

# Glokomlu Gözlerde Optik Koherens Tomografi ile Saptanan Retina Sinir Lifi Kalınlıkları ve Görme Alanı İndeksleri ile Korelasyonu

Can Üstündağ (\*)

## ÖZET

**Amaç:** Primer açık açılı glokomlu olgularda Optik Koherens Tomografi (OCT) kullanarak retina sinir lifi tabakası kalınlıklarının saptanması, normal ve oküler hipertansiyonlu olgular ile karşılaştırılması ve sinir lifi hasarının görme alanı global indeksleri ile korelasyonunun değerlendirilmesi.

**Yöntem:** Çalışmaya 144'ü normal, 151'i oküler hipertansiyonlu ve 174'ü primer açık açılı glokomlu olmak üzere toplam 469 göz alınmıştır. OCT (software version A5) incelemelerinde iç fiksasyon ışığı ve 3.4mm. çaplı çember şeklindeki taramalar kullanılmıştır. Her göz için ortalama (360°) ve dört kadrana (superior, inferior, nazal ve temporal) ait sinir lifi kalınlıkları saptanmıştır. Görme alanı incelemelerinde 30-2 görme alanı testi kullanılmıştır. Gruplar arası farkların değerlendirilmesinde ANOVA, korelasyon varlığının araştırılmasında Pearson korelasyon testi kullanılmıştır.

**Bulgular:** Her üç olgu grubu arasında yaş ve refraksiyon kusuru açısından anlamlı fark saptanmamıştır. Ortalama retina sinir lifi kalınlığı, normal gözlerde  $122.00 \pm 16.96 \mu\text{m}$ , oküler hipertansiyonlu gözlerde  $118.61 \pm 17.49 \mu\text{m}$ , glokomlu gözlerde  $102.12 \pm 27.81 \mu\text{m}$  olarak bulunmuştur. Glokomlu gözler, diğer iki grup ile karşılaştırıldığında sinir lifi kalınlığında anlamlı azalma tespit edilmiştir ( $p < 0.001$ ). Tüm gözler birlikte değerlendirildiğinde saptanan ortalama sinir lifi kalınlıkları ile MD ve CPSD değerleri arasında kuvvetli korelasyon saptanmıştır ( $p < 0.001$ ).

**Sonuç:** Çalışmamız, normal ve oküler hipertansiyonlu gözler ile glokomlu gözler arasında ortalama sinir lifi kalınlıklarında anlamlı farklar olduğunu ve OCT ile saptanan retina sinir lifi kalınlıklarının görme alanı indeksleri ile kuvvetli korelasyon gösterdiğini ortaya koymaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Glokom, sinir lifi, görme alanı, optik koherens tomografi

## SUMMARY

### Optical Coherence Tomography Generated Retinal Nerve Fiber Layer (RNFL) Thickness in Glaucomatous Eyes and Correlation With Visual Field Indices

**Purpose:** Comparison of Optical Coherence Tomography (OCT)-generated retinal nerve fiber layer (RNFL) thickness measurements in normal, ocular hypertensive and glaucomatous eyes and correlation of RNFL damage with visual field indices.

**Methods:** This study included 144 normal eyes, 151 ocular hypertensive and 174 glaucomatous eyes. After routine ophthalmologic examination all cases underwent w/w automated pe-

rimetry and OCT. After pupillary dilation, three 360° circular scans with a diameter of 3.4 mm centered on the optic disc were performed. Mean RNFL thickness was calculated from the values of the three scans (software version A5). RNFL thickness was also measured in superior, inferior, nasal and temporal quadrants. For the analysis of the difference between the groups ANOVA test was used. Analysis of correlation was tested with Pearson's correlation.

**Results:** There were no differences between the groups with regard to age and refraction. Mean RNFL thickness was  $102.12 \pm 27.81 \mu\text{m}$  in glaucomatous eyes,  $118.61 \pm 17.49 \mu\text{m}$  in ocular hypertensives and  $122.00 \pm 16.96 \mu\text{m}$  in normals. Mean RNFL thickness of glaucomatous eyes was significantly different from normals and ocular hypertensives ( $p < 0.001$ ). A strong correlation existed between mean RNFL thickness and visual field global indices, namely MD and CPSD for the whole study group.

**Conclusion:** This study shows that OCT is able to separate normal and ocular hypertensive eyes from glaucomatous eyes. There exists a strong correlation between OCT-generated RNFL thickness measurements and visual field indices.

**Key Words:** Glaucoma, nerve fiber layer, visual field, Optical Coherence Tomography

## GİRİŞ

Glokomda temel patolojik değişiklik retina gangliyon hücreleri ve bunların aksonlarının kaybıdır. Görüntüleme teknolojisindeki son gelişmeler, retina sinir lifi tabakasının optik özelliklerini kullanarak kantitatif analizini mümkün hale getirmiştir (1-3).

Optik Koherens Tomografi (OCT) retina sinir lifi tabakasından kesit görüntüleri alabilen, çözünürlüğü yüksek bir tekniktir. OCT'nin sinir lifi kalınlığının saptanmasındaki en önemli avantajı referans planını gerektirmemesidir. Bunun yanında gözün kırılma kusurundan ve ön-arka eksen uzunluğundan etkilenmez (4,5). OCT ile yapılan hayvan çalışmalarında, sinir lifi tabakası kalınlık ölçümlerinin histopatolojik korelasyonunun yüksek düzeyde olduğu gösterilmiştir (4). OCT ile yapılan sinir lifi tabakası kalınlık ölçümlerinin standart sapmasının, gerek normal, gerek ise glokomlu olgularda 10-20 mikron dolayında olduğu bildirilmiştir (6,7).

Glokomda yeni bir teknolojinin klinik olarak geçerlilik kazanabilmesi için glokomatöz optik sinir hasarını gösteren diğer parametreler ile korelasyon göstermesi gerekir. Bu parametreler içinde ilk sırayı da görme alanı almaktadır.

Yapılan çalışmanın amacı, OCT'nin sinir lifi kalınlığının kantitatif analizi için kullanılan yeni yazılımı (A5) ile normal, oküler hipertansiyonlu ve glokomlu olgularda sinir lifi tabakası kalınlıklarını saptamak ve bu değerlerin görme alanı global indeksleri (MD, CPSD) ile korelasyonunu değerlendirmektir.

## GEREÇ ve YÖNTEM

Tüm olgular Şubat 1999-Ekim 2000 tarihleri arasında İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı'nda muayene edilmiştir. Tüm

olgularda rutin oftalmolojik muayeneyi takiben Humphrey 30-2 akromatik görme alanı testi (Humphrey Instruments, Model 750, San Leandro, CA), pupilla genişletildikten sonra optik sinir başı ve sinir lifi katının stereoskopik biyomikroskopisi, ve Optik koherens tomografi (Zeiss/Humphrey, software version A5, San Leandro, CA) muayeneleri yapılmıştır.

Normal olgular ( $n=144$ ), göziçi basıncı (GİB) 22 mmHg ve altında, disk görünümü ve görme alanı (Humphrey Field Analyzer, program 30-2) normal olanlar arasından seçilmiştir. Oküler hipertansiyonlu gözler ( $n=151$ ) için çalışmaya alınma kriteri olarak en az iki ölçümde GİB'nin 24 mmHg ve üzerinde bulunması, optik disk görünümü ve görme alanının normal olması alınmıştır. Glokomlu gözler ( $n=174$ ) için kriter en az iki ölçümde GİB'nin 24mmHg ve üzerinde olması, glokomatöz optik disk ve/veya sinir lifi defektinin bulunması ve tekrarlanabilir görme alanı defektlerinin saptanmasıdır. GİB'lerinin ölçümünde Goldmann aplanasyon tonometresi kullanılmıştır. Görme alanlarının normal veya normal dışı olarak değerlendirilmesinde GHT (Glaucoma Hemifield Test) kullanılmıştır. Çalışmaya alınan tüm glokom olgularının en az 3 görme alanı mevcuttu. Görme alanı muayenesinde güvenilirlik indeksleri normal sınırların dışında olan olgular çalışma dışı bırakılmıştır.

Tüm olguların düzeltilmiş görme keskinlikleri 0.5 ve üzerinde idi. Olguların refraksiyon kusurları  $\pm 5.00$  D aralığında değişmekteydi. Göziçi cerrahi geçirmiş olgular, glokom ile birlikte aynı zamanda retina hastalığı, üveit gibi patolojileri bulunanlar çalışma dışı bırakılmıştır. Olguların tüm muayeneleri (görme alanı, OCT) arasında geçen sürenin 3 günü aşmamasına özen gösterilmiştir.

OCT'de tüm görüntüler tek bir hekim tarafından

alınmıştır ve veri analizinde A5 yazılımı kullanılmıştır. Tüm olgularda gözbebeği çapı en az 5mm olacak şekilde genişletilmiştir. Her olgu için optik sinir başı çevresine konsantrik olarak yerleştirilmiş, 3.4 mm çaplı çember şeklinde tarama kullanılmıştır. Her gözden ardışık 3 görüntü alınmıştır.

Bütün gözler için hem ortalama sinir lifi kalınlıkları, hem de dört kadrana (alt,üst, nazal, temporal) ait sinir lifi kalınlıkları mikron olarak saptanmıştır. Bu değerler saptanırken alınan 3 görüntünün ortalamaları değerlendirilmiştir.

Çalışmada gruplar arası farkın değerlendirilmesinde ANOVA testi kullanılmıştır. Sinir lifi kalınlıklarının görme alanı indeksleri ile korelasyonunun analizinde Pearson Korelasyon Testi kullanılmıştır. Anlamlılık sınırı olarak p için 0.05 değeri kabul edilmiştir.

## SONUÇLAR

Çalışmaya 144 normal, 151 oküler hipertansiyonlu ve 174 glokomlu olgu alınmıştır. Olgu gruplarının yaş ortalamaları sırasıyla  $52,6 \pm 14,2$ ,  $54,1 \pm 11,7$  ve  $53,9 \pm 16,3$  yıl olarak bulunmuş, arada istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ( $p > 0,05$ ). Kırılma kusuru ortalama değerleri normal olgular için  $-0,1 \pm 2,2D$ , oküler hipertansiyonlu olgular için  $0,1 \pm 2,2D$ , glokomlu olgular için ise  $-0,2 \pm 1,7D$  olarak saptanmış, arada istatistiksel yönden anlamlı fark belirlenmemiştir ( $p > 0,05$ ). Olgu gruplarına ait demografik ve görme alanı (MD, CPSD) verileri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Her 3 tanı grubundan elde edilen ortalama sinir lifi kalınlıkları ve 4 kadrana ait kalınlıklar tablo 2'de gösterilmiştir. Normal olgularda sinir lifi kalınlıklarını kadranal olarak analiz edecek olursak sinir lifleri en kalın olarak alt kadranda saptanmıştır. Onu sırasıyla üst, nazal ve temporal kadrana takip etmektedir.

Normal olgular ile oküler hipertansiyonlu olgular karşılaştırıldığında gerek ortalama, gerekse kadrana bazında saptanan ortalama sinir lifi kalınlıkları arasında anlamlı fark saptanmamıştır ( $p > 0,05$ ). Glokomlu olgular gerek normal gerek ise oküler hipertansiyonlu olgular ile kıyaslandığında temporal kadrana hariç tüm kadranelerde anlamlı fark ortaya çıkmıştır ( $p \leq 0,001$ ).

Tüm olgular birlikte değerlendirildiğinde ( $n=469$ ) ortalama sinir lifi kalınlığı ile görme alanı global indeksleri (MD, CPSD) arasında yüksek dereceli korelasyon saptanmıştır (Tablo 3). Olgu gruplarının MD, CPSD değerlerinin ortalama sinir lifi kalınlıkları ile korelasyonları ayrı ayrı değerlendirildiğinde normal ve oküler hipertansiyonlu grupta korelasyon saptanamazken, glokomlu grupta kuvvetli korelasyon saptanmıştır (Tablo 4, 5).

## TARTIŞMA

Retina sinir lifi tabakası ve optik sinirin yapısal hasarının tam olarak değerlendirilmesi glokomatöz optik nöropatinin erken tanı ve takibinde son derece önemlidir (8). Yapılan çeşitli çalışmalarda fonksiyonel ve yapısal hasar arasında anlamlı ilişki bulunduğu gösterilmiştir (9-13).

Glokomlu gözlerde sinir lifi tabakası kalınlığının normal ve oküler hipertansiyonlu gözlerle göre daha ince bulunması doğaldır. Bunun nedeni çalışmaya alınan glokom grubunun alınma kriterlerinden biri optik disk/sinir lifi tabakasının glokomatöz görünümüdür. Glokomlu ve normal gözlerde sinir lifi tabakası kalınlığındaki farklılıklar birçok çalışmada vurgulanmıştır (14-16). Bizim çalışmamızda temporal kadrana sinir lifi kalınlığının normal ve glokomlu gözler arasında anlamlı farklılık göstermemesinin nedeni makulaya giden temporal liflerin hastalığın son dönemine kadar salim kalmasındandır. Glokom grubuna aldığımız olgular içerisinde son devre glokomlu olguların sayısı oldukça azdır. OCT ile yapı-

Tablo 1. Olguların demografik verileri ve görme alanı parametreleri

	Normal (n=144)	OHT (n=151)	Glokom (n=174)	P
Yaş (yıl) [ort ± SD (sınırlar)]	$52,6 \pm 14,2$ (32-79)	$54,1 \pm 11,7$ (25-76)	$53,9 \pm 16,3$ (29-81)	$>0,05^*$
Refraksiyon [(D) ± SD (sınırlar)]	$-0,1 \pm 2,2$ (±5,00)	$0,1 \pm 2,2$ (±5,00)	$-0,2 \pm 1,7$ (±5,0)	$>0,05^*$
MD [ort±SD (sınırlar)]	$-1,64 \pm 0,61$ (-1,9 ile 1,2)	$-2,88 \pm 1,21$ (-4,6 ile 0,2)	$-9,22 \pm 6,86$ (-32,1 ile -0,9)	$<0,001^*$
CPSD [ort±SD (sınırlar)]	$0,97 \pm 0,78$ (0-1,8)	$1,35 \pm 0,78$ (0-2,5)	$5,26 \pm 3,35$ (2,8-15,7)	$<0,001^*$

OHT = oküler hipertansiyon; MD = mean defect; CPSD = corrected-pattern standard deviation. \* ANOVA

**Tablo 2.** Normal, oküler hipertansiyonlu ve glokomlu olgularda OCT parametreleri

	Normal (n=144)	OHT (n=151)	Glokom (n=174)	P*	p†
Ort. RNFL kalınlığı (µm)	122.00±16.96	118.60±17.49	102.12±27.81	0.54	<0.001
Alt kadran (µm)	145.29±20.42	143.01±22.93	120.13±36.38	0.85	<0.001
Üst kadran (µm)	142.52±21.24	135.14±23.76	114.36±37.38	0.19	<0.001
Nazal kadran (µm)	108.74±34.19	107.84±23.69	90.33±33.51	0.98	0.001
Temporal kadran (µm)	90.05±19.61	86.90±21.39	81.67±27.14	0.63	0.30

OHT = oküler hipertansiyon; RNFL=Retina sinir lifi tabakası.

P\* .....N/OHT karşılaştırması P† ..... OHT/Glokom karşılaştırması

**Tablo 3.** OCT parametreleri ile görme alanı indekslerinin korelasyonu (tüm gözler, n= 469)

	MD		CPSD	
	r*	p	r*	p
Ort. RNFL kalınlığı (µm)	0.45	<0.001	-0.44	<0.001

RNFL= retina sinir lifi tabakası, MD=Mean defect,

CPSD= Corrected pattern standard deviation

\* Pearson korelasyon (korelasyon katsayısı r, P değeri)

**Tablo 4.** OCT parametreleri ile görme alanı MD değerinin korelasyonu

	Normal (n= 144)		OHT (n= 151)		Glokom (n= 174)	
	r*	p	r*	p	r*	p
Ort. RNFL kalınlığı (µm)	0.03	0.74	-0.19	0.08	0.42	<0.001

OHT=Oküler hipertansiyon RNFL = retinal sinir lifi tabakası

\* Pearson korelasyon (korelasyon katsayısı r, P değeri)

**Tablo 5.** OCT parametreleri ile görme alanı CPSD değerinin korelasyonu

	Normal (n= 144)		OHT (n= 151)		Glokom (n= 174)	
	r*	p	r*	p	r*	p
Ort. RNFL kalınlığı (µm)	0.02	0.83	-0.14	0.21	-0.40	<0.001

OHT=Oküler hipertansiyon RNFL = retinal sinir lifi tabakası

\* Pearson korelasyon (korelasyon katsayısı r, P değeri)

lan bazı çalışmalarda temporal kadranın da normallerden anlamlı fark göstermesinin ana nedeni bize göre daha yüksek sayıda ileri devre glokomlu olguyu içermeleridir.

Biz çalışmamızda normal ve oküler hipertansiyonlu gözleri karşılaştırdığımızda, sinir lifi tabakası kalınlığında OHT'li gözlerde %3 azalma saptadık. Tarayıcı laser polarimetri kullanarak yapılan iki ayrı çalışmada yazarlar OHT'li gözlerde sinir lifi tabakası kalınlığında yaklaşık %7 azalma tespit etmişlerdir (17,18) Buna karşın bazı yazarlar farklı yöntemler kullanarak yaptıkları çalışmalarda normal ile oküler hipertansiyonlu gözler arasında sinir lifi kalınlığında bizim gibi anlamlı fark bulamamışlardır.

Glokomda yeni bir teknolojinin klinik açıdan değer kazanabilmesi için glokomatöz optik sinir hasarını gösteren parametreler ile anlamlı korelasyon göstermesi gerekir. Bu hasarı en iyi gösteren parametrelerin başında hiç kuşkusuz ki akromatik görme alanı gelmektedir. Biz bu çalışmamızda gerek tüm olgular birlikte değerlendirildiğinde gerekse glokomlu grupta ölçülen ortalama sinir lifi kalınlığı ile görme alanı global indeksleri arasında yüksek derecede bir korelasyon saptadık.

Hoh ve arkadaşları (1) da OCT ve tarayıcı laser polarimetri kullanarak yaptıkları bir çalışmada sinir lifi kalınlığı ile global indeksler arasında anlamlı korelasyon bulunduğunu bildirmişlerdir.

Tsai ve arkadaşları (11) konfokal tarayıcı laser oftalmoskopi kullanarak yaptıkları bir çalışmada peripapiller sinir lifi kalınlığı ile akromatik ve sarı-mavi perimetri MD değerleri arasındaki bağıntının anlamlı olduğunu göstermişlerdir.

Mistlberger ve arkadaşları (8) tarafından yapılan bir çalışmada gerek tüm çalışmaya alınan grup, gerekse glokom grubu için OCT ile saptanan ortalama sinir lifi kalınlığının görme alanı indeksleri (MD, CPSD)

ile yüksek düzeyde korelasyon gösterdiği belirlenmiştir.

Çalışmamızda irdelenmesi gereken bir husus, sinir lifi kalınlığı ölçümü üzerine disk yüzey alanının etkisini ihmal ettiğimizdir. OCT ile inceleme yapılırken bu çalışmada da diğer tüm çalışmalarda olduğu gibi standart çapta bir çember boyunca tarama yapılmıştır. Standart çap kullanmanın sakıncası, optik disk yüzey alanı geniş olgularda ölçümün disk kenarına daha yakın yapılması, buna karşın disk yüzey alanı küçük olgularda bu ölçümün daha uzakta yapılmasıdır. Retina sinir lifi tabakası kalınlığının disk kenarına ne kadar yakın ölçülürse o kadar daha kalın olacağı bilinmektedir (19). Buna ilave olarak optik diski büyük gözlerde sinir lifi sayısının daha fazla olabileceği bildirilmiştir (20). Bu nedenlerle bu çalışmaya tarayıcı laser oftalmoskopi ilave edilerek gruplar arası disk yüzey alanları ortalamaları arasında anlamlı fark bulunup bulunmadığının da gösterilmesi gerekmektedir. Araştırılması gereken bir diğer nokta yukarıda işaret edildiği gibi sinir lifi tabakası kalınlığının gerçekten disk yüzey alanı ile değişkenlik gösterip göstermediğidir. Eğer göstermekte ise OCT için henüz yapılmamış olan normal veri tabanı hazırlanırken disk yüzey alanı bağımlı normal veri tabanı hazırlanmalıdır.

Sonuç olarak, OCT ile ölçülen retina sinir lifi kalınlığındaki yapısal değişiklikler görme fonksiyonu ile yüksek dereceli bir bağıntı göstermektedir. OCT ile glokomlu olguları glokomu bulunmayanlardan ayırmak mümkündür ancak normalleri oküler hipertansiyonlu olgulardan ayırmak mümkün gözükmemektedir. Bu yöntemin glokomatöz hasarın takibindeki rolünü değerlendirebilmek için uzun süreli çalışmalara gereksinim vardır.

#### KAYNAKLAR

- Hoh ST, Greenfield DS, Mistlberger A, Liebmann JM, Ishikawa H, Ritch R: Optical coherence tomography and scanning laser polarimetry in normal, ocular hypertensive, and glaucomatous eyes. *Am J Ophthalmol* 200; 129: 129-135.
- American Academy of Ophthalmology. Optic nerve head and retinal nerve fiber layer analysis. *Ophthalmology* 1999; 106: 1414-24.
- Bowd C, Weinreb RN, Williams JM, Zangwill LM: The retinal nerve fiber layer thickness in ocular hypertensive, normal and glaucomatous eyes with optical coherence tomography. *Arch Ophthalmol* 2000; 118: 22-26.
- Huang D, Swanson EA, Lin CP ve ark: Optical coherence tomography. *Science*. 1991; 254: 1178.
- Hee MR, Izatt JA, Swanson EA, Huang D, Schuman JS, Lin CP, Puliafito CA, Fujimoto JG: Optical coherence tomography of the human retina. *Arch Ophthalmol* 1995; 113: 325-332.
- Schuman JS, Pedut-Kloitzman T, Hertzmark E, Hee MR, Wilkins JR, Coker JG, Puliafito CA, Fujimoto JG, Swanson EA: Reproducibility of nerve fiber layer thickness measurements using optical coherence tomography. *Ophthalmology* 1996; 103: 1889-98.
- Schuman JS, Hee MR, Puliafito CA, Wong C, Pedut-Kloitzman T, Lin CP, Hertzmark E, Izatt JA, Swanson EA, Fujimoto JG: Quantification of nerve fiber layer thickness in normal and glaucomatous eyes using optical coherence tomography: a pilot study. *Arch Ophthalmol* 1995; 113: 586-596.
- Mistlberger A, Liebmann JM, Greenfield DS, Pons ME, Hoh S, Ishikawa H, Ritch R: Heidelberg retina tomography and optical coherence tomography in normal, ocular hypertensive and glaucomatous eyes. *Ophthalmology* 1999; 106:2027-32.
- Iester M, Mikelberg FS, Courtright P, Drance SM: Correlation between the visual field indices and Heidelberg retina tomograph parameters. *J Glaucoma* 1997; 6: 78-82.
- Weinreb RN, Shakiba S, Sample PA, ve ark: Association between quantitative nerve fiber layer measurement and visual field loss in glaucoma. *Am J Ophthalmol* 1995; 120: 732-738.
- Tsai CS, Zangwill L, Sample PA, Garden V, Bartsch D-U, Weinreb RN: Correlation of peripapillary retinal height and visual field in glaucoma and normal subjects. *Glaucoma* 1995; 4: 110-116.
- Iester M, Swindale NV, Mikelberg FS: Sector-based analysis of optic-nerve head shape-parameters and visual-field indexes in healthy and glaucomatous eyes. *J Glaucoma* 1997; 6: 371-376.
- Anton A, Yamagishi N, Zangwill L, Sample PA, Weinreb RN: Mapping structural to functional damage in glaucoma with standard automated perimetry and confocal scanning laser ophthalmoscopy. *Am J Ophthalmol* 1998; 125: 436-446.
- Airaksinen PJ, Drance SM, Douglas GR, Mawson DK, Nieminen H: Diffuse and localized nerve fiber loss in glaucoma. *Am J Ophthalmol* 1984; 98: 566-571.
- Caprioli J, Miller JM: Measurement of relative nerve fiber layer surface height in glaucoma. *Ophthalmology*. 1989; 96: 633-639.
- Weinreb RN, Shakiba S, Zangwill L: Scanning laser polarimetry to measure the retinal nerve fiber layer of normal and glaucomatous eyes. *Am J Ophthalmol*. 1995; 119: 627-636.
- Anton A, Zangwill L, Emdadi A, Weinreb RN: Nerve fiber layer measurements with scanning laser polarimetry in ocular hypertension. *Am J Ophthalmol* 1997; 115: 331-334.
- Tjon-Fo-Sang MJ, de Vries J, Lemij HG: Measurement by nerve fiber analyzer of retinal nerve fiber layer thickness in normal subjects and patients with ocular hypertension. *Am J Ophthalmol*. 1996; 122: 220-227.
- Ogden TE: Nerve fiber layer of the primate retina: morphometric analysis. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1984; 25: 19-29.
- Quigley HA, Coleman AL, Dorman-Pease ME: Larger optic nerve heads have more nerve fibers in normal monkey eyes. *Arch Ophthalmol*. 1991; 109: 1441-1443.