



Özgün Araştırma/Research Article

Sağlıklı yetişkinlerde lumbal lordoz ve lumbosakral bölgenin fizyolojik sagittal indeks değerleri

Lumbar lordosis and physiological sagittal indices of lumbosacral region in healthy adults

Gülru ESEN¹ , Bayram Ufuk ŞAKUL² , Selami SERHATLIOĞLU³ , Tayfun SERVİ⁴ 

¹Adıyaman Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı, 02040, Adıyaman-Türkiye

²Medipol Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı, 34810, İstanbul-Türkiye

³Adıyaman Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı, 02040, Adıyaman-Türkiye

⁴Adıyaman Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, 02040, Adıyaman-Türkiye

Atf gösterme/Cite this article as: Esen G, Şakul BU, Serhatlıoğlu S, Servi T. Sağlıklı yetişkinlerde lumbal lordoz ve lumbosakral bölgenin fizyolojik sagittal indeks değerleri. *ADYÜ Sağlık Bilimleri Derg.* 2020;6(3):343-356. doi:10.30569.adiyamansaglik.789968

Öz

Amaç: Columna vertebralis'in lumbosakral bölgesi, hareketlilik ve yük taşınması bakımından en önemli bölgedir. Bölgenin sagittal plandaki normal dizilimi klinisyenler için önemlidir. Bu çalışma, sağlıklı yetişkinlerde lumbosakral bölgenin sagittal plandaki normal açısal değerlerini tespit etmek amacıyla planlanmıştır.

Gereç ve Yöntem: 210 sağlıklı yetiştikten alınan lateral lumbosakral X-Ray grafileri üzerinde Th12 vertebradan itibaren tüm lumbal vertebra ve sacruma ait açısal parametreler ölçülmüştür. Elde edilen veriler SPSS 10.0 ile analiz edilerek yaş, VKİ ve cinsiyet grupları arasındaki farklılıklar ile açısal parametrelerin korelasyonları incelenmiştir.

Bulgular: Lumbar lordoz'un yaş grupları arasında farklılık göstermediği, oysa cinsiyetler arasında ve vücut kütle indeksi gruplarında anlamlı farklar olduğu ortaya konulmuştur.

Sonuç: Çalışmadan elde edilen veriler, 25-55 yaşları arasındaki sağlıklı kişilerde lumbosakral bölgenin sagittal dizilimi için önemli standartları ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Lumbosakral bölge; Lumbal lordoz; Sagittal dizilim.

Abstract

Aim: The lumbosacral region of columna vertebralis is the most important region in terms of mobility and load bearing. The normal alignment of the region in the sagittal plane is important for clinicians. This study was planned to determine the physiological sagittal indices of the lumbosacral region in healthy adults.

Materials and Methods: On the lateral lumbosacral X-Ray radiographs taken from 210 person with no symptoms, angular parameters of the Th12 and lumbosacral vertebrae were measured. The data obtained were analyzed with SPSS 10.0 and differences between age, gender and BMI groups were examined in addition to correlations of angular parameters.

Results: It has been revealed that lumbar lordosis does not differ between age groups, whereas there are significant differences between genders and body mass index groups.

Conclusion: The data obtained from the study reveal important standards for sagittal alignment of the lumbosacral region in healthy persons aged 25-55 years.

Keywords: Lumbosacral region; Lumbar lordoz; Sagittal alignment.

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Gülru ESEN, Adıyaman Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı, 02040, Adıyaman-Türkiye, E-mail: gbakay@adiyaman.edu.tr

Geliş Tarihi/Received:03.09.2020

Kabul Tarihi/Accepted:17.11.2020


Yayın Tarihi/Published online:03.12.2020



Bu eser, Creative Commons Atf-GayriTicari 4.0 Uluslararası Lisansı ile lisanslanmıştır.

Telif Hakkı © 2020 Adıyaman Üniversitesi Rektörlüğü

Bu makale araştırma ve yayın etiğine uygun hazırlanmıştır.

 iThenticate for Authors & Researchers intihal incelemesinden geçirilmiştir.



Giriş

Spinal deformitelerin ve bel ağrılarının değerlendirilmesinde columna vertebralis'in sagittal plandaki dizilimi önemlidir. Lumbosakral bölge, hareketlilik ve yükün taşınması bakımından en önemli kısımdır.¹⁻⁴ Spinal enstrümantasyonlarda meydana gelen gelişmelerle birlikte lumbosakral bölgedeki fizyolojik açısal değerler, özellikle de lumbal lordoz değeri gittikçe artan bir önem kazanmıştır. Enstrümanlı lumbal füzyon sırasında lordozun korunması, normal sagittal dizilimin devamı için gereklidir.⁵⁻⁸ Özellikle lumbosakral eklem boyunca multisegmental enstrümantasyon uygulandığı durumlarda lumbal lordoz açısının normal sınırlarda kalmasına dikkat edilmelidir. Aksi takdirde enstrümanlı bölgede konturun düzleşmesi (flat back syndrom) ve enstrüman seviyesinin altında lumbosakral eklemde muhtemel bir kompensatuar hiperlordoz oluşması söz konusu olmakta, böylece hasta bel ağrısı ve dejeneratif değişikliklerle karşı karşıya kalmaktadır. Bu nedenle enstrümantasyon yöntemlerinin uzun vadede doğurduğu sonuçlar ve sagittal dizilimi ne derecede koruduğu, birbirlerine olan avantajları arasında yer almaktadır.⁵⁻⁸ Hatta operasyon sırasında kullanılan masaların çeşitliliği ve sagittal dizilimi nasıl etkiledikleri, çalışma ortamlarında kullanılan eşyaların ergonomik tasarımı gibi konular da dahi lumbal bölgedeki sagittal indeks değerleri önemli bir ölçüt olarak karşımıza çıkmaktadır.^{9,10}

Bu amaçla, yetişkinlerde columna vertebralis'in lumbal bölgesine ait normal dizilim standartlarını tespit edebilmek için prospektif bir çalışma planlanmış ve sağlıklı 210 kişiden alınan lateral grafiler üzerinde çeşitli ölçümler gerçekleştirilmiştir.

Gereç ve Yöntem

Araştırmanın tipi

Araştırma; kesitsel, prospektif, klinik bir çalışmadır.

Araştırmanın evreni ve örneklemi

2000 yılı temmuz ve ağustos ayları içerisinde Elazığ'da bulunan, 25 ve üzeri yaş grubu içerisindeki kişilerden sağlıklı olanlar, ayrıca kadınlarda hamilelik durumu

bulunmayanlar çalışmanın evrenini teşkil etmektedir.

Sağlıklı bireyleri seçmek amacıyla kişilere şu sorular yöneltilmiştir:

1. Herhangi bir vertebra cerrahisi veya travması geçirdiniz mi?
2. Son 3 aydır sürekli bel ağrınız var mı?
3. Şu ana kadar en az bir hafta süreyle günlük aktivitenize engel olan bel ağrısı şikâyetiniz oldu mu?

Soruların her üçüne de olumsuz cevap verenler sağlıklı kabul edilmiştir.

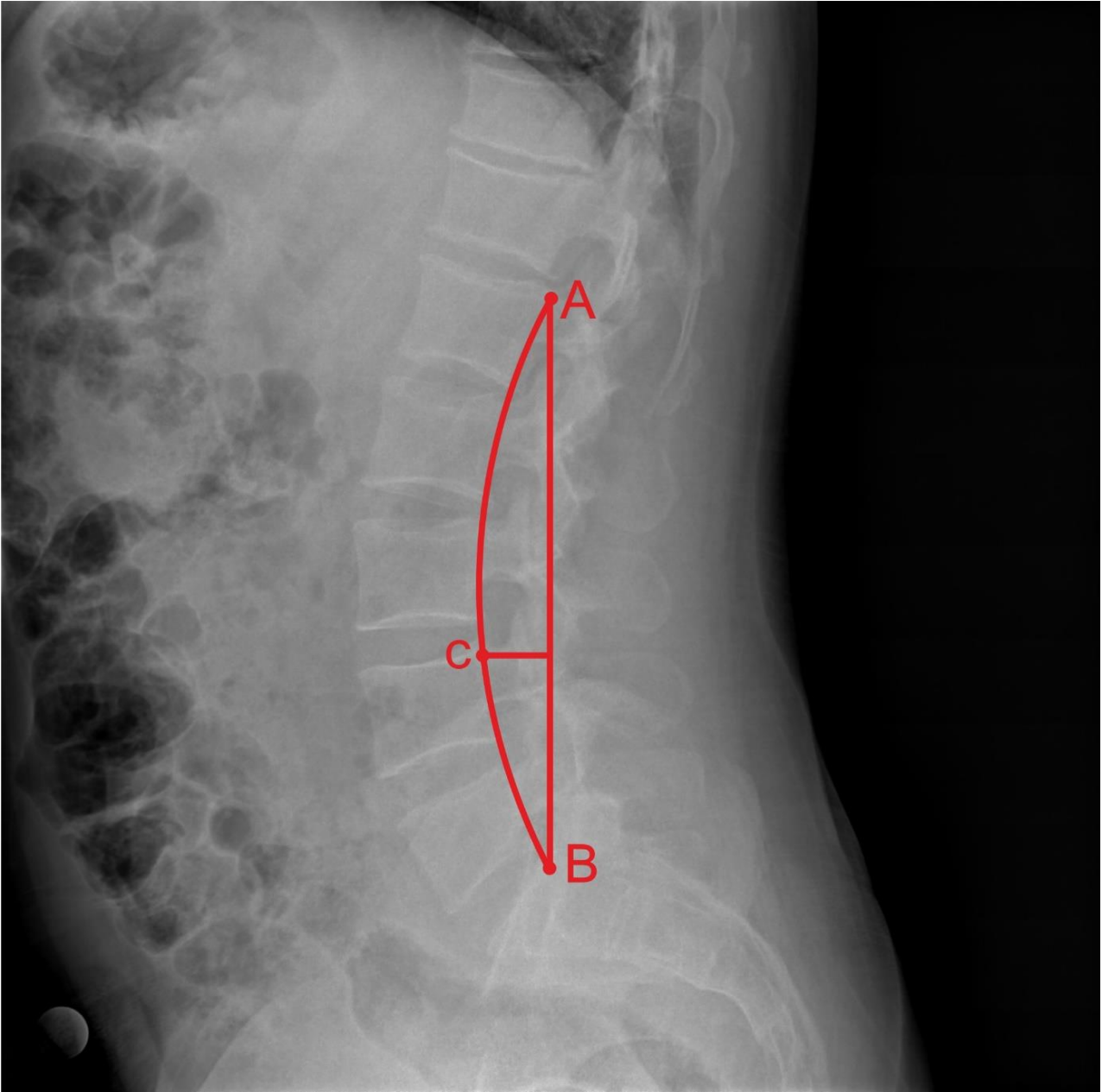
Çalışmaya gönüllü olarak katılmayı kabul eden ve çekilen x-ray grafisinde herhangi bir patoloji tespit edilmeyen 25-55 yaşları arasındaki 210 kişi ise çalışmanın örneklemini teşkil etmektedir.

Veri toplama araçları

Çalışmanın verileri; gönüllülere ait yaş, boy, kilo, vücut kütle indeksi (VKİ) gibi demografik veriler ile çekilen lateral x-ray grafilerden elde edilen açısal değerlerdir.

Ayakta pozisyonda anteroposterior (AP) ve lateral grafiler alınmış, filmler bir radyolog tarafından değerlendirilerek sağlıklı olduğu halde dejenerasyon tespit edilen filmler elimine edilmiştir. Sonuç olarak birinci yaş grubundan (25-35) 40 erkek ve 40 kadın; ikinci yaş grubundan (36-45) 35 erkek ve 35 kadın, üçüncü yaş grubundan ise (46-55) 30 erkek ve 30 kadın olmak üzere toplam 210 kişiye ait radiografik ölçümü yapılmak üzere seçilmiştir. 55 yaş üzerinde yeterli sayıda sağlıklı bireye ulaşamadığı için alınmış olan grafiler çalışma dışı bırakılmıştır. Lateral grafiler üzerinde Chernuka ve Konstantin'in çalışmalarında belirtilen TRALL (Tangential Radiologic Assesment of Lumbar Lordosis) metodu modifiye edilerek lumbal lordoz ölçümü yapıldı (Şekil 1 ve 2).¹¹

Yine COBB metodu ile lordoz ölçümünün farklı iki türü olan Lumbolumbal açı (LLA) ve Lumbosakral açı (LSA) (Şekil 3), aynı yöntemle göre segmental açı ölçümleri de (Şekil 4) yapıldı.^{12, 13} Lumbosakral eklem açısı (LSEA) (Şekil 3), sakrohorizontal açı (sakral slope) ve sakral eğim açıları da ölçüldü (Şekil 4).¹⁴



Şekil 1. Modifiye TRALL metodunda A, B ve C noktalarının tespiti.

Th12 ve tüm lumbal vertebra için her bir vertebranın sagittal plana göre eğimleri incelendi (Şekil 4).¹³

Verilerin analizi

Tüm ölçüm değerleri aynı kişi tarafından çalışmaya katılanlardan 3 defa tekrarlanarak elde edilmiş olup, bu değerlerin ortalamaları analizlerde kullanılmıştır. Elde edilen veriler SPSS programına (SPSS for Windows sürüm 10.0) kaydedilerek tek yönlü varyans analizi ve korelasyon analizi uygulanmıştır.

Araştırmanın etik boyutu

İlgili Üniversitenin Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik kurulundan alınan 13.06.2000 tarih ve 2000/3

sayılı izin ile çalışmaya başlanmıştır. Hazırlanan onam formu gönüllülere okutulup ayrıca anlatılarak ve imzaları alınarak çalışmaya dahil edilmişlerdir. Çalışma Helsinki Bildirgesi ilkelerine uygun olarak yürütülmüştür.

Bulgular

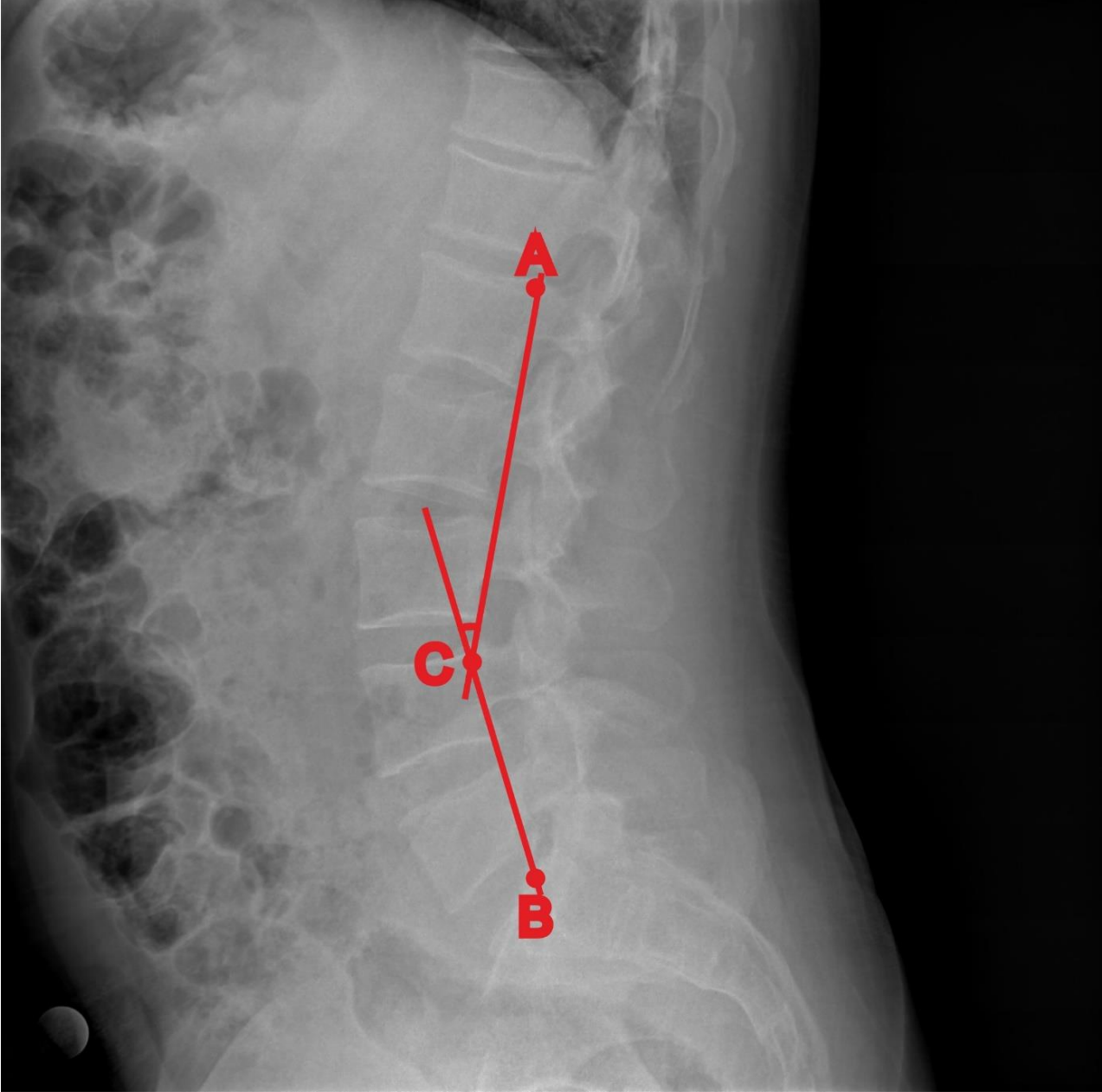
Çalışmada kullanılan 25-55 yaşları arasındaki 210 kişiye ait demografik veriler tablo 1 de gösterilmiştir.

Modifiye TRALL metodu ile ölçtüğümüz lumbal lordoz değeri ortalama $24,96^\circ$ (min. 12° max. 36°) olarak tespit edilmiştir. LLA ortalama $44,70^\circ$ (min. $15,5^\circ$ max. 69°), LSA ortalama $59,23^\circ$ (min. 21° max. 91°), LSEA

ortalama $14,61^{\circ}$ (min. 5° max. $32,5^{\circ}$), sakrohorizontal açı ortalama $36,87^{\circ}$ (min. 12° max. 64°), sakral eğim ise ortalama $50,48^{\circ}$ (min. 23° max. $78,50^{\circ}$) idi. Segmental açıların Th12-L1 ($3,22^{\circ}$) den itibaren artarak ilerlediği gözlemlendi. Açıkların aldıkları

değerler sırasıyla L1-L2 ($4,27^{\circ}$), L2-L3 ($8,28^{\circ}$), L3-L4 ($9,88^{\circ}$), L4-L5 ($14,76^{\circ}$) ve L5-S1 ($22,95^{\circ}$) şeklindeydi.

Radiyografik ölçümleri yapılan parametrelere ait istatistiksel veriler tablo 2-3-4 ve 5 de özetlenmiştir.



Şekil 2. Modifiye TRALL metodunda lordoz açısının tespiti.

Tartışma

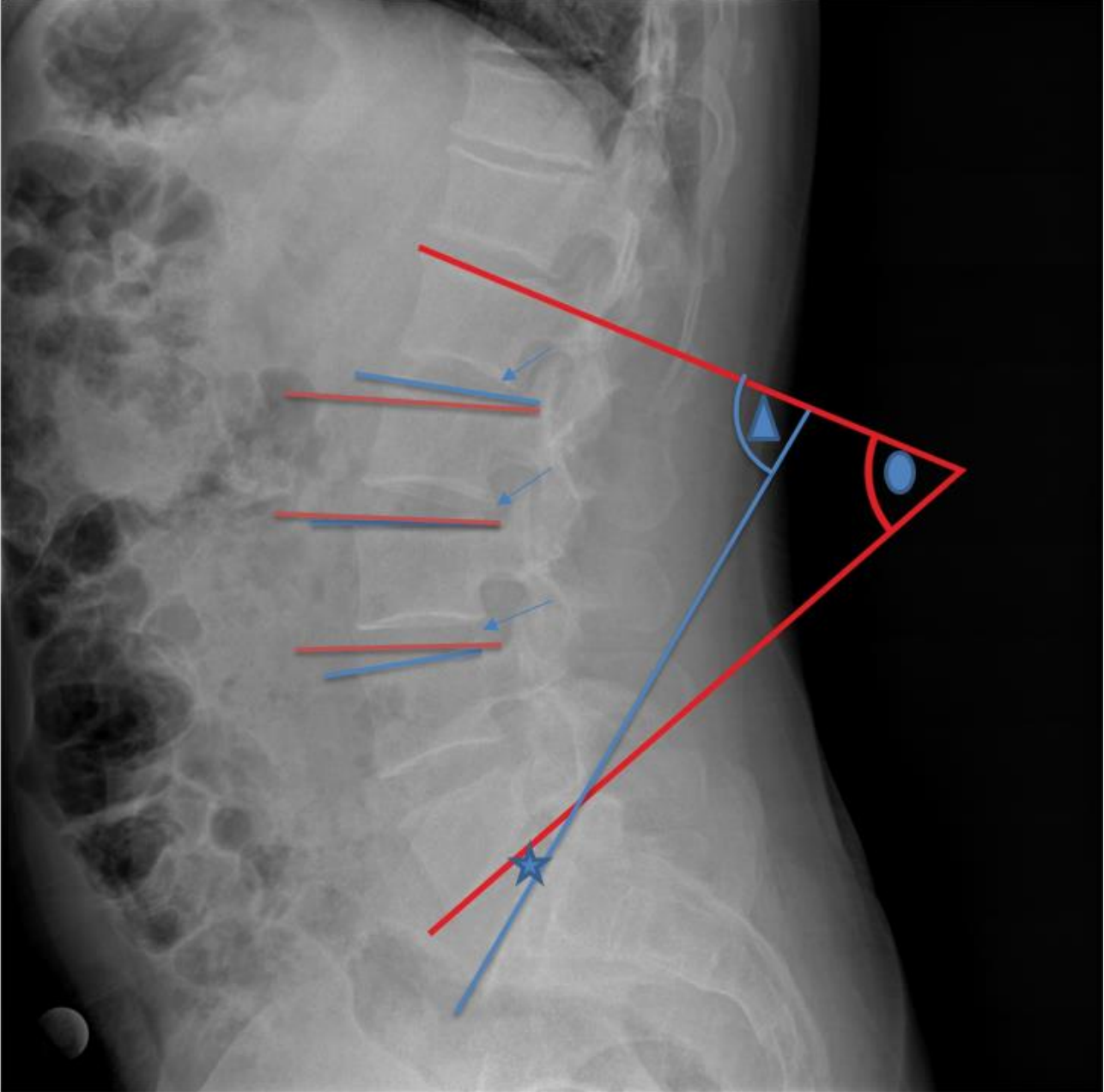
Columna vertebralis'in lumbal bölgesindeki fizyolojik sagittal dizilimin, özellikle de lumbal lordozun önemi iyi bilinmektedir. Sagittal planda ölçülebilen fizyolojik değerler, coronal ve transvers plandaki dizilimler kadar açık ve net değildir.

Klinikte lumbal lordozu ölçmede Cobb metodu kullanılmaktadır.^{11,13,15}

Uygulanmasının kolay olması yanında evrensel olarak kabul edilmiş başka bir yöntemin olmayışı, bu metodu bugüne kadar getirmiştir. Oysa Cobb metodu, bilinen birçok dezavantaja sahiptir. Literatürde hepsi de lumbal lordozu ölçen ve Cobb metodu olarak isimlendirilen farklı ölçme teknikleri vardır. Çalışmamızda en sık karşılaşılan ikisini lumbolumbal açı (LLA) ve lumbosakral açı

(LSA) ismiyle ölçtük. COBB metodu coronal plandaki deformiteleri ölçmekte daha faydalı ve kullanışlıdır. Bir eğriliği yansıtmaktan uzaktır ve eğrilikteki değişiklikleri değil, vertebral uç plaklardaki değişiklikleri yansıtmaktadır. Birbirinden oldukça farklı iki eğrilik aynı Cobb değerine sahip olabilmektedir. Ayrıca Cobb metodu oldukça geniş olabilen normal değerler vermektedir.^{11,15,16} Chernukha ve arkadaşları yaptıkları çalışmada alternatif bir yöntem

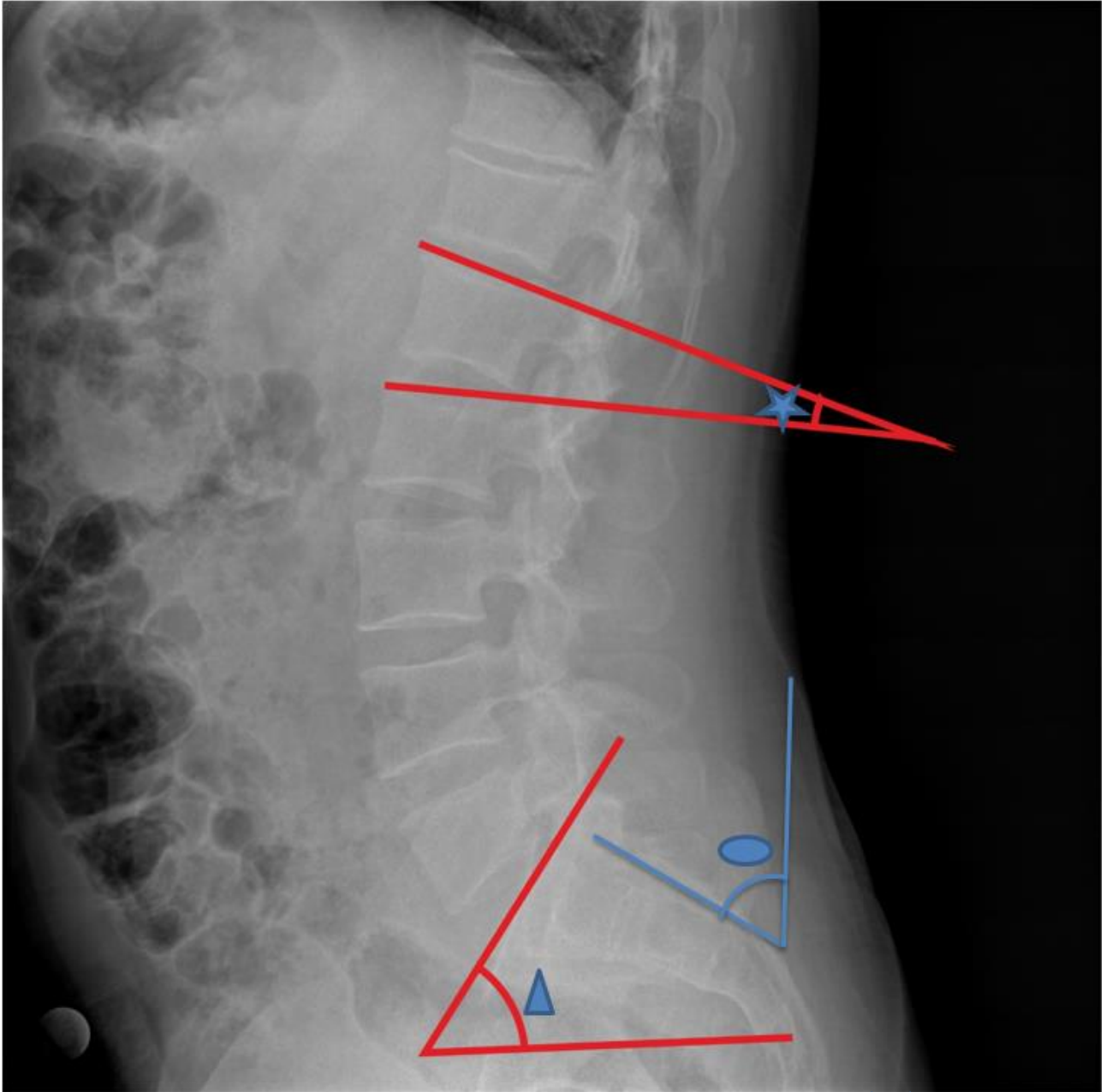
bildirmişlerdir.¹¹ TRALL metodu olarak isimlendirilen bu yöntem vertebral uç plakları kullanmadığı için uç plaklardan kaynaklanan değişikliklerden etkilenmemektedir. Fakat bu yöntemde S2'nin postero-inferior köşesinden başlayarak L1'in postero-inferior köşesine uzanan bir hat çizilmekte, böylece ölçüme sakral eğrilik de dahil edilmektedir. Oysa lordoz ölçümü lumbal vertebralarla sınırlı olmalıdır.



Şekil 3. LSA, LLA, LSEA ve vertebral eğimler.

LSA ▲ LLA ● LSEA ★

Vertebral eğimler: vertebra üst kenarı mavi ok, horizontal hat kırmızı ok ile işaretlenmiştir. Her bir vertebranın negatif ve pozitif değerler alışı gösterilmiştir.



Şekil 4. sakrohorizontal açı ▲ sakral eğim ● segmental açılanma ★

Tablo 1. Cinsiyete göre yaş, boy, kilo ve VKİ değerleri.

	Erkek (n=105) Ortalama ± ss (min-max)	Kadın (n=105) Ortalama ± ss (min-max)	Genel (N=210) Ortalama ± ss (min-max)
<i>Yaş</i>	38,52 ± 8,49 (25-55)	39,16±9,19 (25-55)	38,83±38,83 (25-55)
<i>Boy</i>	173±0,065 (159-191)	158±0,052 (145-172)	166±0,094 (145-191)
<i>Kilo</i>	76,91±10,57 (50-110)	6,64±10,40 (44-89)	71,91±11,66 (44-110)
<i>VKI</i>	25,72±3,25 (19,15-33,22)	26,62±4,36 (19,47-37,28)	26,16±3,85 (19,15-37,28)

Bu nedenle çalışmamızda TRALL metodu aynen uygulanmak yerine, daha doğru bir lordoz ölçümü yapabilmek için yöntem modifiye edilerek kullanıldı ve lordoz değeri

olarak bu modifiye TRALL metodu alındı. Modifiye TRALL metodu ile elde ettiğimiz lordoz değerinin; minimum ve maksimum değerler bakımından (min12° max36°); LLA

(min15,5° max69°) ve LSA (min21° max91°) ile karşılaştırıldığında en az fark gösteren parametre olduğunu görmekteyiz. Yine her üç yöntemle elde edilen sonuçların gruplar arasındaki farklılıkları incelendiğinde, yaş gruplarında her üç yöntemin de aynı sonucu göstermesine karşın, VKİ grupları arasında modifiye TRALL metodunun diğer iki metottan farklı olduğunu görüyoruz. Cinsiyetler arası farklılıklar incelendiğinde de modifiye TRALL metodunun LLA ile aynı

anlamlılık düzeyinde istatistik olarak fark gösterdiği gözlenmektedir. Seviye olarak LSA ile aynı olmasına rağmen benzer sonuç görülmemesi, modifiye TRALL metodunun gerçekten lumbal bölgedeki eğriliği yansıttığını düşündürmektedir. Bu modifiye metodumuzun yöntem karşılaştırmalarının ve güvenilirlik analizlerinin yapılacağı çalışmalarla desteklenebileceği düşüncesindeyiz.

Tablo 2. Cinsiyete göre açısal parametre değerleri.

	CİNSİYET		p
	KADIN Ortalama ± ss	ERKEK Ortalama ± ss	
Lumbal lordoz	26,47±0,68	23,52±5,14	0,000*
Sakral eğim	51,33±8,83	49,66±9,60	0,209
Sakrohorizontal açı	37,62±9,19	36,17±7,87	0,239
Lumbosakral açı	60,55±11,93	57,98±10,40	0,110
Lumbolumbal açı	46,86±10,71	42,64±10,01	0,005*
Lumbosakral eklem açısı	13,77±6,02	15,40±5,75	0,054
Th12-L1 segmental açı	3,04±2,35	3,39±2,18	0,287
L1-L2 segmental açı	4,43±3,25	4,13±2,85	0,507
L2-L3 segmental açı	9,01±3,33	7,57±3,32	0,002*
L3-L4 segmental açı	10,69±3,63	9,13±3,34	0,002*
L4-L5 segmental açı	14,76±4,39	14,76±3,54	0,999
L5-S1 segmental açı	22,22±7,56	23,65±6,05	0,146
Th12 sagittal eğim	24,31±6,00	22,93±6,75	0,144
L1 sagittal eğim	22,78±6,78	22,03±6,67	0,438
L2 sagittal eğim	18,71±7,66	19,07±6,36	0,722
L3 sagittal eğim	9,91±8,30	11,33±6,35	0,179
L4 sagittal eğim	-0,79±8,75	2,23±6,68	0,007*
L5 sagittal eğim	-16,73±11,15	-11,99±9,02	0,001*

*p<0.05, Bağımsız iki örneklem t testi uygulanmıştır.

Yapılan bir çalışmada 18-65 yaşları arasındaki kişiler üzerinde prospektif bir çalışma gerçekleştirilmiş, katılımcıların ayakta alınan grafileri üzerinde çalışmamızda incelediğimiz LSA, LSEA, sakrohorizontal açı ve sakral eğim değerleri incelenmiştir.¹ Bu açılara ait değerler sırasıyla; 40,4°-14,6°-37,8°- 38,7° ve ortalama VKİ ise 27,2 kg/m² olarak bildirilmiştir. Çalışmamızın bulguları ise sırasıyla; 59,23°-14,61°-36,87° ve 50,48°, VKİ ise ortalama 26,16 kg/m² olarak tespit edilmiştir. VKİ dahil birçok parametre oldukça uyumlu olmasına karşın LSA ve sakral eğim değerlerindeki büyük farklılık dikkat çekicidir. Araştırmacılar VKİ ile sakrohorizontal açı ve LSA arasında

korelasyondan da söz etmektedirler. Çalışmamızda bu iki parametre ile VKİ arasında bir korelasyon bulunamamıştır.

Jackson ve ark.'nın gerçekleştirdikleri bir çalışmada, 100 sağlıklı ve 100 bel ağrılı hastanın ayakta çekilen lateral grafileri üzerinde Cobb metodu ile L1-S1 mesafesinde lumbal lordoz ölçülmüştür.¹² Sağlıklı gönüllülere ait lordoz açısının (60,9°), semptomatik gruptan anlamlı şekilde fazla olduğu ve her iki grupta da total lordoz değerinin yaş ve cinsiyetle ilişkisi olmadığı bildirilmektedir. Çalışmamızdaki LSA'ya ait bulgu ile karşılaştırdığımızda (59,23°), araştırmacılarla oldukça uyumlu sonuçlar elde ettiğimizi görüyoruz.

Tablo 3. Yaş gruplarına göre açısal değerler.

	YAŞ GRUPLARI (yıl)			p
	25-35	36-45	46-55	
	Ortalama ± ss	Ortalama ± ss	Ortalama ± ss	
Lumbal lordoz	25,07±5,29	25,50±5,26	24,13±6,38	0,155
Sakral eğim	51,17±7,87	50,08±9,45	49,97±10,82	0,337
Sakrohorizontal açı	36,07±7,32	37,77±8,60	36,92±10,05	0,985
Lumbosakral açı	58,05±9,53	61,35±9,96	58,30±14,35	0,635
Lumbolumbal açı	43,88±9,70	46,49±9,56	43,63±12,61	0,391
Lumbosakral eklem açısı	14,17±5,50	14,94±5,89	14,82±6,61	0,226
Th12-L1 segmental açı	3,55 ^a ±2,66	2,59 ^b ±1,61	3,54 ^a ±2,20	0,042
L1-L2 segmental açı	3,96±2,62	4,55±3,24	4,39±3,38	0,037
L2-L3 segmental açı	7,98±3,35	8,27±3,27	8,75±3,64	0,699
L3-L4 segmental açı	9,97±3,16	10,31±3,88	9,25±3,67	0,162
L4-L5 segmental açı	15,64 ^a ±3,66	14,24 ^b ±3,62	14,15 ^b ±4,62	0,014*
L5-S1 segmental açı	21,30 ^b ±5,79	24,77 ^a ±6,44	23,07±8,16	0,026
Th12 sagittal eğim	23,01±6,62	24,52±6,25	23,28±6,42	0,875
L1 sagittal eğim	22,05±6,50	23,64±6,60	21,37±7,08	0,349
L2 sagittal eğim	18,87±7,17	20,12±6,80	17,40±6,89	0,039*
L3 sagittal eğim	10,59±7,34	11,73±7,74	9,35±6,90	0,060
L4 sagittal eğim	0,65±7,19	1,43±8,86	0,08±7,65	0,335
L5 sagittal eğim	-16,15±10,90	-13,13±8,44	-13,11±11,49	0,140

*p<0.05, One-Way ANOVA testi uygulanmıştır.

Tablo 4. Kilo gruplarına göre açısal değerler

	VÜCUT KÜTLE İNDEKSİ GRUPLARI			p
	NORMAL	FAZLA KİLOLU	OBEZ	
	Ortalama ± ss	Ortalama ± ss	Ortalama ± ss	
Lumbal lordoz	24,71 ^b ±5,17	24,39 ^b ±5,58	27,33 ^a ±5,59	0,031*
Sakral eğim	50,04±8,11	50,39±9,78	51,98±10,83	0,211
Sakrohorizontal açı	36,48±5,54	37,27±8,80	36,90±10,60	0,837
Lumbosakral açı	58,90±10,66	59,49±10,75	59,45±14,14	0,639
Lumbolumbal açı	44,32±9,45	44,00±10,30	47,76±13,68	0,119
Lumbosakral eklem açısı	14,66 ^a ±6,44	15,62 ^a ±5,20	11,60 ^b ±5,53	0,013*
Th12-L1 segmental açı	3,28±2,43	3,20±2,20	3,17±2,08	0,975
L1-L2 segmental açı	4,34±2,83	4,17±3,48	4,38±2,34	0,080
L2-L3 segmental açı	8,20±3,50	8,00±3,03	9,38±3,97	0,017*
L3-L4 segmental açı	9,79 ^b ±3,44	9,41 ^b ±3,49	11,55 ^a ±3,75	0,019*
L4-L5 segmental açı	14,50±3,74	15,07±3,99	14,64±4,60	0,201
L5-S1 segmental açı	23,43 ^a ±6,86	23,36 ^a ±6,45	20,45 ^b ±7,61	0,047*
Th12 sagittal eğim	23,22±6,38	23,62±6,31	24,48±6,96	0,707
L1 sagittal eğim	22,51±6,79	22,17±6,55	22,72±7,25	0,616
L2 sagittal eğim	18,90±7,33	18,90±6,65	18,86±7,34	0,916
L3 sagittal eğim	10,43±7,68	11,04±7,36	10,12±6,65	0,391
L4 sagittal eğim	0,98±7,24	1,41±8,51	-1,74±0,60	0,112
L5 sagittal eğim	-14,47±2,77	-13,50±8,27	-16,12±7,79	0,154

*p<0.05, One-Way ANOVA testi uygulanmıştır.

Wood ve arkadaşları da, sağlıklı ve semptomatik bireyleri karşılaştırarak yaptıkları bir çalışmada hem ayakta hem rekumbent pozisyonda lateral grafileri incelemişlerdir.¹⁷ Çalışmada lordoz değeri olarak LSA ölçülmüş ve sağlıklı bireylerin

ayakta çekilen grafilerinde bunun ortalama değeri 58,8° olarak bildirilmiştir.

Araştırmacıların çalışmasındaki sağlıklı grubu teşkil eden bireylerin yaş aralıkları, boy ve kiloları da bizim çalışmamızın ortalamaları ile oldukça uyumludur. Çalışmamızda bu açının değeri 59,23° olarak tespit edilmiştir.

Tablo 5. Yaş, boy, kilo, VKİ ve açıl parametreler arasındaki korelasyon değerleri.

	Yaş	Boy	Kilo	VKİ	Lumbal lordoz	Sakral eğim	Sakrohorizontal açı	Lumbosakral eklem açısı	Lumbolumbal açı	Lumbosakral açı	L5 sagittal eğim
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	-,153*										
3	,265**	,511**									
4	,433**	-,221**	,719**								
5	-,026	-,235**	-,098	,061							
6	-,013	-,071	,032	,081	,475**						
7	,067	-,105	-,057	,015	,535**	,715**					
8	,046	,096	-,027	-,106	-,205**	,027	,202**				
9	,031	-,176*	-,091	,024	,810**	,569**	,714**	-,184*			
10	,057	-,106	-,092	-,034	,664**	,559**	,779**	,354**	,849**		
11	,110	,166*	,103	-,004	-,538**	-,434**	-,529**	,220**	-,516**	-,373**	
12	-,022	,162*	,014	-,108	-,367**	-,425**	-,471**	,420**	-,373**	-,130	,609**
13	-,051	,093	,022	-,045	-,059	-,296**	-,325**	,389**	-,144*	,076	,455**
14	-,061	,062	-,030	-,087	,213**	-,164*	-,155*	,365**	,150*	,339**	,288**
15	,003	-,041	-,104	-,091	,364**	-,042	,033	,320**	,441**	,592**	,127
16	,044	-,080	-,061	-,011	,427**	,106	,147*	,241**	,514**	,601**	,008
17	-,044	,067	,021	-,026	-,031	,100	,082	-,075	-,069	-,117	-,230**
18	,087	-,021	-,048	-,039	,159*	,110	,207**	-,074	,348**	,297**	-,217**
19	,119	-,180*	-,083	,040	,565**	,335**	,380**	-,120	,632**	,533**	-,371**
20	-,058	-,172*	-,065	,065	,687**	,258**	,351**	-,150*	,524**	,424**	-,370**
21	-,149*	,012	,015	-,006	,455**	,327**	,344**	,034	,491**	,476**	-,349**
22	,132	,021	-,100	-,123	-,003	,245**	,437**	,723**	,191**	,566**	,247**

** $p < 0,01$ ve * $p < 0,05$ Pearson korelasyon testi uygulanmıştır**Tablo 5 (Devamı).** Yaş, boy, kilo, VKİ ve açıl parametreler arasındaki korelasyon değerleri.

	L4 sagittal eğim	L3 sagittal eğim	L2 sagittal eğim	L1 sagittal eğim	Th12 sagittal eğim	Th12-L1 segmental açı	L1-L2 segmental açı	L2-L3 segmental açı	L3-L4 segmental açı	L4-L5 segmental açı	L5-S1 segmental açı
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
12											
13	,876**										
14	,718**	,866**									
15	,462**	,634**	,813**								
16	,213**	,379**	,645**	,843**							
17	-,249**	-,241**	-,242**	-,293**	-,037						
18	-,279**	-,299**	-,204**	,196**	,221**	-,076					
19	-,365**	-,246**	,175*	,374**	,454**	,024	,188**				
20	-,323**	,073	,189**	,238**	,332**	-,026	,047	,223**			
21	,176*	,271**	,372**	,357**	,324**	,038	-,043	,168*	,146*		
22	,345**	,344**	,364**	,363**	,258**	-,176*	-,017	,023	-,048	,030	1

** $p < 0,01$ ve * $p < 0,05$, Pearson korelasyon testi uygulanmıştır,

Korovessis ve ark, popülasyonda sagittal indeks değerlerini tespit etmek için sağlıklı bireylerden, ayakta pozisyonda alınan lateral grafiler üzerinde bir çalışma gerçekleştirmişlerdir.¹³ Çalışmada L1-L5 mesafesi lumbal lordoz olarak kabul edilmiştir. Çalışmanın bulguları cinsiyetle ilgili bir farklılık göstermemesine rağmen, araştırmacıların belirttiği gibi bu sonuç gruplar içerisindeki kadın-erkek sayılarının düşüklüğünden kaynaklanıyor olabilir. Nitekim yaptığımız çalışmada LLA olarak isimlendirdiğimiz L1-L5 seviyesi değerlerinin kadınlarda istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,005$) şekilde fazla olduğu bulundu. Korovessis ve arkadaşları hem LLA ($45,7^\circ$) hem de sakral eğimin ($39,4^\circ$) yaşla ilişkisi olmadığını ve bu iki parametrenin güçlü bir korelasyona sahip olduğunu bildirmişlerdir. Yaptığımız çalışmada da hem LLA ($44,70^\circ$) hem de sakral eğimin ($50,48^\circ$) yaşla ilişkisinin olmadığını ve yaş grupları arasında da anlamlı farklılık göstermediği, aynı zamanda iki açı arasında güçlü bir korelasyon olduğu sonucuna varılmıştır. Korovessis ve ark,'nın yaptıkları çalışmada birinci sakral vertebranın eğimi olarak isimlendirilen açı bizim çalışmamızda sakrohorizontal açıya denk gelmektedir. Araştırmacılar $20,5^\circ$ ortalama değer bildirmişlerdir. Çalışmamızda bu açının ortalama değeri $36,87^\circ$ olarak bulunmuştur. Dikkat edilirse iki çalışmanın LLA değeri arasında fark olmamasına karşın sakral değerler oldukça farklılık göstermektedir. Bu da korovessis'in çalıştığı popülasyonun bizim çalışmamızı teşkil eden popülasyona göre daha vertikal bir sakruma sahip olduğuna işaret etmektedir. Oysa her iki çalışmada da korelasyon testleri LLA'nın hem sakral eğimle hem de sakrohorizontal açı ile yüksek bir korelasyonu olduğunu göstermektedir.

Sağlıklı 626 kişinin ayakta pozisyonda alınan grafileri üzerinde yapılan bir başka çalışmada, lumbal lordoz Th12-S1 arasında ölçülmüş; toplamda $49,7^\circ$, kadınlarda $47,8^\circ$, erkeklerde $51,6^\circ$ değerler bildirilmiştir.¹⁸ Çalışmamızda yaptığımız ölçümlerden LSA, bir disk mesafesi farkla araştırmacıların yöntemine en yakın olan ölçümdür. Elde ettiğimiz değerler, kadınlarda $60,55^\circ$

erkeklerde $57,98^\circ$, toplamda $59,23^\circ$ 'dir. Araştırmacıların çalışmalarında Th12 alt uç plağı seviyesinden ölçüm yapmış olmalarına rağmen çalışmamızda daha yüksek değer elde ettiğimizi görmekteyiz. Çalışmamıza 55 yaş üzeri dahil değildir. Araştırmacılar çalışmalarında 60-69 ve 70-79 yaş grubunu da incelemişlerdir ve 20-60 yaşlarında belirgin farklılıklar görülmemesine karşın özellikle 60'tan sonra ani düşüş görüldüğünü bildirmektedirler. Korovessis ve ark, da 70 yaşından sonra LLA da keskin bir düşüş olduğunu bildirmiştir. Aynı çalışmada sakrohorizontal açı da ölçülmüş ($39,4^\circ$) ve tüm yaş gruplarında kadınlarla erkekler arasında anlamlı farklılık bulunmadığı bildirmiştir. Bununla beraber araştırmacılar yaşla birlikte kademeli bir düşüşe de dikkati çekmektedirler. Nitekim biz de $36,87\pm 8,55^\circ$ ortalama elde ettiğimiz çalışmamızda sakrohorizontal açının yaş grupları ve cinsiyetler arasında anlamlı farklılık göstermediğini tespit etmiş bulunuyoruz.

Yaşları 30-79 arasında değişen 128 kişinin lateral grafilerinin incelendiği Seil ve ark,'ları tarafından yapılan bir çalışmada, total lumbal lordoz olarak isimlendirilen parametre için Th12-S1 mesafesi kabul edilmiş ve ortalama değer $-53,8^\circ$ olduğu bildirilmiştir.¹⁹ Aynı çalışmada sakrohorizontal açı için bildirilen ortalama değer $34,7^\circ$ dir. Çalışmamızda araştırmacıların çalışmasına en yakın ölçüm olan LSA'nın ortalama değeri $59,23^\circ\pm 11,22^\circ$, sakral eğimin ortalama değeri $50,48^\circ\pm 9,25^\circ$ 'dir. Araştırmacılar VKİ'ne ait değerleri de minimum 18,1; maksimum 31,7 ve ortalama $23,2 \text{ kg/m}^2$ olarak bildirmişlerdir. Bu değerlerin bizim çalışmamızdaki değerlerle (min, 19,15, max, 37,28 ve ortalama $26,16 \text{ kg/m}^2$) çok farklı olmadığını göz önüne alırsak, değerler arasındaki farklılığın üst vertebra seviyesindeki farklılığa ve yaş farklılıklarına bağlı olduğunu düşünebiliriz.

Raphael ve arkadaşları omurganın sagittal dizilimi ve dengesini değerlendiren bir çalışma yapmışlardır.²⁰ Bu amaçla 20-70 yaş arasındaki 300 sağlıklı bireyde ayakta pozisyonda alınan lateral radiografileri incelemişler ve lumbal lordoz olarak L1'in üst uç plağı ile L5'in alt uç plağı arasında kalan

açıyı almışlardır. Lumbal lordoz değerini kadınlarda $-46,2^\circ$, erkeklerde $-41,4^\circ$; sakrohorizontal açı'yı kadınlarda $43,2^\circ \pm 8,4^\circ$, erkeklerde $41^\circ \pm 8,5^\circ$ olarak ölçmüşlerdir. Bizim çalışmamızda LLA'ya karşılık gelen bu açı kadınlarda $46,86^\circ \pm 10,71^\circ$, erkeklerde $42,64^\circ \pm 10,01^\circ$ olarak belirlenmiştir ve iki çalışmanın yaş gruplarının farklılığı göz önüne alındığında arada fazla fark olmadığı görülmektedir. Sacrohorizontal açının ise kadınlarda $37,62^\circ \pm 9,19^\circ$, erkeklerde $36,17^\circ \pm 7,87^\circ$ değerlerle araştırmacıların çalışmasından düşük olduğu gözlenmektedir. İki çalışmanın verileri arasındaki farklılık, bizim popülasyonumuzda da ileri yaş grupları üzerinde çalışmalar yapılmasının gerekliliğini düşündürmektedir.

Yapılan bir çalışmada sağlıklı yetişkinlerde omurganın sagittal dizilim ve dengesinde yaş ve cinsiyetle ilişkili farklılıklar olup olmadığı araştırılmış, 20-80 yaş arasındaki 392 kişinin ayakta pozisyonda alınan lateral radyografilerinde bazı ölçümler gerçekleştirilmiştir.²¹ L1-S1 seviyesinden lordoz açısı ölçülmüş (LSA), ortalama $45^\circ \pm 15^\circ$ olduğu bildirilmiştir. Çalışmada sakrohorizontal açı için araştırmacıların bildirdikleri değer $33^\circ \pm 9^\circ$ 'dir. Bizim çalışmamızda elde ettiğimiz LSA değeri $59,23^\circ \pm 11,22^\circ$ ve sakrohorizontal açı ise $36,87^\circ \pm 8,55^\circ$ 'dir. LSA da uyumsuzluk olmasına rağmen iki çalışma arasında sakrohorizontal açı değerinin uyumlu olduğunu görmekteyiz. Araştırmacılar lumbal lordoz ve sakrohorizontal açının cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermediğini tespit etmişlerdir. Çalışmamızda 55 üzeri yaş grubu yer almamasına karşın incelediğimiz yaş gruplarında çalışmalar arasında uyumluluk gözlenmektedir.

Sağlıklı 584 yetişkinin tüm vücut sagittal grafileri üzerinde ölçümler gerçekleştirilen bir çalışmada çalışmamızdaki LSA'ya karşılık gelen yöntemle lumbal lordoz ölçülmüş, gönüllüler yaş ve cinsiyet gruplarına ayrılarak incelenmişlerdir.²² Araştırmacılar, 20-89 yaşları arasındaki kişilerin ortalama lordoz değerini $42,4^\circ$ olarak bildirmişlerdir. Bu sonucun çalışmamızda elde ettiğimiz $59,23^\circ$ LSA değeri ile oldukça farklı olduğunu

görmekteyiz. Araştırmacılar çalışmalarını oluşturan grubun ortalama VKİ değerinin $23,7^\circ \pm 6,9^\circ$ olduğunu bildirmektedirler. Çalışmamızda elde ettiğimiz $26,16 \pm 3,85$ ortalama VKİ ile fazla bir fark olmadığını hesaba katarsak, farklı sonucun iki popülasyonun VKİ değerinden kaynaklanmadığını söyleyebiliriz. İki çalışma arasında üst yaş bakımından oldukça geniş bir fark olmasına rağmen (25-55/20-89), çalışmamıza karşılık gelen grup içinde de ortalama değerlerin elde ettiğimiz değerden düşük olduğunu görmekteyiz.

Ayrıca Zhou Siyu ve ark.'nın sağlıklı 218 çinli üzerinde yaptığı çalışmada, aynı vertebra düzeyinde ölçülen ve LSA'ya karşılık gelen lordoz değeri $48,2^\circ$ bildirilmiştir.²³ Bu değer çalışmamızla ne kadar uyumsuz ise de Hu Zongshan'un çalışmasıyla uyumlu bir veri teşkil etmektedir.²² Bu da bize incelenen parametrelerde coğrafik veya ırksal değişiklikler olduğunu düşündürmektedir.

Demir, Mehmet ve ark, yaşları 18-27 arasında değişen 150 kişinin lateral grafilerinde retrospektif olarak lumbosakral bölgeyi incelemişler; lumbal lordozu ölçmek için LLA yı kullanarak, $42,73^\circ$ ortalama lordoz değeri bulmuşlardır.²⁴ Çalışmamızda LLA değerini $44,70 \pm 10,55^\circ$ tespit ettik. Yine aynı araştırmacılar aynı çalışmada $37,53^\circ$ sakrohorizontal açı, $16,04^\circ$ lumbosakral eklem açısı ve $47,11^\circ$ sakral eğim değeri bildirmişlerdir. Çalışmamızda ise bu değerler sırasıyla $36,87^\circ \pm 8,55^\circ$, $14,61^\circ \pm 5,93$ ve $50,48^\circ \pm 9,25^\circ$ olarak tespit edildi. Araştırmacıların LLA, lumbosakral eklem açısı ve sakrohorizontal açının her iki cins arasında farklılık göstermediğini belirtmelerine karşın bizim çalışmamızda bu üç açıdan LLA'nın kadınlarda erkeklere göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde yüksek olduğu ($p=0,005$) bulundu. Diğer iki açı ise çalışmamızda da cinsiyetler arasında fark göstermemiştir. Ayrıca araştırmacılar sakral eğim açısının erkeklerde yüksek olduğunu belirtmişlerse de çalışmamızda bu açının iki cins arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermediğini tespit ettik. Araştırmada kullanılan yaş grubunun çalışmamızdaki yaş grubunun altında olduğunu göz önüne alırsak bulgulardaki

farklılıkların yaştan kaynaklandığını söyleyebiliriz.

Yine Okcu ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada 19-31 yaş arasındaki 120 yetişkin erkeğin ayakta pozisyonda alınan radyografilerinde LLA 44,74° olarak bildirilmiştir.¹⁴ Araştırmamızda erkeklerden elde ettiğimiz ortalama değer 42,64±10,01° dir. Çalışmada sakrohorizontal açığı 33,15°, lumbosakral eklem açısını 11,65°, olarak bildirmişlerdir. Çalışmamızda erkeklerdeki sakrohorizontal açı 36,07°±7,87, lumbosakral eklem açısı 15,40°±5,75 olarak tespit edilmiştir.

Konu kısa segment enstrumantasyonu olduğunda vertebral cerrahide segmental açılanmalar önemli olmaktadır, Literatürde sağlıklı bireylere ait tüm segmentleri inceleyen çalışma oldukça azdır.

Gerçekleştirdiğimiz çalışmada segmental açılanmalara ait ortalama değerler: Th12-L1 3,23°/L1-L2 4,28°/L2-L3 8,29°/L3-L4 9,89°/L4-L5 14,76°/L5-S1 22,95° şeklinde tespit edilmiştir.

Yapılan bir çalışmada segmental açı değerleri L1-L2 2,6°/L2-L3 7,9°/L3-L4 11,6°/L4-L5 15,08°/L5-S1 20,2° şeklinde bildirilmiştir.²⁵ Araştırmacıların total lordoz olarak isimlendirdikleri açı, çalışmamızdaki LSA' ya karşılık gelmekte ve bunun değerinin de 58,1° olduğu ifade edilmektedir. Çalışmamızdaki LSA değerinin 59,23° olduğu düşünülünce iki araştırmaya ait bulguların oldukça uyumlu olduğu görülmektedir. Araştırmacılar toplam lordoza segmentlerin katılım oranlarını da incelemişler ve L1-L2 %4/ L2-L3 %14/ L3-L4 %20/ L4-L5 %27/ L5-S1 %35 olarak bildirmişlerdir.

Bu oranlar bizim çalışmamızda sırasıyla L1-L2 %7/ L2-L3 %14/ L3-L4 %16/ L4-L5 %25/ L5-S1 %38 olarak tespit edilmiştir.

Bir diğer çalışmada, sağlıklı kişilerin çeşitli pozisyonlarda alınan grafileri üzerinde segmental açılar ölçülmüş ve gönüllülerin ayakta alınan grafilerinin değerleri şu şekilde bildirilmiştir: L1-L2 -4,4°/L2-L3 -3,9°/L3-L4 -8,0°/L4-L5 13,04°/L5-S1 20,2°.²⁶ Araştırmacılar LSA' yı toplam lordoz olarak ölçmüş ve bunun için 50,0° değer

bildirmişlerdir. Gerek segmental değerlerde gerekse toplam LSA değerinde iki çalışmanın bulgularının oldukça farklı olduğunu görmekteyiz.

Jackson ve ark.'nın çalışmasında segmental açılanmalar için bildirilen değerler şu şekildedir: L1-L2 1,7°/L2-L3 7°/L3-L4 11,3°/L4-L5 16,5°/L5-S1 24,6°.¹² Belirgin farkın ilk segmentte olduğu, sonraki segmentlerde yakın değer bulunduğunu görülmektedir. Nitekim araştırmacılar 60,9° bildirdikleri LSA' ya segmentlerin katılım oranlarını da L1-L2 %2,2/L2-L3 %11,1/L3-L4 %18,6/ L4-L5 %27,1/L5-S1 %41,3 olarak bildirmişlerdir.

Görüldüğü gibi sağlıklı kişilerde ayakta çekilmiş grafiler üzerinde ve benzer yaş gruplarında yapılmış çalışmalar arasında dahi farklılıklar olabilmektedir.

Korovessis ve ark, yaptıkları bir çalışmada vertebraların üst uç plakları ile horizontal hat arasında kalan açığı vertebral eğim olarak isimlendirmiş ve ölçmüşlerdir.¹³ Bildirdikleri değerler L5 -17°/L4 -4°/L3 6°/L2 13°/L1 18°/Th12 18° şeklindedir.

Biz de çalışmamızda TH12 den itibaren tüm lumbal vertebraların sagittal eğimlerini ölçtük, Elde ettiğimiz değerler sırasıyla; L5 - 14,30°/L4 0,76° / L3 10,64° /L2 18,89° /L1 22,40° ve Th12 23,59° idi.

Bir başka çalışmada da Chen, Yi-Lang radyografilerden ölçülen vertebral eğimleri L1 -9,7°/L2 -9,9°/L3 -4,9°/L4 2,8°/L5 17,8° olarak bildirmişlerdir.²⁷

Literatürde sağlıklı bireyler üzerinde bu parametreyi inceleyen fazla çalışma yoktur, Yapılan çalışmalar patolojik durumlar üzerinde yapılmıştır.^{28,29} Oysa bu parametrenin normal değerlerinin bilinmesi patolojik durumlara predispoze kişilerin tespitinde veya patolojilerin mekanizmalarının daha iyi anlaşılmasında rol oynayabilir.

Araştırmamız lumbal bölgeyi en geniş kapsamda inceleyen çalışma olma özelliğindedir. Buna rağmen çalışmada 55 yaş üzeri sağlıklı birey olmayışı, torakal vertebralar ve pelvise ait görüntülerin

kullanılmamış olması çalışmamızın kısıtlılıklarındandır.

Sonuç

Çalışmamızda kullandığımız açıların yaşla herhangi bir ilişkisi tespit edilememiştir. Yaş grupları söz konusu olduğunda ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösteren sadece birkaç açı tespit edilmiştir. Ölçülen hiçbir açı kilo ile ilişkili değildi. Oysa, VKİ grupları arasında lordoz açısı ve L3-L4 segmental açılanma obez grupta diğer iki gruptan anlamlı şekilde fazlaydı. LSEA ve L5-S1 segmental açılanma ise diğer iki gruptan istatistiksel olarak anlamlı şekilde düşüktü. Cinsiyet söz konusu olduğunda ise farklılık gösteren değişken sayısında artma oldu.

Çalışmanın verileri vertebral cerrahide gerek kısa gerekse uzun segment enstrümantasyonları sırasında operasyona yön vermede ve bel ağrılı hastaların değerlendirilmesinde kullanılacak önemli kalıpları teşkil etmektedir. Bununla beraber alt ve üst yaş gruplarının dahil edileceği çalışmalara ihtiyaç duyulduğu görülmektedir. Çalışmadaki bulguların literatürle karşılaştırması göstermektedir ki tüm vücut lateral grafileri üzerinde yapılacak ölçümler ve sağlıklı hasta karşılaştırmaları, izah etmede zorlanılan farklılıklara açıklık getirecektir. Bu bakımdan da çalışmamız ileriki çalışmalara yol gösterici olma niteliğindedir.

Araştırmanın Etik Boyutu

Araştırmaya başlamadan önce ilgili üniversitenin Tıp Fakültesi girişimsel olmayan klinik araştırmalar etik kurulundan (13,06,2000 2000/3) gerekli izin alınmıştır.

Bilgilendirilmiş Onam

Araştırma kriterlerini taşıyan kişilere önce Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu okutuldu, izah edilerek soruları cevaplandırıldı ve sonrasında yazılı ve sözlü onamları alındı. Çalışma Helsinki Bildirgesi ilkelerine uygun olarak yürütülmüştür.

Yazar Katkıları

Konsept/Dizayn: B.U.Ş ve G.E. Literatür Tarama: G.E. Radyolojik danışmanlık: S.S. Veri Toplama: G.E. İstatistik danışmanlık ve tablolar: T.S.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarların herhangi bir çıkara dayalı ilişkisi yoktur.

Araştırma Desteği

Çalışma Fırat Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir.

Beyanlar

Çalışmanın bir kısmı daha önceden VI, Ulusal Anatomi Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur (3-7 Eylül 2001, Edirne).

Hakem Değerlendirmesi

Dış bağımsız.

Kaynaklar

1. Onyemaechi NO. Evaluation of lumbar angles and their clinical correlates in a Nigerian population. *Int J Res Med Sci*, 2016;4(6):2018-23.
2. Nakipoglu GF, Karagoz A, Ozgirgin N. The biomechanics of the lumbosacral region in acute and chronic low back pain patients. *Pain Physician*, Jul-Aug 2008;11(4):505-11.
3. Lee JS, Goh TS, Park SH, Lee HS, Suh KT. Radiographic measurement reliability of lumbar lordosis in ankylosing spondylitis. *European Spine Journal*, 2013;22(4):813-818.
4. Evcik D, Yücel A. Lumbar lordosis in acute and chronic low back pain patients. *Rheumatology International*, 2003;23(4):163-165.
5. Hong T-H, Cho K-J, Kim Y-T, Park J-W, Seo B-H, Kim N-C. Does lordotic angle of cage determine lumbar lordosis in lumbar interbody fusion? *Spine*, 2017;42(13):E775-E780.
6. Rice JW, Sedney CL, Daffner SD, Arner JW, Emery SE, France JC. Improvement of segmental lordosis in transforaminal lumbar interbody fusion: a comparison of two techniques. *Global Spine Journal*, 2016;6(3):229-233.
7. Remes V, Helenius I, Schlenzka D, Yrjonen T, Ylikoski M, Poussa M. Cotrel-Dubousset (CD) or Universal Spine System (USS) instrumentation in adolescent idiopathic scoliosis (AIS): comparison of midterm clinical, functional, and radiologic outcomes. *Spine (Phila Pa 1976)*, Sep 15 2004;29(18):2024-30. doi:10.1097/01.brs.0000138408.64907.dc.
8. Lee C-S, Park S-J, Chung S-S, Lee J-Y, Yum T-H, Shin S-K. Mini-open anterior lumbar interbody fusion combined with lateral lumbar interbody fusion in corrective surgery for adult spinal deformity. *Asian spine journal*, 2016;10(6):1023.
9. Lee S-K, Lee S-H, Song K-S, et al. Lumbar lordosis of spinal stenosis patients during intraoperative prone positioning. *Clinics in orthopedic surgery*, 2016;8(1):65-70.
10. De Carvalho D, Grondin D, Callaghan J. The impact of office chair features on lumbar lordosis, intervertebral joint and sacral tilt angles: a radiographic assessment. *Ergonomics*, 2017;60(10):1393-1404.
11. Chernukha KV, Daffner RH, Reigel DH. Lumbar lordosis measurement: a new method versus Cobb technique. *Spine*, 1998;23(1):74-79.
12. 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*, 1994;19(14):1611-1618.
13. Korovessis PG, Stamatakis MV, Baikousis AG. Reciprocal angulation of vertebral bodies in the sagittal plane in an asymptomatic Greek population. *Spine*, 1998;23(6):700-704.
14. Okcu G, Yercan H, Yorulmaz İ, Erkan S, Öziç U. Lomber Omurganın Sagittal Planda Radyoloji Analizi clinical research. *Journal of Arthroplasty Arthroscopic Surgery*, 2000;11(2):146-150.

15. Voutsinas SA, MacEwen GD. Sagittal profiles of the spine. *Clinical Orthopaedics and related research*. 1986;(210):235-242.
16. Polly Jr DW, Kilkelly FX, McHale KA, Asplund LM, Mulligan M, Chang AS. Measurement of lumbar lordosis: evaluation of intraobserver, interobserver, and technique variability. *Spine*, 1996;21(13):1530-1535.
17. Wood KB, Kos P, Schendel M, Persson K. Effect of patient position on the sagittal-plane profile of the thoracolumbar spine. *Clinical Spine Surgery*, 1996;9(2):165-169.
18. Yukawa Y, Kato F, Suda K, Yamagata M, Ueta T, Yoshida M. Normative data for parameters of sagittal spinal alignment in healthy subjects: an analysis of gender specific differences and changes with aging in 626 asymptomatic individuals. *European Spine Journal*. 2018;27(2):426-432.
19. Sohn S, Chung CK, Kim YJ, et al. Sagittal spinal alignment in asymptomatic patients over 30 years old in the Korean population. *Acta Neurochirurgica*, 2017;159(6):1119-1128.
20. 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. *JBJS*, 2005;87(2):260-267.
21. Yeh K-T, Lee R-P, Chen H, et al. Are there age-and sex-related differences in spinal sagittal alignment and balance among Taiwanese asymptomatic adults? *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 2018;476(5):1010.
22. Hu Z, Man GCW, Yeung KH, et al. 2020 Young Investigator Award Winner: Age-and Sex-related Normative Value of Whole-body Sagittal Alignment Based on 584 Asymptomatic Chinese Adult Population From Age 20 to 89. *Spine*, 2020;45(2):79-87.
23. Zhou S, Xu F, Wang W, Zou D, Sun Z, Li W, Age-based normal sagittal alignment in Chinese asymptomatic adults: establishment of the relationships between pelvic incidence and other parameters. *European Spine Journal*. 2020;29(3):396-404.
24. Demir M, Gumusburun E, Seringec N, Cicek M, Ertugrul R, Guneri B. Radiographic analysis of the lumbar and sacral region angles in young Turkish adults. *J Pak Med Assoc*. 2018;68(8):1212-1216.
25. Pesenti S, Lafage R, Stein D, et al, The amount of proximal lumbar lordosis is related to pelvic incidence. *Clinical orthopaedics and related research*. 2018;476(8):1603.
26. Bae JS, Jang J-S, Lee S-H, Kim JU. A comparison study on the change in lumbar lordosis when standing, sitting on a chair, and sitting on the floor in normal individuals. *Journal of Korean Neurosurgical Society*. 2012;51(1):20.
27. Chen Y-L. Predicting the vertebral inclination of the lumbar spine. *Ergonomics*, 2000;43(6):744-751.
28. Wang W, Wang Z, Liu Z, et al. Are there gender differences in sagittal spinal pelvic inclination before and after the adolescent pubertal growth spurt? *European Spine Journal*, 2015;24(6):1168-1174.
29. Guo M, Kong C, Sun S, Sun X, Li X, Lu S. Predictors of L4–L5 Degenerative Lumbar Spondylolisthesis: L4 Inclination Angle and Facet Joint Angle, *World neurosurgery*. 2019;130:e680-e686.