

LOMBER OMURGANIN SAGİTTAL PLANDA RADYOLOJİK ANALİZİ

Güvenir OKCU*, Hüseyin YERCAN*, İlginç YORULMAZ**
Serkan ERKAN***, Uğur ÖZİÇ****

ÖZET

Amaç: Lomber omurganın sagittal plandaki konturunun ve lomber lordozun sınırlarının bilinmesi patolojik durumları değerlendirmek için gereklidir. Bu amaçla genç erişkin erkeklerde lomber omurganın sagittal plandaki incelemesini yapmak için kesitsel ve klinik bir çalışma planlandı.

Hastalar ve Yöntem: Hayatında hiç bel ağrısı şikayeti olmamış 130 genç erişkin erkeğin ayakta lomber omurga ön-arka ve yan radyografileri çekildi. 10 olgu yapısal eğrilik ve spondilolistezis nedeniyle çalışmadan dışlandı. 120 olguda Cobb metodu ile birbirinden bağımsız olarak 2 ortopedik cerrah tarafından sakrohorizontal, lumbosakral eklem açıları ile sakral inklinasyon ve lomber lordoz ölçüldü. Lomber lordoz 2 ayrı seviyede değerlendirildi.

Bulgular: Sakrohorizontal açı ortalama $33,15^\circ \pm 9,60^\circ$, lumbosakral eklem açısı $11,65^\circ \pm 5,56^\circ$ bulundu. Sakral inklinasyon ortalama $49,65^\circ \pm 7,12^\circ$ saptandı. L₁ vertebra cismi üst plağı ile L₅ vertebra cismi üst plağı arasından yapılan lomber lordoz ölçümü ortalama $-32,36^\circ \pm 9,82^\circ$.

L₁ vertebra cismi üst plağı ile L₅ vertebra cismi alt plağı arasından yapılan lomber lordoz ölçümü ortalama $-47,74^\circ \pm 13,28^\circ$ olarak saptandı.

Tartışma: Çalışmamız kesitsel bir çalışma olduğundan elde edilen sonuçlar tüm topluma genellenemez. Ancak bulduğumuz sonuçlar referans değerler olup bundan sonraki çalışmalar için yol göstericidir.

Anahtar Kelimeler: Lomber Lordoz, Radyolojik Analiz.

SUMMARY

RADIOGRAPHICAL ANALYSIS OF THE LUMBAR SPINE IN THE SAGITTAL PLAN

Objective: To establish the normal alignment of the lumbar spine in the sagittal plane.

Design: Cross-sectional clinical study.

Introduction: Understanding of the normal alignment of the lumbar spine in the sagittal plane and the range of the lumbar lordosis is necessary in assessing pathologic conditions.

Patients and Methods: A standard standing anteroposterior and lateral radiographs of the lumbar spine were obtained in 130 young men who had no history of back pain and/or lower back problems. 10 men were excluded from the study because of structural scoliosis and spondylolisthesis. Sacrohorizontal angle, lumbosacral joint angle and sacral inclination were measured with Cobb method by two orthopaedic surgeons independently.

Two methods were used for the evaluation lumbar lordosis:

1. From the superior endplate of L₁ to the superior endplate of L₅
2. From the superior endplate of L₁ to the inferior endplate of L₅.

Results: Lumbar lordosis averaged $32,36^\circ \pm 9,82^\circ$ and $-47,74^\circ \pm 13,28^\circ$ respectively.

The degree of sacral inclination averaged $49,65^\circ \pm 7,12^\circ$. Sacrohorizontal and lumbosacral joint angle averaged $33,15^\circ \pm 9,60^\circ$ and $11,65^\circ \pm 5,56^\circ$ respectively.

Conclusions: This study is a cross-sectional one, because of this the results cannot be applied to the whole population. However, these results will serve as guidelines and references for the future studies and the spinal surgeon.

Key Words: Lumbar Lordosis, Radiographical Analysis.

GİRİŞ

Omurga deformiteleri nedeniyle cerrahi olarak tedavi edilen hasta sayısı her geçen gün artmaktadır. Cerrahi tedavide amaç omurganın

* Yrd. Doç. Dr., Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Manisa.

** Yrd. Doç. Dr., Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı, Manisa.

*** Arş. Gör. Dr., Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Manisa.

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

frontal, transvers ve sagittal plandaki konturlarını mümkün olduğu kadar normal sınırlara getirmektedir.

Servikal lordoz, torakal kifoz ve lomber lordoz ile omurga etkili enerji absorpsiyonu yapmakta ve spinal kasların verimliliği artmaktadır. Ayrıca bu yapısal eğrilikler insanın erek postürüne de katkıda bulunmaktadır¹⁻³.

Son yıllarda spinal enstrümanların yaygın kullanım alanı bulması ve giderek artan füzyon operasyonları omurga konturlarının daha detaylı araştırılmasını sağlamıştır^{2,4-8}. Lordoz artışının veya azalmasının etkileri tam olarak gösterilememekle birlikte bir çok araştırmacı spinal cerrahi sonrası iyatrojenik lordoz kaybının olumsuz etkilerini bildirmiş ve fizyolojik lordozun sağlanmasının önemini vurgulamışlardır⁹⁻¹². Ancak tüm bu olumsuz gözlemlere rağmen erişkinde lomber omurganın normal sagittal konturunun sınırları hakkında detaylı bilgimiz yoktur. Oysa lomber lordoz açısının normal sınırlarını bilmek hem patolojik durumları daha iyi değerlendirmek hem de sonuçları objektif olarak ortaya koymak için gereklidir^{5,13-15}. Ancak bu şekilde "lordoz azalmış veya artmış" gibi subjektif değerlendirmelerden uzaklaşmak mümkün olur.

Bu çalışmanın amacı genç erişkin yaş grubunda lomber omurgada Wiltse ve Winter'in tarif ettiği şekilde lomber lordoz, sakral inklinasyon, lumbosakral eklem ve sakrohorizontal açılar için ortalama değerler bulmak ve omurga cerrahine yol gösterecek objektif referans değerler ortaya koymaktır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Askerlik görevini yapmakta olan, daha önce hiç bel ve sırt ağrısı şikayeti olmamış 130 genç erişkin gönüllü zar atma yöntemi kullanılarak rastgele seçildi ve çalışma kapsamına alındı. Tüm olguların vücut üst yarısı çıplak ve ayakkabısız, kollar öne doğru semifleksiyonda, bir bar üzerinde gevşek şekilde destekliyen, ayakta lomber omurganın 2 yönlü standart radyografileri Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi hastanesi Radyoloji bölümünde çekildi (Şekil 1). Kaset ile tüp arasındaki mesafe 1 metre; kaset boyutu ise 30 x 40 cm idi. Çekilen radyografiler radyoloji ve ortopedi uzmanlarınca birbirinden bağımsız olarak ayrı ayrı incelendi. Yapısal eğriliği ve spondilolistezis saptanan 10 olgu çalışmadan dışlandı. Çalışma kapsamına alınan 120 olgunun genel ortopedik fizik bakıları yapıldı ve normal olarak değerlendirildi.



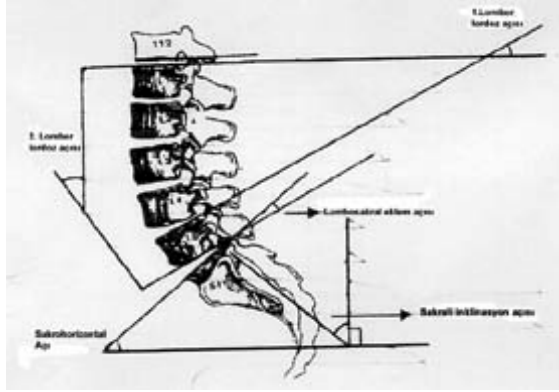
Şekil 1: Ayakta lomber omurganın 2 yönlü standart radyografileri

Olguların tümü erkek olup, ortalama yaşı 21,1 dir. Tüm radyografilerde Wiltse ve Winter'in tarif ettiği şekilde sakrohorizontal, lumbosakral eklem, sakral inklinasyon ve 2 ayrı seviyede lomber lordoz açıları Cobb metoduyla ve standart gonyometre kullanılarak 2 ayrı araştırmacı tarafından birbirinden bağımsız olarak ölçüldü. Ayrıca radyografilerde saptanan lumbalizasyon, sakralizasyon ve spina bifida kayıt edildi.

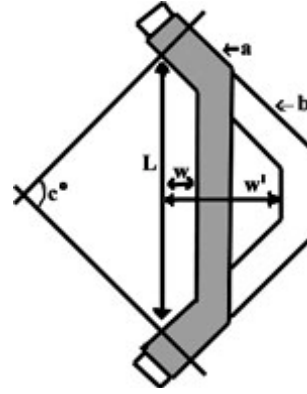
Lomber lordoz açısı 1. ölçümde L_1 vertebra cismi üst plağına teğet geçen çizgi ile L_5 cismi üst uç plağına teğet geçen çizgi arasında kalan açı; 2. ölçümde L_1 cismi üst plağına teğet geçen çizgi ile L_5 cismi alt uç plağına teğet geçen çizgi arasında kalan açı olarak kabul edildi. Sakrohorizontal açı kasetin alt kenarının yer düzlemine paralel olduğu kabul edilerek bununla sakrum üst uç plağına teğet geçen çizgi arasında kalan açı olarak kabul edildi. Lumbosakral eklem açısı L_5 cismi alt uç plağına teğet geçen çizgi ile S_1 üst uç plağına teğet geçen çizgi arasında kalan açı olarak ölçüldü. Sakral inklinasyon vertikal düzlem ile sakrum cismi arka sınırına teğet geçen çizgi arasında kalan açı olarak ölçüldü (Şekil 2 ve 3).

Gözlemciler arası ve gözlemciler içi ölçümlerin güvenilirliği çalışmanın başında rastgele seçilen 10 olguya ait radyografilerin araştırmacılar tarafından değişik zamanlarda tekrarlayan ölçümlerinin yapılmasıyla hesaplandı. Gözlemciler arası ve gözlemciler içi ölçüm farklılıkları Tablo I'de görülmektedir.

Tüm ölçümlerin istatistiksel değerlendirmesi SPSS Version 6.1 for Windows programı kullanılarak yapıldı. Tüm açılar için tanımlayıcı istatistik değeri hesaplandı ve değişkenler arasındaki ilişkiyi saptamak için korelasyon analizleri yapıldı.



Şekil 2: Ayakta lomber omurganın 2 yönlü standart radyografileri.



Şekil 3: Lomber lordoz açısı 1. ölçüm.

SONUÇLAR

120 olgunun ortalama yaşı 21,1 olup, en küçük yaş 19 en büyük ise 31'dir. Lomber lordoz açısı 1. ölçümde ortalama $-32,36^\circ \pm 9,82^\circ$ (-12° ile 60° arasında), 2. ölçümde ise $-47,74^\circ \pm 13,28^\circ$ (-20° ile -72° arasında) bulundu. Sakral inklinasyon açısı ortalama $49,65^\circ \pm 7,12^\circ$ (22° ile 64° arasında), lumbosakral eklem açısı ortalama $11,65^\circ \pm 5,56^\circ$ (0° ile 28° arasında) bulundu. Sakrohorizontal açı ortalama $33,15^\circ \pm 9,60^\circ$ (12° ile 57° arasında) saptandı.

120 olgunun 19 tanesinde spina bifida (%15,8), 15 tanesinde sakralizasyon (%12,5) ve 8 tanesinde lumbalizasyon (%6,6) saptandı.

Her 2 seviyeden ölçülen lomber lordoz açısı ile sakral inklinasyon açısı arasında anlamlı korelasyon vardı (1. ölçüm ile sakral inklinasyon arasında $r = -0,28$, $p = 0,002$; 2. ölçüm ile sakral inklinasyon arasında $r = -0,64$, $p = 0,001$).

Ölçülen diğer parametrelerin birbirleriyle olan ilişkisi Tablo II'de görülmektedir.

Tablo I
Gözlemciler İçi ve Gözlemciler Arası Ölçüm Farklılığı

	Gözlemciler İçi Ölçüm Farklılığı	Gözlemciler Arası Ölçüm Farklılığı
Lomber lordoz açısı (1. ölçüm)	$2,4^\circ \pm 1^\circ$	$2,7^\circ \pm 1,3^\circ$
Lomber lordoz açısı (2. ölçüm)	$2,6^\circ \pm 1^\circ$	$3,7^\circ \pm 2,4^\circ$
Sakrohorizontal açı	$3,9^\circ \pm 1,6^\circ$	$3,4^\circ \pm 1,7^\circ$
Lumbosakral eklem açısı	$1,7^\circ \pm 1,2^\circ$	$2^\circ \pm 0,9^\circ$
Sakral inklinasyon açısı	$2,5^\circ \pm 1,4^\circ$	$1,9^\circ \pm 1,2^\circ$

Tablo II
Parametrelerin Korelasyon Analizleri

	Lomber Lordoz (1. Ölçüm)	Lomber Lordoz (2. Ölçüm)	Sakral İnklinasyon Açısı	Sakrohorizontal Açı	Lumbosakral Eklem Açısı
Lomber lordoz (1. ölçüm)	_____	_____	$r = -0,28$ $p = 0,002$	$r = -0,54$ $p = 0,0005$	$r = 0,16$ $p = 0,067$
Lomber lordoz (2. ölçüm)	_____	_____	$r = -0,64$ $p = 0,001$	$r = -0,72$ $p = 0,0005$	$r = 0,21$ $p = 0,08$
Sakral inklinasyon açısı	$r = -0,28$ $p = 0,002$	$r = -0,64$ $p = 0,001$	_____	$r = 0,34$ $p = 0,0001$	$r = 0,01$ $p = 0,84$
Sakrohorizontal Açı	$r = -0,54$ $p = 0,0005$	$r = -0,72$ $p = 0,0005$	$r = 0,34$ $p = 0,0001$	_____	$r = 0,28$ $p = 0,001$
Lumbosakral eklem açısı	$r = 0,16$ $p = 0,067$	$r = 0,21$ $p = 0,08$	$r = 0,01$ $p = 0,84$	$r = 0,28$ $p = 0,001$	_____

Bu sonuçlar lomber lordozun azalması durumunda sakral inklinasyonun da azaldığını ve sakrumun daha dik bir konuma geldiğini göstermektedir, bu lomber lordoz ve sakral inklinasyonun birbirlerini dengelediğinin bir göstergesidir.

TARTIŞMA

Sağlıklı bir kişide her türlü fonksiyonunu yerine getiren omurganın normal sagittal konturunun sınırlarının bilinmesi önemlidir. Omurga bu fizyolojik konturla başı ve gövdeyi destekler; yeterli ve ağrısız hareketi sağlar¹. Omurga sagittal konturunun doğal gelişimi tam olarak bilinmemektedir. Lomber lordozun primer olarak mı yoksa torakal kifoza sekonder olarak mı geliştiği hala tartışma konusu olmaya devam etmektedir^{1,16}.

Literatürde lomber lordoz azalmasının bel ağrısı ile ilişkili olduğunu savunan çalışmalar mevcuttur^{2,9,10,13,14}. Ancak lomber lordoz azalmasının veya artışının etkileri hala tam olarak belli değildir^{4,6}. Buna rağmen ortopedi pratiğinde çoğu bel ağrılı hastada lomber lordoza bakılır; lordoz azalmış veya artmış gibi subjektif bir yorum yapılarak hastanın sorunu buna bağlanmaya çalışılır. Oysa omurganın değerlendirilmesinde klinik muayene kadar radyolojik inceleme de önem taşımaktadır¹⁶⁻¹⁸.

Literatürde bel ağrısı ile lomber sagittal kontur arasındaki ilişki konusunda farklı yorumlar bulunmasına rağmen birçok yazar omurga cerrahisi sonrası iyatrojenik lordoz kaybının olumsuz etkilerini bildirmiş ve semptomatik omurga deformitelerinde fizyolojik sagittal konturun korunmasının veya sağlanmasının önemini vurgulamışlardır^{4,5,11,12,19}.

Omurga konturlarının değerlendirilmesinde yapılan radyolojik inceleme ideal olarak her zaman doğru ve tekrarlanabilir olmalıdır¹⁷. Ancak günümüzde lomber lordoz ölçüm tekniği bile tam olarak standart hale gelmemiştir¹⁶. Radyolojik incelemede varyasyona neden olan faktörlerden en önemlisi lordozun ölçüleceği üst ve alt vertebraların seçimidir. Bu ölçümlerde en büyük farkı yaratan faktördür^{20, 21}.

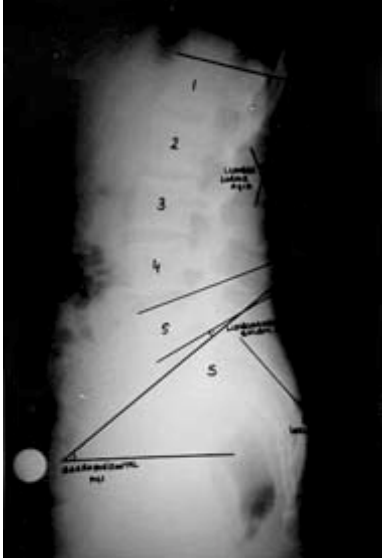
Lomber lordoz açısının değişik çalışmalarda değişik seviyelerden ölçüldüğü görülmektedir. Stagnara L₁ cismi üst uç plağı ile sakrum arasından yaptığı ölçümde lordoz açısını 33° – 79° arasında; L₁ cismi üst uç plağı ile L₅ cismi alt uç plağı arasından yapılan ölçümde ise 18° – 69° bulmuştur²². Jackson ise L₁ cismi üst uç plağı ile sakrum arasından yaptığı ölçümde lordoz açısını -31° ile -88° arasında bulmuştur¹⁴. Gelb ve arkadaşları T₁₂ cismi alt uç plağı ile sakrum arasından yaptığı ölçümde lordoz açısı için -38° ile -84° arasında

değerler saptamıştır⁴. Bernhardt ise T₁₂ cismi alt uç plağı ile L₅ cismi alt uç plağı arasından yapılan ölçümde 14° - 69° arasında değerler bildirmiştir²³. Wiltse ve Winter ise klasik makalelerinde lomber lordozun L₁ cismi üst uç plağı ile L₅ cismi üst uç plağı arasından ölçülmesini önermişlerdir¹⁸.

Literatürde bu kadar farklı seviyelerin seçilmesinin sonuçları farklılaştırdığı açıktır. Farklı vertebra seçilmesinin nedenleri eğriliğin tamamını içine almak ve/veya sınırları en iyi görünen vertebrayı kullanma kaygısı olabilir^{14,16,23}. Sonuçların farklılaşmasını önlemek için total lomber lordoz ile beraber segmenter lordozun hesaplanması gerekliliğini savunan çalışmalar da vardır^{7,17}. Biz çalışmamızda iki ayrı seviyeden lordoz ölçümü yaptık. 1. ölçümde Wiltse ve Winter'ın tarif ettiği şekilde L₁ cismi üst uç plağı ile L₅ cismi üst uç plağı arasından ölçüm yaptık ve -12° ile - 60° değerler saptadık. 2. ölçümde ise L₁ cismi üst uç plağı ile L₅ cismi alt uç plağı arasından ölçüm yaptık ve -20° ile - 72° değerler saptadık. 2 ayrı seviyeden ölçüm yapmamızın nedeni total lomber lordoza L₄ ve L₅ düzeyinden yapılan katkıyı bulmaktır. 1. ve 2. ölçümlerdeki ortalama değerler dikkate alındığında total lomber lordozun %46'sının L₄ ve L₅ düzeyinden kaynaklandığı görülmektedir. Lumbosakral eklem açısı da dikkate alındığında lomber lordozun esas olarak L₄ – sakrum arasından kaynaklandığı görülür. Bu özellikle füzyon operasyonlarında dikkat edilmesi gereken bir noktadır. Çalışmamızda lordoz açısının normal sınırları oldukça geniş bulunmuştur; ancak bu literatürdeki diğer çalışmalar ile uyumludur^{4,14,17,23}. Normal sınırların geniş olmasından dolayı yapılan ölçümlerde sonuçların ortalama değerlere göre değil normal dağılım genişliği dikkate alınarak yorumlanmasının daha yerinde olduğunu düşünmekteyiz.

Radyolojik değerlendirmede değişime neden olabilecek diğer faktörler gözlemciler arası ve gözlemciler içi ölçüm farklılığı ile Cobb metodunun kendisinden kaynaklanan yetersizliktir^{20,21}. Çalışmamızda gözlemciler arası ve gözlemciler içi ölçüm farklılığının 4° altında olması ölçümlerin güvenilir ve tekrarlanabilir olduğunu göstermektedir. Ancak Voutsinas'ın vurguladığı gibi omurga sagittal konturunu tanımlamada Cobb metodundan kaynaklanan kısıtlamalar bizim çalışmamız içinde geçerlidir¹⁷. Cobb ölçüm metodu özellikle omurga frontal plandaki eğriliklerin ölçümü için geliştirilmiştir. Voutsinas sagittal planda birbirinden oldukça farklı olan iki eğriliğin Cobb metoduyla ölçülen açılarının aynı olabileceğini bildirmiş ve özellikle patolojik durumlarda omurga sagittal konturunun tanımlanmasında eğriliğin uzunluğunu ve genişliğini

dikkate alan lordoz indeksinin hesaplanmasının daha doğru olacağını belirtmiştir (Şekil 4)^{17,23}. Ancak biz çalışmamızda yapısal eğriliği olanları dışladığımız ve sadece normal radyografileri çalışmaya aldığımız için böyle bir indeks hesaplaması yapmadık. Hiçbir klinik şikayeti olmayan çalışma grubumuzda saptadığımız spina bifida (%15,8), sakralizasyon (%12,5) ve lumbalizasyon (%6,6) gibi konjenital anomali oranları dikkat çekicidir.



Şekil 4: Lumbor lordoz açısı 2. ölçüm.

SONUÇ

Çalışmamız kesitsel bir klinik çalışmadır. Bu yüzden elde ettiğimiz sonuçlar tüm topluma genellenemez. Bunun için örneklemin tüm toplumu yansıtacak şekilde, rastgele seçildiği, kontrollü çalışmalara gerek vardır. Ancak saptadığımız lomber lordoz ve diğer açı değerleri genç erişkin yaş grubu için referans değerler olup normal değerlerin saptanmasında ve bundan sonra yapılacak olan çalışmalarda yol göstericidir.

KAYNAKLAR

1. Alıcı E. Omurga hastalıkları ve Deformiteleri; Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları, İzmir, 1991, 29-33.
2. Itoi E. Roentgenographic analysis of posture in spinal osteoporotics. Spine 1991, 16 (7): 750-6.
3. Öhlen G, Wredmark T and Spangfort E. Spinal sagittal configuration and mobility related to low-back pain in the female gymnast. Spine 1989, 14 (8): 847-50.
4. Gelb DE, Lawrence GL, Bridwell KH, Blanke K and McEnery KW. An analysis of sagittal spinal alignment in 100 asymptomatic middle and older aged volunteers. Spine 1995, 20 (12) 1351-8.
5. Propst-Proctor SL and Bleck EE. Radiographic determination of lordosis and kyphosis in normal and scoliotic children. J Pediatr Orthop 1983, 3 (3): 344-6.
6. Tsai L and Wredmark T: Spinal posture, sagittal mobility and subjective rating of back problems in former female elite gymnasts. Spine 1993, 18: 872-5.
7. Wambolt A and Spencer DL: A segmental analysis of the distribution of lumbar lordosis in the normal spine. Orthopedic Transactions 1987, 11: 92-3.
8. Wright JG and Bell D: Lumbosacral joint angles in children. J Pediatr Orthop. 1991, 11 (6): 748-51.
9. Hasday CA, Passoff TL and Perry J: Gait abnormalities arising from iatrogenic loss of lumbar lordosis secondary to Harrington instrumentation in lumbar fractures. Spine 1983, 8 (5): 501-11.
10. Kostuik JP and Hall BB: Spinal fusions to the sacrum in adults with scoliosis. Spine 1983, 8 (5): 489-500.
11. La Grone MO: Loss of lumbar lordosis. A complication of spinal fusion for scoliosis. Orthop Clin North Am 1988, 19: 383-93.
12. La Grone MO, Bradford DS, Moe JH, Lonstein JE, Winter RB and Ogilvie JW: Treatment of symptomatic flatback after spinal fusion. J Bone Joint Surg 1988, 70-A: 569-80.
13. Frymoyer JW, Newberg A, Pope MH, Wilder DG, Clements J and MacPherson B: Spine radiographs in patients with low-back pain. J Bone Joint Surg. 1984, 66-A: 1048-55.
14. Jackson RP and 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. Spine 1994, 19 (14): 1611-8.
15. Sward L, Eriksson B and Peterson L: Anthropometric characteristics, passive hip flexion and spinal mobility in relation to back pain in athlete; Spine 1990, 15 (5): 376-82.
16. Polly DW Jr, Kilkelly FX, McHale KA, Asplund LM, Mulligan M and Chang AS: Measurement of lumbar lordosis: Evaluation of intraobserver, interobserver and technique variability. Spine 1996, 21 (13): 1530-3.
17. Voutsinas SA and MacEwen DG: Sagittal profiles of the spine. Clin Orthop Rel Res 1986, 210: 235-42.
18. Wiltse LL and Winter RB: Terminology and measurement of spondylolisthesis. J Bone Joint Surg 1983, 65-A: 768-72.
19. Kostuik JP, Maurais GR, Richardson WJ and Okajima Y: Combined single stage anterior and posterior osteotomy for correction of iatrogenic lumbar kyphosis. Spine 1988; 13: 257-66.
20. Carman DL, Browne RH and Birch JG. Measurement of scoliosis and kyphosis radiographs: intraobserver and interobserver variation. J Bone Joint Surg 1990, 72-A: 328-33.
21. Morrissy RT, Goldsmith GS, Hall EC, Kehl D and 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: 320-7.
22. Stagnara P, De Mauroy JC, Dran G, Gonon GP, Costanzo G, Dimnet J and Pasquet A: Reciprocal angulation of vertebral bodies in a sagittal plane: Approach to references for the evaluation of kyphosis and lordosis. Spine 1982, 7: 335-42.
23. Bernhardt M and Bridwell KH: Segmental analysis of the sagittal plane alignment of the normal thoracic and lumbar spines and thoracolumbar junction. Spine 1989, 14 (7): 717-21.