



Psödoeksfoliyatif Glokomda Prelaminer Bölge ve Lamina Kribozanın Arttırılmış Derinlik Görüntülü Optik Koherens Tomografi ile Değerlendirilmesi

Evaluation of Prelaminar Region and Lamina Cribrosa with Enhanced Depth Imaging Optical Coherence Tomography in Pseudoexfoliation Glaucoma

© Mehmet Giray Ersöz*, © Duygu Kunak Mart**, © Leyla Hazar***, © Emre Ayıntap**,

© İrfan Botan Güneş****, © Hakkı Özgür Konya*****

*İstanbul Retina Enstitüsü, Göz Hastalıkları Kliniği, İstanbul, Türkiye

**Sağlık Bilimleri Üniversitesi, İzmir Tepecik Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

***Kızıltepe Devlet Hastanesi, Göz Hastalıkları Kliniği, Mardin, Türkiye

****Borçka Devlet Hastanesi, Göz Hastalıkları Kliniği, Artvin, Türkiye

*****Kemalpaşa Devlet Hastanesi, Göz Hastalıkları Kliniği, İzmir, Türkiye

Öz

Amaç: Psödoeksfoliyatif glokom (PEG) hastaları ve sağlıklı gönüllülerde optik sinir başını arttırılmış derinlik görüntülü spektral domain-optik koherens tomografi (SD-OKT) ile analiz etmektir.

Gereç ve Yöntem: Bu prospektif çalışmada yaş ve cinsiyet bakımından eşleşen 70 PEG hastası ve 68 sağlıklı gönüllü değerlendirildi. Prelaminer doku ve lamina kriboza SD-OKT ile görüntüldü. Hastalığın evresi görme alanı ile belirlenerek prelaminer doku kalınlığı (PDK), lamina kriboza kalınlığı (LK) ve hastalık şiddeti ilişkisi değerlendirildi.

Bulgular: PEG hastaları ve kontrol grubu arasında yaş, cinsiyet, santral kornea kalınlığı ve aksiyel uzunluk açısından anlamlı fark bulunmadı. PEG hastalarında SD-OKT ile ortalama PDK ($93,1 \pm 44,5 \mu\text{m}$, $p < 0,05$) ve LK ($206,3 \pm 33,6 \mu\text{m}$, $p < 0,05$) kontrol grubuna göre anlamlı olarak düşük ölçüldü. PEG hastaları görme alanı kaybının şiddetine göre evrelere ayrıldı. PDK ile evre arasında istatistiksel anlamlı ilişki görülmezken ($p > 0,05$), LK ile evre arasında anlamlı ilişki saptandı ($p < 0,05$).

Sonuç: PDK'nin düşük olması ile PEG varlığı arasında korelasyon mevcutken hastalığın şiddeti ile PDK'nin korelasyonu saptanmadı. Laminer kalınlığının ise PEG şiddeti ve progresyonu ile anlamlı ilişkisi mevcuttur.

Anahtar Kelimeler: Arttırılmış derinlik görüntüleme, lamina kriboza, optik koherens tomografi, prelaminer doku, psödoeksfoliyatif glokom

Abstract

Objectives: To analyze optic nerve head images of pseudoexfoliative glaucoma (PXG) patients and healthy volunteers obtained with enhanced depth imaging spectral domain-optical coherence tomography (SD-OCT).

Materials and Methods: Seventy patients with PXG and 68 age- and gender-matched healthy subjects were included in this prospective study. The prelaminar tissue and lamina cribrosa were imaged using spectralis OCT with the enhanced depth imaging technique. PXG disease stage was determined with visual field to evaluate relationships between prelaminar tissue thickness (PTT), lamina cribrosa thickness (LT) and disease severity.

Results: There was no significant difference between the PXG group and control group with regard to age, gender, central corneal thickness, or axial length. The mean PTT ($93.1 \pm 44.5 \mu\text{m}$, $p < 0.05$) and LT ($206.3 \pm 33.6 \mu\text{m}$, $p < 0.05$) values of the PXG group were significantly lower compared to the control group in enhanced depth imaging OCT measurements. The PXG patients were divided into stages according to visual field defect severity. While a significant difference was not detected in PTT based on disease stage ($p > 0.05$), a statistically significant difference was detected between stages for LT ($p < 0.05$).

Conclusion: A thinner PTT was correlated with the presence of PXG but not with the severity of glaucoma. In addition, LT has a stronger relationship with disease severity and progression compared to PTT.

Keywords: Enhanced depth imaging, lamina cribrosa, optical coherence tomography, prelaminar tissue, pseudoexfoliation glaucoma

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Dr. Leyla Hazar, Kızıltepe Devlet Hastanesi, Göz Hastalıkları Kliniği, Mardin, Türkiye

Tel.: +90 505 811 61 58 E-posta: drleylahazar@hotmail.com **ORCID-ID:** orcid.org/0000-0002-8206-781X

Geliş Tarihi/Received: 01.06.2017 **Kabul Tarihi/Accepted:** 18.12.2017

©Telif Hakkı 2018 Türk Oftalmoloji Derneği
Türk Oftalmoloji Dergisi, Galenos Yayınevi tarafından basılmıştır.

Giriş

Psödoeksfolyasyon sendromu (PEX), yaşa bağlı bazal membranı tutan bir hastalıktır. Çeşitli oküler ve ekstra oküler dokularda aşırı ve ilerleyici fibriler materyal birikimi ile karakterizedir.¹ PEX'li hastaların büyük çoğunluğunda psödoeksfolyatif glokom (PEG) gelişir.² PEG, sekonder açık açılı glokomların en yaygın formudur.³ Yüksek göz içi basıncı (GİB), GİB'de şiddetli dalgalanma, hızlı progresyon, kötü prognoz ile karakterizedir.⁴ Yüksek GİB ve şiddetli dalgalanmalara lamina kribroza (LC) değişikliklerinin eşlik etmesinin kötü prognoz göstergesi olduğu düşünülmektedir.^{5,6,7} PEG'li gözlerde LC'de elastotik değişiklikler olduğu gösterilmiştir.⁷ Atomik kuvvet mikroskopu ile yapılan bir çalışmada, psödoeksfolyatif gözlerde LC sertliğinin azaldığı bildirilmiştir.⁸ Ayrıca, LC deformasyonu laminer basınç etkisiyle iskemiye yol açabilir.^{9,10} Laminer bölge, glokomda aksonal hasarın primer bölgesi olarak kabul edildiğinden, bu değişiklikler PEG'nin hızlı ilerlemesine katkıda bulunabilir.³ LC'yi örten prelaminer bölge retina ganglion hücreleri, akson demetleri, astrositler, kapillerler damarlar ve ekstra oküler materyalden oluşur. İskemi sonucu kalınlığı azalabilir.¹¹ Ayrıca, prelaminer doku kalınlığının (PDK), akut ve kronik GİB artışlarına bir yanıt olarak azaldığı gösterilmiştir.^{12,13}

Optik koherens tomografi (OKT), LC ve prelaminer dokunun ön kenarlarını görüntüleyebilse de, LC'nin arka kenarını görüntüleyemez. Spektral domain (SD)-OKT'nin bir özelliği olan arttırılmış derinlik görüntüleme (EDI) ile LC ve optik sinir başının (OSB) arka kenarı güvenli bir şekilde görüntülenebilir.^{14,15,16,17}

Çalışmamızda PEG hastaları ve sağlıklı gönüllülerin EDI SD-OCT ile elde edilen OSB görüntülerini analiz ettik. PEG grubu ve kontrol grubu arasında PDK ve LC kalınlığı (LK) açısından anlamlı bir fark olup olmadığını araştırmayı amaçladık. Ayrıca görme alanı, retina sinir lifi tabakası (RSLT) kalınlığı, dikey çukur/disk oranı ile belirlenen PEG evresi ile PDK ve LC arasındaki ilişkiyi araştırmayı planladık.

Gereç ve Yöntem

Bu prospektif çalışma İzmir Tepecik Eğitim ve Araştırma Hastanesi Tıbbi Etik Kurulu tarafından onaylandı. Çalışma boyunca Helsinki Bildirgesi'nin ilkelerine bağlı kalındı ve çalışmaya dahil edilen her bireyden çalışmaya katılmadan önce yazılı bilgilendirilmiş onam alındı. Ekim 2014 ile Mayıs 2015 arasında 70 PEG hastası ile yaş ve cinsiyet açısından eşleştirilmiş 68 sağlıklı birey çalışmaya dahil edildi. Çalışmaya dahil edilen hastalar ve sağlıklı bireylerin tıbbi geçmişleri ve demografik verileri kaydedildi. Tüm olgularda en iyi düzeltilmiş görme keskinliği, temassız speküler mikroskop ile merkezi kornea kalınlığı (sp-2000p, Topcon, Japonya), aksiyel uzunluk (Lenstar LS900, Haag-Streit AG, Koeniz, İsviçre), Goldmann aplanasyon tonometresi, biyomikroskop muayenesi, gonyoskopi, dilate fundus muayenesi, Octopus 1001 otomatik perimetri cihazı G2 programı (merkezi 30-2 eşik stratejisi) ile görme alanı testi (Interzeag AG, Schlieren, İsviçre) ve SD-OKT görüntüleme (Spectralis OCT, Heidelberg Engineering, Heidelberg, Almanya)

oluşan göz muayenesi yapıldı. Dilate fundus muayenesinde dikey çukur/disk oranı kaydedildi.

PEG tanı kriterleri: Bazal GİB'nin 21 mmHg'den büyük olması, açık ön kamara, glokomatöz optik nöropati, glokomda tipik görme alanı kusurları ve ön lens kapsülü, pupilla kenarı veya her ikisinde psödoeksfolyasyon materyali varlığı olarak belirlendi. Octopus perimetri için modifiye edilen Hodapp-Anderson-Parrish sistemi kullanılarak glokomlu hastalar sınıflandırıldı.¹⁸ PEG hastaları görme alanı defektlerinin şiddetine göre beş gruba ayrıldı. Evrelendirme kriterleri: Evre 1 (erken) glokom, ortalama sapma skoru (OSS) -0,7 ile +4,4 dB arasında; evre 2 (orta) glokom, OSS +4,5 ile +9,4 dB arasında; evre 3 (ileri) glokom, OSS +9,5 ile +15,3 dB arasında; evre 4 (şiddetli) glokom OSS +15,4 ile +23,1 dB arasında ve evre 5 (son evre) glokom OSS $\geq$ +23,2.

Gözlerin çalışmaya dahil edilme kriterleri en iyi düzeltilmiş görme keskinliğinin 20/40 veya daha yüksek olması, sferik refraksiyonun $\pm 5,0$ diyoptri, silindirik düzeltmenin ± 3 diyoptriden aralığında olması şeklinde belirlendi. Öğrenme etkisini en aza indirmek için en az iki görme alanı testi yapıldı. Sadece güvenilir (%15'in altında yanlış pozitif/negatif sonuç ve güvenilirlik faktörünün 15'in altında olması) ve uyumlu görme alanı sonuçları olan gözler çalışmaya dahil edildi. Kontrol grubu olgularında göz muayenesi ve perimetri sonuçları normaldi. Dışlama kriterleri arasında kardiyovasküler hastalık, diyabet, kafa travması, Alzheimer hastalığı, inme öyküsü, klostrfobi, oküler travma ve görme alanını ve RSLT'yi etkileyen diğer oküler hastalıklar vardı. GİB'si medikal tedavi ile kontrol altına alınamayan hastalar ve son evre hastaları çalışmaya dahil edilmedi. Her iki gözde de PEG varsa, sadece bir göz rastgele olarak seçildi.

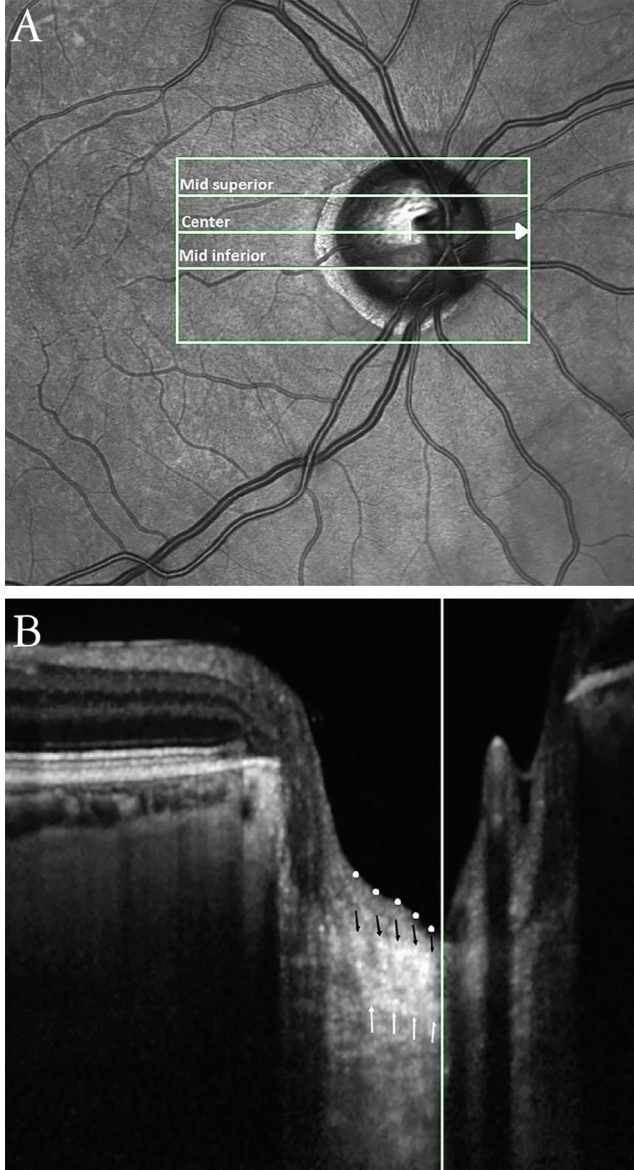
Spektral Alan-Optik Koherens Tomografi ile Peripapiller RSLT Ölçümü

Çalışmaya dahil edilen tüm OKT değerlendirmeleri aynı deneyimli göz hekimi tarafından yapıldı. OKT'de RSLT kalınlığı değerlendirmesi peripapiller bölge çapı 3,4 mm olan bir halka ile ve 768 A mod tarama kullanılarak yapıldı. Sadece sinyal gücü 20 dB'den yüksek olan ve iyi merkezli görüntüler kullanıldı. RSLT kalınlıkları otomatik olarak segmentlere ayrıldı ve Spectralis yazılımı (Sürüm 5.3.3.0) kullanılarak ölçüldü.

Spektral Alan-Optik Koherens Tomografi Arttırılmış Derinlik Görüntüleme Yöntemi ile Prelaminer Doku Kalınlığı ve Lamina Kribroza Kalınlığının Ölçümü

Prelaminer doku ve lamina kribroza, Spectralis OKT'nin arttırılmış derinlik tekniği kullanılarak görüntüldü. Disk, 10x15° dikdörtgene dahili nazal sabitleme ışığı kullanılarak merkezlendi. Bu dikdörtgen, 30 μ m aralıklarla 97 kesit (384 A-tarama) tarandı. Her kesitsel B-taraması için ortalama 45 kare üretildi. Kalınlık ölçümleri Spectralis yazılım sürümü 5.3.3.0 kullanılarak yapıldı. LK ve PDK 3 B-taramada (orta-üst, orta, orta-alt) OSB dikey merkezinde ölçüldü. OSB merkezi, merkezi retinal damarların OSB'den kaynaklandığı nokta olarak tanımlandı. Orta-üst ve orta alt konumlar optik diskin merkezi ve kenarı arasındaki mesafenin ortası olarak

belirlendi (Şekil 1A). LK, LC'nin ön ve arka sınırları arasındaki mesafe olarak tanımlandı. LC'nin sınırları, çok reflektif bölgenin başladığı ve bittiği yer olarak kabul edildi. Prelaminer doku, LC'nin ön kenarındaki reflektif alan olarak tanımlandı (Şekil 1B). Her hasta için orta üst, orta ve orta alt bölgelerdeki ölçümlerin ortalaması ortalama PDK ve LK olarak kabul edildi.



Şekil 1. Bir psödoeksfoliyatif glokom hastasının eşzamanlı görüntüleri. A) Laminar kalınlığı (LK) ve prelaminer doku kalınlığı B-taramaların (orta-üst, orta, orta-alt) her birinin dikey merkezinde ölçüldü. Orta-yatay çizginin orta yer alan kısa dikey çizgi, bir sonraki resimde yer alan dikey beyaz uzun çizgiyi temsil eder. B) Görüntü, optik sinir başının merkezinden elde edilen yatay kesitsel B-taramasını göstermektedir. Dikey beyaz çizgi, optik sinir başının dikey merkezini göstermektedir. Lamina kribrozanın (LC) sınırları, çok reflektif bölgenin başladığı ve bittiği yer olarak kabul edildi. Beyaz oklar LC'nin arka kenarlarını göstermektedir. Siyah oklar LC'nin ön sınırlarını işaret etmektedir. LK, LC'nin ön ve arka sınırları arasındaki mesafe olarak tanımlandı. Prelaminer doku, LC'nin ön kenarındaki reflektif alan olarak tanımlandı. Beyaz noktalar prelaminer dokunun ön kenarlarını göstermektedir

İstatistiksel analizler için ortalama PDK ve LK kullanıldı. PDK, LC ve PEG evresi arasındaki ilişki görme alanı, RSLT kalınlığı, dikey çukur/disk oranı ile belirlendi.

İstatistiksel Analiz

Tüm istatistiksel analizler SPSS paket programı (Sürüm 22, IBM corp., Armonk, New York, ABD) kullanılarak yapıldı. İstatistiksel açıdan p-değerinin 0,05'ten küçük olması anlamlı kabul edildi. Grupların karşılaştırılmasında sürekli değişkenler için bağımsız t testi, kategorik veriler için ki-kare testi kullanıldı. PEG grubunda farklı hastalık evrelerinde yer alan hastaların karşılaştırması Kruskal-Wallis testi ile yapıldı. Korelasyon analizi için Pearson korelasyon analizi kullanıldı.

Bulgular

Yetmiş PEG hastası ve 68 sağlıklı gönüllüye ait OSB EDI OKT görüntüleri analiz edildi. LC'nin arka kenarı net olarak görüntülenemediği için PEG grubundan 2 ve kontrol grubundan 3 hasta çalışmadan çıkarıldı. PEG grubunda 68 hasta ve kontrol grubunda 65 hasta istatistiksel analize dahil edildi.

PEG grubu ile kontrol grubu arasında yaş, cinsiyet, merkezi kornea kalınlığı ve aksiyel uzunluk açısından anlamlı fark yoktu. Çalışmaya dahil edilen olguların özellikleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

PEG grubunun ortalama PDK ($p<0,05$) ve LK ($p<0,05$) değerlerinin EDI OKT ölçümlerinde kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük olduğu bulundu. PEG grubunda ortalama PDK $93,1\pm44,5$ μ m iken kontrol grubunda $213,9\pm141,1$ μ m idi. Ortalama LK, PEG grubunda $206,3\pm33,6$ μ m olarak hesaplanırken kontrol grubunda $269,1\pm24,1$ μ m idi.

PEG hastaları görme alanı defektinin şiddetine göre evrelere ayrıldı. Erken evrede 16 hasta (%23,5), orta evrede 21 hasta (%30,9), ileri evrede 18 hasta (%26,5), şiddetli evrede 13 hasta (%19,1) vardı. Hastalık evreleri arasında PDK'de anlamlı bir fark saptanmazken ($p>0,05$), evreler arasında LK için istatistiksel anlamlı fark vardı ($p<0,05$). LK'nin post hoc çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 2'de gösterilmiştir.

Korelasyon analizinde PDK ile düşey çukur/disk oranı arasında zayıf bir korelasyon saptanırken, RSLT kalınlıkları ortalaması (RSLTav) ile korelasyon saptanmadı. LK'nin, dikey çukur/disk oranı ile negatif korelasyon gösterdiği, RSLTav ile ise pozitif korelasyon gösterdiği bulundu (Tablo 3, Şekil 2).

Tablo 1. Psödoeksfoliyatif glokomu ve kontrol gruplarının temel özellikleri

	Psödoeksfoliyatif glokom grubu	Kontrol grubu	p
Yaş [†]	63,7 $\pm$ 8,7	61,8 $\pm$ 7,6	0,589
Cinsiyet [‡]	35 kadın/33 erkek	32 kadın/33 erkek	0,796
MKK (μ m) [†]	530,3 $\pm$ 33,6	524,7 $\pm$ 32,5	0,329
AKS (mm) [†]	23,1 $\pm$ 0,9	22,9 $\pm$ 0,7	0,276

[†]Bağımsız t testi, [‡]Ki-kare testi

AKS: Aksiyel uzunluk, MKK: Merkezi korneal kalınlığı, p: Anlamlılık değeri

Tablo 2. Grupların lamina kribroza kalınlığının çoklu karşılaştırması

	Ortalama $\pm$ SD (μ m)	p*
Erken/Orta	233,62 $\pm$ 22,34/217,2 $\pm$ 11,94	0,329
Erken/İleri	233,62 $\pm$ 22,34/198,38 $\pm$ 23,99	0,001
Erken/Şiddetli	233,62 $\pm$ 22,34/166,0 $\pm$ 39,83	<0,001
Orta/İleri	217,2 $\pm$ 11,94/198,38 $\pm$ 23,99	0,157
Orta/Şiddetli	217,2 $\pm$ 11,94/166,0 $\pm$ 39,83	0,001
İleri/Şiddetli	198,38 $\pm$ 23,99/166,0 $\pm$ 39,83	0,465

*Kruskal-Wallis testi post hoc çoklu karşılaştırma

p: Anlamlılık değeri, SD: Standart deviasyon

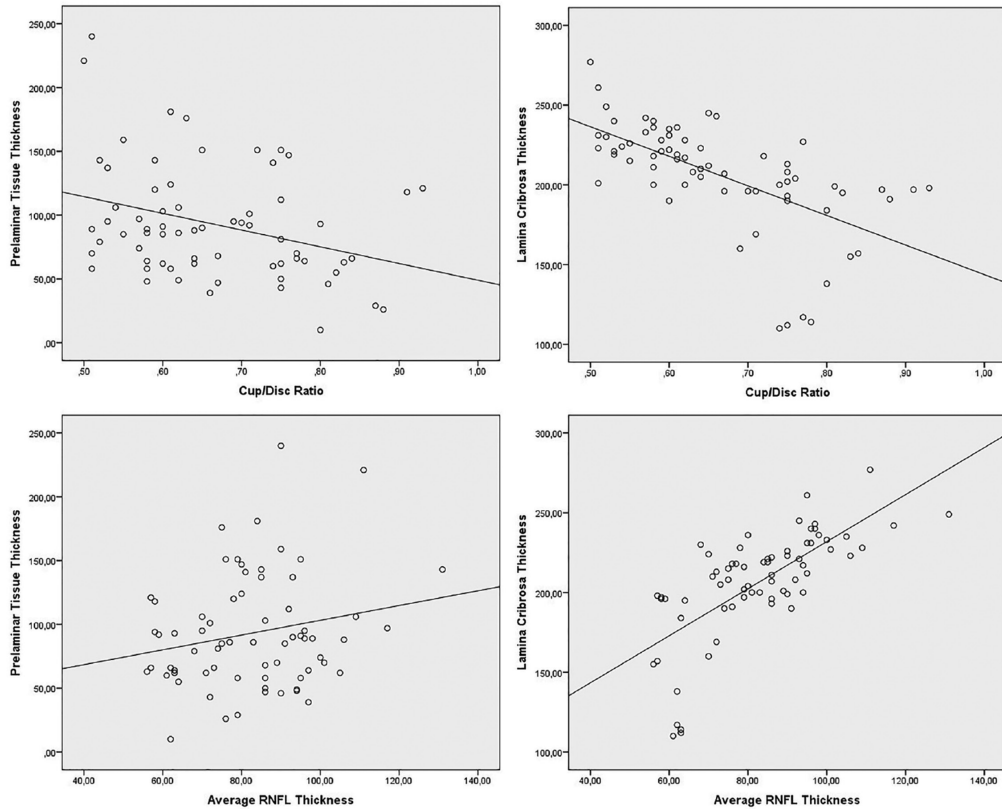
Tablo 3. Arttırılmış derinlik görüntüleme optik koherens tomografi ölçümleri ile dikey çukur/disk oranı ve ortalama retina sinir lifi tabakası kalınlığı arasındaki korelasyon

	Prelaminer doku kalınlığı		Laminer kalınlık	
	r	p	r	p
Dikey çukur/Disk oranı	-0,327	0,006	-0,613	<0,001
RSLTKort	0,208	0,089	0,700	<0,001

p: Anlamlılık değeri, r: Pearson korelasyon katsayısı, RSLTKort: Retina sinir lifi tabakası kalınlıklarının ortalaması

Tartışma

SD-OKT'de EDI'nın geliştirilmesi ile prelaminer ve laminer dokuların net görüntülenmesi sağlanmış ve bu yapılar ile glokom arasındaki ilişkilerin değerlendirilmesi hızlanmıştır.^{14,15,16,17,19} Park ve ark.¹⁶ bu yöntemin sınırlı olduğu bir nokta olduğuna işaret etti; EDI-OKT ile LC'nin derin kısmı ve arka sınırı, yapının kesin karakterizasyonu sağlayacak netlikte değildir. Yakın zamanda, 840 nm yerine (mevcut SD-OKT aletleri tarafından kullanılan dalga boyu) yaklaşık 1.050 nm'lik bir merkez dalga boyu kullanan swept source OKT olarak da bilinen yüksek penetrasyonlu OKT, koroid ve LC gibi daha derin oküler tabakaların görüntülenmesine olanak verir. LC'nin daha doğru karakterizasyonunu sağlayacağı düşünülmüştür.^{20,21} Çalışmamızda, LC'nin arka kenarları net olarak görüntülenemeyen hastalar çalışmaya dahil edilmedi. EDI kullanılarak yapılan çalışmalarda, GIB'nin yükselmesi ile PDK'nin azaldığı ve tedavi sonrasında tekrar arttığı gösterilmiştir.^{12,13,22,23,24} Ek olarak, Jung ve ark.¹³ primer açılı glokomlu (PAAG) hastalarda, normotansif glokomlu hastalara (NTG) kıyasla prelaminer dokunun daha ince olduğunu bildirmişlerdir. Chung ve ark.²⁵ progresyon göstermeyen glokom hastalarına göre ilerleyen glokom hastalarında PDK ve LK'nin düşük olduğunu bildirmiştir. Aynı çalışmada, PDK ve LK'nin

**Şekil 2.** Arttırılmış derinlik görüntüleme optik koherens tomografi ölçümleri ile dikey çukur/disk oranı ve ortalama retina sinir lifi tabakası kalınlığı arasındaki korelasyonu gösteren saçılım grafiği

RNFL: Retina sinir lifi tabakası

glokom progresyonu ile ilişkili olduğu bulunmuş, ancak çok değişkenli analizde sadece LK'nin glokom progresyonu ile ilişkili olduğu görülmüştür.²⁵

Bildiğimiz kadarıyla, çalışmamız PDK ve PEG arasındaki ilişkiyi araştıran ilk çalışmadır. Çalışmamızda, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, GİB değerleri medikal tedavi ile normal sınırlar içinde olan PEG hastalarında PDK'nin anlamlı derecede daha ince olduğu bulundu. Ancak, PEG grubunda evreler arasında anlamlı bir fark yoktu. Ayrıca PDK'nin dikey çukur/disk oranı ile zayıf korelasyon gösterdiği ve RSLTav ile korelasyon göstermediği görüldü. PDK'nin standart sapmasının yüksek olması hasta grubunda PDK değerlerinin geniş bir aralıkta dağıldığına işaret etmektedir. PDK değerleri aynı zamanda popülasyonda da geniş bir aralıkta dağıtılmaktadır ve dağılım homojen değildir. Bu nedenle, takipte PDK'nin değerlendirilmesi gerekli değildir. Çalışmamızın verileri, PDK'nin ince olmasının PEG varlığıyla ilişkili olduğunu, ancak glokomun şiddeti ile ilişkili olmadığını gösterdi.

LC, PEX'te patolojik değişikliklerin görüldüğü oküler yapılardan biridir.^{3,6,7,26,27,28} Yetersiz LOXL1 doku düzeyleri, LC gibi etkilenen dokularda elastotik değişikliklere yol açabilir.²⁹ Braunsman ve ark.⁸, PEG'li kadavra gözlerde yaptıkları çalışmada LC sertliğinin önemli ölçüde azaldığını bildirmişlerdir. Glokomda aksonal hasar primer olarak LC'de olduğu için, elastotik değişiklik ve LC'nin sertliğinin azalması PEX hastalarında glokom gelişmesine zemin hazırlayabilir.³ SD-OKT EDI sistemi ile yapılan bir çalışmada Park ve ark.¹⁴, LK'nin PAAG ve NTG hastalarında kontrol grubuna göre anlamlı derecede daha ince olduğunu bildirmiştir. Ayrıca, glokom hastalarında hastalık evresi arttıkça LK'nin azaldığını göstermişlerdir.¹⁴ Kim ve ark.³⁰, PEG hastalarında benzer hastalık evrelerindeki PAAG hastalarına göre LC'nin daha ince olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda, PEG hastalarında kontrol grubuna göre LK daha düşük bulundu. Hastalık evresinin ilerlemesiyle ortalama LK'nin azaldığı bildirilmiştir. Park ve Park.³¹, LK'nin tanı değerinin peripapiller RSLT kalınlığı ile benzer olduğunu ve erken evre hastalarda peripapiller RSLK kalınlığından daha iyi olduğunu saptamışlardır. Lee ve ark.³² tarafından yapılan bir çalışmada, LC'nin progresif RSLT inceliği ile ilişkili olduğu bildirilmiştir. Çalışmamızda, LK'nin dikey çukur/disk oranı ile negatif korelasyon gösterdiği, RSLTav ile ise pozitif korelasyon gösterdiği bulundu. Bu veriler ışığında, LK'nin PEG'nin gelişimi için bir risk faktörü olabileceği sonucuna varılmıştır. Ek olarak, laminer bölge glokomatöz hasarın hedeflerinden biri olabilir. Bu sonucu desteklemek için daha fazla sayıda hastanın dahil edildiği uzun süreli çalışmalara ihtiyaç vardır.

Çalışmanın Kısıtlılıkları

Çalışmaya PEX'li hastaların dahil edilmemiş olması ve sadece PEG hastalarını ve sağlıklı bireyler ile karşılaştırılmış olması çalışmamızın kısıtlılığıdır.

Sonuç

Sonuç olarak, SD-OKT EDI sistemleri ile ölçülen PDK ve LK değerlerinin düşük olması PEG varlığı ile korele idi. Ayrıca,

LK'nin hastalık şiddeti ve progresyonu ile ilişkisi PDK'ye kıyasla daha güçlüdür. SD-OKT EDI modu yeni geliştirilen bir teknolojidir ve birçok merkezde mevcut değildir, LK glokom kliniklerinde rutin olarak değerlendirilmemektedir. OKT sistemlerinin geliştirilmesi ile hastalığın teşhisi ve takibi için LK kullanılabilir.

Etik

Etik Kurul Onayı: Bu prospektif çalışma İzmir Tepecik Eğitim ve Araştırma Hastanesi Tıbbi Etik Kurulu tarafından onaylandı (karar no: 21/12).

Hasta Onayı: Alınmıştır.

Hakem Değerlendirmesi: Editörler kurulu dışında olan kişiler tarafından değerlendirilmiştir.

Yazarlık Katkıları

Cerrahi ve Medikal Uygulama: Mehmet Giray Ersöz, Duygu Kunak Mart, Emre Ayıntap, İrfan Botan Güneş, Hakkı Özgür Konya, **Konsept:** Mehmet Giray Ersöz, Leyla Hazar, Duygu Kunak Mart, **Dizayn:** Mehmet Giray Ersöz, Leyla Hazar, **Veri Toplama veya İşleme:** Mehmet Giray Ersöz, Duygu Kunak Mart, Leyla Hazar, Emre Ayıntap, İrfan Botan Güneş, Hakkı Özgür Konya, **Analiz veya Yorumlama:** Mehmet Giray Ersöz, Leyla Hazar, **Literatür Arama:** Mehmet Giray Ersöz, Leyla Hazar, **Yazan:** Mehmet Giray Ersöz.

Çıkar Çatışması: Yazarlar tarafından çıkar çatışması bildirilmemiştir.

Finansal Destek: Yazarlar tarafından finansal destek almadıkları bildirilmiştir.

Kaynaklar

1. Lindberg JG. Clinical investigations on depigmentation of the pupillary border and translucency of the iris in cases of senile cataract and in normal eyes in elderly persons. Acta Ophthalmol Suppl. 1989;190:1-96.
2. Ritch R, Schlotzer-Schrehardt U. Exfoliation syndrome. Surv Ophthalmol. 2001;45:265-315.
3. Anastasopoulos E, Founti P, Topouzis F. Update on pseudoexfoliation syndrome pathogenesis and associations with intraocular pressure, glaucoma and systemic diseases. Curr Opin Ophthalmol. 2015;26:82-89.
4. Heijl A, Bengtsson B, Hyman L, Leske MC, Early Manifest Glaucoma Trial Group. Natural history of open-angle glaucoma. Ophthalmology. 2009;116:2271-2276.
5. Netland PA, Ye H, Streten BW, Hernandez MR. Elastosis of the lamina cribrosa in pseudoexfoliation syndrome with glaucoma. Ophthalmology. 1995;102:878-886.
6. Pena JD, Netland PA, Vidal I, Dorr DA, Rasky A, Hernandez MR. Elastosis of the lamina cribrosa in glaucomatous optic neuropathy. Exp Eye Res. 1998;67:517-524.
7. Schlötzer-Schrehardt U, Hammer CM, Krysta AW, Hofmann-Rummelt C, Pasutto F, Sasaki T, Kruse FE, Zenkel M. LOXL1 deficiency in the lamina cribrosa as candidate susceptibility factor for a pseudoexfoliation-specific risk of glaucoma. Ophthalmology. 2012;119:1832-1843.
8. Braunsman C, Hammer CM, Rheinlaender J, Kruse FE, Schäffer TE, Schlötzer-Schrehardt U. Evaluation of lamina cribrosa and peripapillary sclera stiffness in pseudoexfoliation and normal eyes by atomic force microscopy. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2012;53:2960-2967.
9. Emery JM, Landis D, Paton D, Boniuk M, Craig JM. The lamina cribrosa in normal and glaucomatous human eyes. Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol. 1974;78:290-297.
10. Burgoyne CF, Downs JC, Bellezza AJ, Suh JK, Hart RT. The optic nerve head as a biomechanical structure: a new paradigm for understanding the role of

- IOP-related stress and strain in the pathophysiology of glaucomatous optic nerve head damage. *Prog Retin Eye Res.* 2005;24:39-73.
11. Hernandez MR, Igoe F, Neufeld AH. Extracellular matrix of the human optic nerve head. *Am J Ophthalmol.* 1986;102:139-148.
12. Agoumi Y, Sharpe GP, Hutchison DM, Nicoleta MT, Artes PH, Chauhan BC. Lamina and prelaminar tissue displacement during intraocular pressure elevation in glaucoma patients and healthy controls. *Ophthalmology.* 2011;118:52-59.
13. Jung YH, Park HY, Jung KI, Park CK. Comparison of prelaminar thickness between primary open angle glaucoma and normal tension glaucoma patients. *PLoS One.* 2015;10:e0120634.
14. Park HY, Jeon SH, Park CK. Enhanced depth imaging detects lamina cribrosa thickness differences in normal tension glaucoma and primary open-angle glaucoma. *Ophthalmology.* 2012;119:10-20.
15. Lee EJ, Kim TW, Weinreb RN, Park KH, Kim SH, Kim DM. Visualization of the lamina cribrosa using enhanced depth imaging spectral-domain optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol.* 2011;152:87-95.
16. Park SC, De Moraes CG, Teng CC, Tello C, Liebmann JM, Ritch R. Enhanced depth imaging optical coherence tomography of deep optic nerve complex structures in glaucoma. *Ophthalmology.* 2012;119:3-9.
17. Ersoz MG, Mart DK, Ayintap E, Hazar L, Gunes IB, Adiyek SK, Dogan B. The factors influencing peripapillary choroidal thickness in primary open-angle glaucoma. *Int Ophthalmol.* 2017;37:827-833.
18. Mills RP, Budenz DL, Lee PP, Noecker RJ, Walt JG, Siegartel LR, Evans SJ, Doyle JJ. Categorizing the stage of glaucoma from pre-diagnosis to end-stage disease. *Am J Ophthalmol.* 2006;141:24-30.
19. Yang H, Qi J, Hardin C, Gardiner SK, Strouthidis NG, Fortune B, Burgoyne CE. Spectral-domain optical coherence tomography enhanced depth imaging of the normal and glaucomatous nonhuman primate optic nerve head. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2012;53:394-405.
20. Nuyen B, Mansouri K, N Weinreb R. Imaging of the Lamina Cribrosa using Swept-Source Optical Coherence Tomography *J Curr Glaucoma Pract.* 2012;6:113-119.
21. Loureiro MM, Vianna JR, Danthurebandara VM, Sharpe GP, Hutchison DM, Nicoleta MT, Chauhan BC. Visibility of Optic Nerve Head Structures With Spectral-domain and Swept-source Optical Coherence Tomography. *J Glaucoma.* 2017;26:792-797.
22. Reis AS, O'Leary N, Stanfield MJ, Shuba LM, Nicoleta MT, Chauhan BC. Lamina displacement and prelaminar tissue thickness change after glaucoma surgery imaged with optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2012;53:5819-5826.
23. Barrancos C, Rebolledo G, Oblanca N, Cabarga C, Muñoz-Negrete FJ. Changes in lamina cribrosa and prelaminar tissue after deep sclerectomy. *Eye (Lond).* 2014;28:58-65.
24. Lee EJ, Kim TW, Weinreb RN. Reversal of lamina cribrosa displacement and thickness after trabeculectomy in glaucoma. *Ophthalmology.* 2012;119:1359-1366.
25. Chung HS, Sung KR, Lee JY, Na JH. Lamina Cribrosa-Related Parameters Assessed by Optical Coherence Tomography for Prediction of Future Glaucoma Progression. *Curr Eye Res.* 2016;41:806-813.
26. Quigley HA, Hohman RM, Addicks EM, Massof RW, Green WR. Morphologic changes in the lamina cribrosa correlated with neural loss in open-angle glaucoma. *Am J Ophthalmol.* 1983;95:673-91.
27. Jonas JB, Berenshtein E, Holbach L. Lamina cribrosa thickness and spatial relationships between intraocular space and cerebrospinal fluid space in highly myopic eyes. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2004;45:2660-2665.
28. Hammer T, Schlötzer-Schrehardt U, Naumann GO. Unilateral or asymmetric pseudoexfoliation syndrome? An ultrastructural study. *Arch Ophthalmol.* 2001;119:1023-1031.
29. Thorleifsson G, Magnusson KP, Sulem P, Walters GB, Gudbjartsson DE, Stefansson H, Jonsson T, Jonasdottir A, Jonasdottir A, Stefansson G, Masson G, Hardarson GA, Petursson H, Arnarsson A, Motallebipour M, Wallerman O, Wadelius C, Gulcher JR, Thorsteinsdottir U, Kong A, Jonasson F, Stefansson K. Common sequence variants in the LOXL1 gene confer susceptibility to exfoliation glaucoma. *Science.* 2007;317:1397-1400.
30. Kim S, Sung KR, Lee JR, Lee KS. Evaluation of lamina cribrosa in pseudoexfoliation syndrome using spectral-domain optical coherence tomography enhanced depth imaging. *Ophthalmology.* 2013;120:1798-1803.
31. Park HY, Park CK. Diagnostic capability of lamina cribrosa thickness by enhanced depth imaging and factors affecting thickness in patients with glaucoma. *Ophthalmology.* 2013;120:745-752.
32. Lee EJ, Kim TW, Kim M, Kim H. Influence of lamina cribrosa thickness and depth on the rate of progressive retinal nerve fiber layer thinning. *Ophthalmology.* 2015;122:721-729.