



Adolesan idiyopatik skolyozda radyolojik değerlendirme

Radiological evaluation in adolescent idiopathic scoliosis

Hanifi Üçpunar

Metin Sabancı Baltalimanı Kemik Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, İstanbul

Son yıllarda kesitsel görüntülemedeki muazzam ilerlemelere rağmen, radyografi skolyozun teşhis ve değerlendirilmesinde temel dayanak noktası olmaya devam etmektedir. İdiyopatik skolyoz bir dışlama tanısıdır. Radyografi, hem tanıyı doğrulamak hem de altta yatan olası ikincil sebepleri ekarte etmek için idiyopatik skolyoz görüntülemesinde ilk seçenektir. Skolyozun radyografik olarak koronal planda omurganın bir veya daha fazla lateral rotatuar eğrisinin varlığı olarak tanımlanabilir. Yan yana deformite olarak tanımlansa da üç boyutlu (3D) rotasyonel bir deformitedir. Seri radyografların karşılaştırılmasında teknik faktörler, ölçüm hatası, ölçüm teknikleri bilgisi önemlidir ve cerrahi karar vermeyi etkiler. Bu makale bir çerçevede olarak adolesan idiyopatik skolyozda omurganın radyografik değerlendirilmesindeki genel kavramları açıklamayı amaçlamıştır.

Anahtar sözcükler: adolesan idiyopatik skolyoz; deformite; radyolojik değerlendirme; Cobb açısı

Despite tremendous advances in cross-sectional imaging in recent years, radiography remains the mainstay in the diagnosis and evaluation of scoliosis. Idiopathic scoliosis is a diagnosis of exclusion. Radiography is the first choice for imaging idiopathic scoliosis, both to confirm the diagnosis and to rule out possible secondary causes. Scoliosis can be defined radiographically as the presence of one or more lateral rotatory curves of the spine in the coronal plane. Although it is defined as a side-by-side deformity, it is a three-dimensional (3D) rotational deformity. Technical factors, measurement error, and knowledge of measurement techniques are important in comparing serial radiographs and affect surgical decision making. This article aims to explain the general concepts in radiographic evaluation of the spine in adolescent idiopathic scoliosis as a framework.

Key words: adolescent idiopathic scoliosis; deformity; radiological evaluation; Cobb angle

Skolyoz, radyolojik olarak omurganın koronal planda Cobb açısı 10° veya daha fazla olan lateral vertebral eğriliği olarak tanımlanır.^[1] Skolyozun yüksek prevalansına rağmen, skolyozun radyografik özelliklerinin nasıl analiz edileceği konusunda eksiklikler olabilmektedir.^[2,3] Son birkaç on yılda kesitsel görüntülemedeki muazzam ilerlemelere rağmen, radyografi skolyozun teşhis ve değerlendirilmesinde temel dayanak noktası olmaya devam etmektedir. Radyografinin en önemli avantajı, ayakta duran hastada tüm omurgayı görüntülemeye izin vermesidir. Ayrıca skolyoza bağlı deformitenin üç boyutlu yapısını anlamaya yardımcı olur. Skolyozun radyografik değerlendirmesi sadece kimin tedavi edileceğine karar vermede değil, aynı zamanda hangi tedavinin sunulacağına karar vermede de merkezi öneme sahiptir.^[4]

SKOLYOZ GRAFİSİNDE RADYOLOJİK METODOLOJİ

Skolyoz grafisi, proksimalde servikal omurları (dış kulak seviyesi) ve distalde en az femur başları görülür hâlde pelvisi (sakrum ve iliak kanatları) de içine alacak şekilde tüm omurgayı kapsamalıdır. Tipik olarak, belirli bir mesafeden bir skolyoz röntgeni çekilmelidir; makine hastanın vücudundan yaklaşık 183 cm uzakta olmalıdır.^[5,6] Daha yakın mesafeden grafi çekilmesi ölçülen skolyoz derecelerinde artışa sebep olabilir. Skolyoz hastasının takibinde tekrarlayan radyolojik görüntüleme nedeniyle radyasyon maruziyetinden zarar görme ihtimali yüksek olan tiroid, meme, kornea gibi yumuşak dokuların korunması açısından koronal değerlendirme için çekilecek graflerin anteroposterior (AP) değil posteroanterior (PA) olarak çekilmesi önerilir.^[7] Ön arka grafide hastanın dizleri ekstansiyonda sabit (kilitli),

İletişim / Contact: Doç. Dr. Hanifi Üçpunar • **E-posta / E-mail:** hanifiucpunar@gmail.com

ORCID iD: Hanifi Üçpunar, 0000-0001-8394-0708

Geliş / Received: 14 Nisan 2022 • **Revizyon / Revised:** 5 Eylül 2022, 6 Ekim 2022 • **Kabul / Accepted:** 7 Ekim 2022



Şekil 1.a-b. Skolyoz grafisi çekilirken hastanın ön-arka (a) ve yan (b) pozisyonu.

ayaklar omuz genişliğinde açık, kolları gevşek ve hasta ayakkabısız olmalıdır. Hastanın sırt veya göğüs kısmı film tabakasına temas etmeyecek şekilde, hasta düz karşıya bakar pozisyonda iken ön-arka çekilir (Şekil 1a).

İki cm'den fazla bacak boyu farkı varsa, pelvisi düzleştirmek için kısalık takviyeli bir blokla röntgen çekilmelidir. Artefaktı önlemek için röntgen çekmeden önce hastanın yüzükleri, bilezikleri, küpeleri yani tüm takılarının çıkarılması gerekmektedir. Lateral (Lat) skolyoz grafisi yine dizler ekstansiyonda sabit (kilitli) ve ayaklar omuz genişliğinde tutulurken, hastanın dirsekleri bükülü, eller iki taraflı yumruk şeklinde veya açık olup supraklaviküler fossa hizasına alınır (Şekil 1b).

Skolyoz grafisi çekilirken pek çok hata unsuru mevcuttur.^[5] Çoğu zaman, röntgen cihazları tüm omurgayı alacak kadar büyük değildir, bu nedenle görüntüler kesitsel olarak çekilir. Biri servikal omurgadan, diğeri torasik omurgadan ve biri lomber omurgadan ayrı ayrı röntgen çekilir ve manuel birleştirme yapılarak ölçümler yapılır.

Ne kadar hassas birleştirme yapılsa da hata yapmak çok olasıdır. Bu durum yanlış ölçüm ve gereksiz çekim tekrarına yani hem artmış radyasyon maruziyetine hem de maliyet artışına sebep olur. Ayakkabıyla grafi çekirmek diğer bir yapılan hatadır. Ayakkabıyla grafi çekirmek olası boy eşitsizliğinde kısalık takviyesi şansını ayarlama zorluk yaratacağı gibi yanlış pozisyon vermeye neden olabilir. Torakal *hump* olan hastanın röntgen cihazına yaslanması diğer bir sık yapılan hatadır. Cihaza yaslanmak eğriliğin rotasyonu aynı yönde veya tersinde düzeltici etki yapabileceği için skolyoz ölçümlerinde yanlış sonuçlar çıkacaktır. Hasta yatarken çekilen skolyoz röntgenlerinde de genelde duruş pozisyonlamasında hata olur. Ayrıca yatarken pozisyonlama düzgün olsa dahi eğriliklerin ölçümünde azalma olur. Simetrik görüntü almak için teknisyenin hastayı belli pozisyona zorlaması ciddi açılabilir değişikliklere sebep olabilir. Bunun en sık sebeplerinden biri ağrısı olan hastada teknisyenin hastayı rahat ettiği pozisyonda grafisini çekmesidir. Spinal deformite cerrahinin grafilerin değerlendirilmesinde ve ölçümler yapılmasında tutarlı görüntüler elde etmesi için tüm değişkenleri güvenilir bir şekilde yönetebilen radyoloji teknisyenleriyle çalışması çok önemlidir.

Hasta ayakta duramıyorsa desteksiz oturma görüntüleri alınır. Gövdenin bükülmesinden kaçınılmalıdır. Lateral radyografi için bu pozisyon hem omurganın yeterli lateral görüntülenmesini sağlar hem de hastanın fonksiyonel sagittal dengesini en iyi şekilde temsil eder. Günümüzde hastanın kemik yaşının yani büyüme beklentisinin belirlenmesinde el/el bileğinin AP radyografileri, proksimal humerus AP grafileri ve pelvis AP grafileri kullanılmaktadır. Bunlar içinde muhtemelen en yaygın klinik kullanımı pelvis AP grafide elde edilen Risser derece değerlendirmesi olsa da Sander ve ark.'nın tanımladıkları sınıflama, doğruluğu en yüksek sınıflama olarak kabul edilmektedir.^[8,9]

CERRAHİ PLANLAMA İÇİN ÖNERİLEN RADYOLOJİK İNCELEMELER

a) Ayakta AP veya PA

b) Supin pozisyonda birer adet proksimal torasik, ana torasik, torakolomber/lomber bölgeler için mümkünse tüm omurgayı gösterecek yana eğilme grafileri

c) Ayakta lateral grafi

Cerrahi planlamada özellikle deformitenin esnekliğini değerlendirmek için tercihe bağlı olarak başka grafiler de mevcuttur:

a) *Push-prone* AP

b) Yatarak AP

c) *Fulcrum* eğilme (torasik eğrilik)

- d) Traksiyon AP
- e) Sırtüstü hiperekstansiyon lateral

Uygun Çekilen Skolyoz Grafisinin Değerlendirilmesinde Takip Edilecek Adımlar

1. Radyografinin tüm omurgayı gösterdiğini doğrulayın ve omurları numaralandırın.
2. Mevcut eğrilerin sayısını sayın.
3. Apikal vertebrayı tanımlayın ve her eğrinin yerini tanımlayın.
4. Her bir eğrinin uç omurunu tanımlayın ve her bir eğrinin büyüklüğünü ölçün.
5. Hangi eğrinin ana eğri olduğunu belirleyin.
6. Rotasyon için değerlendirin.
7. Koronal dengeyi değerlendirin.
8. İskelet olgunluğunu değerlendirin.
9. Bir eğrinin yapısal mı yoksa yapısal olmayan mı olduğunu belirleyin.
10. Sagittal dengeyi küresel ve bölgesel olarak değerlendirin.^[10-12]

SIK KULLANILAN RADYOLOJİK ÖLÇÜMLER VE TANIMLAMALAR

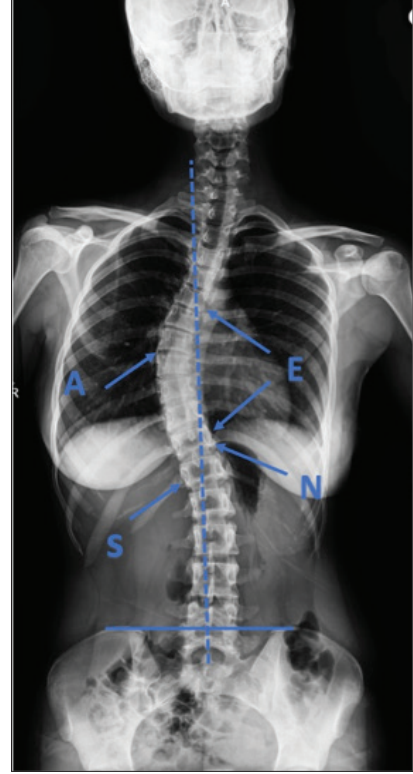
Sakral vertikal merkezi çizgi (SVMÇ, CSVL): Radyografilerde iliak krestlerin üst kısımlarını birleştiren çizgiye dik olarak çizilen ve sakrumu ikiye bölen bir çizgidir.

Servikal 7 (C7) plumb line/Çekül hattı (C7PL): C7 korpus orta noktasından yere dik çizilen düşey çizgi.

Rotasyon: Vertebranın transvers düzlemdeki dönüklüğüdür.

Apeks (Apikal vertebra veya disk): Apikal vertebra eğriliğin merkezindeki vertebradır (Şekil 2). Aksiyel planda en fazla rotasyon bu omurgada oluşur. Apeks C7PL ve SVMÇ (CSVL)'nin kesiştiği olgularda, omurgadaki eğriliğin veya vertebral kolonunun merkezinden en uzak sapmaya sahip omur veya disklerdir. Koronal dengesizlik varlığında ise apeks torakal eğriliklerde C7PL'ye, torakolomber veya lomber eğriliklerde ise SVMÇ'ye en uzak olan vertebra veya disklerdir.

Uç vertebralar (omurlar): Eğrinin apeksinin proksimal ve distalindeki en fazla eğime sahip omurlardır (Şekil 2). Cobb açısını ölçmek için kullanılırlar. Geleneksel olarak, bir skolyoz eğriliğinin kapsamı, nötral omurdan nötral omura (örneğin, T5 ile L4) kadar tanımlanırken, uç omurlar eğrinin büyüklüğünün ölçümü için referans noktalarıdır.



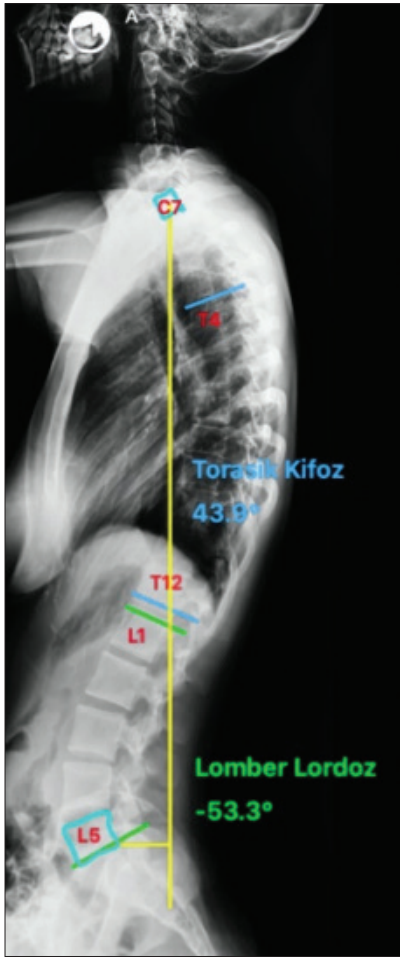
Şekil 2. Tüm omurgayı gösteren ön-arka skolyoz grafisi (A: Apikal vertebra; E: Uç (End) vertebralar; N: Nötral vertebra; S: Stabil vertebra).

Nötral vertebralar (omurlar): Ayakta ön [arka-ön (PA) veya ön-arka (AP)] radyografilerinde rotasyon göstermeyen omurlardır (Şekil 2); pediküllerin şekilleri ve büyüklükleri normal ve simetrik konumlanmışlardır.^[13] Nötral omurlar, uç omurların proksimalinde veya distalinde veya uç omurlarla aynı seviyede olabilir ancak asla eğriliğin tepesine uç omurlardan daha yakın değildir.

Stabil vertebra (omur): Distal eğrinin uç omurunun altında bir seviyede SVMÇ tarafından ikiye bölünmüş veya neredeyse ikiye bölünmüş olan en uzak omurlardır (Şekil 2).^[14,15]

Sagittal vertikal aks (SVA): Sagittal planda C7 vertebra korpus orta noktasından yere dik çizilen düşey çizginin S1 vertebra korpus üst uç plağının posterior noktasına olan en kısa uzaklık olarak tanımlanabilir. Düşey çizgi bu noktanın anteriorunda olması durumunda artı (+), posteriorunda kalması durumunda eksi (-) değerle ifade edilir (Şekil 3).

Majör/minör eğrilik: Skolyotik omurgadaki en büyük eğrilik, birincil veya ana eğrilik (majör) olarak bilinir. Bir skolyotik deformite bir veya birkaç ana eğriliğe sahip olabilir. Diğer eğrilikler varsa (varsa) ikincil veya küçük



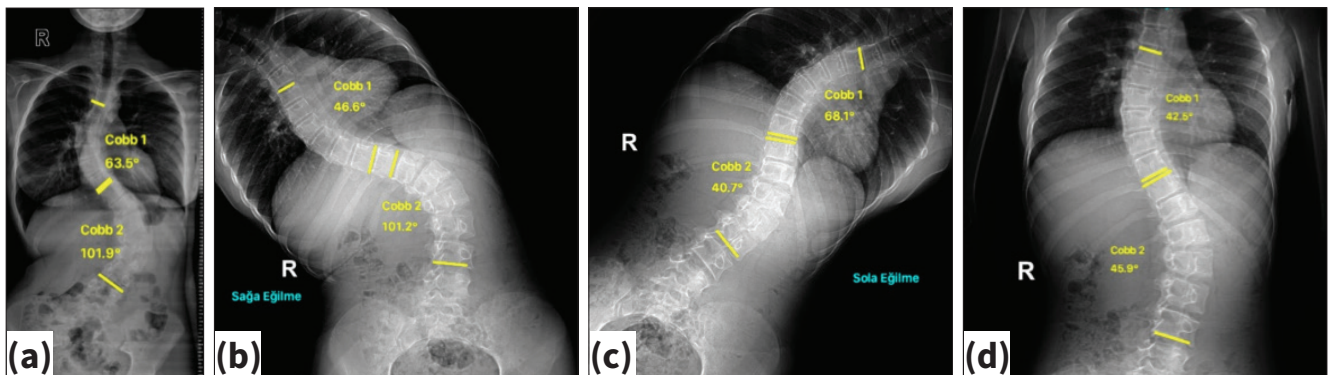
Şekil 3. Tüm omurgayı gösteren lateral skoloz grafisinde sagittal vertikal eksenin çizilmesi (Sarı çizgi).

eğrilikler (minör) olarak adlandırılır. Bu küçük eğrilikler, sabit, esnek olmayan yapısal eğrilikler veya esnek, yapısal olmayan eğrilikler olabilir. Her eğrilik için uç (terminal) ve apikal omurlar vardır. Apikal omur aynı zamanda en derin rotasyona sahip omurdur ve genellikle eğrinin tepesinde bulunur (Şekil 4).



Şekil 4. Tüm omurgayı gösteren ön-arka skoloz grafisinde majör ve minör eğriliklerin gösterilmesi.

Yapısal eğrilik/yapısal olmayan eğrilik: Eğriliklerin doğru sınıflandırılması için omurgadaki tüm eğriliklere yönelik esneklik grafileri gereklidir. (Şekil 5, a-d). Eğilme grafilerinde küçük eğrilikler eğer $<25^\circ$ olursa ve sagittal plandaki kifoz açısı normal sınırlar içindeyse, bu küçük eğriliklerin yapısal olmadığı varsayılabilir. Örneğin ana eğriliğe eşlik eden bir proksimal torasik eğrilikte ayakta çekilen lateral skoloz grafisinde torakal 2-torakal 5 (T2-T5) arasında kifoz açısı $\geq 20^\circ$ ölçülürse proksimal torasik eğrilik esnek dahi olsa derece ölçümünden bağımsız olarak yapısal kabul edilir. Yana eğilme grafileri proksimal torakal ve lomber eğrilerde esnekliği göstermede daha etkiliyken, fulkrum eğilme grafisinde ana torasik eğriliklerde esnekliği göstermede daha etkili olarak kabul edilir.^[10]



Şekil 5.a-d. Torakal eğrilik için sağa eğilme grafisi (a-b). Lomber eğrilik için sola eğilme grafisi (c-d).

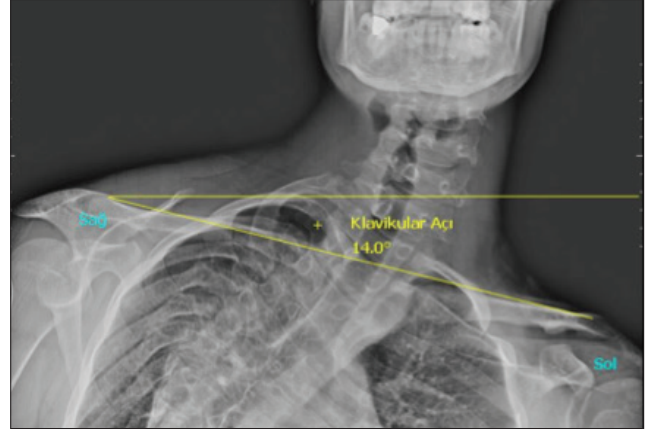


Şekil 6. Lumbopelvik bileşke lateral grafisinde spinopelvik parametrelerin ölçülmesi (SS, sakral slop; PT, pelvik tilt; Pİ, pelvik insidans).

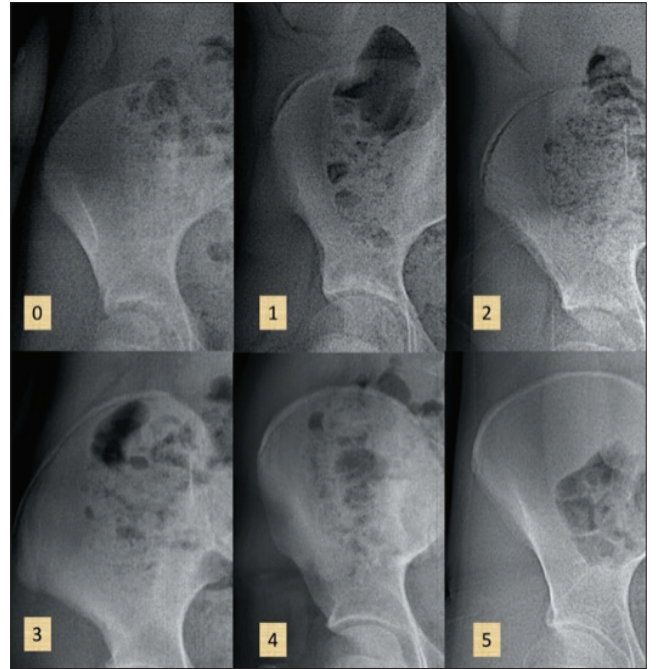
Klinik olarak yapısal eğrilikler ayrıca belirgin rotasyona ikincil olarak gelişen torakal *hump* ile de kendini gösterebilirler. Zamanla, yapısal olmayan bir eğrilik, bağların kısılması, kas atrofisi ve meydana gelen kemik değişiklikleri nedeniyle yapısal hâle gelebilir. Genel olarak cerrah, yapısal olmayan eğrilikleri tespit edip koruyarak füzyon segmentlerinin sayısını en aza indirmeye çalışır. Daha kısa füzyonlar maksimum hareket açıklığını korur ve kaynamama riskini azaltır. Yapısal olmayan bir eğriliğin tanınması, daha kısa bir füzyona izin verebilir. Yapısal eğri düzeltilirse, yapısal olmayan eğri kendiliğinden düzelecektir.

Spinopelvik parametreler: Sakral slop (SS), pelvik tilt (PT) ve pelvik insidans (Pİ) en sık kullanılan spinopelvik parametrelerdir (Şekil 6). Sakrum tüm hareketli vertebral kolunu üzerinde taşıması nedeniyle bu değerler vertebral kolunun dizilimini de önemli ölçüde etkiler. Sakral slop sakral 1 (S1) vertebraşının üst uç plağının yere paralel çizilen hayali çizgiyle arasındaki açıdır. Pelvik tilt, femur başlarının orta noktalarını birleştiren hayali çizginin ortasından S1 vertebraşının üst uç plağının orta noktasına çizilen çizgi ile yere dik çizilen hayali çizgi arasındaki açıdır. Pelvik insidans ise femur başlarının orta noktalarını birleştiren hayali çizginin ortasından S1 omurunun üst uç plağının orta noktasına çizilen çizgiyle S1 üst uç plağına dik çizilen hayali çizgi arasındaki açıdır. $Pİ = PT + SS$ denklemi değişmezdir. Pelvik tilt ve SS pozisyonel olarak değişmekle birlikte toplamları Pİ değerini gösterir.^[10]

Klavikula açısı: Klavikuların en üst noktalarından teğet geçen hayali çizgiyle yere paralel çizilen hayali çizgi



Şekil 7. Klavikula açısı.

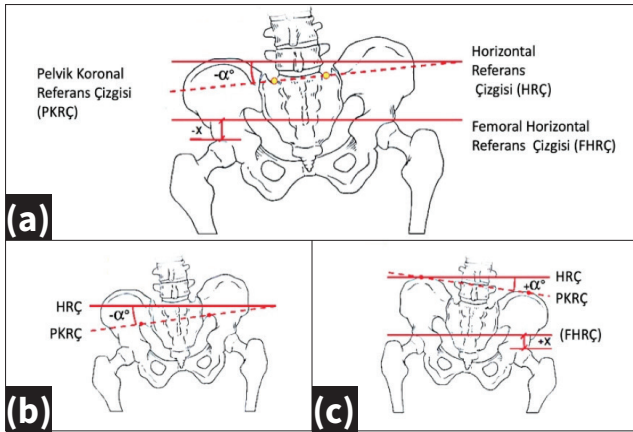


Şekil 8. Risser evrelemesi.^[10]

arasındaki açıdır (Şekil 7). Sol omuz yukarıda ise negatif sağ omuz yukarıda ise pozitif değerlerde gösterilir.

Risser işareti: İliak krest apofiz ossifikasyonunun miktarına dayalı hastanın büyüme potansiyelinin radyografik olarak tahmin etmek için kullanılan apofiz füzyon miktarıdır (Şekil 8).^[10]

Pelvik oblisite (eğiklik) ve bacak kısılığı: Pelvik oblisiteyi değerlendirirken aşağı seviyede kalan iliak kanatın en üst uç noktasından yere paralel çizilen çizgi ile S1 alanın sulkuslarını birleştiren çizgi arasındaki açı ölçülür. Eğer S1 ala sulkusu görülüyorsa iliak kanatları birleştiren çizgi referans alınabilir. Sol aşağıdaysa eksi (-), sağ aşağıdaysa artı (+) olarak ifade edilir. Bacak kısılığı ölçümünde de femur başı en üst noktaları ya da



Şekil 9.a-c. Pelvik oblisite ve kısalık (Arka-ön planda).

asetabulum yuvasının en üst noktaları arasındaki yatay düzlemdeki mesafe ölçülür. Sol kalça aşağıdaysa eksi (-), sağ kalça aşağıdaysa artı (+) olarak ifade edilir. (Şekil 9)

Sanders evrelemesi: El röntgenine dayalı büyüme potansiyelini radyografik tahmin etme aracıdır. Genel olarak, eldeki kemik epifizi distalden (falangeal kemikler) proksimale (distal radius) kapanır. Evre 1 (iskelet olarak olgunlaşmamış) ile evre 8 (iskelet olarak olgun) arasında değişen evrelerden oluşur.^[6]

Omurgaların Numaranlandırılması

Servikal omurlar nadiren spinal deformiteye katılır. Bu nedenle, bu segmentlerin sayısal olarak etiketlenmesi deformite cerrahi için genellikle bir sorun değildir. Konjenital anormalliklerde ve Klippel-Feil sendromunda konjenital füzyonlar nedeniyle mobil segmentlerin sayısı daha az olabilir, ancak genellikle yedi servikal segment tanımlanabilir. Numaralandırma atlasından (C1) başlanır. T1, çift kostalı omur olarak torakalde ilk tanımlanan omurdur. T1'in distalindeki tüm omurlar, ilişkili kostalarla birlikte torasik omurlar olarak tanımlanır. Genellikle 12 torasik omur vardır. En yaygın varyasyonlar 11 veya 13 torasik segmentin olmasıdır. L1 her zaman son torasik omurun hemen altındaki omur olacaktır. Lomber omurga tipik olarak beş omurdan oluşur, ancak bazen dört veya altı parçaya sahip olabilir. Toplam spinal segment sayısının 24'te korunması zorunlu değildir (yani, 7 servikal + 12 torasik + 5 lomber = 24). Bir hastanın 13 torasik vertebra ve altı lomber vertebraya sahip olması mümkündür. Bununla birlikte, spinal segmentlerin sayısının korunması daha yaygındır. Örneğin, 11 torasik omurlu bir hastada genellikle altı lomber omur bulunur ve 13 torasik vertebralı bir hastada dört lomber omur olur.^[10]

1. Kostaları olan ilk omur belirlenir ve T1 olarak etiketlenir.

2. Kaudale doğru kostaları olan omurlar etiketlenmeye devam edilir, en son kostaları olan omur T12 olmakla beraber T11 veya T13 de olabilir.

3. Kaudalde en son kostası olan omur T11 olursa, lomber omur eğer altı tane kalırsa geçişteki omur T12 olarak kabul edilir. Diğer tüm durumlarda, son göğüs omurunun (kostaları olan son omur) altındaki ilk omur L1 olarak kabul edilir.

4. L5 bileşkesi, geçiş omurunun lumbalizasyonu veya sakralizasyonu için gözden geçirilir. L5 sakralize ise, koronal ve sagittal Cobb'su S1'e göre ölçmek ve ayrıca sagittal dengiyi de C7'den S1'e göre değerlendirmek gerekir.^[10]

Koronal Plan Cobb Açısının Ölçümü

Cobb yöntemi, eğrilik boyutunu ölçmek için standart olarak kabul edilir.^[1] Cobb açısının, bir üç boyutlu deformitenin iki boyutlu radyografik görüntüsü kullanılarak gerçekleştirilmesi ve vertebral rotasyonu hesaba katmaması gibi kısıtlılıkları vardır. Adolesan idiyopatik skolyozda, Cobb açısının birincil klinik faydası eğriliğin ilerleme riskini belirlemektir. Cobb açısı, bunun dışında sınırlı prognostik değere sahiptir. Morbidite veya ağrı derecesiyle korele değildir. Ameliyat sonrası Cobb açısının azalma miktarı ve ameliyat sonrası hasta memnuniyeti ilişkili değildir.^[16-18] Ölçüm uç omurların (eğrinin üstü ve altı) belirlenmesiyle başlar. Eğrinin içbükey tarafındaki intervertebral boşluk, genellikle sefalik (üst) omurun üzerinde daha geniş ve altında daha dardır. Bunun tersi, kaudal (alt) omurun alt yüzeyi için geçerlidir. Ölçüm yapan kişi, üst omurun üst yüzeyine ve alt omurun alt yüzeyinden geçen izafi çizgilere dik çizgiler çizer. Bu dik çizgilerin kesişmesiyle oluşan açı Cobb açısıdır. Birincil eğrinin altında ikinci bir eğri varsa, orijinal eğrinin alt omurları ikinci eğri için sefalik uç omur olur ve alt yüzeyi boyunca aynı çizgi kullanılır.^[11] (Şekil 4 ve Şekil 5a) Cobb yönteminin genel olarak iyi bir güvenilirliği olmasına rağmen, farklı gözlemcilerin ölçümleri arasında bazı farklılıklar her zaman mevcuttur. Bir skolyoz röntgeninde, bir gözlemciden diğerine 5°'ye kadar kabul edilebilir bir hata oranı vardır.^[19] Ayrıca standardize edilmeyen hasta pozisyonla, sabah veya öğleden sonra grafinin çekilmesi, uç vertebraların önceden belirlenmemiş olması gözlemciler arasındaki bu 5°'lik kabul edilebilir ölçüm farkının artmasına sebep olmaktadır.^[6,7]

Birincil ve İkincil Eğrilerin Tanımlanması

Skolyotik omurgadaki primer eğrilik olan majör eğrilik en büyük anormal eğriliğe ve ilk gelişendir. Sekonder eğrilikler vücut dengesini korumak için başı ve gövdeyi pelvis üzerinde yeniden konumlandırmaya yarayan, büyük eğrilerin ilerlemesine eşlik eder ve sonradan gelişir.^[20] Bu terimler genellikle günlük klinik pratikte ve

çeşitli araştırmacılar tarafından skolyoz eğriliğinin tiplerini tanımlamak için tasarlanan sınıflandırma sistemlerinde kullanılmaktadır. Majör ve minör eğrilik terimleri bazen sırasıyla yapısal eğrilik ve yapısal olmayan eğrilik için eş anlamlı olarak kullanılır, ancak bu tanımlamalar tam olarak uyuşmayabilir. Vertebralardaki morfolojik değişiklikler (örneğin; kamalaşma ve rotasyon) nedeniyle, yapısal bir eğrilik ipsilateral eğilmeyle düzeltilemez. Buna karşılık, sagittal ve koronal gövde dengesini sağlayan kompensatuvar bir eğrilikte vertebral morfolojik değişiklikler meydana gelmediği için ipsilateral eğilme ile eğrilik düzeltilebilir. Yapısal olmayan bir eğri genellikle ilerlemez. Bununla birlikte, eğriliğin içbükey tarafındaki yumuşak doku kısalmalarına yani kompresyona bağlı büyüme geriliği olursa yapısal olmayan bir eğrilik yapısal bir eğriye ilerleyebilir (Şekil 4).^[20]

Diğer tanımlamalardan çift eğrilik; omurganın aynı bölümünde iki yanal eğriliği, çift majör eğrilik (Şekil 5); genellikle benzer boyut ve rotasyona sahip iki yapısal eğrinin bulunduğu skolyozu, çift torasik eğrilik; yapısal bir üst torasik eğriliğin; daha büyük, daha deforme olan alt torasik eğriliğe eşlik etmesini tanımlar. Çift torasik eğrilikte nispeten yapısal olmayan bir lomber eğrilik eşlik eder.

Esnekliğin Değerlendirilmesi

Hasta sırtüstü yatarken çekilen eğilme radyografileri ve traksiyon radyografileri genellikle spinal esnekliğin ameliyat öncesi değerlendirilmesi için çekilir. Bu AP radyografilerinden elde edilen bilgiler uygun füzyon seviyelerinin belirlenmesinde yardımcı olabilir (Şekil 5).^[14]

Omurilik Dengesinin Koronal ve Sagittal Planda Ölçülmesi

Gövde dengesi kavramı, spinal deformitenin değerlendirilmesinde kritik öneme sahiptir. Adolesan idiyo-patik skolyozda, cerrahinin birincil hedefleri, omurgayı stabilize etmek ve deformitenin daha da ilerlemesini önlemektir. Bu amaca, spinal deformite boyunca cerrahi füzyonla ulaşılır. Ek hedefler, hastanın semptomlarını hafifletmeyi ve kozmetik deformiteyi azaltmayı içerir. Bu hedeflere en iyi şekilde sagittal ve koronal dengenin yeniden kurulmasıyla ulaşılır.^[6] Ayrıca spinal denge ölçümleri, ameliyat öncesi var olan veya ameliyat sonrası oluşabilecek dekompanasyon miktarını değerlendirmek için önemlidir. Koronal plan veya ön-arka planda hastanın dengesinin ifadesinde koronal denge, apikal vertebra translasyonu ve lateral gövde kayması tanımlamaları kullanılmaktadır. Koronal denge, C7 gövdesinin orta noktasından geçen dik çizgiyle pelvisin merkezinden geçen dikey çizgiler arasındaki yatay mesafeyi temsil eder

(Şekil 4). Bu mesafe 2 cm'yi aşarsa koronal denge zayıf veya dekompanse olarak kabul edilir.^[21,22] Gövde dengesi, toraksın pelvis üzerindeki konumunu değerlendirir ve lateral gövde kaymasıyla ölçülür. Yanal gövde kayması, gövdenin kaburgalarının kenarlarına yatay bir çizgi ve bu yatay çizgiyi ikiye bölen dikey bir çizgi çizilerek ölçülür; bu dikey çizgi ile pelvisin merkezi arasındaki mesafe lateral gövde kaymasını temsil eder. Gövde dengesini dolaylı olarak değerlendirmek için kullanılan diğer bir parametre de torasik apikal vertebral translasyonudur, bu da apikal vertebra orta noktasıyla Servikal vertebra 7 *plump line* (C7PL) arasında ölçülen mesafedir.^[21,23] C7'nin orta noktası nadiren pelvisin tam merkezine karşılık geldiğinden, gövde dengesini yansıtmak için torasik apikal vertebral translasyonu koronal denge ölçümü birlikte kullanılmalıdır.^[22]

Koronal dengenin restorasyonu, bir omuzun diğerinden daha yüksek olması da dâhil olmak üzere birçok kozmetik deformiteyi azaltır. Omuz asimetrisinin çeşitli ölçümleri tanımlanmıştır, ancak klavikula açısının değerlendirilmesi en güvenilir olanıdır. Klavikula açısı (Şekil 7), bilateral distal klavikuların üst tarafını zemine paralel bir çizgiyle birleştiren teğet bir çizginin kesişmesiyle oluşur. Adolesan idiyo-patik skolyozda proksimal torasik eğriliğin (T1-T3) füzyona dâhil edilmesinin gerekip gerekmediğini belirlemek için klavikula açısının kullanılması önerilmektedir.^[18] Hastanın klavikula açısı nötral veya sağ omuzda elevasyon gösteriyorsa, majör torasik dekstro-skolyozun düzeltilmesi simetrik omuz pozisyonuyla sonuçlanır. Bunun aksine, torasik dekstro-skolyozun cerrahi olarak düzeltilmesi, zaten yükselmiş bir sol omuz pozisyonunu şiddetlendirir. Bu hasta alt grubunda proksimal torasik eğrinin cerrahi füzyonu bunu önleyebilir. Aynı çalışma, normal ameliyat sonrası omuz dengesinin başarılı hasta ameliyat sonrası değerlendirmeleriyle korele olduğunu bulmuştur.^[18]

Sagittal denge ayakta çekilen yan skolyoz grafisinde, sagittal düzlemde başın pelvise göre ilişkisini tanımlar. C7 vertebra gövdesinin merkezinden dikey olarak aşağıya doğru izafi bir çekül çizgisinin S1 vertebra gövdesinin arka köşesi ile olan mesafesiyle değerlendirilir (Şekil 3). Nötral sagittal dengesi olan sağlıklı hastalarda, bu çekül çizgisi bu S1 vertebra arka köşesiyle kesişir.^[10] Çekül çizgisi S1 vertebra gövdesinin arka köşesinin 2 cm'den fazla önündeyse pozitif sagittal denge mevcuttur. Benzer şekilde, negatif sagittal denge, çekül çizgisinin S1 vertebra arka köşesinin >2 cm arkasında olmasıyla tanımlanır. Pozitif sagittal dengesi olan hastalar genellikle sırt ağrısıyla başvururlar. Çünkü gövde kasları, kalçalar, dizler ve uyluk kasları, hastanın başını omuzlar ve kalçalarla aynı düzlemde tutmak için sürekli stres altındadır. Pozitif

sagittal dengesi olan hastalar, normal lomber lordoz kaybı ve bunun sonucunda öne eğilme postürüyle birlikte “düz sırt” deformitesine sahip olarak tanımlanabilir. Bu hastalar bilmeden daha dik bir duruş sağlamak için kalçalarını ve dizlerini fleksiyona alırlar ve bu durum lateral radyografiler için pozisyonlandırma sırasında hesaba katılmalıdır. Sagittal dengenin yeniden sağlanması, skolyoz cerrahisinin başarı oranını artırır.^[18]

Kifoz ve Lordoz Ölçümü

Servikal lordoz, C2 alt uç plağı ile C7 alt uç plak arasındaki Cobb açısı değeridir.^[13] Torakal kifoz T2 veya T4 üst uç plakla T12 alt uç plak arasındaki Cobb açısı değeridir. Lomber lordoz L1 üst uç plakla S1 üst uç plak arasındaki Cobb açısı değeridir. Normal torasik kifoz 20 ile 45° arasında değişir. Torakolomber bileşkede (T11 ve L1-2 arasında) kifoz veya lordoz yoktur. Lomber lordoz genellikle L1-2’de başlar ve giderek sakruma doğru kaudalde artar. Lomber lordozu ölçmek için, torasik eğri için seçilen alt uç omur, üst uç omur olur. Lomber lordoz ölçümü için alt uç vertebra genellikle L5 veya S1’dir. Lomber lordoz açısını için rapor edilen edilen normal değerler 50 ile 65° arasındadır. Sagittal düzlem ölçümleri için önerilen diğer seviyeler T2-5, T5-12, T2-12, T10-L2 ve T12-S1. T2-5 şeklinde olup tüm bu ölçümlerin, gözlemciler arası güvenilirliği gösterilmiştir (Şekil 3).^[10]

Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)

Manyetik rezonans görüntüleme, spinal kanalda meydana gelen anormalliklerin değerlendirilmesinde son derece değerli bir araç olabilir. Nörolojik muayene bulguları normale tipik AIS için rutin ameliyat öncesi MRG endike değildir. Siringomyeli, Arnold-Chiari malformasyonları, beyin sapındaki anormallikler, hidromiyeli, omurilik tümörleri, omurilik *tethering* ve diastematomyeli spinal anomalilerin varlığını tespit etmede idiyopatik skolyoz olduğu düşünülen bireylerde MRG çekilebilir fakat bu anormallikler nadir olduğu için, rutin tarama programlarının bir parçası olarak MRG çekilmesi hem maliyet hem de pratiklik açısından önerilmez. Manyetik rezonans görüntüleme, genellikle idiyopatik skolyozda atipik bulguların varlığında endikedir. Atipik belirtiler boyun ağrısı ve baş ağrısı (özellikle eforla), ataksi, güçsüzlük, nörolojik kökenli olabilecek ayak deformiteleri; alışılmadık derecede hızlı eğri progresyonu veya aşırı torasik kifoz, sol torasik skolyoz veya asimetrik abdominal refleks şeklindedir.^[7]

Bilgisayarlı Tomografi (BT)

Bilgisayarlı tomografi, omurgadaki doğuştan anormallikleri açıkça gösterebilse de, idiyopatik skolyozlu

bireylerin rutin değerlendirmesinde nadiren ihtiyaç duyulur. Ancak, son derece şiddetli AIS’li hastalarda vertebral kolon rezeksiyonu (VKR, VCR) kullanımının ortaya çıkmasıyla birlikte, ameliyat öncesi üç boyutlu BT görüntüleme, deforme olmuş omurganın anatomisini netleştirmek için endikedir. Ameliyat sonrası dönemde psödoartrozdan şüpheleniliyorsa kemik füzyon kütlelerinin değerlendirilmesi, spinal rotasyondaki değişikliklerin değerlendirilmesi ve pedikül vidasının yerleştirilmesinin doğrulanması için çekilebilir. Ameliyat sonrası spinal kordun değerlendirilmesi gerektiğinde MRG’nin etkinliği, metal artefakt kaynaklı azalır. Bu durumlarda BT-miyelografi, omuriliğin daha iyi değerlendirilmesini sağlar.

SKOLYOZ HASTASINDA RADYOLOJİK TAKİP

İlk radyolojik değerlendirme tamamlandıktan sonra, hastanın takiplerinde radyasyona maruziyetini sınırlamak için çaba gösterilmez. Rutin takip muayeneleri sırasında sadece AP grafi yeterli gelebilir. Özellikle küçük çocuklarda örnek vermek gerekirse konvensiyonel uzun kaset filmlerde (90 x 36 cm) eğrilik şekli paternini, skolyoz tipini (doğuştan veya idiyopatik), omurga ve gövdenin genel dengesini, iskelet olgunluğunu (Risser derecesi, triradiat kırıldık açıklığı veya proksimal femur epifiz açıklığını) ve alt ekstremitte uzunluk uyumsuzluğunun varlığını (pelvik tilt) tespit edilebilir. Lateral projeksiyonda ise tüm sagittal dengeyi, torasik hipokifozu ve spondiloz/spondilolistez taraması yapılabilir. Küçük çocuklarda tüm bu bilgileri bu uzun kasetlerden elde edebilirken ergen hastalarda kullanmak yetersiz olabilir.^[6]

Radyolojik kontroller için standart bir aralık belirlenmemiştir. Değerlendirmeler arasındaki süre, hastanın olgunluğuna ve omurga eğriliğinin boyutuna bağlıdır. Örneğin, menarş öncesi, Risser derecesi 0, 30°’lik torasik eğriliği olan 10 yaşındaki bir kız çocuğu 3-4 aylık aralıklarla radyolojik olarak kontrol edilirken, iki yıllık menarş öyküsü olan, Risser derecesi 4, 14 yaşında bir kız çocuğunun 30°’lik bir torasik eğriliği bir yıl arayla yapılabilir.

KAYNAKLAR

1. Kotwicki T. Evaluation of scoliosis today: Examination, X-rays and beyond. *Disabil Rehabil* 2008;30(10):742-51. [Crossref](#)
2. Goldberg MS, Poitras B, Mayo NE, Labelle H, Bourassa R, Cloutier R. Observer variation in assessing spinal curvature and skeletal development in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 1988;13(12):1371-7. [Crossref](#)
3. McAlindon RJ, Kruse RW. Measurement of rib vertebral angle difference: Intraobserver error and interobserver variation. *Spine (Phila Pa 1976)* 1997;22(2):198-9. [Crossref](#)
4. Aubin CE, Labelle H, Ciolofan OC. Variability of spinal instrumentation configurations in adolescent idiopathic scoliosis. *Eur Spine J* 2007;16(1):57-64. [Crossref](#)

5. Deacon P, Flood BM, Dickson RA. Idiopathic scoliosis in three dimensions. A radiographic and morphometric analysis. *J Bone Joint Surg Br* 1984;66(4):509-12. [Crossref](#)
6. Malfair D, Flemming AK, Dvorak MF, Munk PL, Vertinsky AT, Heran MK, et al. Radiographic evaluation of scoliosis: Review. *AJR Am J Roentgenol* 2010;194(3 Suppl):S8-22. [Crossref](#)
7. Cassar-Pullicino VN, Eisenstein SM. Imaging in scoliosis: What, why and how? *Clin Radiol* 2002;57(7):543-62. [Crossref](#)
8. Sanders JO, Khoury JG, Kishan S, Browne RH, Mooney JF 3rd, Arnold KD, et al. Predicting scoliosis progression from skeletal maturity: A simplified classification during adolescence. *J Bone Joint Surg Am* 2008;90(3):540-53. [Crossref](#)
9. Li DT, Linderman GC, Cui JJ, DeVries S, Nicholson AD, Li E, et al. The proximal humeral ossification system improves assessment of maturity in patients with scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 2019;101(20):1868-74. [Crossref](#)
10. Radiographic measurement manual now available online. Scoliosis Research Society Available from: <https://www.srs.org/about-srs/news-and-announcements/radiographic-measurement-manual-now-available-online> (Accessed date: February 4, 2022).
11. Kim H, Kim HS, Moon ES, Yoon CS, Chung TS, Song HT, et al. Scoliosis imaging: What radiologists should know. *Radiographics* 2010;30(7):1823-42. [Crossref](#)
12. Panchmatia JR, Isaac A, Muthukumar T, Gibson AJ, Lehovskiy J. The 10 key steps for radiographic analysis of adolescent idiopathic scoliosis. *Clin Radiol* 2015;70(3):235-42. [Crossref](#)
13. Potter BK, Rosner MK, Lehman RA, Polly DW, Schroeder TM, Kuklo TR. Reliability of end, neutral, and stable vertebrae identification in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 2005;30(14):1658-63. [Crossref](#)
14. King HA, Moe JH, Bradford DS, Winter RB. The selection of fusion levels in thoracic idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 1983;65(9):1302-13. [Crossref](#)
15. Watanabe K, Hasegawa K, Hirano T, Uchiyama S, Endo N. Evaluation of postoperative residual spinal deformity and patient outcome in idiopathic scoliosis patients in Japan using the Scoliosis Research Society Outcomes Instrument. *Spine (Phila Pa 1976)* 2007;32(5):550-4. [Crossref](#)
16. Wilson PL, Newton PO, Wenger DR, Maher T, Merola A, Lenke L, et al. A multicenter study analyzing the relationship of a standardized radiographic scoring system of adolescent idiopathic scoliosis and the Scoliosis Research Society outcomes instrument. *Spine (Phila Pa 1976)* 2002;27(18):2036-40. [Crossref](#)
17. D'Andrea LP, Betz RR, Lenke LG, Clements DH, Lowe TG, Merola A, et al. Do radiographic parameters correlate with clinical outcomes in adolescent idiopathic scoliosis? *Spine (Phila Pa 1976)* 2000;25(14):1795-802. [Crossref](#)
18. Pruijs JEH, Hageman MAPE, Keessen W, van der Meer R, van Wieringen JC. Variation in Cobb angle measurements in scoliosis. *Skeletal Radiol* 1994;23(7):517-20. [Crossref](#)
19. Malfair D, Flemming AK, Dvorak MF, Munk PL, Vertinsky AT, Heran MK, Graeb DA. Radiographic evaluation of scoliosis: Self-assessment module. *AJR Am J Roentgenol* 2010;194(3 Suppl):S23-5. [Crossref](#)
20. 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 (Phila Pa 1976)* 2004;29(5):536-46. [Crossref](#)
21. Richards BS, Scaduto A, Vanderhave K, Browne R. Assessment of trunk balance in thoracic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 2005;30(14):1621-6. [Crossref](#)
22. Lenke LG, Bridwell KH, Baldus C, Blanke K. Preventing decompensation in King type II curves treated with Cotrel-Dubouset instrumentation. Strict guidelines for selective thoracic fusion. *Spine (Phila Pa 1976)* 1992;17(8 Suppl):274-81. [Crossref](#)
23. Jackson RP, McManus AC. Radiographic analysis of sagittal plane alignment and balance in standing volunteers and patients with low back pain matched for age, sex, and size. A prospective controlled clinical study. *Spine (Phila Pa 1976)* 1994;19(14):1611-8. [Crossref](#)