitelerin % 70'inin idiyopatik olarak teşhis edilmesi günümüzde bu hastalığın yanlış anlaşıldığını göstermektedir ⁽¹¹⁾. İdiopatik skolyoz (İS) yaş gruplarına göre, infantil (0-3 yaş), juvenil (4-9 yaş), adolesan (10 yaş - maturiteye kadar) olmak üzere üç alt gruba ayrılır ⁽⁶¹⁾.

Adolesan İdiopatik Skolyoz (AİS) aşağıdaki özellikler ile karakterizedir ⁽²⁶⁾:

1- AİS 10 yaşından sonra başlayan skolyoz olarak tanımlanır ve gelişimine sebep olan belirgin bir altta yatan sebep yoktur,

2- Genellikle torasik seviyede lokalizedir (Şekil-1),



Şekil-1. Tipik İS da AP ve Lat. Röntgen: Omurganın uzun, sagittal planda geriye doğru çekilen segmenti dorsal kesme güçlerine tabidir (a). Bu segment frontal planda rotasyona uğramış segmentlere karşılık gelir (b). Castellein' den (Lit31).

3- Daha az sıklıkta torakolomber ve lomber seviyelerde oluşur ve bu olgular belirgin olarak dengesizliğe gitme eğilimi gösterirler. Bazen bu skolyozlar gerçekten idiopatik değildir, fakat bacak uzunluk orantısızlığına veya lombosakral eklem anomalilerine sekonder olarak oluşurlar,

4- Olguların 10 % kadarında adolesan skolyoz S şeklinde olup 2 primer eğri vardır: lomber eğri torasik eğriden daha fazla rotasyona uğramış olduğundan S şeklindeki skolyozlar aynı ciddilikteki C şeklindeki torasik skolyozlardan, kozmetik yönden, daha az dikkat çekerler,

5- Hemen her zaman nisbi lordoz ile birlikte dir (torasik seviye için, tüm kifotik açının $<20^0$ olması nisbi lordoz olabileceğini düşündürür),

6- Vertebral cisimlerin posterior kısımları daima eğrinin konkav tarafına doğru döndüğünden daima rotasyon içerir (şayet bu durumda değilse yapısal idiopatik skolyoz yoktur); kavis belirli bir derecede ise rotasyon daima torasik seviyeden çok lomber seviyede daha belirgindir,

7- Rotasyon, vertebra ve kaburgalarda tipik deformasyona yol açar.

8- Çoğunlukla kızlarda görülür ⁽¹¹⁾ ve adolesan kızların % 2 sini etkiler ⁽⁵⁶⁾.

9- AIS hastalarında omurgada peripubertal dönemde aşırı büyüme vardır ^(21,44).

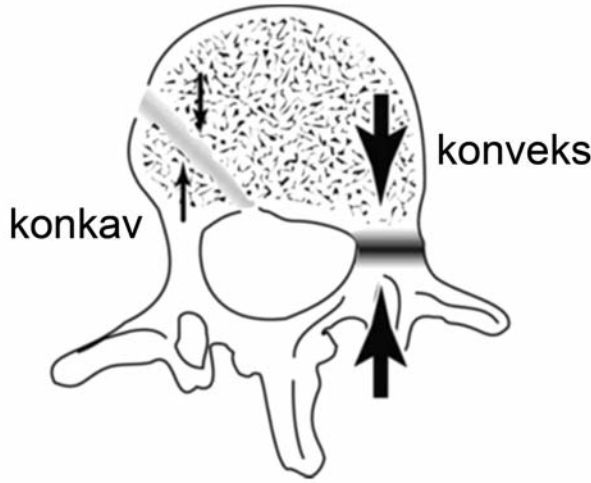
Buna uyar şekilde skolyotik omurların (özellikle göğüs segmentlerde) kontrol grubuna göre daha uzun olduğu ⁽²⁾, adolesan büyüme atağı esnasında skolyotik spinal deformitenin ilerlediği ^(27,37,49) ve eğri artışının hızlı spinal büyüme periodu ile ilişkili olduğu ⁽⁶²⁾ bildirilmiştir. Sık rastlanılan tipte torasik skolyozu olan adolesanların normal kişilerle karşılaştırıldığında daha uzun, ince, ve hipokifotik torasik omurlara sahip oldukları görülmüştür ^(40,46-47).

AİS DE ETYOPATOGENEZ

Karmaşık bir omurga deformitesi olan AIS etyolojisi halen bilinmemektedir ⁽⁸⁾. Ancak İS hastalığının başlangıç ve ilerlemesi açısından önemli bir genetik bileşen gerektirdiği yadsınamaz ⁽³⁹⁾. İS ile ilişkili birçok anormallikler tarif edilmiş olsa da halen bu hastalığın birincil ya da ikincil bozukluk olup olmadığı tartışmaya açıktır ⁽¹¹⁾. Bu anomaliler santral ve periferik sinir sistemi (vestibüler sistemi etkileyen proprioepsiyon gibi), bağ dokusu, kas ve kemiklerin olgunlaşma bozukluklarını içerir. İS ile ilgili diğer hastalıklar trombosit bozuklukları ve çeşitli moleküler biyoloji anomalilerini (örneğin melatonin, kalmomodulin ve büyüme hormonları düzeyleri) içerir. Bu hastalıkların çoğu için spesifik gen anomalileri tanımlanmıştır. AIS'li olguların hemen hemen çoğunda (% 97) pozitif aile öyküsü vardır ^(43,59-60).

AİS DE PATOMEKANİZMA VE BİOMEKANİK

Skolyoz artışının patomekanizmasını Stokes daha evvel kısır döngü (vicious cycle) kavramı ile tanımlanmış⁽⁵⁰⁾ olup buna göre skolyoz eğrisine bağlı olarak asimetrik kompresyon omurganın konkav tarafında omur büyümesini engellerken azalmış kompresyon konveks tarafın omur büyümesinde farklılık yaratır ve böylece Hueter-Volkman prensibine dayanan vertebra kamalaşması ve skolyoz ilerlemesine yol açar⁽³⁸⁾ (Şekil-2).



Şekil-2. Büyüyen nörosentral kırırdağa asimetrik baskı bir tarafta erken diğer tarafta ilerleyen büyümeye kapanmaya yol açar. Skolyozda görülen budur. Castellein' den (Lit31).

Finite element modeli (FEM), ilgili değişkenlerin direkt araştırılmasını sağlayan ve farklı patomekaniksel hipotezleri test etmekte kullanılabilen etkili ve objektif bir tekniktir^(11,28,53,54). Villemure ve ark⁽⁵³⁾ skolyoz ilerlemesinde başlangıç asimetrik yüklerle ilgili farklı patogenez hipotezlerinin katkısını test ettiler. Huynh ve ark⁽²⁸⁾ ise pedikül büyüme hızı asimetrisinin, tekbaşına, skolyotik deformitenin ne başlamasına ne de ilerlemesine katkı sağlayacağını göstermiştir.

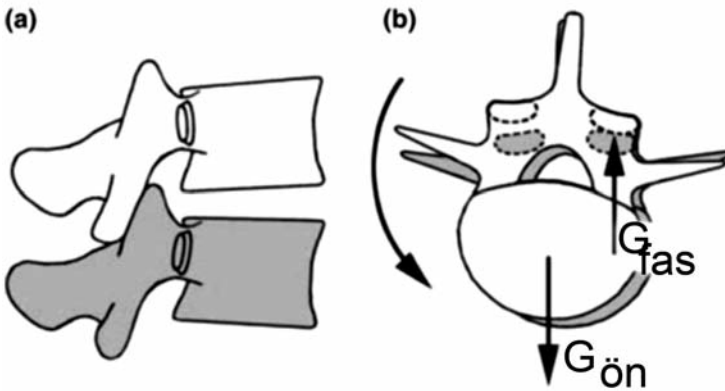
Driscoll ve ark. skolyotik eğri ilerlemesindeki konkav-konveks ön eğilimini FEM'i anterior omurgayla ilişkilendirerek test ettiler ve bunun skolyotik eğri ilerlemesinde potansiyel faktör olduğunu buldular⁽¹⁸⁾.

2008'de Drevelle ve ark. AIS'de eğriliğin artışında biomekanik faktörlerin etkilerini araştırmak için hasta spesifik FEM'i kullanmışlardır ⁽¹⁶⁾. Anterior omurun hızlı büyümesi yerçekimi ve omurgada daha önceden varolan eğrilik ile birleştiğinde, torako-lomber skolyoz ilerlemesinde, muhtemel arttırıcı faktör olarak tespit edilmiştir. Ortak inanışın aksine lomber eğriliğin, daha az ve yavaş eğri ilerlemesi ile, bu numerik modeli kullanarak diğer eğrilik tiplerinden farklı davrandığı belli olmuştur ⁽¹⁶⁾.

Aynı modeli kullanan başka bir çalışmada, şayet diskin mekanik sertliği azaltılır ise, anterior omurun hızlı büyümesi ve yerçekimine ilaveten ilerlemenin daha fazla güçlendirildiği gösterildi. Bu biomekanik disk değişiklikleri primer deformasyona sekonder olarak oluşabilmekte, böylece etyolojiden çok hastalığın ilerlemesinde rol oynamaktadır ⁽¹⁷⁾.

Hayvan modelinde yapılan başka bir çalışma ise, ilginç şekilde, iki ayaklı oluşun skolyoz sebebi olabildiğini göstermiş, skolyoz etyolojisinde biomekanik faktörlerin rolünü desteklemiştir ⁽¹³⁾.

Castelein ve arkadaşları ⁽⁴⁾ da tam erekt postürün spinal yüklenme durumunu diğer primatlara göre belirgin şekilde değiştirdiğini göstermişlerdir. Vertebral kolon insanlarda ağırlıklı olarak aksiyel yönde yüklense de omurganın matematiksel bir modelinde gösterilmiştir ki insan omurgasının belli segmentleri, özellikle geriye eğilimli segmentleri, dorsal yönlendirilmiş kesme yüklerine de tabi olurlar (Şekil-3).

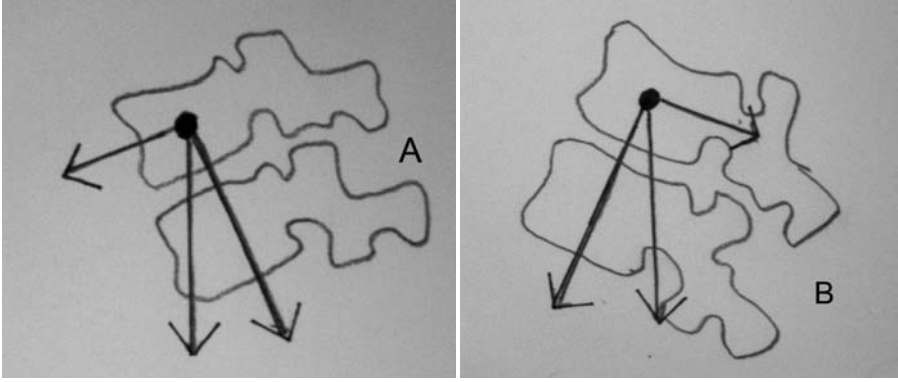


Şekil-3. Bir anterior kesme gücünün rotasyonel kompensasyon mekanizması. Hafif rotasyonel asimetri durumunda kranyal vertebrada (beyaz) anterior kesme güçleri $G_{ön}$ rotasyonlu dengeleyen asimetrik faset eklem gücüne yol açar (G_{fas}) Kesme güçleri dorsal tarafa döner ise bu mekanizma kaybolur . Castellain' den (Lit 31).

Faset eklemleri omurgaya rotasyonel stabilite sağlamada önemli bir rol oynarlar ve ventral olarak yönlendirilmiş kesme yüklerini etkisizleştirirler. Faset eklemlerinin anatomisini ve ana spinal kasların posterior konumunu ve ligamanları dikkate alacak olursak, vertebralar dorsal yönlendirilmiş kesme yüklerine direnç göstermek için iyi tasarlanmış değildir. Dorsal yönlendirilmiş kesme yüklerinin faset eklemlerini, onların rotasyonel kontrolünde, daha az etkin kıldığı hipotize edilir.

Dorsal ve ventral yönlendirilmiş kesme yükleri altındaki torasik omurganın stabilitesini araştırmak için Kouwenhoven ve Castelein⁽³²⁾ tarafından yakınlarda in vitro biomekanik çalışma yapılmış, bu çalışmanın sonucunda, orta ve alt torasik omurgada ventral yönlendirilmiş kesme yüklerine kıyasla dorsal yönlendirilmiş kesme yükleri altında daha fazla aksiyel vertebral rotasyon olduğu gösterilmiştir. Bu bulgular gösterir ki (iki ayaklı hayvanlar da dahil olmak üzere, diğer vertebralıların omurgaları ile kıyaslandığında) üzerinde bu dorsal kesme yükleri olan insan omurgası, rotasyon söz konusu olduğu kadarıyla, benzersiz şekilde hareket eder ve daha az stabil yapıdadır. Yazarlar, bu dorsal yönlendirilmiş kesme yüklerinin (ör gelişme esnasında) daha önceden mevcut hafif vertebral rotasyonun arttırıcısı olduğunu, buna karşılık ventral yönlendirilmiş yüklerin ise rotasyona karşı hareket edebildiğini öne sürmüşlerdir. Hueter-Volkman yasası gereği geriye eğimli büyüyen omurganın segmentleri üzerinde çalışan bu rotasyon arttırıcı güç bireysel vertebranın progressif deformasyonuna sebep olabilir ve en sonunda progressif skolyozu yol açar. Bu sonuç vertebranın sagittal planda geriye eğiminin AIS progresyonunu arttırdığını gösteren daha önceki araştırmaları destekler. Olgunlaşmamış omurganın rotatuar instabilitesi olarak skolyoz kavramı bu çalışmanın sonucudur (Şekil-4).

Wever ve arkadaşları⁽⁵⁷⁾ 3-D CT scan çalışmalarında idiopatik skolyozda vertebra ve kaburga deformitelerini tanımlamışlardır. İzlenen vertebral deformitelerinin, ön ve arka omurgada güçler arasındaki dengesizliğe bağlı kemik remodeling tarafından oluşturulduğu izlenimi uyanmıştır⁽⁵²⁾ (Şekil-5).



Şekil-4. Uzaydaki oryantasyona bağlı olarak insan omurgasındaki vertebralara ventral (A) veya dorsal (B) kesme güçlerine maruz kalırlar. Castellein' den (Lit31).



Şekil-5. Apikal vertebra ve kaburgaların ön (A), üst (B) ve arka (C) dan görünüşleri. Wever'den (Lit 33)

Adölesan skolyozunda vertebral cisimlerin öne büyümesi ve bunun posterior elemanları arasında eşitsizlik vardır. Vertebral cisimler posterior elemanlardan daha hızlı büyüyerek primer lordoza yol açarlar. Azalmış dorsal büyüme önde yerleşmiş vertebral cisimlerin yüksekliğinin artmasına engel olup, kendilerine yer açmak için onları distorsiyona yani rotasyona zorlar. Bu da rotasyonel lordoza yol açar. Bu şekilde bakma fikri Somerville'ye dayanır⁽⁴⁸⁾. 1984 de Dickson ve ark⁽¹⁴⁾ idiopatik skolyozun patogenezi hakkında kadavra, biomekanik ve radyolojik araştırma yayınladılar ve biplanar asimetrinin gerekli lezyon olduğunu vurguladılar. Birçok normal çocuk koronal plan asimetrisine sahiptir ve kesinlikle hepsinde transvers planda vertebral cisim asimetrisi vardır, fakat median plan asimetrisi (düzleşme veya daha genellikle skolyoz apeksinde normal torasik kifozun tersine dönmesi) büyüme esnasında üstüne eklendiği zaman ilerleyici idiopatik skolyoz oluşur^(29,33). Bu yazarlar aynı zamanda idiopatik kifoskolyozun olmadığını da öne sürmüşlerdir. Median plan asimetrisi ilerleme için can alıcı noktadır. Eğrinin apeksinde artmış anterior vertebral cisim yüksekliği ile posterior end-plate düzensizliği median plan asimetrisini karakterize eder ve idiopatik skolyozun Scheuermann hastalığının tersi olduğunu akla getirir (Şekil-1). Birçok son çalışmalar bu teoriyi doğrular^(5-7,10,12,22-23,32,36,42,45,51,55). Belirli bir projeksiyonda çekilen röntgende omurga kifotik görülse de, lordoz adölesan skolyozunda hemen daima vardır. Lordozdan sorumlu düzensiz büyümenin sebebi bilinmemektedir. Spinal kanal alanında azalmış büyüme ortaya çıkar⁽⁴²⁾.

Vertebral kanalın aksiyel uzunluğu ve vertebral cisimlerin ön cephesi 2008 de Porter tarafından⁽⁴²⁾ 36 iskelette ölçüldü (8 normal, 13 kifozlu ve 15 muhtemel idiopatik skolyozlu omurgada). Skolyotik omurların nisbi kısalması Cobb açısı ve rotasyonun derecesi ile korele idi. Normal omurlarda, vertebral kolumna ve vertebral kanal uzunluğu arasında belirgin fark görülmedi. Kifotik omurların kanalları vertebral yükseklikten bariz olarak uzun olup ortalama yüzde farkı % 8 idi. Biri hariç tüm skolyotik vertebralara kısa vertebral kanala sahipti ve farklılığın derecesi Cobb açısı ile ve de özellikle de rotasyonun derecesi ile ilgili idi. Yazarlar bulguların etyolojiyi ima ettiği sonucuna vardı. Bulgular akla uygun hipotezler ile uyumlu olup idiopatik skolyozlu bazı hastalarda spinal kordun uzunluğunda büyüme bozulmuş olabilir, posterior elemanlar gergindir ve vertebral cisimler büyümeyle devam ettikçe lordotik hale gelip rotasyona uğrarlar.

Son zamanlarda, MRI çalışmaları da bu kavramı desteklemeye yardımcı oldu ^(22-23,45).

Chu ve ark ⁽⁶⁾ 2006'da AIS de spinal kordun kolumna vertebralis göreceli uzunluğunu değerlendirmek için MR görüntülemeleri ve multiplanar rekonstrüksiyon üzerinde başka benzeri çalışma yayınlamışlardır. Ciddi eğrisi olan AIS hastalarında kolumna vertebralis torasik seviyesinde bariz nisbi segmental uzama olduğunu belirtmişlerdir; bundan dolayı, kordun kolumna vertebralis uzunluğuna oranı önemli ölçüde azalmıştır ($p<0.01$). Bu da iskelet ve nöral sistem arasında orantısız büyümeyi akla getirir. Spinal kordun göreceli kısalma ve fonksiyonel gerilmesinin AIS etyopatogenezinde önemli rol oynayabileceği kanısına varmışlardır.

AIS da torakal skolyozun sağa yönelimli konveks eğriye sahip olma eğilimi göstermesi mediastinal organların yerine dayandırılabilir ⁽²⁶⁾. Bu durum kasların asimetrisinden değil de daha çok sagittal plandaki simetrik probleminden olduğundan distorsiyona uğramış taraf esasen anatomik yapılandırmaya bağlıdır.

Hefti ve ark. bu tezinin doğrulayıcısı olarak idiopatik situs inversuslu iki hastada sol konveks torasik skolyoz bulmuşlar, bu durum literatürde de doğrulanmıştır ^(26,31). Bu nedenle sağa konveks olmayan torasik skolyozlar intraspinal anomali ihtimaline karşılık ameliyattan önce MRI ile araştırılmalıdır. Posterior elemanların daha fazla gerilmesi omurganın rotasyon eğilimini vurgular. Büyüme potansiyeli gerçekten kalan nisbeten genç çocuklarda erken posterior füzyondan sonra bu durum gözlenmiş ve bu bulgu "**Crankshaft fenomeni**" olarak adlandırılmıştır ^(19,27).

Büyümedeki ön-arka farklılıklara ilaveten üç boyutlu olarak vertebral cisimlerin kendilerinde de deformasyon vardır. Muhtemelen bu primer değil sekonder etkidir. Parent ve arkadaşları ⁽⁴¹⁾ 2002'de skolyotik omurganın morfometrik analizini yapmışlardır. Vertebral cisimler 30 skolyotik ve 30 normal iskelette ölçülmüş, konkav tarafta vertebral cisimlerin apex yüksekliğinin belirgin azaldığı, pediküllerin ise konveks taraftan daha küçük ve daha kısa olduğu gösterilmiştir. Şekil-5'de apikal vertebranın tipik deformasyonunu göstermektedir ^(41,57,58).

BİOMEKANİĞİN TEDAVİDEKİ ROLÜ

Omurganın biomekanik davranışının tanımlanması skolyotik omurga cerrahisinde düzeltme planlanmasında ve bunun yanısıra dejeneratif omurga bozukluklarını anlamada çok önemlidir ⁽³⁾. Herhangi bir tedavi girişimi omurgayı normal şekline döndürmek için çalışır. Temelde dikkate alınması gereken iki tip deformasyon vardır ⁽²⁶⁾. Bir tanesi fonksiyonel eğridir. Hasta tarafından kaslara aktif yüklenme veya fonksiyonel eğrinin konveksite tarafına doğru eğilme gibi onu düzeltmek için bazı kuvvetlerin uygulandığı durumlar dışında bu her zaman mevcut olan anormal eğriliktir. Bu eğrilik daha az sert ligamanlar, kaslar ve yerçekimi güçleri tarafından sağlanır. Ancak, yapısal eğri daha serttir ve aktif kas güçleri tarafından düzeltilemez. Bu eğri genellikle omurlar içinde deformasyon oluşturur; kemik yapısının kamalanması ve distorsiyonu (bükülmesi) vardır, ve eğrinin ligamentöz bileşenleri serttir. Heriki eğri de biraz rotasyon bileşenine sahip olabilir. Düzeltme yükleri ile çeşitli farklı teknikler uygulanabilir. Düzeltici kuvvetler uygulamanın sıklığı, amplitüdü, süresi ve modunda değişir.

Temel mekanik prensipler skolyoz düzeltilmesi ile ilgilidir.

SÜNME VE GEVŞEME

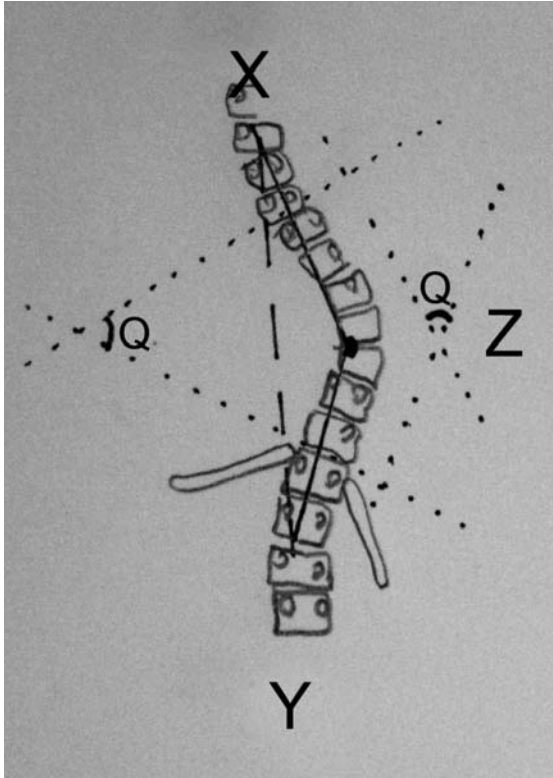
Skolyozun tedavisinde sünme (creep) önemli bir kavramdır. Bu fenomen kas, ligaman ve kemiklerin viskoelastik özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Sünme bir materyalin ilk yüklenmesini takip eden deformasyondur ve yükte bir artış olmadan, zamanın fonkiyonu olarak ortaya çıkar. Kuvvet bir spinal deformiteyi düzeltmek için uygulandığında, ve bu kuvvet ilk düzeltme sonrası çalışmaya devam ettiğinde, sünmeye bağlı aynı yükün bir sonucu olarak sonraki düzeltme belirli bir süre içinde oluşur. Sünme sertliğe çok bağlıdır. AIS de apeksin çevresindeki sadece 4 segment serttir ⁽²⁵⁾. Yük viskoelastik materyale uygulandığında ve deformasyon sabit kaldığında zamanla yükte izleyen azalma gevşemede olur.

Sünme veya gevşeme kullanımının birçok klinik örneği olup bunlar: halo femoral traksiyonu (sünme) kullanımı; rod ile distraksiyon artışlarının arasında birkaç dakikalık duraklama(gevşeme); ve ilave

distraksiyon (gevşeme) sağlamak için growing rod veya vertical expandable prosthetic titanium rib (VEPTR) yerleştirilmesini takip eden birkaç ayda reoperasyon⁽⁵⁸⁾ şeklindedir.

AKSİYEL VE TRANSVERS YÜKLERİN SKOLYOZ DÜZELTİMİNDE KARŞILAŞTIRILMASI

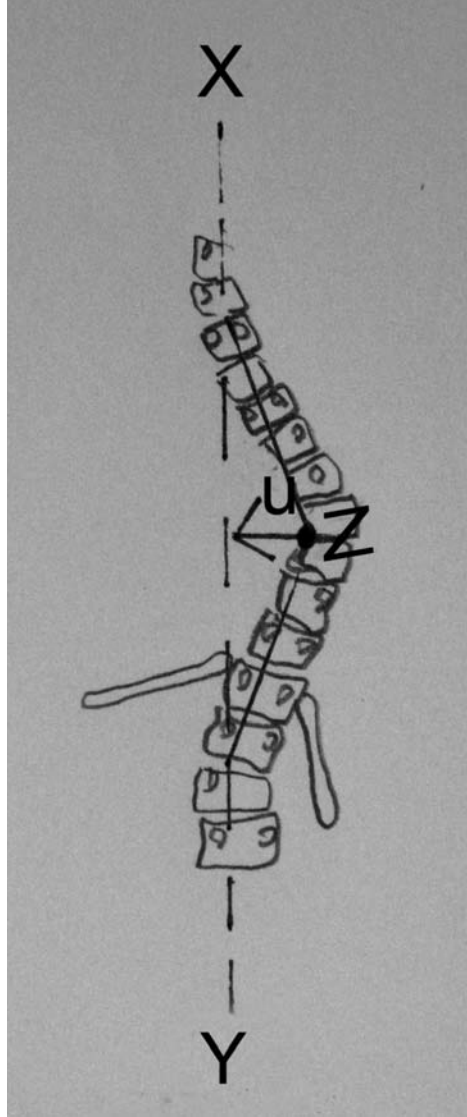
Skolyotik omurga multifaktöryeldir ve kompleks 3-D matematiksel model gerçek simülasyon gerektirir. Bununla birlikte White ve Panjabi⁽⁵⁸⁾ bir temel kavramı test etmek için çok basitleştirilmiş modeller ile omurganın davranışını inceleyen amaca hizmet etmişler, bu model ile düzeltme için skolyotik omurgaya uygulanan farklı tip ve kombinasyondaki yüklerin kıyaslamalı etkinliğini incelemişlerdir. Skolyotik omurga üç bileşenleri tarafından modellenmiştir: burulma yayı Z ile bağlı iki sert bağlantı XZ ve YZ (Şekil-6).



Şekil-6. Skolyotik omurganın XZ ve YZ adlı 2 sert bağlantısının burulma yayı vasıtası ile Z ye bağlı oldukça basitleştirilmiş matematiksel modeli. White' dan (Lit 54).

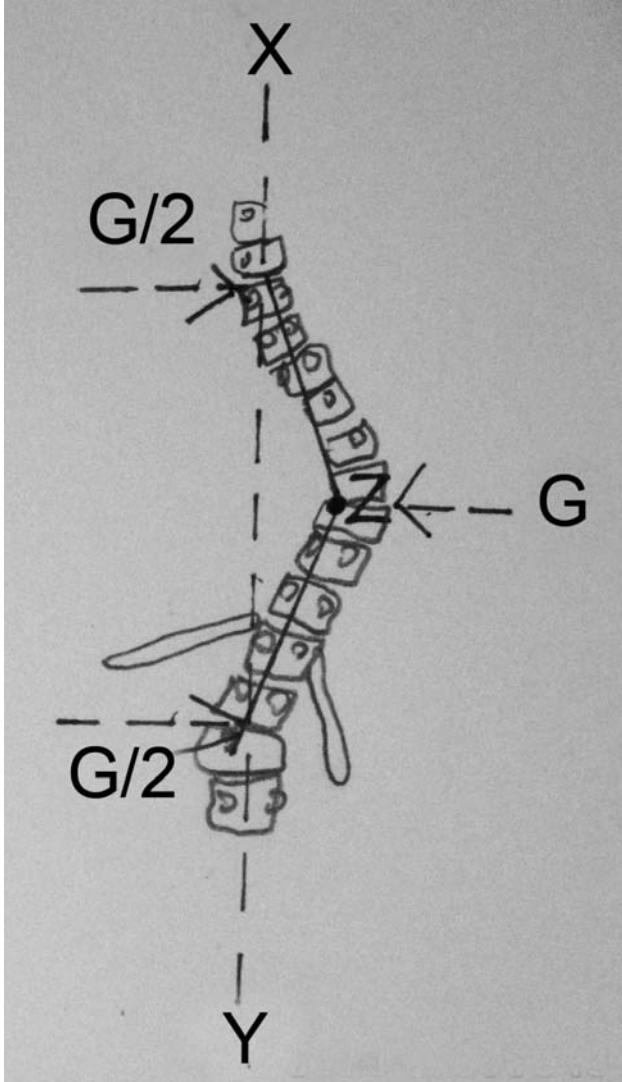
Bileşenler frontal düzlemde uzanır ve hareket eder. Bağlantılar omurga deformitesini Cobb yöntemi ile ölçülen Q° de simüle etmeye odaklıdır.

Bu modelin statik davranışı iki ayrı yükleme koşulları, aksiyel ve transvers kuvvetler altında incelenmiştir. Skolyotik omurgayı düzeltmedeki aksiyel yüklenme ilkesi başlıca distraksiyon rodları veya traksiyon ile cerrahi tedavide kullanılır. Şekil-7'de aksiyel kuvvetler tarafından gerilmiş omurgayı gösterilmektedir (Şekil-7).



Şekil-7. Aksiyel yük; model distraksiyon gücü G 'nin etkisi altında. White'dan (Lit 54).

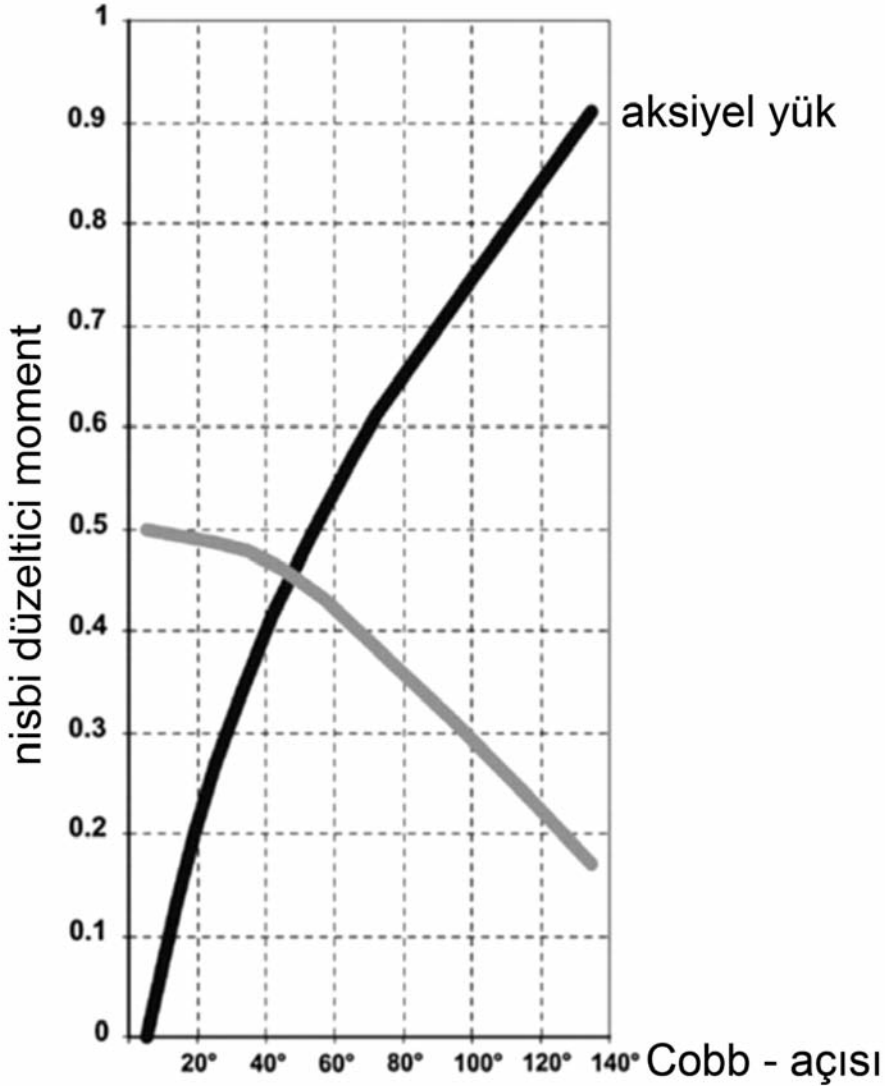
Omurgayı uzatmak ve düzeltmek için omurga segmentinin her iki ucuna, modelde X ve Y noktaları ile temsil edilen, aksiyel güç uygulanır. Uzama ile açılma düzeltme mekanizması omurgadaki çekme gerilmeleri nedeniyle değil fakat daha çok çeşitli disk alanlarında oluşturulan eğilme momentlerine bağlıdır. Bu eğilme momentleri açılma deformiteyi düzeltir. Transvers yüklenme özellikle korse tedavisinde kullanılmaktadır. Şekil 8'de lateral yüklerle maruz kalan omurgayı gösterir. Z ye uygulanan lateral güç ve onun yarısı büyüklüğündeki reaktif güçler X ve Y noktalarına alınurlar.



Şekil-8. Transvers yük; model üç nokta transvers güçlerinin etkisi altında. White'dan (Lit 54).

Açısal düzeltme disk alanlarında düzeltici bükme momentleri oluşturarak tekrar elde edilir. Disk mesafesinde oluşturulan eğilme momentlerinin basit ifadesi Şekil 6-7-8'deki Z noktası ile temsil edilir, aksiyel ve transvers yükler için ayrıca türetilir. Şekil-7 eğrinin apeksindeki düzeltici eğilme momentinin aksiyel güç G nin eğrinin apeksine dik uzaklık U ile çarpılması olduğunu göstermektedir. Deformite büyüdükçe U uzaklığının büyüdüğü kolayca görülebilir. Diğer bir deyişle kuvvetlerin düzeltici güçleri deformitenin şiddeti ile artar. Omurga transvers yüklenmeye maruz kaldığında benzer bir durum ortaya çıkar. Şekil-8'de eğrinin tepesindeki düzeltici eğilme momentinin tepedeki kuvvetin yarısının (diğer yarısı omurganın diğer yarısı üzerinde çalışır) eğrinin tepesine dik uzaklık olan U ile çarpımına eşit olduğu gösteriyor. Aksiyel kuvvetin aksine, omurgadaki deformite arttıkça lateral kuvvetin düzeltici eğilim momenti düşer. Aksiyel ve transvers yüklerin kombinasyonunun bütün durumlar için çok faydalı olduğu bu tartışmayla belirginleşir. Diğer bir deyimle deformite ciddi olduğunda aksiyel komponent düzeltici eğilim momentinin çoğunu sağlar, ve deformite hafif olduğunda transvers komponent düzeltici fonksiyonu üstlenir. İki yüklenme tipi ve bunların kombinasyonlarının verimliliğinin karşılaştırılması disk mesafesinde üretilen düzeltici eğilim momenti temelinde yapılabilir.

Eğilim momenti ne kadar büyük olursa o kadar büyük açısal düzeltme elde edilir. Şekil-9'da kıyaslamalı sonuçları grafik şeklinde göstermektedir. Diagramda, horizontal aksiste Cobb metodu ile ölçülen derece cinsinden angular deformite Q , vertikal aksiste ise üç yüklenme tipinden herhangi birine bağlı eğrinin tepesindeki nisbi düzeltici eğilim momenti gösterilir. Aksiyel yükün transvers yüke grafiklerinin kıyaslamasında bu iki eğrinin 53° nin Q açısında çaprazlaştığı görülebilir. Bu nedenle, bu teorik modelin analizine dayanarak, transvers yüklenme daha hafif eğrilikleri düzeltmek için ideal iken aksiyel yüklenme ciddi derecede deforme skolyotik omurlar için çok faydalı olduğu söylenebilir. Ancak, grafiklerin kıyaslanmasında, deformitenin her derecesi için kombine yükün daha çok etkili olduğu daha açık olmaktadır. Şekil-7'deki grafiklerin kullanımı belirli bir hasta için en etkili tedaviyi saptar. Hastalığın şiddeti ve ilerleme potansiyeli esas alınarak AİS tedavisinde gözlem, $20^\circ - 40^\circ$ lik orta derece eğimlerde rijit korse, daha üzerinde ise uzun kemik füzyon kullanılmaktadır^(55,57).



Şekil-9. Derece olarak omurga deformitesinin fonksiyonu olarak nisbi düzeltici momentin grafiksel temsili (Cobb açısı). Teorik modele göre kombine güçler skolyozun herhangi bir derecesinde çok etkilidir. Anguler deformite ile transvers yük etkinliği düşerken aksiyel yük etkinliği artar. 530 lik deformite açısı aksiyel ve transvers yükler için kırılma noktasıdır. White' dan (Lit 54).

Skolyoz düzeltiminde kullanılan birçok spinal enstrumantasyon tekniklerinde son 30 yılda gelişme vardır ve halen pedikul vidaları popülerdir. Birçok yazı bunların kullanımıyla elde edilen superior frontal, sagittal ve rotasyonel düzeltmeleri tercih edilmelerine gerekçe göstermektedir (1,15,20,24,34,35).

Yakınlarda, vertebra ve göğüs duvarı deformitesinin gerçek aksiyel düzeltimini sağlamada bir yöntem olarak Lee ve arkadaşları⁽³⁵⁾, tarafından direkt vertebral rotasyon (DVR) tanımlanmıştır.

Ayrıca Badve ve arkadaşları⁽¹⁾ AIS düzeltiminde yaptıkları çalışmada pedikül vidası yerleştirim tekniği ve derotasyon güçlerinin yönünün önemini vurgulamışlardır. Ayrıca uygulanan güç derecesinde elde edilen düzeltme miktarını saptamak için ileri çalışma gerektiği de yine bu biomekanik çalışmada sonuç olarak belirtilmiştir.

KAYNAKLAR

- 1- Badve SA, Ordway NR, Albanese SA, Lavelle WF. Toward a better understanding of direct vertebral rotation for AIS surgery: development of a multisegmental biomechanical model and factors affecting correction. *Spine J* 2015; 15(5): 1034-1040.
- 2- Bjure J, Grimby G, Nachemson A. Correction of body height in predicting spirometric values in scoliotic patients. *Scand J Clin Lab Invest* 1968, 21(2): 191-192.
- 3- Büchler P, de Oliveria ME, Studer D, Schumann S, Zheng G, Schneider J, Hasler CC. Axial suspension test to assess pre-operative spinal flexibility in patients with adolescent idiopathic scoliosis. *Eur Spine J* 2014; 23(12): 2619-2625.
- 4- Castelein RM, van Dieën JH, Smit TH. The role of dorsal shear forces in the pathogenesis of adolescent idiopathic scoliosis-a hypothesis. *Med Hypotheses* 2005; 65(3): 501-508.
- 5- Cheung KM, Wang T, Qiu GX, Luk KD. Recent advances in the aetiology of adolescent idiopathic scoliosis. *Int Orthop* 2008; 32(6): 729-734.
- 6- Chu WC, Lam WW, Chan YL, Ng BK, Lam TP, Lee KM, Guo X, Cheng JC. Relative shortening and functional tethering of spinal cord in adolescent idiopathic scoliosis? study with multiplanar reformat magnetic resonance imaging and somatosensory evoked potential. *Spine* 2006; 31(1): E19-25.
- 7- 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(1): 93-100.
- 8- Clin J, Aubin CÉ, Parent S. Biomechanical simulation and analysis of scoliosis correction using a fusionless intravertebral epiphyseal device. *Spine* 2015; 40(6): 369-376.

- 9- Cobb JR. Outline for the study of scoliosis. AAOS Instructional Course Lecture 5 (1948): 261-275.
- 10- Cruickshank JL, Koike M, Dickson RA. Curve patterns in idiopathic scoliosis. A clinical and radiographic study. *J Bone Joint Surg* 1989 71-B(2): 259-263.
- 11- Dayer R, Haumont T, Belaieff W, Lascombes P. Idiopathic scoliosis: etiological concepts and hypotheses. *J Child Orthop* 2013; 7(1): 11-16.
- 12- Deacon P, Archer IA, Dickson RA. The anatomy of spinal deformity: a biomechanical analysis. *Orthopedics* 1987; 10(6): 897-903.
- 13- Dede O, Akel I, Demirkiran G, Yalcin N, Marcucio R, Acaroglu E. Is decreased bone mineral density associated with development of scoliosis? A bipedalosteopenic rat model. *Scoliosis* 2011; 6(1): 24.
- 14- Dickson RA, Lawton JO, Archer IA, Butt WP. The pathogenesis of idiopathic scoliosis. Biplanar spinal asymmetry. *J Bone Joint Surg* 1984; 66-B(1): 8-15.
- 15- Dobbs MB, Lenke LG, Kim YJ, Kamath G, Peelle MW, Bridwell KH. Selective posterior thoracic fusions for adolescent idiopathic scoliosis: comparison of hooks versus pedicle screws. *Spine* 2006; 31: 2400-2404.
- 16- Drevelle X, Dubousset J, Lafon Y, Ebermeyer E, Skalli W. Analysis of the mechanisms of idiopathic scoliosis progression using finite element simulation. *Stud Health Technol Inform* 2008; 140: 85-89.
- 17- Drevelle X, Lafon Y, Ebermeyer E, Courtois I, Dubousset J, Skalli W. Analysis of idiopathic scoliosis progression by using numerical simulation. *Spine* 2010; 35(10): E407-412.
- 18- Driscoll M, Aubin CE, Moreau A, Villemure I, Parent S. The role of spinal concave-convex biases in the progression of idiopathic scoliosis. *Eur Spine J* 2009; 18(2): 180-187.
- 19- Dubousset J, Herring JA, Shufflebarger H. The crankshaft phenomenon. *J Pediatr Orthop* 1989; 9(5): 541-550.
- 20- Gaines RW Jr. The use of pedicle-screw internal fixation for the operative treatment of spinal disorders. *J Bone Joint Surg* 2000; 82-A: 1458-76
- 21- Goldberg CJ, Dowling FE, Fogarty EE. Adolescent idiopathic scoliosis: is rising growth rate the triggering factor in progression? *Eur Spine J* 1993; 2(1): 29-36.
- 22- Guo X, Chau WW, Chan YL, Cheng JC, Burwell RG, Dangerfield PH. Relative anterior spinal overgrowth in adolescent idiopathic scoliosis-result of disproportionate endochondral-membranous bone growth? Summary of an electronic focus group debate of the IBSE. *Eur Spine J* 2005; 14(9): 862-873.

- 23- Guo X, Chau WW, Chan YL, Cheng JC. Relative anterior spinal overgrowth in adolescent idiopathic scoliosis. Results of disproportionate endochondral-membranous bone growth. *J Bone Joint Surg* 2003;85-B(7): 1026-1031.
- 24- Hamill CL, Lenke LG, Bridwell KH, Chapman MP, Blanke K, Baldus C. The use of pedicle screw fixation to improve correction in the lumbar spine of patients with idiopathic scoliosis. Is it warranted? *Spine* 1996; 21: 1241-1249.
- 25- Hasler CC, Hefti F, Büchler P. Coronal plane segmental flexibility in thoracic adolescent idiopathic scoliosis assessed by fulcrum-bending radiographs. *Eur Spine J* 2010; 19(5): 732-738.
- 26- Hefti F. Pathogenesis and biomechanics of adolescent idiopathic scoliosis (AIS). *J Child Orthop* 2013; 7(1): 17-24.
- 27- Hefti FL, McMaster MJ. The effect of the adolescent growth spurt on early posterior spinal fusion in infantile and juvenile idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1983; 65(3): 247-254.
- 28- Huynh AM, Aubin CE, Rajwani T, Bagnall KM, Villemure I. Pedicle growth asymmetry as a cause of adolescent idiopathic scoliosis: a biomechanical study. *Eur Spine J* 2007; 16(4): 523-529.
- 29- Janssen MM, Kouwenhoven JW, Schlösser TP, Viergever MA, Bartels LW, Castelein RM, Vincken KL. Analysis of preexistent vertebral rotation in the normal infantile, juvenile, and adolescent spine. *Spine* 2011; 36(7): E486-491.
- 30- Kojima T, Kurokawa T. Rotation vector, a new method for representation of three dimensional deformity in scoliosis. *Spine* 1992; 17: 1296-1303.
- 31- Kouwenhoven JW, Bartels LW, Vincken KL, Viergever MA, Verbout AJ, Delhaas T, Castelein RM. The relation between organ anatomy and pre-existent vertebral rotation in the normal spine: magnetic resonance imaging study in humans with situs inversus totalis. *Spine* 2007; 32(10): 1123-1128.
- 32- Kouwenhoven JW, Castelein RM. The pathogenesis of adolescent idiopathic scoliosis: review of the literature. *Spine* 2008; 33(26): 2898-2908.
- 33- Kouwenhoven JW, Vincken KL, Bartels LW, Castelein RM. Analysis of preexistent vertebral rotation in the normal spine. *Spine* 2006; 31(13): 1467-1472.
- 34- Kuklo TR, Potter BK, Polly DW Jr, Lenke LG. Monaxial versus multiaxial thoracic pedicle screws in the correction of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2005; 30: 2113-2120.
- 35- Lee SM, Suk SI, Chung ER. Direct vertebral rotation: a new technique of three dimensional deformity correction with segmental pedicle screw fixation in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2004; 29: 343-349.

- 36- Liljenqvist UR, Allkemper T, Hackenberg L, Link TM, Steinbeck J, Halm HF. Analysis of vertebral morphology in idiopathic scoliosis with use of magnetic resonance imaging and multiplanar reconstruction. *J Bone Joint Surg* 2002; 84-A(3): 359-68.
- 37- Little DG, Song KM, Katz D, Herring JA. Relationship of peak height velocity to other maturity indicators in idiopathic scoliosis in girls. *J Bone Joint Surg* 2000; 82-A(5): 685-693.
- 38- Mehlman CT, Araghi A, Roy DR. Hyphenated history: the Hueter-Volkman law. *Am J Orthop* 1997; 26(11): 798-800.
- 39- Miller NH. Idiopathic scoliosis: cracking the genetic code and what does it mean? *J Pediatr Orthop* 2011; 31(1 Suppl): S49-52.
- 40- Nissinen M, Heliövaara M, Seitsamo J, Poussa M. Trunk asymmetry, posture, growth, and risk of scoliosis. A three-year follow-up of Finnish prepubertal school children. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1993;18(1):8-13.
- 41- Parent S, Labelle H, Skalli W, Latimer B, de Guise J. Morphometric analysis of anatomic scoliotic specimens. *Spine* 2002; 27(21): 2305-2311.
- 42- Porter RW. Idiopathic scoliosis: the relation between the vertebral canal and the vertebral bodies. *Spine* 2000; 25(11): 1360-1366.
- 43- Riseborough EJ, Wynne-Davies R. A genetic survey of idiopathic scoliosis in Boston, Massachusetts. *J Bone Joint Surg* 1973; 55-A(5): 974-982.
- 44- Sanders JO, Browne RH, Cooney TE, Finegold DN, McConnell SJ, Margraf SA. Correlates of the Peak Height Velocity in Girls With Idiopathic Scoliosis. *Spine* 2006, 31(20): 2289-2295.
- 45- Schmitz A, Jaeger U, Koenig R, Kandyba J, Gieske J, Schmitt O. Sagittal Cobb-angle measurements in scoliosis with MRI whole spine imaging. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 2001; 139(4): 304-307.
- 46- Shi L, Wang D, Driscoll M, Villemure I, Chu WC, Cheng JC, Aubin CE. Biomechanical analysis and modeling of different vertebral growth patterns in a dolescent idiopathic scoliosis and healthy subjects. *Scoliosis* 2011; 6: 11.
- 47- Skogland LB, Miller JA. The length and proportions of the thoracolumbar spine in children with idiopathic scoliosis. *Acta Orthop Scand* 1981; 52(2): 177-185.
- 48- Somerville EW. Rotational lordosis; the development of single curve. *J Bone Joint Surg* 1952; 34-B(3): 421-427.
- 49- Song KM, Little DG. Peak height velocity as a maturity indicator for males with idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop* 2000; 20(3): 286-288.
- 50- Stokes IA, Spence H, Aronsson DD, Kilmer N. Mechanical modulation of vertebral body growth. Implications for scoliosis progression. *Spine* 1996 ; 21(10): 1162-1167.

- 51- Stokes IA, Windisch L. Vertebral height growth predominates over intervertebral disc height growth in adolescents with scoliosis. *Spine* 2006; 31(14): 1600-1604.
- 52- Veldhuizen AG, Wever DJ, Webb PJ. The aetiology of idiopathic scoliosis: biomechanical and neuromuscular factors. *Eur Spine J* 2000; 9(3): 178-184.
- 53- Villemure I, Aubin CE, Dansereau J, Labelle H. Biomechanical simulations of the spine deformation process in adolescent idiopathic scoliosis from different pathogenesis hypotheses. *Eur Spine J* 2004; 13(1): 83-90.
- 54- Villemure I, Aubin CE, Dansereau J, Labelle H. Simulation of progressive deformities in adolescent idiopathic scoliosis using a biomechanical model integrating vertebral growth modulation. *J Biomech Eng* 2002; 124(6): 784-790.
- 55- Wang WJ, Hung VW, Lam TP, Ng BK, Qin L, Lee KM, Qiu Y, Cheng JC, Yeung HY. The association of disproportionate skeletal growth and abnormal radius dimension ratio with curve severity in adolescent idiopathic scoliosis. *Eur Spine J* 2010; 19(5): 726-731.
- 56- Weinstein SL, Dolan LA, Cheng JC, Danielsson A, Morcuende JA. Adolescent idiopathic scoliosis. *Lancet* 2008; 371(9623): 1527-1537.
- 57- Wever DJ, Veldhuizen AG, Klein JP, Webb PJ, Nijenbanning G, Cool JC, Horn V JR. A biomechanical analysis of the vertebral and rib deformities in structural scoliosis. *Eur Spine J* 1999; 8(4): 252-260.
- 58- White AA, Panjabi MM 3rd. *Clinical Biomechanics of the Spine*. 2nd Edition. JB Lippincott Company, Philadelphia 1990.
- 59- Wise CA, Gao X, Shoemaker S, Gordon D, Herring JA. Understanding genetic factors in idiopathic scoliosis, a complex disease of childhood. *Curr Genomics* 2008; 9(1): 51-59.
- 60- Wynne-Davies R. Infantile idiopathic scoliosis. Causative factors, particularly in the first six months of life. *J Bone Joint Surg* 1975;57-B(2): 138-141.
- 61- Yaman O, Dalbayrak S. İdiopatik skolyoz. *Türk Nöroşirürji Dergisi* 2013, 23(2): 37-51.
- 62- Ylikoski M. Spinal growth and progression of adolescent idiopathic scoliosis. *Eur Spine J* 1993; (4): 236-239.

7. Doğal Seyir ve İlerlemenin Değerlendirilmesi

Ahmet ÖĞRENCİ, Onur YAMAN

Adölesan idiopatik skolyozun (AIS) doğal seyri konusunda kesin hükümler vermek oldukça zordur. Hastalığın etiyolojisi, predispozan faktörleri, kişisel faktörleri değişkendir ve henüz net olarak aydınlatılamamıştır ⁽³²⁾. Literatürdeki serilerden bu hastaların ilerde karşılaşıacağı sorunları tahmin etmek mümkündür ⁽⁴⁶⁾. İlerlemeden söz edebilmek için hastayı birçok yönden değerlendirmek gerekir. Sadece radyolojik olarak değerlendirmek yanıltıcı olacaktır. Bu noktada hastanın hem klinik hem de radyolojik olarak değerlendirilmesi şarttır. Seyri bilmek de tedavi algoritmasını oluşturmak açısından önemlidir.

ADOLESAN İDİOPATİK SKOLYOZDA DEĞERLENDİRME VE EĞRİLİĞİN İLERLEMESİ

Değerlendirme

Radyolojik takip her zaman net sonuç vermeyebilir. Radyolojik olarak sağlıklı ölçüm her zaman aynı kişi tarafından yapılsa dahi yanılma payı mevcuttur ve farklı zamanlarda yapılan ölçümlerde dahi değerler farklı çıkabilmektedir ⁽¹²⁾. Bir çalışmada 5 farklı klinisyenin 50 ön-arka skolyoz grafisi üzerinde yaptığı ölçümler arasında yüksek farklılıklar olduğu bildirilmiştir ⁽²⁹⁾. Teknolojinin ilerlemesiyle radyolojik değerlendirmeler için çeşitli programlar kullanılmaktadır. Optimal şartlarda aynı program ya da aynı kişinin yaptığı ölçümlerle 5 dereceden fazla olan açılanmalar skolyozun ilerlediğini göstermektedir ^(24,39,42). Bununla beraber *Mehta*'nın AP röntgende kostavertebral ilişki üzerine olan yazısı önem kazanmaktadır ⁽²⁰⁾. Kostaların konveks tarafta aşağı doğru artmış oblikliği, üst kostanın gölgesinin ilişkili vertebra üzerine gelmesi ve kostavertebral açı farkının 20 derece olması skolyozun progresif olduğunu gösterir ^(20,21).

Değerlendirme yaparken global sagittal denge, eğriliğin esnekliğini ölçen yana eğilme filmleri, vertebral rotasyonu ölçen *Perdriolle* or *Nash-Moe* metodu, C7 plumb line, lomber lordoz ve torasik kifoz da değerlendirilmelidir. Klinik olarak yapılan değerlendirmede ise *Adams* testinin sensitivitesi ve spesifitesi eğrilik derecesine göre değişmekle birlikte 20 derece üzeri torakal eğriliklerde sırasıyla % 92 ve % 60'lara kadar çıkmaktadır ⁽⁹⁾. Bu nedenle *Adams* testi değerlendirmenin olmazsa olmazıdır. *Bunnell* skolyometresi diğer testlere yardımcıdır. Gövde rotasyonunun derecesini çok hızlı kantitatif olarak vermektedir. Mutlaka her muayenede ölçülmelidir. *Bunnell*'e göre 30 derece olan eğriliklerin % 95'ini yakalayabilmekte, 20 derece olan eğriliklerin de % 12'sini kaçırabilmektedir ⁽⁴⁾.

İlerleme

AİS'te eğriliğin ilerlemesinden bahsetmek için öncelikle progresyon için risk faktörlerini ve dönemlerini bilmek gerekir. AİS'te progresyonu etkileyen en önemli parametrelerin tanı anındaki eğrilik derecesi ve tanı alma yaşı olduğu belirlenmiştir (3,16,35,38).

Matürite; ergenlik dönemine giriş en kolay şekilde hızlı boy artışının görülmesi ile tespit edilebilir.

Puberta genellikle kızlarda 11 yaş civarında erkeklerde ise 13 yaşında başlar. Büyüme hızında artışla karakterizedir. Bazı kaynaklara göre oturma boyunun yıllık 6-7 cm'den fazla artması pubertenin başlangıcını gösterir (28).

Akselerasyon fazı (Peak high velocity) denilen bu evreden sonra kız çocuklarında ortalama 15 cm erkek çocuklarında da 16.5 cm'lik uzama beklenir (23).

Hızla büyüme evresi yaklaşık 2 yıl kadar sürer ve ardından daha yavaş süren yaklaşık 3 yıl süren sedeselerasyon evresi vardır.

Menarş öncesindeki özellikle 2 yıl skolyozda artışın en fazla olduğu dönemdir. *Chazono* ve arkadaşları bu dönemde 31.5°'nin progresyonu için yol gösterici bir değer olduğunu yayınlamıştır (6). Menarş öncesi tespit edilen bir eğrilik % 66 oranında progrese olurken menarş sonrası tespit edilen eğrilik % 33 oranında progrese olmaktadır (34). Bir diğer yazar puberte başında 10 derece olan skolyozun progresyon ihtimalini %20, 30 derece olan skolyozun progresyon ihtimalini %90 olarak belirtmiştir.(14) Menarş öncesinde ve puberte başlangıcında hastalar daha sıkı takip edilmelidir. Kız çocukları daha fazla risk altındadır (5,46).

Tanner İşareti; Puberte öncesi evre 1 olarak kabul edilen hastaların puberteye geçişi evre 2 olarak tanımlanır. İlk bulgu genital bölgedeki kıllanma artışıdır. Erkek çocuklarında testis ve skrotumun büyümesi kız çocuklarında areolanın genişlemesi evre 2 olarak kabul edilir. Pubertenin tamamlandığı evre ise 5 olarak kabul edilir (Tablo-1, 2).

Tablo-1. Kızlarda Tanner Evrelemesi

Evre	Pubik kıllanma	Memede değişiklikler
I	Yok	Puberta öncesi
II	Labium major üstünde seyrek	Memelerde tomurcuklanma
III	Daha koyu yanlara doğru yayılmış	Meme başı çevresinde genişleme
IV	Kaba, kalın. Erişkinden daha az	Meme başı ve çevresi dışarıya çıkıntı oluşturmuş
V	Erişkin tipinde	Erişkin tip

Tablo-2. Erkeklerde Tanner Evrelemesi

Evre	Pubik kıllanma	Memede değişiklikler
I	Yok	Puberta öncesi
II	Penis dibinde seyrek	Skrotum ve testiste genişleme
III	Daha koyu yanlara doğru yayılmış	Penisin boyunda uzama, skrotumda büyüme
IV	Kaba, kalın. Erişkinden daha az	Erişkin tipe yakın
V	Erişkin tipinde	Erişkin tip

Risser Derecesi; Risser evresi iliak kanat apofizinin ossifikasyonunu gösterir. Ossifikasyon lateralden mediale doğru ilerler. Mediale doğru ilerleyen ossifikasyonun derecesi artması iskelet maturasyonunda sona yaklaşıyor anlamı taşır. Evre 0'da hiç kemikleşme yoktur. Evre 5 ise apoifizin iliak krista ile kaynaması anlamına gelir ki maturasyonun bittiğinin işaretidir. Aradaki evrelerde maturasyon devam etmekte, spinal büyüme ve boy uzaması devam etmektedir. Risser Evre 0 ve 1 olan hastalar büyüme potansiyeli açısından son derece risk altındadır. Risser Evre 4: spinal büyümenin, Risser Evre 5 ise boy uzamasının sonunu gösterir. Maturasyon tamamlansa da çok uzun dönem takip edilen ve sonrasında eğriliğin arttığını belirten yazılar da mevcut ^(5,7,44). AIS ne kadar erken saptanırsa Risser evresine paralel olarak tedaviye başlanması gerekir. Risser evresi düşük olan yaşı küçük hastalar risk altındadır.

MATÜRİTE VE EĞRİLİĞİN İLERLEMESİ

Matürite Öncesi Brooks ve arkadaşları takip ettikleri AIS immatür hastaların % 20'sinde 5°'den fazla azalma olduğunu bildirirken hastaların % 5'inde eğrilikte ortalama 7° artma olduğunu bildirmiştir ⁽³⁾.

Başka bir çalışmada hastaların % 14.7'sinde eğrilikte 5° ilerleme ve % 9.5'inde eğrilikte azalma olduğu bildirilmiştir ⁽³⁹⁾. Aynı çalışmada kız çocuklarında ve menarş öncesi ortaya çıkan eğriliklerin daha fazla ilerlediği bildirilmiştir.

Lonstein ve arkadaşları ise immatür AIS'te eğriliğin ilerlemesinde eğriliğin derecesinin, tipinin, cinsiyet ve immaturitenin etkili olduğunu bildirmiştir ^(17,18,19). Bu çalışmada eğriliğin küçük olduğu ve Risser derecesi yüksek olan hastalarda eğriliğin ilerleme olasılığının az olduğu, eğrilik derecesinin yüksek olduğu ve Risser derecesi düşük olan hastalarda eğriliğin artma olasılığının daha fazla olduğu belirtilmiştir (Tablo-3).

Tablo-3. Lonstein ve Carlson'un eğriliğin derecesi, Risser derecesi ile eğriliğin ilerlemesi arasındaki ilişkiyi gösterir tablo.

Risser Derecesi	Eğriliğin Derecesi ve İlerleme Hızı
	5-19°
0-1	22
2-4	1.6

Matürite Sonrası Weinstein ve *Ponseti* iskelet maturasyonundan sonra da idiopatik eğriliklerde artışlar olduğunu belirtmişler. Torasik eğriliklerin, Cobb açısının, apikal vertebra rotasyonunun ve *Mehta* açısının önemli prognostik değerler olduğunu söylemişlerdir. Lomber eğrilikler için apikal vertebra rotasyonunun derecesi, Cobb açısı, eğriliğin yönelimi ve 5. lomber vertebra ile iliak krestler arası çizginin ilişkisini önemli olarak belirtmişler. Ayrıca 30°'den az eğriliği olan ve iskelet maturasyonu tamamlanmış hastalarda progresyon yönüne gitmediğini gözlemlemişler ⁽⁴⁴⁾.

Lee ve arkadaşları, matüritesini tamamlamış AIS hastalarında eğriliğin ilerlemesi ile ilgili olarak risk faktörlerini belirleyen bir sınıflama yapmıştır. On yaş ya da sonrasında ilk başvurusunu yapan hastaların prognozları ile ilgili olarak yapılan bu sınıflamada başlangıç sırasındaki eğrilik en önemli risk faktörüdür. Eğrilik 25 derecenin üzerinde ise bu grup en riskli gruptur. 25°'nin altında olan eğrilikleri de yaş, boy ve menarş gibi kriterler göz önüne alarak üç alt grupta toplamışlardır⁽¹⁵⁾.

Yaş için eşik değer 11 boy için de 154 cm olarak belirlenmiştir. Bu konuyla ilgili sınıflama tabloda özetlenmiştir (Tablo-4). *Lee* ve arkadaşları, yüksek risk grubunda olan hastaların daha sıkı takip edilmesini önerirken düşük risk grubunda olanların daha uzun aralıklarla takip edilebileceğini önermiştir. Daha önce de risk faktörleri belirlenmiş ancak bunlarla ilgili sınıflama yapılmamıştır. Yapılan bir çalışmada risk grubu sınıflandırılmıştır⁽⁴⁰⁾. Otuz derecenin altındaki eğriliklerin ilerleme olasılıkları az olmakla beraber 30 derece üzerindeki eğrilikler puberte ile birlikte hızlı şekilde ilerleyebilir. Hatta bu eğrilikler matürite tamamlandıktan sonra da ilerleyebilir⁽⁴⁴⁾. 'Klinik olarak anlamlı' tanımı tam olarak bilinmese de 5 dereceden fazla artış ya da 30 dereceden fazla eğrilik kast edilmektedir⁽⁸⁾.

Tablo-4. *Lee* ve arkadaşlarının immatür hastalarda eğriliğin ilerlemesi ile ilgili yaptıkları sınıflaması

Grup	Kriter	İlerlemede tehlike oranı
Grup I	Eğrilik <18.4°	1
Grup II	Eğrilik 18.4-22.6° ve yaş >11.3 yada Eğrilik 22.6-25.8° ca postmenarş (Menarşla ilişkisiz ise >153.9 cm)	1.67
Grup III	Eğrilik 18.4-22.6° ve yaş <11.3 yada Eğrilik 22.6-25.8° ca postmenarş (Menarş ilişkisiz ise <153.9 cm)	5.64
Grup IV	Eğrilik >25.8°	8.80

EĞRİLİĞİN DERECESESİ VE YERİ

Özellikle tanı alma zamanındaki eğrilik derecesi prognoz açısından en önemli parametredir. Eğrilik derecesi arttıkça progresyon artmaktadır. Bununla beraber eğriliğin tipi ve lokalizasyonu da progresyonda etkilidir. Yapılan çalışmalarda genel olarak 30°'nin altındaki eğrilikler yılda yaklaşık olarak 1° artmaktadır. Ancak 80-90°'nin üzerinde eğriliği olan hastalarda da beklenen hızda bir ilerleme görülmemektedir. Bunun nedeni tam olarak açıklanamasa da spontan füzyonun, dejeneratif değişikliklerin stabiliteyi sağladığı düşünülmektedir ^(8,10).

Torakal Eğrilikler; *Weinstein* ve arkadaşları 10 yıllık takip ettikleri torakal eğriliklerde (50-80 derece arası) ortalama 11.3°'lik bir artış olduğunu bildirmiştir ⁽⁴⁵⁾. Başka bir çalışmada da ortalama 40 yıl takip edilen torakal eğriliklerde en az 30°'lik bir artış olduğunu bildirmişlerdir ⁽⁴⁴⁾. Başka bir çalışmada ise torakal eğriliği 40-49 derece arasında olan hastaların yıllık 0.4°, 50°-59° olan hastalarda ise yıllık 0.56°'lik artış olduğu bildirilmiştir ⁽¹⁾.

Torakolomber Eğrilikler; 40 yıl boyunca torakolomber bölgede ortalama 56 derecelik eğriliği olan hastaların ortalama 19.6°'lik artış olduğunu bildirmiştir ⁽⁴⁴⁾. *Ascani* ve arkadaşları takip ettiği 40°'den düşük ve 40°'den fazla eğriliği olan hastaların sırasıyla yıllık 0.29°'lik ve 0.55°'lik artış gösterdiğini bildirmiştir ⁽¹⁾.

Lomber Eğrilikler; *Weinstein* ve arkadaşları yaklaşık 30 yıl boyunca takip ettikleri 30°'nin üzerindeki eğriliği olan hastaların ortalama 16.2°, 50°'nin üzerinde eğriliği olan hastaların ise ortalama 20° arttığını bildirmiştir ⁽⁴⁴⁾. *Edgar* ve arkadaşları ise takip ettikleri lomber eğriliklerde anlamlı bir artış görmediklerini bildirmiştir ⁽¹⁰⁾.

Çift Eğrilikler; Çift eğriliği olan hastaların takibinde 45°-55° eğriliği olan torakal eğriliğin 11° arttığı bildirilmiştir ⁽⁴⁴⁾. *Ascani* ve arkadaşları, 40°-49° arasında eğriliği olan hastaların ortalama yıllık 0.5° arttığını bildirmiştir ⁽¹⁾.

ADÖLESAN İDİOPATİK SKOLYOZ VE DOĞAL SEYİR

Doğal seyir-Ağrı

Ağrı AIS'te sık karşılaşılan semptomlardan biri değildir. Normal populasyon ile benzer oranda bel ve sırt ağrıları yaşamaktadırlar⁽⁸⁾. Ancak lomber translasyonu olanlarda ağrıda artış ifade edilmektedir. Bazı otörler ise sadece iş gücü kaybına neden olacak kadar ağrı olmadığını ancak orta ve hafif düzeyde ağrı yaşayabileceklerini ifade etmektedirler⁽⁴⁶⁾. Radiküler ağrı genellikle başvuru sebebi değildir. Nörolojik defisitler genellikle çok seyrekir.

Doğal seyir-Solunum Sistemi

AİS'in solunum fonksiyonu üzerine etkisi çok uzun süredir bilinmektedir. Özellikle 90°-100° kadar varabilen torasik eğrilikler solunum kapasitesini azaltmakta ve oksijenden faydalanım oranı düşürmektedir. Lordoskolyotik omurga göğüs kafesi ön arka çapında azalmaya sebep olmaktadır. Pulmoner disfonksiyonun ana nedeni; pulmoner hipertansiyon ve restriktif akciğer hastalığıdır⁽⁴⁷⁾. AIS erken yaşlarda başladıysa ve eğriliklere giderek artıyorsa alveolar gelişimi etkilemekte ve total akciğer kapasitesini azaltmaktadır⁽²²⁾. Bazı yayınlarda periferik havayollarında kapanma olduğu da gösterilmiştir⁽²⁾. *Kosutik* ve arkadaşları ise 200 hastalık serilerinde de 100° üzerinde eğriliği olanlardaki AC fonksiyonundaki azalmanın idiyopatik olmadığını konjenital yatkınlığı olduğunu belirtmiştir⁽¹³⁾.

Doğal seyir-Kardiyovasküler Sistem

AİS'te ileri derecede eğriliği olanlarda, göğüs kafesi ön-arka çapı azalmakta ve kardiyak sistemin çalışmasına direnci arttıracığı için ventriküler hipertrofilere neden olmaktadır. Bir çalışmada EKG değişiklikleri incelenerek sağ ventriküler hipertrofisine bakılmış ve 60-89 derece eğriliği olanların %44'ünde, 90 derece ve üstü eğriliği olanların %57'sinde pozitif bulunmuş.

Doğal seyir, Hayat Kalitesi, Psikososyal Boyut

AİS'li hastalarda psikososyal boyut çok değişkindir. Ortaya çıkan hayat kalitesi ve psikososyal durum deformitenin derecesi ile yakın ilişkilidir. *Weinstein* ve arkadaşları yaptığı çalışmada ise hastaların % 21'inde hafif psikolojik sorunlar görölmüş ve genellikle rahat, plaj-banyo kıyafetleri giyme konusunda isteksiz olduklarını bildirmiştir⁽⁴⁵⁾. En sık sorun yaşayan hasta grubunun torakal eğriliği olan kız çocukları olduğu bildirilmiştir. Bu grubun çalışma hayatına daha az girdikleri ve daha düşük evlilik oranlarına sahip oldukları bildirilmiştir⁽¹⁾. İş hayatı konusunda AİS'li hastaların bir çoğunun hemen hemen her meslek grubunda çalıştıkları ve normal popülasyonla karşılaştırıldığında iş gücünde zorlanmadıkları görölmüştür⁽⁴³⁾. Erken yaşta başlayan ve ileri eğrilikleri olan hastaların genel beden postürü ve karşıya bakış da bozulacağından masa başı işler dışında zorlanmaktadırlar.

Adölesan İdiopatik Skolyoz-Genetik

Genetik nedenlere bağlı olarak idiopatik skolyozun gidişini hakkında birçok çalışma yapılmıştır. *Grauers* ve arkadaşları yaptıkları 1463 hastayı kapsayan bir çalışmada aile hikâyesi olan hastaların eğriliklerinin daha fazla olduğunu bildirmiştir⁽¹¹⁾. Genetik geçişi destekleyen en güzel örneklerden birisi ikiz çalışmalarında tek yumurta ikizlerinde çift yumurta ikizlerine göre skolyoz oluşumu ve eğriliğin ilerleyici olası bakımından daha fazla risk olduğunun belirlenmiş olmasıdır⁽⁴⁸⁾. Poligenik dominant geçiş AİS'in prognozunu, progresyonun gidişatını ve hastalığın insidansı belirler. Genetik test ile hastaların tedavisi ve prognozunda bireysel değerlendirme mümkün olabileceği öne sürölmüştür⁽³⁰⁾. Özellikle melatonin sentezinde rol alan aralkilamin N-asetil transferaz (AANAT), G protein-kaplı reseptör 50 (GPR50), asetilserotonin O-metiltransferaz (ASMT), hidroksiindol o-metil transferaz (HIOMT) protein kinaz C delta (PKCD) ilişkisi olmadığı bildirilmiştir^(25,37,41).

RS4753426 promotor single nükleotid polimorfizmi (SNP) ile eğriliğin ilerlemesi arasında ilişki olduğu tespit edilmiş ancak aynı birliktelik diğer çalışmalarda kanıtlanamamıştır⁽³³⁾. Çin'de yapılan başka bir çalışmada TPH1 promotor polimorfizmi (rs10488682 T/A) ile IS

predispozisyonu ile ilişkisi olduğu ancak diğer milletlerde böyle bir ilişkinin olmadığı bildirilmiştir ⁽²⁵⁾. Bulgar populasyonunda yapılan bir çalışmada MTNR1B (rs4753426) IS ile eğriliğin ilerlemesi arasında ilişki olmadığı bildirilmiştir ⁽²⁶⁾. Aynı grubun polymorphism TPH1 (rs10488682) ile eğriliğin ilerlemesi arasında da bir ilişki olmadığı bildirilmiştir ⁽⁴⁹⁾. *Nikolova* ve arkadaşları IL 6 promotor polimorfizmi ile ilerlemesi arasında sıkı bir bağ olduğunu bildirmiştir ⁽²⁷⁾.

2000'li yıllardan sonra ilerletilen çalışmalar sonrasında da skolyoskor DNA testi bildirilmiştir. Skolyozun progresyonunda ilk onaylanmış klinik ve yüksek doğruluk veren genetik test olduğu iddia edilmiştir. Test için 9-13 arası çocuklar için uygundur. Tükürükten bakılan örnekle yapılan skolyoskorda 53 (28 ilerleme, 25 koruma yönünden gen) genetik marker ile bakılmaktadır. Bu sayede hastaya bir skor verilmekte ve bu skora göre hastanın progresyon riski bulunup, tedavisinin belirlenebileceği belirtilmiş ancak son dönemde yapılan çalışmalarda ise skolyoskor ve genetik analizlerde de çok anlamlı ilişkiler bulunmadığı rapor edilmiştir.

Roye ve arkadaşları skolyoskorun etkinliği ile ilgili yaptıkları çalışmada 1. grupta 40°'nin üstünde Cobb açısı olan ve cerrahi füzyon yapılan hastalar, 2. grupta ise iskelet maturasyonunu tamamlamış ve 40°'nin altındaki hastalar incelenmiştir. Skolyoskor açısından progresyon grubuyla non-progrese grup arasında anlamlı bir fark olmadığı bildirilmiştir. Bunun dışında eğrilik progresyonu açısından yüksek risk skorlu hastalar ile düşük risk skorlu hastalar arasında da anlamlı fark bulunmamıştır. Progrese olanların ortalama skolyoskoru ile progresse olmayanların ortalama skolyoskorunun hemen hemen aynı olduğu da görülmüştür ⁽³⁶⁾. *Ogura ve* arkadaşları çalışmasında 53 Genetik marker (single nükleotid polimorfizm) bakılarak karşılaştırma yapılmış, 600 progresif, 1114 nonprogresif hastadan risk alelleri açısından anlamlı fark bulunmamış. Genlerin hiçbirisinde progresyonu tetiklediği yönünde bulguya rastlanmamış ⁽³¹⁾.

Genetik alanında daha birçok çalışmanın yapılması AIS'in doğal seyri ve progresyonunu aydınlatmak açısından gereklidir.

KAYNAKLAR

- 1- Ascani E, Bartolozzi P, Logroscino C, Marchetti PG, Ponte A, Savini R, Travaglini F, Binazzi R, Di Silvestre M. Natural history of untreated idiopathic scoliosis after skeletal maturity. *Spine* 1986; 1(1): 784-789.
- 2- Bjure J, Grimby G, Kasalicky J, Lindh M, Nachemson A. Respiratory impairment and airway closure in patients with untreated idiopathic scoliosis. *Thorax* 1970; 25: 451-456.
- 3- Brooks HL, Azen SP, Gerberg E, Chan L. Scoliosis: A prospective epidemiological study. *J Bone Joint Surg* 1975; 57-A: 968-972.
- 4- Bunnell WP. An objective criterion for scoliosis screening. *J Bone Joint Surg* 1984; 66-A: 1381-1387.
- 5- Bunnell WP. The natural history of idiopathic scoliosis before skeletal maturity. *Spine* 1986; 11: 773-776.
- 6- Chazono M, Tanaka T, Marumo K, Muratoğlu OK. Significance of peak height velocity as a predictive factor for curve progression in patients with idiopathic scoliosis. *Scoliosis* 2015; 10(Suppl 2): S5.
- 7- Clarisse PH. Pronostic évolutif des scolioses idiopathiques mineures de 10 degrés a 29 degrés en période de croissance. 1974. Thesis, University Claude-Bernard, Lyon.
- 8- Collis DK, Ponseti IV. Long-term follow-up of patients with idiopathic scoliosis not treated surgically. *J Bone Joint Surg* 1969; 51-A: 425-445.
- 9- Côté P, Kreitz BG, Cassidy JD, Dzus AK, Martel J. A study of the diagnostic accuracy and reliability of the scoliometer and Adam's forward bend test. *Spine* 1998; 23(7): 796-802.
- 10- Edgar MA. The natural history of unfused scoliosis. *Orthopedics* 1987; 10(6): 931-939.
- 11- Grauers A, Danielsson A, Karlsson M, Ohlin A, Gerdhem P. Family history and its association to curve size and treatment in 1,463 patients with idiopathic scoliosis. *Eur Spine J* 2013; 22(11): 2421-2426.
- 12- Hardesty CK, Aronson J, Aronson EA. Interobserver variability using a commercially available system of archived digital radiography with integrated computer-assisted measurements for scoliosis Cobb angles. *Spine* 2013; 33(2): 163-169.
- 13- Kostuik JP. Decision making in adult scoliosis. *Spine* 1979; 4: 521-525.
- 14- Kotwicki T, Chowanska J, Kinel E. Optimal management of idiopathic scoliosis in adolescence. *Adolesc Health Med Ther* 2013; 4: 59-73.
- 15- Lee CF, Fong DY, Cheung KM, Cheng JC, Ng BK, Lam TP, Yip PS, Luk KD. A new risk classification rule for curve progression in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine J* 2012; 12(11): 989-995.

- 16- Lonstein JE, Bjorklund S, Wanninger MH, Nelson RP. Voluntary school screening for scoliosis in Minnesota. *J Bone Joint Surg* 1982; 64-A: 481-488.
- 17- Lonstein JE, Carlson JM. The prediction of curve progression in untreated idiopathic scoliosis during growth. *J Bone Joint Surg* 1984; 66-A(7): 1061-1071.
- 18- Lonstein JE, Winter RB. The Milwaukee brace for the treatment of adolescent idiopathic scoliosis. A review of one thousand and twenty patients. *J Bone Joint Surg* 1994;76-A: 1207-1221.
- 19- Lonstein JE. Patient Evaluation. In: Winter RB, Bredford DS, Lonstein JE, Ogilvie JW (Eds). *Moe's Textbook of Scoliosis and Other Spinal Deformities*. 3rd edn. WB Saunders Company, Philadelphia 1995; pp: 45-85.
- 20- Mehta MH. The rib-vertebra angle in the early diagnosis between resolving and progressive infantile scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1972; 54-B: 230-243.
- 21- Modi HN, Suh SW, Song HR, Yang JH, Ting C, Hazra S. Drooping of apical convex rib-vertebral angle in adolescent idiopathic scoliosis of more than 40 degrees: a prognostic factor for progression. *J Spinal Disord Tech* 2009; 22: 367-371.
- 22- Muirhead A, Corner A. The assessment of lung function in children with scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1985; 67: 699-702.
- 23- Nachemson A. A long term follow-up study of non treated scoliosis. *Acta Orthop Scand* 1968; 39: 466-476.
- 24- Negrini S, Aulisa AG, Aulisa L, Circo AB, de Mauroy JC, Durmala J, Grivas TB, Knott P, Kotwicki T, Maruyama T. 2011 SOSORT guidelines: Orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth. *Scoliosis* 2012; 7: 3.
- 25- Nelson LM, Ward K, Ogilvie JW. Genetic variants in melatonin synthesis and signaling pathway are not associated with adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2011; 36(1): 37-40.
- 26- Nikolova ST, Yablanski V, Vlaev E. Association study between idiopathic scoliosis and MTNR1B and CHD7 gene polymorphisms in Bulgarian patients. *Sci Tech Med* 2015; 5(1): 81-86.
- 27- Nikolova ST, Yablanski VT, Vlaev EN, Savov A, Kremensky I. Association Between IL-6 and MMP3 Common Genetic Polymorphisms and Idiopathic Scoliosis in Bulgarian Patients: A Case-control Study. *Spine* 2016; 41(9): 785-791.
- 28- Nilsson J, Lundgren K. Long-term prognosis in idiopathic scoliosis. *Acta Orthop Scand* 1968; 39: 456-466
- 29- Oda M, Rauth S, Gregory P, Silverman FN, Bleck EE. The significance of roentgenographic measurement in scoliosis. *J Pediatr Orthop* 1982; 2: 378-382.

- 30- Ogilvie J. Adolescent idiopathic scoliosis and genetic testing. *Curr Op Ped* 2010; 22(1): 67-70.
- 31- Ogura Y, Takahashi Y, Kou I. A replication study for association of 53 single nucleotide polymorphisms in a scoliosis prognostic test with progression of adolescent idiopathic scoliosis in Japanese. *Spine* 2013; 38(16): 1375-1379.
- 32- Parent S, Newton PO, Wenger DR. Adolescent idiopathic scoliosis: etiology, anatomy, natural history, and bracing. *Instruct Course Lect* 2004; 54: 529-536.
- 33- Qiu Y, Mao SH, Qian BP. A promoter polymorphism of neurotrophin 3 gene is associated with curve severity and bracing effectiveness in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2012; 37: 127-133.
- 34- Rinsky LA, James GG. Adolescent idiopathic scoliosis. *West J Med* 1988; 148(2): 182.
- 35- Rogala EJ, Drummond DS, Gurr J. Scoliosis incidence and natural history: a prospective epidemiological study. *J Bone Joint Surg* 1978; 60-A: 173-176.
- 36- Roye BD, Wright, ML, Matsumoto H, Yorgova P, McCalla D, Hyman JE, Roye DP, Shah SA, Vitale MG. An independent evaluation of the validity of a DNA-based prognostic test for adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 2015; 97-A(24): 1994-1998.
- 37- Shyy W, Wang K, Gurnett CA, Dobbs MB, Miller NH, Wise C, Sheffield VC, Morcuende JA. Evaluation of GPR50, hMel-1B, and ROR- α melatonin-related receptors and the etiology of adolescent idiopathic scoliosis. *J Ped Orthop* 2010; 30(6): 539-543.
- 38- Sitoula P, Verma K, Holmes L Jr, Gabos PG, Sanders JO, Yorgova P, Neiss G, Rogers K, Shah SA. Prediction of Curve Progression in Idiopathic Scoliosis: Validation of the Sanders Skeletal Maturity Staging System. *Spine* 2015; 40(13):1006-1013.
- 39- Soucacos PN, Zacharis K, Gelalis J, Soultanis K, Kalos N, Beris A, Xenakis T, Johnson EO. Assessment of curve progression in idiopathic scoliosis. *Eur Spine J* 1998; 7: 270-277.
- 40- Tan KJ, Moe MM, Vaithinathan R, Wong HK. Curve progression in idiopathic scoliosis: follow-up study to skeletal maturity. *Spine* 2009; (34): 697-700.
- 41- Wang H, Wu Z, Zhuang Q, Fei Q, Zhang J, Liu Y, Wang Y, Ding Y, Qiu G. Association study of tryptophan hydroxylase 1 and arylalkylamine n-acetyltransferase polymorphisms with adolescent idiopathic scoliosis in han chinese. *Spine* 2008; 33(20): 2199-2203.
- 42- Weinstein SL, Dolan LA, Cheng JC, Danielsson A, Morcuende JA. Adolescent idiopathic scoliosis. *Lancet* 2008; 371: 1527-1537.

- 43- Weinstein SL, Dolan LA, Spratt KF, Peterson KK, Spoonamore MJ, Ponseti IV. Health and function of patients with untreated idiopathic scoliosis: A 50 year natural history study. *JAMA* 2003; 289: 559-567.
- 44- Weinstein SL, Ponseti IV. Curve progression in idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1983;65-A: 447-455.
- 45- Weinstein SL, Zavala DC, Ponseti IV. Idiopathic scoliosis. Long term follow up and prognosis in untreated patients. *J Bone Joint Surg* 1981; 63-A: 702-712.
- 46- Weinstein SL. Adolescent idiopathic scoliosis: prevalence and natural history. *Instruct Course Lect* 1988; 38: 115-128.
- 47- Winter RB, Lovell WW, Moe JJ. Excessive thoracic lordosis and loss of pulmonary function in patients with idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1975; 57-A: 972-977.
- 48- Wise CA, Barnes R, Gillum J, Herring JA, Bowcock AM, Lovett M. Localization of susceptibility to familial idiopathic scoliosis. *Spine* 2000; 25: 2372– 2380.
- 49- Yablanski V1, Nikolova S2, Vlaev E1. Association Study between Promoter Polymorphism of TPH1 and Progression of Idiopathic Scoliosis. *J Biomark* 2016; 2016: 5318239.

8. Adölesan İdyopatik Skolyozda (AIS) Kırmızı Bayraklar

Yetkin SÖYÜNCÜ

GİRİŞ

Skolyoz olgularının yaklaşık % 90' nı çocukluk veya adölesan dönemde ortaya çıkan idyopatik olgulardır. İdyopatik skolyoz denilebilmesi için öncelikle skolyoza sebep olabilecek diğer olası nedenlerin ekarte edilmesi gerekmektedir. Bu nedenle idyopatik skolyoz tanısı anamnez, fizik muayene ve görüntüleme yöntemleriyle skolyoza neden olabilecek belirgin bir sebep saptanamadığı zaman konulmalıdır.

Skolyoz muayenesi hastanın bütün sırtı, omuzları ve her iki iliak kanatları görülecek şekilde, hastanın kendisini rahat hissedeceği uygun örtünmeyle yapılmalıdır. Muayenede eşlik eden komorbiditeler, motormental kapasite değerlendirilmelidir. İnspeksiyonda cilt lezyonlarının varlığı ve sayısı, kıllanma artışı, hemanjiomlar, telenjektaziler, lumbosakral gamze, cafe au-lait lekeleri, eklem laksitesi ve marfonoid görünüm, mavi sklere gibi bazı hastalıklara özgü bulgular, asimetrik iliak kanat ve omuz

yükseklikleri, ekstremite boy farkı, araknodaktili, geçirilmiş operasyon ve yanık skarları, göğüs duvarı ve gövde asimetrileri, hump görünümü, sagittal planda artmış lomber lordoz veya hipokifozite gibi postür bozukluklarına ve pes kavus ve pes planus gibi ayak ark bozukluklarına bakmak gereklidir (Şekil-1).



Şekil-1. Kısa segment içeren atipik eğrilikler. **a)** 12 yaşında erkek hasta sırtta şekil bozukluğu yakınması nedeniyle değerlendirildi. Fizik muayenede torakolomber sağ skolyoz eğrisi ile birlikte vücutta yaygın cafe-au-lait lekeleri ve lomber bölgede geçirilmiş nörofibrom eksizyonuna ait skar izi saptandı. **b)** Direkt grafide distrofik tipte ve 6 segmentten daha az omurga segmentini içeren, torakolomber bölgeye lokalize, keskin açılı skolyoz görülüyor. Apikal vertebrada ciddi rotasyon ile birlikte pediküllerde defekt, transvers çıkıntılarda spindling ve “rib pencil” görünümü diğer ayırt edici özellikler olup nörofibromatozis tip 1 için tipik görüntülerdi. **c)** ve **d)** Eğrilik, posterior girişim ile pedikül vidaları ve çengel sistemleri kullanılarak (hibrid sistem) düzeltildi posterior ve lateralden otogreft ile artrodez uygulandı.

Daha sonrasında servikalden başlanarak tüm spinöz çıkıntılar palpe edilmeli, hassasiyet ve defekt aranmalıdır. Ardından spinal eğriliğin en iyi değerlendirme testi olan, Adam's öne eğilme testi yapılır. Bu testte amaç vertebraların rotasyon yön ve derecesini daha iyi anlamaktır. Hasta uygun pozisyonda öne eğildiğinde torokal bölgede yükseklik ve lomber bölgede paraspinal dolgunluk izlenir. Bu istenirse skolyometre ile ölçülerek dökümente edilebilir. Günümüzde artık akıllı telefonlarla da bu ölçümler kolaylıkla yapılabilmektedir ⁽⁵⁰⁾.

Çoğu yazar, idyopatik skolyoz tanısı konulmadan önce nörolojik sebeplerin dikkatlice araştırılması gerektiğini vurgular ^(1,3,6,7). İdyopatik skolyozlarda ortaya konulmuş spinal kord ve beyin anomalilerinin oranı literatürde % 4-54 arasında değişmektedir ^(1,6). Bu nedenle fizik muayene, ayrıntılı bir nörolojik muayene ile tamamlanmalıdır. Görüntüleme yöntemleri de muayenenin olmazsa olmazlarındandır. Fizik muayenenin ardından şüphelenilen hastalarda yapılan görüntülemelerle de konjenital anomaliler, tümör, enfeksiyon gibi diğer olası sebepler dışlandıktan sonra idyopatik skolyoz tanısına varılabilmektedir.

AIS değerlendirilmesinde ayakta iliak kanatları görecekte tüm omurgayı içeren PA grafi çektilmesi yeterlidir ^(23,53,60). Ancak bazı yazarlar ilk değerlendirme sırasında yan grafinin de çektilmesini önerirler ^(8,44,59). Lateral grafi, atipik eğriliklere işaret etmesi ve artmış nöral aks anomalileriyle birlikte olması sebebiyle torakal omurganın apikal segmental lordozunun olmadığını göstermek için gereklidir ⁽¹¹⁾.

MRG (Magnetik Rezonans Görüntüleme) incelemesi, AIS hastalarında rutin olarak istenmesi gereken bir tetkik değildir ancak MRG'nın pratik uygulamaya girmesi ile birlikte siringomiyeli, Chiari malformasyonu gibi nöral aks anomalilerine idyopatik skolyoz olgularında sık olarak rastlanmaktadır. Beyin, beyin sapı veya spinal kord patolojileri olan pek çok hastada skolyoz görülebilir ^(13,39) ve skolyoz nedeniyle tedavi amaçlı hastanelere başvuran hastaların bir kısmında semptom vermeyen nöral aks anormallikleri olabilir ^(15,16, 34). Charry ve arkadaşları siringomyeliye bağlı skolyoz gelişen 15 hastada (%60) nörolojik bulguların normal olduğunu rapor etmişlerdir ⁽⁹⁾. Park ve arkadaşları Chiari malformasyonu olan 38 çocukta (% 56) herhangi bir

nörolojik defisit saptamamışlardır ⁽⁴⁷⁾. Diğer taraftan Porter ve arkadaşları idyopatik skolyozlu hastalarda serebellar tonsillerin ortalama pozisyonunun foramen magnumun yaklaşık 4 mm altında olduğunu rapor ettiler. İdyopatik skolyozlu hastaların % 50'sinde serebellar tonsiller foramen magnumun aşağısında izlenmiştir ⁽⁴⁹⁾. Furuya ve arkadaşları semptomatik olan tonsiller ektopia vakalarını yayınlamıştır: bununla birlikte ileri derecede tonsiller herniasyon olgularının bile klinik öneminin olmayabileceği görülmüştür ⁽²⁰⁾. Ameliyat öncesi MRG'de görülen ve nörolojik defisit yaratmayan siringomiyeli ve Chiari malformasyonlarının klinik önemi tam olarak anlaşılamamıştır.

Benli ve arkadaşları, klinik ve radyolojik olarak idyopatik skolyoz tanısı almış King-Moe tip III fleksibil torakal eğriliğe sahip hastaları MRG ile incelemişler ve 84 hastanın 6'sında (% 7.1) nöral aks anomalileri saptamışlardır (6 olguda siringomiyeli, 1 olguda diastamatomiyeli). Çalışmaya alınan hastaların 51'inde (% 60.7) spinal kord çapının nispeten azaldığı ve epidural mesafenin genişlediği rapor edilmiştir ⁽⁴⁾. Benli ve arkadaşları bir diğer çalışmada, Lenke tip 1 eğriliği olan 104 hastanın 7'sinde MRG'de nöral aks anomalileri saptamış olup bu hastaların 6'sında eğriliğin erken dönemde başladığını ve eşlik eden bel ağrısının mevcut olduğu rapor etmişlerdir. Tip 1C eğriliklerde ve bel ağrısı olan hastalarda MRG bulgularının sıklığı %45 idi. Frontal plan deformitelerinin ciddiyeti ve sagittal plan değerlerinin MRG sonuçları ile ilişki göstermediği görülmüştür. Erken başlangıçlı ve bel ağrısının eşlik ettiği Lenke tip 1 eğriliklerde MRG görüntülemesinin uygun olacağı sonucuna varmışlardır ⁽⁵⁾.

İdyopatik skolyoz tanısı düşünülen hastalarda MRG çekirme endikasyonları şu şekilde sıralanabilir ⁽⁶¹⁾:

- 1) 10 yaşından önce ortaya çıkan eğrilikler
- 2) Nörolojik durumun bozulması
- 3) Eğride hızlı ilerleme
- 4) Ayak deformitesi
- 5) Baş, boyun ve sırt ağrısı varlığı

A. Radyolojik özellikler

a. Sıklıkla nöropati ile birlikte olan eğri tipleri

- 1) Sol torakal eğrilik,
- 2) Çift torakal eğrilik,
- 3) Triple major eğrilik,
- 4) Kısa segment eğrilik,
- 5) Uzun sağa torakal eğrilik,
- 6) İskelet matüritesi sonrası görülen büyük eğrilikler.

b. Spinal kanalda genişleme, pedikülde incelleme, nöral foramende genişleme ya da kemik dışı diğer sebepleri düşündürülen nedenler.

Morcuende ve arkadaşları ise MRG endikasyonlarını şöyle tanımlamışlardır ⁽⁴⁰⁾:

- 1) 10 yaşından önce başlayan eğrilikler,
- 2) Sola tek torakal eğrilik, çift major eğrilikte daha yapısal olan komponenti sol torakal eğriliğin oluşturduğu eğrilikler, 10 ve daha fazla omurgayı içeren eğrilikler, tedavi sırasında şekli değişen eğrilikler, dekompanse eğrilikler (plumb line'den 3 cm den daha fazla laterale deviye eğrilikler, triple torakal eğrilikler, redükte olmayan lordoz,
- 3) İskelet immatüritesine rağmen ciddi eğrilikler, (kız hastalarda premenarş veya Risser evre 0-1 olan hastalarda Cobb açısı 45° den büyük eğriler),
- 4) Eğride hızlı ilerleme (ayda 1°den fazla ilerleme),
- 5) Eşlik eden klinik bulgu veya semptomlarla birlikte anormal nörolojik değişikliklerin varlığı,
- 6) Kronik ve fonksiyonları bozacak şekilde bel veya baş ağrısı, ya da uykuyu bozan ve geceleri ortaya çıkan sırt ve baş ağrıları

Schwend ve arkadaşları nedeni açıklanamayan ciddi baş ağrısı, hiperekstansiyonla birlikte boyun ağrısı ve sertliği hikayesi olan hastalar ile ataksi, ayaklarda kavus görünümü, fokal nörolojik bulgular ve ağrı, ısı, hafif dokunma ve pozisyon duyularında bozulma bulguları olan hastalarda MRG endikasyonu olduğunu rapor etmişlerdir ⁽⁵⁶⁾.

Davids ve arkadaşları idyopatik skolyozda MRG endikasyonlarını şu şekilde sıralamışlardır ⁽¹¹⁾:

- 1) Ağrı varlığı (baş, sırt, baş ağrısı, radiküler ağrı)
- 2) Nörolojik bulguların varlığı (klonus, anormal karın cildi refleksi, asimetrik derin tendon refleksleri, parestezi, rektal tonusta azalma, ayaklarda kavus deformitesi, cilt lezyonları)
- 3) Atipik eğri şekilleri (sol torakal, kısa segment, vertebral rotasyon azlığı, torakal apikal segmental lordoz yokluğu, hızlı ilerleme, torakal kifoz açısının 30° 'den fazla olması),
- 4) Erken başlangıçlı skolyoz
- 5) Erkek hastalar
- 6) Eşlik eden organ anomalilerinin varlığı.

AIS'da görülen, MRG ve diğer inceleme yöntemlerine başvurmayı gerektiren bazı özellikler kırmızı bayrak denilebilecek durumları oluşturur ve bu atipik AIS olguları daha ileri araştırma gerektirir. AIS'da atipik ve kırmızı bayrakları oluşturabilecek durumların bilinmesi tanı, tedavi, prognoz ve karşılaşılabilecek komplikasyonlardan kaçınmak için yol gösterici olacaktır.

AIS'da ATİPİK EĞRİLER VE KIRMIZI BAYRAKLAR

- 1) Atipik eğri şekilleri (Sol torakal eğrilik ile servikal- yüksek torakal çift eğrilikler atipik eğriliklerdir) ^(1,3,17,29,43,56,58),
- 2) Ağrının ve özellikle de gece ağrısının eşlik ettiği eğrilikler,
- 3) Nörolojik bulguların varlığı (Anormal karın cildi refleksi, duyu kaybı ve DTR kaybı gibi anormal nörolojik bulguların eşlik ettiği skolyoz olguları) ^(21,48),
- 4) Hızlı ilerleyen eğrilikler (1° /ay) ^(2,43,58) ile 4-9 yaş arasında başlayan jüvenil skolyoz olguları ^(16, 17,21,34,48,58) ,
- 5) Vertebral rotasyonun az olması (Şekil-2),



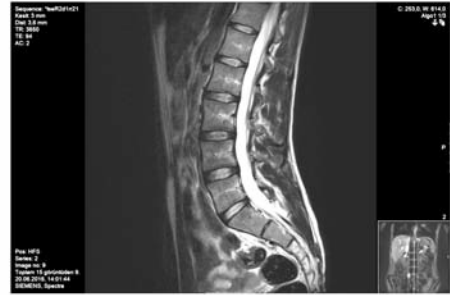
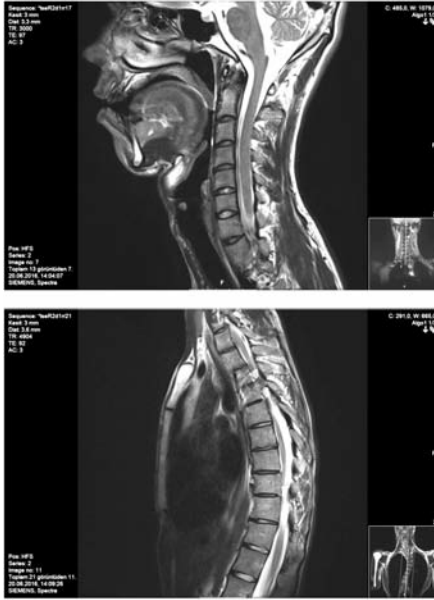
Şekil-2. Yapısal olmayan skolyoz (Alt ekstremitte eşitsizliği ve vertebral rotasyonun az olması). a) ve b) 11 yaşında erkek hasta. Sol alt ekstremitede sağ tarafa göre uzunluk artışı nedeniyle sol taraf için distal femoral ve proksimal tibial geçici epifizyodez ameliyatı yapılmış olan hastanın alt ekstremitte eşitsizliğine bağlı lomber omurgada skolyoz görünümü ve pelvik tilti mevcuttu. Lomber vertebra pediküllerine dikkatli bakıldığında rotasyon olmadığı ve eğriliğin yapısal olmayan bir eğrilik olduğu görülüyor. c) Sağ taraf alt ekstremitte için 1.5 cm ayakkabı yükseltisi verilmesini takiben 1 ay sonra çekilen grafide lomber skolyozun düzeldiği görülüyor.

6) Eğriliğin apeksinde kifoz varlığı (Şekil-3),



Şekil-3. Torakal apikal segmental lordoz kaybı (kifoz varlığı). **a)** ve **b)** 13 yaşında kız çocuğu sırt bölgesinde ağrı ve eğrilik yakınması nedeniyle başvurduğu poliklinikte değerlendirildi. Yapılan muayenede torakal bölgede skolyozla birlikte kifozda da artış olduğu görüldü. Hastanın nörolojik muayenesi normal olarak değerlendirildi. T6-12 arasında skolyoz açısı 40° ve T4-12 arası torakal kifoz açısı 84° olarak ölçüldü. **c)** ve **d)** Koronal ve sagittal planda yapılan MRG görüntülenmesinde T7-8 vertebralar arasında posterolateral yerleşimli hemivertebral izlendi.

- 7) İskelet immatüritesine rağmen ortaya çıkan ciddi eğrilikler ⁽⁵⁸⁾,
- 8) Öne eğilme testi sırasında bir tarafa doğru deviasyon,
- 9) İskelet matüritesini takiben hastada eğriliğin fazla büyümesi (Şekil-4),



Şekil-4. İskelet matürütesini tamamlamayı takiben hastada eğriliğin fazla büyümesi. **a)** 20 yaşında erkek hasta omuz asimetrisi ve boyun ağrısı yakınmaları nedeniyle değerlendirildi. Üst torakal bölge yerleşimli ve sola konveks olan eğriliğin büyüklüğü C7- T5 arası 37° olarak ölçüldü. Boyun ağrılarına yönelik medikal tedavi ve egzersiz önerildi. **b)** ve **c)** Hastanın 8 ay sonra yapılan kontrolünde ağrı yakınmalarının geçtiği ancak eğriliğinin 45°'ye ilerlediği görüldü. Torakal kifoz açısı ise 59° ölçüldü. **d-e)** ve **f)** Hastanın eğriliğinin üst torakal ve sol taraf yerleşimli olması, matürite sonrası kısa sürede hızlı ilerleme göstermesi ve torakal kifozun artmış olması nedeniyle servikal, torakal ve lomber bölgenin MRG ile yapılan incelemesinde tedavi gerektirecek herhangi bir nöroaksiyel patolojiye rastlanılmadı. Skolyoz eğriliğine yönelik cerrahi tedavi yapıldı.

10) Skolyozla birlikte eşlik eden diğer klinik sendromlara ait bulgular (Şekil-5).

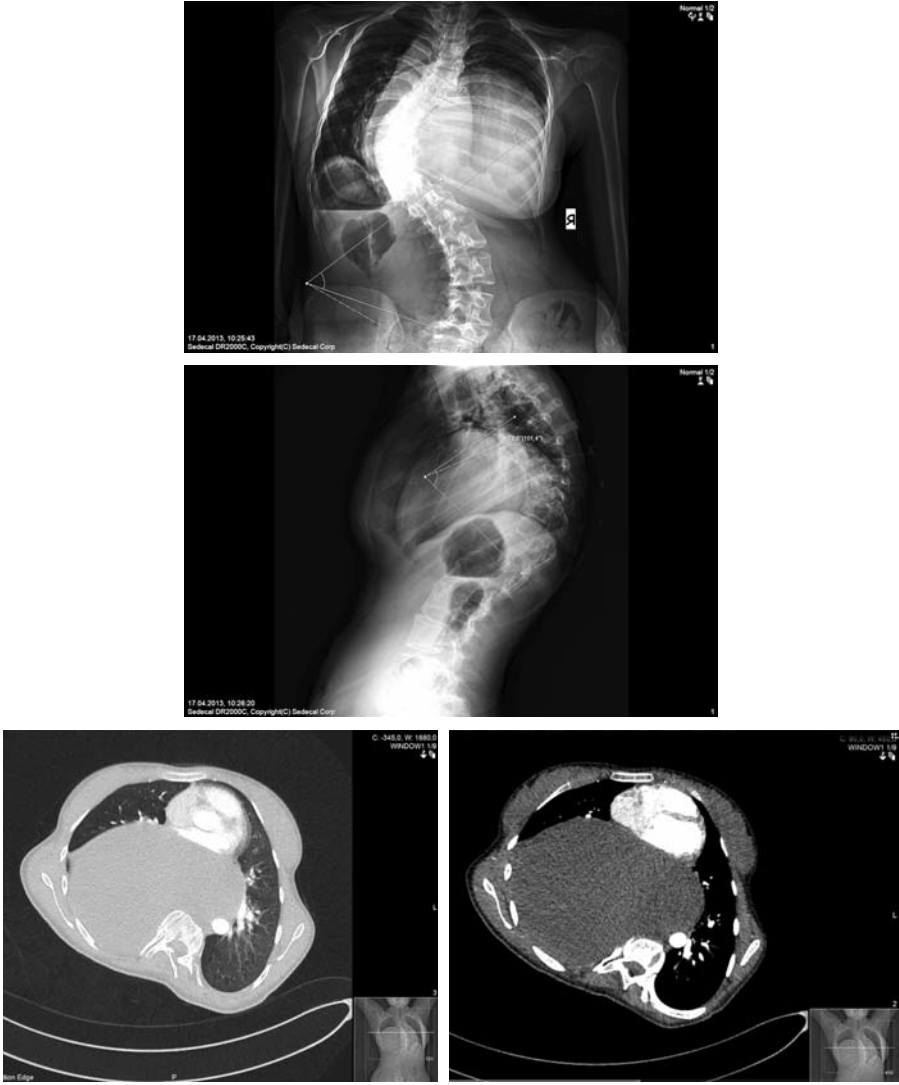


Şekil-5. Skolyozla birlikte diğer klinik sendromlara ait bulguların varlığı. a) ve b) Klinik olarak Marfan sendromu tanısı almış olan 14 yaşında erkek hastanın PA ve yan grafilerinde belirgin torakolomber / lomber skolyoz görünümü ile birlikte pektus karinatum ve torakal lordoz izlenmekte. Ayrıca geçirilmiş kalp kapağı replasman ameliyatına ait metal artefaklar da dikkati çekmekte. Marfan sendromlu çoğu hastada skolyoz eğriliği küçük olmakla birlikte hızlı ilerleme gösteren ve büyük değerlere ulaşan eğriliklerin cerrahi olarak tedavi edilmesi gerekir. Cerrahi tedavi sırasında yüksek oranda komplikasyonla karşılaşılabilceği unutulmamalıdır.

Atipik eğrilik şekilleri

Winter ve Lonstein'in ifade ettiği gibi " pek çok torakal eğriliğin yönü sağ tarafadır, sol torakal eğrilik diğer etyolojik nedenler açısından değerlendirilmelidir" (64). AIS'da torakal eğriliklerin % 90'unu sağ tarafadır bu nedenle sol torakal eğrilikler kırmızı bayrakları oluşturur ve ciddi şekilde araştırılmalıdır (54) (Şekil-6).

Tipik sağ eğri şekli ile karşılaştırıldığında sol torakal eğriliklerde daha yüksek oranda nöral aks anomalilerine rastlanmıştır. Hausmann ve arkadaşları tipik sağ torakal skolyozda % 2 oranında MRG'de anomali saptamışken sol torakal eğriliklerde bu oran % 50'dir (25). Coonrad ve arkadaşları sol torakal eğriliği olan 44 hastanın 9'unda (% 20.4) intraspinal patoloji saptamışken tipik idyopatik eğri şekli olan 1956 hastanın sadece 8'inde (%0.4) intraspinal patoloji görmüşlerdir (10). Inoue ve arkadaşları 250 AIS hastasının % 18'inde ve sol torakal eğriliği olan 14 hastanın %54'ünde nöral aks anomalileri saptadıklarını rapor etmişlerdir (28).



Şekil-6. Adölesan dönemde fark edilen ve hızlı ilerleme gösteren, sol torakal yerleşimli ve torakal kifoz artışı ile birlikte giden eğrilik. **a)** ve **b)** 20 yaşında bayan hasta. Son 2 yıl içinde sırt bölgesinde fark edilen şişlik yakınması ve hızlı ilerleyen şekil bozukluğu nedeniyle poliklinikte değerlendirildi. Fizik muayenede sol torakal eğrilik ve torakal kifozda artış saptanan hastanın nörolojik muayenesi normal olarak değerlendirildi. Direkt grafilerde sağ akciğer havalanmasının azaldığı ve sağ hemitoraksta yer işgal eden kitle görünümü izleniyor. **c)** ve **d)** Toraks BT'de T4 vertebra seviyesinde posterior mediastenden başlayıp yaklaşık T12, L1 seviyesine dek uzanım gösteren en geniş boyutu yaklaşık 17x21 cm ölçülen kalbi anterosüperiora doğru iten her iki pulmoner arteri süperiora doğru iten inferiorda karaciğer sağ böbreği inferiora doğru indente eden, T9-T10 vertebra seviyesinde nöral foramen ve spinal kanal ile devamlılık gösterip bu seviyede kemik yapıyı destrükte eden düzgün sınırlı kitle lezyonu izleniyor. İğne biyopsi örnekleme yapılan hastada schwannian stroma üzerinde matür ganglion hücreleri izlendi. Uygulanan immunohistokimyasal boyalardan S-100 ve NF pozitif. Mevcut bulgularla olgu "Ganglionörom" ile uyumlu geldi.

Coonrad ve arkadaşları idyopatik skolyoz olgularında sol torakal eğriliğin önemini dikkate çekmişlerdir. Sol torakal eğriliği olan 27 hastanın 9'unda (% 33) altta yatan nörolojik bir sebep bulmuşlardır. Bununla beraber anormal nörolojik muayenenin prevalansından bahsedilmemiştir. MRG bulguları pozitif olan bu 9 hastanın 4'ü aslında gerçek idyopatik skolyoz olguları olmayıp myotonik distrofi, Friedreich ataksisi, spinal serebellar dejeneratif hastalık ve hidrosefalinin eşlik ettiği eğriliklerdi ⁽¹⁰⁾.

Winter ve arkadaşları atipik eğriliği olan 9 idyopatik skolyoz hastasını rapor etmişlerdir. Bu 9 hastanın 5 tanesinde eşlik eden nörolojik şikâyetler ve objektif bulgular mevcuttu. Üç hastada anormal MRG bulguları vardı ⁽⁶⁵⁾. Weber, siringomyeli olgularındaki eğrilerin kural olarak uzun ve sola torakal eğriler olduğunu ifade etmiştir ⁽⁶²⁾.

Morcuende ve arkadaşları serilerinde ise sol torakal eğriliği olan 16 hastanın 4'ünde aynı zamanda MRG bulgularını pozitif saptamıştır. MRG bulguları pozitif tüm sol torakal eğriliği olan hastaların aynı zamanda anormal nörolojik bulguları olduğu ve/veya immatüriteye rağmen ciddi eğrilikleri olduğu görülmüştür ⁽⁴⁰⁾.

Schwend ve arkadaşları baş ağrısı ya da fokal nörolojik bulguları olan ve 11 yaşından küçük tüm sol torakal eğriliği olan hastalarda MRG çekilmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Ayrıca, sol torakal idyopatik skolyozlu hastaların görüntüleme çalışmalarında çok daha düşük oranda anormal bulgular saptadıklarını rapor etmişlerdir ⁽⁵⁶⁾.

Goldberg ve arkadaşları sol torakal eğriliklerin genellikle küçük ve benign olduklarını ifade etmişlerdir. Nöropatik bulguların olmadığı hastalarda sol torakal eğriliklerin benign olduğu yorumunu getirmişlerdir. Bununla beraber gizli nörolojik bulguları olan sol torakal eğrilikli hastaların sayısını vermemişlerdir ⁽²²⁾.

Lewonowski ve arkadaşları erken başlangıçlı skolyoz olgularında sol torakal eğrilik ya da diğer atipik eğrilikleri olan hastaların MRG'lerinde bir patoloji saptamamışlardır. Bu çalışmada sol torakal eğrilikler bağımsız şekilde pozitif MRG bulgularıyla birlikte değil ancak nörolojik değişikliklerle kombine ya da immatüriteye rağmen ciddi eğriliği olan olgularda görülmüştür ⁽³⁴⁾.

Spiegel ve arkadaşları, siringomiyeli ve/veya Chiari tip 1 malformasyonlarda eğri tiplerini incelemiş ve sol torakal, çift torakal, üçlü torakal eğrilikler ile end vertebranın T12 altında olduğu uzun sağ torakal eğrilikler, apeks ve/veya end vertebranın yüksek veya alçakta olduğu atipik eğri özelliklerini tanımlamışlardır. Diğer önemli özellikler ise erkek cinsiyet ile torakal omurganın sagittal konturunun normal- hiperkifotik olmasıdır⁽⁵⁷⁾.

Morcuende ve arkadaşları tek başına sol taraf torakal eğriliklerin MRG' de anormallik görüleceği anlamında yorumlanmaması gerektiğini rapor ettiler. Sol taraf torakal eğriliklerle birlikte MRG anormalliklerinin, nörolojik muayenede bir anormallik saptanıyorsa ya da immatür dönemde ciddi eğrilikle karşılaşılıyorsa sık görüldüğü sonucuna varmışlardır⁽⁴⁰⁾. Fujimori ve arkadaşları'nın bulguları da bu yöndedir ve anormal karın cildi refleksinin sadece siringomyelide değil, myojenik skolyoz olgularında da önemli bir gösterge olduğunu rapor etmişlerdir⁽¹⁹⁾.

Jun Qiao ve arkadaşları torakolomber veya lomber idyopatik skolyozlu 446 hastanın 35'inde (% 7.8) nöral aks anomalilerini saptadıklarını rapor ettiler. Erkek hastalarda ve uzun torakolomber eğriliklerde bu anomalilere daha sık rastlandı. Hastalarda ortalama yaş daha küçük, ana eğriliğin Cobb açısı daha büyüktü. Nöral aks anomalisi olan hastalarda torakal kifozun 30°'den fazla olduğu rapor edildi. Torakolomber bileşke hiperkifozunun her iki grupta benzer olduğu, lomber lordoz, koronal ve sagittal denge açısından her iki grup arasında fark olmadığı görüldü⁽⁵¹⁾.

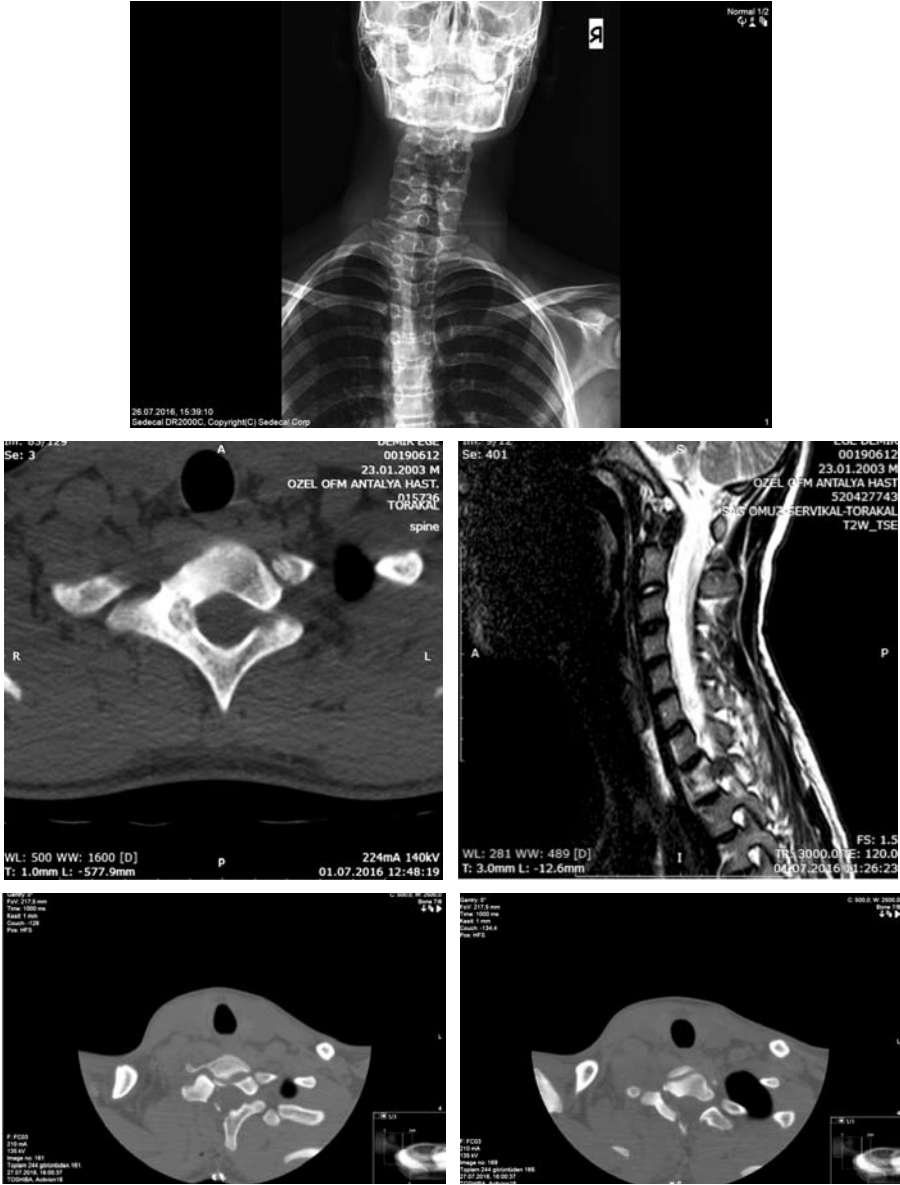
Ağrı

AIS hastalarında ciddi ağrı görülmesi oldukça nadirdir. Kronik ve rahatsızlık verici ağrı ya da gece uykudan uyandıran ağrı ile birlikte görülen skolyoz olgularında omurga veya spinal kord tümörleri saptanabildiği için bu hastalarda ileri inceleme yapmak gerekir. Çocukluk ve adolesan dönemde özellikle ağırlı sol taraf torakal skolyozun eşlik ettiği durumlar ayrıntılı şekilde araştırılmalıdır. Diğer taraftan Weinstein ve arkadaşları serisinde ağrı sebebiyle MRG yaptırılan 13 hastanın hiç birinde patolojik bulguya rastlanılmamış yine Arnold-Chiari tip 1 malformasyon veya siringomiyeli saptanan hastaların hiç birinde baş ya da boyun ağrısı yakınması görülmemiştir. Bu semptomlar pediatrik yaş grubunda daha az görülüyor olabilir⁽⁴⁰⁾.

Ağrının eşlik ettiği idyopatik skolyoz olgularına ait literatürde kapsamlı ve yeterli sayıda yayın mevcut değildir. Ramirez ve ark idyopatik skolyozlu 2442 hastadan oluşan retrospektif çalışmalarında tanı esnasında 560 hastalarında bel ağrısı saptamışlar ve bu hastaları sadece % 9'unda altta yatan bir patoloji tespit edilmiştir. Ağrı nedenleri spondilolizis ya da spondilolistezis, syrinks / hydromyeli, disk hernisi, gergin kord ve intraspinal tümörler olarak rapor edilmiştir ⁽⁵²⁾. Daha küçük sayıdaki olgu serilerinde sık ağrı nedenleri olarak osteoid osteoma ve osteblastoma gösterilmiştir ^(30,37). Osteoid osteoma sıklıkla 25 yaş altında hastalarda ve olguların % 20'sinde omurga yerleşimli ortaya çıkar. Olguların önemli kısmında nidus nöral arkusta yerleşir. Klasik görünümü ağırlı skolyozdur ve kas spazmına bağlı olarak gelişir. Omurganın karmaşık anatomik yapısı sebebiyle direkt grafilerde nidusun saptanması ve lokalizasyonu zor olabilir. Bu durum özellikle nidusun belirgin olmadığı torakal bölge için geçerlidir. Tanıyı doğrulamak ve tedavi öncesi lezyonun lokalizasyonu için Bilgisayarlı Tomografi (BT) tercih edilen görüntüleme yöntemidir. Klasik klinik bulguların olmaması durumunda MRG bir sonraki görüntüleme yöntemi olmalıdır (Şekil-7).

Benli ve arkadaşları bir çalışmada bel ağrısı olan Lenke tip1C eğriliklerde MRG anormalliklerinin daha çok olduğunu rapor etmişlerdir. Lenke tip 1 eğrilikli 104 hastanın 55'i AIS olgusu idi. AIS olgularının hiç birinde anormallik saptanmamışken bel ağrısı olan tip 1C eğriliği olan juvenil skolyoz hastalarının % 45'inde MRG'de patoloji saptamışlardır ⁽⁵⁾.

Ağırlı skolyozun pek çok sebebi olabilir. Ağrı, deformiteye sebep olan ve altta yatan patolojinin göstergesi olduğu için dikkate alınmalıdır.



Şekil-7. Ağrılı skolyoz. a) 13 yaşında erkek hastada 1 yıldır devam eden sağ omuz ve boyun ağrısı, boyun ve sırtta eğrilik, boyun hareketlerinde kısıtlılık yakınmaları mevcuttu. Anamnezden, fizik tedavi ve medikal tedavi uygulamalarıyla ağrılarda azalma ve eğrilikte düzelme olmadığı öğrenildi. Direk grafide servikal ve üst torakal omurgada skolyotik görünüm dışında bir patoloji izlenmedi. Ağrının olması, eğriliğin lokalizasyonu ve şekli atipik bir eğriliği düşündürdüğü için BT ve MRG tetkikleri yapıldı. b) BT’de transvers kesitte T1 vertebranın sağ pedikülüne yerleşmiş ve santral bölgede mineralizasyon içeren nidus ile birlikte bunu çevreleyen skleroz tespit edildi. c) MRG’de T2 ağırlıklı sagittal kesitte T1 vertebra sağ pedikülde lokalize çevre kemik ve yumuşak dokuda ödemin izlendiği kitle görülüyor. Kitle, sağ T1-2 foramenine doğru uzanıyor. d) ve e) Transpediküler yolla kitlenin çıkarılmasını takiben hastanın ağrı yakınmaları geçti. 2. hafta kontrolde omuz ve boyun hareketleri ağrısız ve normal sınırlarda idi. Histopatolojik tanı; osteoid osteoma olarak geldi.

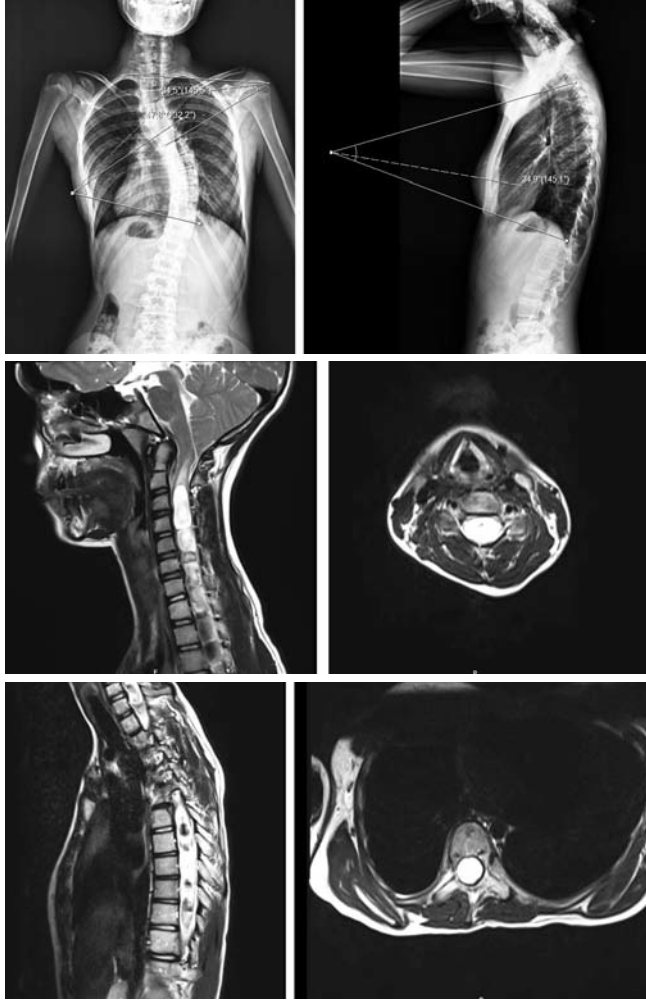
Ağrılı skolyozun olası sebepleri şu şekilde sıralanabilir:

- 1) Omurga tümörleri
 - i. Osteoid osteoma
 - ii. Osteblastoma
 - iii. Anevrizmal kemik kisti
 - iv. Langerhans hücreli histiocytosis
- 2) Intraspinal tümörler
- 3) Enfeksiyon
 - i. Tüberküloz
 - ii. Diskit
 - iii. Osteomyelit
- 4) Scheuermann kifoza
- 5) Disk hastalıkları
 - i. Disk hernisi
 - ii. Schmorl's nodülleri
- 6) Spondilolisis
- 7) Spondilolistesis
- 8) Dejeneratif
 - i. Faset eklem artrit
 - ii. Spinal stenoz
 - iii. Sinir kökü basısı

Ağrıya eşlik eden skolyoz kas spazmına bağlı olarak gelişmiş olabilir ve bu nedenle de yapısal olmayabilir ancak tanıda geç kalınması durumunda vertebral rotasyonla birlikte eğrilik yapısal karakter kazanabilir. Tümör ve enfeksiyonun sebep olduğu tek taraflı pedikül destrüksiyonu da ağrılı ve yapısal skolyoza neden olabilir. Ağrının eşlik ettiği jidiyopatik skolyoz olgularında son derece şüpheli olmak ve altta yatan sebebi ortaya koymak için dikkatli bir radyolojik inceleme yapmak gerekir. İntraspinal lezyonların herhangi bir nörolojik bulgu vermeksizin ağrılı skolyoza sebep olabileceğini unutmamalıdır. Diğer taraftan skolyoz rahatsızlığın kendisi de diskojenik sebepler veya faset dejenerasyonu sonucu ağrıya neden olabilir.

Anormal nörolojik bulgular

Nörolojik semptomları olan hastalarda altta yatan bir spinal anomali olma olasılığı oldukça yüksek olup bu amaçla MRG en uygun görüntüleme yöntemidir (Şekil-8).



Şekil-8. Anormal nörolojik bulguların varlığı. **a)** ve **b)** 11 yaşında kız hasta sağa torakal eğrilik ve ağrı yakınması nedeniyle değerlendirildi. Klinik ve radyolojik görünüm tipik AIS düşündürmekle birlikte hastanın klinik muayenesinde her iki üst ekstremitede kas gücü 4/5 ve karın cildi refleksi asimetrik olarak değerlendirildi. **c)** ve **d)** Hastanın nörolojik muayenesinde anormal bulgular saptanması nedeniyle tüm spinal kord ve beyin sapı MRG ile görüntüledi. Sagittal ve transvers görüntülerde C2 vertebra seviyesinden başlayarak tüm servikal spinal kord boyunca uzanan, en geniş yerinde 18x12 mm ölçülen syrinks kavitesi mevcut olup, kavite komşuluğundaki spinal kordda belirgin incelmeye izleniyor. Serebellar tonsiller foramen magnum hattını yaklaşık 1cm geçmektedir (Chiari-1). **e)** ve **f)** Torakal bölgede tüm torakal seviye boyunca uzanım gösteren, torakal seviyede en geniş yerinde 16x14 mm ölçülen syrinks kavitesi mevcut olup kavite çevresinde spinal kord parankimi belirgin incelmiş olarak izleniyor.

Bununla birlikte MRG' de anomali saptanan hastaların % 20'sinde nörolojik semptom ve bulgu olmayabilir. Gerçekte, skolyoza eşlik eden spinal anomalilerin pek çoğu belirti yaratmaz ya da çok az şikâyete sebep olur. Ancak gergin kord ve diastatomiyeli olguları bunun dışında kalıp sfinkter bozuklukları ve kas zayıflığına sık rastlanmaktadır ^(41,42).

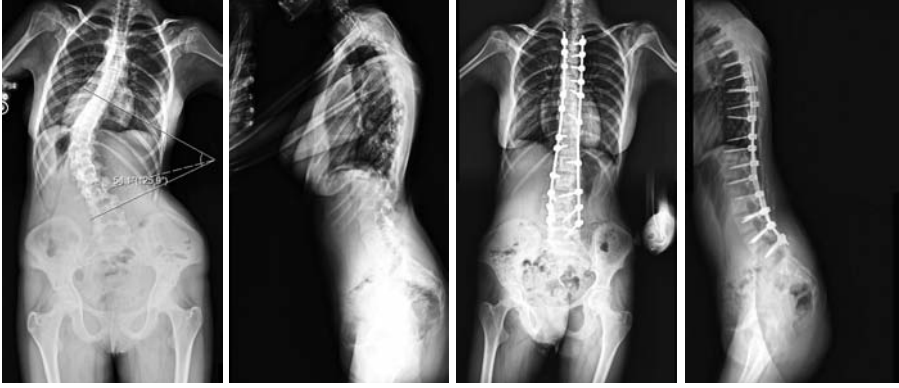
Anormal derin tendon refleksleri (azalmış, artmış, asimetrik), kas atrofisi, minimal duyu kayıpları, ekstremitelerde minimal zayıflık, karın cildi refleksinin olmaması ya da asimetrisi gibi anormal muayene bulguları başlangıçta olabileceği gibi idyopatik skolyozlu çocuklarda aylar ve hatta yıllar sonra bile ortaya çıkabilir (Şekil-9).



Şekil-9. Uzun sağ torakal skolyoz eğrilikleri. **a)** 13 yaşında erkek hasta. 3 yıl önce sağ torakal eğrilik yakınması ile poliklinikte görüldü. Yapılan sistemik ve nörolojik muayenede bir anormallik saptanmadı ve AIS tanısıyla tedavi edildi. **b)** ve **c)** Hasta 2 yıl önce, minör bir travma sonrası sağ ayak bileğinde ağrı olmaksızın şişlik yakınması ile başvurdu. Ayak bilek ekleminde Charcot eklem saptanan hastaya pediatrik nöroloji konsültasyonu sonucu nöropati tanısı konuldu.

Bu sebeple idyopatik skolyoz tanısı konulmuş her hastada takiplerde düzenli nörolojik muayene yapılmalıdır ⁽⁴⁸⁾. Skolyoz yakınması ile başvuran hastaların hepsine ayrıntılı nörolojik muayene yapmak gerekir. Nadir olgularda skolyoz, gizli nörolojik anormalliklerin tek bulgu olabilir (Şekil-10).

Bununla birlikte belli belirsiz bir nörolojik bulgu saptanırsa ve MRG çektirilirse siringomiyeli veya Arnold-Chiari malformasyonları teorik olarak gözden kaçırılmayacaktır. Skolyoz ile başvuran siringomyeli hastalarında yüksek oranda nörolojik anormallikler olduğuna dair çok sayıda yayın vardır ^(1,9,14,27,29,41,58).



Şekil-10. Nöromusküler hastalıklar. a) ve b) 15 yaşında kız hasta. Tek başına mobilize olup kısmi destekle yaşamını devam ettiren hasta son dönemde sırt ve belinde artan eğrilik ve ağrı ile desteksiz mobilizasyonda zorluk yakınması ile getirildi. CP tanılı hastanın yapılan değerlendirmesinde torakolomber skolyoz eğriliğinin 1 yıl içinde 40°'den 54°'ye ilerlediği görüldü. c) ve d) Eğride ilerleme olması ve hastanın bağımsız aktivitelerinde sınırlama ortaya çıkarması nedeniyle ameliyat kararı verilerek posteriordan pedikül vidaları ile T2-L5 vertebralr arasına enstrümantasyon, düzeltme ve artrodez ameliyatı yapıldı.

Yüzeyel karın cildi refleksine bakılması muayenenin bir parçası olmalıdır. Lonnum, bu refleksin yeni doğanlarda ve infantlarda mevcut olduğunu rapor etti ⁽³³⁾. Madonick, yüzeyel karın cildi refleksinin 50 yaş altındaki kişilerin % 10'unda alınmayabileceğini rapor etti ⁽³⁵⁾. Bazı hastalarda karın cildi refleksinin olmaması ya da azalmış olması normal olabilir ⁽⁶⁷⁾. Yüzeyel karın cildi refleksinin alınmaması ya da asimetrik karın cildi refleksi altta yatan bir nöromusküler hastalığın göstergesi olabilir. Zadeh ve arkadaşları rutin nörolojik muayenede yüzeyel karın cildi refleksi alınmayan idyopatik skolyozlu 12 hastayı rapor ettiler. Bu hastaların 10 tanesinde MRG'de siringomyeli saptandı ⁽⁶⁸⁾.

Arai ve arkadaşları MRG bulguları pozitif ve skolyozu olan 43 hastanın 40 tanesinde anormal yüzeyel karın cildi refleksi tespit ettiler ⁽¹⁾.

Saifuddin ve arkadaşları AIS olduğu düşünülen 73 hastanın prospektif incelemesinde anormal karın cildi refleksinin prevalansı % 11 olarak bulmuştur. Karın cildi refleksinin tek taraflı alınmamasının siringomyeliyi düşündüren önemli bir bulgu olduğu, iki taraflı alınmamasının ise nöroaksis anomalileri ile birlikte olduğu sonucuna varmışlardır ⁽⁵⁵⁾.

Morcuende ve arkadaşlarının serisinde asimetric karın cildi refleksi olan 8 hastanın tamamında Arnold–Chiari tip 1 malformasyon saptanmış; bu 8 hastanın 5'inde aynı zamanda siringomyeli de görülmüştür. Hastalar sinir cerrahı tarafından konsülte edildiğinde ise 6 hastada gaga refleksinin azaldığı ya da olmadığını belirlenmiştir. Bu bulgu önemlidir çünkü ortopedi pratiğinde gaga refleksini değerlendirmek sık başvuru olan bir muayene yöntemi değildir ⁽⁴⁰⁾.

Görülme yaşı ve ilerleme hızı

Normal olarak idyopatik eğrilikler 1° / ay'dan daha fazla ilerlemez. Daha hızlı ilerlemeler atipik olarak kabul edilmiştir ve altta yatan gizli nörolojik hastalıkları ortaya koyabilmek için araştırılmalıdır. Baker ve Dove sadece 3 ay içinde 19° ilerleme gösteren ve nörolojik herhangi bir bulgusu olmayan bir hastada siringomyeli saptamışlardır ⁽²⁾. Weinstein ve ark serilerinde, atipik eğriliği olan 55 hastanın 9'unda (% 16) ve hızlı ilerleme gösteren 17 hastanın ise 2 tanesinde (% 12) MRG bulgularını pozitif olarak bulmuşlardır ⁽⁴⁰⁾. Bu çalışmada hızlı ilerleme gösteren eğrilikler ile daha yavaş ilerleme gösteren eğrilikleri olan hastalarda anormal MRG sıklığının eşit olduğu gösterilmiştir.

Farley ve arkadaşları, siringomyeli ve skolyozun birlikte bulunduğu 28 hastanın önemli kısmında Risser evre 0 aşamasında ciddi eğrilikler olduğunu rapor etmişlerdir ⁽¹⁷⁾. Weinstein ve ark serisinde immatür yaşta ciddi eğriliği olan 9 hastanın 5'inde MRG bulguları pozitif iken (% 56) ciddi eğriliği olmayan diğer 63 hastanın 6 tanesinde ise (% 10) MRG bulguları pozitif olarak bulunmuştur ⁽⁴⁰⁾.

Lewonowski ve ark nörolojik olarak sağlam olan ve idyopatik skolyoz tanısı almış 11 yaşından küçük 26 hastanın prospektif incelemesinde intraspinal patoloji sıklığını % 19.2 olarak rapor etmişlerdir (26 hastanın 5'inde). İki hastada Chiari malformasyonları, 1 hastada siringomyeli, 1 hastada intramedüller tümör ve 1 hastada terminal lipom rapor edilmiştir. 11 yaşından küçük skolyoz hastalarında MRG' yi rutin olarak önermişlerdir ⁽³⁴⁾. Arai ve ark infantil ve juvenil skolyoz olgularında intraspinal patoloji oranlarını daha yüksek rapor etmişlerdir. Bununla beraber olgu serilerinin nörolojik muayenelerinde anormallikler

mevcuttu. 10 yaşından önce başvuran tüm hastalara MRG tetkiki yaptırılmış; %10'unun da pozitif sonuç bulunmuştur ⁽¹⁾.

Evans ve arkadaşları yaşları 4-12 arasında olan 31 hastanın prospektif incelemesinde % 26 oranında nöral aks anomalileri rapor etmişlerdir ⁽¹⁶⁾.

Charry ve ark nöral aks anomalileri olan 25 hastanın 10'nunda aşikar olmayan nörolojik bulgular rapor ederken serilerindeki diğer 15 hasta asemptomatikti ⁽⁹⁾.

Gupta ve arkadaşları 10 yaşından küçük 34 hastadan oluşan prospektif çalışma grubunda nöral aks anomalilerinin oranını % 17.6 olarak vermişlerdir. Retrospektif çalışma grubunda bu oran % 20.3 (64 hastanın 13 tanesinde) olarak rapor edilmiştir. İnfantil yaş grubundaki 6 hastanın 3'ünde (% 50) nöral aks anomalilerine rastlanılmıştır ⁽²⁴⁾.

Pahys ve arkadaşları infantil idyopatik skolyozlu 54 hastanın 7'sinde (% 13) MRG de nöral aks anomalisi saptamışlar ve bunların 5'i (% 71.4) cerrahi tedavi gerektirmiştir. Intraspinal patolojileri olan hastalarda eğriliklerin ilerlemesi incelendiğinde gergin kordu olan 3 hasta korse ile takip edilmiştir ancak 2 hastada cerrahi tedavi ve korse uygulaması sonrasında da eğriliklerde ilerleme devam etmiş ve sonuçta VEPTTR uygulaması yapılmıştır. Chiari malformasyonu olan 2 hasta ise, posterior fossa dekompresyonu sonrası korse ile başarılı şekilde tedavi edilmişlerdir ⁽⁴⁶⁾.

Vertebral rotasyonda azalma

Hooker ve arkadaşları idyopatik skolyoz tanısı konulmuş 78 hastanın radyografi ve MRG' lerini değerlendirmişler ve 15 hastada intratekal anomali rapor etmişlerdir. Anormal MRG saptanan gruptaki hastalar erkek hastalardı ve eğriliklerin apeksi sol tarafa idi. İntratekal anomali saptanan grupta apikal omurga rotasyonları ortalama 9.6° iken idyopatik skolyoz grubunda bu değer 17.7° idi (Cobb açıları ortalamaları sırasıyla 37° ve 40°). Sonuçta intratekal anomalileri olan grupta omurga rotasyonlarının olmayan gruba göre ciddi derecede daha az olduğu görüldü. İntratekal anomalisi olan skolyoz olgularını saptamada omurga rotasyonunun önemli bir gösterge olduğu sonucuna varıldı ⁽²⁶⁾.

Sagittal kontur / eğriliğin apeksinde kifoz varlığı

Deacon ve arkadaşları AIS'daki omurganın klasik sagittal plan deformitesini tanımladılar. AIS'da, koronal deformitenin apeksinde sagittal planda apikal lordoz görülür ⁽¹²⁾.

Sagittal plan ve onun atipik skolyozla ilişkisine dair yeterli yayın mevcut değildir. Farley ve ark siringomyeli hastalarında sagittal plan ilişkisini ilk kez tanımladı. Siringomiyeliye sekonder gelişen ve 25 tanesinde nörolojik bulguların eşlik ettiği 28 skolyoz hastasında sagittal plan anormalliği saptanmadığını rapor ettiler. (ortalama yaş 9 yıl 11 ay). 27 eğrilikte sagittal aligment ölçülmüş ve ortalama torakal kifoz (T5-T12) 33° (8°-44°) bulunmuştur ⁽¹⁷⁾.

Loder ve arkadaşları siringomyelinin eşlik ettiği skolyoz olgularında torakal kifozun arttığını rapor etmiştir ⁽³²⁾. Charry ve arkadaşları siringomyeli ve skolyozu birlikte olan 25 hastayı değerlendirmişler ve hastaların hiç birisinde, AIS için karakteristik olan lordotik torakal komponente rastlamamışlardır ⁽⁹⁾. Ferguson ve arkadaşları hastalarda kifoskolyoz olduğunu ve idyopatik skolyozlu bir hastada hipokifoz olmaması durumunda tanıdan şüphe etmek gerektiğini vurgulamışlardır ⁽¹⁸⁾.

Maiocco ve arkadaşları 45 hastanın 2 tanesinde Chiari tip malformasyonuna eşlik eden siringomiyeli ve izole siringomiyeli saptamışlar ve torakal eğrilikleri sırasıyla 27° ve 39° olarak ölçmüşlerdir ⁽³⁶⁾.

Mejia ve arkadaşları esas olarak adolesan dönem hastaları içeren çalışmalarında 24 hastada normal sagittal kontur (20°-45° kifoz), 4 hastada hipokifotik kontur (20° den az) ve 1 hastada kifotik kontur rapor etmişlerdir ⁽³⁸⁾.

Saifuddin ve ark sagittal ve koronal denge bozuklukları ile intraspinal patolojiler arasında bir ilişki olup olmadığını araştırdıkları MRG çalışmasında AIS olan 171 hastanın 15'inde (% 9) MRG'de siringomiyeli, Chiari malformasyonları ve dural ektazi bulmuşlardır. Ancak koronal/ sagittal denge bozukluğu ile nöral aks anomalileri arasında bir ilişki gösterememişlerdir ⁽³¹⁾.

Whitaker ve arkadaşları nörolojik muayene bulguları normal olan ve koronal plan deformitesi idyopatik skolyoz görünümünü veren bir olguda tek atipik özellik olarak hiperkifoz ve MRG'de büyük bir siringomiyeli kitlesi saptamışlardır ⁽⁶³⁾.

İdiopatik torakal skolyoz, lordotik deformite ile karakterizedir. Standart lateral grafilerde, bu lordotik deformitenin varlığı rotasyonel deformite tarafından sıklıkla gizlenir. İdiyopatik torakal eğriliklerin apeksinde görülen lordotik deformite konkav posterior kot kenarlarından ya da akciğerin posterior gölgesinin bir neticesidir. Siringomyelinin eşlik ettiği torakal skolyoz olgularında bu apikal lordoz görülmez. Torakal skolyozlu hastalarda apikal lordoz görülüyorsa, siringomyeli olasılığı düşünülmeli ve MRG çektilirilmelidir ⁽⁴⁵⁾.

Davids ve ark, 1280 hastanın 274'ünü (% 21) MRG ile değerlendirmişler ve 27 tanesinde (% 10) anormal bulgular saptamışlardır. MRG'deki en önemli anormal bulgu olarak torakal apikal segment lordozunun kaybı olduğunu rapor ettiler ⁽¹¹⁾.

Cinsiyet (Erkek hasta)

Çoğu yazar erkek hastalarda sol torakal eğriliklerin ve eşlik eden nöral aks anomalilerinin daha sık görüldüğünü rapor etmişlerdir. Goldberg ve ark 204 erkek ve 1180 kız hastadan oluşan 1384 skolyoz hastasını değerlendirmişlerdir. Erkek hastalarda sol torakal skolyoz oranı % 40.2, kız hastalarda ise % 21.6 olarak bulunmuştur. Sonuç olarak, altta yatan hastalık açısından erkek cinsiyetin sol taraf eğriliğe göre daha önemli bir işaret olduğu sonucuna varmışlardır ⁽²²⁾. Loder ve arkadaşları, siringomiyeli ile birlikte Chiari 1 malformasyonu olan gruptaki hastaların AIS grubuna göre daha fazla erkek hasta içerdiğini rapor etmişlerdir (% 37 vs % 8). Sol torakal eğrilikli 68 hastadan oluşan bu çalışma grubunda nöral aks anomalileri olan hastaların 25'i erkek ve 12'si kız hasta iken nöral aks anomalileri olmayan hastaların 9'u erkek ve 22'si kız hastadan oluşuyordu. Nöral aks anomalisi olan hastaların önemli kısmını erkek hastalar oluşturuyordu ⁽³²⁾. Wei Wei Ma ve arkadaşları idyopatik skolyoz olarak kabul edilen sol torakal skolyozlu 68 hastanın 37'sinde (% 54) nöral aks anomalileri saptadıklarını rapor ettiler. Nöral aks anomalisi olan hastaların 25'i erkek ve 15'i kız hasta iken nöral aks anomalisi olmayan hastaların 9'u erkek ve 22'si kızdı. Erkek hastalarda daha yüksek oranda nöral aks anomalilerine rastlanmıştı ve istatistiksel olarak anlamlı fark vardı. Ayrıca, nöral aks anomalileri olan hastaların eğriliklerinin daha büyük olduğu rapor edildi ⁽⁶⁶⁾.

SONUÇ

AIS, en sık görülen skolyoz tipi olup gerçek nedeni tam olarak bilinmemektedir ve multifaktöryel etyolojiye bağlı olduğu düşünülmektedir. İdyopatik skolyoz tanısının konulabilmesi için öncelikle skolyoza sebep olabilecek diğer olası nedenlerin ekarte edilmesi gerekmektedir. Bu nedenle idyopatik skolyoz tanısı anamnez, fizik muayene ve görüntüleme yöntemleriyle skolyoza neden olabilecek belirgin bir sebep saptanamadığı zaman konulmalıdır.

AIS tanısı alan hastaların yaklaşık %10'unda klinik anamnez, fizik muayene ve görüntüleme yöntemleri ile ortaya konulabilen santral sinir sistemine ait bir anormallik saptanabilir. Bu anormalliklerin tek tek ya da bir arada tanısal değerlerinin bilinmesi daha ileri tanı işlemlerine başvurmak için klinisyenlere yardımcı olacaktır.

Atipik eğrilikler (sol torakal skolyoz, kısa segment eğrilikler -6 seviyeden az- , vertebral rotasyonda azalma, eğriliğin apeksinde kifoz, hızlı ilerleme, bilinen tümör ve enfeksiyon varlığı, intervertebral foramenlerde genişleme ya da paraspinal çizgide genişleme), nörolojik bulgular ve eğriliğin 11 yaşından önce başlaması atipik AIS'u düşündürmelidir.

Atipik idyopatik skolyoz olgularında asimetric karın cildi refleksi, asimetric veya artmış derin tendon refleksleri, gag refleksinin azalması veya kaybolması gibi anormal nörolojik bulguların varlığı araştırılmalıdır. Ağrı, sol torakal eğrilik ya da diğer atipik eğrilikler, hızlı ilerleyen eğrilikler ve erken yaşta ortaya çıkan atipik eğri özellikleri bir arada görüldüklerinde MRG ile dikkatli şekilde değerlendirilmelidirler. Atipik idyopatik skolyozlu hastalarda muayenede nörolojik anormalliklerin saptanması ve eğrilikte çok hızlı ilerleme görülmesi, sıklıkla positif MRG bulguları ile birliktelik gösterir.

KAYNAKLAR

- 1- Arai S, Ohtsuka Y, Moriya H, Kitahare H, Minimi S. Scoliosis associated with syringomyelia. *Spine* 1993; 18: 1591-1592.
- 2- Baker AS, Dove J. Progressive scoliosis as the first presenting sign of syringomyelia: report of a case. *J Bone Joint Surg* 1983; 65-B: 472-473.
- 3- Barnes PD, Brody JD, Jaramillo D, Akbar JU, Emans JB. Atypical idiopathic scoliosis: MR imaging evaluation. *Radiology* 1993; 186: 247-253.
- 4- Benli IT, Un A, Karaaslan S, Cinemre O, Gürses L, Hekimoğlu B. Neural axis abnormalities detected by preoperative magnetic resonance imaging in patients with type III idiopathic scoliosis. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2002; 36(4): 354-361.
- 5- Benli IT, Uzumcugil O, Aydin E, Ates B, Gurses L, Hekimoglu B. Magnetic resonance imaging abnormalities of neural axis in Lenke type 1 idiopathic scoliosis. *Spine* 2006; 31(16): 1828-1833.
- 6- Blake NS, Lynch AS, Dowling FE. Spinal cord abnormalities in congenital scoliosis. *Ann Radiol* 1986; 29: 237-241.
- 7- Bradford DS, Heithoff KB, Cohen M. Intraspinous abnormalities and congenital spine deformities: a radiographic and MRI study. *J Pediatr Orthop* 1991; 11: 36-41.
- 8- Cassar-Pullicino VN, Eisenstein SM. Imaging in scoliosis: what, why and how? *Clin Radiol* 2002; 57(7): 543-562.
- 9- Charry O, Koop S, Winter R, Lonstein J, Denis F, Bailey W. Syringomyelia and scoliosis: a review of twenty-five pediatric patients. *J Pediatr Orthop* 1994; 14: 309-317.
- 10- Coonrad RW, Murrell GA, Motley G, Lytle E, Hey LA. A logical coronal pattern classification of 2000 consecutive idiopathic scoliosis cases based on the scoliosis research society-defined apical vertebra. *Spine* 1998; 23: 1380-1391.
- 11- Davids JR, Chamberlin E, Blackhurst DW. Indications for magnetic resonance imaging in presumed adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 2004; 86-A: 2187-2195.
- 12- Deacon P, Archer IA, Dickson RA. The anatomy of spinal deformity: a biomechanical analysis. *Orthopedics* 1987; 10: 897-903.
- 13- Dure LS, Percy AK, Cheek WR, Laurent JP. Chiari type 1 malformation in children. *J Pediatr* 1989; 115: 573-576.
- 14- Dyste GN, Menezes AH. Presentation and management of pediatric Chiari malformations without myelodysplasia. *Neurosurgery* 1988; 23: 589-597.

- 15- Emery E, Redondo A, Rey A. Syringomyelia and Arnold Chiari in scoliosis initially classified as idiopathic: experience with 25 patients. *Eur Spine J* 1997; 6: 158–162.
- 16- Evans SC, Edgar MA, Hall-Graggs MA, Powell MP, Taylor BA, Noordeen HH. MRI of ‘idiopathic’ juvenile scoliosis: a prospective study. *J Bone Joint Surg* 1996;78-B: 314–317.
- 17- Farley FA, Song KM, Birch JG, Browne N. Syringomyelia and scoliosis in children. *J Pediatr Orthop* 1995; 15: 187–192.
- 18- Ferguson RL, DeVine J, Stasikelis P, Caskey P, Allen BL Jr. Outcomes in surgical treatment of idiopathic-like[scoliosis associated with syringomyelia. *J Spinal Disord Tech* 2002; 15: 301-306.
- 19- Fujimori T, Iwasaki M, Nagamoto Y, Sakaura H, Oshima K, Yoshikawa H. The utility of superficial abdominal reflex in the initial diagnosis of scoliosis: a retrospective review of clinical characteristics of scoliosis with syringomyelia. *Scoliosis* 2010; 5: 17
- 20- Furuya K, Sano K, Segawa H, Ide K, Yoneyama H. Symptomatic tonsillar ectopia. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1998; 64: 221–226.
- 21- Gamache FW Jr, Ducker TB. Syringomyelia: a neurological and surgical spectrum. *J Spinal Disord* 1990; 3(4): 293-298.
- 22- Goldberg CJ, Moore DP, Fogarty EE, Dowling FE. Left thoracic curve patterns and their association with disease. *Spine* 1999; 24: 1228–1233.
- 23- Greiner KA. Adolescent idiopathic scoliosis: radiologic decision-making. *Am Fam Physician* 2002; 65(9): 1817-1822.
- 24- Gupta P, Lenke LG, Bridwell KH. Incidence of neural axis abnormalities in infantile and juvenile patients with spinal deformity. Is a magnetic resonance image screening necessary? *Spine* 1998; 23(2): 206-210.
- 25- Hausmann ON, Böni T, Pfirrmann CW, Curt A, Min K. Preoperative radiological and electrophysiological evaluation in 100 adolescent idiopathic scoliosis patients. *Eur Spine J* 2003; 12: 501–506.
- 26- Hooker MS, Yandow SM, Fillman RR, Raney EM. Pedicle rotation in scoliosis: a marker for occult intrathecal abnormalities. *Spine* 2006; 31(5): 144-148.
- 27- Huebert HT, MacKinnon WB. Syringomyelia and scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1969; 51-B: 338–343.
- 28- Inoue M, Minami S, Nakata Y, Otsuka Y, Takaso M, Kitahara H, Tokunaga M, Isobe K, Noriya H. Preoperative MRI analysis of patients with idiopathic scoliosis: a prospective study. *Spine* 2005; 30: 108–114.

- 29- Isu T, Chono Y, Iwasaki Y, Koyanagi I, Akino M, Abe H, Abumi K, Kaneda K. Scoliosis associated with syringomyelia presenting in children. *Childs Nerv Syst* 1992; 8: 97–100.
- 30- Keim HA, Reina EG. Osteoid-osteoma as a cause of scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1975; 57-A(2): 159–163.
- 31- Lee RS, Reed DW, Saifuddin A. The correlation between coronal balance and neuroaxial abnormalities detected on MRI in adolescent idiopathic scoliosis. *Eur Spine J* 2012; 21(6): 1106-1110.
- 32- Loder RT, Stasikelis P, Farley FA. Sagittal profiles of the spine in scoliosis associated with an Arnold-Chiari malformation with or without syringomyelia. *J Pediatr Orthop* 2002; 22: 483-491.
- 33- Lonnum A. The abdominal skin reflexes in man. *Acta Psychiatr Neurol* 1956; (Suppl.- 108): 243-253.
- 34- Lowonowski K, King JD, Nelson MD. Routine use of magnetic resonance imaging in idiopathic scoliosis patients less than eleven years of age. *Spine* 1992; 17(suppl): 109 –115.
- 35- Madonick Mi. Statistical control studies in neurology, 8: the cutaneous abdominal reflex. *Neurology* 1957: 7: 459-65.
- 36- Maiocco B, Deeney VF, Coulon R, Parks PF Jr. Adolescent idiopathic scoliosis and the presence of spinal cord abnormalities: Preoperative magnetic resonance imaging analysis. *Spine* 1997; 22: 2537–2541.
- 37- Mehta MH, Murray RO. Scoliosis provoked by painful vertebral lesions. *Skelet Radiol* 1977; 1: 223–230.
- 38- Mejia EA, Hennrikus WL, Schwend RM, Emans JB. A prospective evaluation of idiopathic left thoracic scoliosis with MRI. *J Pediatr Orthop* 1996; 16: 354–358.
- 39- Milhorat TH, Chou MW, Trinidad EM, Kula RW, Mandell M, Wolpert C, Speer MC. Chiari 1 malformation redefined: clinical and radiographic findings for 364 symptomatic patients. *Neurosurgery* 1999; 44: 1005–1017.
- 40- Morcuende JA, Dolan LA, Vazquez JD, Jirasirakul A, Weinstein SL. A prognostic model for the presence of neurogenic lesions in atypical idiopathic scoliosis. *Spine* 2004; 29: 51-58.
- 41- Muhonen MG, Menezes AH, Sawin PD, Weinstein ST. Scoliosis in pediatric Chiari malformations without myelodysplasia. *J Neurosurg* 1992; 77: 69-77.
- 42- Nohria V, Oakes WJ. Chiari I malformation: a review of 43 patients. *Pediatr Neurosurg* 1991; 16: 222-227.
- 43- Nordwall A, Wikkelsö C. A late neurologic complication of scoliosis surgery in connection with syringomyelia. *Acta Orthop Scand* 1979; 50: 407–410.

- 44- Oestreich AE, Young LW, Young Poussaint T. Scoliosis circa 2000: radiologic imaging perspective. I. Diagnosis and pretreatment evaluation. *Skeletal Radiol* 1998; 27(11): 591-605.
- 45- Ouellet JA, LaPlaza J, Erickson MA, Birch JG, Burke S, Browne R. Sagittal plane deformity in the thoracic spine: a clue to the presence of syringomyelia as a cause of scoliosis. *Spine* 2003; 28(18): 2147-2151.
- 46- Pahys JM, Samdani AF, Betz RR. Intraspinal anomalies in infantile idiopathic scoliosis: prevalence and role of magnetic resonance imaging. *Spine* 2009; 34(12): 434-438.
- 47- Park JK, Gleason PL, Madsen JR, Goumnerova LC, Scott RM. Presentation and management of Chiari malformation in children. *Pediatr Neurosurg* 1997; 26: 190-196.
- 48- Phillips WA, Hensinger PN, Kling TF. Management of scoliosis due to syringomyelia in childhood and adolescence. *J Pediatr Orthop* 1990; 10: 351-354.
- 49- Porter RW, Hall-Craggs M, Walker AE. The position of the cerebellar tonsils and the conus in patients with scoliosis. *J Bone Joint Surg* 2000; 82-B(suppl): 286.
- 50- Qiao J, Xu L, Zhu Z, Zhu F, Liu Z, Qian B, Qiu Y. Inter- and intraobserver reliability assessment of the axial trunk rotation: manual versus smartphone-aided measurement tools. *BMC Musculoskelet Disord* 2014; 15: 343.
- 51- Qiao J, Zhu Z, Zhu F, Wu T, Qian B, Xu L, Qiu Y. Indication for preoperative MRI of neural axis abnormalities in patients with presumed thoracolumbar/lumbar idiopathic scoliosis. *Eur Spine J* 2013; 22(2): 360-366.
- 52- Ramirez N, Johnston CE, Browne RH. The prevalence of back pain in children who have idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1997; 79-A(3): 364-368.
- 53- Reamy BV, Slakey JB. Adolescent idiopathic scoliosis: review and current concepts. *Am Fam Physician* 2001; 64(1): 111-116.
- 54- Rinsky RA, Gamble JG. Adolescent idiopathic scoliosis. *West J Med* 1988; 148: 182-191.
- 55- Saifuddin A, Tucker S, Taylor BA, Noordeen MH, Lehovskiy J: Prevalence and clinical significance of superficial abdominal reflex abnormalities in idiopathic scoliosis. *Eur Spine J* 2005, 14: 849-853.
- 56- Schwend RM, Hennrikus W, Hall JE, Emans JB. Childhood scoliosis: clinical indications for magnetic resonance imaging. *J Bone Joint Surg* 1995; 77-A: 46-53.
- 57- Spiegel DA, Flynn JM, Stasikelis PJ, Dormans JP, Drummond DS, Gabriel KR, Loder RT. Scoliotic curve patterns in patients with Chiari I malformation and/or syringomyelia. *Spine* 2003; 28(18): 2139-2146.

- 58- Taylor TKF, Hughes JJ. Syringomyelia and Chiari I malformation presenting with juvenile scoliosis as sole manifestation. *J Spinal Disord* 1992; 5: 237-244.
- 59- Thomsen M, Abel R. Imaging in scoliosis from the orthopaedic surgeon's point of view. *Eur J Radiol* 2006; 58(1): 41-47.
- 60- Van Goethem J, Van Campenhout A, van den Hauwe L, Parizel PM. Scoliosis. *Neuroimaging Clin North Am* 2007; 17(1): 105-115.
- 61- www.imagingpathways.health.wa.gov.au
- 62- Weber FA. The association of syringomyelia and scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1974; 56-B: 589.
- 63- Whitaker C, Schoenecker PL, Lenke LG. Hyperkyphosis as an indicator of syringomyelia in idiopathic scoliosis: a case report. *Spine* 2003; 28(1): 16-20.
- 64- Winter RB, Lonstein JE. In: Rothman RH, Simeone FA (Eds.). *The Spine*. Saunders, Philadelphia 1992; pp: 400.
- 65- Winter RB, Lonstein JE, Heithoff KB, Kirkham JA. Magnetic resonance imaging evaluation of the adolescent patient with idiopathic scoliosis before spinal instrumentation and fusion: a prospective, double-blinded study of 140 patients. *Spine* 1997; 22: 855-858.
- 66- Wu L, Qiu Y, Wang B, Zhu ZZ, Ma WW. The left thoracic curve pattern: a strong predictor for neural axis abnormalities in patients with "idiopathic" scoliosis. *Spine* 2010; 35(2): 182-185.
- 67- Yngve D. Abdominal reflexes. *J Pediatr Orthop* 1997; 17: 105-108.
- 68- Zadeh HG, Sakka SA, Powell MP, Mehta MH. Absent superficial abdominal reflexes in children with scoliosis: an early indicator of syringomyelia. *J Bone Joint Surg* 1995; 77-B: 762-767.

9. Adölesan İdiopatik Skolyun Sınıflandırılması

Can KOŞAY

GİRİŞ

Sınıflamaların genel amacı; ortak lisan oluşturmak, prognoz ve tedavi hakkında bilgi verebilmektir. Adölesan idiopatik skolyozda (AIS) bir sınıflamadan beklenti daha çok cerrahi düzeltme ve füzyon yapılacak eğrilikler konusunda yol gösterici olmasıdır. AIS’de eğrilikler ilk olarak Schultess tarafından apeksin bulunduğu bölgeye göre isimlendirilmiştir. Ponseti ve Friedman ise AIS’de eğrilikleri tanımlamışlar ve bu eğriliklerin tiplerine göre ilerleme özelliklerini sunmuşlar, böylece ilk AIS sınıflamasını ortaya çıkarmışlardır ⁽²⁹⁾. Bu dönemde AIS tedavisinde yaygın kullanılan enstrümanlar Harrington çengel ve rotları olmuştur.

Daha sonra King ve Moe 1983’de uzun süre yaygın olarak kullanılacak AIS sınıflamasını oluşturmuşlardır ⁽¹⁴⁾. 1980’lerden itibaren AIS cerrahi tedavisinde segmental enstrümantasyon kullanılmaya başlanmıştır. Bu yöntemlerle var olan sınıflamalara göre yapılan cerrahilerde sorunlar görülmesi, King ve Moe sınıflamasının tüm eğrilik tiplerini kapsamaması ve gözlemciler arası güvenilirliğinin düşük olduğunun bildirilmesi sonucunda 2001 yılında halen yaygın olarak kabul gören Lenke sınıflaması kullanılmaya başlanmıştır.

Lenke sınıflamasında, King ve Moe sınıflamasından farklı olarak torakal eğriliklerde lomber eğrilik ve torakal sagittal profil de sınıflamaya alınmıştır. Bunların dışında AIS'in rotasyonun da olduğu üç boyutlu bir deformite olma özelliğini de içeren 3D sınıflamalar da bildirilmiştir. Bu bölümde AIS'de kullanılan sınıflamalar, bu sınıflamalara göre cerrahi önerileri ve kısıtlılıkları ele alınacaktır.

PONSETİ VE FRIEDMAN SINIFLAMASI

Schultess'in idiyopatik skolyozdaki eğrilikleri tanımladıktan sonraki idiyopatik skolyoz ile ilgili ilk sınıflama Ponseti ve Friedman sınıflamasıdır ⁽²⁹⁾. Temel olarak eğriliklerin prognozunu belirleyen bir sınıflamadır. Tedavi edilmemiş 394 idiyopatik skolyozun eğriliklerinin incelenmesi ile 1950 yılında oluşturulmuştur.

Bu sınıflamaya göre eğrilik tipleri şu şekildedir:

1. Tek majör lomber eğrilik
2. Tek majör torakolomber eğrilik
3. Çift eğrilik torakal ve lomber
4. Tek majör torakal eğrilik
5. Tek majör yüksek torakal eğrilik

Ponseti-Friedman sınıflaması cerrahi yapılacak sahayı belirleyen bir sınıflama değildir.

KİNG-MOE SINIFLAMASI

King-Moe sınıflamasının temelini oluşturan çalışma 1983 yılında yayınlanmıştır ve halen en çok alıntı yapılan 100 omurga makalesi içinde 49'uncu, deformite makaleleri içinde de üçüncü sırada yer almaktadır ^(14,22,25). Lenke sınıflaması oluşturulana kadar en yaygın kullanılan AIS sınıflamasıdır. King'in bu makalesi "Torasik idiyopatik skolyozda füzyon seviyelerin seçimi" başlığını taşımakta ve temel olarak torasik eğriliklerdeki füzyon seviyelerinin seçimi ve hangi eğriliklerde

Tip-3. Majör torakal eğrilik. Sadece torakal eğrilik merkez sakral vertikal çizgiyi geçer ve yapısaldır, lomber eğrilik orta hattı geçmez. Torakal eğrilik enstrümanite edilir.

Tip-4. "C" şeklinde uzun torakal yapısal eğrilik. Lomber (L) 4 genellikle eğrilik içindedir ve L5 dengeli konumdadır. Alt seviye genellikle stabil omurga olan L4 dür.

Tip-5. İkili majör torakal eğrilik. Üst torakal eğrilik genellikle sol eğriliktir ve sol omuz yüksekliği görülür. Her iki eğrilik de yapısaldır ve füzyona dâhil edilir.

King tip 3,4 ve 5 eğriliklerde alt seviyenin sakrumu ortalayan omurga olması gerektiği vurgulanmıştır. King tip 2 eğrilikler için ise alt omurganın eğilme grafilerinde nötral ve stabil vertebra olması şartı ile 80 derecenin altındaki eğriliklerde selektif torakal füzyon yapılabileceği ileri sürülmüştür.

KİNG SINIFLAMASI İLE İLGİLİ SORUNLAR

King sınıflaması ortaya çıkarıldığında skolyoz cerrahisinde uygulanan yöntem 1962 yılında Harrington tarafından tanımlanmış olan ve temel olarak distraksiyon ile eğriliğin düzeltildiği Harrington çengel ve çubuk sistemidir ⁽¹¹⁾. Bu sistem ile eğriliklerin seçilmiş omurgalarına çengeller yerleştirilir ve distraksiyon uygulanır. Harrington sisteminden sonra ilk olarak 1980'lerde Cotrel-Dubousset enstrümanı ile daha sonra segmenter enstrümantasyonlar ile üç boyutlu düzeltme sağlanmaya başlanmıştır ^(5,27). Bu sistemler ile Tip-2 eğriliklerde King sınıflamasındaki önerilere göre yapılan düzeltmeler sonrasında koronal dekompenzasyon görülmeye başlanmıştır. Tip-2 eğriliklerde C-D enstrümantasyonu ile Bridwell % 29, Lenke % 26 dekompenzasyon bildirmiştir ^(2,20).

King sınıflaması temel olarak torakal eğriliklerde cerrahi yapılacak seviyelerin tespitine yönelik bir sınıflama olduğu için bu sınıflama içine alınmayan eğrilikler vardır. İzole torako-lomber, triple majör eğrilikler, lomber eğrilikler King sınıflama içinde yer almaz. Ayrıca en tartışmalı tip olan Tip-2 de farklı davranış gösteren lomber eğriliklerin olması ve bu eğriliklerin üç boyutlu düzeltme yapan sistemlerle ameliyat sonrası

koronal dekompenzasyonun sık olması King sınıflamasının diğer bir eleştirilen yönüdür. Ayrıca sagittal profil de King sınıflamasının içinde yer almaz.

King sınıflamasının literatürde eleştirilen diğer bir yönü ise geçerlilik ve güvenilirliğidir. Birçok çalışmada genel olarak King sınıflamasının gözlemciler içi ve arası güvenilirliği düşük bulunmuştur ^(1,7,12,17,24).

LENKE SINIFLAMASI

AIS'da gelişen cerrahi yöntemlere de cevap verecek daha kapsamlı bir sınıflama oluşturma amacıyla Lenke ve arkadaşları ilk olarak 1997'de SRS toplantısında, daha sonra 2001 yılında Lenke sınıflamasını sunmuşlardır ^(18,19). Bu tarihten itibaren Lenke sınıflaması AIS sınıflamasında yaygın kabul görmüş ve kullanılmıştır.

Lenke sınıflamasında üç değişken hesaplanır: Eğrilik tipi, lomber omurga değişkeni ve sagittal torakal değişken. Ölçümler ayakta ön-arka – yan skolyoz ve yatarak eğilme grafilerinde yapılır.

Eğrilik Tipi

Eğrilik ismi eğriliğin apeksinin bulunduğu yere göre verilir. Buna göre eğriliğin apeksi T2 ile T11-T12 diski arasında ise torakal, T12-L1 ise torakolomber, L1-2 diski ile L4 arasında ise lomber eğrilik adını alır (Tablo-1).

Tablo-1. Lenke sınıflamasında eğriliklerin isimlendirilmesi

Proksimal Torakal	Eğilme Cobb $\geq 25^\circ$ T2-T5 Kifoz $\geq 20^\circ$
Torakal	Eğilme Cobb $\geq 25^\circ$ T2-T5 Kifoz $\geq 20^\circ$
Torakolomber/lomber	Eğilme Cobb $\geq 25^\circ$ T2-T5 Kifoz $\geq 20^\circ$

Eğrilik derecesi yüksek olan eğrilik majör eğriliktir. Eğriliğin yapısal olup olmamasına yatarak eğilme grafigerindeki düzelme derecesine göre karar verilir. Eğilme grafigerinde 25 derecenin altına inmemesi eğriliği yapısal eğrilik yapar. Eğilmede 25 derece veya altına inen eğrilikler yapısal olmayan eğriliklerdir. Bununla beraber majör eğrilik ile minör eğrilik arasında 5 dereceden az fark varsa minör eğrilik de yapısal olarak kabul edilir. Ayrıca yan grafigerde T2-T5 arasında 20 derece ve üstünde kifoz proksimal torakal eğriliği yapısal kılar. T10-L2 arasında 20 derece ve üstünde kifoz torakolomber eğriliği yapısal kılar (Tablo-2).

Tablo-2. Lenke sınıflamasında minor eğriliklerin yapısal olarak kabul edilme kriterleri

EĞRİLİK	APEKS
Torakal	T2-T11 / T12 disk
Torakolomber	T12-L1
Torakolomber APEKS	L1/2 disk-L4

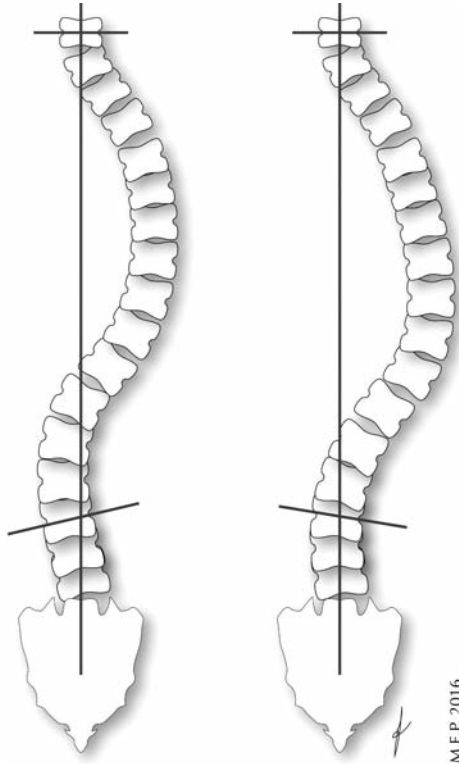
Buna göre Lenke sınıflamasında 6 eğrilik tipi vardır (Tablo-3).

Tablo-3. Lenke sınıflamasında eğrilik tipleri

EĞRİLİK TİPİ				
TİP	Proksimal Torakal	Ana Torakal	Torakolomber/ Lomber	Tanım
1	Yapısal olmayan	Yapısal (majör)	Yapısal olmayan	Ana Torakal
2	Yapısal	Yapısal (majör)	Yapısal olmayan	İkili Torakal
3	Yapısal olmayan	Yapısal (majör)	Yapısal	İkili Majör
4	Yapısal	Yapısal (majör)	Yapısal (majör)	Üçlü Majör
5	Yapısal olmayan	Yapısal olmayan	Yapısal (majör)	Torakolomber/ Lomber
6	Yapısal olmayan	Yapısal	Yapısal (majör)	Torakolomber/ Lomber-Ana Torakal

Lomber Değişken

Lomber değişken ayakta ön arka grafilerde saptanır. Sakrumun ortasından dik hat çizilerek merkez sakral vertikal çizgi (MSVÇ) oluşturulur. Pelviste 2 cm den fazla oblisite varsa taban yükseltisi ile eşitleme gerekir ⁽³³⁾. Alt torakal veya proksimal lomber bölgede bu çizginin ortasından geçtiği vertebra stabil vertebradır. Çizgi bir diski ortalarsa kaudaldeki vertebra stabil vertebra olarak kabul edilir. MSVÇ'nin stabil vertebraya kadar lomber omurgaların neresinden geçtiği saptanır. Buna göre; lomber değişken A: MSVÇ lomber omurgaların pediküllerinin arasından geçer, lomber değişken B: MSVÇ konkav lomber pediküllerden veya korpus lateral kenarından geçer, lomber değişken C: MSVÇ konkav tarafta korpus lateralinden geçer. MSVÇ'nin korpusa dokunması konusunda şüphede kalındığında tip B seçilir ⁽³³⁾ (Şekil-2).



Şekil-2. Farklı Lenke Tip-1.A tipleri

Torakal Sagittal Değişken

Ayakta yan grafide T5 ile T12 arasında kifoz derecesi torakal değişkeni belirler. Kifoz 10 derecenin altındaysa hipokifotik (-), 10-40 derece arasındaysa normal (N), 40 derecenin üzerindeyse hiperkifotik (+) olarak tanımlanır (Tablo-4).

Tablo-4. Lenke sınıflamasında sagittal profil değerlendirilmesi

- Hipokifoz	< 10°
N Normal	10° - 40°
+ Hiperkifoz	> 40°

Bu değerlendirme sonucunda 42 alt gruplu eğrilik sınıflaması oluşturulur.

LENKE SINIFLAMASINA GÖRE FÜZYON SEVİYE ÖNERİLERİ

Lenke Tip 1 A / B (Majör torasik)

En sık görülen tiptir. Ana torakal eğrilik yapısal, lomber eğrilik yapısal değildir ve MSVÇ lomber vertebralardan geçer. Proksimal torakal eğriliğin yapısal olmadığına dikkat etmek gerekir. T1'in eğik pozisyonu, 25 dereceden yüksek eğrilik ve sol omuzun yukarıda olması yapısal olan proksimal eğriliğin belirtileridir. Anterior veya posterior enstrümantasyon yapılabilir.

Üst seviye seçimi: Ameliyat öncesi sağ omuz yukarıdaysa T4-5 de kalınabilir. Omuzlar eşit seviyedeysen ameliyat sonrası sol omuz yüksekliğini önlemek için T3 seçilebilir. Ameliyat öncesi sol omuz yukarıdaysa omuz dengesini sağlamak için T2'ye çıkmak gerekir.

Alt seviye seçimi: Genellikle stabil vertebranın bir üstü (Stabil-1) alt enstrümantasyon seviyesidir. Nötral vertebra ile torakal eğriliğin son vertebra arasındaki fark 2'den fazla değilse alt seviyenin stabil-1 olması, daha fazla fark varsa nötral-1 olması gerektiği bildirilmiştir ⁽³⁶⁾. Alt enstrümantasyon edilen vertebranın altındaki diskin paralel olmasına dikkat edilmelidir.

Lenke Tip 1 C

Yapısal torakal eğrilik ve yapısal olmayan ama orta hattı geçen lomber eğrilik vardır. King tip-2'ye uyan eğriliktir. Lomber eğriliğin yapısal olduğu ikili majör eğrilikten (Lenke Tip-3C) ayırmak gerekir. Selektif torakal füzyonun iyi sonuçları bildirilmiştir ⁽³²⁾. Ancak günümüzün pedikül vidaları ile güçlü derotasyon sistemlerini kullanırken dikkat edilmesi gereken bazı noktalar vardır. Rotasyon manevrası mümkün olduğunca az kullanılmalıdır.

Torakal eğrilikteki düzeltme miktarı lomber eğriliğin düzelebileceğinden daha fazla olmamalıdır. Bu düzeltme miktarı ameliyat öncesi eğilme, push prone grafiler ve ameliyat sırasında push prone görünüm saptanabilir. Ayrıca stabil vertebranın altına inilmemesi gereklidir. Torakolomber bileşkenin de kifotik olmaması gerekir.

Lenke Tip 2 (İkili torasik)

King Tip-5 e uyan ikili yapısal torakal eğriliktir. Lomber eğrilik yoktur veya yapısal değildir. Sol omuzun yüksek olduğu, T-1'in eğik olduğu durumlarda üst seviyenin T-2 olması gerekir. Konveks tarafta kompresyonun konkav taraftaki distraksiyondan önce yapılması gerekir. Distraksiyonun önce yapıldığı durumda proksimal kifoz açısı artabilir. Cerrahi sonrası "adding-on" olmaması için alt enstrümantasyon seviyesinin MSVÇ'nin dokunduğu vertebra veya bir alt vertebra olması önerilir ⁽³⁾. Anterior enstrümantasyon önerilmez.

Lenke Tip 3 (İkili majör eğrilik)

Lenke Tip 3 majör torakal ve yapısal torakolomber / lomber eğrilikten oluşur. Torakal eğrilik majör eğriliktir. Lomber değişken hemen her zaman "C" dir. Her iki eğriliğin de enstrümantasyonu gerekir. Torakolomber bileşke sıklıkla kifotiktir ve normalize edilmelidir ⁽³³⁾. Üst seviye omuz dengesine göre T3 veya T5 dir. Alt seviye L3 veya L4 seçilmelidir. Düzeltme sonrasında alt seviyedeki diskin horizontal olmasına dikkat etmek gerekir. Anestezi altında traksiyon grafilerininin L4 yerine L3 de kalma, böylece hareketli segment koruma açısından değerli olduğu bildirilmiştir ⁽¹⁰⁾.

Lenke Tip 4 (Üçlü majör eğrilik)

En az görülen tiptir. Proksimal torakal, ana torakal ve lomber eğrilikler yapısaldir ve her üç eğriliğın enstrümantate edilmesi gerekir. Sıklıkla seviye T2-3 ile L3-4 arasındır.

Lenke tip 5 (Torakolomber/lomber)

Sadece torakolomber/lomber eğrilik yapısaldir. Torakal eğriliğın eğilme grafilelerinde 25 derecenin altında olması, T10-L2 arası kifoğun 20 dereceden az olması gerekmektedir. Anterior enstrümantasyon yapılabilir. Anterior yapılacaksa eğriliğın alt ve üst vertebraları arasında kalınabilir. Posterior enstrümantasyonda torakal eğrilik yapılmadığında sol omuz yüksekliğı görülebilir. Posterior enstrümantasyonda torakal bölgenin dâhil edildiğı ve edilmediğı grupların karşılaştırıldığı çalışmada torakal bölgenin dâhil edilmesinin daha iyi koronal denge sağladığı ancak klinik sonuçları değıştirmediği saptanmıştır ⁽¹⁶⁾.

Lenke Tip 6 (torakal – majör torakolomber / lomber)

Lenke Tip 6 da torakal eğrilik yapısal, torakolomber/lomber eğrilik majör eğriliktir. Her iki eğriliğın enstrümantasyonu önerilir. Anestezi altında traksiyon grafilelerinin L3 de kalma ve seviye kazanma açısından yararlı olduğı bildirilmiştir ⁽¹⁰⁾. Selektif torakolomber/lomber anterior füzyon seçilecekse kalacak olan torakal deformatenin kabul edilebilir olması gerekir.

LENKE SINIFLAMASI İLE İLGİLİ TARTIŞMALAR

Lenke sınıflamasında 42 alt grup olmasına rağmen ilk yapılan çalışmalarda gözlemciler arası ve gözlemciler içi güvenilirlik kappası değıerlerinin yüksek olduğı bildirilmiştir. Kendi çalışmasında Lenke; kappası değıerlerini 0.74 - 0.89 arasında bulmuştur ⁽¹⁷⁾. Ancak daha sonraki çalışmalarda daha düşük değıerler (0.62 -0.73) bulunmuş, Richards'ın önceden ölçüm yapılmamış grafilelerle yaptığı çalışmada ise 0.50 – 0.60 (kötü – düşük uyum) bildirmiştir ^(26,31). Son yıllarda bilgisayar destekli üç boyutlu omurga modellemeleri ile özellikle lomber değıişken

ölçümlerinde uyumun arttırılabileceği bildirilmiştir ⁽⁹⁾. Lenke sınıflamasının cerrahide füzyon ve enstrüman seviyesi konusunda tam ve hassas bir yol gösterici olduğunu söylemek doğru olmaz.

Özellikle Lenke Tip-1.A enstrümantasyonu sonrasında “adding-on” görülmesi distal seviye tartışmalarına yol açmıştır. Lenke Tip 1A’da L3 ve L4’ün sağa veya sola eğimli olmasının eğrilik özelliklerini değiştirdiği ve alt enstrümantasyon seviyelerinin farklı olması gerektiği bildirilmiştir ^(4,21,35,37).

Adölesan idiopatik skolyoz sınıflamasında Lenke sınıflaması son zamanlarda yaygın olarak kullanılmakla beraber idiopatik skolyoz deformitesi 3 boyutlu bir deformitedir ve çok farklı eğrilik tiplerini barındırır. Lenke sınıflamasında AIS’te önemli bir komponent olan transvers plan deformitesi yani rotasyon ele alınmamaktadır. Bu nedenle Lenke sınıflamasının AIS’teki tüm eğrilik tiplerine yanıt veren bir sınıflama olması beklenemez. Literatürde idiopatik skolyozun farklı eğrilik özelliklerini özellikle rotasyonu kapsayan yeni sınıflama arayışları devam etmektedir

PUMC SINIFLAMASI

Peking Union Medical College Method sınıflaması AIS deformitesinin apikal vertebra rotasyonunu da ölçümlere katarak oluşturulmuştur ⁽³⁰⁾. Bu sistemde eğrilikler Tip-1: tek eğrilik, Tip-2: iki eğrilik, Tip-3: üç eğrilik şeklinde ana gruplara ayrılmıştır. Daha sonra Cobb açısı, esneklik, rotasyon, stabil vertebra ve torakolomber kifoza göre 13 alt tipi oluşturulmuştur. Yaygın kabul görmemiştir.

3-D (ÜÇ BOYUTLU) SINIFLAMALAR

AIS’in üç boyutlu bir deformite olduğu bilinmesine rağmen sınıflama sistemleri iki boyutlu grafilerdeki Cobb ölçümlerine dayandırılmaktadır. Ancak benzer koronal Cobb ölçümlerine sahip eğrilikler farklı kifoz açılara sahip olabilirler. Bu iki eğrilikte uygulanacak benzer cerrahi saha seçimi ve manevraların farklı sonuçlara yol açtığı sık görülür. Üç boyutlu (3-D) sınıflama arayışları vertebranın transvers plan rotasyon deformitesinin de ölçülüp sınıflamaya dâhil edilmesini amaçlar.

AIS'te 3-D sınıflama çalışmaları 2001 yılından itibaren yayınlanmaktadır ve Scoliosis Research Society (SRS)'nin içinde oluşturulan 3-D sınıflama grubu bu konudaki araştırmaları yürütmektedir (6,8,13,15, 23,28,34).

Bütün bu çalışmalarda, kendi içlerinde farklı metodolojiler içermekle beraber maksimum eğrilik planı, Cobb açıları, apikal vertebra rotasyonları ve tüm eğriliğin geometrik torsiyonu ölçülerek hesaplama yapılır. Bu şekilde koronal Cobb açılarına ek olarak rotasyon da eklenerek alt gruplar oluşturulur. Bu çalışmalardaki hesaplamalar genellikle Lenke Tip-1 eğrilikler üzerindedir. Ancak Donzelli'nin derleme makalesinde belirttiği gibi bu sınıflamalar ölçüm yöntemlerinin yüksek teknoloji ekipman gerektirmesi ve halen standart bir yöntem oluşturulmamış olması nedeniyle klinik uygulamaya girmekten uzaktır.

SONUÇ

AIS'te güncel olarak en yaygın kullanılan sınıflama sistemi Lenke sınıflamasıdır. AIS üç boyutlu bir deformitedir ve frontal plan Cobb ölçümlerine göre yapılan sınıflamaların tüm eğrilik tiplerini içermesi olanaksızdır. Bu nedenle AIS'te ideal sınıflama yoktur. Yeni geliştirilen enstrümantasyon ve düzeltme yöntemlerine uygun füzyon alanlarını seçmemize yol gösterecek ve AIS'in üç boyutlu deformitesini dikkate alacak yeni sınıflama sistemlerine gereksinim vardır.

KAYNAKLAR

- 1- Behensky H, Giesinger K, Ogon M, Krismer M, Hannes B, Karlmeirrad G, Michael O, Martin K. Multisurgeon assessment of coronal pattern classification systems for adolescent idiopathic scoliosis: reliability and error analysis. *Spine* 2002; 27: 762-767.
- 2- Bridwell KH, McAllister JW, Betz RR, Huss G, Clancy M, Schoenecker PL. Coronal decompensation produced by Cotrel-Dubousset "derotation" maneuver for idiopathic right thoracic scoliosis. *Spine* 1991; 16: 769-777.
- 3- Cao K, Watanabe K, Kawakami N, Tsuji T, Hosogane N, Yonezawa I, Machida M, Yagi M, Kaneko S, Toyama Y, Matsumoto M. Selection of lower instrumented vertebra in treating Lenke Type 2A adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2014; 39: E253-E261.

- 4- Cho RH, Yaszay B, Bartley CE, Bastrom TP, Newton PO. Which Lenke 1A curves are at the greatest risk for adding-on... and why? *Spine* 2012; 37: 1384–1390.
- 5- Cotrel Y, Dubousset J. A new technic for segmental spinal osteosynthesis using the posterior approach. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1984; 70: 489–494.
- 6- Courvoisier A, Drevelle X, Dubousset J, Skalli W. Transverse plane 3D analysis of mild scoliosis. *Eur Spine J* 2013; 22: 2427–2432.
- 7- Cummings RJ, Loveless EA, Campbell J, Samelson S, Mazur JM. Interobserver reliability and intraobserver reproducibility of the system of King et al. for the classification of adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1998; 80-A: 1107-1111.
- 8- Donzelli S, Poma S, Balzarini L, Borboni A, Respizzi S, Villafane HJ, Zaina F, Negrini S. State of the art of current 3-D scoliosis classifications: a systematic review from a clinical perspective. *J NeuroEngineer Rehab* 2015; 12: 91.
- 9- Duong L, Cheriet F, Labelle H, Cheung KMC, Abel MF, Newton PO, McCall RE, Lenke LG, Stokes IAF. Interobserver and intraobserver variability in the identification of the Lenke classification lumbar modifier in adolescent idiopathic scoliosis. *J Spinal Disord Tech* 2009; 22: 448-455.
- 10- Hamzaoglu A, Ozturk C, Enercan M, Alanay A. Traction X-ray under general anesthesia helps to save motion segment in treatment of Lenke type 3C and 6C curves. *Spine J* 2013; 13: 845-852.
- 11- Harrington PR. Treatment of scoliosis. Correction and internal fixation by spine instrumentation. *J Bone Joint Surg* 1962; 44-A: 591-610.
- 12- Hosseinpour-Feizi H, Soleimanpour J, Ganjpour JA, Arzroumchilar A. Lenke and King classification systems for adolescent idiopathic scoliosis: interobserver agreement and postoperative results. *Int J Gen Med* 2011; 4: 821–825.
- 13- Kadoury S, Labelle H. Classification of three-dimensional thoracic deformities in adolescent idiopathic scoliosis from a multivariate analysis. *Eur Spine J* 2012; 21: 40–49.
- 14- King HA, Moe JH, Bradford DS, Winter RB. The selection of fusion levels in thoracic idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1983; 65-A: 1302-1313.
- 15- Labelle H, Aubin CE, Jackson R, Lenke LG, Newton P, Parent S. Seeing the spine in 3D: how will it change what we do? *J Pediatr Orthop* 2011; 31: 37–45.
- 16- Lark RK, Yaszay B, Bastrom TP, Peter O, Newton PO, and Harms Study Group. Adding thoracic fusion levels in Lenke 5 curves. Risks and benefits. *Spine* 2013; 38: 195–200.

- 17- Lenke LG, Betz RR, Bridwell KH, Clements DH, Harms J, Lowe TG, Shufflebarger HL. Intraobserver and interobserver reliability of the classification of thoracic adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1998; 80-A:1097-1106.
- 18- Lenke LG, Betz RR, Harms J. A new and reliable 3-dimensional classification system of adolescent idiopathic scoliosis. *St Louis Scoliosis Research Society*, 1997.
- 19- Lenke LG, Betz RR, Harms J, Bridwell KH, Clements DH, Lowe TG, Blanke K. Adolescent idiopathic scoliosis: A new classification to determine extend of spinal arthrodesis. *J Bone Joint Surg* 2001; 83-A: 1169-1181.
- 20- Lenke LG, Bridwell KH, Baldus C, Blanke K. Preventing decompensation in King type II curves treated with Cotrel-Dubousset instrumentation: strict guidelines for selective thoracic fusion. *Spine* 1992; 17: 274-281.
- 21- Miyajiri F, Pawelek JP, Valin SE, Upasani V, Newton PO. Is the lumbar modifier useful in surgical decision making? Defining two distinct Lenke 1A curve patterns. *Spine* 2008; 33: 2545–2551.
- 22- Murray MR, Wang T, Schroeder GD, Hsu W. The 100 most cited spine articles. *Eur Spine J* 2012; 2: 2059–2069.
- 23- Negrini S, Negrini A. The three-dimensional easy morphological (3-DEMO) classification of scoliosis–Part III, correlation with clinical classification and parameters. *Scoliosis* 2007; 2: 5.
- 24- Niemeyer T, Wolf A, Kluba S, Halm HF, Dietz K, Kluba T. Interobserver and intraobserver agreement of Lenke and King classifications for idiopathic scoliosis and the influence of level of professional training. *Spine* 2006; 31: 2103–2107.
- 25- O'Neill SC, Butler JS, McGoldrick N, O'Leary R. The 100 Most Cited Papers in Spinal Deformity Surgery: A Bibliometric Analysis. *Orthop Rev (Pavia)* 2014; 27: 5584.
- 26- Ogon M, Giesinger K, Behensky H, Wimmer C, Nogler M, Bach CM, Krismer M. Interobserver and intraobserver reliability of Lenke's new scoliosis classification system. *Spine* 2002; 27: 858–862.
- 27- Papin P1, Labelle H, Delorme S, Aubin CE, de Guise JA, Dansereau J. Long-term three-dimensional changes of the spine after posterior spinal instrumentation and fusion in adolescent idiopathic scoliosis. *Eur Spine J* 1999; 8: 16-21.
- 28- Poncet P, Dansereau J, Labelle H. Geometric torsion in idiopathic scoliosis. Three-dimensional analysis and proposal for a new classification. *Spine* 2001; 26(20): 2235-2243.

- 29- Ponseti IV, Friedman B. Prognosis in idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1950; 32-A: 381-95.
- 30- Qui G, Zhang J, Wang Y, Xu H, Zhang J, Weng X, Lin J, Zhao Y, Shen J, Yang X, Luk K, Lu D, Lu WW. A new operative classification of idiopathic scoliosis: A Peking Union Medical College Method. *Spine* 2005; 30: 1419-1426.
- 31- Richards BS, Sucato DJ, Konigsberg DE, Ouellet JA. Comparison of reliability between the Lenke and King classification systems for adolescent idiopathic scoliosis using radiographs that were not premeasured. *Spine* 2003; 28: 1148–1156.
- 32- Richards BS. Lenke 1C, King Type II Curves: Surgical recommendations. *Orthop Clin North Am* 2007; 38: 511–520.
- 33- Rose P, Lenke LG. Classification of Operative Adolescent Idiopathic Scoliosis: Treatment Guidelines. *Orthop Clin North Am* 2007; 38: 521–529.
- 34- Sangole AP, Aubin CE, Labelle H, Stokes IAF, Lenke LG, Jackson R, Newton P. Three-dimensional classification of thoracic scoliotic curves. *Spine* 2008; 34: 91–99.
- 35- Sarlak AY, Atmaca H, Kim JW, Musaglu R, Tosun M. Radiographic features of the Lenke 1A curves to help to determine the optimum distal fusion level selection. *Spine* 2011; 36: 1592–1599.
- 36- Suk SI, Lee SM, Chung ER, et al. Determination of distal fusion level with segmental pedicle screw fixation in single thoracic idiopathic scoliosis. *Spine* 2003; 28: 484–491.
- 37- Wang Y, Hansen SE, Høy K, Wu C, Bünger CE. Distal adding-on phenomenon in Lenke 1A scoliosis. Risk factor identification and treatment strategy comparison. *Spine* 2011; 36: 1113–1122.

10. Adölesan İdiopatik Skolyozda Korse Tedavisi

Meltem BAYDAR, Özlem EL

Adolesan idiyopatik skolyoz (AIS), 10 yaş ve üstündeki çocuklarda ayakta çekilen grafilerde Cobb açısının 10°'nin üstünde olduğu vertebral rotasyonun eşlik ettiği omurganın idiyopatik yapısal lateral eğriliği olarak tanımlanmaktadır ⁽⁴⁰⁾. Yapılan birçok klinik, epidemiyolojik ve temel bilim çalışmalarına rağmen etyopatogenezi halen bilinmezliğini sürdürmektedir ⁽⁶⁹⁾. Ciddi formları en yaygın olarak kızlarda (% 80-90) görülür. AIS ile cinsiyet arasındaki ilişki özellikle eğriliğin derecesi arttıkça daha belirgin hale gelir ⁽⁴⁷⁾. 10-16 yaşlar arasındaki çocuklarda % 2-4 oranında görüldüğü bildirilmektedir ⁽⁵⁶⁾. Ülkemizde skolyoz prevalansını belirlemek amacıyla planlanan geniş kapsamlı bir çalışma bulunmamakla birlikte, Sivas'ta yapılan okul taramalarında skolyoz sıklığı % 0.47 olarak bildirilmiştir ⁽¹⁰⁾.

İdiopatik skolyozun doğal gidişini bilmek tedaviyi planlama açısından önemlidir. Tipik olarak AIS büyüme sırasında sıra dışı vakalar dışında herhangi bir sağlık problemine neden olmaz. Bununla birlikte ilerleyen dönemde ortaya çıkan deformite sıklıkla adolesanlarda hayat kalitesi sorunlarının daha ciddi olgularda da psikolojik sorunların ortaya çıkmasına neden olabilecek negatif etkilere sahiptir ⁽⁴⁷⁾. Birçok çalışmada tedavi edilmemiş büyüyen bir çocukta yetişkinliğe uzanan uzun vadeli ilerleyici eğriliğin sırt ağrısı, akciğer problemleri, kor pulmonale, psikolojik sorunlar ve hatta ölümü içeren negatif uzun dönem prognozu olduğu gösterilmiştir ^(12-13,59,70,73).

AIS'da pulmoner fonksiyonlardaki problemler eğriliğin boyutu ile güçlü olarak ilişkilidir. Lateral eğriliğin derecesi dışında torasik lordoz, vertebral rotasyon ve solunum kaslarının gücünün azalması gibi faktörler de pulmoner fonksiyonları etkiler. Torasik apeksi olan 50°'nin üstündeki eğrilikler azalmış vital kapasite, daha sık nefes darlığı ve nadiren de ciddi kardiyopulmoner sorunlarla ilişkilidir. Bunun dışında tedavi edilmemiş AIS olan çoğu hastada uzun dönem takiplerde sırt, bel ağrısı ve dejeneratif disk hastalığı olduğu gösterilmiştir ⁽⁶¹⁾. Ayrıca bu hastalar kendilerine olan saygıyı etkileyen kozmetik kaygılar da yaşayabilir ⁽¹⁾.

Eğriliğin ilerlemesi idiyopatik skolyoz doğal seyri içinde en önemli faktördür. Bununla ilişkili faktörler ise tahmini potansiyel kalan spinal büyüme ile ilişkili faktörlerdir. Bu nedenle iskelet gelişiminin tamamlanmaması ve major eğrilikler progresyon için risk faktörleridir. Tedavi planlanmadan önce eğriliğin derecesi ve hastanın kalan büyüme potansiyeli bilinmelidir. İskelet matüritesinin radyolojik olarak saptanması için iliak kanat apofizinin kemikleşmesini değerlendiren Risser bulgusu kullanılmaktadır. Özellikle kız çocukları için büyümenin pik yaptığı dönem göz önünde tutulmalıdır. Bu dönem kız çocuklarının menarş görmelerinden 6 ay önceki dönemdir. Bu dönem skolyozdaki ilerlemenin en hızlı olduğu dönemdir. Büyümenin pik yaptığı dönem menarş ile sonlanır ve büyüme bu dönemden sonra giderek yavaşlar. Büyük eğrilikler (30°-40°), küçük eğriliklere göre (20°-29°) daha çok ilerler. Tablo-1'de yaş ve eğriliğin boyutuna göre ilerleme hızları özetlenmiştir.

Tablo-1. Tanı yaşındaki eğriliğin büyüklüğü ile ilişkili eğriliğin ilerleme oranları

	10-12 yaş (%)	13-15 yaş (%)	16 yaş (%)
<19°	25	10	0
20-29°	60	40	10
30-39°	90	70	30
>40°	100	90	70

Eğriliğin derecesi kadar eğrilik tipinde ilerleme üzerine etkisi vardır. Lomber bölge eğrilikleri en az ilerleyen eğriliklerdir. Çift eğrilikler tek eğriliklere göre daha çok ilerler. Kız hasta grubunda eğrilik artış oranı erkek hasta grubuna göre daha fazladır ⁽⁶¹⁾.

AİS tedavisinde birincil hedef deformitenin ilerlemesini önlemek olmalıdır. 2011 yılında Uluslararası Skolyoz Ortopedik ve Rehabilitasyon Tedavisi Derneği (Society on Scoliosis Orthopaedic and Rehabilitation Treatment-SOSORT) bir konsensus raporunda konservatif tedavideki amaçları; eğriliğin ilerlemesini durdurmak, respiratuar fonksiyon bozuklukları önlemek veya tedavi etmek, spinal ağrı sendromlarını önlemek veya tedavi etmek ve postural düzeltme yoluyla estetiği iyileştirmek olarak özetlenmiştir. AİS'in konservatif tedavisinde en yaygın kullanılan yöntemler skolyoza özel egzersizler, farklı gövde ortezi ve nazik kısa süreli mobilizasyon ve yumuşak dokuları gevşetme gibi manuel terapi teknikleridir. Konservatif tedavide Cobb açısının derecesine, hastanın maturasyon durumuna ve teşhis yaşına göre korse kullanım endikasyonu ortaya çıkabilir ^(24-25,43).

Konservatif veya cerrahi tedavi seçimi hakkında kararda çocuğun maturitesi ve eğriliğin şiddeti en önemli iki faktördür. Daha küçük çocukta eğriliğin ilerleme olasılığı daha fazla olduğu için maturitenin değerlendirilmesi önemlidir. Aynı şekilde eğriliği daha büyük olanlarda ilerleme riski daha büyüktür. Hızlı ilerleme için yüksek riskli skolyozu olanlar mümkün olduğunca erken saptanmalıdır. İdiopatik skolyozu olan 205 hastadan oluşan retrospektif bir çalışmada puberte başlangıcında 20° eğriliği olanlarda cerrahi risk % 16 iken 30° ve üstündeki eğriliklerde bu risk % 100 olduğu belirtilmiştir ⁽⁸⁾.

Spinal deformitelerin erken saptanması için okul taramalarının yaygınlaşması daha çok sayıda hastanın tedavi için başvurmasına ve eğriliğin ilerlemesini önleyebilecek konservatif tedavilerin daha erken uygulanmasına olanak sağlamaktadır. Korse tedavisinin rolü giderek daha da önemli hale gelmektedir ^(24-25,43).

Tüm konservatif tedavilerin ortak özelliği hasta ve bakıcıların aktif olarak katılımına ihtiyaçları olmasıdır. Bu nedenle eğitim, psikoterapi, sonuçların sistematik izlenmesi, hasta kooperasyonunun değerlendirilmesi ve terapi süresince yöntemlerin doğrulanması ve modifikasyonu konservatif tedavinin önemli unsurlarıdır. Mümkün olan en iyi sonuçları elde etmek için konservatif tedavi doktor, fizyoterapist, ortez teknisyeni ve psikologdan oluşan deneyimli bir tedavi ekibi tarafından yürütülmelidir ⁽⁴³⁾.

AİS olan hastaların izlemi Cobb açısı 25°'nin altındaki orta dereceli deformiteler için kullanılan en yaygın yaklaşımdır. İskelet maturitesi derecesine bağlı olarak hastalar eğrilik ilerlemesini izlemek için her 4-6 ayda bir klinikte bir uzman tarafından değerlendirilir. Takip aralıkları hastanın yaşı, eğriliğin derecesi ve iskelet maturitesini temel alan bireysel ilkelere bağlı olarak belirlenir. Eğrilik ilerlemesi ise birbirini izleyen 4-6 ay arasındaki takip değerlendirmelerinde deformite büyüklüğünde 5°'den daha fazla artış olması olarak tanımlanmıştır ⁽¹⁾.

Korseleme yaklaşık 50 yıldır idiopatik skolyoz için konservatif tedavinin temeli olmuştur. Fakat korse tam kabul görmüş olmadığı için elektrik stimülasyonu, biofeedback, manipülasyon, fizik tedavi ve egzersizi içeren pek çok diğer tedavi modaliteleri de denenmiştir ⁽⁶¹⁾. AİS olan hastalarda kullanılması için farklı korse tipleri geliştirilmiştir ^(3,7,15,17,52). Tedavinin başarısı için bu korselerin uluslararası kabul görmüş kriterler ve tekniklerle üretilmesi gerekmektedir.

Geleneksel skolyoz korselerinin başarısında ortez teknisyeninin deneyim ve birikiminin oldukça önemli rolü vardır. Bunun sonucu olarak standart olmayan değerlendirmelerle üretilen korseler, tekrarlayan provalar ve uyum problemlerine neden olabilir.

Hastanın vücut şeklini elde etmek için çok farklı yollar olmasına rağmen uygun ve iyi dizayn edilmiş korse için üretim aşaması boyunca önemli derecede dikkat ve beceri gerekmektedir. Son zamanlarda CAD/CAM (computer aided design/computer aided manufacture) denilen bilgisayar destekli dizayn ve üretim sistemleri kullanılmaya başlanmıştır. Bu teknoloji ile konvansiyonel metodlara göre daha kısa zamanda hastanın vücut büyüklüğünün ve şeklinin elektronik kopyasının elde edilmesi ve eğriliğin 3- boyutlu olarak modellenmesi sağlanır. Model elde edildikten sonra polietilen termoplastik materyalden korse üretimi yapılır ⁽⁷⁶⁾. Her CAD/CAM sistemi kendi yazılımını kullanmaktadır. Sistemin maliyetlerinin yüksek oluşu ve yazılımın kullanılmasındaki bazı zorluklar dezavantaj oluşturmaktadır.

KORSE KULLANIM PRENSİPLERİ

İskelet gelişimi matur olmayan idiopatik skolyozlu çocuklar için korse tedavisi eğrilik progresyonunu sınırlaması açısından etkili tedavi yöntemi olma özelliğini korumaktadır. Korselemenin primer amacı büyüme yıllarında eğriliğin daha fazla ilerlemesini önlemektir ⁽⁶¹⁾.

2011 yılında SOSORT bir konsensus raporu yayınlamış ve büyüme döneminde konservatif tedavinin spesifik amaçlarını radyolojik amaçlar ve ana amaçlar olarak belirlemiştir. Tüm eğrilikler için ana amaçlar cerrahiden kaçınma, estetik ve yaşam kalitesinin düzeltilmesi, disabilite ve ağrının azaltılması olarak belirlenmiştir. Radyolojik amaçlar olarak ise 45°'ye kadar olan AIS'da primer amaç eğriliği 25°'nin sekonder amaç da 35°'nin altına düşürmek olarak belirlenmiştir. 45°'nin üstündeki eğriliklerde ise primer amaç eğriliği 35°'nin altına düşürmek sekonder amaç da ilerleme olmaması olarak belirlenmiştir ⁽⁴³⁾.

AIS tedavisi frontal planda eğrilik açısının büyüklüğüne, eğriliğin lokalizasyonuna (torasik, lomber, torakolomber) ve hastanın büyüme potansiyeline bağlıdır. Genelde ılımlı eğriliklerde (20°- 40°), eğer ilerleme saptandıysa ve hastanın büyümesi tamamlanmamış ve geri kalan büyüme potansiyeli önemli oranda ise rijid korseler kullanılır ⁽¹⁶⁾.

Korse tedavisi için en yaygın kabul edilen uygulama 25° - 45° eğriliği olan ve en hızlı büyüme evresindeki (Risser evresi 0 veya 1) hastalarda başlangıç değerlendirmede korse önerilmesi gerektiğidir ⁽¹⁾.

Skolyoz Araştırma Cemiyeti (Scoliosis Research Society-SRS) güncel tavsiyeleri ise ilk başvuruda eğriliği 30° 'den fazla olan iskelet gelişimi matür olmayan hastalarda veya 25° 'den büyük eğriliği olan 10° 'den fazla ilerleme olan hastalarda korse tedavisi başlanmasını içerir.

SRS 2005 yılında AIS'da breys çalışmaları için optimal dahil edilme kriterleri belirlemiştir. Bu kriterler hastanın korse reçete edildiğinde 10 yaş ve üstünde olması, Risser 0-2 olması ve primer eğrilik büyüklüğünün 25° - 40° olması ve daha önce herhangi bir tedavi almamış olmasını içerir. Kız hastalar için menarş öncesi veya menarş sonrası 1 yıldan az süre geçmiş olması gerektiği belirtilmiştir ⁽⁵⁵⁾.

Skolyozda korse tedavisi ile üç düzlemde düzelme sağlanması veya ilerlemenin durdurulabilmesi için korsenin hergün belirli bir zaman süresi içinde kullanılması gerekmektedir. SOSORT korse tedavisinde kullanılan zamansal terimlere açıklık getirmiştir. Yarı zamanlı kullanılan korseler ağırlıklı olarak okul dışında ve yatarken günlük 12-20 saat kullanılan korselerdir. Tam zamanlı kullanılan korseler okulda, evde, yatarken günlük 20-24 saat kullanılan korselerdir. Gece korseleri ise ağırlıklı olarak yatarken günlük 8-12 saat kullanılan korselerdir ⁽⁴³⁾.

Korse tedavisi büyük eğriliği olan (45° üzerinde) büyüyen adölesanlarda, korseyi emosyonel olarak tolere edemeyen hastalarda, aşırı torakal hipokifoz olması durumunda ve matür adölesanlarda (Risser 4-5 ya da kızlarda menarş üzerinden 2 yıl geçmiş olanlar) kontrendikedir ^(14,28). Korse tedavisinin rölatif kontrendikasyonu ise korse tedavisine yanıt vermeyen yüksek torakal ya da servikotorakal eğriliklerdir ⁽¹⁴⁾.

KORSE TİPLERİ

Korseler yapılarına (sert veya yumuşak), giyme zamanına (tam zamanlı, yarı zamanlı, gece giyilen), ana skolyotik eğriliğin konumuna uygunluğuna göre (servikal, torakal, lomber,sakral) ve geliştirildikleri bölgeye göre sınıflandırılabilirler ^(34,77).

AMERİKAN SKOLYOZ KORSELERİ

Milwaukee Korse

Milwaukee korse, Walter Blount ve Albert Schmidt tarafından 1945 dolaylarında Milwaukee Wisconsin'de geliştirilmiştir. Başlangıçta nöromusküler skolyozlu hastaların operasyon sonrası immobilizasyonunda kullanılmıştır. Daha sonra Moe, Winter ve Lonstein tarafından ayrıntılı olarak araştırılmış ve geliştirilmiştir. Pelvise oturan bölüm, boyun halkası ve bunları birleştiren bir tane önde radyolusensiye izin veren alüminyum bar, 2 tane arkada paslanmaz çelikten oluşan toplam 3 dikey bar, oksipital ped, düzeltici askı ve pedlerden oluşur (Şekil-1,2)⁽⁷⁷⁾.



Şekil-1. Milwaukee korse



Şekil-2. Milwaukee korse

Boyun halkası dikey barları ve onlara ekli pedleri stabilize etmeye yardımcı olur ve distraktif bir güç uygulamaz. Konfor için boyun halkasına oturtulmuş boğaz desteği ve oksipital pedler mevcuttur ⁽³⁹⁾. Boyun halkası, posterior vidalı bir kapakla ve giyilmesine izin veren bir menteşe ile çevrelenir. Oksipital ve mandibuler pedler oksiput ve mandibulanın 2-3 cm altında bulunur. Bunlar ortezin superior son noktası olarak ve dik pozisyonu sürdürürebilmek için kinestetik hatırlatıcı olarak hareket eder ⁽⁶⁾. Başlangıçta omurgaya traksiyon uygulamak için sabit çene destekleri kullanılmıştır. Fakat mandibuler problemler nedeniyle bunların yerine temassız boğaz destekleri kullanılmıştır ⁽⁷⁷⁾.

Pelvik bölüm orjinal olarak deriden üretilmiştir fakat termoplastik kullanımının yaygınlaşmasıyla çoğu merkezde derinin yerini bu materyaller almıştır. Önceden hazırlanmış olabilir veya kişiye özel ölçü alınarak yapılabilir. Önceden hazırlanmış olanlar birçok boyutunun mevcut olması ve genel olarak hastaların % 90'ına uyması nedeniyle daha hızlı kullanılır. Standart lomber lordoz kontrol varlığında bireysel beden farklılıkları köpük astarlarla kompanse edilir ⁽³⁹⁾. Posterior olarak gluteal kıvrımdan inferior kostal kenara anterior olarak simfizis pubisten ksifoid süreçe kadar uzanır ⁽⁶⁾. Pelvik bölüm ve ortezin stabilizasyonuna yardımcı olmak için trokanterik uzantı olarak pelvik bölüm lateralden büyük trokanter üzerinde genişletilir. Bu gövde dengesine yardımcı olmak için dekompensasyon durumunda yapılır, imbalansı düzeltir. Genişletme dekompensasyonun olduğu tarafta yapılır (örn: dekompensasyon sağ taraftaysa trokanterik genişletme sağ tarafta yapılır) ⁽³⁹⁾.

Dikey barlar mevcut eğriliğin paterni için ihtiyaca göre pedlerle birlikte pelvik bölüme eklenir. Pedler skolyotik eğriliği düzeltmek için omurga ve kostalara transvers yük uygular ⁽⁶⁾. Ayakta ve yatarak radyografiler çekilir. Eğriliğin paterni tespit edilir. Her bir major eğrilik için bir ped gereklidir. Dekompensasyon gelişmedikçe kompensatuar eğriliklerin tedavi edilmesine gerek yoktur. Lomber ped eğriliği tedavi etmek için değil dengeyi iyileştirmek için eklenir. Eğriliğin özelliğine göre yüksek torasik eğrilikte trapezius ped, torasik eğrilikte torasik ped, torakolomber eğrilikte oval ve lomber ped, lomber eğrilikte lomber ped kullanılması gerekir.

Biyomekanik olarak korse genel olarak pasif bir sistem olan 3 veya 4 nokta düzeltici sistem prensibine göre çalışır. Aktif düzeltme ise destek olarak kullanılan yastığın oluşturduğu irritasyona bağlı olarak hastanın kendini yastıktan uzaklaştıracak şekilde hareket etmesi ile oluşur.

Torasik eğriliğe torasik ped eğriliğinin konveksitesine karşı hareket eder. Aksiller askı ve pelvik lateral bölüm ise karşı yönde hareket eder. Birkaç ay sonra aksiller askı daha az önemli hale gelir ve boyun halkası tarafından oluşturulan düzeltici refleks torasik pedin gücüne karşı hareket eder. Bu düzeltici refleksin varlığı hasta breysi 6 ay kullandıktan sonra aksiller askılar çıkarılarak test edilir. Eğer boyun halkası içinde merkezi kalabiliyorsa artık aksiller askı kullanılmaz. Eğer kalamıyorsa askı hala gereklidir ve bu refleks 4-6 ay sonra tekrar test edilir ⁽³⁹⁾.

Midtorasik eğrilikler özellikle de apeksi T8 üzerinde olan eğrilikler Milwaukee korse ile tedaviye en iyi cevap veren eğriliktir. Pulmoner fonksiyon daha az kısıtlanır ve daha az cilt problemi ve göğüs kafesi deformitesi görülür ⁽⁶¹⁾.

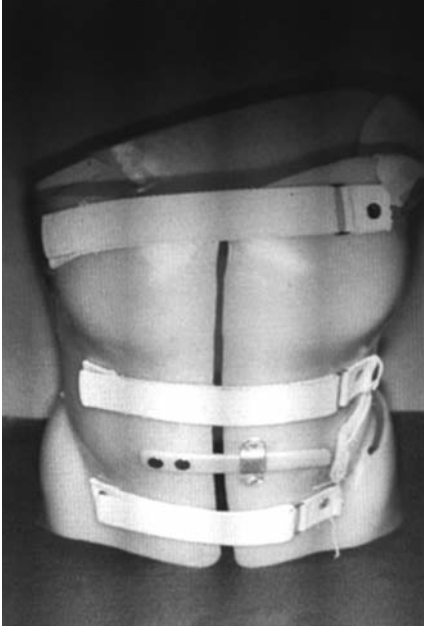
Milwaukee korsenin etkinliği ile ilgili yapılan erken dönemdeki çalışmalarda eğriliğinin ilerlemesini ve cerrahi tedaviyi önlemede AIS seyrini değiştirebilecek potansiyele sahip olduğu rapor edilse de ^(7,37,38) daha sonra yapılan uzun takipli çalışmalarda etkinliği sorgulanmıştır ^(32,50). Lonstein ve Carlson AIS'u olan ve Milwaukee korse ile tedavi edilen 1020 hastayı gözlemlemiştir. Korse kullanımı sonlandırıldığında % 78 hastada 1° - 4° arasında iyileşme olduğunu % 22'sinde de cerrahi gerekli olduğunu saptamışlardır. Başarısızlık serileri 20° - 39° arasında eğrilik olan hastaların önceki serilerinden daha düşük olduğu görülmüştür ⁽³⁷⁾. Carr ve arkadaşları da Milwaukee korseyle uzun dönem takip ettikleri hastalarda cerrahi oranının % 39 olduğunu bildirmişlerdir ⁽⁷⁾. Lonstein ve Winters ise Risser 0 veya 1 olan başlangıçtaki eğrilikleri 30° - 39° arasında olan hastalarda yaptıkları çalışmada 6°'lik ilerleme veya cerrahi tedavi olarak belirledikleri başarısızlık oranını %47 olarak saptamışlardır. ⁽³⁸⁾

Milwaukee korse herhangi bir korse kadar etkilidir fakat günümüzde, kişisel görünüm üzerine olumsuz etkilerinden dolayı kullanımı büyük ölçüde azalmış, yerini eşit derecede etkili olan düşük profil korseler almıştır. Apeksi yüksek eğriliklerde bu korse hala sınırlı bir role sahiptir ⁽⁶⁵⁾.

Boston Korse

Kuzey Amerikada skolyozda en sık olarak kullanılan torakolumbosakral ortez (TLSO) olan Boston korse orijinal olarak Dr. John Hall ve Bill Miller tarafından 1972 yılında Boston Çocuk Hastanesi'nde lomber eğriliği olan Millwaukee korseyi kullanmayı reddeden bir çocuğu tedavi etmek için geliştirilmiştir.

Boston korse, simetrik posteriordan açılan, eğriliğe pasif olarak yük veren ve apikal pedlerle desteklenen TLSO tip bir korsedir. Torasik pedin karşı tarafına ventilasyonu iyileştirmenin yanısıra aktif torakal şifte izin vermek için korseye bir pencere açılır. Korse hipokifoza neden olan yatkınlığı azaltmak için 15° lomber lordoz içerir ⁽⁷⁷⁾. Önceden üretilmiş (prefabrik) hazır simetrik modüller maliyeti ve korse üretim süresini azaltır. Eğriliğin konveks tarafına internal ped yerleştirilmesi ve konkav tarafta pencere veya rahatlama noktalarının oluşturulması gibi bireysel özelleştirmelere izin verir. Bilgisayar destekli tasarım ve/veya bilgisayar destekli üretim, alçı malzemeleri ve hastanın ölçümleri kullanılarak korse üretimi yapılır (Şekil-3,4) ⁽²⁰⁾.



Şekil-3. Boston korse



Şekil-4. Boston korse

Klasik tip Boston korsenin 3 ana tipi vardır. İlk tipi Boston lomber modüldür. Ana endikasyonu primer olarak lomber eğrilik veya torakolomber eğriliklerdir. İkinci modül torakolomber modüldür. Dekompanse lomber eğrilikler veya torakolomber eğriliklerde kullanılır. Son olarak torasik tasarım da torasik eğrilikler de, major çift eğriliklerde ve dekompanse lomber ve torakolomber eğriliklerde uygulanır. Modülün ana kısmı polietilenden oluşur. Arka taraftan açılır ve 2 veya 3 kayışla kapatılır. Bel bölümü kullanıcıya rahatlık sağlamak üzere tasarlanmış olmalıdır.

Modifiye tip Boston korse ise klasik tipin modifiye edilmiş hali olan Dinamik Derotasyon Korsesi'dir. Posterior yüzeyde antirotatuar cihazlar gibi hareket eden metalik barlarla desteklenen Boston tip TLSO'dur. Basınç alanlarında sabit düzeltici güçlerin sürdürülmesi ve aynı zamanda korsenin her iki yan yarımında karşıt yönde hareketin oluşturulması ile elde edilir. Derotasyon yapan metal barlar hastanın gövdesinin veya toraksın en çıkıntılı kısmına karşılık gelen korsenin arka tarafına takılır ⁽²³⁾.

Boston korse torasik eğriliklerin tümünde kullanılamaz. Genellikle apeksi T7-8 altında olan eğriliklerde tercih edilir. Tek lomber veya torakolomber eğriliklerde de kullanılabilir ⁽³⁹⁾. Apeksi T10 üstünde olan torakal eğriliklerde Milwaukee korse üst yapısına Boston korsenin monte edilmesi tavsiye edilir. Tam zamanlı kullanılması gereken bir korse ⁽⁶¹⁾.

Boston korse literatürde en fazla çalışma yapılan TLSO'dur. Emans ve arkadaşlarının retrospektif çalışmasında Boston korse ile tedavi edilen 295 hastada major eğriliklerin % 49'unda değişiklik olmadığı, % 39'unda ise 5°-15° arasında düzelleme olduğu saptanmıştır. Yazarlar apeksi T8 altında ve L2 üstünde olan eğriliklerde düzelleme ve eğrilik kontrolünde en iyi sonucu elde ettiklerini belirtmişlerdir ⁽¹⁵⁾. Boston korse Charleston korse gibi gece korseleri ile karşılaştırılmış ve eğriliğin ilerlemesinin kontrolünde daha etkili olduğu saptanmıştır ⁽²⁹⁾. Katz ve arkadaşları da Boston korse ile tedavi edilen ortalama eğrilik büyüklüğü 36°-45° olan 51 hastayı değerlendirmişlerdir. % 16 hastada 5'den fazla progresyon ve % 31 hastada da cerrahi gerekmesine rağmen hastaların % 61'inde tedavinin başarılı olduğu rapor edilmiştir ⁽³³⁾. Boston korse ve Spine cor korsenin karşılaştırıldığı retrospektif bir başka çalışmada da eğriliğin ilerlemesinin durdurulmasında Boston korse daha etkili bulunmuştur ⁽²⁷⁾.

Wilmington Korse

Wilmington korse Dean MacEwen tarafından 1969 yılında hasta uyumunu arttırmak için Milwaukee korseyle karşılaştırıldığında daha hafif ve daha az hacimli hale getirilerek Wilmington'da A.I.Dupont/Nemours Çocuk Merkezi'nde tasarlanmıştır⁽⁷⁷⁾.

Wilmington korse, Boston korseden daha az sert sirkumferensiyel termoplastik özel yapım torakolumbosakral tip bir korse dir ve hastalar için daha kolay özelleştirilir⁽⁶⁵⁾. Çeşitli plastiklerle üretim yapılmıştır. Fakat en yaygın kullanılanı ortoplasttır.

Önden açılabilen ve kolaylıkla çıkarılabilen gövde ceketi olarak tasarlanmıştır. Ayarlanabilir velkro kayışlarla kapalı tutulur (Şekil-5)⁽¹¹⁾.



Şekil-5. Wilmington korse

Risser masasında supin pozisyonda alçı ölçü alınır. Alçı işlemi tamamlanırken skolyotik eğriliği azaltmak hem kayışlarla hem de uygulayıcı tarafından eş zamanlı itme gücü uygulanır. Grafi ile eğriliğin düzelme miktarı kontrol edilir ve termoplastik materyal ile korse yapımı tamamlanır⁽⁷⁷⁾.

Bazı çalışmalarda 40° ve altındaki eğriliklerde korse kullanım süresi olarak 12-16 saatin tatmin edici olduğu belirtilmesine rağmen genel olarak tam zamanlı (23 saat/gün) giyilmek üzere reçete edilir. Apeksi T7 ve altında eğrilik derecesi 25°- 39° olan eğriliklerde kullanımı önerilmiştir⁽⁷⁷⁾.

Bassett ve arkadaşları eğriliği 20°-39° Risser 0 veya 1 olan Wilmington korseyle tedavi edilen ve 2,5 yılın üstünde takip edilen hastaların sonuçlarını rapor etmişlerdir. Eğriliğin büyüklüğü ilk korse uygulamasıyla % 50 azaldığı, sonraki takiplerde korsenin çıkarılmasıyla düzelmede bir miktar kayıp (% 28) olduğu bununla birlikte yalnızca hastaların % 11'inde cerrahi gerektiği saptanmıştır. Araştırmacılar Wilmington korsenin 20°- 39° eğriliklerin doğal seyrini olumlu yönde değiştirdiğini ileri sürmüşlerdir⁽³⁾. Gabos ve arkadaşlarının yaptığı 91 hastanın dahil edildiği retrospektif bir çalışmada da progresyon oranının % 17 olduğu geri kalan hastaların ise stabil kaldığı rapor edilmiştir⁽¹⁸⁾.

Dinamik Spine-Cor (Spine Corporation) Korse

Dynamic Spine-Cor korse eğriliğin tipine bağlı olarak spesifik düzeltici hareketi kullanan bir korse olarak 1992-1993 yılında Christine Colliard ve Charles Rivard tarafından Kanada'da geliştirilmiştir⁽⁷⁷⁾. Rijid olmayan, dinamik detorsiyon oluşturmak için tasarlanmış fleksibl derotasyonel bir korsedir. Pelvik ve omuz kayışlarına eklenen derotasyon askıları mevcuttur⁽⁶⁵⁾. Geleneksel termoplastik korselerden farklı olarak eğriliği düzeltme prensipleri pasif güçlerin yerine aktif düzeltici hareket temeline dayanır. Bu aktif düzeltme kaslar disfonksiyon, postural disorganizasyon ve senkronize olmayan büyümeyi etkileyerek spinal dizilimi düzeltmeye çalışır. Korse ile eğriliğe spesifik düzeltici hareket uygulanır ve Spine-Cor Assistant yazılımını kapsayan tanımlamalara göre korse uygulanır.

Korse termoplastik pelvik bölüm, uyluk ve ağ bandları, koton bolero ve düzeltici elastik bantlardan oluşur. Bantların yerleşimi ve gerginliği hastadaki eğriliğin durumuna bağlıdır⁽⁷⁷⁾. Etkili olabilmesi ve nöromusküler bütünleşme için düzeltici hareket zamanla arttırılmalıdır ve korse bunu sağlamalıdır. Aktif geribildirim yoluyla düzeltici hareketin nöromusküler bütünleşmesini oluşturmak için günde 20 saat en az 18 ay korse kullanılmalıdır. Genel olarak iskelet maturitesinde (en azından Risser 4) kullanımı sonlandırılır⁽⁶¹⁾.

Coillard ve arkadaşları Spine cor korseyle tedavi edilen 170 hastayı rapor etmişlerdir. Hastaların % 59'u başarılı olarak tedavi edilmiş, buna karşılık % 23'ü cerrahi gerektirmiş. Ayrıca korse ile tedavi edilen hastaların % 95,7'sinde korseleme sonrası 2 yıla kadar Cobb açısı korselemenin sonunda düzelmiş veya stabilize olduğu gözlenmiştir. Araştırmacılar Spine cor korsenin AIS'un tedavisinde etkili olduğu sonucuna varmışlardır ⁽⁹⁾. Bununla beraber Wong ve arkadaşlarının yaptığı prospektif randomize çalışmada Spine cor korsenin diğer korse tiplerine göre daha iyi tolere edildiği fakat eksiklikleri olduğu belirtilmiştir ⁽⁷⁵⁾. Guo ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada da SRS kriterlerine uygun randomize kontrollü bir çalışmada 10-14 yaş arasındaki AIS olan kızlarda Spine cor korse ve rijid korse karşılaştırılmıştır. Spine cor korsede % 35 rijid korsede ise % 5,6 ilerleme saptanmıştır. İskelet maturitesi sonrası 4 yıllık takipte rijid korse ile başarılı olarak tedavi edilen hastaların % 29,4'ünde Spine cor korse ile tedavi edilenlerin % 38,5'inde ilerleme olduğu saptanmıştır ⁽²⁶⁾. Milwaukee, Wilmington, Spine cor ve Boston korsenin başarılarına rağmen şu an tedavi başarısı, eğriliğin ilerlemesi veya cerrahi ihtiyacı bakımından hiçbirinin diğerlerine üstünlüğü kanıtlanabilmiş değildir ⁽⁶¹⁾.

Bu korselerin hiçbiri geniş çaplı olarak test edilmemiştir. Fakat geleneksel üç boyutlu kontrole ek olarak dinamik güçler içermesi büyüyen omurga için daha sofistike bir anlayış göstermektedir ⁽⁶⁹⁾.

Charleston Korse

Charleston korse ilk olarak Frederick Reed ve Ralph Hooper tarafından 1979 yılında Güney Carolina'daki Charleston'da tam zamanlı korse kullanmayı reddeden hastalar için geliştirilmiştir ⁽⁷⁷⁾. Yalnızca gece giyilen aşırı düzeltici bir korsedir. Eğriliğin apeksinde fokal yana eğilme momenti oluşturur (Şekil-6) ⁽⁶⁵⁾.

Maksimum düzeltici pozisyonda hasta tutularak özel ölçü ile yapılır. Eğriliğin apeksine düzeltici güç uygulanırken eğriliğin tersi pozisyonda eğilerek yatar pozisyonda ölçü alınır ⁽⁶¹⁾.



Şekil-6. Charleston korse

Charleston korse hastayı maksimum yana eğilmiş şekilde tutar ve 8 ila 10 saat boyunca, sadece geceleri kullanılır. Korse dikey durmaya izin vermez, dolayısı ile sadece hasta yatar pozisyondayken kullanılabilir. Charleston korsenin yalnızca tek lomber, torakal ya da torakolomber eğriliği 35° altında olan hastalar için kullanılması önerilmiştir^(14,77).

Literatürde Charleston korse ile tedavi edilen hastalarda farklı başarı oranları bildirilmiştir. Trivedi ve Thompson 10 yıl süresince Risser 0 veya 1 olan, ortalama yaş 12,5 ve ortalama eğriliği 30.3° ($25^\circ - 40^\circ$) olan Charleston korse ile tedavi edilen ve tedavi sonlandırılması sonrası yaklaşık 3 yıl takip ettikleri 42 hastayı rapor etmişlerdir. Korseleme hastaların % 60'ında eğriliğin ilerlemesini önlemede başarılı olarak bulunmuştur. Torasik eğriliklerin torakolomber ve lomber eğriliklerle aynı tedavi başarı oranına sahip olduğu vurgulanmıştır. Yazarlar eğriliğin ilerlemesinin önlenmesinde Charleston korsenin etkili olduğu sonucuna varmışlardır⁽⁶⁷⁾. Price ve arkadaşları Charleston korse ile tedavi edilen 98 hastanın sonuçlarını rapor etmişlerdir. Hastaların % 63'ünün mükemmel sonuçlara sahip olduğu eğriliğin düzelmesi major eğrilikler için % 87 oranında kompensatuar / sekonder eğriliklerde % 33 oranında

olduğu saptanmıştır. % 13 eğrilikte 5°'ten fazla ilerleme ve hastaların % 1'inde de cerrahi gerektiği belirtilmiştir⁽⁵³⁾. Katz ve arkadaşları Boston ve Charleston korseleri karşılaştırdıkları çalışmalarında Charleston korsede başarı oranını % 41, Boston korsede % 61 olarak saptamışlardır⁽³³⁾. Howard ve arkadaşlarının 25° - 35° eğriliği olan hastalarda yaptıkları başka bir çalışmada da Boston korsenin % 71 hastada Charleston korsenin ise % 53 oranında eğriliği önlediği belirtilmiştir. TLSO'nun Charleston ve Milwaukee korse ile karşılaştırıldığında eğriliği önlemede daha üstün olduğunu rapor etmişlerdir⁽²⁹⁾.

Providence Korse

Providence korse, eğilme ve derotasyon momentleri oluşturan gece korsesidir. Pekçok uzman için bu aşırı düzeltici yarı zamanlı korselerin rolü korseleri tam gün giymek istemeyen hastalarda korse kullanımını sağlamaktır⁽⁶⁵⁾. Korse direkt düzeltici güç uygulayan bir akrilik çerçeve uygulanarak skolyotik eğriliklerin önemli ölçüde düzeldiğinin gözlemlenmesi sonucunda geliştirilmiştir.

Tüm tek ve çift eğrilikleri tedavi etmek için kullanılabilir. Çerçeve aslında operasyon öncesi planlama için radyografik supin spinal esnekliği göstermek için geliştirilmiştir. Çerçeve omurgayı orta hatta doğru veya orta hattın ötesine doğru hareket ettirmek için gövdeye kontrollü direkt, lateral ve rotasyonel güç uygulama prensibine göre çalışır. Omurgaya uygulanan düzeltici güçlerle çerçevede hastanın bir alçı izi alınır. Korse artık bilgisayar destekli tasarım ve imalat teknikleri kullanılarak imal edilir. Ölçümlerden veya alçı izlerinden polipropilen plastik olarak üretim yapılır. Providence korse de yalnızca gece kullanılan bir korse dir⁽⁶¹⁾.

D'Amato ve arkadaşları Providence korse kullanan hastalarda korse içinde major eğriliklerde % 96 düzelme minör eğriliklerde % 98 düzelme olduğunu rapor etmişlerdir. Hastaların % 74'ünde 5°'den daha fazla ilerleme olmamış buna karşılık hastaların % 26'sında 6°'den daha fazla ilerleme veya cerrahiye ihtiyaç olmuştur. Eğriliğin apeksi T8-L1 arasında olan hastaların % 76'sında sonuçlar başarılı olarak bulunmuştur. Torasik eğriliklerin % 63'ü, çift eğriliklerin % 65'i, lomber eğriliklerin % 94'ü ve torakolomber eğriliklerin % 93'ü Providence korse kullanılarak başarıyla

tedavi edilmiştir. Bu aslında uyumun tamamen yansıması olabilir. Okulda giyilmesi gerekmeyen bir korsenin kullanılması pekçok adolesan için daha fazla tolere edilebilir olabilir.⁽¹¹⁾

Janicki ve arkadaşları başlangıç eğrilik derecesi 25° - 40° arasında olan AİS olan hastalarda TLSO ile karşılaştırıldığında Providence gece korsesinin eğriliğin ilerlemesini durdurmada ve cerrahiden kaçınmada daha etkili olduğunu saptamışlardır⁽³⁰⁾.

Günümüzde bu korselerle ilgili deneyimi olan merkezler indikasyonları genişletmek için bu korseleri tercih edebilmelerine rağmen literatür apeksi T9 altında olan 35°den daha küçük eğriliklerde başlangıçta gece korselemesini desteklemektedir^(19,30,49,50-51). Bu nedenle Level 1 BrAIST çalışması gibi fonksiyonu arttırmak ve eğriliğin ilerlemesini önlemek için herhangi bir korse modelinin etkisini saptamak için SRS guidelineine kullanarak tam zamanlı ve yarı zamanlı korselemenin karşılaştırıldığı ileri çalışmalara ihtiyaç vardır⁽⁷¹⁾.

Rosenberg Korse

Rosenberg korse, Chiago Üniversitesinde Richard Rosenberg tarafından geliştirilmiş ve klinik olarak olarak da ilk kez Dr. Wilton Bunch tarafından kullanılan bir TLSO'dur. Asimetrik, önden açılan, selektif kontakt ve genişleme bölgeleri olan ve üç nokta basınç sistem uygulaması için ayarlanabilir askılar kullanılan düşük dansiteli polietilenden özel üretim bir korsedir. Anteriorda pubisten ksifoid süreç kadar uzanır. Boston korse gibi eğriliği düzeltmek ve stabilize etmek için 3 nokta basınç sistemine yönelik primer eğrilik konkavitesine karşı güç sağlamak için lateral pedler kullanılır. Düzeltici askılar posterolateral kadranda transvers yüklenmenin eklenmesiyle eğriliği düzeltmek için ceket içinde yer almaktadır^(77,66). Spoonamore ve arkadaşlarının Rosenberg korse kullanan 71 hastayı içeren retrospektif çalışmasında tedavi sonunda % 61 oranında tedavinin başarısız olduğu (cerrahiye gidiş veya progresyon) rapor edilmiştir. Çalışmanın en önemli kısıtlılığının retrospektif olduğu, kanıt değerinin oldukça düşük olduğu ve Rosenberg korse kullanım endikasyonlarının daha ileri düzeyde geliştirmeye ihtiyaç olduğu belirtilmiştir⁽⁶⁶⁾.

AVRUPA SKOLYOZ KORSELERİ

Cheneau Korse

Cheneau korse, Barselona'da geliştirilmiştir ve 30 yılı aşkın süredir kullanılmaktadır. Konturlu ve dereceli güç dağılımını içermektedir. Korseyi tasarlayanlar konveks-konkav doku transferi, elongasyon, derotasyon ve eğilme sağlama gibi düzeltici mekanizmaları tanımlamışlardır⁽⁶⁵⁾. Deformitenin frontal planda lateral deviasyonunu, horizontal planda torakal veya lomber kamburlaşmaya neden olan omurga torsiyonunu, sagittal planda torasik kifoz ve/veya lomber lordozu, üç boyutlu ele alarak, ters yönde aşırı düzeltme temeline dayanmaktadır⁽⁷⁴⁾.

Cheneau korsenin en önemli yanı respirasyon sırasında dinamik düzeltme sağlamak için tasarlanmış, gövde kaydırmaya izin vermesi için direk olarak basınç alanlarının karşısında boşluk kullanılmasıdır. Korsenin hafif versiyonu elde edilebilir⁽⁶⁵⁾.

Cheneau korse gövde yoluyla derotasyonel güç sağlayan pedler ve aşırı düzeltici mold kullanım yoluyla başlangıç düzeltmeyi daha yüksek derecelerde sağlar. Bu korsenin yenisine solunum hareketlerinin aktif düzeltmeye izin vermesi için genişleme bölümü eklenmiştir⁽⁶⁹⁾.

Sforzesco Korse

Sforzesco korse, Stefano Negrini ve CPO Gianfranco Marchini tarafından 2004 yılında İtalya'nın Milano şehrinde simetrik, hastaya özel tasarlanmış ve üretilmiş, rijit, aktif ve üç boyutlu yaklaşımı temel alınarak geliştirilmiştir. Risser alçı ve Lyon, Cheneau-Sibilla ve Milwaukee korselerin özelliklerinin kombinasyonunu içerir⁽⁴⁶⁾. Kısa dönem takiplerde büyük eğriliklerde ortalama 6° düzeltme olduğu gösterilmiştir⁽⁴⁴⁾. Son zamanlarda yapılan kontrollü prospektif çalışmada bu korsenin 45°'nin üstünde eğriliği olan idiopatik skolyozlu herhangi bir cerrahi işlemi kabul etmeyen hastalarda uygun alternatif bir korse olduğu belirtilmiştir⁽⁴¹⁾.

Triac Korse

Triac korse, Hollanda'da Dr. Albert Gerrit Veldhuizen tarafından geliştirilmiştir ⁽⁶⁸⁾. Torasik ve lomber bölümleri birbirine bağlayan fleksibl bağlayıcı modülü vardır. Skolyotik omurgada hareket eden posterior güç ve döndürme momentine karşı koyan anterior progresyon gücünden oluşan transvers güç sistemini kullanır. Frontal planda Triac korsede güç sistemi konvansiyonel korselerdeki güç sistemi ile aynıdır. Sagittal planda ise güç sistemi ise sadece torasik bölgede hareket eder. Sonuç olarak vücut hareketi sırasında düzeltici güçleri etkilemeden pelvik tilt olmaksızın fleksibilitiyi sağlar.

Cobb açısı 20°-40° arasında eğriliği olan iskelet olarak immatur Risser 0-1 hastalarda, premenarş veya menarş sonrası 1 yılda torakal apeks T7-11 arasında olan, lomber apeksi L2-5 arasında olan ve eğilme grafilerinde en az %40 düzelme olan fleksibl omurgada kullanılabilir ⁽⁷⁷⁾.

Bulthuis ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada Triac korse ile primer eğriliklerde % 22 sekonder eğriliklerde % 35 düzelme olduğu, korseleme sonrası da düzelmenin devam ettiğini rapor etmişlerdir. Hastalar ortalama 1,6 yıl takip edilmiş ve hastaların % 76'sında eğrilik kontrol altına alınmış veya net düzelme olduğunu, Triac korsenin AIS'un doğal seyrini anlamlı ölçüde değiştirdiğini belirtmişlerdir ⁽⁵⁾.

KORSE İLE TEDAVİ EDİLEN HASTANIN TAKİBİ

Korselemenin başarısı ayakta çekilen radyografilerde eğrilik ilerlemesinin ve cerrahi tedavinin önlenmesiyle değerlendirilir. Korse kullanım zamanının yetersiz reçetelenmesi ve bedene iyi oturmayan korse ile tedavi kesinlikle hastanın kontrolü dışında kötü sonuçlara neden olur. Bununla beraber korseye uyum tedaviyi yapan herhangi bir hekim için en büyük endişe gibi görünmektedir ⁽⁶¹⁾.

Reçete edilen korse sonrası hastanın korse ile radyografisi çekilir. Amaç torasik eğriliklerde korse içinde % 30 düzelme, torakolomber ve lomber eğriliklerde ise % 50 düzelme sağlanmasıdır. Eğer bu değerler elde edilemezse korse tekrar incelenmeli ve ortotist tarafından gerektiği gibi modifiye edilmelidir. Takip değerlendirmeleri uzamanın pik yaptığı dönemlerde 4 ayda bir sonrasında yaklaşık olarak 6 ayda bir yapılmalıdır. Her kontrolde korse dışında radyografi çekilmelidir ⁽⁶⁵⁾.

Literatüre bakıldığında 2011'de yayınlanan SOSORT rehberinde doktorun hastasını en az 3-6 ay aralıklarla takip etmesi önerilmektedir. Standart aralıkların ise hastanın ihtiyaçlarına göre (ilk korse, büyüme atağı, ilerleyici veya atipik eğri, kötü uyum, diğer ekip üyelerinin talebi-fizyoterapist, ortez teknisyeni) azaltılması gerektiği belirtilmektedir ⁽⁴³⁾.

Çeşitli faktörler korse tedavi başarısını engellemektedir. Kötü uyum tedavi başarısını engelleyen en önemli sebeplerden biridir ⁽¹⁾. Hasta uyum sorunlarını çözmek için yarı zamanlı veya gece korselerinin etkisini gösteren çalışmalar olmasına rağmen korseler genellikle günlük 18-23 saat giyilir ^(11,21,53). Yarı zamanlı veya gece korseleri (Charleston, Providence) 35°'den küçük eğriliklerde etkili olabilir bununla beraber 35°'den büyük eğriliklerde güvenilir olarak eğrilik ilerlemesini sınırlamak için sıklıkla tam zamanlı korseleme gerekmektedir. Korse tedavisi büyüme tamamlanana kadar devam etmelidir. 6 ay arayla arka arkaya ölçülen boy uzunluğunda değişiklik olmaması, Risser 4 (kızlar) veya 5 (erkekler), menarş sonrası 18-24 ay veya kemik yaşı saptanmasında iskelet maturitesi büyümenin durduğunu gösteren bulgulardır. Ayrıca erkeklerde ve obes, iskelet gelişimi tamamlanmış ve idiopatik olmayan hastalarda korseleme daha az etkilidir. Uzun süreli takipler beklenen yaşam süresi, hasta memnuniyeti ve fonksiyonu geliştirmek için yetişkinliğe kadar korselemenin yararlı olabileceğini ileri sürmektedir ⁽⁶¹⁾.

Daha önceki çalışmalarda çok büyük ihtimalle korse giyilme zamanının kesin ve güvenilir olarak ölçülememesi nedeniyle korse giyilmesi ve sonuç arasındaki doz yanıt ilişkisi çok iyi belirlenememiştir. Rowe ve arkadaşlarının metaanalizinde 23 saat korse kullanımının 16 saat kullanım veya gece kullanımından daha başarılı olduğu belirtilmiştir ⁽⁵⁸⁾.

Ağırlıklı olarak korse giyilmesini ölçmek için sıcaklık, basınç ve yakınlık ölçüm sensörlerini içeren mekanik cihazlar günümüzde mevcuttur. Bu cihazlar korse kullanım zamanı ve eğriliğin cevabı arasındaki ilişkiyi ciddi olarak değerlendirmek için bir fırsat yaratmaktadırlar. Araştırmacılar hasta tarafından bildirilenden çok daha az olan hasta uyumunu göstermek için objektif ölçümleri kullanmışlardır ⁽⁶⁹⁾.

Korse uyumunun başarılı sonuçlar sağladığını gösteren çalışmalardaki verilerin çoğu ofis notları, anketler, telefon veya ofis görüşmeleri gibi eksik değerlendirmelerin olduğu subjektif değerlendirmelere dayalıdır. Bu nedenle bunlar korse tedavisinin etkinliği için bazı şüphelere yol açmıştır. Objektif uyum ölçümlerine ihtiyaç doğmuştur. Uyum sorusunu cevaplamak için sıcaklık sensör kaydediciler ve basınç dönüştürücüler (transduser) kullanılarak objektif uyum ölçümleri uyumu tespit etmek için geliştirilmiştir^(32,49). Yazarlar korse kullanım süresini ölçmek için korse-cilt ara yüzünde sıcaklık veri kaydedicileri kullanmışlardır. Hasta uyumu 12 yaş (% 77) ve 14 yaş (% 60) ile karşılaştırıldığında en iyi 10 yaşındaki (% 84) hastalarda bulunmuşlardır. Rahman ve arkadaşları Wilmington TLSO korse içine sıcaklık sensörü ve logger yerleştirmiş ve hastaları tedavi süresince izlemişlerdir. Eğriliği 5°'den daha fazla ilerleyen hastaların uyumu % 62, ilerleme olmayanların uyumu ise % 85 olarak saptanmıştır. Çok uyumlu olan hastaların % 11'inde progresif eğriliklerin daha az uyumlu hastaların % 56'sında progresif eğrilik olduğu saptanmıştır. Bu da hasta uyumunun başarı şansını arttırdığını göstermektedir⁽⁵⁴⁾.

İdiopatik eğriliklerde eğriliğin ilerlemesi adolesan büyüme ataklarında belirgin olarak artar ve büyümenin tamamlanmasıyla ilerleme yavaşlar veya durur. Spinal büyüme boydaki artışla yakından ilişkilidir. Fakat takip eden kontrollerde uzama hızının ölçümü sıklıkla yanlışlıklarla ilişkilidir. Bu nedenle sıklıkla diğer maturite markerları büyüme hızını ölçmek için kullanılmaktadır. Bu maturite markerlarının kullanımı eğriliğin ilerleme riskini saptamamıza izin verir. Bu bilgi klinisyene daha dikkatli izlem gerektiren ve aktif tedavi gerektiren eğrilikler arasında ayırım yapmasına izin verir. Toplam büyüme atağının yaklaşık 2.5-3 yıllık bir süresi vardır. Bu süre içinde pik boy uzama hızı için ortalama yaş erkeklerde 14, kızlarda 12 yaştır.

Seksüel maturite sekonder seks karakterlerinin gelişimine dayanan Tanner dereceleme skalasıyla değerlendirilebilir. Menarş hakkında soru sormak önemlidir. Çünkü menarş başladıktan sonra eğrilik ilerlemesi daha azdır.

İskelet yaşı maturite için daha doğru bir belirteçtir. Risser işareti iskelet yaşını saptamak için kullanılabilen pelvisin iliak apofizinin görünümünü ifade eder. Posterior iliak kemiğin anteriordan apofiz seyrini ve sonrasında da iliak kemik füzyonunu gösteren 0'dan 5'e kadar 6 Risser evresi vardır ⁽¹⁾. Tedavi edilmemiş AIS'da ilerleme insidansı Risser işareti ve eğrilik boyutu ile koreledir. Risser 0 veya 1 gelişimini tamamlamamış çocukta 20°-29° eğrilikler için progresyon insidansı % 68, Risser 2 ve üstünde olan matur adolesanda 19°'nin altındaki eğrilikler için progresyon insidansı % 1,6, gelişimini tamamlamamış (Risser 0 veya 1) çocukta 19°'nin altındaki küçük eğrilikler için ilerleme insidansı % 22, matur çocukta (Risser 2 ve üstü) 20°-29° büyük eğrilikler için ilerleme riski % 23 olarak saptanmıştır ⁽³⁷⁾. Risser işaretinin dezavantajları erkek ve kızlarda farklı iskelet yaşları ile korele olması ve genellikle pik uzama hızı sonrası belirmesidir ⁽¹⁾.

İskelet yaşı radyografide sol el ve bilek gelişiminin değerlendirilmesi ile belirlenebilir. Kemikler Greulich ve Pyle tarafından derlenen standart atladaki görünümüleriyle karşılaştırılır ⁽²²⁾. Sanders ve arkadaşları metakarp ve falanks skorlamasının diğer maturite indikatörleri olan Tanner evrelemesi ve Risser işaretinden skolyoz ilerlemesi ile daha yakın ilişkili olarak bulmuşlardır ⁽⁶⁰⁾.

Sık radyolojik incelemeye maruz kalan skolyozlu hastalarda meme ve tiroid kanseri riskinin hafif artmış olduğu gösterilmiştir. Bu nedenle gereksiz pozisyon ve tekrarlayıcı işlemlerden kaçınmak gereklidir ⁽²⁸⁾. Ön arka radyografiler radyasyona maruziyeti en aza indirmek için takip eden kontroller sırasında alınır.

Weinstein ve arkadaşları 242 hastayı içeren kapsamlı çok merkezli bir çalışmalarında korse tedavisinin eğriliğin ilerlemesini anlamlı derecede azalttığını göstermişlerdir ⁽⁷²⁾. Bu bulgular günlük korse kullanımı 20 saat olan uyumlu hastalarda eğriliğin ilerlemesinde korse tedavisinin etkili olacağını ileri süren daha önceki çalışmaları desteklemektedir. Bu bulgular ışığında korse tedavisinin ılımlı eğrilikler için bir tedavi seçeneği olması gerektiği ileri sürülmüştür ^(54,62).

Korse tedavisi birçok hasta ve ailesi için psikososyal açıdan ve vücut imajı açısından sorun teşkil eder. Korse tedavisi Avrupa'da birçok

merkezde skolyoz tedavisi için kullanılmaktadır. Fakat İngiltere, Amerika veya başka bir yerde uygulama farklıdır.

Hastanın aile hekimi, cerrahı, fizik tedavi hekimi, ortez teknisyeni ve fizyoterapistini içeren multidisipliner takım yaklaşımı uyumu arttırmak için gereklidir. Ailelere korsenin başarılı olamayabileceği, fakat disiplinle ve tavsiye edilen korse kullanma zamanına uyumla başarı şansının artabileceği konusunda danışmanlık verilmelidir. Pik uzama dönemini geçiren hastalar (iskelet maturitesinin 1 yılı içinde olanlar ve menarş sonrası 1 veya daha fazla yıl içinde olanlar) korse kullanımından yararlanma ihtimali muhtemel değildir ⁽¹⁾.

Skolyozun korse ile tedavisinde başarı tanımlaması zor olabilir. Literatürün çoğunluğu korse ile tedavi başarısızlığının bir kriteri olarak omurga cerrahisinden ziyade iskelet maturitesi öncesi eğriliğin 5°'den daha fazla ilerlemesini kullanır. Bazıları da maturasyon tamamlanuncaya kadar 45°'ye ulaşmayı önleme veya eğriliğin 10° ilerlemesini kullanır ^(61,63).

SOSORT ve SRS konservatif tedavi komitesinin 2014 yılında yayınlanan ortak konsensus raporunda radyografik araştırma sonuçlarında 6° ve üstünde düzelme olan, değişiklik olmayan ($\pm 5^\circ$) ve 6° ve üstünde ilerleme olan hasta sayılarının belirtilmesi tavsiye edilmiştir ⁽⁴⁵⁾.

Yüksek dereceli eğriliklerin ilerleme olasılığı küçük eğriliklere göre daha fazladır. Aynı şekilde eğriliğin ilerlemesini önleyecek muhtemel korse tedavi başarısı eğriliğin başlangıç boyutuyla ters orantılıdır. Korse tedavisi 35°'den büyük eğriliklerde eğriliğin ilerlemesini sınırlasa da başarı 20° - 35° arasındaki eğriliklerle karşılaştırıldığında daha az tahmin edilebilir olmuştur.

Omurga büyümesini değiştirmek için korse tarafından uygulanan eksternal biyomekanik güçlerin neden olduğu rahatsızlık korsenin büyüklüğü, pedlerin büyüklüğü, kalınlığı ve lokalizasyonu, bantların gerilimi ve korsenin yapıldığı materyalin sertliği gibi korsenin özellikleri tarafından belirlenmektedir. Bu özellikler şişman hastalarda korse tedavisinin etkisiz olmasına neden olur ve şişman olmayanlarla karşılaştırıldığında artmış eğrilik ilerlemesine neden olur. Korse uyumu korse ile tedavi edilen erkek ve kadınlar arasındaki başarı farklılığının potansiyel sorumlusudur ⁽⁶¹⁾.

Korse kullanımının durdurulması için kriter olarak iskelet maturitesi kullanılır. En yaygın kullanılan Risser işaretidir. 4-5 ve 6 aylık intervallerde 1 cm'in atında büyümeyebilir. Kızlarda menarş sonrası 1,5-2 yıl olmalıdır veya distal radius epifizinin kapanmış olduğunun görülmesi gereklidir ⁽⁶⁵⁾.

Korse büyümenin tamamlandığı sürenin sonuna kadar kullanılmalıdır. Boy uzamasının durmasından sonraki 6 aylık dönem sonuna kadar, kız çocuklarda Risser işareti 4, erkek çocuklarda Risser işareti 5 oluncaya kadar, kız çocuklarda menarş sonrası 18-24 ay boyunca korse kullanımına devam edilmelidir ⁽⁶³⁾.

SOSORT Konsensus 6 alanda gruplandırılmış (Deneyim/Yetkinlik, Davranış/ Tutum, Reçete, Yapım, Breys kontrol, Takip) öneriler setini 2008'de oluşturmuş ve bu öneriler seti 2009 yılında yayınlanmıştır. Bu öneriler 2011 SOSORT rehberinin de bir bölümünü oluşturmaktadır ⁽⁴³⁾. Tablo 2'de 2011 SOSORT konsensusuna göre AİS'a pratik yaklaşım özeti verilmiştir.

Tablo-2. 2011 SOSORT konsensusuna göre adolesan idiopatik skolyoza pratik yaklaşım

		0-10° +hump	11-15°	16-20°	21-25°	26-30°	31-35°	36-40°	41-45°	46-50°	>50°
Risser 0	Min	Göz6	Göz6	Göz3	FSE	FSE	SK	YZRK	YZRK	YZRK	TZRK
	Max	Göz3	FSE	YZRK	TZRK	TZRK	TZRK	TZRK	TZRK	Cerrahi	Cerrahi
Risser1	Min	Göz6	Göz6	Göz3	FSE	FSE	SK	YZRK	YZRK	YZRK	TZRK
	Max	Göz3	FSE	YZRK	TZRK	TZRK	TZRK	TZRK	TZRK	Cerrahi	Cerrahi
Risser 2	Min	Göz8	Göz6	Göz3	FSE	FSE	SK	SK	SK	SK	TZRK
	Max	Göz6	FSE	YZRK	TZRK	TZRK	TZRK	TZRK	TZRK	Cerrahi	Cerrahi
Risser 3	Min	Göz12	Göz6	Göz6	Göz6	FSE	SK	SK	SK	SK	TZRK
	Max	Göz6	FSE	YZRK	TZRK	TZRK	TZRK	TZRK	TZRK	Cerrahi	Cerrahi
Risser 4	Min	Hayır	Göz6	Göz6	Göz6	Göz6	Göz6	Göz6	Göz6	SK	TZRK
	Max	Göz12	FSE	YZRK	TZRK	TZRK	TZRK	TZRK	TZRK	Cerrahi	Cerrahi
Risser 4-5	Min	Hayır	Göz6	Göz6	Göz6	Göz6	Göz6	Göz6	Göz6	SK	TZRK
	Max	Göz12	FSE	YZRB	TZRK	TZRK	TZRK	TZRK	TZRK	Cerrahi	Cerrahi

Kısaltmalar: Göz, gözlem her 12/6/3 ay; FSE, fizyoterapotik spesifik egzersizler; SK, soft korse; YZRK, yarı zamanlı rijid korse (12-20 saat); TZRK, tam zamanlı rijid korse (20-24 saat) veya alçı

Öneri 1 (Deneyim/Yetkinlik)

Tedaviden sorumlu doktorun deneyimli olması gereklidir ve tüm bu şartları yerine getirmelidir:

- 1) Bir önceki eğitmen tarafından (korse uygulamada en az 5 yıllık deneyimi olan doktor) en az 2 yıl süreyle eğitim
- 2) Skolyoz için korse uygulamada en az 2 yıllık sürekli çalışma
- 3) Son 2 yıl içinde her çalışma haftası için en az 1 korse (yılda yaklaşık 45) reçeteleme
- 4) Son 2 yıl içinde her çalışma haftası için en az 4 skolyoz hastası (yilda yaklaşık 150) değerlendirme

Öneri 2 (Deneyim/Yetkinlik)

Korseyi yapan ortez teknisyeninin deneyimli olması gereklidir ve tüm bu şartları yerine getirmelidir:

- 1) Bir doktorla (öneri 1'deki kriterleri yerine getiren) en az 2 yıl süreyle sürekli çalışma
- 2) Skolyoz için korse uygulamada en az 2 yıllık sürekli çalışma
- 3) Son 2 yıl içinde her çalışma haftası için en az 2 korse yapımı (yılda yaklaşık 100)

Öneri 3 (Davranış/Tutum)

Optimum sonuçlar sağlamak için doktor, ortez teknisyeni ve fizyoterapist birlikte çalışmalıdır. Aynı işyerinde bulunulmasa bile sürekli bilgi alışverişi, takım toplantıları ve hastaların önünde korse doğrulaması yoluyla bu uygulanabilir.

Öneri 4 (Davranış/Tutum)

Uyumu arttırmak için taahhüt, zaman ve danışmanlık gereklidir. Doktor, ortez teknisyeni ve fizyoterapist ihtiyaç duyulan herhangi bir zamanda hasta ve aile için önceden kararlaştırılan mesajları bir takım olarak vermelerini sağlayan danışmanlık hizmeti vermek zorundadır.

Öneri 5 (Davranış/Tutum)

Korse yapımının tüm aşamaları her bir korse için takip edilmelidir.

- 1) İyi eğitilmiş ve deneyimli bir doktor tarafından reçeteleme(öneri 1'deki kriterleri yerine getiren)
- 2) İyi eğitilmiş ve deneyimli bir ortotist tarafından korse yapımı (öneri 2'deki kriterleri yerine getiren)
- 3) Ortez teknisyeni ve mümkün olduğunca fizyoterapistle işbirliği içinde doktor tarafından kontrol edilme
- 4) Doktor endikasyonlarına göre ortez teknisyeni tarafından düzeltme
- 5) Doktor, ortez teknisyeni ve fizyoterapist tarafından takip

Öneri 6 (Reçete)

Herbir korse reçetesinde (vaka temelinde) doktor aşağıdakileri belirtmelidir:

- 1) Korse yapımı ile ilgili detayları (iteceği yer, boşluk bırakacağı yer, omurga üzerinde sonuç elde etmek için gövdenin nasıl hareket edeceği) yazmalıdır.
- 2) Ortezin tam olarak kaç saat giyileceği reçete edilmelidir.
- 3) Tedavi taahhütü ve önerilen korseye bütünüyle hasta ikna edilmelidir.
- 4) Hasta uyumunu arttırmak için fotoğraf, broşür, video gibi araçlarla tedavinin açıklanmasını içeren herhangi bir etik yol kullanılır.

Öneri 7 (Yapım)

Her bir korse yapımında ortez teknisyeninin aşağıdakileri yapması gereklidir.

- 1) Reçete ve ayrıntıları kontrol etmeli ve sonunda reçeteleyen doktor ile görüşmeli gerekirse yapım öncesi de görüşmelidir.
- 2) Kararlaştırılmış reçeteyi tam olarak yerine getirmelidir.
- 3) Tedavi taahhütü ve önerilen korseye bütünüyle hasta ikna edilmelidir.

- 4) Hasta uyumunu arttırmak için fotoğraf, broşür, video gibi araçlarla tedavinin açıklanmasını içeren herhangi bir etik yol kullanılır.

Öneri 8 (Korse Kontrol)

Hasta bazında her bir korse için ortez teknisyeni ve sorumlu doktorun ortaklaşa aşağıdakileri yapması gereklidir:

- 1) Korsenin düzgün olarak oturduğunu ve hastaya özgü ihtiyaçları karşıladığını kesin olarak doğrulamak
- 2) Korsenin her üç düzlemde (frontal, sagittal ve horizontal) skolyozu düzeltmesini kontrol etmek
- 3) Klinik olarak estetik düzeltmeyi kontrol etmek
- 4) Korsenin tolere edilebilirliğini en üst düzeye çıkarmak (seçilen teknik için mümkün olduğunca günlük yaşam aktiviteleri ve hareketlerine izin vermek ve görünürlüğü azaltmak)
- 5) Gerekirse hastalardan ekstra ücret talep etmeden gerekli tüm değişiklikleri yapmak
- 6) Uygulanan düzeltmeleri kontrol etmek
- 7) Hastanın ve/veya ailesinin korseyi düzgün olarak yerleştirebildiğini ve uygulayabildiğini kontrol etmek
- 8) Korse teslimatında ve takiplerde ailesiyle hastanın ruh haline erişmek

Öneri 9 (Korse kontrol)

Her korsenin klinik ve/veya radyolojik olarak kontrolü yapılmalıdır.

Öneri 10 (Takip)

Doktor, ortez teknisyeni ve fizyoterapist düzenli olarak korseyi kontrol etmelidir (doktor ve ortez teknisyeni hastayı her gördüklerinde) ve hasta ve/veya ailesi için korse tedavisinin yararlılığını güçlendirmelidir.

Öneri 11 (Takip)

Doktor hastanın korseyi düzenli olarak kullandığını en azından 3-6 ayda bir takip etmelidir. Standart aralıklar bireysel ihtiyaçlara göre (ilk korse, büyüme atağı, ilerleyici ve atipik eğri, kötü uyum, diğer ekip üyelerinin talebi-ortez teknisyeni, fizyoterapist). Takiplerde hastaların bilgilerini tutmak için bazı araçların kullanılması (yazılı protokoller, hatırlatıcılar vb) kuvvetle önerilmektedir.

Öneri 12 (Takip)

Çocuk büyüdükçe veya korse etkisini kaybettiğinde yenisi ile değiştirilmelidir ve bu ihtiyaç tedavi eden doktorun sorumluluğunda ortez teknisyeni tarafından önerilebilir.

Öneri 13 (Takip)

Ortez teknisyeni düzenli olarak korseyi kontrol etmelidir. Herhangi bir problemi önlemek için hastayı tedavi eden doktora göndermelidir.

Öneri 14 (Takip)

Fizyoterapist korseyi düzenli olarak kontrol etmelidir. Herhangi bir problemi önlemek için hastayı tedavi eden doktora göndermelidir.

Korseleme İçin SOSORT Rehber Önerileri

- 1) AIS tedavisinde korseleme önerilir.
- 2) İnfantil veya juvenil idiopatik skolyozda cerrahiye ertelemek veya en azından daha uygun yaşta ertelemek için ilk basamak tedavi olarak korseleme önerilir.
- 3) Eğriliğin stabilizasyonunu denemek için infanıl idiopatik skolyozun tedavisi için kalıp önerilir.
- 4) Cobb açısı $15^{\circ} \pm 5^{\circ}$ altında eğriliği olanlarda omurga deformitelerinin konservatif tedavisinde uzmanlaşmış bir klinisyenin farklı görüşü olmadıkça korse tedavisi önerilmez.

- 5) Cobb açısı $20^{\circ} \pm 5^{\circ}$ üstünde eğriliği olanlarda hala büyüme devam ediyorsa ve deformitenin ilerlediği gösterilmişse veya kötüye gidiş için yüksek risk varsa omurga deformitelerinin konservatif tedavisinde uzmanlaşmış bir klinisyenin farklı görüşü olmadıkça korse tedavisi önerilir.
- 6) Herbir tedavi ekibinin en iyi bildiği ve tedaviyi yönetmek için en hazırlıklı oldukları korseyi sağlaması önerilir. Güncel bilgiler ışığında diğerleri üzerinde tavsiye edilebilir hiçbir korse yoktur.
- 7) Korseler tedavi başlangıcında omurga deformitelerinin konservatif tedavisinde uzmanlaşmış bir klinisyenin farklı görüşü olmadıkça tüm gün veya günde en az 18 saat giyilmelidir.
- 8) Tedavide doz yanıt ilişkisi nedeniyle hastanın yaşı, evresi, amaç ve tedavinin genel sonuçları, ulaşılabilir uyum ve deformitenin şiddeti oranında günlük korse kullanım saati önerilir.
- 9) Korseler vertebral kemik büyümesi sonuna kadar giyilmelidir. Sonrasında ise omurga deformitelerinin konservatif tedavisinde uzmanlaşmış bir klinisyenin farklı görüşü olmadıkça giyme zamanı dereceli olarak azaltılmalıdır.
- 10) Korse giyme zamanı stabilize edici egzersiz uygulaması devam ederken postural sistemin adaptasyonuna izin vermek ve sonuçları korumak için dereceli olarak azaltılmalıdır.
- 11) Korse kullanımına uyumu arttırmak ve izlemek için ısı sensörleri ve SOSORT rehberlerinde tanımlanan önerilere dikkatli uyum önerilir.
- 12) Korsenin kalitesi korse içinde çekilen x ray yoluyla kontrol edilmelidir.
- 13) Reçeteyi yazan hekim veya korseyi yapan ortotistin SOSORT rehberinde tanımlanan kriterlere uygun uzmanlar olması önerilir.
- 14) SOSORT rehberinde tanımlanan kriterlere uygun doktor, ortotist ve fizyoterapistten oluşan iyi eğitilmiş bir tedavi ekibi tarafından uygulanan korseleme önerilir.
- 15) Korselemenin tüm aşamaları (reçeteleme, yapım, düzeltme, takip) SOSORT rehberinde tanımlanan kriterlere uygun olarak her bir korse için dikkatlice takip önerilir.

- 16) Tedavi edilecek eğriliğin tipine özel tasarlanmış korse kullanımı önerilir.
- 17) Frontal ve horizontal planlarda skolyotik deformitenin tedavisinde mümkün olduğunca sagittal planları da dikkate alan korse tercih edilmesi önerilir.
- 18) Daha iyi hasta uyumunu sağlamak ve psikolojik etkisini azaltmak için aynı etkiyi sağlayan hastanın klinik durumuna göre en az invaziv korse kullanılması önerilir.
- 19) Solunum fonksiyonunu azaltacak şekilde toraks ekskürsiyonunu kısıtlamayan korselerin kullanımı önerilir.
- 20) Korsenin reçetelenmesi, yapılması ve takılmasının poliklinik ortamında olması önerilir.

KORSE TEDAVİSİNDE KARŞILAŞILAN PROBLEMLER

AİS'u olan hastalarda skolyozun varlığı ve tedavi yaşam kalitesini etkilemektedir. Özellikle korse tedavisinin başlamasıyla ortaya çıkan stresin ayrıca korsenin tasarımı, boyutları, fiziksel kısıtlama derecesi ve görünüşünün yaşam kalitesi üzerinde büyük etkisi vardır. Korse özellikle fiziksel engel yaratması dışında, kişilik gelişimini zorlaştırarak ek kişisel güvensizlik oluşturabilmektedir ^(2,35). Bu nedenle hastalık ve tedavi kabulünü sağlamak ve psikolojik rahatsızlığı en aza indirmek amacıyla grup terapisi gibi bireysel danışmanlık yoluyla hastalara psikolojik destek verilmelidir ⁽²⁾.

Korse tedavisi ile birlikte göğüs kafesi mobilitesi kısıtlanabilir ve bu da akciğer kapasitesinde azalma ve aerobik iş kapasitesinde azalmaya neden olabilmektedir. Boston korse ile tedavi edilen hastalarda korse kullanmadan önceki değerlerle karşılaştırıldığında akciğer volumünde ve pulmoner kompliyansa azalma olduğu saptanmıştır ⁽³¹⁾. Ayrıca korse, çocuğun görünümü ile ilgili algısını değiştirebildiğinden, çocuk üzerinde psikolojik baskı oluşturabilmekte, çocuğun okulda veya boş zaman aktivitelerinde, fiziksel aktiviteden kaçınmasına neden olabilmektedir ⁽⁴⁸⁾.

Literatürde Boston korse ile akut dönemde glomeruler filtrasyon hızında azalma olduğu gösterilmiştir (4). Az sayıda hastanın dahil edildiği başka bir çalışmada ise korse çıkarılması sonrası atrial natriüretik peptid plazma düzeyinde artış olduğu saptanmış ve bunun glomeruler filtrasyon hızı ve idrarla sodyum atılımı ile ilişkili olduğu belirtilmiştir (64).

Korse tedavisinin eğriliğin ilerlemesini azaltmada etkili olduğu gösterilmesine rağmen kemik mineral artış hızında azalma gibi potansiyel sekonder sonucu olabilir. AIS olan hastaların düşük kemik mineral içeriğine ve kemik mineral yoğunluğuna (KMY'na) sahip oldukları böylece yaşamlarının ileri dönemlerinde osteoporoz gelişme riskinin ve bununla ilişkili komplikasyonların arttığı gösterilmiştir (16). Li ve arkadaşları AIS' lu adolesanlarda düşük KMY prevalansının % 20-38 arasında olduğunu ileri sürmüşlerdir. Araştırmacılar düşük KMY'nin AIS nedeninin bir parçası mı yoksa AIS'in etkisi mi olup olmadığını belirsiz olduğunu iddia etmektedirler. Onlar neden veya etkisi olup olmadığına bakılmaksızın düşük KMY'nin endişe verici olduğunu ve rijid korsenin bunu şiddetlendirebileceğini iddia etmektedirler (36). Azalmış fiziksel aktivite ve azalmış kor kaslarının kullanımı korselemenin düşük kemik mineral yoğunluğuna sebep olan iki potansiyel mekanizmadır.

Fiziksel aktivitede spinal korselemenin etkisi literatürde yetersiz olarak tanımlanmıştır. Muller ve arkadaşları son günlerde AIS ve kifoza adolesanlarda korse kullanmanın adım sayısını engellememesine rağmen tedavi öncesi ve sonrası genel adım atma aktivitesini sağlıklı yaşlılarına göre beklenenden daha düşük saptamışlardır (42). Büyüme yılları sırasında yüksek etkili ağırlık bindiren egzersizler, kemik yapısı ve kemik mineral içeriği üzerine en büyük etkiye sahip gibi görünmektedir. Bu nedenle fiziksel aktivitenin düşük düzeyi muhtemelen de yoğun aktivite düzeyinin düşük olması KMY artış hızının düşük olma riskini arttıracaktır (16).

Klinik açıdan bakıldığında rijid bir korsenin etkili olabilmesi için korse kullanırken eğriliğin ilerlemesini azaltması gerekir. Korse postürü kontrol eden, vücut hareketini en aza indiren ve gövdeyi immobilize eden bir cihazdır. Bu şekilde korse kor kaslarının kullanımını sınırlar. Danielsson ve arkadaşları breys kullanımı sonlandıktan 20 yıl sonra bile spinal mobilite ve kas enduransının azaldığını göstermişlerdir (13). Kas güçsüzlüğü ve

immobilizasyon da düşük kemik yoğunluğu ve kırıklarla sonuçlanmaktadır. Bu nedenle AIS'da korseleme özellikle omurga ve yük binen kemiklerde erişkin osteoporoz için bir yatkınlık oluşturan kemik mineral içeriğinde kalıcı kayıp ve kor kasları gücünde azalmaya neden olabilir. Gençlik döneminde fiziksel aktivitenin metabolik, fizyolojik, nöromuskuler ve fizyolojik yararları mevcuttur. Önemli olarak büyüme yıllarında özellikle de adolesan büyüme yıllarında yüksek etkili ağırlık bindirici fiziksel aktiviteler kemik mineral artış hızını ve pik kemik kütlesini arttırır. Yüksek pik kemik kütlesi osteoporoz riskini ve daha ileri yaşlarda da osteoporoz ile ilişkili kırık riskini azaltabilir ⁽¹⁶⁾. Korse kullanımının beraberinde getireceği paravertebral kas zayıflığı ile birlikte tüm bu yan etkileri azaltmak için, korse kullanan skolyozlu adolesanların, korse tedavisi ile birlikte fiziksel aktivite programlarına da alınması önerilmektedir ⁽⁴⁸⁾.

Romano ve arkadaşları Cochrane sistematik derlemesinde Lusini ve arkadaşlarının çalışmasında kullanılan eğrilik ilerlemesini azaltan skolyoz spesifik egzersizlerin etkisini tartışmışlardır. Yazarlar AIS için kemik mineral kazancını teşvik eden ve kemik mineral kaybını önleyen fiziksel aktivite ve egzersiz protokollerini de içeren korse tedavisinin etkili olduğunu rapor etmişlerdir ⁽⁵⁷⁾.

SONUÇ

AIS tedavisinde kesin tedavi arayışları sona ermemiştir. Var olan tedavi seçeneklerinin vertebral kolon üzerindeki erken ve geç etkilerinin net olarak ortaya konması, eksik ve zayıf noktalarının belirlenerek gerekli değişikliklerin yapılması ve zaman içinde ideale en yakın tedavi seçeneklerinin belirlenmesi önemlidir. AIS olan her hasta mevcut koşulları içinde değerlendirilmelidir. Skolyoz tedavisinde temel amaç eğriliği maturasyon tamamlanıncaya kadar durdurmaya çalışmaktır. Tedavi seçiminde eğriliğin büyüklüğü, tipi, esnekliği, hastanın yaşı ve matüritesi göz önünde bulundurulmalıdır. Buna göre tedavi seçenekleri olan gözlem, konservatif tedavi ve cerrahi tedaviden biri hastanın mevcut durumuna göre tercih edilmeli ve konservatif tedavide hastaya en uygun korse reçetelenmelidir.

KAYNAKLAR

- 1- Altaf F, Gibson A, Dannawi Z, Noordeen H. Adolescent idiopathic scoliosis. *BMJ* 2013; 346: f2508.
- 2- Aulisa AG, Guzzanti V, Perisano C, et al. Determination of quality of life in adolescents with idiopathic scoliosis subjected to conservative treatment. *Scoliosis* 2010; 28: 5-21.
- 3- Bassett G, Bunnell W, MacEwen G. Treatment of idiopathic scoliosis with the Wilmington brace. Results in patients with a twenty to thirty-nine degree curve. *J Bone Joint Surg* 1986; 68-A: 602-605.
- 4- Berg U, Aaro S. Long-term effect of Boston brace treatment on renal function in patients with idiopathic scoliosis. *Clin Orthop Relat Res* 1983; 180: 169-172.
- 5- Bulthuis GJ, Veldhuizen AG, Nijenbanning G. Clinical effect of continuous corrective force delivery in the non-operative treatment of idiopathic scoliosis: a prospective cohort study of the TriaC-brace. *Eur Spine J* 2008; 17: 231-239.
- 6- Bussel M, Merritt J, Fenwick L. Spinal Orthoses. In: Redford JB, Basmajian JV, Trautman P (Eds.). *Orthotics Clinical Practice and Rehabilitation Technology*. Churchill Livingstone, Newyork 1995.
- 7- Carr WA, Moe JH, Winter RB, Lonstein JE. Treatment of idiopathic scoliosis in the Milwaukee brace. *J Bone Joint Surg* 1980; 62-A: 599-612.
- 8- Charles YP, Dimeglio A. Progression risk of idiopathic juvenile scoliosis during pubertal growth. *Spine* 2006; 31: 1933-1942.
- 9- Coillard C, Vachon V, Circo AB, Beauséjour M, Rivard CH. Effectiveness of the SpineCor brace based on the new standardized criteria proposed by the scoliosis research society for adolescent idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop* 2007; 27: 375-379.
- 10- Çilli K, Tezeren G, Taş T. Sivas il merkezinde skolyoz için okul taraması. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2009; 43: 426-430.
- 11- D'Amato CR, Griggs S, McCoy B. Nighttime bracing with the Providence brace in adolescent girls with idiopathic scoliosis. *Spine* 2001; 26: 2006-2012.
- 12- Danielsson AJ, Hasserijs R, Ohlin A, Nachemson AL. A prospective study of brace treatment versus observation alone in adolescent idiopathic scoliosis: a follow-up mean of 16 years after maturity. *Spine* 2007; 32: 2198-2207.
- 13- Danielsson AJ, Romberg K, Nachemson AL. Spinal range of motion, muscle endurance, and back pain and function at least 20 years after fusion or brace treatment for adolescent idiopathic scoliosis: a case-control study. *Spine* 2006; 31: 275-283.

- 14- Dormans JP (Ed.). *Pediatric Orthopaedics Core Knowledge in Orthopaedics*. 1st edition, Elsevier Mosby, Philadelphia 2005; pp: 265-278.
- 15- Emans JB, Kaelin A, Bancel P, Hall JE, Miller ME. The Boston bracing system for idiopathic scoliosis: a follow-up results in 295 patients. *Spine* 1986; 11: 792–801.
- 16- Falk B, Rigby WA, Akseer N. Adolescent idiopathic scoliosis: the possible harm of bracing and the likely benefit of exercise. *Spine J* 2015; 15: 1169–1171.
- 17- Federico DJ, Renshaw TS. Results of treatment of idiopathic scoliosis with the Charleston bending orthosis. *Spine* 1990; 15: 886–887.
- 18- Gabos PG, Bojescul JA, Bowen JR, Keeler K, Rich L. Long-term follow-up of female patients with idiopathic scoliosis treated with the Wilmington orthoses. *J Bone Joint Surg* 2004; 86-A: 1891-1899.
- 19- Goldberg CJ, Dowling FE, Hall JE, Emans JB. A statistical comparison between natural history of idiopathic scoliosis and brace treatment in skeletally immature adolescent girls. *Spine* 1993; 18: 902–908.
- 20- Gomez JA, Hresko MT, Glotzbecker MP. Nonsurgical Management of Adolescent Idiopathic Scoliosis. *J Am Acad Orthop Surg* 2016; 24: 555-564.
- 21- Green NE. Part-time bracing of adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1986; 68-A: 738–742.
- 22- Greulich WW, Pyle SI. *Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist*. 2nd ed., Stanford University Press, New York 1959.
- 23- Grivas TB, Kaspiris A. The classical and a modified Boston Brace: description and results. *Physiother Theory Pract* 2011; 27: 47-53.
- 24- Grivas TB, Vasiliadis ES, O'Brien JP. How to improve the effectiveness of school screening for idiopathic scoliosis. *Stud Health Technol Inform* 2008; 135: 115–121.
- 25- Grivas TB, Wade MH, Negrini S, O'Brien JP, Maruyama T, Hawes MC, Rigo M, Weiss HR, Kotwicki T, Vasiliadis ES, Sulam LN, Neuhous T. SOSORT consensus paper: school screening for scoliosis. Where are we today? *Scoliosis* 2007; 2: 17.
- 26- Guo J, Lam TP, Wong MS, Ng BK, Lee KM, Liu KL, Hung LH, Lau AH, Sin SW, Kwok WK, Yu FW, Qiu Y, Cheng JC. Prospective randomized controlled study on the treatment outcome of SpineCor brace versus rigid brace for adolescent idiopathic scoliosis with follow-up according to the SRS standardized criteria. *Eur Spine J* 2014; 23: 2650-2657.
- 27- Gutman G, Benoit M, Joncas J, Beauséjour M, Barchi S, Labelle H, Parent S, Mac-Thiong JM. The effectiveness of the SpineCor brace for the conservative treatment of adolescent idiopathic scoliosis. Comparison with the Boston brace. *Spine J* 2016; 16: 626-631.

- 28- Herring JA. *Tachdjian's Pediatric Orthopaedics*. 3rd edition. W.B. Saunders Company, New York 2002; pp: 213-299.
- 29- Howard A, Wright JG, Hedden D. A comparative study of TLSO, Charleston, and Milwaukee braces for idiopathic scoliosis. *Spine* 1998; 23: 2404-2411.
- 30- Janicki JA, Poe-Kochert C, Armstrong DG, Thompson GH. A Comparison of the thoracolumbosacral orthoses and Providence orthosis in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis results using the New SRS inclusion and assessment criteria for bracing studies. *J Pediatr Orthop* 2007; 27: 369-374.
- 31- Katsaris G, Loukos A, Valavanis J, Vassiliou M, Behrakis PK. The immediate effect of a Boston brace on lung volumes and pulmonary compliance in mild adolescent idiopathic scoliosis. *Eur Spine J* 1999; 8: 2-7.
- 32- Katz DE, Durrani AA. Factors that influence outcome in bracing large curves in patients with adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2001; 26: 2354-2361.
- 33- Katz DE, Richards BS, Browne RH, Herring JA. A comparison between the Boston brace and the Charleston bending brace in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 1997; 22: 1302-1312.
- 34- Kotwicki T, Chowanska J, Kinel E. Optimal management of idiopathic scoliosis in adolescence. *Adolesc Health Med Ther* 2013; 23(4): 59-73.
- 35- Lenssinck ML, Frijlink AC, Berger MY, Bierman-Zeinstra SM, Verkerk K, Verhagen AP. Effect of bracing and other conservative interventions in the treatment of idiopathic scoliosis in adolescents: a systematic review of clinical trials. *Phys Ther* 2005; 85: 1329-1339.
- 36- Li XF, Li H, Liu ZD, Dai LY. Low bone mineral status in adolescent idiopathic scoliosis. *Eur Spine J* 2008; 17: 1431-1440.
- 37- Lonstein JE, Carlson JM. The prediction of curve progression in untreated idiopathic scoliosis during growth. *J Bone Joint Surg* 1984; 66-A: 1061-1071.
- 38- Lonstein JE, Winter RB. The Milwaukee brace for the treatment of adolescent idiopathic scoliosis. A review of 1020 patients. *J Bone Joint Surg* 1994; 76-A: 1207-1221.
- 39- Lonstein JE. Orthoses for spinal deformities. In: Winter RB, Bredford DS, Lonstein JE, Ogilvie JW (Eds.). *MOE'S Textbook of Scoliosis and Other Spinal Deformities*. 3rd edition. WB Saunders Company, Philadelphia 1995; pp: 45-85.
- 40- Lonstein JE. Scoliosis: surgical versus nonsurgical treatment. *Clin Orthop Relat Res* 2006; 443: 248-259.
- 41- Lusini M, Donzelli S, Minnella S, Zaina F, Negrini S. Brace treatment is effective in idiopathic scoliosis over 45°: an observational prospective cohort controlled study. *Spine J* 2014; 14: 1951-1956.

- 42- Müller C, Fuchs K, Winter C, Rosenbaum D, Schmidt C, Bullmann V, Schulte TL. Prospective evaluation of physical activity in patients with idiopathic scoliosis or kyphosis receiving brace treatment. *Eur Spine J* 2011; 20: 1127–1136.
- 43- Negrini S, Aulisa AG, Aulisa L, Circo AB, de Mauroy JC, Durmala J, Grivas TB, Knott P, Kotwicki T, Maruyama T, Minozzi S, O'Brien JP, Papadopoulos D, Rigo M, Rivard CH, Romano M, Wynne JH, Villagrasa M, Weiss HR, Zaina F. 2011 SOSORT guidelines: Orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth. *Scoliosis* 2012; 7: 3.
- 44- Negrini S, Atanasio S, Negrini F, Zaina F, Marchini G. The Sforzesco brace can replace cast in the correction of adolescent idiopathic scoliosis: a controlled prospective cohort study. *Scoliosis* 2008; 3: 15.
- 45- Negrini S, Hresko TM, O'Brien JP, Price N; SOSORT Boards; SRS Non-Operative Committee Recommendations for research studies on treatment of idiopathic scoliosis. Consensus 2014 between SOSORT and SRS non-operative management committee. *Scoliosis* 2015; 10: 8.
- 46- Negrini S, Marchini G, Tessadri F. Brace technology thematic series - The Sforzesco and Sibilla braces, and the SPORT (Symmetric, Patient Oriented, Rigid, Three-dimensional, active) concept. *Scoliosis* 2011; 9; 6-8.
- 47- Negrini S, Minozzi S, Bettany-Saltikov J, Zaina F, Chockalingam N, Grivas TB, Kotwicki T, Maruyama T, Romano M, Vasiliadis ES. Braces for idiopathic scoliosis in adolescents. *Spine* 2016; 35:1285–1293.
- 48- Negrini S, Negrini A, Romano M, Verzini N, Negrini A, Parzini S. A controlled prospective study on the efficacy of SEAS.02 exercises in preparation to bracing for idiopathic scoliosis. *Stud Health Technol Inform* 2006; 123: 519-522.
- 49- Nicholson GP, Ferguson-Pell MW, Smith K, Edgar M, Morley T. The objective measurement of spinal orthosis use for the treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2003; 28: 2243–2250.
- 50- Noonan KJ, Weinstein SL, Jacobson WC, Dolan LA. Use of the Milwaukee brace for progressive idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1996; 78-A: 557–567.
- 51- O'Neill PJ, Karol LA, Shindle MK, Elerson EE, BrintzenhofeSzoc KM, Katz DE, Farmer KW, Sponseller PD. Decreased orthotic effectiveness in overweight patients with adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 2005; 87-A: 1069–1074.
- 52- Price CT, Scott DS, Reed FE Jr, Riddick MF. Nighttime bracing for adolescent idiopathic scoliosis with the Charleston bending brace. Preliminary report. *Spine* 1990; 15: 1294–1299.

- 53- Price CT, Scott DS, Reed FR Jr, Sproul JT, Riddick MF. Nighttime bracing for adolescent idiopathic scoliosis with the Charleston Bending Brace: long-term follow-up. *J Pediatr Orthop* 1997; 17: 703-707.
- 54- Rahman T, Bowen JR, Takemitsu M, Scott C. The association between brace compliance and outcome for patients with idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop* 2005; 25: 420-422.
- 55- Richards BS, Bernstein RM, D'Amato CR, Thompson GH. Standardization of criteria for adolescent idiopathic scoliosis brace studies: SRS Committee on Bracing and Nonoperative Management. *Spine* 2005; 30(15): 2068-2075.
- 56- Roach JW. Adolescent idiopathic scoliosis. *Orthop Clin North Am* 1999; 30: 353-365.
- 57- Romano M, Minozzi S, Zaina F, Saltikov JB, Chockalingam N, Kotwicki T, Hennes AM, Negrini S. Exercises for adolescent idiopathic scoliosis: a Cochran systematic review. *Spine* 2013; 38: E883-893.
- 58- Rowe DE, Bernstein SM, Riddick MF, Adler F, Emans JB, GardnerBonneau D. A meta-analysis of the efficacy of non-operative treatments for idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1997; 79-A: 664-674.
- 59- Rowe DE. *The Scoliosis Research Society Brace Manual*. Scoliosis Research Society; Milwaukee 1998; pp: 1-9.
- 60- Sanders JO. Maturity indicators in spinal deformity. *J Bone Joint Surg* 2007; 89-A(Suppl.-1): 14-20.
- 61- Schiller JR, Thakur NA, Ebersson CP. Brace management in adolescent idiopathic scoliosis. *Clin Orthop Relat Res* 2010; 468: 670-678.
- 62- Seifert J, Selle A, Flieger C. Compliance as a prognostic factor in the treatment of idiopathic scoliosis]. *Orthopade* 2009; 38: 151-158.
- 63- Shaughnessy WJ. Advances in scoliosis brace treatment for adolescent idiopathic scoliosis. *Orthop Clin North Am* 2007; 38: 469-475.
- 64- Sombolos K, Kapetanios G, Kalogeras KT, Christodoulou A, Chrousos GP, Symeonidis P. Effect on atrial natriuretic peptide by bracing in scoliosis. Boston brace removal studied in 10 cases. *Acta Orthop Scand* 1991; 62 : 379-382.
- 65- Sponseller PD. Bracing for adolescent idiopathic scoliosis in practice today. *J Pediatr Orthop* 2011; 31(1): S53-60.
- 66- Spoonamore MJ, Dolan LA, Weinstein SL. Use of the Rosenberger brace in the treatment of progressive adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2004; 29: 1458-1464.
- 67- Trivedi JM, Thomson JD. Results of Charleston bracing in skeletally immature patients with idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop* 2001; 21: 277-280.

- 68- Veldhuizen AG, Cheung J, Bulthuis GJ, Nijenbanning G. A new orthotic device in the non-operative treatment of idiopathic scoliosis. *Med Eng Phys* 2002; 24: 209-218.
- 69- Weinstein SL, Dolan LA, Cheng JC, Danielsson A, Morcuende JA. Adolescent idiopathic scoliosis. *Lancet* 2008; 371(3): 1527-1537.
- 70- Weinstein SL, Dolan LA, Spratt KF, Peterson KK, Spoonamore MJ, Ponseti IV. Health and function of patients with untreated idiopathic scoliosis: a 50-year natural history study. *JAMA* 2003; 289(5): 559-567.
- 71- Weinstein SL, Dolan LA, Wright JG, Dobbs MB. Design of the bracing in adolescent idiopathic scoliosis trial (BrAIST). *Spine* 2013; 38: 1832-1841.
- 72- Weinstein SL, Dolan LA, Wright JG, Dobbs MB. Effects of bracing in adolescents with idiopathic scoliosis. *N Engl J Med* 2013; 369: 1512-1521.
- 73- Weinstein SL, Ponseti IV. Curve progression in idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1983; 65-A: 447-455.
- 74- Weiss HR, Rigo M. The chèneau concept of bracing—actual standards. *Stud Health Technol Inform* 2008; 135: 291-302.
- 75- Wong MS, Cheng JCY, Lam TP, Ng BKW, Sin SW, Lee-Shum SLF, Chow DHK, Tam SYP. The effect of rigid versus flexible spinal orthosis on the clinical efficacy and acceptance of the patients with adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2008; 33: 1360-1365.
- 76- Wong MS. Computer-aided design and computer-aided manufacture (CAD/CAM) system for construction of spinal orthosis for patients with adolescent idiopathic scoliosis. *Physiother Theory Pract* 2011; 27: 74-79.
- 77- Zaina F, De Mauroy JC, Grivas T, Knott P, Kotwicki T, Maruyama T, O'Brien JP, Rigo M, Zaina F. Bracing for scoliosis in 2014: state of the art. *Eur J Phys Rehabil Med* 2014; 50: 93-110.

11. Adölesan İdiyopatik Skolyozda Egzersiz Tedavisi

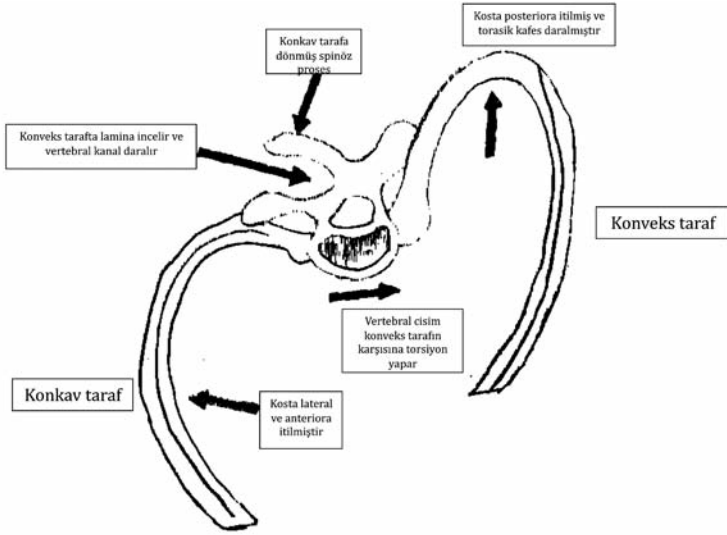
Nihan ERDİNÇ GÜNDÜZ, Selmin GÜLBAHAR

GİRİŞ

Skolyoz; omurganın koronal planda radyolojik olarak saptanan sağa veya sola 10 derece üzerindeki lateral eğriliği olarak tanımlanır. Ancak, aslında vertebraların lateral deviasyonu ile birlikte, sadece frontal düzlemde sınırlı olmayan omurga ve gövdenin üç boyutlu torsiyonel bir deformitesidir ^(11,12). Skolyozda % 80 olguda neden tam ortaya konulamamakta ve idiyopatik skolyoz olarak isimlendirilmektedir. Adölesan idiyopatik skolyoz, en sık rastlanan skolyoz tipidir ve en sık görülen pediatrik spinal deformitedir ⁽³⁷⁾.

Skolyozda etyopatogenez halen belirsiz olmakla birlikte diğer etiyolojik nedenler arasında nörolojik nedenler, kemik kaynaklı nedenler, travma, eklem ve bağ dokusu patolojileri sayılabilir. Skolyozun prevalansı, etnik ve coğrafi özelliklere bağlı olarak % 0,13-13,6 arasında farklılıklar gösterir ⁽³²⁾. Ülkemizde yapılan bölgesel araştırmalarda ise idiyopatik skolyoz oranı % 0,2 ile % 1 arasında değişiklik göstermektedir ⁽⁴¹⁾.

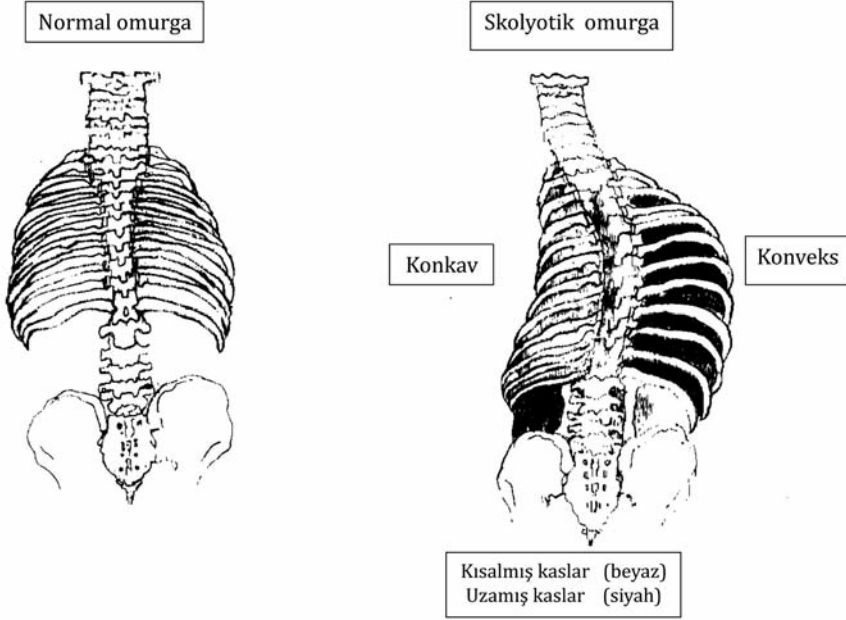
Skolyoz, frontal planda yanıl bir eğriliğe, horizontal planda aksiyel rotasyona yol açar, sagittal planın normal eğrilikleri olan kifo ve lordozu her zaman olmamakla birlikte genellikle azaltarak düz sırta yol açar. Skolyozda, omurgadaki bu rotasyon ve açılma sonucu kişinin tüm vücudunda postüral değişiklikler meydana gelir. En fazla abdominal kaslar, göğüs kafesi, sırt ve bel ekstansörleri etkilenmekle birlikte pelvis, omuz kuşağı hatta alt ekstremiteler ve ayaklarda biyomekanik değişiklikler oluşur⁽⁴³⁾ (Şekil-1).



Şekil-1. Skolyozda omurgadaki rotasyon ve açılma (7. kaynaktan tekrar çizim yapılmıştır)

SKOLYOZDA LOKOMOTOR SİSTEM DEĞİŞİKLİKLERİ

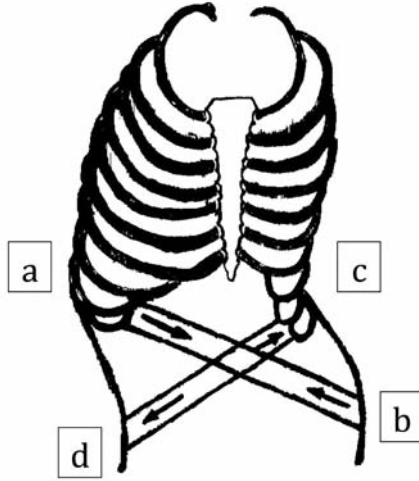
Skolyoza bağlı olarak tüm lokomotor sistem değişime uğramaktadır. Kasların bazılarında aşırı yüklenme ve uzama, bazılarında ise kontraksiyon ve atrofi gelişmektedir. Skolyotik postürün en fazla etkilediği kaslar abdominal kaslar, kuadratus lumborum, iliokostal kaslar, iliopsoas, erektör spina kasları ve latissimus dorsi kasıdır⁽²⁵⁾. Bu değişikliklerin sonucu, omurgada torsiyon, intervertebral disk ve vertebralarda patolojik değişikliklerdir. Sagittal düzlemdeki dizilim de etkilenerek dorsal kifo kaybı ve pelvisde tilt geliştirir. Etkilenen omurga ve kostal deformasyonun, korumakla görevli olduğu kalp, akciğer vb. iç organ fonksiyonlarını ileri derecede değişikliklerde olumsuz etkileyeceği de unutulmamalıdır (Şekil-2).



Şekil-2. Skolyozda etkilenen kaslar (8. kaynaktan tekrar çizim yapılmıştır)

Abdominal kaslardaki değişim

Pelvis ve göğüs kafesi kuşağının birbirine karşıt olan yer değiştirmesi abdominal kasları etkilemektedir. Eğriliğin konveks ve konkav tarafında abdominal oblik kaslar bir yönde kısalır, diğer yönde ise aşırı gerilir. Bu diyagonal etkilenim sonucu göğüs kafesindeki torakal gibbusu laterale ve dorsale taşırken, ön gibbusu aşağıya içe taşır. Bu durumda pelvis de bu çekimden etkilenir ve kısa kuadratus kası pelvisi gibbus tarafına içe çeker. Aksi tarafta ise, kalça dışarı ve arkaya yer değiştirmiştir. Bu durum artan açı ile daha belirgin hale gelir ve omuz kuşağı da bu durumdan dolayı olarak etkilenir ve eğrilik tarafında vücutta genel bir kollaps oluşur. Bu iki taraftaki kaslara farklı yönlerde gerim uygulayarak kısa kası uzatmak ve gergin kası da gevşetmek ve aksi yönde hareket oluşturmak planlanmalıdır. Bu egzersizler sırasında ise, zayıf akciğer segmentine solunum yapmak yani rotasyonel açılmalı solunum (RAS) ile çukur alanları desteklemek gerekmektedir⁽²⁵⁾ (Şekil-3).



Şekil-3. Pelvis kuşağı ve omuzun karşıt rotasyonu: Tüm abdominal kasları etkilemiştir, c/ d kısa ve gergin; a/ b karşı taraf uzun ve zayıftır. Burada müsküler denge tersine planlanmalıdır. (8. kaynaktan tekrar çizim yapılmıştır)

Kuadratus lumborum kasındaki değişim:

Anatomik yerleşimsel özellikleri dolayısıyla gövdenin erektör kasları ve kuadratus lumborum lomber omurgayı mediyal pozisyonda tutar ve kasılma yönlerine göre gövdeye lateral fleksiyon yaptırır. Skolyozda bu kas tek taraflı aşırı çalıştığında, lomber omurgada yapıştığı transvers prosesleri bir tarafa doğru çeker ve bunun sonucunda vertebral rotasyona uğrar, spinöz prosesler lomber konkav tarafa doğru yer değiştirir, torsiyonla lomber skolyoz meydana gelir ⁽²⁵⁾.

Sürekli gerilim ve bağ dokusundaki zayıflık, vertebralarda sürekli zorlanma ve subluksasyona da yol açabilir. Bu nedenle zayıf ve kısa olan taraf ile güçlü ve gergin olan kaslar arasındaki dengeyi sağlayacak hareket paternleri ile egzersizler tanımlanmalıdır. Bu amaçla inaktif taraf kuadratus ve derin kasları çalıştırmak için konkav tarafa eğilme ve diz çökme ile düzeltici pozisyonu aktive etmeye çalışma egzersizi yapılmalıdır ⁽⁴³⁾.

İliokostal kaslardaki değişim

İliokostal kasın tek taraflı kontraksiyonu göğüs kafesinin lateral fleksiyonunu sağlar. Kas, konkav tarafta gergin, konveks tarafta

güçsüzdür ve buna bağlı kostal kontroldeki yetersizlik nedeniyle latissimus dorsinin de katılımı ile göğüs kafesi skolyotik tarafa doğru yer değiştirir. Bu durum omuz kuşağında omuzun yukarı ve öne hareketine ve gibbusun artmasına yol açar. Bu nedenle iliokostal kasların tüm segmentlerde dengelenmesi sağlanmalıdır ^(25,43).

Latissimus dorsi kasında değişim

Latissimus dorsi kası skolyozda tek taraflı aktif ya da kısadır. Konveks tarafta aşırı gergin olması nedeniyle kostaları arkaya doğru yönlendirir ve skapula yukarı doğru çıkar ve tüm skapula üst kısımda öne döner. Pektoral kasların güçsüzlüğü de omuzları öne çeker. Bu durumun serratus anterior kası ile birlikte kontraksiyona zorlanarak skapulanın düzeltilmesi sağlanmalıdır ⁽⁴³⁾.

Skolyozda egzersiz planlanırken, tüm bu kaslardaki değişimler göz önünde tutulmalı, skolyotik bireyin tüm vücudunun ayrıntılı statik ve dinamik değerlendirilmesi yapılmalı ve gerekli görüldüğünde segmental hareket kısıtlılıklarında manuel terapi yöntemleri ve kas relaksasyon teknikleri kullanılmalıdır.

SKOLYOZDA TEDAVİ KARARI VE EGZERSİZ UYGULAMALARI

Skolyoz tedavisinde; gözlem, egzersiz uygulamaları, ortez ve cerrahi olarak dört ana kategori mevcuttur. Günümüzde kabul gören konservatif tedavi metodları skolyoza spesifik egzersizler ve korse uygulamalarıdır ^(20,34).

Bu tedavilere karar verilirken, Cobb derecesi ve eğrilik progresyon riski göz önünde bulundurulmalıdır. Progresyon riski tahmini tedavi planının temelini oluşturmaktadır. En büyük eğriliğin Cobb açısı değerinden aynı dönemdeki Risser derecesinin 3'le çarpımının çıkarılması ve elde edilen sayının çocuğun değerlendirildiği andaki kronolojik yaşına bölünerek elde edilen değer progresyon faktörünü verir ve bu değer eğri ile çakıştığı yer ise progresyon insidansını gösterir ⁽⁴²⁾ (Tablo-1,2,3,4).

Tablo-1. Matürite belirtisi olmayan çocuklarda Cobb açısına göre tedavi programları⁽⁴²⁾

Cobb açısı	Önerilen Takip ve Tedavi
15° altında	6-12 aylık aralar ile takip
15°-25°	3 ay boyunca günlük fizyoterapi programları + evde devam eden fizyoterapist gözetimindeki egzersiz ve fizyoterapi uygulamaları Bu süreden sonra her iki haftada bir fizyoterapistle egzersizler
20°-25°	Günlük fizyoterapi programları + yoğunlaştırılmış skolyoz rehabilitasyon programları
25° üzerinde	Günlük fizyoterapi programları + yoğunlaştırılmış skolyoz rehabilitasyon programı + günde 12-16 saat korse kullanımı

Tablo-2. Matürasyonun ilk belirtilerinin görüldüğü (Risser 0-3) çocuklar ve beklenen erişkin boyun %98'in altındaki adölesanlarda progresyon riskine dayanan tedavi programları⁽⁴²⁾

Progresyon riski	Önerilen Takip ve Tedavi
%40 altında	3 aylık aralar ile takip
%40	Günlük fizyoterapi programları
%50	Günlük fizyoterapi programları + yoğunlaştırılmış skolyoz rehabilitasyon programları
%60	Günlük fizyoterapi programları + yoğunlaştırılmış skolyoz rehabilitasyon programı + yarı zamanlı 16-23 saat/gün korse kullanımı
%80	Günlük fizyoterapi programları + yoğunlaştırılmış skolyoz rehabilitasyon programı + tam zamanlı 23 saat/gün korse kullanımı

Tablo-3. Risser 4 çocuklar ve beklenen erişkin boyunun %98'ine ulaşmış adölesanlar⁽⁴²⁾

Cobb açısı	Önerilen Takip ve Tedavi
20° altında	6-12 aylık aralar ile takip
20°-25°	Günlük fizyoterapi programları
25° üzerinde	Günlük fizyoterapi programları + yoğunlaştırılmış skolyoz rehabilitasyon programı
35° üzerinde	Günlük fizyoterapi programları + yoğunlaştırılmış skolyoz rehabilitasyon programı+ daha önce korse kullanmaya başlayan adölesanlarda 16 saat korse kullanımı

Tablo-4. Risser 4-5 ve erişkin boyunun % 99,5'na ulaşmış adölesanlarda ⁽⁴²⁾

Cobb açısı	Önerilen Takip ve Tedavi
20° altında	6-12 aylık aralar ile takip
20°-25°	Günlük fizyoterapi programları
25° üzerinde	Günlük fizyoterapi programları + yoğunlaştırılmış skolyoz rehabilitasyon programı
35° üzerinde	Günlük fizyoterapi programları + yoğunlaştırılmış skolyoz rehabilitasyon programı+ daha önce korse kullanmaya başlayan adölesanlarda 16 saat korse kullanımı

Skolyoz tedavisinde ana amaç, eğrilik progresyonunu engellemek olmalıdır ⁽²⁾. Bunun yanında ağrıyı azaltmak ve pulmoner disfonksiyonu önlemek de çok önemlidir. Skolyoz egzersizlerinin temel amaçları; eğrinin ilerlemesini engellemek ve/veya geriye çevirmek, spinal ve göğüs deformitesini uzun vadede durdurmak, solunum disfonksiyonunu önlemek, spinal ağrı sendromlarını tedavi etmek, estetik ve postüral düzeltmeyi sağlamaktır. Tedavinin temelinde, asimetrik kompresif yüklenmeyi azaltmak, kas imbalansını azaltmak, yürüyüş esnasındaki asimetrik torsiyonu önlemek, solunumu artıran dinamik detorsiyonel kuvvetleri artırmak, aktif ve pasif doğru postürü sağlayarak dengeyi artırmak olmalıdır.

Skolyozda her bireyin oluşan deformiteye bağlı gelişen kas-iskelet sistemi bozuklukları farklıdır bu nedenle egzersiz reçetesi kişiye özel oluşturulmalıdır. Yapılacak değerlendirmeler vücut kozmetiği, koronal plandaki sorunlar, sagittal düzlemde dorsal kifo ve lomber lordozun durumu, transvers planda göğüs kafesi ve gibbusun yol açtığı patolojiler ve pelvis yönü ile yapılmalıdır. Omurganın fleksibilitesi ve segmental hareket kayıpları belirlenmeli, pelvisdeki rotasyon nedenli gelişen pelvik hareketlerdeki sorun ve patolojiler ayrıntılı olarak değerlendirilmelidir. Dengenin etkilendiği skolyozlarda yürüme ve alt ekstremitedeki hareketler, bacak kısılığı belirlenmeli, uygun ayakkabı ve ayak destekleri sağlanmalıdır. Belirli aralarla ayrıntılı değerlendirmelerin ve farklılıkların analizinin yapılması gerekmektedir ⁽⁴³⁾.

Skolyoz egzersizlerinin etkinliği ile ilgili bulunan literatür kanıtları yetersizdir. Romano ve ark.'nın 2011'de yayınlamış Cochrane derlemesinde adölesan idiyopatik skolyoz tedavisinde; skolyoz spesifik egzersizlerin kullanımını önermek için yüksek kalitede kanıt olmadığı bildirilmiş, düşük kaliteli bir çalışmada, bu egzersizlerin elektrostimulasyon, traksiyon ve postural eğitime göre skolyoz progresyonunu engellemede daha etkili olduğu belirtilmiştir ⁽²³⁾.

2005 yılında Milan'da toplanan Study Group on Spinal Orthopedics and Rehabilitation (SOSORT) komitesi, idiyopatik skolyoz tedavisinde egzersizin önemini belirten raporunu yayınlamıştır. Bu raporda egzersiz teknikleri ve uygulayıcılarına standardizasyon geliştirilmiştir. Buna göre her olgunun kendi klinik değerlendirmesini göz önünde bulunduran bir yaklaşım önerilmiştir. Üç boyutlu egzersiz uygulaması ile üç boyutlu düzeltme, düzeltilmiş postürün korunması, günlük yaşam aktivitelerinde eğitim ve hastanın eğitimi vurgulanmıştır ⁽³⁹⁾.

2011 yılında SOSORT önerilerini revize etmiş ve skolyoz spesifik egzersizlere yönelik olarak 8 öneride bulunmuştur ⁽¹⁷⁾.

Buna göre;

- 1) Skolyoz spesifik egzersiz, breysleme ve deformite progresyonunu engellemek/azaltmak için idiyopatik skolyoz tedavisinde ilk basamak tedavi seçeneği olmalıdır.
- 2) Bu egzersiz programları üç boyutlu düzeltme, günlük yaşam aktivitelerinde eğitim, düzeltilmiş postürün korunması ve hasta eğitimi prensiplerine dayanmalıdır.
- 3) Bu spesifik egzersiz programı, etkinliği bilimsel çalışmalar ile gösterilmiş olan bir egzersiz okuluna göre oluşturulmalıdır.
- 4) Bu spesifik egzersiz programı bu okullarda özel eğitim almış terapistler tarafından planlanmalıdır.
- 5) Bu egzersizleri planlayan terapistlerin skolyoz tedavi ekipleri ile iletişimde olması önerilmektedir.
- 6) Bu egzersizlerin hastanın gereksinimlerine, eğri paternine ve tedavi fazına göre özelleştirilmesi önerilmektedir.
- 7) Egzersizlerin küçük gruplar içinde yapılıyor da olsa mutlaka bireyselleştirilmesi önerilmektedir.

- 8) En iyi sonuca ulaşılması için egzersizlerin tedavi boyunca düzenli yapılması önerilmektedir.

Adölesan idiyopatik skolyozda kullanılan egzersizler, genel skolyoz egzersizleri ve skolyoza spesifik üç boyutlu egzersizler olarak iki grupta sınıflandırılabilir.

GENEL SKOLYOZ EGZERSİZLERİ

Skolyozda üç boyutlu skolyoz spesifik egzersiz kavramının gelişmesinden önce verilen egzersiz programlarının eğriliği azaltmadığı ya da progresyonu yavaşlatmadığı görüşü mevcuttu. Daha çok postürü düzeltmek, kas dengesizliğini düzeltmek ve solunumu düzeltmek amacıyla egzersizler verilmekteydi. Egzersizlerde temel kural olarak konveks taraftaki kaslardaki gerginlik, yorgunluğa ve ligamanlardaki zorlanmaya yönelik olarak ağırlıklı güçlendirme egzersizleri, konkav tarafta güçsüzlük ve kısalmaya yönelik olarak da ağırlıklı germe egzersizleri önerilmekteydi. Skolyozda kullanılan egzersizler, postüre yönelik olarak stabilizasyon-pelvik tilt egzersizleri, spinal fleksibilitiyi arttırıcı germe egzersizleri, özellikle çapraz germe egzersizleri, denge sorununa yönelik egzersizler, ağırlık aktarımı egzersizleri, abdominal kasları güçlendirici egzersizler, lomber ve torakal bölge kaslarına yönelik egzersizler ve solunum egzersizleriydi ^(13,31). Postür egzersizlerinde amaç, lomber ve servikal lordozu azaltarak omurgayı uzatmaktır. Lomber lordozu azatmak için en önemli postür egzersizlerinden biri olan pelvik tilt egzersizi verilmektedir. Pelvik tilt, abdominal kaslar başta olmak üzere gluteal ve arka grup uyluk kasları ile yapılır ⁽³¹⁾. Spinal fleksibilitiyi arttırıcı germe egzersizleri olarak Cotrel, kısaca EDF tekniği (elongasyon, derotasyon ve lateral fleksiyon) olarak bilinen fleksibilite egzersizlerini tanımlamıştır ⁽²¹⁾. Burada hasta bir duvarın önünde yüzü duvara dönük olarak dizleri üzerine çöker, sonra ellerini duvar üzerinde uzatabildiği kadar yukarı uzatarak yukarı uzatarak gövdesini gerer (elongasyon), mevcut rotasyonun tersine gövde rotasyonu yapar (derotasyon), sonra konveks tarafa lateral fleksiyon yapar, bu işlemler sırasında eller duvardan ayrılmaz ⁽³¹⁾. Çapraz germe egzersizlerinde yüzüstü yatarken bir bacak ekstansiyona getirilerek yerden kaldırılırken, diğer kol da yerden kaldırılır ⁽¹³⁾.

1980'lerin başında ortaya konmuş skolyozda uygulanan özel bir egzersiz türü olan yana ağırlık aktarımı egzersizleri, temelde aktif bir postural düzeltme yöntemidir. Hasta pelvisi üzerinde primer eğrinin konveksitesinin tersi yönde gövdesiyle ağırlık aktarımı yapar. Gevşemeden önce 10 saniye bu şekilde kalır. Böylece hasta kendi kas gücü ile eğriyi bir süre için de olsa düzeltmiş olur. Bu teknik genellikle 20-32 derecelik eğrilerde kullanılmış, etkinliği breys tedavisi ile karşılaştırılmış ve sonuçta breys tedavisi kadar başarılı bulunmuştur⁽²⁸⁾. Korse kullanımı sırasında da aktivasyonları kısıtlanan gövde kaslarını korumaya yönelik olarak korse içinde ve dışında güçlendirme egzersizleri yapılmalıdır.

Skolyozda özellikle 50 derecenin üzerindeki torakal eğriliklerde solunum güçlüğü sıklıkla görülebilmektedir. Ortaya çıkan pulmoner hastalığın paterni restriktif akciğer hastalığıdır. Sigara içen skolyozlular daha fazla etkilenirler. Vital kapasitedeki ve zorlu ekspiratuvar volümdeki (FEV1) azalma skolyoz derecesi ile orantılıdır. Bu nedenle solunum egzersizleri egzersiz tedavisinin bir parçası olmalıdır⁽¹⁾.

Günümüzde skolyozda verilen genel egzersizler, skolyoza bağlı kondüsyon kaybı, atrofiler ve kontraktürler gibi sekonder morbiditeler için önerilmekle birlikte, yerini daha çok sensorimotor ve kinestetik prensiplere dayanan skolyoza spesifik üç boyutlu egzersiz programlarına bırakmıştır.

Skolyoza spesifik üç boyutlu egzersiz programları

Literatürde Schroth, Dobomed (Dobosiewicz), Lyonnaise, Side Shift, SEAS (Scientific Exercises Approach to Scoliosis) ve FITS (Functional Individual Therapy of Scoliosis) adıyla farklı üç boyutlu egzersiz metodolojileri yer almaktadır. Skolyoza spesifik bu egzersiz ve rehabilitasyon programları son yıllarda oldukça yaygınlaşmıştır⁽⁴³⁾.

Tüm programlarda ana prensip, sagittal düzlemdeki analizle lomber lordozu kontrol ederek, pelvik tilt ve pelvisin stabilizasyonunu sağlamaktır. Ayrıca zayıf segmentlerin aktive edilmesi ve bu sırada asimetric ve rotasyonel nefes alma ile düzeltici etkinin özellikle konkav taraftaki kollapsın giderilmesi hedeflenir. Son yıllarda statik egzersizler yerine fonksiyonel, ayakta ve yürürken yapılan egzersiz paternlerinin üzerinde daha fazla durulmaktadır.

Schroth egzersizleri olarak literatüre geçen skolyozda üç boyutlu egzersiz kavramı son yıllarda daha fonksiyonel ve farklı yaklaşımlarla birleştirilerek gelişmiştir. Dobomed, SEAS, FITS, Method Lyonnaise gibi farklı yaklaşımların çoğunun temelini deformasyonlu omurgayı kontrol etmek, kısalmış kasları uzatmak ve zayıf segmentleri desteklemek oluşturmaktadır. Ayrıca miyofasiyal gevşeme teknikleri, diyafragmal ve derin nefes teknikleri kullanılmaktadır. Hemen tüm yaklaşımlar sensorimotor kognitif yaklaşım, sensorimotor-kinestetik yaklaşım, solunumla postüral kontrol fasilitasyonu ve postüral reflekslerin aktivasyonunu hedefler ⁽⁴³⁾ (Tablo-5).

Tablo-5. Farklı skolyoz spesifik egzersiz programlarının özellikleri ⁽³³⁾

Özellik	Schroth (SIR)	Schroth best practice (SSTR)	Side şift	SEAS	FITS	Lyon	Dobomed
Skolyoz eğri paternine spesifiklik	Evet	Evet	Evet	Bireye özgü	Hayır	Hayır	Hayır
3D düzeltme	İntrinsik-ekstrinsik	İntrinsik-ekstrinsik	Ekstrinsik-2D	İntrinsik	Uyulanmaz	İntrinsik-2D	Uyulanmaz
Rotasyonel nefes alma	Evet	Evet	Hayır	Hayır	Evet	Hayır	Evet
Tedavi şekli	Yatarak tedavi	Ayaktan tedavi	Ayaktan tedavi	Ayaktan tedavi	Yatarak ve ayakta tedavi	Ayaktan tedavi	Ayaktan tedavi
Günlük yaşam aktiviteleri	Minimum	Evet	Hayır	Minimum	Minimum	Minimum	Hayır
Karmaşıklık	Evet	Kolay öğrenilebilir	Kolay öğrenilebilir	Görece zor	Karmaşık	Kolay öğrenilebilir	Kolay öğrenilebilir
Uyarılar	Birçok aksesuar gerektirir	Az aksesuar gerektirir	Az aksesuar gerektirir	Az aksesuar gerektirir	Birçok aksesuar gerektirir	Az aksesuar gerektirir	Az aksesuar gerektirir

Dobosiewicz yöntemi:

Dobosiewicz yöntemi (Dobomed), 1979 yılında geliştirilmiş olan aktif üç boyutlu düzeltme prensibine dayanan bir yöntemdir ^(6,24). Bu yöntemin temel amacı progresyonu engellemek ve /veya eğriliği azaltmaktır. Sekonder amacı ise pulmoner fonksiyonu iyileştirmektir. Yöntemin temelini, omuz ve pelvis simetrik pozisyonda iken torasik düz sırtın kifozasyonunu tekrar sağlamak oluşturur. Ana özelliklerini;

1. Simetrik pozisyonda egzersizler
2. Üç boyutlu düzeltmeyi sağlamak için aktif asimetrik hareketler
3. Torasik fleksiyonu arttırmak için torasik omurga mobilizasyonu
4. Transvers plan derotasyonu
5. Eğriliğin apeksinin olduğu alana odaklanmış spesifik tedavi
6. Kostaları genişletmek ve derotasyon yaptırmak için konkav kosta mobilizasyonu
7. External fasilitasyon
8. Pulmoner fonksiyonları düzeltmek için yönlendirmiş solunum hareketleri
9. Üç boyutlu düzeltmeyi sağlamak için vertebranın üç boyutlu yer değiştirmesi oluşturmaktadır.

Fabian, yaşları 9-18 arasında olan 30 skolyoz hastasında yaptığı çalışmada, Dobosiewicz yöntemine göre asimetrik soluma egzersizlerinin ventilasyon kapasitesi üzerine etkinliğini değerlendirmiş ve kısa süre için olumlu etkisi olduğunu bildirmiştir ⁽⁸⁾.

Bu bulgular aynı araştırma ekibi tarafından başka bir çalışmada tekrar gösterilmiştir. Bu çalışmada Dobosiewicz yöntemine göre asimetrik soluma egzersizlerinin simetrik egzersizlere göre maksimal istemli akciğer ventilasyonunu daha fazla iyileştirdiğini bildirmişlerdir ⁽⁹⁾.

Dobosiewicz ve arkadaşları, 2006 da yaptıkları bir çalışmada bu yöntem ile tedavi edilmiş 152 adölesan idiyopatik skolyoz hastasını retrospektif olarak analiz etmiş ve radyolojik olarak eğriliğin stabil kaldığını göstermişlerdir ⁽⁷⁾.

Lyonnaise yöntemi

Bu yöntemin amacı da üç boyutlu olarak postüral düzeltme ve hastanın otokorreksiyon yeteneğini sağlamaktır. Skolyoz farkındalığı oluşturmak amacıyla tasarlanmıştır. Sagittal düzeltme ortez içinde yapılan egzersizler ile sağlanmaktadır ⁽³⁷⁾.

Side Shift yöntemi

Bu yöntem 1985 yılında Mehta tarafından tanımlanmıştır. Daha çok frontal plandaki deformite düzeltilmeye odaklanılmıştır. Gövdenin lateral kayması ile aktif otodüzeltilme sağlanır

Literatürdeki kanıtlar postüral düzeltmenin, lomber lordozla birlikte torasik kifozun da restore edildiği durumlarda geliştiğini ortaya koymaktadır. Frontal deviasyonların sekonder deformite olduğu düşünülmektedir bu nedenle bu egzersizlerin de sekonder olarak uygulanması gerektiği düşünülebilir ⁽³⁷⁾.

SEAS (Scientific Exercise Approach to Scoliosis) yöntemi:

1960'ların başlarında İtalya'da Antonio Negrini ve Nevia Verzini tarafından geliştirilmiş, 2002 yılında kurulan ISICO (Italian Spine Scientific Institute) tarafından devam ettirilen bir yöntemdir. Bu yöntem, skolyozun konservatif tedavisinin tüm durumlarına adapte edilebilen bir bireysel egzersiz programından oluşmaktadır.

Tek başına düşük-orta derecedeki eğriliklerde büyüme sırasında breys riskini azaltmakta, orta-yüksek dereceli eğriliklerde breyslemeyi tamamlayıcı olarak, yetişkinlerde de disabilitiyi azaltmak amacıyla kullanılmaktadır. Temel prensipler olarak; hastaların deformitelerine farkındalığını arttırma, otodüzeltilme, denge reaksiyonlarını uyarmak için egzersiz kullanımı ve breys içi egzersizleri içermektedir. SEAS dışardan yardım olmadan yapılan özel bir aktif öz düzeltme tekniğine dayalı olarak fonksiyonel egzersizleri içerir. Hastaya denge, eğriliğin bulunduğu segment farkındalığı, korse içi egzersiz eğitimi verilmesi amaçlanmaktadır ⁽²²⁾.

Negrini ve arkadaşlarının 69 hastada yaptıkları bir çalışmada SEAS yöntemi grubunda, standart egzersiz programı grubuna göre daha az sayıda hastada breys gereksinimi olduğunu bildirmişlerdir ⁽¹⁸⁾.

Romano ve arkadaşlarının yaptıkları derlemede SEAS yönteminin Cobb açısı progresyonunu azaltmada ve breys gereksinimini azaltmada etkili olduğunu belirtmişlerdir ⁽²²⁾.

FITS (Functional Individual Therapy of Scoliosis) yöntemi

2004 yılında Dr. Mihang ve Dr. Bialak tarafından geliştirilmiş bir üç boyutlu skolyoz yaklaşımıdır. İdiyopatik skolyoz için hem tanı, hem tedavi yöntemidir. FITS Cobb açısından bağımsız olarak her yaş çocukta kullanılabilecek kompleks, asimetrik, bireysel bir tedavi yöntemidir.

Evre 1: değerlendirme,

Evre 2: düzeltmenin kolaylaştırılması,

Evre 3: üç boyutlu düzeltme olmak üzere üç ana evreden oluşmaktadır.

FITS üç boyutlu skolyoz egzersiz yöntemi, miyofasyal gevşetmeler, lumbal-pelvis stabilizasyonu, denge eğitimi egzersizleri ile nöromusküler koordinasyonu içermektedir. Hasta ve aile eğitimi ön plana çıkmaktadır. FITS yönteminin temelinde iki prensip vardır; kas enerjilendirme teknikleri kullanılarak, üç boyutlu düzeltici hareketini sınırlayan miyofasyal kısıtlamaların ortadan kaldırılması ve fonksiyonel pozisyonlarda yeni düzeltici postür paternlerini oluşturmak.

Duysal motor denge eğitimi ve alt gövde stabilizasyon egzersizleri ile düzeltici solunum egzersizleri öğretilebilir, açık ve kapalı zincir düzeltici hareket paternleri düzenlenebilir. Düzeltici hareket paternleri skolyoz tipine, spinal rotasyonu yönüne ve fonksiyonel kompanzasyonun yerine göre seçilmelidir. Her düzeltici patern sagittal düzlem düzeltmesi için fleksiyon ekstansiyon, frontal plan düzeltmesi için elevasyon depresyon, transvers plan düzeltmesi için eksternal internal rotasyon olmak üzere üç komponentten oluşur. Tedavi süreci boyunca düzeltici hareket paternleri hastanın klinik durumuna ve eğrilik açısı durumuna göre değiştirilebilir ^(3,4).

Schroth yöntemi

Schroth yöntemi, 1921 yılından beri en sık uygulanan üç boyutlu egzersiz tekniğidir. Sensorimotor ve kinestetik prensiplere dayanır. Bu tedavi programı; özel nefes alma paternleri ile proprioseptif uyarıları ve sagittal planda ayna kontrolünü kullanarak postüral düzeltmelerden oluşur. Skolyoz tedavisinde bireye özgü olan bu egzersizler kendisinde

de skolyoz mevcut olan Katharina Schroth tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntem önce Almanya'da sonra tüm dünyada yaygınlaşmıştır. Almanya'da Schroth Kliniğini kurmuştur. Bu klinikte 1997 yılına kadar kızı fizyoterapist Christa Lehnert Schroth, 2008 yılına kadar oğlu ortopedist Dr.Hans Rudolf Weiss aktif olarak çalışmış ve 2008'den beri klinik fizyoterapist Axel Hennes tarafından Modern Schroth tedavisi uygulamalarını devam ettirmektedir. Schroth kaliteli bireysel bir çalışmanın, skolyozda önemli gelişmeler sağlayacağını, terapotik egzersizin skolyozun tedavisinde kullanılabileceğini, vücut postüründe ve spinal kolonun genel fonksiyonunda anlamlı gelişmeler sağlayabileceğini göstermiştir ⁽¹⁶⁾.

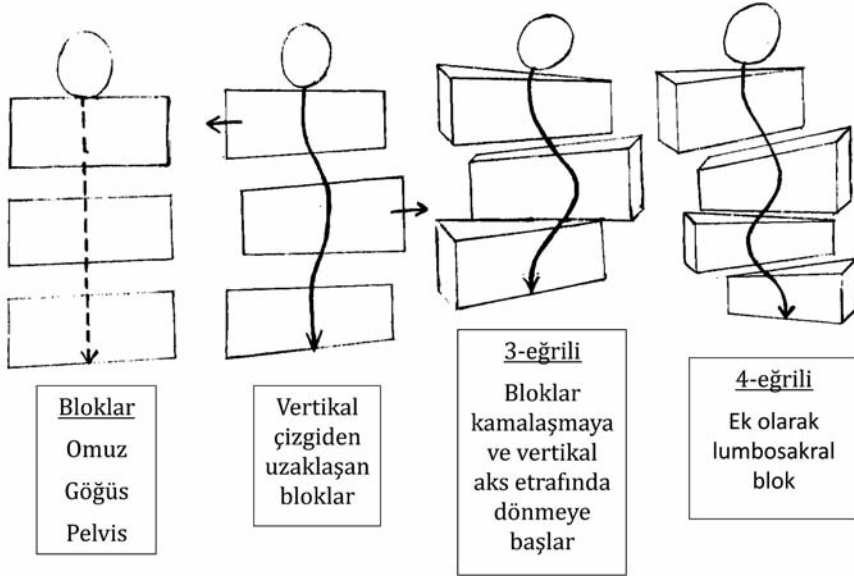
Weiss H.R. tarafından yapılan bir çalışmada 107 idiyopatik skolyozlu hastanın tedavi öncesi ve 4-6 haftalık schroth kliniğinde egzersiz programı sonrası radyografileri çekilmiş ve hastaların % 43.93'de Cobb'da 5 derece ve üzerinde anlamlı düzelme saptanmış, % 53.27'de değişme olmamış, % 2.8 ise 5 derece ve üzerinde cobb açısında artış saptanmıştır ⁽³⁸⁾.

Üç boyutlu Schroth skolyoz rehabilitasyonu, düzeltme paternleriyle birlikte bireysel egzersiz programlarından oluşur. Schroth tedavisinin temel hipotezi; her skolyozun yapısal ve fonksiyonel kısımları olmasına dayanır. Postural ve reversibl kısımlar esnektir ve kısa zamanda bile değişim gözlenebilir.

Alışagelmiş asimetrik postürün saptanması ile öğrenme süreci başlar. Aşamalı olarak daha dengeli santralize olabilen dik bir postür elde edilir. Postüral öğrenme sürecindeki farklı evreler tedavi ve egzersiz sırasında doğru postürün yakalanmasını sağlar. Tedavinin temelini sensorimotor ve kinestetik prensipler oluşturmaktadır. Tedavinin ana hedefleri; asimetrik postürün düzeltilmesinin fasilasyonu ve hastanın günlük yaşam aktivitelerinde de doğru postürü sürdürmesini sağlamaktır ⁽³⁶⁾. Bu programın sağladığı avantaj, postüral düzeltmelerin farklı eğrilik paternlerine göre tasarlanması ve skolyozda üç boyutlu postüral düzeltmenin artırılması için etkili mekanizmaların tanımlanmasıdır. Hastalar eğri paternlerine göre fizyoterapist gözetiminde grup ya da bireysel egzersiz programları uygularlar.

Tedavi basamaklarını tipik skolyoz özelliklerini belirlemek, normal postural uzanımı tekrar sağlamak, statik ve dinamik postüral kontrol elde etmek ve stabiliteyi devam ettirmek oluşturur. Postüral düzeltme; gövde kaslarıyla, fizyoterapistin el yardımı ya da dinamik sistemlerle oluşan dinamik pasif kuvvetlerle ve statik kuvvetlerle sağlanmaktadır.

Bu yöntemde postural bozuklukları anlamak ve daha kolay tanımlamak için gövde üç parçaya bölünmüştür: omuz kuşağı, göğüs kafesi ve pelvik kuşak. Bu üç parçayı dikkörtgen bloklar halinde düşündüğümüzde bu üç blok normalde düşey olarak bir hizada ve birbiri üzerinde dengededir. Yandan bakıldığında da omurganın fizyolojik kıvrımlarının bir sonucu olarak ikizkenar yamuk şeklindedir ⁽²⁵⁾ (Şekil-4).



Şekil 4. Skolyozda schroth yöntemine göre gövde blokları (8. kaynaktan tekrar çizim yapılmıştır.)

Skolyozda ise eğrilik nedeniyle postürde bozulma gelişir ve genellikle pelvis kuşağı ve göğüs kafesi birbirlerine karşıt rotasyondadır. Omurgadaki patoloji frontal, sagittal ve transvers planda vücutta sapsmalara yol açar ve üç planda omuz kuşağı, göğüs kafesi ve pelvik kuşak etkilenir. Bu sapsmaları, Lehnert Schroth kendi tanımladığı sınıflamaya göre üçlü ve dörtlü eğrili skolyozda ortaya çıkan vücut bölgelerinin yer değiştirmesini

anlatmak için tanımlamıştır. Buna göre üçlü eğrili skolyozda, omuz ve pelvis kuşağı blokları bir tarafa ve göğüs kafesi bloğu da diğer tarafa doğru yer değiştirir. Aynı zamanda lateral olarak yer değiştiren bloklar dorsal olarak da dönerler. Dörtlü eğrili skolyozda ise lomber ve pelvik bloklar birbirinin aksi yönüne yönelir. Omuz ve göğüs kafesi de birbirinin aksi yönüne yönelmiştir. Dört ve üç eğrili skolyoz arasında büyük farklılıklar vardır. Örneğin sağ torasik bir skolyozu düşünecek olursak; tipik bir üç eğrili skolyozda üst gövde sağa doğru eğilir. Vücut ağırlığı sağa biner. Pelvis, konveksitenin etkisinin artmasına neden olacak şekilde sola yer değiştirir. Vücut statığı bozulur. Tipik bir dört eğrili skolyozda, gövde lomber omurga ve pelvis segmentlerinde laterale (sağa) kaymış olduğundan lumbosakral eğrilik sakrum ve koksiks yönünde çekilir. Vücut ağırlığı sol ayak üzerine biner ve gövde sol tarafa eğilir.

Genellikle lomber konveksite çok geniştir ve torakal eğriliğin açısı daha küçüktür. Bu durumun belirlenmesi skolyoz egzersizlerinde ve korselemede düzeltmelerin nasıl yapılması gerektiğini analiz etmemize yardımcıdır ⁽²⁵⁾.

Skolyozda omurgada bir dizi vertebral segment ekstansiyonda (lordozda) yerleşir ve laterale deviye olur ve deviye olduğu tarafa doğru da aksiyel olarak döner. Frontal planda konveksite sağ taraftaysa sağ skolyoz, konveksite sol taraftaysa sol skolyoz olarak adlandırılır. Transvers planda bakıldığında sağ skolyozda omurga sağa döner, sol skolyozda omurga sola döner. Sagittal planda genel kural olmamakla birlikte torakalde hipokifoz, lomberde hipolordoz ve lumbosakral bileşkede hiperlordoz gelişir. T-side (Torakal taraf); sırt kamburunun görüldüğü torakal konveks taraftır. L-side (Lomber taraf); lomber çıkıntının olduğu lomber konveks taraftır. Prominent Hip (belirgin kalça); kısaca "H" ile tanımlanır. Pelvisin koronal planda laterale deviye olduğu kalçadır. Lomber veya torakal eğriliklere kompensatuar olarak gelişebilir.

Kalça addüksiyonu ve iliak krest yüksekliği olur. Rotasyon olabilir de olmayabilir de, nötral de olabilir. Rib Hump (gibbus-sırt kamburu); torakal konveks tarafın apeksindeki çıkıntıdır. En çok dönen ve deviye olan vertebra kısmıdır. Bu taraftaki kostalar inhalasyon pozisyonundaki gibi ayırık dururlar. En iyi öne eğilme pozisyonunda görülür. Weak side (zayıf taraf) torakal konkav tarafta bulunur. Kosta çukuru olarak da adlandırılır

buradaki kostalar birbirine yakın ve düz görünür. Nefes alınması gereken yerdir. Lomber prominence (lomber çıkıntı); lomber eğriliğin apeksinin olduğu tarafta görülen çıkıntıdır. Kaslar ve konnektif doku burada aşırı gergindir. Lomber veya torakolomber apeksin belirgin derecede posteriora rotasyonu ile oluşur. Weak point (zayıf uç); lomber konkav tarafta bulunur. Buradaki kaslar ve konnektif doku kısalmıştır. Ventral flat zone; torakal konveks taraftaki kaburganın önden görünüm bölgesidir, kompresedir, göğüs küçüktür ve diğer tarafa göre seviyesi farklıdır. Burada apikal kostalar birbirine yakın ve düz görünür. Nefes alınması gereken yerdir. Shoulder hump (omuz kamburu); 'S' ile sembolize edilir, protrakte ve yükselmiş omuzdur ve yapısal servikotorasik eğriliklerde görülür, her zaman solda görülür. Çift torasik eğrililiklerde ikinci 'rib hump' olarak adlandırılır. Ventral prominence (ön çıkıntı); torakal konkav taraftaki alt kostaların önden görünümüdür, önden belirgin görünen kosta çıkıntısıdır. Protrakte omuz; torakal konveks taraftaki omuzdur, anteriorda ve internal rotasyonda durur. Skapula inferior açısı yukarda, kostalardan kalkık ve proksimali öne doğrudur. Retrakte omuz; torakal konkav taraftaki omuzdur, posteriorda durur, açının büyüklüğüne bağlı torakal konkavite içine düşebilir.

Skolyozda ortaya çıkan değişikliklerin üç boyutlu olarak düzeltilmesi çok önemlidir. Schroth yönteminde aksiyal elongasyon, defleksiyon, derotasyon, rotasyonel nefes alma ve stabilizasyon olmak üzere omurgayı düzeltmeye yönelik 5 temel prensip mevcuttur ⁽³⁶⁾.

1. Aksiyal elongasyon:

Postüral düzeltmede en önemli bileşen aksiyel-yukarı yönde elongasyon yapmaktır. Yana, geriye ya da öne olan her sapma otomatik olarak gövdenin kısalması ve böylece deformite açısının artmasıyla sonuçlanır. Gövde ile omurganın aktif bir şekilde uzatılması son derece önemlidir. Aktif aksiyal elongasyon hastanın yapabildiği kadar aktif olarak gövde kaslarını germesi ve omurga elongasyonu yapması ile elde edilir.

2. Defleksiyon:

Defleksiyonda frontal planda hastanın eğriliği nasıl düzeltereği öğretilir. İlk olarak pelvis ve alt ekstremiteler seviyesinde düzeltme sağlanır.

3. Derotasyon:

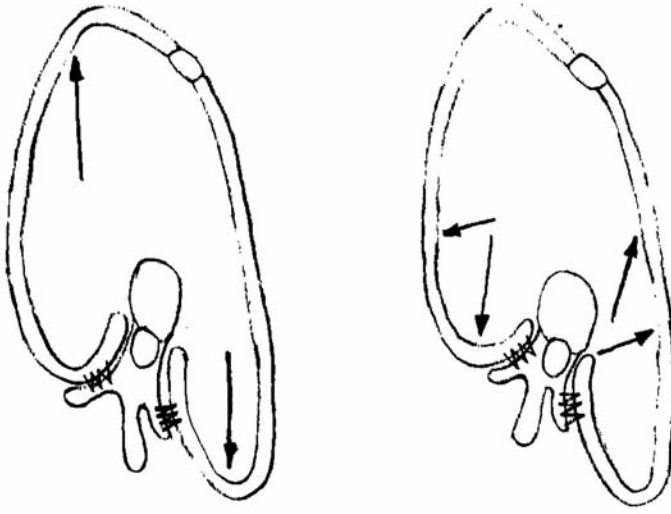
Derotasyonda gövde blokları sistemi temel alınmalıdır. Blokların tabanları eğriliğin konveksitesini, apeksleri konkaviteyi oluşturmaktadır. Torsiyonla birlikte blokların tabanları dorsal tarafa, apeksleri ise ventral tarafa dönmektedir. Düzeltmede apeksler dorsal tarafa, tabanlar ventral tarafa alınmalıdır. Derotasyonu azaltmak için hastaya Schroth rotasyonel solunumu öğretilmelidir. Egzersizler sırasında hasta omurgasındaki konveks tarafı gergin tutarak solunum yardımıyla gövdesindeki konkaviteyi açmaya çalışmaktadır.

4. Rotasyonel açışal soluma (RAS):

Skolyoz hastalarında toraksı rotasyona getiren ve eğriliği kötüleştiren asimetrik bir nefes alma paterni mevcuttur ⁽¹⁵⁾. Schroth metodunun temelini doğru nefes alma oluşturmaktadır. Schroth rotasyonel solunumunun kosta mobilitesinde ve vital kapasitede belirgin bir artış sağladığı gösterilmiştir ⁽⁴⁰⁾. Otman ve arkadaşlarının 50 hastanın Schroth yöntemi ile tedavisinin yapıldığı bir çalışmalarında Cobb açısı, vital kapasite ve kas gücünde düzelleme saptanmıştır ⁽¹⁹⁾.

Rotasyonel açışal solumada amaçlar; intrinsik derotasyonel düzeltme sağlamak, akciğer volümlerini düzeltmek, konkav alanların algılanmasında artış sağlamak ve kosta mobilitesini sağlamaktır. Skolyozda nefesin alınması gereken yerler weak point, weak side ve ventral flat zondur. Skolyoz egzersizlerinde yaklaşım güçlü kasları dengeleyecek güce ulaşıncaya kadar zayıf kasları özellikle de diyaframdaki zayıf bölgeleri aktive edecek şekilde olmalıdır ⁽²⁶⁾.

Schroth nefes alma metodunun yaklaşımına göre diyafram, nefes alma hareketinin her parçasında aktif olmalıdır. Derin nefes alma için pelvisin düz ve ortopedik olarak düzeltilmiş olması gereklidir. Kostalar omurgaya bağlıdır ve oblik bir eksende hareket ederler, nefes verme sırasında oblik şekilde aşağı doğru yönelirler. Kostaların kalkması, göğüs kafesinin sagittal çapının genişlemesi anlamına gelmektedir. Nefes alma sırasında aynı zamanda toraksın aşağı kesimlerin horizontal çapını genişletmektedir ⁽²⁶⁾ (Şekil-5).



Şekil 5. Rotasyonel açısız solunum: Soldaki şekil, skolyotik olarak deforme olmuş göğüs kafesinin transvers kesitinde nefes alma paternini göstermektedir, bu patern torsiyonu arttırmaktadır. Sağdaki şekil ise Schroth'a göre düzeltilmiş nefes alma paternini göstermektedir. (37. kaynaktan tekrar çizim yapılmıştır.)

Skolyotik nefes alma paterninde eş zamanlı vücut şeklinin düzeltilmesi ile birlikte nefes alma hareketleri kullanılmaktadır. Skolyozda konkavitetleri rahatlatan ve genişleten farklı bir vücut postürüne ihtiyaç vardır⁽²⁶⁾.

Skolyotik bir hasta, simetrik olarak ve belirli bir yön olmaksızın sadece normalden daha derin nefes alırsa, kabur kamburunun olduğu taraftaki akciğere daha fazla hava dolar. Bu durum skolyotik deformiteleri daha da kötüleştirir, çünkü bu şekilde nefes alma, doğrulma ve derotasyon momentlerini birleştirmez. Skolyotik nefes alma paternini değiştirmede başarılı olunursa, her nefes aynı zamanda doğru bir egzersiz görevi yapar. Çıkıntı yapan konveks gövde segmentlerinin bulunduğu bölgedeki gövde kaslarının kontrakte edilmesiyle nefes alma döngüsü bu alanlarda kısıtlanmakta ve konkav girintili gövde segmentlerinde nefes alma döngüsünde bir artışı mümkün kılmaktadır. Kosta kafesinin konkav bölümlerine nefesi bilinçli olarak yönlendirme, kısıtlanmış kostaları hareket ettirir, akciğerin daha az havalandırılan kısımları, hava ile dolar ve doğru postürün kazanılması kolaylaşır. Konveks alanların kontrakte olması, daha fazla genişlemelerini engeller ve nefesi konkav alanların gevşemiş kaslarına yönlendirir⁽²⁶⁾.

5. Stabilizasyon:

Stabilizasyon teorik olarak ekspirasyon fazında izometrik gerilim sağlayarak düzeltmenin sürdürülmesidir.

Üç eğrilik içeren skolyozda schroth yöntemi ile fiziksel düzeltmeler

Üç eğrili skolyozda düzeltmenin temeli, her zaman uygun olarak sıralanan pelvis ve vücut statığının üç düzlemde düzeltilmesidir. Beş pelvik düzeltme kuralı vardır ⁽²⁵⁾. İlk iki pelvik düzeltme sagittal düzlemde yapılır.

Birinci pelvik düzeltmede pelvis, sagittal düzlemde statığın düzeltilmesini sağlayacak şekilde tamamen geriye hareket ettirilir. İleriye doğru duran pelvis topuklar üzerinde geri çekilir.

İkinci pelvik düzeltmede lomber omurganın lordozunun düzleşmesini ve sagittal düzlemde düzeltilmesini sağlayacak şekilde pelvis horizontalde anterior pelvik kenar kaldırılır.

Üçüncü pelvik düzeltme frontal düzlemdeki yanal bir harekettir. Hastadan öne çıkan kalçayı içe çekmesi istenir. Belirginleşmiş çıkık kostanın konkav tarafa çekilmesi ile büyük torakanter çevresindeki kas yapısı kontrakte olur böylece lomber omurga laterale yer değiştirir ve frontal düzlemde statik düzelmiş olur. Eğer belirginleşmiş kosta yoksa üçüncü düzeltme yapılmaz. Üçüncü pelvik düzeltme ilk kez uygulandığında konkav taraftaki omuzun çok fazla yanal çekilmesi tehlikesi söz konusu olduğundan omuz karşıt hareketinin uygulanması gerekmektedir. Konveks taraftaki omuz çapraz olarak yanlara ve yukarı doğru hareket ettirilerek gövde zıt yönde hareket ederken servikal kıvrımın kaldırılması hedeflenir. Skapula sagittal eksen etrafında döner. Bu noktada omuz kemeri pozisyonda tutulur ve göğüs kafesine ileri, yukarı ve sonra da içe doğru olmak üzere üç boyutlu bir şekilde derotasyon uygulanır. Eğer konkav taraftaki omuz daha düşük ise ve eğrilik üst torakal omurgadan başlıyorsa omuz karşıt hareketi zıt tarafa uygulanır. Konkav taraftaki kol dışa ve yukarı doğru itilir, lomber karşı eğrilik ise içe doğru bastırılır.

Dördüncü pelvik düzeltme enine düzlemde konveks taraftaki kalça geriye doğru, konkav taraftaki kalça ise öne doğru getirilerek yapılır. Böylece pelvik distorsiyon ve bükülmüş lomber omurga düzeltilmiş ve

transvers düzlemde longitudinal aks etrafında düzelme sağlanmış olur. Dördüncü pelvik düzeltmenin bir kısmı olarak gövde ve omuz kemeri derotasyonu da yapılır.

Gövdenin; kalça ile dorsal konkavitenin aşağısındaki lomber tümsek, dorsal kaburga kamburu ve dorsal konkav taraftaki omuz kemeri olmak üzere üç kifotik elevasyonu; ileri doğru hareket ettirilmelidir. Gövdenin; lomber kısım dâhil kaburga kamburunun aşağısındaki kalça ile bu taraftaki sabit olmayan kostalar, konkavite ve kaburga kamburunun üzerindeki omuz olmak üzere üç lordotik parçası; geriye doğru döndürülmelidir. Omuz kemeri de pelvisle aynı yönde döndürülmelidir: kaburga kamburunun üzerinde geriye, konkav tarafın üzerinde ileriye.

Beşinci pelvik düzeltmede hastadan konveks taraftaki topuğu yere doğru iterek kalçalarını konveks tarafın daha aşağısına indirmeleri istenir, bu lomber omurganın derotasyonuna ve defleksiyonuna yol açar ve sagittal eksen etrafında düzeltme ile sonuçlanır.

Bir kez pelvik pozisyon düzeltildiğinde, konkav tarafa doğru torakal eğrinin lateral defleksiyonu ile omurganın aktif uzaması sağlanmalıdır. Bundan sonra konveks taraftaki interkostal kasların kontraksiyonu ile desteklenen torakal spinal bölgenin aktif derotasyonu yapılır. Daha sonra konveks tarafta öne ve yukarı, konkav tarafta arkaya ve yukarı olacak şekilde rotasyonel açılmalı (RAS) uygulanır⁽²⁵⁾.

RAS'a kamaların köşelerinde başlanır ve RAS uygulanması sonucu, direkt solunum kullanarak konveks taraftaki dalgalı kostalar yana-yukarı ve arkaya-yukarı (laterale-kraniyale ve dorsale-kraniyale) hareket ettirilir. Buna diyafragmanın alçaltılması eşlik eder. Konkav taraftaki prosedür de aynıdır. Batmış kostalar solunum ile hareket ettirilir. RAS'a aşağıda ve yukarıda bulunan vücut segmentlerinin karşıt hareketi eşlik eder. Böylelikle solunum sadece deforme toraksı değil omurgayı da düzeltir. Tek tek vertebralar fiziksel olarak mediyalde neredeyse horizontal pozisyona çekilir ve transvers yöne bağlı kostaların dorsal gerimi ile döndürülürler. Bu aynı zamanda düz sırtın da önemli bir düzeltmesidir.

Düzeltilme prosedürünün neticesi; servikal omurganın defleksiyonu için baş torakal konkav tarafa doğru eğilir ve servikal omurgayı derotasyona getirmek için çene torakal konveks tarafa döndürülür. Böylece torakal

spinal hat daha da genişletilir. Servikal hiperlordoz var ise baş geriye doğru yatırılmalıdır. Servikal kifozda da baş servikal omurga ekstansiyonu, oksipital itme olmadan yalnızca dik tutulmalıdır ⁽²⁵⁾.

Dört Eğri Skolyozda Schroth yöntemi İle Fiziksel Düzeltmeler

Dört eğri skolyozda pelvis sagittal düzlemde öne doğru yer değiştirmiştir ve ön pelvik kenar düşmüştür. Frontal düzlemde, kaburga kamburunun altındaki kalça laterale ve kraniyale doğru yer değiştirmiştir. Karşı kalça kaudale kaymıştır. Transvers planda, torakal konveksitenin altındaki kalça dorsale, diğer kalça ventrale yer değiştirmiştir. Sonuç frontal transvers ekseninde karşıt rotasyon ve distorsiyondur. Beş pelvik düzeltme kuralı vardır ⁽²⁵⁾.

Birinci pelvik düzeltmede ayakta durma pozisyonunda her iki ayakta eşit ağırlık, pelvis tamamıyla arka tarafa yer değiştirmiştir. Sagittal düzlemde düzeltme sağlar.

İkinci pelvik düzeltmede konkav taraftaki femur ile dışa ve arkaya rotasyonel hareket kalça kemiklerinin karşı rotasyonunu frontal-transvers eksen etrafında çözer (pelvik distorsiyon). Konkav taraftaki kalça yukarı ve arkaya hareket eder, konveks taraftaki kalça öne ve aşağıya hareket eder. Burada kalça hala laterale protrüdedir.

Üçüncü pelvik düzeltmede protrüde kalça büyük trokanter bölgesinde kontrakte olan kaslar tarafından çekilerek frontal düzlemde düzeltme yapılmış olur. İkinci ve üçüncü pelvik düzeltmeler aynı anda yapılmalıdır.

Dördüncü pelvik düzeltmede transvers düzlemde lomber-pelvik blok konveks tarafta arkaya ve konkav tarafta öne doğru kaydırılır. Frontal düzlemdeki orta-pozisyon hedef pozisyonudur. Pelvisin üst frontal pelvik kenarını kaldırmak, lomber omurganın lordozunu azaltmayı sağlar ve sagittal düzlemde düzeltme yapar.

Beşinci pelvik düzeltme, konveks taraf bacağın kalçayı indirmeksizin izometrik topuk itmesidir. Konkav taraftaki bacak abduksiyona ve dış rotasyona getirilir böylece lomber omurga güçlenir ve pelvik karşı-rotasyonu giderilmiş olur. Pelvis orta çizgiye doğru tümüyle hareket ettirilmelidir.

Pelvik düzeltmelerden sonra RAS içeren kranial düzeltme yapılmalıdır. Egzersizin yönü yukarıya doğrudur. Geniş torakal eğrilik varlığında egzersiz yönü konkav tarafa doğru olmalıdır. Fakat başlangıç noktası lomber kamburun yukarısidir. Baş eğmek ve döndürmek sadece servikal eğrilik ve distorsiyona uğramış servikal omurga varlığında gereklidir, onun dışında baş düz tutulur. Düzeltici hareketleri desteklemek için düzeltici yastık kullanılır (29).

Schroth yöntemi egzersizleri

Skolyozda her olgunun birbirinden farklı olması nedeniyle egzersizler standart bir program olarak düşünülmemelidir. Mümkün olan en iyi postürü sağlamak üzere çok çeşitli ve detaylı egzersizler geliştirilmiştir. Her egzersizin sonunda düzelen pozisyon korunur ve istirahat pozisyonu uygulanır, istirahat sırasında gevşeme veya spesifik nefes egzersizleri ile kombine edilir. Skolyoz nedeni ile deforme olmuş gövdede torakal solunum azalmıştır. Nefes verme becerisini geliştirmek amacıyla balon şişirme, üfleme gibi egzersizler önerilir.

Her ekspiryum sonrası nefes alma gövdedeki konkavitelerin, çökmüş görünümdeki gövde segmentlerinin dik açığa ulaşmasına yardımcı olur. Eş zamanlı farklı yönlerde örneğin sağda öne doğru, solda geriye doğru oblik nefes paterni geliştirilmesi skolyoz için çok yararlıdır.

Schroth yöntemi egzersizleri; asılma egzersizleri, mobilizasyon egzersizleri, biçimlendirme egzersizleri ve germe-güçlendirme egzersizleri olmak üzere 4 ana gruba ayrılmıştır (27).

1. Asılma egzersizleri:

Bu egzersizler ile kısalmış kaslar gerilir ve kaburga kamburu düzleşir. Vertebrada rotasyonel kayma varsa egzersizler yapılmayabilir. Asılma egzersizleri duvar barlarında egzersizler olarak yapılabilir. Omurgada füzyon olan hastalarda duvar barında asılma egzersizleri kontrendikedir. Boyun arkasından asılma, tutunma barlarını aşağı doğru çekme, abduksiyon pozisyonu, bisiklet sürme, karın kasları egzersizleri ve bacakların sallanması duvar barında asılma egzersizleridir (Şekil-6).



Şekil-6. Duvar barında asılma egzersizi örneği: Konkav taraf duvara bakacak şekilde yan durulur, kol ve bacak abduksiyonda, kaburga kamburunun olduğu taraf kalça aşağı ve geride tutularak RAS yapılır.

2. Mobilizasyon egzersizleri:

Bu egzersizler ile spinal kolon, gövde ve omuz kuşağı eklem mobilitesinin korunması, yeniden yapılandırılması ve geliştirilmesi sağlanır. Mobilizasyon egzersizleri duvar barında, sandalye ve masa kullanılarak ve yerde yapılan egzersizler olarak yapılabilir. Çömelme pozisyonunda bacakların uzatılması ve çekilmesi, daldırma egzersizi, bisiklet, gövde ile sagittal bisiklet ve gövdeyle diyagonal bisiklet, duvar barında mobilizasyon egzersizleridir. Göğüs ile sagittal bisiklet-sandalye üzerinde ata binme pozisyonu, pelvis sandalye üzerinde yüzüstü pozisyon, sandalye sırtına dayanarak germe, sırtı germe ve güçlendirme egzersizleri, gövdenin dairesel hareketleri sandalye ve masa kullanılarak yapılan mobilizasyon egzersizleridir. Gövdenin öne ve arkaya daldırılması, sallanan beşik, pervane ayarlaması (hasta planör pozisyonunda, terapist elle nazik düzeltme yaparak), kısalmış pektoral kasların yatay yerleştirilen tahta üzerinde unilateral gerilmesi, gövde ayakta durma pozisyonunda öne doğru sarkma ve makina yerde uygulanan mobilizasyon egzersizleridir (Şekil-7).



Şekil-7. Duvar barında mobilizasyon egzersizi örneği- Çömelme pozisyonunda bacakların uzatılması ve çekilmesi: Kaburga kamburunun olduğu taraftaki kalça yana, geriye ve aşağıya yönlendirilerek gövde oblik pozisyona getirilir böylece konkav taraf genişletilmiş olur.

3. Biçimlendirme egzersizleri:

Bu egzersizler ile RAS ve uygun ters yönde hareketler kullanılarak gövde ve omuz kuşağında düzeltici etki sağlanır. Egzersizler sırasında nefesin etkilen bölgeye ulaşmasını sağlayacak şekilde pozisyonlanmalıdır. Biçimlendirme egzersizleri duvar barında, sandalye ve masa kullanılarak ve yerde yapılan egzersizler olarak yapılabilir. Büyük yay ve oblik traksiyon duvar barında biçimlendirme egzersizleridir. Sandalyenin arkasını itme, lomber lordozla beraber hiperkifotik sırtın düzeltilmesi, masanın karşı tarafına doğru horizontal uzanma, masanın karşı kenarına

doğru lateral germe, omuz kuşağının rotasyonel hareketi, rotasyonel oturma, bel-kayışı, RAS ve iki sırtık arasında gövdenin gevşekçe asılı kalması, baş masanın altında egzersizi ve yüzüstü pozisyonda dirsek rotasyonu sandalye ve masa kullanılarak yapılan biçimlendirme egzersizleridir. Sırtüstü pozisyonda çift dönme, kollar huni şeklinde, yüzüstü pozisyonda pektoral kasların gerilmesi, skapula alata için küreme hareketi veya skapulanın düzeltilmesi, diz çökme pozisyonunda omuz kuşağının rotasyonu, diz arkada, konkav taraf üzerinde yatarken yardımla ön kaburga kamburunu hizalamak, yüzüstü pozisyonda gövdenin yardımla uzatılması, pelvisin döndürülerek düzeltilmesi ve iki sırtık arasında yukarı doğru germe, yerde yapılan biçimlendirme egzersizleridir (Şekil-8,9,10,11).



Şekil-8. Duvar barında biçimlendirme egzersizi örneği-oblik traksiyon: Konkav taraf duvar barına dönük, konveks taraftaki el kalçayı yandan geriye ve aşağı doğru iterken konkav taraftaki kaça topuğa değene kadar hareket ettirilir. Bu sırada çene konveks tarafa dönmüştür ve RAS yapılır.



Şekil-9. Sandalyede biçimlendirme egzersizi örneği-rotasyonel oturma: Sandalyede otururken konveks taraftaki bacak dış rotasyonda geriye doğru uzatılır, gövde konkav tarafa ve öne doğru eğilir, konkav taraftaki bacak kıvrılır, eller sandalyenin sırtında birbirini işaret eder.



Şekil-10. Yerde yapılan biçimlendirme egzersizi örneği-diz çökme pozisyonunda omuz kuşağının rotasyonu: Konveks taraf diz altına düzeltici yastık koyulur, aynı taraf kol sandalye üzerine koyulur ve bu sırada dar ön bölge nefesle öne ve yukarı yönlendirilir. Konkav taraf nefes alarak yanlara, yukarı ve geriye genişletilir.



Şekil-11. Yerde yapılan biçlendirmeye egzersizi örneği-diz arkada: Hasta konkav taraf tizerinde yatar, kalça ya da lomber tümsek altına düzeltici yastık koyulur, alttaki diz büküktür. Altındaki kol uzatılarak konkavite genişletilir. RAS ve nefes verme sırasında stabilizasyon yapılır.

4. Germe ve güçlendirme egzersizleri:

Bu egzersizler kuvvetli izometrik egzersizlerdir, derotasyon ile yapılır. Germe ve güçlendirme egzersizleri duvar barında, sandalye ve masa kullanılarak ve yerde yapılan egzersizler olarak yapılabilir. Duvar barlarına doğru çekme, lateral pozisyonda duvar barlarına doğru çekme, vücudu kaldırma, boyun egzersizleri, sırtüstü pozisyonda gövdenin yükseltilmesi duvar barında germe ve güçlendirme egzersizleridir. Gövdeyi horizontal pozisyona yükseltme ve lateral destek ile sarkma pozisyonu sandalye ve masa kullanılarak yapılan germe ve güçlendirme egzersizleridir. Koksiks veya iskiyal tüberkül üzerinde oturmayı öğrenme, yüzüstü pozisyonda kolları kaldırma, pelvisin lateral pozisyonda kaldırılması, konkav taraftaki omuz ile ağırlık kaldırma, görsellikle kombine edilmiş izometrik direnç egzersizleri, yüzüstü pozisyonda izometrik direnç egzersizleri, kemer ile izometrik egzersiz, sırtüstü pozisyonda kemer ile izometrik egzersiz, kemer ile lateral pozisyonda izometrik egzersiz, dört ayak üstüne durma yerde yapılan germe ve güçlendirme egzersizleridir (Şekil-12,13).



Şekil-12. Yerde yapılan germe ve güçlendirme egzersizi örneği - yüzüstü pozisyonda kolları kaldırma: Konveks taraftaki kol daha fazla kaldırılarak (omuz kuşağı derotasyonu) göğüs karşı rotasyonu sağlanır, düzeltici yastık koyulur. Bu egzersiz daha çok yüksek dorsal kamburu olan hastalarda önerilir, lomber kifozda bacaklar da kaldırılabilir.



Şekil-13. Üç eğrili skolyozda kuadratus lumborum tonus arttırıcı egzersiz örneği: Diz çökme ve doğrulma pozisyonunda gövde konkav tarafa doğru eğilir.

Dirençli bant egzersizleri

Bu egzersizler için de aynı prensipler geçerlidir ve biçimlendirme egzersizleri daima nefes alırken, güçlendirme egzersizleri ise nefes verirken yapılır. Dirençli bant egzersizleri için Deuser-bant, Thera-bant, direnç bantları veya egzersiz bantı kullanılabilir. Duvar barlarına asılan küçük yastıklarla destek sağlanır. Pelvis rotasyonunun düzeltilmesi için çömelleme pozisyonunda konveks taraftaki dize yastık konur, diğer diz duvar barlarının karşısındadır. Duvar barlarının arkasına yerleştirilen ayna hastaların egzersiz sırasında postürlerini takip etmelerini kolaylaştırır.

Bant en üst bara bağlanarak; kayış tutma egzersizleri, çubukla egzersiz, bantı ayrı tuma, çene etrafında bant egzersizleri yapılır. Bant baş seviyesinde; 'ölü adam', bant alın etrafında, bant omuz ekleminin etrafında,

sırt paket, bantı laterale germe egzersizleri yapılır. Bant omuz kuşağında bağlanarak; konkav tarafta kolla bantı germe, omuzun karşı çekmesi, bantı iki yana çekme, lomber kamburun engellenmesi ile kas silindiri egzersizleri yapılır. Bant kalça seviyesinde; yer değiştiren kostaları dışarı hareket ettirme, kalçayı konkav tarafla aynı hizada tutma, kalçaları iki yana sallama, üst gövdeyi öne asmak, abduksiyonda oturma pozisyonu, bağdaş kurup oturma-bantı yanlara çekme, iki bant ile yükselme, arkaya yükselme, bant kalçaların etrafında diz çökme, horizontal denge, abdominal kaslar ve bacak egzersizleri yapılır. Bant alttan üçüncü barda tutturularak; bağdaş kurup oturma-sabit göğüs kafesi ile baş ve boynun uzatılması, konkavlık için direnç egzersizleri yapılır. Ayakta bacaklar hafif açık aletsiz egzersizler olarak bantı yanlara çekme, bantı yanlara itme, boyun direnci, konkav taraftaki omuza karşı direnç egzersizleri yapılır (Şekil-14).



Şekil-14. Dirençli bant egzersizi örneği-Lomber kamburun engellenmesi ile kas silindiri: Konveks taraf duvar barına dönük, konkav taraf bacak üzerinde durulur, diğer bacak uygun barın üzerinde istirahattedir, gövde konkav tarafa yatar ve RAS yapılır.

Günlük Yaşam Aktivitelerinde Düzeltici Postürün Uygulanması

Düzeltici postürün günlük yaşam aktivitelerine adaptasyonu çok önemlidir. Günlük yaşam aktiviteleri sırasında yanlış postür asimetrik vertebral yüklenmeyi ve skolyozu arttıracaktır ⁽⁵⁾. Schroth düzeltici postürlerin, günlük yaşam aktivitelerine uygulanması gün boyunca asimetrik eğri yüklenmesini engelleyecektir. İdiopatik skolyozda günlük yaşam aktivitelerinde uygulanabilecek bazı düzeltici postürler Tablo-6' da gösterilmiştir ⁽³³⁾.

Tablo-6. İdiopatik skolyozda günlük yaşam aktivitelerinde uygulanabilecek bazı düzeltici postürler ⁽³³⁾

Günlük yaşam aktivitesi	Pelvis pozisyonu	Düzeltilici hareket
Oturma		
4 eğri	Pelvis torasik konveksite yönünde şift yapmıştır	Şift yapmış kalça indirilir ve torasik omurga konkavite tarafına çevrilir.
3 eğri	Pelvis torasik konkavite yönünde şift yapmıştır	Şift yapmış kalça indirilir ve torasik omurga konkavite tarafına çevrilir.
Ayakta durma		
4 eğri	Pelvis torasik konveksite yönünde şift yapmıştır	Şift yapmış kalça indirilir ve torasik omurga konkavite tarafına çevrilir.
3 eğri	Pelvis torasik konkavite yönünde şift yapmıştır	Şift yapmış kalça indirilir ve torasik omurga konkavite tarafına çevrilir.
Diz çökme		
4 eğri	-	Şift yapmış kalça indirilir ve karşı kalça ve diz fleksiyona getirilir.
3 eğri	-	Şift yapmış kalça indirilir ve karşı kalça ve diz fleksiyona getirilir.

Skolyoz hastalarına düzenli olarak egzersiz önerilmelidir ⁽¹⁷⁾. Bununla birlikte bazı aktiviteler spinal asimetrisini arttırabilir. Örneğin yapılan bir çalışmada yarışmalı yüzme sporunun spinal asimetriyi ve eğriliği arttırabileceği saptanmıştır ⁽⁴⁴⁾.

Schroth yönteminde gövde ekstansiyon, lateral fleksiyon ve rotasyon egzersizinin ve üst gövdenin konveks tarafa eğilmesinin skolyoz eğriliğini arttırabileceği bu nedenle kontrendike olduğu belirtilmiştir. Bu anlamda Cotrel-EDF (elongasyon, derotasyon ve lateral fleksiyon) fleksibilite

egzersizleri ile çalışmaktadır. Sırt ekstansiyon egzersizleri torasik kifozu azaltmakta ve torasik omurga sabitizasyonunun bozulmasına, lateral fleksiyon ve rotasyona eğilimin artmasına ve eğriliğin artmasına yol açmaktadır. Rotasyonel egzersizlerin de kaburga kamburu üzerine arttırıcı etkisi olduğu bildirilmiştir. Özellikle çift eğriliği olan hastalarda lateral fleksiyon egzersizlerinden kaçınılmalıdır ⁽¹⁵⁾.

Gram ve Hasan yaptıkları çalışmada, hastaların konveks tarafa doğru eğilme eğiliminde olduğunu göstermiştir ⁽¹⁰⁾. Bu da torasik eğriliği arttırmaktadır, bu nedenle sağ torasik skolyozu olan hastalara istirahat pozisyonunda eğriliği azaltmak ve torasik konkaviteyi açmak için konkav tarafa doğru şift yapma önerilmelidir ^(15,35).

Günlük yaşamda uygun olmayan oturma postürü eğriliği arttırabileceğinden çok önemlidir. Torakolomber eğrilikli adölesan idiyopatik skolyoz hastalarında oturma sırasında skolyozun arttığı bildirilmiştir ⁽²⁹⁾. İstirahat etmeleri istendiğinde skolyozlu çocukların çoğu bir tarafa eğilmektedir. Tek torasik ve lomber eğriliklerde eğilme konveks tarafa doğru olmakta iken çift eğriliklerde eğilme lomber konkavite yönünde olmaktadır ⁽¹⁷⁾ (Şekil-15).



Şekil-15. Schroth tekniğinde TV pozisyonu: Bu pozisyon ders çalışmak, dinlenmek vb. aktiviteler için çok uygundur. Sandalyede bacaklar açık ters oturulur, ayaklar hafif dışa dönük, ön kollar sandalye arkasına dayanmış pozisyonda, pelvis olabildiğince arkadadır. Lomber konveksite altına gerekirse yastık koyulabilir.

Düzenli olarak okul çantalarının taşınması da yüklenme şekline, yönüne ve çantanın ağırlığına bağlı olarak eğriliği etkileyebilmektedir. Çantayı tek omuzda taşıma, çapraz taşıma ve sırt arkasında taşıma omurgayı farklı etkileyebilmektedir ⁽⁵⁾.

Schroth skolyotik nefes alma paterni de günlük yaşamda çok önemlidir. Sağ torasik skolyozda, sağ dorsal alan konveks, sol ise konkavdır. Sağ anterior göğüs konkav ve sol anterior göğüs ise konvektir. Nefes alma esnasında kuvvetler konveks alanlara yönelir böylece toraks rotasyona uğrar. Torasik skolyozda konveks taraf akciğer, konkav taraftaki komprese alana göre daha geniştir. İnspirasyonda her iki akciğer dolar ve konveks taraf daha genişler, ekspirasyonda ise konkav taraftan daha fazla hava çıkışı olur bunun sonucunda rotasyon ve spinal eğrilik her nefeste artacaktır, bu nedenle skolyotik nefes alma paterni Schroth skolyoz egzersizlerin çok önemli bir bileşenidir ⁽³⁴⁾.

Sonuç olarak, adölesan idiyopatik skolyoz tedavisinde egzersizlerin etkinliği ile ilgili literatür kanıtları yetersizdir ve bu alanda randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç vardır. Bununla birlikte SOSORT önerilerine göre, adölesan idiyopatik skolyozunun konservatif tedavisinde üç boyutlu düzeltici egzersizler, günlük yaşam aktiviteleri uygulamaları, düzeltilmiş postürün stabilizasyonu ve hasta eğitimi mutlaka yer almalıdır. Egzersizler standart bir program olarak düşünülmemeli, hastanın ayrıntılı değerlendirilmesi sonrası bireysel egzersiz programları oluşturulmalıdır.

Çizimlerdeki katkılarından dolayı ressamlar Derya Ayas ve İsmail Gümüş'e teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- 1- Aaro S, Ohlund C. Scoliosis and pulmonary function. *Spine* 1984; 9: 220-222.
- 2- Asher MA, Burton D. Adolescent idiopathic scoliosis: natural history and long term treatment effects. *Scoliosis* 2006; 1: 2.
- 3- Bialek M, Mihango A. "FITS" Concept Functional Individual Therapy of Scoliosis. In: Grivas TB. The Conservative Scoliosis Treatment: 1st SOSORT Instructional Course Lectures Book. IOS Press, Athen 2008; pp:250-261.
- 4- Bialek M. Mild angle early onset idiopathic scoliosis children avoid progression under fits method (Functional Individual Therapy of Scoliosis). *Medicine* 2015; 94(20): e863.
- 5- Chow DH, Kwok ML, Cheng JC, Lao ML, Holmes AD, Au-Yang A, Yao FY, Wong MS. The effect of backpack weight on the standing posture and balance of schoolgirls with adolescent idiopathic scoliosis and normal controls. *Gait Posture* 2006; 24: 173-181.
- 6- Dobosiewicz K, Durmala J, Czernicki K, Piotrowski J. Radiological results of Dobosiewicz method of threedimensional treatment of progressive idiopathic scoliosis. *Stud Health Technol Inf* 2006; 123: 267-272.
- 7- Dobosiewicz K, Durmala J, Kotwicki T. Dobosiewicz method physiotherapy for idiopathic scoliosis. *Stud Health Technol Inform* 2008; 135: 228-223.
- 8- Fabian K. Evaluation of the effectiveness of asymmetric breathing exercises according to Dobosiewicz on chosen functional parameters of the respiratory system in girls with scoliosis. *Fizjoterapia* 2010, 18: 21-26.
- 9- Fabian KM, Rozek-Piechura K. Exercise tolerance and selected motor skills in young females with idiopathic scoliosis treated with different physiotherapeutic methods. *Ortop Traumatol Rehabil* 2014; 16 (5): 507-522.
- 10- Gram MC, Hasan Z. The spinal curve in standing and sitting postures in children with idiopathic scoliosis. *Spine* 1999; 24: 169-77.
- 11- Grivas TB, Burwell GR, Vasiliadis ES, Webb JK. A segmental radiological study of the spine and rib-cage in children with progressive infantile idiopathic scoliosis. *Scoliosis* 2006, 1(17): 7.
- 12- Grivas TB, Vasiliadis ES, Rodopoulos G. Aetiology of idiopathic scoliosis. What have we learned from school screening? *Stud Health Technol Inform* 2008, 140: 240-244.
- 13- Güler M, Aydeniz A. Skolyoz. In: Oğuz H (Ed.). *Tıbbi Rehabilitasyon*. 2.baskı. Nobel Tıp Kitapevi, İstanbul 2004; pp: 869.
- 14- <http://www.rad.washington.edu/academics/academic-sections/msk/teaching-materials/online-musculoskeletal-radiology-book/scoliosis>.

- 15- Lehnert-Schroth C. *Three-dimensional treatment for scoliosis: physiotherapeutic method for deformities of the spine*. Martindale Press, Malto Palo 2007.
- 16- Lenhert - Schroth C. Introduction to the three-dimensional scoliosis treatment according to schroth. *Physiother* 1992; 78: 810-821.
- 17- Negrini S. 2011 SOSORT guidelines: Orthopaedic and Rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth. *Scoliosis* 2012, 7: 3.
- 18- Negrini S, Negrini A, Romano N, Verzini N, Parzini S. A controlled prospective study on the efficacy of SEAS.02 exercises in preventing progression and bracing in mild idiopathic scoliosis. *Stud Health Technol Inf* 2006; 123: 523-526.
- 19- Otman S, Kose N, Yakut Y. The efficacy of Schroth s 3-dimensional exercise therapy in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis in Turkey. *Saudi Med J* 2005; 26 (9): 1429-1435.
- 20- Reamy BV, Slakey JB. Adolescent idiopathic scoliosis: review and current concepts. *Am Fam Physician* 2001; 64: 111-116.
- 21- Dickson RA, Leatherman KD. Cotrel traction, exercises, casting in the treatment of idiopathic scoliosis: a pilot study and prospective randomized controlled clinical trial. *Acta Orthop Scand* 1978; 49(1): 46-48.
- 22- Romano M, Minozzi S, Zaina F, Saltikov JB, Chockalingam N, Kotwicki T, Hennes AM, Negrini S. SEAS (Scientific Exercises Approach to Scoliosis): a modern and effective evidence based approach to physiotherapeutic specific scoliosis exercises. *Scoliosis* 2015; 10: 3.
- 23- Romano M, Minozzi S, Zaina F, Saltikov JB, Chockalingam N, Kotwicki T, Hennes AM, Negrini S. Exercises for adolescent idiopathic scoliosis: a cochrane systematic review. *Spine* 2013; 38: E883–893.
- 24- Saltikov JB. Physical Therapy for Adolescents with Idiopathic Scoliosis. In: *Physical Therapy Perspectives in the 21st Century – Challenges and Possibilities*. InTech, April 2012; pp: 3-40.
- 25- Schroth CL (Ed.). Kayalar G (Çev. Ed.). Bölüm-A. *Skolyozun Üç Boyutlu Tedavisi-Omurga Deformitelerinde Bir Fizik Tedavi Metodu*. 7. baskı, Pelikan Yayıncılık, Ankara 2013; pp: 27-80.
- 26- Schroth CL (Ed.). Kayalar G (Çev. Ed.). Bölüm-A. *Skolyozun Üç Boyutlu Tedavisi-Omurga Deformitelerinde Bir Fizik Tedavi Metodu*. 7. baskı, Pelikan Yayıncılık, Ankara 2013; pp: 9-26.
- 27- Schroth CL (Ed.). Kayalar G (Çev. Ed.). Bölüm-A. *Skolyozun Üç Boyutlu Tedavisi-Omurga Deformitelerinde Bir Fizik Tedavi Metodu*. 7. baskı, Pelikan Yayıncılık, Ankara 2013; pp: 81-208.
- 28- Shirado O, Toshikazu I, Kaneda K, Strax TE. Kinesiologic analysis of dynamic side-shift in patients with idiopathic scoliosis. *Arch Psych Med Rehabil* 1995; 76: 62126.

- 29- Smidt GL, Van Meter SE, Hartman MD, Messaros SE, Rubsam DL, Anderson Welk K. Spine configuration and range of motion in normals and scoliotics. *Clin Biomech* 1994; 9: 303-309.
- 30- 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; 1: 16.
- 31- Ulusoy H. Skolyoz. Cilt-2, Bölüm-200. In: Beyazova M, Kutsal YG (Eds.). *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon*. 2. Baskı. Güneş Tıp Kitapevi, Ankara 2000; pp: 3243-3259.
- 32- Weinstein SL, Dolan LA, Cheng JC, Danielsson A, Morcuende JA. Adolescent idiopathic scoliosis. *Lancet* 2008; 371: 1527-1537.
- 33- Weiss HR. Postural Rehabilitation for Adolescent Idiopathic Scoliosis during Growth. *Asian Spine J* 2016; 10 (3): 570-581.
- 34- Weiss HR, Goodall D. The treatment of adolescent idiopathic scoliosis (AIS) according to present evidence. A systematic review. *Eur J Phys Rehabil Med* 2008; 44: 177-193.
- 35- Weiss HR, Lehnert-Schroth C, Moramarco M (Eds.). *Schroth therapy: advancements in conservative scoliosis treatment*. Lambert Academic Publishing LAP, Saarbruecken 2015.
- 36- Weiss HR, Maier-Hennes A. Specific exercises in the treatment of scoliosis - differential indication. *Stud Health Technol Inform* 2008; 135: 173-190.
- 37- Weiss HR. Best Practice in Conservative Scoliosis Care. Bad Sobernheim: Druck und Bindung 2007; 7-14.
- 38- Weiss HRS. Influence of an in-patient exercise program on scoliotic curve. *It J Orthop Traumatol* 1992; 18(3): 395-406.
- 39- Weiss HRS. Physical exercises in the treatment of idiopathic scoliosis at risk of brace treatment-SOSORT consensus paper 2005. *Scoliosis* 1(6): 1-7.
- 40- Weiss HRS. The effect of an exercise program on vital capacity and rib mobility in patients with idiopathic scoliosis. *Spine* 1991; 16 (1): 88-93.
- 41- Yılmaz H, Zateri C, Vurur S, Bakar C. Prevalence of adolescent idiopathic scoliosis among primary school children in Canakkale, Turkey. *Scoliosis* 2012; 7(Suppl 1): 37.
- 42- Yılmaz H. Skolyoz. In: Oğuz H (Ed.). *Tıbbi Rehabilitasyon*. 3.baskı, Nobel Tıp Kitapevi, İstanbul 2015; pp: 701-718.
- 43- Yılmaz HG. İdiyopatik Skolyozda Egzersiz Reçeteleme. *Türk Fiz Tıp Rehab Derg* 2014; 60(Özel Sayı 2): S31-S35.
- 44- Zaina F, Donzelli S, Lusini M, Minnella S, Negrini S. Swimming and spinal deformities: a cross-sectional study. *J Pediatr* 2015; 166: 163-167.

12. Cerrahi Endikasyonlar ve Zamanlama

Halil BURÇ, M. Nuri ERDEM, Mehmet TEZER

GİRİŞ

Adölesan idiopatik skolyozda (AIS) cerrahi tedavini amacı eğriliğın ilerlemesine engel olmak ve hastanın global koronal ve sagital dengesini de sağlayarak spinal deformiteyi düzeltmektir. Bu iki kazanç sağlanırken mümkün olduğunca az segment kaynama bölgesine dâhil edilmelidir.

AIS'da cerrahi endikasyon ve zamanlamadan bahsetmeden önce hastalığın doğal seyri ve matürite konusunda kısa bir bilgi verilmesi daha doğru olacaktır. Cerrahi tedavi kararının verilmesinde bu parametreler en önemli kriterlerdir.

Adölesan eğrilikler eğriliğın paterni ve büyüklüğü açısından farklılıklar göstermektedir. Lomber ve torakolomber eğrilikler torasik ve çift eğriliklere göre daha az progresyon gösterirler. Torasik ve torakal komponentin dominant olduğu çift eğrilikler (Lenke 1 ve 3) diğer tip eğriliklere (Lenke 2,4,5 ve 6) göre daha erken ve daha fazla progresyon gösterirler. Hızlı büyüme evresinde bu hızlı progresse olan eğrilikler ayda ortalama 1,6° artış gösterir ve eğrilik Cobb açısı 60 derecenin üzerine çıkar. Yavaş seyirli eğrilikler ise ayda ortalama 0,8° artış gösterir ve eğrilik miktarı 40° den 60°'ye ulaşır⁽¹⁾.

Çocuklarda puberteden hemen önce hızlı bir büyüme dönemi görülür. Bu büyüme döneminde gövde büyümesi alt ekstremite büyümesinden daha öndedir. Bu nedenle bu dönemde hastaları daha yakın aralıklar ile takip etmek gerekir. Hızlı büyüme dönemi kızlarda 10-13 yaş civarında erkeklerde ise bundan kabaca 2 yıl sonra görülür⁽¹¹⁾. Klasik olarak hastanın matüritesine kronolojik yaşına, Tanner evresine, menarşa, iskelet yaşına ve Risser bulgusuna bakılarak karar verilir. Buna göre hastanın eğriliğinin artıp artmayacağı konusunda yorum yapılabilir.

Hastalığın seyrinde iskelet matüritesi anahtar rol oynamaktadır. Progresyon, iskelet matüritesinden önce veya sonra devam edebilir. Çocukta iskelet matürasyonu öncesi eğriliğin progresyonunun tayininde birçok bilinmeyen vardır. Çocuğun matüritesi, başvuru anında eğriliğin derecesi, kız çocuk olması gibi kriterler karar vermede yardımcı olmaktadır⁽⁶⁾. İskelet matürasyonu sonrası Weinstein ve Ponseti'ye göre eğrilik 30°'den küçük ise ilerlemez. Torakal eğrilik 50°'den büyük ise yılda ortalama 1° artış gösterir; lomber eğrilik 30°'den büyükse yılda ortalama 0.5° artış gösterir⁽¹³⁾.

Tanı anında eğrilik 20°'den küçükse iki ölçüm arasında 10°'den fazla artış varsa veya 20 derecenin üzerine çıkmışsa progresyon açısından dikkatli olunmalıdır. Tanı anında eğrilik 20°'den büyük iken iki ölçüm arasında 5°'den fazla artış varsa yine progresyon açısından dikkatli olunmalıdır⁽⁶⁾.

Risser bulgusu iliak apofizin matürasyonunu dikkate alan bir sınıflama olup çocuğun büyüme potansiyelini bize gösterir.

Menarj hızlı büyüme evresinden sonra görülür. Bu nedenle menarj sonrası progresyon yavaşlar⁽¹¹⁾.

Matürasyon sonrası progresyon devam edebilir. Tablo-1'de matürasyon sonrası progresyon kriterleri özetlenmektedir⁽¹¹⁾ (Tablo-1).

Akciğer gelişimi de tedavi planlanmasında önemli rol oynamaktadır. Akciğer gelişimde, tatmin edici alveoler sayısına yaklaşık olarak 8 yaş civarında ulaşılır ve bunu volumetrik büyüme takip eder. Göğüs kafesi gelişim 10 yaş civarında % 50'ye ulaşırken 16-17 yaş civarı bu gelişim tamamlanır⁽¹¹⁾.

Tablo-1. 300' den büyük eğriliği olan matürasyonunu tamamlamış hastada progresyon kriterleri

Torakal	Lomber	Torakolomber	Kombine
Cobb >50°	Cobb >30°	Cobb >30°	Cobb >50°
AVR>30°	AVR >30°	AVR >30°	
RVAD>30°	Translator şift L5'in interkristal hattın üzerinden curve dahil olması	Translator şift	

AVR: Apikal vertebral rotasyonu. RVAD:Rib vertebral angle difference

ENDİKASYONLAR VE ZAMANLAMA

İdiopatik skolyozda cerrahi endikasyonlar birçok faktöre bağlıdır. Cinsiyet, kemik yaşı ve eğriliğin büyüklüğüne bağlı olarak deformitenin progrese olma riskinin yüksek olması cerrahi tedavi seçeneğini ön plana çıkarmaktadır. Aynı derecelerdeki immatür hasta ile matür hastanın tedavisi aynı olamaz. Hastanın yaşı, akciğer gelişimini tamamlayıp tamamlamaması, eğriliğin büyüklüğü gibi kriterleri hep birlikte değerlendirilerek tedaviye karar verilmesi gereklidir.

Tedavide üç esas yöntem vardır. Eğrilik 20° den küçük ise izlem, 25°-40° arası korse gibi konservatif yöntemler ve bu sınırların üzerinde ise cerrahi tedavi önerilmektedir.

Eğriliğin derecelerine göre tedavi opsiyonlarını gözden geçirecek olursak 11°-25° arası eğriliklerde yukarıda bahsettiğimiz kriterlere bakarak hasta iskelet matürütesini tamamlayıp tamamlamadığı tayin etmek gerekir. Eğer matür bir hasta ise şikâyete bağlı olarak sadece takip yeterlidir. Eğer hasta immatür bir hasta ise iskelet ve akciğer matürütesi tamamlanana kadar 4-6 aylık aralar ile takip etmek gerekir. Kız çocuklarında menarjin hemen öncesinde ve erkek çocuklarda da 2 yıl sonra hızlı bir büyüme evresi görülür, bu nedenle takip aralıklarını yakın tutmakta fayda vardır.

Eğrilik 25°-45° arasında ve iskelet matürütesi tamamlanmış ise progresyon açısından 5 yıl süre ile yıllık takip önerilir. İskelet matürütesi tamamlanmamış ise breysleme ve 4-6 aylık aralar ile takip önerilir.

Eğrilik 40°-50° arasında olması gri zon olarakta adlandırılabilir. Burada hastanın progresyon kriterleri göz önüne alınarak hareket edilmelidir. Torakal bölgede 50° üzerinde eğrilik olması cerrahi endikasyon iken lomber bölgede 40°-45° üzerinde olması cerrahi tedavi endikasyonudur.

TL/L AIS' de cerrahi tedavi endikasyonu eğriliğin 45° ve üstü eğriliklerdir. Hastanın kendi veya ailesi tarafından fark edilen gövde imbalansına neden olan küçük eğriliklerde cerrahi tedavi endikasyonudur ⁽¹²⁾.

Yapısal torakal eğriliğin eşlik etmediği torakolomber/lomber eğrilikler (Lenke Tip-5), anterior enstrümantasyon için ideal birer adaydırlar. Torakal eğriliğin fleksible olup olmadığını mutlaka muayene ve radyolojik olarak ortaya konulmalıdır. Lenke Tip-5 eğrilikte lomber füzyon sonrası torakal eğriliğin vereceği cevap Lenke Tip-1 eğrilikte yapılan selektif torakal füzyon sonrası lomber bölgenin vereceği cevap ile karşılaştırıldığında daha az tahmin edilebilir bir cevaptır. Yani selektif torakolomber/lomber füzyon sonrası kompensatuar torakal eğriliğin cevabı önceden tahmin etmek her zaman mümkün olmayabilir ⁽¹²⁾.

AIS' da en sık görülen eğrilik paterni tek torasik eğrilikle birlikte olan lomber eğriliktir. Lomber eğrilik kompensatuar veya yapısal olabilir. Kompensatuar lomber eğriliklerde lomber bölge füzyon sahasına dahil edilmez, buna selektif torakal füzyon denir. Selektif torakal füzyon kriterleri Tablo-2' de özetlenmiştir ⁽⁴⁾ (Tablo-2).

Tablo-2. Selektif Torakal Füzyon Kriterleri

Eğrilik Tipi	Lenke 1 ve 2 (Hepsi), 3 (bir kısmı), 4 (bir kısmı); King III (Hepsi) ve II(bir kısmı)
Mutlak Lomber Eğrilik Büyüklüğü	<450-600
Yana Eğilme Grafilerinde fleksibilite	Lomber>torakal; + fleksibilite indeksi
Eğrilik büyüklüğü oranı	Torakal:Lomber >1.2
Apikal Vertebra Translasyonu	Torakal:Lomber >1.2 (tercihen ≥2)
Apikal vertebral rotasyon oranı (Nash-Moe rotasyon evresi)	Torakal:Lomber >1.0-1.2
Mutlak Lomber AVR	<2.5
Yana eğilme grafilerinde en alt enstrümente vertebranın horizontalizasyonu	00-50
Klinik (skolyometre)	Torakal apikal gövde rotasyonu > Lomber apikal gövde rotasyonu
Kozmetik	Lomber hump veya bel çizgisinden ziyade torakal gövde kayması ve rotasyonu daha önemlidir.

Lomber modifier'dan ziyade sagittal modifier'ın selektif torak füzyon üzerine az da olsa etkisi vardır. Eğer hastada hipokifoz (- sagittal modifier) var ise anterior yaklaşım için uygun bir aday olduğunu işaret eder. Hastada hiperkifoz (+ sagittal modifier) var ise bu hastanın posterior füzyon için uygun bir aday olacağını gösterir⁽⁴⁾.

AIS'da anterior yaklaşım endikasyonları ve anterior enstrümantasyon endikasyonları Tablo-3'de özetlenmiştir⁽⁸⁾ (Tablo-3).

Tablo-3. AIS'da Anterior yaklaşım ve enstrümantasyon endikasyonları

Anterior Yaklaşım Endikasyonları	Anterior Enstrümantasyon Endikasyonları
<ul style="list-style-type: none"> • Disk eksizyonu ile fleksibilite kazanmak (Eğrilik >800, Yana eğilmede düzelme >500) • Belirgin aksiyel rotasyon ile birlikte torakal hipokifoz • Anterior füzyon ile krankşaft fenomenini önleme (hızlı büyüme evresinden önce füzyon yapılmış hasta, açık triradiat kartilaj) • Yüksek riskli hastalarda psödoartrozu engellemek için (nörofibromatozis, önceden radioterapi uygulanması vs) 	<ul style="list-style-type: none"> • Tek yapısal torakal veya torakolomber/lomber eğrilik • Eğrilik < 700 • Şiddetli torakal hipokifoz (Disk eksizyonu ve anterior kompresyon anterior kolonu kısaltır)

Anterior gevşetme sonrası posterior enstrümantasyon şeklindeki tedavi yöntemi, şiddetli eğriliklerde ($\geq 70^\circ$) fleksibilitayı arttırmak ve immatür hastalarda krankşaft fenomenini engellemek için endikedir. Suk ve arkadaşları, segmental pedikül vidası kullanarak tedavi ettikleri AIS'de anterior gevşetme endikasyonu olarak eğriliğin $\geq 110^\circ$ olması ve fleksibilitenin $\leq \%20$ nin altında olması şeklinde bildirmişlerdir⁽⁷⁾.

Anterior kısa segment kemik-kemik enstrümantasyon ve füzyon endikasyonları arasında AIS, 85° 'den küçük tek majör torakal eğriliği ya da kompensatuvar eğriliği 50° 'den küçük olan 85° olan torakolomber veya lomber eğrilikler, $\% 50$ 'den fazla esnek olan eğrilikler, traksiyon grafisi ile 30° veya altına düşen eğrilikler ile Risser bulgusu 2 ve altında olan hastalar sayılabilir⁽¹⁰⁾.

Staple operasyonu, Risser bulgusu 0 veya 1 olan yada el bilek grafisine göre en az 1 yıl daha büyüme potansiyeli olan 13 veya daha genç kız çocuklarında, 15 veya daha genç yaşta olan erkek çocuklarında önerilen bir yöntemdir. Koronal planda torakal ve lomber eğrilik 45°'den küçük olmalı, minimum rotasyon göstermeli, 20°'nin altına düşecek şekilde esnek olmalıdır. Staple'ın teorik olarak kifoza sebep olabileceği bilgisinden dolayı sagittal torakal eğriliğin 40°'nin altında olması istenir ⁽⁹⁾.

Pedikül vidasının kullanıma girmesi ile derotasyon gibi düzeltme manevraları ile hastalarda eşlik eden rib-hump yani kamburluk düzeltilmeye başlanmıştır. Ama hala bazı vakalarda kozmetik olarak düzeltme yapabilmek için torakoplasti yapmak gerebilmektedir. En yüksek noktadan skolyometre ile ölçüm yapıldığında > 15° deformite olması; eğriliğin > 60° olması; eğriliğin fleksibilitesinin < % 20 yada intraoperatif eğrilik düzeltme miktarının < % 50 olması durumunda torakoplasti endikasyonu vardır ⁽²⁾.

Lenke ve arkadaşları çift torakal eğrilikte proksimal torakal eğriliğin yapısal olduğunu gösteren ve enstrümantasyon içine alınması gerekliliğini gösteren kriterleri aşağıdaki gibi sıralamıştır:

1. Eğrilik >30° ve yana eğilme grafilerinde >20°
2. Nash-Moe apikal rotasyon >grade 1
3. Apikal translasyonunun C7 sarkaç hattından 1 cm den fazla olması
4. Translasyonel vertebral sol PT den sağ MT doğru (T6 veya kaudal olarak)
5. Pozitif T1 tilti
6. Klinik olarak sol omuz elevasyonu ⁽¹⁾.

TARTIŞMA

AIS da cerrahi endikasyona eğriliğin büyüklüğü, tipi, iskelet matürütesi, progresyon riski ve semptomlara göre karar vermek gerekmektedir. Genel olarak Cobb açısı 50°'nin üzerinde cerrahi endikasyon kabul edilmekle birlikte yaş, eğriliğin progresyonu, ve semptomlar da belirleyici diğer faktörlerdir. Pulmoner fonksiyonlarda bozulma da bir cerrahi endikasyondur ⁽⁵⁾.

Pulmoner fonksiyonların bozulması ile hastanın genel sağlık durumu bundan negatif olarak etkilenir. Eğriliği $>110^\circ$ olan ve vital kapasitesi % 45'in altına düşen hastada 20 yıl sonra respiratuar yetmezlik gelişme ihtimali yüksektir. İskelet matürütesine ulaştıktan sonra $>80^\circ$ eğriliği veya ileri derecede rotasyonu olan hastada nefes darlığı gelişme ihtimali çok yüksektir ⁽³⁾.

Bel ve sırt ağrısı prevelansına bakıldığında normal popülasyona göre hafif yada ara ara olmakla beraber lomber eğriliklerde daha fazla bulunmuştur ⁽³⁾.

Tek torakal eğrilik matürasyona ulaşıldığında 50° - 75° arasında ise progresyon miktarı 0.73° /yıl olarak bildirilmiştir ⁽³⁾.

Cerrahinin amacı koronal ve sagittal balansı sağlayarak eğriliğin progrese olmasını engellemektir. Bu nedenle cerrahi endikasyonu, zamanı, çocuğun yaşı, eğriliğin derecesi ve tipi gibi birçok faktörü göz önüne alarak cerrahiye karar verilmelidir.

KAYNAKLAR

- 1- Sanders JO. Natural history including measures of maturity. In: Bridwell KH, DeWald RL (Eds.). *The Textbook of Spinal Surgery*. Third Edition, Lippicott Williams&Wilkins, Philadelphia 2011; pp: 711-720.
- 2- Lonstein JE, Carlson JM. The prediction of curve progression in untreated idiopathic scoliosis during growth. *J Bone Joint Surg* 1984; 6-A: 1061-1071.
- 3- Weinstein SL, Ponseti IV. Curve progression in idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1983; 65-A: 447-455.
- 4- Sucato DJ, Zhang H, Johnston. Anterior lumbar ve toracolumbar correction and fusion for AIS. In: Bridwell KH, DeWald RL (Eds.). *The Textbook of Spinal Surgery*. Third Edition, Lippicott Williams&Wilkins, Philadelphia 2011; pp: 848-865.
- 5- Freedman B, Edwards II C, Bridwell KH. Selective Thoracic Fusion. In: Bridwell KH, DeWald RL (Eds.). *The Textbook of Spinal Surgery*. Third Edition, Lippicott Williams&Wilkins, Philadelphia 2011; pp: 889-904.
- 6- Newton PO, Upasani VV. Open and thoracoscopic anterior thoracic surgery. In: Bridwell KH, DeWald RL (Eds.). *The Textbook of Spinal Surgery*. Third Edition, Lippicott Williams&Wilkins, Philadelphia, 2011; pp: 778-791.

- 7- Newton PO, Upasani V Surgical treatment of right thoracic curve patern. In: Newton PO, O'Brien MF, Shufflebarger HL, Betz RR, Dicson RA Harms J (Eds). *Idiopathic Scoliosis*. Thieme, Newyork 2010, pp: 200-223.
- 8- Romagnoli JA, Gaines RW. Short segment 'bone-on-bone' fusion for adolescent idiopathic scoliosis. In: Bridwell KH, DeWald RL (Eds.). *The Textbook of Spinal Surgery*. Third Edition, Lippicott Williams&Wilkins, Philadelphia 2011; pp:808-822.
- 9- Oswald TS, Cahill PJ, Samdani AF, Betz RR. Stapling Techniques. In: Bridwell KH, DeWald RL (Eds.). *The Textbook of Spinal Surgery*. Third Edition, Lippicott Williams&Wilkins, Philadelphia 2011; pp: 766-777.
- 10- Clements DH, Samdani AF, Betz RR. Thoracoplasty. In: Bridwell KH, DeWald RL (Eds.). *The Textbook of Spinal Surgery*. Third Edition, Lippicott Williams&Wilkins, Philadelphia 2011; pp: 792-799.
- 11- Bess S, Faro F, Lowe TG. Diagnosis, treatment and outcomes of treatment of doble thoracic curve pattern in adolescent idiopathic scoliosis. In: Newton PO, O'Brien MF, Shufflebarger HL, Betz RR, Dicson RA Harms J (Eds). *Idiopathic Scoliosis*. Thieme, Newyork 2010, pp:224-232.
- 12- Kim HJ, BlancoJS, Widmann RF. Update on the management of idiopathic scoliosis. *Current Opinion Ped* 2009; 21: 55-64.
- 13- Danielsson AJ. Natural history of adolescent idiopathic scoliosis: a tool for guidance in decision of surgery of curves above 50°. *J Child Orthop* 2013; 7: 37-41.

13. Skolyoz Cerrahisinde İntraoperatif Nörofizyolojik İzlem

Murat ZİNNUROĞLU, Alpaslan ŞENKÖYLÜ

GİRİŞ

Omurga deformiteleri toplumsal sıklığı göreceli olarak sık olan bir hastalıktır. İdiyopatik skolyoz sıklığı 10 yaş üzeri çocuklarda % 2-4 arasında bildirilmiştir ⁽⁴⁷⁾. Son yıllarda omurga implantları ve cerrahi tekniklerin gelişmesi ile birlikte cerrahi tedavi uygulanan hasta sayısı artmaktadır. Omurga deformite cerrahisi sonrasında major nörolojik komplikasyon oranı yaklaşık % 0.5-3.2 olarak bildirilmiştir ⁽³⁾. İntraoperatif nörofizyolojik monitörizasyon (İONM) yöntemleri post-operatif nörolojik komplikasyon riskini en erken dönemde saptamayı ve en aza indirmeyi hedeflemektedir. İONM alanında en fazla bilgi birikimi olan alanlardan biri deformite cerrahileridir.

Deformite cerrahisinde en sık nörolojik hasar nedenleri mekanik ve iskemik nedenlerdir. Mekanik nedenler arasında basit travma, enstrümanlar nedeniyle eksternal bası, omurganın düzeltilmesine bağlı olarak omurilikte gerilme yer almaktadır. İskemik nedenler arasında anterior spinal arter trombozu, major lomber radiküler arter kompresyonu ya da hipoperfüzyona neden olan nedenler (hipotansiyon vb.) sayılabilir.

Bu durumlarda erken dönemde saptanması birçok kez nörolojik kaybı en aza indirebilmektedir. Bu nedenle nörofizyolojik yöntemlerin operasyon boyunca kullanımı önemlidir. İlk dönemlerde omurga cerrahisinde somatosensöriyel uyarılmış potansiyeller (SUP) kullanılmıştır. Ancak sonrasında SUP'ler normal olduğu halde post-operatif kuvvet kaybı gelişen hastalar olması nedeniyle SUP'un motor yolları izlemede yetersiz olduğu görülmüştür ^(25,44). Bu nedenlerle motor uyarılmış potansiyellerin (MUP) kullanılması ile birlikte motor yolların izlenmesi mümkün olmuştur. Bununla birlikte daha sonra vida ve delik uyarımı, omurilik düzeyinden kayıtlama ve uyarım gibi farklı izlem yöntemleri ile olası nörolojik etkilenmenin daha hassas düzeyde fark edilmesi mümkün olmuştur. Bu şekilde "multimodal" aynı anda çok sayıda modalitenin kullanımı ile izlemin en kapsamlı şekilde yapılması sağlanmaktadır.

SKOLYOZ CERRAHİSİNDE KULLANILAN TEMEL YÖNTEMLER VE ETKİNLİKLERİ

MOTOR UYARILMIŞ POTANSİYELLER

Motor uyarılmış potansiyeller korteks ya da omuriliğin elektriksel ya da manyetik uyarımı ile ortaya çıkar. Ancak en güvenli yolun elektriksel uyarımla sağlandığı belirlenmiştir ^(42,60). Motor korteks kortikospinal nöronları içeren presantral girustur. Distal ekstremiteler kasları, dil ve yüz kaslarının motor kortekste alanı diğer daha az kontrol edilebilir kaslara göre daha geniştir ⁽²⁷⁾.

Somatosensöriyel uyandırılmış potansiyeller yalnızca duyuusal yolların bütünlüğünü ölçebilir. Bu nedenle motor yolları selektif olarak etkileyecek sorunlarda yetersiz kalabilir. Örneğin omuriliğin ventral ve dorsal bölümlerinin beslenmesi farklı vasküler yapılarla sağlanır. İskemi motor yolları etkilerken SUP'lar etkilenmez. Bu nedenle motor yolların izlemi için MUP'ların kullanılması gerekmektedir. Transkraniyal motor uyandırılmış potansiyeller (TK-MUP) ile izlenen temel anatomik yol lateral motor sistemdir. Bu sistem içerisinde kortikospinal yol ve rubrospinal yol yer almaktadır ⁽³⁴⁾. Normalde kortikospinal liflerin %75-

90'ı çaprazlaşarak çoğunluğu lateral kortikospinal (KS) yolakta daha az oranda ventral KS yolakta devam eder. Lateral KS yolak distal ekstremite kaslarını, ventral ise daha çok aksiyel kasları kontrol ettiği için MUP yönünden lateral KS yolak daha önemlidir.

Transkraniyal Elektriksel Uyarım

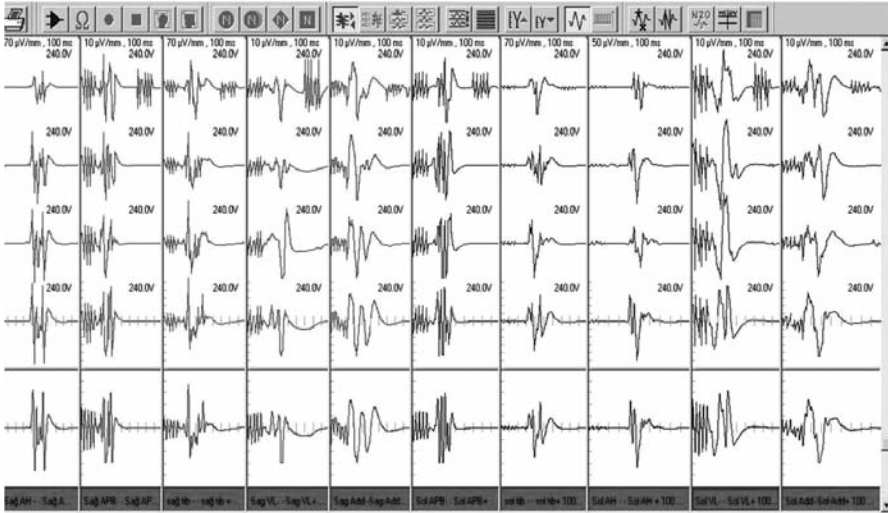
Anodal (pozitif) uyarımın kortikal uyarımda katodal (negatif) uyarıma göre daha etkin olduğu ve daha düşük şiddette uyarım ile daha az değişken yanıtlara neden olduğu gösterilmiştir ⁽¹⁾. Transkraniyal uyarım için her ne kadar altın EEG kap elektrotlar kullanılabilse bile en sık tirbuşon elektrotlar tercih edilmektedir. Yalnızca fontaneli kapanmamış olan çocuklarda EEG kap elektrotları tercih edilebilir ⁽¹⁰⁾. Üst ekstremite uyarımı için elektrotlar C3-C4 lokalizasyonlarına, alt ekstremite için ise C1-C2 lokalizasyonlarına yerleştirilir. Anot vertekste ya da 1 cm arkasına ve katot 6 cm anteriorda olacak şekilde elektrot yerleşimi yine etkin uyarım sağlayabilir ^(7,11).

Transkraniyal uyarım için her ne kadar altın EEG kap elektrotlar kullanılabilse bile en sık tirbuşon elektrotlar tercih edilmektedir. Yalnızca fontaneli kapanmamış olan çocuklarda EEG kap elektrotlar tercih edilebilir. Üst ekstremite uyarımı için elektrotlar C3-C4 lokalizasyonlarına, alt ekstremite için ise C1-C2 lokalizasyonlarına yerleştirilir. Tekli uyarımdan çok tren şeklindeki ardıl uyarılar kas kayıtlı MUP oluşumunu kolaylaştırır. Uyarı intervaline göre değişmekle birlikte 5-10 arası tren sayısı ile daha yüksek amplitüdümlü yanıtlar elde edilebilmektedir ⁽²⁰⁾. İnterstimulus intervalinin en düşük 2 msn, optimal 4 msn olması önerilmektedir ⁽⁸⁾. TK uyarımıyla kas ya da sinirden kayıtlama mümkündür. Kas MUP'ları alçak ve yüksek frekans filtreleri sırasıyla 10 ve 5000 Hz, uyarı süresi 0,3 msn ve frekansı 4,7 Hz, analiz zamanı ise 50 msn olacak şekilde kaydedilebilir. Tipik olarak averajlama gerektirmez ⁽⁴²⁾.

Transkraniyal uyarım ile ilişkili bildirilen en sık sorun dil ısırılmasıdır. Daha düşük oranda kardiyak aritmi, nöbet, minör skalp yanıkları ve mandibula kırıkları bildirilmiştir ⁽²⁶⁾.

Kayıtlama

Sinirlerden kaydedilen MUP'lar için önerilen alçak ve yüksek frekans filtre değerleri sırasıyla 30 ve 2000 Hz'dir. Yine stimulus tipi olarak sabit voltaj ve 300 V'a kadar ulaşan bir akım şiddeti kullanılabilir. Uyarı süre ve frekansı 0,3 msn ve 4,7 Hz'dir. Analiz zamanı 50 msn ve hassasiyet 1-2 μ V gibi yüksek olmalıdır ^(8,9). Kas MUP'ları abdüktör hallusis, tibiyalis anterior, abdüktör digiti minimi ve abdüktör pollisis brevis gibi distal ekstremitelerden daha kolay elde edilebilir. Kayıtlamada en sık standart EEG iğne elektrotları kullanılmaktadır ⁽¹⁹⁾. Şekil 1'de bir hastadan yapılan kas MUP kayıt örneği görülmektedir. Kas MUP'ları hem alt hem üst motor yollara ait bilgi verirken D-dalgası yalnızca inen kortikospinal yolun bütünlüğünü gösterir. Tek taraflı kas MUP kaybı tek taraflı motor sistem hasarını gösterir ancak D-dalgası tek taraflı bildirim sağlamaz ⁽²⁹⁾.



Şekil-1. Sağ taraf korteks uyarımıyla her iki taraf üst ve alt ekstremitelerden yapılan çok kanallı MUP kaydı.

Değerlendirme

Kas MUP'larının latansları her ne kadar istikrarlı ise de morfoloji ve amplitüdüleri değişkenlik gösterebilir. Bu nedenle kas MUP'larının var ya da yok olmasının değerlendirilmesi önerilirken bazı yayınlar %60 üzerinde amplitüd kaybında cerrahın uyarılmasını, %80 üzerinde ise

gerekli girişimlerin yapılmasını önermektedir ^(42,60). Diğer bir yaklaşım ise eşik metodudur. Eşikte 100V üzerinde artış anlamlı kabul edilebilir. Ancak özellikle sabit voltaj uyarımı tercih edildiğinde elektrot impedansındaki değişiklikler ya da intrakraniyal hava birikimi gibi nedenlerle eşğin değişebileceği akılda tutulmalıdır ⁽⁵⁾.

Tarihsel süreçte Stagnara uyandırma testi kullanılarak motor yollar değerlendirilmiştir. Bu test anestezinin sonlandırılmasını ve hastanın istemli olarak hareketini gerektirmektedir. Hastadan anestezi yeterince yüzeyselleştiğinde alt ekstremitelerini hareket ettirmesi istenir. Tek bir sefer değerlendirme şansı vermektedir. Ayrıca kooperasyon gerekliliği, anestezi etkisinin sürmesi ve ağrı vb. etkenler nedeniyle hareketlerin sınırlı olabilmesi nedeniyle nörofizyolojik değerlendirmelere göre duyarlılığı düşüktür ⁽⁵⁶⁾.

SOMATOSENSÖRİYEL UYARILMIŞ POTANSİYELLER

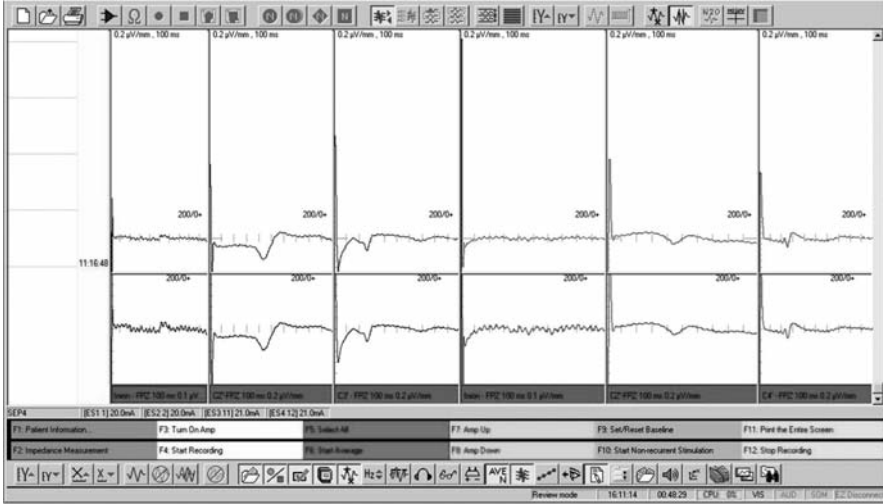
Somatosensöriyel uyarılmış potansiyeller periferik sinirlerin uyarımı ve santral sinir sistemi üzerinden kayıtlama ile elde edilir. En sık tercih edilen sinirler median, ulnar ve posterior tibiyal sinirlerdir. SUP'ların kullanım alanları arasında omuriliğin kan akımının kontrolünü gereken durumlar (anevrizma klip yerleştirme vb.), omurilik, periferik sinir ya da spinal sinir köklerinin yapısal ve işlevsel bütünlüğünün izlenmesi (deformite ya da omurilik tümör cerrahisi, siyatik sinir için asetabular fiksasyon sırasında), kortikal dokunun işlevsel ayrımının (motor ve duyu korteksi ayıran sulkus santralisin belirlenmesi) yapılması en başta gelmektedir ⁽⁵⁹⁾. Duysal yollara ilişkin lezyonlarda yüksek özgüllüğünün olması ve kas gevşetici kullanımından etkilenmemesi MUP'lere üstün olduğu durumlardır ⁽²⁴⁾.

Uyarım

Sabit akım stimülatörü ile genellikle alt ekstremité için yaklaşık 50, üst ekstremité için 25 mA uyarım şiddeti yeterlidir. Aynı düzeyde supramaksimal uyarımı sağlamak amacıyla sabit akım stimülatörü tercih edilmektedir ^(40,60). Elektrik hattı ile karışımın engellenmesi için 4,7 Hz gibi bir uyarım frekansı tercih edilmelidir. 100 msn bir monitör zamanı genellikle tüm pikleri gözlemek için yeterlidir ⁽¹⁵⁾.

Kayıtlama

Kayıtlamada her iki taraftan ayrı ayrı uyarım önerilmektedir. Kayıt yerleri ise periferik, kortikal ve subkortikal olabilir. Örneğin periferik yanıt Erb noktasından ya da popliteal fossadan, subkortikal yanıtlar servikal ya da lomber bölgelerden yapılabilir. Bu şekilde olumsuz pozisyonlamaya bağlı brakiyal plexus hasarının gelişimini tespit etmeye yönelik bir izlem de gerçekleştirilebilir. Kortikal yanıtlar ise 10-20 EEG sistemine göre kayıtlanmalıdır⁽⁵⁹⁾. Kortikal kayıtlamada C3', C4' ve Cz' ile referans olarak alında Fpz kullanılmaktadır. Posterior tibiyal sinirden SUP elde edilemiyorsa, her ne kadar daha küçük SUP'lar elde edilse de daha proksimal olması nedeniyle peroneal SUP yapılabilir. Bu durumda önerilen bant aralığı 30-3000 Hz'dir⁽⁴⁰⁾. Kortikal ve subkortikal yanıtların izlenmesinde sırasıyla 10-300 ve 10-3000 Hz arasında bant aralığı tercih edilebilir. Güvenilir SUP'lar için üst ekstremitede 300, alt ekstremitede 500 uyarım ile averaj sıklıkla yeterlidir⁽⁴²⁾. Şekil 2'de bir hastadan yapılan SUP kayıt örneği görülmektedir.



Şekil-2. Her iki tibial ve ulnar sinirlerden uyarımla kaydedilmiş SUP kayıtları.

Değerlendirme

Değerlendirme için bazal değerler dikkate alınır. En az iki trasede devam eden %50 ve üzerinde amplitüd düşmesi ve %10 latans uzaması anlamlı kabul edilir^(7,9). Dermatomal SUP spinal sinirler ile kutanöz

dermatom alanlarının uyarımı ile elde edilir. Periferik sinir uyarımı ile birden fazla köke ait bilgi elde edilebilmektedir. Dermatomal SUP'lar ise tek bir köke ait bilgi verebildiğinden özellikle omurilikten çok sinir köklerinin risk altında olduğu durumlarda kullanılabilir ⁽⁵⁴⁾.

Uyarım dermatomal cilt alanı üzerinden elektrotlar arası birkaç cm, uyarı süresi 0,3 msn, frekansı 4,7 Hz olacak şekilde duyuşal eşiğın 2-3 katı kadar şiddette olmalıdır ^(14,41). Kayıt yeri olarak somatosensoryel korteks üzerinde C3', C4' ve Cz' noktaları aktif elektrot için, FpZ noktası ise referans elektrot için kullanılmalıdır ⁽⁵⁹⁾. İzlemede SUP'lardaki değerlendirme kriterleri kullanılmakla birlikte latans amplitüdden daha önemlidir. Başlangıca göre %4 fark ya da iki taraf arasında 3 msn üzerinde fark oluşu anlamlı kabul edilir ^(14,42).

MUP VE SUP KULLANIMININ DEFORMİTE CERRAHİSİNDE ETKİNLİĞİ

SUP ve MUP izleminin deformite cerrahisinde birlikte ya da ayrı ayrı etkinliğini inceleyen oldukça fazla sayıda araştırma mevcuttur. Bu araştırmalar içerisinde incelenen olgu özellikleri ve yöntemler farklılıklar göstermektedir. Yalnızca SUP (106 hasta) ve SUP ve MUP'larının birlikte (66 hasta) incelendiği 172 omurga deformiteli hastalarda yalnızca SUP yapılan grupta 1 hastada yanlış negatif sonuçla karşılaşmıştır. Bu grupta hassasiyet ve özgüllük % 75 ve 90 olarak hesaplanmıştır. MUP ve SUP kombinasyonu ile ise hassasiyet ve özgüllük sırasıyla SUP için % 67 ve 100, MUP için % 100 ve 98 olarak hesaplanmıştır. Alarm kriteri olarak MUP için % 50, SUP için % 50 genlik küçülmesi anlamlı kabul edilmiştir ⁽⁴³⁾.

Tek başına SUP kayıtlamanın etkinliği üzerine geriye dönük olarak 477 idiyopatik skolyozlu hastanın verileri incelendiğinde hassasiyetin % 95, özgüllüğün %99.8, pozitif tahmin etme değeri %95, negatif tahmin etme değeri ise % 99.8 bulunmuştur. Kalıcı post-operatif nörolojik kayıp gözlenmeyen bu araştırmada yeni nörolojik kayıp oranı % 0.63 olarak belirlenmiştir. Bu yüksek başarı oranları nedeniyle yazarlar tarafından halen SUP'un tek başına izlemede önemli bir yaklaşım olduğu ileri sürülmüştür ⁽⁵²⁾.

519 pediatrik deformiteli hastanın izlendiği bir araştırmada 47 hastada önemli nörofizyolojik değişiklik gözlenmiş. Bu hastalarda kombine SUP ve MUP'un hassasiyeti % 100 olarak bildirilmiştir. Yalnızca SUP'un değişikliği olan 5 hastanın 3'ünde bazal MUP değerlerinde sorunlar olduğu belirtilmiştir. 4 hastada yeni gelişen nörolojik kayıp olduğu bildirilmiştir⁽¹³⁾.

Deformite cerrahisi sırasında MUP ve ek olarak ekstremitelerde sinir uyarımı ve bileşik kas aksiyon potansiyeli kaydı yapılan bir araştırmada 144 olguda MUP ve BKAP izlemlerinin önemli nörofizyolojik değişiklikler sırasında oldukça paralellik gösterdiği belirlenmiştir. Bu araştırmada hassasiyet of 1.0 (95% CI: 0.66–1.0), özgüllük 0.97 (95% CI: 0.93–0.99) olarak hesaplanmıştır⁽¹⁹⁾. Ağırlıklı olarak idiyopatik skolyozlu hastaların oluşturduğu 102 hastalık bir grupta MUP, EMG ve SUP izlemlerinde SUP ve EMG için yalancı negatiflik sırasıyla 4 ve 1 hastada gözlenirken MUP için gözlenmemiştir⁽⁴⁶⁾. 315 hastanın geriye dönük incelendiği diğer bir araştırmada MUP ve SUP izlemlerinin birlikte hassasiyetinin % 100, özgüllüğünün ise % 99.3 olduğu bildirilmiştir. SUP için yanlış negatiflik 10 hastada mevcutken MUP için yanlış negatiflik gözlenmemiştir. Bu araştırmada yanlış pozitifliğin de oldukça düşük olduğu (SUP: 1, MUP:2 olgu) dikkat çekmektedir⁽²⁾.

D-dalgası

Transkraniyal elektriksel uyarım ile motor yollar uyarıldığında inen yollarda D ve I dalgaları ortaya çıkar. Bu dalgalar epidural aralığa yerleştirilen elektrotlar yardımı ile kayıt edilebilir. Kortikospinal liflerin doğrudan uyarımı ile elde edildikleri kabul edildiği için. D dalgaları şeklinde isimlendirilmişlerdir. I dalgalarının ise transsinaptik aktivasyon ile kortikospinal liflerin indirekt aktivasyonu sonucu ortaya çıktığı düşünülmektedir. I dalgalarına ventral kortikospinal yolun katkısı olduğu bilinmektedir. D dalgaları ise dorsal kortikospinal yol ile ortaya çıkmaktadır^(6,34).

D-dalgalarının izlemi omurilik tümör rezeksiyonu sonrası motor yollar hakkında en fazla bilgi sağladığı kabul edilmektedir. Bununla birlikte T10-11 düzeyinin üzerinde ancak kayıtlama yapılabilmektedir ve selektif kök lezyonları hakkında bilgi sağlamamaktadır^(7,24).

Omurilik tümörlerinde güvenilir bir parametre olarak değerlendirilmesine rağmen skolyozlu hastalarda yapılan bir araştırmada düzeltme işlemi sonrasında D-dalga genliğinin oldukça fazla değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. % 84 hastada anlamlı düzeyde küçülme, % 16 hastada ise genlikte büyüme dikkat çekmiştir. Aslında yazarların da belirttiği gibi bu bulgu şaşırtıcı değildir. Çünkü genlik sinyal kaynağına olan mesafe ile doğrudan ilişkilidir.

Düzeltilme sonrasında büyük olasılıkla sinyal kaynağı olan nöral yapılar ile epidural kayıt elektrodunun ilişkisi değişmekte ve bu nedenle ilk kayıta göre farklılıklar izlenmektedir. Bu nedenle skolyoz vb. omurga düzeltme yapılan cerrahilerde D-dalga kaydının omurilik tümörlerinde olduğu gibi güvenilir olamayabileceği düşünülmektedir ⁽⁵⁵⁾.

Pedikül vida/delik uyarımı

Omurga deformitelerinin enstrümantasyonunda pedikül vidaları sıklıkla kullanılmaktadır. Bunların hatalı yerleşimi sonunda sinir kökleri hasarlanabilir. Eğer pedikül duvarı delindiyse düşük dirençli bir yol oluşacak böylece verilen uyarım ile ilgili kökten yanıt alınabilecektir. Ayrıca vida eğer sinir kökü ile yakın temasta ise ya da yine pedikül duvarı delikse vida üzerinden uyarım ile o kök ile innerve olan kaslardan yanıt alınabilecektir. Farklı yayınlarda değişebilmekle birlikte vida uyarımında 0,2 msn süreli 10 mA üzerinde akım şiddetiyle alınan yanıtlar pedikülün sağlam olduğunu düşündürmektedir. 7 mA altında perforasyon akla gelmelidir. Delik uyarımında ise 5 mA altında yanıt varsa perforasyon lehine, 7 mA üzerinde ise aleyhinedir. Bu sonuçları bildiren çalışmalarda top uçlu monopolar elektrotlar kullanılmıştır ^(5,32). Hasarlı ya da normal sinir kökü ve hatalı ya da normal vida uyarımında eşik değerler Tablo 1'de sunulmuştur ^(16,17,28). Şekil 3'de düşük şiddette uyarım ile anlamlı yanıt izlenen bir vida uyarım örneği görülmektedir. 318 hastada lomber düzeyde yapılan 2450 vida uyarımı geriye dönük olarak incelendiğinde özellikle 5 mA altında yanıt alınan olgularda özgüllüğün % 99.9 gibi yüksek bir değerde ancak hassasiyetin % 43.4 gibi düşük bir değerde olduğu gözlenmiştir. Bilgisayarlı tomografi (BT) ile medial duvar hasarı belirlenen bu araştırmada 5-8 mA ve >8 mA eşik değerlerinde sırasıyla % 89 ve % 100 oranında yanlış pozitiflik

olduğu belirlenmiştir⁽¹⁷⁾. Diğer bir araştırmada abdominal ve interkostal kaslardan da yanıtlar izlenmiş ve böylece özellikle torakal düzeydeki vidaların geliştirebileceği komplikasyonların daha doğru şekilde farkedilebileceği öne sürülmüştür. Bu araştırmada 4'lü tren uyarı ve 15 mA eşik değer ile medial duvar hasarına yol açan vidaların BT ile korele edilerek % 100 oranında belirlenebildiği gösterilmiştir. 10 mA için bu oranın % 88 olduğu, yanlış pozitiflik oranlarının ise 10 ve 15 mA eşik değerler için sırasıyla % 10 ve 26 olduğu bildirilmiştir⁽²⁸⁾.

Tablo-1. Normal ve hasarlı sinir kökü ve normal ve hatalı vida ve delik için uyarım eşikleri (Ortalama ve/veya aralık olarak verilmiştir).

Yapı	Eşik uyarım (mA)
Normal sinir kökü	0,2-5,7
Kronik olarak tuzaklanmış sinir kökü	6,3-20
Normal delik	16,5-44,3
Normal vida	24 (12,1-35,9)
Hatalı delik	1-6
Hatalı vida	1-6

Sürekli EMG (Free run EMG, fEMG)

Sürekli EMG (fEMG); kas lifleri, nöromusküler bileşke, periferik sinir, kökler, alfa motor nöron ve spinal internöronal sinapslar ile ilişkili anlık bilgi sağlayabilir. fEMG ile sıklıkla cerrahi irritasyona bağlı olan anlık nörotonik deşarjlar gözlenir ve duyulur. Subdermal EEG, monopolar iğne ya da ince tel şeklindeki kanca elektrotlarla kayıtlama genellikle başarılıdır⁽⁴⁸⁾.

İki tür potansiyel dikkate alınmalıdır. Mekanik, termal veya metabolik irritasyon sonucu gelişen nörotonik deşarjlar ve motor ünite potansiyelleri (MÜP). MÜP'ler ya yetersiz gevşemeye ya da ön boynuzun refleks aktivitesine bağlı olarak ortaya çıkar. Nörotonik deşarjlar irregüler patlama tarzında birkaç msn'den dakikalara kadar uzayan, frekansları 30-200 Hz arası olan spontan deşarjlardır⁽⁴⁹⁾.

Mekanik irritasyonun dışında sıcaklık değişimleri (soğuk salın, koter) ya da ozmotik irritasyon da EMG aktivitesine neden olabilir. Bu nedenle cerrahın yapmış olduğu manevralar ve ameliyat alanı dikkate alınarak karar verilmelidir ^(32,49). İrritasyonun derecesine göre ateşlenen MÜP'nin frekansı da artar. Persistan ya da uzun süreli deşarjlarda irritasyonun devam ettiği ya da önemli düzeyde olduğu düşünülür ⁽³²⁾.

Kayıtlamada 50-500 mV arası duyarlılık, 20-1000Hz bant aralığı ve 10-200 msn/bölüm arası süpürme hızı kullanılabilir. Sesin de birlikte izlenmesi hem cerrahın hem de nörofizyoloji uzmanının farkındalığını artırır ⁽⁴⁹⁾.

YANLIŞ NEGATİFLİK BİLDİRİLEN ARAŞTIRMALAR

Yalancı negatiflik nörofizyolojik parametrelerde anlamlı değişiklik olmadığı halde post-operatif dönemde yeni gelişen nörolojik kaybı ifade etmektedir. Literatür incelendiğinde tartışmalı olan 2 vaka örneği dikkat çekmektedir. Bu iki vakada da ciddi ölçüm ve sunum hataları mevcuttur. Bunlara ilişkin çok sayıda editöre mektup şeklinde eleştirel yorum mevcuttur. Bu olguların birinde üst ve alt ekstremitte elektrot bağlantılarında yüksek olasılıklı karışıklık nedeniyle izlemde girişim sonrası daha uzun latanslı üst ekstremitte yanıtları kaybolurken daha kısa latanslı alt ekstremitte yanıtları sebat etmektedir. Kifoskolyoz ve nörofibramatozlu hastanın ameliyat sonrasında paraplejik olduğu belirtilmiştir. Ancak hem sonuç hem de latanslar elektrot bağlantı karışıklığı olduğunu kesin olarak göstermektedir ⁽³³⁾. Aynı grup tarafından bildirilen diğer olguda ise üst ve alt ekstremitelerde yüksek olasılıklı olarak 50-60 Hz artefaktı otomatik cihaz tarafından MUP olarak tanınmakta ve genliği ölçülerek ameliyat boyunca izlenmektedir. Bu yanıt dikkate alınarak izlem sürdürülmekte olan kifoskolyozlu 23 yaşındaki erkek hastada parapleji geliştiği belirtilmiştir. Her iki vakada da otomatik cihazlar ile değerlendirme yapıldığı elektrofizyolojik temel konularda olan eksiklikler nedeniyle hastalarda önemli olumsuz sonuçların yüksek olasılıkla tespit edilebilecekken atlandığı dikkat çekmiştir ⁽¹⁸⁾.

3436 hastalık geniş bir pediatrik omurga cerrahi serisinde % 0.2 oranında yalancı negatiflik bildirilmiştir. Ancak hastaların bir kısmında transkraniyal uyarımla MUP yapıldığı, önemli kısmında SUP ve epidural uyarımla kayıtlama yapıldığı dikkat çekmektedir⁽⁵³⁾. Bu değerlendirmenin yanlış negatiflik gösterebileceği daha önce bildirilmiştir⁽³¹⁾. 1017 hastanın omurga deformite cerrahisi sırasında prospektif olarak izlendiği araştırmada 8 olguda yanlış negatif sonuçlar bildirilmiştir. Bu olgularda bir tanesinin kalıcı nörolojik hasarla sonuçlandığı gözlenmiştir. Sonuçlar içerisinde dikkat çekici bir özellik ise olgularda radikülopati olarak yorumlanmasıdır. İONM uygulamalarında farklı miyotomlardan kayıtlama yapılmaktadır. Ancak neredeyse tüm kaslar birden fazla miyotomdan innervedir. Yani tek bir köke ait lezyon sonrası ilgili kasta bir kayıp olsa da diğer kökün korunması nedeniyle kısmi innervasyon devam ettiğinden yanıtlar devam edebilir. Kök tutulumu şüphesi halinde bu durum göz önüne alınmalıdır⁽⁵⁰⁾.

Yalancı negatifliğin bildirilmiş olduğu bazı diğer örneklerde de standart uygulamalar dışında uygulamaların olduğu izlem detaylarında netlik olmadığı dikkat çekmektedir. Bu nedenle MUP izlemlerinde günümüzde gerçek anlamda yanlış negatiflikten bahsedebilecek ölçüde bilimsel kanıt mevcut değildir.

Yanlış pozitiflik olarak tanımlanan bazı durumlarda ise tablonun cerrahiden farklı nedenlere bağlı olabileceği akılda tutulmalıdır. Örneğin üst ekstremitenin uygun olmayan pozisyonlanmasına bağlı üst ekstremitelerde beklenmedik anlamlı değişiklikler gözlenebilir⁽⁴⁵⁾.

ALARM KRİTERLERİ

Ameliyat sırasında ne zaman cerrahın yaptığı işlemin nörolojik hasara yol açmış olabileceği konusu oldukça önemlidir. Bu durumda yapılan son işlemin mümkünse geriye çevrilmesi gerekebilir. Ancak alarmin yanlış olması hastada gerekli girişimin yapılamaması ya da tamamlanamaması anlamına gelebilir. Konuyla ilişkili bilgiler arasında farklılıklar gözlenmekle birlikte SUP için genlikte bazal kayıtlara göre >% 50 oranında düşme anlamlı kabul edilmektedir^(35,38,57). MUP için ise

genliğin anlamlı düşüş oranı % 50-80 arasında kabul edilmektedir. Bazı merkezlerde de özellikle MUP yanıtlarında tam kayıp olması alarm anlamına gelmektedir (22,30,39). Ameliyat sırasında birçok nedenlerle bazal değerlere göre genlikte düşme olduğundan bazı merkezlerde “Var-yok metodu” kullanılmaktadır. Yanıtın tam kaybolması anlamlı kabul edilmektedir. Diğer önerilen bir yöntem ise eşik uyarım şiddetinin dikkate alınarak izlemidir. Bu yöntemde göre en küçük yanıtın gözlemlendiği uyarı şiddeti dikkate alınarak izlem yapılmaktadır. Eşik değerler kaslara göre değişebildiği ve başlangıca göre yaklaşık 50 V'luk bir artışın ya da düşüşün normal sınırlar içerisinde kabul edilmesini önermektedir (4,23). 1162 olguya dayalı bir araştırma sonucunda MUP genliğinde başlangıca göre % 80 oranında düşüş olmasının anlamlı kabul edilmesi önerilmiştir. Ancak bununla birlikte yüksek riskli cerrahi girişim ile ilişkili olması ve ayrıca sistemik ve anestezi etkilerinin dışlanması önerilmektedir (58).

Alarm kriterleri konusunda farklı yaklaşımlar bulunmakla birlikte MUP yanıtlarında % 50 ve üzerinde kayıp olduğunda bunun tek başına mı yoksa örneğin torakal düzeyde bir ameliyatta üst ekstremitayı da mi kapsadığı, o sıradaki cerrahi işlem, anemi, anestezi, arteriyel tansiyon, hipotermi vb değişikliklerle birlikte mi olduğu belirlenmelidir. Örneğin sağ alt ekstremitayı ilgilendiren bir vida yerleştirilmesi hemen sonrasında gelişen tüm sağ alt ekstremita kas kayıtlarında anlamlı düzeyde değişiklikler yüksek oranda cerrahi işlemle ilişkili olabilirken karşı tarafta tek bir kası ilgilendiren değişikliklerin cerrahi girişim ile ilişkili olma olasılığı oldukça düşüktür.

Anlamlı Nörofizyolojik değişiklikler ile ilişkili Risk Faktörleri

Ameliyat sırasında geçici nörofizyolojik değişiklikler sıklıkla olabilmektedir. Bunların ortalama kan basıncı değişiklikleri dolaylı olarak da geçici iskemi ile sonuçlandığı öne sürülmüştür. Geçici değişiklikler ile nörolojik kayıp arasında anlamlı ilişki bulunmamıştır (36). Ağırlıklı olarak konjenital skolyozlu hastaların izlendiği bir çalışmada ameliyat sürecinde anlamlı nörofizyolojik değişiklikler ile osteotomi yapılmasının, Cobb açısının 90 derecenin üzerinde oluşunun ve pre-operatif kifozun yüksek düzeyde ilişkili

olduğu belirlenmiştir ⁽¹²⁾. Diğer bir araştırmada sagittal deformitelerde revizyon cerrahisinin, primer nöromusküler skolyozun da anlamlı değişikliklere yol açtığı ancak bunların çoğunun post-operatif nörolojik kayıpla sonlanmadığını belirtmişlerdir ⁽²¹⁾. Osteotomi yapılan kifotik bir grupta yine post-operatif nörolojik kayıpla korele olmayan anlamlı (>% 80 MUP genlik düşüşü) nörofizyolojik değişiklikler izlenmiştir.

Yedi çalışma ve 2052 hastayı dâhil eden bir meta-analiz sonucunda yeni nörolojik kaybı olan hastalarda düzeltme işlemi sırasında 106.16 kat daha fazla nörofizyolojik değişikliklerin ve tek başına değil de birlikte değerlendirme ile bu olasılığın arttığı gösterilmiştir ⁽⁵¹⁾.

SONUÇ VE OMURGA CERRAHİSİNDE ÖNERİLEN NÖROFİZYOLOJİK YAKLAŞIM

Omurga cerrahisi sırasında farklı yaklaşımlar mevcuttur. Ancak birçok merkezde alt ekstremitelerde birden fazla miyotomu kapsayan (örneğin bilateral tibialis anterior, abduktor hallusis ve vastus medialis, üst ekstremitelerden bilateral abduktor pollicis brevis ya da abduktor dijiti minimi) 4 ekstremiteden MUP, 4 ekstremiteden SUP (bilateral tibiyal ve bilateral median ya da ulnar) kayıtlama ile birlikte şüpheli vidaların uyarımı kullanılmaktadır ^(7,21,37,42). Bunlara ek olarak abdominal ve interkostal kaslardan kayıtlama yapılabilir. Ayrıca cerrahi girişim üst ekstremitelyi kapsıyorsa buna göre değişiklik yapılmalıdır. Alarm kriteri olarak o sırada yapılan cerrahi uygulama, anestezi, hipotansiyon, anemi, hipotermi vb. sistemik değişiklikler dikkate alınarak % 50-80 oranında MUP ya da SUP genliklerinde başlangıca göre anlamlı düşüklük kabul edilebilir.

KAYNAKLAR

- 1- Amassian VE, Quirk GJ, Stewart M. A comparison of corticospinal activation by magnetic coil and electrical stimulation of monkey motor cortex. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1990; 77(5): 390-401.
- 2- Bhagat S, Durst A, Grover H, Blake J, Lutchman L, Rai AS, Crawford R. An evaluation of multimodal spinal cord monitoring in scoliosis surgery: a single centre experience of 354 operations. *Eur Spine J* 2015; 24(7): 1399-1407.

- 3- Bridwell KH, Lenke LG, Baldus C, Blanke K. Major intraoperative neurologic deficits in pediatric and adult spinal deformity patients. Incidence and etiology at one institution. *Spine* 1998; 23(3): 324-331.
- 4- Calancie B, Molano MR. Alarm criteria for motor-evoked potentials: what's wrong with the "presence-or-absence" approach? *Spine* 2008; 33(4): 406-414.
- 5- Calancie B, Harris W, Broton JG, Alexeeva N, Green BA. "Threshold-level" multipulse transcranial electrical stimulation of motor cortex for intraoperative monitoring of spinal motor tracts: description of method and comparison to somatosensory evoked potential monitoring. *J Neurosurg* 1998; 88(3): 457-470.
- 6- Day BL, Thompson PD, Dick JP, Nakashima K, Marsden CD. Different sites of action of electrical and magnetic stimulation of the human brain. *Neurosci Lett* 1987; 75(1): 101-106.
- 7- Deletis V, Sala F. Intraoperative neurophysiological monitoring of the spinal cord during spinal cord and spine surgery: a review focus on the corticospinal tracts. *Clin Neurophysiol* 2008; 119(2): 248-264.
- 8- Deletis V. Intraoperative monitoring of the functional integrity of the motor pathways. *Adv Neurol* 1993; 63: 201-214.
- 9- Deletis V. Intraoperative neurophysiology and methodologies used to monitor the functional integrity of the motor system. In: Deletis V, Shils J (Eds.). *Neurophysiology in Neurosurgery: A Modern Intraoperative Approach*. Academic Press, San Diego 2002; pp: 24-51.
- 10- Deletis V, Isgum V, Amassian VE. Neurophysiological mechanisms underlying motor evoked potentials in anesthetized humans. Part 1. Recovery time of corticospinal tract direct waves elicited by pairs of transcranial electrical stimuli. *Clin Neurophysiol* 2001;112(3): 438-444.
- 11- Deletis V, Rodi Z, Amassian VE. Neurophysiological mechanisms underlying motor evoked potentials in anesthetized humans. Part 2. Relationship between epidurally and muscle recorded MEPs in man. *Clin Neurophysiol* 2001; 112(3): 445-452.
- 12- Feng B, Qiu G, Shen J, Zhang J, Tian Y, Li S, Zhao H, Zhao Y. Impact of multimodal intraoperative monitoring during surgery for spine deformity and potential risk factors for neurological monitoring changes. *J Spinal Disord Tech* 2012; 25(4): pp: E108-114.
- 13- Ferguson J, et al. Neuromonitoring changes in pediatric spinal deformity surgery: a single-institution experience. *J Neurosurg Pediatr* 2014; 13(3): 247-254.

- 14- Follett KA. Intraoperative electrophysiologic spinal cord monitoring. In: Loftus CM, Traynelis VC (Eds.). *Intraoperative Monitoring Techniques in Neurosurgery*. McGraw-Hill, New York 1994; pp: 231–238.
- 15- Freye E. Cerebral Monitoring in the Operating Room and the Intensive Care Unit: An introductory for the clinician and a guide for the novice wanting to open a window to the brain. Part III: Spinal cord evoked potentials. *J Clin Monit Comput* 2005; 19(1-2): 169-178.
- 16- Holland NR, Lukaczyk TA, Riley LH 3rd, Kostuik JP. Higher electrical stimulus intensities are required to activate chronically compressed nerve roots. Implications for intraoperative electromyographic pedicle screw testing. *Spine* 1998; 23(2): 224-227.
- 17- Holland NR. Lumbosacral surgery. In: Husain AM (Ed.). *A Practical Approach to Neurophysiologic Intraoperative Monitoring*. Demos, New York 2008; pp: 149-155.
- 18- Hong JY, Suh SW, Modi HN, Hur CY, Song HR, Park JH. False negative and positive motor evoked potentials in one patient: is single motor evoked potential monitoring reliable method? A case report and literature review. *Spine* 2010; 35(18): E912-916.
- 19- Jankowska E, Padel Y, Tanaka R. Projections of pyramidal tract cells to alpha-motoneurons innervating hind-limb muscles in the monkey. *J Physiol* 1975; 249(3): 637-667.
- 20- Jones SJ, Harrison R, Koh KF, Mendoza N, Crookard HA. Motor evoked potential monitoring during spinal surgery: responses of distal limb muscles to transcranial cortical stimulation with pulse trains. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1996; 100(5): 375-383.
- 21- Kamerlink JR, Errico T, Xavier S, Patel A, Patel A, Cohen A, Reiger M, Dryer J, Feldman D, Lonner B, Beric A, Schwab F. Major intraoperative neurologic monitoring deficits in consecutive pediatric and adult spinal deformity patients at one institution. *Spine* 2010; 35(2): 240-245.
- 22- Kombos T, Suess O, Ciklatekerlio O, Brock M. Monitoring of intraoperative motor evoked potentials to increase the safety of surgery in and around the motor cortex. *J Neurosurg* 2001; 95(4): 608-614.
- 23- Kothbauer KF, Deletis V, Epstein FJ. Motor-evoked potential monitoring for intramedullary spinal cord tumor surgery: correlation of clinical and neurophysiological data in a series of 100 consecutive procedures. *Neurosurg Focus* 1998; 4(5): e1.
- 24- Lall RR, Lall RR, Hauptman JS, Munoz C, Cybulski GR, Koski T, Ganju A, Fessler RG, Smith ZA. Intraoperative neurophysiological monitoring in spine surgery: indications, efficacy, and role of the preoperative checklist. *Neurosurg Focus* 2012; 33(5): E10.

- 25- Lesser RP, Raudzens P, Lüders H, Nuwer MR, Goldie WD, Morris HH 3rd, Dinner DS, Klem G, Hahn JF, Shetter AG. Postoperative neurological deficits may occur despite unchanged intraoperative somatosensory evoked potentials. *Ann Neurol* 1986; 19(1): 22-25.
- 26- MacDonald DB, Janusz M. An approach to intraoperative neurophysiologic monitoring of thoracoabdominal aneurysm surgery. *J Clin Neurophysiol* 2002; 19(1): 43-54.
- 27- Macdonald DB, Skinner S, Shils J, Yingling C; American Society of Neurophysiological Monitoring.. Intraoperative motor evoked potential monitoring - a position statement by the American Society of Neurophysiological Monitoring. *Clin Neurophysiol* 2013; 124(12): 2291-2316.
- 28- Maguire J, Wallace S, Madiga R, Leppanen R, Draper V. Evaluation of intrapedicular screw position using intraoperative evoked electromyography. *Spine* 1995; 20(9): 1068-1074.
- 29- Mendiratta A, Emerson RG. Transcranial electrical MEP with muscle recording. In: Nuwer M (Ed.). *Handbook of Clinical Neurophysiology*. Elsevier, Philadelphia 2008; pp: 260-272.
- 30- Meylaerts SA, Jacobs MJ, van Iterson V, De Haan P, Kalkman CJ. Comparison of transcranial motor evoked potentials and somatosensory evoked potentials during thoracoabdominal aortic aneurysm repair. *Ann Surg* 1999; 230(6): 742-749.
- 31- Minahan RE, Sepkuty JP, Lesser RP, Sponseller PD, Kostuik JP. Anterior spinal cord injury with preserved neurogenic 'motor' evoked potentials. *Clin Neurophysiol* 2001; 112(8): 1442-1450.
- 32- Minahan RE, Mandir AS. Basic neurophysiologic intraoperative monitoring techniques. In: Husain AM (Ed.). *A Practical Approach to Neurophysiologic Intraoperative Monitoring*. Demos, New York 2008; pp: 1-44.
- 33- Modi HN, Suh SW, Yang JH, Yoon JY. False-negative transcranial motor-evoked potentials during scoliosis surgery causing paralysis: a case report with literature review. *Spine* 2009; 34(24): E896-900.
- 34- Moller AR. Sensory systems, motor Systems. In: Moller AR (Ed.). *Intraoperative Neurophysiologic Monitoring*. Humana Press, New Jersey 2006; pp: 55-213.
- 35- Nash CL, Brown RH. The intraoperative monitoring of spinal cord function: its growth and current status. *Orthop Clin North Am* 1979; 10(4): 919-926.
- 36- Noonan KJ, Walker T, Feinberg JR, Nagel M, Didelot W, Lindseth R. Factors related to false- versus true-positive neuromonitoring changes in adolescent idiopathic scoliosis surgery. *Spine* 2002; 27(8): 825-830.
- 37- Nuwer MR, Packwood JW. Monitoring during the surgical treatment of scoliosis, In: Nuwer MR (Eds.). *Handbook of Clinical Neurophysiology*. Elsevier, Amsterdam 2008; pp: 608-617.

- 38- Nuwer MR, Dawson EG, Carlson LG, Kanim LE, Sherman JE. Somatosensory evoked potential spinal cord monitoring reduces neurologic deficits after scoliosis surgery: results of a large multicenter survey. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1995; 96(1): 6-11.
- 39- Osburn LL. A guide to the performance of transcranial electrical motor evoked potentials. Part 1. Basic concepts, recording parameters, special considerations, and application. *Am J Electroneurodiagnostic Technol* 2006; 46(2): 98-158.
- 40- Owen JH, Sponseller PD, Szymanski J, Hurdle M. Efficacy of multimodality spinal cord monitoring during surgery for neuromuscular scoliosis. *Spine* 1995; 20(13): 1480-1488.
- 41- Owen JH, Bridwell KH, Lenke LG. Innervation pattern of dorsal roots and their effects on the specificity of dermatomal somatosensory evoked potentials. *Spine* 1993; 18(6): 748-754.
- 42- Owen JH. Monitoring during surgery for spinal deformities. In: Birdwell KH, DeWald RL (Eds.). *The Textbook of Spinal Surgery*. Lippincott-Raven Publishers, Philadelphia 1997; pp: 39-60.
- 43- Pastorelli F, Di Silvestre M, Plasmati R, Michelucci R, Greggi T, Morigi A, Bacchin MR, Bonarelli S, Cioni A, Vommaro F, Fini N, Lolli F, Parisini P. The prevention of neural complications in the surgical treatment of scoliosis: the role of the neurophysiological intraoperative monitoring. *Eur Spine J* 2011; 20 (Suppl.-1): S105-S114.
- 44- Pelosi L, Jardine A, Webb JK. Neurological complications of anterior spinal surgery for kyphosis with normal somatosensory evoked potentials (SEPs). *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1999; 66(5): 662-664.
- 45- Polly DW, Rice K, Tamkus A. What is the frequency of intraoperative alerts during pediatric spinal deformity surgery using current neuro-monitoring methodology? A Retrospective Study of 218 Surgical Procedures. *Neurodiagn J* 2016; 56(1): 17-31.
- 46- Quraishi NA, Lewis SJ, Kelleher MO, Sarjeant R, Rampersaud YR, Fehlings MG. Intraoperative multimodality monitoring in adult spinal deformity: analysis of a prospective series of one hundred two cases with independent evaluation. *Spine* 2009; 34(14): 1504-1512.
- 47- Roach JW. Adolescent idiopathic scoliosis. *Orthop Clin North Am* 1999; 30(3): 353-365.
- 48- Simon MV. Neurophysiologic tests used in the operating room. In: Simon MV (Ed.). *Intraoperative Neurophysiology*. Demos Medical, New York 2010; pp: 1-46.
- 49- Strommen JA, Crum BA. Intraoperative monitoring with free-running EMG. In: Nuwer MR (Ed.). *Handbook of Clinical Neurophysiology*. Elsevier, Amsterdam 2008; pp: 396-403.

- 50- Sutter M, Eggspuehler A, Grob D, Jeszenszky D, Benini A, Porchet F, Mueller A, Dvorak J. The diagnostic value of multimodal intraoperative monitoring (MIOM) during spine surgery: a prospective study of 1,017 patients. *Eur Spine J* 2007; 16(Suppl.-2): S162-S170.
- 51- Thirumala PD, Huang J, Thiagarajan K, Cheng H, Balzer J, Crammond DJ. Diagnostic Accuracy of Combined Multimodality SSEP and TcMEP Intraoperative Monitoring in Patients with Idiopathic Scoliosis. *Spine* 2016; 41(19): E1177-1184.
- 52- Thirumala PD, Bodily L, Tint D, Ward WT, Deeney VF, Crammond DJ, Habeych ME, Balzer JR. Somatosensory-evoked potential monitoring during instrumented scoliosis corrective procedures: validity revisited. *Spine J* 2014; 14(8): 1572-1580.
- 53- Thuet ED, Winscher JC, Padberg AM, Bridwell KH, Lenke LG, Dobbs MB, Schootman M, Luhmann SJ. Validity and reliability of intraoperative monitoring in pediatric spinal deformity surgery: a 23-year experience of 3436 surgical cases. *Spine* 2010; 35(20): 1880-1886.
- 54- Toleikis JR, Carlvin AO, Shapiro DE, Schafer MF. The use of dermatomal evoked responses during surgical procedures that use intrapedicular fixation of the lumbosacral spine. *Spine* 1993; 18(16): 2401-2407.
- 55- Ulkatan S, Neuwirth M, Bitan F, Minardi C, Kokoszka A, Deletis V. Monitoring of scoliosis surgery with epidurally recorded motor evoked potentials (D wave) revealed false results. *Clin Neurophysiol* 2006; 117(9): 2093-2101.
- 56- Vauzelle C, Stagnara P, Jouvinroux P. Functional monitoring of spinal cord activity during spinal surgery. *Clin Orthop Relat Res* 1973; 93: p. 173-178.
- 57- Veilleux M, Daube JR, Cucchiara RF. Monitoring of cortical evoked potentials during surgical procedures on the cervical spine. *Mayo Clin Proc* 1987; 62(4): 256-264.
- 58- Zhuang Q, Wang S, Zhang J, Zhao H, Wang Y, Tian Y, Zhao Y, Li S, Weng X, Qiu G, Shen J. How to make the best use of intraoperative motor evoked potential monitoring? Experience in 1162 consecutive spinal deformity surgical procedures. *Spine* 2014; 39(24): E1425-E1432.
- 59- Zouridakis G (Ed.). Evoked potentials. In: *A Concise Guide to Intraoperative Monitoring*. CRC Press, Florida 2000; pp: 89-125.
- 60- Zouridakis G (Ed.). Introduction. In: *A Concise Guide to Intraoperative Monitoring*. CRC Press, Florida 2000; pp: 1-6.

14. Adölesan İdiopatik Skolyoz Cerrahisinde Anestezi

Çimen Gülben OLGUNER, Hale Aksu ERDOST

GİRİŞ

Adölesan idiopatik skolyoz, sagittal, horizontal ve frontal düzlemde ortaya çıkan omurga deformitesidir ⁽¹⁾. Omurgada hem lateral eğrilik hem de rotasyon bulunur. Skolyoz sözcüğü Yunanca kökenli olup eğri-yamuk anlamına gelir. Tedavisinin ilk kez Hipokrat tarafından gerçekleştirildiği bildirilmektedir. Posteriyor spinal füzyon ilk kez 1911'de Hibbs tarafından gerçekleştirilmiştir. Orjinali ise Harrington rod sistemidir. Bu sistemin geliştirilmesi sonucu ortaya çıkan Cotrel-Dubousset enstrumantasyonu, hem lateral eğimin hem de aksiyal rotasyonun düzeltilmesine olanak sağlamıştır ^(37,38,39,41,42,100).

Çocukluk çağı ortopedik cerrahileri içinde en büyük ve travmatik olanların başında skolyoz operasyonları gelir. Bu çocuklar yaş grupları, yandaş sorunları açısından geniş bir yelpazede yer alırlar. Anestezi uzmanı, ameliyatı planlanan çocuğun ve uygulanacak cerrahinin özelliklerini preoperatif dönemde değerlendirerek gerekli planlamaları yapmalıdır. Bu planlama gerek intraoperatif anestezi tekniği gerekse postoperatif analjezi ve solunum desteği gereksinimlerini içermelidir.

ETİYOLOJİ VE SIKLIK

Skolyoz Araştırma Derneği (*Scoliosis Research Society*) 1973 sınıflamasında etiyojisine göre skolyoz; Konjenital, İdiopatik, Nöromusküler, Mezenkimal hastalıklar, Nörofibromatozis, Travma ve Tümörler olarak ayrılmıştır. Ülkemizde görülme sıklığı % 1.5, Kuzey Amerika da % 1-2 olarak saptanmıştır ⁽²⁾. İdiopatik skolyoz tüm skolyoz olgularının % 90'ını oluşturmaktadır ^(4,100).

İdiopatik skolyoz, görüldüğü yaş grubuna göre; infantil (3 yaş>), juvenil (3-9 yaş) ve adolesan (10-18 yaş) olmak üzere 3'e ayrılır. İnfantil skolyoz, idiopatik skolyozun yaklaşık % 1'idir, sıklıkla torasik vertebralarda ve eğimi sola konvektir. Tedavide daha çok konservatif yöntemler ön plandadır. Juvenil idiopatik skolyoz, idiopatik skolyozların % 10-15'ini oluşturur. İlk kez 4-10 yaşlar arasında tanı konur. Olguların % 20' sinde altta yatan Arnold Chiari, siringomiyeli gibi durumlar nedeniyle, eğrilik %20'den fazladır. Eğriliğin % 30'dan fazla olduğu olgularda cerrahi endikasyon olduğu bildirilmektedir ⁽¹⁰⁰⁾.

Adolesan idiyopatik skolyoz (AIS) yaygın görülen form olup, 10-16 yaş arası çocuk popülasyonunun % 1-3'ünü etkilemektedir. Morbidite, erken başlayan idiopatik skolyozlarda daha yüksektir. AIS'de hastaların akciğer gelişimleri tamamlandığından solunum sorunları ve postoperatif komplikasyon riski göreceli olarak azdır.

Adolesan idiopatik skolyozun etyolojisi ve patogenezi henüz tam açıklanamamıştır. Son yıllarda herediter faktörlerin ön planda olduğuna dair bir görüş birliği mevcuttur. Çevresel, biyomekanik, nöromusküler faktörler, asimetrik vertebral büyüme, nukleus pulpozus kollejen bozukluğu gibi faktörler suçlanmakla birlikte, nedeni henüz bilinmemektedir. Tek bir faktörden ziyade multifaktöryel olduğu düşünülmektedir ^(40,76). Sekiz yaşın altında kız-erkek oranı eşitken, sekiz yaşın üzerinde görülme sıklığı, kızlarda, 4.6/1000, erkeklerde ise 0.2/1000 olarak tespit edilmiştir ⁽¹⁰¹⁾. Kızlarda erkek çocuklardan 9 kez fazla görülür ⁽¹⁾.

Adolesan idiopatik skolyozlu çocuklarda omurga eğriliğinin açısı, eğriliğin yeri (torasik, lomber, torakolomber), etkilenmiş omur sayısı, solunum ve dolaşım sistemlerini değişik ölçülerde etkiler. En belirgin tutulum solunum sistemindedir.

AİS VE SOLUNUM SİSTEMİ

Skolyoz torasik kafesi doğrudan etkiler. Omurganın etkilenen bölümüne göre; 'torasik', 'lumbar' veya 'torakolumbar' olarak sınıflanır. Torasik vertebranın (tek başına veya lumbar ile kombine olarak) dâhil olması solunumsal ve kardiyovasküler komplikasyonlardan sorumludur.

Kaburgalar nötral pozisyonda (özellikle alttakiler) aşağıya doğru yönlendirilmişlerdir. İnsiprasyon sırasında yukarı doğru hareket ederek horizontal düzlemde akciğerlerin genişlemesini sağlarlar ⁽⁶⁶⁾. Sternum, vertebra ve kaburgalar arasındaki bağlantılar, skolyozda vertebraların yer değişikliği ve rotasyonu ile toraksın şeklini değiştirir, konveks ve konkav bölgeler yaratır. Anteroposterior ve transvers genişlik farklılıkları her iki hemitoraksta belirginleşir. Sonuç olarak akciğerlerde asimetric inflasyon alanları meydana gelir. Torasik kavitenin ekspansiyonu kısıtlanır, göğüs duvarı kompliansı azalır. Eğim ve rotasyon arttıkça torasik kavitenin asimetrisi ve deformasyonu akciğer volumleri ve pulmoner kompliansı olumsuz etkiler ^(4,53).

Skolyozda restriktif akciğer hastalığı gelişimi izlenir. Solunum fonksiyon testinde vital kapasite (VK), fonksiyonel rezidüel kapasite (FRK) ve total akciğer kapasitesi (TAK) düşüktür. Akciğer volümündeki azalma multifaktöriyeldir. Primer olarak skolyoz açısı ile belirlenmektedir ama etkilenen vertebra sayısı, açının sefalad yerleşimi, normal torakal kifozun kaybı, hastanın yaşı da katkıda bulunur ⁽⁴⁹⁾. Eğimin derecelendirilmesi *Cobb* yöntemiyle saptanır. Bu açının 50 dereceden fazla olması solunum fonksiyonlarında değişen oranda bozulmaya yol açar (Tablo-1).

Tablo-1. Skolyoz eğim açısı ve ilişkili solunumsal etkilenme ^(4,104)

Açı	Etki
< 10	Normal
> 25	Ekokardiyografik bulgular (pulmoner hipertansiyon?)
> 40	Ameliyat
> 65	Restriktif akciğer hastalığı
> 100	Efor dispnesi, bulgulu akciğer hastalığı
> 120	Alveoler hipoventilasyon

Altmış derecenin altında eğim açısında vital kapasite daha az etkilenirken, 70 dereceyi geçtiğinde zorlu VK normalin altına düşebilir. Pratik olarak *Cobb* açısı 60 derecenin üzerinde olan olgularda solunum fonksiyon testleri restriktif akciğer hastalığı bulguları verir. Vital kapasite (normali 60mL/kg) beklenenin % 60'ından az olabilir. Açının 70-100 dereceye varması, ciddi ventilasyon kısıtlanması, alveoler hipoventilasyon, arteriovenöz şant ve kor pulmonaleye yol açar. Adolesan skolyozda akciğerlerin büyüme ve gelişmesi skolyozun ortaya çıkmasından önce tamamlandığı için total akciğer kapasitesindeki azalma ve toraks duvar hareketlerindeki etkilenme daha az olacaktır⁽⁵³⁾. Öte yandan eğriliği sefalde olan, 8 ya da daha fazla torakal vertebrayı içeren veya torakal hipokifozu olan çocuklarda orta veya ciddi pulmoner bozulma riski mevcuttur⁽⁶⁷⁾.

Başlangıç nedenine bakılmaksızın restriktif akciğer bozukluğu, uzun süre devam eden hipoinflasyon ve atelektazi sonucu akciğerlerde irreversibl atrofi ve akciğer kapasitesinde azalma ile sonuçlanır. TAK' de azalma rezidüel volümde (RV) artma ve RV/TAK oranında yükselme ortaya çıkar. Bu yüksek oran hava hapsinin gözleendiği obstruktif akciğer hastalıklarında (ciddi astım, kistik fibrosis gibi) görülmektedir.

Skolyozda klinikte veya solunum fonksiyon testlerinde herhangi bir anormallik gözlenmeden de küçük hava yollarında obstrüksiyon görülebilir ve genellikle ekspiratuvar kas disfonksiyonuna bağlıdır.

Gaz değişimindeki anormallik, ventilasyon-perfüzyon dağılımının orantısız olmasına bağlıdır. Hem alveoler-arteriyel oksijen basıncı farkı ($P[A-a]O_2$) hem de ölü boşluk/ tidal volüm oranı (VD/VT) artmaktadır. Arter kan gazında karbondioksit parsiyel basıncının ($PaCO_2$) normal olmasına karşın arter oksijen parsiyel basıncında (PaO_2) düşme gözlenir. Ventilasyon/perfüzyon uyumsuzluğunun artması soluma gereksinimini arttırır⁽⁷⁴⁾. Pulmoner damar direnci artışına bağlı pulmoner hipertansiyon (PH) da tabloya eklenebilir⁽⁷⁹⁾.

AİS VE KARDİYOVASKÜLER SİSTEM

Skolyozlu çocuklarda kardiyovasküler patolojiler bulunabilir ^(16,72,82). Mitral valv prolapsusu % 25 inde görülür. Solunum fonksiyon bozukluğu olmayıp ılımlı eğim derecesi bulunan olgularda bile, ekokardiyografide artmış pulmoner arter basıncına rastlanabilir. Eğim açısı 70 derecenin üstündeki çocuklarda egzersizle PH ortaya çıkar. 110 dereceden fazla olanlarda ise dinlenme anında bile PH vardır. PH'nın uzun sürmesi sağ ventrikül hipertrofisi ve kor pulmonale ile sonuçlanır. EKG de 2.5 mm'den yüksek P dalgası ve V1-V2 de R>S bulgusu izlenir. Ancak bu veriler geç dönemde ortaya çıkar ^(4,104). Preoperatif dönemde EKG, kardiyak bozuklukları saptamada yeterli olmayabilir, bu nedenle tüm olgulara ekokardiyografi önerilmektedir ⁽⁶⁰⁾.

Miyopati çocuklarda iskelet kasları yanı sıra miyokard da tutulur. *Duchenne* Musküler distrofi (DMD) skolyozun eşlik ettiği progressif kas hastalıklarındandır. Bu çocuklar 10 yaş civarında yaşam kalitesini artırmak için cerrahi düzeltmeye gereksinim duyarlar. Genellikle tekerlekli sandalyeye bağımlı olduklarından efor kapasitelerini değerlendirmek zordur. Erken adolesan dönemde kardiyak fonksiyonları bozulur ve bu olgularda sinüs taşikardisi erken bir belirti olabilir ⁽⁵⁰⁾. DMD' li adölesan hastaların %90'dan fazlası subklinik veya klinik kardiyak tutulum gösterirler ⁽²⁹⁾.

PREOPERATİF DEĞERLENDİRME

Ameliyata alınacak tüm hastalar gibi sistemik sorgulama ve fizik bakı bu çocuklara da uygulanır. En başta skolyozun lokalizasyonu, eğriliğin derecesi, etyolojisi, aile öyküsü bilinmelidir. Bununla birlikte skolyozun neden olduğu fizyopatolojik değişiklikleri saptamak amacıyla AİS'li olgular solunum, kardiyovasküler ve nörolojik açıdan daha da ayrıntılı değerlendirilmelidir. Üst solunum yolu enfeksiyonu (ÜSYE), ılımlı eğimi olan çocuklarda bile intraoperatif hipoksiye veya postoperatif solunum desteği gereksinimine neden olabilir. ÜSYE bulguları varsa operasyon 4-6 hafta ertelenmelidir. Unutulmamalıdır ki skolyoz cerrahisi elektif şartlarda gerçekleştirilir.

Yandaş sorunlar (astım, diabetes mellitus, renal sorunlar, nöbet öyküsü.), konjenital malformasyonlar, önceden geçirilmiş operasyonlar, allerji öyküsü, düzenli kullanılan ilaçlar sorgulanmalıdır. Fizik bakıda hava yolu değerlendirmesi ve baş boyun hareketleri, servikal stabilizasyon sorunu ayrıca kontrol edilmelidir.

Yüksek torasik / servikal bölgeyi etkileyen skolyozlarda entübasyon güçlüğü; AIS ile birlikte gözlenebilecek musküler distrofilerde (*Duchenne* muküler distrofi gibi) zor havayolu olabileceği akılda tutulmalı ve anestezi planı (uyanık fiberoptik entübasyon, videolarinoskopi gibi) oluşturulmalıdır ⁽⁵³⁾. Akciğerler dinlenmeli, taşipne, wheezing, ral, ronküs varlığı saptanmalıdır. Akciğer bakısını mutlaka solunum fonksiyon testleri (SFT) tamamlamalıdır. Postoperatif ventilator desteği gereksinimi büyük oranda SFT sonuçları belirler.

Kardiyak bakıda, siyanoz, venöz dolgunluk, periferik ödem, hepatomegali gibi bulgular değerlendirilmelidir. Bunlar sağ kalp yetersizliği veya kor pulmonaleyi işaret eder. Kardiyoloji konsultasyonu, EKG ve ekokardiyografi gerektirir. Çocuklarda efor kapasitesini anlamak için basitçe beden eğitimi derslerine katılıp katılmadığı veya nefes darlığı çarpıntı şikayeti olmaksızın spor yapabiliyor mu soruları sorulabilir.

Eğriliği 70 derece ve fazla olan AIS'li çocukların efor kapasitesi oldukça azalmıştır ⁽⁴⁾. Ekokardiyografide ejeksiyon fraksiyonu düşük, sol ventrikül hipertrofisi veya pulmoner hipertansiyonu olanlarda intraoperatif invaziv kardiyak izlem gerekir.

Preoperatif dönemde nörolojik bozukluk varlığı, yutma ve öksürme fonksiyonları değerlendirilmelidir. Yutma güçlüğü sekresyon aspirasyonuna, öksürme güçlüğü ise bronşiyal temizlik yapamamaya dolayısı ile atelektazi/ pnömoni gibi komplikasyonlara yol açabilir. Preoperatif istenmesi gereken tetkikler Tablo- 2'de gösterilmiştir.

Çocuk ile iletişim kurulmalı, *wake up* testi uygulanacaksa anlayacağı şekilde açıklanmalıdır. Postoperatif ağrı ile ilgili endişeleri giderilmeli ve hasta kontrollü analjezi (HKA) hakkında hem çocuk hem de ebeveyn bilgilendirilmelidir.

Tablo-2. Skolyoz cerrahisinde preoperatif tetkikler

	Tetkikler
Solunum sistemi	<ul style="list-style-type: none"> • Akciğer grafisi • Arteriyel kan gazı • Solunum fonksiyon testleri (SFT) • FEV1, FVC, FEV1/FVC
Kardiyovasküler sistem	<ul style="list-style-type: none"> • EKG • Ekokardiyografi • Kardiyoloji konsültasyonu
Laboratuvar	<ul style="list-style-type: none"> • Tam kan sayımı • Koagülasyon profili (PT, aPTT, INR) • Kan grubu/Croos match • BUN/elektrolitler • Karaciğer fonksiyon testleri

POSTOPERATİF VENTİLATÖR DESTEĞİ İHTİYACININ PLANLANMASI

Postoperatif solunum yetmezliği riskinin preoperatif belirlenmesi gerekmektedir. AİS olan hastaların akciğer fonksiyonları diğer etiyolojili skolyoz olgularına göre daha az bozulma eğilimindedir, bununla birlikte SFT yapılarak postoperatif ventilatör desteği gereksinimini belirlenmelidir. Pulmoner komplikasyonlar vital kapasitenin azalması ile ilişkilidir ⁽¹⁰²⁾. Zorlu vital kapasitenin 30 mL/kg veya beklenenden % 50 az olması, postoperatif solunum desteği olasılığını gösterir. Maksimum inspiratuvar (Pi_{max}) ve ekspiratuvar basınçlar (Pe_{max}) yol gösteren diğer bir parametredir. $Pi_{max} < 40$ cmH₂O ve $Pe_{max} > 40$ cm H₂O eşik değerini gerçekleştirilemeyen olguda ventilasyon desteği düşünülmelidir ^(4,104). Bir diğer belirteç preoperatif arteriyel kan gazında PaCO₂ nin yüksek olmasıdır. Bunların yanı sıra nöromusküler hastalık, operasyon sırasında 30 mL/kg dan fazla kan kaybı, mental retardasyon, anterior veya anteroposterior kombine cerrahi postoperatif mekanik ventilasyon ihtiyacı olabileceğini düşündürmelidir ^(71,98).

ANESTEZİ YÖNETİMİ

Adolesan idiyopatik skolyoz ameliyatları majör cerrahilerdir. Ciddi kan kayıpları, hemodinamik dalgalanma, hipotermi, masif transfüzyona bağlı koagülasyon sorunları intraoperatif anestezi yönetimini zorlaştıran faktörlerdir. Uygun premedikasyon ajanları, anestezi tekniği ve postoperatif ağrı tedavisi önceden planlanmalıdır.

Skolyoz cerrahisinde invaziv hemodinamik izlem ve nöromonitorizasyon yöntemleri uygulanır.

Premedikasyon

Çocuğun yaşı ve mental olgunluğuna göre iv veya oral premedikasyon seçilmelidir. Çok kısa etkili bir benzodiyazepin olan midazolam (1-2 mg İV veya 0.5 mg/kg oral) en sık kullanılan ajandır. AIS'li çocuklar 9-10 yaş veya daha büyük olduklarından İV yolu genellikle kabul ederler. Solunumsal veya nörolojik sorunlar varsa opioidler ya da ağır premedikasyon önerilmez. Atropin rutin uygulanmamakla birlikte olası zor hava yolu düşünülen olgularda, sekresyonları azaltmak amacıyla verilebilir. Aspirasyon riski mevcut ise H₂ bloker ve metoklopramid uygulanabilir.

Monitörizasyon

Skolyoz yüksek riskli cerrahilerdendir. İntraoperatif monitörizasyonda ASA (*American Society of Anesthesiology*) standartları gereği EKG, non invaziv kan basıncı, nabız oksimetresi, kapnografi (ETCO₂) ve sıcaklık izlemi şarttır. İdrar çıkışı takip edilmelidir. Ciddi kan kaybı riski, anlık hemodinamik değişiklikler ve asit baz dengesi takibi için invaziv arter kanülasyonu gerekir. Arter kanülasyonu Allen testi sonrası, öncelikle çocuğun nondominant elinin radyal arterinden gerçekleştirilir. Santral venöz kateter önerilse de ⁽³⁶⁾ pron pozisyonda ve göğüs duvarının açık olduğu operasyonlarda güvenilir değildir ⁽⁹⁰⁾. Bununla birlikte ağır solunumsal-kardiyak bozukluğu olan, hemoraji beklentisi yüksek, yeterli periferik damar yolu açılmayan olgularda endikedir. Kalp seviyesinin üzerindeki vertebra segmentlerinde hemoraji hava embolisi riski taşır.

Anestezi derinliğini ölçen Bispektral İndex (BIS) özellikle wake up testi uygulanacaksa yararlı olabilir. Anestezik izlem kadar önemli diğer husus, spinal kord monitörizasyonudur.

Spinal kord monitörizasyonu (Nöromonitörizasyon)

Skolyoz cerrahisinde en korkulan komplikasyonlardan biri parapleji/duyu kaybı gibi ciddi nörolojik hasarlardır. Hasar 4 ana mekanizma ile ortaya çıkar: spinal kordun cerrahi alan açılırken direkt kontüzyonu; pedikül vidaları, teller gibi aletler ile kontüzyon; rodların distraksiyonu ve kord kan akımının azalması. Özellikle T4-T9 arasındaki dolaşım havzası kan akımının en zayıf olduğu bölgedir.

İdiopatik skolyozda nörolojik etkilenme 1975' de %0.72 iken 1990'ların sonunda % 0.03'e gerilemiştir. Pedikül vidalarının kullanılmaya başlanmasıyla acil nörolojik komplikasyon oranları artmıştır. Eğim açısı 100 dereceden fazla, konjenital skolyozlu, kifozlu veya radyoterapi alan hastalarda komplikasyon riski daha yüksektir. 2007'de yayımlanan bir araştırmada nöral komplikasyon insidansı AIS için % 0.69 olarak belirlenmiştir ⁽²⁰⁾.

Nörolojik komplikasyonların operasyon sırasında tanınması ve düzeltilmesi için intraoperatif nörofizyolojik monitorizasyon gereklidir. Wake up testi, somatosensoriyel evok potansiyeller (SSEP) ve motor evok potansiyeller (MEP) bu amaçla kullanılan yöntemlerdir.

Wake up testi ilk kez 1973'te Vazuelle ve arkadaşları ⁽⁹⁷⁾ tarafından tanımlanmış, daha sonra SSEP ve MEP uygulamaya girmiştir. Skolyoz Araştırma Derneği 1992'de SSEP uygulamasının spinal cerrahide standart olduğunu bildirmiştir ⁽⁷⁷⁾.

“Wake-up” testi

Spinal cerrahide nörolojik durumu intraoperatif değerlendiren en eski yöntemdir. Enstrümantasyon yapıldıktan sonra hasta kısa süreli uyandırılarak alt ve üst ekstremitelerin motor fonksiyonlarının değerlendirilmesine olanak sağlar. Wake up testi preoperatif değerlendirme sırasında hasta ile konuşulmalı ve iyi anlatılmalıdır. Anestezi derinliği

azaltılarak hastanın spontan solunumu getirilir. Sözlü komutlarla üst ve alt ekstremitelerini hareket ettirmesi istenir. Anestezistin “elimi sık” komutunu hastanın yerine getirmesi bilincin açık olduğunu, ayağını oynat komutunu gerçekleştirmesi ise spinal kordun sağlam olduğunu gösterir. Hasta eli sıkıp ayağını oynatamazsa enstrümantasyonun hızla uzaklaştırılması, yerinin değiştirilmesi veya modifikasyonu gerekir. Hızlı yanıt almak amacıyla opioidlerin antagonize edilmesi önerilmez. Bu durum hastanın ağrı duymasına, hareket ederek enstrümantasyonu bozulmasına neden olabilir.

Hastanın motor hareketi gözlemlendikten hemen sonra anestezi derinliği artırılır. Bu testin uygulanabilmesi için anestezi indüksiyon ve idamesinde kısa etkili intravenöz anestezikler (propofol), opioidler (remifentanil) veya inhalasyon ajanları (sevofluran, desfluran) kullanılması önerilir ^(6,25,26,33,35,52). Güncel anestezi yöntemi Total İntravenöz Anestezi (TİVA) veya inhalasyon ajanı ile çok kısa etkili bir opioidin dengeli kullanılmasıdır. Testin sonuçlanması anestezi yöntemine göre yaklaşık 5-30 dakika alır ^(6,10,25,26,35).

Başarılı bir wake up testi intakt bir korteks ve spinal kord olduğunu gösterir. Ancak anterior spinal kord (motor) işlevini gösterirken, posterior kolumn (duysal) fonksiyonu saptanamaz. Ameliyat sırasında en fazla 2 kez tekrarlanabilir. Mental retarde, sağır veya iletişim kurulamayan olgular ve küçük çocuklarda uygulama güçtür. İşlem sırasında ajitasyon, enstrümantasyonların yerinden oynaması, derin inspiyum olursa açık cerrahi sahadan hava embolisi gibi ciddi sorunlara yol açabilir. Postoperatif dönemde hatırlamaya bağlı psikolojik sorunlar, ayrıca wake up sonrası gelişebilecek nörolojik defisit gözden kaçması diğer komplikasyonlardandır.⁽¹⁰⁴⁾ Bu nedenlerle *wake up* testi daha ucuz olmasına rağmen artık tercih edilmemekte, çoğu merkezde SSEP ve MEP monitörizasyonları kullanılmaktadır.

Uyarılmış Potansiyeller: SSEP ve MEP

Spinal kord ve korteks arasındaki ilişkiyi, periferik sinirlere uyarı vererek değerlendiren elektrofizyolojik izlem yöntemleridirler. SSEP spinal kord posterior yolak aracılığıyla duysal hattı, MEP ise anterior ve

lateral kortikospinal yolak ile motor sistemin izlemine gerçekleştirir. Yaygın olarak SSEP veya SSEP+MEP tercih edilir. Hasta kooperasyonu gerektirmez, sürekli ve tekrarlanabilen ölçümler sağlarlar. Ayrıntılı bilgi ilgili bölümde yer almaktadır.

Anestezi uygulaması açısından bilinmesi gereken, anesteziğin elektrofizyolojik yanıtları etkiledikleridir. Gerek indüksiyonda gerekse intraoperatif kullanılan anestezi ajanları SSEP - MEP uyarılarının amplitüd (yükseklik) ve latensini (oluşma zamanı) çoğunlukla negatif etkiler. Nöromusküler blokerler (vekuronyum, rokuronyum), inhalasyon anesteziği (halotan, izofluran, sevofluran) MEP yanıtlarını baskılar.

Barbitüratlar, inhalasyon ajanları hem amplitüdünü azaltıp hem de latensi uzatırlarken propofol, ketamin gibi iv ajanlar SSEP yanıtlarında avantaj yaratır. Ketaminin özellikle küçük çocuklarda gerek MEP gerekse SSEP yanıtlarını güçlendirici etki gösterdiği savunulmaktadır ^(83,104). Anesteziğin SSEP yanıtlarına etkisi Tablo- 3'tedir.

Tablo-3. Anesteziğin Somatosensoryel Evok Potansiyellere (SSEP) etkisi

Ajanlar	Amplitüd	Latens
İnhalasyon ajanları		
Sevofluran	↓	↑
Desfluran	↓	↑
İzofluran	↓	↑
İntravenöz ajanlar		
Tiyopental	↓	↑
Midazolam	↓	↑
Propofol	↔	↔
Ketamin	↑	↔
Etomidat	↑	↔
Opioidler	↔	↔

↑: artırır, ↓: azaltır, ↔: etkilemez

Anestezi İndüksiyonu

Çocuğun yaşına göre genellikle intravenöz indüksiyon tercih edilir. Damar yolu açtırmayanlarda ise inhalasyon ajanı (sevofluran) ile indüksiyonu takiben iv kanülasyon gerçekleştirilir ve intübasyon ve stabilizasyon sağlandıktan sonra TİVA ya geçilebilir. Seçilecek yöntem hastanın genel durumu, yandaş hastalıkları ve nöromonitörizasyon uygulamasına bağlı olarak değişebilir. Elektrofizyolojik monitorizasyon gerçekleştirilecekse, inhalasyon anestezikleri tercih edilmemekle birlikte, invaziv hemodinamik işlemler tamamlanıp pron pozisyon verilene kadar uygulanabilir. Nöromusküler bloker olarak süksinilkolin mutlak endikasyonu yoksa kullanılmamalıdır. Miyopatilerde hiperkalemi ve malign hipertermi riski oluşturur, kontrendikedir. Nondepolarizan ajanlar seçilmelidir ⁽⁴⁷⁾. Propofol 2-3mg/kg, rokuronyum 0.6mg/kg, fentanil 2mcg/kg veya remifentanil 0.01-0.5 mcg/kg/dakika en sık kullanılan indüksiyon protokolüdür.

Entübasyon

Adolesan idiyopatik skolyozda cerrahi girişim sıklıkla posteriyor füzyondur. İndüksiyonu takiben çocuğun yaşına uygun endotrakeal tüple (ETT) intübasyon gerçekleştirilir. Pron pozisyonda hava yolu açıklığını garantileyecek şekilde spiralli ETT seçilmesi uygundur. Bunlar tek lümenli tüplerdir ve posteriyor yaklaşımlarda yeterlidir ⁽⁵⁴⁾. Eğer olguda zor hava yolu düşünülüyorsa buna yönelik hazırlık ve önlemler alınmalıdır. Anterior cerrahi planlanan olgularda çift lümenli tüp kullanımı gerekebilir. Ancak servikal veya üst torakal vertebra tutulumu olan skolyozlarda trakeobronşial ağacın dispozisyonu çift lümenli tüp yerleştirilmesini zorlaştırabilir.

Altı yaş altı çocuklarda uygun boyutlu çift lümenli tüp bulunamayabileceğinden, endobronşiyal bloker kullanılması düşünülmelidir. Pron pozisyona çevrilmeden önce ETT'nin çok iyi tespit edildiğinden emin olunmalıdır. Ayrıca tüp kafı intübasyondan önce kontrol edilmeli ve sağlam olduğu garantilenmelidir. Pozisyon sonrası veya wake up testi sırasında tüpün çıkması ölümcül sonuçlara yol açabilir. AIS de sıklıkla kullanılan ETT boyları ve dudak - trakea arasındaki uzunluk ölçümleri Tablo-4'te verilmiştir. İntübasyonu takiben supin pozisyonda invaziv hemodinamik işlemler gerçekleştirilir. İdrar sondası ve sıcaklık probu yerleştirilir.

Tablo-4. Endotrakeal tüp çapları ve tespit mesafesi

Yaş	İç Çap(mm)	Tespit mesafesi (cm)
8 yaş	6.0	16-17
10 yaş	6.5	17-18
12 yaş	7.0	18-22
14 yaş>	7.0 (bayan)	22-24
	8.0 (erkek)	

Anestezi Tekniği

Anestezi tekniği hem elektrofizyolojik monitorizasyonu optimize edecek hem de intraoperatif kan kaybını azaltacak şekilde seçilmelidir. Skolyoz cerrahisinde yaygın uygulanan anestezi tipi TİVA'dır. Hipnotik ajan propopol ile birlikte fentanil ya da remifentanil gibi opioid infüzyonları ile gerçekleştirilen bu yöntem, SSEP/MEP monitorizasyonunu az etkilemesi ve kontrollü hipotansiyon oluşturma potansiyeli nedeniyle tercih edilmektedir.

İnhalasyon ajanları özellikle MEP i oldukça baskılamaktadır. Sinyalleri etkilemeyecek doz, inhalasyon ajanları için 0.2-0.5 MAC civarındadır, bu miktar hipnoz oluşturmak için tek başına yeterli değildir.⁽¹⁰⁰⁾ Remifentanil infüzyonu inhalasyon ajanları ile birlikte kullanılabilir. Klonidin, deksmedomidin gibi alfa agonistlerin eklenmesi nöromonitorizasyonu etkilemeksizin MAC değerlerini azaltmaya yardımcı olur. Düşük MAC değerleri ile yeterli anestezi derinliği sağlansa da TİVA yöntemi daha çok benimsenmiştir. Bununla birlikte uzun süren propofol infüzyonu metabolik asidoz, hiperlipidemi, trombosit fonksiyonlarında bozulma ve uyanmada gecikmeye yol açabilir.

Martin ve arkadaşları⁽¹⁸⁾ AIS'lu 30 olguyu içeren prospektif randomize klinik çalışmada, desfluran ve propofolu karşılaştırmışlardır. SSEP ölçümünde 2 ajan arasında amplitüd ve latens farkı olmadığını, MEP de ise desfluranın daha fazla uyarı gerektirdiğini yine de kabul edilebilir veri sağladığını göstermişlerdir. Bir diğer avantaj hastaların derlenme zamanı desfluranda daha kısa bulunmuştur.

Opioidler SSEP ve MEP sinyallerini etkilemezler. Son 10-15 yılda remifentanil, çok kısa etkili olması, kolay titre edilebilmesi ve potensi nedeniyle TİVA ile bütünleşmiş bir opioiddir. Propofolun yüksek dozları (6mg/kg/saat <) miyojenik MEP ve SSEP sinyallerini azaltsa da inhalasyon ajanlarından daha iyi sonuç vermektedir. Ketamin ise ana anestezi olarak kullanıldığında, latensi etkilemeyip amplitüdü artıran, analjezik/disosiyatif özelliği ile de skolyoz cerrahisine uygun bir ajan olarak görülmektedir. Düşük dozlarda ise bu etkiyi göstermemektedir⁽¹⁰⁰⁾.

Non depolarizan nöromusküler blokerler (NDNMB) SSEP ölçümlerinde sorun yaratmamakla birlikte, MEP izleminde kullanımı tartışmalıdır. NDNMB ler sinir kas kavşağını bloke ettiklerinden MEP izlemini azaltır veya engellerler. Parsiyel nöromusküler blok, kas dokusunun retraksiyonu sırasında cerrahiye yardımcı olur, hastanın hareketsizliğini sağlar. İntübasyon sonrası NDNMB lerin mümkün olduğunca kullanılmaması önerilir. Propofol, remifentanil önerilen infüzyon dozlarından devam edilir. AIS' de anestezi yönetimi Tablo- 5'te özetlenmiştir.

Tablo-5. Adolesan İdiopatik Skolyozda intraoperatif Anestezi özellikleri

A. Kanama Kontrolü ve transfüzyon gereksiniminin azaltılması

1. Kontrollü hipotansiyon (OAB:50-65 mmHg)
2. Otolog donasyon (preoperatif)
3. Hemodilüsyon (intraoperatif)
4. Antifibrinolitik ajanlar (intraoperatif)

B. Nöromonitorizasyona uygun anestezi tekniği

1. TİVA
2. Desfluran/Sevofluran (0.5-1 MAC) + remifentanil infüzyonu

C. Etkin analjezi

1. İntratekal morfin
2. Sistemik morfin
3. Epidural kateter
4. NSAİİ

Hipotermi, intraoperatif dönemde kaçınılması gereken önemli bir durumdur. Hemodinamik instabilite ve kan kaybında artışa neden olur. Anestezik ilaçların eliminasyonunu azaltır, derlenmede gecikmeye yol açar. Postoperatif titremeye yol açarak enstrumantasyonun bozulmasına neden olabilir. Vücut sıcaklığında 2°C'lik azalma cerrahi yara yer infeksiyonlarında 3 kat artışla sonuçlanmaktadır⁽²⁾. Hipotermi, SSEP ve MEP de amplitüd ve latensi etkileyerek kafa karışıklığına yol açabilir. 28-32°C arası vücut sıcaklığında SSEP ve MEP amplitüdünde azalma, latensde uzama olduğu bilinmektedir^(9,56). Operasyon odası sıcaklığının mümkünse 24°C ayarlanması, verilen sıvı-kan ürünlerinin *hot line* cihazlarla ısıtılması, hasta gövdesinin üfleme ve/veya ısıtıcı battaniye (sıvı/hava) ile korunması gerekmektedir.

KANAMA KONTROLÜ

Skolyoz cerrahisinde cerrahi yöntem, füzyon yapılan vertebra sayısı, iliyak greft alınması, intraoperatif kan basıncı ve intraabdominal basınç yüksekliği kanamayı arttıran etkenlerdir^(36,100). Posteriyör yaklaşımda daha çok vertebra füzyonu yapıldığından anterior işlemde fazla kanar. AIS' de kan kaybı, vertebra başına 60-150 mL, totalde ise yaklaşık 750-1500 mL kadardır. Serebral palsi veya DMD' li hastalarda ise hemoraji çok daha fazladır⁽⁸⁰⁾.

Kan kaybının fazla olması büyük miktarda kan transfüzyonu ve bunun getirdiği komplikasyonlar, skolyoz cerrahisinde pek çok anesteziistin en önemli sorunudur. Hipovolemi, hipotermi ve metabolik asidoz gelişmesi morbidite ve mortalitede artış ile sonuçlanabilmektedir. Ayrıca kan kaybı operasyon süresinin uzamasına neden olur. Masif transfüzyona sekonder sıvı dengesizlikleri serebral ve pulmoner ödeme neden olabilir⁽⁹³⁾.

Transfüzyonla ilgili komplikasyonları azaltmak için; *cell-saver* kullanımı, otolog donasyon, kanamayı azaltmak için ise; doğru hasta pozisyonu (intraabdominal basıncı düşürmek için; -karın serbest, bacaklar hafif aşağıda-, epidural venlerdeki basıncı dolayısı ile kanamayı azaltmaya yardımcı olur), doğru ve dikkatli cerrahi teknik, kontrollü hipotansiyon, normovolemik hemodilüsyon, preoperatif eritropoetin ve intraoperatif

antifibrinolitik kullanımı önerilmektedir ^(12,36,43,81). Kontrollü hipotansiyon, intraoperatif kan koruyucu yöntemler (akut normovolemik hemodilüsyon, *cell saver*) ve antifibrinolitik ajanların birlikte kullanılması kan kaybını minimize eden ve en sık kullanılan seçeneklerdir.

Kontrollü hipotansiyon

Kontrollü hipotansiyonda (KH) hedef, sağlıklı bireylerde ortalama arter basıncının (OAB) 50-65 mmHg arasında tutulmasıdır. Skolyozda diğer işlemlerle (*cell saver*, hemodilüsyon.) birlikte uygulandığında cerrahi kanamayı azaltan yöntemlerden biridir. Günümüzde KH oluşturmak için gangliyon blokerleri, beta blokerler, vazodilatörlerden ziyade remifentanil tercih edilmektedir. Kalp, böbrek ve spinal kord KH yi iyi tolere eder.

Park ve arkadaşları ⁽⁶⁹⁾ spinal cerrahide nikardipinin böbrek fonksiyonlarını koruyucu etkisini göstermişlerdir. Bununla birlikte pron pozisyonda uzun süreli KH uygulamasının uygun olmadığı, OAB' nın 50mmHg altına indirilmesinin fatal sonuçlara yol açabileceğine dikkat çekilmiştir ^(4,104). KH özellikle dekortikasyon aşamasında yararlı olabilir. Yeterli oksijen taşıma kapasitesi ve normokarbinin sürdürülmesi gereklidir.

Vazodilatör ajanlar kullanmadan intratekal morfinin (5µg/kg) remifentanil infüzyonu ile birlikte KH sağladığı ve kan kaybını azalttığı gösterilmiştir ⁽³⁰⁾. Bu teknik kullanılacağına mutlaka invaziv arter monitorizasyonu yapılmalıdır.

Otolog donasyon

Çocuklarda preoperatif otolog donasyon giderek yaygınlaşmıştır. Adolesan ve çocukların % 70'i erişkinler gibi yeterli ünite donasyon yapabilirler. Hasta, operasyondan 3-4 hafta önce haftada 1 ünite kan verir. Toplanan kan, elemanlarına ayrılarak operasyon için saklanır. Bazı merkezler eritropoetin ve/veya demir preparatları ile preoperatif Hb değerlerinin yükseltilmesini AIS de standart hale getirmişlerdir ⁽²²⁾. Otolog donasyon ve eritropoetin allojenik kan kullanımını azaltır. İdiopatik skolyoz cerrahisinde preoperatif otolog donasyona ek olarak intraoperatif *cell saver* ve kontrollü hipotansiyon uygulamasının hem tahmini kan kaybını azalttığı hem de hematokrit (Htc) değerlerini yalnızca %10 düşürdüğü gösterilmiştir ⁽¹⁰⁰⁾.

Hemodilüsyon

Akut normovolemik hemodilüsyon cerrahiden hemen önce sağlanır. Kan arteriyel kanülden steril antikoagülanlı torbaya alınır. Alınan 1mL kan için 1mL % 5 albumin veya 1.5-2 mL Ringer Laktat solüsyonu verilmelidir. Hematokrit % 15 den fazla düşürmemelidir. Yöntem, volüm kaybı olmaksızın hematokriti seyrelterek cerrahi kaybı azaltır. Toplanan kan tekrar hastaya verilebilir. Komplikasyonları hemogloblin değerinin aşırı düşmesi, kanama faktörleri ve trombositlerin azalmasına bağlı koagülopatidir. Uygulama adolesan idiopatik skolyozlu olgulara uygundur. Küçük çocuklarda önerilmez ^(100,104).

Ototransfüzyon (Cell saver)

Özel donanım yardımı ile cerrahi sahadaki kan toplanır, santrifüj ve filtre edilir; antikoagülasyon sağlanır, serum fizyolojik ile seyreltilerek hastaya geri verilir. Pıhtılaşma faktörlerini taze donmuş plazma ile replase edilir. Bu yöntem 6 saatten uzun veya kanamanın kan hacminin % 30'unu geçtiği durumlarda aşırı kanamalı çoklu travmalar ve skolyoz cerrahisinde endike, malignite ve enfeksiyon varsa kontrendikedir ⁽⁵⁸⁾. Küçük çocuklar ve infantlarda kullanımı yaygın olmamakla birlikte Martin ve arkadaşları ⁽⁶²⁾ ortalama 8 aylık 259 kraniyositozlu bebekte *cell saver*'ı başarıyla uyguladıklarını bildirmişlerdir. Pedyatrik boyutlu cell saver donanımları ile allojenik transfüzyon oranı % 55'den % 18'e düşürülebilmektedir ^(8,100).

Antifibrinolitik ajanlar

Antifibrinolitik ajanların majör pediyatrik, açık kalp cerrahisi ve total kalça artroplastilerinde intraoperatif kan kayıplarını azalttığı kanıtlanmıştır ^(15,57). Omurga cerrahisinde de aynı sonuçlar gösterilmiştir ^(19,94,103). Klinik uygulamada kullanılan ajanlar, epsilon aminokaproik asit (EAA), traneksamik asit ve aprotinindir. Aprotininin çocuklarda başarılı kullanımı bildirilmişse de erişkinlerde böbrek yetmezliği ve tromboz insidansını arttırması nedeniyle kullanımdan kaldırılmıştır. Pedyatrik spinal cerrahide traneksamik asit ve EAA'nın kan kaybını ciddi ölçüde azalttığına yönelik bulgular vardır ^(59,78). EAA ülkemizde bulunmamaktadır.

Traneksamik asit, *Transamine* % 5 ve % 10'luk ampul formu ile piyasada bulunur ve ülkemizde şimdilik eşdeğeri yoktur. Yükleme ve idame şeklinde uygulanır. İki farklı doz uygulaması mevcuttur; *Düşük doz*: Anestezi indüksiyonundan 30 dakika sonra 10 mg/kg iv ve 1 mg/kg/saat hızında devam edilir. *Yüksek doz*: anestezi indüksiyonu sonrası 100 mg/kg, sonra 10 mg/kg/saat infüzyon olarak uygulanır^(15,19,57,94). Sethna ve arkadaşları⁽⁷⁸⁾ yüksek dozun kanama miktarını % 41 oranında azaltmakla birlikte verilen kan miktarını değiştirmedeğini, herhangi bir yan etkisinin gözlenmediğini bildirmişlerdir. Antifibrinolitik ilaç dozları Tablo- 6'da özetlenmiştir.

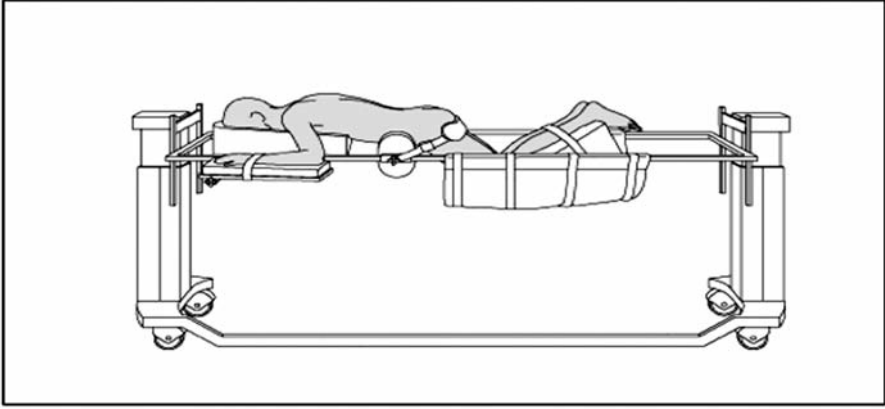
Tablo-6. Antifibrinolitik İlaçlar ve Dozları

İlaç Adı	Kaynağı	Yapısı	Etki	Yarılanma ömrü	Eliminasyon	Doz
Amino kaproik asit^a	Sentetik	lizin analogu	Mekanizması Kompetatif inhibisyon ile plazminojene bağlanma	2 saat	Renal	75-100 mg/kg İV yükleme, 15-30 mg/kg/saat kanama durana kadar Max doz: 30 g/gün
Traneksamik asit (<i>Transamine</i>)	Sentetik	lizin analogu	Kompetatif inhibisyon ile plazminojene bağlanma	2 saat	Renal	<i>Düşük doz</i> ; 10 mg/kg yükleme, 1 mg/kg/saat idame <i>Yüksek doz</i> <i>uygulaması</i> ; 100 mg/kg 10 mg/kg/saat idame

a Aminokaproik asit "Amicar" adıyla ABD' de bulunmaktadır.

Pozisyon ve Olası Sorunlar

Adolesan idiyopatik skolyozda cerrahi teknik büyük çoğunlukla posteriyor enstrumantasyondur. Anteriyor girişim ağır kifoz, lordotik paralitik eğimli serebral palsi gibi durumlarda uygulanır. Dissektomi ile birlikte enstrumantasyon da yapılabilir. Bazen de anteriyor-posteriyor girişim aynı seansta gerçekleştirilir. Anteriyor ve torakoskopik yaklaşımlarda pozisyon, sol üstte kalacak şekilde lateraldir. Posteriyor enstrumantasyonda hasta pron pozisyonunda yatar. Spinal cerrahi için tasarlanmış özel ameliyat masaları (Jackson, Wilson, Relton-Hall) (Şekil-1) pozisyona bağlı komplikasyonları azaltabilir. Hastayı prona döndürmek özen ve dikkat gerektiren bir işlemdir. Baş-boyun ve gövde aynı anda çevrilmelidir.



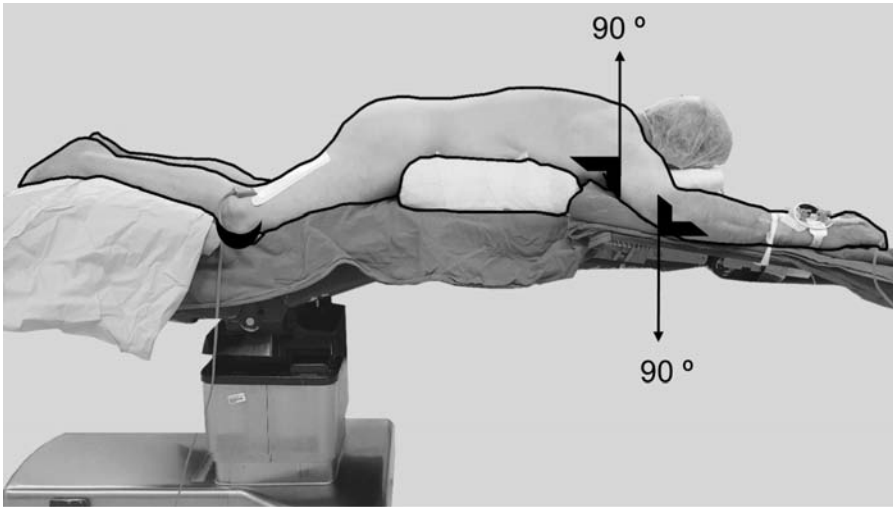
Şekil-1. Skolyoz cerrahisinde posteriyor yaklaşım için geliştirilmiş Jackson masası (Jackson frame)

Bası sorunları:

Göz küreleri serbest olmalı, kornea abrazyona karşı korunmalıdır. Uzun süreli cerrahi konkonktiva ödemeine yol açar. Baş nötral pozisyonunda olmalıdır. Görme kaybı spinal cerrahide korkulan komplikasyonlardandır. Optik nöropatiye bağlı gelişebilir. Hipotansiyon, baş aşağı pozisyon, juguler ven kompresyonu retina ve optik sinir perfüzyonunun bozulmasına yol açabilir. Erişkinlerde görülme sıklığı % 0.2 civarında olup, küçük çocuklarda daha azdır ^(100,104).

Yüz ve boyunda venöz dönüşte bozulma, konjesyon, çene burun gibi yumuşak dokularda uzun süreli basıya bağlı yara, havayolu ile ilgili sorunlar (ETT de katlanma, sekresyonla tıkanma, kaza ile ekstübasyon, havayolu ödemi) ortaya çıkabilir.

Toraks ekspansiyonu kısıtlanmamalı, meme başları sıkışmamalıdır. En önemli bölge abdomendir. Venöz dönüşü engellemeyecek şekilde serbest olmalıdır. Vena kava inferiorun basısı, kalp debisini düşürürken epidural venlerde basınç artışına yol açar. Cerrahi kanama artarken, kalp debisinin azalması medulla spinalis perfüzyonunu bozabilir. İntraabdominal basıncın artması toraks kompliansını azaltarak ventilasyonu güçleştirebilir. Omuzlarda aşırı abduksiyon (90° aşmamalı) brakial sinir hasarı, dirseğin desteklenmemesi ulnar sinir hasarına yol açabilir. Diz kapağı masaya temas etmemeli, vücut ağırlığı bacaklara dengeli dağıtılmalıdır ⁽¹⁰⁰⁾(Şekil-2).



Şekil-2. Posterior füzyonda pozisyon

Prondan sırtüstü pozisyona çevirme sırasında servikal vertebra yaralanması, ETT, damar yolu, arter kanülü ve idrar sondasının çıkma tehlikesi vardır. Hastanın hızla monitorize edilip, nabız oksimetresinin en önce yerleştirilmesi önerilir. Pron pozisyona bağlı komplikasyonlar Tablo-7' de özetlenmiştir.

Tablo-7. Pron pozisyona bağlı komplikasyonlar

Baş-Boyun	<ul style="list-style-type: none"> • İskemik optik nöropati, körlük • Kornea abrazyonu • Venöz konjesyon • Servikal omurga zedelenmesi • ETT nin çıkması, yer değiştirmesi • Yumuşak doku yaralanmaları (dudak, burun)
Toraks	<ul style="list-style-type: none"> • Komplians azalması (abdomen basısına bağlı) • Ventilasyon güçlüğü • Meme başlarının sıkışması
Ekstremiteler	<ul style="list-style-type: none"> • Omuz dislokasyonu (aşırı abduksiyon) • Periferik sinir hasarı (Brakial, ulnar, lateral femoral)
Abdomen	<ul style="list-style-type: none"> • İntroabdominal basınç artışı • Kalp debisinde azalma • İntroatorasik basınç artışı • Epidural venlerde genişleme • Cerrahi kanamada artış • Hipotansiyon • Spinal kord perfüzyonunda azalma
Genital organlar	<ul style="list-style-type: none"> • Erkeklerde doku hasarı

Postoperatif Analjezi

Skolyoz operasyonları, postoperatif ağrının en şiddetli yaşandığı cerrahilerin başında gelir. Gerek posteriyor gerekse anteriyor yaklaşımlarda, ağrı hastanın başta solunum mekaniklerini bozarak morbiditede önemli artışa neden olur. Hastanın etkin nefes alamaması; atelettazi, akciğer enfeksiyonu, mobilizasyonda gecikme ve hastanede yatış süresinde uzamaya yol açar. Postoperatif dönemde mobilizasyonun gecikmesi tromboemboli olasılığını artırır.

Bu olguların ağrı tedavisi zordur. Anestezi bitiminde remifentanilin kesilmesi, paradoksal hiperaljeziye, bu da akut postoperatif evrede ağrı kaynaklı ajitasyona neden olabilir ^(17,63). Uyanma döneminde ajitasyonu minimize etmek için analjezikler intraoperatif başlamalı ve postoperatif minimum 72 saat aralıksız sürmelidir ⁽⁹⁹⁾. Kwan ve arkadaşları ⁽⁵⁵⁾ spinal enstrumantasyon uygulanan adölesanları kapsayan prospektif kohort çalışmalarında, postoperatif en yoğun ağrının ilk 12 saatte görüldüğünü, 4. gün hasta kontrollü analjezi (HKA) ve 2 hafta sonra hemen hiç analjezik tüketimi ihtiyacı kalmadığını saptamışlardır.

Ağızdan beslenme başladığında oral opioid olmayan ajanlar ağrı tedavisine eklenmelidir. AIS' de temel analjezikler opioidlerdir. Multimodal analjezi yaklaşımının bileşenleri, reyonel teknikler, sistemik analjezikler (morfin, hidromorfin, ketamin), nonsteroid antiinflamatuvar ilaçlar (NSAİİ) ve parasetamoldur. Amaç; en az ağrı ve yan etki ile hastanın iyi nefes alabilmesi ve hızlı mobilizasyonunu sağlamaktır. Analjezi protokolleri ülkeler ve kurumlar arasında farklılık gösterebilir. Opioid kullanımı hastaların cerrahi servislerde yakın takibini gerektirir ⁽¹²⁾.

Reyonal teknikler intratekal ve epidural analjezidir. HKA epidural yolla da (HKEA) uygulanabilir. Epidural verilen lokal anestezipler opioid yan etkilerini hafifletmeye yardımcı olur. Epidural katater intraoperatif cerrah tarafından yerleştirilir ⁽⁶⁹⁾. NSAİ ilaçlar akut ağrı tedavisinde kullanılmakla birlikte osteojenik aktiviteye olumsuz etkileri göz önünde bulundurulmalıdır. Bunların dışında intraplevral opioid-lokal anestezi karışımı, düşük doz sistemik ketamin gibi uygulamaların ağrı skoru, bulantı ve opioid gereksiniminde azalma sağladığı bildirilmiştir ^(44-45,84).

Operasyon sonunda insizyon hattının lokal anesteziplerle infiltrasyonu, reyonal tekniklere tam bir alternatif olmasa da fayda sağlayabilir. Lokal anesteziğin günlük maksimum dozu aşılmamalıdır.

Postoperatif mekanik ventilator tedavisi alan hastalarda da etkin bir analjezi uygulanmalıdır. Analjeziklerin yanı sıra bu hastalarda sedatif gereksinimi de vardır. Deksmetomidinin, postoperatif mekanik ventilatör desteği alan AIS li çocuklarda fentanil tüketimi ve deliriyum insidansını azaltan etkili bir ajan olduğu gösterilmiştir ⁽³⁾.

İntratekal morfin

İntratekal morfin enjeksiyonu, remifentanilin kesilmesiyle uyanma sırasında oluşacak abartılı ağrı yanıtını baskılayarak uzun süreli analjeziye ciddi katkıda bulunur. Spinal füzyon gerçekleştirilen çocuklarda ilk 24 saat etkin analjezi sağlar^(27,30). İntraoperatif remifentanil ihtiyacını azaltır⁽¹⁷⁾. Opioidler nörolojik değerlendirme için bir sorun oluşturmazlar^(34,91). Doz; 2-5 µg/kg dir. 10-20 µg/kg'a varan uygulamalarda solunum depresyonu, idrar retansiyonu sıklığı artar. Sistemik opioid yan etkileri görülebilir.

İntratekal morfin insizyon öncesi anestezi uzmanı veya intraoperatif cerrah tarafından uygulanabilir. İnsizyon öncesi uygulama cerrahi kanama miktarı ve anestezik gereksinimlerini azaltır. Enjeksiyon cerrah tarafından yapılacaksa spinal iğne boyutu, morfin dozu ve volümü anestezi uzmanınca düzenlenmelidir.

Nonsteroid Antiinflamatuvar İlaçlar ve Zayıf Analjezikler

Nonsteroid antiinflamatuvar ilaçlar orta dereceli ağrıda çok iyi analjezi sağlarlar. Cerrahi kanamada artış, gastrit ve renal disfonksiyon gibi istenmeyen etkiler daha çok uzun süreli kullanımlarda ve erişkinlerde görülür.

Birlikte kullanıldıklarında opioidlerin hem tüketimini ve hem de bulantı-kusma, barsak hareketlerinde azalma, kabızlık gibi yan etkileri azalttıkları kanıtlanmıştır⁽⁸³⁾.

Siklooksijenaz 2 (COX-2) aktivitesi kemik iyileşmesinde önemli bir rol oynamaktadır. NSAİİ ler osteojenik aktiviteyi azaltmaktadırlar. Hayvan deneylerinde ve erişkinlerde kırık iyileşmesini olumsuz etkilediğini gösteren bulgular vardır^(2,81). 1996'da tek bir yayın ketorolak kullanımının çocuklarda spinal füzyonda iyileşme gecikmesine yol açtığını öne sürmüştür⁽³²⁾. AİS'da tek alternatif NSAİİ, ketorolak değildir. İbuprofen, naproksen çocuk ve adolesanlarda yıllardır güvenle kullanılmaktadır. Parasetamol; emniyet aralığı en geniş analjezik/antipiretiklerdendir. Analjezik etkinliği zayıf olmakla birlikte, iv formunun NSAİİ ve morfinle birlikte kullanılması, yan etkileri

azaltmaya yardımcı olur ^(92,95). Metamizol, çocuklarda postoperatif analjezi için güvenli bir ilaçtır, tek doz önerilmektedir. Spinal cerrahide de uygulama bildirilmiştir ^(28,95). Skolyoz operasyonlarında opioide ek olarak NSAİİ uygulaması son derece yaygındır. Yine de, postoperatif 3-5 günden fazla kullanımından kaçınılması uygun olacaktır. NSAİİ ve zayıf analjezik dozları Tablo-8’de aktarılmıştır.

Tablo-8. Non steroid antiinflamatuvar ve zayıf analjezik ilaç dozları (peroral)

İlaç	Tek doz (mg/kg)	Günlük doz (mg/kg)	Doz aralığı (saat)
Parasetamol	10-15	75	4
İbuprofen	6-10	40	6
Naproksen	5-6	10	12
Diklofenak	0.3*-0.5**-1	3	8
Tramadol	1-2	8	6

* İv doz. ** rektal doz

Sistemik Analjezikler

Sistemik analjezinin temel ilacı morfindir. En sık görülen yan etkileri; solunum depresyonu başta olmak üzere, bulantı-kusma, sedasyon ve barsak hareketlerinde azalmadır. Bu durumlar kullanımını kısıtlamaktadır. Morfin standart olarak HKA cihazları veya infüzyon pompaları ile iv uygulanır. Postoperatif ilk 48 saat 20-40 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{saat}$ infüzyonu önerilir. Sedasyondan kaçınarak efektif bir analjezi sağlamak nöro gelişimsel geriliği olan çocuklarda zordur. Adölesan idiyopatik skolyozlu hastalar HKA yı rahatlıkla kullanabilir. Bu cihaz 6-7 yaşından büyük çocuklara uygundur. Bolus dozu 20 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ve kilit süresi 5-10 dakika olarak ayarlanabilir. Hastanın rahat uyuyabilmesi için gece 5-10 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{saat}$ infüzyon, gündüz saatlerinde ise HKA önerilmektedir ⁽²¹⁾.

İdiopatik skolyoz hastalarında tek başına iv HKA veya epidural morfin yerine, intratekal morfine ek olarak iv HKA'nın seçilmesi, toplam morfin tüketiminin azalması, efektif analjezi ve minimal yan etki oluşturması nedeniyle daha iyi bir seçenektir ⁽⁶⁴⁾.

Postoperatif dönemde serviste deneyimli ve yeterli sayıda hemşire yoksa iv HKA'da infüzyon yerine bolus protokolü daha güvenlidir. Solunum depresyonu, hipoventilasyon ve hiperkapni gözden kaçabilir. Tablo -9'da intravenöz HKA uygulama örneği yer almaktadır.

Tablo-9. Postoperatif intravenöz hasta kontrollü analjezi (HKA) ve hasta kontrollü epidural analjezi (HKEA) protokol örneği

İV HKA

Morfin 0.5-1mg/mL solüsyon

Yükleme dozu: 20-30 µg/kg

Bolus doz: 20 µg/kg

Kilit süresi: 5-10 dk (8 dk)

4 saatlik limit: 100-150 µg/kg

Epidural HKEA

%0.1-0.0625 bupivakain + 1-2 µg/mL fentanil

Yükleme dozu: 0.2 mL/kg

Bolus doz: 0.1 mL/kg

İnfüzyon hızı: 0.05-0.1 mL/kg/saat

*Kilit süresi: 1 saat

*4 saatlik limit: 4 mg

Ketamin, düşük dozlarda (0,05-0,2 mg/kg/sa) morfin infüzyonuna veya HKA'ye adjuvan olarak kullanılabilir⁽⁸⁴⁾. Ketamin, yüksek doz verilen remifentanilin oluşturduğu bildirilen hiperaljeziyi minimize etmek için intraoperatif olarak başlanabilir (başlangıç infüzyonu 5 µg/kg/dak, cerrahinin sonuna doğru 2 µg/kg/dak'ya düşürülerek)⁽⁴⁴⁾. Literatürde ketamin kullanımının etkisinin olmadığını gösteren çalışmaların yanı sıra, postoperatif ağrı skorlarını azalttığını ve morfin tüketimini düşürdüğünü gösteren çalışmalar mevcuttur^(21,65). Ketaminin HKA'da morfine eklenmesi üzerine tam bir görüş birliği oluşmamıştır. Morfine dirençli ağrısı olanlarda yararlanmak daha mantıklı görünmektedir⁽⁸⁵⁾.

Gabapentin ve pregabalin, postoperatif bulantı-kusma nedeniyle kullanımları sınırlı olsa da, opioid azaltıcı etkileri ile yarar sağlayabilirler⁽⁴⁴⁾. AİS'li çocuklarda preoperatif başlatılan oral gabapentinin (15 mg/kg) postoperatif sürdürülmesinin (5 mg/kg/gün X 3; 3 gün) morfin tüketimini % 30 azalttığı gösterilmiştir⁽⁷³⁾.

Epidural Analjezi

Skolyoz cerrahisinde tek veya çift epidural kateter yöntemi ile etkin analjezi sağlandığı bilinen bir gerçektir^(31,87). Kateter/ler cerrah tarafından operasyon sonunda cilt kapatılmadan direkt görerek yerleştirilir. Tek kateter, insizyon hattının orta bölgesinden başa doğru 5-6 cm⁽²⁴⁾ veya alt torasik bölgeden sefale doğru 1-2 vertebra boyunca (3-5 cm) ilerletilebilir^(51,70). Çift kateter tercih edilmesi halinde üst kateter genellikle T6-8 hizasından T1-4 e doğru, alt kateter ise T12-L1 den sefale veya Tobias'ın⁽⁸⁹⁾ ilk tanımladığı şekilde kaudale doğru 3-4 cm ilerletilebilir. Kurumlara göre farklılık gösterebilir. Kateter perkutan, paravetebra kasları geçerek epidural boşluğa ilerletilmelidir.

Epidural analjezi uygulanması nörolojik değerlendirmeyi zorlaştırabilir. Lokal anestezi enjeksiyonunun per-postoperatif nörolojik değerlendirme yapıldıktan sonra uygulanması gerekmektedir. Hasta ekstübe edilmeden epidural kateterden yalnızca opioidler verilir. Ayrıca epidural hematoma, enfeksiyon risklerine dikkat edilmelidir^(86,96).

Tek kateter tekniği ile HKA etkinliği karşılaştırıldığında, çoğunlukla epidural kateterin ağrı skorlarında daha fazla azalma sağladığı gösterilmiştir. Oniki seviye skolyoz operasyonu gerçekleştirilen olgularda T6-7 düzeyindeki tek kateterin bupivakain-fentanil kombinasyonu ile HKA ya benzer analjezi sağladığı, ancak kaşıntı, bulantı-kusma gibi yan etkilerin daha fazla olduğu, bağırsak motilitesinin ise epidural grupta daha hızlı geri döndüğü saptanmıştır^(14,87).

Epidural kateter yönteminde ortaya çıkan bulantı-kusma, kaşıntı insidansının iv HKA dan daha az veya eş değer olduğu, morfin kullanılması halinde bu yan etkilerin daha yüksek oranda gözlemlendiği

bildirilmektedir. Fentanil, hidromorfin ya da opioidlere alfa agonistlerin eklenmesiyle bulantı-kusma sıklığı azaltmakta, analjezi potansi ise artmaktadır.^(7,75)

Çift epidural kateter yönteminin; hem gastrointestinal-ıdrar retansiyonu gibi yan etkiler, hem de analjezik etkinlikte iv morfin HKA ve tek epidural katetere oranla çok daha tatminkar olduğu savunulmaktadır^(7,61,89). Epidural kateter ile analjezide anahtar noktalar, motor blok oluşturmayacak konsantrasyonda lokal anestezi, yan etkiler minimize edecek dozda opioid kullanmaktır. Sürekli infüzyon şeklinde HKEA yerine aralıklı bolus HKEA daha mantıklı bir seçimdir. Ulaşabildiğimiz kaynaklara göre, AIS cerrahisinde sürekli infüzyon ve bolus uygulamasını, lokal anestezi + opioid kullanarak karşılaştıran çalışmaya rastlamadık. Bununla birlikte Erdoğan ve ark.⁽²⁴⁾ 2016 da yayımladıkları çalışmalarında morfin HKEA nın yalnızca bolus uygulamasının sürekli infüzyona denk analjezi sağlarken, bulantı-kusma, kaşıntı gibi yan etkilerinin çok daha az olduğunu bildirmişlerdir. Örnek HKEA doz uygulaması Tablo-9' da yer almaktadır.

Kaudal epidural blok pediatrik hastalarda en sık kullanılan, güvenilir bir rejyonel analjezi yöntemidir. Erişkin spinal cerrahide preemtif tek doz kaudal epidural blok başarı ile uygulanmıştır. Bu uygulama ile postoperatif ağrı skorları belirgin azalmış, ilk analjezik gereksinim süresi ise uzamıştır^(11,48).

Kliniğimizde AIS nedeniyle opere olacak hastalara uygulanan postoperatif analjezi protokolu

Aile onamları alındıktan sonra, cerrahi başlamadan kaudal epidural (50 µg/kg morfin, 10mL serum fizyolojik içinde) veya intraoperatif intratekal morfin (5 µg/kg), iv HKA (morfin; 20 µg/kg yükleme, 10-20 µg/kg bolus, 10-15 dakika kilit süresi, 4 saatlik limit maksimum 15 mg; ilk 72 saat), parasetamol iv 10mg/kg/gün (ilk 24 saat) şeklinde olup, oral alım başladığında günde 3-4 kez ibuprofen 10mg/kg eklenmektedir. Tablo-8'deki ajanlardan da yararlanılabilir.

POSTOPERATİF BAKIM

Skolyoz cerrahisi geçiren hastalar genellikle beraberinde daha önceden var olan bir morbiditeleri mevcuttur. Bu mevcut duruma cerrahi stress, kan kaybı, sıvı dengesizlikleri, hipotermi, uzun süren anestezi gibi faktörler de eklenir. Miyopati, pulmoner disfonksiyon, kardiyovasküler hastalık, spinal cerrahinin kapsamlı, geniş olması, havayolu ödeminin bulunması, masif kan transfüzyonu gereken hastaların postoperatif yoğun bakım ünitelerinde izlenmesi uygundur ⁽⁸⁸⁾. Adolesan idiopatik skolyozlu çocuklarda ise eğim açısı çok fazla değilse ($75 >$) genellikle yoğun bakım gereksinimi oluşmaz. Preoperatif FVK % 50'nin altında olan hastaların yoğun bakım ünitesinde ekstübe edilmesi önerilmektedir ⁽¹⁰⁴⁾.

Etiyolojisi ne olursa olsun; gerek posteriyor gerekse anteriyor füzyon cerrahisinden sonra ilk 3 gün en belirgin olmak üzere 7-10 gün, FVK ve FEV1 preoperatif değerlere göre % 60 azalır. Normale dönmesi 2 ay -1 yıl arasındadır. En sık görülen pulmoner komplikasyonlar atelektazi, pnömoni, akut solunum sıkıntısı sendromu (*acute respiratory distress syndrome- ARDS*) ve pulmoner embolidir. Komplikeasyonlardan sakınmak için solunum egzersizleri-fizyoterapisi postoperatif mümkün olan en erken zamanda başlamalıdır.

Oluşabilecek diğer komplikasyonlar nörolojik hasar, ileus, pnömotoraks, dural kaçak, üriner komplikasyonlar ve uygunsuz ADH sendromudur ^(100,104).

KAYNAKLAR

- 1- Akcalı O, Kosay C. Surgical reconstruction of deformed spine in adolescent idiopathic scoliosis. *World Spinal Column J* 2011; 2: 62-7
- 2- Alıcı E. *Omurga hastalıkları ve deformiteleri*. T.C. Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları, İzmir 1991.
- 3- Aydoğan MS, Korkmaz MF, Özgül U, Erdoğan MA, Yucel A, Karaman A, Tugal T, Durmus M, Colak C. Pain, fentanyl consumption and delirium in adolescents after scoliosis surgery : dexmedetomidine vs midazolam. *Paediatr Anaesth* 2013; 23: 446-452.
- 4- Barış S. Ortopedik girişimlerde anestezi yaklaşım. In: Özcengiz D, Barış S (Eds.). *Pediyatrik Anestezi*. Akademisyen Tıp Yayınevi, Ankara 2014; pp: 745-752.

- 5- Bergenstock M, Min W, Simon AM, Sabatino C, O'Connor JP. A comparasion between the effects of acetaminophen and celecoxib on bone fracture healing in rats. *J Orthop Trauma* 2005; 19: 717-723
- 6- Blussé van Oud-Alblas HJ, Peters JW, de Leeuw TG, Vermeylen KT, de Klerk LW, Tibboel D, Klein J, Weber F. A comparison in adolescents of composite auditory evoked potential index and bispectral index during propofol-remifentanil anesthesia for scoliosis surgery with intraoperative wake-up test. *Anesth Analg* 2008; 107: 1683-1688.
- 7- Borgeat A, Blumenthal S. Postoperative pain management following scoliosis surgery. *Curr Opin Anaesthesiol* 2008; 21: 313-6.
- 8- Bowen RE, Gardner S, Scaduto AA, Eagan M, Beckstead J. Efficacy of intraoperative cell salvage systems in pediatric idiopathic scoliosis patients undergoing posterior spinal fusion with segmental spinal instrumentation. *Spine* 2010; 15: 246-251.
- 9- Browning JL, Heizer ML, Baskin DS. Variations in corticomotor and somatosensory evoked potentials: effects of temperature, halothane anesthesia, and arterial partial pressure of CO₂. *Anesth Analg* 1992 ; 74: 643-648.
- 10- Büyükyıldız GK, Kandemir A, Akra S, Sun S, Bilsel N. Skolyoz ameliyatı sırasında medulla spinalis fonksiyonunun araştırılması (wake up test). *J Turk Anaesth Int Care* 1990; 118: 267-268.
- 11- Carless PA, Henry DA, Moxey AJ, O'Connell DL, Fergusson DA. Cell salvage for minimising perioperative allogeneic blood transfusion. *Cochrane Database Syst Rev* 2003; 4: CD001888.
- 12- Carstensen M, Moller AM. Adding ketamine to morphine for intravenous patient-controlled analgesia for acute postoperative pain: a qualitative review of randomized trials. *Br J Anaesth* 2010; 104: 401-406.
- 13- Cassady JF Jr, Lederhaas G, Cancel DD, Cummings RJ, Loveless EA. A randomized comparison of the effects of continuous thoracic epidural analgesia and intravenous patient-controlled analgesia after posterior spinal fusion in adolescents. *Reg Anesth Pain Med* 2000; 25: 246-523.
- 14- Colomina MJ, Bagó J, Fuentes I. Do antifibrinolytics reduce allogeneic blood transfusion in orthopedic surgery? *Spine* 2009; 34: 1740-1741.
- 15- Coran DL, Rodgers WB, Keane JF, Hall JE, Emans JB. Spinal fusion in patients with congenital heart disease. Predictors of outcome. *Clin Orthop Relat Res* 1999; 364: 99-107.
- 16- Crawford MW, Hickey C, Zaarour C, Howard A, Naser B. Development of acute opioid tolerance during infusion of remifentanil for pediatric scoliosis surgery. *Anesth Analg* 2006; 102: 1662-1667.

- 17- Dhawale AA, Shah SA, Sponseller PD, Bastrom T, Neiss G, Yorgova P, Newton PO, Yaszay B, Abel MF, Shufflebarger H, Gabos PG, Dabney KW, Miller F. Are antifibrinolytics helpful in decreasing blood loss and transfusions during spinal fusion surgery in children with cerebral palsy scoliosis? *Spine* 2012; 37: 549-555.
- 18- Diab M, Smith AR, Kuklo TR. Neural complications in the surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2007; 32: 2739-2763.
- 19- Doyle E, Robinson D, Morton NS. Comparison of patient-controlled analgesia with and without a background infusion after lower abdominal surgery in children. *Br J Anaesth* 1993; 71: 670-673.
- 20- Dupuis C, Michelet D, Hilly J, Diallo T, Vidal C, Delivet H, Nivoche Y, Mazda K, Dahmani S. Predictive factors for homologous transfusion during paediatric scoliosis surgery. *Anaesth Crit Care Pain Med* 2015 ; 34: 327-332.
- 21- Engelhardt T, Zaarour C, Naser B, Pehora C, de Ruitter J, Howard A, Crawford MW. Intraoperative low-dose ketamine does not prevent a remifentanyl-induced increase in morphine requirement after pediatric scoliosis surgery. *Anesth Analg* 2008; 107: 1170-1175.
- 22- Erdogan MA, Ozgul U, Uçar M, Korkmaz MF, Aydogan MS, Ozkan AS, Çolak C, Durmuş M. Patient-controlled intermittent epidural bolus versus epidural infusion for posterior spinal fusion after adolescent idiopathic scoliosis: prospective randomized double-blinded study. *Spine* 2016 Oct 25. [Epub ahead of print]
- 23- Eroğlu A, Erkininçoğlu C, Solak M. Omurga cerrahisinde wake up testi uygulamasında propofol ve sevofluranın karşılaştırılması. *Anestezi Dergisi* 2000; 4: 270-274.
- 24- Eroğlu A, Solak M, Uzunlar H, Ozen I. Wake-up testi yapılan hastalarda propofol ve midazolam anestezisinin karşılaştırılması. *J Turk Anaesth Int Care* 1999; 27: 417-422.
- 25- Eschertzhuber S, Hohlrieder M, Keller C, Oswald E, Kuehbacher G, Innerhofer P. Comparison of high- and low-dose intrathecal morphine for spinal fusion in children. *Br J Anaesth* 2008; 100: 538-543.
- 26- Fieler M, Eich C, Becke K, Badelt G, Leimkühler K, Messroghli L, Boethig D, Sümpelmann R. Metamizole for postoperative pain therapy in 1177 children: a prospective, multicentre, observational, postauthorisation safety study. *Eur J Anaesthesiol* 2015; 32: 839-843.
- 27- Finsterer J, Stollberger C. The heart in human dystrophinopathies. *Cardiology* 2003; 99: 1-19.
- 28- Gall O, Aubineau JV, Berniere J, Desjeux L, Murat I. Analgesic effect of low-dose intrathecal morphine after spinal fusion in children. *Anesthesiology* 2001; 94: 447-452.

- 29- Gauger VT, Voepel-Lewis TD, Burke CN, Kostrzewa AJ, Caird MS, Wagner DS, Farley FA. Epidural analgesia compared with intravenous analgesia after pediatric posterior spinal fusion. *J Pediatr Orthop* 2009; 29: 588-593.
- 30- Glassman SD, Rose SM, Dimar JR, Puno RM, Campbell MJ, Johnson JR. The effect of postoperative nonsteroidal anti-inflammatory drug administration on spinal fusion *Spine* 1998; 23: 834-838.
- 31- Gokel E, Arkan A, Sağıroğlu E, Karıcı A, Maltepe F, Erkin Y. Omurga cerrahisinde fentanil-propofol ile alfentanil-propofol anestezi yöntemlerinin karşılaştırılması ve wake up testi. *Ege Tıp Dergisi* 1990; 29: 1008-1012.
- 32- Goodarzi M, Shier NH, Grogan DP. Effect of intrathecal opioids on somatosensory-evoked potentials during spinal fusion in children. *Spine* 1996; 21: 1565-1568.
- 33- Grottke O, Dietrich PJ, Wiegels S, Wappler F. Intraoperative wake up test and postoperative emergence in patients undergoing spinal surgery: a comparison of intravenous and inhaled anesthetic techniques using short-acting anesthetics. *Anesth Analg* 2004; 99: 1521-1527.
- 34- Gürkan Y, Eroğlu A, Kelsaka E, Kürşad H, Yılmazlar A. Skolyoz cerrahisinde anestezi. *Turk J Anaesth Reanim* 2013; 41: 88-97.
- 35- Harrington PR. Surgical instrumentation for management of scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1960; 42: 1448.
- 36- Harrington PR. The management of scoliosis by spine instrumentation. *South Med J* 1963; 50: 1367-1377.
- 37- Harrington PR. Treatment of scoliosis: correction and internal fixation by spine instrumentation. *J Bone Joint Surg* 2002; 84-A: 316-316.
- 38- Herring JA. Tachjian's *Pediatric Orthopaedics*. 4th Ed, W.B. Saunders Company, New York 2002; pp: 213-299.
- 39- Hibbs RA, Risser JC, Ferguson AB. Scoliosis treated by the fusion operation. *J Bone Joint Surg* 1931; 13: 91-104.
- 40- Hibbs RA. A report of fifty-nine cases of scoliosis treated by the fusion operation. *J Bone Joint Surg* 1924; 6: 3-37.
- 41- Hill GE, Frawley WH, Griffith KE, Forestner JE, Minei JP. Allogeneic blood transfusion increases the risk of postoperative bacterial infection: a meta-analysis. *J Trauma*.2003; 54: 908-114.
- 42- Ho KY, Gan TJ, Habib AS. Gabapentin and postoperative pain—a systematic review of randomized controlled trials. *Pain* 2006; 126: 91-101.
- 43- Inderbitzi R, Flueckiger K, Ris HB. Pain relief and respiratory mechanics during continuous intrapleural bupivacaine administration after thoracotomy. *Thorac Cardiovasc Surg* 1992; 40: 87-89.

- 44- Joly V, Richebe P, Guignard B, Fletcher D, Maurette P, Sessler DI, Chauvin M. Remifentanil-induced postoperative hyperalgesia and its prevention with small-dose ketamine. *Anesthesiology* 2005; 103: 147-155.
- 45- Kafer ER. Respiratory and cardio vascular functions in scoliosis and the principles of anesthetic management. *Anesthesiology* 1980; 52: 339-351.
- 46- Kalappa S, Sridhara RB, Kumaraswamy S. Dexmedetomidine as an adjuvant to pre-emptive caudal epidural ropivacaine for lumbosacral spine surgeries. *J Clin Diagn Res* 2016 ; 10: 22-24.
- 47- Kearon C, Viviani GR, Kirkley A, Killian KJ. Factors determining pulmonary function in adolescent idiopathic thoracic scoliosis. *Am Rev Respir Dis* 1993; 148: 288-294.
- 48- Kirchmann C, Kececioglu D, Korinthenberg R, Dittrich S. Echocardiographic and electrocardiographic findings of cardiomyopathy in Duchenne and Becker-Kiener muscular dystrophies. *Pediatr Cardiol* 2005; 26: 66-72.
- 49- Klatt JW, Mickelson J, Hung M, Durcan S, Miller C, Smith JT. A randomized prospective evaluation of 3 techniques of postoperative painmanagement after posterior spinal instrumentation and fusion. *Spine* 2013; 38: 1626-1631.
- 50- Koscielniak-Nielsen ZJ, Stens-Pedersen HL, Hesselbjerg L. Midazolam-flumazenil versus propofol anaesthesia for scoliosis surgery with wake up tests. *Acta Anaesthesiol Scand* 1998; 42: 111-116.
- 51- Koumbourlis AC. Scoliosis and the respiratory system. *Paediatr Respir Rev* 2006; 7: 152-160.
- 52- Kulkarni AH, Ambareesha M. Scoliosis and anaesthetic considerations. *Indian J Anaesth* 2007; 51: 486-495.
- 53- Kwan MK, Chiu CK, Chan TS, Chong KI, Mohamad SM, Hasan MS, Chan CY. Trajectory of post-operative wound pain within the first two weeks following posterior spinal fusion surgery in adolescent idiopathic scoliosis patients. *Spine* 2016 Sep 23. [Epub ahead of print]
- 54- Lang M, Welte M, Syben R, Hansen D. Effects of hypothermia on median nerve somatosensory evoked potentials during spontaneous circulation. *J Neurosurg Anesthesiol* 2002; 14: 141-145.
- 55- Laupacis A, Fergusson D. Erythropoietin to minimize perioperative blood transfusion: a systematic review of randomized trials. the international study of peri-operative transfusion (isport) investigators. *Transfus Med* 1998; 8: 309-317.
- 56- Liang J, Shen J, Chua S, Fan Y, Zhai J, Feng B, Cai S, Li Z, Xue X. Does intraoperative cell salvage system effectively decrease the need for allogeneic transfusions in scoliotic patients undergoing posterior spinal fusion? A prospective randomized study. *Eur Spine J* 2015; 24: 270-275.

- 57- Liu L, Xiu P, Li Q, Song Y, Chen R, Zhou C. Prevalence of cardiac dysfunction and abnormalities in patients with adolescent idiopathic scoliosis requiring surgery. *Orthopedics* 2010; 1: 21-28.
- 58- Lowry KJ, Tobias J, Kittle D, Burd T, Gaines RW. Postoperative pain control using epidural catheters after anterior spinal fusion for adolescent scoliosis. *Spine* 2001; 26: 1290-1293.
- 59- Malviya S, Polaner DM, Berde CB. Acute pain. In: Cote CJ, Lerman J, Anderson BJ (Eds.). *A Practise of Anesthesia for Infants and Children*, Philadelphia 2013; pp: 909-950.
- 60- Martin DP, Bhalla T, Thung A, Rice J, Beebe A, Samora W, Klamar J, Tobias JD. A Preliminary study of volatile agents or total intravenous anesthesia for neurophysiological monitoring during posterior spinal fusion in adolescents with idiopathic scoliosis. *Spine* 2014; 39: 1318-1324.
- 61- Martin DT, Gries H, Esmonde N, Diggs B, Koh J, Selden NR, Schreiber M, Kuang AA. Implementation of a tranexamic acid protocol to reduce blood loss during cranial vault remodeling for craniosynostosis. *J Craniofac Surg* 2016; 27: 1527-1531.
- 62- McDonnell C, Zaarour C, Hull R, Pehora C, Ahier J, Crawford MW. Pre-treatment with morphine does not prevent the development of remifentanyl-induced hyperalgesia. *Can J Anaesth* 2008; 55: 813-818.
- 63- McLeod LM¹, French B, Flynn JM, Dormans JP, Keren R. Antifibrinolytic use and blood transfusions in pediatric scoliosis surgeries performed at us children's hospitals. *J Spinal Disord Tech* 2015; 28: 460-466.
- 64- Milbrandt TA, Singhal M, Minter C, McClung A, Talwalkar VR, Iwinski HJ, Walker J, Beimesch C, Montgomery C, Sucato DJ. A comparison of three methods of pain control for posterior spinal fusions in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2009; 34: 1499-1503.
- 65- Moustafa AM, Negmi HH, Rabie ME. The combined effect of ketamine and remifentanyl infusions as total intravenous anesthesia for scoliosis surgery in children. *Middle East J Anesthesiol* 2008; 19: 1151-1168.
- 66- Murray JF. Respiratory muscles. In: Murray MF (Ed.). *The Normal Lung*. WB Saunders, Philadelphia 1986; pp: 121-138.
- 67- Newton PO, Faro FD, Gollogly S, Betz RR, Lenke LG, Lowe TG. Results of preoperative pulmonary function testing of adolescents with idiopathic scoliosis. A study of six hundred and thirty-one patients. *J Bone Joint Surg* 2005; 87-A: 1937-1946.
- 68- Park C, Kim JY, Kim C, Chang CH. Nicardipine effects on renal function during spine surgery. *Clin Spine Surg* 2016 May 27. [Epub ahead of print]

- 69- Ravish MDO, Muldowney B, Becker A, Hetzel SMS, McCarthy JJ, Nemeth BA, Noonan KJ. Pain management in patients with adolescent idiopathic scoliosis undergoing posterior spinal fusion: combined intrathecal morphine and continuous epidural versus pca. *J Ped Orthop* 2012; 32: 799-804.
- 70- Rawlins BA, Winter RB, Lonstein JE, Denis F, Kubic PT, Wheeler WB, Ozolins AL. Reconstructive spine surgery in pediatric patients with major loss in vital capacity. *J Pediatr Orthop* 1996; 16: 284-292.
- 71- Reckles LN, Peterson HA, Weidman WH, Bianco AJ Jr. The association of scoliosis and congenital heart defects. *J Bone Joint Surg* 1975; 57-A: 449-455.
- 72- Rusy LM, Hainsworth KR, Nelson TJ, Czarnecki ML, Tassone JC, Thometz JG, Lyon RM, Berens RJ, Weisman SJ. Gabapentin use in pediatric spinal fusion patients: a randomized, double-blind, controlled trial. *Anesth Analg* 2010; 110: 1393-1398.
- 73- Salem MR, Klowden AJ. Anaesthesia for orthopedic surgery. In: Gregory GA (ed). *Pediatric Anesthesia*. 4th edition. Philadelphia: Churchill Livingstone; 2002; 617-661.
- 74- Saudan S, Habre W, Ceroni D, Meyer PA, Greenberg RS, Kaelin A, von Ungern-Sternberg BS. Safety and efficacy of patient controlled epidural analgesia following pediatric spinal surgery. *Paediatr Anaesth* 2008; 18(2): 132-139.
- 75- Schlösser TPC, Colo D, Castelein RM. Etiology and pathogenesis of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine Surg* 2015; 27: 2-8.
- 76- Scoliosis Research Society. (1992, September). Position statement: Somatosensory evoked potential monitoring of neurologic spinal cord function during spinal surgery. Retrieved October 13, from www.SRS.org/professionals/policy/
- 77- Sekar C, Rajasekaran S, Kannan R, Reddy S, Shetty TA, Pithwa YK. Preemptive analgesia for postoperative pain relief in lumbosacral spine surgeries: a randomized controlled trial. *Spine J* 2004; 4: 261-264.
- 78- Sethna NF, Zurakowski D, Brustowicz RM, Bacsik J, Sullivan LJ, Shapiro F. Tranexamic acid reduces intraoperative blood loss in pediatric patient undergoing scoliosis surgery. *Anesthesiology* 2005; 102: 727-732.
- 79- Shannon DC, Riseborough EJ, Valenca LM, Kazemi H. The distribution of abnormal lung function in kyphoscoliosis. *J Bone Joint Surg* 1970; 52-A: 131-144.
- 80- Shapiro F, Sethna N. Blood loss in pediatric spine surgery. *Eur Spine J* 2004; 13: 6-17.
- 81- Shapiro F, Zurakowski D, Sethna NF. Tranexamic acid diminishes intraoperative blood loss and transfusion in spinal fusions for duchenne muscular dystrophy scoliosis. *Spine* 2007; 32: 2278-2283.

- 82- Shneerson JM, Sutton GC, Zorab PA. Causes of death, right ventricular hypertrophy, and congenital heart disease in scoliosis. *Clin Orthop Relat Res* 1978; 135: 52-57.
- 83- Steward DJ, Lerman J. *Manual of Pediatric Anesthesia*. 5 th edition, Churchill Livingstone, Philadelphia 2001; pp: 188-193.
- 84- Stoicea N, Versteeg G, Florescu D, Joseph N, Fiorda-Diaz J, Navarrete V, Bergese S. Ketamine- based anesthetic protocols and evoked potential monitoring: a risk/benefit. *Front Neurosci* 2016; 10: 1-6.
- 85- Subramaniam K, Subramaniam B, Steinbrook RA. Ketamine as adjuvant analgesic to opioids: a quantitative and qualitative systematic review. *Anesth Analg* 2004; 99: 482-495.
- 86- Sucato DJ, Duey-Holtz A, Elerson E, Safavi F. Postoperative analgesia following surgical correction for adolescent idiopathic scoliosis: a comparison of continuous epidural analgesia and patient-controlled analgesia. *Spine* 2005; 30: 211-217.
- 87- Taenzer AH, Clark C. Efficacy of postoperative epidural analgesia in adolescent scoliosis surgery: a meta-analysis. *Paediatr Anaesth* 2010; 20: 135-143.
- 88- Taylor JM, Gropper MA. Critical care challenges in orthopedic surgery patients. *Crit Care Med* 2006; 34: 191-199.
- 89- Tobias JD, Gaines RW, Lowry KJ, Kittle D, Bildner C. A dual epidural catheter technique to provide analgesia following posterior spinal fusion for scoliosis in children and adolescents. *Paediatr Anaesth* 2001; 11: 199-203.
- 90- Toyota S, Amaki Y. Hemodynamic evaluation of the prone position by transoesophageal echo. *J Clin Anesth* 1998; 9: 32-35.
- 91- Tripi PA, Poe-Kochert C, Potzman J, Son-Hing JP, Thompson GH. Intrathecal morphine for postoperative analgesia in patients with idiopathic scoliosis undergoing posterior spinal fusion. *Spine* 2008; 33: 2248-2251.
- 92- Tunali Y, Akçil EF, Dilmen OK, Tutuncu AC, Koksall GM, Akbas S, Vehid H, Yentur E. Efficacy of intravenous paracetamol and dexketoprofen on postoperative pain and morphine consumption after a lumbar disk surgery. *J Neurosurg Anesthesiol* 2013; 25: 143-147.
- 93- Tzortzopoulou A, Cepeda MS, Schumann R, Carr DB. Antifibrinolytic agents for reducing blood loss in scoliosis surgery in children. *Cochrane Database Syst Rev* 2008; 16: CD006883.
- 94- Urban MK, Beckman J, Gordon M, Urganhart B, Boachie-Adjei O. The efficacy of antifibrinolytics in the reduction of blood loss during complex adult reconstructive spine surgery. *Spine* 2001; 26: 1152-1157.

- 95- Uzun S, Aycan IO, Erden IA, Sahin A, Aypar U . The addition of metamizole to morphine and paracetamol improves early postoperative analgesia and patient satisfaction after lumbar disc surgery. *Turk Neurosurg* 2010; 20: 341-347.
- 96- Van Boerum DH, Smith JT, Curtin MJ. A comparison of the effects of patient-controlled analgesia with intravenous opioids versus Epidural analgesia on recovery after surgery for idiopathic scoliosis. *Spine* 2000; 25: 2355-2357.
- 97- Vauzelle C, Stagnara P, Jouvinroux P. Functional monitoring of spinal cord activity during spinal surgery. *Clin Orth* 1973; 93: 173-178.
- 98- Wazeka AN, DiMaio MF, Boachie-Adjei O. Outcome of pediatric patients with severe restrictive lung disease following reconstructive spine surgery.
- 99- Weldon BC, Connor M, White PF. Pediatric PCA the role of concurrent opioid infusions and nurse-controlled analgesia. *Clin J Pain* 1993; 9: 26-33.
- 100- Wilton N C, Anderson BJ. Orthopedic and Spinal Surgery. In: Cote CJ, Lerman J, Anderson BJ (Eds.). *A practise of Anesthesia for Infants and Children*, Elsevier Saunders, Philadelphia 2013; pp: 627-633.
- 101- Wynne-Davies R. Familial (idiopathic) scoliosis. A family survey. *J Bone Joint Surg Br.* 1968; 50: 24-30.
- 102- Yuan N, Skaggs DL, Dorey F, Keens TG: Preoperative predictors of prolonged postoperative mechanical ventilation in children following scoliosis repair. *Pediatr Pulmonol* 2005; 40: 414-419.
- 103- Zhang F, Wang K, Li FN, Huang X, Li Q, Chen Z et al. Effectiveness of tranexamic acid in reducing blood loss in spinal surgery: a meta analysis. *Musculoskeletal Disorders* 2014; 15: 448-
- 104- Zuckerberg AL, Yaster M. Anesthesia for ortopedic surgery . In: Davis PJ, Cladis FP, Motoyama EK (Eds.). *Smith's Anesthesia for Infants and Children*. Elsevier Mosby, Philadelphia 2011; pp: 844-856.

15. Adölesan İdiopatik Skolyoz Cerrahi Tedavisinde Düzeltme ve Enstrümantasyon Tekniklerinin Tarihsel Gelişimi

İ. Teoman BENLİ

GİRİŞ

İdiopatik skolyozun üç boyutlu patolojisinin daha iyi anlaşılmasından sonra hastalığın cerrahi tedavisinde büyük gelişmeler sağlanmıştır ^(73,94). Son yirmi yıldır, çoklu çengel, transpediküler vidalar, çapraz bağlantı ve çift rodlardan oluşan üçüncü nesil modern enstrümantasyon sistemlerinin kullanıma girmesiyle, cerrahi tedavi ile eğriliklerde elde edilen düzeltme miktarları artmış ve bu sistemlere ait başarılı sonuçlar bildiren çalışmalar literatürde artmaya başlamıştır ^(47-48,50,53,56,58,64,67,69,72,75,84,97,102,109,111-112,117,120,130,133-134,142,148,157,159,173,182,186-188,207,216,228-229).

Temel olarak skolyozun cerrahi tedavisinde **amaç**, deformitenin mümkün olduğunca çok düzeltilmesi, omurganın düzeltilmiş halinin - eğrilik boyunca dondurularak (füzyone edilerek)- korunması ve düz bir pelvis üzerinde, başın orta hatta yer aldığı, fizyolojik sagittal konturların eşlik ettiği **dengeli bir omurga** elde etmektir⁽¹³⁰⁾.

Skolyotik eğriliklerinin düzeltilmesi fikri, MÖ 400 yıllarından beri, hekimlerin uğraş konularından biri olmuştur. Corpus Hipocraticum eserinde, Hipokrat, Scammon adını verdiği bir traksiyon cihazı ile eğriliklerin distraksiyon yoluyla düzeltilebileceğini ileri sürmüştür (Şekil-1)⁽¹⁵⁹⁾.



Şekil-1. Hipokrat'ın skolyoz tedavisinde kullandığı scammon cihazı.

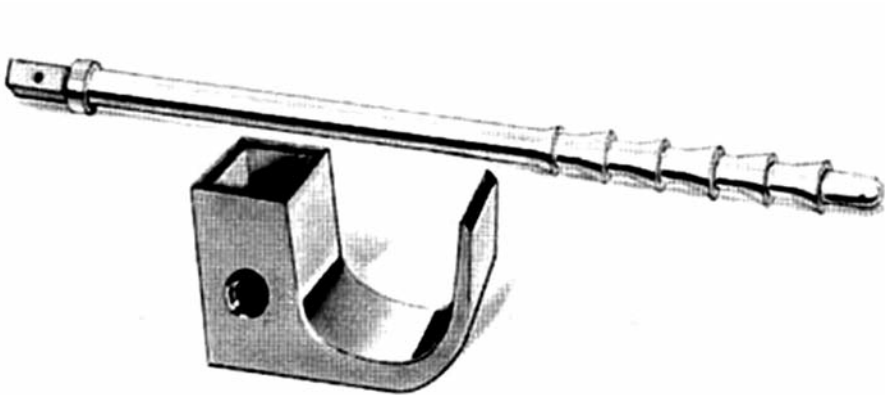
Yüzyıllar boyu, bu öğretiler, çeşitli şekillerde uygulanmış, ancak 19. yüzyıla dek herhangi bir gelişme sağlanamamıştır. Bu yıllarda alçı ile korreksiyon, Avrupa'da uygulanmaktaydı. Hastalara gövde alçısı yapılmakta, aralıklı olarak alçı kesilerek, eğriliğin aksi yönünde hasta bent edilerek tekrarlayan alçılama ile korreksiyon sağlanmaya çalışılmaktaydı^(146,159).

1947 yılında Harrington, Houston, Texas'ta poliomiyelit tedavisi ile meşgul olduğu sırada, eğriliklerde artışın solunum fonksiyonlarını bozduğunu tespit etmesi üzerine, bu sorunun çözümü için omurga deformitelerin düzeltilmesi gerektiğini düşünmüştür. Kendi ifadesine göre, yeni dikilen fidanların eğilmemesi için ağaçların yanlarına konan çubuklar ona ilham vermiştir. Bilindiği üzere eğri bir ağacın bağlı olduğu çubuk imgesi, daha sonraları ortopedi ve travmatoloji bilim dalının da sembolü olmuştur (Şekil-2).



Şekil-2. Türk Ortopedi ve Travmatoloji Birliği (TOTBİD)'in amblemi.

Kendi geliştirdiği çengeller ve çam ağacı şeklindeki rodtan oluşan sistemini kullanarak, 1949 ile 1954 yılları arasında 19 hastayı ameliyat etmiş ve bu süre içinde sistemde önemli modifikasyon yapmıştır (Şekil-3).



Şekil-3. Harrington rod sistemi ve çengelleri

Bu dönemde Harrington, bu gün için artık skolyotik deformitenin düzeltilmesinde hiç kullanmadığımız bir düzeltici kuvveti, yani gerdirme (distraksiyon) kuvvetini kullanmıştır. Harrington, başlangıçta distraksiyon rodlarını, eğriliğin konkav tarafında, üst ve alt omurlarına birbirine zıt yönde yerleştirdiği çengeller arasına yerleştirmiştir (Şekil-4) ⁽¹⁷⁹⁾.



Şekil-4. HRSF uygulaması

1955 ile 1960 yılları arasında, bu kez sistemine, yivli bir rod ilave etmiş ve yine eğriliğin üst ve alt omurlarına koyduğu çengeller arasında kompresyon uygulamasını ikinci düzeltici manevra olarak kullanmıştır. Harrington, kısıtlı olanaklarla metalik implantların biyomekanik dayanıklılık testlerini de yapmıştır. 1960 yılında çalışmalarının sonuçlarını, Amerikan Ortopedi Birliği (AOS) yıllık toplantısında ilk kez sunmuştur. İlk 68 vakanın sonuçlarını, 1962 yılında yayınlamıştır ^(94,179).

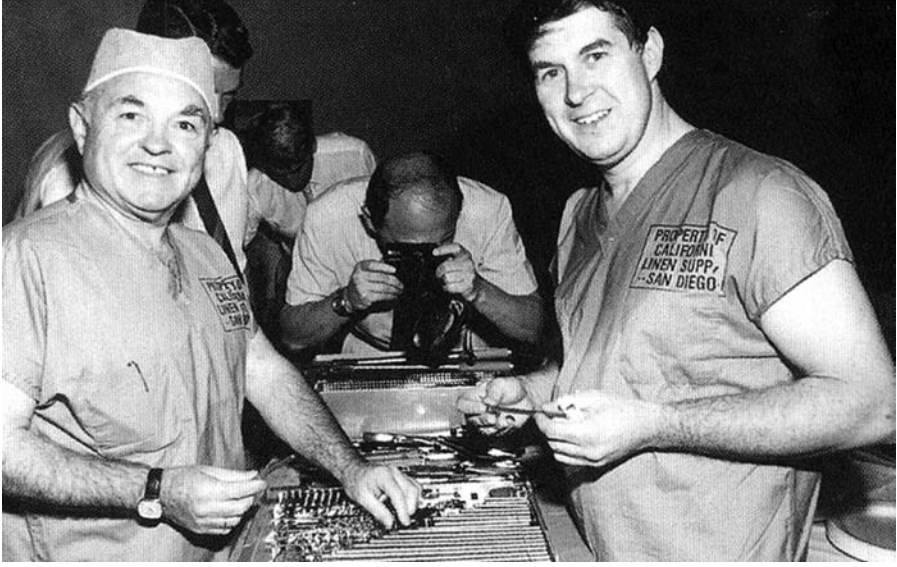
Harrington, kendi sistemini kullanarak opere ettiği 573 vakanın sonuçlarını, 1973 yılında yayınlamış ve bu yayını takiben, sistem tüm dünyada yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır⁽¹⁰³⁾. Harrington, aslında idiopatik skolyozda ilk düzeltici cerrahi girişimi gerçekleştiren kişi değildir. 1960'lı yıllarda zaten spinal füzyon yapılmakta ve postoperatif olarak füzyon sahası uzun süre gövde alçıları ile korunmakta idi. Hibbs ve Albee, bu konuda oldukça geniş seriler yayınlamışlardı⁽¹⁵⁷⁾.

1900'lü yıllarda Lange, ilk metal tespitini idiopatik skolyozda uygulayan kişidir. 1955 yılında Allan, gerdirici kaldıraç (distraction jack) sistemi ile idiopatik skolyozda enstrümantasyon uygulamaya başlamıştır. 1958 yılında Gruca, Allan'ın sistemine benzer bir enstrümantasyon sisteminin ilk sonuçlarını yayınlamıştır. Ne var ki, bu iki sistem de lokalize kalmış, Harrington Rod Sistemi (HRSF) gibi dünya çapında yaygın kullanım olanağına kavuşamamıştır⁽¹⁷⁹⁾.

Harrington rod sistemi, 1980'li yıllara kadar tüm Dünya ortopedistlerince tüm omurga hastalıklarında kullanılmış, birçok yayın yapılmıştır. Sistemin bazı modifikasyonları da piyasaya çıkmış ve başarılı sonuçlar bildiren çalışmalar rapor edilmiştir^(38,44,49,70,74,84).

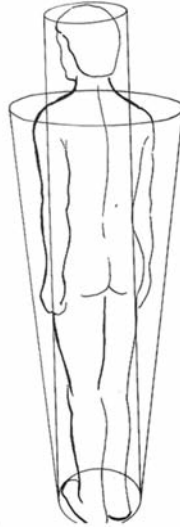
1982 yılında Meksikalı bir ortopedist olan Luque, sublaminar telleme ile skolyoz düzeltilmesini içeren çalışmasını yayınlamıştır⁽¹⁴⁹⁻¹⁵⁰⁾. Sistemin yüksek nörolojik defisit oluşturma oranları, bu sisteme beklenen ilgiyi azaltmıştır^(48,84,94,108,219). Luque, Harrington'dan farklı olarak, günümüzde idiopatik skolyozun korreksiyonu için halen kullanılmakta olan translasyon manevrasının ilk uygulamasını da gerçekleştirmiştir. Nörolojik riskleri nedeniyle tellerin spinöz çıkıntılardan geçirildiği Drummond modifikasyonu da geniş kullanım alanı bulamamıştır⁽⁷⁴⁾.

1984 yılında iki Fransız cerrah, Yves Cotrel ve Jean Dubousset, idiopatik skolyoz tedavisinde, bir devrim niteliğinde olan apikal vertebrada rotasyonel deformitenin düzeltilmesi felsefesine dayanan yeni bir sistem geliştirdiler (Şekil-5).



Şekil-5. Yves Cotrel ve Jean Dubousset

Bu yeni sistemle birlikte, omurgadaki skolyotik deformitenin sadece frontal plandaki yana doğru olan eğriliklerden oluşmadığı, bu deformitenin temel olarak sagittal konturları bozan bir rotasyonel deformite olduğu fikri de kabul edilmeye başlanmıştır ^(56,58,75). Cotrel omurganın stabil olduğu bir koni içinde yer aldığını ileri sürmüştür (Şekil-6).

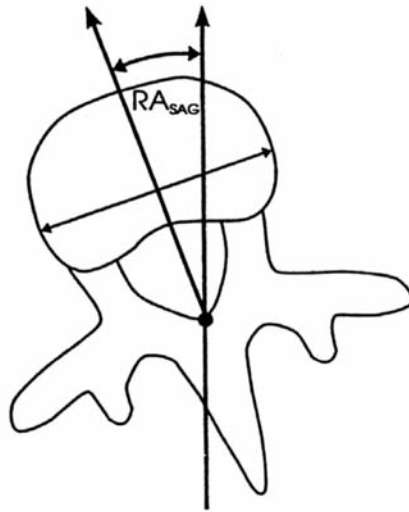


Şekil-6. Cotrel'e göre omurganın stabil olduğu hareket konisi.

Aslında bu görüş, daha önceleri yine bir Fransız olan Stagnara'nın, hastalığın etiopatogenezinde ortaya attığı teori üzerine kurulmuştur. Stagnara, idiopatik skolyozun, omurgadaki bir rotasyonel deformitenin önce sagittal konturları bozduğunu, özellikle torakal bölgede bir lordotik deformite oluştuğunu, skolyotik eğriliğin bunu takiben geliştiğini ileri sürmüştür^(58,191). Stagnara, "plan d'election" olarak adlandırdığı deformitenin tanımlamasında, eğriliğin gerçek derecesinin ölçümü için apikal omurdaki rotasyon kadar bir açı ile çekilen oblik grafilerde ölçülebileceğini iddia etmiştir⁽¹⁹¹⁾.

Stagnara, idiopatik skolyozdaki sagittal planda görülen belli başlı kalıpları da tanımlamıştır⁽¹⁹¹⁾. Aslında omurgadaki skolyotik deformitede rotasyonun önemini üzerinde, ilk kez 1824 yılında Londra'da John Show durmuştur. 1865 yılında Adams, skolyozu torsiyonel bir deformite olarak tanımlamıştır⁽⁵⁸⁾.

1978 ile 1979 yılları arasında Henri Graf ve Jerome Hecquet, direk röntgen ve kompüterize tomografi (CT) görüntülerini bilgisayar ortamında analiz ederek, skolyotik deformitedeki omurların rotasyonel deformitelerini tek tek ölçmeyi başarmışlardır⁽⁵⁸⁾. 1980'li yıllarda Aaro ve Dahlborn, apikal omurgadaki orta hatta ve vertebranın sagittal aksına göre ölçülen rotasyon açılarını tanımlamışlardır (Şekil-7)⁽¹⁻²⁾.

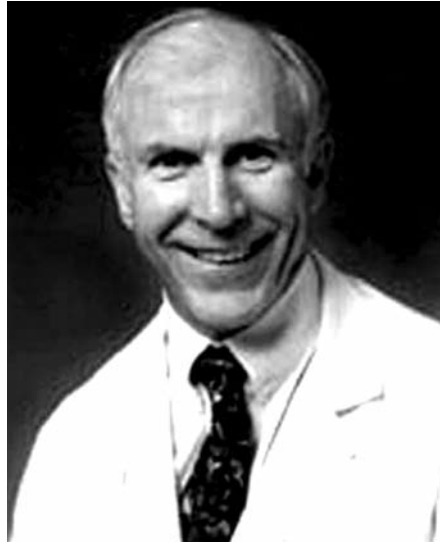


Şekil-7. Aaro ve arkadaşlarının önerdikleri vertebral rotasyon ölçümü.

Cotrel Dubouset (CD) Enstrümantasyon sistemi, 3. nesil modern sistemlerin öncüsü olmuştur. Birçok çengel vida, DTT adı verilen çapraz bağlantılar ve elmas şeklinde çıkıntılara sahip rodlardan oluşan sistem, biyomekanik olarak var olan tüm enstrümantasyon sistemlerinden oldukça dayanıklı ve güvenilir olduğu saptanmıştır. CD sisteminde, skolyotik eğriliğin düzeltilmesi için pençe şeklindeki karşılıklı ters çengeller kullanılmış, aynı rod üzerinde distraksiyon ve kompresyon uygulanabilmesi ve ilaveten sagittal konturların oluşturulması için “detorasyon” manevrası uygulanabilmesi sağlanmıştır ^(56,58,75).

CD uygulamasına ait ilk sonuçlar 1986 yılında Avrupa’da sunulmuş, ancak Dünya çapındaki popülaritesi, 1988 yılında Denis tarafından yapılan tanıtımından sonra gerçekleşmiştir ^(67,75). Takip eden 10 yıl içinde CD sisteminin aşağı yukarı tüm omurga hastalıklarında kullanımına ait başarılı sonuçlar yayınlanmıştır ^(3-4,24-29,31,41,45-46,56,58,115,128-129,131,137-138,145,165,170,175,177,183,207).

90’lı yıllarının başında, Texas Scottish Rite Hastanesi doktorları olan John Herring ve arkadaşları, CD sistemine benzeyen ve benzer manevraları kullanan, ancak rod çengel bağlantısında üç nokta kilitleme sistemi, anatomik çengeller ve pürtüklü sert rodların kullanıldığı ve transvers bağlantı için daha rijit “cross link” plaklarının kullanıldığı yeni bir sistem geliştirdiler (Şekil-8) ^(17-18,50,109).



Şekil-8. TSRH sistemini yaratan grubun başında yer alan John Herring.

Derotasyon manevrasıyla, apikal vertebrada beklendiği gibi belirgin düzelme olmadığı, buna karşın rotasyonel deformitenin iyatrojenik olarak normal segmentlere aktarıldığı, buna bağlı olarak dengesizlik (imbalans) ve dekompanzasyon sorunları ortaya çıktığına ait yayınlar, idiopatik skolyozda yeni korreksiyon yöntemlerinin arayışını ortaya çıkarmıştır (23,29,33-34,46,93,128-129,155,205-206,223). Gerçekte esas problemin, özellikle Tip II ve Tip IV eğriliklerde yetersiz veya hatalı preoperatif planlamanın ve aşırı düzeltmenin (overcorrection) bu problemleri ortaya çıkardığını gösteren ve ileri süren çalışmalar sistem ve derotasyona dayanan düzeltme teknikleri üzerindeki suçlamaları nispeten ortadan kaldırmıştır ve derotasyon manevrası, günümüzde en fazla kullanılan düzeltici manevra olma özelliğini de korumaktadır (25,28-29,33,50).

Gövde denge problemlerden kaçınmak üzere Marc Asher ve arkadaşları, sublaminar tellerin kullanıldığı ancak Luque sisteminden farklı olarak çengel ve Stefee vidalarının kullanıldığı ancak düzeltici manevra olarak orta hatta çekme yani "*translasyonun*" kullanıldığı ISOLA sistemini geliştirdiler. Takip eden yıllarda, ISOLA sisteminin skolyotik eğriliği yüksek oranda düzelttiğini ve gövde dengesini oluşturmakta oldukça başarılı olduğunu ve imbalans ve dekompanzasyon sorunlarına yol açmadığını rapor etmişlerdir (8-9,14).

ISOLA sistemini takiben yine translasyon kullanarak korreksiyon öneren AO grubunun USS sistemi ve Moss Miami sistemleri de kullanılmaya başlanmıştır (64,84,134,216).

Son yıllarda, bu tartışmalara ilaveten, idiopatik skolyozun kozmetik bir sorun olduğu göz önünde tutularak, hem cerrahi endikasyon sınırları genişletilmiş hem de eğriliğin daha fazla düzeltilmesine yönelik çabalar artmıştır (35,102,141). Harms tarafından her seviyeye bilateral transpediküler vida kullanılarak, eğriliklerde önceki klasik ve 3. nesil modern sistemlere nazaran daha fazla korreksiyon elde edilebildiği ileri sürülmüştür.

Güçlendirme (Augmentation) adı verilen bu yöntem kısa zamanda tüm dünyada kullanılır hale gelmiştir (141). 2004 yılında, Benli ve arkadaşları tarafından, stratejik torakal omurlara çengel, torakolomber ve lomber bölgede transpediküler vidalar, Apikal bölgede konkav tarafta sublaminar teller kullanılarak, translasyon ve derotasyonun kombine

kullanıldığı agumantasyon yöntemi ile tüm eğrilikler dâhil edildiğinde ortalama % 80 ± 13.5 korreksiyon elde edildiği, Tip III eğriliklerde ise düzeltme oranının % 98'e ulaştığı rapor edilmiştir⁽³⁵⁾.

Son 20 yıldır, idiopatik skolyoz cerrahi tedavisinde özellikle eğriliğin korreksiyonu açısından yeni bir düzeltici yöntem geliştirilmediğini görmekteyiz. Son yıllarda HRSF'den başlamak üzere, ikinci ve üçüncü nesil sistemlere ait uzun dönem sonuçlar yayınlanmakta ve hastalara yapılan anketler ile hastaların tedaviden tatmin düzeyleri, ağrı ve fonksiyonel kapasitelerini değerlendiren çalışmalar rapor edilmektedir^(10-13,15,20-21,36,57,96-98).

1980'lerden 2000'lere kadar, Dünya çapında kullanım alanı bulan CD, ISOLA, TSRH gibi sistemlerin üretimlerinin durduğu ve uluslararası enstrümantasyon pazarında bir daralma olduğu ve ulusal sistemlerin kullanımının arttığı izlenmektedir. Artık yaygın olarak tüm seviyelere çoğunlukla bilateral olarak transpediküler vida fiksasyonu kullanılmakta olup çengeller ve sublaminar teller tarihin tozlu sayfalarındaki yerini almıştır. Son yıllarda tüm manevralar ve cerrahi işlemler posterior yaklaşımla yapılmaktadır. Posterior osteotomiler ve anteriorda cisimler arasına yine posteriordan yerleştirilen titanium kafesler sirkumferensiyel füzyon için daha yaygın kullanılmaktadır. Diğer taraftan hem osteotomilerin ve nöromonitorizasyonun yaygın kullanımı rijid eğriliklerde anterior gevşetme ve osteotomilere gereksinimi ortadan kaldırmış ve bu tür eğriliklerde yüksek düzeltme oranları elde edilmesini, buna karşın düşük komplikasyon oranları görülmesini sağlamıştır.

İDİOPATİK SKOLYOZDA DÜZELTİCİ MANEVRALAR VE ENSTRÜMANTASYON SİSTEMLERİ

Skolyoz cerrahisinde *enstrümantasyonun amacı deformiteyi mümkün olduğunca düzeltmek, füzyon kitlesi oluşuncaya kadar omurgayı düzeltilmiş pozisyonda sabitlemektir*. Çok iyi düzeltilmiş bir omurga eğilme momentine ve tensil kuvvetlere daha az maruz kalır. Ancak sistemin biyomekanik dayanıklılığı iyi bir füzyon oluşana dek en önemli ön gerekliliği oluşturur^(84,130).

İdeal bir spinal enstrümantasyon sistemi bu nedenle biyomekanik olarak yüksek dayanıklılığa sahip, güvenli ve etkili olmalıdır. Dış destek, cihaz veya alçı gerektirmeden bütün fizyolojik yüklenmelere karşı düzeltilmiş omurgayı koruyabilmelidir. Ameliyat süresini uzatmayacak kadar basit uygulanabilir, frontal, sagittal ve tranvers plandaki deformitelerin düzeltilmesini sağlamalı, frontal ve sagittal plandaki fizyolojik konturları⁽⁴⁰⁾ oluşturarak gövde dengesini restore etmelidir.

Enstrümantasyon sistemi vücuda ve daha sonra yapılacak radyolojik girişimlere (özellikle MR) uyumlu olmalıdır. Ne aşırı sert ne de aşırı yumuşak bir metalden yapılmış olmamalı, korozyon veya aşınma yoluyla metal hastalığına yol açmamalıdır. Gerektiği zaman revize edilebilmeli veya istendiğinde kolaylıkla çıkartılabilmelidir^(84,109,116). Son olarak enstrümantasyon sistemi ekonomik olarak elverişli ve ucuz olmalıdır⁽¹⁰⁹⁾. MR uyumlu titanyumdan yapılmış çoklu çengel – vida, multifilaman teller ve daha rijit rodlar ile yapılan ve transvers bağlantılarla rijid bir çerçeve kurabilen üçüncü nesil modern segmenter sistemler, kısmen bu özellikleri üzerinde toplasa da, günümüzde ideal bir sisteme ulaşıldığı söylenemez.

İdiopatik skolyozun cerrahi tedavisinde tarihsel olarak ilk kullanılan yöntem, eğriliğin karşı tarafına doğru hastanın eğilmesinden oluşan “bending” yöntemidir. Bu yöntem uzun yıllar posterior dan yapılan füzyonu takiben alçılama esnasında kullanılmıştır. Moe tarafından kullanılmaya başlayan bu manevra ile hastaların büyük kısmında füzyonun tam oluşmaması, psödoartroz sonucu eğriliklerde artışlarla sonuçlanmıştır^(139,157,159,207).

Tarihsel olarak skolyotik eğriliğin düzeltilmesi için baştan beri enstrümantasyon sistemleri kullanılmış ve metal implantlarla düzeltilmiş olan omurga sabit tutulmaya çalışılmıştır. Enstrümantasyon sistemlerini, geliştirildiği döneme ve kullanım özelliklerine göre üçe ayırmak mümkündür. Buna göre birinci, ikinci ve üçüncü nesil enstrümantasyon sistemleri olarak sınıflanmaktadır. Birinci nesil enstrümantasyon sistemi Harrington Rod sistemidir. Luque'nin “Segmental Spinal Enstrümantasyon” sistemi ve Harrington rodu kullanan sublaminal tellerle yöntemleri 2. nesil enstrümantasyon sistemleridir. Cotrel - Dubousset ile enstrümantasyonu ile başlayan dönem ise “Modern Segmenter Spinal Enstrümantasyon Sistemleri” olup, bunlar çoklu çengel,

vida ve telleri kullanan, çapraz bağlantılarla rijit bir çerçeve kuran, aynı rod üzerinde hem kompresyon hem de distraksiyon uygulanabilen, 3. nesil enstrümantasyon sistemlerini oluşturmaktadır. CD dışında TSRH, Isola, Moss Miami, AO-USS gibi ve bunların modifikasyonları 3. nesil enstrümantasyon sistemlerinden bir kaçını oluşturmaktadır ^(84,109).

Her spinal enstrümantasyon sistemi, skolyotik eğriliğin düzeltilmesinde yeni bir düzeltici manevrayı da beraberinde getirmiştir. Gerçek anlamda implantasyon sistemlerinin ilki kabul edilen HRSF'den itibaren sırasıyla düzeltici kuvvet olarak, distraksiyon, distraksiyon – kompresyon, translasyon, derotasyon ve kombine translasyon ve derotasyon manevraları kullanılmıştır ^(47-48,84,179).

Harrington tarafından geliştirilen distraksiyon rod sistemi ile düzeltici manevra olarak konkav tarafta distraksiyon kuvveti uygulanmaya başlanmıştır. Takip eden yıllarda HRSF sistemine konveks tarafa da bir rod ilavesiyle konveks tarafta da kompresyon uygulanmaya başlanmıştır ⁽¹⁷⁹⁾. 1980 yıllarında, Luque bu kez sublaminar teller kullanarak birbirine doğru bükülmüş çift roda doğru eğriliğin çekildiği bir sistem geliştirmiş böylece idiopatik skolyozun düzeltilmesinde 2. bir manevra yani “translasyon” kullanılmaya başlamıştır ⁽¹⁴⁹⁻¹⁵⁰⁾.

1986 yılında CD sisteminin geliştirilmesiyle 3. nesil modern sistemler kullanıma geçmiş ve skolyotik eğriliğin düzeltilmesinde “derotasyon manevrası” kullanılmaya başlanmıştır ^(56,58). Sistemin gövde dengesi üzerindeki olumsuz etkilerini elimine etmek üzere geçmişe bir dönüş olmuş ve translasyon sistemini kullanan ancak çengel ve vidalarla kombine edilmiş sublaminar tellerin kullanıldığı ISOLA sistemi gibi 3. nesil yeni modern segmenter sistemler geliştirilmiştir ⁽⁸⁾.

1980'lerden sonra HRSF'nin kullandığı distraksiyon, sadece çengellerin sublaminar yerleştirilmesi sırasında minimal kullanılmakta olup, nöral defisite sebep olan en önemli kuvvet olduğu için günümüzde skolyotik eğriliğin korreksiyonunda kullanılmamaktadır. Kompresyon ise 2000'lerde enstrümantasyon sisteminin sağlamlığını artırmak için yapılan transversopediküler çengel pençesi oluşturmak için ve lomber bölgede lordotik etki oluşturmak üzere kullanılmıştır. Sonuç olarak günümüzde sadece derotasyon ve translasyon manevraları skolyotik eğriliğin düzeltilmesinde kullanılan manevralardır.

1. BİRİNCİ NESİL ENSTRÜMANTASYON SİSTEMLERİ VE DİSTRAKSİYON, DİSTRAKSİYON – KOMPRESYON:

a) Harrington Rod Sistemi (Hrsf) ve Modifikasyonları:

1962 yılında Harrington idiopatik skolyozda ilk etkili enstrümantasyon sistemini geliştirmiştir. Bunu takip eden yaklaşık 30 yıllık bir süre, posterior füzyon ve 6-9 ay süre ile cihaz veya alçı ile immobilizasyon ile kullanılan HRSF idiopatik skolyozun altın standart tedavi metodu olmuştur. Bu teknikle nörolojik defisit oranı yaklaşık % 1 olarak bildirilmiştir. Psödoartroz oranları birçok yayında farklı oranlar verilmesine karşın % 10 civarında olduğu rapor edilmiştir.

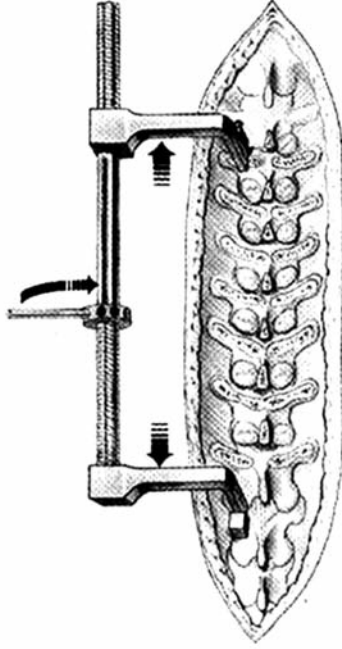
Sistem yaklaşık olarak eğilme grafilerinde saptanan düzelme oranları kadar eğrilikleri düzeltebilmektedir. Global olarak eğriliği gerdirerek yapılan düzeltme ile ortalama % 50 civarında korreksiyon oranları elde edildiği bildirilmektedir ⁽⁹⁴⁾.

Harrington rod sisteminde gerdirici üst çengel eğriliğin üst son vertebraasına yerleştirilir. Bu gerdirici çengel önceleri sublaminar yerleştirilirken, sonraları laterale çengelin yer değiştirerek çıkmasını önlemek üzere Zielke'nin bifid pediküler çengeli ile subpediküler olarak yerleştirilmeye başlanmıştır ⁽¹⁷⁹⁾.

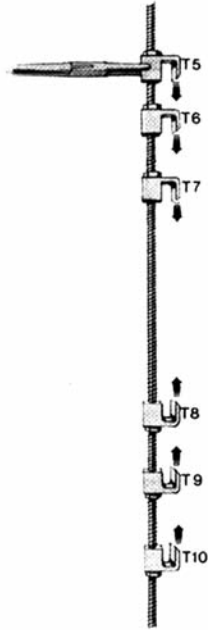
Alt gerdirici çengel ise eğriliğin hemen altında yer alan stabil omura sublaminar olarak üstteki çengelle ters yönde yani aşağı doğru yerleştirilir. Daha sonra araya konulan üst kısmı çam ağacı şeklinde olan Harrington rodu bu iki çengele sokulur bir distraktör (outrigger) yardımıyla eğrilik bir bütün olarak gerdirilir (Şekil-9).

İlk yıllarda, işlem, bu şekilde sonlandırılıp, posterior füzyon yapılırken, daha sonra Harrington, sisteme konveks tarafa yerleştirdiği kompresyon sistemini ilave etmiştir (Şekil-10).

Kompresyon sisteminde, alttaki yukarı yönlendirilmiş olan açık çengel, önceden roda yerleştirilmiş olan somunların yivli rod üzerinde çevrilerek sıkıştırılması ile üstte oluşturulan bir çengel pençesine doğru komprese edilir ve böylece eğriliğin konveks tarafında uygulanan bu sıkıştırıcı moment ile eğriliğin daha da düzeltilmesine veya düzeltilmiş olan eğriliğin korunmasına yardımcı bir etki sağlanmış olur ⁽¹⁷⁹⁾.



Şekil-9. HRSF sisteminde distraksiyon için kullanılan outrigger cihazı



Şekil-10. HRSF sistemine eklenen kompresyon rodu

Harrington, 1947'den beri üzerinde çalıştığı sistemin, ilk sonuçlarını, 1962'de yayınlamıştır. Bu çalışmada, ilk 129 hastanın başarılı sonuçları yer almıştır. Daha sonraki yıllarda Harrington Rod sisteminin güvenli ve etkili olduğuna dair birçok yayın yapılmıştır ⁽¹⁷⁹⁾. Düzeltme yüzdesi ve füzyon oranları önceki tekniklerle mukayese edildiğinde daha fazla olduğu saptanmıştır. HRSF sistemi kullanıma geçmesini takip eden 25 yıl boyunca Dünya yüzeyinde en çok kullanılan sistem olmuştur ^(70,81,94,147,179).

Harrington sistemindeki sonraki yıllardaki en önemli modifikasyonlardan biri postoperatif gövde alçısı uygulama süresidir. Başlangıçta ameliyat sonrası 10 gün uygulanması önerilirken, bu sürenin hastanın durumuna göre 6- 9 ay olması gerektiği ileri sürülmüştür. Alçı ile immobilizasyon alçıdan kaynaklanan ciddi sorunları da beraberinde getirmiştir. Bası yaraları, alçı sendromu, osteoporoz ve kaslarda atrofi, hasta uyumsuzluğu bu sorunların başlıcalarıdır ⁽¹⁷⁹⁾.

1990 yılında Dickson ve arkadaşları, 1961–1963 yılları arası opere edilen hastanın 21 yıllık sonuçlarını yayınlamışlardır. Bu çalışmada hastaların fonksiyonel kapasitede azalmasının ve bel ağrılarının kontrol grubu nazaran daha fazla olduğu belirlenmiştir ⁽⁷⁰⁾.

Zaman içinde mükemmel dekortikasyon ve otolog greftlerle daha iyi bir füzyon uygulamalarıyla füzyon oranları artmış, ancak yine de yüksek psödoartroz riskinin varlığı benzer olarak devam etmiştir ^(57,73,84,169,220). HRSF ile daha ciddi eğrilerde (90° üzerinde % 70), fleksibl eğriliklere (45° - % 35) nazaran daha fazla düzeltme sağlandığına ait yayınlar, posterior enstrümantasyon öncesi, her hastaya anterior gevşetme ve/veya preoperatif traksiyon uygulanmış olmasına bağlanmaktadır ⁽⁸⁴⁾.

Harrington Rod sistemi ile distraksiyon uygulaması ile korreksiyon sırasında gerdirici kuvvet özellikle üst ve alt distraktif çengelleri aracılığı ile eğriliğin üst ve alt son omurlarına uygulanmaktadır. Yüklenme, omurların dayanma gücünün üstüne çıktığında lamina veya pedikül kırıkları oluşmaktadır. Distraksiyon bazen de rodun distal çengelden çıkmasına yol açabilmektedir ^(84,109). HRSF'ye ait rod kırılma oranları, % 40 civarında bildirilmiştir ^(57,109).

HRSF'nin sahip olduğu en önemli risklerden biri nörolojik defisit gelişmesi riskidir. Bu risk, ameliyat esnasında uyandırma (wake up) testi yapılarak azaltılmıştır, ancak literatürde % 1 ile % 20 arasında değişen oranlarda medulla spinalisin gerilmesine bağlı olarak kalıcı nörolojik hasar olduğu bildirilmiştir. Çoğu spinal cerrah, bu riskle karşılaşmamak için aşırı distraksiyondan kaçınarak, düşük korreksiyon oranlarıyla yetinmek zorunda kalmıştır⁽⁹⁴⁾.

Harrington rod sistemi ile elde edilen düzelmenin takiplerde % 30 ile % 40'ının korunabildiği görülmektedir. Korreksiyon kayıpları, genellikle, çengellerin çıkması, lamina kırıkları veya rodların kırılması ve psödoartroz sonucu gelişmektedir⁽¹⁰⁹⁾.

Tek torasik eğriliklerde, psödoartroz oranları oldukça düşükken, çift majör eğriliklerde bu oran oldukça yüksektir^(57,109). Bialik ve Piggott, HRSF kullanılarak cerrahi koreksiyonları yapılan 381 hastada psödoartroz oranını % 6.6 olarak bildirmişlerdir⁽⁴⁴⁾.

Eğrilik boyunca distraksiyon uygulanması, omurganın boyunun uzamasına yol açıyor olsa da, skolyotik eğrilikle beraber sagittal eğriliklerinde azalmasına yol açmaktadır. HRSF sisteminde başlangıçta kullanılan çam ağacı şeklindeki rodların yerini düz rodla bırakmasına ve rodların sagittal konturlara göre prebend edilmesine karşın, torakal bölgede lordotik etki ile kifozun azalması, lomber bölgede lordozun artışı önlenememiştir^(94,109).

Moe, Harrington rodlarının distal ucunu ve buna karşılık gelen çengelin kanalını kare şeklinde modifiye ederek rodların rotasyonu engellemeye çalışmış, böylece lordotik etkiyi azaltmaya çalışmıştır. Lagrone ise distaldeki omurların spinal proseslerini birbirine bağlayarak lordozu artırmayı denemiştir. Distraksiyon ve prebend edilmemiş düz rodla ile en sık karşılaşılan problem, düz sırt oluşumudur ki, bu sagittal gövde dengesinin bozulmasına ve mekanik ağırların oluşmasına yol açmaktadır^(94,109).

HRSF sisteminin diğer geç komplikasyonu enstrümantasyonun üst kısmında bursit oluşumudur. Özellikle soldaki distraktif çengele binen yüklenme ve hastanın zayıf olması, bu durumun en önemli sebebidir. Ne yazık ki, rodun aşırı mütebariz olduğu durumlarda, bu bursit alanından rod ciltten protrüze olabilir. Böylesi bir durumda implantların çıkartılması

gerkebilir ^(94,179). Füzyon henüz oluşmadı ise rodun sadece dışarıdan görünen kısmı kesip çıkartılırken, füzyon kitlesinin oluşmasını takiben rodun tamamı çıkartılması önerilmektedir ⁽¹⁷⁹⁾.

Sonuç itibariyle HRSF sistemi, tüm dünyada yaklaşık 25 yıl boyunca idiopatik skolyozda en önemli tedavi seçeneği olarak kullanılmasına karşın düşük korreksiyon oranları, sagittal gövde dengesine olumsuz etkileri, implant yetmezlikleri, yüksek korreksiyon kayıplarına sahip olması, psödoartroza yol açması ve uzun süre immobilizasyon gerekliliği nedeniyle artık terk edilmiştir.

2- İKİNCİ NESİL SPİNAL İMPLANTLAR -TRANSLASYON:

İkinci nesil spinal implantlar, Luque'nin sublaminar telleme sistemi ve sublaminar telle kullanılan HRSF modifikasyonlarıdır ⁽¹⁰⁹⁾. 1970 yıllarının başlarında, Meksika'lı bir cerrah olan Eduardo Luque, birbirlerine bağlanan "L" şeklindeki rodlar ile her seviyeye konulan sublaminar tellerden oluşan ve "Segmentler Spinal Enstrümantasyon" (SSI) adını verdiği yeni bir sistemi geliştirmiştir ^(84,109). Sistemle ilgili ilk sonuçlarını, 1982'de yayınlanan Luque, bu yeni spinal implantı, 1984'de tüm Dünya'ya tanıtmıştır. Luque, bu yeni sistemi, başlangıçta nöromusküler skolyoz için tasarlayıp, kullanmaya başlamasına karşın, idiopatik skolyozda da kullanmaya başlamıştır ⁽¹⁴⁹⁻¹⁵⁰⁾.

Sublaminar çelik teller, tüm omur seviyelerinden ikişer adet geçirilip, önceden sagittal konturlara göre prebend edilen rodla tutturulup, hem konkav, hem de konveks alanda bükülerek sıkılır. Rodlar da birbirlerine teller yardımıyla tutturulur. SSI kullanılarak yapılan çalışmalar, Harrington Rod sistemine göre skolyotik eğrilerde daha yüksek korreksiyon oranları elde edildiğini, sagittal konturların rekonstrüksiyonunda ise tartışmasız çok üstün olduğunu göstermiştir. Üstelik sistem HRSF'nin aksine postoperatif dış destek gerekmediği bildirilmiştir ⁽¹⁰⁹⁾.

SSI ile yapılan biyomekanik çalışmalar da, sistemin özellikle torsiyonel kuvvetlere karşı, HRSF'den çok üstün olduğunu göstermiştir. Ancak, sistemin biyomekanik olarak en büyük defekti, tellerin bağlandığı rodların yukarı aşağı doğru migrasyonu ve buna bağlı olarak kurulan çerçevenin bozularak koreksiyon kayıplarına yol açması olduğu rapor edilmiştir ^(16,84).

1989 yılında Johnston, biyomekanik çalışmalarında, çok iyi bir şekilde sıkılmış olsa da, sublaminar tellerin, rodların migrasyonuna engel olmadığını göstermiştir⁽¹¹⁶⁾. Johnston ve arkadaşları, bu çalışmada, daha sonra TSRH sisteminde kullanacakları çapraz bağlantı (crosslink) plaklarının kullanılmasıyla bu komplikasyonun önlenebileceğini ileri sürmüşlerdir⁽¹¹⁵⁾.

Luque sublaminar telleme sistemi ile en önemli dezavantajı, tellerin konulması esnasında veya daha sonra tellerin kırılmasıyla medulla spinalise batmasıyla ortaya çıkan nörolojik defisit riskidir. Luque-SSI ile bu oran, ortalama % 17 olarak bildirilmektedir^(39,161,219).

SSI sistemiyle yüksek korreksiyon oranları rapor edilmesine karşın, literatürde özellikle bahse konu olan rod migrasyonu, implant yetmezlikleri, füzyon sahasının implantasyon nedeniyle daralmasına bağlanan düşük kaynama oranları ve yüksek korreksiyon kayıplarını bildiren çalışmalar da mevcuttur. Bu nedenle, SSI uygulaması sonrası, 2-4 ay süre ile eksternal destek uygulaması da önerilmiştir⁽¹⁰⁸⁻¹⁰⁹⁾.

1991 yılında, Gürbüz ve arkadaşları, 21 sublaminar telleme yapılan hastanın sonuçlarını rapor etmişlerdir. Bu çalışmada, skolyotik majör eğriliklerde, % 45.2 düzelme sağlandığı, 17.3° (3°-45°) korreksiyon kaybı olduğu, hastaların % 14.3'ünde nörolojik defisit ve hastaların tamamı ve erken-geç tüm komplikasyonların tamamı dahil edildiğinde, hastaların % 57.1'inde komplikasyon geliştiği bildirilmiştir⁽⁹⁵⁾.

Rod migrasyonunu azaltmak ve daha rijit bir çerçeve oluşturmak üzere, temel olarak Luque SI'nun bir modifikasyonu, Dove tarafından "Hartshill dörtgeni" adıyla geliştirilmiş ve kullanıma geçmiştir. Sistemle ilgili çalışmalar, bu yeni sistemle benzer korreksiyon oranları elde edebileceğini ve daha düşük korreksiyon kayıpları oluştuğunu göstermiştir⁽⁷²⁾.

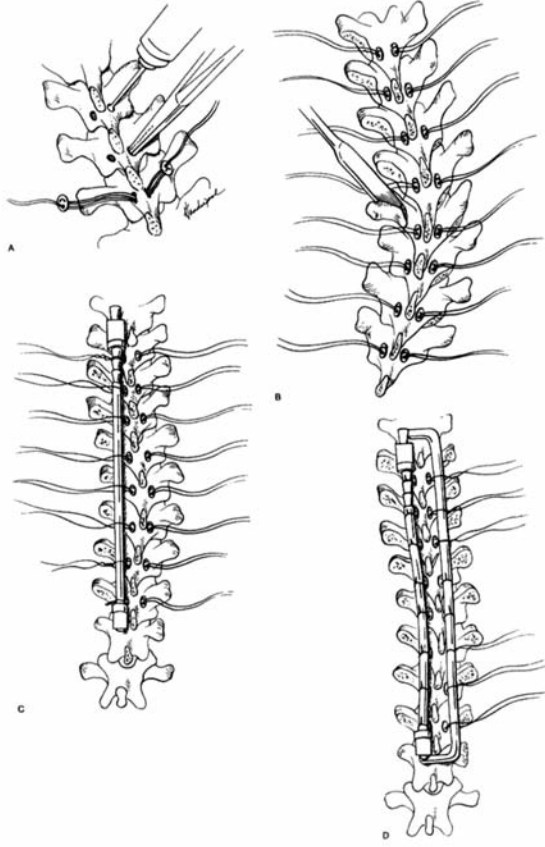
Luque-SSI sistemi ile HRSF sisteminden farklı olarak, yeni bir düzeltici manevra, yani omurganın yana doğru çekilmesi (translasyon) manevrası kullanıma geçmiştir. O dönemde, çok fazla görülen nörolojik defisitinin başlıca sebebi (öğrenme periyodunda) tellerin geçirilmesi sırasında yapılan hatalar ve tellerin metalik özelliklerine bağlı olarak özellikle torsiyonel

kuvvetlere zayıf direnci nedeniyle kolay kırılıyor olmasıydı. Hatta sistem distraksiyon manevrasını kullanmadığı için bu anlamda nörolojik yönden daha güvenli bir yöntemdi. Ancak, yüksek komplikasyon oranları nedeni ile sistem, maalesef, Dünya çapında popülerize olmamış ve yaygın kullanım alanı bulamamıştır. Diğer taraftan, çengel ve vidaların ilave edildiği ve bazı modifikasyonların yapıldığı Luque SSI – III sistemi, 2010'lu yıllara kadar kullanılmıştır ⁽¹⁰⁹⁾.

SSI'nin kullanıma geçmesiyle iki sistemi kombine eden "Sublaminar Telleme ile HRSF" veya "Harri – Luque" denilen hibrid bir sistem de kullanılmaya başlanmıştır. Sistem Luque rodlarının kullanılmasıyla distraksiyon sonucu oluşan torakal hipokifotik etkinin azaltılması sağlanmıştır. Sublaminar tellerin kullanımı ile çengellerin laterale deplase olmaları da engellenmiştir. HRSF ile sadece distraksiyon uygulanırken, buna ilaveten sublaminar tellemenin ilave edilmesi ile elde edilen korreksiyon oranlarını da artmıştır. Daha rijit bir çerçeve kurulduğu için postoperatif eksternal cihaz veya alçı kullanımı gerekliliği ortadan kalkmıştır. Bu özelliği ile ayrıca, korreksiyon kayıpları, HRSF'ye nazaran daha düşük olduğu da rapor edilmiştir ^(160,190). Ancak, Willber'e göre, Harri – Luque sistemi, SSI sistemi kadar yüksek nörolojik defisit oranlarına sahiptir ⁽²¹⁹⁾.

Distraksiyonu takiben sublaminar tellerin sıkılması, sagittal konturlarda hipokifotik etkiyi daha da artırmakta, buna bağlı olarak düz sırt oluşma ihtimali de artmaktadır. Tellerin sıkılması esnasında alt çengelin yerinden çıkması oldukça sık görülmektedir ⁽⁹⁴⁾. Tellerin sıkılmasıyla (eğriliğe doğru rodun çekilmesiyle, derote olması sonucu) prebend edilen roda verilen sagittal konturların da azaldığı gözlenmiştir ⁽²²¹⁾. Moe ve arkadaşları, rodun alt ucunun kare şeklinde yapılmasıyla bu sorunu gidermeye çalışmışlardır ⁽¹⁹⁰⁾.

Hem SSI, hem de Harri – Luque sistemlerinin yüksek nörolojik defisit potansiyeline sahip olması, Drummond'u, tellerin spinöz prosesin tabanından geçirildiği, bir Harri – Luque sistemi modifikasyonu geliştirmeye itmiştir. Wisconsin Segmental Spinal Sistemi (WISS) adı verilen sistemde, teller, bir düğme ile laminaya tutturulmaktadır (Şekil-11).



Şekil-11. Luque sublaminar telleme sisteminin (SSI) uygulama tekniği

Biyomekanik olarak, Drummond, subspinöz alanın, sublaminar alandan torakal bölgede % 117, lomber bölgede % 73 oranında daha kalın ve güçlü olduğunu ileri sürmüştür. Drummond kendi hastalarının hiçbirinde eksternal destek kullanmadığını bildirmiştir. Bu sistemle tedavi edilen hiç bir hastada nörolojik defisit görülmemiştir. Prebend edilen rodlar ile sagittal konturlar, HRSF'ye nazaran daha başarılı rekonstrüksiyonlar sağlanmıştır^(74,94). Sistem ayrıca kolay uygulanabilir, ucuz ve güvenli olması bakımından, SSI sisteminden belirgin olarak üstündür⁽¹¹⁴⁾. En önemli dezavantajı, füzyon sahasının daralması, dekortikasyon sırasında tellerin kurtulmasıdır. Crawford tarafından Luque rodları yerine konveks tarafta kompresyon rodlarının kullanıldığı bir modifikasyonu da vardır⁽⁹⁴⁾.

3- ÜÇÜNCÜ NESİL ENSTRÜMANTASYON SİSTEMLERİ:

a) Cotrel – Dubousset Enstrümantasyon Sistemi, Üç Düzlemli Düzeltme ve Derotasyon Manevrası:

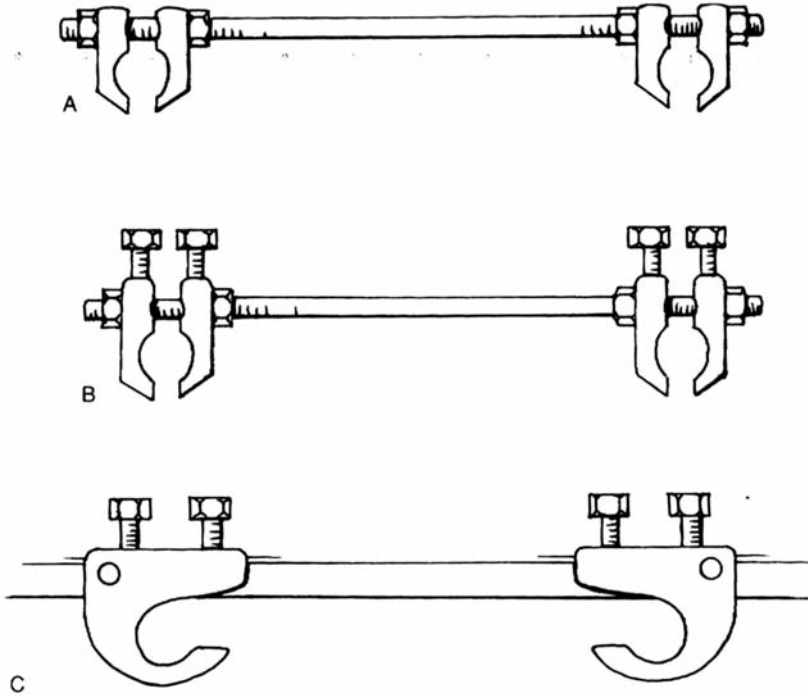
Son yirmi yıldır, idiopatik skolyozun üç planlı patolojisi ve doğal seyri için daha iyi anlaşılması, implant teknolojisindeki ve biyomekanikteki büyük gelişmeler idiopatik skolyozun cerrahi tedavisinde de büyük gelişmeler sağlamış ve 1980 yıllarda 3. nesil enstrümantasyon sistemleri kullanılmaya başlamıştır. Bu yeni nesil sistemler, temel olarak stratejik omurlara çoklu çengel, vida ve tellerin yerleştirilmesinden, çapraz bağlantılarla birleştirilen çift rodlar ile oluşturulan rijit çerçeveden oluşmaktadır (47-48,50,56,58,64,67,72,75,84,97,102,109,111-112,117,120,130,134,157,159,182,188,207,216,228-229). Çoklu çengellerle oluşturulan bu yeni sistemler, omurganın daha çok noktadan sabitlendiği ve bir kısım çengellerin birbirine ters şekilde yerleştirilmesiyle elde edilen pençe (claw) uygulamaları ve transpediküler vidaların kullanılması, çapraz bağlantı rod ve plaklarıyla daha rijid bir çerçeve oluşturulması, biyomekanik olarak aksiyel yüklenme, eğilme ve torsiyonel momentlere daha dayanıklı bir fiksasyonun oluşturulmasını sağlamıştır. Oluşturulan bu rijid fiksasyon ile korreksiyon kayıpları oldukça azalmış, postoperatif eksternal destek cihazlarının ve gövde alçılarının yapılmasına gerek kalmamıştır (4,84,109,207).

Üçüncü nesil spinal implant sistemlerinin öncüsü iki Fransız cerrah olan Yves Cotrel ve Jean Dubousset tarafından geliştirilen Cotrel - Dubousset (CD) enstrümantasyon sistemidir (50).

Yves Cotrel, 1948 yılında genç bir ortopedist iken, Fransa'da Berck – Plage kentinde Callot enstitüsünde çalışmaya ve özellikle Pott hastalığı ile uğraşmaya başlamıştır. O yıllarda Pott hastalığı, Callot tarafından tarif edildiği üzere, gövde alçısı ile tedavi ediliyordu. 1953 yılında Cotrel, turn-buckle alçısı ile Stagnara yöntemiyle deformitelerin koreksiyonuna başlamıştır. Bu yöntemde, maksimum koreksiyon elde edildiğinde, alçıdan açılan pencereden eğriliğin füzyonu yapılıyordu (50).

1958 yılında, Cotrel, 6 aylık bir fellowship programı için, John Cobb'un desteğiyle Amerika Birleşik Devletlerinde, New York Özel Cerrahi Hastanesine gitmiştir. Bu program sırasında Cotrel, California Pasedana'da bulunan Risser'in yanına gitmiş ve ondan idiopatik skolyozda uyguladığı yöntemi öğrenmiştir (50).

Houston'da katıldığı bir toplantıda Paul Harrington ile tanışmış ve ondan çok etkilenmiştir. New York'a döndüğünde, John Moe ve Walter Blount ile çalışma olanağı bulmuştur. Takip eden 15 yıl içinde Cotrel, birçok yeni teknik geliştirmiştir. Bunlardan biri 1958 yılında uygulamaya başladığı idiyopatik skolyozun pasif kuvvetlerle alçı içinde düzeltme tekniği olan EDF tekniğidir. 1964 yılında idiyopatik skolyozu olan hastalara, alçı dışında, ameliyat masasında iken traksiyon uygulayarak iliak otolog greftlerle füzyon yapmıştır. Cotrel'in skolyoz cerrahi tedavisinde ilk geliştirdiği implant HRSF sistemiyle birlikte kullandığı transvers bağlantı cihazı (device for transverse traction – DTT)'dir. 1972 ile 1975 arası bu çapraz bağlantı ile ameliyat ettiği hastaların sonuçları üzerinde çalışmış ve sonuçları yayınlamıştır. Bu sistemi kullanarak opere ettiği hastalarda değişik sürelerle postoperatif alçı uygulamasının farklarını araştırmıştır. Apikal bölgede uygulanan DTT bağlantıları ile 4 ay süre ile gövde alçısı uygulamasının füzyon oluşması için yeterli olduğunu saptamıştır (Şekil-12)⁽⁵⁰⁾.



Şekil-12. CD sisteminde başlangıçtan günümüze uygulanan transvers bağlayıcı (DTT) sistemleri

1975 yılında geçirdiği kalp krizinin ardından arrest olmuş, başarılı bir resüstasyon sonrası yeniden hayata dönmüştür. Operasyonlar sırasında çok yorulan Cotrel, elektrokoterlerin kalp pilini etkilediği için cerrahiye tamamen bırakmış ve malülen emekli olmuştur. Cotrel bundan sonraki hayatını, idiopatik skolyoz konusunda yazılan her şeyi okuyup, araştırmakla geçirmiştir ⁽⁵⁰⁾.

Skolyotik eğriliğin düzeltilmesi için uygulanan cerrahi tedavinin tek planlı bir düzeltmeyi hedeflediğini, fakat örneğin HRSF uygulamasıyla sagittal konturlarda da değişiklikler ortaya çıktığını fark etmesi üzerine eğriliğin üç düzlemlile bir deformite olduğu fikri ile üç planlı bir düzeltmenin idiopatik skolyozun gerçek tedavisi olabileceğini düşünmüştür. Diğer taraftan bu ameliyatlar sonrası uzun dönem alçı uygulamasının, sahip olduğu komplikasyon riskleri ve hastaların toleransının düşük olması gibi sorunların halihazırdaki cerrahi tedavinin en önemli problemlerinden biri olduğunu saptamıştır. Sonuç olarak, Cotrel'e göre, öyle bir enstrümantasyon sistemi olmalıdır ki, bu sistem, hem eğriliği üç planda da düzeltebilmeli, hem de öyle rijit olmalıdır ki, postoperatif gövde alçısına gerek göstermemelidir. Bu sorunların çözümüne yönelik çalışmak üzere, Cotrel küçük bir üretici firma olan Sofamor'dan destek istemiş ve bu firmanın çatısı altında araştırmalarına başlamıştır ⁽⁵⁰⁾.

1978 yılında, Harrington rodunun orta kısmını pürüzlü hale getirip, proksimal ucunu yeniden dizayn etmiştir. Daha sonra distal ucunu, Moe'nun önerdiği gibi kare haline getirmiştir. Cotrel, pediküle yerleştirilen çatal uçlu yeni bir çengel geliştirmiştir ⁽⁵⁰⁾.

1980 yılında Arkansas'da bir toplantıda, Eduardo Luque ile tanışmış, ilgisini çeken bu yeni sistemi, bir süre Kentucky'de Leatherman'ın yanında kalarak öğrenmiştir. Cotrel, bütün seviyelere tel yerleştirme fikrine sıcak bakmamış, yeni geliştirdiği çengellerle yeni bir segmenter spinal implant geliştirmeyi kafasına koymuştur ⁽⁵⁰⁾.

1982 yılında, Cotrel, tüm yüzeyi elmas biçiminde çıkıntılara sahip pürüzlü bir rod geliştirdi. Özel açık ve kapalı çengeller tasarlamıştır. Fransız Devlet Test Kurumu, Cotrel'in bu yeni buluşlarıyla ilgilenmiş, implantlar test edilip, patent verilmiştir ^(56,58). Cotrel, bu yeni sisteme "Evrensel Enstrümantasyon" (Universal Instrumentation) adını vermiştir. Cotrel, bu

çalışmaları dolayı, ailesi ile birlikte Paris'e taşınmıştır. Burada daha önce Berc-Plage'de birlikte çalıştığı Jean Dubouesset'e enstrümantasyon sistemini göstermiştir. 23 Aralık 1982'de sistem, Dubousset tarafından Friedreich Ataksili bir hastaya uygulanmıştır. Postoperatif alçı uygulanmayan hastada ciddi korreksiyon kayıpları olduğu saptanmıştır. 1983 yılına kadar sistem 13 hastaya daha uygulandı. Bu sırada sistemle sadece eğriliğin üst ve alt uç omurlarına, intermediet omurlara ve apikal omura konan çengellere distraksiyon yapılıyordu, derotasyon uygulanmıyordu. Aynı günlerde sistemi öğrenen Guillaumat da Paris'te St Joseph hastanesinde operasyonlara başlamıştır. Sisteme artık Cotrel - Dubousset enstrümantasyonu denmeye başlanmıştır ⁽⁵⁰⁾.

Cotrel ve Dubousset, Sofamor firmasına yaptıkları çalışmalarda, birçok açık ve kapalı çengeller ve vidalar daha geliştirmişlerdir. Çengeller iki adet vida ile rodlarda tespit ediliyordu, vida başları kırıldığında çengeller oldukça rijit bir şekilde rodlara fikse ediliyordu. Cotrel ve Dubousset, 1983 yılının ortalarında, eğriliğin konturuna göre prebend edilen rodun, çengellere yerleştirildikten sonra konkav tarafa doğru döndürüldüğünde, skolyotik eğriliğin düzeldiğini ve sagittal konturların rekonsrükte edildiğini saptamışlardır.

Cotrel, Dubousset ve Guillaumat' tan oluşan ekiple endikasyonları netleştirip, her eğrilik tipi için uygun strateji oluşturup, tekniğin özelliklerinin ve uygulama prensiplerini belirlemişlerdir. 1983 yılında küçük bir grup omurga cerrahının katıldığı lokal bir toplantıda, enstrümantasyonun ilk sonuçlarını sundular. Bu toplantıya katılanlar, CD Uluslararası Grubu (GICD) 'nu oluşturmuştur ⁽⁵⁰⁾.

İlk CDI uygulamasını, Mayıs 1984'de Kuzey Amerika'da, Quabec, Kanada'da, Louis Roy tarafından gerçekleştirilmiştir. Eylül 1984'de Ken Leatherman, Louisville, Amerika'da ilk CD enstrümantasyonunu yapmıştır ⁽⁵⁰⁾.

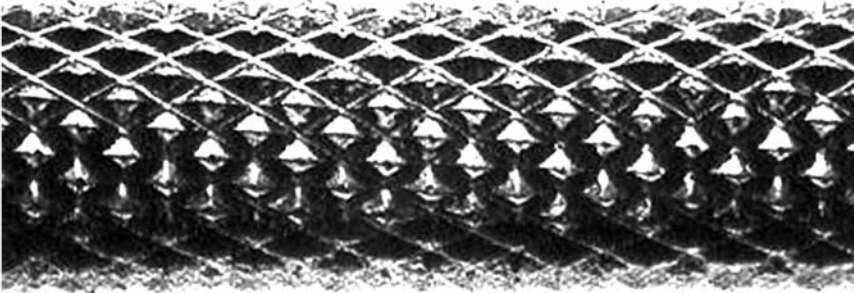
1984 yılında Dubousset, Kuzey Amerika'da Pediatrik Ortopedi toplantısında Harry L. Shufflebarger ile tanışmıştır. Shufflebarger, 1988'de 6 ay süre ile Paris'te kalmıştır. Takiben sistemin en önemli araştırmacı ve uygulayıcısı olmuş, CD sistemine birçok yeni korreksiyon stratejisi ve kavramı kazandırmıştır ⁽⁵⁰⁾. 1988 yılında, sistem, Francis Denis tarafından

tüm Dünya'ya tanıtılmış ve çok hızlı bir şekilde tüm Dünya'ya yayılmıştır⁽⁶⁷⁾. Japonya, Kore gibi birçok Uzak Doğu ülkesinde, Kuzey ve Güney Amerika'da ve Avrupa'da en çok kullanılan sistem haline gelmiştir.

1989 yılında yapılan kursa, Türkiye'den iki Türk ortopedist katılmıştır. Bunlar, Ünsal Domaniç ve Ömer Çeliker'dir. İlk CD uygulaması, Türkiye'de Dr. Ömer Çeliker tarafından Ankara SSK Hastanesinde, idiopatik skolyozlu bir hastada gerçekleştirilmiştir. Dr. Ömer Çeliker, kendi hastanesinde ilk 6 vakayı takiben, Türkiye'den birçok spinal cerrahın katıldığı, Cotrel ve Dubousset ekibinden Daniel Chopin'nin eğiticiğinde ameliyathaneden canlı yayınlı tekniğin tanıtıldığı bir kurs da düzenlemiştir. Birçok geleneksel ilkelere bağlı Türk Omurga Cerrahisi, sistemin devrimsel nitelikteki düzeltici etkisini, şüpheyle karşılayıp karşı çıkmıştır. Ancak, kısa zamanda birçok Türk Omurga Cerrahisi tekniği uygulamaya başlamıştır. Çeliker ve arkadaşları, tekniğin ilk sonuçlarını, 1990 yılında İzmir'de yapılan 1. Uluslararası Omurga Cerrahi Kongresinde sunmuşlardır^(24,63). Daha önce kabullenilmeyen bu sistemin, yaratıcı ekibinden Chopin bu kongrede, Türk Omurga Derneği'nin "Fahri Üyesi" yapılarak onurlandırılmıştır.

CD Enstrümantasyonu implantları:

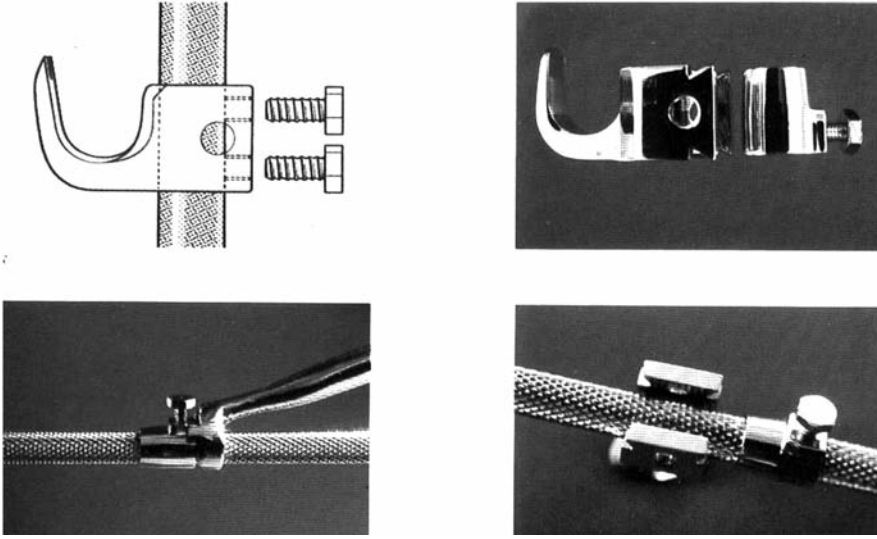
CD implantları ilk çıktığında çelik materyaller olup, daha sonra titanyum implantlar da piyasaya sürülmüştür. CD rodları, çapraz yerleşimli çoklu elmas biçimli çıkıntılara sahip, pürüzlü yüzeyli bir rodur (Şekil-13).



Şekil-13. Elmas şeklinde çıkıntıları bulunan CD rodü

Çengel ve vidaların kilitleme vidalarının daha iyi tutunması ve derotasyon manevrası sırasında çengellerin kaymaması için bu şekilde tasarlanmıştır. Küçük boylardan 50 cm'e kadar farklı boyları mevcuttur.

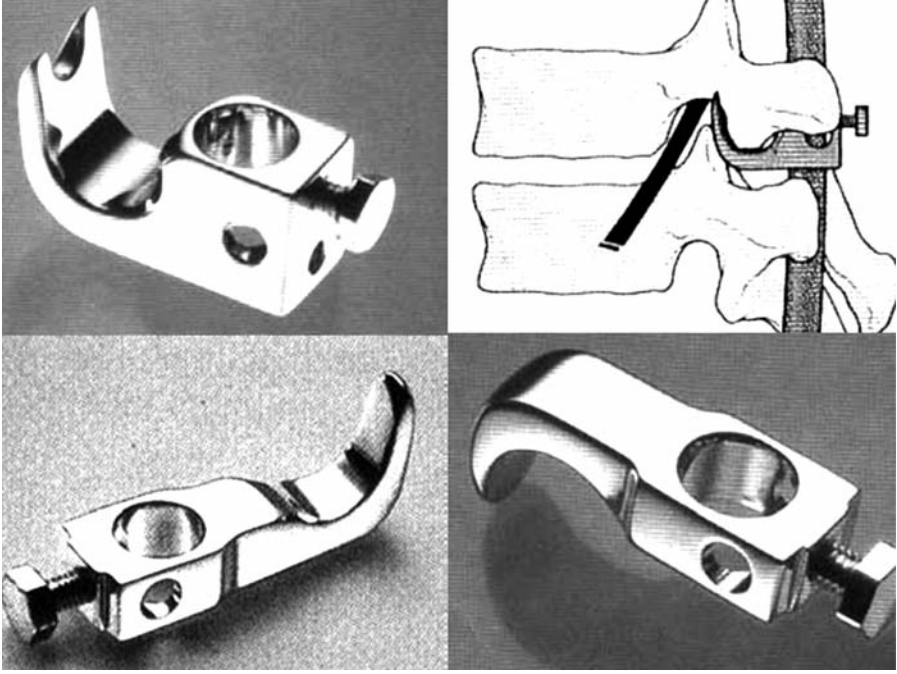
Temel olarak iki çengel tipi vardır. Bunlardan biri açık, diğeri kapalı çengellerdir. Açık çengeller roda bir kilitleyici konnektör aracılığı ile tutturulur (Şekil-14).



Şekil-14. CD kapalı çengelleri ve açık çengellerinin roda fiksasyonu

Kapalı çengeller, rod içinden geçirildikten sonra yerleştirilir. Anatomik olarak ise üç temel çengel vardır: Cotrel'in kendi tasarımı olan pediküler çatal uçlu çengel, ikincisi sublaminar yerleştirilebilen laminar çengel ve üçüncüsü transvers çengel (Şekil-15).

Bu çengellerin farklı boy ve açılardaki tipleri de vardır ^(50,56,58). Torasik çengellerin pabuçları, lomber çengellere nazaran daha dardır. Bunun dışında açık ve kapalı çeşitli çap ve boylarda transpediküler vidalar da sistemde yer almaktadır. Çapraz bağlantılar yine Cotrel'in tasarımı olan DTT sistemidir. İlk çıkan yivli barlar yerine, daha sonra sistemde, DTT'ler için rektangüler düz barlar kullanılmıştır (Şekil-12).



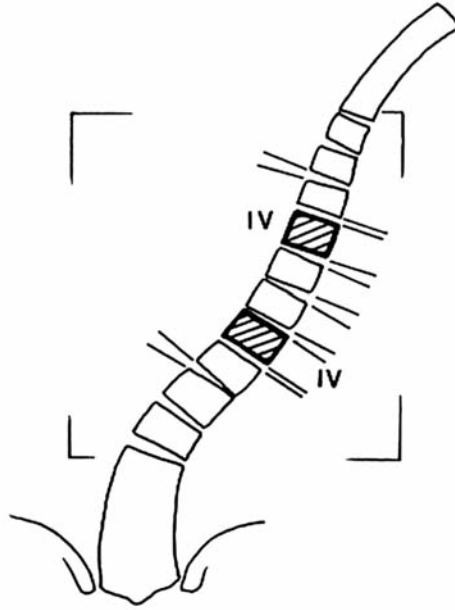
Şekil-15. a) CD sisteminde kullanılan pediküler çengel, b) Pediküler çengelin yerleştirilmesi, c-d) CD transvers çengelleri

Özellikle konveks tarafta eğriliğin üst omurunda bir transvers ve bir pediküler çengel ile transversopediküler pençe yapılarak, implant yetmezliği önlenmektedir (50,54,58).

CD enstrümantasyon sisteminin biyomekanik testleri, 1983 yılında, Bonnel tarafından, Montpellier Biyomekanik Araştırma Laboratuvarında yapılmış ve 1986'da rapor edilmiştir. Sistemin, HRSF dışında, Luque-SSI, Wisconsin ve Harri-Luque sistemleriyle yapılan karşılaştırılmasında, aksiyel yük kompresyona Luque sistemi kadar, bending ve torsiyonel yüklenmelere ise diğer sistemlerin çok üzerinde dayanıklı olduğu belirlenmiştir. Roach ve Ashman'ın yaptığı çalışmalarda, CD sisteminin mevcut tüm sistemlerden, tüm momentlerde, daha dayanıklı olduğu gösterilmiştir (50,54,58).

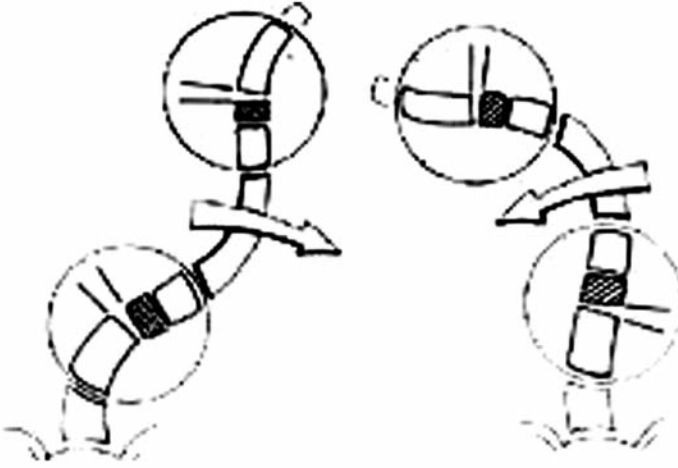
Stratejik omurların belirlenmesi ve uygulama tekniği:

İdiopatik skolyozda, CD uygulamasında stratejik omurların belirlenmesi büyük önem taşır. Ayakta ve yatarak eğilme grafilerine bakılarak 4 tip omur belirlenir. Bunlar: eğriliğin tepe (apeks) omuru (AV), intermediet (ara) omurlar (IV), eğriliğin üst ve alt son (end) omurları (UEV – LEV) ve nötral omurlar (NV) ^(50,54,58). Apikal omur majör eğriliğin en çok rotasyone olan omurudur. Eğriliğin apeksi bir disk aralığı ise bu aralığın üstündeki omur, tepe omur olarak seçilebilir. Nötral omur, eğriliğe katılmayan ancak eğriliğe hemen komşu olan hiç rotasyon olmayan omurudur. Cotrel'e göre; ara omurlar eğriliğin üst ve alt kollarının tam ortasındaki omurlar değildir. Eğilme grafisinde sert segmentin üst ve alt ucunda yer alan, gerçek eğriliği oluşturan omurlardır (Şekil-16) ^(50,54,58).



Şekil-16. Eğilme grafisinde ara omurların (IV) tespit edilmesi.

Son veya uç vertebralar ise, eğriliğe katılan üst ve altta yer alan omurlardır. Bu omurlar, eğilme grafilerinde, her iki yöne açılan disk aralığına komşu eğrilik içinde yer alan omurdur (Şekil-17).



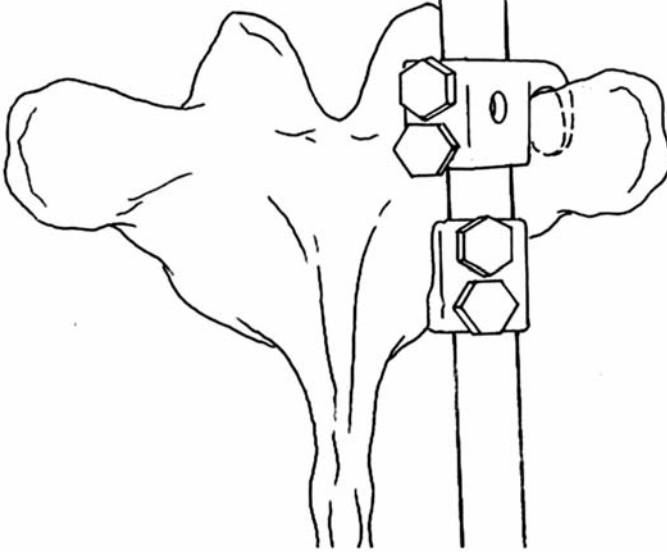
Şekil-17. Cotel'e göre sağa ve sola eğilme grafilinde eğriliğin üst ve alt son omurlarının tespit edilmesi yöntemi

UEV ve LEV, ayrıca Harrington'un önerdiği gibi midsakral hattın ikiye böldüğü omurlar olarak da belirlenebilir (Şekil-18) ^(50,54,58).



Şekil-18. Uç vertebraların Harrington'a göre tespit yöntemi: Midsakral hattın ikiye böldüğü eğriliğe katılan omurlar uç vertebralar olarak belirlenmektedir.

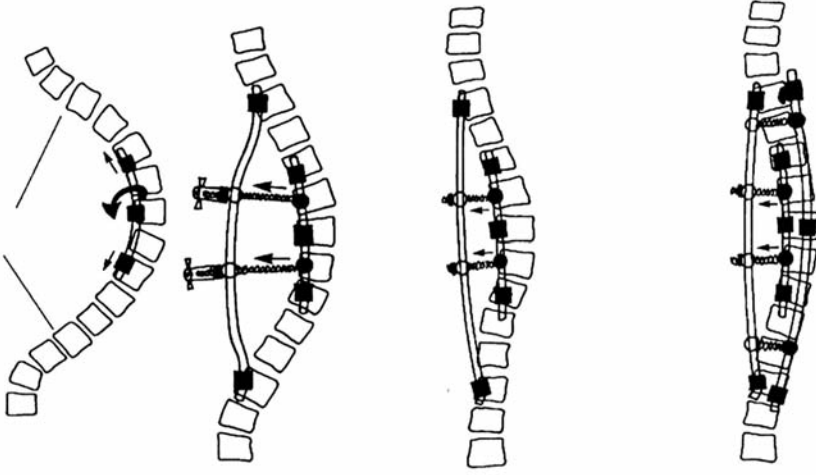
İdiopatik skolyozda, üst uç omur güvenli bir şekilde fikse edilmelidir. Hem konkav tarafta hem de konveks tarafta birer pediküler çengel yerleştirilmeli, konveks tarafta transversopediküler pençe yapılmalıdır (Şekil-19).



Şekil-19. Transversopediküler pençe uygulaması

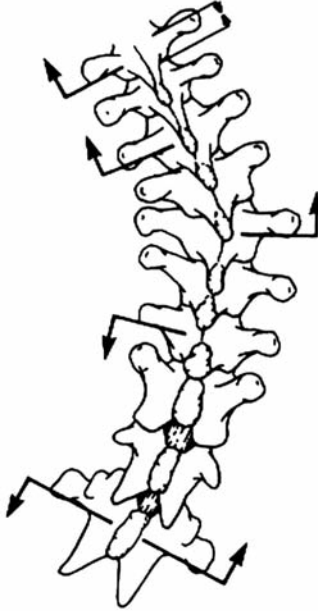
Tepe omurda mutlaka konveks tarafta bir pediküler çengel yer almalıdır. Ara omurlara konveks tarafta birbirine zıt yönde çengeller yerleştirilir ve sert omurlar olan bu omurların korreksiyon momenti içinde yer alması sağlanmalıdır. Alt omurlar T12 altında yer alıyorsa vida ile tespit tercih edilmelidir.

Korreksiyon esnasında ara omurlara (IV) minimal distraksiyon uygulanarak derotasyon esnasında çengellerin yerinden çıkması önlenmelidir. Derotasyon manevrası sadece fleksibl eğriliklerde uygulanabileceği ve etkili olabileceği unutulmamalıdır. Eğrilik rijid bir eğrilik ise öncelikle traksiyon veya anterior gevşetme ile daha fleksibl hale getirilmelidir. Bu mümkün olmuyorsa rijit segment önce kısa bir rodla tespit edilip, derote edilen uzun rod DTT'ler aracılığı ile yaklaştırılmalıdır (Şekil-20) ^(50,54,58).



Şekil-20. Rigid Tip II eğriliklerde CD enstrümantasyonu ile konkav tarafta çift rod uygulaması

CD rodları üzerinde hem distraksiyon, hem de kompresyon uygulamak mümkündür, değişik eğrilik tiplerine göre uygulanacak bu manevralar sırası ile yapılmalıdır (Şekil-21). Rodlar mutlaka normal fizyolojik sagittal konturlara göre prebend edilmelidir ^(50,54,58).



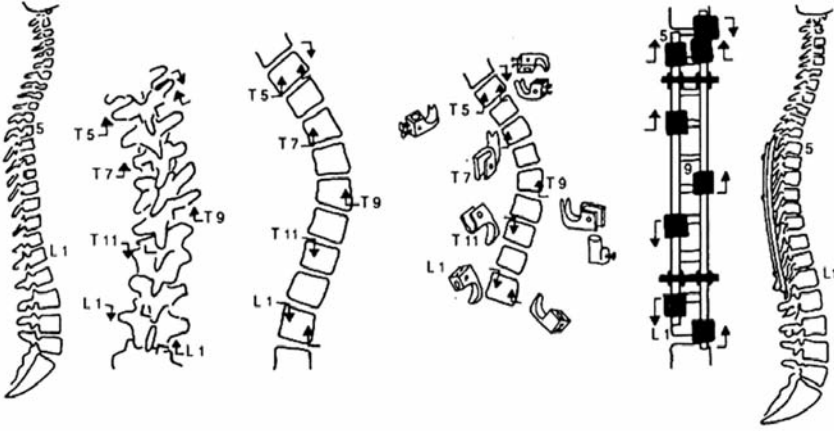
Şekil-21. Tip III eğriliklerde CD planlaması

Frontal plandaki düzeltme planlanırken, sagittal planda posteriorndan uygulanan distraksiyonun lordotik, kompresyonun ise kifotik etkide bulunacağı akıldan çıkartılmamalıdır. Distraksiyon çengellerin yerinden çıkmaması veya daha iyi yerleştirilmesi dışında düzeltici etki olarak düşünülmemelidir. Gerçi minimal de olsa uygulanan distraksiyon hafif bir düzeltici etkide bulunur ama bu gerçek düzeltici manevra olarak düşünülmemelidir. Kompresyon torakal bölgede sagittal planda hiperkifoz var ise sadece apikal bölgede uygulanabilir, lomber bölgede lordozun rekonstrüksiyonu için kompresyon tercih edilmelidir. Çoğu idiopatik skolyotik hastanın torakal bölgesinde hipokifoz veya lordotik patern ve lomber bölgede lordozda azalma olduğu için, torakal bölgede distraksiyon, lomber bölgede kompresyon tercih edilmelidir ^(50,54,58,67).

Çift majör eğriliklerde, geçiş vertebraları hem konkav hem de konveks taraftan fikse edilmelidir. Kuvvet açık disk aralığına uygulanmalı, kapalı disk aralıklarına uygulanmamalıdır. Disk aralıklarına uygulanan aşırı ters kuvvetlerin pençe yapılırken uygulanması disk aralığında kapanma ve disk hasarı problemlerine yol açabileceği akıldan çıkartılmamalı, postoperatif kontrol edilmelidir ^(50,54,58,67).

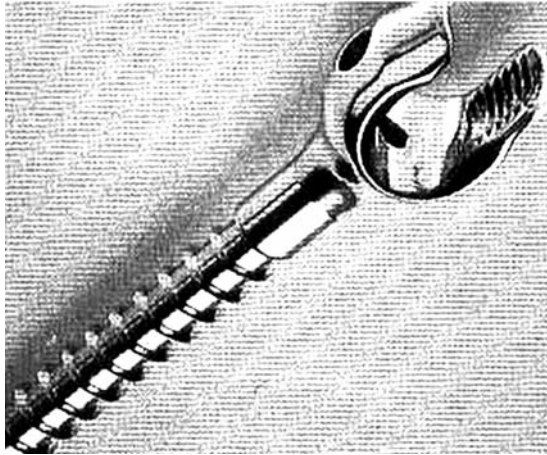
İdiopatik Skolyozda CD stratejileri ve uygulamaları:

CD enstrümantasyonu ile eğrilik tiplerine göre stratejiler, 1988 yılında Denis tarafından yayınlanmıştır ⁽⁶⁷⁾. Cotrel ve Dubouset, bu stratejileri kendi yayınlarında ve nihayet teknik rehber kitaplarında ayrıntılı olarak açıklamışlardır ⁽⁵⁸⁾. 1990'lı yılların ikinci yarısından sonra da "Textbook"larda teknik ayrıntılar yer almıştır ^(50,56,84). CD enstrümantasyonu stratejilerini temel olarak King Moe (KM) sınıflamasına göre yapmıştır ⁽¹²⁴⁾. Tek fleksibl sağ torasik eğriliklerde, yani KM -Tip III eğriliklerdeki strateji diğer eğriliklere uyarlanan temel stratejidir. Önce konkav tarafın çengelleri yerleştirilir. Konkav tarafta UEV'ya ve apeksin üstünde yer alan İV omurlara yönü yukarı olan pediküler çengeller yerleştirilir. UEV'de kapalı, İV'de ise genellikle açık çengeller tercih edilir. Apeksin altındaki İV'ya sublaminar aşağı doğru bir çengel yerleştirilir (Şekil-22).



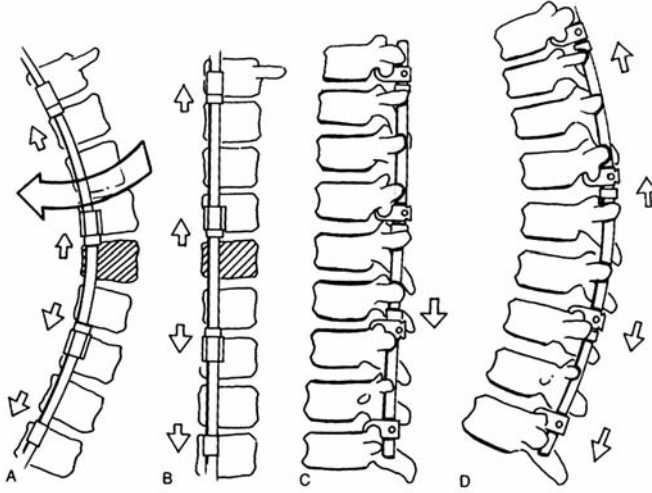
Şekil-22. Tip III eğriliklerde stratejik omurlara çengel yerleştirilmesi ve uygulanacak manevraların sıralaması

LEV'e yine bir sublaminar çengel veya LEV, T12 veya altında ise bir vida yerleştirilir (Şekil-23).



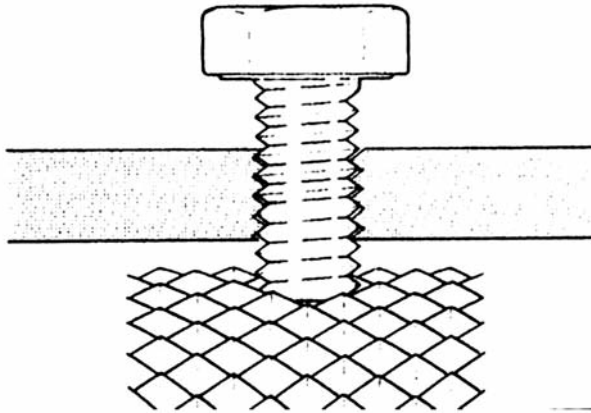
Şekil-23. CD sisteminde kullanılan lale (tulip) şeklindeki vidalar

Önceden normal sagittal konturlara göre prebend edilmiş rod çengellerden geçirilir. iki adet rijit rod tutucu ile rod apeks civarından tutulup, İV'lara konulan çengellere hafif distraksiyon uygularken, çok yavaş olarak rod, konkav tarafa doğru döndürülür (Şekil-24).



Şekil-24. Derotasyon manevrasının uygulanışı

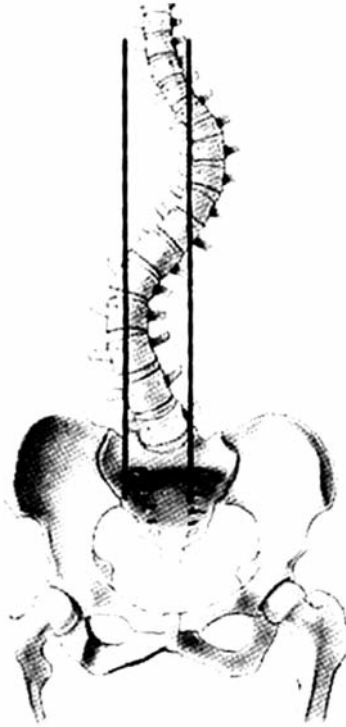
Her adımda rijid rod tutuculardan biri konveks tarafa bükülü olacak şekilde yerleştirilirken, derotasyon kaybı olmaması için diğeri yerinde bırakılır ve daha sonra gevşetilir diğeri ile aynı pozisyona alınır (50,54,58,67). Derotasyon roda verilen konturlar tam olarak sagittal plana gelince ve üstten bakıldığında rodlar tam düz hale geldiğinde derotasyona son verilir. Son kez çengellere distraksiyon ile omurgaya tutunmaları sıkılaştırılır çengeller ve vida üzerinde vidalar sıkılır, vida başları kırıldığında çengeller tam olarak roda fikse edilmiş olur (Şekil-25).



Şekil-25. CD sisteminde çengellerin roda vida ile fiksasyonu

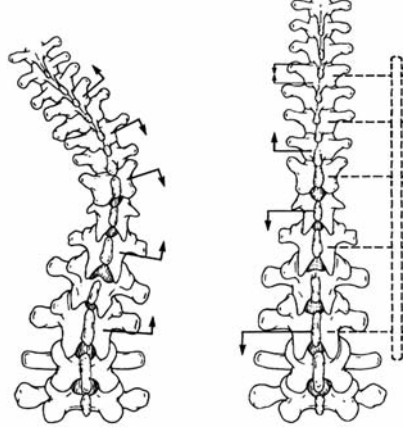
Daha sonra konveks tarafa geçilir. Konveks tarafta UEV'de transversopediküler pençe yapılacak şekilde transvers ve pediküler çengeller aynı omura birbirine bakacak şekilde ters olarak yerleştirilir. Bu çengellerin kapalı olması tercih edilir (50,54,58,67). Apekse yukarı doğru bir adet pediküler ve LEV'e bir adet sublaminar çengel veya transpediküler vida konulur. Daha sonra yine sagittal konturlara göre prebend edilmiş uygun uzunluktaki rod çengellere geçirilip, yukarıda pençeye kompresyon, apeksteki çengele distraksiyon ve distaldeki çengele yine yukarı doğru distraksiyon uygulanıp çengeller kitlenir. Daha sonra da her iki rod yukarıda iV omurların üstünde bir seviyeden ve aşağıda altında bir seviyeden DTT'lerle birbirine bağlanır ve rijid bir çerçeve elde edilmiş olur (Şekil-24) (50,54,58,67).

Pediküler çengel uygulanmayan tüm seviyelerde faset füzyonunu takiben tam bir dekortikasyonu takiben otolog greftlerle posterior füzyon uygulanır Füzyon sahasının belirlenmesi için Harringtonun stabil zonu kullanılır (Şekil-26) (50,54,58,67).



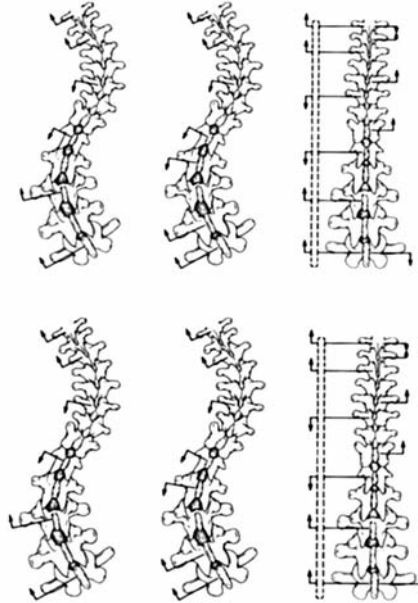
Şekil-26. Harrington tarafından füzyon yapılması önerilen stabil zon

Tip IV eğriliklerde planlama tamamen aynıdır. Tek fark lomber bölgedeki çengel vidalara rodların bastırılarak sokulması böylece lomber lordozun kaybolmasının engellenmesidir (Şekil-27) (50,54,58,67).



Şekil-27. Tip IV (torakolomber) eğriliklerde CD planlaması

Çift majör eğriliklerde, torakal bölge içinaynı planlama uygulanırken lomber bölgedeki eğriliğin apeksine komşu IV omurlara konulan çengellerle kompresyon uygulanır (Şekil-28).



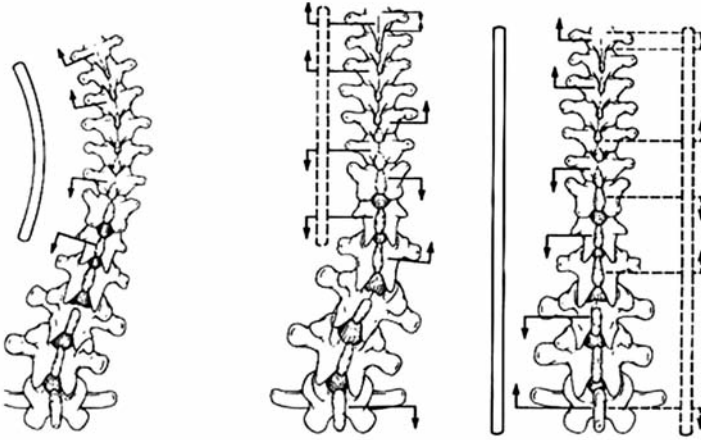
Şekil-28. Çift majör eğriliklerde (a) planlama ve (b) CD enstrümantasyonu uygulanması

Konveks tarafta da torakal strateji aynıdır. Lomber bölgede ise distraktif modta çengel ve vidalar yerleştirilir. Derotasyonu takiben yine iki adet DTT ile çerçeve sağlanır^(50,54,58,67).

Tip II eğriliklerde, eğer lomber bölgedeki eğrilik fleksibl ise King'in önerdiği gibi sadece torakal eğriliğe Tip II'de olduğu gibi aynı strateji uygulanır^(50,54,58,67). Tip II eğriliklerle ilgili özellikle Lenke ve arkadaşlarının çalışmaları, özellikle 40° üzeri lomber eğriliklerde, King'in ileri sürdüğü gibi spontan düzelmenin oluşması beklenmesi gerektiği ve selektif füzyonun tercih edilmesi yolundadır⁽¹³⁶⁻¹³⁹⁾.

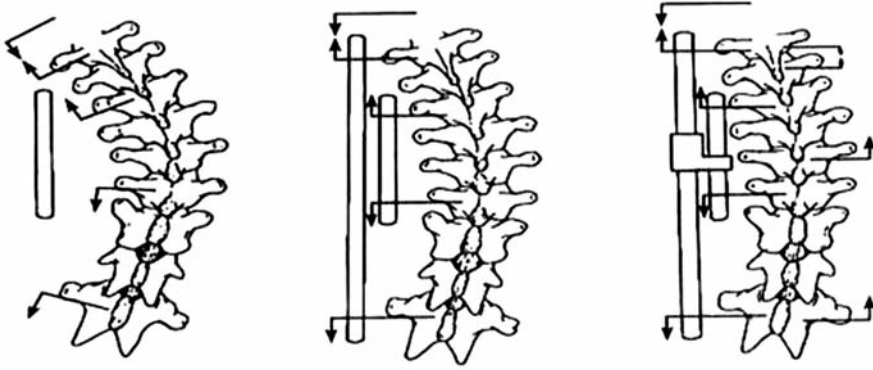
Benli ve arkadaşlarının çalışmalarında, lomber eğrilik 30° üzerinde ise spontan düzelmenin olmadığı ve dekompanzasyon gelişme ihtimali nedeniyle enstrümantasyonun lomber bölgeyi içine alması gerektiği bildirilmiştir⁽²⁹⁾. Richards ve arkadaşlarına göre derotasyon sonrası lomber bölgede ortaya çıkan lordozda azalmanın ve torakolomber bölgede görülen bileşke kifozunun önlenmesi için konkav tarafta karşıt (reverse) çengel paterni tercih edilmelidir. Bunun için LEV'in altındaki NV'ya veya geçiş (transisyonel) omura yukarı doğru bir çengel veya vida yerleştirilmelidir. LEV'e yerleştirilen çengel ile bu çengel arasında kompresyon yapılarak lomber lordozdaki kayıp azaltılmalıdır⁽¹⁸¹⁾.

Rijid Tip II eğriliklerde, önce anterior gevşetme daha sonra bir süre traksiyon önerilen yöntemlerden biridir. Daha sonra aynı strateji ve derotasyon manevrası kullanılabilir (Şekil-29).



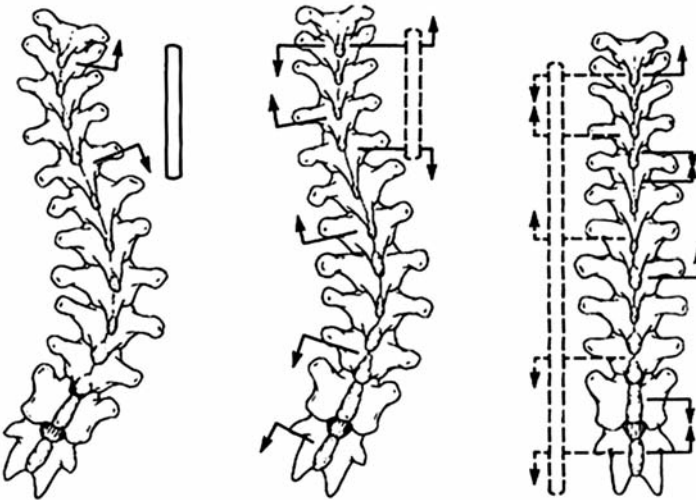
Şekil-29. Rijid Tip II eğriliklerde, önce anterior gevşetme daha sonra bir süre traksiyon önerilen yöntemlerden biridir. Daha sonra aynı strateji ve derotasyon manevrası kullanılabilir.

Bu yapılmıyorsa, rijid eğrilik kısa bir rodla iV'lara yerleştirilen distraktif modtaki çengellerle bir miktar distrakte edilip, UEV ve LEV'e yerleştirilen çengeller arası sagittal konturlara göre prebend edilen uzun bir rod yerleştirilip konkav taraftaki bu iki rod DTTler ile birbirine yaklaştırılır, yani translasyon yapılır (Şekil-30)^(50,54,58,67).



Şekil-30. Rijid Tip II eğriliklerde CD planlaması

Tip V eğriliklerde konveks tarafta çift rod kullanılır (Şekil-31)



Şekil-31. Tip V eğriliklerde CD planlaması

CD enstrümantasyonu sonuçları:

CD enstrümantasyonu ile frontal planda eğriliklerde % 30 ile % 80 arası korreksiyon oranları elde edildiğine dair yayınlar mevcuttur ⁽³⁾. Sistemin üç düzlemde de başarılı bir düzeltme yaptığı ve diğer sistemlerle karşılaştırıldığında bu düzeltme oranlarının bariz yüksek olduğu bildirilmiştir. Chopin ve Davis, 1986 yılında idiopatik skolyozda majör eğriliklerde % 68 korreksiyon sağladıklarını rapor etmişlerdir. Kati ve Dubousset, 1987'de % 67 oranında korreksiyon oranı elde ettikleri ve takiplerde ortalama 4° korreksiyon kaybı olduğunu bildirmişlerdir ^(50,54,58,67).

Bergoin ve arkadaşları, CD uyguladıkları 22 idiopatik skolyozlu hastanın sonuçlarını, HRSF uyguladıkları 200 hastanın sonuçlarıyla karşılaştırmışlar, korreksiyon oranları ve stabilite açısından CD'nin belirgin olarak üstün olduğunu bildirmişler ve sistemin gerçekten evrensel bir sistem olduğunu ileri sürmüşlerdir ⁽⁴¹⁾.

Benli ve arkadaşları, CD enstrümantasyonu uygulanan 57 hastanın sonuçlarını 1992'de yayınlamışlardır. Preoperatif majör eğriliklerde postoperatif ortalama % 50 oranında korreksiyon sağladıklarını, 2 yıllık takip sonrasında 6.4° korreksiyon kaybı olduğunu rapor etmişlerdir. Hastaların % 54.4'ünde fizyolojik sınırlarda sagittal konturların oluşturulduğu belirlenmiştir. Rib hump deformitesinde % 80 civarında düzelme sağlandığı, hastaların % 61'inde ağırlık çizgisinin orta hatta gelerek dengeli bir eğrilik oluştuğu saptanmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre CD uygulamasıyla frontal ve sagittal planda tüm eğriliklerde yüksek korreksiyon oranları sağlandığı, sistemin rijid bir çerçeve kurarak eksternal destek kullanmaksızın minimal korreksiyon kayıpları ile başarılı bir yöntem olduğu ileri sürülmüştür ⁽²⁵⁻²⁶⁾.

1993 yılında Benli ve arkadaşları, bu kez CD enstrümantasyonu uyguladıkları ve minimum 2 yıllık takibe sahip 62 hastanın sonuçlarını Dünya Ortopedi Kongresinde sundular. Aynı yıl GICD grubun 1993 sempozyumunda sistemin 3 düzlemli düzeltme sonuçlarını bildirdiler. En iyi sonuçların Tip III eğriliklerde % 67.4 oranıyla elde edildiği bu gruptaki hastaların % 80'ninde normal fizyolojik sagittal konturların sağlandığı ve aksiyel rotasyonda % 25 düzelme olduğu belirlenmiştir ⁽²⁸⁾.

İlk yapılan yayınlarda derotasyon manevrası ile özellikle aksiyel planda Apikal bölgede önemli bir düzelme olduğu ileri sürülmüştür. Benson 1977'de, 1982'de Aaro, HRSF ile hiç ya da minimal derotasyonel bir etkinin oluştuğunu saptamışlardır (2,38). 1987 yılında Nagata ve arkadaşları, CD enstrümantasyonu ile % 26 civarında derotasyonel etki oluştuğunu, diğer sistemlerle karşılaştırıldığında apikal bölgedeki derotasyonun 3 kata yakın fazla olduğunu rapor etmişlerdir (164). Akbarnia ve arkadaşları CD uyguladıkları 33 vakada ise bu oranı % 22 civarında bulmuşlardır (3).

Benli ve arkadaşları, Tıp III eğriliğe sahip ve CD enstrümantasyonu ile tedavi edilen 35 hastanın kompüterize tomografi ile aksiyel rotasyon değişikliklerini incelemişlerdir. Sagittal rotasyonun % 23.5 civarında düzeldiği, orta hatta göre düzelmenin % 15.7 olduğunu, en fazla derotasyonel etkinin apikal omurda olduğunu, bu etkinin son vertebralara doğru azaldığını da göstermişlerdir (27). Akçalı ve arkadaşları, apikal omura uygulanan enstrümantasyonun derotasyonel etkiyi arttırdığını bildirmişlerdir (4).

Bridwell ve arkadaşları, CD enstrümantasyonu uygulanan 160 idiopatik skolyoz vakasının preoperatif ve postoperatif sagittal plan analizlerini yaptıkları çalışmalarını 1989 yılında sunmuşlardır. Bu çalışmada derotasyonel etkinin torakal bölgede 15° altında hipokifoz olduğunda daha fazla olduğunu ancak bu derece üstünde ve lomber bölgede derotasyonel etkinin çok az olduğunu belirlediklerini rapor etmişlerdir (45).

Labelle ve arkadaşları, CD uygulamalarıyla üç planlı yüksek korreksiyon sağladıklarını, ancak vertebral rotasyonun bu düzeltmede en önemli komponent olmadığını ileri sürmüşlerdir (129). İbrahim ve arkadaşları, CD uygulamaları ile birlikte anılan dekompanzasyon ile hiçbir hastada karşılaşmadıklarını rapor etmişlerdir (113). Transfeldt ve arkadaşları, frontal ve sagittal planda tatmin edici düzeltme sağlanmasına karşın, torakal bölgede segmental bir rotasyona yol açtığını ve apikal rotasyonun ciddi anlamda düzeltilemediğini saptamışlardır (206-209).

Thompson ve arkadaşları, CD enstrümantasyonundaki derotasyonel etkinin normal vertebral düzeylere de aktarıldığını ve bunun dekompanzasyon sorunlarına yol açtığını ileri sürmüşlerdir. Özellikle torakal kifozun oluşumu ile torakolomber bölgede bileşke kifozu oluştuğunu,

lomber bölgedeki kompenzatuvar eğriliklerde artış olabileceğini ileri sürmüşlerdir ⁽²⁰⁶⁾. Shufflebarger ve arkadaşları, 700 vakanın sadece birinde imbalans problemi olduğunu ileri sürmüştür ⁽¹⁸⁸⁻¹⁸⁹⁾. Lonstein özellikle rijid eğriliklerde fazla derotasyon uygulamanın normal segmentlerde anormal rotasyonel etki yaratabileceğini rapor etmiştir ⁽¹⁴⁵⁾.

Wood ve arkadaşları, 1991 yılında yaptıkları çalışmada, sadece Tip II eğriliklerde, % 25 civarında elde edilen derotasyonel etkinin aslında, 5°-6° olduğunu, Tip II eğriliklerde ise % 1-2 oranında yani bir iki derecelik bir değişikliğin olduğunu, pelvis referans alındığında bu oluşan derotasyonel değişikliğin de minimal olduğunu saptamışlardır ⁽²²²⁻²²³⁾.

Petit ve arkadaşları, 2004 yılında, 82 idiopatik skolyoza uygulanan CD ve Colorado enstrümantasyonu sonuçlarını değerlendirdikleri çalışmada, intervertebral rotasyonun ortalama transvers planda 4.5° olduğunu, derotasyon uygulamasının rotasyonel merkeze önemli bir etki yapmadığını bildirmişlerdir ⁽¹⁷¹⁾. Mason ve Carongo, 1991 yılında 17'sinde CD enstrümantasyonu kullandığı 41 vakanın incelenmesinde dekompanzasyon sorunlarının Harrington rod uygulananlara nazaran CD enstrümantasyonu kullanılan hastalarda daha yüksek oranlarda ortaya çıktığını rapor etmişlerdir. CD uygulananlarda % 41 dekompanzasyon ortaya çıkarken, HRSF uygulananlarda bu oran % 4 olarak bulunmuştur ⁽¹⁵⁵⁾. Gray ve arkadaşları, derotasyonel etkinin eğrilik tipinden bağımsız ve tahmin edilemez olduğunu göstermişlerdir ⁽⁹⁰⁾.

1996 yılında, Benli ve arkadaşları, ortalama 4 yıl takip ettikleri ve CD enstrümantasyonu ile tedavi edilen 45 idiopatik skolyozdaki imbalans ve dekompanzasyon problemlerini araştırmışlardır. Bu hasta grubunda majör eğriliklerde frontal planda ortalama % 49.6 korreksiyon sağlandığı, en iyi sonuçların % 69.4 oranıyla Tip III eğriliklerde sağlandığını, sadece 1 hastada torakolomber bileşke kifoza gördüklerini, gövde dengesi değerlerinde frontal plandaki ile korele düzelme elde edildiğini saptamışlardır. Gövde dengesinin sağlanması özellikle Tip III eğriliklerde daha fazla sağlanırken rijid eğriliklerde bunun daha güç olduğunu ileri sürmüşlerdir. CD enstrümantasyonunun özellikle Tip IV ve V eğriliklerde derotasyonel korreksiyon stratejisinin yetersiz ve imbalans problemleri yaratabileceğini saptamışlardır. Tip II eğriliklerde revers çengel paterni kullanılarak bileşke kifozunun azaltılabileceğini, Tip III eğriliklerde fazla korreksiyonun ve hatalı

preoperatif planlamanın dekompanzasyon ve imbalans sorunlarını yarattığını ileri sürmüşlerdir ⁽²⁹⁾.

Cotrel, bazı stratejik hataların dekompanzasyon ve imbalans problemlerine yol açtığını ifade etmiştir. Bunlar: füzyon sahasının distalde LEV'e, proksimalde UEV'e kadar uzatılmaması, Tip I eğriliklerde torasik eğriliğin enstrümantasyon ve füzyon sahasının dışında bırakılması, LEV'de geniş abartılı bir rotasyonun uygulanması, bazı Tip II eğriliklerde sert lomber eğriliğin füzyon ve enstrümantasyon sahasına dâhil edilmemesidir ⁽⁵⁸⁾.

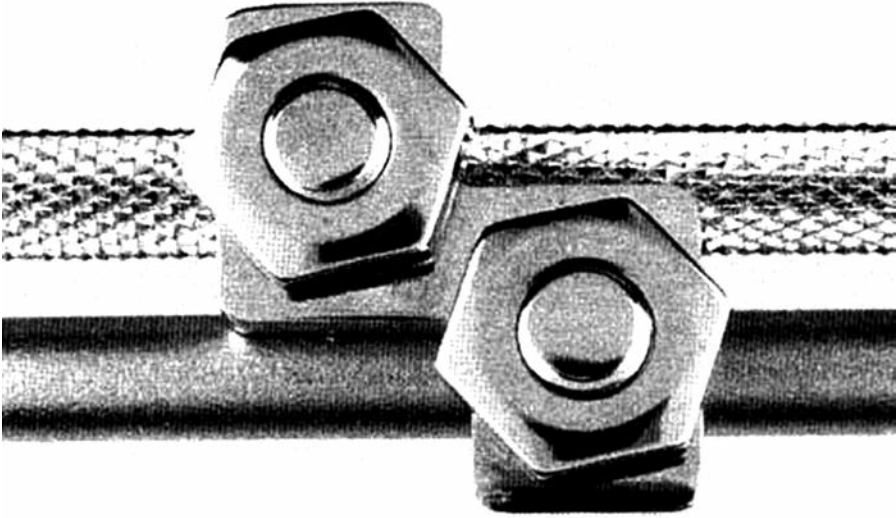
Behensky ve arkadaşları 2007, yılında yaptıkları çalışmada, Lenke Tip 3C hastalarda, fikse lomber segmentin varlığında, torakal bölgeye yapılan derotasyon manevrasının ve selektif füzyonun dekompanzasyona yol açtığını bildirmişlerdir ⁽²³⁾.

Sonuç olarak, CD enstrümantasyonu ile idiopatik skolyozda, preopretif iyi bir planlama yaparak başarılı bir korreksiyon ve rijid bir fiksasyon yapmak mümkündür. Bunun için frontal plandaki deformitenin agresif düzeltilmesinden çok sagittal konturların rekonstrüksiyonunun önemli olduğu unutulmamalıdır. Frontal denge, frontal düzelmeden daha önemlidir. Örneğin çift majör eğriliklerden sadece birinin tam olarak, diğerinin kısmen düzeltilmesi gövde dengesini tamamen bozacaktır. İki eğrilikte de özdeş artık eğrilik kalması, tam düzeltilmesinden daha iyidir. Alt seviyelerde füzyone edilen omurun horizontalleştirilmesi frontal gövde dengesi açısından çok önemlidir. Gerçek bir derotasyonel etki yaratmak CD enstrümantasyonu ile mümkün değildir. Oluşan derotasyonel etki kozmetik düzelmeye önemli katkı sağlar, ancak yıllar içinde kaburga hörgüç deformitesi geri dönebileceği unutulmamalıdır. Çoğu bozukluk ve yetmezlik, preoperatif hatalı bir planlama yapmaktan kaynaklanmaktadır ^(50,54,58,67).

Skolyotik eğrilikte daha yüksek düzelleme oranlarının ve rijit fiksasyonun sağlanması, eksternal destek ihtiyacının elimine etmesi, hospitalizasyon süresini kısaltması, erken mobilizasyon olanağı vermesi ve tatmin edici kozmetik sonuçlar doğurması açısından CD enstrümantasyonu, idiopatik skolyoz tedavisinde çok başarılı bir yöntemdir ve önemli tercihlerden biridir. Ayrıca, bu sonuçlar, birinci ve ikinci nesil enstrümantasyon sistemlerinin terk edilmesini, tüm Dünya'da CD enstrümantasyonunun yaygın olarak kullanılmasını sağlamıştır ^(50,54,58,67).

b) Texas Scottish Rite Hospital (Tsrh) Enstrümantasyon Sistemi ve Üç Nokta Kilitleme Mekanizması:

Texas Scottih Rite Hastanesi (TSRH) enstrümantasyon sistemi, CD enstrümantasyonu kullanan bu hastanenin doktorlarının DTT sisteminin biyomekanik olarak torsiyonel kuvvetlere zayıf direnci probleminini çözmeye çabaları sonucunda geliştirilmiştir. Johnston ve arkadaşları, CD sisteminin torsiyonel dayanıklılığını, “croslink plate” adını verdikleri dikdörtgen şeklinde ve rodlara açılan kanallar aracılığı ile kolaylıkla oturan ve somunlarla sıkılan bir plak geliştirmişler ve sonuçlarını 1987 yılında yayınlamışlardır (Şekil-32) ⁽¹¹⁵⁾.



Şekil-32. TSRH sistemindeki çapraz bağlantı (crosslink) plakları

Roda takılan ve “eye bolt” adı verilen konnektörler, somunlarla plağı roda fikse etmektedir. Bu sistem ile roda üç noktadan temas eden bir kilitleme sisteminin de doğuşunu sağlamıştır. TSRH doktorları, Herring, Johnston, Richards ve Birch, bu yeni kilitleme sistemi ile birlikte temel olarak CD enstrümantasyonunun bir modifikasyonu olan ve CD ile aynı düzeltici manevraları kullanan yeni bir implantasyon sistemi geliştirdiler ve bu yeni sisteme hastanelerinin adını verdiler ^(17-18,109).

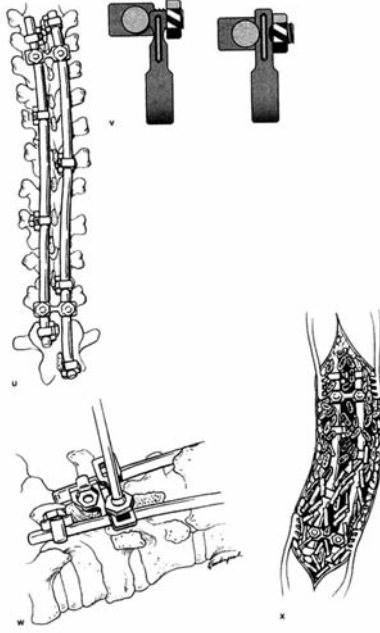
Biyomekanik çalışmaları Ashman tarafından yapılan sistemin, diğer sistemlerden ve CD'den aksiyel yük kompresyon, eğilme ve torsiyonel kuvvetlere karşı daha dayanıklı olduğu saptanmıştır⁽¹⁶⁻¹⁷⁾. Sistem, 1980'li yılların sonlarında kullanılmaya başlanmış ve ilk sonuçları, 1994 yılında yayınlanmıştır. Richards ve arkadaşları bu yayında, torakal eğriliklerde % 65, lomber eğriliklerde % 48 korreksiyon sağladıklarını rapor etmişlerdir ve sistemin frontal ve sagittal planda tatmin edici düzelme oranları ve minimal korreksiyon kayıplarıyla, idiopatik skolyoz tedavisinde rijid bir çerçeve kurması nedeniyle iyi bir enstrümantasyon tercihi olabileceğini ileri sürmüşlerdir⁽¹⁸²⁾.

TSRH enstrümantasyonu birçok Avrupa ülkesinden önce, 1990 yılında Türkiye'de Dr. Benli, Dr. Kış ve Dr. Tüzüner'den oluşan bir ekip tarafından, idiopatik skolyoz tedavisinde, ilk kez SSK Ankara Hastanesinde uygulanmıştır. Bunu takip eden 1 yıl içinde TSRH enstrümantasyonu 20 idiopatik skolyoz hastasına uygulanmıştır. Aralık 1991 tarihinde, Dr. Benli, Dallas'a gitmiş, Dr. Herring ve arkadaşlarıyla bir süre çalışmış, Ashman'ın biyomekanik laboratuvarındaki çalışmalara katılmıştır. Benli ve arkadaşları, idiopatik skolyozdaki TSRH uygulamalarına ait ilk sonuçları, 1994 yılında yayınlamışlardır⁽¹²⁵⁾. Sistem, daha sonra, CD'den sonran Türkiye'de en çok kullanılan sistem olmuştur.

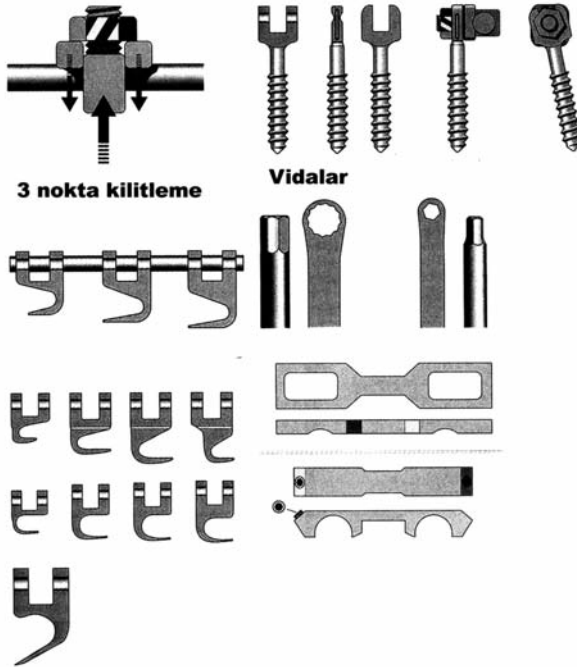
TSRH enstrümantasyonu ve uygulama teknikleri:

TSRH sisteminde temel olarak CD planlaması kullanılır. TSRH enstrümantasyonu yukarıda belirtilen crosslink plakları ve üç nokta kilitleme mekanizması dışında CD enstrümantasyonundan en önemli farklarından biri, metal püskürtme yöntemiyle pürüzlü hale getirilen sert ve yumuşak tipte olan ve 6-7 mm çaplarında dizayn edilen rodlarıdır. Rodların en önemli özelliklerinden biri distal uçlarının hegzogonal olması buna uyan bir somun anahtarı ile derotasyon esnasında kolaylıkla roda hâkim olunabilmesidir (Şekil-33)^(18,109,117).

Çengel ve vidalar eye bolt adı verilen rod konnektörlerine geçirilen somunlarla üç nokta prensibine göre fikse edilmektedir (Şekil-34).



Şekil-33. TSRH sistemindeki üç nokta kilitleme sistemi ve enstrümantasyon uygulaması



Şekil-34. TSRH sistemi çengel ve vidaları

Bu somunlar çengel vidaları sabit tutan aletler yardımıyla tutulurken, torklu somun sıkıcılarla tam manasıyla rijid bir şekilde roda fikse edilebilmektedir. Eye boltlar rod üzerinde hafif sıkıldığında, rodlar pürtüklü bir yüzeye sahip olduğundan derotasyon esnasında, CD enstrümantasyonunda olduğu gibi çengellerin distraktif moda tutulmalarına gerek kalmamaktadır ^(18,109,117). Pediküler çengeller, anatomiktir, özellikle torakal pediküler çengeller torakal bölgeye özel olarak dizayn edilmiş ve CD enstrümantasyonunda görülen bazen nörolojik defisite yol açan çengelin migrasyonu bu yolla elimine edilmiştir. Pediküler ve laminar yol göstericiler, çengelin şeklinde olup, bu yol göstericilerin kanala girme ihtimali yoktur. Diğer önemli fark CD'deki tulip vidaları yerine yine aynı mekanizmayla roda bağlanan pediküler vidaların dizaynıdır. Alt lomber bölgede kullanılmak üzere özel dizayn lomber çengelleri vardır, bu çengeller distalde vidaların yerinden çıkmasını (pull out) engellemek üzere kullanılmaktadır. Önce çift bacaklı olarak dizayn edilen çengel ve vidalar, daha sonra daha az düşük profilli ve tek bacaklı olarak geliştirilmiştir (Şekil-34).

Birkaç yıl içinde sistemin titanyum versiyonu kullanıma geçmiştir. Böylelikle daha rijid ve MR uyumlu ilk sistem olmuştur ^(18,109,117). Titanyum TSRH setinin kullanıma geçmesiyle, pediküler vida bağlantıları yaklaşık 30° açılanmaya müsaade edecek şekilde oynar eye boltlar ile tutturulmaya başlanmıştır. TSRH sisteminin de CD gibi pediatrik seti mevcuttur ^(18,109,117).

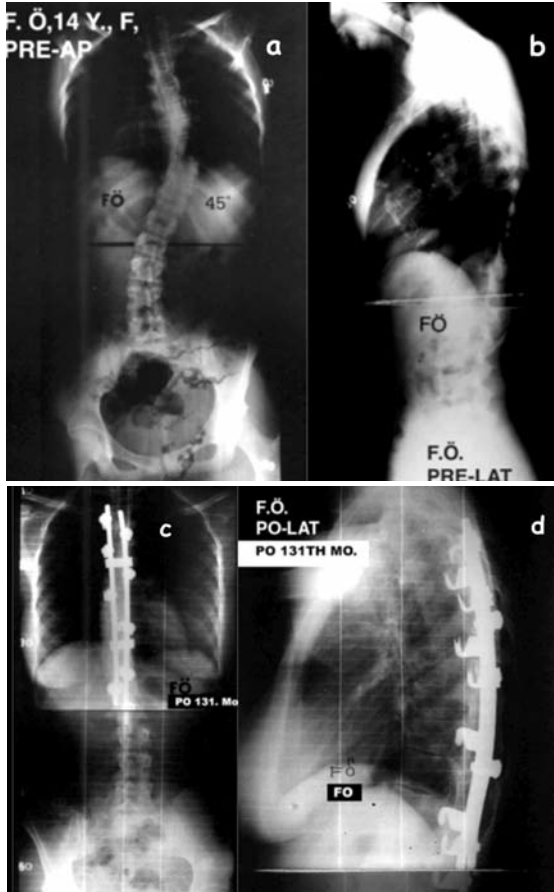
TSRH sistemi ABD'de, Avrupa'da ve Uzak doğuda CD kadar kullanım alanı bulamamıştır. TSRH üreten firmanın, CD üreten firmayı satın almasıyla her iki sistemde Dünya yüzeyinde yaygın kullanım olanağı bulmuştur. Ne var ki, günümüzde TSRH sistemi üretimden kalkmıştır. 2005 yılında TSRH Silo sistemi adı altında düşük profilli yeni bir tasarım geliştirilmiş ve kullanıma geçmiştir. 2010 yılından beri TSRH sistemi üretilmemektedir.

TSRH enstrümantasyonu sonuçları:

CD enstrümantasyonu ile idiopatik skolyozda elde edilen % 50 ile % 60 arası düzeltme oranlarıyla mukayese edildiğinde TSRH enstrümantasyonu ile elde edilen düzeltme oranlarının da benzer olduğu görülmektedir ^(18,109,117). Richards ve arkadaşları, torakal eğriliklerde % 65, lomber eğriliklerde % 48 korreksiyon elde ettiklerini bildirmişlerdir. Literatürde idiopatik skolyoz tedavisinde TSRH kullanımına ait yayınlar kısıtlıdır ⁽¹⁸²⁾.

Wang ve arkadaşları, TSRH ve CD uygulanan idiopatik skolyoz hastalarının sonuçlarını karşılaştırdıkları çalışmada, her iki sistemin de frontal ve sagittal planda benzer korreksiyon oranlarına sahip olduklarını rapor etmişlerdir⁽²¹³⁾.

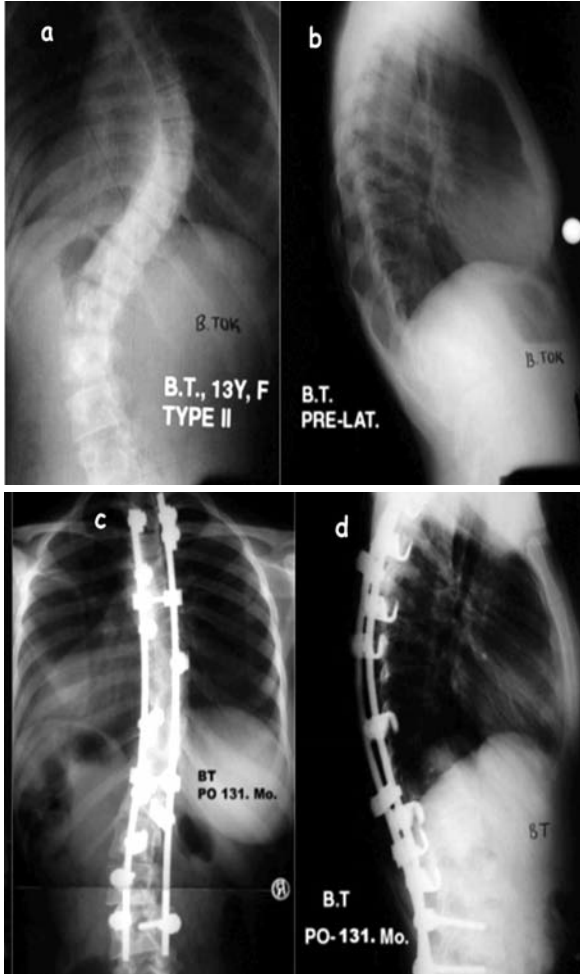
Benli ve arkadaşları, 1991 ile 1996 yılları arasında TSRH enstrümantasyonu kullanılarak opere edilen ve minimum 2 yıllık takibe sahip olan 217 idiopatik skolyoz vakasının sonuçlarını 2001 yılında yayınlamışlardır⁽³³⁾. Bu çalışmada, tüm hastalar dahil edildiğinde frontal planda majör eğriliklerde % 59.1 düzelme elde edildiği belirlenmiştir. En yüksek korreksiyon % 68 oranıyla Tip III eğriliklerde elde edildiği, frontal plandaki düzelme bu tip eğriliklerde torasik sagittal konturlarla korele olduğu saptanmıştır (Şekil-35).



Şekil-35. TSRH enstrümantasyonu ile tedavi edilen Tip III eğriliğe sahip 14 yaşındaki kız hasta (F.Ö.)'nin preoperatif a) ön-arka, b) yan ve postoperatif 131 ay sonraki kontrol, c) ön-arka ve d) yan grafileri.

Tip III eğriliğe sahip 107 hastanın tamamında normal fizyolojik sınırlarda torakal kifoz elde edilmiştir. Torakal bölgede lordoz veya hipokifoz olan hastalarda, normokifotik veya hiperkifotik torakal bölge sagittal paterne sahip hastalara nazaran daha yüksek frontal plan korreksiyonu sağlandığı belirlenmiştir. Bu bulgu derotasyonel etkinin hipokifotik torakal eğriliklerde daha etkin olduğunu iddia eden Bridwell ve arkadaşlarının bulgularını destekler görünmektedir⁽³³⁾.

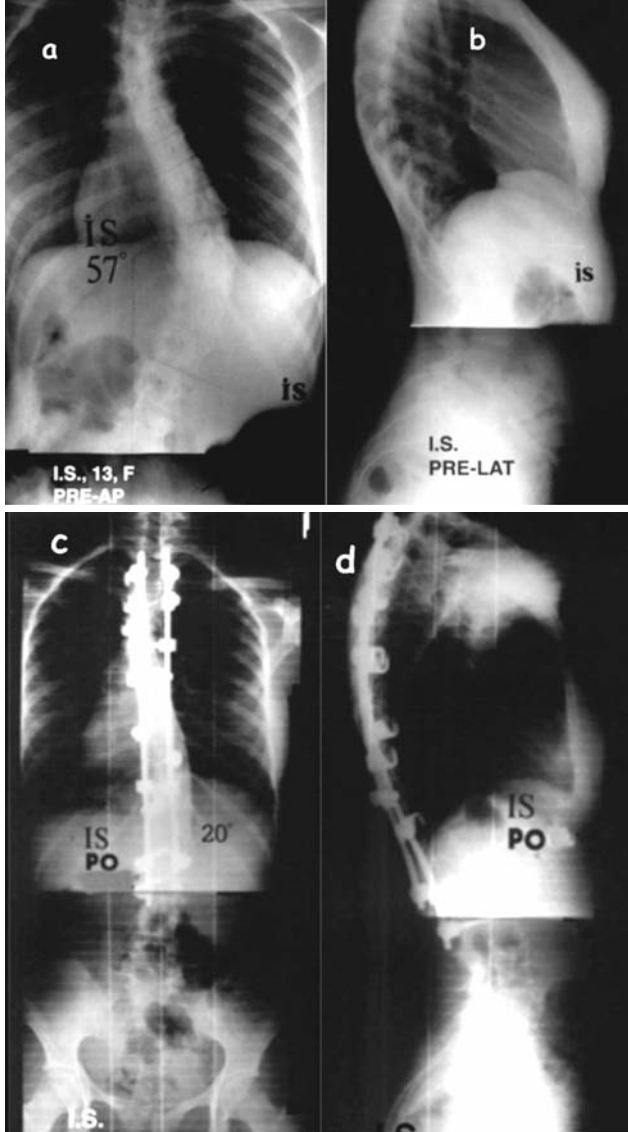
Tip II eğriliklerde ortalama % 51.8 korreksiyon sağlanmış ve hastaların % 91.7'sinde torakal sagittal konturlar restore edildiği saptanmıştır (Şekil-36).



Şekil-36. TSRH enstrümantasyonu ile tedavi edilen Tip II eğriliğe sahip 13 yaşındaki kız hasta (B.T.)'nin preoperatif a) ön-arka, b) yan ve postoperatif 131 ay sonraki kontrol, c) ön-arka ve d) yan grafileri.

Tip II eğriliklerde lomber eğrilik 40° altında ise revers çengel paterninin kullanılarak selektif füzyon yapılarak torakolomber bileşke kifozunun önlenileceği, 40° üzerinde ise mutlaka füzyon ve enstrümantasyonun lomber bölgeye uzatılması gerektiği ileri sürülmüştür⁽³³⁾.

Tip I eğriliklerde lomber bölgede % 59, Tip IV eğriliklerde % 57.8 korreksiyon sağlandığı rapor edilmiştir (Şekil-37).



Şekil-37. TSRH enstrümantasyonu ile tedavi edilen Tip IV eğriliğe sahip 13 yaşındaki kız hasta (I.S.)'nin preoperatif a) ön-arka, b) yan ve postoperatif, c) ön-arka ve d) yan grafileri.

Son kontrolde ortalama 7.3° korreksiyon kaybı olduğu belirlenmiştir⁽³³⁾. TSRH enstrümantasyonu, temel olarak CD enstrümantasyonun düzeltici manevralarını kullandığı için, CD sisteminde karşılaşılan ve daha önce bahsedilen tüm imbalans ve dekompanzasyon problemlerine potansiyel olarak sahiptir. Literatürde sistemin gövde balansına etkilerine ait bir çalışma bulunmamaktadır.

Benli ve arkadaşlarının 2001 yılındaki çalışmalarında, TSRH sistemi uygulanan idiopatik skolyoz hastalarının gövde dengesine etkileri de araştırılmıştır⁽³³⁾. Bu çalışmada baş ve stabil omur midsakral hat üzerinde olan hastalar tam dengeli, baş ve stabil omur sadece yarım vertebra boyundan az kayma gösteriyorsa –ki bu hastalar klinik olarak dengeli olarak görülür- klinik olarak dengeli olarak tanımlanmıştır. Preoperatif hastaların hiçbirinde tam dengeli bir eğrilik yokken ve sadece % 39.2'si klinik olarak dengeli bir eğriliğe sahipken, postoperatif olarak % 47.9'unda tam dengeli, % 43.8'inde klinik olarak dengeli hale gelmiş, böylece hastaların % 91.7'sinde gövde dengesi rekonstrükte edilmiş olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada denge problemi olan hastaların, preoperatif planlama hatası yapılan hastalar olduğu belirlenmiştir. Bazı Tip V eğriliklerin Tip III gibi tedavi edilmesinin, omuz asimetrisine yol açan bir dekompanzasyona yol açtığı belirlenmiştir. Tip III eğriliklerde fazla derotasyon uygulamasının, lomber yeni eğrilik oluşmasına yol açtığı saptanmıştır. İmbalans problemlerinin özellikle Tip IV ve Tip II hastalarda olduğu, özellikle lomber eğriliğin 40° üzerinde olduğu vakalarda, bu eğriliğin enstrümente edilmediğinde, progresyon gösterdiği ileri sürülmüştür. İmplant yetmezliği oranları CD enstrümantasyonuna nazaran daha düşüktür. TSRH enstrümantasyonu ile psödoartroz oranı % 5.5 olarak belirlenmiştir⁽³³⁾.

Sonuç olarak TSRH sisteminin, CD enstrümantasyonu gibi tüm eğriliklerde, tatmin edici frontal plan korreksiyonu sağlarken, fizyolojik sagittal konturların oluşturulmasında ve gövde dengesinin sağlanmasında yüksek başarıya sahip olduğu belirlenmiştir. Denge ve dekompanzasyon sorunlarına başlıca hatalı preoperatif planma ve fazla düzeltmenin etken olduğu ileri sürülmüştür⁽³³⁾.

c) Isola Spinal Enstrümantasyon Sistemi ve Translasyon:

1985 yılında, Kansas Tıp Merkezi doktorlarından Marc Asher, sakral fiksasyon için etkili bir metod geliştirmek üzere çalışmalara başlamıştır⁽⁸⁴⁾. 1990 yılında tüm omurga hastalıklarında kullanılabilecek bir enstrümantasyon sistemi geliştirmiştir. Sistem, çengeller, VSP vidaları ve modüler çapraz bağlantılardan oluşmuştur. Biyomekanik olarak sistemin TSRH, CD kadar torsiyonel ve kompresif kuvvetlere dayanıklı olduğu gösterilmiştir.

Isola sisteminin diğer üçüncü nesil enstrümantasyon sistemlerinden en önemli farkı, sagittal konturlara uygun olarak prebend edilen ve orta hatta yerleştirilen roda doğru omurganın, sublaminar tellerle çekilmesi yani Luque-SSİ'de olduğu gibi translasyon manevrasının uygulanarak eğriliğin düzeltilmesidir⁽⁶⁻⁸⁾.

Asher, her vertebral seviyenin frontal planda midsakral hatta, sagittal planda şakül hattına göre lateral kayma ve sagittal kontur miktarlarının ve rotasyonlarının preoperatif olarak belirlenip, uygulanacak translasyonun belirlenmesini ve ona göre cerrahi planlamanın yapılmasını önermektedir. Eğrilikleri King – Moe sınıflamasına göre, Harrington stabil zonu kavramını kullanarak enstrümente edip, füzyon sahasını belirlemektedir (Şekil-26)⁽⁶⁻⁸⁾.

Sistem ile ilgili ilk sonuçlar, Asher tarafından 1992'de yayınlanmıştır⁽⁶⁾. Isola enstrümantasyonu, ABD'de de olduğu kadar, tüm Avrupa'da kısa zamanda yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır.

1994'ten itibaren GICD toplantıları gibi yıllık Isola toplantıları düzenlenmiştir⁽⁹⁾. Asher'ın sağlığı bozulana kadar bu toplantılar yapılmaya düzenli olarak devam edilmiştir. Sistemin 2000'li yıllarda üretimi durdurulmuştur.

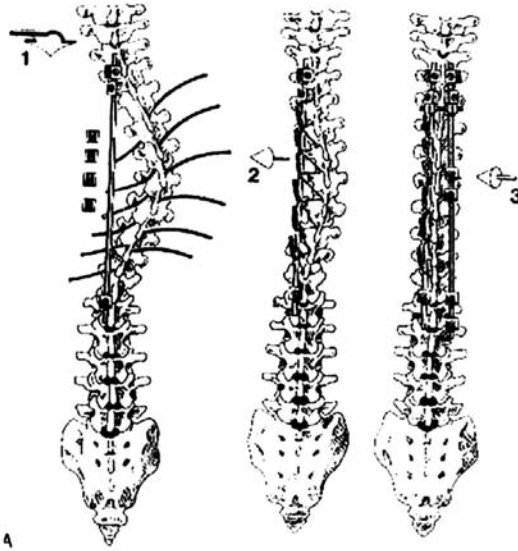
1994 yılında Laxer Isola spinal enstrümantasyonu gibi translasyonu düzeltici manevra olarak kullanan AO – USS sistemini geliştirmiştir. Webb ve arkadaşları, bu sistemin Isola gibi yüksek düzeltme oranlarını bildiren çalışmalarını rapor etmişlerdir^(134,216).

Isola enstrümantasyonu ve teknik özellikleri:

Isola enstrümantasyonunda çengeller, CD enstrümantasyonundaki çengellerden çok farklı değildir. Pediküler, laminar ve transvers çengeller bu sistemde de bulunmaktadır. Farklı olarak kullanılan VSP vidalarıdır. Vidalar rodlara VSP plaklarıyla tutturulur, bu konnektörlerin çeşitli boy ve açılarda çeşitleri vardır⁽⁸⁻⁹⁾.

Sublaminar teller olarak, Songar kabloları kullanılmaktadır. Rodların çapraz bağlantıları, CD-DTT'lerine benzemektedir. Enstrümantasyondaki modifikasyonlarla, birkaç yıl içinde titanyum set de kullanıma girmiştir. Songar kablolarının multifiyaman titanyum olanları kullanılmaya başlanmıştır⁽⁶⁻⁸⁾.

Tek torakal eğrilikte, proksimalde hem konkav hem de konveks tarafta çengellerle pençeler yapılır. T12 ve L1 düzeyinde VSP vidaları tercih edilir. VSP vidaları, genellikle distalde nöral vertebranın bir veya iki altındaki omurlara da yerleştirilir. Apikal bölgede konveks tarafta yine çengellerle transversopediküler pençe yapılır. Apikal bölgede, konkav tarafta sublaminar teller yerleştirilir. Normal sagittal konturlara göre prebend edilmiş rodlar, üste konulan çengeller ve alttaki VSP vidalarına yerleştirilir, çengellerinkapakları kapatılır ancak kitlenmez, rodun içinde kayabilmesi için gevşek bırakılır (Şekil-38)⁽⁶⁻⁸⁾.



Şekil-38. Tip III eğriliklerde Isola enstrümantasyonu uygulaması

Roda verilen eğrilikler sağıtal konturları oluşturacak şekilde derote edildikten sonra, teller, rodun altından geçirilip özel gerdirici cihazlarla bükülerek sıkılır. Bu işlemten sonra üstteki çengeller ve VSP vidalarına hafif distraksiyon yapıp kitlenir. Daha sonra konveks taraftaki rod yerleştirilip pençelere kompresyon yapılır. Son olarak çapraz bağlantılar yerleştirilip, posterior füzyon yapılarak işleme son verilir ⁽⁶⁻⁸⁾.

Çift majör eğriliklerde, lomber eğrilik fleksibl ve 30° altında ise selektif torakal füzyon ve enstrümantasyon uygulanırken, 30° üzerinde ve sert lomber eğrilik varlığında T2-L4 arası enstrümantasyon yapılır (Şekil-39) ⁽⁶⁻⁸⁾.

Isola enstrümantasyonu sonuçları:

Isola enstrümantasyonu ile Asher, lomber bölgede Tip I skolyozda % 83 korreksiyon elde ettiğini takiplerde ortalama 12° korreksiyon kaybı olduğunu rapor etmiştir. Tip II ve Tip III eğriliklerde elde edilen korreksiyon oranları torakal bölgede % 90 civarında olduğunu bildirmiştir. Hastaların % 80'inde normal fizyolojik sınırlarda torakal kifoz oluşturulduğunu da ileri sürmüştür ⁽⁶⁻⁸⁾.

Asher ve arkadaşları, Isola spinal enstrümantasyonu uyguladıkları, 185 ardışık hastanın 2 ile 12 yıl arasında değişen takip sonuçlarını, 2004 yılında yayınlamışlardır. Final korreksiyonun tüm hastalar dahil edildiğinde, % 63 ve gövde inklinasyonunda % 39 düzelme olduğunu, son kontrolde % 2.2 psödoartroz saptadıklarını, hiçbir hastada nörolojik defisit görmediklerini bildirmişler ve bu verilerin ışığı altında sistemin idiopatik skolyoz cerrahi tedavisinde güvenli ve etkili bir yöntem olduğunu ileri sürmüşlerdir ⁽¹⁴⁾.

Girardi ve arkadaşları, CD enstrümantasyonu ile karşılaştırıldığında, isola enstrümantasyonunda daha az denge problemi ortaya çıktığını rapor etmiştir ⁽⁸⁹⁻⁹⁰⁾. Girardi ve arkadaşları ayrıca sistemin uygulamasında, nörolojik komplikasyonla karşılaşmadığını, takiplerde minimal korreksiyon kayıpları oluştuğunu ve idiopatik skolyozda güvenle uygulanabileceğini ileri sürmüşlerdir ⁽⁹¹⁾.

Muschik ve arkadaşlarına göre traslasyon manevrası, derotasyonun aksine, bozmak bir yana, gövde dengesinin oluşturulmasında yardımcı olan bir manevradır ⁽¹⁶²⁾. Gando ve Asher sistemin, derotasyon manevrasıyla orta dönemde görülen dekompanzasyon ve imbalans sorunlarını elimine ettiğini bildirmişlerdir ⁽⁸⁵⁾.

Delorme ve arkadaşları translasyon manevrası kullanılan Colarado sistemi ile CD enstrümantasyonu sonuçlarını karşılaştırdıkları çalışmada, üç düzlemlili düzelme açısından her iki düzeltici manevranın benzer etkiye olduğunu, düzelme oranlarının mukayese edilebilir düzeyde olduğunu göstermişlerdir⁽⁶⁵⁻⁶⁶⁾.

Benli ve arkadaşları, isola enstrümantasyonu kullanarak cerrahi tedavilerini yaptıkları 24 idiopatik skolyozlu hastanın minimum 2 yıllık takip sonuçlarını 2001 yılında yayınlamışlardır⁽³²⁾. Bu çalışmada, Tip III ve IV eğriliğe sahip hastalarda sadece posterior enstrümantasyon, Tip I ve Tip II eğriliğe sahip hastalarda anterior gevşetme ve diskektomiye takiben posterior enstrümantasyon uygulanmıştır. Hastalara Asher'ın önerdiği uygun stratejiler uygulanıp, translasyon titanyum multiflaman Songar kabloları ile yapılmıştır⁽³²⁾. Tüm hastalar dahil edildiğinde ortalama % 62.8 korreksiyon sağlandığı, en fazla düzelmenin % 80.9 oranıyla Tip III eğriliklerde elde edildiği belirlenmiştir. Son kontrolde ortalama 5.5° korreksiyon kaybı olup, hastaların % 83'ünde normal torasik (30°-50°), % 66.7'sinde normal lomber (40°-60°) sagittal konturların sağlandığı belirlenmiştir. Hastaların tamamında tam dengeli veya klinik olarak gövde dengesi oluşturulduğu, sistemin denge değerleri üzerinde yüksek düzeltici etkisi olduğu saptanmıştır⁽³²⁾.

ÜÇÜNCÜ NESİL ENSTRÜMANTASYON SİSTEMLERİNİN UZUN DÖNEM SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Freeman'a göre üçüncü nesil segmenter spinal enstrümantasyonda yapılan ve denge sorunlarının ortaya çıkmasına yol açan başlıca hataların başında sagittal veya frontal bir eğriliğin ortasında enstrümantasyonun sonlandırılması gelmektedir. Örneğin torakolomber bir eğrilik için enstrümantasyon sagittal planda torakal kifozun tepe noktası olan T7-8 düzeyinde sonlandırılıyorsa, T7'nin üstünde kifotik bir artış izlenir. Buna eklenmiş kifoz (adding on) deformitesi adı verilir. Diğer sık yapılan bir hata Tip III eğriliklerde servikotorasik eğriliğin veya üst torasik eğriliğin yani gerçek bir Tip V eğriliğin gözden kaçırılmış olmasıdır. Böylesi bir durumda sadece alttaki eğriliğe müdahale etmek üstteki eğriliğin artışına ve omuz asimetrisine neden olabilir⁽⁸⁴⁾.

Çengeller fazla horizontal yerleştirilmemelidir. Bu durum laminanın veya pedikülün kırılmasına yol açabilir. Derotasyon uygulanıyorsa üstteki pediküler çengele dikkat etmek gerekir. Bu çengel, orta hatta doğru rotasyona uğrayabilir ve Brown – Sequard tarzında nörolojik defisite yol açabilir. Sublaminar çengeli yukarı doğru ligamantum flavumun yukarıdaki omurun altına yaptığından kolaylıkla yerleştirmek mümkün olur, ancak laminar çengel aşağı doğru yerleştirilecekse ligamentum flavumu açmak ve üstteki omurun distal laminar kenarını çengelin kolay yerleştirilebilmesi için traşlanması gerekli olabilir⁽⁸⁴⁾.

Rod rotasyonu yapılırken ortadaki çengeller gevşeyebilir ve yerlerinden çıkabilir bunun için bu çengellerin yeniden yerleştirilmesi gerekli olabilir. Konveks tarafta Apikal omura mutlaka pediküler çengel kullanılmalı, daha rijit bir tutunma için transversopediküler pençe yapılması tercih edilmelidir⁽⁸⁴⁾.

Literatürdeki uzun dönem sonuçlarının çoğu, Harrington Rod sistemine aittir⁽⁷³⁾. Willers ve arkadaşları HRSF uygulanan hastalarının 10.8 yıllık takip sonrasında final korreksiyonun % 40 olduğunu rapor etmektedir⁽²²⁰⁾. Heleneus ve arkadaşları, CD enstrümantasyonu ile karşılaştığında, HSRF ile elde edilen spinal korreksiyon oranlarının nispeten düşük olduğunu bildirmişlerdir. Ancak bu çalışmaların çoğu HRSF 'nin uzun dönem sonuçlarının 3. nesil modern sistemlerinin klinik ve radyolojik sonuçlarıyla mukayese edilebilir olduğunu göstermektedir^(92,105).

Modern sistemlerin uzun dönem sonuçlarına ait çalışmalar sınırlı sayıdadır. Lepsien operasyondan sonra en geç iki yıl içerisinde füzyonun tamamlanmış olması gerektiği, vertebral stabilitenin sağlanıp, daha fazla korreksiyon kaybının gelişmeyeceğini ileri sürmüştür⁽¹⁴⁰⁾. Üçüncü nesil sistemlerin uzun dönem takip sonuçları Lepsien'in görüşü doğrultusundadır. Uzun dönem takip çalışmalarında, üçüncü nesil sistemler kullanılan idiyopatik skolyoz hastalarında 7°-17° arasında korreksiyon kayıpları bildirilmektedir^(84,109).

Bago ve arkadaşları, 1987-1995 arası CD enstrümantasyonu kullanarak opere ettikleri 133 idiyopatik skolyozda yaptıkları çalışmada, 10. yılın sonunda hastalarında % 76.5'inde implantların durduğunu, yani stabilitelelerini devam ettirdiğini, kalanında ise çeşitli sebeplerle implantların çıkarıldığını saptamışlardır⁽²¹⁾.

Burton ve arkadaşlarına göre 70° üzeri eğriliklerde mutlaka anterior gevşetme yapılmalıdır. Burton ve arkadaşları, 50 idiyopatik skolyozlu hasta içeren serilerinde 70° üzeri eğriliklerde anterior gevşetmenin dahi iyi kozmetik ve radyolojik sonuçlar sağladığını bildirmişlerdir ⁽⁵⁴⁾.

Son yıllarda uzun dönem klinik sonuçlarının değerlendirilmesinde eğriliklerdeki korreksiyon kayıplarından başka, hastaların tedaviden memnuniyet düzeyleri ve fonksiyonel kapasite de değerlendirilmeye başlanmıştır ^(10-13,15,96-98). Daha önceleri özellikle dejeneratif omurga hastalıklarının klinik değerlendirilmesinde kullanılan klinik ağrı ve fonksiyon skorları, son yıllarda özellikle hasta merkezli değerlendirilmelerin yapılabilmesi için idiyopatik skolyoz hastalarında uygulanmaktadır. Skolyoz Araştırma Cemiyeti (SRS)-22 anketi, Haher ve arkadaşları tarafından geliştirilmiş, geçerliliği ve uygunluğu istatistiki çalışmalarla gösterilmiştir ^(96,98).

SRS-24 ve kısa form-36 gibi anketler de, yine idiyopatik skolyoz hastalarının klinik sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılan diğer anketlerdir. SRS-22 anketinde hastaların ağrı, mental durum, kişisel görünüm, fonksiyon istasyonlarında 5'er ve tedaviden tatmin düzeyi istasyonunda 2 soru bulunmaktadır. Beş şıklı soruların her biri 5'er puan üzerinden değerlendirilmekte ve her istasyon için bir skor elde edilmektedir. Genel olarak 4 ve üzeri skor iyi, 4.5 üzeri skor mükemmel sonuç olarak değerlendirilmektedir ^(96,98).

SRS-22 skorlarının Türkçe'ye adaptasyonu ve geçerlilik testleri, Dr. Alanay ve arkadaşları tarafından yapılmıştır ⁽⁵⁾. İdiopatik skolyoz hastalarının klinik değerlendirilmesinde kullanılan bu sübjektif anketler, radyolojik ve klinik sonuçlar kadar önemlidir. Anketler, hastanın tedavinden memnuniyetini göstermesi dışında, hastanın yaşam kalitesi hakkında da bilgi vermektedir ^(10-13,15).

HRSF'ye ait uzun dönem çalışmalarda, hastaların yaşam kalitelerinde önemli bir değişiklik olmadığını göstermektedir ^(92,170). Merola ve arkadaşlarının, çok merkezli çalışmalarında, HRSF, ikinci ve üçüncü nesil enstrümantasyonların herhangi biriyle postoperatif olarak mutlaka yaşam kalitesinde bir artış görülmekte olup, SRS-22 skorlarında istatistiki bir artışın saptanmadığı belirlenmiştir ⁽¹⁵⁶⁾. Sweet ve arkadaşları, kötü

radYOlojik sonuçlarla, kötü SRS-22 anket skorlarının körele olduğunu saptamışlardır (201). Simony ve arkadaşları 2015 yılında, HRSF uygulanan ve ortalama 25.4 yıl takip edilen 219 hastanın sonuçlarını yayınlamışlardır. Bu çalışmaya göre hiçbir hastada deformitede ilerleme olmadığını, buna karşın kontrol grubuna göre SRS-22 skorlarının istatistiki olarak daha iyi olduğunu bildirmişlerdir (194).

Benli ve arkadaşları, TSRH enstrümantasyonu uygulanan hastalardaki 10 yıllık takip sonuçlarını içeren çalışmada da, postoperatif korreksiyon oranlarıyla, final korreksiyon oranları ve son kontroldeki korreksiyon kayıplarının, SRS-22 anket sonuçlarıyla istatistiki olarak körele olduğunu bildirmişlerdir (36).

Asher, isola enstrümantasyonu uygulanan hastalarında kişisel görünüm (self-image) skorlarında, 3. ve 24. ayda artış olduğunu, fonksiyonel skorların 6. aydan itibaren arttığını belirlemiştir (10). Asher ve arkadaşları, eğrilik şiddeti ile skorlarının ise ters orantılı olduğunu da saptamışlardır (12).

HaHer ve arkadaşları, 35 yıl takip edilen 11.000 hastanın skolyotik eğriliklerinin cerrahi korreksiyon oranlarında düşmeye rağmen, tedaviden tatmin düzeylerinin arttığını saptamışlardır (97).

White ve arkadaşları, füzyon oranlarının, ağrı skorlarını etkilediğini bildirmişlerdir (217-218). Peres-Grueso ve arkadaşları, CD enstrümantasyonu uygulanan hastaların 10 yıllık takiplerinde, ağrıyı ortaya çıkaran sebeplerin, normal popülasyondakilerden farklı olmadığını saptamışlardır (170). Takahashi ve arkadaşları, 9 yıllık takiplerde enstrümanle edilmeyen lomber sahada hastaların sadece % 23'ünde dejeneratif değişikliklerin geliştiğini belirlemiştir (202).

White'a göre cerrahi tedavi, fonksiyonel skorları artırmaktadır. Nörolojik komplikasyonlar, fonksiyonel skorları ve tedaviden tatmin skorlarının düşmesine yol açmaktadır (218).

Rinella ve arkadaşları, uzun dönem takip edilen hastalarında tedaviden tatmin düzeylerinin, final eğriliğinin şiddetleriyle körele olmadığını bildirmişlerdir (184). Asher ve arkadaşları da benzer olarak tedaviden tatmin düzeyini, son kontroldeki gövde deformitesinin etkilemediğini rapor etmişlerdir (15). Hastalara sorulduğunda "Şimdiki halinizi bilerek, yapılan tedaviyi şimdi de kabul eder misiniz?" sorusuna alınan tek cevap, "Evet"tir.

Benli ve arkadaşları, TSRH enstrümantasyon uygulanan 109 hastanın minimum 10 yıllık sonuçlarını, 2007 yılında yayınlamışlardır⁽³⁶⁾. Bu çalışmada, final korreksiyonun, tüm hastalar dâhil edildiğinde, % 56,7 ± 17.7 olduğu bildirilmiştir. Ortalama korreksiyon kaybı, 9.1° ± 11.9° olup, yüksek kayıplara enfeksiyon veya nörolojik defisit nedeniyle implant çıkartılan hastalarda görüldüğü belirlenmiştir. Sagittal konturlardaki düzelmede bir kayıp olmadığı, postoperatif normal fizyolojik sagittal kontur elde edilen hasta sayısının değişmediği saptanmıştır.

Benli ve arkadaşları, TSRH uygulamasıyla hastalarının, son kontrollerinde tam dengeli hasta oranının % 48,6'ya düştüğünü, klinik olarak dengeli hasta sayısının % 42.1'e yükseldiğini, ancak postoperatif dönemde karşılaşıldığında gövde dengesi bozuk hasta oranının istatistiki olarak aynı kaldığı belirlenmiştir. imbalans problemlerinin uzun dönemde korreksiyon kayıplarından ileri geldiğini ve TSRH enstrümantasyonu ile uzun dönemde ilave bir gövde dengesi problemi oluşmadığını bildirmişlerdir⁽³⁶⁾.

Benli ve arkadaşları, bu çalışmada, ayrıca TSRH enstrümantasyonu uygulanan 109 hastanın 10 yıl takip sonrası SRS-22 skorlarını da değerlendirmişlerdir. Ağrı, genel görünüm, fonksiyon, mental durum ve tedaviden tatmin skorlarının 5 üzerinden sırasıyla ortalama 3.8 ± 0.7, 3.6 ± 0.7, 4.0 ± 0.7, 4.0 ± 0.8 ve 4.6 ± 0.3 olarak bulunmuştur. Hastaların tamamı dahil edildiğinde, klinik sonuçların, fonksiyon açısından iyi, tedaviden tatmin açısından mükemmel sonuçlara sahip olduğu belirlenmiştir. Tip 3 eğriliklere sahip hastaların, en iyi skorlara sahip olduğu belirlenmiştir. Eğrilik tipi ile tedaviden tatmin düzeyleri arasında bir korelasyon bulunmamıştır. Bu verilerin ışığı altında, idiopatik skolyoz hastalarında, postoperatif olarak frontal ve sagittal planda yüksek korreksiyon oranları sağlandığı, hastaların % 95.4'ünde gövde dengesinin oluştuğu belirlenmiş ve 10 yıllık takip sonunda dengeli bir omurga dizilimine sahip hasta oranında bir değişiklik olmadığı, SR2-22 anket sonuçlarına göre tatmin edici düzeyde klinik sonuçların elde edildiği belirlenmiştir⁽³⁶⁾.

TSRH enstrümantasyonu ile tedavi edilen hastalarının yaşam kalitesinin arttığı ve hastaların eğitimlerine devam ettikleri, iş bulmalarında ve evlenmelerinde olumsuz bir etki oluşmadığı da saptanmıştır⁽³⁶⁾.

Lenke ve arkadaşları, 2003 yılında, uzun zamandır üzerinde çalıştığı Tip II eğriliklerde selektif füzyon kavramından yola çıkarak yeni bir sınıflama yaptılar ^(134,136-138). Bu sınıflamaya göre; enstrümantasyon ve füzyon sahalarıyla ilgili yeni çıkarımlarda bulundular son yıllarda Lenke sınıflamasını baz alan ve üçüncü nesil enstrümantasyon sistemleriyle ilgili yayınlar da yapılmaktadır ⁽⁷⁹⁾. Ancak bu çalışmalara ait henüz uzun dönem çalışmalar literatürde yeterli sayıda mevcut değildir.

ANTERİÖR ENSTRÜMANTASYONLA İDİOPATİK SKOLYOZUN DÜZELTİLMESİ

İdiopatik skolyozun anterior enstrümantasyonla düzeltilmesi görece yeni bir kavramdır ^(88,102). 1933 yılında skolyozlu bir hastada Van Lackum tarafından vertebral cisim eksizyonu idiopatik skolyozun cerrahi tedavisinde bilinen ilk anterior cerrahi girişimdir ⁽²¹²⁾. 1969 yılında ilk kez, Dwyer ve arkadaşları, skolyozun tedavisi için retroperitoneal yaklaşımla omurgaya ulaşmış, eğriliğin konveks tarafına vidalar ve fleksibl kablolarla enstrümantasyon uygulamışlardır ⁽⁷⁶⁾.

Dwyer ve Schafer torokolomber ve çift majör eğriliklere sahip idiopatik skolyozu olan 51 hastada % 58 - % 70 arası korreksiyon sağlandığını rapor etmişlerdir ⁽⁷⁷⁾. Dwyer, sonraki 100 hastanın sonuçlarını yayınladığı çalışmasında ise daha yüksek korreksiyon oranları elde ettiklerini ileri sürmüştür. Daha sonra, Dwyer cihazı ve işlemi, omurga hastalıklarının tedavisinde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Ancak işlemin ilk uygulamalarında yüksek morbidite ve komplikasyon oranlarına sahip olması sistemin popülaritesini azaltmıştır ⁽⁷⁸⁾.

1976 yılında Zielke ve arkadaşları, anteriordan eğriliğin tüm seviyelerine diskektomi ve füzyon, anteriordan vida ve yivli rodlarla yapılan, yeni bir anterior enstrümantasyon sistemini geliştirmişlerdir. Bu yeni sistemin, Dwyer enstrümantasyonundan en önemli farklı yönü, kablolar sıkıldıktan sonra roda derotasyon uygulanabiliyor olmasıdır. Bu nedenle sisteme "Ventral Derotasyon Spondilodez" (VDS) adı verilmiştir ⁽²²⁸⁻²²⁹⁾.

Zielke ve arkadaşları, 1976 yılında kendi uygulamaları ile posterior enstrümantasyon sonuçlarını mukayese etmişler ve % 77 - % 92 arası yüksek korreksiyon oranları elde ettiklerini ve posterior enstrümantasyona göre VDS sisteminin daha üstün olduğu fikrine ulaştıklarını rapor etmişlerdir ⁽²²⁸⁻²²⁹⁾.

Hammerberg ve arkadaşları, 5-12 yıllık takibe sahip 1000' nin üzerinde hastada, VDS enstrümantasyonu ile frontal planda, % 70 düzelme elde ettiklerini bildirmişlerdir ⁽¹⁰⁰⁾.

Moe ve arkadaşları ⁽¹⁵⁸⁾, Ogiela ve Chan ⁽¹⁶⁵⁾, Ogilvie ve arkadaşları ⁽¹⁶⁶⁾, Kaneda ve arkadaşları ⁽¹¹⁸⁾, Koustik ve arkadaşları ⁽¹²⁷⁾, Puno ve arkadaşları ⁽¹⁷⁴⁾, Zielke anterior enstrümantasyonu ile torakal ve torakolomber bölgede % 63 – 85 arası korreksiyon oranları elde ettiklerini rapor etmişlerdir. Lomber eğriliklerde ise Kaneda ve arkadaşları, % 82, Moe ve arkadaşları, % 84 korreksiyon oranları elde ettiklerini rapor etmişlerdir ^(118,158).

Moe ve arkadaşları, enstrümanite edilmeyen torakaldeki eğriliklerde ise % 40 spontan düzelme olduğunu da bildirmişlerdir. Her iki seride de 3°-4° korreksiyon kaybı saptanmış olup, hastaların tamamında kozmetik olarak tatmin edici sonuçlar elde edildiği ileri sürülmüştür ⁽¹⁵⁸⁾. Hem Köhler ve arkadaşları, hem de Kaneda ve arkadaşları, VDS uygulaması ile 21° kifotik etki oluştuğunu saptamışlardır. Aşırı kompresyon kifotik etkinin en önemli sebebidir ^(118,126).

Otani ve arkadaşları, 10 yıllık takipte Dwyer ve Zielke enstrümantasyonu ile sırasıyla % 61 ve % 65 final korreksiyon oranları elde edildiğini bildirmişlerdir ⁽¹⁶⁸⁾. Luk ve arkadaşları torakolomber şeksibl eğriliklerde % 79 final korreksiyon oranının korunduğunu rapor etmiştir ⁽¹⁵¹⁾. VDS sistemi ile Köhler ve arkadaşları 9°, Moe ve arkadaşları 20° korreksiyon kayıpları olduğunu saptamışlardır ^(126,158).

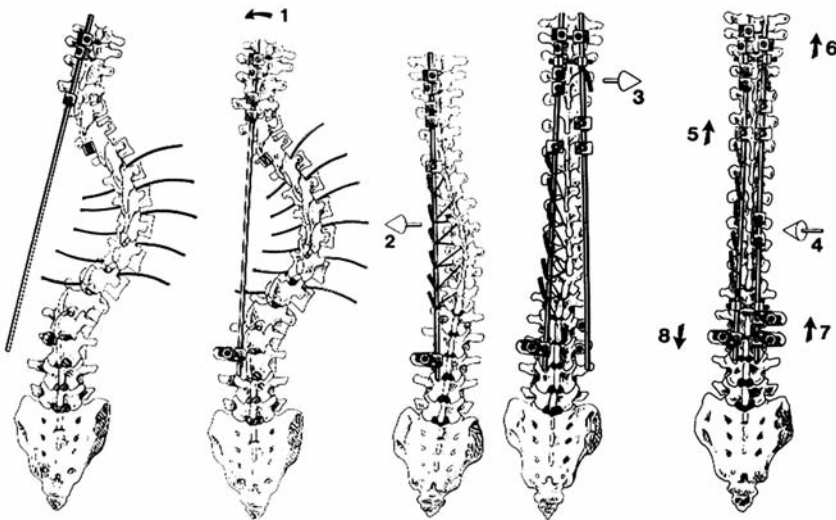
Luk ve arkadaşları, Suk ve arkadaşları da, VDS sistemi ile opere edilen idiopatik skolyozlu hastalarda benzer olarak 5° - 12° arası korreksiyon kaybı ortaya çıktığını bildirmişlerdir ^(151,197). Anterior TSRH enstrümantasyonu ile korreksiyon kaybı 5°, Kaneda enstrümantasyonu ile ise 1.5° olarak rapor edilmiştir ^(119-120,210).

Giehl ve Zielke'ye göre anterior enstrümantasyon için en ideal endikasyon fleksibl torakolomber ve lomber eğriliklerdir. Ancak diğer tüm eğriliklerde de kullanılabilir. Ortalama implant yetmezliği 215 vakalık serilerinde % 11.6 olarak bildirilmiştir⁽⁸⁸⁾.

Zielke enstrümantasyonu için kifotik sahalarda anterior girişimle korreksiyonun rölatif kontrendikasyonu vardır. Sistemin ayrıca lumbosakral eğriliklerde ve rijit torasik eğriliklerde kullanımı kontraendikedir. Sistemin retroperitoneal kullanımı nedeniyle en önemli komplikasyonu büyük arter ve iç organ yaralanmalarıdır. Korpustan vidaların kurtulması da sık karşılaşılan bir diğer komplikasyondur. Psödoartroz ve nörolojik defisitlerle karşılaşılmaştır⁽⁸⁸⁾.

Stasikelis ve arkadaşları, 1998 yılında yaptıkları adölesan skolyozda posterior enstrümantasyon sistemlerinin sonuçlarını içeren meta-analizlerinde, posterior enstrümantasyonla % 48-67 arası korreksiyon elde edilirken, anterior enstrümantasyonda bu oranın % 71-93 olduğunu rapor etmişlerdir⁽¹⁹²⁾.

Anterior enstrümantasyon endikasyonları, daha sonraki yıllar içinde daha da genişletilmiştir. Harms ve arkadaşları, hipokifoz ve lordoz olan torasik eğriliklerde, Tip II ve III hastalarda dekompenzasyon ve torakolomber bileşke kifozunun engellenmesi için anterior enstrümantasyonun tercih edilebileceğini ileri sürmüşlerdir⁽¹⁰²⁾.



Şekil-39. Tip IV eğriliklerde Isola enstrümantasyonu uygulaması

Anterior ve posterior enstrümantasyon sonuçlarını karşılaştıran çalışmasında Rhee ve arkadaşları, sagittal konturların düzeltilmesi açısından iki grup arasında bir fark olmadığını saptamışlardır⁽¹⁸⁰⁾.

Halm ve arkadaşları, özellikle torakolomber ve lomber eğriliklerde, anteriordan pediküler vida ile enstrümantasyonun etkili ve güvenli bir prosedür olduğunu, minimal korreksiyon kayıpları görüldüğünü bildirmişlerdir⁽⁹⁹⁾.

Harms ve arkadaşları, 1985 yılında, Zielke enstrümantasyonunun staple, bağlantı parçaları ve vidalarının kilitleme mekanizmasında ve cerrahi teknikte önemli modifikasyonlar yaparak, sistemi geliştirmişlerdir⁽¹⁰²⁾. Harms, cerrahi sırasında komplet diskektomi ve posterior longitudinal ligamentin tam olarak kesilmesini cerrahi tekniğin bir parçası olarak uygulamaya başlamıştır. Harms 70° altındaki tüm eğriliklerde sadece anterior enstrümantasyonun yeterli olabileceğini, 70° üzeri olan eğriliklerde posterior gevşetmeyi takiben anterior enstrümantasyon uygulanabileceğini ileri sürmüştür. % 22 vakada vida kırılması görülmesi en önemli dezavantajdır. % 11 vakada ise rod kırılması saptanmıştır. Fazla kompresyon sagittal planda hiperkifoz deformitesine yol açabilir⁽¹⁰²⁾.

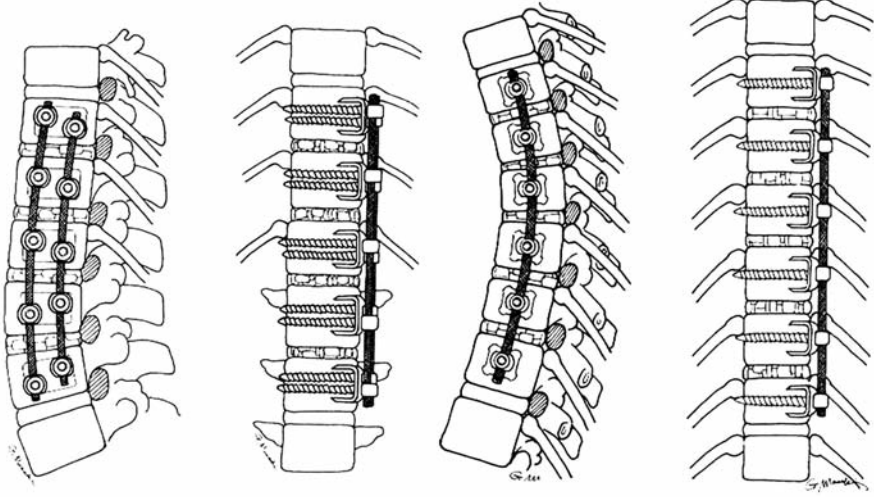
Harms, koronal planda ortalama % 73 düzelme elde ettiklerini, hastaların tamamında, 20° - 40° arası normal torakal kifoz oluşturduklarını bildirmiştir. Harms, çalışmalarında ayrıca kompenzatuvar eğriliklerde ortalama 14.3° spontan korreksiyon olduğunu saptamışlardır. Korreksiyon kayıplarını minimize etmek üzere postoperatif destek önerilmektedir⁽¹⁰²⁾.

Harms, anterior enstrümantasyon uygulaması ile Tip II eğriliklerde % 8 oranında dekompenzasyon geliştiğini belirlemiştir. Harms'a göre Tip V eğriliklerin anterior enstrümantasyon endikasyonu yoktur⁽¹⁰²⁾.

Betz ve arkadaşları, torakal bölgede Harms tekniği ile yapılan anterior enstrümantasyonla, posterior enstrümantasyon sonuçları arasında bir fark olmadığını belirlemişlerdir⁽⁴³⁾.

Kaneda kendi geliştirdiği anterior enstrümantasyon sistemini, travmatik deformitelerden sonra idiopatik skolyoz tedavisinde de kullanmaya başlamıştır. Kaneda'ya göre anterior enstrümantasyonun idiopatik skolyozda kullanımının yeri ancak torakolomber ve lomber

eğriliklerdir ⁽¹²⁰⁾. 1990 ile 1993 yılları arasında 39 idiopatik skolyozlu hastaya Kaneda enstrümantasyonu uygulamışlar ve sonuçlarını 1995 yılında yayınlamışlardır. Torakolomber ve lomber eğriliklerde postoperatif sırasıyla ortalama % 83 ve % 79 korreksiyon elde ettiklerini rapor etmişlerdir. Kompensatuvar torakal eğriliklerde % 47 spontan korreksiyon olduğunu da bildirmişlerdir (Şekil-40) ⁽¹¹⁹⁾.



Şekil-40. Tip IV eğriliklerde anterior Kaneda enstrümantasyonu uygulaması

Kaneda'ya göre sistemin en önemli komplikasyonları, plevra yırtıkları, iç organ yaralanmaları, lumbosakral pleksusun ve genitofemoral sinirin zedelenmesi, spinal kord hasarı, vida kırıkları, vidaların karşı kortekse penetrasyonu ve pulmoner komplikasyonlardır ⁽¹¹⁹⁻¹²⁰⁾.

Hee ve arkadaşları, 2007 yılında torakolomber ve lomber eğriliğe sahip 36 hastanın sonuçlarını değerlendirdikleri çalışmada, posterior vida enstrümantasyonu ile anterior enstrümantasyon sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Postoperatif ve son kontrolde her iki grupta da istatistiki olarak benzer korreksiyon oranları sağlandığı, torakolomber bileşke kifoz insidansının posterior grupta daha fazla olduğunu saptamışlardır ⁽¹⁰⁴⁾. Posterior cerrahi grubunda hastanede kalış ve operasyon sürelerinin daha kısa olduğunu, buna karşın anterior

enstrümantasyon ile daha kısa bir segmentin füzyone edilme avantajının olduğunu rapor etmişlerdir ⁽¹⁰⁴⁾. Muschik ve arkadaşları, özellikle çift rod kullanılan anterior enstrümantasyonun, posterior enstrümantasyonla kıyaslanabilir düzelme oranları sağladığını rapor etmişlerdir ⁽¹⁶³⁾.

1995 yılında Hopf ve arkadaşları, vidalar, vertebral implantlar ve çift rotdan oluşan yeni bir anterior sistem geliştirmişlerdir. Sistemin adı Cotrel – Dubousset – Hopf anterior enstrümantasyonu (CDH)'dur. Sistemle ilgili Hopf ve arkadaşlarının çalışmalarında, tüm idiopatik skolyotik eğrilikte sistemin kullanılabilceği ileri sürülmüştür ⁽¹¹¹⁾.

Hopf ve arkadaşları, 1997 yılında yayınladıkları çalışmada 16 idiopatik skolyozlu hastada ortalama % 54 korreksiyon elde ettiklerini rapor etmişlerdir ⁽¹¹²⁾.

Sistem diğer sistemlerde görülen özellikle osteoporotik hastalarda vidaların cisimden kurtulması problemini çift vida ve özel anatomik kilitli plakların kullanımı ile ortadan kaldırmaktadır. Hopf' ve arkadaşları, implant yetmezliğini % 1 oranında saptamışlardır ⁽¹¹¹⁻¹¹²⁾.

CDH Türkiye' de ilk kez idiopatik skolyozlu bir hastada Dr. Benli ve Dr. Tüzüner tarafından uygulanmıştır. Sistem temel olarak torakolomber ve lomber fleksibl eğriliklerde yüksek düzeltici etkisini anterior gevşetmeyi takiben yapılan derotasyon manevrasıyla sağlamaktadır ⁽³¹⁾. Enstrümantasyon sahasındaki omurlar arası diskler ince bir osteotomla son plakların çıkartılmasıyla çıkartılır. Vertebral cisimler üzerine vertebral implantlar yerleştirilip, vidalar korpusa tespit edilir. Önce 6 mm'lik rod normal sagittal kontura göre prebent edilip, implanttaki oyuklara yerleştirilip, implantların kapakları kapatılır. Takiben roda verilen sagittal konturlar, sagittal plana gelene kadar derotasyon uygulanır. Kapak kilit vidaları sıkılarak rod tespit edilir, daha sonra 4 mm'lik ikinci bir rod implantların diğer oluşuna yerleştirilip kapakları geçirilip kitlenir ⁽³¹⁾.

Benli ve arkadaşları, Cotrel – Dubousset –Hopf (CDH) sistemiyle opere edilen 26 idiopatik skolyozlu hastanın ortalama 32.8 aylık takip sonuçlarını 2000 yılında yayınlamışlardır. Bu çalışmada cerrahi endikasyon, torakolomber ve lomber fleksibl eğriliklerin varlığı oluşturmuştur. Torakolomber ve lomber eğriliklerde sırasıyla % 79.4 ve % 68 korreksiyon elde edildiği saptanmıştır. Korreksiyon kaybı 6° olup, final korreksiyon

oranı tüm hastalar dahil edildiğinde % 52.6 olduğu belirlenmiştir. Sistemin diğer sistemlerde kompresyon uygulamasıyla ortaya çıkan lomber ve torakolomber bölgedeki kifotik etkinin çift rod uygulamasıyla daha az geliştiği saptanmıştır ⁽³¹⁾. Bu sonuçlar, Bullman ve arkadaşlarının Halm tekniği ile çift rod uygulamasının idiopatik skolyozda diğer anterior enstrümantasyon sistemlerinde görülen torakolomber ve lomber kifotik etkiyi elimine ettiği görüşlerini desteklediği saptanmıştır ⁽⁵²⁾.

Hastaların tamamında gövde dengesinin tam veya klinik olarak rekonstrükte edildiği ve dekompanzasyon problemiyle karşılaşmadığı belirlenmiştir. Torakal bölgedeki sekonder eğriliklerde % 50 civarında spontan korreksiyon olduğu, sistemin torakolomber ve lomber fleksibl eğriliklerde yüksek korreksiyon oranları ile iyi bir tercih olabileceği ileri sürülmüştür ⁽³¹⁾.

Sudo, Kaneda ve arkadaşları, 2016 yılında anteriordan kısa ve uzun anterior enstrümantasyon uyguladıkları adölesan idiopatik skolyoz olgularının 21.5 yıllık sonuçlarını yayınladılar. Kısa segment tekniğinde final düzeltmenin % 74 ± 11 ve uzun anterior enstrümantasyonda % 88 ± 13 olduğunu, SRS-22 sonuçlarının da benzer olduğunu yayınlamışlardır. Kaneda ve arkadaşları, bu kadar uzun takibe sahip çalışmanın sonuçlarına göre; minimal koreksiyon kaybı ile anterior enstrümantasyonun halen idiopatik skolyoz cerrahi tedavisinde yeri olduğunu iddia etmişlerdir ⁽¹⁹⁵⁾.

4. NESİL: İDİOPATİK SKOLYOZ CERRAHİ TEDAVİSİNDE GÜÇLENDİRİLMİŞ KOREKSİYON TEKNİKLERİ:

Son yıllarda idiopatik skolyozun üç düzlemlili patolojisinin anlaşılması, üçüncü nesil modern segmenter spinal sistemlerin kullanılmasına karşın, skolyotik eğrilikte % 60 civarında korreksiyon oranları elde edilmesi, daha fazla korreksiyon elde etme çabalarını artırmıştır.

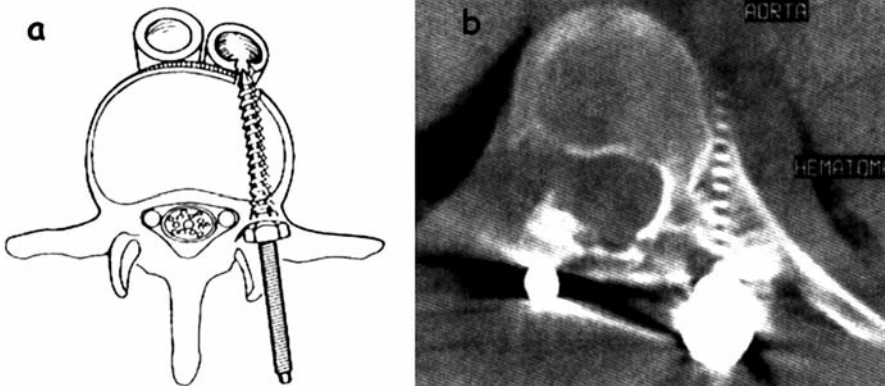
Derotasyon manevrasıyla ortaya çıkan denge problemleri, translasyon uygulamalarıyla elimine edilmeye çalışılmıştır. Hasta memnuniyet anketleri, bu sistemlerle yüksek skorlar ortaya çıkarsa da, hastalığın aynı zamanda kozmetik bir problem olması nedeniyle giderek cerrahi endikasyon sınırlarının arttığı gözlemlenmektedir.

Modern sistemlerdeki stabilitenin artırılması, böylelikle çengel çıkması gibi sorunların azaltılması için ilk olarak lomber bölgede pediküler vidalar kullanılmaya başlanmıştır ⁽²²⁾.

Kim ve arkadaşları, pediküler vida – çengel kombinasyonu ile sadece çengellerle yapılan enstrümantasyon uyguladıkları hastalarda sırasıyla % 76 ve % 50 korreksiyon elde ettiklerini bildirmişler ve vidaların korreksiyon üzerinde daha etkili olduğunu ileri sürmüşlerdir ⁽¹²²⁾.

Suk ve arkadaşlarının yaptıkları benzer çalışmada, torakal bölgede çengeller ile vida uygulaması karşılaştırılmış, vidalarla yapılan enstrümantasyon ile % 72 korreksiyon elde edilirken sadece çengellerle yapılan enstrümantasyonla ise % 55 korreksiyon elde edildiği rapor edilmiştir ⁽¹⁹⁸⁾.

Lomber bölgede vida kullanımı kısa zamanda tüm Dünya'da yaygınlaşmış ancak torakal bölgede vida uygulamasının potansiyel nörolojik defisit riski nedeniyle kullanımı kısıtlı oranda kalmıştır ^(22,68). Liljenqvist ve arkadaşları 120 torasik pedikül vidası uygulamasını bilgisayarlı tomografi ile incelemişler, vidaların % 25'nin pedikül dışında veya vertebral dışında olduğu tespit edilmiştir. Bu grupta nörolojik defisit görülmemiştir ancak vidaların yakın komşuluktaki aortaya hasar verme şansı açısından önemli bir tehlike oluşturabileceğine dikkat çekilmiştir (Şekil-41) ⁽¹⁴³⁾.



Şekil-41. Pediküler vida uygulaması a) önde aorta penetresyon gibi risklere sahiptir. b) bu penetresyon izlenen bir hastanın bilgisayarlı tomografi görüntüsü

Vidaların orta hatta doğru hatalı yerleşimi, torakal bölgede medulla spinalisin kanal içinde işgal ettiği alanın daha fazla olması ve köklerin pediküllere yakın komşuluğu nörolojik defisit oluşturabilmektedir⁽¹⁴³⁾.

Suk ve arkadaşları, bunun % 3 oranında olduğunu bildirmişlerdir. Suk, bu nedenle torakal vida yerleştirilmesi esnasında floroskopiden mutlaka yararlanmak gerektiğini ileri sürmüştür⁽¹⁹⁸⁾. Pediküler vida yerleştirilirken pedikül anatomisinin çok iyi bilinmesi gereklidir. Literatürde nörolojik defisit oranları % 0.26 ile - % 17 arasında değişmektedir⁽⁵⁷⁾. Ancak teorik bilgi bazen pratik uygulamalardaki hataları yine de engellememektedir⁽¹⁹⁹⁾.

Diab ve arkadaşlarının 2007 yılında yayınladıkları 1301 enstrümantasyon uygulanan idiyopatik skolyozlu hastayı içeren çalışmalarında, vida uygulamasına bağlı nörolojik defisit oranının % 0.69 olduğu saptanmıştır⁽⁶⁸⁾.

2005'den sonra torasik pedikül vidalarının yerleştirilmesi için kullanılabilen sterotaktik teknoloji bu konuda önemli bir gelişme olarak görülmektedir. Proplar yardımıyla vertebral rehber noktalar belirlenip, uygun açıda vidaların gönderilmesi için bilgisayar destekli cihazlar kullanıma geçmiştir⁽¹⁰⁹⁾.

Harms ve arkadaşları, torakal bölgede de çengeller yerine pedikül vidalarının kullanılması durumunda korreksiyon oranlarının belirgin olarak artabileceğini rapor etmiştir. Harms ve arkadaşları, eğriliğe katılan tüm omur seviyelerinde, bilateral pedikül vidaları kullanarak, torakal eğriliklerde % 90 korreksiyon oranları elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Harms ve arkadaşları, rijit eğriliklerin mutlaka anterior gevşetme ve diskektomi ile fleksibl eğrilik haline dönüştürülmesi gerektiği, tüm sevilere vida uygulamasıyla Tip II eğriliklerde % 80 üzerinde korreksiyon elde edilebileceğini ileri sürmüşlerdir^(84,109).

Liljenqvist ve arkadaşları, 99 hastalık idiyopatik skolyoz serilerinde, torakal bölgede, pediküler vida uygulamasıyla, çengellerle yapılan enstrümantasyonla elde edilen korreksiyon oranlarıyla benzer korreksiyon oranları sağlandığını ancak bu oranların daha kısa segmentin enstrümantasyonu ile sağlanabildiğini rapor etmişlerdir. Bu çalışmada çengellerle yapılan enstrümantasyon ile % 51.7, vidalarla yapılan enstrümantasyon ile % 55.8 korreksiyon sağlandığı belirlenmiştir⁽¹⁴¹⁾.

Dobbs ve arkadaşları, rijid eğriliklerde, anterior gevşetmeyi takiben daha fazla korreksiyon elde etmek üzere hem anterior hem de posterior enstrümantasyonu ardışık olarak uygulanması ile sadece posterior pedikül vida fiksasyonu uygulamasının sonuçları arasında bir fark olmadığını saptamadıklarını rapor etmişlerdir. Bu nedenle morbidite ve ameliyat süresinin kısaltılması açısından anterior gevşetme uygulamaksızın sadece posterior pedikül vida uygulamasının bu tip eğriliklerde yeterli olacağını ileri sürmüşlerdir⁽⁷¹⁾.

Buna karşın Bullman ve arkadaşları, anterior gevşetme ve anterior enstrümantasyon ile kombine edilen posterior enstrümantasyonun özellikle ciddi ve rijid eğriliklerde etkili bir metod olduğunu bildirmişlerdir⁽⁵¹⁾.

Coe ve arkadaşları, SRS morbidite ve mortalite komitesinin çok merkezli çalışma sonuçlarını, 2006 yılında yayınlamışlardır. Bu çalışmada 58.197 cerrahi girişim gözden geçirilmiştir. Bu girişimlerin % 10'u 2001-2003 arası uygulanmıştır. Sadece anterior enstrümantasyon ve anterior füzyon veya sadece posterior enstrümantasyon ve posterior füzyon yapılan hastalarda komplikasyon oranları, anterior ve posterior kombine enstrümantasyon ve füzyon yapılan hastalara göre daha düşük, buna karşın kombine cerrahi yapılanlarda füzyon oranlarının daha yüksek olduğu saptanmıştır⁽⁵⁷⁾.

Girardi ve arkadaşları, sublaminar tellerle güçlendirilen CD enstrümantasyonu ile daha yüksek düzeltme elde edilebileceğini ve denge sorunlarının elimine edilebileceğini bildirmiştir⁽⁹⁰⁾. Bridwell ve arkadaşları, CD-Horizon enstrümantasyonu ile birlikte kullanılan Wisconsin tellerinin korreksiyon oranlarını arttırdığını belirlemişlerdir⁽⁴⁹⁾. Us ve arkadaşları transvers çukıntılara takılan tellerle⁽²¹¹⁾, Yazar ve arkadaşları ise sublaminar tellerle enstrümantasyon sistemlerini güçlendirmişler ve başarılı sonuçlar yayınlamışlardır⁽²²⁶⁾.

2005 yılında Cheng ve arkadaşları, aynı yaş ve eğriliğe sahip 50 hastada yaptıkları çalışmada apikal sublaminar tellemenin, her omur seviyesine pedikül vida kullanımıyla benzer korreksiyon oranlarına sahip olduğunu, iki grupta da nörolojik defisit görülmediğini rapor etmişlerdir⁽⁵⁵⁾. Bu çalışmanın aksine Watanabe ve arkadaşları, çeşitli enstrümantasyon tekniklerini karşılaştırdıkları çalışmalarının sonuçlarına göre, apikal bilateral pedikül vida yerleştirilmesinin, çengellere ve sublaminar tellere nazaran en iyi koronal düzeltmeyi sağladığını ileri sürmüşlerdir⁽²¹⁵⁾.

Mac-Thiong ve arkadaşları, intraoperatif traksiyon uygulamasının korreksiyon oranlarını artırdığını rapor etmişlerdir ⁽¹⁵²⁾. Hamzaoğlu ve arkadaşları 100° üzerindeki rijid eğriliğe sahip hastalarda, majör torasik eğriliğe sadece pediküler vida fiksasyonu ve intraoperatif halofemoral traksiyon uygulaması ile anterior gevşetme uygulamaksızın % 51 korreksiyon sağladıklarını bildirmişlerdir ⁽¹⁰¹⁾.

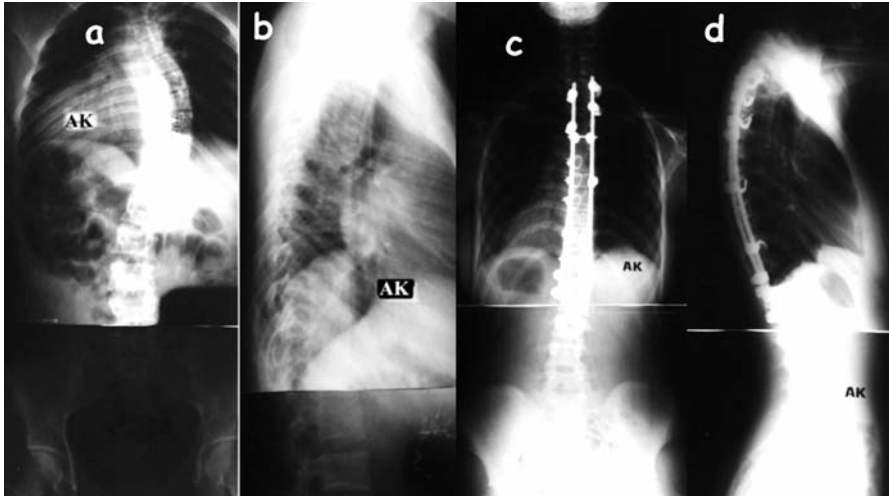
Benli ve arkadaşları, 2004 yılında güvenli bir şekilde korreksiyon oranlarının artırılması için diğer güçlendirme sistemlerinden önemli farklar içeren yeni bir tekniğin sonuçlarını yayınladılar ⁽³⁵⁾. Benli, bu korreksiyon yöntemini, isola uygulamaları sırasında karşılaştığı bir sorun nedeniyle geliştirmiştir. Benli, isola enstrümantasyonunda, apikal bölgedeki teller sıkılırken rodun konveks tarafa doğru döndüğü ve ilk verilen sagittal konturlarda kayıp olduğunu gözlemlemiştir. Böylesi vakalarda rodun konveks tarafa döndüğü miktarda, aksi yönde derote ederek bu sorunu çözdüğünü fark etmiştir. Bunun üzerine idiyopatik skolyoz vakalarında önce translasyon ve sonra derotasyon manevrasını kombine kullanmaya başlamıştır ⁽³⁵⁾. Bu yeni korreksiyon metodunda fleksibl torakal eğriliklerde, üst uç vertebraya ve apikal bölge üzerinde ara omurlara pediküler çengeller yerleştirilir, alt uç omurlara ve bir nötral vertebraya pediküler vidalar konulur. Daha sonra Apikal bölgede 3 veya 4 omur seviyesine multiflaman titanyum çift adet kablo konulur. Normal fizyolojik konturlara göre prebend edilen rod üst çengel ve alt vidalara yerleştirilip eğriliğe uyacak şekilde yatırılır. Apikal bölgedeki her seviye konulan kablo çiftlerinden biri rodtan geçirilip gerdirici ile sıkılır, böylece sagittal konturlara uyacak şekilde eğrilik roda yaklaşır ve translasyon gerçekleştirilmiş olur. Daha sonra vertebraya çok sıkı bir şekilde fikse edilmiş rod vertebra ile birlikte 90° derote edilerek, roda verilen eğrilikler sagittal plana getirilmiş olur. Daha sonra ikinci tellerde, diğer tellere çapraz olacak şekilde rodtan geçirilip sıkılır ve ikinci bir translasyon gerçekleştirilmiş olur. Daha sonra konveks rod yerleştirilip, çapraz bağlantılar konulduktan sonra işlem bitirilir ⁽³⁵⁾.

Benli ve arkadaşları, rijid eğriliklerde (60° üzeri) mutlaka yeterli anterior gevşetme yapılmasını önermişlerdir. Anterior girişim sırasında kaburga hörgücünün düzelmesi için Apikal bölgedeki 3 veya 4 kaburganın vertebral ucundan 2 cm'lik kısımları eksize edilerek kostoplasti ile rib hump azaltılabilir. Bu eğriliğin korreksiyonuna da

yardımcı olacaktır. Çift majör eğriliklerde, torakal bölge stratejisi benzer olarak uygulanırken lomber bölgedeki tüm statejik omurlara pediküler vida konularak işlem gerçekleştirilir ⁽³⁵⁾.

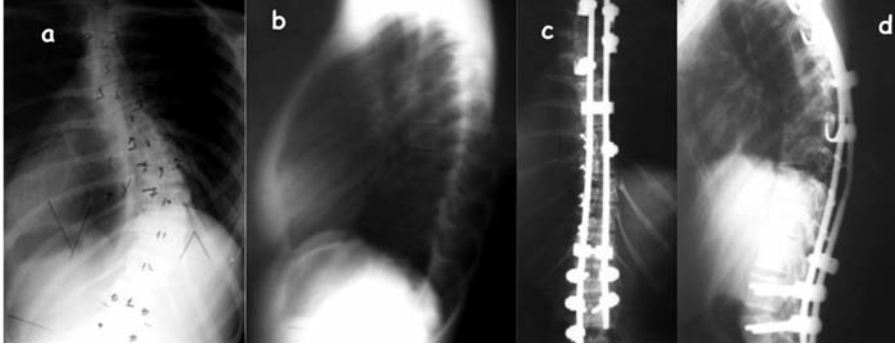
Benli ve arkadaşlarının önerdiği bir güçlendirilmiş korreksiyon tekniği, sonuç olarak basamaklı olarak uygulanan bir düzeltme manevrasını içermektedir. İlk aşama translasyon, ikinci aşama tek başına rodun değil vertebraya sıkıca bağlanmış halde rodun yani vertebranın derotasyonu ve son aşama ise translasyon manevrasıdır. Bu yönüyle teknik hem diğer güçlendirme tekniklerinden hem de isola enstrümantasyonundan farklıdır ⁽³⁵⁾.

Benli ve arkadaşlarının 2004 yılında yayınladıkları, 1996 ile 2002 yılları arasında bu tekniği kullanarak opere ettikleri 45 idiopatik skolyozlu hastanın minimum iki yıllık takip sonuçlarını değerlendirdikleri çalışmada, tüm eğrilikler dahil edildiğinde % 79.9 ± 13.5 korreksiyon elde edildiği, korreksiyon kaybının ortalama 2.9° olduğu final korreksiyon oranının ise ortalama % 74.3 ± 14.3 olduğu bildirilmiştir. Fleksibl tek torakal eğriliklerde elde edilen korreksiyon oranı % 89.1 ± 6.3, Tip IV eğriliklerde bu oran % 83.2 ± 12.6'dır. Hastaların torakal bölgede % 97.8'inde, lomber bölgede % 80.7'sinde fizyolojik sagittal konturların oluşturulduğu saptanmıştır (Şekil-42) ⁽³⁵⁾.



Şekil-42. Sublaminar tellerle güçlendirilmiş 3. nesil enstrümantasyonu ile tedavi edilen Tip III eğriliğe sahip 16 yaşındaki kız hasta (A.K.)'nin preoperatif a) ön-arka, b) yan ve postoperatif 72 ay sonraki kontrol, c) ön-arka ve d) yan grafipleri. %91 düzelme edilmiş olup, korreksiyon kaybı saptanmamıştır.

Tip IV ve Tip II eğriliklerde diğer derotasyon sistemlerinde görülen torakolomber bileşke kifoza sorunu ile karşılaşılmamıştır (Şekil-43).



Şekil-43. Sublaminar tellerle güçlendirilmiş 3. nesil enstrümantasyonu ile tedavi edilen Tip IV eğriliğe sahip 16 yaşındaki kız hasta (U.S.)'nin preoperatif a) ön-arka, b) yan ve postoperatif postoperatif 120. ay kontrol c) ön-arka ve d) yan grafileri. % 90 düzelme edilmiş olup, 4° korreksiyon kaybı saptanmıştır.

Hastaların tamamında tam veya klinik olarak gövde dengesinin oluşturulduğu, erken veya geç bir komplikasyona rastlanmamıştır. Tüm hastalarda solid füzyon kitlesi elde edildiği belirlenmiş, hiçbir hastada nörolojik defisit görülmemiştir. Bu verilerin ışığı altında Benli ve arkadaşları, sublaminar tellerle güçlendirilmiş üçüncü nesil enstrümantasyon sistemi kullanılarak yapılan translasyon – derotasyon kombine korreksiyon yönteminin idiopatik skolyozda hem frontal hem de sagittal planda fazla korreksiyon elde edilmesi konusunda güvenli ve etkili bir yöntem olduğunu ileri sürmüşlerdir ⁽³⁵⁾.

1980 ile 2010 yılları idiopatik skolyozun tedavisinde büyük gelişmeler yaşanan yıllar olmuştur. Öncelikle hastalığın üç boyutlu patolojisi ve doğal seyri çok iyi anlaşılmış ve hasta merkezli tedavi yaklaşımları benimsenmeye başlanmıştır.

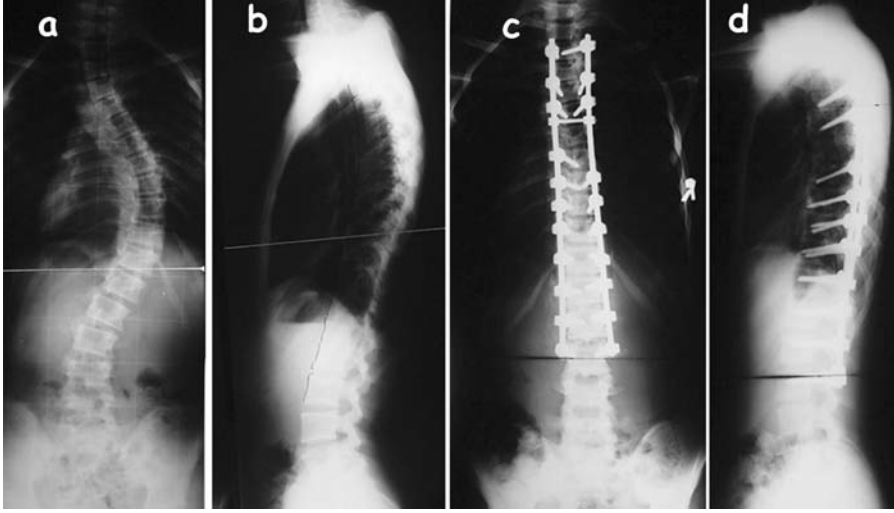
Majdouline ve arkadaşlarının yaptıkları çok merkezli çalışmada, omurga cerrahlarının idiopatik skolyozun tedavisinde temel amaçlarının frontal ve sagittal dengenin sağlanması olduğunu göstermektedir ⁽¹⁵⁴⁾. Qiu ve arkadaşlarına göre derotasyon manevrası ile koronal bir denge sorununun yaşanma ihtimalinin en iyi preoperatif belirteci pelvik aksiyel rotasyonun varlığıdır ⁽¹⁷⁶⁾.

Wright ve arkadaşlarının 2007 yılında yaptıkları çalışma, omurga cerrahlarının, idiopatik skolyozun cerrahi tedavisinde, hastaların klinik sonuçlara bakarak kullanacakları enstrümantasyon sistemini seçmediklerini göstermektedir ⁽²²⁴⁾. Klinik sonuçlar değerlendirilirken hasta memnuniyeti, fonksiyonel kapasitesi ve kozmetik görünümü ön planda tutulmaya başlanmıştır. Üçüncü nesil enstrümantasyon sistemleri, tüm dünyada yaygın olarak kullanılmakta üç düzlemde de yüksek korreksiyon oranları elde edildiğini bildiren birçok yayın yapılmıştır. Günümüzde eskiden uygulanan korreksiyon yöntemleri terk edilmiş, birçok enstrümantasyon sisteminin üretimi ve kullanımı durmuş ve tarihe karışmıştır.

SEGMENTER PEDİKÜLER ENSTRÜMANTASYON SİSTEMLERİ VE OSTEOTOMİLER

Bu gün için translasyon ve derotasyon manevraları idiopatik skolyozda düzeltici manevralar olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda güçlendirilmiş korreksiyon teknikleri ile eğriliğin güvenli bir şekilde daha fazla düzeltme çabaları, hastaların kozmetik yakınmalarını ortadan kaldırmaya yöneliktir. 2000'li yıllardan itibaren Suk'un başlattığı ve Avrupa'da Harms'ın popülarize ettiği torakal omurlar dâhil tüm seviyelere transpediküler segmenter vida uygulaması, en yaygın kullanılan yöntemdir ^(102,198).

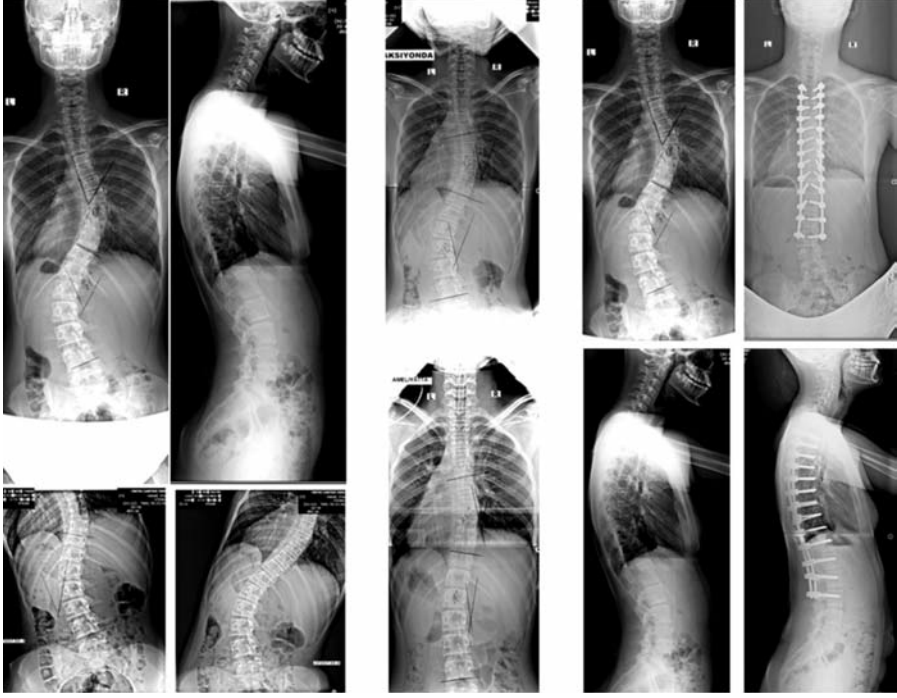
2000'li yılların başlarında, öğrenme eğrisinin başında olan birçok cerrah, tüm seviyelere segmenter pediküler vida sistemleri uygulamalarında, vida yönelim hatalarını ve buna bağlı başta nörolojik defisit riskini minimize etmek üzere bazı navigasyon cihazlarını kullanmaya başlamışlardır. Ancak son 10 yıldır neredeyse tüm omurga cerrahları, serbest el (free hand) yoluyla vidaları göndermekte olup, hata oranları sifıra yaklaşmıştır. Kullanımın fazlaşması ve deneyimlerin artışı ile birlikte nörolojik defisit oranları da oldukça düşük olarak bildirilmektedir. Buna karşın bu yöntemin en önemli olumsuz tarafı, bir hasta için çok sayıda vida kullanımı ile maliyetlerin belirgin olarak artmış olmasıdır (Şekil-44) ^(86,185).



Şekil-44. Segmenter pediküler sistemle opere edilmiş, 12 yaşında Lenke Tip I-A kız hastanın (S.A) preoperatif a) ön-arka, b) yan, postoperatif 2.yıl c) ön-arka ve d) yan grafisi.

Sisteme ait sonuçlar, önceki 3. nesil sistemlerle elde edilen düzelme oranlarının çok üstündedir. Bu bölümde tarihsel gelişimi anlatılan idiopatik skolyoz cerrahi tedavisinde kullanılan enstrümantasyon ve tekniklere bakıldığında; HRSF ile elde edilen % 40-50 oranlarındaki düzeltmenin, 3. Nesil enstrümantasyonlar ile frontal plan dışında sagittal dengeyi de göz önüne alacak şekilde % 60-80'lere çıktığı, son 10 yıldır Suk metodu ile ise % 80'ninde üzerine çıkararak neredeyse tam düzeltme noktasına geldiğini söyleyebiliriz. Bu konuda 2005- 2010 arası mükemmel sonuçlar bildiren birçok çalışma yayınlanmıştır^(37,59,60,106). Son yıllarda kullanıma giren EOS görüntüleme tekniği ile yapılan çalışmada segmenter pediküler fiksasyonun, apikal rotasyonda diğer sistemlerle karşılaştırıldığında daha yüksek ve neredeyse % 50 düzeltme sağladığı da rapor edilmiştir⁽⁵⁹⁾. Kim ve arkadaşları da segmenter pediküler vida tekniğinin, diğer sistemlere göre apikal rotasyon üzerinde daha etkin olduğunu saptamışlardır (Şekil-45)⁽¹²³⁾.

2014 yılında Lamerian ve arkadaşları, segmenter pediküler vida tekniğinde krom-kobalt (CoCr) rotların kullanılmasının, özellikle rijid eğriliklerin hem düzeltilmesinde, hem de koreksiyonun uzun dönem korunmasında fleksibl titanyum rodlara nazaran daha etkin olduğunu saptamışlardır⁽¹³²⁾.

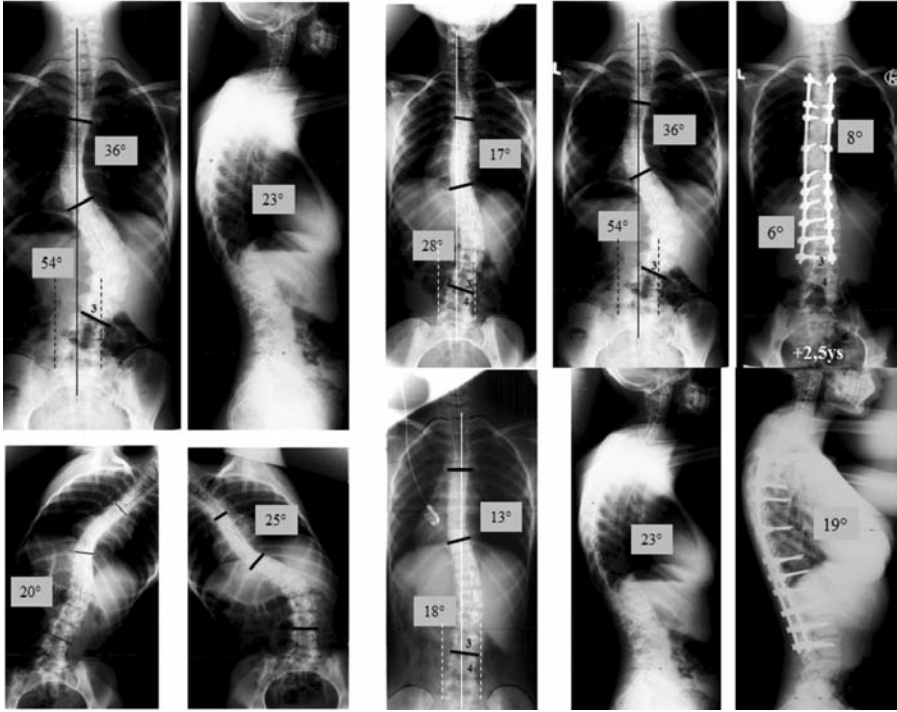


Şekil-45. Segmenter pediküler sistemle opere edilmiş, 13 yaşında Lenke Tip-3C kız hastanın preoperatif a) ön-arka, b) yan, c-d) eğilme, e) traksiyon, f) anestezi altında traksiyon, postoperatif g) ön-arka ve h) yan grafisi (Prof. Dr. Ahmet Alanay'ın izniyle arşivinden alınmıştır).

2015 yılında Garg ve arkadaşları, 227 hastalık serilerinde, ardışık pediküler fiksasyon ile hiç bir hastada koreksiyon kaybı ve implant yetmezliği olmadığını rapor etmişlerdir ⁽⁸⁷⁾.

Mac-Thiong ve arkadaşları, segmenter pediküler vida uygulanan hastaları % 21-61 arasında yanlış yönlendirme veya hatalı yerleşim olduğunu, bu hastalardan direkt kanala vida giren 9'undan, birinde Brown Sequard sendromu 12'inde de paraestezi geliştiği için vidaların çıkartıldığını geri kalan 7 hastanın ise asemptomatik olduğunu rapor etmişlerdir ⁽¹⁵³⁾.

Suk 2012 yılında kaleme aldığı derleme yazısında, konkav tarafta tüm segmentler, konkveks tarafta ise atlayarak bazı seçilmiş omurlara pediküler vida konulmasını önermiştir ⁽¹⁹⁹⁾. Son 5 yıldır özellikle tüm seviyelere pediküler vida fiksasyonu ile atlayarak vida uygulaması sonuçları karşılaştırılmaya başlanmıştır ^(196,204). Eğilim her seviyeye vida koymak yerine yine eskiden olduğu gibi stratejik vertebralara, ilaveten geçmişten farklı olarak apikal bölgeye pediküler vidaların konulmasıdır (Şekil-46).



Şekil-46. Segmenter pediküler sistemle opere edilmiş, 14 yaşında Lenke Tip 6 kız hastanın preoperatif a) ön-arka, b) yan, c-d) eğilme, e) traksiyon, f) anestezi altında traksiyon, postoperatif g) ön-arka ve h) yan grafisi (Prof. Dr. Ahmet Alanay'ın izniyle arşivinden alınmıştır).

Literatürde halen isimlendirme konusunda bir karmaşa olsa da, tüm seviyelere pediküler vida fiksasyonu, ardışık (consecutive) vida uygulaması, atlayarak vida uygulanması aralıklı – atlayarak veya hibrid teknik olarak adlandırılmaktadır.

2013 yılında Olgun ve Yazıcı sadece posterior füzyon ve her seviyeye pediküler vida konularak yapılan posterior segmenter enstrümantasyonun adölesan idiopatik skolyoz cerrahi tedavisinde yeterli olduğunu ve giderek anterior uygulamanın ortadan kalktığını ileri sürmüşlerdir ⁽¹⁶⁷⁾. Morr ve arkadaşları, ardışık ve hibrid segmenter tekniklerin sonuçlarının istatistiki olarak benzer olduğunu rapor etmişlerdir ⁽¹⁶¹⁾. Liu ve Hai, 2014 yılında yaptıkları çalışmada ardışık ve hibrid sistemlerin sagittal planda benzer düzeltici etkide bulduklarını saptamışlardır ⁽¹⁴⁴⁾.

Wang ve arkadaşları, ardışık ve hibrid segmenter teknikler ile sırasıyla % 70.8 ve % 70 düzelme sağlandığını, sagittal planda da bu iki tekniğin benzer oranlarda etkili olduğunu rapor etmişlerdir. Wang ve arkadaşlarına göre tek fark, her seviyeye ardışık vida uygulamasının diğer tekniğe göre daha pahalı olmasıdır ⁽²¹⁴⁾.

2012 yılında Yang ve arkadaşları, fleksibl eğriliklerde her seviyeye ardışık pediküler vida uygulaması ile hibrid uygulamanın benzer olarak yüksek düzeltme oranlarına sahip olduklarını, fakat rijid eğriliklerde hibrid sisteme göre ardışık vida uygulamasının daha etkin olduğunu rapor etmişlerdir ⁽²²⁵⁾. Helenus ve arkadaşları, 90 derece üzeri rigid eğriliklerde ardışık pediküler vida uygulamasının nispeten daha fazla düzelme sağlamakla beraber sonuçların istatistiki olarak benzer olduğunu rapor etmişlerdir ⁽¹⁰⁶⁾.

2016 yılında, Çeçen ve arkadaşları ise bu iki teknikten ardışık uygulamanın frontal planda daha yüksek düzeltme sağladığını, ancak ameliyat sırasındaki kanama miktarının yine ardışık vidalamada daha fazla olduğunu bildirmişlerdir ⁽⁶²⁾.

Yine 2016 yılında Ketenci ve arkadaşları ardışık vida uygulamasının, aralıklı uygulamaya göre frontal ve sagittal planda daha fazla oranda düzeltme sağladığını ve SRS-22 skorlarının daha iyi olduğunu rapor etmişlerdir ⁽¹²¹⁾.

Diğer taraftan, 2016 yılında 22 çalışmayı inceleyen meta-analiz çalışmalarında, Lee ve arkadaşları, ardışık vidalamada pulmoner fonksiyonlarda hafif veya orta düzeyde düzeltici etkide bulunduğunu, buna karşın hibrid vidalamada ise pulmoner fonksiyonlarda hiçbir değişiklik olmadığını rapor etmişlerdir. Bu etkinin her seviyeye vida uygulamasında kaburgalardaki belirgin değişikliğin rol oynadığını ileri sürmüşlerdir ⁽¹³⁵⁾.

Son 10 yıldır, segmenter pediküler vida sistemleri ile rigid ve ciddi eğriliklerde de anterior gevşetme yapılmaksızın daha yüksek oranlarda düzelme sağlanabilmektedir ⁽²²⁷⁾. Bunun için, Ponte ve Chevron osteotomileri, PVCR gibi vertebral rezeksiyonların kullanımı bu başarıda en büyük etkindir.

Helenius ve arkadaşları, 2014 yılında, multiple Ponte osteotomileri ile kombine ettikleri ardışık pediküler vida tekniği ile % 73, hibrid uygulama ile % 59 düzelme sağladıklarını rapor etmişlerdir ⁽¹⁰⁶⁾. 2015 yılında Pizones ve arkadaşları, Ponte osteotomileri ile segmenter pediküler vida tekniği ile rijid eğriliklerde belirgin düzelme sağlamışlardır ⁽¹⁷²⁾. Ayvaz ve arkadaşları, 2014’de çoklu Chevron osteotomileri uyguladıkları rijid eğriliklerde tatmin edici düzeyde düzeltme elde ettiklerini bildirmişlerdir ⁽¹⁹⁾.

2014 yılında Ren ve arkadaşları PVCR ve segmenter pediküler vida tekniği uygulanan 26 hastayı, sadece anterior gevşetme takiben segmenter pediküler vida tekniği uygulanan 17 hastayla karşılaştırmışlardır. PVCR uygulanan grupta preoperatif ortalama Cobb açısı 101.3°, anterior gevşetme uygulanan grupta ise 104.8° olarak bulunmuş, sırasıyla postoperatif % 76.8 ve % 85.8 düzeltme sağlandığı belirlenmiştir. Diğer taraftan Hastanede kalış ve maliyet açısından da anterior gevşetme yapılan grubun daha iyi olduğu ileri sürülmüştür ⁽¹⁷⁸⁾. 2015 yılında Teixeira da Silva ve arkadaşları, PVCR ve segmenter pediküler vida tekniği uygulanan ve rigid torakal eğriliğe sahip 215 hastada yüksek koreksiyon oranları sağlandığını ve deneyimli bir ekiple nörolojik defisit oranının sıfır olduğunu rapor etmişlerdir ⁽²⁰⁴⁾.

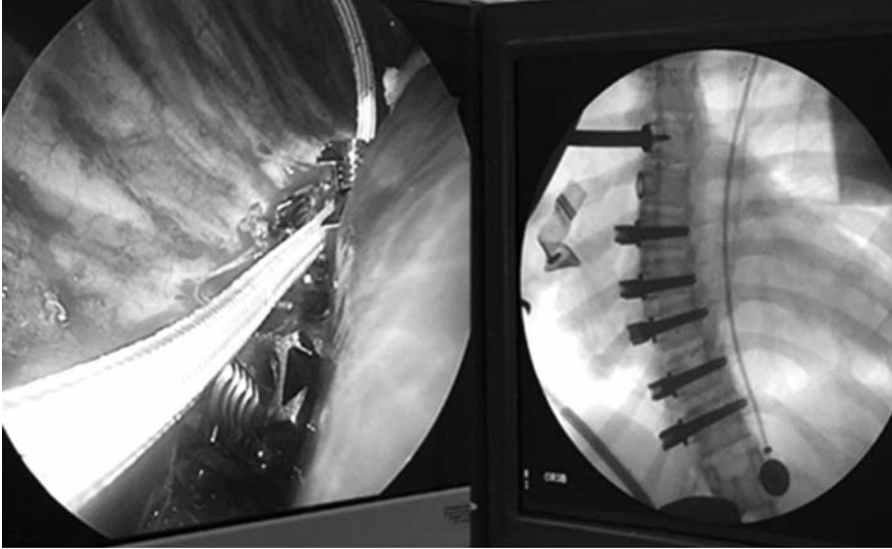
SONUÇ

Son yıllarda nöromonitörizasyonda ciddi ilerlemeler sağlanmış, sadece SEP uygulanan teknik, daha sonraki yıllarda MEP ile kombine edilmiş, bu gün EMG ile birlikte komplike bir şekilde uygulanmakta olup, kranial manyetik stimülasyonla nöroloji defisit oranlarını ciddi olarak düşürmüştür.

Adölesan idiopatik skolyoz cerrahisinde intraoperatif uygulanan ototransfüzyon ve preoperatif kan depolanması, günümüzde rutin olarak uygulanmaktadır. Ototransfüzyon ile maksimum 1 ünite kan kullanıldığını ve postoperatif hemogloblin ve hematokrit değerlerinde istatistiki olarak anlamlı bir düşme olmadığını 1999 yılında yayınlamıştık ⁽³⁰⁾. Erşen ve arkadaşları 2012 yılında “cellsaver” cihazı ile ototransfüzyonun hematolojik stabilitenin ve morbiditenin azaltılmasında önemli rol oynadığını rapor etmişlerdir ⁽⁸⁰⁾. Tamai ve arkadaşları, 1 hafta önceden başlanan otolog depolamanın ise en iyi yöntem olduğunu 2015 yılında saptamışlardır ⁽²⁰³⁾. Kanama durdurucu jelatin pedler ve köpükler artık yaygın olarak kullanılmaktadır.

Helenius ve arkadaşları, yaptıkları çok merkezli randomize prospektif klinik çalışmada jelatin ve insan trombosit karışımının kanama kaybını ciddi olarak azalttığını saptamışlardır ⁽¹⁰⁷⁾.

Son birkaç yıldır, anterior torokoskopik anterior gevşetme ve füzyon, segmenter pediküler vida tekniği ile kombine kullanılmaktadır ⁽⁸²⁾. Posterior pediküler vida uygulaması minimal invazif yöntemlerle yapılabilmektedir (Şekil-47)⁽¹⁷²⁾.



Şekil-47. Torokoskopik tethering (gerdirme) uygulaması a) PET'in geçirilmesi, b) skopi kontrolü (Prof. Dr. Randal Betz'in izniyle arşivinden alınmıştır).

Özellikle inmatür hastalarda son yıllarda u-staple çivilerle yapılan konveks epifizyodez yeniden popülerite kazanmaktadır. 2014 yılında Hirsh ve arkadaşları polyester yapısındaki gerdirici bandlarla mükemmel sonuçlar aldıklarını rapor etmişlerdir ⁽¹¹⁰⁾. 2015 yılında Cuddihy ve arkadaşları, konveks tarafa uygulanan vidalara geçirilen polietilen teseptialat içerikli fleksibl kablo ile gerdirme (tethering) ile brace uygulaması gibi 20°-40° arası eğriliklerde uygulanabileceğini, % 80 başarı sağlanabildiğini bildirmişlerdir (Şekil-48) ⁽⁶¹⁾.



Şekil-48. Omurga Cismi Gerdirici Sistem (Vertebral Body Tethering – VBT) uygulanan Lenke Tip-IV hastanın preoperatif **a)** ön-arka ve postoperatif **b)** ön-arka grafisi (Prof. Dr. Randal Betz’in izniyle arşivinden alınmıştır).

Sistem Randal R. Betz’in başında olduğu Philedelpia’daki Omurga Merkezinde Antonacci ve Cuddihy tarafından geliştirilmiş, sisteme “Omurga Cismi Gerdirici Sistem (Vertebral Body Tethering System – VBT)” adı verilmiştir. Sistem torokospik uygulanmakta olup morbiditesi oldukça düşüktür. Hastanın inmatür olması önemli bir gerekliliktir (Şekil-49).



Şekil-49. Lenke Tip-III hastanın VBT ve anterior staple’lar ile kombine tedavisi. Postoperatif ön-arka grafisi (Prof. Dr. Randal Betz’in izniyle arşivinden alınmıştır).

Genel olarak gerdirici etki torakal anterior bölgede kifotik etkide bulunacağından normokifotik veya hiperkifotik hastalarda uygulanması kontraendikedir. Gerdirme konveks tarafta ve posteriordan uygulanacaksa o vakit posteriordaki etki lordotik olur ve hipolordoz veya lordoskolyozu olan hastalarda sagittal planda olumsuz etkide bulunur. Halihazırdaki bu kısıtlamalar günümüzde giderek yaygınlaşan teknik önündeki en önemli problem olarak durmaktadır.

2014 yılında Bettany-Salnikov ve arkadaşları, İngilterenin Teesid Üniversitesinde yaptıkları fizyoterapi ve özgül egzersizlerle skolyotik eğriliklerde belirgin düzelme sağladıklarını rapor etmişlerdir ⁽⁴²⁾.

2015 yılında İsrail’den Floman ve arkadaşları “ApiFix” adını verdikleri anterior vidalarla sağlanan kısa fiksasyon yöntemi sonuçlarını rapor etmişlerdir. Sistem perkütan uygulanmakta olup, orta derecede eğriliğe sahip adölesan idiopatik skolyoz olgularında bir dişli mekanizmaya bağlı vidalardan oluşmaktadır. Hastanın eğriliği mutlaka tek torakal fleksibl eğrilik olmalıdır. Hasta karşı tarafa eğilme egzersizleri yaptıkça mekanizma dış atmakta ve koreksiyon miktarı artmaktadır. Sistem de füzyon uygulaması yoktur ⁽⁸³⁾.

Bu gün için ideal metalurjik, biyomekanik özelliklere sahip bir enstrümantasyon sistemi olmadığı gibi, herkesin ulaşacağı ve kabul edeceği ideal bir koreksiyon metodu da yok gibi görünmektedir. Omurga cerrahisindeki giderek artan eğilim minimal invazif girişimlerdir. Endoskopik füzyonsuz sistemler ve akıllı metaller geleceğin sistemleridir. Önümüzdeki yıllar bu konuda önemli ve büyük gelişmelere gebecektir.

KAYNAKLAR

- 1- Aaro S, Dahlborn M. Estimation of vertebral and the spinal and rib cage deformity in scoliosis by computer tomography. *Spine* 1981; 6: 460-467.
- 2- Aaro S. The role of Harrington instrumentation on the longitudinal axis rotation of the apical vertebrae and on the spinal and rib cage deformity in idiopathic scoliosis studied by computerized tomography. *Spine* 1982; 7: 456-462.
- 3- Akbarnia BA. Selection of methodology in surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *Orthop Clin North Am* 1988; 2: 319 – 329.

- 4- Akçali O, Alici E, Koşay C. Apical instrumentation alters the rotational correction in adolescent idiopathic scoliosis. *Eur Spine J* 2003; 12 (2): 124 – 129.
- 5- Alanay A, Cil A, Berk H, Acaroglu RE, Yazici M, Akcali O, Kosay C, Genc Y, Surat A. Reliability and validity of adapted Turkish Version of Scoliosis Research Society-22 (SRS-22) questionnaire. *Spine* 2005 Nov 1;30(21):2464-2468.
- 6- Asher MA, Strippgen WE, Heinig CF, Carson WL. Isola spinal implant system. *Semin Spine Surg* 1992; 4: 1751-81.
- 7- Asher MA, Cook LT. The transverse plane evaluation of the most common adolescent idiopathic scoliosis deformities. A cross sectional study of 181 patient *Spine* 1995; 20: 1386-1391.
- 8- Asher MA. Isola spinal instrumentation system for idiopathic scoliosis. In: Bridwell KH, DeWald RL (Eds.), *The Textbook of Spinal Surgery*. Second Edition, Lippincott – Raven Publishers, Philadelphia 1997; pp: 569-609.
- 9- Asher MA. Practice audit. In: *5th European Isola Meeting*, Amsterdam, Netherlands, February 20- 21, 1998.
- 10- Asher M, Min Lai S, Burton D, Manna B. Spine deformity corraletes beter than trunk deformity with idiopathic scoliosis patients' quality of life questionnaire responses. *Stud Health Technol Inform* 2002; 91: 462-464.
- 11- Asher M, Min Lai S, Burton D, Manna B. Discrimination validity of the scoliosis research society – 22 patient questionnaire : relationship to idiopathic scoliosis curve pattern and curve size. *Spine* 2003; 28 (1): 74-78.
- 12- Asher M, Min Lai S, Burton D, Manna B. Scoliosis research society – 22 patient questionnaire: responsiveness to change associated with surgical treatment. *Spine* 2003; 28 (1): 70-73.
- 13- Asher M, Min Lai S, Burton D, Manna B. The reliability and concurrent of the scoliosis research society – 22 patient questionnaire for idiopathic scoliosis. *Spine* 2003; 28 (1): 36-69.
- 14- Asher M, Lai SM, Burton D, Mana B, Cooper A. Safety and efficacy of Isola instrumentation and arthrodesis for adolescent idiopathic scoliosis: two – to 12-year follow-up. *Spine* 2004; 29 (18): 2013 – 2023.
- 15- Asher M, Min Lai S, Burton D, Manna B. The influence of spine and trunk deformity on preoperative idiopathic scoliosis patients' health related quality of life questionnaire responses. *Spine* 2004; 29 (8): 861-868.
- 16- Ashman RB, Birch JG et al. Mechanical testing of spinal instrumentation. *Clin Orthop* 1988; 227: 113 – 125.
- 17- Ashman RB, Herring JA, Johnston CE II, Lowery GL, Sutterlin CE III. *TSRH Universal Spinal Instrumentation*. Hundley and Associates Publishing, Dallas 1993.

- 18- Ashman RB, Herring JA, Johnston CE. Texas Scottish Rite Hospital (TSRH) Instrumentation System. In: Bridwell KH, DeWald RL (eds.). *The Textbook of Spinal Surgery*. 2nd ed. Lippincott-Raven, Philadelphia 1992; pp 219-248.
- 19- Ayvaz M, Olgun ZD, Demirkiran HG, Alanay A, Yazici M. Posterior all-pedicle screw instrumentation combined with multiple chevron and concave rib osteotomies in the treatment of adolescent congenital kyphoscoliosis. *Spine J* 2014; 14(1): 11-19.
- 20- Bago J, Climent JM, Ey A, Perez-Grueso FJ, Izquierdo E. The spanish version of the SRS-22 patient questionnaire for idiopathic scoliosis: transcultural adaptation and reliability analysis. *Spine* 2004; 29 (15): 1676-1680.
- 21- Bago J, Ramirez M, Pellise F, Villanueva C. Survivorship analysis of Cotrel – Dubousset instrumentation in idiopathic scoliosis. *Eur Spine J* 2003; 12 (4): 435–439.
- 22- Barr SJ, Schuettke AM, Emans JB. Lumbar pedicle screws versus hooks. Results in double curves in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 1997; 22:1369-1379.
- 23- Behensky H, Cole AA, Freeman BJ, Grevitt MP, Mehdian HS, Webb JK. Fixed lumbar apikal vertebral rotation predicts spinal decompensation in Lenke type 3C adolescent idiopathic scoliosis after selective thoracic correction and fusion. *Eur Spin J* 2007; 16 (10): 1570-1578.
- 24- Benli IT, Çeliker Ö, Tüzüner M, Özgün G. The effect of induced hypotension and tissue trauma on renal function in scoliosis surgery with Cotrel – Dubousset Instrumentation. *JTSS* 1990; 1 (4): 33-36.
- 25- Benli IT, Akalın S, Çıtak M, Tüzüner M, Kış M, Mumcu EF. Sagittal and transverse plane analysis of idiopathic scoliosis patients whom Cotrel - Dubousset instrumentation is used. *JTSS* 1992; 2 (1): 37-44.
- 26- Benli IT, Çıtak M, Akalın S, Tandoğan NR, Mumcu EF, Kış M. Late onset idiopatik skolyoz cerrahi tedavisinde Cotrel-Dubousset instrumentasyonu sonuçları. *Hacettepe J Orthop Surg* 1992; 2 (1): 13-21.
- 27- Benli IT, Tüzüner MM, Kış M, Akalın S, Çıtak M, Mumcu EF. Cotrel – Dubousset tekniğinin derotasyonel etkisinin komputürize tomografi ile değerlendirilmesi. *Acta Orthop Traumatol Turc* 1993; 27: 28-32.
- 28- Benli IT, Akalın S, Tuzuner MM, Tandogan NR, Citak M, Mumcu EF. Three-dimensional analysis treated with Cotrel-Dubousset Instrumentation. *GICD'93*. Sauramps Medical, Montpellier 1994; pp: 26-35.
- 29- Benli IT, Tuzuner M, Akalın S, Kis M, Aydin E, Tandogan R. Spinal imbalance and decompensation problems in patients treated with Cotrel-Dubousset instrumentation. *Eur Spine J* 1996; 5: 380-386.

- 30- Benli IT, Akalın S, Duman E, Çıtak M, Kış M. The results of intraoperative autotransfusion in the major orthopaedic surgery. *Bull Hospital Joint Dis* 1999; 58 (4): 184 - 187, 1999.
- 31- Benli IT, Akalın S, Kis M, Citak M, Kurtulus B, Duman E. The results of anterior fusion and Cotrel – Dubousset – Hopf instrumentation in idiopathic scoliosis. *Eur Spine J* 2000; 9 (6): 505–515.
- 32- Benli IT, Akalın S, Aydın E, Baz A, Citak M, Kış M, Duman E. Isola spinal instrumentation system for idiopathic scoliosis. *Arch Orthop Trauma Surg* 2001; 121 (1 – 2): 17–25.
- 33- Benli IT, Akalın S, Kis M, Citak M, Aydın E, Duman E. Frontal and sagittal balance analysis of late onset idiopathic scoliosis treated with third generation instrumentation. *Kobe J Med Sci* 2001; 47 (6): 231–253.
- 34- Benli iT, Kış M, Çıtak M, Akalın S. Trunk balance analysis of late onset idiopathic scoliosis patients treated with TSRH instrumentation. *6TH International Congress on Spinal Surgery, Ankara, 4-7 October, 2002 (Abstract)*. *Eur Spine J* 2002; 11 (4): 412.
- 35- Benli IT, Büyükgüllü O, Altuğ T, Akalın S, Kurtuluş B, Aydın E. Augmentation of third generation instrumentation with sublaminar titanium wiring in late onset idiopathic scoliosis: the surgical results and analysis of trunk balance. *Kobe J Med Sci* 2004; 50 (3 – 4): 83–100.
- 36- Benli IT, Ates B, Akalın S, Citak M, Kaya A, Alanay A. Minimum 10 years follow-up surgical results of adolescent idiopathic scoliosis patients treated with TSRH instrumentation. *Eur Spine J* 2007; 16 (3):381 – 391.
- 37- Bennett JT, Hoashi JS, Ames RJ, Kimball JS, Pahys JM, Samdani AF. The posterior pedicle screw construct: 5-year results for thoracolumbar and lumbar curves. *J Neurosurg Spine* 2013; 19(6): 658-663.
- 38- Benson DR. The effect of Harrington rod distraction on vertebral rotation and thoracic compression. *Clin Orthop Rel Res* 1977; 125: 40-44.
- 39- Bernard TN, Jonston CE, Roberts JM, Burke SW. Late complication of wire brekage in segmental spinal instrumentation. *J Bone Joint Surg* 1982; 65–A: 1339–1342.
- 40- Bernhard M. Normal spinal anatomy: normal sagittal plane alignment. In: Bridwell, KH, DeWald, RL (Eds.). *The Textbook of Spinal Surgery*. Lippincott - Raven Publishers, Philadelphia 1997; pp: 188-189.
- 41- Bergoin M, Bollini G, Hornung H, Tallet JM, Gennari JM. Is the Cotrel – Dubousset really universal in the surgical treatment of idiopathic scoliosis? *J Pediatr Orthop* 1988; 8 (1): 45–48.

- 42- Bettany-Saltikov J, Parent E, Romano M, Villagrasa M, Negrini S. Physiotherapeutic scoliosis-specific exercises for adolescents with idiopathic scoliosis. *Eur J Phys Rehabil Med* 2014; 50(1): 111-121.
- 43- Betz RR, Harms J, Clements DH, Lenke LG, Lowe TG, Shufflebarger HL, Jeszenszky D, Bele B. Comparison of anterior and posterior instrumentation for correction of adolescent thoracic idiopathic scoliosis. *Spine* 1999; 24 (3): 225–239.
- 44- Bialik V, Piggott H. Pseudarthrosis following treatment of idiopathic scoliosis by Harrington instrumentation and fusion without added bone. *J Pediatr Orthop* 1987; 7 (2): 152–154.
- 45- Bridwell KH, Betz R, Capelli AM, Hum G, Harvey C. Sagittal plane analysis in idiopathic scoliosis patients treated with Cotrel Dubousset instrumentation. In: *6th International Congress on Cotrel Dubousset Instrumentation*. Sauramps Medical, Montpellier 1989; pp: 65-71.
- 46- Bridwell KH, McAllister JW, Betz RR, Huss G, Clancy M, Schoenecker PL. Coronal decompensation produced by Cotrel – Dubousset derotation maneuvers for idiopathic right thoracic scoliosis. *Spine* 1991; 16: 769-777.
- 47- Bridwell KH. Spine update. Surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis: the basics and the controversies. *Spine* 1994; 19:1095-1100.
- 48- Bridwell KH. Spinal instrumentation in management of adolescent idiopathic scoliosis. *Clin Orthop Rel Res* 1997; 335: 64-72.
- 49- Bridwell KH, Hanson DS, Rhee JM, Lenke LG, Baldus C, Blanke K. Correction of thoracic adolescent idiopathic scoliosis with segmental hooks, rods, and Wisconsin wires posteriorly: it's bad and absolute, correct? *Spine* 2002; 27(18): 2059-2066.
- 50- Brown JC. Cotrel-Dubousset instrumentation in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis. In: Bridwell, KH, DeWald, RL (Eds.). *The Textbook of Spinal Surgery*. Lippincott – Raven Publishers, Philadelphia 1997; pp: 489-534.
- 51- Bullmann V, Halm HF, Schulte T, Lerner T, Weber TP, Liljenqvist UR. Combined anterior and posterior instrumentation in severe and rigid idiopathic scoliosis. *Eur Spine J* 2006; 15(4): 440-448.
- 52- Bullmann V, Halm HF, Niemeyer T, Hackenberg L, Liljenqvist U. Dual-rod correction and instrumentation of idiopathic scoliosis with the Halm-Zielke instrumentation. *Spine* 2003; 28(12): 1306 – 1313.
- 53- Burton DC, Asher MA, Lai SM. The selection of fusion levels using torsional correction techniques in the surgical treatment of idiopathic scoliosis. *Spine* 1999; 24 (16): 1728 –1739.
- 54- Burton DC, Sama AA, Asher MA, Burke SW, Boachie – Adjei O, Huang RC, Green DW, Rawlins BA. The treatment of large (>70 degrees) thoracic idiopathic scoliosis curves with posterior instrumentation and arthrodesis: when is anterior release indicated? *Spine* 2005; 30 (17): 1979 – 1984.

- 55- Chengh I, Kim Y, Gupta MC, Bridwell KH, Hurford RK, Lee SS, Theerajunyaporn T, Lenke LG. Apical sublaminar wires versus pedicle screws – which provides better results for surgical correction of adolescent idiopathic scoliosis? *Spine* 2005; 30 (18): 2104-2112.
- 56- Chopin D, Morin C. Cotrel-Dubousset instrumentation (CDI) for adolescent and pediatric scoliosis. In: Bridwell KH, DeWald RL (Eds.). *The Textbook of Spinal Surgery*. JB Lippincott Company, Philadelphia 1992; pp: 183-217.
- 57- Coe JD, Arlet V, Donaldson W, Berven S, Hanson DS, Mudiyan R, Perra JH, Shaffrey CI. Complications in spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis in the new millennium. A report of the Scoliosis research Society Morbidity and Mortality Committee. *Spine* 2006; 31 (3): 345 – 349.
- 58- Cotrel Y, Dubousset J. *C-D Instrumentation in Spine Surgery: Principles, Technicals, Mistakes and Traps*. Sauramps Medical, Montpellier 1992.
- 59- Courvoisier A, Garin C, Vialle R, Kohler R. The change on vertebral axial rotation after posterior instrumentation of idiopathic scoliosis. *Childs Nerv Syst* 2015; 31(12): 2325-2331.
- 60- Crostelli M, Mazza O, Mariani M, Mascello D. Treatment of severe scoliosis with posterior-only approach arthrodesis and all-pedicle screw instrumentation. *Eur Spine J* 2013; 22 (Suppl.6): S808-814.
- 61- Cuddihy L, Danielsson AJ, Cahill PJ, Samdani AF, Grewal H, Richmond JM, Mulcahey MJ, Gaughan JP, Antonacci MD, Betz RR. Vertebral body stapling versus bracing for patients with high-risk moderate idiopathic scoliosis. *Biomed Res Int* 2015; 438-452.
- 62- Çeçen GS, Gülabi D, Güçlü B, Çeçen DA, Oltulu İ. Comparison of pedicle screw fixation and hybrid instrumentation in adolescent idiopathic scoliosis. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2016; 50(3): 351-355.
- 63- Çeliker Ö, Tüzüner M, Benli IT. The results of CD instrumentation in idiopathic scoliosis. *JTSS* 1990; 1 (1): 14-18.
- 64- De Maio F, Dolan LA, De Luna V, Weinstein SL. Posterior spine fusion with Moss- Miami instrumentation for adolescent idiopathic scoliosis: radiographic, clinical and patient – centered outcomes. *Iowa Orthop J* 2007; 27:28 – 39.
- 65- Delorme S, Labelle H, Poitras B, Rivard CH, Coillard C, Dansereau J. Pre-, intra-, and postoperative three-dimensional evaluation of adolescent idiopathic scoliosis. *J Spinal Disord* 2000; 13 (2): 93-101
- 66- Delorme S, Labelle H, Aubin CE, DeGuise JA, Puitran B, Cuilland C, Demosereas J. Intraoperative comparison of two instrumentation techniques for the correction of adolescent idiopathic scoliosis. Rod rotation and translation. *Spine* 1999; 24 (19): 2012-2017.

- 67- Denis F. Cotrel – Dubousset instrumentation in the treatment of idiopathic scoliosis. *Orthop Clin North Am* 1988; 2: 291-311.
- 68- Diab M, Smith AR, Kuklo TR. Neural complications in the surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2007; 32 (24): 2759-2763.
- 69- Dick JC, Brodke DS, Zdeblick TA, Bartel BD, Kunz DN, Rapoff AJ. Anterior instrumentation of the thoracolumbar spine. A biomechanical comparison. *Spine* 1997; 22 (7): 744-750.
- 70- Dickson JH, Erwin W, Rossi D. Harrington instrumentation and arthrodesis for idiopathic scoliosis a twenty – one year follow-up. *J Bone Joint Surg* 1990; 72: 678-682.
- 71- Dobbs MB, Lenke LG, Kim YJ, Luhmann SJ, Bridwell KH. Anterior / posterior spinal instrumentation versus posterior instrumentation alone for the treatment of adolescent idiopathic scoliotic curves more than 90 degrees. *Spine* 2006; 31 (20): 2386 –2391.
- 72- Dove J. Luque segmental spinal instrumentation: the use of the Hartshill rectangle. *Orthopaedics* 1987; 10: 955 – 961.
- 73- Dove J. British Scoliosis Society: Morbidity Study. SRS, San Diego, 1985.
- 74- Drummond D. Harrington instrumentation with spinous process wiring for idiopathic scoliosis. *Clin Orthop Rel Res* 1988; 229: 281-289.
- 75- Dubousset J, Cotrel Y. Application technique of Cotrel-Dubousset Instrumentation for scoliosis deformities. *Clin Orthop Rel Res* 1991; 264: 103-110.
- 76- Dwyer AF, Newton NC, Sherwood AA. An anterior approach to scoliosis: a preliminary report. *Clin Orthop* 1969; 62: 191-202.
- 77- Dwyer AF. Experiences of anterior correction of scoliosis. *Clin Orthop* 1973; 93: 191-214.
- 78- Dwyer AF, Schafer MF. Anterior approach to scoliosis. Results of treatment in 51 cases. *J Bone Joint Surg* 1974; 56-B: 218-224.
- 79- Edwards CC, Lenke LG, Peelle M, Sides B, Peinella A, Bridwell KH. Selective thoracic fusion for adolescent idiopathic scoliosis with C modifier lumbar courses. Two to 16 year radiographic and clinical results. *Spine* 2004; 29 (1): 536-546.
- 80- Ersen O, Ekinci S, Bilgic S, Kose O, Oguz E, Sehirlioglu A. Posterior spinal fusion in adolescent idiopathic scoliosis with or without intraoperative cell salvage system: a retrospective comparison. *Musculoskelet Surg* 2012; 96(2):107-110.
- 81- Erwin WD, Dickson JH, Harrington PR. Clinical review of patients with broken Harrington rods. *J Bone Joint Surg* 1980; 62-A: 1302-1308.
- 82- Ferrero E, Pesenti S, Blondel B, Jouve JL, Mazda K, Ilharreborde B. Role of thoracoscopy for the sagittal correction of hypokyphotic adolescent idiopathic scoliosis patients. *Eur Spine J* 2014; 23(12): 2635-2642.

- 83- Floman Y, Burnei G, Gavrilu S, Anekstein Y, Straticiu S, Tunyogi-Csapo M, Mirovsky Y, Zarzycki D, Potaczek T, Arnin U. Surgical management of moderate adolescent idiopathic scoliosis with ApiFix®: a short peri-apical fixation followed by post-operative curve reduction with exercises. *Scoliosis* 2015;10: 4-10.
- 84- Freeman BL III. Scoliosis and kyphosis. In: Canale ST. *Campbell's Operative Orthopedics*. 10th edition, Mosby Company, Philadelphia 2003; pp: 1793-1933.
- 85- Gando H, Asher MA. The evaluation of the derotational decompensation utilizing Isola in ALS (KM Type III) and mid-term effect. In: 5. *IMAST*, Sorrento, Italy, May 1-3, 1998.
- 86- Gang C, Haibo L, Fancai L, Weishan C, Qixin C. Learning curve of thoracic pedicle screw placement using the free-hand technique in scoliosis: how many screws needed for an apprentice? *Eur Spine J* 2012; 21(6): 1151-1156.
- 87- Garg S, Kipper E, LaGreca J, Carry P, Erickson M. Are routine postoperative radiographs necessary during the first year after posterior spinal fusion for idiopathic scoliosis? A retrospective cohort analysis of implant failure and surgery revision rates. *J Pediatr Orthop* 2015; 35(1): 33-38.
- 88- Giehl JP, Zielke KB. Anterior Zielke instrumentation in thoracolumbar and lumbar curves. In: Bridwell KH, DeWald RL (Eds.), *The Textbook of Spinal Surgery*. Second Edition, Lippincott – Raven Publishers, Philadelphia 1997; pp: 627-639.
- 89- Girardi FP, Boachie-Adjei O, Burke S, Rawlins BA. Treatment of adolescent idiopathic scoliosis 3-dimension correction using torsional translational Isola and derotational CD corrective maneuver A comparison of system. In: *5th International Meeting on Advanced Spine Techniques (IMAST)*, Sorrento, Italy, May 1-3, 1998.
- 90- Girardi FP, Boachie-Adjei O, Burke SW. Surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis: a comparative study of two segmental instrumentation systems. *J Spinal Disorder* 2001; 14 (1): 46-53.
- 91- Girardi FP, Boachie-Adjei O, Rawlins BA. Safety of sublaminar wires with Isola instrumentation for the treatment of idiopathic scoliosis. *Spine* 2000; 25 (6): 691-695.
- 92- Gotze C, Liljenqvist UR, Slomka A, Gotze HG, Steinbeck J. Quality of life and back pain: outcome 16.7 years after Harrington instrumentation. *Spine* 2002; 27 (13): 1456-1463.
- 93- Gray JM, Smith BW, Ashley RK, LaGrone MO, Mall J. Derotational analysis of Cotrel-Dubousset instrumentation in idiopathic scoliosis. *Spine* 1991; 16 (Suppl.): 303-391.

- 94- Green NE. The role of Harrington rods and Wisconsin wires in idiopathic scoliosis. In: Bridwell KH, DeWald RL (Eds.). *The Textbook of Spinal Surgery*. Second Edition, Lippincott –Raven Publishers, Philadelphia 1997; pp: 469–488.
- 95- Gürbüz A, Kış M, Benli IT, Akalın S, Tandoğan R, Mumcu EF. Result and complications of segmenter sublaminar wiring (SSI) method. *JTSS* 1991; 2(4): 35- 40.
- 96- Haher TR, Gourup JM, Shin TM, Homel P, Merola AA, Grogan DP, Pugh L, Lowe TG, Murray M. Results of the Scoliosis Research Society instrument for evaluation of surgical outcome in adolescent idiopathic scoliosis. A multicenter study of 244 patients. *Spine* 1999; 24 (14): 1435-1440.
- 97- Haher TR, Merola A, Zipnick RI, Gorup J, Mannor D, Orchowiski J. Meta-analysis of surgical outcome in adolescent idiopathic scoliosis. A 35-year English literature review of 11,000 patients. *Spine* 1995; 20 (14): 1575-1584.
- 98- Haher TR, Valdevit A. The use of outcomes instruments in the assessment of patients with idiopathic scoliosis. *Instr Course Lect* 2005; 54: 543-550.
- 99- Halm H, Niemeyer T, Link T, Liljenqvist U. Segmental pedicle screw instrumentation in idiopathic thoracolumbar and lumbar scoliosis. *Eur Spine J* 2000; 9 (3): 191-197.
- 100- Hammerberg KW, Rodts MF, DeWald RL. Zielke instrumentation. *Orthopaedics* 1988; 11: 1365-1371.
- 101- Hamzaoğlu A, Öztürk C, Aydoğan M, Tezer M, Aksu N, Bruno MB. Posterior only pedicle screw instrumentation with intraoperative halofemoral traction in the surgical treatment of severe scoliosis (> 100 degrees). *Spine* 2008; 33 (9): 979-983.
- 102- Harms J, Jeszensky D, Beele B. Ventral correction of thoracic scoliosis. In: Bridwell KH, DeWaldRL (Eds.), *The Textbook of Spinal Surgery*. Second Edition, Lippincott – Raven Publishers, Philadelphia 1997; pp: 611-626.
- 103- Harrington PR, Dickson JH. An eleven year clinical investigation of Harrington instrumentation: a preliminary report on 578 cases. *Clin Orthop* 1973; 93: 113-130.
- 104- Hee HT, Yu ZR, Wong HK. Comparison of segmental pedicle screw instrumentation versus anterior instrumentation in adolescent idiopathic thoracolumbar and lumbar scoliosis. *Spine* 2007; 32 (14): 1533 – 1542.
- 105- Helenius I, Remes V, Yrjonen T, Ylikoski M, Schlenka D, Helenius M, Poussa M. Comparison of long-term functional and radiologic outcomes after Harrington instrumentation and spondylodesis in adolescent idiopathic scoliosis: a review of 78 patients. *Spine* 2002; 27 (2): 176-180.
- 106- Helenius I, Mattila M, Jalanko T. Morbidity and radiographic outcomes of severe scoliosis of 90° or more: a comparison of hybrid with total pedicle screw instrumentation. *J Child Orthop* 2014; 8(4): 345-352.

- 107- Helenius I, Keskinen H, Syvänen J, Lukkarinen H, Mattila M, Välipakka J, Pajulo O. Gelatine matrix with human thrombin decreases blood loss in adolescents undergoing posterior spinal fusion for idiopathic scoliosis: a multicentre, randomised clinical trial. *Bone Joint J* 2016; 98-B(3): 395-401.
- 108- Herring JA, Wenger DR. Early complications of segmental spinal instrumentation. *Orthop Trans* 1982; 6: 361 – 374.
- 109- Herring JA. (Ed.), 2002. *Tachdjian's Pediatric Orthopedics from Texas Scottish Rite Hospital for Children*. 3rd Ed., W.B. Saunders Company, Philadelphia, pp: 213-260.
- 110- Hirsch C, Ilharreborde B, Fournier J, Mazda K, Bonnard C. Adolescent idiopathic scoliosis correction achieved by posteromedial translation using polyester bands: A comparative study of subtransverse process versus sublaminar fixation. *Orthop Traumatol Surg Res* 2014; 100(7): 791-795.
- 111- Hopf CG, Eysel P, Dubousset J. Preliminary report on new anterior spinal instrumentation. *Eur Spine J* 1995; 4: 194-199.
- 112- Hopf CG, Eysel P, Dubousset J. Operative treatment of scoliosis with Cotrel – Dubousset – Hopf instrumentation. *Spine* 1997; 22 (6): 618-628.
- 113- Ibrahim K, Benson L, Goldberg B. Cotrel - Dubousset instrumentation for right thoracic type curves; compensation versus decompensation. In: *6th International Congress on CDI*, Sauramps Medical, Montpellier, 1989; pp: 59-63.
- 114- Jeng CL, Sponseller PD, Tolo VT. Outcomes of Wisconsin instrumentation in idiopathic scoliosis. Minimum 5-year follow-up. *Spine* 1993; 18 (12): 1584-1590.
- 115- Johnston CE II, Ashman RB, Corin JD. Mechanical effects of crosslinking rods in Cotrel - Dubousset instrumentation. *Orthop Trans* 1987; 11: 96-101
- 116- Johnston CE, Ashman RB et al. Mechanical consequences of rod contouring and residual scoliosis in sublaminar segmental instrumentation. *J Orthop Res* 1987; 5: 206 –213.
- 117- Johnston CE, Ashman RB, Richards BS, Herring JA. TSRH universal spine instrumentation. In: Bridwell KH, DeWald RL (Eds.). *The Textbook of Spinal Surgery*. Second Edition, Lippincott – Raven Publishers, Philadelphia 1997; pp: 535-567.
- 118- Kaneda K, Fujiya N, Satch S. Results of Zielke instrumentation for idiopathic thoracolumbar and lumbar scoliosis. *Clin Orthop* 1986; 205: 195-203.
- 119- Kaneda K, Shono Y, Satch S, Abumi K. Anterior correction of thoracic scoliosis with Kaneda anterior spinal system. A preliminary report. *Spine* 1997; 22 (12): 1358-1368.
- 120- Kaneda K, Shono Y. Kaneda anterior multisegmental instrumentation – two rod system for the treatment of thoracolumbar and lumbar scoliotic curves. In: Bridwell KH, DeWald RL (Eds.). *The Textbook of Spinal Surgery*. Second Edition, Lippincott-Raven Publishers, Philadelphia 1997; pp: 641-663.

- 121- Ketenci IE, Yanik HS, Demiroz S, Ulusoy A, Erdem S. Three-dimensional correction in patients with Lenke 1 adolescent idiopathic scoliosis: comparison of consecutive versus interval pedicle screw instrumentation. *Spine* 2016; 41(2): 134-138.
- 122- Kim YJ, Lenke LG, Cho SK, Bridwell KH, Sides B, Blanke K. Comparative analysis of pedicle screw versus hook instrumentation in posterior spinal fusion of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2004; 29 (18): 2040-2048.
- 123- Kim JY, Song K, Kim KH, Rim DC, Yoon SH. Usefulness of simple rod rotation to correct curve of adolescent idiopathic scoliosis. *J Korean Neurosurg Soc* 2015; 58(6): 534-538.
- 124- King HA. Selection of fusion levels for posterior instrumentation and fusion in idiopathic scoliosis. *Orthop Clin North Am* 1988; 19: 247-255.
- 125- Kis M, Benli IT, Çıtak M, Tüzüner M, Aydın E. The result of late onset idiopathic scoliosis treated with TSRH instrumentation. *JTSS* 1994; 5 (4): 147-153.
- 126- Kohler R, Gallland OD, Mechin H, Michel CR, Onimus M. The Dwyer procedure in the treatment of idiopathic scoliosis. A 10-year follow-up review of 21 patients. *Spine* 1990; 15: 75-80.
- 127- Kostuik JP, Carl A, Ferron S. Anterior Zielke instrumentation for spinal deformity in adults. *J Bone Joint Surg Am* 1989; 71 (6): 898 – 912.
- 128- Labella H, Dansereau J, Belleşeur C, Guise J, Rivard CH, Poitras B. Preoperative three dimensional correction of idiopathic scoliosis with the Cotrel -Dubousset procedure. *Spine* 1995; 20: 1406-1409.
- 129- Labelle H, Dansereau J, Belleşeur C, Poitras B, Rivard CH, Stokes IA, DeGuise J. Comparison between preoperative and postoperative three-dimensional reconstructions of idiopathic scoliosis with the Cotrel-Dubousset procedure. *Spine* 1995; 20 (23): 2487-2492.
- 130- LaGrone MO, King HA. Idiopathic adolescent scoliosis: indications and expectations. In: Bridwell KH, Dewald RL. *The Textbook of Spinal Surgery*. Lippincott – Raven Publishers, Philadelphia 1997; pp: 425-450.
- 131- Lafage V, Dubousset J, Lavaste F, Skalli W. 3D finite element simulation of Cotrel –Dubousset correction. *Comput Aided Surg* 2004; 9 (1-2): 17-25.
- 132- Lamerain M, Bachy M, Delpont M, Kabbaj R, Mary P, Vialle R. CoCr rods provide better frontal correction of adolescent idiopathic scoliosis treated by all-pedicle screw fixation. *Eur Spine J* 2014; 23(6): 1190-1196.
- 133- Large DF, Doig WG, Dickens DV, Torode IP, Cole WG. Surgical treatment of double major scoliosis. Improvement of the lumbar curve after fusion of the thoracic curve. *J Bone Joint Surg* 1991; 73-B: 121-124

- 134- Laxer E. A further development in spinal instrumentation. Technical commission for spinal surgery of the ASIF. *Eur Spine J* 1994; 3: 347-352.
- 135- Lee AC, Feger MA, Singla A, Abel MF. Effect of surgical approach on pulmonary function in adolescent idiopathic scoliosis patients: a systemic review and meta-analysis. *Spine* 2016 Apr 6. [Epub ahead of print]
- 136- Lenke LG, Bridwell KH, Baldus C, Blanke K. Preventing decompensation in King type-2 curves treated with Cotrel-Dubousset instrumentation: strict guidelines for selective thoracic fusion. *Spine* 1992; 17 (8.suppl.): S274-281.
- 137- Lenke LG, Bridwell KH, et al. Cotrel-Dubousset instrumentation for adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1992; 74-A: 1056.
- 138- Lenke LG, Bridwell KH, O'Brien MF, Baldus C, Blanke K. Recognition and treatment of the proximal thoracic curve in adolescent idiopathic scoliosis treated with Cotrel-Dubousset instrumentation. *Spine* 1994; 19: 1589-1597.
- 139- Lenke LG, Edward CC, Bridwell KH. The Lenke classification of adolescent idiopathic Scoliosis: How it organizes curve patterns as a template to perform selective fusion of the spine. *Spine* 2003; 15: 28 (20): 5199-5207.
- 140- Lepsien U, Bullmann V, Hackenberg L, Liljenqvist U. Long-term results of posterior correction and fusion of scoliosis using the Cotrel-Dubousset instrumentation. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 2002; 140 (1): 77-82 (Abstract).
- 141- Liljenqvist U, Lepsien U, Hackenberg L, Niemeyer T, Halm H. Comparative analysis of pedicle screw and hook instrumentation in posterior correction and fusion of idiopathic thoracic scoliosis. *Eur Spine J* 2002; 11 (4): 336 –343.
- 142- Liljenqvist UR, Bullmann V, Schulte TL, Hackenberg L, Halm HF. Anterior dual rod instrumentation in idiopathic thoracic scoliosis. *Eur Spine J* 2006; 15 (7):1118-1127.
- 143- Liljenqvist UR, Halm HF, Link TM. Pedicle screw instrumentation of the thoracic spine in idiopathic scoliosis. *Spine* 1997; 22 (19): 2239 – 2245.
- 144- Liu T, Hai Y. Sagittal plane analysis of selective posterior thoracic spinal fusion in adolescent idiopathic scoliosis: a comparison study of all pedicle screw and hybrid instrumentation. *J Spinal Disord Tech* 2014; 27(5): 277-282.
- 145- Lonstein J. Decompensation with Cotrel –Dubousset instrumentation: a multicenter study. Presented in Annual Meeting SRS, Minneapolis, 1991.
- 146- Lonstein JE. Cast techniques. In: Bradford DS, Lonstein JE, Moe JH, Ogilvie JW, Winter RB (Eds.), *Moe's Textbook of Scoliosis and Other Spinal Deformities*. 2nd Edition, WB Saunders Company, Philadelphia 1987; pp: 119-133.
- 147- Lovullo JL, Banta JV, Rensbow TS. Adolescent idiopathic scoliosis treated by Harrington rod distraction and fusion. *J Bone Joint Surg* 1986; 68-A: 1326-1330.

- 148- Lowe TG. Morbidity and mortality report of the SRS, Vancouver, Canada, 1987.
- 149- Luque ER. Segmental spinal instrumentation for correction of scoliosis. *Clin Orthop* 1982; 163: 192 – 198.
- 150- Luque ER. *Segmental Spinal Instrumentation*. Thorofore Slack, New Jersey, 1984.
- 151- Luk KD, Leong JC, Reyes L, Hsu LC. The comparative results of treatment in idiopathic thoracolumbar and lumbar scoliosis using Harrington, Dwyer and Zielke instrumentation. *Spine* 1989; 14: 275-280.
- 152- Mac-Thiong JM, Labelle H, Poitras B, Rivard CH, Joncas J. The effect of intraoperative traction during posterior spinal instrumentation and fusion for adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2004; 29 (14): 1549 – 1554.
- 153- Mac-Thiong JM, Parent S, Poitras B, Joncas J, Hubert L. Neurological outcome and management of pedicle screws misplaced totally within the spinal canal. *Spine* 2013; 38(3): 229-237.
- 154- Majdouline Y, Aubin CE, Robitaille M, Sarwark JF, Labelle H. Scoliosis correction objectives in adolescent idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop* 2007; 27 (7): 775-781.
- 155- Mason DE, Carango P. Spinal decompensation in Cotrel-Dubousset Instrumentation. *Spine* 1991; 16: S394-403.
- 156- Merola AA, Haheer TR, Brkarić M, Panagopoulos G, Mothur S, Kohani U, Lowe TG, Lenke LG, Wenger DR, Newton PO, Clements DH, Betz RR. A multicenter study of the outcomes of the surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis using the Scoliosis Research Society (SRS) outcome instrument. *Spine* 2002; 27 (18): 2046-2051.
- 157- Moe JH. Methods of correction and surgical techniques in scoliosis. *Orthop Clin North Am* 1972; 3: 17 – 21.
- 158- Moe JH, Purcell GA, Bradford DS. Zielke instrumentation (VDS) for the correction of spinal curvature. Analysis of results in 66 patients. *Clin Orthop* 1983; 180: 133-153.
- 159- Moe JH, Byrd JA, III. Idiopathic Scoliosis. In: Bradford DS, Lonstein JE, Moe JH, Ogilvie JW, Winter RB (Eds.), *Moe's Textbook of Scoliosis and Other Spinal Deformities*. 2nd Edition, WB Saunders Company, Philadelphia 1987; pp: 191-232.
- 160- Moore SU, Eilert RE. Segmental spinal instrumentation, complications correction and indications. *Orthop Trans* 1983; 7: 413-421.
- 161- Morr S, Carrer A, Alvarez-García de Quesada LI, Rodriguez-Olaverri JC. Skipped versus consecutive pedicle screw constructs for correction of Lenke 1 curves. *Eur Spine J* 2015; 24(7): 1473-1480.
- 162- Muschik M, Schlenzka D, Robinson PN. Dorsal instrumentation for idiopathic adolescent thoracic scoliosis rod rotation versus translation. *Eur Spine J* 1999; 8: 93-99.

- 163- Muschik MT, Kimmich H, Demmel T. Comparison of the anterior and posterior double – rod instrumentation for thoracic idiopathic scoliosis: results of 141 patients. *Eur Spine J* 2006; 15 (7): 1128 – 1138.
- 164- Nagata H, Onomura T, Watanabe H. Study on derotational effect of CD instrumentation. In: *4th Proceeding of International Congress on Cotrel – Dubousset Instrumentation*. Sauramps Medical, Montpellier, 1987; pp: 75-86.
- 165- Ogiela DM, Chan DP. Ventral derotation spondylodesis: a review of 22 cases. *Spine* 1986; 11: 18-22.
- 166- Ogilvie JW. Anterior spine fusion with Zielke instrumentation for idiopathic scoliosis in adolescents. *Orthop Clin North Am* 1988; 2: 313-317.
- 167- Olgun ZD, Yazici M. Posterior instrumentation and fusion. *J Child Orthop* 2013; 7(1): 69-76.
- 168- Otani K, Saito M, Sibasaki K. Anterior instrumentation in idiopathic scoliosis: a minimum follow-up of 10 years. *Int Orthop* 1997; 21: 4-8.
- 169- Padua R, Padua S, Aulisa S, Ceccarelli E, Padua L, Romanini E, Zanoli G, Campi A. Patient outcomes after Harrington instrumentation for idiopathic scoliosis : a 15- to 28- year evaluation. *Spine* 2001; 26 (11): 1268-1273.
- 170- Perez-Grueso FS, Fernandez-Baillo N, Arauz de Robles S, Garcia Fernandez A. The low lumbar spine below Cotrel – Dubousset instrumentation: long – term findings. *Spine* 2000; 25 (18): 2333-2341.
- 171- Petit Y, Aubin CE, Labelle H. Spinal shape changes resulting from scoliotic spine surgical instrumentation expressed as intervartebal rotations and centers of rotation. *J Biomech* 2004; 37 (2): 173-180.
- 172- Pizones J, Sánchez-Mariscal F, Zúñiga L, Izquierdo E. Ponte osteotomies to treat major thoracic adolescent idiopathic scoliosis curves allow more effective corrective maneuvers. *Eur Spine J* 2015; 24(7): 1540-1546.
- 173- Potter BK, Kuklo TR, Lenke LG. Radiographic outcomes of anterior spinal fusion versus posterior spinal fusion with thoracic pedicle screws for treatment of Lenke Type I adolescent idiopathic scoliosis curves. *Spine* 2005; 30 (16): 1859-1866.
- 174- Puno RM, Johnson JR, Osterman PAW, Holt RT. Analysis of the primary and compensatory curvatures following Zielke instrumentation for idiopathic scoliosis. *Spine* 1989; 14: 738-743.
- 175- Puno RM, Grussfeld SL, Johnson JR, Holt RT. Cotrel - Dubousset instrumentation in idiopathic scoliosis. *Spine* 1992; 17(8.Suppl.): S258-262.
- 176- Qiu XS, Wang ZW, Qiu Y, Wang WJ, Mao SH, Zhu ZZ, Qian BP, Wang SF, Zhu F, Qiao J. Preoperative pelvic axial rotation: a possible predictor for postoperative coronal decompensation in thoracolumbar/lumbar adolescent idiopathic scoliosis. *Eur Spine J* 2013; 22(6): 1264-1272.

- 177- Remes V, Helenius I, Schlenzka D, Yrjonen T, Ylikoski M, Poussa M. Cotrel-Dubousset (CD) or Universal Spine System (USS) instrumentation in adolescent idiopathic scoliosis (AIS): comparison of midterm clinical, functional, and radiologic outcomes. *Spine* 2004; 29 (18): 2024-2030.
- 178- Ren C, Liu L, Song Y, Zhou C, Liu H, Li T. Comparison of anterior and posterior vertebral column resection versus anterior release with posterior internal distraction for severe and rigid scoliosis. *Eur Spine J* 2014; 23(6): 1237-1243.
- 179- Renshaw TS. The role of Harrington instrumentation and posterior spine fusion in the management of adolescent idiopathic scoliosis. *Orthop Clin North Am* 1988; 19 (2): 257-267.
- 180- Rhee JM, Bridwell KH, Won DS, Lenke LG, Chotigavanichaya C, Hanson DS. Sagittal plane analysis of adolescent idiopathic scoliosis: the effect of anterior versus posterior instrumentation. *Spine* 2002; 27 (21): 2350 – 2356.
- 181- Richard BS. Lumbar curve response in Type II idiopathic scoliosis after posterior instrumentation of the thoracic curve. *Spine* 1992; 17: 282-286.
- 182- Richard BS, Herring JA, Johnston CE, Birch JG, Roach JW. Treatment of adolescent idiopathic scoliosis using Texas Scottish Rite Hospital instrumentation. *Spine* 1994; 19: 1598-1608.
- 183- Richards BS, Birch JG, Herring JA, Johnston CE, Roach JW. Frontal plane and sagittal plane balance following Cotrel-Dubousset instrumentation for idiopathic scoliosis. *Spine* 1989; 14: 733-737.
- 184- Rinella A, Lenke L, Peelle M, Edwards C, Bridwell KH, Sides B. Comparison of SRS questionnaire results submitted by both parents and patients in the operative treatment of idiopathic scoliosis. *Spine* 2004; 29 (3): 303-310.
- 185- Samdani AF, Ranade A, Sciubba DM, Cahill PJ, Antonacci MD, Clements DH, Betz RR. Accuracy of free-hand placement of thoracic pedicle screws in adolescent idiopathic scoliosis: how much of a difference does surgeon experience make? *Eur Spine J* 2010; 19(1): 91-95.
- 186- Sanders AE, Baumann R, Brown H, Johnston CE, Lenke LG, Sink E. Selective anterior fusion of thoracolumbar/lumbar curves in adolescents: when can the associated thoracic curve be left unfused. *Spine* 2003; 28 (7): 706 – 713.
- 187- Sawatzky BJ, Tredwell SJ, Jang SB, Black AH. Effect of three -dimensional assessment on surgical correction and hook strategies in multi - hook instrumentation for adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 1998; 23: 201-205.
- 188- Shufflebarger HL. Cotrel Dubousset spinal instrumentation. In: Weinstein SL (Ed.). *The Pediatric Spine: Principles and Practice*. Raven Press, New York, 1994.
- 189- Shufflebarger JL, Crawford AH. Is Cotrel - Dubousset instrumentation the treatment of choice for idiopathic scoliosis in the adolescent who has an operative thoracic curve? *Orthopaedics* 1988; 11: 1579-1588.

- 190- Silverman BJ, Greenberg PE. Idiopathic scoliosis posterior spine fusion with Harrington rod and sublaminar wiring. *Orthop Clin North Am* 1988; 2: 268 – 279.
- 191- Stagnara P. *Spinal Deformity*. Vol.1, Butterworth Publishers, Somerset, 1988.
- 192- Stasikelis PJ, Pugh LI, Allen BL. Surgical corrections in scoliosis: a meta-analysis. *J Pediatr Orthop* 1998; 7 (2): 111-116.
- 193- Sarwahi V, Horn JJ, Kulkarni PM, Wollowick AL, Lo Y, Gambassi M, Amaral TD. Minimally invasive surgery in patients with adolescent idiopathic scoliosis: is it better than the standard approach? A two year follow-up study. *J Spinal Disord Tech* 2014 May 21. [Epub ahead of print]
- 194- Simony A, Hansen EJ, Carreon LY, Christensen SB, Andersen MO. Health-related quality-of-life in adolescent idiopathic scoliosis patients 25 years after treatment. *Scoliosis* 2015;10: 22.
- 195- Sudo H, Kaneda K, Shono Y, Iwasaki N. Short fusion strategy for thoracolumbar and lumbar adolescent idiopathic scoliosis using anterior dual-rod instrumentation. *Bone Joint J* 2016; 98-B(3): 402-409.
- 196- Sugarman E, Sarwahi V, Amaral T, Wollowick A, Gambassi M, Seimon L. Comparative analysis of perioperative differences between hybrid versus pedicle screw instrumentation in adolescent idiopathic scoliosis. *J Spinal Disord Tech* 2013; 26(3): 161-166.
- 197- Suk SI, Lee CK, Chung SS. Comparison of Zielke ventral derotation system and Cotrel –Dubousset instrumentation in the treatment of idiopathic lumbar and thoracolumbar scoliosis. *Spine* 1994; 19 (4): 419-429.
- 198- Suk SI, Lee CK. Segmental pedicle screw fixation in the treatment of thoracic idiopathic scoliosis. *Spine* 1995; 20: 1399-1407.
- 199- Suk SI, Kim JH, Kim SS, Lim DJ. Pedicle screw instrumentation in adolescent idiopathic scoliosis (AIS). *Eur Spine J* 2012; 21(1): 13-22.
- 200- Swank S, Lonstein JE, Moe JH, Winter RB, Bradford DS. Surgical treatment of adult scoliosis. A review of two hundred and twenty – two cases. *J Bone Joint Surg* 1981; 63-A (2): 268-287.
- 201- Sweet FA, Lenke LG, Bridwell KH, Balanke KM, Whorton J. Prospective radiographic and clinical outcomes and complications of single solid rod instrumented anterior spinal fusion in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2001; 26 (18): 1956-1965.
- 202- Takahashi S, Delecrin J, Passuti N. Changes in the unfused lumbar spine in patients with idiopathic scoliosis. A 5- to 9-year assessment after Cotrel-Dubousset instrumentation. *Spine* 1997; 22 (5): 517-523.
- 203- Tamai K, Terai H, Toyoda H, Suzuki A, Yasuda H, Dozono S, Nakamura H. Which is the best schedule of autologous blood storage for preoperative adolescent idiopathic scoliosis patients? *Scoliosis* 2015; 10(Suppl 2): S11.

- 204- Teixeira da Silva LE¹, de Barros AG, de Azevedo GB. Management of severe and rigid idiopathic scoliosis. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2015; 25(Suppl.1): S7-12.
- 205- Thompson GH, Willbur RE, Shaffer JW, Scoles PV, Nash CL Jr. Segmental spinal instrumentation in idiopathic scoliosis: a preliminary report. *Spine* 1985; 10: 623-630.
- 206- Thompson JP, Transfeldt EE, Bradford DS, Ogilvie JW, Boachie-Adjei O. Decompensation after Cotrel Dubousset instrumentation of idiopathic scoliosis. *Spine* 1990; 15: 927-931.
- 207- Tolo VT. Surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *Instr Course Lect* 1989; 38: 143 – 156.
- 208- Transfeldt E, Thompson J, Bradford D. Three dimensional changes in the spine following CDI for adolescent idiopathic scoliosis. In: *6th International Congress on Cotrel-Dubousset Instrumentation*, Sauramps Medical, Montpellier, 1989; pp: 73-80.
- 209- Transfeldt E, Thompson J, Bradford D. The three dimensional deformity in adolescent idiopathic scoliosis with special reference to rotation and coupling. In: *6th Proceeding of the International Congress on Cotrel-Dubousset Instrumentation*, Sauramps Medical, Montpellier, 1989; pp: 81-88.
- 210- Turi M, Johnston CE, Richards BS. Anterior correction of idiopathic scoliosis using TSRH instrumentation. *Spine* 1993; 18: 417-422.
- 211- Us K, Yilmaz C, Altan M, Yavuz OY, Sinan B. Subtransverse process wiring; a new technique of segmental of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2001; 26 (21): 2392-2396.
- 212- Van Lackum HL, Smith AF. Removal of vertebral bodies in the treatment of scoliosis. *Surg Gynecol Obstet* 1933, 57: 250.
- 213- Wang ST, Ma HL, Lin CF, Liu CL, Yu Wk, Lo Wh. Surgical treatment of adult idiopathic scoliosis – comparison of two instrumentations. *Int Orthop* 2002; 26 (4): 207-210.
- 214- Wang F, Xu XM, Lu Y, Wei XZ, Zhu XD, Li M. Comparative analysis of interval, skipped, and key-vertebral pedicle screw strategies for correction in patients with Lenke type 1 adolescent idiopathic scoliosis. *Medicine (Baltimore)* 2016; 95(10): e3021.
- 215- Watanabe K, Lenke LG, Bridwell KH, Kim YJ, Watanabe K, Kim YW, Kim YB, Hensley M, Stobbs G. Comparison of radiographic outcomes for the treatment of scoliotic curves greater than 100 degrees: wires versus hooks versus screws. *Spine* 2008; 33 (10): 1084-1092.
- 216- Webb JK, Burwell RG, Cole AA, Lieberman I. Posterior instrumentation in scoliosis. *Eur Spine J* 1995; 4: 2-5.

- 217- White SF, Asher MA, Lai SM, Burton DC. Patients' perceptions of overall function, pain, and appearance after primary posterior instrumentation and fusion for idiopathic scoliosis. *Spine* 1999; 24 (16): 1693-1699.
- 218- White SF, Asher MA, Lai SM, Burton DC. Patients' perception of overall function, pain, and appearance after primary posterior instrumentation and fusion for idiopathic scoliosis. Discussion. *Spine* 1999; 24 (16): 1699-1700.
- 219- Wilber RG, Thompson GH, Shaffer JW, Brown RH, Nash CL Jr.. Postoperative neurological deficit in segmental spinal instrumentation. *J Bone Joint Surg* 1984; 66 -A: 1178 - 1187.
- 220- Willers U, Hedlund R, Aaro S, Normelli H, Westman L. Long-term results of Harrington instrumentation in idiopathic scoliosis. *Spine* 1993; 18 (6): 713-717.
- 221- Winter RB, Lonstein JE, Vander Brink K. Harrington rod with sublaminar wires in the treatment of idiopathic thoracic scoliosis, a study of sagittal plane correction. *Orthop Trans* 1987; 11: 89 - 95.
- 222- Wood KB, Transfeldt EE, Ogilvie SW, Schendel MJ, Bradford DS. Rotational changes of the vertebral-pelvis axis following Cotrel-Dubousset Instrumentation. *Spine* 1991; 16: 404-408.
- 223- Wood KB, Obewski JM, Schendel MS, Boachie-Adjei O, Gupta M. Rotational changes of the vertebral pelvis axis after sublaminar instrumentation in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 1997; 22: 51-57.
- 224- Wright JC, Donaldson S, Howard A, Stephens D, Alman B, Hedden D. Are surgeons preferences for instrumentation related to patient outcomes? A randomized clinical trial of two implants for idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 2007; 89-A (12): 2684-2693.
- 225- Yang C, Wei X, Zhang J, Wu D, Zhao Y, Wang C, Zhu X, He S, Li M. All-pedicle-screw versus hybrid hook-screw instrumentation for posterior spinal correction surgery in adolescent idiopathic scoliosis: a curve flexibility matched-pair study. *Arch Orthop Trauma Surg* 2012; 132(5): 633-639.
- 226- Yazar T, Gürkan I, Yılmaz C. A new approach to scoliosis. *Eur Spine J* 1999; 8(2): 86-92.
- 227- Zheng CK, Kan WS, Li P, Zhao ZG, Li K. Treatment for severe idiopathic upper thoracic scoliosis in adolescence. *J Spinal Disord Tech* 2013; 26(2): 107-111.
- 228- Zielke K, Stunkat R, Beaujean F. Ventrale derotations - spondylodesis. *Arch Orthop Unfallchir* 1976; 85 (3): 257-277.
- 229- Zielke K. Ventral derotation spondylodesis. Results of treatment of cases or idiopathic scoliosis. *Z Orthop* 1982; 120 (3): 320-329.

16. Adölesan İdiopatik Skolyozda Posterior Düzeltme Teknikleri

Kürşat KARA, Ufuk AYDINLI

GİRİŞ

Adölesan idiopatik skolyoz (AIS) omurganın üç boyutlu deformitesidir. Omurganın koronal plan deviasyonunun düzeltilmesi kadar sagittal plan anatomik yapısının oluşturulmasında önemlidir. Rotasyon deformitesi AIS un en önemli elemanıdır. Meydana gelen deformitenin düzeltilmesi işlemi de aksine güçlerin kullanımı ile yapılmaktadır. Bu düzeltme işlemi sırasında çengeller, vidalar ve rodlar güçlerin aktarımında kullanılmaktadır. Özellikle rotasyon deformitesinin düzeltilmesinde monoaksiyel vidaların poliaksiyel vidalara üstün olduğu kabul edilmektedir ^(20,31,35,41-42). AIS'ın cerrahi tedavisi sırasında kullanılan implantların niteliği ve sayısının eğriliğin düzeltilmesi üzerine olan etkisi konusunda birçok çalışma yapılmıştır. Özellikle sadece vida kullanımının çengel ve vida kullanımına karşı daha üstün olduğu ve özellikle de torasik kifozun yeniden oluşturulmasında daha etkin olduğu birçok yazar tarafından ileri sürülmüştür ^(1,3,14,19).

Cerrahi alan içerisinde bulunan her bir omurgaya iki adet vida kullanımının daha yüksek oranda düzeltme sağladığı iddia edilmekle beraber vida yanlış yerleşimi, cerrahi sürenin uzaması, kanama miktarında artış, artan radyasyon, maliyet artışı bu yöntemin negatif taraflarıdır (2,6,9,12,15,17,21,26,30,33-34,38-40,43-44). Yüksek implant dansitesine karşı Suk ve arkadaşları (37) belirli stratejik noktalara yerleştirilmiş vidalarla benzer oranda sonuçlar alınabildiğini göstermiştir.

Günümüzde en çok kullanılan rodlar, titanyum ve kobalt-krom materyallerden oluşmaktadır. Titanyum rodların diğer ikisine göre daha elastik olması en önemli dezavantajı iken bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG) daha az artefak vermesi ve kolaylıkla yüzeyinde bakteriyel glikokalis oluşturmaması sebebi ile tercih nedenidir. Ayrıca titanyum rodların daha az korozyona uğradığı da bilinmektedir. Günümüzde giderek sık kullanılmaya başlanan kobalt-krom rodlar kuvvet ve sertlik açısından titanyumdan daha üstündür.

İlk olarak AIS de Harrington sistemi (16) ile eğriliğin konkav tarafında bir kriko sistemi kurularak sadece distraksiyon kuvvetleri yardımı ile eğriliğin düzeltilmesi amaçlanmıştır. Bu sistemde sagittal planın kontrolü mümkün olmamıştır. İlerleyen süreçte konkav distraksiyona ilaveten konveks kompresyon sistemi de eklenmiş ve düzeltmede bir adım daha ileri gidilmiştir. Başlangıçta Harrington sisteminde kullanılan rodlar yuvarlak yapıda iken daha sonra alt çengel oluşu kare haline getirilerek bir ölçüde sagittal planda kontrol edilmeye çalışılmıştır. Takip eden yıllarda Cotrel-Dubousset (10) çengel ve vidalarla daha fazla vertebrada implant uygulayarak çoklu segment ile derotasyon manevrası mantığını da katarak düzeltme sağlamışlardır. Luque (27) ise sublaminar teller kullanarak AIS de daha iyi düzeltme elde etmeye çalışmıştır.

Özellikle çift torasik eğriliklerde omuz balansının sağlanmasında güçlükler çekilmektedir. AIS düzeltilmesinde en çok kullanılan yöntemler rod derotasyonu, direkt vertebral rotasyon veya her ikisinin birden uygulanmasıdır. Her ne kadar rod derotasyonu direkt vertebral rotasyon ile beraber uygulandığında proksimal torasik eğriliğin daha iyi düzelmesini sağlasa da sadece rod derotasyonuna göre uzun takipte

istatistiksel bir fark saptanamamıştır ⁽⁴⁾. Proksimal eğriliğin fleksibilitesinin azlığı, pedikül ve vertebra gövdesinin kemik dansitesinin düşüklüğü distaldeki kadar güçlü bir direkt vertebral rotasyon etkisinin elde edilmesini sağlayamamaktadır. Torasik kifozun sağlanmasında rod sertliği, hibrit enstrüman kullanılması, insitu şekillendirme ve rod derotasyonunun kifoz sağlanmasında değişik yollardan etkili olduğu meta analiz çalışmalarında gösterilmiştir ⁽³⁾. Yüksek vida dansitesinin koronal düzlemde daha yüksek oranda Lenke 1 ve 2 eğriliklerde düzleme sağladığı gösterilmiş olmakla beraber bunun klinik olarak ciddi farklılık yaratıp yaratmadığı halen sorgulanmaktadır ⁽²²⁾.

DÜZELTME MANEVRALARI ^(5,7,8,11,13,18,23,28,29,32,35,36)

- 1) Traksiyon
- 2) Distraksiyon - Kompresyon
- 3) Tekli veya çift rod Derotasyon
- 4) İn-situ Düzetme
- 5) Translasyon
- 6) Enblok Vertebral Derotasyon
- 7) Direkt Vertebral Derotasyon

Traksiyon

Başlangıçta AIS'nin tedavisinde traksiyon geniş olarak kullanılmıştır. Risser açılama tekniği de dahil olmak üzere ameliyat öncesi, ameliyat sırasında ve sonrasında halo-traksiyon veya halo-femoral traksiyon şeklinde özellikle yüksek dereceli, fleksibilitesi az olan eğriliklerde tercih edilmiştir. Geçmişte tekerlekli sandalyeye adapte edilmiş halo-traksiyonlar ameliyat öncesi dönemlerde sıklıkla kullanılmıştır. Traksiyonda ağırlık kullanımı vücut ağırlığının % 10'u ile başlayıp % 40'ına kadar çıkılabilmektedir.

Distraksiyon-Kompresyon

Bu güçler AIS cerrahisinde ilk uygulanan yöntemlerdir. Konkav tarafta distraksiyon konveks tarafta ise kompresyon güçleri kullanılmaktadır. Koronal planda kullanılan distraksiyon kuvveti sagittal plana kifoz artışı olarak yansırken, kompresyon kuvveti kifoz azalmasına yol açmaktadır. Bu durum göz önünde bulundurularak kullanılacak güçlerin sırası sagittal plan değerlendirmesine göre yapılmalıdır.

Rod Derotasyon

Rod derotasyon manevrası ilk olarak Cotrel-Dubousset tarafından uygulanmıştır. Koronal plandaki deformiteye uygun olarak şekil verilen rod konkav taraftaki çengel ve vidalara yerleştirilir ve vida kapakları sıkılmadan konur. Rod 90 derece rotasyona uğratıldığında eğrilik düzelir ve sagittal plan oluşturulur. Takiben konveks taraftaki ikinci rod uygulanır. Bu yöntemin başarılı olması için kullanılan rodun yeterince güçlü, eğriliğin fleksibl ve kemik yapıların dayanıklı olması gerekir. Bu yöntem başlangıçta omurganın rotasyon bozukluğunu düzeltmesi maksadı ile planlanmışsa da yapılan çalışmalarda omurganın rotasyonunun düzeltilmesinde düşük ölçüde katkıda bulunduğu gösterilmiştir. Esasen bu yöntem eğriliğin tepe noktasının ortaya doğru yer değiştirmesini sağlarken özellikle titanyum rod kullanımlarında rodun elastisitesi nedeniyle gücün koranal ve sagittal planda doğru aktarımını sağlayamamaktadır.

Rod derotasyonun ve direkt vertebral rotasyonun torasik kifoz restorasyonunda yetersiz kaldığı bilinmektedir. Bu nedenle torakal kifozun sağlanması amacıyla tek rod rotasyonuna ilaveten insitu şekillendirme kullanılmaktadır. İki rodun aynı anda vidalara uygulanarak her ikisinin birlikte derotasyonunun AIS' un düzeltilmesinin yanı sıra torasik kifozun da düzelmesini sağladığı gösterilmiştir.

İn-situ Düzeltme

Bu yöntemde belli ölçüde düzeltilmiş omurganın koronal ve sagittal planda daha anatomik hale getirilmesi amaçlanmaktadır. Bu nedenle vida ve hooklara yerleştirilmiş rodların şekli rod eğiciler vasıtası ile

yeniden şekillendirilerek mümkün olan en iyi sonucun elde edilmesi sağlanır. Unutulmaması gereken rod eğicilerle düzeltme yapılırken uygulanan gücün vida ve hookların gevşemesine ve yer değiştirmesine neden olabileceğidir. Titanyum rodlar yerinde düzeltme için elastik olmaları ve bu yöntemle kolay kırılabilir hale gelmeleri nedeni ile uygun değildir. Tercihan insitu bending uygulanan rodların düzeltmenin sağlanmasını takiben sıra ile yeni şekillendirilmiş rod ile değiştirilmesi uygun olacaktır.

Translasyon

Translasyon güçleri daha çok sublaminer teller ve redüksiyon vidaları ile uygulanır. Bu güçlerin uygulanması sırasında lamina kırıkları ve vidaların yerinden çıkması söz konusu olabilir.

Enblok Vertebral Derotasyon

Bu yöntemde eğriliğin tepe noktası ve çevresinde konveks tarafta monoaksiyel vidaların uygulanması ve bu alanda öncelikli olarak derotasyon manevrasının uygulanması esasına dayanmaktadır.

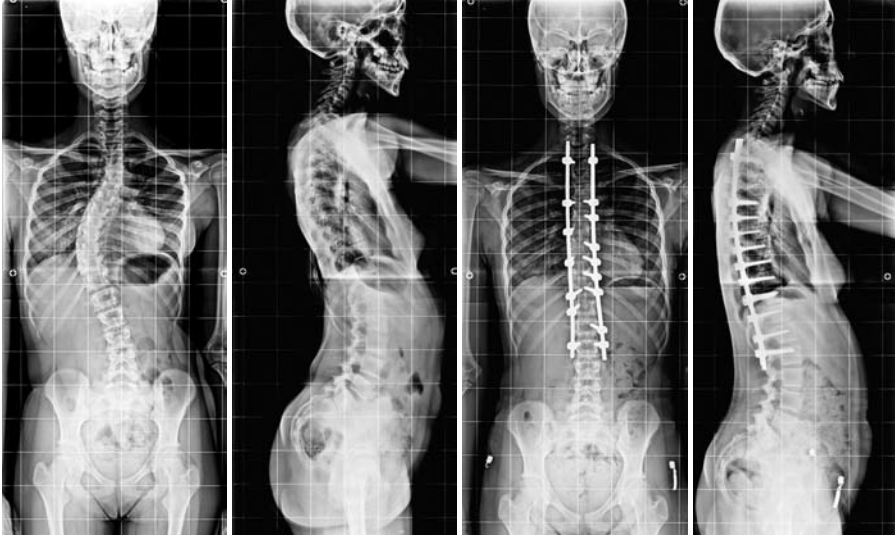
Direkt Vertebral Derotasyon

Bu yöntemde monoaksiyel veya tek planlı vidalar tercih edilmelidir. Yüksek dereceli eğriliklerde, eğriliğin tepe noktasında konkav tarafta poliaksiyel pedikül vidaları kullanılabilir. Konkav tarafta her bir segmente, konveks tarafta ise proksimal, distal ve tepe noktalarında 3-4 vida kullanılmalıdır. Konkav roda bir miktar ekstra kifoz verilmelidir. Buna karşılık konveks roda ise daha az kifotik eğim verilerek bu bölgede omurga ve ona bağlı yapıların öne doğru itilmesi amaçlanır.

Bizim AIS düzeltilmesinedeki cerrahi planımız (Şekil-1);

- 1) Monoaksiyel vida kullanımı.
- 2) Gerekli hallerde (Torasik hipokifoz) konkav apeksde redüksiyon vida kullanımı.

- 3) Kobalt-krom rod kullanımı.
- 4) Stratejik omurgalara vida uygulaması.
- 5) Double rod derotasyon ve direkt vertebral derotasyon uygulaması.
- 6) Gerekirse insitu bending uygulaması.
- 7) Gerekli hallerde deforme olmuş rodların yenisi ile değişimi.



Şekil-1. AIS'lu hastamızın a-b) preoperatif ön-arka ve yan grafileri, c-d) operasyon sırasında derotasyon yapılırken, e-f) postoperatif ön-arka ve yan grafileri

KAYNAKLAR

- 1- Aaro S, Dahlborn M. The effect of Harrington instrumentation on the longitudinal axis rotation of the apical vertebra and on the spinal and rib-cage deformity in idiopathic scoliosis studied by computer tomography. *Spine* 1982; 7: 456 – 462.
- 2- Bharucha NJ, Lonner BS, Auerbach JD, Kean KE, Trobisch PD. Low-density versus high-density thoracic pedicle screw constructs in adolescent idiopathic scoliosis: do more screws lead to a better outcome? *Spine J* 2012; 13(4): 375–381.
- 3- Cao Y, Xiong W, Li F. Pedicle screw versus hybrid construct instrumentation in adolescent idiopathic scoliosis meta-analysis of thoracic kyphosis. *Spine* 2014; 39(13): E800 - E810.

- 4- Chang DG, Kim JH, Kim SS, Lim DJ, Ha KY, Suk SI. How to improve shoulder balance in the surgical correction of double thoracic adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2014; 39(23): E1359 - E1367.
- 5- Chang KW. Cantilever bending technique for treatment of large and rigid scoliosis. *Spine* 2003; 28(21): 2452-2458.
- 6- Chen J, Yang C, Ran B, Wang Y, Wang C, Zhu X, Bai Y, Li M. Correction of Lenke 5 adolescent idiopathic scoliosis using pedicle screw instrumentation: does implant density influence the correction? *Spine* 2013; 38: E946-951.
- 7- Cheng I, Kim Y, Gupta MC, Bridwell, KH, Hurford RK, Lee SS, Theerajunyaporn T, Lenke LG. Apical sublaminar wires versus pedicle screws—which provides better results for surgical correction of adolescent idiopathic scoliosis? *Spine* 2005; 30(18): 2104-2112.
- 8- Clement JL, Chau E, Geoffray A, et al. Simultaneous translation on two rods to treat adolescent idiopathic scoliosis: radiographic results in coronal, sagittal, and transverse plane of a series of 62 patients with a minimum follow-up of two years. *Spine* 2012; 37: 184 – 192.
- 9- Clements DH, Betz RR, Newton PO, Rohmiller M, Marks MC, Bastrom T. Correlation of scoliosis curve correction with the number and type of fixation anchors. *Spine* 2009; 34: 2147-2150.
- 10- Cotrel Y, Dubousset J, Guillaumat M. New universal instrumentation in spinal surgery. *Clin Orthop* 1988; 227: 10-23.
- 11- Delorme S, Labelle H, Aubin CE, Guise JA, Rivard CH, Poitras B, Coillard C, Dansereau J. Intraoperative comparison of two instrumentation techniques for the correction of adolescent idiopathic scoliosis rod rotation and translation. *Spine* 1999; 24(19): 2011-2018.
- 12- Deviren V, Acaroglu E, Lee J, Fujita M, Hu S, Lenke LG, Polly D Jr, Kuklo TR, O'Brien M, Brumfield D, Puttlitz CM. Pedicle screw fixation of the thoracic spine: an in vitro biomechanical study on different configurations. *Spine* 2005; 30: 2530-2537.
- 13- Di Silvestre M, Lolli F, Bakaloudis G, Maredi E, Vommaro F, Pastorelli F. Apical vertebral derotation in the posterior treatment of adolescent idiopathic scoliosis: myth or reality? *Eur Spine J* 2013; 22: 313-323.
- 14- Dobbs MB, Lenke LG, Kim YJ, Kamath G, Peelle MW, Bridwell KH. Selective posterior thoracic fusions for adolescent idiopathic scoliosis: comparison of hooks versus pedicle screws. *Spine* 2006; 31: 2400-2404.
- 15- Gebhart S, Alton TB, Bompadre V, Krengel WF. Do anchor density or pedicle screw density correlate with short-term outcome measures in adolescent idiopathic scoliosis surgery? *Spine* 2014; 39: E104-E110.

- 16- Harrington PR. Treatment of scoliosis. Correction and internal fixation by spine instrumentation. *J Bone Joint Surg* 1962; 44-A: 591–610.
- 17- Hwang CJ, Lee CK, Chang BS, Kim MS, Yeom JS, Choi JM. Minimum 5-year follow-up results of skipped pedicle screw fixation for flexible idiopathic scoliosis. *J Neurosurg Spine* 2011; 15: 146–150.
- 18- Ito M, Abumi K, Kotani Y, Sudo H, Hojo Y, Minami A. Simultaneous double-rod rotation technique in posterior instrumentation surgery for correction of adolescent idiopathic scoliosis. *J Neurosurg Spine* 2010; 12: 293–300.
- 19- Kuklo TR, Potter BK, Lenke LG, Polly DW Jr, Sides B, Bridwell KH. Surgical revision rates of hooks versus hybrid versus screws versus combined anteroposterior spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2007; 32: 2258–2264.
- 20- Kuklo TR, Potter BK, Polly DW Jr, Lenke LG. Monoaxial versus multiaxial thoracic pedicle screws in the correction of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2005; 30: 2113–2120.
- 21- Larson AN, Aubin C-E, Polly DW, Ledonio CGT, Lonner BS, Shah SA, Richards BS, Erickson MA, Emans JB, Weinstein SL. Are more screws better? A systematic review of anchor density and curve correction in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine Deformity* 2013; 1: 237–247.
- 22- Larson AN, Polly DW, Diamond B, Ledonio C, Richards BS, Emans JB, Sucato DJ, Johnston CE. Does higher anchor density result in increased curve correction and improved clinical outcomes in adolescent idiopathic scoliosis? *Spine* 2014; 39(37): 571-578.
- 23- Lee, SM MD, Suk SI, Chung EW. Direct vertebral rotation: a new technique of three-dimensional deformity correction with segmental pedicle screw fixation in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2004; 29(3): 343–349.
- 24- Li M, Shen Y, Fang X, Ni J, Gu S, Zhu X, Zhang Z. Coronal and sagittal plane correction in patients with Lenke 1 adolescent idiopathic scoliosis: a comparison of consecutive versus interval pedicle screw placement. *J Spinal Disord Tech* 2009; 22: 251–256.
- 25- Lonner BS, Auerbach JD, Boachie-Adjei O, Shah SA, Hosogane N, Newton PO. Treatment of thoracic scoliosis: are monoaxial thoracic pedicle screws the best form of fixation for correction? *Spine* 2009; 34: 845–851.
- 26- Lonstein JE, Denis F, Perra JH, Pinto MR, Smith MD, Winter RB. Complications associated with pedicle screws. *J Bone Joint Surg* 1999; 81-A: 1519–1528.
- 27- Luque ER. Segmental spinal instrumentation for the correction of scoliosis. *Clin Orthop Relat Res* 1982; 163: 192–198.

- 28- Mattila M, Jalanko T, Helenius I. En bloc vertebral column derotation provides spinal derotation but no additional effect on thoracic rib hump correction as compared with no derotation in adolescents undergoing surgery for idiopathic scoliosis with total pedicle screw instrumentation. *Spine* 2013; 38(8):1576-1583.
- 29- Muschik M, Schlenzka D, Robinson PN, Kupferschmidt C. Dorsal instrumentation for idiopathic adolescent thoracic scoliosis: rod rotation versus translation. *Eur Spine J* 1999; 8: 93 – 99.
- 30- Navéaux FL, Aubin CE, Larson AN, Polly DW, Baghdadi YMK, Labelle H. Implant distribution in surgically instrumented Lenke 1 adolescent idiopathic scoliosis. Does it affect curve correction? *Spine* 2015; 40(7): 462-468.
- 31- O'Brien MF, Newton PO. Surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis. In: Kim DH, Betz RR, Huhn SL (Eds.). *Surgery of the Pediatric Spine*. 1st edition, Thieme Medical Publishers, New York 2008; pp: 602–634.
- 32- Pankowski R, Roclawski M, Ceynowa M, Mikulicz M, Mazurek T, Wojciech Kloc W. Direct vertebral rotation versus single concave. rod rotation low-dose intraoperative computed tomography evaluation of spine derotation in adolescent idiopathic scoliosis surgery. *Spine* 2016; 41(10): 864–871.
- 33- Quan GM, Gibson MJ. Correction of main thoracic adolescent idiopathic scoliosis using pedicle screw instrumentation: does higher implant density improve correction? *Spine* 2010; 35: 562–567.
- 34- Sanders JO, Diab M, Richards SB, Lenke LG, Johnston CE, Emans JB, Sucato DJ, Erickson MA, Bridwell KH, McCarthy RE, Sarwark JF, Dormans JP, Spinal deformity study group. Fixation points within the main thoracic curve: does more instrumentation produce greater curve correction and improved results? *Spine* 2011; 36: E1402–E1406.
- 35- Sucato DJ, Agrawal S, O'Brien MF, Lowe TG, Richards SB, Lenke L. Restoration of thoracic kyphosis after operative treatment of adolescent idiopathic scoliosis: a multicenter comparison of three surgical approaches. *Spine* 2008; 33: 2630–2636.
- 36- Sudo H, Ito M, Abe Y, Abumi K, Takahata M, Nagahama K, Hiratsuka S, Kuroki K, Iwasaki N. Surgical treatment of Lenke 1 thoracic adolescent idiopathic scoliosis with maintenance of kyphosis using the simultaneous double-rod rotation technique. *Spine* 2014; 39(14): 1163 – 1169.
- 37- Suk SI, Kim JH, Kim SS, Lim DJ. Pedicle screw instrumentation in adolescent idiopathic scoliosis. *Eur Spine J* 2012; 21: 13–22.
- 38- Suk SI, Kim WJ, Lee SM, Kim JH, Chung ER. Thoracic pedicle screw fixation in spinal deformities: are they really safe? *Spine* 2001; 26: 2049–2057.

- 39- Suk SI, Lee CK, Kim WJ, Chung YJ, Park YB. Segmental pedicle screw fixation in the treatment of thoracic idiopathic scoliosis. *Spine* 1995; 20: 1399–1405.
- 40- Ul Haque M, Shufflebarger HL, O'Brien M, Macagno A. Radiation exposure during pedicle screw placement in adolescent idiopathic scoliosis: is fluoroscopy safe? *Spine* 2006; 31: 2516–2520.
- 41- Wang X, Aubin CE, Labelle H, Parent S, Crandall D. Biomechanical Analysis of Corrective Forces in Spinal Instrumentation for Scoliosis Treatment. *Spine* 2012; 3(2): E1479–E1487.
- 42- Wang X, Aubin CE, Crandall D, Labelle H. Biomechanical comparison of force levels in spinal instrumentation using monoaxial versus multi degree of freedom post loading pedicle screws. *Spine* 2011; 36: E95–E104.
- 43- Wang X, Aubin CE, Robitaille I, Labelle H. Biomechanical comparison of alternative densities of pedicle screws for the treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *Eur Spine J* 2012; 21: 1082–1090.
- 44- Yang S, Jones-Quaidoo SM, Eager M, Griffin JW, Reddi V, Novicoff W, Shilt J, Bersusky E, Defino H, Ouellet J, Arlet V. Right adolescent idiopathic thoracic curve (Lenke 1 A and B): does cost of instrumentation and implant density improve radiographic and cosmetic parameters? *Eur Spine J* 2011; 20(7): 1039–1047.

17. Güncel Anterior Düzeltme Teknikleri

Serkan ERKAN

GİRİŞ

Torakolomber ve lomber eğriliklerin yapısal olduğu adölesan idiopatik skolyoz (AİS) olgularında anterior spinal enstrümantasyon 1970'li yıllarda Dwyer ve Zielke tarafından gündeme getirilmiştir ^(5,8). İskelet gelişimini tamamlamamış hastalarda anterior girişimin tercih edilme nedeni; posterior girişimler sonrası olası krankşaft fenomeninin görülmemesi, eğriliğin ve kosta anomalilerin daha iyi düzeltilmesi, posterior girişimlere göre daha az füzyon seviyesi gerektirmesidir ⁽¹¹⁾. Anterior girişimin diğer avantajı ise AİS'lu hastaların çoğunda izlenen torakal hipokifozun düzeltilebilmesidir ⁽¹⁾. Torakolomber ve lomber eğriliğin yapısal olduğu Lenke tip 5 eğrilik paterni ve yapısal olmayan ana torakal ve proksimal torakal eğrilikler anterior girişim için uygun endikasyonlardır.

TORAKOLOMBER VE LOMBER EĞRİLİKLERDE ANTERİOR ENSTRÜMANTASYONUN TEKNİK DETAYLARI

Anterior enstrümantasyon koronal düzlemde uygun bir derotasyon ve eğriliğin düzelmesini sağlar. Torakolomber ve lomber eğrilik anterior girişimlerin başarılı olması için esnek olmalıdır. Torakal eğrilik yapısal olmamalı ve esneklik radyografilerinde 25° ve altına düşmelidir. Torakolomber ve lomber eğrilik ile sakrum arasındaki tam olmayan eğrilikler önemlidir, çünkü esneklik radyografilerinde bu eğrilikler esnek olmalıdır ⁽²⁾.

Enstrümantasyon esnasında seviye tespiti yaparken genellikle en alt seviyede enstrümente edilecek vertebra Cobb ölçümündeki en alt vertebradır. Füzyon seviyesi proksimaldeki yapısal olmayan eğriliğin içine kadar uzanmamalıdır.

Esneklik radyografileri bu ayırım için yardımcı olur. Dış bükey esneklik radyografilerinde en distalde enstrümente edilen vertebranın altındaki disk her iki tarafa da açılmalıdır. Bu durum, enstrümente edilen distal vertebranın anterior girişim ile horizontal pozisyona gelebileceğini gösterir ⁽²⁾.

Literatürde birçok çalışma anterior girişim ile uygulanan çift rod sisteminin torakolomber ve lomber eğriliği olan AIS hastalarında daha güvenli olduğu ve eğrilikleri % 50-60 oranlarında düzelttiğini bildirmiştir ^(13,16,23). Bu yapısal eğriliğin düzelmesi sonucu torakal hipokifozda yaklaşık 10°'lik düzelme, yapısal olmayan torakal eğrilikte yaklaşık % 37 oranında ve torakolomber eğrilikte ise % 48-51 arası oranlarda spontan düzelme gözlenmiştir ^(16,23).

Çift rod sisteminde vida yerleşimi en alt ve en üst vertebralarda, vertebra cisminin en orta noktası olmalıdır. Fakat eğriliğin apikal bölgesinde ise vidalar vertebraların daha posterior bölgesine doğru yerleştirilerek daha iyi rib hump düzelmesi sağlanır. İmplant yetmezliği ve vida pull-out riski bu enstrümantasyon yöntemiyle çok daha düşüktür ⁽¹⁶⁾. Tis ve ark çift rod sistemiyle ortalama 15°'lik kifoz artışı saptamışlardır ⁽²³⁾.

Lomber omurganın sagittal dengesi anterior spinal enstrümantasyonun zayıf noktalarından bir tanesidir ^(7,16). Eğer enstrümantasyon seviyesi L1 vertebra altına incekse anterior spinal enstrümantasyonun lomber omurganın kifozunu artıran etkisini azaltmak için interbody cihazlar ve yapısal greftler kullanılmalıdır ⁽¹¹⁾. Torakolomber eğrilikler anterior girişim ile 5 seviyeli olarak düzeltilir. En distal seviye olarak genellikle L3 seçilir. Ayakta çekilen postero-anterior radyografilerde Cobb açısında ölçülen en alt vertebra enstrümantasyonun en kaudal seviyesini oluşturur. Bu vertebranın genellikle rotasyonu yoktur. Eğer enstrümantasyon seviyesi bu vertebranın bir seviye üstünde kalırsa disk mesafesi oblik olacağı için normal denge sağlanamaz ⁽¹¹⁾.

TORAKOLOMBER VE LOMBER EĞRİLİKLERDE ANTERİOR GİRİŞİMİN AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI

Anterior girişimin avantajları; daha az füzyon seviyesi, daha iyi koronal düzeltme, sagittal kontrolün sağlanması, implant sürtünme riskinin daha az olması, daha az kan kaybı, geç enfeksiyon riskinin daha az olması ve posterior ekstansör spinal kasların denervasyon riskinin olmamasıdır.

Dezavantajları ise pulmoner fonksiyonlar üzerine negatif etki, şiltoraks, üreter, dalak, veya ana damarların hasarı, retroperitoneal fibrozis ve ana damarlardan uzak tutulması gereken enstrüman çikintılarıdır ^(2,11).

TORAKAL EĞRİLİKLERDE ANTERİOR ENSTRÜMANTASYON

Avantaj ve Dezavantajları:

Torakal eğriliklerde anterior enstrümantasyon ve füzyon daha tartışmalıdır. Önceki enstrümantasyon sistemleri ile kabul edilemeyecek kadar yüksek rod kırılma oranı varken, bu oran daha güçlü ve solid rod sistemleri ile azaltılmıştır. Anterior torakal yaklaşım avantajları arasında disk ve annular eksizyonun doğrudan yapılmasına bağlı daha komplike üç boyutlu deformite düzeltilmesi, spinal kolonu kısaltan ve nöral elemanların distraksiyonuna gereksinim duymayan dış bükey kompresyon

ile eğriliğin düzeltilmesi, posterior yaklaşım ile elde edilebilecek olan füzyon seviyesine göre daha kısa füzyon sağlayan vertebraların uç uca füzyonu, üst ve orta lomber füzyon seviyelerinde olası azalma, iskeletsel olarak olgunlaşmamış hastalarda krankşaft fenomeninden kaçınma, kompenzatuvar lomber eğriliğin eşlik ettiği birincil torakal eğriliklerde dekompenzasyon sıklığında azalma, disk eksizyonundan sonra sagittal dengeyi iyileştirmek için vertebral segmentin kifoz ve lordoz seçimi ve özellikle zayıf hastalarda yeni düşük profilli enstrümantasyonlar ile ciltte çıkıntı yapma problemlerinden kaçınma şeklinde sayılabilir. Bu yaklaşımın potansiyel dezavantajları; göğüs kafesinin açılmasına bağlı pulmoner fonksiyonlar üzerine negatif etki, göğüs cerrahının yardımına gereksinim duyulması, iskelet gelişimini tamamlamamış hastalarda posterior spinal gelişmeye bağlı kifoz riskinde artış (özellikle Risser 0 olgular), daha küçük vertebra ve özellikle proksimal vidalarda gevşeme riski, bikortikal fiksasyon yapılırsa aort yaralanma riski olabilir⁽²⁾.

Cerrahi Sonrası Tedavi:

Ameliyat sonrası ilk gün hasta ayağa kaldırılır. Göğüs tüpü 48-72 saatte çekilir. İki ardışık 8 saatlik süreçte tüpün getireni 50 ml'nin altında olursa tüp çekilir. Eğer vida tutunması güçlü ise eksternal immobilizasyona gereksinim yoktur. Üriner retansiyon açısından mutlaka takip gerekir. İleus ameliyat sonrası 2-3 gün sürebilir. Atektaziye bağlı yüksek ateş olabilir. Pulmoner terapiye hemen başlanmalıdır⁽²⁾.

ANTERİOR ENSTRÜMANTASYON KOMPLİKASYONLARI

Kötü hasta seçimi, yanlış seviye seçimi ve enstrümantasyonun teknik zorlukları ile ilişkili olabilir. En sık gözlenebilecek teknik sorun, derotasyon esnasında proksimal vidalarda pull-out izlenmesidir. Proksimal vidanın gevşeme belirtisinde düzeltme işlemi sonlandırılmalıdır. Diğer bir teknik sorun ise, pedikül vidaları uygun hizada değilse rod yerleştirilmesi zor olabilir. Poliaksiyel vidalar ile bu sorun daha az izlenir⁽²⁾.

Omurgaya anterior girişim sonrası mekanik ventilasyon gereksinimi gösteren solunum yetmezliği, pnömoni, atelettazi, pnömotoraks, plevral efüzyon, üriner sistem enfeksiyonu, uzamış ileus, hematoraks, dalak hasarı, retroperitoneal fibrozis ve parsiyel sempatektomi gibi potansiyel komplikasyonlar olabilir ⁽²⁾.

Vida fiksasyonu ve diskektomi esnasında nörolojik yaralanma görülebilir. Vidalar vertebra uç plaklarına paralel olarak yerleştirilmelidir. Segmental vasküler yapılar bağlanırken spinal kordun vasküler desteğinin yaralanma riskini azaltmak için intervertebral foramen hizasında bağlama yapılmamalıdır. Skolyotik deformiteye eğriliğin dış bükey tarafından yaklaşıldığında büyük vasküler yapılar eğriliğin iç bükey tarafının üzerinde olduğundan yaralanma riski düşüktür. Vida fiksasyon gücünü artırmak için vertebra cisminin karşı korteksi geçmesi gerekir. Ama bu esnada vidaların iç bükey tarafta çok fazla çıkıntı yapmadığından emin olmak gerekir ⁽²⁾.

Açık anterior spinal enstrümantasyon tekniklerinde yüzeysel ve derin enfeksiyon riski (% 0.6), posterior enstrümantasyon tekniklerinde ise (% 3) olarak saptanmış ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ⁽¹¹⁾.

Buna ek olarak anterior girişim ile non-union ve implant yetmezlik riski daha düşük bulunmuştur ⁽²³⁾. Açık torakotomi ve torakoabdominal girişimler göreceli olarak daha invaziv olduğu düşünülse de, erken pulmoner komplikasyonlar ve uzamış ileus tablosu göreceli olarak daha düşük bulunmuştur ⁽¹⁶⁾.

Geck ve arkadaşları, Lenke 5C AIS olgularında 31 çift grup hastada anterior dual rod ile posterior pedikül vida uygulanmış hastaların sonuçlarını karşılaştırmışlar. Majör eğrilik düzelmesi (% 84 - % 67), düzeltme kaybı (% 3.4 - % 9.4), lomber lordozun düzeltilmesi (17°-0°). ve hastanede kalış süresi açısından posterior pedikül vida uygulaması yapılmış hastalarda sonuçların daha üstün olduğu bulunmuştur. Enstrümantasyon seviyesi açısından anterior girişimler daha avantajlı bulunmuştur (5.7-5.2) ⁽⁷⁾. Anterior spinal enstrümantasyon esnasında segmental damarların ligasyonuna bağlı olarak vasküler spinal kord defisitleri görülebilir. Bu durum özellikle revizyon cerrahisi, hiperkifotik hastalar ve intraspinal anomali varlığında daha çok izlenir ⁽¹¹⁾.

ANTERIOR ENDOSKOPIK DİSKEKTOMİ VE FÜZYON

Pediyatrik spinal deformitelerin cerrahi tedavisinde video yardımcı torakoskopik (VYT). cerrahi, anterior yaklaşım olarak sık kullanılan bir yöntemdir. Video yardımcı torakoskopik gevşetme ve füzyonun AIS'li hastalarda endikasyonları: Şiddetli eğrilikler (torakal Cobb açısı $\geq 75^\circ$), esnekliği azalmış eğrilikler (esneklik radyografilerinde torakal Cobb açısı $\geq 50^\circ$), sagittal plan dengesizlikleri ciddi torakal lordoz (T5-T12 $< -10^\circ$) veya torakal hiperkifoza $\geq +50^\circ$), iskelet gelişimi başlamamış hastalar (premenarş, Risser 0, \pm açık triradiat kartilaj). Bu koşullar varlığında VYT gevşetme ve füzyon apikal dış bükey disk hizasında yapılarak, eğriliğin esnekliği artırılır ve füzyon oluşumu hızlandırılır. VYT cerrahisinde deneyimli cerrahlar açık torakotomi işlemini endoskopik olarak yapabilirler. Ama bazı koşullarda açık torakotomi işlemi VYT cerrahisine tercih edilir; bunlar çok şiddetli eğrilik içeren ve neredeyse omurganın göğüs kafesine temas ettiği skolyozlar, daha önceden geçirilmiş torakotomi nedeniyle ciddi pulmoner yapışıklığı olan hastalar ve ciddi restriktif akciğer hastalığı olanlardır.

Avantaj ve Dezavantajları:

Açık torakotomi avantajları; Bütün cerrahlar için tanıdık olması, tüm deformitelerde kullanılabilir olması, eğer gerekli ise posterior longitudinal ligaman güvenli şekilde kesilebilmeye imkân tanınması, enstrümantasyon yapılmayacak ise segmental damarların, intratorakal yapılara direk ulaşma imkânı sağlaması, kesin olarak tek taraflı ventilasyon gerektirmemesi, ikinci bir cerraha (göğüs cerrahı). gereksinim olmamasıdır. Dezavantajları ise genellikle uzun insizyon nedeniyle kozmetik sorun oluşturması, kasların hasarına neden olması, göğüs kafesinin genişlemesini gerektirmesi, girişime bağlı ameliyat sonrası şiddetli ağrıya neden olması, ameliyat sonrası artmış atelettazi riski olması, hastanede uzun süreli yatış gerektirmesidir ⁽¹⁸⁾.

VYT avantajları ise; küçük insizyon kullanılması, göğüs kafesinin geniş açılmasına gereksinim olmaması, uç plak segmentlere uç portallerden doğrudan ulaşım imkânı sağlaması, açma kapama süresinin kısa olmasıdır. Dezavantajları ise cerrah için eğitim ve deneyim gerektirmesi, başlangıç vakalarda ikinci bir cerraha (göğüs cerrahı) gereksinim duyulması, uygun ve yeterli diskektomi için öğrenme eğrisinin uzun olması, intradiskal

kanamanın görüntülemeyi bozması, majör vasküler kanama varlığında açık torakotomi gerektirmesi, uygun görüntüleme için akciğer ventilasyonu gerektirmesidir ⁽¹⁸⁾.

Endikasyonları:

VYT enstrümantasyon endikasyonları açık torakotomi endikasyonları ile aynıdır ve tek yapısal torakal eğrilik varlığında gereklidir. Endikasyonları; Tip-1(esas torakal) eğriliklerdir, lomber belirleyiciler A,B, veya C olabilir fakat sagittal plan hipokifotik '-' veya normal (N). sagittal torakal belirleyici şeklinde olmalıdır. T5-T12 Cobb açısının $\geq 40^\circ$ üzerinde olduğu hiperkifotik '+' sagittal torakal belirleyici varlığı anterior torakal yaklaşımlar için göreceli kontrendikasyon oluşturur, çünkü özellikle iskelet gelişimini tamamlamamış hastalarda yüksek psödoartroz oranı ve ilerleyici kifoza neden olabilir. Nadiren, çift majör Tip-3 eğriliklerde torakal eğrilikler lomber eğriliklere göre daha yapısal olduğu için VYT enstrümantasyon uygun olabilir, çünkü lomber eğrilik kendiliğinden dengelenir.

Fakat tip 2 çift torakal eğrilikler, çift majör (torakal ve lomber) Tip-3 eğrilikler ve Tip-4 üçlü majör eğrilikler VYT enstrümantasyon için uygun değildir. VYT enstrümantasyon aynı zamanda iskelet gelişimini tamamlamamış tip 1 esas torakal eğriliklerde uygundur, çünkü bu hastalarda kranksaft riski vardır ve anterior diskektomi ve füzyon ile anterior büyüme durdurulur ⁽¹⁸⁾.

Cerrahi Teknik:

Torakal omurgaya eğer enstrümantasyon yapılacaksa 2 temel yol ile yaklaşılır; birincisi tamamen posterolateral yaklaşım, ikincisi ise kombine anterolateral yaklaşım özellikle anterior gevşetme, diskektomi ve füzyon için ve posterolateral yaklaşım enstrümantasyon için yapılıır. Anterolateral yaklaşımda cerrah hastanın ventralinde durur. Bu yaklaşım segmental vasküler yapıların ligasyonundan sonra komplet annuler gevşetme ve diskektomiye izin verir. Bu yaklaşım tüm intradiskal bölgenin ve posterior longitudinal ligamanın mükemmel görüntülenmesini sağlar. Teorik dezavantajı; cerrah hastanın önünde yer aldığı ve anteriordan posterior yöne çalıştığı için kanal içine penetre

olabilir. Bu yüzden özellikle enstrümantasyon yapılacaksa posterolateral portaller mutlaka yapılmalıdır ⁽¹⁸⁾.

Diğer yaklaşım ise tamamen posterolateral portallerden yapılır. Burada endoskopik gevşetme, diskektomi, füzyon ve enstrümantasyon hepsi aynı portalden yapılır. Bu yaklaşımda cerrah hastanın posteriorunda durmalıdır. Bu yaklaşımın dezavantajı ise anterior vasküler yapıların korunması daha güçtür. O yüzden bu yaklaşım daha fazla deneyim ve tecrübe gerektirir ⁽¹⁸⁾.

Annüler Gevşetme/Diskektomi ve Füzyon:

VYT enstrümantasyon cerrahisinin en zaman alıcı, zor ve önemli bölümü spinal artrodez için yeterli annuler gevşetme ve diskektomi yapılmasıdır. Apikal seviyelerde annulusun anterior ve süperfisyal bölümü gevşetilir ve uç plaklara kadar uzanır. İntradiskal kanamadan kaçınılmalıdır çünkü görüntüyü bozabilir. Diskektomi sınırı kosta başlarının posterioruna geçmemelidir. Aksi takdirde spinal kanala migrasyon olabilir.

Diskektomi tamamlandıktan sonra disk aralığına daha önceden hazırlanmış otojen kemik greftleri yerleştirilir. Bunun avantajı intradiskal kanamayı azaltmasıdır. Bu yöntemin başarısı yeterli diskektomi ve gevşetme yapılmasıdır ^(3,15,20).

Endoskopik Enstrümantasyon:

Eğriliğin düzeltilmesi ve stabilizasyonu için sonraki en önemli basamak; endoskopik olarak tek rod üzerinden tek sıra vidaların yerleştirilmesidir. İşlem basamakları sırasıyla vida yerleşimi, rod yerleşimi ve vidaların kompresyonudur. Vidalar kanüllü veya kanülsüz olarak 4.5 mm titanyum veya paslanmaz çelik materyallerinden seçilebilir. Vida yerleşiminde geleneksel yöntem floroskopi kontrolünde vidanın yönelimini takip etmek için öncelikle dış korteksin tappingi sonra kılavuz K teli yerleştirilmesidir. K teli karşı korteksi penetre etmemelidir. Kontrolateral plevra, akciğer ve vasküler yapılar yaralanabilir.

Alternatif metot ise floroskopi yardımıyla awl'a tutturulmuş staple, öncelikle vertebral cismin lateraline yerleştirilir. Daha sonra tapping yapılır ve vida daha önceden yerleştirilen staple yardımıyla kosta başının hemen anterioruna yerleştirilir. Bu yerleştirilen staple aynı zamanda intervertebral kompresyon esnasında vidanın yer değiştirmesini engeller. Vidaların uygun aksiyel oryantasyonda yerleştirilmesi çok önemlidir. Temel olarak enstrümantasyon sisteminin en kaudal ve kraniyalindeki vidalar daha nötral pozisyonda, apikal vidalar ise vertebral rotasyona bağlı olarak daha posterior-anterior pozisyonda yerleştirilmelidir. Tüm vidalar lateral vertebral duvarda aynı hizada ve pozisyonda, kosta başının hemen önünde olmalıdır. Enstrümantasyon öncesi hastalar gerçek lateral pozisyonda olmalı ve floroskopi ile kontrol edilmelidir.

Geleneksel olarak bikortikal vida fiksasyonu tercih edilir. Bikortikal fiksasyon özellikle proksimal vidalar için gereklidir, çünkü bu vidaların pull-out ve gevşeme riski daha yüksektir. Fakat uzun vida uçları kontrolateral aorta zarar verebilir. Bu yüzden önerilen 2.5 mm'lik boy alternatifi olan vidaların kullanılmasıdır. Ameliyat öncesi radyografiler ve bilgisayar tomografi kesitleri üzerinde vida uzunlukları ile ilgili çalışmalar yapılmalıdır. Uygun vida çapları, vertebra cismi boyutu ve cerrahın tercihinine göre 6.5 mm ve 7.5 mm arasındadır. Vida uzunlukları ise proksimal seviyelerde (T4-T5) 25-30 mm, orta torakal bölgede (T6-T9) yaklaşık 35 mm ve alt torakal bölgede ise (T10-T12) yaklaşık 40-45 mm olmalıdır.

Vida pull-out'u veya gevşemesi proksimal vidalarda yüksek risk oluşturduğu için bu bölgede vida tutunmasının optimal sağlanması önemlidir. En proksimal vidalar (T4-T6). ile daha distal vidalar arasında basamaklanma olabilir. Bu gibi durumlarda en üstteki vidalara 3 mm'lik pul koyarak vida başı yükseltilir ve bir kaudaldeki vida ile yükseklik seviyesi sağlanır. Alternatif yöntem ise en proksimale bir boy uzun vida fikse edilerek ve vida başı kemikten yukarıda bırakılarak dizilim sağlanır. Eğer vidalardan bir tanesi gerek yükseklik gerekse aksiyel dizilim açısından uygun değilse rod yerleşimi ve set vidaların fiksasyonu güçleşir.

İkinci önemli aşama rodun yerleştirilmesidir. Endoskopik rod uzunluk ölçüsü ile rod uygun uzunlukta kesilir. Rod yerleştirmeden önce uygun koronal ve sagittal dengeyi sağlamak için bükülür. Rod yerleştirilirken önce kaudalden başlanır çünkü diafragmaya uygulanacak aşırı rod basıncından kaçınılır. Rod daha sonra rod bastırma cihazı ile proksimal vidalar içine oturtulur ve proksimale doğru set vidaları yerleştirilir. Bundan sonra enstrüman sisteminin distalinden proksimale doğru intervertebral kompresyon uygulanır. Tüm vidalar sıkıldıktan ve yerleştirildikten sonra enstrümantasyon sistemi iki yönlü floroskopi ile kontrol edilir. Özellikle proksimal vidalar pull-out açısından dikkatlice değerlendirilmelidir. Floroskopide implant uygun pozisyonda ise plevra endoskopik sütürler ile kapatılır. Eğer bu işlem yapılmazsa birkaç hafta sonra implant üzerinde fibröz bir tabaka oluşabilir. Sonra akciğer tekrar şişirilir, göğüs tüpü portallerin bir tanesinden yerleştirilir. Portaller usulüne uygun kapatılır.

Bu uygulamada eş zamanlı nöromonitörizasyon (SSEPs ve MEPs). şiddetle tavsiye edilir. Ameliyat sonrası rehabilitasyonda sıklıkla 3-4 hafta TLSO kullanılır, ama bazı cerrahlar korse önermez sadece fiziksel aktiviteleri kısıtlarlar.

Lenke ve arkadaşları, 32 AİS'li hastaya VYT uygulamış. Bunlardan 21 tanesine anterior gevşetme ve füzyon ile birlikte posterior enstrümantasyon ve füzyon aynı seansta uygulamışlar. Kalan 11 tanesine ise VYT uygulanmış. 1. grupta torakal eğrilik 82°'den 28°'e 1 yıl sonunda gerilemiş. Sagittal profilleri ameliyat öncesi hipokifotik veya lordotik pozisyondan uygun torakal kifoza derecelerine gelmiş. VYT işlemi uygulanan hastaların tamamı tip 1 esas torakal eğrilik içeriyormuş. Ameliyat öncesi torakal eğrilikleri 53°'den 26°'ye gerilemiş. Tüm hastalara otojen kosta greftleri uygulanmış. Sadece 1 hastada erken implant yetmezliği ve 1 hastada psödoartroz görülmüş⁽¹¹⁾.

Picetti ve arkadaşları, VYT enstrümente füzyon vakalarında füzyon oranlarını artırmak için mutlaka otogreft kemik kullanılması gerektiğini belirtmişler, bu durumun özellikle torakal kifoza şiddetli olan ve sigara içen kişiler için geçerli olduğunu vurgulamışlar.

Bu koşulların aslında torakoskopik enstrümantasyon ve füzyon için kontrendikasyon oluşturduğu belirtilmiştir. Bu hastalar dual enstrümantasyon için uygun adaylar olduğu vurgulanmıştır⁽²¹⁾.

Esas torakal eğriliği olan AIS olgularında VYT ile gevşetme ve füzyon alternatif cerrahi yöntem olarak akılda tutulmalıdır. VYT enstrümantasyon yapmadan önce mutlaka bu konuda deneyimli olmak gerekir. Deneyimsiz ellerde cerrahi süre açık tekniklere göre daha uzun sürer ve morbiditeyi artırabilir.

VYT diskektomi ve gevşetmelere olan ihtiyaç iki nedenle belirgin olarak düşmüştür. Birincisi, posterior pedikül vida enstrümantasyon sistemleri ile anterior enstrümantasyona gerek kalmadan mükemmel eğrilik düzeltmesi sağlanabilir ⁽¹⁷⁾. İkincisi ise posterior pedikül vida sistemleri ile triradiate kartilajı açık çocuklarda bile krankşaft fenomeni kontrol edilebilir ⁽¹²⁾. VYT enstrümantasyon ile eğriliklerin düzeltilmesi (% 55 - % 65) mükemmel bir kozmetik görüntü ile sağlanırken, psödoartroz ve proksimal vidanın pull-out'u gibi implanta ait komplikasyonlar görülebilir ⁽¹⁹⁾. Pulmoner fonksiyon ve erken radyografi sonuçları posterior enstrümantasyon uygulanan hastalarda daha iyi saptanmışken SRS-22 fonksiyonel anket skorları VYT uygulanan hastalarda daha yüksek bulunmuştur ⁽⁴⁾.

ANTERİÖR VE POSTERİÖR CERRAHİLERİ KARŞILAŞTIRAN ÇALIŞMALAR

Francic ve arkadaşları, yaptıkları meta analizlerde AIS'li hastalarda anterior girişim ile frontal Cobb açısındaki düzelme miktarını % 66, posterior girişim ile ise % 61 olarak saptamışlardır. Sagittal plan analizlerinde anterior girişimin kifozu artırıcı etkisi olduğunu gözlemlemişlerdir. (7.9° anterior, 2.3° posterior girişim). Ancak bu hastaların çoğu hipokifotik olduğu için bu durum göreceli olarak bir avantaj sayılabilir ⁽⁶⁾.

Kotwicki ve arkadaşları ise anterior enstrümantasyon ile aksiyel rotasyon ve rib hump deformitesinin düzelmesinin daha iyi olduğunu gözlemlemişlerdir ⁽¹⁴⁾. Apikal vertebra rotasyonu düzelmesini anterior girişim ile ortalama % 49, posterior girişim ile ortalama % 22 oranında saptamışlardır. Anterior girişim ile posterior girişime göre ortalama 3 vertebra daha az füzyone edilmiştir ⁽⁶⁾.

Halm ve arkadaşları anterior enstrümantasyon ile daha az kanama miktarı, daha iyi derotasyon düzelmesi ve özellikle hipokifotik torakal skolyozlu olgularda daha iyi sagittal plan kontrolü sağlandığını belirtmişlerdir ⁽⁹⁾. Hee ve arkadaşları, torakolomber ve lomber AİS'li hastalarda uygulanan posterior pedikül vida fiksasyonu ile anterior enstrümantasyon sonuçlarını karşılaştırmışlardır. En az 2 yıllık takiplerde koronal plan düzeltmeyi anterior girişim ile % 68, posterior girişim ile % 67 olarak saptamışlardır. Ama cerrahi süre (posterior 189, anterior 272 dakika), hastanede kalış süresi (posterior 6.2, anterior 8 gün) olarak posterior girişim grubunda daha kısa bulunmuştur ⁽¹⁰⁾.

Potter ve arkadaşları, tek majör torakal eğriliği olan AİS'li hastalarda posterior ve anterior enstrümantasyon sonuçlarını karşılaştırmışlar, posterior enstrümantasyon grubunda eğrilik düzelmesi (% 62, % 51) ve rib hump düzelmesi (% 51, % 26) daha üstün bulunmuştur ⁽²²⁾.

SONUÇ

AİS cerrahisinde anterior girişim yaparken daha iyi bir fonksiyonel iyileşme için göğüs kafesinin iatrojenik morbiditesi en az olmalıdır. Torakoskopik anterior spinal enstrümantasyon torakal AİS'li olgularda (Lenke Tip-1). deneyimli ellerde geçerliliğini koruyan bir tekniktir. Fakat posterior pedikül vida enstrümantasyonuna göre eğrilik düzeltme miktarı daha azdır. Buna ilave olarak cerrahi süre ve hastanede kalma süresi daha uzun, implant komplikasyonları daha sıktır. Torakolomber ve lomber eğriliğin yapısal olduğu Lenke Tip-5 eğrilik paterni ve yapısal olmayan ana torakal ve proksimal torakal eğrilikler anterior girişim için uygun endikasyonlardır.

KAYNAKLAR

- 1- Betz RR, Harms J, Clements DH III, Lenke LG, Lowe TG, Shufflebarger HL, Jeszenszky D, Beele B. Comparison of anterior and posterior instrumentation for correction of adolescent thoracic idiopathic scoliosis. *Spine* 1999; 24: 225–239.
- 2- Canale ST, Beaty JH. *Campbell's Operative Orthopedics*. 12.ed. Elsevier Mosby, Philadelphia 2013 pp: 1758-1777.
- 3- Connolly PJ, Ordway NR, Sacks T, Kolata R, Yuan HA. Video-assisted thoracic discectomy and anterior release: A biomechanical analysis of an endoscopic technique. *Orthopedics* 1999; 22: 923-926.
- 4- Cunningham BW, Kotani Y, McNulty PS, Cappuccino A, Kanayama M, Fedder IL, McAfee PC. Video-assisted thoracoscopic surgery versus open thoracotomy for anterior thoracic spinal fusion: A comparative radiographic, biomechanical, and histologic analysis in a sheep model. *Spine* 1998; 23: 1333–1340.
- 5- Dwyer AF. Experience of anterior correction of scoliosis. *Clin Orthop Relat Res* 1973; (93): 191–214.
- 6- Franic M, Kujundzic Tiljak M, Pozar M, Romic D, Mimica M, Petrak J, Ivankovic D, Pecina M. Anterior versus posterior approach in 3D correction of adolescent idiopathic thoracic scoliosis: a meta-analysis. *Orthop Traumatol Surg Res* 2012; 98(7): 795-802.
- 7- Geck MJ, Rinella A, Hawthorne D, Macagno A, Koester L, Sides B, Bridwell K, Lenke L, Shufflebarger H. Comparison of surgical treatment in Lenke 5C adolescent idiopathic scoliosis: anterior dual rod versus posterior pedicle fixation surgery. A comparison of two practices. *Spine* 2009; 34: 1942–1951.
- 8- Giehl JP, Volpel J, Heindrich E. Correction of the sagittal plane in idiopathic scoliosis undergoing the Zielke procedure (VDS). *Int Orthop* 1992; 16: 213–218.
- 9- Halm H, Richter A, Thomsen B, Köszegvary M, Ahrens M, Quante M. Anterior scoliosis surgery. State of the art and a comparison with posterior techniques. *Orthopade* 2009; 38: 131-145.
- 10- Hee HT, Yu ZR, Wong HK. Comparison of segmental pedicle screw instrumentation versus anterior instrumentation in adolescent idiopathic thoracolumbar and lumbar spine. *Spine* 2007, 32: 1533-1542.
- 11- Helenius I. Anterior surgery for adolescent idiopathic scoliosis. *J Child Orthop* 2013; 7(1): 63-68.
- 12- Huntington CF, Murrel WD, Betz RR, Cole BA, Clements DH III, Balsava RK. Comparison of thoracoscopic and open thoracic discectomy in a live bovine model for anterior spinal fusion. *Spine* 1998; 23: 1699–1702.

- 13- Kaneda K, Shono Y, Satoh S, Abumi K. New anterior instrumentation for the management of thoracolumbar and lumbar scoliosis. Application of the Kaneda two-rod system. *Spine* 1996; 21: 1250–1261.
- 14- Kotwicki T, Dubousset J, Padovani JP. Correction of flexible thoracic scoliosis below 65 degrees - a radiological comparison of anterior versus posterior segmental instrumentation applied to similar curves. *Eur Spine J* 2006; 15(6): 972-981.
- 15- Kuklo T, Lenke LG. Thoracoscopic spine surgery: Indications and techniques. *Orthopaedic Nursing* 2000; 19: 15–22.
- 16- Kusakabe T, Mehta JS, Gaines RW. Short segment bone-on-bone instrumentation for adolescent idiopathic scoliosis: a mean follow-up of 6 years. *Spine* 2011; 36(14): 1123–1130.
- 17- Lenke LG, Betz RR, Harms J, Bridwell KH, Clements DH, Lowe TG, Blanke K. Adolescent idiopathic scoliosis: A new classification to determine extent of spinal arthrodesis. *J Bone Joint Surg* 2001; 83-A: 1169–1181.
- 18- Lenke LG. Anterior endoscopic discectomy and fusion for adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2003; 28(15 Suppl): S36-43.
- 19- Newton PO, Cardelia JM, Farnsworth CL, Baker KJ, Bronson DG. A biomechanical comparison of open and thoracoscopic anterior spinal release in a goat model. *Spine* 1998; 23: 530–535.
- 20- Picetti GD, Blackman RG, O’Neal K, Luque E. Anterior endoscopic correction and fusion of scoliosis. *Orthopedics* 1998; 21: 1285–1287.
- 21- Picetti GD, JPE, Bueff Hu. Endoscopic instrumentation, correction and fusion of idiopathic scoliosis. *Spine J* 2001; 1: 190–197.
- 22- Potter BK, Kuklo TR, Lenke LG. Radiographic outcomes of anterior spinal fusion versus posterior spinal fusion with thoracic pedicle screws for treatment of Lenke type I adolescent idiopathic scoliosis curves. *Spine* 2005; 30: 1859-1866.
- 23- Tis JE, O’Brien MF, Newton PO, Lenke LG, Clements DH, Harms J, Betz RR. Adolescent idiopathic scoliosis treated with open instrumented anterior spinal fusion. *Spine* 2009; 35: 64-70.

18. Ciddi Rijit Adölösan Skolyozda Osteotomi Teknikleri

İsmail OLTULU, Ender OFLUOĞLU, Mehmet AYDOĞAN

GİRİŞ

Sagital, koronal veya her iki plandaki dekompanze deformiteler özellikle semptomatik olduğunda ve tedavi gerektirdiği zaman spinal cerrahlar açısından birçok zorluklar içermektedir. Kompleks spinal deformitelerde çok önemli iki köşe taşı; spinal osteotomi tekniklerinin tarif edilmesi ve spinal füzyonda enstrümantasyonun kullanımı olmuştur. İlk olarak 1945 yılında Smith-Petersen tarafından lumbar omurgada kama osteotomi yapılmıştır ⁽¹⁹⁾. Lichtblau ve Wilson ilk olarak fiksasyon yöntemini kullanmışlardır ⁽¹⁴⁾. Mason ⁽¹⁷⁾ ve Urist ⁽²³⁾ 1950’de servikal spinal osteotomiyi tarif etmişlerdir.

İleri skolyozun cerrahi tedavisinde çok yakın zamana kadar spinal kolona çepeçevre yaklaşımlar söz konusuydu^(8,12-13). İlk aşamada rijid spinal kolonun gevşetilmesi için anterior yaklaşımla çoklu seviye diskektomi ve /veya korpektomi yapılmaktadır. Ek olarak diskektomi seviyesine greft yerleştirilerek anterior füzyon yapılmaktadır. Daha sonra aynı seansta veya aşamalı olarak posteriordan enstrümantasyon, korreksiyon ve füzyon yapılmaktadır. Posterior yaklaşımla birlikte çepeçevre bir vertebral kolon rezeksiyonunu tamamlamak için posterior laminektomi veya pedikülektomiye karşı faset eklem ve ligamentlerin gevşetilmesi (Ponte veya Smith-Petersen osteotomisi) yapılmaktadır⁽⁷⁾. Bu yaklaşımlar yeni nesil spinal enstrümanlar ile bu deformitelerin tedavileri yapılabilir olana kadar birkaç dekattır rijid spinal deformitenin standart tedavisi olarak kullanılmıştır⁽⁷⁾.

Çoklu seviye chevron osteotomisi ile birlikte konkav rip osteotomisi ve posterior pedikül vidası ile enstrümantasyonun rijid idiopatik eğriliklerde etkili olduğu gösterilmiştir⁽¹⁰⁾.

İleri rijid skolyozda çepeçevre VCR ilk olarak 1980'lerin sonunda Bradford tarafından tarif edilmiştir⁽⁵⁾. Yakın zamanda Suk ve arkadaşları fikse lomber deformite ve rijid skolyozda sadece posterior yolla VCR yöntemini bildirmişlerdir^(13,20-21).

Bu bölümde yumuşak doku manipulasyonu ile dengeyi sağlayamayan fleksibilitesini kaybetmiş fizyolojik global denge ve segmental spinal denge için kemik rezeksiyonu/osteotomi gereken ileri derecede rijid skolyozlu hastaların cerrahi tedavisi ve planlanması amaçlanmıştır.

PREOPERATİF PLANLAMA VE HASTA DEĞERLENDİRİLMESİ

Spinal deformiteli hastalarda ameliyat öncesi dönemde tüm spinal kolonu ve femur başlarını da içine alacak şekilde ön arka ve yan grafiler alınmalıdır. Skolyoz hastalarında eğriliğin esnekliğini değerlendirmek amacıyla sağ ve sol bending grafileri dışında traksiyon grafileri, eşlik eden kifoz varlığında fulcrum bending grafileri çekilmektedir. Hastaların eşlik eden alt ekstremitte kısıklıkları veya deformiteleri açısından incelemeleri yapılmalıdır.

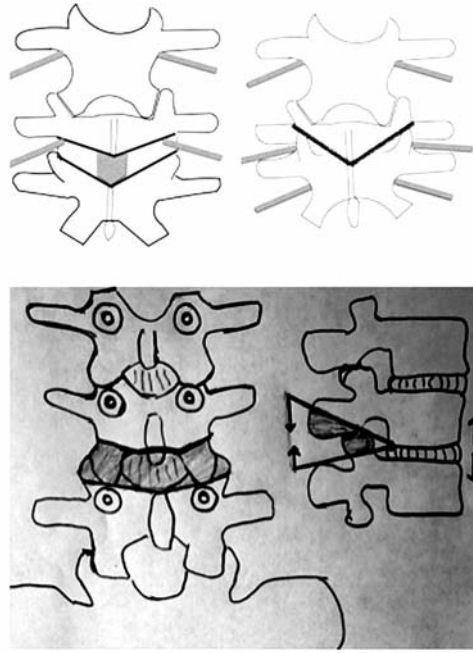
Ameliyat edilecek hastaların tamamında omurganın kemiksel anomalilerini ve pedikülleri detaylı değerlendirmek için tüm spinal kolonun bilgisayarlı tomografisi ve intraspinal anomali varlığını araştırmak için tüm spinal kolonun manyetik rezonans ile detaylı incelemesi yapılmaktadır. İleri derece eğriliklerde mutlaka göğüs hastalıkları konsültasyonu ile hastaların akciğer kapasitesi değerlendirilmelidir. Osteotomi uygulanacak hastalarda yeterli kan hazırlığı yapılmalı, hastada kan değerlerinde var ise düşüklük tedavisi yapılmalıdır.

CERRAHİ TEKNİKLER

Smith-Petersen Osteotomisi

İlk olarak Smith-Petersen tarafından kifozun cerrahi korreksiyonu için 1945 yılında tanımlanmıştır⁽¹⁹⁾. Spinoz süreçlerin çıkartılmasından sonra ve ligamentum flavumla birlikte lamina köşelerin çıkartarak çoklu seviye osteotomi yapmışlardır. Yapışık artiküler süreçlere osteotomi kullanmışlardır. Bu anterior longitudinal ligamentin yırtılmasına ve disk mesafesinin açılarak omurganın anteriorunun uzamasına ve lordoz oluşmasına neden olmaktadır. Anterior kolonun uzaması kauda ekinanın gerilmesine bağlı paraplejiye, aortik rüptüre, süperior mezenterik arterin gerilmesine bağlı intestinal obstrüksiyonunuda içeren majör komplikasyonlara neden olabilmektedir^(1,14,16,24). Radyolojik çalışmalarda posterior kolon osteotomileri ile her seviyede ortalama 9.3-10.7 derece arasında düzelme sağlandığı bildirilmiştir. 1mm kemik rezeksiyonu ortalama 1 derece düzelme sağlamaktadır⁽⁹⁾.

Hasta 4 ile 6 noktadan temas edecek ve abdomeni boşa bırakacak şekilde frame üzerinde yerleştirilir. Uygun pozisyonla mobil diski olan hastada belirli bir oranda lordoz sağlanabilir. Genel olarak bütün osteotomi korreksiyon tekniklerinde titanyum rodlarda mikrokırıklara bağlı rod yetmezliği çok fazla olduğu için paslanmaz çelik rotlar tercih edilmektedir⁽¹⁸⁾. Osteotomiye interlaminer aralıktan başlanmalıdır. Nöral yapıların osteotominin kapatılması esnasında kompresyona mağruz kalmaması için nöral arka "under cutting" yapılması gerekmektedir. V şeklinde foraminal boşluğa uzanarak her iki artiküler süreç eksizel edilmelidir (Şekil-1,2).



Şekil-1. Smith-Petersen osteotomisinin şematik görüntüsü; V şeklinde osteotomi ve os-teotominin kapatılması



Şekil-2. 11 yaşında bayan hasta ameliyat öncesi (a), implantlar çıkartıldıktan sonra ön-arka , traksiyon ve yan grafi (b), ameliyat sonrasında ön-arka ve yan grafi (c), ameliyatta füzyon bölgesinin görüntüsü (d), smith-petersen osteotomileri (e), ameliyat öncesi (f) ve ameliyat sonrası görüntüleri (g)

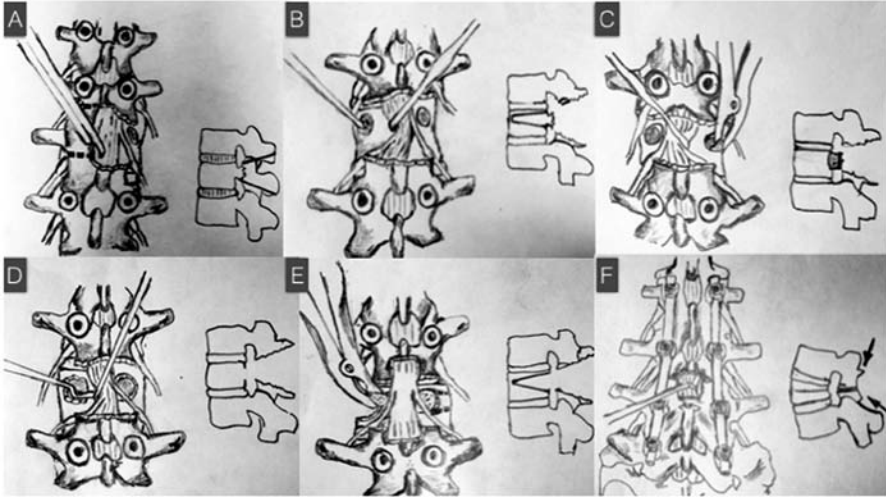
Daha sonra osteotomi hattını kapatmak için rodun pozisyonlanması yapıldıktan sonra kantilever manevrası ile birlikte kompresyon manevrasının kombinasyonu uygulanmalıdır. Osteotominin en önemli kısmı süperior fasetin çıkartılmasıdır ⁽¹⁸⁾.

V şeklindeki osteotomi rotasyonel kontrol ve segmental kilitlemeyi sağlamaktadır. Koronal deformiteleri düzeltirken asimetrik osteotomi uygulanabilir. Spinal stenozu ve özellikle foraminal stenozu olan hastalarda osteotomi foraminal mesafeyi daraltacağı için dikkatli olunmalıdır ⁽⁴⁾.

Pedikül Subtraction Osteotomi

Pedikül subtraction osteotomi (PSO) vertebra gövdesini zayıflatmak için seçilmiş vertebrada her iki pedikülün kansellöz dokuyu da içerecek şekilde çıkartılması ve vertebranın posterior yüzeyinin ve laminanın minimal kuvvetle kompresyonunu içermektedir. Posterior ark direk görüş altında masanın manipülasyonu ile omurganın ekstansiyonu ve spinal enstrümanın kantilever manevrası ile yaklaştırılmaktadır. Korreksiyon miktarına ayakta direkt tam omurga grafilerine göre karar verilmelidir. Her osteotomi seviyesi için yaklaşık 30-50 derece arasında korreksiyon başarılabilmektedir ^(11,22). Rotate skolyotik segmentte, tercihen apekte osteotomi trapezoid şekilde yapılırsa korreksiyon sağlanabilir.

Seçilmiş vertebranın nöral arkının tamamı, kaudal ve kranial vertebraların nöral arkının bir bölümü rezeke edilmelidir. Osteotomi kapanma hattında santral stenoz oluşumundan kaçınılmalıdır. Planlanan pedikülün altındaki ve üstündeki sinir kökleri ve dura serbest olmalıdır. Revizyon vakalarında kapatma esnasında bası ve katlantı yapmaması açısından dura üzerindeki skar dokularının tamamının temizlenmesi önemlidir. Transvers proçes ve kas bağlantıları vertebra gövdesinden ayrıştırılmalıdır. Bu noktada vertebranın dekansellasyonu pediküller yoluyla veya direkt olarak, pediküllerin eksizyonu ve pedikül tabanının dekansellasyonu ile yapılabilir (Şekil-3).



Şekil-3. Üst ve alt pediküllere uzanan geniş laminektomi (a), pediküllerin küretle dekansel-lasyonu (b), pedikülün vertebra cismine flash çıkartılması (c), posterior duvarın ters açılı küretle düşürülmesi (d), pedikülün çıkartılma işlemi (e), osteotominin kapatılma işlemi (f)

Alternatif olarak nöral yapıları korumak için pedikülün medial duvarı korunabilir. Aşırı kanama beklenebilir ve bipolar elektrokoter veya jel köpük ve trombin ile kontrol edilebilir. Dekansellasyon esnasında karşı tarafa geçici rot yerleştirilmesi işlem devam ederken beklenmedik bir kollapsın oluşmasını engellemesi açısından önemlidir. Son olarak eğer korunmuşsa pedikülün medial duvarı ve posterior vertebral korteks rezeke edilmektedir. İkincisi için Woodson elevatör veya ters açılı küretler ile yeterli miktarda kemik rezeke edilmelidir. Bu noktada vertebrada kompresyon kırığı oluşturmak için proksimal intervertebral diski çıkartmayı ve egg shell osteotomi şeklinde ilerlemeyi veya kama şeklinde osteotomi oluşturmak için pedikül lateral duvarının ronjur ile alınma yöntemini seçebiliriz. İkincisi için yumuşak dokular koter ve küretle birlikte lateral duvardan diseke edilmeli ve başta pedikülün altındaki olmak üzere segmental damarlardan kaçınılmalıdır. Segmental arter kaudale doğru subperiostal olarak itilmelidir. Eğer kanarsa koterize edilmelidir. Kanama durmazsa paketlenmelidir. Yine başarısız olursa osteotomin kapatılması ile kanama durmaktadır⁽¹⁸⁾. Korreksiyon kademeli olarak operasyon masasının ekstansiyonu ile süperior ve inferior posterior arkın karşılıklı gelmesine olanak sağlayacak şekilde başarılmaktadır. Nöral elemanlar kapatma esnasında direkt olarak gözle

görölmeli ve pedikölün çıkartılması ile oluşan boşlukta her iki sinir kökü de sinir probu ile kontrol edilmelidir. Kalıcı rotlar yerleştirildikten sonra dekansellasyon işleminden elde edilen kemik greftleri posterolateral alana yerleştirilmektedir.

Bazı durumlarda osteotomi anterior kolon üzerinden dönmeyebilir ve alt ve üst disk mesafesinden açılabilir veya anterior kolondaki kemik interpozisyonu yeterli değildir. Böyle durumlarda otogreftle doldurulmuş bir kafes, bir posterior interbody füzyon veya anterior yaklaşım sonrasında anterior destekle rekonstrüksiyon yapılabilir. Sakruma uzatılan vakalarda, eşlik eden psödoartroz vakalarında, yetersiz kemik stoğu olan hastalarda komşu segmente anterior cerrahi veya posterior lumbar interbody füzyon eklenebilir.

Vertebral Kolon Rezeksiyonu

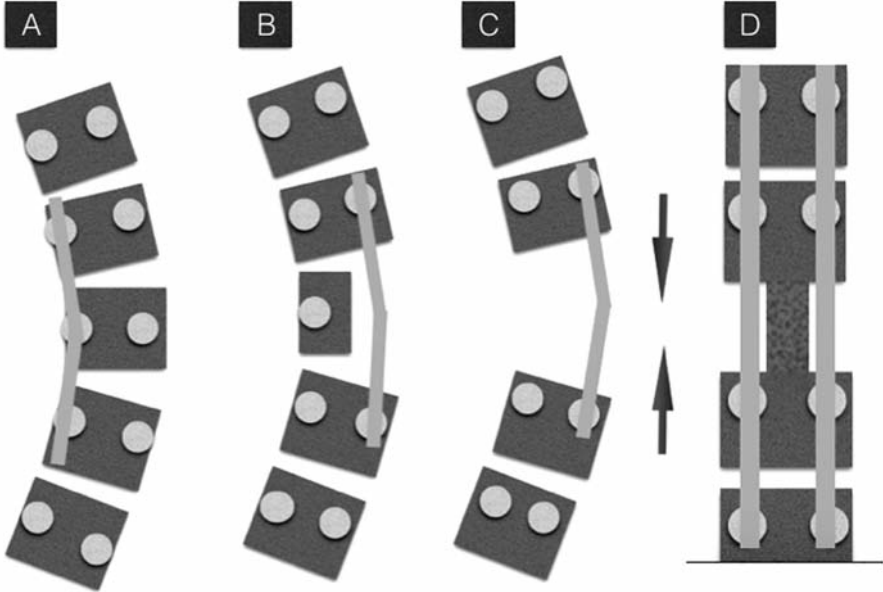
Vertebrektomi ilk olarak 1983 yılında MacLennan tarafından sadece posterior yolla alçı ile birlikte şiddetli skolyozun tedavisinde tarif edilmiştir ⁽⁴⁾. 1983'te Luque spinal deformiteli 90 dereceden daha fazla 8 hastada vertebrektomi vakası bildirmiştir ⁽⁴⁾. Luque'nin orjinal tekniği segmental damar ligasyonu veya intervertebral disk eksizyonu yapmadan anterior fenestrasyonla vertebra gövdesinin dekansellasyonuyla birlikte anterior ve posterior vertebrektomiyi içermektedir. 1987'de Boachie-Adjei ve Bradford tarafından 16 multiplanar deformiteli hastaya kombine anterior ve posterior vertebral kolon rezeksiyonu yapılarak teknik modifiye edilmiştir ⁽³⁾.

VCR için endikasyonlar fikse gövde translasyonu, 80 dereceden fazla rijid koronal plan deformiteleri, deformitenin konveks kolon uzunluğu ile konkav kolon uzunluğu arasındaki asimetri, basit osteotomilerle deformitenin düzeltilmemesidir ⁽⁵⁾. Rezeke edilecek vertebra sayısı deformitenin büyüklüğü ile ilişkilidir. Keskin angöler deformitelere bir apikal vertebranın rezeksiyonu yeterli olabilir. Eğer deformite uzun ise spinal kordu germeden dengeli bir korreksiyonun başarılması için iki yada üç vertebra rezeksiyonu gerekebilir. Bradford ve Tribus koronal plandaki dekompenzasyonda % 82 korreksiyon ve sagittal planda % 85 korreksiyon; skolyozda % 52 ve T1 tilte ve pelvik oblisitede sırasıyla 11.5° ve 7° (sırasıyla % 65 ve % 55) düzelme bildirmişlerdir ⁽⁵⁾.

Daha önceleri vertebral kolon rezeksiyonu aynı veya aşamalı olarak anterior ve posterior yaklaşımın kombinasyonu ile yapılırken Suk'un vertebral kolon rezeksiyonunu sadece posterior yolla tarif etmesiyle günümüzde rijid deformitelerde sıklıkla posterior yaklaşımla osteotomi yapılmaktadır.

Posterior Vertebral Kolon Rezeksiyonu (PVCR) Cerrahi Teknik

Enstrüman edilecek seviyenin tamamı subperiostal diseksiyonla açılır, rezeke edilecek vertebra hariç diğerlerine pedikül vidası yerleştirilmektedir. İntraoperatif floroskopi ile seviye kontrol edilir, herhangi bir korreksiyon yapmayacak şekilde osteotomiye başlayacağımız alanın karşısına deformiteye uygun şekillendirilmiş güvenlik rodu yerleştirilir (Şekil-4).



Şekil-4. PVCR işlemi osteotomiye başlanan sahanın karşısına geçici rod yerleştirilmesi (a), rodun karşı tarafa yerleştirilip osteotominin tamamlanması (b), konveks taraftan osteotominin kompresyonla kapatılması (c), osteotomi sahasına kafes yerleştirilmesi (d)

Geniş laminektomi bilateral foraminotomi ile nöral yapıların dekompresyonu sağlandıktan sonra apeksteki vertebral kolonun rezeksiyonu yapılır. Vertebra gövdesinin anterior yüzeyi kolayca palpe edilene kadar dikkatli bir şekilde vertebra'nın lateral yüzeyi subperiosteal diseksiyonla ayrılır. Segmental damarlar dikkatli bir şekilde korunur. Elektrik koterizasyon ve Surgicel ile eğer kanama olmuşsa kontrol edilir. Direkt görüş altında vertebra'nın lateral yüzeyi ve pedikül küçük bir osteotomi ile çıkarılır. Torasik omurgada lateral duvarın komplet rezeksiyonu için kaburga başı çıkarılmalıdır. Vertebral gövde ve ilişkili disk piecemeal olarak çıkarılır. Rezeksiyona lateralden mediale olacak şekilde orta hattı geçmeyecek şekilde devam edilir. Duranın altında ince bir posterior vertebral duvar daha sonra çıkarılmak üzere intakt bırakılır. Anterior vertebra yine aynı şekilde piecemeal çıkarılır ancak yumuşak dokulara zarar vermemek için anteriorda ince bir duvar bırakılmaktadır.

Yeterli miktarda vertebral gövdeden kemik rezeksiyonundan sonra orta hat boyunca posterior vertebral duvarın tamamı ters bir küretle ve forsepsle çıkarılır. Çalışma tarafında posterior duvarın çıkarılmasından sonra diğer geçici rod çalışma tarafına yerleştirilir ve vertebral kolonu kısıltacak şekilde kompresyon yapılır. Karşı taraftaki rod rezeksiyon yapmak için çıkarılır ve vertebra'nın kalanına aynı sırayla rezeksiyon yapılır. Rezeksiyonun tamamlanmasından sonra çıkarılan rod tekrar yerleştirilir. Rezeksiyon sahası son defa rezidüel kompresyon ve dural tüpün bağımsız hareketine engel olabilecek disk dokusu veya kemik parçası açısından kontrol edilir. Deformite korreksiyonu düzeltilmiş açılardaki rodaların yerleşmesi ile yapılır. Nöral yapıların beklenmedik bir distraksiyonunu önlemek için geçici rotlar kilitlenmeden kompresyonla kısıltma yapılır. Rezeksiyon bölgesinin üzerinde kompresyon ve kısıltma açık duranın üzerinde gerekli görüldüğü kadar yapılır. Deformite kademeli olarak tekrarlayan kompresyon ve kısıltma işlemleri ile yapılır. Kompresyon ve kısıltma asimetrik yapılmalıdır. Kompresyon ve kısıltmalardan sonra geçici rotlar kısıltma kaybından kaçınmak için tek tek aşamalı olarak final rod ile değiştirilir. Rezeksiyon ve deformite korreksiyonundan sonra anteriordaki açık mesafe ölçülür eğer 5 mm altında ise otojen kansellöz greft yerleştirilir (Şekil-5).



Şekil-5. 14 yaşında bayan hasta ameliyat öncesi ön-arka ve yan grafi (a), eğilme grafileri (b) ve apikal vertebradan posterior vertebral kolon rezeksiyonu ve posterior enstrümen-tasyon sonrasındaki ön-arka ve yan grafileri (c).

Eğer gap 5 mm'den fazla ise allogreftle doldurulmuş titanyum mesh kafes ve etrafına otojen greft yerleştirilir (Şekil-6). Daha sonra diren konulup yara kapatılır ⁽²⁰⁻²¹⁾.



Şekil-6. 22 yaşında bayan hasta ameliyat öncesi ön-arka ve yan grafi (a), eğilme grafileri (b) ve posterior vertebral kolon rezeksiyonu ve posterior enstrümentasyon sonrasındaki ön-arka ve yan grafileri (c)

Suk, 2005'te 2 yıl takipli PVCR yapılan 16 hasta bildirmiştir. Ameliyat endikasyonu olarak 80°'den fazla eğriliği olan % 25'ten az fleksibilitesi olan hastalar olarak belirlemişlerdir ⁽¹⁹⁾. Ortalama 1.3 vertebra çıkartılmış ve 15 tanesi torasik omurga, 6 tanesi lomber omurgada yapılmıştır. Ortalama 109 derece olan skolyoz ortalama 46 dereceye (% 59 korreksiyon) korrekte edilmiştir. Bununla birlikte bir hastada komplet kalıcı parapleji olmak üzere 4 hastada komplikasyon bildirmişlerdir. Bradford rijid yapısal spinal deformitelerde çepeçevre vertebral kolon rezeksiyonunu ilk olarak tarif

etmiştir. Preoperatif ortalama 109 derece olan skolyoz 46 dereceye (% 59 düzelme) düzeltilmiştir. Ortalama kan kaybı 5800ml ve ortalama ameliyat süresini 10.5 saat bildirmişlerdir⁽⁵⁾.

Konkav Rip Osteotomi

İleri derece rijid skolyozlarda fasetektomilere veya posterior osteotomilere ek olarak konkav rip osteotomi omurgada ekstra gevşeme sağlamaktadır. Teknik olarak konkav tarafta arzu edilen seviyede transvers süreçlerden kotlara doğru ilerleyip yaklaşık 3-4 cm kostotransvers bileşkeden itibaren kot rezeksiyonu yapılır. Herhangi bir hava kaçağı durumunda göğüs tüpü yerleştirilmelidir. Ayvaz ve arkadaşları spinal deformiteli 18 hastaya ortalama 4.6 (aralık; 3-7) seviye chevron osteotomi ve ortalama 6 seviye (aralık; 5-8) konkav rip osteotomisi uygulamışlardır.

Ortalama preoperatif skolyoz 66 derece (aralık; 31°-116°) iken anestezi altında trakisyonda 52.4° (aralık; 22°-85°), postoperatif 24.9° (aralık; 12°-52°) bulunmuştur ve düzelme miktarı ortalama % 62 saptanmıştır. Takiplerde ortalama skolyoz 27.5° (aralık, 10°-50°) bulunmuştur. Yine preoperatif global kifoz (T2-T12) 75.9° (aralık; 50°-106°) iken 49.5° (aralık; 18°-66°) düzeltilmiştir. Takiplerde global kifoz 50.3° (aralık; 28°-73°) bulunurken, ortalama preoperatif lokal kifoz 71.9° (aralık; 35°-114°)'ten 31.4°'e (aralık; 44°-64°) gerilemiştir⁽²⁾.

KAYNAKLAR

- 1- Adams JC. Technique, dangers and safeguards in osteotomy of the spine. *J Bone Joint Surg* 1952; 34-B(2): 226-232.
- 2- Ayvaz M, Olgun ZD, Demirkiran HG, Alanay A, Yazici M. Posterior all-pedicle screw instrumentation combined with multiple chevron and concave rib osteotomies in the treatment of adolescent congenital kyphoscoliosis. *Spine J* 2014; 14(1): 11-19.
- 3- Boachie-Adjei O, Bradford DS. Vertebral column resection and arthrodesis for complex spinal deformities. *J Spinal Disord* 1991; 4(2): 193-202.
- 4- Boachie-Adjei O, Papadopoulos EC. Osteotomies and vertebral column resections for complex spinal deformities. In: Albert TJ, Heary RF. *Spinal Deformities: The Essentials*. Thime Medical Publishers, New York, 2007; pp: 230-239.

- 5- Bradford DS, Tribus CB. Vertebral column resection for the treatment of rigid coronal decompensation. *Spine* 1997; 22(14): 1590-1599.
- 6- Bridwell KH, Lenke LG, Lewis SJ. Treatment of spinal stenosis and fixed sagittal imbalance. *Clin Orthop Relat Res* 2001; 384: 35-44.
- 7- Cho KJ, Bridwell KH, Lenke LG, Berra A, Baldus C. Comparison of Smith-Petersen versus pedicle subtraction osteotomy for the correction of fixed sagittal imbalance. *Spine* 2005; 30(18): 2030-2037; discussion 2038.
- 8- Dick J, Boachie-Adjei O, Wilson M. One-stage versus two-stage anterior and posterior spinal reconstruction in adults. Comparison of outcomes including nutritional status, complications rates, hospital costs, and other factors. *Spine* 1992; 17(Suppl.-8): S310-316.
- 9- Dorward IG, Lenke LG, Stoker GE, Cho W, Koester LA, Sides BA. Radiographic and clinical outcomes of posterior column osteotomies in spinal deformity correction. *Spine* 2014 Feb 27 (Baskıda).
- 10- Flinchum D. Rib Resection in The Treatment of Scoliosis. *South Med J* 1963; 56: 1378-1380.
- 11- Jaffray D, Becker V, Eisenstein S. Closing wedge osteotomy with transpedicular fixation in ankylosing spondylitis. *Clin Orthop Relat Res* 1992; 279: 122-126.
- 12- Johnson JR, Holt RT. Combined use of anterior and posterior surgery for adult scoliosis. *Clin Orthop North Am* 1988; 19(2): 361-370.
- 13- Leatherman KD, Dickson RA. Two-stage corrective surgery for congenital deformities of the spine. *J Bone Joint Surg* 1979; 61-B(3): 324-328.
- 14- Lichtblau PO, Wilson PD. Possible mechanism of aortic rupture in orthopaedic correction of rheumatoid spondylitis. *J Bone Joint Surg* 1956; 38-A(1): 123-127.
- 15- Luque ER. Segmental spinal instrumentation for correction of scoliosis. *Clin Orthop Relat Res* 1982; 163: 192-198.
- 16- MacEwen GD, Bunnell WP, Sriram K. Acute neurological complications in the treatment of scoliosis. A report of the Scoliosis Research Society. *J Bone Joint Surg* 1975; 57-A(3): 404-408.
- 17- Mason C, Cozen L, Adelstein L. Surgical correction of flexion deformity of the cervical spine. *Calif Med* 1953; 79(3): 244-246.
- 18- Ondra SL, O'Shaughnessy. Posterior Smith-Petersen, pedicle subtraction, and vertebral column resection osteotomy techniques. In: Vaccaro AR, Albert TJ. *Spine Surgery; Tricks of the trade*. Thime Medical Publishers, New York, 2009; pp: 230-234.
- 19- Smith-Petersen MN, Larson CB, Aufranc OE. Osteotomy of the spine for correction of flexion deformity in rheumatoid arthritis. *Clin Orthop Relat Res* 1969; 66: 6-9.

- 20- Suk SI, Chung ER, Kim JH, Kim SS, Lee JS, Choi WK. Posterior vertebral column resection for severe rigid scoliosis. *Spine* 2005; 30(14): 1682-1687.
- 21- Suk SI, Kim JH, Kim WJ, Lee SM, Chung ER, Nah KH. Posterior vertebral column resection for severe spinal deformities. *Spine* 2002; 27(21): 2374-2382.
- 22- Thiranont N, Netrawichien P. Transpedicular decancellation closed wedge vertebral osteotomy for treatment of fixed flexion deformity of spine in ankylosing spondylitis. *Spine* 1993; 18(16): 2517-2522.
- 23- Urist MR. Osteotomy of the cervical spine; report of a case of ankylosing rheumatoid spondylitis. *J Bone Joint Surg* 1958; 40-A(4): 833-843.
- 24- Weatherley C, Jaffray D, Terry A. Vascular complications associated with osteotomy in ankylosing spondylitis: a report of two cases. *Spine* 1988; 13(1): 43-46.

19. Skolyozda Büyümeyi Düzenleyen Teknikler

Çağlar YILGÖR, Ahmet ALANAY

GİRİŞ

Günümüzde, büyüyen omurgada eğriliklerin düzeltilmesinde kullanılan altın standart “füzyon” tedavisinin yan etkileri iyi bilinmektedir. Büyüyen omurgada yapılan füzyon; omurilik kanalı, göğüs kafesi ve akciğerlerin büyümesini ve uzunlamasına büyümeyi yavaşlatır veya durdurur.

Erken füzyonun sakıncaları ortaya çıkınca “geciktirme teknikleri” olarak bilinen kavram ortaya atılmıştır.⁽¹⁷⁾ Traksiyon, alçılama ve korse gibi teknikler ile füzyonun olabildiğince ertelenmesi veya füzyondan tamamen kaçınılması amaçlanmıştır. Cerrahi geciktirme teknikleri de, benzer şekilde omurga, göğüs kafesi ve akciğer büyümesine izin verirken deformiteyi de kontrol altında tutmaya çalışır ⁽¹⁾.

Füzyonsuz yöntemler 4 ana grupta toplanır. Üç ana cerrahi felsefe büyümenin korunması / uyarılması, yönlendirilmesi ve düzenlenmesidir. Bu yöntemlerin birbirleri ve limitli füzyon ile birlikte uygulanmaları hibrid teknikler olarak bilinir (Tablo-1).

Tablo-1. Erken başlangıçlı ve immatür adölesan idiyopatik skolyozlarda sıklıkla kullanılan füzyonsuz cerrahi teknikler.

Büyümenin korunması / uyarılması	Posterior Distraksiyon <ul style="list-style-type: none"> • Tekli Büyüyen Rod • Çiftli Büyüyen Rod • Manyetik Kontrollü Büyüyen Rod
	İnterkostal / Kostovertebral Distraksiyon <ul style="list-style-type: none"> • Ekspansiyon Torakoplasti • VEPTR
Büyümenin yönlendirilmesi	<ul style="list-style-type: none"> • Shilla • Modern Luque Trolley • Kayan Büyüyen Rod
Büyümenin düzenlenmesi	<ul style="list-style-type: none"> • Anterior Vertebral Stapling • Anterior Vertebral Tethering
Hibrid teknikler ve diğerleri	<ul style="list-style-type: none"> • Konveks Büyüme Arrest + Konkav Distraksiyon • Limitli Füzyon + Büyümenin Uyarılması • Distraksiyon Yardımlı Büyüme Yönlendirme • Füzyonsuz Çoklu Vertebral Kama Osteotomileri

Büyüme düzenleyen anterior vertebral *tethering* ve *stapling* gibi teknikler, belirli hasta gruplarında, cerrahi olan ve olmayan geciktirme teknikleri ve erken definitif füzyona kıyasla önemli avantajlar sunmaktadır. Büyümenin düzenlemesi teknikleri, eğriliğin iç ve dışbükey taraflarında olan büyüme hızlarını etkiler. Böylece omurga büyümesi, eğriliğin artması değil azalması yönünde ilerler ⁽¹⁴⁾. Bu, eğriliğin dışbükey tarafına anteriordan uygulanan kompresyon kuvvetleri ile elde edilir.

BÜYÜMENİN DÜZENLENMESİ

Uzun yıllar boyunca orta şiddette eğriliği olan iskelet olgunluğuna erişmemiş idiyopatik skolyozlu hastalar için tedavi seçenekleri, gözlem ve korse ile sınırlı kalmıştır ^(23,36). Puberte başlangıcında 21°-30° derece eğriliği olanların gözlenmesi % 75, >30° olanların gözlenmesi ise % 100 oranda füzyon ile sonuçlanmıştır ⁽⁷⁾. Gözlem, hastaları ayrıca tekrarlayan radyasyona ve eğriliğin artması ile ilgili kaygılara maruz bırakır.

Bu nedenle klinik sonuçları değişken olsa da korse, standart tedavi yöntemi olmuştur. BrAIST çalışması, uygun hazırlanan ve kullanılan korsenin cerrahi ihtiyacı %50 oranda azalttığını göstermiştir⁽³⁶⁾. Fakat korse çocuklar tarafından 16-23 saat giyilmelidir. Özellikle yaz aylarında ve sıcak iklimlerde kullanımı zor ve rahatsızdır. Korse genellikle 3-5 yıl kullanılsa da hangi yaşta başlandığına göre bu süre değişkenlik gösterir. Ayrıca, korse kullanan bazı hastaların, korse içinde eğriliklerinde azalma olmasına rağmen, vücutlarını tedavi görmemiş skolyozlu hastalara göre daha asimetrik hissettikleri ve vücut algısı ile ilgili kaygılar yaşadıkları gösterilmiştir^(12,22).

Aslında, külfetli korse tedavisinin mantığı “cerrahiden” değil “füzyondan” kaçınmaktır. Füzyon, günümüzde en temel tedavi seçeneği olsa da azalmış omurga hareketliliği, büyümenin kısıtlanması ve komşu segment hastalığı gibi sorunları içerisinde barındırır^(11,13,18).

Dolayısıyla, büyümeyi düzenleyerek büyümeyi ve hareketi koruyan, eğriliği stabilize eden ve füzyondan kaçınan teknikler ilerleyici skolyozun tedavisinde korselemeye alternatiftir. Bu tekniklerin temelinde çocuğun kalan büyüme potansiyeli vardır ve gergi temelli yöntemler veya konveksite kompresyonu yöntemleri olarak da bilinirler. Eğriliklerin dışbükey taraflarına kompresyon uygulanmasının mantığı Hueter-Volkman kanunlarına dayanır. Basınç altında olan büyüme plakları, olmayanlara göre daha yavaş büyürler⁽²¹⁾.

ANTERİÖR VERTEBRAL STAPLING

Geç çocukluk veya erken adölesan dönemdeki ilerleyici idiyopatik eğrilikler için anterior vertebral stapling, korselemeye alternatif olabilir. İlginç biçimde, bu yöntemin temelleri 1950'lere dayanır. Hueter-Volkman kanunları öncelikle köpeklerde⁽²⁴⁾ daha sonra da 3 insanda⁽¹⁴⁾ denenmiştir. İmplant yetmezliğine bağlı başarısızlık nedeniyle bu teknik yakın günümüze kadar terk edilmiştir.

Şekil hafızalı metal implantların geliştirilmesi ve video yardımcı torakoskopi yöntemleri ile bu teknik yeniden canlanmıştır⁽¹⁵⁾. *Nitinol* (Nickel Titanium Naval Ordinance Laboratory), soğutulmuş durumda bacakları *staple*'a dik olarak implante edilen biyo-uyumlu bir hafızalı metal alaşımıdır. Metal vücut ısısına geldiğinde bacakları kapanarak endplate üzerine kompresyon uygular ve geri çıkma riski azalır⁽³⁾.

CERRAHİ TEKNİK

Torasik eğriliklerde, çocuk eğriliğın dışbükey tarafı yukarda kalacak şekilde lateral dekübit pozisyona alınır⁽⁴⁾. Bir miktar düzeltme sağlamak için içbükey koltuk altına yükseklik yerleştirilir. Tek akciğer havalandırılır ve karbondioksit gazlı video yardımcı torakoskopi kullanılır. İki planlı skopi incelemeleri ile vertebra gövdeleri işaretlenir. Stapleler buz içerisine konulur.

Segmenter damarların korunmasına özen gösterilir. Her seviyede boyutu belirlemek için deneme kullanılır. Eğriliğın üst son vertebraından alt son vertebraına kadar stapling yapılır. En iyi etkinin elde edilebilmesi için staple bacakları endplatelere yakın olmalıdır⁽⁴⁾. Sagittal planda staple kosta başının anterioruna yerleştirilir. Hipokifotik eğriliklerde daha anterior bir yerleşim tercih edilir. Staple'in uygun pozisyonda olduğu skopi ile teyit edildikten sonra staple vertebra gövdesine çakılır. İşlem sonunda göğüs tüpü takılır⁽⁴⁾.

Lomber eğriliklerde mini açık direk lateral retroperitoneal yaklaşım⁽³⁵⁾ kullanılır⁽⁴⁾. Elektromiyografik kontrol altında psoas arkaya retrakte edilir ve kas lifleri arka yarısından diklemesine ayrılır. Stapleler vertebral gövdesinin arka yarısına 3-4 seviye yerleştirilir⁽⁴⁷⁾. Ameliyat içerisinde iyi bir düzelme elde etmek önemlidir, çünkü ayakta çekilen ilk filmde eğriliğ 20° altında olanların sonuçlarının daha iyi olduğu gösterilmiştir⁽⁴⁾.

SONUÇLAR

Anterior vertebral stapling, hemi-epifizyodez yöntemindekine benzer bir şekilde eğriliğın dışbükey tarafındaki büyümeyi yavaşlatır. Şekil hafızalı staple, büyüme plaklarını geçerek geri dönüşümlü olarak buradaki büyümeyi durdurur veya yavaşlatır. Teorik olarak bu implantlar definitif füzyon ihtiyacını ortadan kaldırır. Fakat bu teknikle ilgili, enstrümanete alanda sertlik gelişmesi⁽¹⁶⁾, disk dejenerasyonu ve spontan füzyon gibi kaygılar mevcuttur. Betz ve arkadaşları⁽³⁾ bu tekniğın immatür adölesan idiyopatik skolyozda uygulanabilirliğini, güvenilirliğini ve etkinliğini göstermiştir.

Stapling'e yanıtları farklı olduğundan sonuçların daha iyi anlaşılması için torasik ve lumbar eğriliklerin ayrı ayrı incelenmesi gerekir. Sekiz yaşında veya daha büyük, en az 1 yıl takipli 39 hastanın 52 eğriliğında yapılan

stapling % 87 hastada 10°'den az ilerleme ile sonuçlanmıştır ⁽²⁾. Daha uzun takipte 10°'den az ilerleme oranı % 78 olmuştur ⁽⁴⁾.

İlerleme riski yüksek olan orta dereceli skolyozlarda korse ile stapling sonuçları karşılaştırılmıştır ⁽⁹⁾. 25°-34° torasik eğriliklerde stapling başarısı % 81 iken korse başarısı % 61'dir. 35°-44° eğriliklerde stapling % 18, korse % 50 başarılıdır. 25°-34° lomber eğriliklerde stapling ve korse başarısı benzer olarak % 80 ve % 81'dir. Daha büyük eğriliklerde ise bu oran stapling için % 60, korse için ise % 0'dır. Fakat 35° üzerinde korse kullanan 2 ve stapling uygulanan 5 hasta olması bu dereceler için yorum yapmayı zorlaştırır ⁽⁹⁾.

35° üzerindeki torasik eğrilikler için başarısız sonuçlar tutarlı olarak bildirilmiştir ^(2,4,9). Diğer yandan, 30°-39° arası torasik ve lomber eğriliği olan 12 hastalık bir seride anterior vertebral stapling etkili bulunmuştur ⁽³³⁾.

Sık görülmesine de, anterior vertebral stapling tekniği ile ilgili implant kırılması ve çıkması, eğrilikte aşırı düzelme, pnömotoraks, konjenital diyafragmatik herni yırtılması, karşı tarafta plevral efüzyon ve süperior mezenterik arter sendromu gibi komplikasyonlar bildirilmiştir ^(4,9,19,34).

ENDİKASYONLAR

Mevcut bilgiler ile gözlem veya korse önerilen bir hastaya ne zaman cerrahi önerileceğine karar verilmesi zordur ⁽⁴⁾. Eğriliklerin ilerleme riskinin daha iyi belirlenmesi stapling'e aday yüksek riskli hastaların seçilmesine yardımcı olabilir.

Mevcut literatürde anterior vertebral stapling endikasyonları şunlardır ⁽⁹⁾: (1) kızlarda <13, erkeklerde <15 yaş; (2) Sanders skoru ⁽³⁰⁾ <5; (3) torasik eğriliklerde ≤35° ve lomber eğriliklerde ≤45°; ve (4) sagittal torasik kifoz <40°.

Eğer cerrahi sonrası ayakta çekilen ilk filmde eğrilik 20° altına düşmemiş ise, eğrilik bu sınırın altına gerileyene veya hasta iskelet olgunluğuna erişene kadar gece korsesi takması önerilir ⁽⁴⁾. 35° üzerinde olan veya derecesi ne olursa olsun eğilmelerde 20° altına düzelmeyen eğriliklerde stapling yerine anterior vertebral tethering önerilmektedir ⁽⁹⁾.

Özetle, orta derecede eğriliği olan seçilmiş hasta gruplarında anterior vertebral stapling güvenli bir şekilde korseye alternatif olarak kullanılabilir.

ANTERİOR VERTEBRAL TETHERING

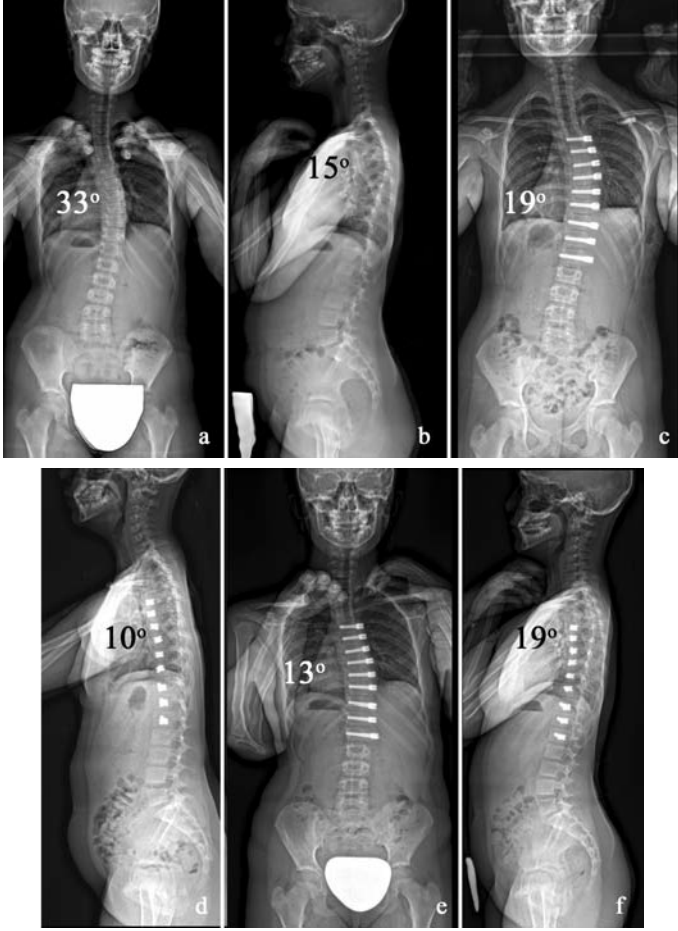
Anterior vertebral tethering tekniğinde dışbükey taraftan vertebra gövdelerine vidalar yerleştirilir ve bu vidalara yerleştirilen polietilen bant kısaltılır ve gerdirilir. Kemik olgunluğuna erişmemiş adölesan idiopatik skolyozlarda endikedir. Minimal invaziv torakoskopik yaklaşım ile uygulanır. Zaman içerisinde çocuğun kalan büyüme potansiyeli içbükey tarafta daha fazla büyümeye neden olarak eğriliği azaltır.

Tethering tekniğinin biyomekanik temelleri öncelikle domuz ⁽²⁵⁾ ve keçi ⁽⁶⁾ modellerinde denenmiştir. Keçi modellerinde staple ve tether yöntemleri karşılaştırılmıştır ⁽⁵⁾. Daha sert olan şekil hafızalı alaşım staple'lara göre bant kullanılması daha iyi başarı göstermiştir. Bant'ın esnekliği sayesinde omurga hareketlerinin implantlar üzerinde olan etkisi azalmış ve gevşemeye karşı koruyucu etki göstermiştir. Staple bacakları etrafında halo bulgusu mevcutken, bantlara bağlanan vidalar kemiğe iyi tutunmuştur ⁽⁵⁾. Bu artmış esneklik muhtemelen spontan füzyon riskini de azaltmaktadır ⁽²⁶⁾.

CERRAHİ TEKNİK

Hastanın pozisyonlanması ve torakoskopinin düzenlenmesi stapling ile benzerdir. Farklı olarak, tethering yönteminde plevra, eğrilik boyunca kosta başlarından vertebral gövdelerinin lateraline doğru diseke edilir ⁽²⁸⁾. Segmenter damarlar bulunur, yakılır ve kesilir. İntervertebral disklerin korunmasına özen gösterilir.

Vidalama torakal eğriliğin üst son vertebraından alt son vertebraına kadar yapılır. Vidalar doğrudan gövdeye uygulanabileceği gibi, 3 dişli pullar kullanılarak vidalama ve tutunum desteklenebilir. Vidalar kosta başlarının anteriorundan vertebra gövdesinin anterolaterale doğru yerleştirilir ⁽²⁸⁾. Vidalama kraniyelden kaudale doğru, port aynı cilt insizyonundan bir sonraki interkostal aralığa geçirilerek yapılır. Bu yöntem ile vidalama L1 veya L2'ye kadar yapılabilir. L3 ve bazen L2 vidası için mini açık retroperitoneal yaklaşım gerekebilir (Şekil-1) ⁽²⁸⁾.



Şekil-1. 11 yaşında kız hastanın ameliyat öncesi (a) ön-arka ve (b) yan grafileri. 35° sağ torasik ve 8° sol lomber eğrilik ile kliniğimize başvuru. Torasik kifoz 15° olarak ölçüldü. Ameliyat sonrası ayakta çekilen ilk (c) ön-arka ve (d) yan grafiler torasik eğriliğin 19°, lomber eğriliğin ise 5°'ye düzeldiğini göstermektedir. Torasik kifoz 10°'dir. Enstrümantasyon T5-L1 seviyeleri arasına yapılmıştır. 7 ay takip sonunda, (e) ön-arka grafide torasik eğriliği 13° ve lomber eğriliği 3° olarak ölçülmüştür. (f) Yan grafide torasik kifoz 19° olarak ölçülmüştür.

Daha sonra bant vida başları arasına yerleştirilir. Omurgaya translasyon ve bant'a gerim uygulayarak düzeltme elde edilirken her vidanın set vidası sıra ile sıkılır⁽²⁸⁾. Her iki uçtan 2 cm bırakılacak şekilde kalan bant kesilir. Göğüs tüpü yerleştirilerek işlem sonlandırılır. Bir ay süre ile koruyucu korse kullanılabilir⁽²⁸⁾.

Torakoskopik anterior vertebral tethering, karşı taraf lomber stapling veya tethering ile birlikte de uygulanabilir.

SONUÇLAR

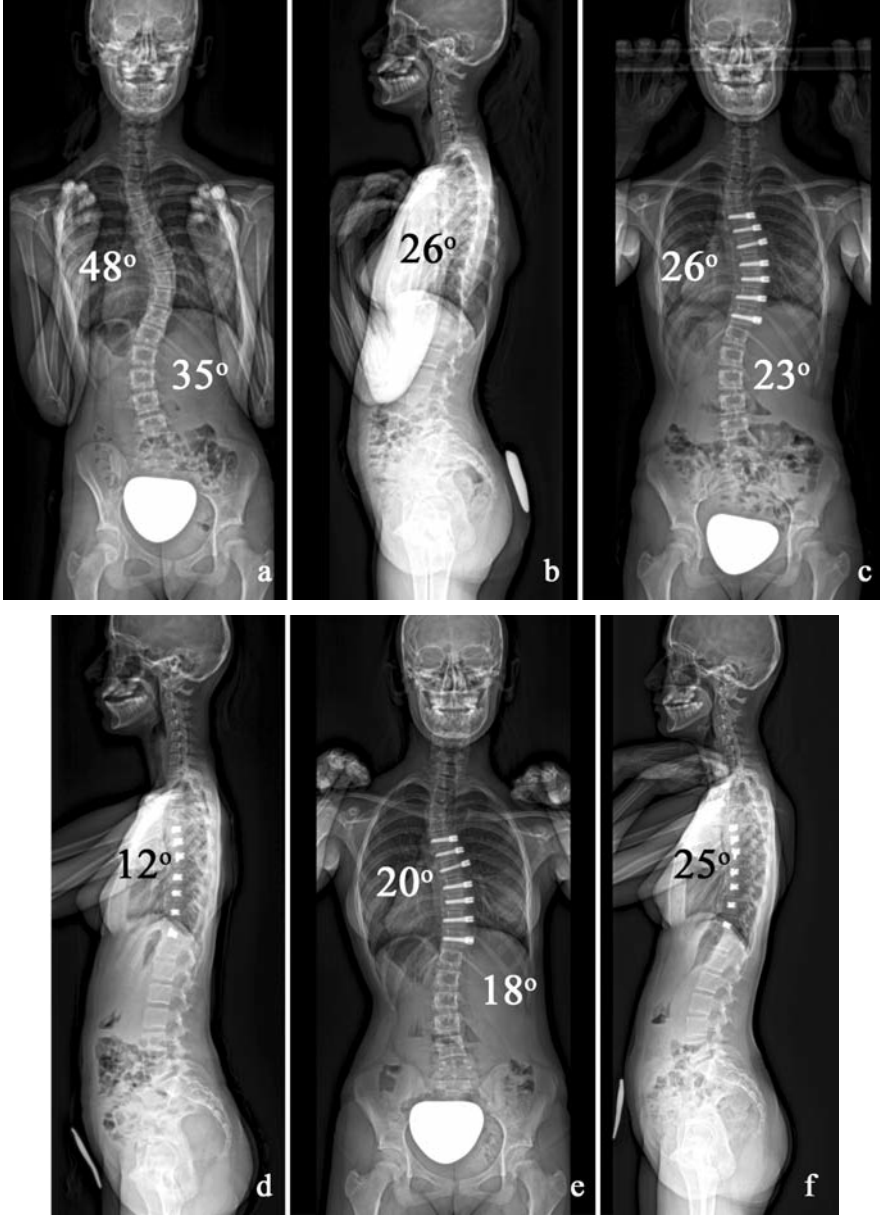
Hayvan çalışmalarının olumlu sonuçlar göstermesinin ardından ilk insan uygulaması yapılmıştır. 8.5 yaşında ve 40° torasik eğriliği olan bir çocukta ayakta çekilen ilk filmde eğriliğin 25°'ye düzeldiği, 48 aylık takipte ise 8°'ye gerilediği gözlenmiştir⁽⁸⁾. Daha sonra, 32 hastalık bir seride, 1 yıllık takipte, benzer şekilde zaman içerisinde ana eğriliğin Cobb açısında düzelme rapor edilmiştir⁽²⁸⁾. Herhangi bir planda olan düzelmenin diğer planlardaki düzelmeyi de etkilemesi nedeniyle hump bulgusunda da % 50'ye yakın düzelme bildirilmiştir⁽²⁷⁾.

Takip eden makaleler benzer sonuçlar göstermiştir^(28,29). Genel olarak, sonuçlar umut vericidir. Ameliyatta elde edilen düzelmenin ardından zamana ve büyümeye bağlı ek düzelme sağlanmıştır. Bu teknik uygulanan hastaların % 10-15'inde aşırı düzelmeye neden olarak eğriliğin ters yöne dönmesine neden olmuştur. Bu durumlarda ikinci bir torakoskopik cerrahi ile bantta gevşetme gerektirebilir.

Bir⁽²⁸⁾ ve iki yıllık⁽²⁹⁾ takip çalışmaları Cobb açısının, skolyometre değerlerinin ve koronal dengenin korunduğunu veya düzeltildiğini göstermiştir. Takip süresi içerisinde hem ameliyat edilen ana torasik eğrilik, hem de ameliyat edilmeyen lomber eğrilik düzelme göstermiştir. Proksimal torasik eğrilikler ise ilk düzeltme sonrasında stabil seyretmiştir.

Takip süresi içerisinde elde edilen düzelme zamana ve büyüme potansiyeline bağlıdır. Rapor edilen hastaların % 12,5'inde 10°'den fazla düzelme olarak eğrilik terse dönmüştür. % 28 oranında 5-10° düzelme, % 56 hastada ise 5°'nin altında ek düzelme gözlenmiştir. Kalan % 3 hasta ayakta ilk filmde ölçülen değere göre hafif bir ilerleme göstermiştir⁽²⁸⁾.

Sagittal plan ölçümlerinde ilk başta hafif azalma olmakla birlikte takiplerde torasik kifoz ve lomber lordoz değerleri başlangıç değerlerine geri gelmiştir (Şekil-2)^(28,29).



Şekil-2. 12 yaşında kız hastanın ameliyat öncesi (a) ön-arka ve (b) yan grafileri. 48° sağ torasik ve 35° sol lomber eğrilik ile kliniğimize başvuru. Torasik kifoz 26° olarak ölçüldü. Ameliyat sonrası ayakta çekilen ilk (c) ön-arka ve (d) yan grafiler torasik eğriliğin 26°, lomber eğriliğin ise 23°'ye düzeldiğini göstermektedir. Torasik kifoz 12°'dir. 10 ay takip sonunda, (e) ön-arka grafide torasik eğriliği 20° ve lomber eğriliği 18° olarak ölçülmüştür. (f) Yan grafide torasik kifoz 25° olarak ölçülmüştür. Ameliyat sonrası filmlerde azalmış olan torasik kifoz takiplerde tekrardan başlangıç değerine gelmiştir.

Skolyometre ile ölçülen rotasyon düzelme % 40'lar civarındadır. Ameliyat öncesi hastaların % 88'inde $\geq 10^\circ$ hump mevcutken, bu oran birinci yıl takipte % 28, ikinci yıl takipte ise % 18'e düşmüştür ^(28,29).

Sagittal denge korunmuş, koronal dengede istatistik anlamlılığa ulaşmayan düzelme gözlenmiştir ⁽²⁹⁾. Omuz dengesinde önemli değişme olmamıştır. Bugüne kadar rapor edilen hiçbir vakada spinal füzyon cerrahisi gerekmemiştir ve omurga hareketliliğini korumuştur. Tecrübe arttıkça cerrahi sürede ve kanama miktarlarında azalma gözlenmiştir ⁽²⁹⁾.

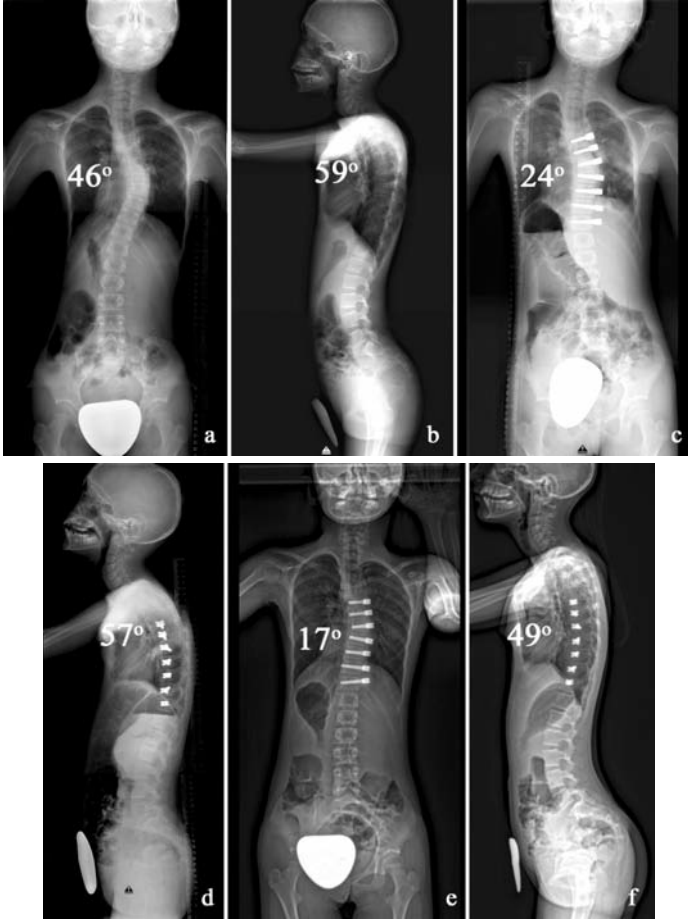
Şimdiye kadar bildirilen nörolojik, enfeksiyöz ve implant komplikasyonu olmamıştır ⁽²⁸⁻²⁹⁾. Devam eden atelektazi nedeniyle bronkoskopi gerekebilir. Deformite ilerleyebilir ama çok düşük bir ihtimaldir ve çocuğun büyüme potansiyeli devam ettikçe iyileşme şansını korur. Aşırı düzelme özellikle Risser 0 olan daha küçük çocuklarda görülebilir. Deneyim arttıkça ameliyat içerisinde ne kadar düzeltme elde edilmesi gerektiği daha iyi planlanmakta ve aşırı düzelme riski azalmaktadır ⁽²⁸⁾.

ENDİKASYONLAR

Teoride benzer teknikler olmakla birlikte tethering yapılırken daha fazla translasyonel ve kompresif kuvvet uygulanabilmektedir. Bu nedenle stapling'in etkisiz olduğu bilinen 35° üzeri eğriliklerde de tethering endikedir.

Mevcut literatürde anterior vertebral tethering endikasyonları şunlardır ⁽⁹⁾: (1) iskelet olgunluğuna erişmemiş $35-60^\circ$ idiopatik eğrilikler; (2) en az % 50 esneklik olması veya eğilmelerde 30° altında ölçülmesi; (3) sagittal torasik kifoz $<40^\circ$; ve (4) 20° 'den az hump varlığı. İskelet olgunluğuna erişmemiş olmak Risser ≤ 2 ve Sanders ≤ 4 değerlerine ve menarşa göre değerlendirilir ⁽²⁹⁾.

Henüz daha büyük eğrilikler için tethering yönteminin etkinliği gösterilmemiş olmakla birlikte aile hikâyesi, ebeveynlerin boyları, çocuğun boyu ve ikincil cinsiyet karakterlerinin gelişme durumuna göre yukarıda sıralanan genel endikasyonlar değişiklik gösterebilir (Şekil-3) ⁽²⁹⁾.

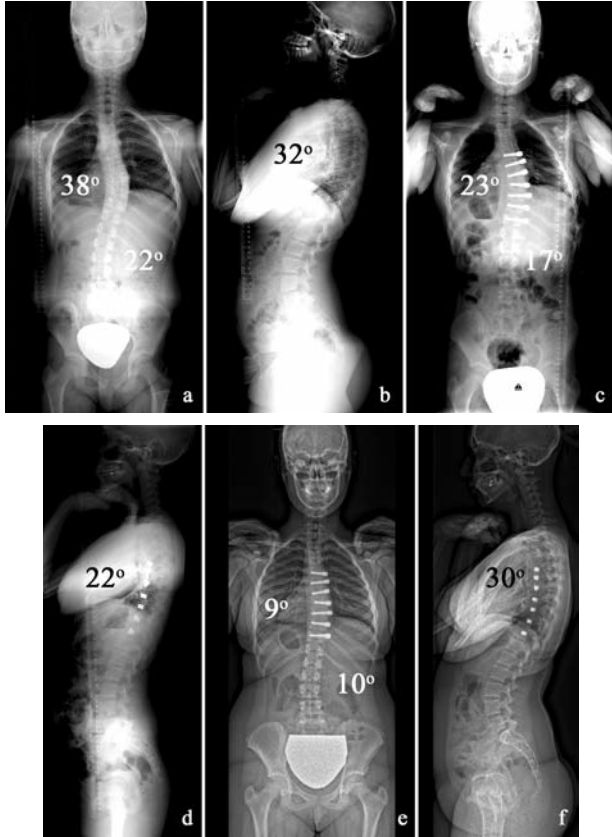


Şekil-3. 12 yaşında kız hastanın ameliyat öncesi (a) ön-arka ve (b) yan grafileri. 46° sağ torasik ve 26° sol lomber eğrilik ile kliniğimize başvurdu. Torasik kifoz 59° olarak ölçüldü. Ameliyat sonrası ayakta çekilen ilk (c) ön-arka ve (d) yan grafiler torasik eğriliğin 24° , lomber eğriliğin ise 5° 'ye düzeldiğini göstermektedir. Torasik kifoz 57° 'dir. 15 ay takip sonunda, hasta 13 yaşında iken (e) ön-arka grafide torasik eğriliği 17° ve lomber eğriliği 2° olarak ölçülmüştür. (f) Yan grafide torasik kifoz 49° olarak ölçülmüştür. Skolyotik eğriliklerdeki düzelmeye sagittal planda düzelme de eşlik etmiştir.

Örneğin, eğilmede 30° altına iniyorsa 60° üzerinde bir eğrilik için tethering yöntemi uygulanabilir. Torasik kifoz restorasyonu her ne kadar istenen bir sonuç olsa da artmış kifoz istenen bir bulgu değildir ^(20,32). Anterior cerrahinin muhtemel hiperkifoz etkisi nedeniyle 40° üzeri torasik kifoz kontrendikasyon kabul edilmektedir. Vidaların daha posterior yerleşimi ile hiperkifoz etkisi azaltılabilir (Şekil-3) ve ek derotasyon elde edilebilir. Yine de, 20° 'den fazla hump varlığında anterior vertebral tethering önerilmemektedir ⁽²⁸⁾.

Çocuğun 10 yaş ve üzerinde olması genel olarak tercih edilse de 8,5 yaşına kadar uygulamalar bildirilmiştir⁽⁸⁾. Genç yaş uygulamaları ile ilgili iki temel kaygı, kullanılan vidaların ufak vertebra gövdeleri için uygun olmama durumu ve aşırı düzelme riskidir. Aşırı düzelme varlığında bant kesilerek gevşetme yapılması halinde büyümenin tekrardan eski haline döneceği henüz gösterilememiş olduğu için 8 yaşından önce bu tekniğin uygulanması önerilmemektedir⁽¹⁰⁾.

Anterior vertebral tethering, Amerika Birleşik Devletleri'ndeki bir merkezdeki başarılı uygulamalarından sonra ülkemizde ilk kez, 2014 yılında, kliniğimizde uygulanmıştır. Şekil-4, kliniğimizde bu teknik ile tedavi edilen ilk hastanın filmleri göstermektedir.



Şekil-4. Kliniğimizde anterior vertebral tethering ile büyüme düzenlenmesi uygulanan ilk hastanın ameliyat öncesi (a) ön-arka ve (b) yan grafileri. 11 yaşında kız hasta 38° sağ torasik ve 22° sol lomber eğrilik ile kliniğimize başvurdu. Torasik kifoz 32° olarak ölçüldü. Ameliyat sonrası ayakta çekilen ilk (c) ön-arka ve (d) yan grafiler torasik eğriliğin 23°, lomber eğriliğin ise 17°'ye düzeldiğini göstermektedir. Torasik kifoz 22°'dir. 29 ay takip sonunda, hasta 13 yaşında, Risser 5 iken, (e) ön-arka grafide torasik eğriliği 9° ve lomber eğriliği 10° olarak ölçülmüştür. (f) Yan grafide torasik kifoz 30° olarak ölçülmüştür.

Bu kitap bölümü yazıldığı dönemde, merkezimizde en az 6 ay takipli 11 hastaya anterior vertebral tethering ile büyüme düzenlenmesi uygulanmıştır. Ortalama takip süresi 9 aydır (6-29 ay). Yaş ortalamaları 12 (11-14) olup tamamı kızdır. Ameliyat öncesi ortalama ana torasik Cobb açısı $46,5^{\circ}$ (36° - 59°) olarak ölçülmüştür. Ameliyat sonrası ayakta çekilen ilk filmlerde ortalama % 51 düzelme gözlenmiştir. Takip süresi içerisinde kazanılan %10'luk ek düzelme ile tüm hastalar birlikte değerlendirildiğinde son takip ana torasik eğrilikte düzelme oranları % 61 olarak ortalama $18,2^{\circ}$ (7° - 26°) olarak ölçülmüştür. Bir yıl ve daha uzun süre takibi olan hastalara bakıldığında bu oran % 66'ya yükselmektedir. Takip süreleri içerisinde ameliyat edilmemiş kompenzatuvar lomber eğriliklerde de düzelme gözlenmiş olup ameliyat öncesi ortalama $33,6^{\circ}$ 'den ayakta çekilen ilk filmlerde ortalama % 45, son takipte ise ortalama % 48 düzelme izlenmiştir. Ameliyat öncesi ortalama $33,6^{\circ}$ olan torasik kifoz açıları ayakta çekilen ilk filmlerde azalarak $25,6^{\circ}$ 'ye gerilemiş, takiplerde tekrar artarak son takip ortalaması $30,5^{\circ}$ olarak ölçülmüştür. 1 hastada atelektazi gelişmiş, yoğun solunum fizyoterapisi ile düzelmiştir. Diğer hastalarda herhangi bir komplikasyon yaşanmamıştır.

Çocuk ve adölesan skolyozu için anterior konveks vertebra kompresyonu ile büyümenin düzenlenmesi hem korseye hem de füzyona karşı ümit vaat eden bir alternatiftir. Günümüzde endikasyonları dar olmakla birlikte, büyümeyi düzenleyen teknikler füzyon ve füzyona bağlı sorunlardan kaçınmak için umut vericidir. Bu yöntemin gerçek yararının ortaya konulabilmesi için daha uzun süreli takiplere ihtiyaç vardır. Bu teknikle yapılacak modifikasyonlar ile daha küçük çocuklara ve geç adölesanlara uygulanabilirlik sağlanması devrim niteliğinde olacaktır. Böylelikle skolyoza kalıcı ve tek bir füzyonsuz ameliyat ile çözüm getirilmiş olacaktır.

KAYNAKLAR

- 1- Akbarnia BA. Management themes in early onset scoliosis. *J Bone Joint Surg* 2007; 89-A(Suppl.-1): 42-54.
- 2- Betz RR, D'Andrea LP, Mulcahey MJ, Chafetz RS. Vertebral body stapling procedure for the treatment of scoliosis in the growing child. *Clin Orthop Relat Res* 2005; 434: 55-60.
- 3- Betz RR, Kim J, D'Andrea LP, Mulcahey MJ, Balsara RK, Clements DH. An innovative technique of vertebral body stapling for the treatment of patients with adolescent idiopathic scoliosis: a feasibility, safety, and utility study. *Spine* 2003; 28(20): S255-265.
- 4- Betz RR, Ranade A, Samdani AF, Chafetz R, D'Andrea LP, Gaughan JP, Asghar J, Grewal H, Mulcahey MJ. Vertebral body stapling: a fusionless treatment option for a growing child with moderate idiopathic scoliosis. *Spine* 2010; 35(2): 169-176.
- 5- Braun JT, Akyuz E, Ogilvie JW, Bachus KN. The efficacy and integrity of shape memory alloy staples and bone anchors with ligament tethers in the fusionless treatment of experimental scoliosis. *J Bone Joint Surg* 2005; 87-A(9): 2038-2051.
- 6- Braun JT, Ogilvie JW, Akyuz E, Brodke DS, Bachus KN. Creation of an experimental idiopathic-type scoliosis in an immature goat model using a flexible posterior asymmetric tether. *Spine* 2006; 31(13): 1410-1414.
- 7- Charles YP, Daures JP, de Rosa V, Dimeglio A. Progression risk of idiopathic juvenile scoliosis during pubertal growth. *Spine* 2006; 31(17): 1933-1942.
- 8- Crawford CH, 3rd, Lenke LG. Growth modulation by means of anterior tethering resulting in progressive correction of juvenile idiopathic scoliosis: a case report. *J Bone Joint Surg* 2010; 92-A(1): 202-209.
- 9- Cuddihy L, Danielsson AJ, Cahill PJ. Vertebral Body Stapling versus Bracing for Patients with High-Risk Moderate Idiopathic Scoliosis. *Biomed Res Int* 2015; 2015: 438452.
- 10- Cunin V. Early-onset scoliosis: current treatment. *Orthop Traumatol Surg Res* 2015; 101(Suppl.-1): S109-118.
- 11- Danielsson AJ, Romberg K, Nachemson AL. Spinal range of motion, muscle endurance, and back pain and function at least 20 years after fusion or brace treatment for adolescent idiopathic scoliosis: a case-control study. *Spine* 2006; 31(3): 275-283.
- 12- Fallstrom K, Cochran T, Nachemson A. Long-term effects on personality development in patients with adolescent idiopathic scoliosis. Influence of type of treatment. *Spine* 1986; 11(7): 756-758.

- 13- Green DW, Lawhorne TW, 3rd, Widmann RF, Kepler CK, Ahern C, Mintz DN, Rawlins BA, Burke SW, Boachie-Adjei O. Long-term magnetic resonance imaging follow-up demonstrates minimal transitional level lumbar disc degeneration after posterior spine fusion for adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2011; 36(23): 1948-1954.
- 14- Guille JT, D'Andrea LP, Betz RR. Fusionless treatment of scoliosis. *Orthop Clin North Am* 2007; 38(4): 541-545.
- 15- Hershman SH, Park JJ, Lonner BS. Fusionless surgery for scoliosis. *Bull Hosp Jt Dis* 2013; 71(1): 49-53.
- 16- Hunt KJ, Braun JT, Christensen BA. The effect of two clinically relevant fusionless scoliosis implant strategies on the health of the intervertebral disc: analysis in an immature goat model. *Spine* 2010; 35(4): 371-377.
- 17- Johnston CE. Delaying tactics: traction, casting and bracing. In: Yazici M (Ed.). *Non-idiopathic Spine Deformities in Young Children*. Springer, Heidelberg 2011: 109-121.
- 18- Kepler CK, Meredith DS, Green DW, Widmann RF. Long-term outcomes after posterior spine fusion for adolescent idiopathic scoliosis. *Curr Opin Pediatr* 2012; 24(1): 68-75.
- 19- Laituri CA, Schwend RM, Holcomb GW, 3rd. Thoracoscopic vertebral body stapling for treatment of scoliosis in young children. *J Laparoendosc Adv Surg Tech* 2012; 22(8): 830-833.
- 20- Lonner BS, Lazar-Antman MA, Sponseller PD, Shah SA, Newton PO, Betz R, Shufflebarger HS. Multivariate analysis of factors associated with kyphosis maintenance in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2012; 37(15): 1297-1302.
- 21- Mehlman CT, Araghi A, Roy DR. Hyphenated history: the Hueter-Volkman law. *Am J Orthop* 1997; 26(11): 798-800.
- 22- Misturska E, Glowacki M, Latuszewska J. Female patients' and parents' assessment of deformity- and brace-related stress in the conservative treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2012; 37(14): 1218-1223.
- 23- Nachemson AL, Peterson LE. Effectiveness of treatment with a brace in girls who have adolescent idiopathic scoliosis. A prospective, controlled study based on data from the Brace Study of the Scoliosis Research Society. *J Bone Joint Surg* 1995; 77-A(6): 815-822.
- 24- Nachlas IW, Borden JN. The cure of experimental scoliosis by directed growth control. *J Bone Joint Surg* 1951; 33-A(1): 24-34.
- 25- Newton PO, Farnsworth CL, Upasani VV, Chambers RC, Varley E, Tsutsui S. Effects of intraoperative tensioning of an anterolateral spinal tether on spinal growth modulation in a porcine model. *Spine* 2011; 36(2): 109-117.

- 26- Newton PO, Upasani VV, Farnsworth CL, Oka R, Chambers RC, Dwek J, Kim JR, Perry A, Mahar AT. Spinal growth modulation with use of a tether in an immature porcine model. *J Bone Joint Surg* 2008; 90-A(12): 2695-2706.
- 27- Newton PO, Yaszay B, Upasani VV, Pawelek JB, Bastrom TP, Lenke LG, Lowe T, Crawford A, Betz R, Lonner B; Harms Study Group. Preservation of thoracic kyphosis is critical to maintain lumbar lordosis in the surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2010; 35(14): 1365-1370.
- 28- Samdani AF, Ames RJ, Kimball JS, Pahys JM, Grewal H, Pelletier GJ, Betz RR. Anterior vertebral body tethering for immature adolescent idiopathic scoliosis: one-year results on the first 32 patients. *Eur Spine J* 2015; 24(7): 1533-1539.
- 29- Samdani AF, Ames RJ, Kimball JS, Pahys JM, Grewal H, Pelletier GJ, Betz RR. Anterior vertebral body tethering for idiopathic scoliosis: two-year results. *Spine* 2014; 39(20): 1688-1693.
- 30- Sanders JO, Khoury JG, Kishan S, Murray J, Gross L. Predicting scoliosis progression from skeletal maturity: a simplified classification during adolescence. *J Bone Joint Surg* 2008; 90-A(3): 540-553.
- 31- Smith AD, Von Lackum WH, Wylie R. An operation for stapling vertebral bodies in congenital scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1954; 36-A(2): 342-348.
- 32- Sucato DJ, Agrawal S, O'Brien MF, Lowe TG, Richards SB, Lenke L. Restoration of thoracic kyphosis after operative treatment of adolescent idiopathic scoliosis: a multicenter comparison of three surgical approaches. *Spine* 2008; 3(24): 2630-2636.
- 33- Theologis AA, Cahill P, Auriemma M, Betz R, Diab M. Vertebral body stapling in children younger than 10 years with idiopathic scoliosis with curve magnitude of 30 degrees to 39 degrees. *Spine* 2013; 38(25): E1583-1588.
- 34- Trobisch PD, Samdani A, Cahill P, Betz RR. Vertebral body stapling as an alternative in the treatment of idiopathic scoliosis. *Oper Orthop Traumatol* 2011; 23(3): 227-231.
- 35- Uribe JS, Arredondo N, Dakwar E, Vale FL. Defining the safe working zones using the minimally invasive lateral retroperitoneal transpsoas approach: an anatomical study. *J Neurosurg Spine* 2010; 13(2): 260-266.
- 36- Weinstein SL, Dolan LA, Wright JG, Dobbs MB. Effects of bracing in adolescents with idiopathic scoliosis. *N Engl J Med* 2013; 369(16): 1512-1521.

20. Skolyoz Cerrahisinde Komplikasyonlar

Esat KITER, Âdem ÇATAK

GİRİŞ

Skolyoz cerrahisi, gelişmeye başladığı 20 yy.'ın ilk yıllarından beri hep farklı boyutlarda komplikasyonlarla beraber evrilmiştir. Doğaldır ki, tüm bilimsel kavramlarda olduğu gibi yeni çözümler yeni problemler getirir. Skolyoz deformitesinin aşama aşama anlaşılmaya başlaması, spinal füzyonun pratiğe girmesi ve kullanılan implantların teknolojiyle birlikte gelişmesi, yapılan cerrahi tedavinin gittikçe daha agresif bir hale gelmesine neden olmuştur. Sonuç olarak günümüz skolyoz cerrahisine komplikasyon kavramı, çok ciddi ve korkutucu tablolardan, basit ama hasta için önemli olabilecek ihtimaller arasında geniş bir yelpazede karşımıza çıkar.

Skolyoz cerrahisiyle ilgili komplikasyon oranı genel olarak % 5.2-15.4 arasında rapor edilmiştir. Nörolojik komplikasyon oranı ise genel olarak % 1 altında gözlenmektedir. Geçmiş serilerde ölüm oranı ise % 0-0.3 oranındadır (6,9,38,42). Literatürdeki, skolyoz cerrahisinin komplikasyon oranı iki nedenle değişkenlik gösterir. Öncelikle skolyoz cerrahisinin etiyojisi, gelişebilecek komplikasyonlarla doğrudan ilişkilidir. Bu etiyojik değişkenler, mevcut çalışmaların, konuya yönelik daha spesifik bilgilendirme yapmasını sınırlar. Çünkü konjenital, nöromusküler ve idiyopatik skolyoz olguları birbirlerinden oldukça farklı klinik sonuçlara sahiptir. Diğer bir faktörde artık kullanılmayan cerrahi prosedürlerin nörolojik bulgularla sunulması bir miktar bilgi enflasyonuna rol açar. Artık "Harrington Rod"ları ile yapılan cerrahilere ait sonuçların, kimsenin ilgisini çekmediğinde olduğu gibi. Bu yazıda komplikasyonları tartışırken mümkün olduğunca etiyojiye yönelik bir gruplama yapmaya çalışacağız. Bu doğrultuda komplikasyonları adölesan idiyopatik skolyoz (AIS) için nörolojik olanlar ve nörolojik olmayanlar adı altında iki ana grupta inceleyeceğiz. Daha sonra idiyopatik olmayan skolyozların en belirgin komplikasyonlarına değineceğiz.

NÖROLOJİK KOMPLİKASYONLAR

İdiyopatik skolyozun cerrahi tedavisinde nörolojik bir komplikasyonun gelişebilme ihtimali, şüphesiz hasta ve hasta yakınlarını en çok endişelendiren durumdur. Aslında hekim de bu olgunun varlığından dolayı çok da farklı bir durumda değildir. Ancak kendisinin bu durum hakkında yeterli bilgiye sahip olması, gerekli önlemleri alması ve kriz anında da tabloyu yönetebilmesi gerekmektedir. Nörolojik komplikasyonların en optimum şartlarda bile gelişme olasılıklarını ve oranlarını hastaları ile paylaşmalıdır.

Cerrahi esnasında nörolojik komplikasyon gelişmesinin başlıca nedeni yumuşak doku, kemik ya da implant yüzeylerinin doğrudan yada düzeltme işlemi sonrasında nöral dokulara bası yapmasıdır. Bununla beraber spinal kordun düzeltme işlemi esnasında gerilmesi, epidural hematoma gelişmesi, iyatrojenik yaralanma ve hipotansiyona bağlı iskemi gelişmesi diğer olası nedenlerdir (11,29). Nörolojik basının

geliştiği bölgeye bağlı olarak karşımıza çıkan tablo medulla spinalis, konus ya da kök yaralanması şeklinde olacaktır.

Reames ve arkadaşları, 2011 yılında gerçekleştirdikleri çalışmada AIS cerrahisi uygulanan 11227 hastanın 86'sında (% 0.8) nörolojik komplikasyon geliştiğini rapor etmiştir. Bu çalışmada en sık gözlenen patern inkomplet medulla spinalis yaralanmasıdır (% 0.4). ikinci sıklıkta kök yaralanması (% 0.3) gözlenmiştir, total medulla spinalis yaralanması ise 6 (% 0.05) olguda gelişmiştir ⁽⁴²⁾. Bu çalışmanın verileri hem uygulanan cerrahi prosedürün sorgulanabilmesi hem de hasta sayısının fazla olması nedeniyle oldukça önemlidir.

Lykissas ve arkadaşları, 2013 yılında yaptıkları meta-analizde, değerlendirmeye değer 27 çalışmanın 1136 AIS'lu hasta üzerindeki nörolojik komplikasyonlarını sunmuşlardır. Bu çalışmanın sonuçları çoğunlukla artık kullanılmayan eski cerrahi prosedürleri de içermesi açısından daha karmaşık kabul edilebilir. Çalışmanın sonuçlarına göre Cotrel- Dubouset enstrümantasyonu uygulanmış 2 (% 0.17) hastada nörolojik komplikasyon gelişmiştir. Pedikül vidası ile tedavi edilen 254 hastada nörolojik komplikasyon gözlenmemiştir ⁽²⁸⁾.

Sonuçta AIS'un cerrahi tedavisinde yeni nörolojik bulgu gelişme olgusu yadsınamaz bir durumdur. Gelişen nörolojik komplikasyonun farkına varmak ve bu krizi yönetmek konusunda belli bir algoritma olmamakla birlikte, cerrahın kişisel tecrübesi ve yakın nöromonitörizasyonel takip bu süreçteki en etkin değişkenlerdir. Adölesan idiyopatik skolyozda nörolojik komplikasyonların tamamen düzelme oranı yaklaşık % 69 dur ⁽⁴²⁾.

Bu elbette komplikasyona neden olan durumun fark edilmesi ve işlemin zamanında geri alınmasıyla doğrudan ilişkilidir. Cerrahi uygulanan hastalarda riski arttıran bazı durumlardan bahsedilir. 90° üzeri skolyozlar, spinal osteotomiler ve anterior posterior kombine cerrahiler nörolojik yeni bulgu gelişme olasılığını arttıran faktörlerdir ^(11,36). Spinal osteotomiler AIS cerrahisinde çok kullanılmazlar ancak bu prosedürlerin eklenmesi ile nörolojik komplikasyon oranı % 2 ye çıkarmaktadır ⁽⁴²⁾.

Günümüzde nöromonitörizasyon kullanımı, deformite cerrahisinde rutine girmiş bir uygulamadır. Nörolojik değişiklikleri anında fark edip buna göre önlem almak için ideal bir yöntemdir. Multimodal formları ile birlikte (SEP, TcMEP, DNEP ve EMG), kalıcı nörolojik hasarı saptama sensitivitesi % 100 spesifitesi % 99.6 ya çıkar⁽⁵⁴⁾. Monitörizasyon esnasında cerrahın dikkatini çekmesi için en az üç stimülasyonda TcMEP'in % 65, SEP'in de % 50 amplitüd kaybının kriter alınması gerektiği önerilmektedir⁽⁴⁶⁾. Ancak daha düşük değerlerdeki oynamalarda cerrahı, sinyaller normale gelene kadar cerrahi işlemde alıkoymalıdır. Bu kritik seviyeye ulaşmış sinyal kayıplarında son yapılan işlemin geri alınmasıyla birlikte hastanın kan basıncının 90 mmHG üzerine çıkartılması ve hastanın ısıtılması iskemik bir yaralanmayı önleyecek en önemli tedbirlerdir. Bu esnada ne kadar beklenmesi gerektiğine dair kesin bir saptama yapılamasa da beş dakika içinde sinyallerde yükselme olmazsa cerrahi işlemlerin sırasıyla geri alınması gerektiği yine düzelme olmaması durumunda ise cerrahinin sonlandırılması gerektiği söylenebilir. Kortizon kullanımının etkinliği bilinmemektedir ve bu uygulama ekollere göre farklılık gösterir.

NÖROLOJİK OLMAYAN KOMPLİKASYONLAR

Nörolojik olmayan komplikasyonlar başlıca üç farklı dönemde karşımıza çıkar. Operasyon esnasında ve sonraki bir haftada oluşan komplikasyonlar perioperatif komplikasyonlar olarak kabul edilirler. Erken post operatif komplikasyonlar iki ve dördüncü haftada gelişen komplikasyonlardır ve dört haftadan sonra gelişen komplikasyonlara geç post operatif komplikasyonlar denir.

Kanama

Aşırı kanama çoğu zaman, cerrahi alanının büyük ve cerrahi süresinin uzun olması ile ilgilidir. AIS hastalarının omurga deformitesi haricinde eşlik eden başka patolojileri olmadığı düşünülürse, gelişebilecek metabolik bir komplikasyon beklenmedik bir durum olacaktır. Ancak kanama miktarının fazla olması hemodinamiği ve metabolik stabiliteyi etkileyebilir. Bu nedenle hastanın anestezisini veren ekibin bu konuda titiz davranması gerekir. AIS hastalarında kanama miktarının kontrol edilebilmesi bir anlamda cerrahın

tercihlerine de bağlıdır. Majör cerrahilerde kanama oranını azaltan, bir antifibrinolitik olan traneksamik asitin (TXA), skolyoz cerrahisinde de kullanılmasını öneren yayınlar vardır. Fibrinojen pıhtısının stabilitesini arttıran bu ajan, plazminojen ve plazmine geçici olarak bağlanarak fibrin örtüsü üzerine lizinin etkisini etkiler. Dozaj olarak 100 mg yükleme dozunun ardından 10 mg/sa, şeklinde idamesi önerilir.

Literatürde kanamayı ya da postoperatif kan transfüzyon oranını belirgin şekilde azalttığını ifade eden yayınların yanında ^(13,15), AIS hastalarında belirgin bir fark yaratmadığını öne süren yayınlarda vardır ⁽³⁵⁾. Kanama riski yüksek, bağ dokusu hastalığı bulunan, nöromusküler skolyozlu hastalarda TXA kullanımı daha akılcı bir profilaksi olduğunu söyleyebiliriz ⁽⁴⁷⁾.

“Cell Saver”, skolyoz gibi majör cerrahilerde kullanılan ve hastanın kendi kan rezervini yedekleyen bir yöntemdir. Cerrahi esnasında ve sonrasında kan ihtiyacını belirgin şekilde azalttığına yönelik yayınlar mevcutsa da ⁽⁵⁾ intra ve perioperatif dönemlerde transfüzyon oranını azalttığı ancak toplam allojenik kan transfüzyon miktarının bu yöntemin kullanılmadığı hastalarla aynı olduğunu savunan yayınlarda vardır ^(1,14). Bu konuda kullanım endikasyonunu biraz daraltan Bowen ve arkadaşları, altı saatten fazla sürecek ve total kan hacminin % 30’u kadar kanayabilecek hastalarda mutlaka kullanımını önermektedirler ⁽⁴⁾.

Biz kendi klinik uygulamalarımızda kanama riski olan hastalarda TXA kullanılmaktadır. Bununla birlikte rutin olarak hipotansif anestezi ve çalışılmayan alanlarda yaklaşık 45° ısıtılmış salinle ıslatılan kompresleri atuşman olarak kullanıyoruz. Cerrahi alanın büyük olması ve operasyonun uzun sürmesi nedeniyle gelişen hipotermiye sekonder koagülopati ⁽⁴⁰⁾ agresif lokal ısıtmalara oldukça iyi yanıt vermektedir.

Pozisyona bağlı sorunlar

Hastanın pron pozisyonda uzun süre yatması dokularda lokal basıya bağlı bazı klinik durumların gözlenmesine neden olabilir. Postoperatif iskemik optik nöropati, nadir ama en can sıkıcı klinik durumlardan birisidir. Rapor edilmiş en yüksek insidans 1:1000’dir ⁽⁵¹⁾.

Genel olarak pron pozisyona bağlı artmış intrakranial basınç ve göz kürelerinin kompresyonu suçlanan faktörlerdir. Ancak etiolojinin sadece bunlardan ibaret olmadığını, kardiovasküler cerrahi gibi majör girişimlerden sonra oluşmasından, az da olsa anterior girişimlerden sonra ve başın “Mayfield” ile tespit edildiği olgularda bile ortaya çıkmasından anlıyoruz (25). Tam olarak sebebi bilinmemesine rağmen Lee ve arkadaşları 2010 yılında yaptıkları sistematik derlemede; beş saatten fazla pron pozisyonda yapılan ve bir litreden fazla kana ihtimali olan hastaların risk grubu içinde olduklarını ve bu hastalara postoperatif görme kaybı konusunun ameliyat öncesi söylenmesi gerektiğini ifade ettiler (24). Doğaldır ki, skolyoz cerrahisi yukarıdaki kriterler göz önüne alındığına postoperatif iskemik optik nöropati açısından risk grubu içindedir. Oluşan görme kaybının geriye dönüşü konusunda kesin bir bilgi yoktur ancak yayınlarda olguların çoğunda geriye dönüş olduğu belirtilir.

Pron pozisyona bağlı lateral femoral kutanöz dalın nöropraksisi aslında nadir rastlanılan bir durum değildir. Görülme insidansı % 12-24 olarak rapor edilmiştir (19,31,58). Aynı çalışmalarda uzamış pron pozisyonundaki cerrahi ve artmış vücut kitle indeksi risk faktörleri olarak belirtilmektedir. Omurga cerrahisi sonrasında ne şekilde olursa olsun bacağa yansıyan ağrının varlığı can sıkıcıdır. Hastalar uyluk lateralinde olan ağrıyı tam olarak anlatamayabilir ve cerrah “Meralgia Paresthetica” tanısını koyamazsa bacak ağrısını açıklamak için yaptığı cerrahiye sorgulamaya başlar. Fizik bakıda spina iliaca anterior perküsyonu ile pozitif Tinnel bulgusunu elde ederiz. Yapılacak basit bir blok kesin tanıyı koymamızı sağlar. Olguların büyük bir çoğunluğunda tamamen geriye dönüş söz konusudur.

“Meralgia Paresthetica” dan farklı olarak ancak benzer mekanizmayla, operasyon esnasındaki omuzun fleksiyon pozisyonu da üst ekstremitede de duysal sinirlerin nöropraksisi ile sonuçlanır. Bu klinik durumlarda kısa sürede tamamen geriye dönüş ile sonuçlanır.

Enfeksiyon

Skolyoz cerrahisinde re-operasyonun en sık sebeplerinden birisi enfeksiyondur. İmplant varlığında gelişen enfeksiyon, tedavi edilmesi en problemlili konulardan birisidir. İmplantı çıkarmak kavramı cerrahin

bu süreç içinde sıklıkla yüzleştiği bir olgudur ve çoğu zaman enfeksiyonun kesin tedavisi için en etkili yöntemdir. AIS hastalarında enfeksiyon gelişme riski idiyopatik olmayan skolyoz olgularına oranla oldukça düşüktür ⁽²⁾. Literatürdeki oran % 0.8-4 ^(2,9,42,44) arasındadır. Eski tarihli literatüre baktığımızda bu oranın % 10'lara çıkmakta olduğunu görmekteyiz ⁽¹¹⁾.

Cerrahi sonrası enfeksiyon erken postoperatif dönemde gelişebileceği gibi geç postoperatif dönemde de gelişebilir. Literatürde kullanılan "geç spinal enfeksiyon" teriminin tam olarak hangi süreyi yansıttığı tartışmalıdır. Bazı yazarlara göre bir yıl, bazılarına göre altı, bazılarına göre ise üç sonra gelişen enfeksiyon geç spinal enfeksiyon olarak anılır. Geç spinal enfeksiyon deformite cerrahisi sonrasında (sadece AIS değil) gelişimi yaklaşık % 5-7 oranında görülebilmektedir ^(33,43).

Genel olarak, mikroorganizmanın hematojen yolla farklı bir kaynaktan bulaşmasından ziyade, cilt florasının ilk cerrahi işlem sırasında ameliyat bölgesine ekildiğine, virulansı ile ilgili olarak uykuda kalan ajanın geç dönemde enfeksiyona neden olduğuna inanılır. Erken ya da geç dönem spinal enfeksiyonu birbirinden net sınırlarla ayıran tanımlamalar yoktur. Geç dönemde gelişen enfeksiyonlarda da *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* en sık etken ajanlardır. Ancak Geç dönem gelişen enfeksiyonlarda ilgili mikroorganizmayı üretmek daha zordur.

Literatürdeki serilerde hastaların % 80'ine yakın bir oranında sorumlu ajanın üretilmediği belirtilir ^(27,33). Erken dönemde gelişen enfeksiyonlarda bakterinin daha potent olduğu düşünülebilir. Ancak tedaviye erken başlamanın verdiği avantaj, çoğu zaman erken enfeksiyonun daha etkin bir şekilde eradikasyonuna olanak tanır. Özellikle 2000'li yılların başlarından beri bu tarz spinal enfeksiyonlarda implant üzerinden uygulanan VAC tedavisi, erken başlangıçlı enfeksiyonla mücadelede olumlu sonuçlar vermektedir ^(22,30,39,55). Bu tedavide yaranın debridmanından sonra implantlar üzerine VAC yerleştirilir. Antibiyoterapi ile birlikte 4-5 günde sünger değişimi ve tekrarlayan debridmanlar uygulanır. Üçüncü ya da dördüncü VAC değişiminden sonra yara kapatılır.

Geç başlangıçlı enfeksiyonların sağaltımında etkili tedavi için klasik görüş, implantın çıkartılması yönündedir zira arzu edilen füzyonun geliştiğine inanılır (8,10,49). Ancak, daha güncel yayınlar deformite vakalarındaki implantların çıkartılmasının çok da masum olmadığı, gözlenen füzyon dokusuna rağmen deformitede ciddi ilerlemelerin olabileceği gösterilmiştir (3,41).

Özellikle sagittal plan deformitelerinde progresyon dramatiktir (12). Progresyon için bir diğer kötü prognostik faktör ise diğer sebeplere kıyasla enfeksiyon nedeniyle implantın çıkartılmasıdır. Alpert ve arkadaşları enfeksiyon nedeniyle implantı çıkartılan hastalarda ortalama 33.8° progresyon geliştiğini, diğer endikasyonlarla implantları çıkartılan hastalarda ise progresyonun ortalama 18.8° olduğunu göstermiştir (3).

Sonuç olarak implantın çıkartılması günümüzde pek de önerilen bir yöntem değildir. İmplantları korumak amacıyla geç başlangıçlı enfeksiyonda da erken başlangıçlı enfeksiyonda olduğu gibi seri debridmanlar ve VAC tedavisi uygulanabilir. Biz kliniğimizde bu tarz vakaların tedavisinde implantların çıkartılmasından sonra VAC tedavisi uyguluyoruz. Son seansta da hastanın implantlarını tekrar yerleştiriyoruz. Ancak yine de bu hastaların tedavisinde, dirençli olgu varlığında implantların çıkartılması gerekebileceği akılda tutulmalıdır.

Önerilen bazı önlemlerin dışında her cerrahın enfeksiyon gelişimini önlemek için kendi pratiğine adapte ettiği bazı uygulamalar vardır. Bunların çoğunun bilimsel ispatı yapılamamıştır (18). Örneğin Myung ve arkadaşları, artroplastide sıklıkla kullanılan "pulse lavaj"ı rutin uygulayarak ve profilaksiste kullandıkları sefazolin'e vankomisin ile seftazidimi ekleyerek enfeksiyon oranlarının 10 kat azaldığını belirtirler (34). Sweet ve arkadaşları, torakolomber füzyon uygulanan hastalarda operasyon alanına toz vankomisin dökerek enfeksiyon oranının belirgin derecede azaltılabileceğini ifade ederler (53). Bunun aksine Gans ve arkadaşları, yara içine dökülen vankomisin ve gentamisin tozlarının enfeksiyon oranları üzerine belirgin bir etkisi olmadığını göstermişlerdir (17). Yabancı cismin miktarının artmasının enfeksiyon oranını artırması mantıklı bir çıkarımdır. Aleissa ve arkadaşları, bu bağlamda daha az allogreft ve daha az implant kullanımını önerirler (2). İmplant kullanımı düzeltme

felsefesi ile ilgili olduğundan üzerinde çok değişikliğe gidilecek bir değişken olmayabilir ancak allogreft kullanımının azaltılması mantıklı bir öneri gibi gözükmemektedir.

Sonuç olarak enfeksiyon için risk faktörü olarak anılan büyük insizyon alanı, uzamış cerrahi, aşırı kan kaybı ve yoğun implant kullanımı gibi faktörler skolyoz cerrahisinin vazgeçilmez komponentleridir. Bu her zaman için yapılan işlem sonrası enfeksiyon olasılığının olduğunu göstermektedir.

Geç gelişen enfeksiyonların genel kanı olarak daha zor tedavi edildiği söylenebilir. Ancak enfeksiyonla karşılaşıldığında güncel prensip implantların korunarak enfeksiyonun eradike edilmesi gerektiği yönündedir. Bu amaçla literatürde tanımlanmış birçok teknik öncelikle tekrarlayan radikal debridmanları esas alır. VAC uygulaması biraz da çaresizlikten türetilmiş ancak etkinliği gösterilmiş ve son yıllarda popüleritesi artmış bir yöntemdir.

Psödoartroz

Psödoartroz (PA) kavramı deformite cerrahisinde eskiden olduğu kadar popüler değildir. Her üç kolonu da stabilize eden rijit implantların üretilmesi, eskinin güncel tartışma konusu olan bu olguyu önemsiz hale getirmektedir. İmplant kullanılmadan yapılan füzyon operasyonlarında PA'un % 22.7 varan oranlarda gözlendiğini görüyoruz ⁽¹¹⁾. Lykissas ve arkadaşları 2013 yılında yaptığı meta-analiz sonuçlarına göre "Harrington Rodu" kullanılarak yapılan operasyonlarda % 3, "Cotrel-Dubosset Sistemi" ile yapılan operasyonlarda ise % 2 oranında PA geliştiğini ifade etmişlerdir. Aynı çalışmada pedikül vidası kullanılarak yapılan operasyonlarda PA'un gözlenmediği belirtilir ⁽²⁸⁾.

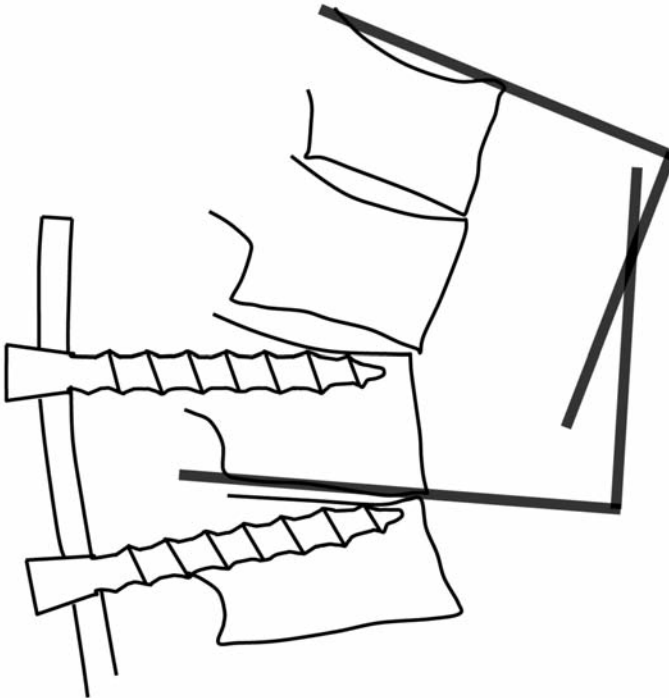
Deformite cerrahisi sonrası gelişen PA'nın tanısını koymak zordur. Kaynamayan bölgeyi saptamak için ince kesit tomografik incelemeler gerekir. Çoğu zaman bu da yeterli olmaz ve kesin tanı için cerrahi ekplorasyon önerilir. PA'un tanısını koymadaki güçlük yanında bu olgunun kliniğe yansımaları da karmaşıktır. Olgular asemptomatik olabilirler ve bu durumda da cerrahi bir revizyon gerekmez.

Pedikül vidası uygulaması ile yapılan rijit fiksasyonlarda PA gelişmeyecektir diye bir genelleme yapmak zordur. Bu nedenle rod kırılması ile gelen hastalarda olası bir PA ihtimali hep akılda tutulmalıdır.

Proksimal bileşke yetmezliği (PJF)

PJF içine, proksimal bileşke kifozunu (PJK) da alan daha geniş bir tanımlamadır. PJK tanımı ilk kez 1999 yılında Lee ve arkadaşları tarafından tanımlanmıştır⁽²³⁾. Üst enstrümante vertebra (UIV) ve bir üstü arasında ölçülen kifoz açısının 5° ve üzerinde olmasını tanımlayan radyolojik bir bulgudur. Bu tanıma uyan hastaların çoğu asemptomatiktir. Daha sonra bu tanımlama klinik bulgularla daha iyi korele olması amacıyla birkaç kez değiştirildi.

Hala kabul edilmiş standart bir "cut point"i olmasa da UIV ve UIV+2 arasındaki açının 15° ve üzerinde olması PJK olarak kabul edilir⁽²¹⁾ (Şekil-1).



Şekil-1. Üst enstrümante vertebra ve iki seviye üzeri vertebra arasındaki açının 15° ve üzerinde olması PJK olarak anılır⁽²¹⁾.

Yeni kriterlerle dahi konulan PJK tanısının, klinik bulgularla doğrudan korelasyonunun olmaması zaman içinde PJF tanımını doğurmuştur. PJK ile birlikte proksimal bölgedeki ossöz ve ligamentöz yapının yetmezliğine bağlı instabilite varlığında PJF'den bahsedilir. 30° ve üzeri PJK'nin varlığı gibi, PJF için risk faktörleri olabilecek değişkenler tanımlanmış ve sınıflamalar yapılmıştır. PJF daha çok erişkin deformite cerrahisinin (düşük kemik kalitesi ile birlikte) bir komplikasyonu olarak kabul edilse de pediatrik deformite cerrahisi bu risk faktörlerinden önemli bir kısmını içinde barındırmaktadır. Tamamen pedikül vidalarının kullanıldığı rijit spinal enstrümantasyon, L5 ya da sakruma inen uzun fiksasyon, sagittal balansın sağlanamaması, uygun olmayan enstrümantasyon seviyesi seçimi, 90° ve üzeri koronal, 50° ve üzeri sagittal plan düzeltmeleri konumuzla ilgili risk faktörleridir. Bu nedenle deformite cerrahisi sonrası geç dönemde PJK gelişebilir, ama çoğu asemptomatiktir. Semptomatik olan ve yetmezlik tanısı konan hastalarda %47 oranında revizyon ihtimalinin olduğu bilinmelidir⁽²⁰⁾.

Günümüzde PJF den kaçınabilmek için önerilen bazı cerrahi manipülasyonlar vardır. Bunlardaki temel amaç enstrümantasyonun proksimal bitiş bölgesindeki yük dağılımını minimize etmeyi amaçlar. Proksimal roda uygun eğim verilmesi, proksimal ligamentlerin ve fasetlerin korunması, pedikül vidası gibi rijit fiksasyonların bitiş noktasında kullanılmaması ve bunlar yerine çengel, ligaman veya serkilaj gibi alternatiflerin denenmesi, enstrümantasyonun uygun seviyelerde yapılması önerileri, hep bu amaç doğrultusunda. Güncel yaklaşım olarak PJK'nin, uzun segment enstrümantasyon uygulanan deformite olgularında bir miktar gelişebileceği kabul edilmektedir. Temelde üzerine odaklanan konu ise bunlardan hangilerinin revizyon cerrahisine ihtiyaç duyduğudur. Bu nedenle yetmezlik kavramı iyi irdelenmelidir. Hart ve arkadaşları bu konuda fonksiyonel bir sınıflama yapmışlardır.

Nörolojik defisit, lokal ağrı, lokal kifoz açısı, kırık varlığı, posterior ligamentöz kompleks devamlılığı ve enstrümantasyon problemleri gibi değişkenlere puan vererek bir ciddiyet skorlaması elde etmeye çalışan bu sınıflama 7 ve üzeri puan alan olgularda revizyon cerrahisini önermektedir⁽²⁰⁾.

Krank mili (Crankshaft) fenomeni

Bu fenomen üç kolonu da stabilize eden pedikül vidalarının pratik uygulamaya girmesiyle önlenebilir bir komplikasyon gibi görünse de özellikle son yıllarda artan büyüme koruyucu yaklaşımların yaygın olarak kullanılmaya başlanmasıyla immatür omurgalar için risk faktörü olmaya devam etmektedir. Özellikle “Y kıkırdağı” kapanmamış immatür hastalar için bu fenomenin risk oluşturduğu bilinmelidir.

Eğriliğin ilerlemesi (Adding-on)

Bu kavram, AIS hastalarında distal enstrümantasyon bölgesinde gelişen, enstrümantasyon altındaki lomber omurgalarda deviasyon ile karakterize ilerleyici korreksiyon kaybı olarak tanımlanır⁽⁵⁷⁾. Düzeltilmiş eğriliğin içine, daha fazla omurganın dahil olmasıyla eski eğriliğin devam ettiğini şeklinde de açıklayan yazarlar vardır (Şekil-2).



Şekil-2. Ameliyat sonrası 1. yılında ‘adding-on’ gelişmiş bir hasta. Hastanın herhangi bir şikayeti olmadığı için olgu takip edilmiştir. Post operatif 4. yılındadır.

Güncel tedavi prensipleri sonrası gelişen bu korreksiyon kaybı 2005 yılından itibaren sorgulanmaya başlamıştır⁽⁵²⁾. Literatürde kabaca oranı % 2-13^(26,37,56) olarak belirtilmiştir. Özellikle Lenke Tip IA eğriliği olan ve selektif torakal füzyon uygulanmış hastalar bu fenomen için risk altındadırlar.

Lenke sınıflamasının prensiplerine göre Tip IA eğrilikler selektif füzyon ile tedavi edilmelidirler. Ancak bu önerinin daha az komplike gibi görünen bu tip eğriliklerde işleyemeyebileceğini görüyoruz. "Adding-on" için temelde suçlanan iki faktör vardır, iskelet immatüritesi ve distal enstrümantasyon seviyesinin (LIV) yanlış seçimi. İskelet immatüritesi çok değiştirilebilir bir faktör değildir. Operasyonun geciktirilebilmesi mümkünse zaten bu yapılmalıdır. Özellikle "Y kırırdağı" kapanmamış⁽⁵⁰⁾ ve Risser 0⁽⁷⁾ olan hastalar için bu tarz bir riskten bahsedilir.

LIV seçimi üzerine tartışmalar skolyoz cerrahisinin modern tarihi kadar eskidir. Bu konudaki temel kavramlar Harrington ve Cotrel-Dubosset implantları ile birlikte ve yine bu cerrahlarının tanımlamalarıyla omurga cerrahisi literatüre girmiştir. Temel prensip olarak önerilen her zaman distal enstrümantasyonun stabil vertebrada (SV) durmasıdır. Stabil vertebra seçimi de klasik olarak "Harrington'un Stabil Zonu"na göre hesaplanır.

Aslında distal progresyonun irdelendiği güncel çalışmalarda LIV secimi ile ilgili olarak temelde önerilen yine bu zona uymak gerektiğidir. Wang ve arkadaşları "adding on" gelişen hastaların grafilerini değerlendirdikleri çalışmalarında LIV ve LIV+1 in orta sakral vertikal hatla (CSVL) olan ilişkilerini sorguladılar. Sonuç olarak enstrümantasyonun CSVL den 10 mm ve daha fazla lateralize olmuş omurgaya kadar inmesi gerektiğini önerdiler. Yine aynı yazarlar opere olmuş hastanın "adding on" riskini hesaplamada LIV-CSVL mesafesinin 10 mm den fazla olmasını risk faktörü olarak belirtirler^(56,57).

Tip IA eğrilikleri alt gruplarına ayıran bazı çalışmalar vardır. Bu çalışmalar L4 tiltine göre Tip IA'yı sağ ve sol tilt olarak ikiye ayırırlar^(7,32,45). Sol tilti olan hastalar konvansiyonel yöntemlerle tedavi edilebilir. Cho ve arkadaşları bu tip eğriliklerde LIV seçiminde end vertebra+1'in yeterli bir önlem olacağını ifade ederler⁽⁷⁾. Aynı yazarlar sağ tilti olan hastalar için "adding on" gelişme riskinin iki kat fazla olduğu ve LIV'in daha distalde seçilmesi gerektiğini belirtirler. Bu olgularda LIV stabil zonda olmalıdır.

NON-İDİYOPATİK SKOLYOZ CERRAHİSİ KOMPLİKASYONLARI

Nöromusküler ya da konjenital skolyozların cerrahi müdahalesi her anlamda daha yüksek oranda komplikasyon riskine sahiptir. Konjenital skolyozlar osteotomi gibi düzeltme potansiyeli daha yüksek cerrahi işlemlere sıklıkla ihtiyaç duyarlar. Özellikle nörolojik komplikasyon oranı bu nedenle bu tür ameliyatlarda yüksektir. 2011 SRS raporuna göre osteotomi yapılan hastalarda nörolojik komplikasyon oranı % 2 iken daha önce belirtildiği üzere bu oran AIS hastalarında % 0.8 oranındadır ⁽⁴²⁾. Reamers ve arkadaşlarının yaptığı bu çalışmanın sonuçları Tablo-1 de sunulmuştur. Karşılaştırma yapıldığında konjenital skolyoz olgularında hemen hemen her türlü komplikasyon oranının daha yüksek olduğunu görmekteyiz. Mortalite oranı % 0.3 oranındadır ve en sık ölüm nedeni solunum yetmezliğidir (Tablo-1).

Tablo-1. 19360 skolyoz vakasının cerrahi komplikasyon oranları ⁽⁴²⁾

	Total 19360	İdiopatik 11227	Kongenital 2012	Nöromusküler 4637	Diğer 1464
Total komplikasyonlar	1971 (%10.2)	710 (%6.3)	213 (%10.6)	835 (%17.9)	213 (%14.5)
Nörolojik defisit	199 (%1)	86 (%0.8)	41 (%2)	49 (%1.1)	23 (%1.6)
Ölüm	26 (%0.1)	2 (%50.02)	6 (%0.3)	16 (%0.3)	2 (%0.1)
Yüzeysel yara enfeksiyonu	184 (%1)	61 (%0.5)	27 (%1.3)	79 (%1.7)	17 (%1.2)
Derin yara enfeksiyonu	321 (%1.7)	95 (%0.8)	18 (%0.9)	177 (%3.8)	31 (%2.1)
Durotomi	76 (%0.4)	22 (%0.2)	8 (%0.4)	42 (%0.9)	4 (%0.3)
Pulmoner emboli	7 (%0.04)	5 (%0.04)	0	2 (%0.04)	0
Epidural Hematom	3 (%0.02)	1 (<%0.01)	0	1 (%0.02)	1 (%0.01)
Görme kaybı	1 (<%0.01)	0	0	1 (%0.02)	0
Periferik sinir/ pleksus yaralanması	89 (%0.5)	53 (%0.5)	17 (%0.8)	15 (%0.3)	4 (%0.3)
Diğer	424 (%2.2)	153 (%1.4)	35 (%1.7)	192 (%4.1)	44 (%3)

Nöromusküler skolyoz (NMS) cerrahisinin komplikasyon oranı daha da korkutucudur. Sharma ve arkadaşlarının yaptığı meta-analizde 15218 NMS hastasının sonuçları değerlendirilmiştir. Bu çalışmaya göre % 22.71 ile pulmoner sorunlar en sık karşılaşılan komplikasyondur. Bunu % 12.51 ile implant komplikasyonları ve % 10.1 ile enfeksiyon takip eder.

Yazarlar özellikle 13 yaş ve altı hastaların cerrahisinin komplikasyonlara daha yakın olduğunu ifade etmektedirler⁽⁴⁸⁾. Tabii ki NMS hastalarının komplikasyonları etiolojileri ile de ilgilidir. Örneğin miyelomeningosel hastalarında pulmoner komplikasyon oranı daha düşüktür. Reamers'in serisinde ise NMS cerrahi tedavisinde total komplikasyon oranı % 17.9 dur. Bu seride de pulmoner komplikasyonlar diğer etiyojilere göre fazladır ancak en sık gözlenen komplikasyon enfeksiyondur (% 3.8).

NMS hastalarının, özellikle myopatilerin önlem alınması gereken bazı özel komplikasyonları vardır. Malign hipertermi, hiperpotasemi ve lateks alerjisi bu hastaların hayatlarına mal olabilecek komplikasyonlardır⁽¹⁶⁾. Bu nedenle ilgili dâhili birimlerle ortak çalışılması, anestezi esnasında bu sorunlar gelişirse, en erken dönemde saptanması ve müdahale edilmesi gerekir.

KAYNAKLAR

- 1- Akgül T, Dikici F, Ekinci M, Buget M, Polat G, Sar C. The efficacy of cell saver method in the surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2014; 48(3): 303-306.
- 2- Aleissa S, Parsons D, Grant J, Harder J, Howard J. Deep wound infection following pediatric scoliosis surgery: incidence and analysis of risk factors *Can J Surg* 2011; 54(4): 263-269.
- 3- Alpert HW, Farley FA, Caird MS, Hensinger RN, Li Y, Vanderhave KL. Outcomes following removal of instrumentation after posterior spinal fusion. *J Pediatr Orthop* 2014; 34: 613-617.
- 4- Bowen RE, Gardner S, Scaduto AA, Eagan M, Beckstead J. Efficacy of intraoperative cell salvage systems in pediatric idiopathic scoliosis patients undergoing posterior spinal fusion with segmental spinal instrumentation. *Spine* 2010; 35(2): 246-251.
- 5- Carey PA, Schoenfeld AJ, Cordill RD, Tompkins BJ, Caskey PM. A comparison of cell salvage strategies in posterior spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis. *J Spinal Disord Tech* 2015; 28(1): 1-4.
- 6- Carreon LY, Puno RM, Lenke LG, Richards BS, Sucato DJ, Emans JB, Erickson MA. Non-neurologic complications following surgery for adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 2007; 89-A(11): 2427-2432.

- 7- Cho RH, Yaszay B, Bartley CE, Bastrom TP, Newton PO. Which Lenke 1A curves are at the greatest risk for adding-on and why? *Spine* 2012; 37(16): 1384-1390.
- 8- Clark CE, Shufflebarger HL. Late-developing infection in instrumented idiopathic scoliosis. *Spine* 1999; 24: 1909-1912.
- 9- Coe JD, Arlet V, Donaldson W, Berven S, Hanson DS, Mudiyan R, Perra JH, Shaffrey CI. Complications in spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis in the new millennium. A report of the Scoliosis Research Society Morbidity and Mortality Committee. *Spine* 2006; 31(3): 345-349.
- 10- Cook S, Asher M, Lai SM, Shobe J. Reoperation after primary posterior instrumentation and fusion for idiopathic scoliosis. Toward defining late operative site pain of unknown cause. *Spine* 2000; 25: 463-468.
- 11- De Mendonça RG, Sawyer JR, Kelly DM. Complications After Surgical Treatment of Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Orthop Clin North Am* 2016; 47(2): 395-403.
- 12- Deckey JE, Court C, Bradford DS. Loss of sagittal plane correction after removal of spinal implants. *Spine* 2000; 25: 2453-2460.
- 13- Elwatidy S, Jamjoom Z, Elgamel E, Zakaria A, Turkistani A, El-Dawlatly A. Efficacy and safety of prophylactic large dose of tranexamic acid in spine surgery: a prospective, randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Spine* 2008; 33(24): 2577-2580.
- 14- Ersen O, Ekinci S, Bilgic S, Kose O, Oguz E, Sehirlioglu A. Posterior spinal fusion in adolescent idiopathic scoliosis with or without intraoperative cell salvage system: a retrospective comparison. *Musculoskelet Surg* 2012; 96(2): 107-110.
- 15- Faraoni D, Goobie SM. The efficacy of antifibrinolytic drugs in children undergoing noncardiac surgery: a systematic review of the literature. *Anesth Analg* 2014; 118(3): 628-636.
- 16- Gamble JG, Rinsky LA, Lee JH. Orthopaedic aspects of central core disease. *J Bone Joint Surg* 1988; 70-A(7): 1061-1066.
- 17- Gans I, Dormans JP, Spiegel DA, Flynn JM, Sankar WN, Campbell RM, Baldwin KD. Adjunctive vancomycin powder in pediatric spine surgery is safe. *Spine* 2013; 38(19): 1703-1707.
- 18- Glotzbecker MP, Riedel MD, Vitale MG, Matsumoto H, Roye DP, Erickson M, Flynn JM, Saiman L. What's the evidence? Systematic literature review of risk factors and preventive strategies for surgical site infection following pediatric spine surgery. *J Pediatr Orthop* 2013; 33(5): 479-487.
- 19- Gupta A, Muzumdar D, Ramani PS. Meralgia paraesthetica following lumbar spine surgery: a study in 110 consecutive surgically treated cases. *Neurol India* 2004; 52(1): 64-66.

- 20- Hart R, McCarthy I, O'Brien M, Bess S, Line B, Adjei OB, Burton D, Gupta M, Ames C, Deviren V, Kebaish K, Shaffrey C, Wood K, Hostin R; International Spine Study Group. Identification of decision criteria for revision surgery among patients with proximal junctional failure after surgical treatment of spinal deformity. *Spine* 2013; 38(19): E1223-1227.
- 21- Hostin R, McCarthy I, O'Brien M, Bess S, Line B, Boachie-Adjei O, Burton D, Gupta M, Ames C, Deviren V, Kebaish K, Shaffrey C, Wood K, Hart R; International Spine Study Group. Incidence, mode, and location of acute proximal junctional failures after surgical treatment of adult spinal deformity. *Spine* 2013; 38(12): 1008-1015.
- 22- Labler L, Keel M, Trentz O, Heinzelmann M. Wound conditioning by vacuum assisted closure (V.A.C.) in postoperative infections after dorsal spine surgery. *Eur Spine J* 2006; 15: 1388-1396.
- 23- Lee GA, Betz RR, Clements DH 3rd, Huss GK. Proximal kyphosis after posterior spinal fusion in patients with idiopathic scoliosis. *Spine* 1999; 24(8): 795-799.
- 24- Lee LA, Newman NJ, Wagner TA, Dettori JR, Dettori NJ. Postoperative ischemic optic neuropathy. *Spine* 2010; 35(9 Suppl): S105-116.
- 25- Lee LA, Roth S, Posner KL, Cheney FW, Caplan RA, Newman NJ, Domino KB. The American Society of Anesthesiologists postoperative visual loss registry: analysis of 93 spine surgery cases with postoperative visual loss. *Anesthesiology* 2006; 105(4): 652-659.
- 26- Lehman RA Jr, Lenke LG, Keeler KA, Kim YJ, Buchowski JM, Cheh G, Kuhns CA, Bridwell KH. Operative treatment of adolescent idiopathic scoliosis with posterior pedicle screw-only constructs: minimum three-year follow-up of one hundred fourteen cases. *Spine* 2008; 33(14): 1598-1604.
- 27- Lukaniec T, Menartowicz P, Koltowski K. The infections in 667 patients with spinal deformities operated on with CDI. *Eur Spine J* 2001; 10 (Suppl.-1): 52.
- 28- Lykissas MG, Jain VV, Nathan ST, Pawar V, Eismann EA, Sturm PF, Crawford AH. Mid- to long-term outcomes in adolescent idiopathic scoliosis after instrumented posterior spinal fusion: a meta-analysis. *Spine* 2013; 38(2): E113-119.
- 29- MacEwen GD, Bunnell WP, Sriram K. Acute neurological complications in the treatment of scoliosis. A report of the Scoliosis Research Society. *J Bone Joint Surg* 1975; 57-A: 404-408.
- 30- Mehbod AA, Ogilvie JW, Pinto MR, Schwender JD, Transfeldt EE, Wood KB, Le Huec JC, Dressel T. Postoperative deep wound infections in adults after spinal fusion: management with vacuum-assisted wound closure. *J Spinal Disord Tech* 2005; 18: 14-17.

- 31- Mirovsky Y, Neuwirth M. Injuries to the lateral femoral cutaneous nerve during spine surgery. *Spine* 2000; 25(10): 1266-1269.
- 32- Miyanji F, Pawelek JB, Van Valin SE, Upasani VV, Newton PO. Is the lumbar modifier useful in surgical decision making? defining two distinct Lenke 1A curve patterns. *Spine* 2008; 33(23): 2545-2551.
- 33- Muschik M, Lück W, Schlenzka D. Implant removal for late-developing infection after instrumented posterior spinal fusion for scoliosis: reinstrumentation reduces loss of correction. A retrospective analysis of 45 cases. *Eur Spine J* 2004; 13(7): 645-651.
- 34- Myung KS, Glassman DM, Tolo VT, Skaggs DL. Simple steps to minimize spine infections in adolescent idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop* 2014; 34(1): 29-33.
- 35- Neilipovitz DT, Murto K, Hall L, Barrowman NJ, Splinter WM. A randomized trial of tranexamic acid to reduce blood transfusion for scoliosis surgery. *Anesth Analg* 2001; 93(1): 82-87.
- 36- Pahys JM, Guille JT, D'Andrea LP, Samdani AF, Beck J, Betz RR. Neurologic injury in the surgical treatment of idiopathic scoliosis: guidelines for assessment and management. *J Am Acad Orthop Surg* 2009; 17(7): 426-434.
- 37- Parisini P, Di Silvestre M, Lolli F, Bakaloudis G. Selective thoracic surgery in the Lenke type 1A: King III and King IV type curves. *Eur Spine J* 2009; 18(Suppl .-1): 82-88.
- 38- Patil CG, Santarelli J, Lad SP, Ho C, Tian W, Boakye M. Inpatient complications, mortality, and discharge disposition after surgical correction of idiopathic scoliosis: a national perspective. *Spine J* 2008; 8(6): 904-910.
- 39- Ploumis A, Mehbod AA, Dressel TD, Dykes DC, Transfeldt EE, Lonstein JE. Therapy of spinal wound infections using vacuum-assisted wound closure: risk factors leading to resistance to treatment. *J Spinal Disord Tech* 2008; 21: 320-323.
- 40- Polderman KH. Hypothermia and coagulation *Crit Care* 2012; 16(Suppl 2): A20.
- 41- Potter BK, Kirk KL, Shah SA, Kuklo TR. Loss of coronal correction following instrumentation removal in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2006; 3: 67-72.
- 42- Reames DL, Smith JS, Fu KM, Polly DW Jr, Ames CP, Berven SH, Perra JH, Glassman SD, McCarthy RE, Knapp RD Jr, Heary R, Shaffrey CI, Scoliosis Research Society Morbidity and Mortality Committee. Complications in the surgical treatment of 19,360 cases of pediatric scoliosis: a review of the Scoliosis Research Society Morbidity and Mortality database. *Spine* 2011; 36(18): 1484-1491.
- 43- Richards BS, Emara KM. Delayed infections after posterior TSRH spinal instrumentation for idiopathic scoliosis: revisited. *Spine* 2001; 26: 1990-1996.

- 44- Rihn JA, Lee JY, Ward WT. Infection after the surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis: evaluation of the diagnosis, treatment, and impact on clinical outcomes. *Spine* 2008; 33(3): 289-294.
- 45- Sarlak AY, Atmaca H, Kim WJ, Musaoğlu R, Tosun B. Radiographic features of the Lenke 1A curves to help to determine the optimum distal fusion level selection. *Spine* 2011; 36(19): 1592-1599.
- 46- Schwartz DM, Auerbach JD, Dormans JP, Flynn J, Drummond DS, Bowe JA, Laufer S, Shah SA, Bowen JR, Pizzutillo PD, Jones KJ, Drummond DS. Neurophysiological detection of impending spinal cord injury during scoliosis surgery. *J Bone Joint Surg* 2007; 89-A(11): 2440-2449.
- 47- Sethna NF, Zurakowski D, Brustowicz RM, Bacsik J, Sullivan LJ, Shapiro F. Tranexamic acid reduces intraoperative blood loss in pediatric patients undergoing scoliosis surgery. *Anesthesiology* 2005; 102(4): 727-732.
- 48- Sharma S, Wu C, Andersen T, Wang Y, Hansen ES, Bünger CE. Prevalence of complications in neuromuscular scoliosis surgery: a literature meta-analysis from the past 15 years. *Eur Spine J* 2013; 22(6): 1230-1249.
- 49- Soultanis K, Mantelos G, Pagiatakis A, Soucacos PN. Late infection in patients with scoliosis treated with spinal instrumentation. *Clin Orthop Relat Res* 2003; 411: 116-123.
- 50- Sponseller PD, Betz R, Newton PO, Lenke LG, Lowe T, Crawford A, Sucato D, Lonner B, Marks M, Bastrom T, Harms Study Group. Differences in curve behavior after fusion in adolescent idiopathic scoliosis patients with open triradiate cartilages. *Spine* 2009; 34(8): 827-831.
- 51- Stevens WR, Glazer PA, Kelley SD, Lietman TM, Bradford DS. Ophthalmic complications after spinal surgery. *Spine* 1997; 22(12): 1319-1324.
- 52- Suk SI, Lee SM, Chung ER, Kim JH, Kim SS. Selective thoracic fusion with segmental pedicle screw fixation in the treatment of thoracic idiopathic scoliosis: more than 5-year follow-up. *Spine* 2005; 30(14): 1602-1609.
- 53- Sweet FA, Roh M, Sliva C. Intrawound application of vancomycin for prophylaxis in instrumented thoracolumbar fusions: efficacy, drug levels, and patient outcomes. *Spine* 2011; 36(24): 2084-2088.
- 54- Thuet ED, Winscher JC, Padberg AM, Bridwell KH, Lenke LG, Dobbs MB, Schootman M, Luhmann SJ. Validity and reliability of intraoperative monitoring in pediatric spinal deformity surgery: a 23-year experience of 3436 surgical cases. *Spine* 2010; 35(20): 1880-1886.
- 55- Van Rhee MA, de Klerk LW, Verhaar JA. Vacuum-assisted wound closure of deep infections after instrumented spinal fusion in six children with neuromuscular scoliosis. *Spine J* 2007; 7: 596-600.

- 56- Wang Y, Bünger CE, Zhang Y, Wu C, Li H, Hansen ES. Distal adding-on in Lenke 1A scoliosis: how to more effectively determine the onset of distal adding-on. *Spine* 2013; 38(6): 490-495.
- 57- Wang Y, Hansen ES, Høy K, Wu C, Bünger CE. Distal adding-on phenomenon in Lenke 1A scoliosis: risk factor identification and treatment strategy comparison. *Spine* 2011; 36(14): 1113-1122.
- 58- Yang SH, Wu CC, Chen PQ. Postoperative meralgia paresthetica after posterior spine surgery: incidence, risk factors, and clinical outcomes. *Spine* 2005; 30(18): E547-550.

21. Revizyon Cerrahisi ve Komplikasyonları

Sedat DALBAYRAK, Onur YAMAN

GİRİŞ

Adölesan idiopatik skolyoz (AIS) cerrahisinde temel amaç, eğriliği mümkün olduğu kadar düzeltmeye çalışırken dengeli, stabil ve solid bir omurga dizilimi sağlamaktır. Ancak AIS cerrahisi sonrası % 3.9 - 22 arası oranlarda revizyon gerektiği bildirilmiştir ^(8,9,55).

AIS revizyon cerrahisi gereken durumlar genelde ⁽⁸⁾

1. Enfeksiyon
2. Psödoartroz ve buna bağlı implant yetmezliği
3. Sagittal ve koronal imbalans
4. Komşu segment hastalığı
5. Rib deformitesi

Revizyon cerrahisi öncesi hastanın iyi değerlendirilmesi gereklidir. Geçirilen cerrahi ya da cerrahilerin özeti dikkatlice öğrenilmeli, hastanın şikâyetinin ne olduğu iyice anlaşılmalıdır. Dikkatli fizik muayene ve radyolojik değerlendirme, hastanın tanısının konulmasında faydalı olacaktır. Doğru tanıya yönelik yapılacak cerrahi ortaya çıkacak komplikasyon oranını azaltacaktır.

Hastanın Değerlendirilmesi

Hastanın başvuru öncesindeki hikayesinin ayrıntılı öğrenilmesi ve dikkatli fizik muayenesinin yapılması revizyon cerrahisi öncesi mutlaka gerekir. Hastanın başvuru sırasındaki asıl şikâyetinin aksiyel ağrı mı, radikülopati mi olduğu cerrahini seyrini değiştirecektir. Kuvvetsizlik, ilerleyen deformite veya bahsedilen semptomların bir arada görülme olasılığı vardır. Bu amaçla hastanın nörolojik muayenesi; motor, duyuşsal ve refleks muayenesi yapılmalıdır.

Radyolojik inceleme

AIS revizyon cerrahisi planlanan hastaların tamamında cerrahi öncesi pelvis ve omuzları da içeren ayakta arka-ön ve yan skolyoz grafisi mutlaka çekilmelidir. Bu grafilerle koronal ve sagittal denge değerlendirilirken, komşu segment hastalığı ve psödoartroz olup olmadığı hakkında da bilgi edinilebilir. Alt ekstremitayı da içeren tam boy skolyoz grafilerinin, ekstremita eşitsizliğini ortaya çıkarması avantajı vardır, diz ve kalça kompenzasyon mekanizmalarını da göstermektedir.

ENFEKSİYON

AIS nedeni ile opere edilen hastalarda anterior yolla yapılan cerrahiler sonrası enfeksiyon görülme olasılığı % 1.35 iken bu oranın anterior girişimlerde % 0.17 olduğu bildirilmiştir. Kombine cerrahiler sonrası ise bu oran % 1.37 olarak bildirilmiştir ⁽¹⁶⁾.

Çeşitli yayınlarda AIS cerrahisi sonrası enfeksiyon gelişme sıklığı, %1.4 ile %6.9 arası oranlarda bildirilmektedir^(5,6,7). AIS sonrası gelişen enfeksiyonlar genelde geç dönemde ortaya çıkmaktadır. Cerrahiden ortalama 2 yıl sonra görülür. Çoğu kaynakta ise geç enfeksiyon; cerrahiden bir yıl sonra ortaya çıkan enfeksiyon olarak tanımlanmaktadır⁽³⁰⁾. Enfeksiyon etkenin genelde *Staphylococcus aureus*, *S. epidermidis*, *S. lugdunensis* ve *Propionibacterium acnes* *Propionibacterium acnes* (P. acnes) olduğu belirtilmiştir. Ve genellikle deri kaynaklıdır⁽²⁸⁾. Rihn ve arkadaşları posterior cerrahi yaptıkları hastaların % 3’de enfeksiyon gördüklerini belirtirken anterior girişim yaptıkları hastalarda enfeksiyon görmediklerini bildirmiştir⁽⁶⁷⁾.

AIS Cerrahisi Sonrası Gelişen Enfeksiyon Nasıl Tedavi Edilmeli?

AIS sonrası görülen enfeksiyonlar, genelde geç dönemde ortaya çıkar. Enfeksiyon tanısı konulan hastada cerrahi olarak irigasyon ve debridman yapıldıktan sonra enstrümanların çıkarılması gerekir.

Ardından hastalara 2-3 gün iv. antibiyotik tedavisinden sonra bunu takip eden 10 günde oral antibiyotik kullanımını öneren yazılar mevcuttur⁽¹⁵⁾. Başka bir makalede ise 2-5 günlük bir IV antibiyotik tedavisini takip eden 7-14 günlük oral antibiyotik kullanımının enfeksiyonu kontrol altına aldığı bildirilmiştir⁽¹⁸⁾.

Debridman ve irigasyon yapılan hastalarda cildin hemen kapatılması ya da başka bir seansta kapatılması ile ilgili yapılan çalışmalar olsa da önerilen genelde ilk seanstan sonra cildin kapatılmasıdır⁽¹⁵⁾. Kas altına yerleştirilen hemovak drenle birlikte 48 saat takip etmektir.

Enstrümanın çıkarılması sırasında psödoartroz olduğu görülen hastalarda cerrahi sonrası eğrilik artmaktadır. Enfeksiyon nedeni ile çıkarılan enstrümantasyonlar sonrası eğrilikte bazı yayınlarda 10°-26°’ye varan artış görülmektedir⁽³⁰⁾. Muschik ve arkadaşları enfeksiyon nedeni ile enstrüman çıkardıkları hastaların bir grubunu yeniden enstrümante ederek enstrümante etmedikleri hasta grubu ile karşılaştırdıklarında, eğrilik derecesi arasında fark olduğu ancak hastanın yaşam kalitesi arasında fark olmadığını bildirmiştir⁽⁶²⁾.

Enfeksiyon Riskini Azaltmak İçin Ne Yapmak Gerekir?

AIS cerrahisi sonrası etken olarak *Staphylococcus aureus*, *S. epidermidis*, *S. lugdunensis* ve *Propionibacterium acnes* bildirilmiştir ⁽²⁸⁾. Beta laktam antibiyotikler özellikle sefalosporinle ve penisilinler bu mikroorganizmalara karşı etkilidir. Sefalosporinler gram+ ve gram-mikroorganizmalara etkilidir. Yapılan çalışmalarda kullanılacak antibiyotik ve süresi konusunda çeşitli tartışmalar yapılmaktadır. Ancak son yayınlarda (2016) cerrahi öncesi kanda ve dokularda antibiyotik dozunun yeterli düzeye gelmesi için cerrahiden yarım saat önce 20-30 mg/kg sefazol vermek ve 4. saatte tekrar eden 2. dozu vermenin yeterli olduğu söylenmektedir ⁽¹²⁾. Uzun süre antibiyotik vermenin antibiyotik direnci geliştirdiği, kısa süre antibiyotik kullanımının direnç geliştirmedeği gösterilmiştir ^(40,41).

PSÖDOARTROZ

AIS cerrahisinde temel amaç sagittal ve koronal dengenin mümkün olduğunca düzeltilmesini sağlarken enstrümante edilen segmentte füzyonu sağlamaktır. Füzyona katılan seviyede radyolojik olarak trabekülasyonun görülmemesi ya da o segmentte hareketin olması psödoartroz olarak tanımlanır ⁽⁵⁰⁾. AIS cerrahisi sonrası % 17 oranında psödoartroz görülmektedir. İmplant özelliklerinin değişmesi ile bu oran % 0-4.1'e düşmüştür ⁽⁵⁵⁾.

Psödoartroz nedeni ile implant yetmezliği gelişebilir. Buna bağlı olarak sagittal ya da koronal dengesizlik gelişebilir. Psödoartroz en sık torakolomber bileşkede görülmektedir. İleri yaş, 12 seviyeden fazla füzyon ve torakolomber bileşkede 20 dereceden fazla kifoza psödoartroz oranını arttırmaktadır ⁽⁴³⁾.

L5 veya sakrum düzeyinde sonlanan uzun segment enstrümantasyonda distal uç enstrüman yetmezliği gelişme olasılığı artmaktadır. Bunun nedeni S1 pedikülü ve L5 pedikülünün vida yerleştirilmesi için kısa olmasıdır. Enstrümantasyon L5 ya da sakrumda sonlandırılacaksa pedikül vidalarının bikortikal yerleştirilmesine dikkat edilmelidir. Ayrıca S1'e inilecekse anteriordan L5-S1 mesafesine ön

kolonu destekleyecek füzyon yapmakta fayda vardır. Lumbosakral bileşkeyi daha da güçlendirmenin yöntemlerinden biri de S2 vidası ya da iliak vida yerleştirmektir ⁽⁹⁰⁾.

AIS cerrahisinde kullanılması gereken greft materyali ile ilgili olarak tartışmalar devam etmektedir. Altın standart olarak otojen iliak kıyı grefti kullanılmaktadır. Ancak iliak greftin alınması ve sonrasında morbiditeleri mevcuttur. Allogreft kullanımının füzyonda yararı olduğu kadar, immunojen özellikte olması ve kontaminasyon nedeni ile çekinceler mevcuttur ^(21,90). Bu çekinceler sentetik kemik materyallerinin kullanımını gündeme getirmiştir ⁽⁷⁾. Hastanın lokal kemiği ile karıştırılan bu materyallerin, osteoindüktif ve osteogenik özellikleri ortaya çıkmaktadır ⁽⁷⁾. Theologis ve arkadaşları, AIS cerrahisinde kullandıkları otojen iliak kanat, allogreft ve kemik materyalleri karşılaştırdıklarında, aralarında füzyon yönünden fark bulunmadığını tespit etmişlerdir ⁽⁸¹⁾. Silikatlı kalsiyum fosfat greftlerinin enflamasyona neden olmadan füzyon cerrahisinde kullanılabileceğini bildiren yayınlar mevcuttur ⁽³¹⁾.

SAGİTTAL DENGESİZLİK

Omurga ve pelvisin sagittal düzlemde uyum içinde olması hastanın cerrahi sonrası daha az enerji harcayarak dik durmasını sağlar. Cerrahi sonrası C7'den çekilen dik çizginin mümkün olduğunca sakrum arka üst kenarına yakın geçmesine dikkat etmek gerekir. Omurganın pelvis üzerinde dengeli şekilde durabilmesi için kabaca lomber lordozun (LL), pelvik insidanstan (PI) 10 derece daha fazla olması gerekir. ($LL^\circ = PI^\circ \pm 10^\circ$) ve torakal kifozun (TK) da kabaca lomber lordoza eşit olması gerekir. AIS cerrahisi planlaması yapılırken lomber lordozun pelvik insidansa göre ayarlanması ileride çıkabilecek düz bel ve dolayısıyla fonksiyon kayıplarının önüne geçer ^(36,71).

Vidal ve arkadaşları, yayınladıkları makalelerinde Lenke Tip hipokifotik olan hastaların yaklaşık yarısında cerrahi sonrası posterior sagittal dengesizlik olduğunu bildirmiştir ⁽⁸⁵⁾. Hastalar sagittal dengelerini sağlamak amacıyla lomber lordozlarını azaltarak gövdeyi öne kaydırmaya çalışmaktadır. Ve azalan LL, PI ile uyumsuz hale

gelmektedir⁽⁸⁵⁾. Düşük PI sahip hastalar pelvik anteversiyon yaparak pelvik tiltlerini artırmaya ve bu şekilde lomber lordozu adapte etmeye çalışırlar. Ancak yüksek PI sahip hastalarda ise adapte olmuş LL yoktur. (Teorik olarak PI' dan 10 derece daha az olmalı) Düşük PT sahip hastalar posterior dengesizliklerini lomber bölgeyi kullanarak sağlamaya çalışır⁽⁸⁵⁾.

Lenke Tip I eğriliklerin takibinde ortaya çıkabilecek adding-on fenomenini engellemek için füzyonun stabil vertebraya özellikle L2 ya da L3'e uzatılması gerektiğini savunan yazılar vardır.⁽²⁴⁾ Lomber vertebraların füzyona katıldığı hastalarda lomber lordoz verilirken PI dikkate alınmalıdır.⁽⁸⁵⁾ Özellikle hipokifotik omurgası olan hastalarda cerrahi sonrası normal sınırlarda torakal kifoz (Yaklaşık olarak LL yakın) vermek oldukça zordur⁽⁷⁷⁾. Düşük PI sahip hastalar nötral dengeyi sağlamak için PT artıramazlar. Dengeyi sağlamak için de lomber vertebralarını kullanmaya çalışırlar. Düşük PI hastalarda negatif sagittal dengesizlik gelişme olasılığı vardır⁽⁷⁰⁾.

Cerrahi öncesi hastanın sagittal dengesine bakarak hastanın ne kadar düzeltilmeye ihtiyacı olduğu belirlenmelidir. Sagittal dengenin sağlanabilmesi için uygun olan osteotomiye karar vermek önemlidir. Sagittal imbalansı 5 cm den az olan hastalarda yapılacak iki ya da üç posterior elemanların osteotomisi (Smith-Peterson osteotomisi veya Ponte osteotomisi) ile denge sağlanabilir. Kabaca her SPO ile 10 derecelik düzeltme sağlanabilir. Ancak daha fazla sagittal dengesizliği olan hastalarda (>10 cm) pedikül çıkarma osteotomisi (PÇO) y ada vertebral kolon çıkarma osteotomisi (VKÇO) yapılarak daha fazla sagittal düzeltme sağlanabilir. Pedikül çıkarma osteotomisi ile 30 derecelik düzeltme sağlanabilirken, VKÇO ile 45 derecelik düzeltme sağlanabilir. Özellikle PÇO çıkarılması sırasında % 40 ile % 64.3 oranında komplikasyon görülebilir⁽⁹¹⁾. Özellikle rijit ve sert açılı eğriliklerin düzeltilmesi sırasında nörolojik komplikasyon görülme sıklığı artabilir^(42,91). Göğüs kafesi, kalp ve büyük damarların yakın komşuluğu nedeni ile bu organlara ait komplikasyonlar da göz önünde bulundurulmalıdır⁽⁹¹⁾. Solunum sistemine ait pulmoner emboli, solunum disfonksiyonu ve pnömoni gibi komplikasyonlar görülürken kardiyak

sisteme ait akut sol kalp yetmezliği, malign aritmi, ciddi hipotansiyon hatta kardiyak arrest görülebilir ⁽⁹¹⁾.

Osteotomi yapılacak seviyeye karar vermek de sagittal dizilimin sağlanmasında etkilidir. Distale yapılan osteotomiler sagittal dizilim düzeltilmesinde daha etkilidir. Ayrıca kauda distalinde yapılan osteotomilerin komplikasyon oranları daha düşüktür. Revize edilen hastalarda özellikle laminektomi yapılan seviyelere yapılacak olan osteotomilerde yapışıklıklar nedeni ile komplikasyon oranı artmaktadır ⁽⁷⁷⁾.

Genel olarak osteotomi yapılan seviyenin üç üst ve üç alt seviyesine çıkmak ileride çıkabilecek psödoartroz ve implant yetmezliklerinin önüne geçecektir. Üst ve alt enstrümante edilecek vertebra torakolomber geçiş bölgesine ya da apekse denk geliyorsa bu bölgeleri de füzyona katmak gerekir.

KOMŞU SEGMENT HASTALIĞI

Proksimal Bileşke Kifoza (PBK):

Proksimal bileşke kifoza (PBK) üst enstrümante vertebranın (ÜEV) proksimalinde 10 dereceden fazla kifozun görülmesi olarak tanımlanır. Bazı yayınlarda bu oranın % 17-39 olduğu bildirilmiştir ⁽⁴²⁾. Genellikle bölgesel ağrı, hastanın görünüşünden memnun olmaması gibi sorunlar yaratır ve revizyon gerektirir.

Torakoplasti, cerrahi öncesi hiperkifotik torakal dizilim, enstrümanın alt ucunun L2 altına uzatılması bileşke kifozunu arttıran risk faktörleridir ^(32,51). Kim ve arkadaşları kancalarla pedikül vidalarını karşılaştırdığında daha rijid olan pedikül vidası kullanılan hastalarda daha sık oranda PBK görüldüğünü bildirmiştir ⁽⁴²⁾. Özellikle sadece pedikül vidalarının kullanıldığı sistemlerde özellikle T5-12 kifozu cerrahi sonrasında oldukça azalmaktadır. Cerrahi öncesi normal torakal kifozu sahip hastalarda AIS cerrahisi sonrası kifoz azalmakta ve hipokifotik olan hatalarda ise torakal kifoz artmaktadır. Çift eğriliklerde torakal eğriliklere göre daha fazla PBK görülme sıklığı vardır.

PBK Neden olan Risk Faktörleri ⁽³⁸⁾

1. Torakal kifozun 5-10 dereceden fazla düzeltilmesi
2. Cerrahi öncesi torakal kifozun 40 dereceden fazla olması
3. ÜEV üstündeki vertebrada 5 dereceden fazla kifoz olması

PBK Gelişim Nasıl Engellenir ?

1. Proksimal bileşke kifozunu önleme yöntemlerinden biri bileşkede posterior spinal ve ligamantöz yapının cerrahi sırasında korunmasıdır ⁽⁴²⁾. Hollenbeck ve arkadaşları, ÜEV ile bu vertebranın üstündeki vertebra arasındaki spinöz çıkıntı ve ligamantöz yapıyı korumaya çalıştıklarını bildirmiştir ⁽³³⁾.

2. Cerrahi sonrası normal sınırlar içinde tutulan torakal kifoz PBK'yi azaltmaktadır ⁽⁶⁹⁾.

3. Kullanılacak sistemin en üstüne pedikül vidası yerine kanca kullanmak PBK azaltmaktadır ⁽³³⁾.

Distal Bileşke Kifozu (DBK):

Distal bileşke kifozu (DBK) ağrıya, imbalansa ve hastanın görünüş olarak mutsuz olmasına neden olmaktadır. Ayrıca komşu segment üzerindeki yükleri arttırarak komşu segment hastalığına neden olmaktadır ⁽³²⁾. Segmental enstrümantasyon tekniklerinin kullanılması ile beraber görülme sıklığı artmıştır. Lowe ve arkadaşları AIS nedeni ile opere ettikleri hastalarda % 14.6'da DBK geliştiğini bildirmiştir. Lowe cerrahi öncesi DBK olan hastalarda bu segmenti de füzyonun içine kattıklarını bildirmiştir ⁽⁵⁴⁾. Cerrahi sonrası normal sagittal dengenin sağlanması için torakal bölgede (T5-12) ve torakolomber bölgede (T10-L2) normal sınırlarda bir dizilim sağlamak gerekir. DBK neden olan faktörlerden biri AEV (Alt enstrümanente vertebra) doğru belirlenmemesidir. Ameri ve arkadaşları füzyon cerrahisi sonrası DBK engellemek için lordotik ilk vertebranın füzyona dâhil edilmesini önermektedir ⁽¹⁾.

Distal Adding-on (Eklenme) Fenomeni

AIS cerrahisindeki temel amaçlardan biri mümkün olduğunca çok hareketli segmenti korumaktır. Lenke Tip ve Tip II gibi eğriliklerde STF yapılan hastalarda esnek lomber omurga eğriliği kompanse edebilmektedir. Ancak bazen alt enstrümante vertebranın (AEV) distalinde eğrilik artar, füzyonun altındaki vertebra eğilebilir yada diskte açılanma olabilir ⁽⁵⁷⁾. Cerrahiden sonraki 2 yılın sonunda AEV distalinde Cobb açısında 5 dereceden fazla artması veya AEV distalindeki diskin 5 dereceden fazla açılanması adding-on fenomeni olarak tanımlanır ⁽⁵⁹⁾. Diskin angulasyonuna bağlı olarak komşu diskte dejenerasyon ortaya çıkar. Lomber eğriliğin bozulması da ilerleyen dönemde global dengeyi bozabilir. Adding-on fenomeni STF yapılan hastaların yaklaşık %2-51'de görülür. Ancak yaklaşık %6'da revizyon ihtiyacı ortaya çıkar ^(57,89).

Adding-On Fenomeni Tanısı için:

- 1) AEV bir yılsonundaki takiplerinde MSDÇ'den 5mm den fazla translasyonu
- 2) AEV vertebra altında 5 dereceden fazla açılanma
- 3) AEV altındaki Cobb açısında 5 dereceden fazla artış.

Adding-on fenomeni gelişimindeki risk faktörleri:

- AEV yanlış seçimi en önemli etkidir. Wang cerrahi öncesi AEV+1 vertebra ile MSDÇ arasında 10mm'den fazla olan hasta grubunda daha sık adding-on görüldüğünü bildirmiştir ⁽⁸⁹⁾.
- Lomber bölgede füzyona katılmayan lomber vertebra sayısını fazla olması.
- Matsumoto ve arkadaşlarına göre, cerrahi sonrası rezidü kalan torakal apikal vertebra translasyonu ile AEV'nin, son değen -last touching- vertebra (SDV) proksimalinde olması adding-on gelişme olasılığını arttırmaktadır ⁽⁵⁷⁾.
- Torakal eğriliğin çok fazla düzeltilmesi ve lomber eğriliğin bunu kompanse edememesi sonucu ⁽⁹⁴⁾.

- Düşük Risser işareti. Hastanın immatür olması.
- Cerrahi sonrası AEV ile MSDÇ arasındaki mesafenin 10 mm'den fazla olması^(13,57,84).

Önlemek için:

- AEV (Alt enstrümante vertebra) iyi seçilmeli.
- AEV'nin son değen vertebra (SDV) olması gerekir⁽⁵⁷⁾.
- AEV olarak MSDÇ 10mm'den fazla uzaklaşan sakruma en yakın vertebra seçilmelidir⁽⁸⁹⁾.
- Torakal apikal vertebranın translasyonun mümkün olduğu kadar az bırakılması gerekir.
- 45 dereceden az lomber eğrilikler ve yana eğilme filmlerinde % 50'den fazla düzelen eğrilikler füzyona katılmamalıdır⁽⁴⁹⁾. Lakhall ve arkadaşları, yayınladıkları çalışmada ön-arka ve yan grafilerde disklerin ROM'unu ölçmüşlerdir. AEV olarak hareketli ilk diskin üstündeki vertebranın seçilmesi gerektiğini bildirmiştir⁽⁴⁹⁾.

KORONAL DENGE BOZUKLUğU

AIS cerrahisinde temel amaç koronal ve sagittal dengeyi sağlayarak deformitenin ilerlemesini engellemektir. Deformiteyi düzeltirken ideal olan mümkün olan en az seviyede segmenti füzyona katarak hareketli segment sayısını korumaktır.

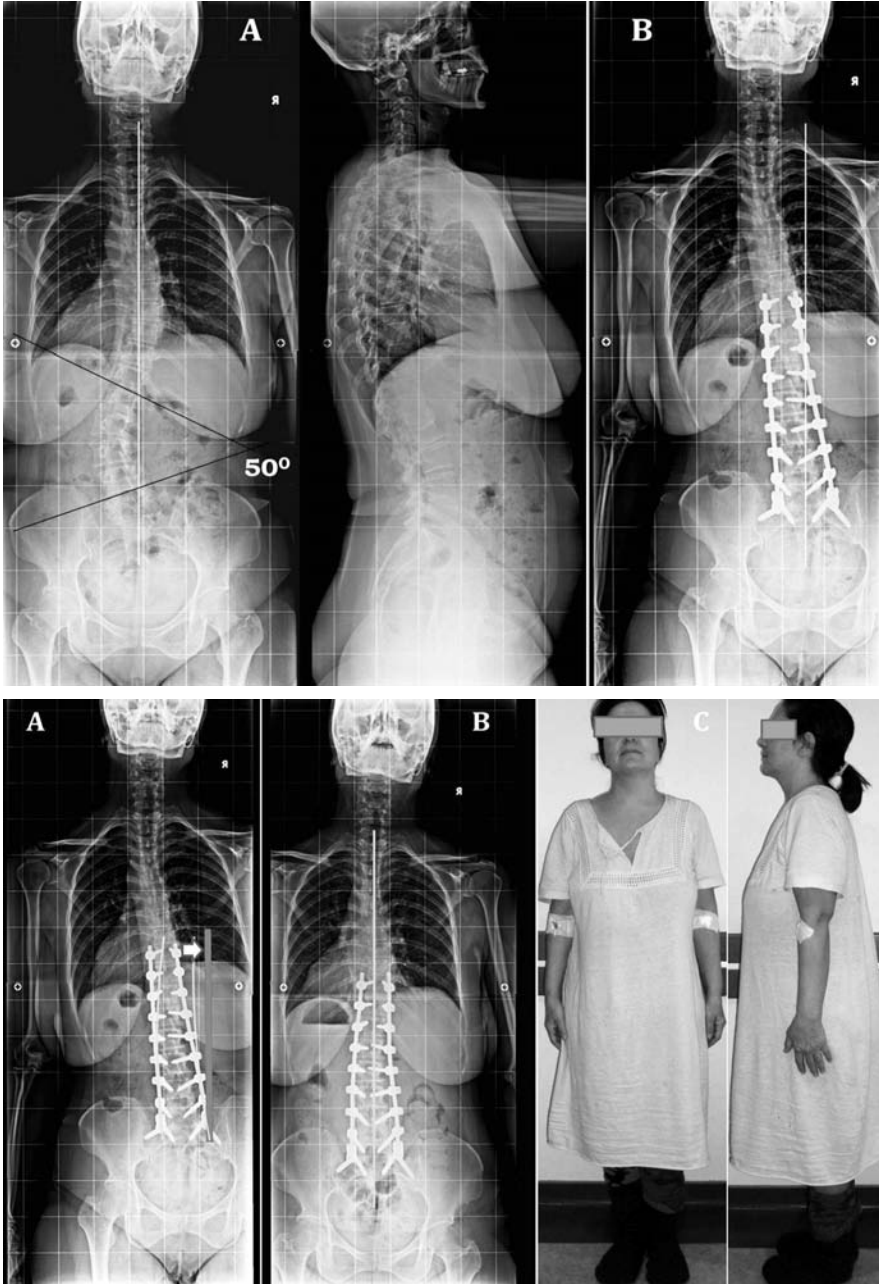
Selektif füzyon için 1C, 2C ve 5C eğrilikleri seçilebilirken 3C ve 6C için radyolojik olarak bazı özelliklerin olması gerekir. Lenke ve arkadaşları selektif torakal füzyon için apikal vertebra translasyonu (AVT) ve apikal vertebra rotasyonunu (AVR) belirtmiştir. MT:TL/L Cobb açısı, AVT-MT:AVT-TL/L ve AVR-MT:AVR-TL/L >1.2 olan hastalarda STF (selektif torakal füzyon) yapılabilir⁽⁵³⁾.

Hareketli segment korumaya çalışırken ortaya çıkabilecek temel komplikasyonlar cerrahi sonrası koronal dekompanasyon (C7 ile santral sakral dik çizgi arasında 2 cm'den fazla fark olması) bileşke kifoza ve adding-on fenomenidir^(10,25).

Selektif torasik füzyonda (STF) sıklıkla tartışılan bir diğer başlık, eğriliğin düzeltilme miktarıdır. STF sonrası lomber eğriliklerde sıklıkla kendiliğinden düzelme görülse de düzelme derecesi tahmin edilememektedir. Torakal eğriliğin fazla düzeltilmesi lomber eğrilikte artışa neden olmaktadır ^(17,39). Savunulan bir diğer önemli görüş ise, füzyone edilmeyen dekompanze lomber eğriliğin ana torakal eğriliğin aşırı düzeltilmesini kompanse edemediği ve sonuç olarak koronal planda dekompenzasyon geliştiğidir ⁽¹⁷⁾.

Gövde Kayması: AIS cerrahisinde temel amaçlardan biri hastanın omurgasının pelvis üzerinde dengeli bir şekilde dizilimini sağlamaktır. Cerrahi sonrası C7-SSDÇ arasındaki mesafe ve C7 ile santral nokal vertikal çizgi (CNVL) arasındaki mesafe 2 cm'den fazla ise *koronal imbalans* mevcuttur ^(44,65). Cerrahi sonrası iatrojenik olarak koronal dengenin bozulması veya mevcut dengesizliğin düzeltilememesi, özellikle toraks ya da gövdenin pelvis üzerinde dengeli bir şekilde tutulamaması kozmetik ve fonksiyonel kayıplara neden olmaktadır ^(22,53,83).

Gövde kayması; torakal apikal vertebranın santral sakral dik çizgiye (SSDÇ) göre bir taraftan diğerine doğru kayması ve ikinci yılın sonunda 5mm'den fazla kayması olarak tanımlanır. Özellikle Lenke Tip IC eğriliklerde eğriliğin düzeltilmesi sonrası gövde kayması ortaya çıkmaktadır ^(22,53,83). Lenke Tip IA hastalarında da cerrahi sonrası gövde kayması görülebilir. Lenke Tip IA'da cerrahi sonrası görülen gövde kayması sağa olurken, Lenke Tip IC'de kayma sola doğru olmaktadır. Sharma ve arkadaşları, opere ettikleri Lenke tip IC hastalarının % 58'de gövde kayması olduğunu bildirmiştir ⁽⁷⁴⁾. Cerrahi sonrası gövde kayması gördükleri hastaların, cerrahi öncesi daha yüksek oranda torakal apikal vertebra (torakal AV) ve santral sakral dik çizgi (SSDÇ) translasyonu olduğunu (AV-SSDÇ) bildirmiştir. Cerrahi öncesi daha yüksek oranda torakal apikal vertebra (AV) ve T1 vertebra (T1) translasyonu olan hastalarda da, cerrahi sonrası gövde kayması ortaya çıkma olasılığı da artmaktadır (Şekil-1) ⁽⁷⁴⁾.



Şekil-1. 47 yaşında bayan. Gençlik döneminde skolyoz olduğu söylenmiş, ancak takibi yok. 3 yıldır artan bel ağrısı (VAS 7), yürümede ve ayakta kalmada zorluk tanınıyor. Ana lomber eğriliği olan adölesan idiopatik skolyozun progresyonu **a)** T10-S2 stabilizasyon ve deformite korreksiyonu sonrası koronal dengesizlik, **b)** 2 ay takip edildi, ancak hasta yeni halinden son derece mutsuz oldu. İyatrojenik koronal dengesizliğin sistem uzatılmadan ve osteotomi yapılmaksızın düzeltilmesi. **c)** S1 ve S2 vidalarına koronal denge içinde sıkıştırılan rodlar, "cantilever bending" teknik ile kaudalden kraniyale doğru bağlandı, **d)** Postoperatif grafisi ve **e)** postoperatif 1.gün hastanın görünümü.

Cerrahi sonrası gövde kaymasını belirleyen muhtemel faktörler ^(74,83,88):

1. Cerrahi öncesi yüksek AV-SSDÇ
2. Cerrahi öncesi yüksek yüksek AV-T1
3. Ana torakal: torakolomber /lomber (MT: TL /L) oranının düşük olması
4. Torakal eğrilik çok fazla düzeltilmesi
5. Eğriliğin esnekliği
6. Alt enstrümante vertebranın yanlış seçilmesi (Kısa füzyon)
7. Alt enstrümante vertebranın pozisyonu

Ancak Wang ve arkadaşlarının da yazılarında belirttiği gibi fazla düzeltme oranının ne olduğu literatürde tam olarak bildirilmemiştir ^(87,88). Moore ve arkadaşları, yayınladıkları makalede torakal eğrilin fazla düzeltilmesi ile cerrahi sonrası görülen gövde kayması arasında anlamlı fark olmadığını bildirmiştir ⁽⁶⁰⁾. Trobisch de aynı şekilde torakal eğriliğin fazla düzeltilmesi ile gövde kayması arasında ilişki olmadığını bildirmiştir ⁽⁸³⁾.

Wang ve arkadaşları, cerrahi sonrası görülen gövde kaymasını etkileyen en önemli faktörlerden birinin alt enstrümante edilen vertebra olduğunu ve füzyonun alt seviyesinin kısa tutulmasının gövde kaymasını arttırdığını bildirmiştir ^(87,88). McCance ve arkadaşları da lomber eğriliğin 45 dereceden fazla olduğu ve lomber esnekliğin az olduğu hastalarda, cerrahi sonrası gövde kayması riskinin arttığını rapor etmişlerdir ⁽⁵⁹⁾.

Wang ve arkadaşları Lenke Tip IC nedeni ile opere ettikleri hastalarda gövde kaymasını en fazla arttıran risk faktörleri olara ⁽⁸⁷⁾:

1. Alt enstrümante vertebranın yanlış seçilmesi
2. Düşük MT: TL /L olarak bildirmiştir.

Ortaya çıkan gövde kayması hastanın yaşam kalitesini bozmaktadır ⁽⁸⁷⁾. Eğriliğin düzeltilmesi oranı ile hastanın cerrahi sonrası memnuniyeti ile doğru orantı olduğunu bildiren yayınlar mevcuttur ⁽²⁹⁾. Ancak son yayınlar cerrahi sonrası *“eğriliğin düzelme oranından çok hastanın koronal dengesinin sağlanmasının, fonksiyonel ve kozmetik olarak daha iyi sonuçlara neden olduğunu”* göstermiştir ^(20,74). Cerrahi sonrası elde edilen torakal apikal vertebra (torakal AV) ve santral sakral dik çizgi (SSDÇ) arasındaki mesafe (Torakal AV-SSDÇ) ve apikal vertebra ile T1 arasında mesafe (AV-T1) gövde

kaymasının belirleyen parametrelerdir. Bu iki parametre hastanın yaşam kalitesini iyileştirmekte ve kozmetik olarak daha iyi görünmesini sağlamaktadır. Ayrıca cerrahi sonrası posterior trunkal shift indeksi (POTSI) de hastanın fonksiyonel olarak iyilik halini belirleyen başka bir parametredir ⁽²⁾.

Yapılan çalışmalarda, cerrahi sonrası omurganın postural refleks mekanizması ile spinal dengeyi sağlamaya çalıştığı gösterilmiştir ^(2,87,88). Hastaların takipleri sonrası doğal omurga yeniden dizilimi (natural spinal remodeling) olarak tanımlanabilecek yöntemle, cerrahi sonrası radyolojik olarak kötü görünen hastaların kozmetik olarak sorunu olmayabilir ^(26,74). Yapılan çalışmalarda her hastanın kendine özgü bir duruşu olduğu ve cerrahi sonrası her hastaya özgü olan postür düzeltme mekanizması ile cerrahi sonrası düzeltilmiş deformitesine uyum sağlamaya çalıştığı bildirilmiştir ⁽⁷⁴⁾.

Cerrahi sonrası gövde kaymasının engellenmesi:

Alt enstrümante vertebranın iyi seçilmesi gerekir. Cerrahi öncesi alt son vertebra (LEV) ile alt enstrümante vertebra (LIV) aynı vertebra ise yani alt sonvertebraya kadar inilirse 2 yıl içinde gövde kayması olasılığı azalmaktadır ⁽⁸⁸⁾. Yine Wang ve arkadaşları, alt enstrümante vertebra olarak stabil vertebranın ya da üstündeki vertebranın alt enstrümante vertebra olarak seçilmesinin cerrahi sonrası gövde kaymasını azaltacağını bildirmiştir ⁽⁸⁷⁻⁸⁸⁾. Ayrıca aynı çalışmada cerrahi öncesi MT: TL/L oranının 1.2'den fazla olduğu hastalarda da cerrahi sonrası gövde kayması oranının azaldığı bildirilmiştir ^(87,88).

Pratik olarak Wang ve arkadaşları göre, cerrahi sırasında torakal apikal vertebranın MSDÇ'nin soluna geçmesini engellemek, cerrahi sonrası gövde kayması olasılığını azaltacaktır ^(87,88).

OMUZ DENGESİZLİĞİ

AIS cerrahisi sonrası karşılaşılan sorunlardan biri de omuz dengesizliğidir. Ana torakal eğriliğin fazla düzeltilmesi sonrası omuz dengesizliği görülebilir. Omuz dengesizliği görülme sıklığı % 23-32 arasında değişir ^(11,34,58).

Omuz dengesi klinik olarak: ⁽⁴⁶⁾

- Grade 0: <1 cm omuz yüksekliği farkı
- Grade 1: 1-2 cm omuz yüksekliği farkı
- Grade 2: 2-3 cm omuz yüksekliği farkı
- Grade 3: >3cm omuz yüksekliği farkı

Boyun tilti derecelendirmesi ise: ⁽⁴⁸⁾

- Grade 0: Boyun tilti yok
- Grade 1: Hasta boynunu düzeltebilir. Trapezius yükseklik farkı yoktur.
- Grade 2: Boyun tilti düzeltilemez. Trapezius yükseklik farkı <1 cm
- Grade 3: Boyun tilti düzeltilemez. Trapezius yükseklik farkı >1 cm (Medial omuz dengesizliği)

Medial-Lateral Omuz Dengesizliği:

Ono ve arkadaşlarının tarif ettiği medial omuz dengesizliği tanımı mevcuttur ⁽⁶³⁾. Klasik olarak tarif edilen lateral omuz dengesizliğinden farklı bir kavramdır ⁽⁶⁶⁾. Boyun tilti ile beraber görülen omuz dengesizliği, “*medial omuz dengesizliği*” olarak tanımlanırken sadece klinik olarak omuz dengesizliği görülen hasta grubunda “*lateral omuz dengesizliği*”nden bahsedilmektedir ⁽⁴⁷⁾. Ono medial omuz dengesizliğinin T1 tilti ve servikal aks ölçümü ile ilişkisi olduğunu bildirirken, lateral omuz dengesinin radyografik omuz yüksekliği, klavikula açısı ve korokoid yükseklik farkı ile ilişkili olduğunu bildirmiştir ^(47,63).

Temel olarak cerrahi sonrası gelişen omuz dengesizliğinin proksimal ve ana torakal eğriliğin esneklikleri arasında farktan kaynaklandığı düşünülmektedir. PT (proksimal torakal) eğriliğin esnekliği, ana torakal eğriliğin (MT) esnekliğinden daha azdır. Dolayısıyla MT'nin fazla düzeltilmesi ile beraber PT bu düzeltmeyi kompanse edememektedir ⁽¹¹⁾. Özellikle Lenke Tip II eğriliklerde ana torakal eğriliğin fazla düzeltilmesi, proksimal torakal eğrilik tarafından kompanse edilememekte ve cerrahi sonrası omuz dengesizliğine neden olmaktadır.

Cerrahi sonrası Omuz Dengesizliğinin Engellenmesi:

Yayınlanan çalışmalarda üst enstrümante vertebranın düzgün seçilmesinin omuz dengesizliğini önleyeceği bildirilmiştir ^(23,36,80).

- Lenke omuz dengesizliğinden korunma yöntemi olarak proksimal torakal eğriliğin yapısal olup olmamasının önemini bildirmiştir ⁽⁵²⁾.
- Rose ve arkadaşları ise, cerrahi öncesi sol omuzun yüksekliği olduğu hastalarda T2'nin üst enstrümante vertebra (ÜEV) olması gerektiğini, omuzun dengede olduğu hastalarda ÜEV'nin T2 ya da T3, sağ omuzun yukarıda olduğu hastalarda ise ÜEV'nin T3 olması gerektiğini bildirmiştir ⁽⁶⁸⁾.
- Ilharreborde ve arkadaşları, cerrahi öncesi T1 tilti ve omuz dengesizliğinin aynı yönde olup olmadığına dikkat edilmesi gerektiğini bildirmiştir ⁽³⁶⁾.
- Ono ve arkadaşları, üst enstrümante vertebranın (ÜEV) hareket rezervenin kompensasyon açısından önemli olduğunu bildirmiştir ^(47,48,63). Cerrahi sonrası ÜEV tilti hareket rezervi aralığı içinde ise boyun tilti görülme olasılığı azalmaktadır. Ayrıca ÜEV olması gereken optimal bir tilt açısı vardır. Ono ve arkadaşları bu değeri cerrahi öncesi servikal yana eğilme değerlerinden hesaplanabileceğini bildirmiştir ⁽⁶³⁾. ÜEV olacağı düşünülen vertebranın pediküllerini birleştiren çizgiye dik çizilen çizgi ile ÜEV sentroidi-C7 vertebrasının sentroidi arasında kalan açı servikal yana eğilme açısını vermektedir. Her iki tarafa eğilme açısının toplamının yarısı optimal ÜEV tiltini verecektir.

RİB HUMP (KABURGA KAMBURU) DEFORMİTESİ

AIS nedeni ile opere edilen hastaların ameliyat olmalarındaki asıl amaç, çoğu kez dış görünüşleridir. Rip hump, AIS'de görülen ve hastaların dış görünüşlerini bozan temel sorunlardan biridir. Cerrahi sonrası rezidü olarak tespit edilen rib hump deformitesinin, Cobb açısının düzeltilmesinden çok "*apikal vertebra rotasyonu ve apikal vertebra translasyonu ile ilişkili*" olduğu tespit edilmiştir ⁽⁶¹⁾. Dolayısıyla Cobb açısının düzeltilmesinden çok apikal vertebra rotasyonu ve translasyonunu düzeltilmesi gerekmektedir ⁽⁶¹⁾.

Rib hump deformitesinin düzeltilmesinde torakoplastinin gerekip gerekmediği ile ilgili yapılan çalışmalarda torakoplasti yapılan hastalarda, sadece omurga derotasyonu yapılan hastalara göre daha az rib hump deformitesi kaldığı bildirilmiştir⁽⁵⁶⁾. Cerrahi öncesi hastanın öne eğilmesinde rib hump yüksekliği ve açısı ölçülerek hastaya kot rezeksiyon yapıp yapılmayacağına karar vermek gerekir. Rib hump yüksekliği hastanın öne eğik pozisyonda hem konkav hem de konveks taraftaki yüksekliklerin ölçümü ile elde edilir. En çıkıntılı yerden yapılan Bunnel skolyometre ölçümü ile de açı belirlenir⁽⁷⁹⁾.

Ne zaman kot çıkarmak gerekir?

- Açının 10 dereceden fazla, yüksekliğin 3 cm'den fazla olması belirleyicidir⁽⁷⁹⁾.

Kotu ne kadar çıkarmak gerekir?

- Rib hump deformitesinin düzeltilmesi için kullanılan yöntemlerden biri konvansiyonel olarak kotun kostovertebral bileşkeden itibaren laterale doğru çıkarılmasıdır. Ancak incelenen yayınlarda, kotun çıkarılma oranı ile rib hump düzeltilmesi oranındaki ilişki belirtilmemiştir. Kot başının çıkarılmasının plevra yırtığı, hemotoraks, pnömotoraks ya da nörovasküler hasar gibi komplikasyonları mevcuttur⁽⁷⁶⁾.
- Yang ve arkadaşları, bu komplikasyonları azaltmak amacıyla apekten kot çıkarılmasını önermektedir⁽⁹⁵⁾.
- Chunguang ve arkadaşları, konvansiyonel torakoplastiden ziyade konveks tarafta kot başından 2 cm uzakta 1.5 cm'lik kot çıkarılmasının rib hump deformitesini akciğer kapasitesini azaltmadan düşürebileceğini bildirmiştir⁽¹⁴⁾.

Soultanis ve arkadaşları, AIS nedeni ile opere ettikleri hastalarda rijid veya hibrid sistemlerin rib hump düzeltilmesi üzerine anlamlı fark olmadığını bildirmiştir. Ortaya çıkan rib hump deformitesinin vertebra rotasyonundan çok, toraks duvarının deformitesinden kaynaklandığını bildirmiştir⁽⁷⁵⁾.

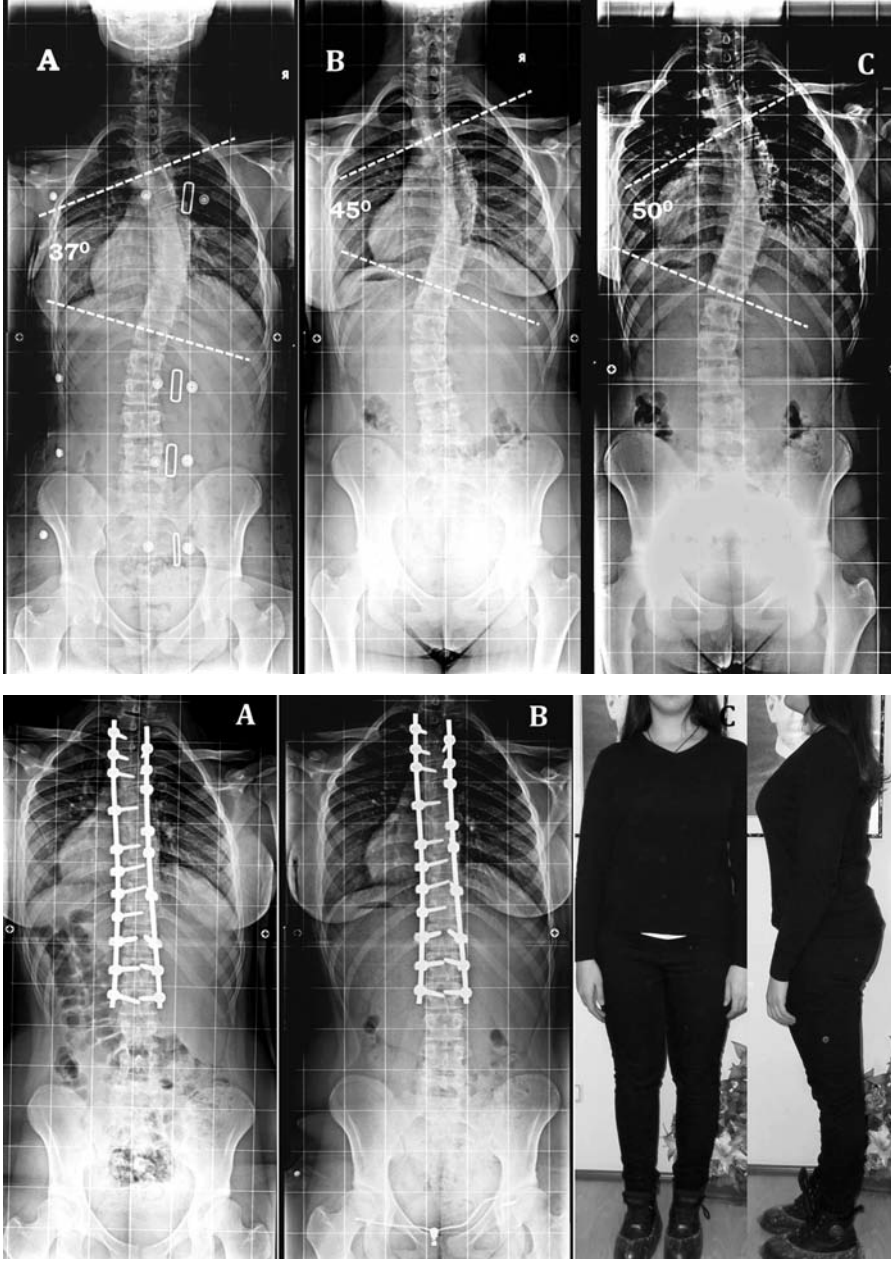
KOMPLİKASYONLAR

AIS revizyon cerrahisinde görülen komplikasyonlar; cerrahi işlem sırasında görülen komplikasyonlar ve cerrahi sonrası görülen komplikasyonlar olarak iki alt grupta incelenebilir.

- Cerrahi sırasında görülebilecek komplikasyonlar kanama, dura hasarı, vasküler ve nörolojik hasar olarak sıralanabilir. Tekrarlayan cerrahiler komplikasyon oranlarını arttırmaktadır.
- Cerrahi sonrası görülebilecek komplikasyonlar ise yara yeri enfeksiyonu ve enstrümantasyon ve takibinde çıkan sorunlar kısaca; psödoartroz, komşu segment hastalığı, omuz dengesizliği, gövde kayması, adding-on fenomeni şeklinde sıralanabilir ⁽⁵⁾.

AIS'de füzyon sonrası gelişen komplikasyonlar; anterior girişimler, posterior girişimler ve kombine cerrahisi sonrası görülen komplikasyonlar şeklinde kapsamlı olarak 2006'da SRS yayınlanmıştır ⁽⁵⁵⁾. Anterior girişim ya da posterior girişimle yapılan cerrahiler sonrası görülen komplikasyon oranları % 5 civarında iken, kombine (anterior, posterior birlikte) yapılan girişimler sonrası komplikasyon oranları % 10 civarına yükselmektedir ⁽¹⁶⁾.

Anterior girişimle yapılan cerrahiler sonrası görülen komplikasyonlar akciğer sorunları ile ilgili iken posterior yolla yapılan cerrahiler sonrası en sık görülen komplikasyon yara yeri enfeksiyonudur. Anterior-posterior yolla yapılan cerrahiler sonrası en sık görülen komplikasyon akciğere bağlı sorunlardır (Şekil-2) ⁽¹⁶⁾.



Şekil-2. a) 15 yaşında bayan. Konservatif izlem ve korse kullanımına rağmen progresyon gösteren ana torakal eğrilik. b) T2-L2 stabilizasyon ve deformite korreksiyonu sonrası omuz dengesizliği ve revizyon. Postoperatif ayağa kalkınca fark edilen ve grafi ile gösterilen belirgin omuz dengesizliği. Geç dönem sonucu beklenmeden, erken dönemde insizyonun sadece üst kısmı eksplore edilerek kompresyon ve distraksiyon uygulanması sonrası postoperatif grafisi (B) ve postoperatif 1.ayda hastanın görünümü.

Nörolojik Komplikasyonlar

Yapılan çalışmalarda AIS sonrası görülen nörolojik komplikasyon oranları % 0.26-0.32 oranında değişmektedir ⁽⁴⁾. Kombine cerrahiler ve revizyon cerrahileri sonrası görülen nörolojik komplikasyon oranları % 1.75 oranına yükselmektedir ⁽¹⁶⁾.

AIS cerrahisinde görülen nörolojik komplikasyonların genelde enstrümanların oluşturduğu direkt hasar yanında cerrahi sırasında uygulanan manevralar sonucu omuriliğin gerilmesi ya da basısı sonucu ortaya çıkabilir. Yapılan cerrahi girişimle birlikte, kanama sonucu gelişen hipotansiyona (< 55 mmHg) bağlı spinal kordun perfüzyonunun azalması nöral komplikasyon gelişme olasılığını arttırmaktadır ^(19,92). Cerrahi sırasında somatosensoryal uyarılmış potansiyel (SSEP) ve motor uyarılmış potansiyelin (MEP) kombine takibi AIS cerrahisinde ortaya çıkabilecek kord hasarı ve nörolojik komplikasyon oranının azaltmaktadır ^(72,86).

Cerrahi sırasında SEP ya da MEP değerlerinde % 50'den fazla amplitüd düşüşü veya latansta % 10'dan fazla uzama omurilikte sorun olduğunu göstermektedir. Cerrahi sırasında nörofizyolojik değişikliğin erken tespit edilmesi, nörolojik olarak ortaya çıkabilecek iskemi alanını azaltarak komplikasyon oranını azaltmaktadır. Özellikle hipotansiyona bağlı olarak omurilikte ortaya çıkan iskemi ilk olarak MEP'de değişikliğe neden olmaktadır ^(3,64).

Cerrahi sırasında SEP ya da MEP değişiklikleri görüldüğünde ne yapılmalı? ⁽³⁾

1. Hastanın ortalama kan basıncını 80 mmHg'nın üstüne çıkarmak gerekir.
2. Hastanın vücut ısısı 36.5 dereceden fazla olmalıdır.
3. Hastanın glikoz durumu normal olmalıdır.

Yukarıdaki önlemlerle hastanın SEP ya da MEP değerlerinde düzelme oluyorsa cerrahiye devam edilmelidir ^(3,64). Ancak değerlerde düzelme yoksa hasta uyandırılarak hareket olup olmadığı kontrol edilmelidir.

Hasta uyandırıldığında hareket varsa cerrahi çok uzatılmadan tamamlanmalıdır. Hasta uyandırıldığında hareket yoksa, hastanın deformitesi için yapılan korreksiyon bozulmalı ve tekrar uyandırılmalıdır. Hasta uyandırıldığına hareket varsa yine insitu füzyon yapılarak cerrahiye son verilir. Ancak hareket yoksa hastanın omurgasında instabilite bile olsa enstrümanlar çıkarılmalıdır.

AIS cerrahisinde ortaya çıkan omurilik hasarı için steroid kullanımı konusunda tam bir fikir birliği yoktur. Steroid kullanımı ile elde edebilecek yararlar yanında enfeksiyon riski artmaktadır. Steroid kullanımına karar verildiği ise kg başına 30 mg metilprednizolon 15 dakika içinde verilmeli ve saatte kg başına 5.4 mg infüzyon başlanmalı ve 23 saat boyunca verilmelidir ⁽⁴⁾.

Hematolojik Sorunlar

Hematolojik sorunlar anterior girişimler sonrası % 0.26 oranında görülürken, posterior yolla yapılan cerrahiler sonrası %0.14 oranında kombine cerrahiler sonrası ise % 0.25 oranında görülmektedir ⁽¹⁶⁾.

Yapılan insizyonun uzun olması yapılan geniş disseksiyon, kemiklerden kanama ve uzun cerrahi süresi kanamayı arttıran temel faktörlerdir ⁽¹²⁾. Cerrahi sırasında ortaya çıkan kanama miktarı hastaya ve yapılacak olan cerrahiye göre değişmektedir. Hastaya ait özellikler hastanın cinsiyeti, cerrahi öncesi Cobb açısı, cerrahi öncesi kifoz, parsiyel tromboplastin zamanı, fibrinojen seviyesi ve adet dönemi olarak sayılırken cerrahiye ait özellikler; füzyon seviyeleri, ostotomi sayısı ve seviyesi, cerrahi girişim yöntemi olarak sayılabilir ^(35,45,96).

Kısa zamanda fazla miktarda kan kaybı kardiyovasküler ve solunum sistemine etki edebilir. Cerrahi sırasında kardiyak monitörizasyonun iyi monitörize edilmesi ortaya çıkabilecek komplikasyonları azaltabilir. Özellikle osteotomiler sırasında kan ve kan ürünlerinin transfüzyonu, hemodinamik olarak stabiliteyi sağlarken kardiyak komplikasyonların önüne geçilebilir. Chiu ve arkadaşları cerrahi sırasında yapılan işlemleri 6 evrede değerlendirmiştir: ⁽¹²⁾

- Evre I. Açılış
- Evre II. Vida yerleştirilmesi
- Evre III. Gevşetme
- Evre IV. Düzeltme
- Evre V. Kortikotomiler ve greftlemeler
- Evre VI. Kapanış

Chiu ve arkadaşları yayınladıkları makalede, en fazla kanama miktarının vidaların yerleştirilmesi sırasında, dakika başına düşen en fazla kanamanın ise kortikotomiler ve gevşetme evrelerinde olduğunu bildirmiştir ⁽¹²⁾. Cerrahinin her evresinde kanamaya dikkat etmekle beraber özellikle vida yerleştirilmesi evresinde cerrahinin gereksiz yere uzatılmaması gerekir. Özellikle cerrahi öncesi kemik yapısı ve anatominin iyi incelenerek vida çap ve boylarının cerrahi öncesi hazırlanması bu evreyi kısaltabilir ⁽⁹⁶⁾. Gevşete ve düzeltme evreleri sırasında oluşabilecek ani kan kaybı nedeni ile anestezi ekibi uyarılmalıdır ⁽¹²⁾. Ortaya çıkan ani kan kayıpları sırasında hemostatik ajanlar kullanılabilir.

Aşırı Kanamayı Önlemek İçin Ne Yapılabilir ?

Cerrahi sırasında kanama miktarını azaltmak için cerrahi öncesi hastaya adominal basıncı azaltacak şekilde uygun pozisyonun verilmelidir. Topikal olarak kullanılacak hemostatik ajanlarla (surgicell ya da spongostan) ve mümkünse bipolar koterle kanama kontrolü yapılmalıdır. Cerrahi sırasında hipotermiyi engellemek amacıyla hasta ısıtılmalıdır. Cerrahinin başlangıcı sırasında ve enstrümanların yerleştirilmesi sırasında hipotansif gitmek kanama oranını azaltacaktır. Ancak düzeltme manevraları sırasında tansiyonun mutlaka normotansif (ortalama 70 mmHg'ın üstünde) olması gerekir ^(12,35,96).

Traneksamik asit cerrahi sırasında kanamayı azaltmaktadır ^(45,73,91). Standard olarak cilt kesisi yapılmadan 15 dakika kadar önce kg başına 100 mg olarak başlanmalı ve cilt kapanıncaya kadar saatte kg başına 10 mg infüzyon şeklinde devam edilmelidir ^(78,93).

Eğer imkân varsa hastaya ototransfüzyon uygulamak faydalı olacaktır ^(6,27). Bu şekilde allogenik kan ürünlerinin kullanılması ile ortaya çıkabilecek sensitizasyon, reaksiyon, enfeksiyon gibi komplikasyonların önüne geçilmiş olunur. Bu komplikasyonların görülme sıklığı bazı serilerde % 3-20 oranında bildirilmiştir ⁽⁸²⁾.

KAYNAKLAR

- 1- Ameri E, Behtash H, Mobini B, Ghandhari H, Vahid Tari H, Khakinahad M. The prevalence of distal junctional kyphosis following posterior instrumentation and arthrodesis for adolescent idiopathic scoliosis. *Acta Med. Iran* 2011; 49(6): 357-363.
- 2- Asher M, Lai SM, Burton D, Manna B. The influence of spine and trunk deformity on preoperative idiopathic scoliosis patients' health-related quality of life questionnaire responses. *Spine* 2004; 29(8): 861-868.
- 3- Bhagat S, Durst A, Grover H, Blake J, Lutchman L, Rai AS, Crawford R. An evaluation of multimodal spinal cord monitoring in scoliosis surgery: a single centre experience of 354 operations. *Eur Spine J* 2015 Jul; 24(7): 1399-1407.
- 4- Bracken MB, Shepard MJ, Holford TR, Leo-Summers L, Aldrich EF, Fazl M, Fehlings M, Herr DL, Hitchon PW, Marshall LF, Nockels RP, Pascale V, Perot PL Jr, Piepmeier J, Sonntag VK, Wagner F, Wilberger JE, Winn HR, Young W. Administration of methylprednisolone for 24 or 48 hours or tirilazad mesylate for 48 hours in the treatment of acute spinal cord injury: Results of the Third National Acute Spinal Cord Injury Randomized Controlled Trial. National Acute Spinal Cord Injury Study. *JAMA* 1997; 277: 1597-1604.
- 5- Bridwell K, Lenke LG, Baldus C, Blanke K. Major intraoperative neurologic deficits in pediatric and adult spinal deformity patients: incidence and etiology at one institution. *Spine* 1998; 23: 324-331.
- 6- Brookfield KF, Brown MD, Henriques SM, Buttacavoli FA, Seitz AP. Allogeneic transfusion after predonation of blood for elective spine surgery. *Clin Orthop Relat Res* 2008; 466: 1949-1953.
- 7- Buchholz RW. Nonallograft osteoconductive bone graft substitutes. *Clin Orthop Relat Res* 2002; 395: 44-52.
- 8- Campos M, Dolan L, Weinstein S. Unanticipated revision surgery in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2012; 37(12): 104853.
- 9- Carreon LY, Puno RM, Lenke LG, Richards BS, Sucato DJ, Emans JB, Erickson MA. Non-neurologic complications following surgery for adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 2007; 89-A(11): 2427-2432.

- 10- Chang DG, Kim JH, Kim SS, Lim DJ, Ha KY, Suk SI. How to improve shoulder balance in the surgical correction of double thoracic adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2014; 39: E1359– E1367.
- 11- Chang MS, Bridwell KH, Lenke LG, Cho W, Baldus C, Auerbach JD, Crawford CH 3rd, O'Shaughnessy BA. Predicting the outcome of selective thoracic fusion in false double major lumbar "C" cases with five- to twenty-four-year follow-up. *Spine* 2010; 35(24): 2128–2133.
- 12- Chiu CK, Chan YWC, Izzuddin A, Hasan S, Kwan MK. Assessment of intraoperative blood loss at different surgical stages during posterior spinal fusion surgery in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2016; 41(9): pE566-E573.
- 13- Cho RH, Yaszay B, Bartley CE, Bastrom TP, Newton PO. Which Lenke 1A curves are at the greatest risk for adding-on and why? *Spine* 2012; 37(16): 1384–1390.
- 14- Chunguang Z, Yueming s, Limin L, Qingquan K, Hao L, Quan G, Tao L, Jiancheng Z. Convex short length rib resection in thoracic adolescent idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop* 2011; 31: 757-763.
- 15- Clark CE, Shufflebarger HL. Late-developing infection in instrumented idiopathic scoliosis. *Spine* 1999; 24: 1909 –1912.
- 16- Coe JD, Arlet V, Donaldson W, Berven S, Hanson DS, Mudiyan R, Perra JH, Shaffrey CI. Complications in spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis in the new millennium. A report of the Scoliosis Research Society Morbidity and Mortality Committee. *Spine* 2006; Feb 1; 31(3): 345-349.
- 17- Demura S, Yaszay B, Bastrom TP, Carreau J, Newton PO; Harms Study Group. Is decompensation preoperatively a risk in Lenke 1C curves? *Spine* 2013; 38(11): E649–E655.
- 18- Di Silvestre M, Bakaloudis G, Lolli F, Giacomini S. Late-developing infection following posterior fusion for adolescent idiopathic scoliosis. *Eur Spine J* 2011; 20(Suppl.-1): S121-127.
- 19- Diab M, Smith AR, Kuklo TR; Spinal Deformity Study Group. Neural complications in the surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2007; 32: 2759-2763.
- 20- Dubousset J. Reflections of an orthopaedic surgeon on patient care and research into the condition of scoliosis. *J Pediatr Orthop* 2011; 31: S1–S8.
- 21- Eastlund T. Bacterial infection transmitted by human tissue allograft transplantation. *Cell Tissue Bank* 2006; 7: 147–166.
- 22- Edwards CC, Lenke LG, Peelle M, Sides B, Rinella A, Bridwell KH. Selective thoracic fusion for adolescent idiopathic scoliosis with C modifier lumbar curves: 2- to 16-year radiographic and clinical results. *Spine* 2004; 29(5): 536–546.

- 23- Elsebaie HB, Dannawi Z, Altaf F. Clinically orientated classification incorporating shoulder balance for the surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *Eur Spine J* 2016 (Baskıda).
- 24- Erdemir C, Musaoglu R, Selek O, Gok U, Sarlak AY. Distal fusion level selection in Lenke 1A curves according to axial plane analyses. *Spine J* 2015; 15: 2378–2384.
- 25- Fischer CR, Kim Y. Selective fusion for adolescent idiopathic scoliosis: a review of current operative strategy. *Eur Spine J* 2011; 20(7): 1048–1057.
- 26- Gauchard GC, Lascombes P, Kuhnast M, Perrin PP. Influence of different types of progressive idiopathic scoliosis on static and dynamic postural control. *Spine* 2001; 26: 1052-1058.
- 27- Gause PR, Siska PA, Westrick ER, Zavatsky J, Irrgang JJ, Kang JD. Efficacy of intraoperative cell saver in decreasing post-operative blood transfusions in instrumented posterior lumbar fusion patients. *Spine* 2008; 33: 571–575.
- 28- Grosman R, Vlach O, Leznar M. Infections in surgery of idiopathic scoliosis. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech* 2002; 69: 175– 178.
- 29- Haher TR, Merola A, Zipnick RI, Gorup J, Mannor D, Orchowski J. Meta-analysis of surgical outcome in adolescent idiopathic scoliosis: a 35-year English literature review of 11,000 patients. *Spine* 1995; 20(14): 1575–1584.
- 30- Hahn F, Zbinden R, Min K. Late implant infections caused by *Propionibacterium acnes* in scoliosis surgery. *Eur Spine J* 2005; 14: 783–788.
- 31- Harshavardhana NS, Noordeen MH. Surgical results with the use of silicated calcium phosphate (sicap) as bone graft substitute in posterior spinal fusion (psf) for adolescent idiopathic scoliosis (ais). *Scoliosis* 2015; 10: 27.
- 32- Helgeson MD, Shah SA, Newton PO, Clements, Betz RR, Marks MC, Bastrom T. Evaluation of proximal junctional kyphosis in adolescent idiopathic scoliosis following pedicle screw, hook, or hybrid instrumentation. *Spine* 2010; 35: 177–181.
- 33- Hollenbeck SM, Glattes RC, Asher MA, Lai SM, Burton DC. The prevalence of increased proximal junctional flexion following posterior instrumentation and arthrodesis for adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2008; 33(15): 1675-1681.
- 34- Hong JY, Suh SW, Modi HN, Yang JH, Park SY. Analysis of factors that affect shoulder balance after correction surgery in scoliosis: a global analysis of all the curvature types. *Eur Spine J* 2013; 22: 1273–1285.
- 35- Ialenti MN, Lonner BS, Verma K, Dean L, Valdevit A, Errico T. Predicting operative blood loss during spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop* 2013; 33: 372–376.

- 36- Ilharreborde B, Even J, Lefevre Y, Fitoussi F, Presedo A, Souchet P, Pennecot GF, Mazda K. How to determine the upper level of instrumentation in Lenke types 1 and 2 adolescents' idiopathic scoliosis: a prospective study of 132 patients. *J Pediatr Orthop* 2008; 28: 733–739.
- 37- Ilharreborde B, Morel E, Mazda K, Dekutoski M. Adjacent segment disease after instrumented fusion for idiopathic scoliosis: review of current trends and controversies. *J Spinal Disord Tech* 2009; 22: 530–539
- 38- Jingjie W, Zhao Y, Shen B, Wang C, Li M. Risk factor analysis of proximal junctional kyphosis after posterior fusion in patients with idiopathic scoliosis. *Injury* 2010, 68(2): 415–420.
- 39- Kalen V, Conklin M. The behavior of the unfused lumbar curve following selective thoracic fusion for idiopathic scoliosis. *Spine* 1990; 15: 271–274.
- 40- Kamath VH, Cheung JP, Mak KC, Cheung WY, Luk KD, Cheung KM. Antimicrobial prophylaxis to prevent surgical site infection in adolescent idiopathic scoliosis patients undergoing posterior spinal fusion: 2 doses versus antibiotics till drain removal. *Euro Spine J* 2016; 1-7 (Baskıda).
- 41- Kanayama M, Hashimoto T, Shigenobu K, Oha F, Togawa D. Effective prevention of surgical site infection using a centers for disease control and prevention guideline-based antimicrobial prophylaxis in lumbar spine surgery. *J Neurosurg Spine* 2007; 6: 327–329
- 42- Kim YJ, Bridwell KH, Lenke LG, Kim J, Cho SK. Proximal junctional kyphosis in adolescent idiopathic scoliosis following segmental posterior spinal instrumentation and fusion: minimum 5-year follow-up. *Spine* 2005; 30: 2045–2050.
- 43- Kim YJ, Bridwell KH, Lenke LG, Rinella AS, Edwards C. Pseudarthrosis in primary fusions for adult idiopathic scoliosis: incidence, risk factors, and outcome analysis. *Spine* 2005; 30(8): 994.
- 44- King HA, Moe JH, Bradford DS, Winter RB. The selection of fusion levels in thoracic idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1983; 65-A(9): 1302–1313.
- 45- Koerner JD, Patel A, Zhao C, Schoenberg C, Mishra A, Vives MJ, Sabharwal S. Blood loss during posterior spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2014; 39: 1479–1487.
- 46- Kuklo TR, Lenke LG, Won D, Graham EJ, Sweet FA, Betz RR, Bridwell KH, Blanke KM. Spontaneous proximal thoracic curve correction following fusion of the main thoracic curve in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2001; 26: 1966–1975.
- 47- Kwan MK, Chan CY. Is there an optimal upper instrumented vertebra (UIV) tilt angle to prevent post-operative shoulder imbalance and neck tilt in Lenke 1 and 2 adolescent idiopathic scoliosis (AIS) patients? *Eur Spine J* 2016 (Baskıda).

- 48- Kwan MK, Wong KA, Lee CK, Chan CY. Is neck tilt and shoulder imbalance the same phenomenon? A prospective analysis of 89 adolescent idiopathic scoliosis patients (Lenke type 1 and 2). *Eur Spine J* 2015; 25(2):401-408.
- 49- Lakhal W, Loret JE, de Bodman C, Fournier J, Bergerault F, de Courtivron B², Bonnard C. The progression of lumbar curves in adolescent Lenke 1 scoliosis and the distal adding-on phenomenon. *Orthop Traumatol Surg Res* 2014; 100(Suppl.-4): S249-254.
- 50- Lee C, Dorcil J, Radomisli TE. Nonunion of the spine: a review. *Clin Orthop Relat Res* 2004; 419: 71-75.
- 51- Lee GA, Betz RR, Clements, Huss GK. Proximal kyphosis after posterior spinal fusion in patients with idiopathic scoliosis. *Spine* 1999; 24: 795-799.
- 52- Lenke LG, Betz RR, Bridwell KH, Harms J, Clements DH, Lowe TG. Spontaneous lumbar curve coronal correction after selective anterior or posterior thoracic fusion in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 1999; 24(16): 1663-1672.
- 53- Lenke LG, Edwards CC, Bridwell KH. The Lenke classification of adolescent idiopathic scoliosis: how it organizes curve patterns as a template to perform selective fusions of the spine. *Spine* 2003; 28(20): S199-S207.
- 54- Lowe TG, Lenke L, Betz R, Newton P, Clements D, Haher T, Crawford A, Letko L, Wilson LA. Distal junctional kyphosis of adolescent idiopathic thoracic curves following anterior or posterior instrumented fusion: incidence, risk factors, and prevention. *Spine* 2006 31(3): 299-302.
- 55- Luhmann SJ, Lenke LG, Bridwell KH, Schootman M. Revision surgery after primary spine fusion for idiopathic scoliosis. *Spine* 2009; 34(20): 2191-2197.
- 56- Lykissas MG, Sharma V, Jain VV, Crawford AH. Adolescent idiopathic scoliosis with or without costoplasty using the double rib contour sign. *J Spinal Disord Tech* 2015; 28: 134-139.
- 57- Matsumoto M, Watanabe K, Hosogane N, Kawakami N, Tsuji T, Uno K, Suzuki T, Ito M, Yanagida H, Yamaguchi T, Minami S, Akazawa T. Postoperative distal adding-on and related factors in Lenke type 1A curve. *Spine* 2013; 38: 737-744.
- 58- Matsumoto M, Watanabe K, Kawakami N, Tsuji T, Uno K, Suzuki T, Ito M, Yanagida H, Minami S, Akazawa T. Postoperative shoulder imbalance in Lenke Type 1A adolescent idiopathic scoliosis and related factors. *BMC Musculoskelet Disord* 2014; 15: 366.
- 59- McCance S, Denis F, Lonstein J, Winter RB. Coronal and sagittal balance in surgically treated adolescent idiopathic scoliosis with the King II curve pattern. *Spine* 1998; 23: 2063-2073.

- 60- Moore MR, Baynam GC, Brown CW, Donaldson DH, Odom JA Jr. Analysis of factors related to truncal decompensation following Cotrel-Dubousset instrumentation. *J Spinal Disord* 1991; 4(2): 188-192.
- 61- Mukaiyama K, Takahashi J, Hirabayashi H, Ogikara N, Ogihara N, Kuraishi S, Shimizu M, Kato H. Factors influencing the residual rib hump after posterior spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis with Lenke 1 and 2 curves. *J Orthop Sci* 2013; 18(5): 687-692.
- 62- Muschik M, Luck W, Schlenzka D. Implant removal for late-developing infection after instrumented posterior spinal fusion for scoliosis: reinstrumentation reduces loss of correction. A retrospective analysis of 45 cases. *Eur Spine J* 2004; 13: 645-651.
- 63- Ono T, Bastrom TP, Newton PO. Defining 2 components of shoulder imbalance: clavicle tilt and trapezial prominence. *Spine* 2012; 37: E1511-E1516.
- 64- Pereira F, Sa P, Soares D, Dias L, Dias JG. Neural complications of surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis: A Single center experience. *J Anesth Clinical Res* 2016; 7: 596.
- 65- Puno RM, An KC, Puno RL, Jacob A, Chung SS. Treatment recommendations for idiopathic scoliosis: an assessment of the Lenke classification. *Spine* 2003; 28(18): 2102-2114.
- 66- Richards BS. Delayed infections following posterior spinal instrumentation for the treatment of idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1995; 77-A: 524-529.
- 67- Rihn JA, Lee JY, Ward, WT. Infection after the surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis: evaluation of the diagnosis, treatment, and impact on clinical outcomes. *Spine* 2008; 33(3): 1528-1159
- 68- Rose PS, Lenke LG. Classification and operative adolescent idiopathic scoliosis: treatment guidelines. *Orthop Clin North Am* 2007; 38: 521-529.
- 69- Roussouly P, Labelle H, Rouissi J, Bodin A. Pre- and post-operative sagittal balance in idiopathic scoliosis: a comparison over the ages of two cohorts of 132 adolescents and 52 adults. *Eur Spine J* 2013; 22(Suppl.-2): S203-215
- 70- Roussouly P, Pinheiro-Franco JL. Biomechanical analysis of the spinopelvic organization and adaptation in pathology. *Eur Spine J* 2011; 20: 609-618
- 71- Sanchez-Mariscal F, Gomez-Rice A, Izquierdo E, Pizones J, Zúñiga L, Álvarez-Gonzalez P. Correlation of radiographic and functional outcomes in patients who underwent primary scoliosis surgery in adult age. *Spine* 2012; 37: 592-598.
- 72- Schwartz DM, Auerbach JD, Dormans JP, Flynn J, Drummond DS, Schwartz DM, Auerbach JD, Dormans JP, Flynn J, Drummond DS. Neurophysiological detection of impending spinal cord injury during scoliosis surgery. *J Bone Joint Surg* 2007; 89-A: 2440-2449.

- 73- Sethna NF, Zurakowski D, Brustowicz RM, Bacsik J, Sullivan LJ, Shapiro F. Tranexamic acid reduces intraoperative blood loss in pediatric patients undergoing scoliosis surgery. *Anesthesiology* 2005; 727–732.
- 74- Sharma S, Bünger CE, Andersen T, Sun H, Wu C, Hansen ES. Do postoperative radiographically verified technical success, improved cosmesis, and trunk shift corroborate with patient-reported outcomes in Lenke 1C adolescent idiopathic scoliosis? *Eur Spine J* 2015; 24(7): 1462-1472.
- 75- Soultanis KC, Stavropoulos NA, Grivas TB, Tsiavos K, Starantzis K, Papagelopoulos PJ. Rib hump deformity assessment using the rib index in adolescent idiopathic scoliotics treated with full screw or hybrid constructs: aetiological implications. *Scoliosis* 2015; 10(Suppl 2): S10.
- 76- Steel HH. Rib resection and spine fusion correction of convex deformity in scoliosis. *J Bone Joint Surg* 2011; 65-A: 920-925
- 77- Sucato DJ, Agrawal S, O'Brien MF, Lowe TG, Richards SB, Lenke L. Restoration of thoracic kyphosis after operative treatment of adolescent idiopathic scoliosis: a multicenter comparison of three surgical approaches. *Spine* 2008; 33: 2630–2636.
- 78- Sui WY, Ye F, Yang JL. Efficacy of tranexamic acid in reducing allogeneic blood products in adolescent idiopathic scoliosis surgery. *BMC Musculoskelet Disord* 2016; 17: 187.
- 79- Suk SI, Kim JH, Kim SS, Lee JJ, Han YT. Thoracoplasty in thoracic adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2008; 33(10): 1061-1067.
- 80- Suk SI, Kim WJ, Lee CS, Lee SM, Kim JH, Chung ER, Lee JH. Indications of proximal thoracic curve fusion in thoracic adolescent idiopathic scoliosis: recognition and treatment of double thoracic curve pattern in adolescent idiopathic scoliosis treated with segmental instrumentation. *Spine* 2000; 25(18): 2342–2349.
- 81- Theologis AA, Tabaraee E, Lin T, Lubicky J, Diab M, Spinal Deformity Study Group. Type of bone graft or substitute does not affect outcome of spine fusion with instrumentation for adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2015; 40(17): 1345-1351.
- 82- Triulzi DJ, Vanek K, Ryan DH, Blumberg N. A clinical and immunologic study of blood transfusion and post-operative bacterial infection in spinal surgery. *Transfusion* 1992; 32(6): 517–524.
- 83- Trobisch PD, Samdani AF, Pahys JM, Cahill PJ. Postoperative trunk shift in Lenke 1 and 2 curves: how common is it? and analysis of risk factors. *Eur Spine J* 2011; 20(7): 1137–1140.
- 84- Upasani VV, Hedequist DJ, Hresko MT, Karlin LI, Emans JB, Glotzbecker MP. Spinal deformity progression after posterior segmental instrumentation and fusion for idiopathic scoliosis. *J Child Orthop* 2015; 9: 29–37.

- 85- Vidal C, Mazda K, Ilharreborde B. Sagittal spino-pelvic adjustment in severe Lenke 1 hypokyphotic adolescent idiopathic scoliosis patients. *Eur Spine J* 2016; 25(10): 3162-3169.
- 86- Vitale MG, Moore DW, Matsumoto H, Emerson RG, Booker WA, Gomez JA, Gallo EJ, Hyman JE, Roye DP Jr. Risk factors for spinal cord injury during surgery for spinal deformity. *J Bone Joint Surg* 2010; 92-A: 64-71.
- 87- Wang Y, Bunger CE, Wu C, Zhang Y, Hansen ES. Postoperative trunk shift in Lenke Type IC scoliosis: What causes it? How can it be prevented? *Spine* 2012; 37: 1676-1682.
- 88- Wang Y, Bunger CE, Zhang Y, Wu C, Hansen ES. Postoperative spinal alignment remodeling in Lenke 1C scoliosis treated with selective thoracic fusion. *Spine J* 2012; 12(1): 73-80.
- 89- Wang Y, Büngrer CE, Zhang Y, Wu C, Li H, Hansen ES. Distal adding-on in Lenke 1A scoliosis: how to more effectively determine the onset of distal adding-on. *Spine* 2013; 38(6): 490-495.
- 90- Woolf SK, Gross RH. Perceptions of allograft safety and efficacy among spinal deformity surgeons. *J Pediatr Orthop* 2001; 21: 767-771.
- 91- Xie J, Lenke LG, Li T, Si Y, Zhao Z, Wang Y, Zhang Y, Xiao J. Preliminary investigation of high-dose tranexamic acid for controlling intraoperative blood loss in patients undergoing spine correction surgery. *Spine J* 2015; 15: 647-654.
- 92- Xie JM, Zhang Y, Wang YS, Bi N, Zhao Z, Li T, Yang H. The risk factors of neurologic deficits of one-stage posterior vertebral column resection for patients with severe and rigid spinal deformities. *Eur Spine J* 2014; 23: 149-156.
- 93- Yagi M, J. Hasegawa J, N. Nagoshi N, Iizuka S, Kaneko S, Fukuda K, Takemitsu M, Shioda M, Machida M. Does the intraoperative tranexamic acid decrease operative blood loss during posterior spinal fusion for treatment of adolescent idiopathic scoliosis? *Spine* 2012; 1336-1342.
- 94- Yang C, Li Y, Yang M, Zhao Y, Zhu X, Li M, Liu G. Adding-on Phenomenon After Surgery in Lenke Type 1, 2 Adolescent Idiopathic Scoliosis: Is it Predictable? *Spine* 2016; 41(8): 698-704.
- 95- Yang JH, Bhandarker AW, Modi HN, Park SY, Cha JM, Hong JY, Suh SW. Short apical rib resections thoracoplasty compared to conventional thoracoplasty in adolescent idiopathic scoliosis surgery. *Eur Spine J* 2014; 23: 2380-2388.
- 96- Yu X, Xiao H, Wang R, Huang Y. Prediction of massive blood loss in scoliosis surgery from preoperative variables. *Spine* 2013; 38(4): 350-355.

22. Omurga Deformiteleri ve Yaşam Kalite Değerlendirilmesi

Haluk BERK

GİRİŞ

Omurga cerrahisinde sonuçların değerlendirilmesinde kullanılan testler, klinisyen ve araştırmacılara kendi sonuçlarını değerlendirme ve eleştirel değerlendirme olanağı sunar. Yine bu enstrümanlar ile sadece kendi öz değerlendirmesini yapmakla kalmaz, bir veri tabanında kayıtlı olan diğer kullanıcı ve merkezlerle karşılaştırma olanağı sağlar. Yeni tekniklerin var olan tekniklerle karşılaştırılması, hasta üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi

“Hasta” günümüzde giderek sağlık sistemlerinin merkezine yerleşmekte ve tanı tedavi yaklaşımları hasta merkezli hale gelmektedir⁽¹⁸⁾. Herhangi bir klinik uygulamanın sonuçları değerlendirilirken hastadan alınan “bilgiler” (hasta kaynaklı çıktı bildirimleri), sağlık hizmeti sağlayıcılar tarafından elde edilen verilerden (radyoloji, laboratuvar v.b.) daha değerli hale gelmektedir.

Örneğin, bel ve boyun ağrısının ve tedavi sonuçlarının değerlendirilmesinde kas gücü, eklem hareket genişliği gibi fizyolojik değerlendirmeler veya radyografi, bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonans gibi görüntüleme yöntemleri ile cerrahinin teknik başarısı değerlendirilse de bunlar sıklıkla hastanın semptom düzeyi, günlük aktivitesi ve hastalık sonrası işe geri dönmesi ile ilişkisiz bulunmuştur ⁽¹⁹⁾. Altmış yaş altı asemptomatik bireylerin üçte birinin MR görüntülemesinde, omurgalarında dejeneratif bulgular saptanmaktadır. Bu oran 60 yaş üstünde % 57'dir ⁽⁴⁰⁾ dolayısıyla sadece MR görüntülerine bakarak çıkarımlarda bulunmak günümüzde akılcı olmayacaktır. Kronik bel ağrısı nedeni ile üç farklı spinal füzyon (posterolateral füzyon, posterolateral füzyon ile birlikte internal fiksasyon için vida uygulaması ve posterolateral füzyon vida ve interbody füzyon) uygulanan 201 hastada radyolojik olarak değerlendirilen solid füzyon oranları gruplar arasında sırası ile % 72, % 87 ve % 91 olarak saptanmıştır. Fakat bu sonuçlarla, hastaların memnuniyeti, ağrı ve fonksiyon düzeyi ilişkili bulunmamıştır ⁽²⁹⁾.

Harrington enstrümanı ile 20 yıl önce tedavi edilen adölesan idiyopatik skolyozlu 78 hastanın takibinde, SRS (Scoliosis Research Society questionnaire) ile değerlendirilen klinik sonuçların radyolojik sonuçlarla ilişkisiz olduğu saptanmıştır ⁽³¹⁾.

İstmik Spondilolistesis nedeni ile 1977 ile 1987 yılları arasında posterior ve posterolateral füzyon uygulanmış 107 hastanın, ortalama yirmi yıllık sonuçları incelendiğinde, radyolojik olarak değerlendirilen füzyon kalitesi ve dejenerasyon ile hastaların ağrı ve engellilik düzeyleri arasında bir korelasyon bulunamamıştır ⁽³⁹⁾.

Yukarıda bir kaç örneği verilen yayınlar ve literatürde bulunabilecek çok sayıda ki benzerleri omurga rahatsızlıklarının cerrahi ya da konservatif tedavilerini değerlendirilmesinde, hastanın tedavi sonuçlarını kendisinin değerlendirmesinin önemini vurgulamaktadır.

Dünya Sağlık Örgütü sağlığı sadece hastalığın veya sakatlığın olmaması ile değil aynı zamanda tam fiziksel, mental ve sosyal iyilik hali olarak tanımlar. Hasta tarafından algılanan sonuçlar aslında uygulanan tıbbi tedavilerin etkinliğinin önemli bir göstergesidir. Bir tedavi yönteminin başarısı sadece biyolojik ve demografik göstergelerle ölçülemez. Bunlara

ek olarak uygulanan bu tedavinin hasta tarafından algılanan sonuçları (ağrının geçmesi gibi) giderek önem kazanmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü'nün sağlık tanımı düşünüldüğünde sağlık hizmeti sunanların görevi hayat kurtarmanın yanında onu geliştirmektir. Bu açıdan bakıldığında ve omurga cerrahisinin sıklıkla ağrı nedeni ile uygulanmakta olduğu gerçeği göz önüne alındığında, hastanın ağrısının giderilmesi ve yaşam kalitesini artırılması temel hedef olmaktadır.

Ayrıca, özellikle beklenen yaşam süresinin uzaması ile artan sağlık harcamaları ve yüksek maliyetli yeni sağlık teknolojileri ve tedavi yöntemleri nedeni ile sağlık harcamalarının tekrar değerlendirilmesini zorunlu kılmıştır. İngiltere'de yeni bir ilaç ya da teknolojinin kullanılabilmesi ve maliyetinin devlet tarafından karşılanabilmesi için, bunların maliyet etkinlik analizlerinin yaşam kalitesi ölçütlerini temel alan yöntemleri ile ispatlanması yasal zorunluluk haline gelmiştir. Danimarka, İsveç, Kanada ve Avustralya'da benzer düzenlemeler mevcuttur. Bir grup Avrupa ülkesinde ise benzer uygulama resmi değerlendirme kriterlerine dâhil olmasa da destekleyici veri olarak göz önüne alınmaktadır ⁽²⁷⁾. Bazı ülkelerde sağlık harcamasını karşılayan kurumlar (devlet ya da sigorta şirketleri), geri ödemelerini yapmak için uygulanan yöntemin sadece biyolojik sonuçlarını değil aynı zamanda hastanın yaşam kalitesindeki etkisini de değerlendirmeye başlamıştır. Yakın gelecekte bunun çoğu ülke için geçerli olması muhtemeldir.

Bu bilgiler çerçevesinde, omurga rahatsızlıkları tedavi sonuçlarının değerlendirmesi için hasta tabanlı değerlendirme ölçekleri birçok merkezde standart hale gelmiştir ⁽¹¹⁾. Anlamli bir değerlendirme ölçeği en azından, ağrı, engellilik, yaşam kalitesi ve iş gücü durumunu hakkında bilgi toplayabilecek soruları içermelidir.

DEĞERLENDİRME ÖLÇEKLERİ

Tıp tarafından uygulanan tedavilerin sistematik olarak değerlendirilmesinin yüz elli yıllık bir tarihi vardır. Kırım savaşında hemşire olan Florence Nightingale yaralıları, kurtulan, kurtulamayan ve ölen olarak üç kategoriye ayırmıştır. Uzun yıllar tedavilerin biyolojik sonuçları değerlendirildikten sonra, hasta haklarının bir kavram olarak ortaya

çıkması ve kabul görmesi, benzer biyolojik sonuçlara rağmen hastaların aynı iyilik durumunda olmamaların fark edilmesi ile sonuçların hastaların kendileri tarafından değerlendirilmesi önem kazanmaya başlamıştır. Son otuz yılda bu konuda birçok ölçek geliştirilmiştir. Fakat artan ölçek sayısı ile yeni sorular gündeme gelmiş. “Hangi durumda hangi ölçek kullanılmalıdır?” “Kullanılan ölçek ölçmeyi planladığı şeyi gerçekten ölçebilmekte midir?” Bu ve benzeri sorulara cevap aramak sahip olması gerektiği bazı bilimsel kriterler ve tanımlar öne sürülmüş ve mevcut ölçekler kullanım alanlarına göre kategorize edilmiştir (8, 11,13, 28,36).

Omurga deformitelerinde kullanılan değerlendirme ölçeklerinden bahsetmeden önce, değerlendirme ölçekleri ile ilgili genel kavramlar, türleri ve bir değerlendirme ölçeğinin karşılaması gereken bilimsel kriterleri açıklamak gerekir.

İçerik ölçeğin amacını tarif eder. Şu soruya vereceğiniz cevabı belirler: “Ölçeğin soruları hasta popülasyonunuza uygun mu?”. Ölçeğin içeriği üç alt başlığa ayrılabilir: tip, skala ve yorum.

Tip: ölçeğin kimin tarafından doldurulacağını belirler: hekim ya da hasta tabanlı.

Skala: ölçeğin ne ölçtüğünü (ağrı, engellilik vb) ve nasıl skorlandığını tarif eder.

Yorum: ölçeğin skorlama sonucu elde edilen değerlerin ne ifade ettiğini (yüksek skor iyi sonucumu göstermektedir?) gösterir.

Hastalığa özgün ölçekler adından anlaşılacağı gibi bir hastalığa özel geliştirilmiş ölçeklerdir. Astım hayat kalitesi ölçeği (Asthma Quality of Life Questionnaire), SRS-22, SRS-24, SRS-30 bu gruba bir örnektir. Bu ölçekler bir hastalığa odaklandıkları için, o hastalığın klinik gidişi, tedaviye yanıtı gibi sonuçları vermek konusunda daha üstündürler. Fakat bir çalışmada, hastaların sağlıklı bireylerle karşılaştırılmaları ve ya bir tedavinin iki farklı hastalığı olan grup arasında karşılaştırılması için kullanılmaları mümkün değildir.

Bölgeye özgün ölçekler, vücudun bir bölgesine odaklanan ölçeklerdir Oswestry sakatlık endeksi ya da Omuz sakatlık endeksi örnek olarak gösterilebilir. Ortopedik cerrahide sık kullanılırlar. Özellikle benzer tanı

ile farklı tedavi uygulamaların sonuçlarını karşılaştırma konusunda yararlıdırlar. Fakat dar bir bakış açısına sahip olduklarından genel hayat kalitesini ya da tedavinin beklenmedik yan etkilerini saptamak konusunda zayıf kalırlar.

Jenerik ölçekler, genel amaçlı ölçekler olarak ta adlandırılırlar. Kısa Form 36 (SF-36), en sık kullanılanlarından biridir. Bu ölçekler sağlıkta yaşam kalitesini ilgilendiren geniş bir işlev kaybı ve rahatsızlıklar spektrumunu içerirler ve bu yönü ile toplumun tümünde, tüm hastalıklar ve girişimlerin sonuçlarını değerlendirmede kullanılabilirler. Bu haliyle hastalık spesifik bir ölçek bulunmayan hastalıklar için kullanılabilirler. Ayrıca toplum genel sağlık durumunu saptamada da kullanılabilirler. Bir tedavi veya girişimin, hastalık veya bölge özgün ölçeklerle saptanamayacak, beklenmedik yan etkilerini ve genel yaşam kalitesi üzerine etkilerini belirlemede daha başarılıdırlar. Ek olarak farklı hasta gruplarına uygulanabildikleri için karşılaştırmalı çalışmalar da sonuçların değerlendirilmesi için avantajlıdırlar. Fakat bu formlar sıklıkla diğerlerine göre uzundurlar ki bu da hasta uyumunu güçleştirir. Ayrıca çok geniş bir alanı kapsadıkları için, bireysel hastalığa bağlı bazı detayları ölçememe riskleri vardır. Bu avantaj ve dezavantajları düşünüldüğünde, yaşam kalitesini etkilediği düşünülen hastalıklar veya tanı tedavi girişimlerinin değerlendirilmesinde jenerik ölçeklerin, eğer o konuda mevcutsa hastalık ya da bölge spesifik bir ölçekle birlikte kullanılması önerilmektedir.

Yarar ölçekleri, aslında sağlık durumunu nümerik olarak değerlendiren jenerik ölçeklerdir. Tercihe dayalı ölçekler olarak ta adlandırılabilirler. Sağlık ekonomisi alanında geliştirilen teorilere dayanılarak geliştirilmişlerdir. Maliyet yarar analizlerinde kullanılırlar. Yaşam kalitesi tek bir puana indirgenir ("0" ölüm, "1" tam iyilik hali). Bu ölçeklerin en sık kullanılanları, "Quality of Well-being Scale", "EuroQoL ölçeği EQ5D" (Europe Quality of Life) ve "Health Utility Index" tir.

Bir değerlendirme ölçeğinin bilimsel olarak değerlendirilmesinde sekiz başlık incelenmelidir. Bunlar uygunluk, güvenilirlik, geçerlilik, yanıt verilebilirlik, kesinlik, yorumlanabilirlik, kabul edilebilirlik ve yapılabirliklidir.

Uygunluk: seçilen ölçek, ölçülmesi amaçlanan duruma ve ölçüm yapılacak hedef kitleye uygun olmalıdır.

Güvenirlilik: ölçeğin aynı şeyi ikinci seferde de ölçebildiğini gösterir. Güvenilir bir ölçek aynı yöntemle farklı ya da aynı araştırmacı tarafından, farklı zamanlarda hastanın durumunda bir değişiklik olmadığı sürece aynı sonucu vermelidir. Sabit bir ölçüt değildir, ölçeğin uygulanacağı farklı durum ve popülasyonlar için değişkendir. Bir çalışmada güvenirlilik katsayısının en az 0.70 olması beklenirken, tek bir hastada bir karar vermek için hastanın değerlendirme ölçeğinden alacağı skor değerlendirilecekse güvenirlilik katsayısının en az 0.90 olması gereklidir. Güvenirlilik, içsel tutarlılık ve tekrarlanabilirlikle değerlendirilir.

İçsel tutarlılık, ölçekteki soruların ne kadar uyumlu ve homojen olduğunun ve aynı şeyi ne ölçüde ölçtüğünün değerlendirilmesidir. Çoğu ölçek aynı şeyi soran farklı sorular içerir çünkü benzer birden çok gözlem tek bir gözlemden daha iyi sonuç verir. Benzer soruların cevaplarının tutarlı olması beklenir. Sıklıkla iki yöntemle ölçülür. İlkinde ölçek ikiye bölünerek iki grup arasında ki tutarlılık Cronbach alfa ile ölçülür. Cronbach alfa değerinin 0.70 ile 0.90 arasında olması gerekir. İkinci yöntemde ise her bir soru ölçeğin geri kalan soruları ile karşılaştırılır. Her bir sorunun geri kalan sorularla korelasyonunun en az 0.20 olması gereklidir. Gözlemci-içi tekrarlanabilirlik ve test-yeniden test ölçeği ve aynı hastayı kullanan iki farklı gözlemcinin birbiri arasındaki tutarlılığıdır ve klinisyen/hasta tabanlı ölçeklerin tekrarlanabilirliğini göstermekte kullanılır. Aynı test hasta tarafından ayrı zamanlarda tekrar uygulanır. İki test arasında ki süre önemlidir. Süre uzadıkça hastanın durumunda meydana gelebilecek değişiklikler sonuçları olumsuz olarak etkilerken, çok kısa aralıklarla yapılan ölçümlerde de hastanın daha önce verdiği cevapları hatırlayarak durumunu değerlendirmeden aynı cevapları işaretleme ihtimali artar. Test tekrar test tekrarlanabilirliği sıklıkla Pearson korelasyon katsayısıyla ya da ölçülen çift sayısı otuzun altındaysa Spearman korelasyon katsayısı ile ölçülür. Fakat eğer testlerden birinde diğerine göre tüm skorlar düşükse iki test arasında anlamlı fark olmasına rağmen korelasyonları

yüksek çıkar. Bu durumu önlemek için “intra-class korelasyon” katsayısı kullanılır. Bu yöntem varyans analizi kullanılarak, değişikliklerin ne kadarın gerçek (hasta durumundaki değişiklik) olduğunu ortaya koyar. Tam bir uyum olmasa da genel olarak çalışmalarda grup verilerinin güvenilirlik katsayısının 0.70 ve üzeri olması beklenir.

Geçerlilik: ölçeğin ölçmeyi hedeflediği şeyi ölçme gücünü gösterir. Geçerlilik sabit bir ölçü değildir, farklı hasta grupları veya durumlar için ayrı ayrı geçerlilik çalışması yapılması gerekir. Yani osteoartrit hastalarında geçerliliği gösterilmiş bir disabilite ölçeğinin parkison hastalarında uygulanabilmesi için tekrar geçerlilik çalışması yapılmalıdır. Çeşitli tipleri vardır.

İçerik geçerliliği ve *yüzey geçerliliği* bir arada değerlendirilen iki kavramdır. İçerik geçerliliği, ölçülmesi istenen sağlık durumunun önemli parçalarını ölçeğin ne derecede içerdiğine bakarken, yüzey geçerliliği ölçeğin mevcut içeriğinin ne ölçtüğü ile ilgilenir. Her ikisinin de istatistiksel olarak ölçülebilmesi mümkün değildir. Soruların konu uzmanları tarafından kelimesi kelimesine incelenmesi, ölçeği ilk geliştiren kişilerin bu konuda ki uzmanlıkları ve hatta ölçeğin geliştirilmesinde hastaların katkısının değerlendirilmesi bu tip geçerliliğin değerlendirilmesi uygulanabilecek yöntemlerdir.

Kriter geçerliliği: yeni bir ölçeğin aynı konuyu ölçen genel kabul görmüş bir ölçekle ne kadar uyumlu olduğunu gösterir. İki alt tipi vardır: eşzamanlı geçerlilik ve tahmine yönelik geçerlilik. Eşzamanlı geçerlilik ölçeğin hastanın o anki durumunu değerlendirme yetisini gösterir ve diğer bir ölçekle karşılaştırılarak ölçülebilir. Tahmine yönelik geçerlilik ise ölçeğin hastanın durumunda ilerde olabilecek değişiklikleri tahmin edebilme gücünü gösterir.

Geçerliliğin son tipi ise *yapı geçerliliğidir*. Burada yapı kavramı, ölçeğin ölçmeyi planladığı ağrı veya engellilik gibi bir kavramdır. Yapının ölçmeye çalıştığı şey, basit bir nümerik değerle ifade edilse de aslında doğrudan gözlemlenemeyen bir şeydir ve farklı yapılarla nicel bir ilişkisi olması beklenir. Örneğin daha ciddi ağrısı olan hastanın daha fazla ağrı kesici tüketmesi öngörülebilir. Yapı geçerliliği, bir yapının diğer değişkenlerle nicel ilişkisini inceleyerek saptanabilir. Tek bir gözlem yapı

geçerliliği için yeterli değildir. Karşılaştırılabilecek değişkenlerin başında hastalığın evresi, laboratuvar ve klinik testler ile saptanan hastalığın şiddeti, sağlık hizmetini kullanma sıklığı gibi klinik veriler gelmektedir. Bu klinik verilerin yanında yapı geçerliliği bir ölçeğin benzer bir ölçekle nasıl kesiştiği ve ilişkisiz başka ölçeklerden nasıl farklı olduğuna bakılarak ta değerlendirilir.

Yanıt verilebilirlik ölçeğin zaman içinde meydana gelen değişiklikleri ne kadar iyi saptayabildiğinin ölçümüdür. Bir ölçeğin geçerli ve güvenilir olması yanıt verebilirliğini garanti etmez. Bunun da ayrıca ölçülmesi gereklidir. Fakat literatürde bu konuda ortak bir görüş yoktur. Sapma skorları, etki büyüklüğü, standart yanıt ortalaması, modifiye standart yanıt ortalaması, görece etkinlik, duyarlılık ve özgünlük ve alıcı işletme karakteristikleri adı verilen farklı ölçüm yöntemleri uygulanmaktadır ⁽⁹⁾. Yanıt verilebilirlik ölçümlerinde ortaya çıkan bir sorun taban tavan etkisidir. Bir ölçekten farklı zamanlarda yapılan her iki ölçümde de alınabilecek en yüksek (tavan) ya da en düşük (taban) puanı alan kişinin durumunda bir değişiklik olup olmadığını söylemek mümkün değildir. Gene bir seferde en yüksek puanı alan hastaların hepsi sağlıklarını aynı şekilde mi algılamaktadırlar? Ortada ölçeğin ölçme sınırları dışında bir değişiklik olabilir. Bu durum, ilk ölçekte taban ve tavan puan alan kişilere ikinci ölçekte bir soru (örneğin; “geçen sefere göre sağlığınızda iyileşme/kötüleşme oldu mu?”) sorularak saptanabilir. Bir ölçeğin yanıt verilebilirliği, ölçekteki maddelerin, zorluk ya da ciddiyet derecelerinin dağılımından da etkilenebilir. Örneğin basit fiziksel aktiviteyi soran bir ölçekte zaman içinde ortaya çıkacak anlamlı bir fark aslında klinikte çok da anlamlı olmayabilir. Yüz metreyi yürümekte çok/çok az zorlanıyorum tarzında sorulan soruya başta çok, bir sonraki değerlendirme çok az cevabını veren hastanın cevabı “çok” anlamlı olarak değişse de, hastada klinik olarak değişen 100 metre yürüyebilmesidir. SF 36 formundaki fiziksel aktivite skalasını total kalça artroplastisi uygulanan hastalara kullanan Stucki ve arkadaşları ⁽⁴³⁾, buradaki aktivitelerin zorluk derecelerini orta düzeyde bulmuşlar, iki ölçüm arasında anlamlı fark olmasına rağmen bunun klinik öneminin düşük olduğunu göstermişlerdir.

Kesinlik, ölçeklerin skorlarının ne kadar kesin olduğu sorusu ile ilgilenir. Bütün değerlendirme ölçeklerinin sonuçları nümerik değerlere çevrilerek değerlendirilir. Örneğin bir ölçek yaşam kalitesi değişikliklerini ölçme konusunda yetkin olabilir fakat nümerik değerlere dönüştürülen sonuçlar bu değişimi yeterince yansıtamayabilir. Kesinlik konusunda değerlendirilen bir konu cevap kategorileridir. Ölçekteki soruların cevapları evet/hayır şeklinde olabileceği gibi Likert seti gibi beş kategorili (kesinlikle katılıyorum/katılıyorum/emin değilim/katılmıyorum/kesinlikle katılmıyorum) ya da görsel analog skalası (VAS) şeklinde olabilir. Literatür taramaları Likert seti ve VAS'nın iki cevaplı sorulara üstün olduğunu, fakat ilk ikisi arasında anlamlı fark olmadığını göstermektedir ⁽¹³⁾.

Yorumlanabilirlik, bir ölçeğin skorlarının ne derece anlamlı olduğu ile ilgilenir. Diğerlerine göre daha yeni bir kavramdır ve ölçülebilmesi zordur. Yorumlanabilirliği ölçmenin bir yöntemi genel popülasyondan elde edilen ölçümün çalışmada elde edilen değerle karşılaştırılmasıdır. Fakat bu sadece, SF36 gibi çok az sayıdaki genel popülasyon verileri bulunan ölçeklerde uygulanabilir. Böylelikle klinik çalışmadan elde edilen değer genel popülasyonun ortalamasının standart sapması olarak gösterilebilir. Yorumlanabilirlik çalışmalarından ortaya çıkan önemli bir kavram **en küçük anlamlı klinik farktır** ⁽⁹⁾. İki ölçüm arasında istatistiksel anlamlı bir fark gerçekten klinik bir farka karşılık gelmeyebilir. Örnek sayısının çok büyük olması minimal skor farklılıklarını anlamlı gösterirken, çok küçük örnek gruplarında istatistiksel anlam elde edebilmek için büyük skor farklarına ihtiyaç olur. Minimal klinik anlamlılık için farklı yöntemler kullanılır. Etki büyüklüğü hem kesitsel hem de longitudinal araştırmalarda kullanılabilir. İki grup arasındaki ortalama skor farkının, iki grubun birlikte elde edilen standart sapmasına bölünmesinin yüzdesi olarak ifade edilir. Değer 0.2 ise küçük, 0.5 ise orta 0.8 ve daha büyük ise büyük bir etkiden söz edilir. Diğer bir yöntem Amprik Etki Büyüklüğü yaklaşımıdır. İlkinden farkı, bölen olarak kullanılan standart sapmanın daha önce yapılan araştırmalardan elde edilen standart sapma olmasıdır. Son yöntem minimal klinik önemliliği veren fark yaklaşımıdır. Burada referans hastadır ve hastanın farkı kendisinin ifade etmesi esastır.

Kabul edilebilirlik, ölçeğin uygulanmak istenen kişilerden ne kadarı tarafın doldurulduğu ile ilgilenir. Bir ölçek, eğer hastalar tarafından sıklıkla doldurulmuyor veya belirli bölümleri eksik bırakılıyorsa, bu ölçeğin anlaşılabilir, sıkıntı verici ve ya herhangi bir açıdan kabul edilemez olduğunu gösterir. Cevap vermeme oranının yüksekliği, aynı zamanda geçerliliğin zayıf olduğunu da gösteriyor olabilir. Fakat ölçeklerin doldurulmamasının birçok nedeni olabilir. Uygulama yöntemi (posta, telefon) ve hastanın sağlık durumu (görme yetisinin kaybı gibi) gibi birçok faktör sonuçları etkiler. Formların hangi yöntemle dolduruldukları kabul edilebilirliği etkiler. Posta ile yapılan genel sağlık taramalarında kabul oranları genelde %75-80 civarındadır ve posta ile yapılan hasta tabanlı değerlendirme ölçeklerine cevap oranı bu oranların hafifçe altındadır. Genel sağlık durumları daha kötü olan hastaların formları doldurma oranları düşüktür. Gene formun tasarımı da kabul edilirliliği etkiler. Sayfa sayısı arttıkça cevaplanma oranı azalır. Yüz yüze görüşme ile hastanın kendisinin formu doldurması arasında yaşam kalitesini belirleyen anketlerin sonuçlarında farklılık vardır.

Yapılabilirlik, kabul edilebilirliğin araştırmacı cephesindeki karşılığıdır. Verileri toplamak ve işlemek için gerekli olan zaman, harcanan çaba, çalışmayı yapabilmek için eğitilmiş anketörlere ihtiyaç ve araştırmayı yapabilmek için gerekli finans yapılabilirliği etkileyen faktörlerden bazılarıdır.

GENEL SAĞLIK ÖLÇEKLERİ

“Short form 36” (SF36) Kısa form 36

1992 yılında Ware ve Sherbourne tarafından geliştirilmiş, jenerik bir ölçektir^(46,47). 1996 yılında bazı düzeltmelerle 2. versiyonu yayınlanmıştır. Ölçek 36 sorudan oluşur. Bu sorular sekiz gruba ayrılmıştır: fiziksel fonksiyon, sosyal fonksiyon, ağrı, sağlığın genel algılanması, enerji/canlilik, ruhsal iyilik hali, fiziksel sağlığın neden olduğu kısıtlılıklar ve ruhsal durumun neden olduğu kısıtlılıklar. Her alt grup ayrı ayrı skorlanır ve her biri için sıfır ile yüz arasında bir puan elde edilir. Yüksek puan iyi sağlık durumunu gösterir.

Ölçeğin skorlanması önce her bir sorudan alınan puan hesaplanır. Her bir sorudan alınan puanlar hesaplandıktan sonra her bir alt grupta ilişkili olan soruların ortalaması alınır. Koçyiğit ve arkadaşları⁽³⁸⁾ Kısa Form 36'nın Türkçe uyum çalışmasını master tezi olarak yapmıştır.

EQ5D

EQ5D Avrupa Yaşam Kalitesi Grubu (European Quality of Life EUROQoL) tarafından 1990 yılında geliştirilen EUROQoL ölçeğinin 1994 yılında modifiye edilmiş halidir^(35,45). Bir yarar ölçeğidir (tercihe dayalı ölçek). EUROQoL ölçeğinde bulunan sosyal ilişkiler başlığı çıkarılmış, "ana aktivite" ve "duygu durum" başlıkları "olağan işler" ve "anksiyete/depresyon" olarak değiştirilmiştir. Hareket edebilme, kişisel bakım, olağan işler, ağrı, anksiyete/depresyon olmak üzere beş başlık, her birinin altında hastanın kendine en uygun olanı seçtiği üç önerme vardır^(21,24). Sağlık üzerindeki etkinin her alanda 1-3 değişik etkilenim değerlendirilmesi sonrasında 11111 ile 33333 arasında 243 olası değişik sağlık durumu tanımlanmaktadır. Bir çok ülke için yayınlanmış skorlar vardır. Bir en iyi sağlık durumunu gösterir. Bu beş soruya ek olarak görsel analog skala ile hasta tarafından sağlık durumu da işaretlenmektedir. EQ5D ölçeğinin Türkçe uyarlaması ve güvenilirlik, geçerlilik çalışması literatürde mevcut değildir. Ölçeğin Türkçe çevirisi EuroQoL grup tarafından Temmuz 1997'de yapılmıştır ve kendi söylemlerine göre 20 sağlıklı kişide uygulanmıştır⁽²⁵⁾.

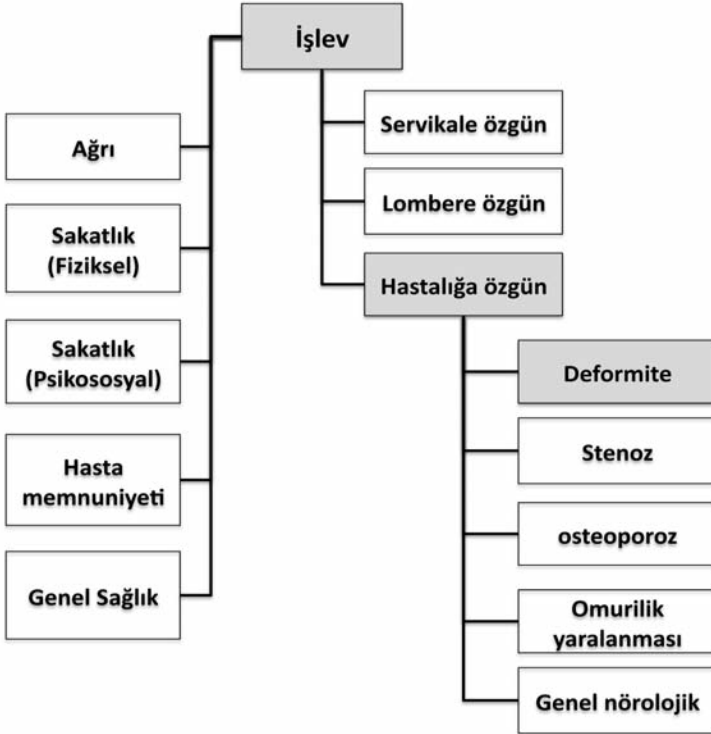
VAS (visual analog scale, görsel analog skala)

Yukarıdaki sınıflamada ayrıca bahsedilmemiş olsa da, özellikle ağrı ile ilişkili ölçeklerin bir parçası görsel analog skaladır. Hastanın bir çizgi üzerinde kendi sağlık durumunu işaretlemesi olarak tarif edilebilir. Çizginin bir ucu olabilecek en iyi sağlık durumunu, diğer ucu ise en kötü sağlık durumunu belirtir. 1923 yılında Freyd tarafından psikoloji alanında kullanılmak için geliştirilmiştir.

OMURGA DEFORMİTELERİNDE KULLANILAN HASTA TABANLI ÖLÇEKLER

Omurga cerrahisinin sonuçlarını değerlendirmek için hasta tabanlı ölçeklerin kullanılmasının iki önemli nedeni vardır. İlk olarak farklı ülkelerde ve hatta aynı ülke içinde farklı bölgelerde yapılan operasyon sayılarındaki ciddi farkların olmasının biyolojik nedenlerle açıklanamaması cerrahi endikasyonları gözden geçirmeyi zorunlu kılmaktadır ^(11,20). İkinci olarak yapılan girişimlerin sonuçlarını fizyolojik, laboratuvar ve radyolojik yöntemlerle saptamanın her zaman mümkün olmaması ve bu sonuçların hasta tarafından algılanan iyilik hali ile korelasyonunun her zaman bulunmaması, omurga cerrahisi sonuçlarının hasta tarafından da değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır ^(19,29,32,40).

Omurga rahatsızlıklarında kullanılan ölçekler genelde ağrı, fonksiyon, disabilite, hasta memnuniyeti, yaşam kalitesi ve iş gücü durumunu ölçer ⁽¹¹⁾ (Şekil-1, Tablo-1).



Şekil-1. Chapman JR, Hanson BP, Dettori JR, Norvell DC. Spine Outcomes and measures. Thieme. 2007'den adapte edilmiştir.

Tablo-1. Omurga rahatsızlıkları ve deformitelerinde kullanılan yaşam kalite ölçekleri

Ölçek	Önem	Boyut	Boyut sayısı	Soru Sayısı	Test-yeniden test güvenilirliği	Türkçe geçerliliği Ref.	Ref
Genel							
EQ-5D	Her kategori1-3 arasında engelliliğin düzeyine göre yanıtlar. Sonuç 5 haneli bir tanımlayıcıdır. 11111 ile 33333 arasında 243 olası sağlık durumunu tanımlar.	Hareket edebilme, kişisel bakım, olağan işler, ağrı, anksite/ depresyon	5	16		24,25	35
Musculoskeletal function assessment (MFA)	Kaba puan tüm evet-hayırların toplamıdır. 0-100 arasında puan alır. Puan ne kadar küçükse skor o derece kötüdür.	Kişisel bakım, El ve ince motor beceri, Ev işi, Uyku ve dinlenme, Boş zaman ve yaratıcı etkinlikler, hareketlilik, İş, Aile ilişkileri, Algı, Duygusal uyum	10	100			41
Nottigham health profile (NHP)	Evet-hayır yanıtları vardır. Puan evet yanıtının yüzdesi olarak verilir. Puan ne kadar küçükse skor o derece kötüdür.	Fiziksel etkinlik, Ağrı, Uyku, Duygu durumu, Sosyal izolasyon, Canlılık	6	38			34
Quality of well-being (QWB)	945 olası sağlık sorununu tanımlar. 0 (ölüm) ile 1 (yaşam) arasında ağırlıklıdır. Puan ne kadar küçükse skor o derece kötüdür.	Hareketlilik, Fiziksel etkinlik, Sosyal etkinlik, Semptom ve sorunlar	4	4			37
Short form 12 (SF12) (Kısa form 12)	SF-36 dan türetilmiştir. Her bir soru 1-6 puan aralığındadır. Toplam puan 12-47 arasında yer alır. Puan ne kadar küçükse skor o derece kötüdür.	Fiziksel sağlık ve Akıl sağlığı	2	12			46

Tablo-1. Omurga rahatsızlıkları ve deformitelerinde kullanılan yaşam kalite ölçekleri (devam)

Short form 36 (SF36) (Kısa form 36)		Fiziksel işlev, Mental sağlık, Duygusal, Sosyal etkinlik, Yaşamsallık, Genel sağlık, Fiziksel kısıtlamalar, Ağrı	8	36	ICC 8 boyutta >0.80 Sosyal etkinlik 0.76. Akıl sağlığı 0.93	38	47
Omurga deformitelerine özgü							
Sickness impact profile (SIP)	Evet "1" puan, hayır "0" puan Puan ne kadar küçükse skor o derece kötüdür.	Psikososyal boyut, Fiziksel boyut, Uyku/ dinlenme, Yemek, İş, Ev işi, İletişim	7	128			10
Bath Ankylosing Spondylitis functional index	Her soru 10 cm lik VAS ile değerlendirilir.	Çorap giyme, Eğilme, Uzanma, Oturup kalkma, yataktan kalkma, Ayakta durma, Merdiven çıkma, Başı çevirme, Fiziksel etkinlik, Gündelik etkinlikler	10	10			12
Brace Questionnaire (BrQ)	1 - 5 puan Puan ne kadar yüksekse yaşam kalitesi o derece iyidir.	Genel sağlık, Fiziksel işlev, Akıl sağlığı, Duysal işlev, Kendine güven, Yaşamsallık, Okul etkinliği, Ağrı, Sosyal işlev	8	34	Test-retest ICC 0,88 İç tutarlılık 0,97		45
Early Onset Scoliosis Questionnaires (EOSQ-24)		Genel sağlık, Ağrı, Akciğer fonksiyonları, Hareket, Fiziksel işlev, Gündelik yaşam, Yorgunluk /hareketlilik düzeyi, Duygusal, Aileye etkisi, Maddi etki, Çocuk ve aile tatmini	11	24	Genel sağlık (0.84), Ağrı/huzursuzluk (0.85), Akciğer fonksiyonları (0.90), Hareketlilik (0.84), Fiziksel işlev (0.97), Gündelik yaşam (0.98), Yorgunluk, hareketlilik düzeyi (0.92), Mali yük (0.94), Çocuk tatmini (0.93), Veli tatmini (0.89), Duygusal (0.68) Veli sorumluluğu (0.80)	17	42

Tablo-1. Omurga rahatsızlıkları ve deformitelerinde kullanılan yaşam kalite ölçekleri (devam)

Quality of life profile for spine deformities (QLPSD)	1-5 puan üzerinden puanlanır. Puan ne kadar yüksekse engellilik o kadar fazladır.	Psikososyal işlevsellik, uyku düzensizliği, Bel ağrısı, Gövde algısı, Sirt/bel esnekliği	5	21			14
Scoliosis quality of life index (SQLI)	0-4 puan üzerinden puanlanır. Puan ne kadar küçükse engellilik o derece kötüdür.	Ağrı, öz imge, İşlev/etkinlik, Akıl sağlığı, Cerrahi ile tatmin	5	22			26
Scoliosis Research Society instrument (SRS-24)	1-5 puan üzerinden puanlanır. Puan ne kadar düşükse engellilik o kadar fazladır.	Ağrı, Genel öz imge, ameliyat sonrası öz- imge, işlev, ameliyat sonrası işlev, Genel aktivite düzeyi, ameliyattan tatmin	7	24			3
Scoliosis Research Society-22 patient questionnaire (SRS-22)	1-5 puan üzerinden puanlanır. Puan ne kadar düşükse engellilik o kadar fazladır.	Ağrı, öz imge, işlev, akıl sağlığı, ameliyattan tatmin	5	22	ICC işlev 0.76 Ağrı 0.80 Öz-imge 0.78 Akıl sağlığı 0.74 Tatmin 0.56	1	2

QoLPSD (Quality of life profile for spinal deformities) (Omurga deformiteleri için yaşam kalitesi profili)

İdiopatik skolyoz için üretilmiş ilk yaşam kalitesi enstrümanlarından birisidir. İspanyada Calidad de Vida en Deformidades del Raquis (CAVIDRA) ismi ile yayınlandıktan sonra İngilizce ve Fransızca adaptasyonu yapılmıştır. 5 boyut'ta ve 21 soru ile değerlendirme yapar. Psikososyal işlev (7 soru), uyku düzensizlikleri (4 soru), bel ağrısı (3 soru) beden görüntüsü (4 soru), bel esnekliği (3 soru) ⁽¹⁴⁾. 5 kademeli Likert ölçeğine göre değerlendirme sonucunda değerler 21 ile 105 arasında değişir. Çıkan sonuç yüksekliği oranında yaşam kalitesi kötüdür ⁽⁶⁾. Bu ölçek adölesan idiopatik skolyoz hastalarının cerrahi ve ortotik tedavilerini değerlendirmek için tasarlanmıştır ^(15,33).

SRS-22 (Scoliosis Research Society: 22 Questionnaire)

Skolyoz araştırma cemiyeti, idiopatik Skolyozun klinik sonuçlarını değerlendirmek üzere geliştirdiği ölçeği 1999 yılında yayınladı ⁽³⁰⁾. Yayımlanan orijinal ölçek, Asher ve arkadaşları tarafından geçerliliği ve güvenilirliği sınıandıktan sonra SRS-22 olarak değiştirildi ⁽²⁻⁴⁾.

Asher ve arkadaşlarının çalışmaları, SRS-22 ölçeğinin geçerli ve güvenilir olduğu, tedavi ile ortaya çıkan farkları saptayabilecek duyarlılıkta olduğu gösterildi. Yetişkin skolyozlarında da kullanılabilceği gösterilmesine karşın 18 yaş altında Kabul edilemez oranda düşük iç tutarlılığının gösterilmesiyle gözden geçirilerek SRS-22r oluşturuldu ⁽⁵⁾.

SRS-22 ölçeğinin içsel tutarlılığına bakıldığında öz-imge ve tatmin ICC 0,80 ve 0,83, ağrı 0,72 aklı sağlığı 0,72 mükemmel ve iyi düzeylerde olmasına karşın işlev ve aktivite 0,48 olarak bulundu. Bunun nedeni olarak 15 ve 18. Sorulardaki içsel tutarlılığın zayıf olduğu görülerek değiştirildi. Aynı sorular Türkçe uyum çalışması sırasında da sorunlu olduğunda 15 soru iptal edildi ve 18. Sorunun soru kökü düzenlendi. SRS-22r ve diğer ölçeklere SRS web sayfasından ulaşılabilir. (<http://www.srs.org/UserFiles/file/outcomes/srs-22.pdf> en son erişim 5.12.2016)

SRS-22r ölçeği 4 boyut'ta (işlev/etkinlik, ağrı, öz-algı imgesi, akıl sağlığı) 20 ve kişisel tatmin ile ilgili 2 sorudan oluşmaktadır. Türkçe dahil birçok dile uyarlanan SRS-22r'e SRS web sayfasına ulaşılabilir. (http://www.srs.org/UserFiles/file/outcomes/srs-22_turkish.pdf) ⁽¹⁾.

Erişkin skolyozunda da etkinliği gösterilen SRS-22 ve SRS-30 kullanılırken eşlik eden digger dejeneratif sorunları da kapsayabilmesi için Oswestry engellilik indeksi veya COMI kullanımı da önerilmektedir ⁽⁴⁸⁾.

Breys ölçeği (Brace Questionnaire (BrQ))

Yunanca olarak geliştirilip yayımlanan BrQ daha sonra İngilizce ve İtalyanca'ya uyarlandı. 34 soru ve 8 boyutta (genel sağlık, fiziksel işlev, duysal işlev, kendine güven, yaşamsallık, okul etkinliği, ağrı ve sosyal etkinlik.) skolyozun konservatif tedavi sonuçlarını değerlendirir. 20 ile 100 arasında değerler veren bu ölçek 9-18 yaş arası çocuklarda kullanımının güvenilir ve geçerli olduğu kanıtlandı. Elde olunan puan ile yaşam kalitesi doğru orantılıdır ⁽⁴⁵⁾.

Erken Başlangıçlı Skolyoz ölçeği (EOSQ-24 (Early Onset Scoliosis 24 item Questionnaire))

EOSQ-24 nesnel, veli tabanlı, hasta yakını tarafından doldurulan bir ölçektir. Erken başlangıçlı skolyoz (<10 yaş tüm etyolojiler) da yaşam kalitesi ölçekleri son zamanlara kadar geliştirilmemişti. Yaş grubunun özelliği nedeniyle bu ölçek veliler tarafından yanıtlanmaktadır. Bu ölçek 11 boyut'ta (Genel sağlık, Ağrı, Akciğer fonksiyonları, hareket, Fizik fonksiyon, Gündelik yaşam, yorgunluk/hareketlilik düzeyi, duygusallık, aileye etkisi, maddi etki, Çocuk ve aile tatmini) 24 soru ile bu alandaki boşluğu doldurmaktadır. Türkçe uyum çalışmaları orjinal ölçek kongrede 2012 yılında sunulmasından sonra yapılmış ve orjinali Türkçe güvenilirlik geçerliliği 2015 yılında yayınlanmıştır^(18, 42,43).

EOSQ24'ün test-yenidentest güvenilirliği bir boyut dışında tüm boyutlarda mükemmel düzeyde (ICC 0,80-0,97) bulunmuştur.

Walter Reed Görsel değerlendirme ölçeği ve Spinal görünüm sorgusu

SRS omurga deformiteleri çalışma grubu 2003 yılında resimlere dayalı bir deformite algısı ölçeği oluşturdu. 7 boyutta (omurga deformitesi, Kosta kamburluğu, Torakal deformite, Gövde dengesizliği, omuz asimetrisi, scapula asimetrisi) çeşitli deformiteleri değerlendirmeyi hedefledi. Her boyutta 5 standardize edilmiş şekil/çizim yer almaktaydı. Aynı grup daha sonra "**Omurga görünümü sorgusu**"nu oluşturdu. Bu ölçekte 20 boyut ve 12 soru yer almaktadır. İçsel tutarlılığının tatminkar olduğu saptandı. (Cronbach alpha 0,7).

Bad Sobernheim Stress Questionnaire (BSSQ)

BSSQ skolyoz tedavis özellikle breys tedavilerinde ortaya çıkan stres'I ölçmekte faydalıdır. SRS-22r deki sorulara benzer 8 sorusu vardır. Her sorunun 0 ile 3 puan arasında değerde olan 4 yanıtı vardır. 0-8 puan arası yoğun stres'I, 9-16 puan ortalama stres'I ve 17-24 puan arası ise düşük stres'i ifade eder⁽⁶⁾. Türkçe uyarlaması yoktur.

SONUÇ

Herhangi bir yaşam kalite ölçeğinin kültürler arası kullanılabilmesi için bir dilden diğerine yalın tercümesi yeterli değildir. Kültürel uyumunun yapılması ve o toplumda geçerlilik ve güvenilirliğinin sınanması gereklidir.

Yaşam kalite ölçeklerinin gündelik kullanımları hem kendi kendimizi hem de diğer kliniklerle sonuçlarımızın karşılaştırılabilmesine olanak sağlayacaktır. Doğru ölçeğin seçilmesi de bir o kadar önemlidir. Bölge, hastalık odaklı ölçeklerle birlikte hangi jenerik ölçeğin kullanılacağı araştıracağımız klinik soru ile doğrudan ilişkilidir.

KAYNAKLAR

- 1- Alanay A, Cil A, Berk H, Acaroglu RE, Yazici M, Akcali O, Kosay C, Genc Y, Surat A. Reliability and validity of adapted Turkish Version of Scoliosis Research Society-22 (SRS-22) Questionnaire. *Spine* 2005; 30(21): 2464-2468.
- 2- Asher M, Lai S, Burton D, Manna B. The reliability and concurrent validity of the scoliosis research society-22 patient questionnaire for idiopathic scoliosis. *Spine* 2003; 28(1): 63-69.
- 3- Asher MA, Lai SM, Burton D, Manna B. Discrimination validity of the scoliosis research society-22 patient questionnaire: relationship to idiopathic scoliosis curve pattern and curve size. *Spine* 2003; 28: 74-78.
- 4- Asher MA, Lai SM, Burton D, Manna B. Scoliosis research society-22 patient questionnaire: responsiveness to change associated with surgical treatment. *Spine* 2003; 28: 70-73.
- 5- Asher MA, Lai SM, Glattes RC, Burton DC, Alanay A, Bago J. Refinement of the SRS-22 health-related quality of life questionnaire function domain. *Spine* 2006; 31: 593-597.
- 6- Bago J, Climent JM, Perez-Grueso FJS, Pellise F. Outcome instruments to assess scoliosis surgery. *Eur Spine J* 2013; 22(Suppl.-2): S195-S202.
- 7- Beaton DE, Bombardier C, Guillemin F, Ferraz MB. Guidelines for the process of Cross-Cultural Adaptation of Self-Report Measures. *Spine* 2000; 25(24): 3186-3191.
- 8- Beaton DE, Schemitsch E. Measures of health-related quality of life and physical function. *Clin Ortho Rel Res* 2003; 413; 90-105.
- 9- Beaton DE. Understanding the relevance of measured change through studies of responsiveness. *Spine* 2000; 25(24); 3192-3199.

- 10- Bergner M, Bobbitt RA, Carter WB, Gilson BS. The sickness impact profile: development and final revision of a health status measure. *Med Care* 1981; 19(8): 787-805.
- 11- Boos N, Aebi M. Spinal disorders: Fundamentals of diagnosis and treatment. 1. Edition, Springer, Berlin 2008.
- 12- Calin A, Garrett S, Whitelock H, Kennedy LA, O'hea J, Mallorie P, Jenkinson T. A new approach to defining functional ability in ankylosing spondylitis: the development of the bath ankylosing spondylitis functional index. *J Rheumatol* 1994; 21(12): 2281-2285.
- 13- Chapman JR, Hanson BP, Dettori JR, Norvell DC. Spine outcomes measures and instruments. AO Spine International, Thieme, 2007.
- 14- Climent JM, Reig A, Sanchez J, Roda C. Construction and validation of a specific quality of life instrument for adolescents with spine deformities. *Spine* 1995; 20(18): 2006-2011.
- 15- Climent JM, Sanchez J. Impact of the type of brace on the quality of life of adolescents with spine deformities. *Spine* 1999; 24: 1903-1908.
- 16- Costa LOP, Maher CG, Latimer J. Self-report outcome measures for low back pain. searching for international cross-cultural adaptations. *Spine* 2007; 32(9): 1028-1037.
- 17- Demirkıran, HG, Kınıklı GI, Olgun ZD, Kamacı S, Yavuz Y, Vitale MG, Yazıcı M. Reliability and validity of the adapted Turkish Version of the Early-onset Scoliosis-24-Item Questionnaire (EOSQ-24). *J Pediatr Orthop* 2015; 35: 804-809.
- 18- Deshpande PR, Rajan S, Sudeepthi BL, Abdul Nazir CP. Patient-reported outcomes: A new era in clinical research. *Perspect Clin Res* 2011; 2: 137-144.
- 19- Deyo RA, Battie M, Beurskens AJHM, Bombardier C, Croft P, Koes B, Malmivaara A, Roland M, Von Korff M, Waddell G. Outcome measures for low back pain research: a proposal for standardized use. *Spine* 1998; 23(18): 2003-2013.
- 20- Deyo RA, Mirza SK. Trends and variations in the use of spine surgery. *Clin Orthop Relat Res* 2006; 443: 139-146.
- 21- Dolan P, Gudex C, Kind P, Williams A. A social tariff for EuroQol: results from a UK general population survey. 1995 The University of York Centre for Health Economics. Discus. paper 138. <http://www.york.ac.uk/inst/che/pdf/DP138.pdf>
- 22- Edwards P, Roberts I, Clarke M, Di Guiseppi C, Pratap S, Wentz R, Kwan I. Increasing response rates to postal questionnaires: systematic review. *BMJ* 2002; 324: 1183-1191.

- 23- Edwards P, Roberts I, Sandercock P, Frost C. Follow-up by mail in clinical trials: does questionnaire length matter? *Control Clin Trials* 2004; 25: 31-52.
- 24- EQ5D User Guide. EUROQoL group 2009. http://www.euroqol.org/fileadmin/user_upload/Documenten/PDF/User_Guide_v2_March_2009.pdf
- 25- Eser E, Dinç G, Cambaz S, Özyurt B. EUROQoL (EQ5D) indeksinin toplum standartları ve psikometrik özellikleri: Manisa kent toplumu örnekleme. Poster: *İkinci Sağlıkta Yaşam Kalitesi Kongresi, Kongre Özet Kitabı, İzmir 2007*; pp: 139.
- 26- Feise RJ, Donaldson S, Crowther ER, Menke JM, Wright JG. Construction and validation of the scoliosis quality of life index in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2005; 30(11): 1310-1315.
- 27- Fidan D. Yaşam kalitesi ölçeklerinin kullanımında uluslararası düzenlemeler. Panel: *İkinci Sağlıkta Yaşam Kalitesi Kongresi, Kongre Özet Kitabı, İzmir 2007*; pp: 36.
- 28- Fitzpatrick R, Davey C, Buxton MC, Jones DR. Evaluating patient-based outcome measures for use in clinical trials. *Health Technol Assess* 1998; 2(14): 1-74.
- 29- Fritzell P, Hagg O, Wessberg P, Nordwall A. Chronic low back pain and fusion: a comparison of three surgical techniques. *Spine* 2002; 27(11): 1131-1141.
- 30- Haher TR, Gurup JM, Shin TM, Homel P, Merola AA, Grogan DP, Pugh L, Lowe TG, Murray M. Results of the Scoliosis Research Society instrument for evaluation of surgical outcome in adolescent idiopathic scoliosis. A multicenter study of 244 patients. *Spine* 1999; 24: 1435-1440.
- 31- Helenius I, Remes V, Yrjönen T, Ylikoski M, Schlenzka D, Helenius M, Poussa M. Comparison of long-term functional and radiological outcomes after Harrington instrumentation and spondylodesis in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2002; 27(2); 176-180.
- 32- Herno A, Sari T, Suomailainen O, Airaksinen O. The degree of decompressive relief and its relation to clinical outcome in patients undergoing surgery for lumbar spinal stenosis. *Spine* 1999; 24(10): 1010-1014.
- 33- Howard A, Donaldson S, Hedden D, Stephens D, Alman B, Wright J. Improvement in quality of life following surgery for adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2007; 32: 2715-2718.
- 34- Hunt SM, McKenna SP, mcEwan J, Williams J, Papp E. The Nottingham Health profile: subjective health status and medical consultations. *Soc Sci Med* 1981; 15 (3): 221-229.
- 35- Hurst NP, Jobanputra P, Hunter M, Lambert M, Lochhead A, Brown H. Validity of EUROQoL, a generic health status instrument in patients with rheumatoid arthritis. *Br J Rheumatol* 1994; 33(7): 655-662.

- 36- Jackowski D, Guyatt G. Part III. Outcomes analysis in orthopedic surgery; a guide to health measurement. *Clin Ortho Rel Res* 2003; 413: 80-89.
- 37- Kaplan RM, Bush JW, Berry CC. Health Status: types of validity and index of well-being. *Health Serv Res* 1976; 11(4): 478-507.
- 38- Koçyiğit H, Aydemir Ö, Fişek G, Ölmez N. Kısa form 36 (KF-36)'nın Türkçe versiyonun güvenilirliği ve geçerliliği. *İlaç ve Tedavi Dergisi* 1999; 12(2): 102-106.
- 39- Lamberg TS, Remes VM, Helenius IJ, Schlenzka DK ve ark. Long-term clinical, functional and radiological outcome 21 years after posterior or posterolateral fusion in childhood and adolescence isthmic spondylolistesis. *Eur Spine J* 2005; 14: 639-644.
- 40- Lieberman JR. AAOS Comprehensive Orthopaedic Review. AAOS, New York 2009; pp: 749-761.
- 41- Martin DP, Engelberg R, Agel J, Snapp D, Swiontkowski MF. Development of a musculoskeletal extremity status instrument: the musculoskeletal function assessment instrument. *J Orthop Res* 1996; 14: 173-181.
- 42- Matsumoto H, Williams B, Park HY, Yoshimachi JY, Roye BD, Roye DP, Akbarnia BA, Emans J, Skaggs D, Smith JT, Vitale MG. The Final 24-Item Early Onset Scoliosis Questionnaires (EOSQ-24): Validity, Reliability and Responsiveness. *J Pediatr Orthop* Publish ahead of print 2016.
- 43- Stucki G, Daltroyb L, Katz JN, Johannesson M, Liang MH. Interpretation of change scores in ordinal clinical scales and health status measures: The whole may not equal the sum of the parts. *J Clin Epidemiol* 1996; 49: 711-717.
- 44- The EuroQol Group. EuroQol-a new facility for the measurement of health-related quality of life. *Health Policy* 1990; 16(3): 199-208.
- 45- Vasiliadis E, Grivas TB, Gkoltsiou K. The quality of life among children with idiopathic scoliosis during their adolescence has been reported to be affected by the brace itself. *Scoliosis* 2006; 1: 7.
- 46- Ware JE Jr, Kosinski M, Keller SD. A 12 item short form health survey: construction of scales and preliminary tests of reliability and validity. *Med Care* 1996; 34(3): 220-233.
- 47- Ware JE Jr, Sherbourne CD. The MOS 36-item short form health survey (SF-36) Conceptual framework and item selection. *Med Care* 1992; 30(6): 473-483.
- 48- Yadla S, Maltenfort MG, Ratliff JK, Harrop JS. Adult scoliosis surgery outcomes: a systematic review. *Neurosurg Focus* 2010; 28: E3-S202.

İNDEKS

A

Adams testi 90

adölesan idiopatik skolyoz 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251

agumantasyon 298

ailesel 28

alt end vertebra 141, 399

anterior 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 72, 73, 76, 85, 86, 140, 141, 142, 156, 167, 191, 207, 220, 228, 229, 231, 233, 236, 246, 249, 250, 259, 262, 264, 285, 298, 303, 318, 325, 342, 344, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 355, 356, 357, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 371, 372, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 381, 382, 383, 384, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 412, 413, 417, 418, 419, 422, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 434, 435, 436, 437, 438, 440

anterior füzyon 8, 9, 11, 142, 229, 356, 412

anterior longitudinal ligament 350, 402, 403

apikal vertebra 59, 75, 93, 143, 144, 228, 407, 469, 470, 471, 473, 476

aşırı kıllanma 51

ayakta 49, 51, 54, 57, 58, 60, 64, 105, 137, 139, 140, 149, 156, 167, 196, 209, 211, 217, 218, 316, 399, 415, 428, 429, 431, 432, 433, 435, 436, 437, 462, 472, 504

B

bası yaraları 303

bel ağrısı 106, 116, 150, 472, 492, 505

boston 4, 13, 25, 55, 87, 158, 159, 160, 162, 164, 165, 178, 179, 181, 182, 183, 185

breys tedavisi 196

BT 113, 116, 117, 241, 242, 388

büyüme plağı 36

büyüyen rod 426

C

cafe au lait 51, 103, 104

kantilever 415

cell saver 268, 269, 445, 455, 485

cisim 76, 347

cisimler arası 298

cobb yöntemi 49, 80

cotrel-dubousset 6, 7, 11, 12, 136, 144, 146, 253, 370, 372, 373, 374, 375, 378, 379, 380, 382, 383, 384, 385, 388, 390, 488

Ç

çengel 104, 133, 136, 289, 296, 297, 299, 300, 301, 307, 309, 311, 314, 315, 318, 320, 321, 323, 324, 325, 329, 332, 333, 334, 337, 343, 354, 357, 387, 388, 390, 451

cerrahi tedavi 111, 112, 123, 151, 157, 225, 227, 228, 233, 289, 345

çift majör 304, 320, 324, 330, 341, 347, 358, 403

çift majör eğrilik 304, 320, 324, 330, 341, 347, 358

D

deformite 1, 2, 3, 9, 21, 28, 29, 31, 36, 38, 40, 82, 83, 125, 134, 143, 150, 152, 194, 199, 204, 230, 233, 237, 239, 240, 244, 294, 295, 311, 399, 412, 417, 419, 434, 444, 447, 448, 449, 451, 462, 472, 479, 507

dekompenzasyon 136, 349, 350, 400, 471

dengeli 136, 201, 262, 272, 290, 327, 338, 342, 346, 417, 461, 465, 471

dengesizlik 297, 464, 465, 466, 472

Derotasyon 6, 84, 141, 159, 161, 164, 166, 195, 198, 204, 205, 206, 207, 208, 215, 218, 230, 297, 300, 309, 312, 314, 318, 322, 325, 328, 329, 330, 332, 334, 336, 338, 341, 343, 347, 352, 353, 357, 358, 359, 360, 370, 388, 389, 390, 391, 392, 398, 400, 408, 435, 477

diastometomiyeli 51

disk 21, 73, 81, 82, 116, 118, 138, 150, 188, 229, 287, 316, 320, 398, 399, 400, 402, 404, 413, 417, 419, 428

distraksiyon 4, 5, 78, 79, 80, 136, 290, 292, 296, 300, 301, 302, 303, 304, 307, 312, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 341, 388, 389, 390, 426, 479

doğal seyri 89, 98, 150, 225, 359

double majör 378

Drummond 6, 25, 65, 101, 130, 293, 307, 308, 374, 459, 488

duruş bozukluğu 3

düz sırt 304, 307

düzeltilme 6, 78, 79, 81, 82, 84, 121, 133, 136, 141, 144, 151, 157, 161, 166, 174, 177, 194, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 204, 205, 207, 208, 209, 210, 211, 230, 241, 246, 289, 297, 298, 301, 303, 309, 310, 320, 327, 328, 334, 339, 356, 358, 360, 361, 364, 365, 387, 388, 389, 390, 391, 397, 399, 400, 401, 408, 428, 431, 432, 434, 442, 448, 454, 466, 473, 474, 482

E

eğriliğin özellikleri 143

endikasyon 225, 228, 230, 254, 297, 349, 352, 353

EOS 64, 66, 361

epidemioloji 17

etioloji 254

F

faset eklem 73, 118, 412

fleksibl 161, 167, 303, 318, 320, 325, 341, 347, 349, 352, 353, 355, 357, 358, 361, 364, 366, 368, 390

G

gamze 103

genetik 18, 20, 28, 29, 30, 36, 37, 71, 97, 98

gerdirme (tethering) sistemler 366, 367

Gergin kord 116, 120

göğüs duvarı deformitesi 84, 104, 255

güçlendirilmiş 353, 358, 359, 360

H

harms 7, 13, 67, 145, 146, 232, 297, 349, 350, 355, 360, 372, 376, 409, 410, 440, 459, 484, 487

harrington rod 5, 253, 291, 293, 299, 301, 303, 304, 305, 329, 343, 371, 380, 383, 385, 442

hipokifoz 50, 52, 124, 140, 154, 203, 229, 320, 328, 336, 349, 391

hipotansif anestezi 445

hook 378, 379, 382, 385, 485

İ

ilk adet yaşı 91, 93, 94, 150, 154, 167, 168, 169, 171, 172

imbalans 297, 329, 330, 338, 341, 346, 461, 471

insitu füzyon 481

indikatör 170

interbody 7, 399, 417, 492, +512

intermediet 312, 316

İskelet maturasyonu 92, 93, 98, 226

K

kablo 357, 366

kalmodulin 71

kalp yetmezliği 467

kanama 266, 267, 269, 270, 272, 275, 364, 365, 366, 388, 403, 408, 416, 419, 434, 444, 445, 478, 480, 481, 482

kas dengesizliği 195

kifoskolyoz 36, 50, 124, 243

king-moe 106, 134

kırmızı bayrak 108

klirik değerlendirme 49

kobalt-krom rod 392

kompanstatuar eğrilik 135

kompanstatuar 156

Komplikasyon 5, 6, 233, 254, 261, 298, 306, 307, 311, 347, 356, 420, 437, 441, 442, 443, 444, 452, 454, 455, 462, 466, 467, 478, 480

kompresyon 4, 21, 72, 229, 292, 296, 300, 301, 302, 308, 319, 320, 323, 324, 325, 332, 341, 348, 350, 353, 388, 389, 390, 399, 405, 406, 415, 416, 419, 426, 427, 479

komşu segment 427, 461, 462, 467, 468, 478

konservatif tedavi 152, 171, 180, 191, 506

kontraendikasyon 349, 368

koronal denge 124, 142, 470, 472

korpus 139

korreksiyon 4, 5, 7, 9, 11, 290, 297, 298, 301, 303, 304, 305, 306, 307, 309, 312, 318, 327, 328, 329, 330, 332, 334, 335, 336, 337, 338, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 368, 412, 413, 415, 416, 417, 418, 420, 452, 453, 481

L

lenke 66, 67, 85, 86, 106, 116, 127, 128, 131, 133, 134, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 225, 228, 230, 247, 250, 251, 285, 325, 330, 347, 361, 362, 363, 367, 370, 372, 373, 374, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 389, 393, 394, 395, 396, 397, 401, 406, 408, 409, 410, 422, 438, 440, 453, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 465, 466, 469, 470, 471, 473, 475, 476, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490

ligamentöz 78, 45

lomber eğrilik 134, 135, 136, 137, 140, 141, 142, 159, 226, 228, 229, 230, 325, 337, 341, 398, 403, 431, 433, 435, 436
lordoz 3, 36, 50, 52, 53, 58, 60, 71, 76, 90, 104, 107, 108, 110, 112, 115, 124, 125, 150, 156, 158, 336, 349, 400, 402, 413, 432, 466

Luque 6, 9, 12, 13, 14, 293, 297, 299, 300, 305, 306, 307, 308, 311, 315, 339, 374, 380, 388, 394, 410, 417, 422, 426

M

majör eğrilik 138, 141, 142, 401

melatonin 20, 21, 22, 23, 24, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 37, 38, 39, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 71, 97, 100, 101,

menarş 91, 93, 94, 150, 154, 167, 168, 169, 171, 172

mental durum 344, 346

milwaukee 4, 14, 100, 155, 157, 159, 160, 164, 166, 181, 183, 184, 185

minör eğrilik 138

mr 24, 64, 65, 77, 127, 146, 247, 249, 250, 286, 299, 334, 394, 423, 457, 488, 492

N

Nash-Moe yöntemi 61

nörofibromatozis 104, 229, 254

nörolojik defisit 106, 293, 301, 304, 306, 307, 308, 341, 346, 354, 355, 356, 359, 360, 365, 451, 454

nötral vertebra 59, 140

O

omuz asimetrisi 111, 507

ortez 4, 8, 11, 151, 152, 156, 158, 168, 171, 173, 174, 175, 176, 191, 198

ortoröntgenogram 61

osteoblastom 65, 116, 118

osteoporoz 179, 180, 303

ototranfüzyon 365

P

parapleji 243, 261, 420
pedikül 6, 7, 9, 60, 64, 65, 72, 84, 104, 118, 121, 141, 229, 230, 241, 261, 303, 354, 355, 356, 389, 391, 400, 401, 407, 408, 412, 415, 416, 418, 419, 443, 449, 450, 451, 452, 464, 466, 467, 468
pediküler vida 334, 350, 354, 355, 356, 357, 358, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366
pelvik insidans 465
pelvik oblisite 61
pelvik tilt 167, 195, 196
pik 450, 451
posterior füzyon 229, 301, 323, 341, 356, 363
posterior longitudinal ligament 350, 402, 403
premenarş 107, 167, 402
progresyon 19, 91, 93, 95, 98, 150, 159, 161, 165, 167, 170, 191, 192, 225, 226, 227, 228, 230, 231, 338, 448, 479
Pyle atlası 170

R

Radyolojik değerlendirme 51, 54, 57, 59, 60, 90, 462
rib hump 50, 53, 203, 204, 327, 357, 395, 398, 407, 408, 476, 477, 488, 489
rijid 153, 161, 162, 172, 179, 298, 299, 309, 318, 319, 322, 323, 325, 326, 327, 329, 330, 332, 334, 356, 357, 361, 364, 365, 412, 417, 418, 420, 421, 467, 477
rijid rod 322
risser 4, 13, 61, 62, 66, 67, 92, 93, 107, 122, 150, 154, 157, 160, 161, 163, 166, 167, 168, 170, 172, 191, 192, 193, 226, 229, 230, 283, 309, 389, 400, 402, 434, 436, 453, 470
rod 4, 5, 6, 7, 10, 14, 15, 78, 79, 253, 291, 292, 293, 296, 299, 300, 301, 303, 304, 305, 306, 309, 311, 314, 319, 321, 322, 323, 326, 329, 332, 334, 341, 343, 350, 352, 353, 357, 371, 372, 373, 377, 378, 379, 380, 381, 383, 385, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 398, 399, 400, 401, 404, 405, 406, 409, 410, 413, 418, 419, 426, 442, 450
rotasyon ölçümü 295

S

sagittal denge 115, 124, 462
segmenter enstrümantasyon 6, 133
selektif füzyon 337, 347, 453, 470
syringomyeli 64, 128, 129, 130, 131
Sınıflama 94, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 140, 142, 143, 144, 202, 226, 254, 320, 339, 347, 451, 453, 501
sırt ağrısı 106, 150, 231
skolyometre 53, 105, 228, 230, 432, 434, 477
solunum yetmezliği 259, 401
sosort 100, 151, 153, 154, 168, 171, 172, 176, 177, 182, 184, 194, 220, 221, 222, 223
spinecor 181, 182
spondilolistezis 116

srs-22 344, 345, 346, 353, 364, 370, 407, 506, 507, 508

srs-25

stabil vertebra 59, 135, 136, 139, 143, 453

sublaminar telleme 6, 293, 299, 305, 306, 307, 308

suk 15, 86, 147, 229, 348, 354, 355, 360, 361, 362, 383, 388, 393, 394, 395, 396, 412, 418, 420, 423, 459, 484, 489

T

tanı 3, 50, 57, 65, 91, 95, 108, 116, 117, 126, 151, 200, 226, 254, 449, 491, 494, 495

Tanner 61, 91, 92, 169, 170, 226

tatmin düzeyi 344

titanyum rod 390

tomografi 51, 60, 64, 65, 116, 241, 295, 328, 354, 370, 388, 405, 492

torakal eğrilik 107, 108, 112, 113, 114, 119, 120, 126, 134, 135, 136, 140, 141, 142, 210, 226, 231, 398, 403, 406, 473, 475, 479

torakal kifoza 53, 60, 108, 110, 111, 113, 124, 336, 341, 350, 406, 466, 467, 468

traksiyon grafisi 63, 229

traneksamik asit 269, 270, 482

translasyon 31, 293, 297, 300, 305, 306, 326, 339, 342, 353, 357, 358, 359, 360, 389, 391, 431

triradiate kartilaj 402, 407

triradiate kartilaj 402

U

uyum 142, 152, 167, 168, 169, 176, 177, 465, 474, 497, 501, 503, 506, 507

Ü

üçlü majör eğrilik 142

V

VEPTR 79, 123, 426

Y

yana eğilme grafisi 90, 228, 229, 230, 470

yapısal 40, 41, 69, 71, 78, 107, 109, 118, 135, 136, 138, 140, 141, 142, 149, 201, 204, 228, 229, 230, 237, 397, 398, 399, 403, 408, 420, 476

Yapısal eğrilik 135, 136, 138

yapısal olmayan 109, 138, 141, 397, 398, 408

yapısal olmayan eğrilik 138

