

Primer Açık Açılı Glokomlu Gözlerde Peripapiller Atrofi ile Optik Disk Parametreleri Arasındaki İlişki

Relationship Between Peripapillary Atrophy and Optic Disc Parameters in Eyes with Primary Open-Angle Glaucoma

Tamer Takmaz, Gülizar Soyugelen, Hale Çelik, İzzet Can

Ankara Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi 2. Göz Kliniği, Ankara, Türkiye

Özet

Amaç: Primer açık açılı glokomlu gözlerde peripapiller atrofi ile Heidelberg Retina Tomografisi (HRT) kullanılarak ölçülen optik disk parametreleri ve görme alanı bulgularının arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi.

Yöntem: Primer açık açılı glokomu olan 30 hastanın 30 gözü çalışma kapsamına alındı. Rutin oftalmolojik muayeneye ek olarak HRT ile optik disk parametreleri ve Humphrey Görme Alanı (GA) cihazı ile de görme alanı değerlendirildi. HRT cihazı ekranında, peripapiller atrofi bölgesinin (Beta zon; sklera ve büyük koroid kan damarlarının izlendiği koryoretinal atrofi alanı) kenarında kontur çizgisi çizilerek atrofi alanı hesaplandı. Bu alanın, görme alanı bulguları ve optik disk parametreleri ile olan ilişkisi değerlendirildi. Pearson korelasyon (PK) değeri ve istatistiksel olarak anlamlılığı hesaplandı.

Bulgular: Olguların yaş ortalaması $61,4 \pm 8,9$ yıldır. Hesaplanan beta zon alanı $0,65 \pm 0,40$ mm² idi. Humphrey GA ile ortalama sapma $-8,6 \pm 8,2$ dB ve patern standart sapma $6,4 \pm 4,6$ bulundu. Peripapiller atrofi alanı ile yaş (PK=0,495, p=0,005), ortalama sapma (PK=-0,554, p=0,001), çukurluk alanı (PK=0,382, p=0,037), çukurluk/disk alanı oranı (PK=0,562, p=0,001), lineer çukurluk/disk oranı (PK=0,422, p=0,020) ve ortalama retina sinir lifi tabakası kalınlığı (PK=-0,360, p=0,047) arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon saptandı. Diğer optik disk parametreleri ile peripapiller atrofi alanı arasında anlamlı ilişki izlenmedi (p>0,05).

Tartışma: Primer açık açılı glokomlu olgularda peripapiller beta zon atrofi alanı ile bazı önemli optik disk parametreleri arasında anlamlı korelasyon izlenmiştir. Bu incelemelerin optik diskte sektöryel olarak yapılması daha anlamlı bilgiler verebilecektir. (*Turk J Ophthalmol* 2011; 41: 291-4)

Anahtar Kelimeler: Primer açık açılı glokomlu, peripapiller atrofi, Heidelberg retina tomografisi

Summary

Purpose: To evaluate the relationship between peripapillary atrophy and optic disc parameters measured by Heidelberg Retina Tomography (HRT) and visual field findings in eyes with primary open-angle glaucoma.

Methods: Thirty eyes of 30 patients with primary open-angle glaucoma were included in this study. In addition to routine ophthalmic examination, optic disc parameters were evaluated with HRT and visual field was evaluated with Humphrey Visual Field Analyzer. Peripapillary atrophy area was measured by drawing contour of the border of the peripapillary atrophy (Beta zone: chorioretinal atrophy area in which sclera and big choroid blood vessels were seen) in HRT. The relationship between this atrophy area and both visual field findings and optic disc parameters was evaluated. Pearson's correlation coefficient and statistical significance were calculated.

Results: The mean age of the patients was 61.4 ± 8.9 years. Measured beta zone area was 0.65 ± 0.40 mm². Mean deviation measured with Humphrey Visual Field Analyzer was -8.6 ± 8.2 dB and pattern standard deviation was 6.4 ± 4.6 . Statistically significant correlation between peripapillary atrophy area and age (PC=0.495, p=0.005), mean deviation (PC=-0.554, p=0.001), cup area (PC=0.382, p=0.037), cup/disc area ratio (PC=0.562, p=0.001), linear cup/disc area ratio (PC=0.422, p=0.020) and mean retinal nerve fiber layer thickness (PC=-0.360, p=0.047) was found. There was not a significant relationship between other optic disc parameters and peripapillary atrophy area (p>0.05).

Conclusion: Significant correlation was seen between peripapillary beta zone atrophy area and some important optic disc parameters in primary open-angle glaucoma patients. More meaningful information would have been obtained if sectoral investigation of the optic disc was performed. (*Turk J Ophthalmol* 2011; 41: 291-4)

Key Words: Primary open-angle glaucoma, peripapillary atrophy, Heidelberg retinal tomography

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Dr. Tamer Takmaz, Ankara Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi 2. Göz Kliniği, Ankara, Türkiye

Tel.: +90 312 235 39 32 Gsm: +90 505 451 41 16 E-posta: takmaz@isbank.net.tr

Geliş Tarihi/Received: 04.02.2011 **Kabul Tarihi/Accepted:** 09.05.2011

Giriş

Primer açık açılı glokom (PAAG), özellikle 40 yaş üzerindeki popülasyonu etkileyen, sık gözlenen kronik göz hastalıklarından birisidir. İlerleyici multifaktöryel bir optik nöropatidir ve tüm dünyada en önemli körlük nedenlerinden birisidir. Geri dönüşümsüz görme kaybına sebep olan bu tablonun erken teşhisi ve tedavisi son derece önemli olup, bu nedenle de, risk faktörlerini ve özelliklerini iyi bilmek gerekmektedir.

Peripapiller atrofi, 1900'lü yılların başından beri glokomla ilişkilendirilmiştir.¹ Peripapiller atrofi alanı glokomlu gözlerde, sağlıklı bireylerdekine göre daha sık görülmekte ve daha büyük olarak tespit edilmektedir.² Jonas ve arkadaşlarının³ yaptığı sınıflandırmaya göre peripapiller atrofi 2 zon içermektedir. Bunlardan ilki, görülebilen koroid damarları ve sklerayı içeren koryoretinal atrofının merkezi beta zonu, ikincisi ise irregüler hipo- ve hiperpigmentasyon alanları içeren periferik alfa zonudur.³ Histolojik çalışmalar beta zonunun retina pigment epitel hücrelerinin ve fotoreseptörlerin kaybı ile koroiddeki incelleme ve koryopakillaristeki kollaşla ilgili olduğunu, alfa zonunun ise retina pigment epitel hücrelerinin yapısal düzensizliği ile ilgili olduğunu göstermektedir.³⁻⁷ Peripapiller atrofının, PAAG tanı ve ilerlemesiyle ilgili bir faktör olduğu, ileri glokomda genişleme gösterdiği yönünde çalışmalar mevcuttur.⁸⁻¹⁰ Bu veriler ışığında, glokomlu olguların muayene ve takibinde peripapiller atrofının de incelenmesinin önemli olduğu düşünülmektedir.

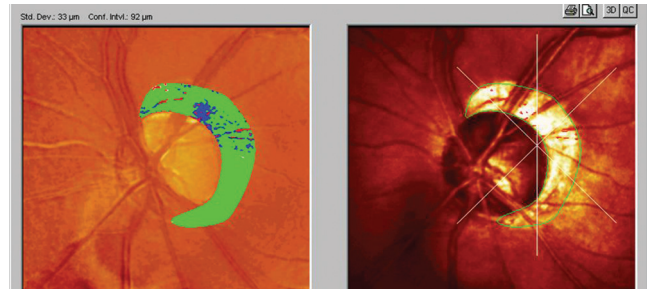
Bu çalışmadaki amacımız PAAG' lu gözlerde önemi vurgulanan peripapiller atrofının incelenmesi ve peripapiller atrofi ile optik disk parametreleri ve görme alanı bulgularının arasındaki ilişkinin değerlendirilmesidir.

Gereç ve Yöntem

Prospektif kesitsel (cross-sectional) olarak planlanan bu çalışmaya Ankara Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi 2. Göz Kliniği Glokom Birimi' nde PAAG tanısıyla takip edilen 30 hastanın 30 gözü dahil edildi. Çalışma Helsinki Deklarasyonu' nda yer alan etik prensiplerine uygun olarak gerçekleştirildi ve hastalardan bilgilendirilmiş onam formları alındı.

PAAG tanısı alan, ilaçsız göziçi basıncı 21 mmHg üzerinde olan, glokoma özgül görme alanı defektine sahip ve gonyoskopik muayenesinde ön kamara açısı açık olan hastalar çalışmaya dahil edildi. İki taraflı glokom saptananlarda sağ gözler, tek taraflı glokomu olan olgularda glokomu olan gözler değerlendirildi. Herhangi bir göz ameliyatı öyküsü olan, kronik göz hastalığı izlenen (üveit gibi), yüksek miyopi ya da hipermetropisi bulunan, optik disk anomalileri olan (peripapiller atrofi ve optik disk morfolojisine etkisi nedeniyle), gözü etkileyebilecek bir sistemik hastalığı bulunan olgular çalışmaya dahil edilmedi.

Tüm hastaların rutin oftalmolojik muayeneleri (en iyi düzeltilmiş görme keskinlikleri ölçümü, ön segment ve fundusun biyomikroskopik muayenesi, göziçi basınç ölçümü ve gonyoskopik muayene) gerçekleştirildi. Görme alanı (GA) muayeneleri Humphrey otomatik perimetre (Humphrey Instruments, San Leandro, CA, USA) ile, santral 30/2 SITA Standart programı kullanılarak gerçekleştirildi. Güvenilirlik indeksleri normal olan (fiksasyon kaybı, yalancı pozitif ve yalancı negatif oranları %20'den az olan) görme alanı testleri değerlendirmeye alındı. Hesaplamalarda, ortalama sapma (MD) (dB) ve patern standart sapma (PSD) değerleri kullanıldı. Optik sinir başı stereometrik parametreleri tarayıcı lazer oftalmoskop, Heidelberg Retina Tomografisi II (HRT II) (Heidelberg Retina Engineering, GmbH, Heidelberg, Almanya) ile değerlendirildi. Tüm HRT çekimleri ve değerlendirmeleri pupilla dilatasyonuna ihtiyaç duyulmadan, tecrübeli göz hekimleri (TT, HÇ) tarafından gerçekleştirildi. Cihazda, kontur çizgisi çizimini takiben otomatik olarak hesaplanan optik disk parametrelerine ilave olarak, peripapiller atrofi alanı, peripapiller atrofi bölgesinin (Beta zon) sınırlarının kontur çizgisi ile çizilerek belirlenmesiyle hesaplandı.



Resim 1. Peripapiller atrofi bölgesinin (Beta zon) alanının, parametrelerin sayısal değerlerinin verildiği ekranda 'disk alanı' sonucuna bakılarak kaydedilmesi

Parameter	global	normal range	p-value	temporal	temp/sup	temp/inf	nasal	nas/sup	nas/inf
disc area [mm ²]	0.58	1.63 - 2.43	-	0.08	0.10	0.12	0.01	0.14	0.12
top/margin ratio []	0.37	0.11 - 0.58	0.02	0.03	0.08	0.04	0.01	0.13	0.07
rim area [mm ²]	0.21	1.31 - 1.56	< 0.001	0.05	0.22	0.08	-	-	-
cup/disc area ratio []	0.63	0.07 - 0.30	< 0.001	0.40	0.82	0.33	-	-	-
rim/cup area ratio []	0.37	0.70 - 0.83	> 0.5	0.60	0.18	0.67	0.05	0.06	0.07
cup volume [mm ³]	0.03	-0.01 - 0.18	> 0.5	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
rim volume [mm ³]	0.02	0.30 - 0.61	< 0.001	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
mean cup depth [mm]	0.08	0.10 - 0.27	> 0.5	0.09	0.06	0.07	0.07	0.09	0.07
maximum cup depth [mm]	0.23	0.32 - 0.76	> 0.5	0.30	0.14	0.19	0.20	0.23	0.22
height variation contour [mm]	0.36	0.21 - 0.49	> 0.5	0.06	0.07	0.05	0.02	0.21	0.26
cup shape measure []	-0.16	-0.28 - -0.15	0.11	-0.24	-0.04	-0.16	-0.20	-0.10	-0.17
mean RNFL thickness [mm]	-0.03	0.20 - 0.32	< 0.001	0.06	-0.01	0.10	-0.12	-0.13	0.00
RNFL cross sectional area [mm ²]	-0.09	0.89 - 1.56	0.02	0.03	-0.21	0.04	-0.03	-0.06	0.00
inner cup/disc ratio []	0.79	0.27 - 0.55	< 0.001	-	-	-	-	-	-
maximum contour elevation [mm]	0.16	-0.21 - -0.04	< 0.001	-	-	-	-	-	-
maximum contour depression [mm]	0.61	0.17 - 0.39	0.01	-	-	-	-	-	-
CLM temporal-superior [mm]	-0.07	0.14 - 0.27	< 0.001	-	-	-	-	-	-
CLM temporal-inferior [mm]	0.04	0.13 - 0.29	0.08	-	-	-	-	-	-
average variability (SD) [um]	94	-	-	-	-	-	-	-	-
reference height [um]	276	-	-	-	-	-	-	-	-
FSM discriminant function value []	-2.65	-	-	-	-	-	-	-	-
FB discriminant function value []	-2.67	-	-	-	-	-	-	-	-
modified ISNT rule fulfilled	no	-	-	-	-	-	-	-	-

Resim 2. HRT cihazı ekranında, optik diskin konturlarını belirlemek amacıyla kullanılan işaret noktaları ile peripapiller atrofi alanının etrafının çevrelenmesi

HRT cihazı ekranında, optik diskin konturlarını belirlemek amacıyla kullanılan işaret noktaları peripapiller atrofi alanının etrafının çevrenmesi için kullanıldı (Resim 1). Ardından peripapiller atrofi bölgesinin (Beta zon) alanı, parametrelerin sayısal değerlerinin verildiği ekrandan 'disk alanı' sonucu olarak kaydedildi (Resim 2).

İstatistiksel hesaplamalarda "SPSS 16.0 for Windows (SPSS Inc.)" programı kullanıldı. Hastaların peripapiller atrofi alanı değerleri ve görme alanıyla ölçülen MD ve PSD, ve HRT II ile ölçülen stereometrik parametreleri arasında bir ilişki olup olmadığı regresyon analizi testleri ile değerlendirildi. 0,05'den küçük p değerleri anlamlı olarak kabul edildi.

Sonuçlar

Hastaların 17'si (%56,7) kadın, 13'ü (%43,3) erkekti ve yaş ortalaması 6,4±8,9 yıldır. Hesaplanan beta zon alanı ortalama 0,65±0,40 (En düşük 0,21 ve en yüksek 1,67 mm²) idi. Humphrey GA ile ortalama sapma (dB) -8,6±8,2 ve patern standart sapma 6,4±4,6 bulundu. Hesaplanan değerler ve sınırları ile peripapiller atrofi alanı arasındaki ilişki Tablo 1'de gösterilmiştir.

Peripapiller atrofi alanı ile yaş (p=0,005), ortalama sapma (p=0,001), çukurluk alanı (p=0,037), çukurluk/disk alanı oranı (p=0,001), lineer çukurluk/disk oranı (p=0,020) ve ortalama retina sinir lifi tabakası kalınlığı (p=0,047) arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon saptandı. Diğer optik disk parametreleri ile peripapiller atrofi alanı arasında anlamlı ilişki izlenmedi (p>0,05) (Tablo 2).

Tartışma

Glokomatöz optik nöropati optik sinir başında, peripapiller alanda ve retina sinir lifi tabakasında morfolojik değişikliklere yol açar. Bu değişikliklerin dönüşümsüz olması nedeni ile glokomda optik disk bulguları hem tanı hem de hastalığın ilerleyişinin değerlendirilmesinde büyük önem taşır.^{11,12}

Peripapiller atrofi, primer açık açılı glokomun tanısı ve prognozu ile ilgili risk faktörleri yönünden araştırılan morfolojik bulgulardandır ve glokomun erken tanısında ikinci sıra parametrelerden birisi olarak gösterilmektedir. Peripapiller atrofinin doğası tam olarak anlaşılammış olsada, en kabul edilebilir açıklama, optik sinir başını çevreleyen nöretinal yapıların, pigment epiteli, koroid ve skleranın tamamlanmamış yönelimi olduğu şeklindedir.⁴ Bu durumun glob distansiyonu ya da bu bölgedeki yetersiz kan akımı nedeniyle oluşabileceği düşünülmektedir.¹³ Yeni yayınlanan bir çalışma sonuçlarına göre, primer açık açılı glokomda peripapiller koroid kalınlığında azalma saptanmadığı ve retina sinir lifi tabakası kalınlığı ve koroid kalınlığı haritaları arasındada korelasyon olmadığı belirtilmiştir.¹⁴ Yine optik koherens tomografi ile yapılan ölçümlerle peripapiller beta zonda retina sinir lifi tabakası bulunduğu, ancak fotoreseptör tabakasının izlenmediği, Bruch membranı / retina pigment epitel kompleksi varlığının ise değişken olduğu bildirilmiştir.¹⁵

Peripapiller atrofi alanında alfa ve beta zonları tanımlanmıştır. Bu zonların varlığı glokom için patognomik değildir.

Tablo 1. Yaş ve görme alanı verileri ile peripapiller atrofi alanı arasındaki korelasyon analizi

	Ortalama± Standart sapma	En düşük değer	En yüksek değer	Pearson korelasyonu (r)	P değeri
Yaş (yıl)	61,4±8,9	48	77	0,495	0,005
Ortalama sapma (dB)	-8,6±8,2	-18	-2	-0,554	0,001
Patern standart sapma	6,4±4,6	1,6	16,5	0,154	0,416

Tablo 2. HRT parametreleri ile peripapiller atrofi alanı arasındaki korelasyon analizi

	Ortalama± Standart sapma	En düşük değer	En yüksek değer	Pearson korelasyonu (r)	P değeri
Disk alanı (mm ²)	2,25±0,72	1,36	3,18	0,203	0,281
Çukurluk alanı (mm ²)	1,06±0,64	0,14	2,32	0,382	0,037
Çukurluk / Disk alan oranı	0,39±0,17	0,07	0,84	0,562	0,001
Lineer Çukurluk / Disk oranı	0,59±0,20	0,04	0,91	0,422	0,020
Rim alanı (mm ²)	1,19±0,42	0,20	1,82	-0,314	0,091
Çukurluk hacmi (mm ³)	0,41±0,59	0,01	2,58	0,067	0,726
Rim hacmi (mm ³)	0,29±0,25	0,00	1,37	-0,147	0,439
Ortalama çukurluk derinliği (mm)	0,31±0,15	0,10	0,87	-0,006	0,974
Maksimum çukurluk derinliği (mm)	0,65±0,23	0,07	0,98	0,029	0,879
Çukurluk biçim ölçümü	-0,10±0,13	-0,27	0,41	0,134	0,479
Ortalama RSLT kalınlığı (mm)	0,15±0,13	-0,23	0,34	-0,360	0,047

Alfa zon normal gözlerde de sık izlenebilmektedir. Beta zon ise normal gözlerin %20 kadarında görülebilmektedir. Ancak her iki zonda, glokomlu gözlerde normal gözlerle göre hem daha büyüktür ve hemde daha sık olarak izlenmektedir.¹⁶

Jonas ve arkadaşlarının^{17,18} yaptığı çalışmada normal ve PAAG' lu gözlerdeki peripapiller atrofi alanı karşılaştırılmış ve PAAG' u olanlarda anlamlı derecede geniş bulunmuştur. Uchida ve arkadaşları¹⁰ da PAAG' u olan hastalarda peripapiller atrofideki artışla glokom progresyonu arasında pozitif korelasyon saptamıştır.

Bizim yaptığımız çalışmada PAAG' lu hastalarda HRT ile ölçülen peripapiller atrofi alanı, glokom hastalarının tanı ve takibinde kullanılan optik disk parametreleri ile karşılaştırıldı. HRT, gözde üçboyutlu görüntüleri almak ve analiz etmek için kullanılan bir konfokal lazer taramalı oftalmoskoptur. Dijital olarak konfokal görüntülerin elde edilebilmesi için retina üzerine 670 nm diod laser ışını gönderilir. Optik disk muayenesinde incelenen bölge, merkezde optik disk olacak şekilde 15°x15° lik peripapiller alandır. Optik disk ve retinanın yüzey konturunun yükseklik bilgilerine göre yalancı bir renk kodlama haritası oluşturulur. Karanlık alanlar kabarık bölgeleri, aydınlık alanlar ise derin bölgeleri ifade eder. Buna göre optik disk çukurluğu en aydınlık bölgedir.¹⁹ Çalışmamızda bu bilgiler eşliğinde, optik disk etrafında hilal şeklinde, aydınlık bir alan şeklinde görülen atrofi bölgesi işaretlenip atrofının alanı ölçülmüştür. Sonuçta, peripapiller atrofi alanı HRT ile saptanan çukurluk alanı, çukurluk/disk alanı oranı, lineer çukurluk/disk oranı, ortalama retina sinir lifi tabakası kalınlığı ile anlamlı bir ilişki ortaya koymuştur. Ortalama RSLT ile peripapiller atrofi alanı arasında negatif korelasyon saptanmıştır. Bu da RSLT kalınlığı azaldıkça peripapiller atrofi alanının arttığını ifade etmektedir. Glokom tanısı ve takibinde önemli yeri olan bu HRT parametreleri ile istatistiksel olarak anlamlı korelasyon olması peripapiller atrofının glokomatöz değişikliklerle ilişkili olabileceği ve hastalığın varlığı ve takibi ile ilgili bilgiler verebileceğini düşündürmektedir. Bu konuda daha ayrıntılı çalışmalar yapılması ve gerek HRT, gerekse optik koherens tomografi ile özellikle sektöryel disk ve sinir lifi değerlendirmesi ve bunun peripapiller atrofi büyüklüğü ve yerleştiği bölge ile ilişkisinin araştırılması bu konuda daha detaylı bilgiler sağlayabilecektir.

Peripapiller atrofi optik sinirin daha çok hasar gördüğü alana komşu bölgelerde daha büyük olarak izlenmektedir. Görme alanı incelemelerinde alfa zon rölatif, beta zon ise absolu skotom alanı ile uyum göstermektedir. Oküler hipertansiyon hastalarının retrospektif olarak incelenmelerinde de, peripapiller atrofi progresyonunun, daha sonra gelişen görme alanı defektlerinin lokalizasyonu ve yayılmasıyla uyumluluk gösterdiği görülmüştür.¹⁶ Çalışmamızda da Humphrey görme alanında hesaplanan ortalama sapma değeri ile peripapiller atrofi alanı arasında oldukça anlamlı ilişki olduğu izlenmiştir. Ortalama sapma ile peripapiller atrofi arasında negatif korelasyon saptanmıştır. Çünkü görme alanı kötüleştikçe ortalama sapma değeri azalmaktadır (değeri negatif olarak artmaktadır)

ve peripapiller atrofi alanı arttıkça görme alanı kötüleşmekte, ortalama sapma dB değeri (–) olarak artmaktadır. Yine burada da görme alanının sektöryel olarak değerlendirilerek peripapiller atrofi büyüklüğü ve lokalizasyonu ile ilişkilendirilmesi daha anlamlı olacaktır.

Bu bulgular ışığında peripapiller atrofının glokom tanısı ve takibinde önemi olduğu, ancak daha detaylı çalışmalarla retina sinir lifi tabakası kalınlığı, optik disk bulguları ve görme alanı ölçümleriyle olan ilişkilerinin değerlendirilmesi gerektiğini düşünmekteyiz.

Kaynaklar

1. Airaksinen PJ, Tuulonen A, Werner EB. Clinical evaluation of the optic disc and retinal nerve fiber layer. In: Ritch R, Shields MB, Krupin T, eds. The Glaucomas. Vol. 1. St. Louis, MO: Mosby; 1996:617-57.
2. Jonas JB. Clinical implications of peripapillary atrophy in glaucoma. *Curr Opin Ophthalmol.* 2005;16:84-8.
3. Jonas JB, Nguyen XN, Gusek GC, Naumann GO. Parapapillary chorioretinal atrophy in normal and glaucoma eyes. I. Morphometric data. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1989;30:908-18.
4. Fantès FE, Anderson DR. Clinical histologic correlation of human peripapillary anatomy. *Ophthalmology.* 1989;96:20-5.
5. Jonas JB, Konigsreuther KA, Naumann GO. Optic disc histomorphometry in normal eyes and eyes with secondary angle-closure glaucoma. II. Parapapillary region. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 1992;230:134-9.
6. Kubota T, Jonas JB, Naumann GO. Direct clinico-histological correlation of parapapillary chorioretinal atrophy. *Br J Ophthalmol.* 1993;77:103-6.
7. Dichtl A, Jonas JB, Naumann GO. Histomorphometry of the optic disc in highly myopic eyes with absolute secondary angle closure glaucoma. *Br J Ophthalmol.* 1998;82:286-9.
8. Boland MV, Quigley HA. Risk factors and open angle glaucoma: classification and application. *J Glaucoma.* 2007;16:406-18.
9. Gordon MO, Beiser JA, Brandt JD, et al. The Ocular Hypertension Treatment Study: baseline factors that predict the onset of primary open angle glaucoma. *Arch Ophthalmol.* 2002;120:714-20.
10. Uchida H, Ugurlu S, Caprioli J. Increasing peripapillary atrophy is associated with progressive glaucoma. *Ophthalmology.* 1998;105:1541-5.
11. Jonas JB, Gusek GC, Naumann GO. Optic disc morphometry in chronic primary open-angle glaucoma. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 1988;226:522-30.
12. Quigley HA, Katz J, Derick RJ, Gilbert D, Sommer A. An evaluation of optic disc and nerve fiber layer examinations in monitoring progression of early glaucoma damage. *Ophthalmology.* 1992;99:19-28.
13. Heyreh SS. Blood supply of the optic nerve head and its role in optic atrophy, glaucoma and edema of the optic disc. *Br J Ophthalmol.* 1969;53:721-48.
14. Ehrlich JR, Peterson J, Parlitsis G, Kay KY, Kiss S, Radcliffe NM. Peripapillary choroidal thickness in glaucoma measured with optical coherence tomography. *Exp Eye Res.* 2011;92:189-94.
15. Na JH, Moon BG, Sung KR, Lee Y, Kook MS. Characterization of peripapillary atrophy using spectral domain optical coherence tomography. *Korean J Ophthalmol.* 2010;24:353-9.
16. Lerner SF. Clinical examination of the optic nerve; Alpha-beta peripapillary atrophy. In: Schacknow PN, Samples JR eds. *The Glaucoma Book*, New York: Springer; 2010:177-8.
17. Jonas JB, Naumann GOH. Parapapillary chorioretinal atrophy in normal and glaucoma eyes. II. Correlations. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1989;30:919-26.
18. Jonas JB, Fernández MC, Naumann GO. Glaucomatous parapapillary atrophy. Occurrence and correlations. *Arch Ophthalmol.* 1992;110:214-22.
19. Chauhan BC, Blanchard JW, Hamilton DC, LeBlanc RP. Technique for detecting serial topographic changes in the optic disc and peripapillary retina using scanning laser tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2000;41:775-82.