



Primer Açık Açılı Glokom ve Oküler Hipertansiyonlu Hastalarda Patern Elektoretinogram ve Optik Koherens Tomografi Glokom Parametrelerinin Karşılaştırılması

Comparison of Pattern Electoretinography and Optical Coherence Tomography Parameters in Patients with Primary Open-Angle Glaucoma and Ocular Hypertension

Semra Tiryaki Demir*, Mehmet Ersin Oba**, Ezgi Tuna Erdoğan***, Mahmut Odabaşı****, Ayşe Burcu Dirim*, Mehmet Demir*, Efe Can*, Orhan Kara*, Selam Yekta Şendül*

*Şişli Hamidiye Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göz Hastalıkları Kliniği, İstanbul, Türkiye

**Kafkas Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Kars, Türkiye

***İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

****Medipol Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Öz

Amaç: Erken evre primer açık açılı glokom (PAAG) ve oküler hipertansiyonlu (OHT) hastalarda görme alanı (GA), patern elektoretinogram (PERG) ve Fourier domain optik koherens tomografi (FD-OCT) verilerini karşılaştırmak ve birbirleri ile olan korelasyonları araştırmaktır.

Gereç ve Yöntem: Çalışmaya 37 erken evre PAAG'li hastanın 72, 38 OHT'li hastanın 76, 30 kontrol grubunun 60 gözü dahil edildi. Olguların tümüne tam oftalmolojik muayene, 24-2 Humphrey standart otomatize perimetri ile GA muayenesi, FD-OCT ile retina sinir lifi tabakası (RSLT) ve gangliyon hücre kompleksi (GHK) kalınlık ölçümü, Nihon Kohden poligraf ile PERG P50 ve N95 dalgalarının latans ve amplitüd ölçümleri yapıldı.

Bulgular: PAAG grubunda tüm GHK parametreleri ve nazal kadran dışındaki tüm RSLT değerleri OHT ve kontrol grubuna göre anlamlı şekilde düşük bulundu. OHT'li grup ile kontrol grubu arasında anlamlı fark saptanmadı. PERG amplitüdları PAAG ve OHT'li grupta kontrol grubuna göre düşük saptandı. N95 amplitüdündeki düşüklük, P50 amplitüdüne göre daha fazla idi. PERG latanslarında gruplar arasında fark saptanmadı. PAAG grubunda GHK ile GA ve RSLT arasında anlamlı korelasyon saptandı.

Sonuç: Erken evre PAAG'li hastalarda GA patolojilerinin yanı sıra RSLT ve GHK kalınlığında belirgin inceltme mevcut olup bu etkiler birlikte değerlendirilmelidir. Erken evre PAAG'li hastaların tanısı değerlendirilmesinde FD-OCT cihazı kullanılarak yapılan GHK ve RSLT analizleri oldukça etkilidir. Glokomun erken saptanmasında GHK en az RSLT kadar güvenilir ve aralarında yüksek seviyede anlamlı korelasyon bulunmaktadır. OHT'li hastalarda PERG amplitüd analizi ile gangliyon hücrelerinin fonksiyon kaybı daha erken dönemde saptanabilir.

Anahtar Kelimeler: Primer açık açılı glokom, oküler hipertansiyon, retina sinir lifi tabakası, gangliyon hücre kompleksi, patern elektoretinogram

Summary

Objectives: To investigate the correlation of visual field (VF), pattern electoretinography (PERG) and Fourier domain optical coherence tomography (FD-OCT) results in patients with ocular hypertension (OHT) and early primary open-angle glaucoma (POAG).

Materials and Methods: The study included 72 eyes of 37 patients with early POAG, 76 eyes of 38 patients with OHT, and 60 eyes of 30 controls. All subjects underwent full ophthalmologic examination, VF assessment with 24-2 Humphrey standard automated perimetry (Swedish Interactive Thresholding Algorithm (SITA)-Standard), retinal nerve fiber layer (RNFL) and ganglion cell complex (GCC) thickness measurement with FD-OCT, and PERG P50 and N95 wave latency and amplitude measurements with electoretinography (Nihon Kohden).

Results: With the exception of the nasal quadrant, all GCC parameters and RNFL results were significantly lower in the POAG group compared to the OHT and control groups. There was no statistically significant difference between the OHT and control group. PERG amplitudes were lower in the POAG and OHT groups than in the control group. Reduction in N95 amplitude was greater than that of P50 amplitude. No difference was detected in PERG latencies among groups. GCC was significantly correlated with VF and RNFL in the POAG group.

Summary

Conclusion: Significant thinning of the GCC and RNFL occurs in addition to VF pathologies in patients with early POAG, and these examinations should be concomitantly evaluated. During diagnostic assessment of patients with early POAG, GCC and RNFL analysis by FD-OCT are highly effective. GCC is as reliable as RNFL in the early diagnosis of glaucoma and there is a highly significant correlation between them. Dysfunction of ganglion cells in patients with OHT may be detected earlier using PERG amplitude analysis.

Keywords: Primary open-angle glaucoma, ocular hypertension, retinal nerve fiber layer, ganglion cell complex, pattern electroretinogram

Giriş

Glokom, dünyada önde gelen körlük nedenleri arasında olan kronik progresif bir optik nöropatidir. Glokomda oluşan sinir lifi harabiyeti geri dönüşümsüz olduğu için erken tanı bu hasarın önlenmesinde çok önemlidir. Oküler hipertansiyon (OHT), göz içi basıncının (GİB) 21 mmHg'nin üzerinde olmasına rağmen optik sinir başında ve görme alanında (GA) glokomatöz değişikliğin bulunmadığı klinik bir tablodur. Her yıl OHT tanısı alan hastaların ortalama %1'inde glokomatöz GA kaybı gelişmektedir.¹

Glokom hastalarının takibinde altın standart olarak kabul edilen standart otomatize perimetri ile gangliyon hücre aksonlarının %40'ında hasar olmadan defekt saptanamamaktadır.^{2,3} Bu nedenle glokom hastalarının erken tanısı ve takibinde yeni yöntemler araştırılmıştır. Günümüzde primer açık açılı glokomlu (PAAG) ve OHT'li hastalarda optik koherens tomografi (OKT) ve patern elektroretinogram (PERG) görme alanına yardımcı yöntemler olarak kullanılmaktadır.

OKT, dokuların kesitsel görüntülenmesini sağlayan yüksek çözünürlüklü non-invaziv bir yöntemdir. Glokomda öncelikle retinanın gangliyon hücreleri ve sinir lifi tabakası etkilenmektedir. Son yıllarda GA'na ek olarak Fourier domain OKT (FD-OKT) ile glokom hastalarının güncel tanı ve tedavisinde kabul görmüş olan retina sinir lifi tabakası (RSLT) ve gangliyon hücre kompleks (GHK) kalınlığı ölçümleri yapılabilmektedir.^{4,5} PERG, makula bölgesindeki gangliyon hücre fonksiyonlarının objektif olarak değerlendirilmesinde kullanılır.^{6,7,8}

GA, PERG, RSLT ve GHK analizlerin PAAG ve OHT'li hastaların tanısallık değerlendirilmesinde kullanılabilirliği ve birbirleri ile olan korelasyonlarının araştırılması konusunda literatürdeki yayınlar oldukça azdır. Bu nedenle bu çalışmada, FD-OKT RSLT ve GHK parametreleri ile PERG latans ve amplitüd değerlerinin erken evre PAAG ve OHT'li, hastaların tanısallık değerlendirilmesinde kullanılabilirliği ve bu tetkiklerin GA ve birbirleri ile olan korelasyonları araştırmayı amaçladık.

Gereç ve Yöntem

Şişli Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi Göz Kliniği'nde Ocak 2010 ile Ağustos 2011 tarihleri arasında tanı konulan veya takip edilen olgular prospektif olarak incelendi ve kontrollü klinik çalışma kapsamında 3 gruba ayrıldı. Otuz yedi erken evre PAAG'li hastanın 72, 38 OHT'li hastanın 76 gözü ve glokom tanısı olmayan rutin kontrol için polikliniğe başvuran 30 olgunun 60 gözü kontrol grubu olarak çalışmaya dahil edildi. Çalışma için hastanemizin etik kurulu onayı alındı. Hastalara

uygulama öncesi ayrıntılı bilgi verilerek, aydınlatılmış onam formu imzalatıldı. Helsinki Deklarasyon prensiplerine uygun olarak hareket edildi.

Bütün olgulara Snellen eşeli ile görme keskinliği, biyomikroskopik ön ve arka segment muayenesi, Goldmann aplanasyon tonometrisi ile GİB ölçümü, gonyoskopik muayene, ultrasonik pakimetri ile santral korneal kalınlık ölçümleri yapıldı. Humphrey Field Analyzer II 750 (Zeiss Humphrey Systems) bilgisayarlı otomatize perimetride Swedish Interactive Thresholding Algorithm (SITA) standart 24-2 eşik (threshold) testi kullanılarak ortalama deviasyon (OD) ve patern standart deviasyon (PSD) değerleri incelendi. Yanlış pozitif ve yanlış negatif değerleri %30, fiksasyon kaybı %20'nin altında olan test sonuçları güvenilir kabul edildi. Ayrıca tüm olguların en iyi düzeltilmiş görme keskinliği $\geq 0,7$, sferik refraksiyonu ± 5 dioptri (D), silindirik refraksiyonu ± 2 D, gonioskopide açısı açıldı (Shaffer sınıflandırması ile grade III-IV).

Yukarıda parametrelere uyan olgular 3 gruba ayrıldı. Birinci grupta, tedavisiz tekrarlayan ölçümlerde GİB 21 mmHg'nin üzeri, glokoma özgü optik disk ve GA hasarı bulunan, Bascom Palmer (Hodapp-Anderson-Parrish) glokom evreleme sistemine göre erken evre PAAG (Stage I: OD değeri $> -6,00$ dB) hastalar bulunmaktaydı.⁹ İkinci grupta, tedavisiz tekrarlayan ölçümlerde GİB 21 mmHg'nin üzeri, optik disk, RSLT ve GA normal olan OHT hastalar; üçüncü grupta herhangi bir göz patolojisi bulunmayan, GİB'in 21 mmHg'nin altında, optik disk, RSLT ve GA normal olan olgular kontrol grubu olarak çalışmaya dahil edildi.

Tüm olgulara RTVue-100 (Optovue, Inc., Fremont, CA) FD-OKT cihazı ile RSLT ve GHK analizleri ve RM-6000 Nihon Kohden poligraf sistemi kullanılarak PERG ölçümleri yapıldı. RSLT analizinde; ortalama kalınlık, üst yarı, alt yarı, superior, inferior, temporal ve nazal kadran kalınlık değerleri incelendi. GHK analizinde ise; genel kalınlık, üst ve alt kadran GHK kalınlığı ile genel volüm kaybı (GVK) ve fokal volüm kaybı (FVK) ölçümleri yapıldı. PERG ölçümleri gümüş deri elektrodları kullanılarak yapıldı. Katılımcılardan International Society for Clinical Electrophysiology of Vision (ISCEV) standartlarına uygun kayıt alındı. PERG kaydı için aktif elektrod iç epikantusa yerleştirilirken referans elektrod aynı taraf temporal bölgeye göze 2 cm mesafeye yerleştirildi. Toprak elektrod karşı taraf kulak memesine yerleştirildi. Hasta ekrana 1 m mesafede oturur pozisyonunda sırasıyla bir göz kapalı diğer göz açık olacak şekilde ekrandaki fiksasyon noktasına bakarken kayıt alındı. PERG kayıtları için siyah beyaz kontrastlı karelerden oluşan dama tahtası deseni kullanıldı. Stimulus frekansı

2 Hz, analog filtre 0,03-100 Hz arası, impedansın 5 kOhm'un altında olmasına dikkat edildi. Yüz uyaran kullanıldı. Kayıtlar kırıcılık kusuru olanlarda düzeltilerek alındı. Analizler için Prof. Dr. Sacit Karamürsel tarafından hazırlanan İstanbul Tıp Fakültesi elektrofizyolojik kayıt ve analiz sistemi kullanıldı. PERG analizleri için elde edilen data 1-30 Hz arası filtrelendi. Datada göz hareketinden kaynaklanan artefaktlar tek tek elemine edildi. PERG P50-N95 dalgalarının amplitüd ve latansları değerlendirildi. N95 dalga amplitüdü, P50 dalga bitiminden N95 dalga tepesine kadar olan değer olarak ölçüldü.

Daha önce göz cerrahisi geçirenler (komplikasyonsuz katarakt cerrahisi hariç), gonyoskopik muayenesinde dar veya kapalı açı görünümü, göz dibi patolojileri (disk anomalisi, maküla patolojisi, retinal vasküler hastalıklar vs.), ortam saydamlığını bozan patolojileri olanlar (katarakt, kornea patolojisi vs.), sekonder glokom (psödoekfoliasyon, inflamasyon, travma ve lense bağlı GİB yüksekliği oluşturan durumlar), çalışma sırasında uyum sağlamakta zorlanan ve testlerinin güvenilirlik değerleri düşük hastalar çalışma dışı bırakıldı.

İstatiksel analiz için SPSS 13.0 paket programı (SPSS Inc. Chicago, ABD) kullanıldı. Gruplar arasında incelenen parametreler one-way ANOVA testi kullanılarak karşılaştırıldı ve $p \leq 0,05$ olanlar one-way ANOVA testine göre anlamlı bulundu.

Gruplar ikişerli olarak karşılaştırıldı ve gruplar arası anlamlı fark olup olmadığı Tukey HSD testi ile değerlendirildi. Aynı grup içinde değerlendirilen parametreler arasındaki korelasyonu değerlendirmek için ise Pearson korelasyon analizi kullanıldı.

Bulgular

Çalışmaya 105 olgunun 208 gözü dahil edildi. Çalışma gruplarının yaş, cinsiyet, GA, RSLT, GHK ve PERG verilerinin karşılaştırılması Tablo 1'de gösterilmiştir. PAAG grubunda; RSLT ortalama kalınlık, üst yarı, alt yarı, temporal, superior ve inferior kadrantlarındaki kalınlık OHT ve kontrol grubuna göre daha ince bulundu ($p < 0,05$). Nazal kadrant kalınlık ölçümleri arasında gruplar arası fark anlamsız bulundu ($p = 0,096$). PAAG grubunda, OHT ve kontrol grubuna göre GHK ortalama kalınlık, üst ve alt yarı kalınlıkları daha düşük iken, GVK ve FVK anlamlı şekilde yüksek bulundu ($p < 0,05$). OHT ve kontrol grubu arasında GHK parametrelerinde anlamlı fark saptanmadı ($p > 0,05$). PAAG ve OHT'li grupta, kontrol grubuna göre PERG P50 ve N95 dalga amplitüdü daha düşük saptandı ($p < 0,05$). Ayrıca N95 amplitüdünde azalma P50 amplitüdündeki azalmaya göre daha fazla idi. P50 ve N95 dalga latans ölçümlerinde gruplar arası anlamlı fark saptanmadı ($p > 0,05$).

Tablo 1. Çalışma gruplarının yaş, cinsiyet, görme alanı, retina sinir lifi tabakası ve gangliyon hücre kompleks kalınlığı ile patern elektoretinogram verilerinin karşılaştırılması

	PAAG n=37	OHT n=38	Kontrol n=30	p1	p2	p3
Yaş	59,83±7,67	58,52±7,38	58,60±7,10			
Cinsiyet						
Kadın	28 (%75,7)	35 (%92,1)	19 (%63,3)			
Erkek	9 (%24,3)	3 (%7,9)	11 (%36,7)			
GA OD (dB)	-2,24±2,96	-0,85±1,29	-0,68±1,88	<0,001	<0,001	0,893
GA PSD (dB)	3,11±2,42	1,66±0,46	1,44±0,28	<0,001	<0,001	0,662
RSLT kalınlığı (µm)						
Ortalama	98,51±12,96	111,05±8,90	106,43±10,73	<0,001	<0,001	0,035
Üst yarı	96,57±12,15	109,7±10,08	106,22±12,06	<0,001	<0,001	0,183
Alt yarı	100,51±14,47	112,43±10,07	106,42±11,30	<0,001	0,016	0,012
Temporal	77,74±13,53	84,66±2,36	82,58±11,04	0,002	0,068	0,599
Superior	114,79±16,67	132,61±15,43	127,55±16,94	<0,001	<0,001	0,174
Nazal	71,39±14,94	92,01±16,28	77,08±15,83	0,091	0,848	0,316
İnferior	130,08±20,85	145,64±16,02	138,23±17,26	<0,001	0,029	0,050
GHK kalınlığı (µm)						
Ortalama	92,49±9,14	98,51±7,08	97,77±6,88	<0,001	<0,001	0,848
Üst yarı	92,16±9,55	97,48±7,25	97,02±6,50	<0,001	0,002	0,941
Alt yarı	92,80±9,65	99,56±7,24	98,54±7,74	<0,001	<0,001	0,760
GHK FVK	2,05±2,50	0,70±0,88	0,75±0,88	<0,001	<0,001	0,982
GHK GVK	8,51±6,63	3,84±3,40	4,36±3,97	<0,001	<0,001	0,813
PERG						
P50 latans (msn)	59,69±8,82	57,63±7,70	56,62±6,67	0,255	0,069	0,734
N95 latans (msn)	94,83±10,15	91,72±10,40	97,10±9,21	0,148	0,400	0,006
P50 amp. (µV)	0,95±0,73	1,08±0,80	1,45±0,87	0,622	0,002	0,021
N95 amp. (µV)	2,18±1,18	2,14±1,18	3,33±1,18	0,986	<0,001	<0,001

PAAG: Primer açık açılı glokom, OHT: Oküler hipertansiyon, GA: Görme alanı, OD: Ortalama deviasyon, PSD: Patern standart deviasyon, dB: Desibel, RSLT: Retina sinir lifi tabakası, µm: Mikrometre, GHK: Gangliyon hücre kompleks, FVK: Fokal volüm kaybı, GVK: Genel volüm kaybı, PERG: Patern elektoretinogram, msn: Milisaniye, amp: Amplitüd, µV: Mikrovolt, p1: Primer açık açılı glokom ve oküler hipertansiyon, p2: Primer açık açılı glokom ve kontrol, p3: Oküler hipertansiyon ve kontrol gruplarının Tukey HSD testi ile 2'li korelasyon analizleri

Tablo 2. Primer açık açılı glokom ve oküler hipertansiyonlu grupta görme alanı ile patern elektroretinogram, retina sinir lifi tabakası ve gangliyon hücre kompleks kalınlık parametrelerinin korelasyon analizleri

	PAAG		OHT	
	OD (dB)	PSD (dB)	OD (dB)	PSD (dB)
	r	r	r	r
RSLT kalınlığı (µm)				
Ortalama	0,201	-0,073	0,149	-0,127
Üst yarı	0,203	-0,010	0,195	-0,067
Alt yarı	0,155	-0,107	0,057	-0,156
Temporal	0,185	-0,089	0,076	0,032
Superior	0,199	-0,016	0,170	0,000
Nazal	0,046	-0,047	-0,130	-0,055
İnferior	0,142	-0,057	0,007	-0,139
GHK kalınlığı (µm)				
Ortalama	0,165	-0,061	0,109	-0,170
Üst yarı	0,051	0,032	0,111	-0,201
Alt yarı	0,264†	-0,150	0,102	-0,132
FVK	-0,350‡	0,215	-0,072	0,072
GVK	-0,202	0,092	-0,175	0,129
PERG				
P50 latans (msn)	0,005	0,038	-0,038	-0,036
N95 latans (msn)	0,050	0,095	-0,127	-0,037
P50 amp. (µV)	0,118	0,110	0,016	-0,046
N95 amp. (µV)	-0,021	0,153	-0,041	0,008

PAAG: Primer açık açılı glokom, OHT: Oküler hipertansiyon, OD: Ortalama deviasyon, PSD: Patern standart deviasyon, RSLT: Retina sinir lifi tabakası, µm: Mikrometre, GHK: Gangliyon hücre kompleks, FVK: Fokal volüm kaybı, GVK: Genel volüm kaybı, PERG: Patern elektroretinogram, msn: Milisaniye, amp: Amplitüd, µV: Mikrovolt, ‡p<0,01, †p<0,05

PAAG ve OHT'li grupta GA ile RSLT, GHK ve PERG korelasyon analizleri Tablo 2'de gösterilmiştir. PAAG grubunda; GA ile GHK arasında anlamlı korelasyon saptandı. OD ile GHK alt yarı kalınlığı arasında pozitif, FVK ile negatif korelasyon saptandı (p<0,05).

PAAG ve OHT'li grupta RSLT ve GHK parametrelerinin korelasyon analizleri Tablo 3'de gösterilmiştir. PAAG ve nazal kadran dışında OHT grubunda, RSLT ile GHK parametreleri arasında anlamlı korelasyon saptandı (p<0,05). PAAG ve OHT'li grupta, PERG ile RSLT ve GHK arasında korelasyon saptanmadı (p>0,05).

Tartışma

Glokomda oluşan sinir lifi harabiyeti geri dönüşümsüz olduğu için erken tanı bu hasarın önlenmesinde çok önemlidir. Glokom hastalarının takibinde altın standart olarak kullanılan standart otomatize perimetride erken defektler görüldüğünde retina gangliyon hücre aksonlarındaki hasar yaklaşık %40 civarındadır.^{2,3}

Yapılan çalışmalarda normale glokomlu olguları ayırmada ve glokomun erken tanısında FD-OKT'nin oldukça güvenilir olduğu gösterilmiştir.¹⁰ RSLT'nin fokal yapısal defektleri belirlemede GA'ya yardımcı ve GA ile uyumlu olduğu gösterilmiştir. Erken evre glokomu saptamada RSLT ve GA'nın birlikte değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmıştır.^{11,12,13} Subbiah ve ark.¹⁴ glokom ve OHT'li hastalarda RSLT kalınlığında normal olgulara göre inceleme saptamışlardır. Ayrıca çalışmalarında GA ile RSLT arasında glokomlu grupta korelasyon mevcutken, OHT'li grupta korelasyon saptanamamıştır. Gyatsho ve ark.¹⁵ Stratus OKT ile glokom hastalarını OHT ve normal gruptan ayırmada ortalama ve alt kadran RSLT kalınlığı ölçümlerinin en

Tablo 3. Primer açık açılı glokom ve oküler hipertansiyon grupta retina sinir lifi tabakası ve gangliyon hücre kompleks kalınlık parametrelerinin korelasyon analizleri

RSLT kalınlığı (µm)	GHK kalınlığı (µm)				
	Ortalama	Üst yarı	Alt yarı	FVK	GVK
	r	r	r	r	R
PAAG					
Ortalama	0,771*	0,729*	0,733*	-0,624*	-0,729*
Üst yarı	0,627*	0,629*	0,560*	-0,528*	-0,605*
Alt yarı	0,776*	0,705*	0,766*	-0,602*	-0,717*
Temporal	0,672*	0,630*	0,645*	-0,406*	-0,584*
Superior	0,375*	0,377*	0,334‡	-0,426*	-0,394*
Nazal	0,491*	0,491*	0,439*	-0,384*	-0,463*
İnferior	0,721*	0,650*	0,717*	-0,580*	-0,681*
OHT					
Ortalama	0,579*	0,621*	0,511*	-0,183	-0,642*
Üst yarı	0,449*	0,500*	0,378*	-0,143	-0,523*
Alt yarı	0,571*	0,597*	0,519*	-0,314‡	-0,435*
Temporal	0,378*	0,395*	0,345‡	-0,314‡	-0,435*
Superior	0,256†	0,307‡	0,193	-0,070	-0,339‡
Nazal	0,118	0,103	0,128	-0,084	-0,144
İnferior	0,448*	0,473*	0,403*	-0,122	-0,474*

PAAG: Primer açık açılı glokom, OHT: Oküler hipertansiyon, RSLT: Retina sinir lifi tabakası, GHK: Gangliyon hücre kompleks, FVK: Fokal volüm kaybı, GVK: Genel volüm kaybı, *p<0,001, ‡p<0,01, †p<0,05

iyi parametreler olduğunu savunmuştur ancak Taliantzis ve ark.¹⁶ erken evre glokom ve OHT'li hastalarda sadece ortalama RSLT kalınlığı ölçümünün yeterli olmadığını göstermişlerdir. OHT'li grubu sağlıklı olgulardan ayırmada araştırmacılar arasında OKT'nin etkinliği konusunda görüş ayrılıkları mevcuttur. Garas ve ark.⁵ bu konuda OKT'nin etkin ve güvenilir olduğunu savunurken Schulze ve ark.¹⁷ etkin olmadığını savunmaktadır. Ülkemizden Sarıcaoğlu ve ark.¹⁸ yaptıkları çalışmada PAAG'li hastalarda OHT ve kontrol grubuna göre RSLT kalınlığında belirgin incelmeye olduğunu ancak OHT ile kontrol grubu arasında anlamlı kalınlık farkı olmadığını göstermişlerdir.

Pierro ve ark.¹⁹ altı farklı SD-OKT ile RSLT analizlerini değerlendirmişler ve cihazlar arasında RSLT kalınlık ölçümleri arasında farklılık gözlemlemişlerdir. Bu nedenle olgu takibinde aynı cihazın kullanılmasının daha doğru sonuç vereceğini söylemişlerdir.

Çalışmamızda PAAG grubunda nazal kadran dışındaki RSLT parametreleri, OHT ve kontrol grubuna göre anlamlı şekilde düşük bulundu. Özellikle ortalama, superior ve inferior kadrantlardaki incelmeye daha fazla idi. Bu verilere dayanarak glokom şüphesi olan hastalarda ilk planda superior ve inferior kadrantlardaki sinir liflerinin etkilenmediğini ve bu bölgelere dikkat edilmesi gerektiğini, aynı zamanda retinal gangliyon hücrelerin temporal retinada daha yoğun olmasından dolayı glokomda nazal kadran liflerinin en geç etkilenen lifler olduğunu düşünmekteyiz. Bu nedenle biz de FD-OKT ile yapılan RSLT analizlerinin erken evre PAAG ile OHT ve normal olguların ayırımında güvenli ve etkili olarak kullanılabileceğini düşünmekteyiz.

Histolojik çalışmalarda gangliyon hücre yoğunluğunun standart perimetre bulgularıyla çok sıkı bir ilişki içinde olduğu bildirilmiştir.²⁰ GA ile GHK'nin uyumlu olduğu gösterilmiştir.²¹ Son çalışmalarda FD-OKT kullanılarak incelenen RSLT, GHK analizlerinin glokom ve OHT hastalarının tanısallık değerlendirilmesinde kullanılabileceği gösterilmiştir.⁵ Ayrıca preperimetrik glokomlu olgularda da GHK kalınlığında belirgin incelmeye gerçekleştiği gösterilmiştir.²² Korkmaz ve ark.²³ PAAG hastalarının tanısı ve takibinde RSLT kadar GHK ölçümünün de önemli olduğunu vurgulamışlardır. Glokomun erken saptanmasında GHK'nin en az RSLT kadar güvenilir²⁴ olduğu ve aralarında yüksek seviye anlamlı korelasyon bulunduğu vurgulanmıştır.^{25,26,27} Akashi ve ark.²⁸ üç farklı OKT (Cirrus, RTVue ve 3D-OKT) cihazı ile erken evre glokomlu ve sağlıklı gözleri karşılaştırmışlar, üç farklı cihazında glokomun tanısallık değerlendirmesinde kullanılabileceğini göstermişlerdir.

Çalışmamızda PAAG grubunda GHK parametreleri, OHT ve kontrol grubuna göre anlamlı şekilde düşük bulundu. Bu nedenle bizde FD-OKT cihazı kullanılarak elde edilen GHK analizlerinin erken evre PAAG ile OHT ve normal olguların ayırımında güvenli ve etkili olarak kullanılabileceğini düşünmekteyiz. Ancak OHT grubunda, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında RSLT ve GHK analizlerinde farklılık saptanmadı. Bu nedenle OHT'li hastaları normal olgulardan ayırmada FD-OKT cihazının yeterli ve etkili olmadığını düşünmekteyiz.

PAAG grubunda GA ile GHK arasında anlamlı korelasyon saptandı. GA ile GHK'nin birlikte değerlendirilmesi gerektiğini düşünüyoruz. OHT grubunda GA ile GHK arasında korelasyon saptanmadı. PAAG ve OHT'li grupta, RSLT ile GHK arasında anlamlı korelasyon saptanması nedeniyle RSLT ve GHK'nin birlikte değerlendirilmesi gerektiğini düşünüyoruz.

Holder⁶ OHT'de mevcut yöntemlerle gangliyon hücre harabiyetinin gösterilemediğini, bu hastaların bir kısmının glokom tanı yöntemleri ile tanı konulamayan gerçek glokom hastalarını oluşturduğunu savunmuştur. Ayrıca PERG ile OHT'li hastalarda glokoma ilerleme işaretlerinin ortaya çıkarılabileceğini göstermiştir. OHT'li hastalarda N95 amplitüdünde düşüklük olduğunu ve glokom gelişme riski yüksek olan hastalarda PERG'den yararlanılabileceğini,²⁹ PERG ile OHT'li hastalarda glokom progresyonunu en az 1 yıl öncesinden saptanabileceği gösterilmiştir.³⁰ Yine PERG'in glokomatöz hasarı standart otomatize perimetriye göre daha erken saptayabileceğini göstermişlerdir.³¹ Falsini ve ark.³² erken evre glokomlu hastalarda PERG'de amplitüd düşüklüğü ile RSLT'deki incelmeye uyumlu olduğunu ancak OHT'li hastalarda ise PERG'de amplitüd düşüklüğüne RSLT'de incelmeye eşlik etmediğini saptamışlardır. Bu nedenle OHT'li hastalarda gangliyon hücrelerini değerlendirmede RSLT yerine PERG'in daha faydalı olabileceği sonucuna varmışlardır. PERG amplitüdları ile GA, RSLT ve GHK parametrelerinin uyumlu (fakat zayıf) olduğu,^{33,34} bu nedenle PERG ile OKT'nin birlikte değerlendirilmesi gerektiği sonucuna varmışlardır.³⁵

Çalışmamızda PAAG ve OHT'li grupta PERG amplitüd değerlendirmelerinin, latanslara göre daha değerli olduğunu ve özellikle N95 amplitüdündeki düşüklüğün daha belirgin olduğunu gözlemledik. PERG amplitüd analizi ile OHT'li hastalarda glokoma dönüşüm işaretlerinin, GA ve OKT'de bulgu vermeden daha erken dönemde saptanabileceğini düşünüyoruz. Çalışmamızda ayrıca literatürden farklı olarak PAAG ve OHT gruplarında; PERG ile GA, RSLT ve GHK arasında korelasyon saptanmadı. Korelasyon saptayamamızın nedenini de PERG sinyal amplitüdlarının kişiler arasında normal değer aralıklarının geniş olmasından kaynaklanabileceğini düşünüyoruz.

Sonuç olarak, erken evre PAAG'li hastalarda GA patolojilerinin yanısıra RSLT ve GHK kalınlığında belirgin incelmeye mevcut olup bu tetkikler birlikte değerlendirilmelidir. Erken evre PAAG hastaların tanısallık değerlendirilmesinde FD-OKT cihazı kullanılarak yapılan GHK ve RSLT analizleri oldukça etkilidir. Glokomun erken saptanmasında GHK en az RSLT kadar güvenilir ve aralarında yüksek seviye anlamlı korelasyon bulunmaktadır. OHT'li hastalarda PERG amplitüd analizi ile gangliyon hücrelerinin fonksiyon kaybı daha erken dönemde saptanabilir.

Yazarlık Katkıları

Etik Kurul Onayı: Şişli Hamidiye Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu, Hasta Onayı: Alındı, Konsept: Semra Tiryaki Demir, Dizayn: Semra Tiryaki Demir, Veri Toplama veya İşleme: Semra Tiryaki Demir, Ezgi Tuna Erdoğan, Mehmet Ersin Oba, Mahmut Odabaşı, Analiz veya Yorumlama: Semra Tiryaki Demir, Mehmet Ersin Oba,

Ezgi Tuna Erdoğan, Literatür Arama: Ayşe Burcu Dirim, Mehmet Demir, Efe Can, Orhan Kara, Selam Yekta Şendül, Yazan: Semra Tiryaki Demir, Hakem Değerlendirmesi: Editörler kurulu dışında olan kişiler tarafından değerlendirilmiştir, Çıkar Çatışması: Yazarlar tarafından çıkar çatışması bildirilmemiştir, Finansal Destek: Yazarlar tarafından finansal destek almadıkları bildirilmiştir.

Kaynaklar

- Demirel S, Johnson CA. Incidence and prevalence of short wavelength automated perimetry deficits in ocular hypertensive patients. *Am J Ophthalmol*. 2001;131:709-715.
- Quigley HA, Dunkelberger GR, Green WR. Retinal ganglion cell atrophy correlated with automated perimetry in human eyes with glaucoma. *Am J Ophthalmol*. 1989;107:453-464.
- Harwerth RS, Carter-Dawson L, Shen F, Smith EL 3rd, Crawford ML. Ganglion cell losses underlying visual field defects from experimental glaucoma. *Invest Ophthalmol*. 1999;40:2242-2250.
- Tan O, Chopra V, Lu AT, Schuman JS, Ishikawa H, Wollstein G, Varma R, Huang D. Detection of Macular Ganglion Cell Loss in Glaucoma by Fourier-Domain Optical Coherence tomography. *Ophthalmology*. 2009;116:2305-2314.
- Garas A, Vargha P, Hollo G. Diagnostic accuracy of nerve fibre layer, macular thickness and optic disc measurements made with the RTVue-100 optical coherence tomograph to detect glaucoma. *Eye (Lond)*. 2011;25:57-65.
- Holder GE. Pattern Electrorretinography (PERG) and an Integrated Approach to Visual Pathway Diagnosis. *Prog Retin Eye Res*. 2001;20:531-561.
- Bode SE, Jehle T, Bach M. Pattern electroretinogram (PERG) in glaucoma suspects new findings from a longitudinal study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2011;52:4300-4306.
- North RV, Jones AL, Drasdo N, Wild JM, Morgan JE. Electrophysiological Evidence of Early Functional Damage in Glaucoma and Ocular Hypertension. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2010;51:1216-1222.
- Lee PP, Walt JG, Doyle JJ, Kotak SV, Evans SJ, Budenz DL, Chen PP, Coleman AL, Feldman RM, Jampel HD, Katz LJ, Mills RP, Myers JS, Noecker RJ, Piltz-Seymour JR, Ritch RR, Schacknow PN, Serle JB, Trick GL. A multicenter, retrospective pilot study of resource use and cost associated with severity of disease in glaucoma. *Arch Ophthalmol*. 2006;124:12-19.
- Wu H, de Boer JF, Chen TC. Diagnostic Capability of Spectral Domain Optical Coherence Tomography for Glaucoma. *Am J Ophthalmol*. 2012;153:815-826.
- Yalvac IS, Altunsoy M, Cansever S, Satana B, Eksioğlu U, Duman S. The correlation between visual field defects and focal nerve fiber layer thickness measured with optical coherence tomography in the evaluation of glaucoma. *J Glaucoma*. 2009;18:53-61.
- Ajtony C, Balla Z, Somoskeoy S, Kovacs B. Relationship between visual field sensitivity and retinal nerve fiber layer thickness as measured by optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2007;48:258-263.
- Miglior S, Riva I, Guareschi M, Di Matteo F, Romanazzi F, Buffagni L, Rulli E. Retinal sensitivity and retinal nerve fiber layer thickness measured by optical coherence tomography in glaucoma. *Am J Ophthalmol*. 2007;144:733-740.
- Subbiah S, Sankaranarayanan S, Thomas PA, Nelson Jesudasan CA. Comparative evaluation of optical coherence tomography in glaucomatous, ocular hypertensive and normal eyes. *Indian J Ophthalmol*. 2007;55:283-287.
- Gyatsko J, Kaushik S, Gupta A, Pandav SS, Ram J. Retinal nerve fiber layer thickness in normal, ocular hypertensive, and glaucomatous Indian eyes: an optical coherence tomography study. *J Glaucoma*. 2008;17:122-127.
- Talantzi S, Papaconstantinou D, Koutsandrea C, Moschos M, Apostolopoulos M, Georgopoulos G. Comparative studies of RNFL thickness measured by OCT with global index of visual fields in patients with ocular hypertension and early open-angle glaucoma. *Clin Ophthalmol*. 2009;3:373-379.
- Schulze A, Lamparter J, Pfeiffer N, Berisha F, Schmidtman I, Hoffmann EM. Diagnostic ability of retinal ganglion cell complex, retinal nerve fiber layer, and optic nerve head measurements by Fourier-domain optical coherence tomography. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2011;249:1039-1045.
- Sarıcaoğlu MS, Mısırlı R, Karakurt A, Hacıoğlu H. Oküler Hipertansiyon ve Açık Açılı Glokom Olgularında Retina Sinir Lifi Kalınlıklarının Analizi. *Glo-Kat*. 2011;6:92-96.
- Pierro L, Gagliardi M, Iuliano L, Ambrosi A, Bandello F. Retinal nerve fiber layer thickness reproducibility using seven different OCT instruments. *Invest Ophthalmol*. 2012;53:5912-5920.
- Harwerth RS, Quiley HA. Visual field defects and retinal ganglion cell losses in patient with glaucoma. *Arch Ophthalmol*. 2006;124:853-859.
- Raza AS, Cho J, de Moraes CG, Wang M, Zhang X, Kardon RH, Liebmann JM, Ritch R, Hood DC. Retinal ganglion cell layer thickness and local visual field sensitivity in glaucoma. *Arch Ophthalmol*. 2011;129:1529-1536.
- Na JH, Lee K, Lee JR, Baek S, Yoo SJ, Kook MS. Detection of macular ganglion cell loss in preperimetric glaucoma patients with localized retinal nerve fiber defects by spectral-domain optical coherence tomography. *Clin Experiment Ophthalmol*. 2013;41:870-880.
- Korkmaz B, Yiğit U, Ağaçhan, Helvacioğlu F, Bilen H, Tuğcu B. Glokomlu ve Normal Olgularda Optik Koherens Tomografi ile Retina Sinir Lifi Tabakası ve Ganglion Hücre Kompleksi İlişkinin Değerlendirilmesi. *Turk J Ophthalmol*. 2010;40:338-342.
- Rao HL, Babu JG, Addepalli UK, Senthil S, Garudadri CS. Retinal nerve fiber layer and macular inner retina measurements by spectral domain optical coherence tomograph in Indian eyes with early glaucoma. *Eye (Lond)*. 2012;26:133-139.
- Kita Y, Kita R, Nitta A, Nishimura C, Tomita G. Glaucomatous eye macular ganglion cell complex thickness and its relation to temporal circumpapillary retinal nerve fiber layer thickness. *Jpn J Ophthalmol*. 2011;55:228-234.
- Cho JW, Sung KR, Lee S, Yun SC, Kang SY, Choi J, Na JH, Lee Y, Kook MS. Relationship between Visual Field Sensitivity and Macular Ganglion Cell Complex Thickness as Measured by Spectral-Domain Optical Coherence Tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2010;51:6401-6407.
- Kim YJ, Kang MH, Cho HY, Lim HW, Seong M. Comparative study of macular ganglion cell complex thickness measured by spectral-domain optical coherence tomography in healthy eyes, eyes with preperimetric glaucoma, and eyes with early glaucoma. *Jpn J Ophthalmol*. 2014;58:244-251.
- Akashi A, Kanamori A, Nakamura M, Fujihara M, Yamada Y, Negi A. Comparative assessment for the ability of Cirrus, RTVue, and 3D-OCT to diagnose glaucoma. *Invest Ophthalmol*. 2013;54:4478-4484.
- Wojciech L, Wojciech G, Krzysztof P, Zbigniew S, Danuta K. Retinal ganglion cells function measured by the PERG test in patients with ocular hypertension. *Klin Oczna*. 2011;113:122-126.
- Bach M, Unsöld AS, Philippin H, Staubach F, Maier P, Walter HS, Bömer TG, Funk J. Pattern ERG as an early glaucoma indicator in ocular hypertension: a long-term, prospective study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2006;47:4881-4887.
- Bach M, Hoffmann MB. Update on the pattern electroretinogram in glaucoma. *Optom Vis Sci*. 2008;85:386-395.
- Falsini B, Marangoni D, Salgarello T, Stifano G, Montrone L, Campagna F, Aliberti S, Balestrazzi E, Colotto A. Structure-function relationship in ocular hypertension and glaucoma: interindividual and interocular analysis by OCT and pattern ERG. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2008;246:1153-1162.
- Bowd C, Tafreshi A, Zangwill LM, Medeiros FA, Sample PA, Weinreb RN. Pattern electroretinogram association with spectral domain OCT structural measurements in glaucoma. *Eye (Lond)*. 2011;25:224-232.
- Sehi M, Pinzon-Plazas M, Feuer WJ, Greenfield DS. Relationship between pattern electroretinogram, standard automated perimetry, and optic nerve structural assessments. *J Glaucoma*. 2009;18:608-617.
- Ventura LM, Sorokac N, De Los Santos R, Feuer WJ, Porciatti V. The relationship between retinal ganglion cell function and retinal nerve fiber thickness in early glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2006;47:3904-3911.