

DİSK DEJENERASYONUNDA L4-L5, L5-S1 SEVİYELERİNDE FASET VE LAMİNA ASİMETRİSİ: BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİK ARAŞTIRMA

Dr. Saim AÇIKGÖZOĞLU*, Dr. Hasan OĞUZ**, Dr. Kemal ÖDEV*, Dr. Mustafa ERKEN*,
Dr. Mehmen Emin SAKARYA*

*S.Ü.T.F. Radiyagnostik Anabilim Dalı, **S.Ü.T.F. Fizik Tedavi Rehabilitasyon Anabilim Dalı

ÖZET

Bu çalışma disk dejenerasyonu ile faset eklemi asimetrisi arasındaki ilişkiyi belirlemeyi amaçlamaktadır.

Normal ve dejenere lumbal disklerde faset, laminer ve laminofaset açısı asimetrisi ölçüldü. L4-L5 ve L5-S1 seviyesinde faset, laminer laminofaset asimetrisinde istatistiksel olarak anlamlılık bulundu.

Faset ve laminer açıları ile disk dejenerasyonu arasında iki seviyede de anlamlı ilişki yoktur.

Faset ve laminer, faset ve laminofaset, laminer ve laminofaset asimetri arasında normal L4-L5 seviyesinde anlamlı korelasyon vardır, fakat disk dejenerasyonunda her iki seviyede de anlamlı korelasyon yoktur.

Anahtar Kelimeler: Disk dejenerasyonu, faset eklemi asimetrisi, bilgisayarlı tomografi.

SUMMARY

Facet Joints and Laminas Asymmetry in the Disc Degeneration at the L4-L5 and L5-S1 Levels: An Investigation with Computed Tomography

The purpose of this study was to determine the relationship between disc degeneration and facet joint asymmetry. In the normal lumbar disc and in the lumbar disc degeneration, facet joint asymmetry, lamina asymmetry, and laminofacet angle asymmetry were measured. Facet asymmetry, laminofacet angle asymmetry, and lamina asymmetry were found to be statistically significant at the L4-L5 and L5-S1 levels.

The relationship between the angulation of the facet joints, lamina angle and disc degeneration were not significant at the L4-L5, and L5-S1 levels.

There were significant correlations at the normal L4-L5 level between facet asymmetry and lamina asymmetry, facet asymmetry and laminofacet asymmetry, lamina asymmetry and lamina-facet asymmetry. But, in the disc degeneration there were not significant correlation in the disc degeneration at the L4-L5 and L5-S1 levels.

Key Words: Disc degeneration, facet joint asymmetry, computed tomography.

GİRİŞ

Lumbal bölgede diskin dejenere olmasını önlemede posterior vertebral arkusun olumlu katkıları vardır (1). Vertebral arkusta olabilecek değişimler bu olumlu katkıyı engelleyebilir veya disk değişimlerini arttırabilir. Malmivaara ve ark. torakolombal bölgede dejeneratif değişimlerle faset açıları arasında bağlantı olduğunu bildirmektedirler (2).

Vertebral arkustaki değişimleri, bilgisayarlı to-

mografik kesitlerde açı ölçümleri yaparak belirlemek mümkün olabilir. Kénési ve Lesur yaptıkları çalışmada L4-L5 seviyesinde disk protrusyonu ile faset asimetrisi arasında korelasyon olmadığını L5-S1 seviyesinde ise korelasyon olduğunu bulmuşlardır (3).

Bu çalışmada, bilgisayarlı tomografik kesitlerinde disk dejenerasyonu olan ve olmayan olgularda fasetlerarası, laminalar arası ve laminofaset açıları arasında nasıl bir ilişki olduğu araştırıldı.

MATERYAL VE METOD

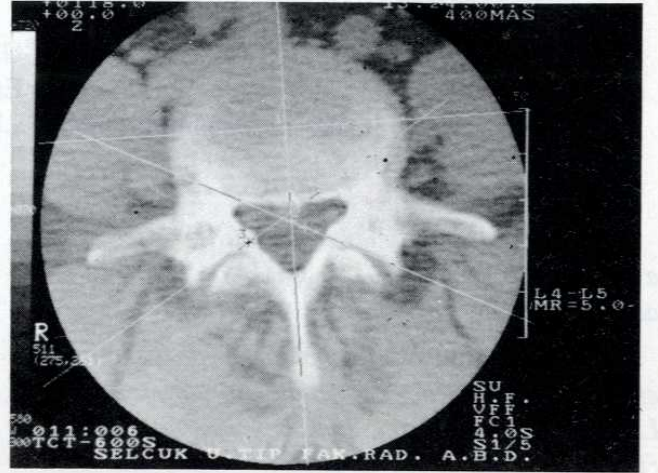
Çalışma Ekim 1990 - Mart 1991 tarihleri arasında S.Ü. Tıp Fak. Radiyagnostik Anabilim Dalı'nda yapıldı. 25-50 yaş grubu hastalarda L4-L5 ve L5-S1 disk seviyesinin bilgisayarlı tomografik kesitleri alındı. Kesitler simetrik ve üst vertebra alt konturuna paralel alındı (Resim 1). Ciddi dejeneratif değişimleri olan veya opere hastalar çalışma kapsamına alınmadı. Kesit kalınlığı 5 mm, masa kayma seviyesi 4 mm. seçildi. Fasetler, lamina ve spinöz çıkıntıdan birlikte geçen kesitlerde açı ölçümleri yapıldı. Vertebral kolonda rotasyon olması veya hastanın masa yüzeyine paralel olmaması durumunda, ölçümlere olumsuz etki olmaması için vertebral korpusun en geniş lateral konturları arası birleştirildi. Vertebral transvers çizgiye dik, vertebral sagittal çizgi çizilerek açılar arası asimetri tesbitinde dayanak çizgisi elde edildi (Resim 2). Üst vertebra faset kenarlarından geçen transvers faset çizgisi çizildi. Fasetlerin, vertebral sagittal çizgiyle ve kendi aralarında yaptıkları açılar ölçüldü. Vertebral sagittal çizgi-faset transvers çizgisi arasındaki açı farkı bulunarak faset asimetri derecesi hesaplandı (Resim 2).



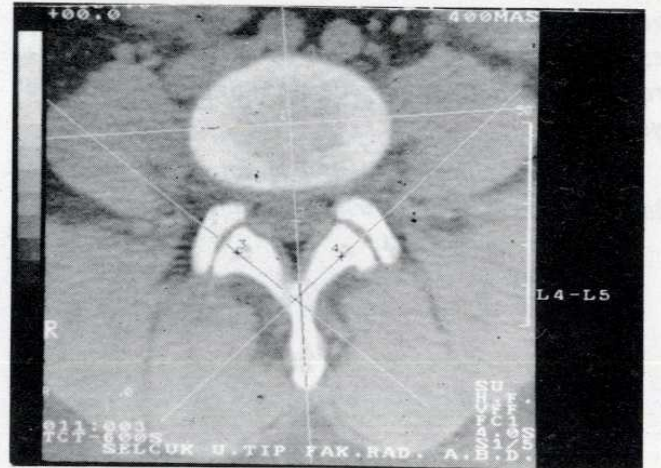
Resim 1: Scanogram ve ilk kesitin üst vertebra alt kenarına paralel oluşu görülüyor

Faset transvers çizgisi üzerinde, faset orta noktası ile lamina en ince kısmı orta noktasından geçen lamina çizgi çizildi. Lamina çizgilerce oluşturulan lamina açıları ve lamina çizgilerin vertebral sagittal çizgiyle yaptıkları açıların asimetri değerleri hesaplandı (Resim 3).

Lamina çizgi ile faset transvers çizgisi arasındaki açıları ve farkları hesaplanarak lamina-faset açı asimetrisi belirlendi.



Resim 2: Vertebra transvers ve sagittal çizgileri, transvers faset çizgileri ve açıları görülmektedir



Resim 3: Lamina çizgileri, vertebra sagittal çizgisine göre yaptıkları açıları ve lamina-faset açıları görülmektedir

Hernisi ve laterale veya posteriore taşması olan diskleri patolojik grupta, posterior veya laterale taşması olmayan diskleri normal grupta değerlendirdik.

Her seviye için normal ve patolojik olguların fasetler arası, laminalar arası açıları ve faset, lamina, lamina-faset açıları asimetrisinin ortalamasını, standart sapmasını, korelasyonlarını, korelasyon anlamlılıklarını belirledik.

BULGULAR

Çalışma kapsamına aldığımız olguların yaş ortalaması x: 37.5 olup, yaş alt ve üst sınırı 25 ve 50'dir. Bu olguların 38'i kadın 31'i erkektir.

L4-L5 disk aralığında diskte bulging veya herni olmayan (N: normal) 16 olgu, bulging veya herni olan (P: patolojik) 53 olgu olmak üzere 69 hasta değerlendirildi. Normal olgularda fasetler arası (F+) ortalaması 88.18 ± 13.02 , alt-üst sınır 62-104 derece, laminalar arası açısı (L+) ortalaması $x: 99.87 \pm 8.26$, alt-üst sınır 87-110 derece, fasetler arası açısı (F-) ortalaması $x: 3.31 \pm 4.83$, alt-üst sınır 0-7 derece, laminalar arası açısı (L-) ortalaması $x: 2.75 \pm 3$, alt-üst sınır 0-9 derece, laminofaset açısı (LF-) ortalaması $x: 2.56 \pm 4.16$, alt-üst sınır 0-10 derece bulundu. Patolojik bulgulu 53 hastada ise bu değerler sırayla F+: 93.52 ± 16.77 , 0-129, L+: 102.96 ± 8.61 , 86-116, F-: 9.24 ± 5.16 , 2-26, L-:

7.19 ± 4.13 , 0-20, LF-: 7.71 ± 5.18 , 0-25 derece bulundu. Patolojik olgularda fasetler arası açısı, laminalar arası açısı normal olgulara göre büyüktür. Fasetler arası, laminalar arası ve laminofaset arası açısı asimetrisi ve değerlerin dağılım aralığının arttığı görüldü (Tablo 1).

L5-S1 disk aralığında 15 normal, 50 patolojik diskli 65 hasta değerlendirildi. Normal olgularda F+: 95.35 ± 19.70 , 76-141, L+: 114.14 ± 12.15 , 90-124, F-: 3.53 ± 4.59 , 0-10, L-: 3.71 ± 4.95 , 0-16, LF-: 1.42 ± 3.32 , 0-12; patolojik olgularda ise F+: 99.97 ± 20.38 , 70-144, L+: 115.54 ± 8.92 , 99-142, F-: 8.85 ± 5.51 , 0-19, L-: 7.69 ± 4.04 , 1-20, LF-: 7.85 ± 5.76 , 1-20 olarak bulundu (Tablo 1).

Tablo 1: L4-L5 ve L5-S1 disk seviyesinde ölçülen F+: faset açıları, L+: lamina açıları ve F-: faset açısı asimetrisi, L-: laminalar arası açısı simetrisi, LF-: laminofaset açısı asimetrisinin ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerlerinin dağılımı

L4 - L5 Seviyesi						
Açılar	Normal n: 16		Patolojik n: 53		Toplam n: 69	
	x / açı	Sd min - max	x	Sd min - max	x	Sd min - max
F+	88.18	13.02 62 - 104	93.52	16.77 60 - 129	91.52	16.32 60 - 129
L+	99.87	8.26 87 - 110	102.96	8.61 86 - 116	102.08	8.55 86 - 116
F-	3.31	4.83 0 - 7	9.24	5.16 2 - 26	7.75	5.75 0 - 26
L-	2.75	3 0 - 9	7.19	4.13 0 - 20	6.11	4.31 0 - 20
LF-	2.56	4.56 0 - 10	7.71	5.18 0 - 25	6.43	5.43 0 - 25
L5 - S1 seviyesi						
F+	95.35	19.70 76 - 141	99.97	20.38 70 - 144	98.95	20.14 70 - 144
L+	114.14	12.15 90 - 124	115.54	8.92 99 - 142	115.17	9.74 90 - 142
F-	3.53	4.59 0 - 10	8.85	5.51 0 - 19	7.31	5.75 0 - 19
L-	3.71	4.45 0 - 16	7.69	4.04 1 - 20	6.73	4.50 0 - 20
LF-	1.42	3.32 0 - 12	7.85	5.76 1 - 2	6.41	5.86 0 - 20

L5-S1 disk aralığında açılar L4-L5 disk aralığına göre artmaktadır. Normaller ile patolojikler arasındaki açı ve asimetri farklılaşması L4-L5 disk aralığındakine benzer özellik göstermektedir. lamino-faset açısı asimetrisi normalde daha azdır (Tablo 1). L4-L5 ve L5-S1 seviyelerinde tüm olgularda açı asimetrisi iki seviyede birbirine yakın ortalamada iken, L5-S1 seviyesinde fasetler arası açı ortalaması 7, laminalar arası açı ortalaması ise 3 derece daha fazladır (Tablo 1).

L4-L5 disk seviyesinde normallerde fasetler arası ve laminalar arası açılar, fasetler arası-laminalar arası açı asimetrisi, fasetler arası-laminofaset açılar ve laminalar arası-laminofaset açısı asimetrisi arasında anlamlı derecede korelasyon saptandı. Patolojik olgularda ise korelasyonlar pozitif yönde olmakla beraber anlamlılık düzeyinde değildir. Normal ve patolojik olgular birlikte değerlendirildiğinde açılar ve açı asimetrisinde anlamlı düzeyde pozitif korelasyon görülmektedir (Tablo 2).

Tablo 2: L4-L5 ve L5-S1 seviyelerinde F+: faset açısı, L+: lamina açısı, F-: faset açısı asimetrisi, L-: lamina açısı asimetrisi, LF-: laminofaset açısı asimetrisi arasında korelasyon dağılımı. r: korelasyon sayısı, p: anlamlılık değeri, -: anlamsız, +: anlamlı

L4 - L5 Seviyesi				
Açılar	Normal n: 16	Patolojik n: 53	Toplam n: 69	
F+/L+	r: 0.7109 + p: 0.0025>p>0.0005	0.2009 - 0.10>p>0.05	0.2970 + 0.10>p>0.005	
F-/L-	0.6594 + 0.005>p>0.0025	0.0584 - 0.45>p>0.25	0.2345 + 0.05>p>0.025	
F-/LF-	0.7924 + 0.0005>p	0.1792 - 0.010>p>0.05	0.8477 + 0.0005>p>	
L-/LF-	0.4401 + 0.05>p>0.025	0.0610 - 0.45>p>0.25	0.2953 + 0.01>p>0.005	
L5 - S1 seviyesi				
F+/L+	0.1084 - 0.45>p>0.25	0.0734 - 0.45>p>0.25	0.1520 - 0.25>p>0.10	
F-/L-	0.8644 + 0.0005>p	0.0827 - 0.45 p 0.25	0.3009 + 0.01 p 0.005	
F-/LF-	0.1206 - 0.45>p>0.25	0.1232 - 0.45>p>0.25	0.0054 - 0.45>p>0.25	
L-/LF-	0.2699 - 0.25>p>0.10	0.1520 - 0.25>p>0.10	0.2839 + 0.025>p>0.01	

Gerek normallerde, gerekse genel toplamda en anlamlı pozitif korelasyon fasetler arası asimetri ile laminofaset açısı asimetrisi arasında yer almaktadır.

L5-S1 disk seviyesinde ise normallerde sadece fasetler arası açı asimetrisi ile laminalar arası açı asimetrisi arasında anlamlı derecede pozitif korelasyon görüldü. Patolojik olgularda ise fasetlerarası ve laminalararası açı asimetrisi korelasyonu belirgin olarak azalmakta, incelenen diğer korelasyonlar ise normalle aynı anlamlılık derecesini korumaktadır.

Tüm olgular değerlendirildiğinde fasetlerarası-laminalararası açılarda korelasyonun pozitiflik oranı arttığı, fakat anlamlılık derecesinde olmadığı, fasetlerarası ve laminofasetler arası açı asimetrisinde pozitif korelasyon anlamlılık düzeyinin değişmediği görüldü. Fasetlerarası ve laminalararası açı asimetrisi ile laminalararası ve laminofaset açısı asimetrisi arasında anlamlı derecede pozitif korelasyon bulundu (Tablo 2).

L4-L5 ve L5-S1 disk seviyesinde normaller ile

Tablo 3: L4-L5 ve L5-S1 disk seviyesinde FN+: normalde faset, FP+: patolojikte faset açısı; LN+: normalde laminer, LP+k: patolojikte laminer açısı; LN-: normalde laminer açısı asimetrisi, LP-: patolojikte laminer açısı asimetrisi; FN-: normalde faset açısı asimetrisi, FP-: patolojikte faset açısı asimetrisi; LFN-: normalde laminofaset açısı asimetrisi, LFP-: patolojikte laminofaset açısı asimetrisi arasındaki anlamlılık dağılımı -: anlamsız, +: anlamlı

Açılar	L4 - L5 seviyesi			L5 - S1 seviyesi		
	t	p	±/-	t	p	±/-
FN+/FP+	1.34	0.10>p>0.05	-	0.79	0.25>p>0.10	-
FN-/FP-	4.14	p<0.0005	+	3.77	p<0.0005	+
LN+/LP+	1.30	0.10>p>0.05	-	0.41	0.45>p>0.25	-
LN-/LY-	4.77	p<0.0005	+	2.84	0.005>p>0.0025	+
LFN-/LFP-	4.09	p<0.0005	+	4.62	p<0.0005	+

patolojik olanlar arasında fasetlerarası ve leminalararası açılarda artma olmakla beraber (Tablo 1) anlamlı derecede farklılık bulunmadı (Tablo 3).

L4-L5 seviyesinde normaller ile patolojikler arasında fasetlerarası, laminalararası ve laminofaset açıları arası asimetride anlamlı derecede farklılaşma olmaktadır (Tablo 3).

L5-S1 disk seviyesinde normaller ile patolojikler arasında fasetlerarası, laminalararası ve laminofaset açıları arasında anlamlı derecede farklılaşma olmaktadır, fakat laminalararası asimetri diğerlerine göre daha az anlamlı düzeyde değişim göstermektedir (Tablo 3).

Sonuçlar:

1- L5-S1 seviyesinde fasetlerarası ve laminalararası açısı ortalaması, L4-L5 seviyesine göre büyüktür.

2- Patolojik diskli hastalarda, normallere göre fasetlerarası ve laminalararası açısı ortalamasında artma olmaktadır. Artış, laminalararası açısı ortalamasında daha azdır. Artışlar istatistik P değerlerine göre anlamlı değildir.

3- Patolojik disklerde fasetlerarası, laminalararası, laminofaset açıları arası asimetride artış olmaktadır.

4- L5-S1 seviyesinde, normallerde, laminofaset açıları arası asimetri en düşük düzeydedir.

5- L4-L5 seviyesinde normallerde ve genel to-

plamda açıları arasında anlamlı düzeyde korelasyon vardır, fakat patolojili hastalarda pozitif korelasyon devam etmekle beraber anlamlılığını kaybetmektedir.

6- Normal hastalarda en anlamlı pozitif korelasyon, L4-L5 seviyesinde fasetlerarası ve laminofaset açısı asimetride olurken, L5-S1 seviyesinde fasetler ve laminalararası açısı asimetride arasında olmaktadır.

7- L5-S1 seviyesinde genel toplamda fasetlerarası ve laminalararası açısı ve laminalararası-laminofaset açısı asimetride arasında anlamlı korelasyon vardır. Patolojik olgularda ise korelasyonlar pozitif olmakla beraber anlamlı düzeyde değildir.

8- L4-L5 ve L5-S1 seviyesinde normaller ile patolojikler arasında fasetlerarası, laminalararası ve laminofaset açıları arasında anlamlı düzeyde değişim olmaktadır.

9- Laminofaset açısı asimetrisi her iki seviyede, disk patolojisinde, anlamlı değişim göstermektedir. Laminofaset açısı asimetrisi ile faset ve laminer asimetri arasında, L4-L5 seviyesinde normallerde anlamlı korelasyon olmasına rağmen, L5-S1 seviyesinde yoktur.

TARTIŞMA

Disk dejenerasyonunun oluşmasında yaşın yanında faset ve lamina ortaya çıkan posterior arkus değişimleri de etkili olmaktadır (4,5), Bu

çalışmada posterior arkustaki pozisyon değişimlerini, fasetlerarası, laminalararası açıları, faset, lamina ve laminofaset açıları arasındaki asimetri durumlarını değerlendirerek belirlemeyi amaçladık. L4-L5 ve L5-S1 seviyelerinde, disk patolojisi olan veya olmayan olgularda posterior arkus pozisyon değişimleri arasında anlamlı fark gelişip, gelişmediğine bakıldı. Açı değişimleri, posterior arkusta hareket ve güç dağılımını, dolayısı ile disk üzerine binen yük dağılımını ve disk dejenerasyonunu etkilemektedir (3).

Fasetlerarası açı, L4-L5 ve L5-S1 seviyesinde patolojik olgularda artmakta, fakat bu artış anlamlılık derecesinde olmamaktadır. Laminalararası açıda da normal ve patolojik olgularda anlamlılık derecesine ulaşmayan artış olmaktadır. Her iki açıdaki değişim L5-S1 seviyesinde daha az anlamlıdır. Bu iki seviyede, disk dejenerasyonu ile fasetlerarası ve laminalararası açı değişimlerinde anlamlılık görülmemiştir.

Fasetlerarası açı ile laminalararası açının, birbirlerine bağımlı olarak değişimleri, tüm olgular birlikte değerlendirildiğinde L4-L5 seviyesinde anlamlı, L5-S1 seviyesinde ise anlamlı olmayan pozitif korelasyon göstermektedir (L4-L5 r: 0.27 p<0.01, L5-S1 r: 0.07 p<0.45) (Tablo 2). Bu sonuç Schaik ve arkadaşlarının bulguları ile uyumluluk göstermektedir (6). Disk dejenerasyonunda ise, pozitif korelasyon her iki seviyede azalmakta ve anlamlılık bozulmaktadır.

Fasetlerarası asimetri L4-L5 ve L5-S1 seviyelerinde, normal ile patolojik olgular arasında anlamlılık derecesi oldukça yüksek değişim göstermektedir (t: 4.14, p 0.0005, t: 3.77, p 0.0005) (Tablo 3). Faset asimetrisi ile disk dejenerasyonu arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki vardır. Faset asimetrisi disk dejenerasyon riskini arttırmaktadır.

Faset asimetrisi ile lamina asimetrisi arasında normal olgularda ve genel toplamda anlamlı düzeyde korelasyon vardır. Bu korelasyon L5-S1 seviyesinde daha büyüktür. Patolojik olgularda her iki seviyede korelasyon azalmakta ve anlamsızlaşmaktadır (Tablo 2). Fasetler ve laminalardaki asimetrenin patolojilerde bozulması, disk dejenerasyonunda, açıları arasındaki uyumun azalmasının etkin olduğunu göstermektedir. Normal ile patolojik olgular arasında, laminalar arası açıda anlamlı değişim olmaktadır. Bu değişim L5-S1 seviyesinde daha azdır. Aynı seviyedeki fasetlerarası açı değişiminden daha

az olması (F+ t: 0.79, p<0.25, L+ t: 0.41, p<0.45) L5-S1 seviyesinde disk dejenerasyonu ile fasetlerarası ve özellikle leminalararası açı değişimlerinin etkin olmadığını düşündürmektedir.

Laminer açı asimetrisi, L4-L5 seviyesinde L5-S1 seviyesine göre, daha fazla olmak üzere her iki seviyede, normal ile patoloji olgular arasında anlamlı derecede değişmektedir (sırayla t: 4.77, p<0.0005, t: 2.84, p<0.0005) (Tablo 3).

Lamina asimetrisi L4-L5 seviyesinde, disk patolojisine faset asimetrisi kadar etkili olurken (F- t: 4.14, p<0.0005, L- t: 4.77, p<0.0005), L5-S1 seviyesinde daha az etkili olduğu görülmektedir (F- t: 3.77, p<0.0005, L- T: 2.84, p<0.0005).

Faset asimetrisi ile laminofaset asimetrisi arasında L4-L5 seviyesinde, normal olgularda ve genel toplamda anlamlı, fakat L5-Sw seviyesinde anlamsız pozitif korelasyon vardır. L5-S1 seviyesinde patolojikler ile normaller arasında bu korelasyonda değişim olmaz iken (N t: 0.12, p<0.45, P t: 0.12, p<0.45), L4-L5 seviyesinde anlamsızlaşmaktadır (N t: 0.79, p<0.0005, P t: 0.17, p<0.10).

Bulgular, disk dejenerasyonlarında faset asimetrisi ile laminofaset açı asimetrisi arasında, L4-L5 seviyesinde anlamlı değişim olurken, L5-S1 seviyesinde değişim olmadığını göstermektedir. Her iki seviyede laminofaset açı asimetrisinde normaller ile patolojikler arasında oldukça anlamlı değişim olmaktadır (sırayla t: 4.09, p<0.0005, t: 4.62, p<0.0005).

Faset ve laminofaset asimetrileri arasında L4-L5 seviyesinde anlamlı, L5-S1 seviyesinde anlamsız korelasyon olması ve her iki seviyede normaller ile patolojikler arasında, laminofaset açı asimetrisinde anlamlı değişim görülmesi, faset asimetrisinin, L4-L5 seviyesinde laminofaset asimetrisinden etkilenmediğini, L5-S1 seviyesinde ise etkilenmediğini düşündürmektedir. L4-L5 seviyesinde laminofaset asimetrisi, disk patolojisinde, faset asimetrisi ile birlikte etkili olurken, L5-S1 seviyesinde laminofaset açı asimetrisi, faset açı asimetrisinden bağımsız olarak değişmektedir.

Laminofaset açı asimetrisi L4-L5 ve L5-S1 seviyesinde, patolojik olgularda birbirine yakın ortalama değişim göstermekte (sırayla x: 6.43 ± 5.43, x: 7.85 ± 7.56) fakat normallerde, L5-S1 seviyesinde oldukça az değişim göstermektedir (sırayla x: 2.56 ± 4.16, x: 1.42 ± 3.32). Her iki seviyede laminofaset açı asimetrisinde normaller ile patolojikler arasındaki

değişim anlamlı derecededir. Laminofaset açısı asimetrisi ile laminal asimetri arasında genelde, iki seviyede de anlamlı korelasyon vardır (sırasıyla $r: 0.29$, $p < 0.01$, $r: 0.28$, $p < 0.025$). Bu durum patolojilerde, L4-L5 seviyesinde, laminofaset asimetrisinin laminal asimetriden daha bağımsız olarak değiştiğini göstermektedir.

Patolojilerde laminal asimetri ve laminofaset asimetrisinin birbirine yakın düzeyde etkili olması, fakat aralarındaki korelasyonun L5-S1 seviyesine göre daha fazla bozulması, laminal asimetri ile laminofaset asimetrisi arasında L4-L5 seviyesinde, L5-S1 seviyesine göre daha az uyum olduğunu düşündürmektedir.

KAYNAKLAR

1. Schultz AB, Warwick DN, Berkson MH, Nachemson AL. Mechanical properties of human lumbar spine motion segments. Part I. Responses in flexion, extension, lateral bending and torsion. *J Biomech Eng* 1979; 101: 46-52.
2. Malmivaara A, Videman T, Kuosma E, Troup JDG. Facet joint orientation, facet and costovertebral joint osteoarthritis, disc degeneration, vertebral body osteophytosis, and Schmorl's nodes in the thoracolumbar junctional region of cadaveric spines. *Spine* 1987; 12: 458-463.
3. Hagg O, Wallner A. Facet joint asymmetry and protrusion of the intervertebral disc. *Spine* 1990; 15: 356-359.
4. Sato K, Wakamatsu F, Yoshizumi A, Watanabe N, Irei O. The configuration of the laminae and facet joints in degenerative spondylolisthesis. A clinicoradiologic study. *Spine* 1989; 14: 1265-1271.
5. Butler D, Trafimew JH, Andersson GBJ, McNeill TW, Huckman MS. Discs degenerate before facets. *Spine* 1990; 15: 111-113.
6. Schaik JPV, Verbiest H, Schaik FDJV. The orientation of laminae and facet joints in the lower lumbar spine. *Spine* 1985; 10: 569-63.