



Lumbosakral bölgedeki Kambin üçgeni ve foraminal alanların pozisyona göre değişimleri

Hüseyin BOTANLIOĞLU¹, Önder AYDINGÖZ¹, Fatih KANTARCI², Gökhan KAYNAK¹,
Mehmet Fatih GÜVEN¹, Sema ERTAN¹

¹İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, İstanbul;

²İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı, İstanbul

Amaç: Bu anatomik çalışmanın amacı endoskopik disk cerrahisi sırasında prone veya lateral dekübit yatış pozisyonunun lumbosakral bölgedeki Kambin üçgeni (KÜ) ve nöral foramen alanları üzerindeki etkilerini karşılaştırmaktır.

Çalışma planı: Otuz iki (16 erkek ve 16 kadın) sağlıklı gönüllü katılımcıya ait manyetik rezonans görüntüleri üzerinde, sağ ve sol taraf için L4-L5 ve L5-S1 seviyelerinde KÜ alanları (KÜA) ve nöral foramen alanları (FA) prone ve lateral dekübit pozisyonlarında yatmakta iken freehand ilgi alanı (ROI) tekniği ile ölçüldü. Prone ve lateral dekübit pozisyonlarında her bir taraf ve seviyeye dair elde edilen KÜA ve FA değerleri karşılaştırıldı.

Bulgular: Prone ve sağ lateral dekübit pozisyonunda L4-L5 seviyesi için ortalama sol KÜA değerleri sırasıyla 0.58 cm² ve 0.69 cm², L5-S1 seviyesi için ise 0.69 cm² ve 0.78 cm² idi. Prone ve sol lateral dekübit pozisyonunda L4-L5 seviyesi için ortalama sağ KÜA değerleri ise sırasıyla 0.54 cm² ve 0.65 cm², L5-S1 seviyesi için ise 0.69 cm² ve 0.81 cm² olarak bulundu. Her iki seviyede, sağ ve sol taraflarda ölçülen KÜA'nın prone ve lateral dekübit pozisyon değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı idi (p=0.05). FA ölçümlerinde ise lateral dekübit ve prone pozisyonu arasında yalnızca L5-S1 seviyesinde sağ taraf değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı (p=0.05).

Çıkarımlar: Çalışmamız, L4-L5 ve L5-S1 seviyelerinde ölçülen KÜA değerlerinin prone pozisyona göre lateral dekübit pozisyonunda daha geniş olduğunu ortaya koymuştur.

Anahtar sözcükler: Endoskopik disk cerrahisi; foraminal alan; lateral dekübit; Kambin üçgeni; prone.

Endoskopik lomber disk cerrahisi teknoloji ilerle- diğçe daha popüler olmaktadır. Lomber disk hernisi- nin tedavisi için minimal invaziv cerrahi yöntemler, açık cerrahide rastlanabilen iatrojenik morbidite riskine yol açmadan cerrahi çözüm sunabilmeyi amaçlamaktadır.^[1] Endoskopik teknikler ile başarılı bir sonuç, disk bölgesi- ne güvenli yaklaşım olanağı sağlayan ve Parviz Kambin tarafından tanımlanmış olan Kambin üçgeninin (KÜ)

bilinmesi ile mümkündür.^[2-4] Güvenli bir yaklaşım iat- rojenik sinir hasarını önlemekle birlikte,^[4] sinir kökü sorunları gibi komplikasyonların ise cerrahi deneyim arttıkça giderek azaldığı bildirilmektedir.^[5]

Bazı cerrahlar bu prosedür için lateral dekübit po- zisyonunu, birçok yazar ise prone pozisyonunu tercih etmektedir.^[4-8] Hasta pozisyonunun KÜ veya nöral for- amen üzerindeki etkisi literatürde bildirilmemişse de,

Yazışma adresi: Dr. Hüseyin Botanlioğlu, İstanbul Üniversitesi, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, 34303 Kocamustafapaşa, İstanbul.

Tel: +90 212 – 414 30 00 e-posta: huseyinbotanlioglu@gmail.com

Başvuru tarihi: 12.07.2014 **Kabul tarihi:** 03.01.2015

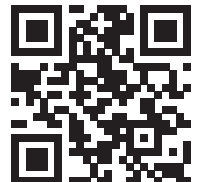
©2015 Türk Ortopedi ve Travmatoloji Derneği

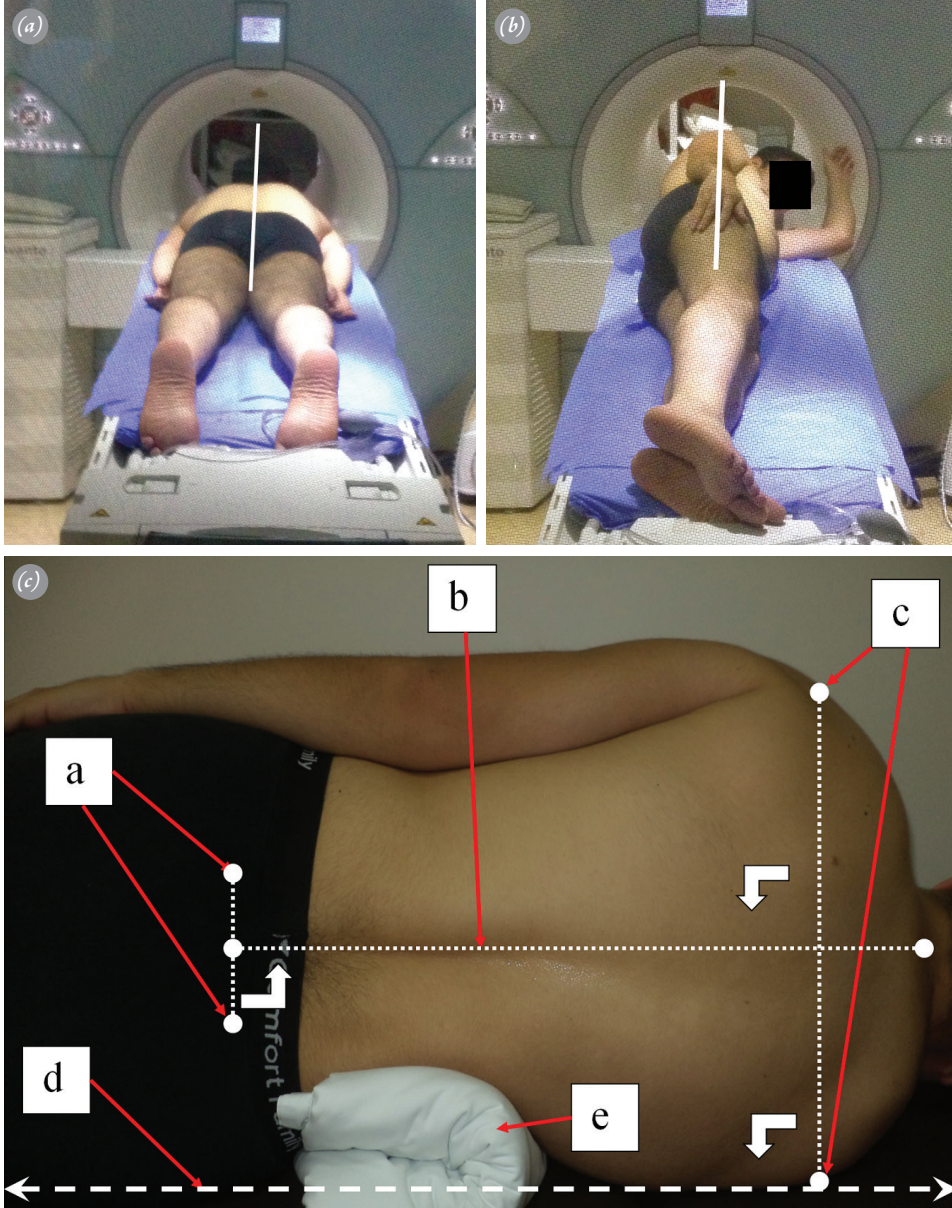
Bu yazının çevrimiçi İngilizce versiyonu

www.aott.org.tr adresinde

doi: 10.3944/AOTT.2015.14.0233

Karekod (Quick Response Code)





Şekil 1. Katılımcının MRG cihazı içinde pozisyonlanması. MRG masası üzerinde hastanın (a) prone ve (b) lateral dekübit pozisyonu. Beyaz çizginin MRG cihazı ile paralel uzanım gösterdiği izlenmektedir. (c) Lateral dekübit pozisyonunun muayene masasında şematik görünümü. (a: sağ ve sol spina iliaka posterior superior (SIIPS), b: orta hat sırt oluğu, c: sağ ve sol posterior akromial köşeler, d: muayene masasına paralel olarak çizilen hayali çizgi ve e: yan destek). [Bu şekil, derginin www.aott.org.tr adresindeki çevrimiçi versiyonunda renkli görülebilir.]

lateral dekübit pozisyonunun daha geniş bir çalışma alanı sağladığı bilinmektedir.^[6,9]

Bu çalışmanın amacı, KÜ ve nöral foramenin manyetik rezonans görüntüleme ile belirlenen kesitsel alan ölçümleri üzerine hastanın prone ve lateral dekübit pozisyonlarının etkisini belirlemektir.

Hastalar ve yöntem

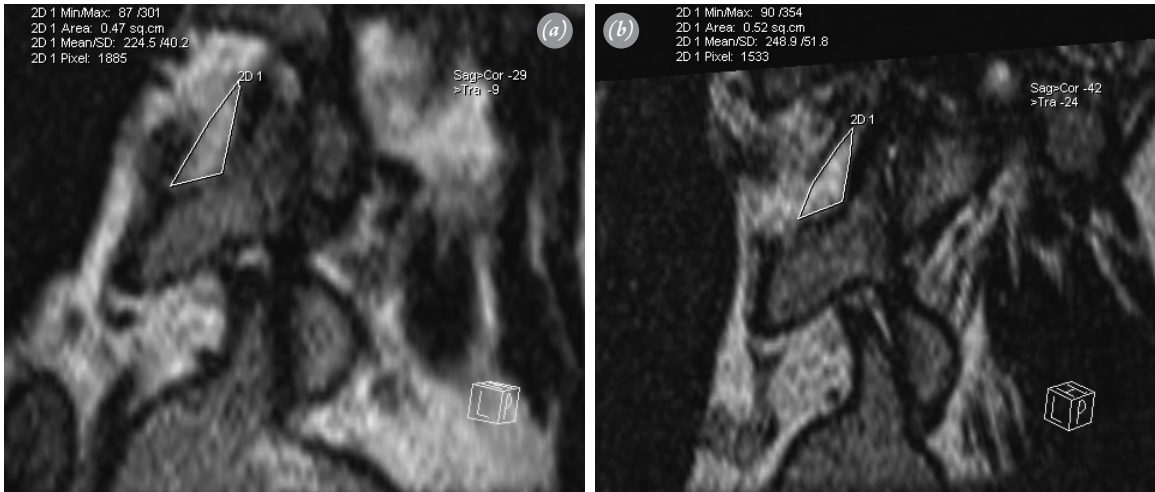
Çalışmamız 2012 yılının Mayıs ve Haziran ayları

arasında 16 kadın ve 16 erkekten oluşan toplam 32 sağlıklı gönüllünün katılımı ile yürütüldü. Gönüllülerin hiçbirinde klinik veya radyolojik olarak belirlenen ortopedik veya spinal bir patolojiye rastlanmadı. Bu çalışma Kurumsal Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'nce desteklenmiş ve Helsinki Bildirgesi'nin en güncel versiyonu ışığında hastanemizin etik kurulu tarafından onaylanmıştır. Çalışma öncesi katılımcıların yazılı onamları alındı.

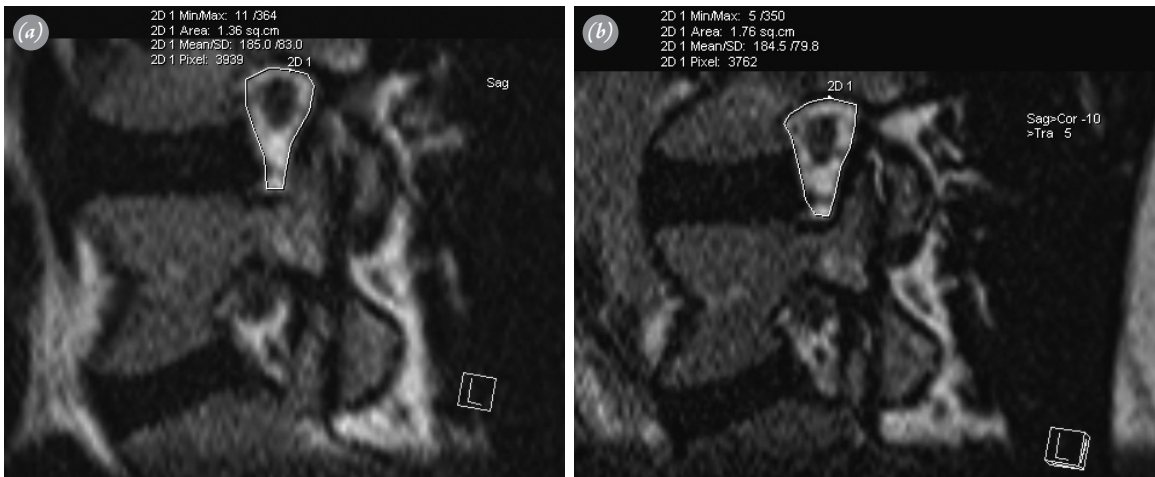
Manyetik rezonans görüntülemeleri 1.5 Tesla (gradyan gücü: 45 miliTesla, yazılım versiyonu B17) olan manyetik rezonans görüntüleme sistemi (MAGNETOM Avanto; Siemens AG, Münih, Almanya) kullanılarak, 15 yıldan uzun süredir kas-iskelet radyolojisi deneyimine sahip olan tek bir teknisyen tarafından elde edildi. Deneyimli bir ortopedist hastaların MR cihazı içinde pozisyon verilmesi sırasında hazır bulundu. Tüm hastalara standart prone ve lateral dekübit pozisyonları uygulandı. Prone pozisyonlama için, katılımcı MR masası üzerine kolları iki yanında gövdesine paralel olacak şekilde uzatıldı. Sırtın orta hat dorsal oluğu, kaudalde her iki posterior superior spina iliaka ve kranialde her iki akromiyonun posterior köşelerinden geçirilen çizgilere dik olarak konumlandırıldı. Lateral dekübit pozisyonunda ise katılımcının bir kolu başının altına uzatıldı, diğeri gövdesi üzerinde paralel olarak uzanacak şekilde konumlan-

dırıldı. Lomber omurların sarkmasını önlemek için yan destek olarak bir rulo kullanıldı. Katılımcıların tümünde sırtın orta hat dorsal oluğunun MR cihazının masasına mutlak paralel uzanmasına özen gösterildi. Trokanter majör ve akromiyonun lateral köşesinin ortası arasında çizilen çizginin MR cihazının masasına paralel olması, ideal lateral dekübit pozisyonu olarak kabul edildi. Katılımcıların tamamı prone ve sağ ve sol lateral dekübit pozisyonunda incelendi (Şekil 1).

Görüntülemelerde T2-ağırlıklı 3-boyutlu turbo spin-eko ile değişken çevirme açısı (SPACE) sekanslar kullanıldı. Görüntüleme parametreleri belirtildiği şekilde düzenlendi: TR=1000 milisaniye, TE= 128 milisaniye, görüş alanı (FOV)=220 mm, matris=320x320, çevirme açısı=150° ve tek 3-boyutlu levha içeren 104 submilimetrik (0.7 mm) bitişik dilimler.



Şekil 2. Aynı katılımcıya ait (a) prone ve (b) lateral dekübit pozisyonunda çekilen MR görüntüsünde Kamin üçgeni alanı ölçümleri.



Şekil 3. Aynı katılımcıya ait (a) prone ve (b) lateral dekübit pozisyonunda çekilen MR görüntüsünde foraminal alan ölçümleri.

Lomber disk patolojilerinin daha sık rastlandığı L4-5 ve L5-S1 seviyeleri bu teknikte incelendi. KÜ alanı (KÜA) ile nöral foramen alanları (FA) görüntüleme yazılımı yardımı ile uydu iş istasyonunda (LEONARDO Workstation; Siemens AG, Münih, Almanya) ölçüldü. Üç boyutlu MR kesitleri 10 yıldan daha uzun süreli deneyime sahip tek bir radyoloji uzmanı tarafından değerlendirildi. Üç boyutlu MR kesitleri üzerinde ölçüm yapan radyoloji uzmanının ölçüm yaptığı katılımcının pozisyonu gözlenerek tek tarafı körlük sağlandı.

Ölçülen ilgi alanlarının (region of interest, ROI) her biri freehand ROI tekniği kullanılarak hesaplandı. Freehand ROI tekniği ile santimetrekare (cm²) cinsinden alanların maksimum, minimum, standart sapma ve ortalama değerlerinin nicel analizi sağlandı. Ölçümler üç kez tekrarlanarak ortalama değerleri hesaplandı. Ölçümler tek bir radyoloji uzmanı tarafından yapıldı. KÜA ve FA ölçümlerine dair sunulan örnekler Şekil 2 ve 3'te gösterilmiştir.

Kambin üçgeninin endoskopik görüntüsü, 3-boyutlu MRG'de şöyle tasarlandı. Vertebra cisminin orta noktası ile spinöz çıkıntıyı birleştiren çizgi, MR görüntülerinin gerçek sagittal planı olarak kabul edildi. Elde edilen gerçek sagittal planı sağda +25 derece, solda ise -25 derece açılarıyla kesen birer çizgi çizildi. Daha sonra, gerçek sagittal plan eksenini, frontal plana göre 25 derecelik bir açıyla nöral forameni gösterecek şekilde bu çizgiye paralel hale getirildi.^[10] Sinir kökünün uzun eksenini KÜ'nün hipotenüsü, daha kaudaldeki vertebraya ait superior artıklar çıkıntısının frontal yüzeyi ve pedikülün üst sınırı ise üçgenin dik kenarları olarak kabul edildi. Dik kenarların oluşturulmasında yağ dokuya ait parlak sinyal ile korti-

Tablo 1. Katılımcıların yaş ve VKİ verileri.

	Yaş (yıl)	VKİ (kg/m ²)
	(Ort.±SS)	(Ort.±SS)
Erkek	28.2±2.2	25.9±2.8
Kadın	33.9±7.7	26.4±6.0
Erkek+Kadın	31.1±6.3	26.1±4.6

SS: standart sapma; VKİ: vücut kitle indeksi.

kal ara yüze ait sinyal yokluğu alanından (siyah) yararlanıldı. KÜ olarak adlandırılan bu üçgenin alanı freehand ROI tekniği kullanılarak ölçüldü.^[11,12]

Nöral FA daha önce tanımlanan gerçek sagittal plan ekseninden yararlanılarak ölçüldü. Ölçüm, odaklanan seviyede nöral FA'nın en geniş alana sahip olduğu ve 'gözyaşı' şeklinin en iyi izlendiği görüntü kullanılarak yapıldı. Nöral foramenin gözyaşı damlası şeklini aldığı ve sinirin midpediküler yerleşimde daire şeklinde izlendiği kesit bu amaçla uygun bulundu.

İstatistiksel analizler SPSS v.19.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) programı kullanılarak yapıldı. Kolmogorov-Smirnov testinde nicel değişkenlerin normal dağılım göstermesi nedeniyle ölçümlerin karşılaştırılmasında parametrik testler kullanıldı. Nicel veri örneklemeleri eşleştirilmiş t-testi kullanılarak incelendi. P<0.05 olması istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Bulgular

Katılımcıların yaş ve vücut kitle indeksi verileri Tablo 1'de özetlenmiştir. Vücut kitle indeksi değerleri yönün-

Tablo 2. Tüm katılımcılarda her iki vertebral seviyede elde edilen FA ve KÜA değerlerinin (ortalama±SS) sağ ve sol taraflarda pozisyona göre karşılaştırılması.

Sol taraf	Omur seviyesi	Prone pozisyon	Sağ LD pozisyonu	p
KÜA (cm ²)	L4-L5	0.58±0.17	0.69±0.20	0.001
	L5-S1	0.69±0.26	0.78±0.30	0.025
FA (cm ²)	L4-L5	1.49±0.22	1.54±0.22	0.241
	L5-S1	1.52±0.30	1.62±0.28	0.052
Sağ taraf	Omur seviyesi	Prone pozisyon	Sol LD pozisyonu	p
KÜA (cm ²)	L4-L5	0.54±0.18	0.65±0.19	0.001
	L5-S1	0.69±0.25	0.81±0.30	0.001
FA (cm ²)	L4-L5	1.55±0.23	1.64±0.27	0.056
	L5-S1	1.56±0.30	1.69±0.27	0.020

FA: foraminal alan; KÜA: Kambin üçgeni alanı; LD: lateral dekübit; SS: standart sapma. Anlamlı p değerleri koyu yazılmıştır.

Tablo 3. Erkek ve kadın katılımcılarda her iki vertebral seviyede elde edilen FA ve KÜA değerlerinin (ortalama±SS) sağ ve sol taraflarda pozisyona göre karşılaştırılması.

Sol taraf	Omur seviyesi	Kadın			Erkek		
		Prone pozisyon	Sağ LD pozisyonu	p	Prone pozisyon	Sağ LD pozisyonu	p
KÜA (cm ²)	L4-L5	0.60±0.16	0.72±0.20	0.002	0.57±0.19	0.66±0.19	0.008
	L5-S1	0.70±0.24	0.77±0.25	0.229	0.68±0.29	0.78±0.36	0.057
FA (cm ²)	L4-L5	1.49±0.18	1.51±0.20	0.671	1.50±0.26	1.58±0.25	0.025
	L5-S1	1.49±0.35	1.56±0.28	0.439	1.55±0.25	1.68±0.28	0.024
Sağ taraf	Omur seviyesi	Prone pozisyon	Sağ LD pozisyonu	p	Prone pozisyon	Sağ LD pozisyonu	p
KÜA (cm ²)	L4-L5	0.57±0.15	0.65±0.18	0.004	0.51±0.20	0.64±0.20	0.002
	L5-S1	0.72±0.17	0.88±0.28	0.002	0.66±0.31	0.73±0.32	0.136
FA (cm ²)	L4-L5	1.56±0.25	1.61±0.32	0.436	1.54±0.21	1.67±0.22	0.067
	L5-S1	1.54±0.30	1.60±0.23	0.311	1.58±0.30	1.78±0.29	0.036

FA: foraminal alan; KÜA: Kambin üçgeni alanı; LD: lateral dekübit; SS: standart sapma. Anlamlı p değerleri koyu yazılmıştır.

den kadın ve erkek katılımcılar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ($p=0.738$).

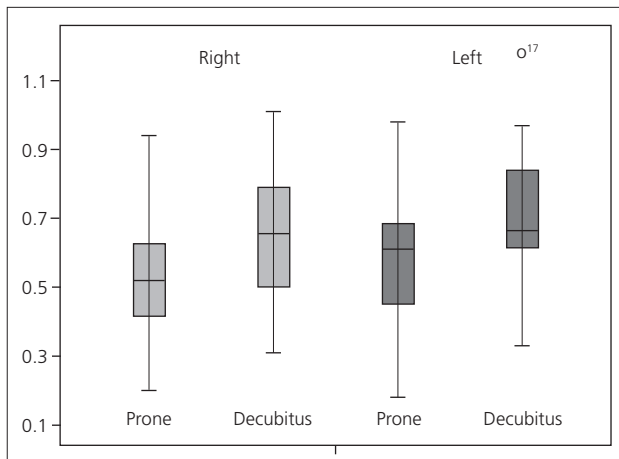
Ortalama KÜA ve FA değerleri Tablo 2 ve 3'te sunulmuştur. Hem kadın hem de erkek katılımcılarda L4-5 ve L5-S1 seviyelerine ait ortalama KÜA değerlerinin her iki lateral dekübit pozisyonunda prone pozisyonuna göre daha geniş olduğu bulundu (Şekil 4 ve 5). Bu seviyelerde lateral dekübit ve prone pozisyonlarında ölçülen KÜA arasındaki farkın çalışma grubunun tamamında istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptandı (Tablo 2 ve 3).

Katılımcıların tümünde lateral dekübit pozisyonun-

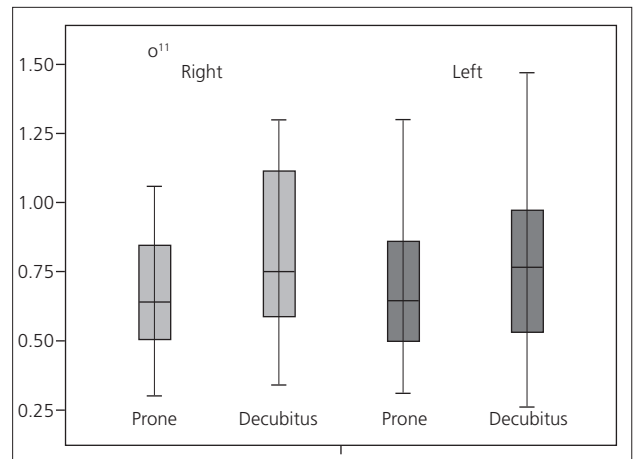
da ölçülen FA değerlerinin prone pozisyonunda elde edilenlere göre her iki seviyede de daha geniş olmasına rağmen, bu farklılık yalnızca L5-S1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı idi ($p=0.036$).

Tartışma

Kambin ve Hijikata^[1,3,13] tarafından tanımlanmış olan perkütan endoskopik lomber disk cerrahisinin literatürde bildirilen en sık komplikasyonu geçici disestezi- dir.^[14] Çıkan kökün irritasyonu, kanül yerleşimi sırasında ağrıya bağlı gelişen vazovagal senkop ve şok tablosu



Şekil 4. Prone ve lateral dekübit pozisyonlarında L4-5 seviyelerinde ortalama KÜA değerlerinin karşılaştırılması. Açık gri dolgu rengi sağ taraf L4-5 düzeyini, koyu gri dolgu rengi ise sol taraf L4-5 düzeyini göstermektedir.



Şekil 5. Prone ve lateral dekübit pozisyonlarında L5-S1 seviyelerinde ortalama KÜA değerlerinin karşılaştırılması. Açık gri dolgu rengi sağ taraf L5-S1 düzeyini, koyu gri dolgu rengi ise sol taraf L5-S1 düzeyini göstermektedir.

diğer komplikasyonlar arasında sayılabilir.^[15,16] Cerrahin deneyimi arttıkça komplikasyon oranları azalır.^[5] Sıklıkla portal yerleştirilmesi veya kanül girişi sırasında ortaya çıkan geçici disestezi, çalışma alanının floroskopi ile teyit edilmesi ile önlenmektedir.^[1,15,17] Tekniğin başarısı için KÜA iyi bilinmelidir. İntervertebral foraminal girişimlerde KÜA'nın güvenli bir giriş olarak kullanılabilirdiği, kadavra çalışmalarında ortaya konmuştur.^[18] Lomber intervertebral FA ile omurların dizilimi vücut pozisyonuna göre değişkenlik gösterebilir.^[19,20] Endoskopik spinal işlemler sırasında bazı cerrahlar prone pozisyonu,^[5] diğerleri ise lateral dekübit pozisyonu tercih etmektedir.^[4,6-8,21] Çalışmamıza katılan gönüllülerin tümünde L4-L5 ve L5-S1 seviyelerindeki her iki FA'nın sağ ve sol lateral dekübit pozisyonundaki değerleri prone pozisyonda yapılan ölçümlere göre daha geniş idiye de, bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildi. Bu durum cerrahların transforaminal disk girişimlerinde lateral dekübit pozisyonunu tercih etmelerini destekler niteliktedir.

Kadın gönüllülerin L4-L5 ve L5-S1 seviyesinde ölçülen FA'lar pozisyon değişikliğinden anlamlı ölçüde etkilenmezken, bu grupta KÜA ölçümleri L4-L5 seviyesinde lateral dekübit pozisyonunda prone pozisyonuna göre daha geniş bulundu. Çalışmamız lateral dekübit pozisyonunda prone pozisyonuna göre L4-L5 ve L5-S1 seviyelerinde KÜA'ların daha geniş olduğunu göstermiştir. Yer çekimi etkisi ile dural kesenin karşı tarafa yer değiştirmesi lateral dekübit pozisyonundaki bu durumun nedeni olabilir.^[6,9] Daha geniş bir çalışma sahası sağlamanın yanı sıra lateral dekübit pozisyonun diğer avantajları, azalmış intra-abdominal basınç sayesinde daha az kan kaybına yol açması ve lokal anestezi altında yapılacak düz bacak kaldırma testine olanak sağlamasıdır.^[6,9] Prone pozisyonunda %13'lere ulaşabilen kök komplikasyonu oranı, lateral dekübit pozisyonunda %1.14 ile %4.76 arasındadır.^[8,21,22] Nöral yapıların yanı sıra radikülomedüller arterler de komşu sinir kökünün üst sınırına nöral foramenin içinde veya hemen dışında ulaşmaktadır. Transforaminal epidural steroid enjeksiyonlarının KÜ kullanılarak uygulanmasının daha verimli ve güvenilir olduğu, daha az nörolojik ve vasküler komplikasyonlar ile sonuçlandığı bildirilmiştir.^[23,24] Yaklaşık 0.11 cm² ortalama alan artışı lateral dekübit pozisyonunda gerçek bir değişimi yansıtabilir veya ölçüm hatasının basit bir yansıması da olabilir. Yine de, bu bulgular, yukarıda sözü edilen destekleyici unsurlar ışığında lateral dekübit pozisyonunun daha geniş bir çalışma alanı sağladığını göstermektedir.

Endoskopik disk cerrahisinin öğrenme eğrisi uzundur ve bu işlemin başarılı yapılması için hem eğitim hem tecrübe oldukça önem taşımaktadır.^[15,25,26] Cerrahi sırasında rastlanan komplikasyon oranları cerrahinin baş-

langıç aşamasında daha yüksek olmakla birlikte, güvenli alanın ortaya konması ile nörovasküler ve iç organ yaralanmaları önlenmektedir.^[15,18] Bulgularımız, özellikle endoskopik lomber disk cerrahisine yeni başlayan cerrahlara prone pozisyonuna göre lateral dekübit pozisyonunu tercih etme konusunda yol gösterebilir.

Disk cerrahilerinin çoğu bu seviyelerde yapıldığından,^[15,17,22,25,27] çalışmamızı L4-L5 ve L5-S1 seviyeleri ile sınırlı tuttuk. Sonuçlarımızın lumbosakral problemlere sahip hastalardan oluşan daha geniş seriler ile gözlemci içi ve gözlemciler arası değerlendirmeleri içeren yeni çalışmalarla desteklenmesine ihtiyaç vardır.

Sonuç olarak, ortalama KÜA ve FA ölçümlerinin değerleri lateral dekübit pozisyonunda nicel olarak daha fazla olsa da, lateral dekübit ve prone pozisyonları arasındaki anlamlı fark yalnızca KÜA ölçümlerinde gözlemlendi. Endoskopik disk cerrahisinde kritik çalışma alanı olarak bilinen KÜA'da izlenen bu artıştan dolayı bu çalışmanın sonuçları lateral dekübit pozisyonunun prone pozisyonuna göre daha güvenli olduğunu gösterebilir. Bununla birlikte, cerrahin alışkanlıkları ve oryantasyon problemleri gibi diğer faktörler de bu gibi cerrahi işlemlerin güvenliği üzerinde etkili olabilmektedir.

Çıkar örtüşmesi: Çıkar örtüşmesi bulunmadığı belirtilmiştir.

Kaynaklar

1. Ruetten S, Komp M, Merk H, Godolias G. Full-endoscopic interlaminar and transforaminal lumbar discectomy versus conventional microsurgical technique: a prospective, randomized, controlled study. *Spine (Phila Pa 1976)* 2008;33:931-9.
2. Lee DY, Shim CS, Ahn Y, Choi YG, Kim HJ, Lee SH. Comparison of percutaneous endoscopic lumbar discectomy and open lumbar microdiscectomy for recurrent disc herniation. *J Korean Neurosurg Soc* 2009;46:515-21.
3. Schaffer JL, Kambin P. Percutaneous posterolateral lumbar discectomy and decompression with a 6.9-millimeter cannula. Analysis of operative failures and complications. *J Bone Joint Surg Am* 1991;73:822-31.
4. Kambin P, Gellman H. Percutaneous lateral discectomy of lumbar spine: a preliminary report. *Clin Orthop* 1983;174:127-32.
5. Sasani M, Ozer AF, Oktenoglu T, Canbulat N, Sarioglu AC. Percutaneous endoscopic discectomy for far lateral lumbar disc herniations: prospective study and outcome of 66 patients. *Minim Invasive Neurosurg* 2007;50:91-7.
6. Ipreburg M, Godschalx A. Transforaminal endoscopic surgery in lumbar disc herniation in an economic crisis – The TESSYS method. *US Musculoskeletal Review* 2008;3:47-9.
7. Kim DH, Choi G, Lee SH. Endoscopic Spine Procedure.

- Chapter 14: Transforaminal Surgical Approach. New York, NY: Thieme Medical Publishers Inc.; 2011. p. 108-18.
8. Kafadar A, Kahraman S, Akbörü M. Percutaneous endoscopic transforaminal lumbar discectomy: a critical appraisal. *Minim Invasive Neurosurg* 2006;49:74-9.
 9. Finneson BE, Schmidek HH. Lumbar Disc Excision. In: Schmidek HH, editor. *Operative Neurosurgical Techniques: Indications, Methods and Results*. Vol. 2. 4th edition. Philadelphia: W.B. Saunders Co.; 2000. p. 2219-31.
 10. Yeung AT, Tsou PM. Posterolateral endoscopic excision for lumbar disc herniation: Surgical technique, outcome, and complications in 307 consecutive cases. *Spine (Phila Pa 1976)* 2002;27:722-31.
 11. Kambin P, Zhou L. History and current status of percutaneous arthroscopic disc surgery. *Spine (Phila Pa 1976)* 1996;21(24 Suppl):57-61.
 12. Kambin P; NASS. Arthroscopic microdiscectomy. *Spine J* 2003;3(3 Suppl):60-4.
 13. Nellensteijn J, Ostelo R, Bartels R, Peul W, van Royen B, van Tulder M. Transforaminal endoscopic surgery for symptomatic lumbar disc herniations: a systematic review of the literature. *Eur Spine J* 2010;19:181-204.
 14. Hijikata S, Yamagishi M, Nakayama T, Oomori K. Percutaneous nucleotomy. A new treatment method for lumbar disc herniation. *J Toden Hosp* 1975;5:5-13.
 15. Lee DY, Lee SH. Learning curve for percutaneous endoscopic lumbar discectomy. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 2008;48:383-9.
 16. Mayer HM, Brock M. Percutaneous endoscopic discectomy: surgical technique and preliminary results compared to microsurgical discectomy. *J Neurosurg* 1993;78:216-25.
 17. Lee DY, Ahn Y, Lee SH. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy for adolescent lumbar disc herniation: surgical outcomes in 46 consecutive patients. *Mt Sinai J Med* 2006;73:864-70.
 18. Montes García C, Guzmán Lara J. Identification of lumbar foramina with percutaneous pins. A cadaveric study. [Article in Spanish] *Acta Ortop Mex* 2008;22:233-7. [Abstract]
 19. Mauch F, Jung C, Huth J, Bauer G. Changes in the lumbar spine of athletes from supine to the true-standing position in magnetic resonance imaging. *Spine (Phila Pa 1976)* 2010;35:1002-7.
 20. Agarwal V, Wildstein M, Tillman JB, Pelkey WL, Alamin TF. Lumbar intersegmental spacing and angulation in the modified lateral decubitus position versus variants of prone positioning. *Spine J* 2009;9:580-4.
 21. Hoogland T, van den Brekel-Dijkstra K, Schubert M, Miklitz B. Endoscopic transforaminal discectomy for recurrent lumbar disc herniation: a prospective, cohort evaluation of 262 consecutive cases. *Spine (Phila Pa 1976)* 2008;33:973-8.
 22. Kim HS, Ju CI, Kim SW, Kim JG. Endoscopic transforaminal suprapedicular approach in high grade inferior migrated lumbar disc herniation. *J Korean Neurosurg Soc* 2009;45:67-73.
 23. Glaser SE, Shah RV. Root cause analysis of paraplegia following transforaminal epidural steroid injections: the 'unsafe' triangle. *Pain Physician* 2010;13:237-44.
 24. Park JW, Nam HS, Cho SK, Jung HJ, Lee BJ, Park Y. Kambin's Triangle Approach of Lumbar Transforaminal Epidural Injection with Spinal Stenosis. *Ann Rehabil Med* 2011;35:833-43.
 25. Postacchini F, Postacchini R. Operative management of lumbar disc herniation : the evolution of knowledge and surgical techniques in the last century. *Acta Neurochir Suppl* 2011;108:17-21.
 26. Tzaan WC. Transforaminal percutaneous endoscopic lumbar discectomy. *Chang Gung Med J* 2007;30:226-34.
 27. Furman MB, Reeves RS, Lee TS, Sthalekar ND. Fluoroscopic axial imaging in percutaneous lumbosacral procedures: An underutilized technique. *Pain Physician* 2006;9:199-206.