

Utku ADİLAY¹
Deniz GALABİ²
Bulent GÜÇLÜ³
Mehmet Ali UYSAL²
Ahmet AKÇA⁴
İlker ÇOLAK²

Gültekin Sıtkı ÇEÇEN²

¹Balıkesir Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Nöroşirurji Anabilim Dalı,

²Kartal Dr. Lütfi Kırdar Eğitim ve
Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve
Travmatoloji Kliniği,

³Kartal Dr. Lütfi Kırdar Eğitim ve
Araştırma Hastanesi, Nöroşirurji
Kliniği

⁴Kartal Dr. Lütfi Kırdar Eğitim ve
Araştırma Hastanesi, Radyoloji
Kliniği

**Yazışma Adresleri /Address for
Correspondence:**

Utku ADİLAY

Balıkesir Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Nöroşirurji Anabilim Dalı
Balıkesir/Türkiye

Tel/phone: +90 266 612 10 10

E-mail: utkuadilay@hotmail.com

Anahtar Kelimeler:

Vücut kitle indeksi, Obesite,
Pelvik insidans, Pelvik
tilt, sakral slope

Keywords:

Body mass index, Obesity,
Pelvic incidence, Pelvic
tilt, Sacral slope

Geliş Tarihi - Received
09/12/2017

Kabul Tarihi - Accepted
03/01/2018

Asemptomatik Genç Yetişkinlerde Vücut Kitle İndeksinin Spinopelvik Parametrelere Etkisi

The Impact of Body Mass Index on the Spinopelvic Parameters in Asymptomatic Young Adults

Öz

Giriş: Obezite en önemli halk sağlığı sorunlarından biridir ve çeşitli kas-iskelet bozuklukları, özellikle de omurganın bozulması ile ilişkilidir. Bu çalışmanın amacı, asemptomatik genç yetişkinlerde vücut kitle indeksi (VKİ) ve spinopelvik parametreler (pelvik tilt, sakral slope ve pelvik insidans) arasındaki ilişkiyi incelemektir.

Materyal ve Metod: Bu çalışmada toplam 156 (105 erkek ve 51 kadın) sağlıklı yetişkin birey analiz edildi. Bireylerin yaş, cinsiyet ve vücut kitle indeksleri (kilogram olarak vücut ağırlığının metre cinsinden boy uzunluğunun karesine bölünmesi) kaydedildi. Ayakta lumbosakral lateral grafler çekilerek spinopelvik parametrelere ait ölçümler elde edildi. VKİ'nin spinopelvik parametreler ile ilişkisi istatistiksel olarak analiz edildi. $p < 0.05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Bulgular: Hastaların yaş ortalaması 26.8 ± 5.2 yıl ve VKİ ortalaması 25.80 ± 4.02 kg / m² idi. Altmış üç hasta (40.4%) normal kiloda (VKİ 17.26–24.9 kg/m²), yetmiş iki hasta (46.2%) aşırı kilolu (VKİ 25–29.9 kg/m²) ve yirmi bir hasta (13.4%) obez olarak bulundu. (VKİ>30). Pelvik tilt, pelvik insidans ve sakral slope ölçümleri ve vücut kitle indeksi ölçümleri arasında istatistiksel olarak önemli fark bulundu.

Sonuç: Obezite spinopelvik parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ile ilişkilidir. Obezitenin önlenmesi lumbosakral birleşme noktasındaki aşırı yüklenme ile ilişkili olan dejeneratif problemleri önleyebilir.

Abstract

Introduction: Obesity is recognized as a major public health problem and is associated with various musculo skeletal disorders including impairment of the spine. The initial aim of this work was to investigate the correlations between body mass index (BMI) and spinopelvic parameters (pelvic tilt, sacral slope, and pelvic incidence) in a large population of healthy young adults.

Material and Methods: This study analysed a total of 156 (105 male and 51 female), healthy adult adults. For each subject, a record was made of age, gender and BMI

(weight in kilograms divided by the square of height in meters). Standing lateral radiographs of the lumbosacral region were taken to obtain the spinopelvic parameters of pelvic tilt, sacral slope, and pelvic incidence. The correlations between BMI and spinopelvic parameters were analysed.

Results: The mean age of the patients was 26.8 ± 5.2 years. The mean BMI was 25.80 ± 4.02 kg/m². Sixtythree (40.4 %) patients were normal weight, 72 (46.2%) patients were overweight, and 21(13.4 %) patients were obese (BMI >30). A statistically significant difference was found between the pelvic tilt, pelvic incidence and sacral slope measurements and BMI measurements ($p < 0.01$).

Conclusion: Obesity is associated with a statistically significant increase in the spinopelvic parameters that reach statistically significant difference. Preventing obesity may also prevent the degenerative problems associated with excessive loading on the lumbosacral junction.

Giriş

Obezite en önemli halk sağlığı sorunlarından biridir ve çeşitli kas-iskelet bozuklukları, özellikle de omurganın bozulması ile ilişkilidir (1,2). Omurganın ve pelvisin sagittal plan hizalanması, minimum enerji harcaması ile istikrarlı duruşunu korumak için birbirine bağlanmış bir dizi katman içerir (3). Omurganın ve pelvisin şeklini ve yönünü belirtmek için Legaye ve ark., pelvik tilt (PT), sakral slope (SS), pelvik insidans (PI) olarak ifade edilen üç spinopelvik parametre tanımlamışlardır (4). PI sabit bir parametre olup, PT ve SS iki konumsal parametredir (5-7). Son çalışmalar, iki konumsal parametre arasındaki korelasyonları ve pelvik insidansın tek sabit morfolojik parametresini doğrulamıştır (8, 9). Bugüne kadar, vücut kitle indeksinin (VKİ) spinopelvik oryantasyon üzerindeki etkisini değerlendirmek için birkaç çalışma yapılmıştır (10). Bu çalışmanın amacı, asemptomatik genç yetişkinlerde vücut kitle indeksi ve spinopelvik parametreler arasındaki ilişkiyi incelemektir.

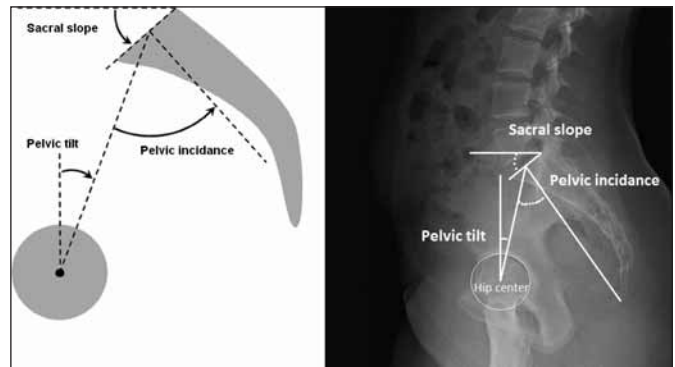
Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada 156 (105 erkek ve 51 kadın) sağlıklı yetişkin analiz edildi. Çalışmaya dahil edilen denekler 18-30 yaşlar arasında, kalça, pelvis veya omurga bozuklukları için ameliyat öyküsü olmayan, çalışma anında bel ağrısı olmayan veya sırt ağrısı için tıbbi tedavi görmeyen, alt ekstremitelerde uzunluğunda eşitsizlik olmayan ve spinal, alt ekstremitelerde veya pelvik deformiteleri olmayan kişilerdi. Bu çalışma Sağlık Bakanlığı Lütfü Kırdar Kartal Eğitim ve Araştırma Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniğinde yürütüldü. Tüm katılımcılardan bilgilendirilmiş onay belgesi alındı. Çalışmada gerçekleştirilen tüm prosedürler, ulusal araştırma komitesinin etik standartlarına ve 1964 Helsinki bildirgesi ve daha sonraki değişikliklerine uygun olarak yapıldı. Her denegin yaş, cinsiyet ve VKİ (kilo ağırlığı metre cinsinden boyun karesine bölünerek) değerleri

kayıt altına alındı. SS, PT ve PI pelvik parametrelerini elde etmek için lumbosakral bölgenin ayakta durur pozisyonunda yan grafileri çekildi.

Radyolojik Değerlendirme

Tüm lumbosakral yan radyografılar standart 43x43 cm lumbosakral spine X-ray ile ayakta durur pozisyonunda çekildi. Yetişkinlere düz durmaları, dizlerini tamamen uzatmaları ve rahatlamaları talimatı verildi. Dirsekler bükülü ve her iki el de omuzlarının seviyesinde yatay bir çubuk üzerinde duracak şekilde pozisyonlandırıldı. Femur başları X-Ray üzerinde görselleştirildi. Film-odak mesafesi 1,8 metre olarak ayarlanarak üç spinopelvik parametre değerlendirildi. Kalça eksenini temelli dik eksen ile S1'in üst uç plakasının orta noktası arasında çizilen bir çizgi arasındaki açı PT olarak, sakral platonun yatay düzlem ile arasındaki açı SS olarak ve sakral platonun orta noktasına dik olan eksenin aynı noktayı kalça eksenine (bikokso- femoral ekseninin merkezi) bağlayan çizgi ile arasındaki açı PI olarak tanımlandı (Resim1). Tüm röntgen filmleri uygunluk için en yüksek kriterlerde gözden geçirildi. Herhangi bir düzlemde eğiklik gösteren röntgen filmleri uygun olan elde edilinceye kadar tekrar edildi. Bütün görüntüler sayısallaştırılmış ve ölçüm için fotoğraf arşivleme ve iletişim sistemine (PACS, GE Healthcare, Chicago, IL, USA) aktarıldı. Çalışma konusundan habersiz bağımsız bir gözlemci, tüm radyografik ölçümleri bir hafta aralıklarla iki kez ölçtü. Ölçülen tüm değerler virgülden sonra iki basamak olacak şekilde hesaplandı. Araştırmacılar arası değişkenliği ortadan kaldırmak için tek bir radyografik denetçi kullanıldı.



Resim 1. Solda: Tüm spinopelvik parametreleri gösteren çizim. Sağda: Tüm spinopelvik parametreler lateral röntgen filminde gösterilmiştir.

İstatiksel Analiz

Çalışmada elde edilen bulguların değerlendirilmesi için istatistiksel analizler IBM SPSS 22.0 yazılımı kullanılarak yapıldı. Tanımlayıcı istatistiksel yöntemler kullanıldı (ortalama \pm standart sapma [SD]). Kantitatif verilerin karşılaştırılmasında, normal dağılıma sahip parametre grupları arasındaki karşılaştırmayı yapmak için Tek Yönlü Anova testi, farkın hangi gruptan çıktığını belirlemek için Tukey HSD testi ve normal dağılım göstermeyen iki parametre grubu ara-

sındaki karşılaştırmada, Student'in t-testi uygulandı. $p < 0.05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

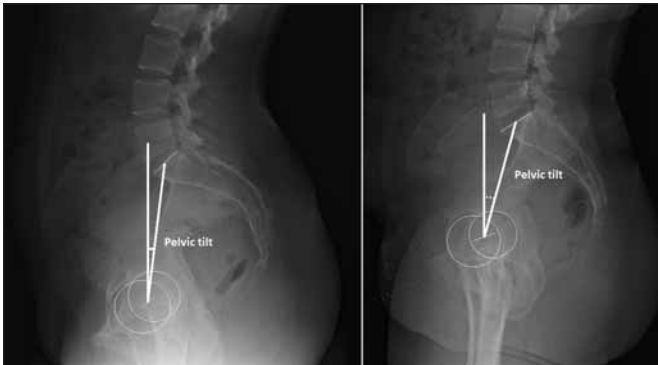
Bulgular

Hastaların yaş ortalaması 26.8 ± 5.2 yıl (18-30 yaş) ve VKİ ortalaması 25.80 ± 4.02 kg / m² (17.26- 35.56 kg/m²) idi. Altmış üç hasta (40.4%) normal kiloda (VKİ 17.26–24.9 kg/m²), yetmiş iki hasta (46.2%) aşırı kilolu (VKİ 25–29.9 kg/m²) ve yirmi bir hasta (13.4%) obez olarak bulundu. (VKİ>30). (Tablo 1)

Tablo 1. Genel Özelliklerin Dağılımı

VKİ	Min-Max	17.26 – 35.56
	Ortalama±SD	25.80±4.02
	Normal (n;%)	63 (40.4%)
	Aşırı kilolu (n;%)	72 (46.2%)
	Obez (n;%)	21 (13.4%)
Pelvik Tilt	Min-Max	1.74° – 33.90°
	Ortalama±SD	15.27°±7.97
Sakral Slope	Min-Max	19.56° – 52.68°
	Ortalama±SD	31.31°±8.68
Pelvik Incidence	Min-Max	34.34° – 86.22°
	Ortalama±SD	46.58°±11.73
Cinsiyet	Kadın (n;%)	51 (32.7%)
	Erkek (n;%)	105(67.3%)

Tüm genç yetişkinler için ortalama PT değeri $15.27^{\circ} \pm 7.97$ olup, normal kilolu genç yetişkinlerde $13.33^{\circ} \pm 7.24$, aşırı kilolu genç yetişkinlerde $15.79^{\circ} \pm 8.22$, obez genç yetişkinlerde $19.32^{\circ} \pm 7.31$ olarak ölçüldü. (Resim 2). VKİ sınıflamasına göre, PT ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p < 0.01$). Farkın hangi sınıftan kaynaklandığını be-



Resim 2. Solda: Normal kilolu genç yetişkinlerde pelvik tilt. Sağda: Obez genç yetişkinlerde pelvik tilti.

lirlemek için eşleştirilmiş karşılaştırmalar uygulandı. Sonuç olarak, obez grubun ortalama pelvik tilt ölçümleri, normal kilo grubunun ortalama pelvik tilt ölçümlerine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulundu. ($p < 0.01$). Diğer gruplar arasında ortalama PT ölçümleri arasında anlamlı bir fark tespit edilmedi (Tablo 2).

Bütün genç yetişkinler için ortalama SS değeri $31.31^{\circ} \pm 8.68$ olup, normal kilolu genç erişkinlerde $25.78^{\circ} \pm 6.1$, aşırı kilolu genç yetişkinlerde $32.34^{\circ} \pm 6.6$, obez genç yetişkinlerde $44.34^{\circ} \pm 5.3$ olarak ölçüldü. (Resim 3). VKİ sınıflamasına göre SS ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu. ($p < 0.01$). Farkın hangi sınıftan kaynaklandığını belirlemek için eşleştirilmiş karşılaştırmalar uygulandı. Sonuç olarak, obez grubunun ortalama SS ölçümlerinin, normal kilo grubunun ($p < 0.01$) ve aşırı kilolu grubun ($p < 0.01$) ortalama SS ölçümlerine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulundu. Aşırı kilolu grubun ortalama SS ölçümleri normal ağırlık grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulundu ($p < 0.01$).

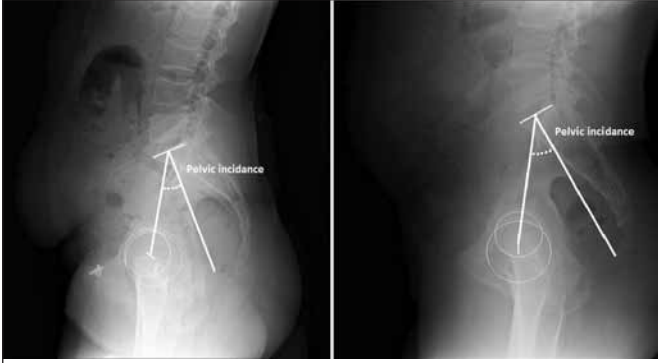


Resim 3. Solda: Normal kilolu genç yetişkinde sakral slope. Sağda: Obez genç yetişkinlerde sakral slope.

Bütün genç yetişkinler için ortalama PI değeri $46.58^{\circ} \pm 11.73$ olup, normal kilolu genç erişkinlerde $39.11^{\circ} \pm 12.45$, aşırı kilolu genç yetişkinlerde $48.23^{\circ} \pm 10.19$, obez genç yetişkinlerde $63.67^{\circ} \pm 11.20$ olarak ölçüldü (Resim 4). VKİ sınıflamasına göre PI ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu. ($p < 0.01$). Farkın hangi sınıftan kaynaklandığını belirlemek için eşleştirilmiş karşılaştırmalar uygulandı. Sonuç olarak, obez grubunun ortalama PI ölçümü, normal kilo grubunun ($p < 0.01$) ve aşırı kilolu grubun ($p < 0.05$) ortalama PI ölçümüne göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulundu. PI ölçümleri

Tablo 2. VKİ ve Karın Çevresi ile İlgili Değerlendirmeler

		Pelvic Tilt	Sacral Slope	Pelvic Incidence
BMI	Normal	$13.33^{\circ} \pm 7.24$	$25.78^{\circ} \pm 6.1$	$39.11^{\circ} \pm 12.45$
	Aşırı kilolu	$15.79^{\circ} \pm 8.22$	$32.34^{\circ} \pm 6.6$	$48.23^{\circ} \pm 10.19$
	Obez	$19.32^{\circ} \pm 7.31$	$44.34^{\circ} \pm 5.3$	$63.67^{\circ} \pm 11.20$
	1p	** $p < 0.01$ (normal-obez)	** $p < 0.01$ (tüm gruplar için)	** $p < 0.01$ (normal-obez) * $p < 0.05$ (aşırı kilolu-obez)
1Oneway ANOVA Test				** $p < 0.01$, * $p < 0.05$



Resim 4. Solda: Normal kilolu genç yetişkinlerde pelvik insidans. Sağda: Obez genç yetişkinlerde pelvik insidans.

açısından aşırı kilolu ve normal ağırlık grupları arasında anlamlı bir fark tespit edilmedi. ($p>0.05$). PT, SS, PI değerlerinin ölçümlerinde, erkek ve kadın genç yetişkinler arasında istatistiksel olarak bir farklılık bulunmadı.

Tartışma

VKİ'nin artmasıyla bel omurgasındaki dejeneratif sürecin de çarpıcı bir şekilde artacağı bilinmektedir. Bu çalışmanın en önemli bulguları, VKİ'nin spinopelvik parametreleri etkilemesi ve bu parametreler ile VKİ arasında pozitif bir korelasyon olmasıdır. VKİ arttıkça spinopelvik parametreler de artar. Bu çalışmadaki denekler genç yaş grubunda ve sırt ağrısı ya da herhangi bir kas-iskelet sistemi bozukluğu olmayan sağlıklı kişilerdi. Çalışmamızdaki konular genç erişkinler olduğu için, yaşlanmanın spinopelvik parametreler üzerindeki etkisi sonuçlarımızı etkilememektedir.

Guigui ve arkadaşları sağlıklı genç bireylerde PT için ortalama değerleri kadınlarda 13.7° ve erkeklerde 12.7° olarak ölçmüştür (11). Çalışmamızda normal kilolu erişkinlerde PT ortalama değeri $13.33^\circ \pm 7.24$ bulunmuştur. Bu bulgu Guigui ve ark. sonuçlarıyla kıyaslanabilir (11). Bununla birlikte, çalışmamızda asemptomatik erişkinlerde ortalama pelvik tilt değeri $15.27^\circ \pm 7.97$ olarak bulunmuştur. Bu aşırı kilolu ve obez asemptomatik genç yetişkinlerin yüksek pelvik tilt değerlerine sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Normal kilolu genç yetişkinler ile obez genç erişkinler arasındaki PT ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0.01$).

Çalışmamızda, tüm genç erişkinler için ortalama SS değeri 31.31 ± 8.68 olarak bulunmuştur. Normal ağırlıklı genç erişkinlerde 25.78 ± 6.1 , aşırı kilolu genç erişkinlerde $32.34^\circ \pm 6.6$, obez genç erişkinlerde ise 44.34 ± 5.3 olarak bulunmuştur. Tüm gruplar için VKİ sınıflamasına göre sakral slope ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0.01$). Çalışmamız SS ile VKİ arasında güçlü bir korelasyon olduğunu göstermiştir.

Çalışmamızda PI'nin ortalama değeri $46.58^\circ \pm 11.73$ bulunmuş olup, 34.34° ile 86.22° arasında değişmektedir. Bu bulgu, Koreliler için olan 47.8° 'lik ve Çinliler için olan 44.6° 'lik ortalama PI değerinin bildirildiği diğer çalışmalarla sonuçlarıyla kıyaslanabilir (12,13). Kalfopulos (14) ta-

rafından yapılan bir araştırmada, Meksika popülasyonunda ortalama PI değeri 51.91° raporlanmıştır. Bu gruplardaki PI varyasyonu çalışma grubunun etnik kökeni ile ilişkili olabilir, Zhu ve ark. (13), Lonner ve ark. (15) önerdikleri gibi, etnik kökenin bireyin doğal spinopelvik hizalanmasını etkileyebileceği sonucuna varmaları da bunu desteklemektedir. Ameliyat öncesi spinopelvik parametrelerin ölçümleri bilhassa spinal deformiteler için ameliyat edilen hastalarda son derece önemlidir. Lafage ve ark. yüksek PI değeri olan hastaların torasik kifoz restorasyonu için pedikül çıkarma osteotomisini takiben olumsuz sonuçlara varıldığını bildirmiştir (16). Bu nedenle, yüksek PI değerlerine sahip hastaların düşük PI değerlerine sahip hastalara göre daha az tatmin olma olasılığı fazladır. Çalışmamız, obez grubun PI'nin, normal kilo grubunun ($p < 0.01$) ve aşırı kilolu grubunun ($p < 0.05$) ortalama PI'ndan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğu saptamıştır. Bu sebepten PI ve VKİ arasında kuvvetli bir korelasyon vardır.

Tüm sonuçlarla ilgili olarak, obezite ve fazla kilo yüksek SS değerleri ile güçlü şekilde ilişkilidir. Obezite, yüksek PT değerleri ile kuvvetle ilişkilidir. Ancak aşırı kilo ilişkili değildir. PI, SS ve PT toplamı olduğundan dolayı obezite yüksek PI değerleri ile kuvvetli bir şekilde ilişkilidir, ancak aşırı kilo yüksek PI değerleri ile daha az korelasyon gösterir.

Nispeten, insan kas-iskelet bozukluklarında spino-pelvik parametrelerin önemi hakkında çok az şey bilinmektedir. PI, pelvis ve sakrumun pozisyonel konfigürasyonunu tanımlayan önemli bir anatomik parametredir. Omurga, lomber lordoz sayesinde adapte edilerek, bu pozisyona tepki verir. Dik pozisyonda gövdeyi dengelemek için SS arttıkça lordoz miktarı artar (10). Bu çalışmada, VKİ ve spinopelvik parametreler arasında pozitif bir korelasyon olduğu önerilmektedir. VKİ arttıkça PI, PT ve SS değerleri artar. Vargas ve ark. (10) VKİ ve spinopelvik parametreler arasında pozitif bir korelasyon olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmanın sonuçları Vergas ve ark. sonuçları ile bağdaşmaktadır. Bu bulgu, obez bireylerde lumbosakral bağlantı noktasının daha fazla kesme yüküne maruz kaldığını ve daha önceki çalışmalarda bildirildiği gibi spondilolistezis riskinin yüksek olabileceğini ima etmektedir (8,12,13,17,18).

Bu grup çalışmasında bazı kısıtlamalar bulunmaktadır. Öncelikle, örneklem sayısının az olması istatistiksel analizin sağlam bir sonuç vermesine gölge düşürmektedir. İkincisi, torakal kifoz, lomber lordoz ve C7 plumb çizgisi gibi omurilik parametreleri orthoröngogramların olmaması nedeniyle ölçülmemiştir. Gelecekteki çalışmalar, daha büyük örneklem boyutlarının spinal ölçümlerini içerecek şekilde tasarlanabilir. Bununla birlikte, araştırmanın güçlü bir yanı, deneklerin seçiminde sıkı ölçütlerin uygulanması ve tüm ölçümlerin yazılım kullanılarak bağımsız bir değerlendirici tarafından yapılmasıdır.

Sonuç

Sonuç olarak, obezite spinopelvik parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ile ilişkilidir. Obezitenin önlenmesi lumbosakral birleşme noktasındaki aşırı yüklemeye ile ilişkili olan dejeneratif problemleri önleyebilir.

Kaynaklar

1. Fanuele JC, Abdu WA, Hanscom B, Weinstein JN. Association between obesity and functional status in patients with spine disease. *Spine* 2002; 27:306–312.
2. Grover PJ, Pushpanathan S, Samarage HM, Mendoza ND. Obesity and posterior spinal fat content: impact on complications in non-complex lumbar spine surgery. *Br J Neurosurg*. 2016; 23:1-5. [Epub ahead of print]
3. Roussouly P, Pinheiro-Franco JL. Sagittal parameters of the spine: biomechanical approach. *Eur Spine J* 2011;20(suppl 5):578–585.
4. 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 J* 1998;7:99–103.
5. Berthonnaud É, Roussouly P, Dimnet J. The parameters describing the shape and the equilibrium of the set back pelvis and femurs in sagittal view. *Innov Techn Biol Med* 1998;19:411–426.
6. Berthonnaud É, Dimnet J, Roussouly P, Labelle H. Analysis of the sagittal balance of the spine and pelvis using shape and orientation parameters. *J Spinal Disord* 2005;18:40–47.
7. Berthonnaud É, Labelle H, Roussouly P, Grimard G, Vaz G, Dimnet J. A variability study of computerized sagittal spino-pelvic radiological measurements of trunk balance. *J Spinal Disord* 2005;18:66–71
8. Hanson DS, Bridwel KH, Rhee JM, Lenke LG. Correlation of pelvic incidence with low and high-grade isthmic spondylolisthesis. *Spine* 2002;27(18):2026–2029
9. Vismara L, Menegoni F, Zaina F, Galli M, Negrini S, Capodaglio P. Effect of obesity and low back pain on spinal mobility: a cross sectional study in women. *J Neuroeng Rehabil* 2010; 18(7):3
10. Romero-Vargas S, Zárate-Kalfópulos B, Otero-Cámara E, Rosales-Olivarez L, Alpizar-Aguirre A, Morales-Hernández E, Reyes-Sánchez A. The impact of body mass index and central obesity on the spino-pelvic parameters: a correlation study. *Eur Spine J*. 2013;22(4):878-882.
11. Guigui P, Levassor N, Rillardon L, Wodecki P, Cardinne L. [Physiological value of pelvic and spinal parameters of sagittal balance: analysis of 250 healthy volunteers]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 2003 Oct;89(6):496-506.
12. Lee CS, Chung SS, Kang KC, Park SJ, Shin SK. Normal patterns of sagittal alignment of the spine in young adults radiological analysis in a Korean populations. *Spine (Phila Pa 1976)* 2011;36:1648–1654.
13. Zhu Z, Xu L, Zhu F, Jiang L, Wang Z, Liu Z, Qian BP, Qiu Y. Sagittal alignment of spine and pelvis in asymptomatic adults: norms in Chinese populations. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2014; 39(1):1-6.
14. Zárate-Kalfópulos B, Romero-Vargas S, Otero-Cámara E, Correa VC, Reyes-Sánchez A. Differences in pelvic parameters among Mexican, Caucasian, and Asian populations. *J Neurosurg Spine*. 2012;16(5):516-519.
15. Lonner BS, Auerbach JD, Sponseller P, Rajadhyaksha AD, Newton PO. Variations in pelvic and other sagittal spinal parameters as a function of race in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2010;35:374–377.
16. Lafage V, Ames C, Schwab F, Klineberg E, Akbarnia B, Smith J, Boachie-Adjei O, Burton D, Hart R, Hostin R, Shaffrey C, Wood K, Bess S. Changes in thoracic kyphosis negatively impact sagittal alignment after lumbar pedicle subtraction osteotomy: a comprehensive radiographic analysis. *Spine* 2012;37:180–187.
17. Barrey C, Jund J, Perrin G, Roussouly P. Spinopelvic alignment of patients with degenerative spondylolisthesis. *Neurosurgery* 2007; 61:981–986
18. Labelle H, Roussouly P, Berthonnaud E, Transfeldt E, O'Brien M, Hresko T, Chopin D, Dimmet J. Spondylolisthesis, pelvic incidence and sagittal spino-pelvic balance: a correlation study. *Spine* 2004;29:2049–2054.