Özgün Araştırma / Original Article

DOI: 10.14235/bas.galenos.2018.2172
Bezmialem Science 2019;7(1):23-7

Spinopelvik Parametrelerden Lomber Lordoz ve Sakral Slop Açılarının Lomber Dejeneratif Disk Hastalığı Oluşumuna Etkisi

The Effects of Spinopelvic Parameters Such As Lumbar Lordosis and Sacral Slope Angles in the Development of Lumbar Disc Degeneration

Atilla KIRCELLİ[1], İlker ÇÖVEN[2], Pelin ŞEN[3], Osman ORMAN[4]

[1]Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nöroşirurji Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye
[2]Konya Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Nöroşirurji Kliniği, Konya, Türkiye
[3]Bezmialem Vakıf Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye
[4]Özel Reyap Hastanesi, Ortopedi Kliniği, İstanbul, Türkiye

ÖZ

Amaç: Spinopelvik parametrelerin, sagital spinopelvik dizilim ve lomber disk dejenerasyonu gibi hastalıklardaki önemi birçok çalışmada gösterilmiştir. Bu çalışmanın amacı lomber lordoz (LL) ve sakral slop (SS) gibi spinopelvik parametrelerin normal sağlıklı omurga ile dejeneratif disk hastalığına sahip gruplarda araştırılmasıdır.

Yöntemler: 2016-2017 yılları arasında hastanemiz polikliniğine bel ve/veya radiküler ağrı sebebiyle başvuran 140 hastanın medikal kayıtları retrospektif olarak çıkartılmış; çekilmiş olan lomber manyetik rezonans görüntüleme bulgularına göre disk dejenerasyonu tespit edilmiş 70 hasta hasta grubu, herhangi bir disk dejenerasyonu olmayan, lomber bölge morfolojisi normal olan 70 hasta ise kontrol grubu adı altında toplanmıştır. Bu hastaların LL, SS açıları kaydedilmiş, LL'nin SS'ye bölümünden ortaya çıkan değer LL-SS oranı adı altında kaydedilmiştir. Her iki grupta bu parametreler karşılaştırılmıştır.

Bulgular: Hasta grubunda LL ortalaması 45,14±11,01 derece, SS ortalaması 35,91±7,67 derece idi. LL ile SS arasında ise kuvvetli korelasyon mevcuttur (r=0,947, p<0,0001). Bununla beraber disk dejenerasyon seviyesi ile, SS açıları arasında zayıf ters korelasyon mevcuttu (r=-0,243, p=0,042). Bu gruptaki LL-SS oranı ise ortalama 1,25±0,1 idi. Kontrol grubundaki hastaların LL ortalaması 49,46±9,07 derece, SS ortalaması 38,45±6,91 derece olarak bulunmuştur. Bu grupta da LL açıları ile SS açıları arasında kuvvetli

ABSTRACT

Objective: Spinopelvic parameters were identified and the association between sagittal spinopelvic alignment and lumbar disc diseases have been reported in several studies. The purpose of this study was to evaluate the spinopelvic parameters such as lumbar lordosis (LL) and sacral slope (SS) in normal healthy lumbar spine versus degenerative disc disease group.

Methods: We retrospectively identified 140 patients suffered from back pain with/without radiculopathy between 2016-2017 in this study. Of these 70 patients had normal disc morphology and they constituted called control group, and the other 70 patients had lumbar degenerative disc disease and they constituted called disease patient group. All patients' LL, and SS angles were measured on T2 weighted sagittal magnetic resonance imaging and degenerated disc levels were noted. We also recorded LL-SS ratio which was calculated by dividing of LL by SSLL divided by SS value as LL-SS ratio in both groups. We compared these parameters between two groups.

Results: In disease patient group there was a positive correlation (r=0.947, p<0.0001) between the LL and SS angles. The mean LL was 45.14±11.01 and the mean SS angle was 35.91±7.67 degrees and there was weak negative correlation between degenerated disc level and SS angle (r=-0.243, p=0.042). LL-SS ratio was 1.25±0.1. In control group, there was a positive correlation (r=0.927, p<0.0001)

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Atilla KIRCELLİ, Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nöroşirurji Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye
E-posta: atillakircelli@gmail.com **ORCID ID:** orcid.org/0000-0003-2109-1274

Cite this article as: Kırcelli A, Çöven I, Şen P, Orman O. The Effects of Spinopelvic Parameters Such As Lumbar Lordosis and Sacral Slope Angles in the Development of Lumbar Disc Degeneration. Bezmialem Science 2019;7(1):23-7.

©Telif Hakkı 2019 Bezmiâlem Vakıf Üniversitesi
Bezmiâlem Science, Galenos Yayınevi tarafından basılmıştır.

Geliş Tarihi/Received: 13.09.2017
Kabul Tarihi/Accepted: 08.01.2018

bir korelasyon mevcuttu (r=0,927, p<0,0001). Bunlarla beraber LL-SS oranı 1,28±0,93 idi. Kontrol grubu ile hasta grubunun LL ve SS açılarının ortalamaları ile LL-SS oranlarını karşılaştırdığımızda her iki grup arasında anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir (sırasıyla p=0,013, p=0,041, p=0,025).

Sonuç: Nöroşirurji, ortopedi veya fizik tedavi pratiğinde kolaylıkla bakılabilen LL ve SS açıları ile beraber bu açıların birbirine oranları hastalarda gelişebilecek bir disk dejenerasyonun prediktörü olabilir.

Anahtar Sözcükler: Spinopelvik parametreler, lomber lordoz, sakral slop, disk dejenerasyonu

between the LL and SS angles. The mean LL was 49.46±9.07 and the mean SS was 38.45±6.91 degrees. LL-SS ratio was 1.28±0.93. There were significant differences in LL, SS and LL-SS ratio between groups (p=0.013, p=0.041, and p=0.025, respectively).

Conclusion: LL, SS angles and LL-SS ratio which are easily measured at in neurosurgery, orthopaedics and physical therapy practice, may be the predictor of disc degeneration.

Keywords: Spinopelvic parameters, lumbar lordosis, sacral slope, disc degeneration

Giriş

Spinal denge, düzgün yerleşimli bir pelvis üzerine uygun lordoz ile konumlanmış omur ile sağlanır. Bu sebepten dolayı pelvisin omurgayla olan ilişkisi ile omurga hastalıkları arasında bağlantılar kurulmaya çalışılmaktadır. Bu çalışmaların sonucunda spinopelvik parametreler Duval-Beaupere ve ark. (1) tarafından ortaya çıkarılmıştır (2,3). Birçok çalışma dejeneratif spondilolistezis ile bozulmuş spinopelvik denge arasındaki ilişkiyi belirlemiştir. Sagital spinopelvik denge ile lomber disk hastalıklarının (LDH) ilişkisi son yıllarda yapılan birkaç çalışma ile ortaya çıkmıştır (4-7).

Bazı sagital spinopelvik parametreler lomber lordoz (LL) ve sakral sloptur (SS). Pelvik insidans (PI) büyümenin tamamlanması ile kalıcı bir sabit değere ulaşır; pozisyondan, postürden, omurga ve pelviste olan dejeneratif hastalıklardan etkilenmez; sabit morfolojik bir parametredir (4,8,9). PI; pelvik tilt (PT) ve SS'nin toplamından oluşur ve bu iki değer değişiklikler gösterebilir. SS ile LL arasında doğru orantılı bir ilişki mevcuttur (2).

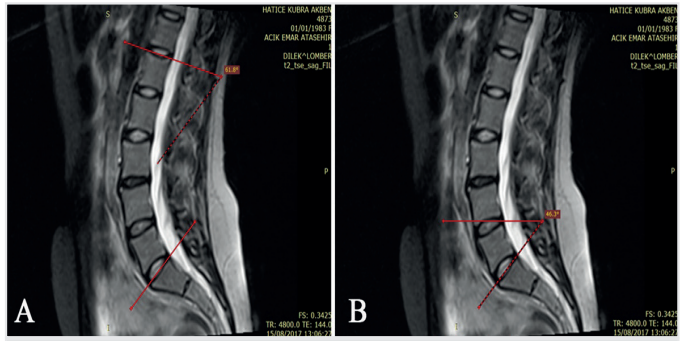
Dejeneratif spondilolistezis patogenezinde ve gelişiminde PI açısının yüksekliği predispozan bir faktör olarak belirlenmiştir; artmış PI, artmış SS ve de artmış LL ile sonuçlanır (4,8,9). Artmış LL değerlerinin lumbosakral bileşkedeki makaslama güçlerinde artışa yol açarak spondilolistezis gelişme riskini artırdığı bazı çalışmalarda gösterilmiştir. Bazı yazarlar LDH olgularında karakteristik spinopelvik özelliklerden bahsetmektedir (4-6). Endo ve ark. (5) ve Rajnics ve ark. (6), LDH hastalarında azalmış SS, azalmış LL ve öne kaymış sagittal vertikal aks (SVA) gözlemlemişlerdir (5,6). Bu çalışmalara Barrey ve ark. (4) asemptomatik bireylerde de spinopelvik açıların anormal olabileceğini göstererek muhalefet etmişse de Yang ve ark. (7) spinopelvik değerleri anormal, asemptomatik kişilerin manyetik rezonans görüntülemelerinde (MRG) disk dejenerasyonları olduğunu saptamış ve spinopelvik değerler ile LDH arasındaki ilişkiyi belirginleştirmişlerdir.

Bu çalışmanın amacı, hastaların çekilmiş olan MRG'lerinden kolaylıkla hesaplanabilen LL ve SS açılarının dejeneratif disk hastalığı olan hastalardaki disk seviyeleri ile olan ilişkisini o kontrol grubuyla karşılaştırarak ortaya koymaktır.

Yöntemler

Çalışmamızda 2016-2017 yılları arasında hastanemiz polikliniğine bel ağrısı ve/veya bacak ağrısı nedeniyle başvurmuş, çekilmiş olan lomber MRG'lerinde tek veya iki seviye disk dejenerasyonu veya disk hernisi olan ardışık 70 hasta ve çekilmiş olan lomber MRG'lerinde disk dejenerasyonu veya disk herniasyonu olmayan, disk morfolojilerinin tamamen normal olduğu ardışık 70 hastanın dosyaları retrospektif olarak çıkartılmıştır. Bu çalışma Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu tarafından onaylanmıştır (numara: KA15/279) ve her bir hastadan yazılı onam alınmıştır. Disk morfolojilerinin normal olduğu hastalara kontrol grubu, disk dejenerasyonu olan hastalara da hasta grubu adı verilmiştir. Çalışmamızda 3 seviye ve daha fazla disk dejenerasyonu, spondiloz, spondilolistesis, spinal stenoz, skolyoz, vertebra fraktürleri, osteomyelit-diskitis gibi enfektif süreçler, spondiloartropatiler ve daha önceden opere edilmiş (diskektomi veya spinal füzyon operasyonu geçirmiş hastalar) hastalar çalışmadan çıkartılmıştır.

Bütün hastalara radyoloji departmanımızda aynı 1.5 T sisteminde (Signa Excite, GE Medical Systems, Milwaukee, WI, ABD) omurga coil kullanılarak sinyallerin maksimum hale getirildiği MRG tekniği uygulanmıştır. Her iki grup hastaların lomber MRG'leri Clear Canvas programı ile incelenmiş; LL ve SS açıları ölçülmüştür. LL, lomber vertebralarının lordotik açısı olmakla beraber, lomber MRG'nin T2 sagital düzleminden, L1 vertebra üst son plağından geçen paralel çizgi ile sakral vertebra son plağına teğet geçen çizgi arasındaki açıdır (Şekil 1A). Sakral eğriliğin açısı yani SS ise aynı MRG kesitinde sakrum üst son plağından geçen paralel açı ile horizontal çizgi arasındaki açıdır (Şekil 1B). Bir radyolog hasta disk seviyeleri ile beraber bu açıları hesaplayıp hastaların dosyalarına kaydetmiştir. Bunlarla



Şekil 1. T2 ağırlıklı sagital lomber manyetik rezonans görüntülemede lomber lordoz açısı (A) ve sakral slop açısı (B) görülmektedir

beraber hasta dosyalarından yaş, cinsiyet ile ilgili bilgiler de kaydedilmiştir.

Bunlarla beraber tıbbi literatürde de belirtildiği gibi LL ile SS arasında kuvvetli bir korelasyon olduğu birçok çalışmada gösterilmiştir. Çalışmamızda LL açısını SS açısına böldüğümüzde ortaya çıkan değer LL-SS oranı adı altında, her iki grupta hesaplanarak kaydedilmiştir.

İstatistiksel Analiz

Gruplar arasındaki yaş, cinsiyet, dejenere disk seviyeleri, LL, SS, LL-SS oranları arasındaki korelasyon ölçümü, Pearson korelasyon testi ile yapılmıştır. T-test, yaş, LL, SS ve LL-SS oranları ortalama değerlerinin kontrol ve hasta grubu karşılaştırılmaları için kullanılmıştır. Tanımlayıcı analizler normal dağılan değişkenler için ortalamalar ve standart sapmalar kullanılarak verildi. P değerinin 0,05'in altında olduğu durumlar istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar şeklinde değerlendirildi. Tüm istatistik testleri, Windows için SPSS yazılımı ile (versiyon 21.0; IBM, Armonk, NY, ABD) yapılmıştır.

Bulgular

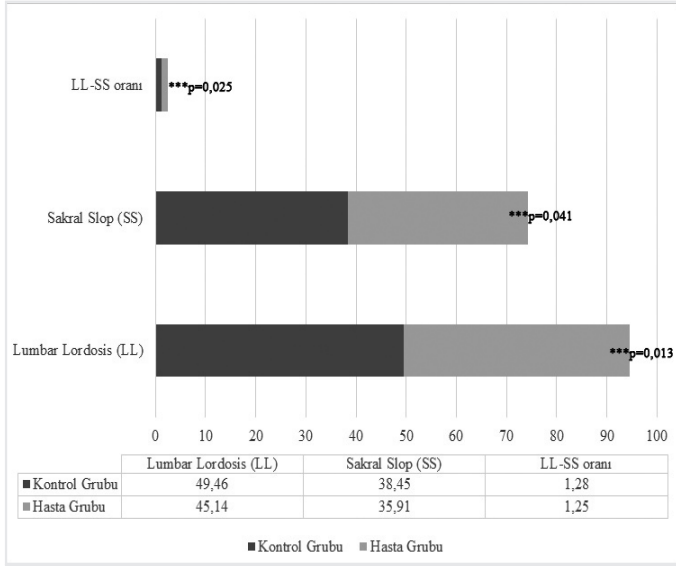
Çalışmamızda kontrol gurubunda 70 kişi mevcuttu -22 erkek (%31,4), 48 kadın (%68,6)- ve ortalama yaş 38,17±13,21 idi. İkinci grup, hasta grubu 70 lomber disk dejenerasyonu olan hastalardan oluşmakla beraber bu grupta 35 erkek (%50), 35 kadın (%50) hasta mevcuttu ve yaş ortalaması 45,58±15,62 idi. Yaş açısından her iki grup birbiri ile karşılaştırıldığında iki grup arasında belirgin bir farklılık tespit edilmiştir (p=0,003). Hastaların hasta disk seviyeleri ile beraber demografik özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Hasta grubu kendi içerisinde değerlendirildiğinde hastaların LL ortalaması 45,14±11,01 derece, SS ortalaması 35,91±7,67 derece idi. Bu grupta hasta yaşı ile LL ve SS arasında zayıf korelasyon (sırasıyla r=0,25, p=0,037 ve r=0,245, p=0,041), LL ile SS arasında ise orantısal kuvvetli korelasyon mevcuttu (r=0,947, p<0,0001). Bununla beraber disk dejenerasyon seviyesi kaudale indikçe, SS açıları azalmakla beraber zayıf korelasyon mevcuttu (sırasıyla r=0,243, p=0,042). Bu gruptaki LL-SS oranı ise ortalama 1,25±0,1 idi.

Tablo 1. Demografik özellikler

	Kontrol grubu	Hasta grubu	p değeri
Yaş (yıl ± SD)	38,17±13,21	45,58±15,16	0,003
Cinsiyet (n, %)			0,025
Erkek	22 (%31,4)	35 (%50)	-
Kadın	48 (%68,6)	35 (%50)	-
Hasta disk seviyeleri (n, %)			
L2-3	-	3 (%4,3)	-
L3-4	-	7 (%10)	-
L3-4 ve L4-5	-	3 (%4,3)	-
L4-5	-	23 (%32,9)	-
L4-5 ve L5-S1	-	11(%15,7)	-
L5-S1	-	23 (%32,9)	-

SD: standart deviasyon



Şekil 2. Spinopelvik parametrelerin kontrol ve hasta grubunda karşılaştırılması

Kontrol grubundaki hastaların LL ortalaması 49,46±9,07 derece, SS ortalaması 38,45±6,91 derece olarak bulunmuştur. Bu grupta da LL açıları ile SS açıları arasında kuvvetli bir korelasyon mevcuttu (r=0,927, p<0,0001). Bunlarla beraber LL-SS oranı 1,28±0,93 idi.

Kontrol grubu ile hasta grubunun LL ve SS açılarının ortalamaları ile LL-SS oranlarını karşılaştırdığımızda her iki grup arasında anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir (sırasıyla p=0,013, p=0,041, p=0,025) (Şekil 2).

Tartışma

Bel ağrısının yetişkinlerdeki prevalansı %60 ile %90 arasındadır. Diskojenik ağrı, bel ağrısının en önemli nedenlerindendir ve LL ile sakral parametrelerdeki değişimin bu durumun nedenleri arasında çok önemli olduğu düşünülmektedir. Lumbosakral morfoloji üzerine yapılan birçok çalışmada bel ağrısının, istmik spondilolistesis ve LL ve SS açıları ile alakası incelenmiştir ancak intervertebral disk dejenerasyonu ya da disk hernisi gibi daha sık görülen patolojiler daha az incelenmiş konulardır (10).

LL ile SS açısı arasındaki direkt ilişki birçok çalışmada gösterilmiştir (11-13). Lomber bölge veya sakropelvik bileşkeyi etkileyen hastalıklar sagital dengeyi bozarak torakal kifozda artma veya azalma gibi kompansatuvar değişikliklere yol açar. Torakal bölgedeki fizyolojik kifozun artarak normal sınırları dışına çıkması sagital denge çizgisinin öne doğru kayması ile sonuçlanır; azalması ise sagital denge çizgisinin arkaya doğru yer değiştirmesine sebep olur. Sakropelvik bileşkenin analizinde kullanılan anatomik ve pozisyonel parametreler mevcuttur. Başlıca pozisyonel parametreler lumbosakral, L5 insidans, PT ve SS açılarıdır. Bu parametreler farklı bölgelerin değerlendirilmesinde kullanılmasına rağmen sürekli birbirleriyle ilişkilidirler ve etkileşim içindedirler. Bir bölgede ya da parametrede ortaya çıkan değişikliklere bağlı olarak diğer parametrelerde de sagital dengeyi tekrar sağlamak için kompansatuvar cevap oluşmaktadır (14).

Pelvis morfolojisinin sagital spinal geometriyi özellikle de LL'yi belirgin biçimde etkilediği bilinmektedir (14). Spinal deformitelerin progresyonu ve tedavisinde pelvis morfolojisinin spinal denge üzerine etkisinin iyi anlaşılması gerekir. PI, SS ve PT'nin toplamıdır. Genel bilgi spinopelvik denge değişikliklerinin PT ve SS açısındaki değişimlerle PI açısını sabit tutacak şekilde kompanse edildiği yönündedir. Teorik olarak PI açısı sabittir. Mac-Thiong ve ark. (15) 2005 yılında çocuk ve adölesanlarda yaptıkları çalışmada torakal kifoz, LL, PI, SS ve PT arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Torakal kifoz ve LL arasında ılımlı ilişki; SS ile LL arası belirgin ilişki saptamışlardır. PI ile torakal kifoz arasında direkt ilişki kurulamamıştır. Gottfried ve ark. (16) yaptıkları çalışmada iatrojenik flatback hastalarında LL'de azalma, PI ve PT'de artış saptamıştır. Bu kompansatuvar mekanizma ile kifozun artışı engellenir. Bu parametrelerle beraber literatürde daha önceden LL-SS oranı bildirilmemiştir. Disk morfolojileri normal olan kontrol grubundan çıkan sabit değer olan ortalama 1,3 değerlerinin azlığı disk dejenerasyonu gelişebileceği varsayımını düşündürmektedir. Çalışmamızda hasta grubunda bu değer daha düşüktür ve her iki grup arasında LL-SS oranı açısından anlamlı bir fark tespit edilmiştir.

Dejeneratif disk hastalığı ve disk hernisi olan hastalarda karakteristik olarak azalmış torakal kifoz ve azalmış LL yani daha düz bir omurga vardır. Yine bu bireylerde PI'nın normal popülasyondan daha düşük olduğu görülmektedir. Rose ve ark. (17) çalışmalarında sağlıklı bireylerde spinopelvik dengenin torakal kifoz, LL ve pelvik indekslerinin toplamının 45 dereceden küçük olması gerektiğini belirtmişlerdir (18). Yang ve ark. (7) lomber dejeneratif disk hastalarında PI'nın daha düşük değerlerde olduğunu; buna bağlı SS ve PT'nin de açılarının azaldığını; son olarak da daha düz LL ile torakal kifoz geliştiğini gözlemlemiştir. Düzleşmiş bir omurga ve daha vertikal yerleşimli sakrum yerçekimince oluşturulan kompresif güçleri artırır ve disk dejenerasyonunu hızlandırır (6,19-21). Diğer yandan bu vertikal güçlerin oluşturduğu silkeleyici yüklerin emilimi de azalarak disk hernisi oluşumu ile sonuçlanacaktır. LL'deki azalma SVA çizgisinin öne kaymasına; kalça ekstensörlerinin devreye girerek pelvik backtilt oluşturmasına sebep olacaktır (2,4,5,9,22). Lomber diskektomi ile LL'nin düzeldiği ve SVA'nın normale yaklaştığı ve böylelikle ağrının azaldığı öne sürülmektedir (5).

Disk morfolojisindeki değişimlerin, lumbosakropelvik birçok açının omurga yapısının biyomekaniğini birlikte etkilediğini düşünmekteyiz. Bu nedenle, kadın ve erkekte lumbosakropelvik morfolojisi, lomber disk hernisi cerrahisi sonrası hayat kalitesini tam olarak yakalaması ile ilişkilendirilebilir.

Çalışmamızda LL ve SS açılarının dejenere disk gelişimi açısından predispozan bir faktör olduğu düşünülmüştür. Birçok çalışmada LL ve SS arasında ilişki olduğu gösterilmiştir (23,24). Ancak çalışmamızda geriye dönük normal bel morfolojisine sahip hastalardan oluşan bir kontrol grubu LL ve SS ortalamalarının hasta grubu ile karşılaştırıldığında; iki grubun morfolojik olarak birbirinden farklı olduğu gösterilmiştir. Buradan da LL ve SS açılarının disk dejenerasyonu gelişimi açısından predispozan bir faktör olabileceği sonucu da çıkarılabilir. Ancak kontrol grubundaki hastalar uzun yıllar takip edilmediğinden zaman içerisinde bu hastalarda disk dejenerasyonunun gelişip gelişmeyeceği de diğer muammalı bir konudur.

Çalışmanın Kısıtlılıkları

Çalışmamızın natürü açısından retrospektif olması, geriye yönelik hasta dosyalarından taranarak çıkartılmış olması, çalışmadaki kontrol grubunun uzun yıllar takip sonuçlarının olmayışı, prospektif veya randomize bir çalışma olmaması sebebiyle de limitasyonları mevcuttur. Bunlarla beraber her iki gruptaki hastaların yaş, cinsiyet, meslek ve çevresel faktörler açısından birbirlerine benzer özellik göstermemeleri, lomber disk dejenerasyonunun gelişimi açısından diğer bir kısıtlama nedenidir. Literatürdeki diğer çalışmalara nazaran hasta grubunu karşılaştırabileceğimiz bir kontrol grubunun olması, hasta sayılarının yüksek oluşu yazımızın güçlü olduğu taraflardır. Ancak bu sonuçların yanılma payı randomize, kontrollü ve prospektif çalışmalarla azaltılabilir.

Sonuç

Nöroşirurji, ortopedi veya fizik tedavi pratiğinde kolaylıkla bakılabilen LL ve SS açıları ile beraber bu açıların birbirine oranlarının hastalarda gelişebilecek bir disk dejenerasyonunun habercisi olabileceği göz ardı edilmemelidir.

Etik

Etik Kurul Onayı: Bu çalışma Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu tarafından onaylanmıştır (numara: KA15/279).

Hasta Onayı: Her bir hastadan yazılı onam alınmıştır.

Hakem Değerlendirmesi: Editörler kurulu dışında olan kişiler tarafından değerlendirilmiştir.

Yazarlık Katkıları

Cerrahi ve Medikal Uygulama: A.K., İ.Ç., O.O., Konsept: A.K., O.O., Dizayn: İ.Ç., O.O., Veri Toplama veya İşleme: A.K., P.Ş., Analiz veya Yorumlama: A.K., O.O., P.Ş., Literatür Arama: İ.Ç., P.Ş., Yazan: A.K., O.O., İ.Ç.

Çıkar Çatışması: Yazarlar tarafından çıkar çatışması bildirilmemiştir.

Finansal Destek: Yazarlar tarafından finansal destek almadıkları bildirilmiştir.

Kaynaklar

1. Duval-Beaupere G, Schmidt C, Cosson P. A Barycentremetric study of the sagittal shape of spine and pelvis: the conditions required for an economic standing position. Ann Biomed Eng 1992;2:451-62.
2. Legaye J, Duval-Beaupere G, Hecquet J, Marty C. Pelvic incidence: a fundamental pelvic parameter for three-dimensional regulation of spinal sagittal curves. Eur Spine 1998;7:99-103.
3. During J, Goudfrooij H, Keessen W, Beeker TW, Crowe A. Toward standards for posture. Postural characteristics of the lower back system in normal and pathologic conditions. Spine (Phila Pa 1976) 1985;10:83-7.

4. Barrey C, Jund J, Noseda O, Roussouly P. Sagittal balance of the pelvis-spine complex and lumbar degenerative diseases. A comparative study about 85 cases. Eur Spine 2007;16:1459-67.
5. Endo K, Suzuki H, Tanaka H, Kang Y, Yamamoto K. Sagittal spinal alignment in patients with lumbar disc herniation. Eur Spine J 2010;19:435-8.
6. Rajnics P, Templier A, Skalli W, Lavaste F, Illes T. The importance of spinopelvic parameters in patients with lumbar disc lesions. Int Orthop 2002;26:104-8.
7. Yang X, Kong Q, Song Y, Liu L, Zeng J, Xing R. The characteristics of spinopelvic sagittal alignment in patients with lumbar disc degenerative diseases. Eur Spine J 2014;23:569-75.
8. Aono K, Kobayashi T, Jimbo S, Atsuta Y, Matsuno T. Radiographic analysis of newly developed degenerative spondylolisthesis in a mean twelve-year prospective study. Spine (Phila Pa 1976) 2010;35:887-91.
9. Barrey C, Jund J, Perrin G, Roussouly P. Spinopelvic alignment of patients with degenerative spondylolisthesis. Neurosurgery 2007;61:981-6.
10. Arts MP, Peul WC, Koes BW, Thomeer RT; Leiden-The Hague Spine Intervention Prognostic Study (SIPS) Group. Management of sciatica due to lumbar disc herniation in the Netherlands: a survey among spine surgeons. J Neurosurg Spine 2008;9:32-9.
11. 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) 1982;7:335-42.
12. 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.
13. 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.
14. Edmondston SJ, Singer KP. Thoracic spine: anatomical and biomechanical considerations for manual therapy. Manual Ther 1997;2:132-43.
15. Mac-Thiong JM, Labelle H, Charlebois M, Huot MP, de Guise JA. Sagittal plane analysis of the spine and pelvis in adolescent idiopathic scoliosis according to the coronal curve type. Spine (Phila Pa 1976) 2003;28:1404-9.
16. Gottfried ON, Daubs MD, Patel AA, Dailey AT, Brodke DS. Spinopelvic parameters in postfusion flatback deformity patients. Spine J 2009;9:639-47.
17. Rose PS, Bridwell KH, Lenke LG, Cronen GA, Mulconrey DS, Buchowski JM, et al. Role of pelvic incidence, thoracic kyphosis, and patient factors on sagittal plane correction following pedicle subtraction osteotomy. Spine (Phila Pa 1976) 2009;34:785-91.
18. Cheng I. Point of view: spinopelvic parameters in postfusion flatback deformity patients. Spine J 2009;9:672-3.
19. 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.
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. Roussouly P, Gollogly S, Berthonnaud E, Dimnet J. Classification of the normal variation in the sagittal alignment of the human lumbar spine and pelvis in the standing position. Spine (Phila Pa 1976). 2005;30:346-53.
22. Barrey C, Roussouly P, Perrin G, Le Huec JC. Sagittal balance disorders in severe degenerative spine. Can we identify the compensatory mechanisms? Eur Spine J 2011;20(Suppl 5):626-33.
23. Zdeblick TA. The treatment of degenerative lumbar disorders. A critical review of the literature. Spine (Phila Pa 1976). 1995;20(24 Suppl):126-37.
24. Taylor VM, Deyo RA, Cherkin DC, Kreuter W. Low back pain hospitalization. Recent United States trends and regional variations. Spine (Phila Pa 1976) 1994;19:1207-12.