



# Hiperkifoz nedeniyle ameliyat edilen hastalarda preoperatif spinopelvik parametreler ile düzeltme kaybı arasında korelasyon var mıdır?

Murat TONBUL, Osman ORMAN, Mehmet Reşat YILMAZ, Müjdat ADAŞ,  
H. Cihangir YURDOĞLU, Egemen ALTAN

*İstanbul Okmeydanı Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği*

**Amaç:** Bu çalışmada hiperkifoz nedeniyle ameliyat ettiğimiz hastaların ameliyat öncesi, sonrası ve son kontrollerde sagittal dengenin ve spinopelvik parametrelerin retrospektif olarak değerlendirilerek, özellikle preoperatif pelvik insidans ve postoperatif koreksiyon kayıpları arasında ilişki olup olmadığının belirlenmesi amaçlanmıştır.

**Çalışma planı:** Hiperkifoz nedeniyle ameliyat ettiğimiz, kayıtları tam ve son kontrollerine gelen 18'i kadın toplam 33 hasta çalışmaya alınmıştır. Hastaların ameliyat sırasındaki yaşları, cinsiyetleri, operasyon tarihleri, deformite etyolojileri ve bölgeleri, kullanılan enstrüman tipi ve greft türü ayrıntılı olarak kaydedildi. Kifoz deformitesi ameliyat öncesi ve sonrası Cobb metodu ile saptandı. Tüm hastalarda ameliyat öncesi ve sonrası spinopelvik parametreler (pelvik insidans, sakral eğim ve pelvik tilt açıları) kaydedildi.

**Sonuçlar:** Hastaların ortalama takip süresi 4 yıldır (dağılım 3-8 yıl). Ameliyat sırasındaki hasta yaşı ortalama 21 (dağılım 14-40) idi. Çalışmaya katılan hastaların 18'inde (%53) etyolojik neden Scheuermann kifozudur. Ameliyat öncesi kifoz açıları ortalama 76° (dağılım 55-98°) iken, ameliyat sonrası ortalama 38° (dağılım 20-55°) değerine gerilediği görülmüştür ( $p < 0.05$ ). Ameliyat sonrası 2. yılda bu değer ortalama 41° olduğu belirlenmiştir ( $p > 0.05$ ). Ameliyat öncesi ve son kontrollerdeki spinopelvik parametrelerdeki ortalama değişimler istatistiksel olarak anlamsızdır. Ayrıca, ameliyat sırasındaki yaş, enstrümantasyon aralığı ve spinopelvik parametreler ile düzeltme kayıpları arasında korelasyon bulunmamıştır.

**Çıkarımlar:** Elde ettiğimiz sonuçlara göre hiperkifoz nedeniyle ameliyat olan hastalarda preoperatif pelvik insidans ve postoperatif koreksiyon kayıpları arasında ilişki yoktur. Bu konu üzerinde daha geniş serileri ve daha uzun takip sürelerini içeren çalışmalar yapılmalıdır.

**Anahtar sözcükler:** Hiperkifoz; spinopelvik parametreler; vertebral düzeltme.

Omurga, birbirine iki zıt kavram olan sağlamlık ve esneklik özelliklerini bünyesinde kaynaştırır. İnsan fizyolojik duruşunu en az enerji harcayarak oluşturmak ve korumak üzere özelleşmiştir. Frontal ve sagittal düzlemde ortaya çıkan patolojiler, omurganın duruşunu korumak için harcayacağı enerjisi ve omurla-

ra, kaslara, bağlara binen yükü arttırır; omurga eklemlerinde erken dejenerasyon, paravertebral kaslarda aşırı gerginlik, pelvis ve alt ekstremitelerde kompensatuvar değişikliklerin oluşmasına sebep oluşturur.

Omurga sagittal düzlem çalışmaları 1970'li yıllardan sonra hızlanmıştır. Bu çalışmalarda, genel ola-

rak, torakal kifoz ve lomber lordoz normal değerleri ile bu değerlerin birbirleri ve tüm omurga dengesi arasındaki ilişkileri ve bunların yaş ve cinsiyetle bağlantıları ele alınmıştır.<sup>[1-5]</sup> Bu yayınlar sağlıklı bireyler, dejeneratif hastalığı ya da spondilolistezisi olan hasta örneklemeleri temelinde olup, hiperkifoz hastalarında bu soruya cevap arayan ya da aramış herhangi bir çalışma yapılmamıştır.

Çalışmamız hiperkifoz nedeniyle ameliyat ettiğimiz hastaların verilerini retrospektif olarak tarayarak ameliyat öncesi, sonrası ve son kontrollerde sagittal dengenin ve bu dengeyi sağlayan spinopelvik parametrelerin tekrar incelenmesi esasına dayanmakta olup özellikle ameliyat öncesi pelvik insidans ve ameliyat sonrası düzeltme kayıpları arasında ilişki olup olmadığı sorusuna yanıt arayacak şekilde düzenlenmiştir.

## Hastalar ve yöntem

Kliniğimizde Ocak 2003 ile Ocak 2010 tarihleri arasında hiperkifoz hastalığı nedeniyle ameliyat ettiğimiz, kayıtları eksiksiz ve son kontrollerine gelen 18'i kadın toplam 33 hasta çalışmaya alınmıştır.

Hastaların tümüne posterior enstrümantasyon ve füzyon uygulanmıştır. İki hastada ek olarak anterior füzyon da uygulanmıştır. Hastalar, ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası ara kontroller (altı ayda bir) ve son kontrolde (48. ay) klinik ve radyolojik olarak incelendi. Ayakta önarka ve lateral boy grafilerinde kifoz açıları yanında pelvik insidans, sakral eğim ve pelvik tilt açıları ölçüldü. Tüm ölçümler aynı açılarda, fakat deneyimli iki farklı araştırmacı tarafından gerçekleştirildi.

Hasta verilerinin değerlendirilmesinde, korelasyon analizlerinden Pearson ve Spearman yöntemleri kullanılmıştır. Ameliyat öncesi, sonrası ve takipler sırasında elde edilen torakal kifoz açılarının ve spinopelvik parametrelerin istatistiksel değerlendirilmesi eşleşmiş t-testi ile yapılmıştır.  $P < 0.05$  değerleri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

## Sonuçlar

Hastaların ortalama takip süresi 4 yıldır (dağılım 3-8 yıl). Ameliyat sırasındaki hasta yaşı ortalama 21 (dağılım 14-40) idi. Kadın hastalarda yaş ortalaması

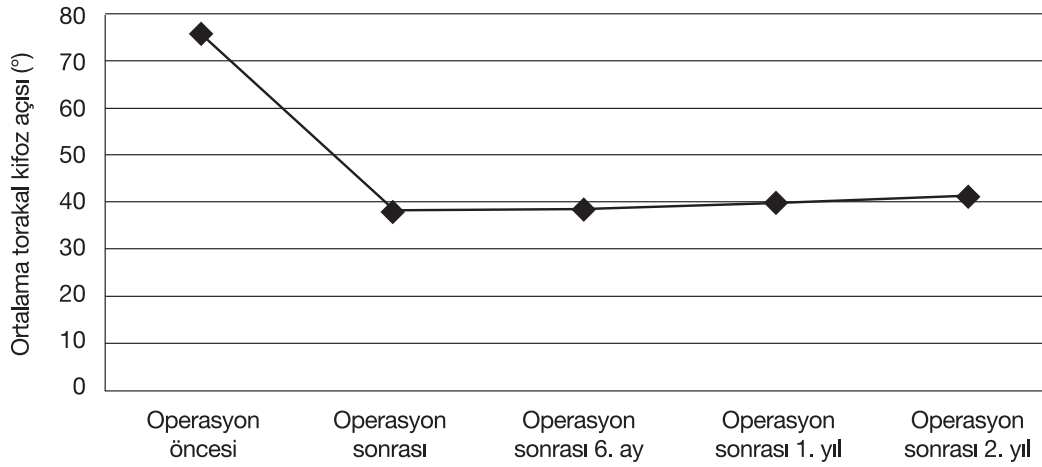
22 (dağılım 14-40); erkek hastalarinki ise 20 (dağılım 15-40) idi.

Çalışmaya katılan hastaların 18'inde (%53) Scheuermann kifozu, 4'ünde (%15) Marfan sendromuna bağlı kifoz, 1'inde (%3) posttravmatik kifoz, 10'unda (%29) ise idiopatik kifoz etyolojik neden olarak tespit edildi. Örneklemimizin bu denli çeşitliliği çalışmamızın zayıf noktası olarak belirlendi. Elbette ki daha saf bir örnekleme elde edilecek sonuçlar okuyucuya aynı etyolojiye sahip hastaların tedavi planlamasında ışık tutacaktır. Ancak, kısıtlı hasta sayısı, çalışmaya temel teşkil eden soruya cevap aranırken böylesi bir çeşitliliğe neden olmuştur. Vakalarımızın 22'sinde (%67) deformite bölgesi torakal vertebralar, 11'inde (%33) ise torakolomber bölge olarak saptandı.

Çalışmaya katılan hastalarımızın tümünde hibrid sistem ile posterior enstrümantasyon uygulandı. Vakalarımızın ikisine posterior enstrümantasyon ve füzyona ek olarak anteriordan füzyon da uygulandı. Posterior enstrümantasyon olarak, hastalarımızın 17'sinde (%52) oynarbaşı (poliaksiyel) kapalı pediküller vida ve kanca sistemi; 16'sında (%48) sabitbaşı (monoaksiyel) kapalı pediküller vida ve kanca sistemi kullanıldı.

Hastalarımızda füzyon, operasyon sırasında spinoz çıkıntılardan ve laminar dekortikasyondan elde edilen otogreftlerle karışık olmak üzere, 24 hastada (%72) allogreft ve 9 hastada (%28) sentetik greftler (trikalsiyum fosfat) kullanılarak yapılmıştır. Çalışmaya katılan vakalarımızda en kısa 7 vertebra içeren segment (T9-L3) ve en uzun 15 vertebra içeren segment (T2-L4), ortalama 13.7 vertebra içeren segmentte posterior enstrümantasyon ve füzyon yapılmıştır.

Hastalarımızın operasyon öncesi torakal kifoz açıları ortalama  $76^\circ$  (dağılım  $55-98^\circ$ ) idi. Operasyon sonrası torakal kifoz açısının ortalaması ise  $38^\circ$  (dağılım  $20-55^\circ$ ) idi ( $p < 0.05$ ). Operasyon sonrası 6. ayda torakal kifoz açıları ortalama  $0.29^\circ$  artma ile ortalama  $38.5^\circ$  ( $p > 0.05$ ), operasyon sonrası 1. yılda kifoz açıları ortalama  $1.80^\circ$  artma ile ortalama  $40^\circ$  ( $p > 0.05$ ), ve 2. yılda ise ortalama  $3.03^\circ$  artış ile ortalama  $41^\circ$  olduğu belirlenmiştir ( $p > 0.05$ ) (Şekil 1).



**Şekil 1.** Ortalama torakal kifoz açısının zamanla değişimi.

Çalışmaya katılan hastalarımızda yaptığımız operasyon ile ortalama  $37.5^\circ$  (dağılım  $19-58^\circ$ ) düzeltme sağladığımız saptanmıştır. Vakalarımızda ameliyat öncesi pelvik insidans, sakral eğim ve pelvik tilt açıları sırasıyla, ortalama  $42^\circ$  (dağılım  $24-64^\circ$ ),  $31^\circ$  (dağılım  $18-37^\circ$ ) ve  $8^\circ$  (dağılım  $3-23^\circ$ ) iken bu değerler son kontrollerde sırasıyla, ortalama  $43^\circ$  (dağılım  $25-60^\circ$ ),  $33.5^\circ$  (dağılım  $20-40^\circ$ ) ve  $9.5^\circ$  (dağılım  $2-25^\circ$ ) olarak kaydedildi ( $p>0.05$ ).

Hastaların yaşı ile koreksiyon kaybı arasında anlamlı ilişki bulunamamıştır (Tablo 1). Enstrümantasyon aralığı ile 2. sene sonundaki düzeltme kaybı arasında da ilişki bulunamamıştır. Operasyon öncesi ölçülen pelvik insidans açısı ile düzeltme kaybı arasında doğrusal veya doğrusal olmayan, anlamlı, düz ya da ters bir ilişki bulmaya çalışılmıştır. Uç sonuçları

olan iki hasta çıkarılarak yapılan istatistiksel korelasyon analizlerinde ikinci sene sonundaki düzeltme kaybı ile pelvik insidans açısı arasında ilişki bulunamamıştır (Tablo 1). Diğer spinopelvik parametrelerde sakral eğim açısı ve pelvik tilt açısı ile düzeltme kaybı arasında yapılan korelasyon analizlerine dayalı istatistiksel çalışmalarda anlamlı bir ilişki bulunamamıştır (Tablo 1).

Hastaların polikliniğimize başvuru nedenleri arasında ilk sırada sırt ağrısı ve ikinci sırada kamburluk şikayeti mevcuttu. Bu semptomları boyun ve bel ağrısı takip etmekteydi. Operasyon sonrası iki hasta dışında tüm hastalarda ameliyat öncesi şikayetlerin ortadan kalkmış olduğu tespit edildi. Her iki hasta da operasyon sonrası ellerinde uyuşmanın geliştiğini ve sürekli GABA inhibitör ilaçlar kullandıklarını belirtmekteydiler. Bu her iki hastada elektrofizyolojik ça-

**Tablo 1**

Yaş ve preoperatif spinopelvik parametreler ile düzeltme kaybı arasındaki ilişki (n=31)

	Pearson korelasyon testi		Spearman korelasyon testi	
	r	p değeri	r	p değeri
Yaş	0.036	0.849	0.054	0.771
Preoperatif spinopelvik parametreler				
Pelvik insidans açısı	0.029	0.878	0.157	0.399
Sakral eğim açısı	-0.046	0.804	0.157	0.399
Pelvik tilt açısı	0.092	0.621	0.044	0.814

lışmalar ve radyoloji tetkiklerinde bu durumu açıklayacak özellik tespit edilemedi. Bir nörolog gözetiminde mevcut ilaç tedavilerine devam etmeleri önerildi.

## Tartışma

Torakal bölgedeki fizyolojik kifozun artarak normal sınırların dışına çıkması sagittal denge çizgisinin öne doğru kayması ile sonuçlanır; bunun tersi de geçerlidir. Lomber lordoz ile sakral eğim açılarının ilişkili olduğu bilinmektedir.<sup>[1,6,7]</sup> Lomber bölge veya sakropelvik bileşkeyi etkileyen hastalıklar sagittal dengeyi bozarak torakal kifozda artma veya azalma gibi kompensatuvar değişikliklere yol açar.

Torakal kifoz açısı radyolojik olarak torakal birinci vertebra üst yüzeyi ile torakal onikinci vertebra alt yüzeyi arasındaki açıdır. Yapılan farklı çalışmalarda skolyoz deformiteli hastaların Cobb yöntemi ile ölçümleri sonrası 3.9-12.6° hata payı olabileceği görülmüştür.<sup>[8-10]</sup> Dimar ve ark.<sup>[11]</sup> spinal ve pelvik açıların farklı gözlemciler arası, aynı gözlemcinin farklı ölçüm zamanları arası ve bilgisayarlı ölçümü sonrası değişiklikleri incelemişler, bilgisayarlı ölçüm araçlarını en keskin ve hata payı en düşük yöntem olduğunu belirlemişlerdir. Vakalarımızın açıların ölçümünde ölçümü yapan kişiler arası ve ölçümün yapıldığı zaman arası ölçüm farklılıkları katsayısı 0.9 olarak tespit edildi.

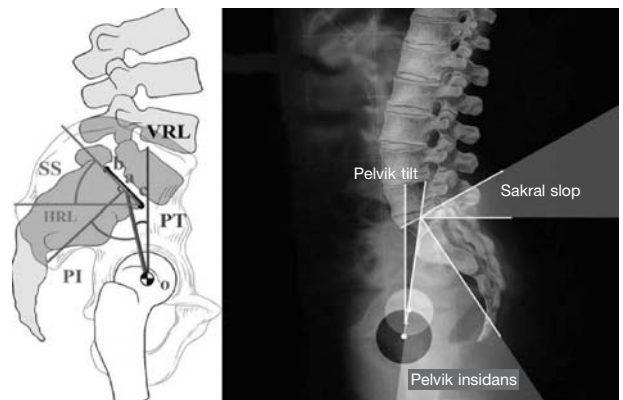
Ortalama fizyolojik kifoz değeri 20-40° olarak kabul edilmektedir ve yaş ile beraber artış olduğu belirlenmiştir.<sup>[10,12-17]</sup> Beş ile yirmi yaşları arasında torakal kifoz açısı doğrusal artış gösterir ve cinsiyetler arasında fark olmadığı saptanmıştır. Spondilolistezis vakalarında torakal kifoz açısı azalmaktadır.<sup>[2,16,17]</sup> Vakalarımızda torakal kifoz açısının ortalamasını operasyon öncesi ortalama 76° (dağılım 55-98°) olarak belirledik.

Sakropelvik bileşkenin analizinde anatomik ve pozisyonel parametreler kullanılır. Başlıca pozisyonel parametreler, lumbosakral açı, L5 insidans açısı, pelvik tilt açısı, ve sakral eğim açısıdır (Şekil 2).<sup>[18]</sup> Anatomik parametreler ise sakral inklinasyon ve pelvik inklinasyon açılarıdır. Bu parametreler farklı bölgelerin değerlendirilmesinde kullanılmasına rağmen birbirleriyle ilişkili olup, etkileşim içindedirler. Bir bölgede ya da parametrede ortaya çıkan değişikliklere bağlı olarak diğer parametrelerde de sagittal

dengeyi tekrar sağlamak için kompensatuvar cevap oluşmaktadır.

Pelvik tilt açısı, sakrum üst yüzeyinin orta noktası ile femur başlarının orta noktasını birleştiren çizgi ile yine femur başlarının orta noktasından geçen vertikal çizgi ile arasında kalan açısal değerdir (Şekil 2). Sağlıklı populasyonda pelvik tilt açısının 12.1-13.2° arasında değiştiği bildirilmektedir.<sup>[17,19-21]</sup> Lomber lordoz azalınca pelvisin arkaya doğru dönmesi sonucu pelvik tiltte artış ortaya çıkmaktadır. Ayrıca fleksiyon kontraktürü olan vakalarda pelvik tilt artışı ortaya çıkmaktadır. Pelvik tilt açısı spondilolistezisli hastalarda normal populasyondan daha yüksektir ve spondilolistezisin derecesi artıkça pelvik tilt açısı artar. Bu değer, vakalarımızda ortalama 9.5° (dağılım 2-25°) olarak bulunmuştur.

Sakral eğim açısı, sakrumun üst yüzeyine paralel çizilen çizgi ile sakrumun arka üst köşesinden çizilen horizontal çizgi arasında kalan açıdır (Şekil 2). Sağlıklı erişkinlerde sakral eğim açısının 39.4-41.2° arasında değiştiği bildirilmektedir.<sup>[14,17,19,20,22]</sup> Lomber bölge, spinopelvik bileşke ve kalça eklemi sakral eğim açısını etkilenmektedir. Sakral eğim açısı pelvik insidans, lomber lordoz ve torakal kifoz açılarıyla doğrudan korelasyonu mevcuttur. Lomber lordoz azaldığında kompensatuvar olarak pelvis kalça eksenine etrafında posteriora dönerken sakrum vertikalleşir ve sakral eğim azalır. Pelvik insidans açısında artış olduğunda sakral eğim açısında da artış ortaya çıkar. Spondilolistezisli hastalarda sakral eğim açısı artar. Bu değer, vakalarımızda ortalama 33.5° (dağılım 20-40°) olarak saptanmıştır.



Şekil 2. Pelvik insidans (PI), sakral eğim (SS) ve pelvik tilt (PT) ölçüm yöntemi.<sup>[18]</sup> HRL: Horizontal referans çizgisi, VRL: Vertikal referans çizgisi.

Pelvik insidans açısı, sakrumun üst yüzeyinin orta noktasından, bu yüzeye çizilen dik çizgi ile femur başını sakrumun üst yüzeyine birleştiren çizgi arasında kalan açıdır (Şekil 2). Ayrıca, 'pelvik insidans açısı = pelvik tilt açısı + sakral eğim açısı' formülü ( $PI=PT+SS$ ) ile hesaplanabilir. Vialle ve ark.<sup>[21]</sup> yaş ortalaması 35 olan 300 sağlıklı erişkinde yaptıkları analizde pelvik insidans açısını  $54.7\pm 10.6^\circ$  olarak bildirmiştir. Pelvik insidans açısını erkeklerde  $53.2\pm 10.3^\circ$ , kadınlarda  $48.2\pm 7^\circ$  olarak ölçmüşlerdir. Duval-Beaupère ve ark.<sup>[3]</sup> yaş ortalaması 29.7 olan 11 sağlıklı erkek ve yaş ortalaması 29 olan 6 sağlıklı kadında yaptıkları analizde pelvik insidans değerini  $51.8^\circ$  olarak belirtmişlerdir. Pelvik insidans açısı küçüldüğünde kalça ekstansör kaslarının kuvvet kolu kısalmakta buna bağlı olarak da fleksiyon kontraktürü ortaya çıkabilmektedir. Spondilolistezis açısı arttıkça pelvik insidans açısı artar. Pelvik insidans ile sakral eğim ve pelvik tilt açısı arasında korelasyon vardır. Bu değer, vakalarımızda ortalama  $43^\circ$  (dağılım  $25-60^\circ$ ) olarak saptanmıştır.

Pelvis morfolojisinin sagittal spinal geometriyi özellikle de lomber lordozu belirgin biçimde etkilediği bilinmektedir.<sup>[13]</sup> Spinal deformitelerin ilerlemesi ve tedavisinde pelvis morfolojisinin spinal denge üzerine etkisinin iyi anlaşılması gerekir. Genel bilgi spinopelvik denge değişikliklerinin pelvik tilt ve sakral eğim açısındaki değişimlerle pelvik insidans açısını sabit tutacak şekilde kompanse edildiği yönündedir. Teorik olarak pelvik insidans açısı sabittir.

Mac-Thiong ve ark.<sup>[19]</sup> çocuk ve adölesanlarda yaptıkları çalışmada torakal kifoz, lomber lordoz, pelvik insidans, sakral eğim ve pelvik tilt arasındaki ilişkiyi araştırmışlar; torakal kifoz ve lomber lordoz arasında ılımlı ilişki; sakral eğim ile lomber lordoz arasında ise belirgin ilişki saptamışlardır. Pelvik insidans ile torakal kifoz arasında direkt ilişki kurulamamıştır. Gottfried ve ark.<sup>[23]</sup> yaptığı çalışmada iatrojenik flat-back hastalarında lomber lordozda azalma, pelvik insidans ve pelvik tiltte artış saptamıştır. Bu kompensatuar mekanizma ile kifozun artışı engellenir. Cheng ve ark.<sup>[24]</sup> çalışmalarında sağlıklı bireylerde spinopelvik dengenin  $TK+LL+PI < 45^\circ$  olması gerektiğini belirtmişlerdir.

Özetle, 33 kişilik vaka serimizde, ameliyat sırasındaki yaş, enstrümantasyon aralığı, pelvik insidans, sakral eğim ve pelvik tilt ile düzeltme kayıpları arasında korelasyon bulunamamıştır. Sonuç olarak, çalış-

mamızın ana sorusu olan "Hiperkifoz nedeniyle ameliyat edilen hastalarda ameliyat öncesi spinopelvik parametreler ile düzeltme kaybı arasında korelasyon var mıdır?"ın cevabı, olumsuzdur. Ayrıca, mevcut düzeltme kayıplarımız da istatistiki açıdan anlamsızdır. Daha önceki yayınlar sağlıklı bireyler, dejeneratif hastalığı ya da spondilolistezisi olan hasta örneklemeleri temelinde olup, hiperkifoz hastalarında bu soruya cevap arayan ya da aramış herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Daha saf ve daha geniş bir örneklem grubunun ve daha uzun takip sürelerinin bu soruya olumlu cevap verip veremeyeceği ayrı bir araştırma konusu olabilir. Örneğin, hastalarda yaşla beraber oluşabilecek osteoporoz ve koreksiyon kayıpları ve bunların spinopelvik parametrelerle ilişkileri de ancak daha uzun bir klinik ve radyolojik takiple cevaplanabilir. Bu amaçla, bir ön araştırma niteliğindeki bu çalışmanın tedavi planlamalarında ışık tutucu nitelik kazandıracığı umuduyla ileri takibi tarafımızdan yapılmaya devam etmektedir.

## Kaynaklar

1. Stagnara P, De Mauroy JC, Dran G, Gonon GP, Costanzo G, Dimnet J, et al. Reciprocal angulation of vertebral bodies in a sagittal plane: approach to references for the evaluation of kyphosis and lordosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 1982;7:335-42.
2. Voutsinas SA, MacEwen GD. Sagittal profiles of the spine. *Clin Orthop Relat Res* 1986;(210):235-42.
3. Duval-Beaupère G, Schmidt C, Cosson P. A Barycentric study of the sagittal shape of spine and pelvis: the conditions required for an economic standing position. *Ann Biomed Eng* 1992;20:451-62.
4. 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;19:1611-8.
5. Gardocki RJ, Watkins RG, Williams LA. Measurements of lumbopelvic lordosis using the pelvic radius technique as it correlates with sagittal spinal balance and sacral translation. *Spine J* 2002;2:421-9.
6. Vedantam R, Lenke LG, Bridwell KH, Linville DL, Blanke K. The effect of variation in arm position on sagittal spinal alignment. *Spine (Phila Pa 1976)* 2000;25:2204-9.
7. Vedantam R, Lenke LG, Keeney JA, Bridwell KH. Comparison of standing sagittal spinal alignment in

- asymptomatic adolescents and adults. *Spine (Phila Pa 1976)* 1998;23:211-5.
8. Carman DL, Browne RH, Birch JG. Measurement of scoliosis and kyphosis radiographs. Intraobserver and interobserver variation. *J Bone Joint Surg Am* 1990;72:328-33.
  9. Gelb DE, Lenke LG, Bridwell KH, Blanke K, McEnery KW. An analysis of sagittal spinal alignment in 100 asymptomatic middle and older aged volunteers. *Spine (Phila Pa 1976)* 1995;20:1351-8.
  10. Korovessis PG, Stamatakis MV, Baikousis AG. Reciprocal angulation of vertebral bodies in the sagittal plane in an asymptomatic Greek population. *Spine (Phila Pa 1976)* 1998;23:700-5.
  11. Dimar JR 2nd, Carreon LY, Labelle H, Djurasovic M, Weidenbaum M, Brown C, Roussouly P. Intra- and interobserver reliability of determining radiographic sagittal parameters of the spine and pelvis using a manual and a computer-assisted methods. *Eur Spine J* 2008;17:1373-9.
  12. Berthonnaud E, Dimnet J, Roussouly P, Labelle H. Analysis of the sagittal balance of the spine and pelvis using shape and orientation parameters. *J Spinal Disord Tech* 2005;18:40-7.
  13. Hardacker JW, Shuford RF, Capicotto PN, Pryor PW. Radiographic standing cervical segmental alignment in adult volunteers without neck symptoms. *Spine (Phila Pa 1976)* 1997;22:1472-80.
  14. Jackson RP, Hales C. Congruent spinopelvic alignment on standing lateral radiographs of adult volunteers. *Spine (Phila Pa 1976)* 2000;25:2808-15.
  15. Jackson RP, Kanemura T, Kawakami N, Hales C. Lumbopelvic lordosis and pelvic balance on repeated standing lateral radiographs of adult volunteers and untreated patients with constant low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)* 2000;25:575-86.
  16. Jackson RP, Phipps T, Hales C, Surber J. Pelvic lordosis and alignment in spondylolisthesis. *Spine (Phila Pa 1976)* 2003;28:151-60.
  17. Labelle H, Roussouly P, Berthonnaud E, Transfeldt E, O'Brien M, Chopin D, et al. Spondylolisthesis, pelvic incidence, and spinopelvic balance: a correlation study. *Spine (Phila Pa 1976)* 2004;29:2049-54.
  18. O'Brien MF, Kuklo TR, Blanke KM. Radiographic measurement manual: spinal deformity study group. Memphis: Medtronic Sofamor Danek; 2004.
  19. Mac-Thiong JM, Labelle H, Berthonnaud E, Betz RR, Roussouly P. Sagittal spinopelvic balance in normal children and adolescents. *Eur Spine J* 2007;16:227-34.
  20. Vaz G, Roussouly P, Berthonnaud E, Dimnet J. Sagittal morphology and equilibrium of pelvis and spine. *Eur Spine J* 2002;11:80-7.
  21. Vialle R, Levassor N, Rillardon L, Templier A, Skalli W, Guigui P. Radiographic analysis of the sagittal alignment and balance of the spine in asymptomatic subjects. *J Bone Joint Surg Am* 2005;87:260-7.
  22. Vialle R, Ilharreborde B, Dauzac C, Guigui P. Intra and inter-observer reliability of determining degree of pelvic incidence in high-grade spondylolisthesis using a computer assisted method. *Eur Spine J* 2006;15:1449-53.
  23. Gottfried ON, Daubs MD, Patel AA, Dailey AT, Brodke DS. Spinopelvic parameters in postfusion flatback deformity patients. *Spine J* 2009;9:639-47.
  24. Cheng I. Point of view: spinopelvic parameters in postfusion flatback deformity patients. *Spine J* 2009;9:672-3.