



Lumbosakral vertebral kolonun sagittal morfolojisi ile lumbal intervertebral disk dejenerasyonunun derecesi arasındaki ilişki

Tarkan ERGUN, Hatice LAKADAMYALI, Mehmet Şükrü ŞAHİN*

Başkent Üniversitesi Alanya Uygulama ve Araştırma Hastanesi, Radyoloji Anabilim Dalı,
*Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı

Amaç: Bu çalışmada geniş genç erişkin örnekleme grubunda lumbosakral morfoloji ile intervertebral disk dejenerasyonunun derecesi arasındaki ilişki araştırıldı. Ek olarak farklı morfolojik parametreler (sakral yüzey açısı ve sakral kifoz açısı) ile lumbal disk herniasyonu ya da disk dejenerasyonunun varlığı arasındaki bağlantı değerlendirildi.

Çalışma planı: 2008-2009 yılları arasında alt bel ağrısı nedeni ile kliniğimize başvuran hastaların lumbal manyetik rezonans görüntüleme (MRG) tetkikleri retrospektif olarak değerlendirildi. Daha önce lumbal spinal cerrahi geçirmiş hastalar ya da lomber MRG tetkikinde ciddi konjenital anomali, inkomplet ya da komplet lumbosakral transizyon, ciddi skolyoz ve spondilolizis ya da spondilolistezis tespit edilen hastalar çalışma kapsamına alınmadı. Geri kalan hastalardan yaşları 20-30 arasında olan 131 kadın hasta çalışma kapsamına dahil edildi. Her hasta için intervertebral disk herniasyonu ve dejenerasyonunun varlığı incelendi ve disk dejenerasyonunun derecesi değerlendirildi. Ayrıca her hasta için lomber lordoz, sakral yüzey ve sakral kifoz açısı ölçüldü.

Sonuçlar: Sakral kifoz ve lomber lordoz açısı azaldıkça ya da sakral yüzey açısı arttıkça intervertebral disk dejenerasyonunun düzeyinin arttığı görüldü. Lomber lordoz, sakral kifoz ve sakral yüzey açısı, intervertebral disk dejenerasyonu bulunan (sırasıyla $23.37 \pm 7.09^\circ$, $163.09 \pm 9.48^\circ$, $104.34 \pm 5.47^\circ$) ve bulunmayan (sırasıyla $26.94 \pm 7.39^\circ$, $168.94 \pm 10.52^\circ$, $100.83 \pm 4.32^\circ$) bireyler arasında anlamlı olarak farklılık (sırasıyla $p=0.006$, $p=0.001$, $p=0.0001$) gösterdi. Ayrıca lomber lordoz, sakral kifoz ve sakral yüzey açısı intervertebral disk herniasyonu bulunan (sırasıyla $22.82 \pm 6.94^\circ$, $162.23 \pm 9.53^\circ$, $104.94 \pm 5.19^\circ$) ve bulunmayan (sırasıyla $27.25 \pm 7.26^\circ$, $169.39 \pm 9.96^\circ$, $100.48 \pm 4.33^\circ$) bireyler arasında anlamlı olarak (sırasıyla $p=0.001$, $p=0.0001$, $p=0.0001$) farklıydı.

Çıkarımlar: Sakral kifoz ve lomber lordoz açısı azaldıkça ya da sakral yüzey açısı arttıkça intervertebral disk dejenerasyonunun düzeyi artar, ayrıca intervertebral diskte dejenerasyon ve herniasyon gelişim riskinde artış izlenir.

Anahtar sözcükler: Dejenerasyon; intervertebral disk; lumbosakral vertebra; morfoloji.

Alt bel ağrısı kas iskelet sisteminde izlenen en sık semptomlardan biridir. Sıklığı yaşla birlikte artar ve yetişkin popülasyonda sıklığı %60-90 olarak bildirilmiştir.^[1] Alt bel ağrısının etiyojisi halen tam olarak bilinmemektedir. Ancak diskojenik orjin alt bel ağrı-

sının önemli nedenlerinden biri olarak kabul edilmektedir.^[2,3] Ayrıca Cheung ve ark.^[4] tarafından yakın zamanda gerçekleştirilen çalışmada alt bel ağrısının düzeyi ile disk dejenerasyonunun derecesi arasında yakın ilişki bulunduğu bildirilmiştir.

İntervertebral disk dejenerasyonun manyetik rezonans görüntüleme (MRG) bulgularındaki sıklığını yada alt bel ağrısı ile ilişkisini değerlendiren çok sayıda çalışma mevcuttur. Ancak intervertebral diskte dejenerasyon gelişimine eğilim yaratan lumbosakral morfolojideki farklılıkları değerlendiren yayınlar oldukça yetersizdir.

Lumbosakropelvik yapının normal oryantasyonu lumbal vertebral kolonun anterior (vertebra korpusu ve intervertebral diskler) ve posterior (faset eklem-ler) elemanları üzerine uygulanan kayma ve sıkışma kuvvetlerinin belirlenmesinde önemli rol oynar.^[5] Bu nedenle lumbosakropelvik yapının morfolojik analizine olan ilgi son zamanlarda artmıştır.

Ancak bu yöndeki çalışmalar temel olarak alt bel ağrılı bireyler^[6-8] ile istmik spondilolistezisli popülasyonda^[9-11] gerçekleştirilmiştir. İntervertebral disk dejenerasyonlu yada disk herniasyonlu bireylerdeki çalışma sayısı ise oldukça azdır ve bu çalışmaların tamamında normal bireyler ile disk dejenerasyonlu yada disk herniasyonlu hastalar arasındaki sagittal morfolojiye ait farklılıklar değerlendirilmiştir.^[12,13] Barrey ve ark.^[12] ve Rajnics ve ark.^[13] yaptıkları çalışmada lomber lordoz ve sakral eğimin disk dejenerasyonlu yada disk herniasyonlu bireylerde normal bireylere göre farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir. İntervertebral disk dejenerasyonunun derecesi ile lumbosakral morfoloji arasındaki ilişkiyi değerlendiren yayın ise literatürde yoktur. Ancak intervertebral diskte dejenerasyon gelişimine eğilim yaratan ve derecesini belirleyen lumbosakral yapıdaki farklılıkların bilinmesi şiddetli alt bel ağrısı gelişmeye eğilimli bireylerin belirlenebilmesi açısından son derece önemlidir.

Bu çalışmanın amacı MRG kullanarak lumbosakral morfoloji ile intervertebral disk dejenerasyonunun derecesi (vertebranın anterior elemanları üzerine binen mekanik kuvvet miktarı) arasındaki ilişkiyi araştırmaktır. Ek olarak geniş genç erişkin örnekleme grubunda lumbosakral yapıya ait farklı iki morfolojik parametre (sakral yüzey açısı ve sakral kifoz açısı) ile lumbal disk herniasyonu yada disk dejenerasyonunun varlığı arasındaki bağlantıyı değerlendirmektir.

Hastalar ve yöntem

2008-2009 yılları arasında alt bel ağrısının araştırılması amacı ile kliniğimize gönderilen hastaların lumbal MRG tetkikleri retrospektif olarak değerlendirildi.

Daha önce lumbal spinal cerrahi geçirmiş hastalar ya da lomber MRG tetkikinde lumbal ya da sakral tümör, diffüz kemik metastazı, ciddi konjenital anomali, inkomplet ya da komplet lumbosakral transizyon, ciddi skolyoz, diskit, osteomyelit, lumbal vertebra fraktürü ve spondilolizis ya da spondilolistezis tespit edilen hastalar çalışma kapsamına alınmadı. Geri kalan hastalardan yaşları 20-30 arasında olan 131 alt bel ağrılı kadın hasta çalışma kapsamına dahil edildi. Hastaların ortalama yaşı 25.9±2.4 idi.

Tüm hastaların MR görüntülerinde intervertebral diskler ve lumbosakral morfoloji değerlendirildi. Tüm incelemeler 1 tesla (Signa, GE Medikal Sistem, Milwaukee, WI, ABD) MRG cihazı ile gerçekleştirildi. Görüntüleme protokolünde sagittal T1 ağırlıklı spin eko (SE) (TR/TE: 440-10 ms, matriks: 256x224, FOV: 28x28 cm ve kesit kalınlığı: 4 mm), sagittal T2 ağırlıklı fast SE (TR/TE: 3300-106 ms, matriks: 448x224, FOV: 28x28 cm ve kesit kalınlığı: 4 mm) ve aksiyel T2 ağırlıklı SE (TR/TE: 4000-110 ms, matriks: 256x224, FOV: 20x20 cm ve kesit kalınlığı: 4 mm) sekansları kullanıldı.

İntervertebral disk dejenerasyonunun varlığı ve derecesi direkt grafi ya da MRG ile değerlendirilebilir. Christe ve ark.^[14] yaptıkları kadavra çalışmasında intervertebral disk dejenerasyonunun histolojik evresi ile MRG evresi arasında direkt grafi bulgularına göre daha iyi bir korelasyon bulunduğunu saptadılar. Bizim çalışmamızda intervertebral disk dejenerasyonunun varlığı ve derecesi tüm hastaların ayakta lateral röntgenogram görüntülerinin bulunmaması nedeni ile midsagittal hattan geçen sagittal T2 ağırlıklı MRG'de değerlendirildi. Ayrıca aynı görüntüde lumbosakral parametreler de incelendi. İntervertebral disk herniasyonunun varlığı ise aksiyel ve sagittal T2 ağırlıklı görüntülerde değerlendirildi. Tüm ölçümler dijital görüntülerde elektronik olarak gerçekleştirildi. Her ölçüm iki kez tekrarlandı ve random hataları minimize edebilmek için ortalaması alındı.

Tüm lumbal MRG tetkikinde tespit edilen patolojik değişikliklere ve ölçümlere nöroradyoloji konusunda deneyimli iki radyoloğun ortak karara varması sonucunda ulaşıldı. Her hasta için intervertebral disk herniasyonu ve dejenerasyonunun varlığı incelendi ve disk dejenerasyonunun derecesi not edildi. Ek olarak her hasta için lomber lordoz, sakral yüzey ve sakral kifoz açısı ölçüldü ve kaydedildi.

İntervertebral diskin dejenerasyonun derecesi uyarlanmış Pfirrmann skalası kullanılarak sınıflandırıldı.^[15] Beş dejenerasyon evresi aşağıdaki şekilde tanımlandı:

Evre 1 dejenerasyon: Disk yüksekliği normal, nukleus ve anulus ayrımı açık, parlak beyaz iç yapılı disk.

Evre 2 dejenerasyon: Disk yüksekliği normal, nukleus ve anulus ayrımı açık, inhomojen iç yapılı disk.

Evre 3 dejenerasyon: Disk yüksekliği normal ya da hafifçe azalmış, nukleus ve anulus ayrımı tam olarak ortaya konulamayan ancak anulus şekli halen izlenebilen, inhomojen iç yapılı gri disk.

Evre 4 dejenerasyon: Disk yüksekliği normal ya da orta düzeyde azalmış, nukleus ve anulus ayrımı izlenmeyen, inhomojen iç yapılı gri-siyah disk.

Evre 5 dejenerasyon: Disk yüksekliği ileri düzeyde azalmış, nukleus ve anulus ayrımı izlenmeyen, inhomojen iç yapılı siyah disk.

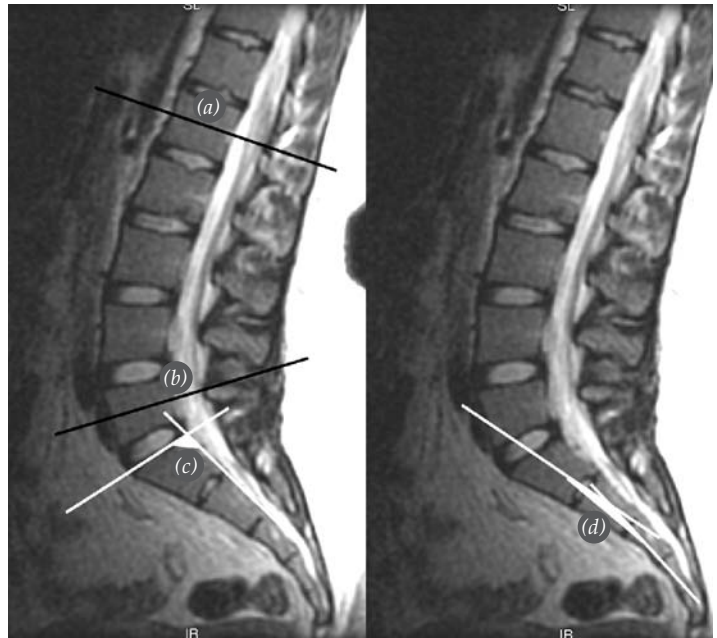
Kullanılan MRG sekanslarında beyin omurilik sıvısının (BOS) daima diske göre daha yüksek sinyalli olması nedeni ile Pfirrmann skalası uyarlandı ve intervertebral diskin BOS'a göre intensite farklılığını değerlendiren kriter kullanılmadı. Evre 1 ve 2 normal disk olarak sınıflandırıldı, buna karşın evre 3, 4 ve 5 dejenere disk olarak tanımlandı. Birden fazla düzeyde intervertebral disk dejenerasyonu bulunan olgularda en yüksek evre göz önüne alındı. Disk hernias-

yonu her hasta için var ya da yok olarak sınıflandırıldı. Negatif minimal bulging disk yada normal diski, pozitif ise diffüz bulging disk, herniasyon ya da sekestre diski göstermekte idi.

Lomber lordoz açısı L1 ve L5 vertebranın orta noktalarından geçen çizgiler arasındaki açı, Osterman ve ark.^[16] tarafından tanımlanan sakral yüzey açısı sakral endplate'in üst yüzü ile S1 vertebranın arka yüzü arasındaki açı, sakral kifoz açısı ise S1 vertebranın üst ve alt endplate'inin orta noktalarını birleştiren çizgi ile S2 vertebranın üst endplate'i ile S4 vertebranın alt endplate'nin orta noktalarını birleştiren çizgi arasındaki açı ile uyumlu idi (Şekil 1).

Her bir ölçüm için ortalama ve standart sapma değerleri t-testi kullanılarak hesaplandı. Ek olarak her iki gruba (disk dejenerasyonu bulunan ve bulunmayan grup ile disk herniasyonu bulunan ve bulunmayan grup) ait veriler t-testi ile karşılaştırıldı. İntervertebral disk dejenerasyonunun derecesi ile lumbosakral parametre değerleri arasındaki ilişki ise Mann-Whitney U testi ile değerlendirildi. P değeri 0.05'in altı istatistiksel açıdan anlamlı kabul edildi. İstatistiksel analiz SPSS 11.0 paket programı kullanılarak gerçekleştirildi. Çalışmamızda, hastalardan imzalı onay formu alınmasına gerek yoktu ve bu çalışma hastanenin etik kurulu tarafından onaylandı.

Şekil 1. Lumbosakral parametrelerin ölçümü. Lomber lordoz açısı, (a) L1 ve (b) L5 vertebranın orta noktalarından geçen çizgiler arasındaki açıdır. Sakral yüzey açısı, (c) sakral endplate'in üst yüzü ile S1 vertebranın arka yüzü arasındaki açı, sakral kifoz açısı ise (d) S1 vertebranın üst ve alt endplate'inin orta noktalarını birleştiren çizgi ile S2 vertebranın üst endplate'i ile S4 vertebranın alt endplate'inin orta noktalarını birleştiren çizgi arasındaki açı ile uyumludur.



Sonuçlar

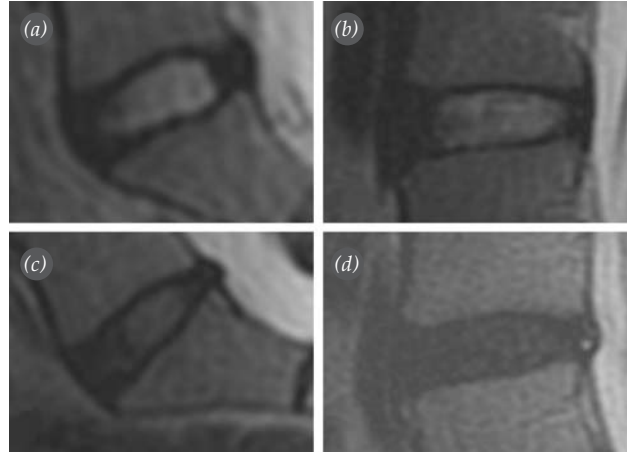
İntervertebral disk dejenerasyonu 72 hastada izlendi. Otuzüç olguda evre 1, 26 olguda evre 2, 24 olguda evre 3 ve 48 olguda evre 4 disk dejenerasyonu izlendi (Şekil 2). Evre 5 dejenerasyon ise olguların hiçbirinde saptanmadı. İntervertebral disk dejenerasyonunun derecesi ile incelenen üç lumbosakral anatomik parametrenin ilişkisi Tablo 1’de verilmiştir. Sakral kifoz ve lomber lordoz açısı azaldıkça ya da sakral yüzey açısı arttıkça intervertebral disk dejenerasyonunun düzeyinin arttığı görüldü (Şekil 3 ve 4).

Sakral yüzey açısı disk dejenerasyonlu bireylerde ortalama 104.34 ± 5.47 , intervertebral disk dejenerasyonu bulunmayan bireylerde ortalama 100.83 ± 4.32 idi ve aralarında istatistiksel anlamlı farklılık mevcuttu ($p=0.0001$).

Sakrumun sagittal konfigürasyonunun temel göstergesi olan sakral kifoz açısı intervertebral disk dejenerasyonu bulunan ve bulunmayan bireylerde sırasıyla 163.09 ± 9.48 , 168.94 ± 10.52 idi ve aralarında anlamlı istatistiksel farklılık saptandı ($p=0.001$).

Lomber lordoz açısı intervertebral disk dejenerasyonlu bireylerde (23.37 ± 7.09) intervertebral disk dejenerasyonu bulunmayan bireylere (26.94 ± 7.39) göre daha düşüktü ve aralarında anlamlı istatistiksel farklılık mevcuttu ($p=0.006$).

İntervertebral disk herniasyonu olguların %51’inde saptandı. İntervertebral disk herniasyonu bulunan (22.82 ± 6.94 , 162.23 ± 9.53 , 104.94 ± 5.19) ve bulunmayan bireyler (27.25 ± 7.26 , 169.39 ± 9.96 , 100.48 ± 4.33) arasında lomber lordoz, sakral kifoz ve sakral yüzey açısı için istatistiksel anlamlı farklılık bulundu ($p=0.001$, $p=0.0001$, $p=0.0001$).



Şekil 2. Midsagittal T2 ağırlıklı görüntülerde (a) evre 1, (b) evre 2, (c) evre 3 ve (d) evre 4 disk dejenerasyonu izleniyor.

Tartışma

Yaş ve cinsiyete bağlı spinal düzenlemedeki değişiklikler üzerine çok sayıda araştırma yapılmıştır. Gelb ve ark.^[17] orta ve ileri yaşlı asemptomatik gönüllülerde yaptıkları çalışmada yaşın artması ile lomber lordozda azalma saptadılar. Mac-Thiong ve ark.^[18] ve Hanson ve ark.^[10] çalışmalarında pelvik insidansın yaşla birlikte arttığını tespit ettiler. Ayrıca farklı çalışmalarda C7 derinlik çizgisi, sakral eğim ve torakal kifoz parametrelerinde yaşlı ve genç popülasyon arasında anlamlı farklılıklar bulunduğu bildirilmiştir.^[6,19-21] Mac-Thiong ve ark.^[22] 341 normal bireyde gerçekleştirdikleri çalışmada lumbosakral morfolojiyi incelediler ve kadınlarda erkeklere göre daha yüksek değerler saptadılar. Ek olarak her iki cinsiyet arasında pelvik tilt ve torasik tilt değerleri

Tablo 1

İntervertebral disk dejenerasyonunun derecesi ile lumbosakral anatomik parametrelerin ilişkisi (Ort.±SS)

Dejenerasyon	L1-L5 lombar lordoz açısı (°)	Sakral yüzey açısı (°)	Sakral kifoz açısı (°)
Evre 1	27.33±7.36	100.15±4.14	171.9±10.65
Evre 2	26.46±7.54	101.69±4.47	165.19±9.24
Evre 3	24.83±4.71	102.91±5.05	164.66±7.17
Evre 4	22.64±7.96	105.06±5.59	162.31±10.43

} p=0.598

} p=0.193

} p=0.007

} p=0.572

} p=0.402

} p=0.992

} p=0.324

} p=0.130

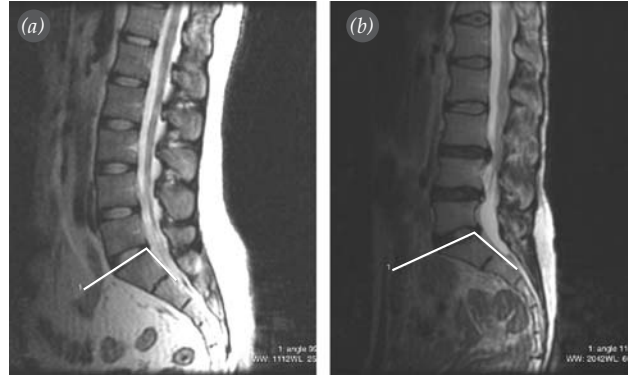
} p=0.159

açısından anlamlı istatistiksel farklılık bulunduğunu bildirdiler. Bu nedenle yaş ve cinsiyete bağlı spinopelvik yapıda izlenebilecek farklılıkları ortadan kaldırabilmek için bu çalışma belirli yaş grubunda ve aynı cinsiyetteki bireyler üzerinde gerçekleştirildi ve lumbosakral yapı ile disk dejenerasyonunun varlığı ve derecesinin yanı sıra disk herniasyonunun varlığı arasında yakın ilişki tespit edildi.

Bernhardt ve Bridwell'in çalışmasına göre vücudun yer çekiminin merkezi yaklaşık olarak T9 vertebra düzeyinde yer alır.^[23] Bu kuvvet torakal vertebra- ları geçer ve lumbal ve lumbosakral bileşke düzeyine ulaşır. Bu düzeyde yerçekimi kuvvetinin oluşturduğu biomekanik stress intervertebral disklerde dejenerasyona neden olur. İntervertebral disk üzerine binen mekanik kuvvet miktarı ile disk dejenerasyonunun düzeyi arasında doğru orantılı ilişki mevcuttur.^[24,25] Bu çalışmada diskin dejenerasyon derecesi, dolayısı ile lumbal vertebra- nın anterior elemanları üzerine binen mekanik kuvvet miktarı gruplandırıldı ve lumbosakral morfoloji ile arasındaki ilişki değerlendirildi. İncelenen 132 hastada sakral kifoz ve lomber lordoz açısı azaldıkça ya da sakral yüzey açısı arttıkça vertebra- nın anterior elemanları üzerine binen sıkışma kuvvetinin gittikçe arttığı görüldü.

Barrey ve ark.^[12] ve Rajnics ve ark.^[13] disk dejenerasyonlu ve disk herniasyonlu hastalarda normal bireylere göre lomber lordoz ve sakral eğimde azalma saptadılar. Bu iki çalışmada da kontrol grubu olarak normal bireyler seçilmesine rağmen yakın zamanda gerçekleştirilen çalışmalarda alt bel ağrılı bireyler ile normal bireyler arasında (alt bel ağrılı bireylerde normal bireylere göre daha az distal segmental lordoz, daha fazla proksimal lumbal lordoz ve daha belirgin vertikal sakrum) spinopelvik morfolojinin önemli farklılıklar gösterdiği bildirilmiştir.^[7,26] Ek olarak bu çalışmalarda spinopelvik morfolojiyi etkileyen yaş ve cinsiyet farklılıkları da göz önüne alınmamıştır.^[12,13] Ancak her iki çalışmanın da bu kısıtlamalarına rağmen bulgularımız (lomber lordozda azalma) bu iki çalışmanın sonuçları ile benzer olup daha vertikal oryantasyonlu lumbosakral yapının diskte dejenerasyon ve herniasyon gelişimine eğilim yarattığını ortaya koymaktadır.

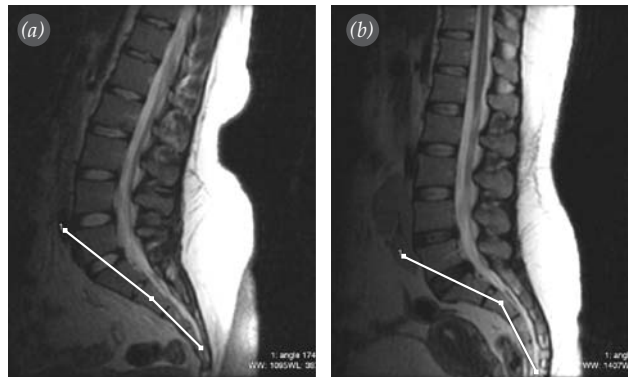
Bizim çalışmamızdan çıkan diğer bir önemli sonuçta literatürde daha önceden ilişkisi değerlendiril-



Şekil 3. (a) Evre 1 ve (b) evre 4 disk dejenerasyonlu aynı hastalarda sakral yüzey açısı sırası ile 99 ve 115 olarak ölçüldü.

meyen sakral yüzey ve sakral kifoz açısı ile intervertebral diskte dejenerasyon yada herniasyon varlığı arasında saptanan yakın ilişkidir. Sakral yüzey açısı ve sakral kifoz açısı rutin MRG sekanslarında kolaylıkla değerlendirilebilen, hastanın postüründen etkilenmeyen ve genetik olarak belirlenen parametrelerdir.^[27] Bizim sonuçlarımız, sakral yüzey açısının arttıkça ya da sakral kifoz açısının azaldıkça diskte dejenerasyon ve herniasyon gelişim riskinin arttığını göstermektedir.

Bu çalışmada genç erişkin kadınlarda disk dejenerasyonu ve disk herniasyonu MRG bulgularında yüksek oranda izlendi. İntervertebral diskte dejenerasyon normal yaşlanma sürecinin bir parçasıdır. Ayrıca dejeneratif disk hastalığı ile çeşitli faktörler (örn. genetik faktörler, obezite, lumbal vertebra üzerine fiziksel yüklenme, ateroskleroz ve sigara kullanımı) arasında ilişki tespit edilmiştir. İntervertebral



Şekil 4. (a) Evre 1 ve (b) evre 4 disk dejenerasyonu olan hastalarda sakral kifoz açısı sırasıyla 174° ve 143° olarak ölçülmüştür.

disk dejenerasyonun sıklığı yaşla birlikte artar ve bu artış farklı çalışmalarda farklı oranlarda bildirilmiştir.^[4] Salminen ve ark.^[3] en az bir düzeyde dejeneratif disk varlığını 15 ve 18 yaşındaki bireylerde sırası ile %31 ve %42 olarak saptadılar. Cheung ve ark.^[4] ise Güney Çin toplumunda gerçekleştirdikleri çalışmada 18-29 yaş grubundaki bireylerde dejeneratif disk sıklığını %42 olarak tespit ettiler. Paaanen ve ark.^[28] ise MRG kullanarak gerçekleştirdikleri çalışmada bizim bulgularımız ile benzer şekilde disk dejenerasyonun sıklığını 20 yaşındaki alt bel ağrılı bireylerde %57 olarak bildirdiler.

İntervertebral disk herniasyonu ve disk dejenerasyonu asemptomatik bireylerde de izlenebilir nadir olmayan bir durumdur. Ancak Cheung ve ark.^[4] 1,043 bireyde gerçekleştirdikleri çalışmada alt bel ağrısı ile disk dejenerasyonu ya da disk herniasyonu arasında kuvvetli ilişki bulunduğunu saptadılar. Ayrıca intervertebral diskin dejenerasyon derecesi arttıkça alt bel ağrısının düzeyinin de arttığını tespit ettiler. Waris ve ark.^[29] ise disk dejenerasyonu bulunan bireylerde ileri dönemde daha yüksek sıklıkta disk herniasyonunun geliştiğini belirlediler. Bu çalışma lumbosakral kolonun düzleştiği intervertebral disklerin daha kolay ve daha belirgin düzeyde dejenerasyona uğradığını göstererek daha düz vertebral kolona sahip bireylerin normal lumbosakral eğime sahip bireylere göre yaşamları boyunca hem alt bel ağrısı şikayeti ile hem de daha şiddetli semptomlar ile karşılaşma riskinin daha yüksek olabileceğini ortaya koymaktadır. Ayrıca bu tip morfolojiye sahip bireylerin yaşamları boyunca disk herniasyonu gelişim riskinin de normal lumbosakral eğime sahip bireylere göre daha fazla olduğunu göstermektedir.

Bizim çalışmamızın birkaç kısıtlaması mevcuttu. Birinci kısıtlama, disk dejenerasyonu ve disk herniasyonunun oluşumuna eğilim yaratan kişinin sosyodemografik durumu (spor aktiviteleri, sigara kullanımı ve medikal bilgileri), mesleki verileri ve vücut kitle indeksinin değerlendirilememesidir. İkincisi, hastanın postüründen etkilenen alt lomber lordoz açısı ve sakral eğim gibi sagittal parametrelerin MRG'nin prone pozisyonunda gerçekleştirilmesi nedeniyle değerlendirilememesidir. Sonuncu kısıtlaması ise tüm ölçümlerin her iki uzmanın ortak kararı ile gerçekleştirilmesine rağmen gözlemci içi ve gözlemciler arası uyumun değerlendirilmemesidir.

Sonuç olarak, bu kısıtlamalarına rağmen çalışmamız lumbosakral vertebral kolonun normal sagittal eğiminin azaldıkça intervertebral disklere binen biyomekanik kuvvet miktarının gittikçe arttığını göstermesi ve sagittal morfolojide değerlendirilen diğer parametrelerin yanı sıra sakral yüzey ve sakral kifoz açısının da intervertebral diskte dejenerasyon ve herniasyon gelişimi için önemli predispozan anatomik faktörler olduğunu ortaya koyması açısından önemlidir.

Kaynaklar

- Altinel L, Köse KC, Ergan V, Işık C, Aksoy Y, Özdemir A, et al. The prevalence of low back pain and risk factors among adult population in Afyon region, Turkey. [Article in Turkish] Acta Orthop Traumatol Turc 2008;42:328-33.
- Bezer M, Erol B, Kocaoğlu B, Aydın N, Güven O. Low back pain among children and adolescents. [Article in Turkish] Acta Orthop Traumatol Turc 2004;38:136-44.
- Salminen JJ, Erkintalo MO, Pentti J, Oksanen A, Kormanen MJ. Recurrent low back pain and early disc degeneration in the young. Spine (Phila Pa 1976) 1999;24:1316-21.
- Cheung KM, Karppinen J, Chan D, Ho DW, Song YQ, Sham P, et al. Prevalence and pattern of lumbar magnetic resonance imaging changes in a population study of one thousand forty-three individuals. Spine (Phila Pa 1976) 2009;34:934-40.
- Roaf R. Vertebral growth and its mechanical control. J Bone Joint Surg Br 1960;42-B:40-59.
- Jackson RP, McManus AC. Radiographic analysis of sagittal plane alignment and balance in standing volunteers and patients with low back pain matched for age, sex, and size. A prospective controlled clinical study. Spine (Phila Pa 1976) 1994;19:1611-8.
- Jackson RP, Kanemura T, Kawakami N, Hales C. Lumbopelvic lordosis and pelvic balance on repeated standing lateral radiographs of adult volunteers and untreated patients with constant low back pain. Spine (Phila Pa 1976) 2000;25:575-86.
- Korovessis P, Dimas A, Iliopoulos P, Lambiris E. Correlative analysis of lateral vertebral radiographic variables and medical outcomes study short-form health survey: a comparative study in asymptomatic volunteers versus patients with low back pain. J Spinal Disord Tech 2002;15:384-90.
- Rajnic P, Templier A, Skalli W, Lavaste F, Illés T. The association of sagittal spinal and pelvic parameters in asymptomatic persons and patients with isthmic spondylolisthesis. J Spinal Disord Tech 2002;15:24-30.
- Hanson DS, Bridwell KH, Rhee JM, Lenke LG. Correlation of pelvic incidence with low- and high-grade

- isthmic spondylolisthesis spine. *Spine (Phila Pa 1976)* 2002;27:2026-9.
11. Antoniadis SB, Hammerberg KW, DeWald RL. Sagittal plane configuration of the sacrum in spondylolisthesis spine. *Spine (Phila Pa 1976)* 2000;25:1085-91.
 12. 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 J* 2007;16:1459-67.
 13. 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.
 14. Christe A, Läubli R, Guzman R, Berlemann U, Moore RJ, Schroth G, et al. Degeneration of the cervical disc: histology compared with radiography and magnetic resonance imaging. *Neuroradiology* 2005;47:721-9.
 15. Pfirrmann CW, Metzendorf A, Zanetti M, Hodler J, Boos N. Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration. *Spine (Phila Pa 1976)* 2001;26:1873-8.
 16. Osterman K, Osterman H. Experimental lumbar spondylolisthesis in growing rabbits. *Clin Orthop Relat Res* 1996; (332):274-80.
 17. Gelb DE, Lenke LG, Bridwell KH, Blanke K, McEneaney KW. An analysis of sagittal spinal alignment in 100 asymptomatic middle and older aged volunteers. *Spine (Phila Pa 1976)* 1995;20:1351-8.
 18. Mac-Thiong JM, Berthonnaud E, Dimar JR 2nd, Betz RR, Labelle H. Sagittal alignment of the spine and pelvis during growth. *Spine (Phila Pa 1976)* 2004;29:1642-7.
 19. 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.
 20. Korovessis PG, Stamatakis MV, Baikousis AG. Reciprocal angulation of vertebral bodies in the sagittal plane in an asymptomatic Greek population. *Spine (Phila Pa 1976)* 1998;23:700-5.
 21. Schwab F, Lafage V, Boyce R, Skalli W, Farcy JP. Gravity line analysis in adult volunteers: age-related correlation with spinal parameters, pelvic parameters, and foot position. *Spine (Phila Pa 1976)* 2006;31:E959-67.
 22. Mac-Thiong JM, Labelle H, Berthonnaud E, Betz RR, Roussouly P. Sagittal spinopelvic balance in normal children and adolescents. *Eur Spine J* 2007;16:227-34.
 23. Bernhardt M, Bridwell KH. Segmental analysis of the sagittal plane alignment of the normal thoracic and lumbar spines and thoracolumbar junction. *Spine (Phila Pa 1976)* 1989;14:717-21.
 24. Andersson GBJ. Epidemiology of spinal disorders. In: Frymoyer JW, editor. *The adult spine: principles and practice*. New York: Raven Press; 1997. p. 93-141.
 25. Videman T, Battié MC. Epidemiology of disc disease. In: Wiesel SW, Weinstein JN, Herkowitz HN, editors. *The lumbar spine*. Philadelphia: WB Saunders; 1996. p. 16-27.
 26. Vaz G, Roussouly P, Berthonnaud E, Dimnet J. Sagittal morphology and equilibrium of pelvis and spine. *Eur Spine J* 2002;11:80-7.
 27. Whitesides TE Jr, Horton WC, Hutton WC, Hodges L. Spondylolytic spondylolisthesis: a study of pelvic and lumbosacral parameters of possible etiologic effect in two genetically and geographically distinct groups with high occurrence. *Spine (Phila Pa 1976)* 2005;30:S12-21.
 28. Paaajanen H, Erkintalo M, Kuusela T, Dahlstrom S, Kormano M. Magnetic resonance study of disc degeneration in young low-back pain patients. *Spine (Phila Pa 1976)* 1989;14:982-5.
 29. Waris E, Eskelin M, Hermunen H, Kiviluoto O, Paaajanen H. Disc degeneration in low back pain: a 17-year follow-up study using magnetic resonance imaging. *Spine (Phila Pa 1976)* 2007;32:681-4.