



Three-dimensional Spinal Deformity: Scoliosis

Üç Boyutlu Omurga Deformitesi: Skolyoz

Mehmet Fatih Korkmaz¹, Resit Sevimli¹, Engin Burak Selcuk², Yılmaz Cigremis³

¹ Department of Orthopaedics and Traumatology, Inonu University School of Medicine, Malatya, Turkey

² Department of Family Medicine, Inonu University School of Medicine, Malatya, Turkey

³ Department of Medical Biology and Genetics, Inonu University School of Medicine, Malatya, Turkey

Abstract

In human body, average of 33 separate vertebrae of the spinal column is sorted and connected to each other in a row. The primary task of this column is to support the head, chest and abdominal organs and form a stable and strong sheath to the spinal canal where the medulla spinal passes through. Spinal column of a new born baby is straight, but after the baby starts to hold his head, cervical lordosis is formed. After the baby starts to sit and stands up, thoracic kyphosis, lumbar lordosis and sacral kyphosis develops. Although, normal physiological curves of spine is normal, deviations from the front or rear view is considered pathological. Scoliosis is characterized as lateral deviation, the reduction in sagittal slope and axial rotation. Scoliosis can also be defined as the deviation of the normal vertical line, deviating more than 10 degrees, as seen in X-ray. All treatment methods used in the treatment of scoliosis aims to perform physically normal, balanced, painless and a stable backbone. Although, the treatment of Scoliosis is performed in several different ways, further studies are still being conducted.

Key words: Scoliosis, osteogenesis, spine

(Rec.Date: Jul 03, 2014

Accept Date: Jul 10, 2014)

Corresponding Author: Mehmet Fatih Korkmaz, Department of Orthopaedics and Traumatology, Inonu University School of Medicine, Malatya, Turkey

E-mail: fatih.korkmaz@inonu.edu.tr **Phone:** +904223410660 (5103) **Fax:** +904223410036



Three-dimensional Spinal Deformity: Scoliosis

Üç Boyutlu Omurga Deformitesi: Skolyoz

Mehmet Fatih Korkmaz¹, Resit Sevimli¹, Engin Burak Selcuk², Yılmaz Cigremis³

¹ Department of Orthopaedics and Traumatology, Inonu University School of Medicine, Malatya, Turkey

² Department of Family Medicine, Inonu University School of Medicine, Malatya, Turkey

³ Department of Medical Biology and Genetics, Inonu University School of Medicine, Malatya, Turkey

Özet

Spinal kolon ortalama 33 ayrı vertebranın üstüste sıralanıp birbirlerine bağlanması ile meydana gelen bir sütundur. Bu sütunun primer görevi, baş, göğüs ve karın içi organları taşımak ve bunlara bir destek olmanın yanında spinal kanalı oluşturup, içinden geçen medulla spinalise sağlam ve emniyetli bir kılıf oluşturmaktır. Yeni doğanda spinal kolon düz bir sütun halinde olup bebek başını tutmaya başlayınca servikal lordoz oluşmaya başlar. Oturmaya ve ayağa kalkmaya başlayınca torakal kifoz, lomber lordoz ve sakral kifoz gelişir. Normal bir omurganın yandan bakıldığında fizyolojik eğrilikleri olmasına karşın, ön-arka planda olan her eğrilik patolojiktir. Skolyoz, omurganın lateral deviasyonu, sagittal eğiminde azalma ve aksiyel rotasyonu ile karakterizedir. Diğer bir tanımla, X-ray ile değerlendirildiğinde, omurganın normal vertikal hattının 10 dereceden daha fazla deviasyonudur. Skolyozun tedavisinde kullanılan tüm tedavi yöntemlerinin amacı, kozmetik açıdan düzgün, dengeli, ağrısız ve stabil bir omurga sağlamaktır. Skolyozun tedavisinde farklı yöntemler kullanılmasına karşın ileri tedavi arayışları devam etmektedir.

Anahtar kelimeler: Skolyoz, osteogenez, omurga

(Rec.Date: Jul 03, 2014

Accept Date: Jul 10, 2014)

Corresponding Author: Mehmet Fatih Korkmaz, Department of Orthopaedics and Traumatology, Inonu University School of Medicine, Malatya, Turkey

E-mail: fatih.korkmaz@inonu.edu.tr **Phone:** +904223410660 (5103) **Fax:** +904223410036

Giriş

Normal bir omurgada yandan bakıldığında fizyolojik eğrilikler olmasına karşın, ön-arka planda olan her eğrilik patolojiktir [1]. Skolyoz, omurganın lateral deviasyonu ile birlikte sagittal eğiimde azalma ve aksiyel rotasyon ile karakterizedir. Diğer bir tanımla, X-ray ile değerlendirildiğinde, omurganın normal vertikal hattının 10 dereceden daha fazla deviasyonudur [2]. Tarihte ilk defa "Corpus Hippocraticum" kitabında Hipokrat tarafından tanımlanmış olup, tedavisinin güç ve etkisiz olduğu, erken teşhisin prognozu iyileştirdiğini savunmuştur. Tedavide kol ve bacaklara konulan süspansiyon benzeri cihazlar ile horizontal traksiyonu önermiştir [1,3]. Daha sonraları traksiyona ek olarak düzeltilen hastalara düzeltmeyi korumak için çelik korseler verilmiş, yanısıra düzeltici alçı uygulaması kullanılmıştır [4,5]. Miyotomi yaparak, ilk kez bir cerrahi tedavi uygulanmıştır. Kaburga deformitelerini rezeke etmişlerdir [4,5]. Gerçek anlamda skolyozun cerrahi tedavisi 1914'de Hibbs tarafından yapılmıştır. Spinöz proçeslerin, lamina ve artiküler fasetlerin subperiostal açılımını takiben, faset eklemler kürete edilip, laminadan kaldırılan kemik flepler ile füzyonun sağlandığı bildirilmiştir [6]. Skolyoz cerrahisindeki en büyük ilerleme Harrington tarafından geliştirilen enstrumantasyon—yondur. Harringtonun Spinal Enstrumantasyon + Spinal Füzyon (HRSF) metodu ilk defa yüksek standartlarda rijid fiksasyona müsaade etmiş günümüze dek spinal cerrahide en çok kullanılan enstrumantasyon metodu olmuştur. Skolyozda deformitenin üç boyutlu olduğu görüşü yaygınlaştıktan sonra iki rod ve multipl hook ve iki transvers bağlantılı enstrumandan oluşmakta olan Cotrel-Dubousset tekniği geliştirilmiştir. Bu tekniğe göre her üç düzlemde de eğriliği düzeltmede üstün başarı elde edilip, çok rijid bir fiksasyona sahip olunmakta, postoperatif alçı kullanımına gerek kalmamaktadır [3,7].

Biyomekanik

Spinal kolon ortalama 33 ayrı vertebranın üstüste sıralanıp birbirlerine bağlanması ile meydana gelen bir sütundur. Bu sütunun primer görevi, baş, göğüs ve karın içi organları taşımak ve bunlara destek olmanın yanında spinal kanalı oluşturup, içinden geçen medulla spinalise sağlam ve emniyetli bir kılıf oluşturmaktır [8]. Omurga ayrıca başın ve gövdenin hareketlerinde de rol alır ve gövde ağırlığının büyük kısmını taşıyıp, bunu alt ekstremitelere kontrollü biçimde aktarır. Fizyolojik eğrilikleri sayesinde dengenin sağlanmasında, atlama veya benzeri hareketlerde gövdenin çöküp iç organlara zarar vermemesi için önemli bir süspansiyon görevi görmektedir [2,9]. Dennis'in ileri sürdüğü teoride vertebral kolon 3 ayrı kolona ayrılmaktadır: anterior, orta ve

posterior. Anterior kolon vertebra cisminin 2/3'ü, anterior longitudinal ligament ve intervertebral kolondan oluşmakta iken orta kolon, vertebra cisminin arka 1/3'ü, pediküller, posterior longitudinal ligament, spinal kanal ve laminanın ön yüzünü içerir. Arka kolon ise; faset eklemler, transvers ve spinöz prosesler, laminaların arka yüzleri, supraspinöz ligament, interspinöz ligament ve ligamentum flavumdan oluşur [2]. Vertebra cisimlerinin büyüklük ve kitleleri servikal birinci vertebradan son lomber vertebraya doğru giderek artar, böylece artan yüklere karşı adaptasyonu sağlar. Gerçekte asıl yükü, fizyolojik şartlarda, vertebranın cismi taşır. Yük, vertebranın üst yüzünden alt yüzüne kortikal kılıf ve spongioza aracılığıyla taşınır [10]. Spinal 23 intervertebral disk mevcut olup orta kısmındaki geniş miktarda hidrofilik proteoglikandan oluşmuş kollojen yapısında jelatinöz nükleus pulpozusu çepeçevre annulus fibrozis sarar [11]. Bu yapı, iki vertebrayı birbirine bağlayan ve birbirlerini 120 derecelik açı ile çaprazlayan kollajen fibrillerinden oluşan 15-20 kat tabakadan meydana gelmiştir. Hareket sırasında oluşan basınç kuvveti visküz nükleus pulpozusdaki basınç değişiklikleri ile dağıtılarak vertebral kolona aktarılır [7,11]. İnsan omurgası intrinsek ve ekstrinsek yapılar ile sağlanmış destekler sayesinde gövde pelvis üzerinde dik ve dengeli durmaktadır. İntrinsek yapılara omurlar ve disklerin yanında küçük intraspinal ve erektör spinal kaslarda eşlik etmektedir. Ekstrinsek desteklerin başında torakal bölgede göğüs kafesi gelir. Her kaburga interkostal kaslar ve ligamentlerle desteklenir [12]. Spinal kolonda sagittal planda fizyolojik eğrilikler mevcuttur. Yeni doğanda spinal kolon düz bir sütun halinde olup bebek başını tutmaya başlayınca servikal lordoz oluşmaya başlar. Oturmaya ve ayağa kalkmaya başlayınca torakal kifoz, lomber lordoz ve sakral kifoz gelişir. İlk başta çocukta bu eğrilikler erişkinlerdekinden az olup kas gücü gelişip denge sağlanınca normal açılara ulaşır [13]. Servikal bölgede 30°-50° lordoz, torakal bölgede 20°-40° kifoz, lomber bölgede 40°-60° lordoz, sakral bölgede ise 40°-60° kifoz oluşur [14].

İdiopatik Skolyoz

İdiopatik skolyoz etiolojisi tam olarak bilinmeyen yapısal skolyozlara verilen isimdir. Amerikan Skolyoz Araştırma Cemiyeti (Scoliosis Research Society-SRS) tarafından 1973 yılında günümüzde hala geçerliliğini koruyan en geniş sınıflama yapılmış olup bu sınıflamaya göre skolyoz yapısal olan ve yapısal olmayan skolyoz olarak ikiye ayrılmıştır [15] (Tablo 1).

Tablo 1. Amerikan Skolyoz Araştırma Cemiyeti (Scoliosis Research Society–SRS) sınıflaması

YAPISAL SKOLYOZ	YAPISAL OLMAYAN SKOLYOZ
I. İdiopatik Skolyoz II. Nöromusküler Skolyoz III. Konjenital Skolyoz IV. Nörofibratozis V. Mezenşimal Hastalıklar VI. Romatoid Hastalıklar VII. Travmatik VIII. Ekstra Spinal Kontraktürler IX. Osteokondrodistrofi X. Kemik Enfeksiyonu (Akut veya Kronik) XI. Metabolik Hastalıklar XII. Lumbosakral Eklemlerle İlgili XIII. Tümörler	I. Postural Skolyoz II. Histerik Skolyoz III. Sinir Kökleri İrritasyonu IV. İnflamatuvar (örn. apandisit) V. Alt Ekstremit Eşitsizliğine Bağlı VI. Kalça Eklemi Kontraktürlerine Bağlı

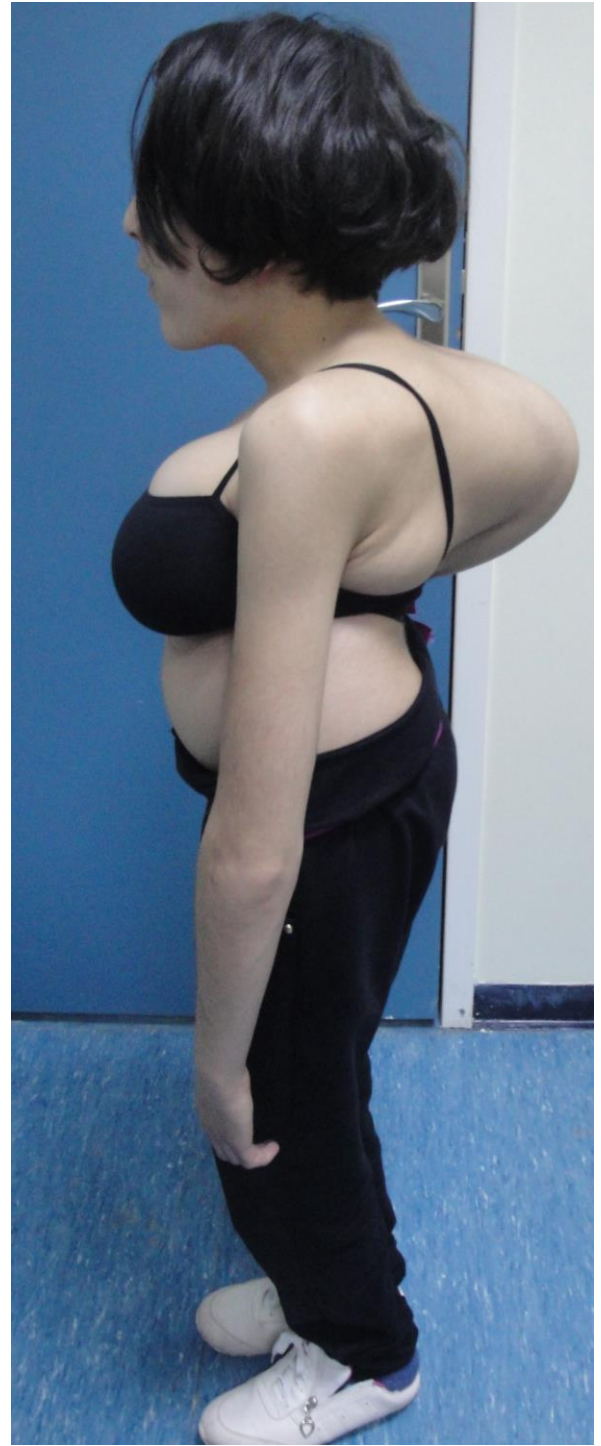
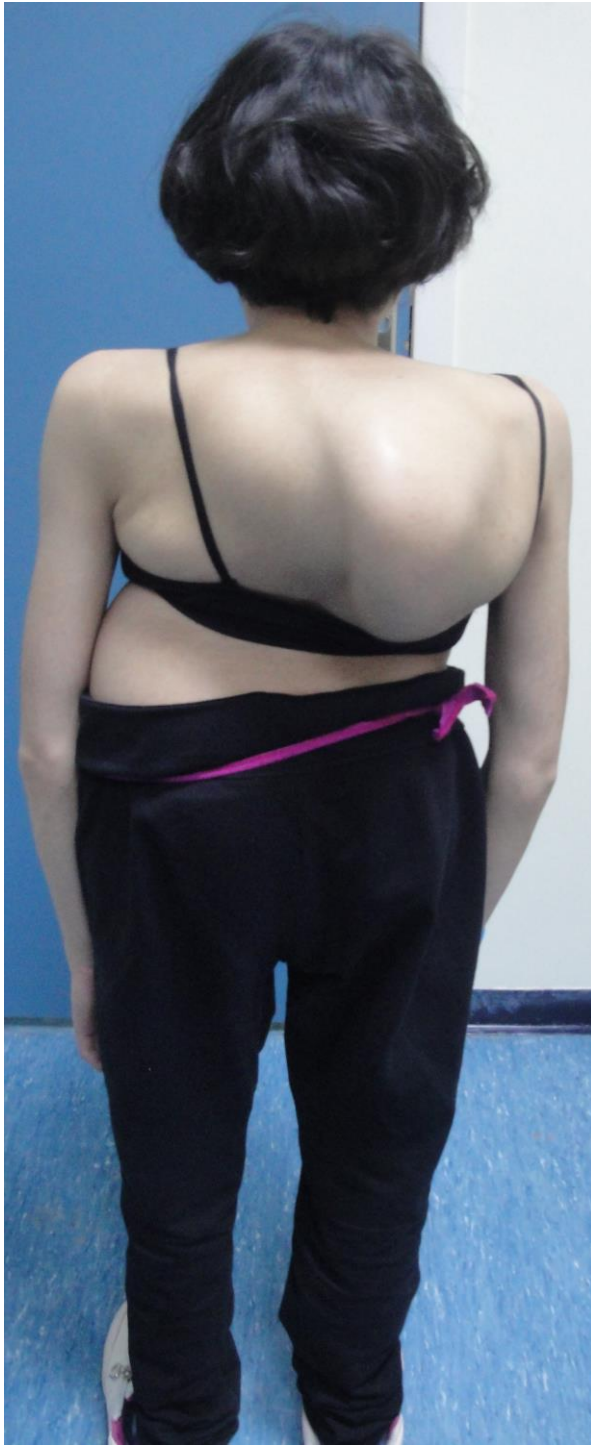
İdiopatik skolyoz büyüme periodu içerisinde herhangi bir dönemde başlayabilir ve kronolojik olarak üç gruba ayrılır; infantil (doğumdan üç yaşına kadar), juvenil (dört yaş ile puberte dönemi) ve adolesan (puberteden büyüme plakları kapanana kadar) [16].

Yapısal skolyozlar arasında en sık görülen skolyoz şekli olan idiyopatik skolyozun büyük çoğunluğunu, adolesan idiyopatik skolyoz oluşturmaktadır [17]. İdiopatik skolyozun etyopatogenezinde, nörolojik köken, disk içeriğinde anormallikler, endokrin bozukluklar, musküler inbalans, vertebra kemiksel gelişim bozuklukları, ligamentöz yapılardaki kollajen hataları ve genetik teoriler suçlanmasına rağmen net bir sebep bulunamamıştır [18]. Kollajen metabolizması, intervertebral disk patolojisi ve konnektif doku değişiklikleri ile primer nörojenik, myojenik ve vestibuler fonksiyon değişiklikleri gibi konulardaki araştırmalar buna örnektir [19]. Diğer yönden intraspinal ve paraspinal lezyonların progressif skolyotik eğriliklerin gelişimi ile ilişkili olduğu bilinmektedir ve bu tür eğrilikler skolyoz deformitesinin etyolojisi açıklığa kavuşmuş küçük bir bölümünü oluşturmaktadır [20]. Tachdjian ve Matson 'un spinal kord tümörlü geniş hasta serilerinde muskuloskeletal deformiteler birinci sıradaki anomalileri oluşturmaktadır [21]. Bu olgularda asimetric sirinksin gövde adalelerinin innerve olduğu ön boynuz hücrelerinde yaptığı hasara bağlı olarak skolyoz geliştiği kabul edilmektedir [22]. Son yıllarda, propriosepsiyon ve vibrasyon duyusu defektlerine neden olan beyin sapı veya posterior kolon hataları ve melatonin-kalmodulin sisteminde gelişimsel hataların etyolojide rol

oynayabileceği düşünülmektedir. [23]. Skolyozlu hastanın muayenesi hastanın ve ailesinin ayrıntılı hikayesinin alınmasıyla başlar. Başlıca hastalığın hasta üzerindeki etkileri, genel sağlık durumu, aile hikayesi, hastanın yaşı ve fizyolojik gelişimi araştırılır. Deformite, ağrı, nörolojik semptomlar, kardiyopulmoner problemler ve fonksiyonel komplikasyonlar olup olmadığı sorulur. Hastanın yaşı ve cinsiyetinin yanında, deformitenin ortaya çıktığı yaş ve nasıl farkedildiği önemlidir. Deformite, bir okul taramasında fark edilebildiği gibi, rutin veya herhangi bir nedenle yapılan sağlık muayenesinde, sportif faaliyetlerde, veya banyo sırasında ailesi tarafından saptanabilir [24]. Skolyozu olan hasta tamamen çıplak olarak muayene edilir. İncelemede hastanın genel durumu, postürü incelenir. Sagittal plandaki postürün lordoz, kifoz, kifolordozdan hangisine uyduğu belirlenir (Resim 1,2). Omuzlarda ve göğüs uçlarındaki asimetri inspeksiyonla saptanır ve uygun tasarlanmış cetvellerle de ölçülebilir [25]. Bu olgularda bazen gözden kaçabilen ilk nörolojik belirti asimetrik superfisyel abdominal duvar refleksi olabilmektedir. Bu refleksin eğriliğin konveksite tarafında azalmış olarak tespit edilebileceği ve bütün idiopatik görünümlü skolyozlarda bu muayenenin yapılması gerektiği bildirilmektedir [26]. Radyolojik muayenede, hasta ayakta iken tüm vertebranın standart ön arka ve yan grafileri, öne, arkaya ve yanlara eğilme grafileri çekilebilir. Ön-arka grafide vertebrada veya kotlarda formasyon veya segmentasyon kusuru ve spinal kanalda açıklık (spina bifida) olup olmadığına bakılır. Eğriliğin yönü (sağ-sol), tek majör veya çift majör eğrilik olup olmadığı kaydedilir. Eğriliğin üst ve alt son vertebraları, apikal vertebraları tespit edilir. Eğriliğin konkav tarafa doğru en fazla eğilen en üst vertebrasının en üst kenarıyla, en fazla eğilen alt vertebrasının alt kenarı arasındaki açı ölçülür [27]. Bilgisayarlı tomografi ile vertebralar ayrıntılı bir şekilde incelenebilir. Vertebrada veya kotlarda kemiksel bir anomali, kanalda darlık veya deformite, enflamasyon, intravertebral veya ekstravertebral tümör olup olmadığı açık bir şekilde görülür. Spinal kanal ve spinal kord değerlendirilmesinde ise manyetik rezonans (MR) daha üstündür. Nörolojik olarak herhangi bir belirti vermemesine rağmen spinal korddaki bir patolojinin de ilk klinik belirtisi olarak skolyoz oluşması mümkündür [28]. İdiopatik skolyozda tedavinin amacı deformitenin ilerlemesinin engellenmesi, düzeltilmesi ve sağlanan düzelmenin korunmasıdır. Skolyozun konservatif tedavisinde korseleme altın standarttır. Egzersizler ve elektrik stimülasyonu korselemeden sonra konservatif tedavide en çok kullanılmış tedavi modaliteleridir. Korseleme dışındaki konservatif yöntemlerden hiçbirinin skolyotik eğri üzerine etkili olduğuna dair kesin bilimsel veriler yoktur [29]. 40°nin üzerindeki eğrilikler korseye yanıt vermezler ve iskelet matüritesi geliştikten sonra dahi ilerler [30]. Skolyozda kullanılan egzersizler spinal

kontrolü sağlamak için postür egzersizleri (stabilizasyon egzersizleri), spinal fleksibilitayı arttırıcı egzersizler (germe egzersizleri), yana ağırlık aktarımı egzersizleri ve solunum egzersizleridir. Skolyotik eğriliğin konveks tarafındaki kaslarda gerginlik ve yorgunluk, ligamanlarda ise zorlanma vardır; konkav kısımdaki yapılarda güçsüzlük ve kısılma vardır. Egzersizler spinal fleksibilite ve kas tonusunu düzelterek kas ve ligaman yorgunluğuna bağlı rahatsızlığı engellerler, kas gücünü, endüransını ve fonksiyonunu arttırır [30]. Tedavide ortez uygulamaları ile yapılan konservatif tedavinin yanında cerrahi tedavi prosedürleride uygulanabilmektedir [31,32]. Yüzme en iyi spordur. Çünkü suyun hem kaldırma gücü hemde masaj tesiri bulunmaktadır. Sıcak sular (kaplıca gibi) daha da yararlıdır. Yüzmeden sonra en iyi spor yürüyüştür.

Cerrahi endikasyonlarda Cobb açısı, matürite, eğrilik paterni, denge, sagittal plan ve kozmetik görünüş dikkate alınmalıdır. 40-50 derece arasındaki matüritesi tamamlanmış ya da tamamlanmakta olan eğriliklerin izlenmesi önerilirken, immatür eğrilikler cerrahi tedavi edilmelidirler. 40 derecenin üzerindeki ilerleme gösteren eğriliklerde cerrahi tedavi düşünülmelidir. Genel olarak kabul edilen progresyon kriteri 6 aylık sürede 5 derecenin üzerinde artıştır. Torakal eğriliklerde ve çoklu anomalisi olanlarda ilerlemenin ciddi olduğu ayrıca kadınların erkeklere göre daha kötü prognoza sahip oldukları bildirilmiştir [33]. Cerrahi tedavide anterior ve posterior enstrümantasyon yapılmaktadır [34]. Eğriliğin derecesinin fazla, başlangıç yaşının küçük olması ile yaygın geniş sirinkslerin bulunması hem kistin drenajını hem de eğriliğin korreksiyonunu gerektirmektedir. Gerek siringomyelide gerekse Chiarii malformasyonlarında drenaj veya dekompresyondan sonra yapılacak korreksiyon sırasında distraksiyondan kaçınılması gerektiği önemle vurgulanmaktadır [35]. Günümüzde en sık posterior yaklaşımla skolyoza müdahale edilmektedir. Rekonstrüksiyonun kalıcı olabilmesi için enstrumantasyona ek olarak vertebralara füzyon da yapılmalıdır. Cerrahi girişimler hareketli segmentleri ortadan kaldırmakta, hatta bazı durumlarda klinik olarak belirgin denge sorunlarına neden olabilmektedir. Dolayısıyla adolesan idiopatik skolyoz tedavisinde kesin tedavi arayışları sona ermemiştir. Var olan tedavi seçeneklerinin vertebral kolon üzerindeki erken ve geç etkilerinin net olarak ortaya konması, zayıf noktalarının belirlenerek gerekli değişikliklerin yapılması ve zaman içinde ideale daha fazla yaklaşabilecek tedavi seçeneklerinin belirlenmesi önemlidir.



Resim 1, 2. İnspeksiyon ile skolyoz muayenesi

Gebelikte durum

Skolyoz, eğer göğüs bölgesinde ise genellikle nefes almayı, bel bölgesinde ise, alınan nefesin dağıtımını etkilemektedir. Gebelikte anne rahminin boyutu artar, bu bel çukurunun artışı ile telafi edilir. Sonuçta bel yükünde artış ve ağrı olur. Gebelik boyunca artan progesteron ve relaxin annenin eklem ve bağlarında gevşemeye neden olarak doğum için anneyi hazırlar. Bağlardaki gevşeme de bel kasları üzerinde yükü artırarak ağrıya neden olabilir. Tüm bu mekanizmalara bağlı olarak bel bölgesinde skolyozu olan ameliyat olmamış gebelerde bel ağrısı daha sıktır. Bel bölgesi skolyozu nedeniyle ameliyat olmuş gebelerde ise bel ağrısı genelde gözlenmez. Oksijen seviyelerinde bir sorun olmadığı ve kalp fonksiyonları normal olduğu sürece bebeğin gelişiminde bir sorun beklenmez, büyüyen rahim annenin şekline uyum sağlar [36].

Konjenital skolyoz

Konjenital skolyoz, omurganın longitudinal gelişimi sırasında, vertebra anomalileri sonucu laterale eğilmesidir. Konjenital deformiteleri sınıflandırmak için kullanılan sınıflandırmalar; vertebranın tutulum yerine göre (servikal, servikotorasik, torasik, torakolomber, lomber, lumbosakral), deformitenin tipine göre (skolyoz, kifoskolyoz, kifoz, lordoz gibi), anomalinin tipine göre olabilir. Anomalinin tipine göre uygulanan klasifikasyon en sık kullanılanıdır [37].

Konjenital vertebra anomalileri, formasyon bozuklukları, segmentasyon bozuklukları, ve her ikisinin birleşimi olan karışık (kompleks) bozukluklar olarak sınıflandırılabilir. En kötü senaryoya sahip anomali; konveks hemivertebra ile birlikte olan tek taraflı ansegmente bar, ikinci olarakda çift konveks vertebra ve tek bir serbest konveks hemivertebra olarak belirlenmiştir [38]. Konjenital skolyoza neden olan etken hamileliğin 6. haftasından önce meydana gelir ve aynı dönemde gelişim gösteren diğer sistemlerde de konjenital anomalilere yol açar. Hastanın özellikle kas iskelet sistemi, genitoüriner sistem ve kalp ile ilgili problemlerinin olup olmadığı sorgulanmalıdır. Konjenital skolyoz ile birlikte renal anomali görülme sıklığı %20, konjenital kalp hastalıklarının bulunma sıklığı %7-12 arasındadır [39]. Eğer renal USG de bir obstrüktif üropati saptanırsa, spinal deformitenin ortopedik tedavisinden önce, uygun ürolojik girişimler uygulanmalıdır. Ayrıca çocuk büyüdükçe nörolojik fonksiyon bozukluğu ile ilgili sorular sorulmalıdır. En sık eşlik eden anomalilerden spinal disrafizm %20-30 oranında gözlenir [40].

Tedavi seçenekleri genel olarak iki grupta toplanabilir.

1. Konservatif tedavi

2. Cerrahi tedavi

Bugün için mevcut cerrahi yöntemler;

1- İn situ posterior füzyon

2- Alçı veya breysle eksternal korreksiyon ve posterior füzyon

3- Posterior füzyon ve enstrümentasyon

4- Traksiyon ile korreksiyon, posterior füzyon ve alçı ile takip

5- Traksiyon ile korreksiyon, posterior füzyon ve enstrümentasyon

6- Anterior-Posterior füzyon, alçı veya breys ile korreksiyon

7- Anterior-Posterior füzyon enstrümentasyon

8- Anterior-Posterior konveks füzyon ve epifizyodez

9- Hemivertebra eksizyonu ve füzyon

Bir veya daha fazla yaklaşımın kombinasyonu uygulanabilir.

Cerrah çocuğa, eğriliğe ve güvenlik faktörlerine bağlı olarak uygun enstrümentasyonu seçmeli, preoperative myelogram veya MRI ile spinal kanal mutlaka değerlendirilmelidir. Konjenital skolyoz enstrümantasyonunda karşılaşılan en sık komplikasyon paraplejidir. Bu yüzden spinal deformiteleri enstrüman ederken monitorizasyon veya “wake-up” testinin yapılması şarttır [41].

References

1. Weinstein SL, Buckwalter JA, eds, Turek's Orthopaedics Principles and Their Application. 6th edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2005;482-92.
2. Kotwicki T. Evaluation of scoliosis today: examination, X-rays and beyond. *Disabil Rehabil*. 2008;30(10):742-51.
3. Perez KA, Dormans JP. Spinal disorders. In: Dormans JP, ed, *Pediatric Orthopaedics: Core Knowledge in Orthopaedics*. Chapter 11. 1st edition. Philadelphia: Elsevier Mosby, 2005;265-78.
4. Bunnell WP. The natural history of idiopathic scoliosis. *Clin Orthop Relat Res*. 1988;229:20-5.
5. Weinstein SL. Natural history. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1999;24(24):2592-600.
6. Basu PS, Elsebaie H, Noordeen MH. Congenital spinal deformity: A comprehensive assessment at presentation. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2002;27(20):2255-9.
7. 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 Am*. 1995;77(6):815-22.
8. Yawn BP, Yawn RA, Hodge D, Kurland M, Shaughnessy WJ, Ilstrup D, Jacobsen SJ. A population based study of school scoliosis screening. *JAMA*. 1999;282(15):1427-32.
9. Dickson RA. Spinal deformity-Adolescent Idio-pathic Scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1999;24(24):2601-6.
10. Lonstein JE, Carlson JM. The prediction of curve progression in untreated idiopathic scoliosis during growth. *J Bone Joint Surg Am*. 1984;66(7):1061-71.
11. Graham JJ. Medical management of scoliosis. In: Goodgold J, ed, *Rehabilitation Medicine*. Missouri: Mosby Company, 1988:476-94.
12. King HA. Orthotic management of idiopathic scoliosis. In: Kraft GH, Lehmann JF, eds, *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1992:45-57.
13. Freidel K, Petermann F, Reichel D, Steiner A, Warschburger P, Weiss HR. Quality of life in women with idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2002;27(4):E87-91.
14. Lonstein JE. Orthotic treatment of spinal deformities: scoliosis and kyphosis. In: Bunch WH, Keagy R, eds, *Atlas of Orthotics*. St. Louis: Mosby Company, 1985:371-86.
15. Lowe T, Berven SH, Schwab FJ, Bridwell KH. The SRS classification for adult spinal deformity: building on the King/Moe and Lenke classification systems. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2006;31(19 Suppl):S119-25.

16. 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 (Phila Pa 1976)*. 1993;18(7):902-8.
17. Aebi M. The adult scoliosis. *Eur Spine J*. 2005;14(10):925-48.
18. Rowe ED, Bernstein SM, Riddick MF, Adler F, Emans JB, Bonneau-Gardner D. A meta-analysis of the efficiency of non-operative treatments for idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg*. 1997;79(5):664-74.
19. Yamada K, Yamamoto H, Nakagawa Y, Tezuka A, Tamura T, Kawata S. Etiology of idiopathic scoliosis. *Clin Orthop Relat Res*. 1984;184:50-7.
20. Samuelsson L, Undeli O, Kogler H. Spinal cord and brain stem anomalies in scoliosis. MR screening of 26 cases. *Acta Orthop Scand*. 1991;62(5):403-6.
21. Tachdjian MO, Matson DD. Orthopaedic aspects of intraspinal tumors in infants and children. *J Bone Joint Surg Am*. 1965;47:223-48.
22. Isu T, Chono V, Iwasaki V, Koyanagi i, Akino M, Abe H, Abumi, Kaneda K. Scoliosis assoeiated with syringomyelia presenting in children. *Childs Nerv Syst*. 1992;8(2):97-100.
23. Machida M. Cause of Idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1999;24(24):2576-83.
24. den Boer WA, Anderson PG, v Limbeek J, Kooijman MA. Treatment of idiopathic scoliosis with side-shift therapy: an initial comparison with a brace treatment historical cohort. *Eur Spine J*. 1999;8(5):406-10.
25. Qiu G, Zhang J, Wang Y, Xu H, Zhang J, Weng X, Lin J, Zhao Y, Shen J, Yang X, Luk KD, Lu D, Lu WW. A new operative classification of idiopathic scoliosis: a peking union medical college method. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005;30(12):1419-26.
26. Lewonowski K, King JO, Nelson MD. Routine use of magnetic resonance imaging in idiopathic scoliosis patients less than eleven years of age. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1992;17(6 Suppl):S109-16.
27. Ecker ML, Betz RR, Trent PS, Mahboubi S, Mesgarzadeh M, Bonakdapour A, Drummond DS, Clancy M. Computer tomography evaluation of Cotrel-Dubousset instrumentation in idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1988;13(10):1141-4.
28. Sar C, Hamzaoglu A, Domanic U, Goksan B. Idiopatik skolyozda manyetik rezonans goruntulemenin yeri. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 1994;28:203-6.
29. Shirado O, Toshikazu I, Kaneda K, Strax TE. Kinesiologic analysis of dynamic side-shift in patients with idiopathic scoliosis. *Arch Phys Med Rehabil*. 1995;76(7):621-6.
30. Dickson RA. Spinal deformity-Adolescent Idio-pathic Scoliosis. *Spine*. 1999;24(24):2601-6.
31. Terek R, Wehner J, Lubicky JP. The crankshaft fenomenon in congenital scoliosis. *J Pediatr Orthop*. 1991;11(4):527-32.

32. Dimeglio A, Canavese F, Charles P. Growth and adolescent idiopathic scoliosis: when and how much? *J Pediatr Orthop.* 2011;31(1 Suppl):S28-36.
33. Kuhns JE, Hormell RS. Management of congenital scoliosis. *AMA Arch Surg.* 1952;65(2):250-63.
34. Lee CF, Fong DY, Cheung KM, Cheng JC, Ng BK, Lam TP, Mak KH, Yip PS, Luk KD. Referral criteria for school scoliosis screening. Assessment and recommendations based on a large longitudinally followed cohort. *Spine (Phila Pa 1976).* 2010;35(25):E1492-8.
35. Sponseller PD. Syringomyelia and Chiari I malformation presenting with juvenile scoliosis as sole manifestation. *J Spinal Disord.* 1992;5(2):237-9; discussion 239-44.
36. Parent S, Newton PO, Wenger DR. Adolescent idiopathic scoliosis: etiology, anatomy, natural history, and bracing. *Instr Course Lect.* 2005;54:529-36.
37. Winter RB, Moe JH, Lonstein JE Posterior spinal arthrodesis for congenital scoliosis. An analysis of the cases of two hundred and ninety patients, five to nineteen years old. *J Bone Joint Surg Am.* 1984;66(8):1188-97.
38. McMaster MJ. Congenital scoliosis caused by a unilateral failure of vertebral segmentation with contralateral hemivertebrae. *Spine (Phila Pa 1976).* 1998;23(9):998-1005.
39. Reckles LN, Peterson HA, Weidman WH, Bianco AJ Jr. The association of scoliosis and congenital heart defects. *J Bone Joint Surg Am.* 1975;57(4):449-55.
40. Shah Cheraghi GH. Patterns and progression in congenital scoliosis. *JPO.* 1999;19(6):766-71.
41. Winter RB, Moe JH, Eilers VE: Congenital scoliosis. A study of 234 patients treated and untreated. 1. Natural History. *J Bone Joint Surg Am* 1968;50:1-15.