

Konfokal Tarayıcı Laser Oftalmoskop ile Normal Gözlerde Tespit Edilen Optik Disk Topografik Ölçümlerine Yaşın ve Disk Alanı Büyüklüğünün Etkisi

Özcan Ocakoğlu (*), Nilüfer Köylüoğlu (**), Kazım Devranoğlu (*), Can Üstündağ (*),
Nevbahar Tamçelik (***), Ahmet Dirican (****), Şehirbay Özkan (***)

ÖZET

Amaç: Görsel olarak normal gözlerde, konfokal tarayıcı laser oftalmoskop ile tespit edilen optik disk topografik ölçümleri üzerine yaşın ve disk alanı büyüklüğünün etkisinin incelenmesi

Materyal-Metod: Yaş ortalamaları 47.46 ± 19.05 olan (12-78 yaş arası) 58 şahsın 106 normal gözü çalışmaya alındı. Tüm gözlerde bir konfokal tarayıcı laser oftalmoskop olan Heidelberg Retina Tomografi (HRT) kullanılarak 10×10 derece büyütme ile 3'er topografik görüntü alındı. Ortalama topografik görüntü üzerinde optik diskin dış sınırı, skleral halkanın iç kenarı hizasından işaretlendi. Optik diskin topografik ölçümleri, HRT tarafından otomatik olarak tespit edildi. Hastaların yaşları 50 yaş ve altı ile 50 yaştan büyük olanlar şeklinde iki gruba ayrıldı ve sonuçlar iki grup arasında ikili t testi ile karşılaştırıldı. Disk alanı büyüklüğü 2 mm^2 ve altında olan gözlerin disk ölçümleri 2 mm^2 'nin üzerindeki gözler ile t testi kullanılarak karşılaştırıldı. Yaşın ve disk alanı büyüklüğünün optik disk parametrelerine etkileri Pearson korelasyon analizi ile araştırıldı. Optik disk topografik ölçümlerinden yaş ve disk alanı büyüklüğü ile en fazla bağıntılı parametreler multipl lineer regresyon analizi kullanılarak tanımlandı.

Sonuçlar: 50 yaş ve altındaki şahısların gözlerinde optik disk topografik ölçümlerinden sadece çukurluk biçim ölçümü, 50 yaş üzerindeki şahıslardaki değerlerden farklı bulundu. 2 mm^2 nin üzerinde disk alanına sahip gözlerde; çukurluk alanı, çukurluk / disk alanı oranı, rim alanı, çukurluk hacmi, ortalama çukurluk derinliği anlamlı olarak artmış idi ($p < 0.05$).

Pearson korelasyon analizi ile yaş artışının optik disk parametrelerinden sadece çukurluk biçim ölçümünü etkilediği görüldü. Disk alanındaki artış ise çukurluk alanı, çukurluk/disk alanı oranı, rim alanı, çukurluk hacmi, ortalama çukurluk derinliği, çukurluk biçim ölçümü ve ortalama sinir lifi kalınlığı ile bağıntılı idi ($r > 0.20$).

Multipl lineer regresyon analizi uygulandığında çukurluk biçim ölçümünün en fazla yaş artışından, çukurluk alanı ve rim alanının ise disk alanı büyüklüğünden etkilendiği görüldü.

Yorum: Normal şahıslarda HRT ile elde edilen optik disk topografik ölçümleri, yaşa ve disk alanı büyüklüğüne göre değişiklikler gösterebilir. Özellikle optik diskin değerlendirilmesinin önemli olduğu glokomatöz optik nöropatilerin tanı ve takibinde artan yaşa ve disk büyüklüğüne bağlı olarak oluşabilecek değişikliklerin dikkate alınması gereklidir.

Anahtar Kelimeler: Konfokal Tarayıcı Laser Oftalmoskopi, Heidelberg Retina Tomografisi, Optik Disk Topografik Ölçümleri

(*) İ.Ü.Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları AD., Doç. Dr.

(**) İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları AD., Asis. Dr.

(***) İ.Ü.Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları AD., Prof. Dr.

(****) İ.Ü.Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Biyoistatistik AD., Doç. Dr

SUMMARY

The Effect of Age and Disc Size on Optic Nerve Head Topographic Measures Obtained by Confocal Scanning Laser Ophthalmoscopy in Normal Eyes

Purpose: To detect the measures of optic nerve head topographic parameters with confocal scanning laser ophthalmoscopy in visually normal eyes and to investigate the effects of both disc size and age on these parameters.

Material and Methods: One hundred and six eyes of 58 normal subjects with the mean age of 47.46 ± 19.05 years (12 to 78 years) were included in this study. Three topographic 10° images were obtained for each eye by HRT (Heidelberg Retina Tomograph) which is a scanning laser ophthalmoscope. Outer edge of the optic nerve head was delineated by a line drawn on the inner edge of the scleral ring on the mean topography image and the topographic measures were automatically extracted by HRT software version 2.01. The measures obtained were divided into two groups, as equal or younger than 50 years and older than 50 years and analyzed by paired t test. In addition, the measures of the eyes with a disc size equal or smaller than 2mm^2 were compared with the measures of the eyes with a disc size greater than 2mm^2 by using t test. The effects of both disc size and age on the measures of all eyes were analyzed by Pearson correlation analysis. The optic disc parameters mostly effected by age and disc size were determined by multiple linear regression analysis.

Results: Only cup shape measure of the subjects equal or younger than 50 years was significantly different than the measures of the subjects older than 50 years. The parameters; cup area, cup to disc area ratio, rim area, cup volume and mean cup depth of the eyes with a disc area greater than 2mm^2 were significantly increased ($p < 0.05$).

While the cup shape measure was observed correlated with age ($p < 0.05$); the increase in disc area size was correlated with cup area, cup to disc area ratio, rim area, cup volume, mean cup depth, cup shape measure and mean nerve fiber layer thickness ($r > 0.020$).

Multiple regression analysis demonstrated that the most important parameter correlated with age was cup shape measure and the parameters mostly effected by disc size were cup area and rim area, respectively.

Comment: The measures of optic nerve head topographic parameters obtained by HRT (Heidelberg Retina Tomograph) in visually normal subjects may be effected by age and disc size. Therefore age and disc size should be considered in diagnosis and follow up of the glaucomatous optic neuropathies in which optic nerve head morphology is important.

Key Words: Confocal Scanning Laser Ophthalmoscope, Heidelberg Retina Tomograph, Optic Nerve Head Topographic Parameters

GİRİŞ

Optik disk muayenesi glokomatöz optik nöropatilerin tanı ve takibinde çok önemlidir (1,2). Optik sinir başı topografik ölçümlerindeki değişiklikler, glokomlu gözlerde görme alanı kayıplarından önce meydana gelebilmektedir (3,4). Artan yaşla birlikte optik sinir başında akson sayısında bir azalma olduğu ve buna bağlı olarak görme alanında eşik duyarlılığın düştüğü bilinmekle beraber yaşa bağlı olarak meydana gelebilecek değişikliklerin neler olduğu tam açıklığa kavuşmamıştır (5,6,7). Normal gözlerin optik disk topografik ölçümlerinin bilinmesi, glokomlu gözler ile ayırımın sağlanabilmesinde yardımcı olacaktır.

Çalışmamızda optik sinir başının kantitatif, yüksek tekrarlanabilirlikli topografik ölçümleri bir konfokal ta-

rayıcı laser oftalmoskop olan HRT ile tespit edilmiştir. Elde edilen değerler yaşa ve disk alanı büyüklüğüne göre ayrı ayrı gruplandırılmış, yaşın ve disk alanı büyüklüğünün optik disk topografik ölçümlerine etkileri araştırılmıştır.

MATERYAL ve METOD

Yaş ortalamaları 47.46 ± 19.05 olan (12-78 yaşları arasında) 58 şahsın 106 normal gözü çalışmaya alınmıştır. Çalışma grubu, hastane çalışanları ve gönüllülerden oluşmaktadır. Çalışmaya alınma kriterleri; görmenin 0.7-1.0 arasında olması, göz içi basıncının $< 21\text{mmHg}$ olması, eğer mevcutsa görme kusurunun < 6.0 dioptri olması, görme alanlarında defekt olmaması, göze ait ve gözü etkileyebilecek herhangi bir sistemik hastalığının

bulunmaması ve ilaç kullanımı olmamasıdır. Tüm gözle-
rin oftalmolojik muayeneye ek olarak, Humphrey gör-
me alanı cihazı kullanılarak görme alanı muayeneleri
yapılmış, pupilla dilatasyonunu takiben renkli optik disk
fotoğrafları Topcon fundus kamera ile alınmıştır. 670
nm dalga boyu infared ışın kullanan bir konfokal tarayı-
cı laser oftalmoskop olan HRT ile her göz için 10X10
büyütmede alınan 3 görüntünün, bilgisayar ortamında
birleştirilmesi ile elde edilen ortalama topografik görün-
tü üzerinde, sklera halkasının iç kenarı hizasından, optik
disk dış sınırı işaretlenmiş ve topografik ölçümler oto-
matik olarak hesaplanmıştır (8). Çalışmaya konu edilen
optik disk topografik ölçümleri; disk alanı, çukurluk alanı,
çukurluk/disk alanı oranı, rim alanı, çukurluk hacmi,
rim hacmi, ortalama çukurluk derinliği, maksimum çu-
kurluk derinliği, çizgi boyu yükseklik değişikliği, çukur-
luk biçim ölçümü, ortalama retina sinir lifi tabakası ka-
lınlığı ve sinir lifi tabakası kesit alanı'dır.

Çalışmaya alınan şahıslar 50 yaş ve altında olanlar
(≤ 50) ile 50 yaşın üzerindeki (> 50) olarak iki gruba
ayrılmış, HRT ile elde edilen optik disk ölçümleri iki
grubu oluşturan gözler arasında ikili t testi ile kıyaslan-
mıştır. Ayrıca disk alanı 2 mm²'nin altında ve eşit (> 2
mm²) olan gözlerle, 2 mm² nin üzerinde (> 2 mm²) olan
gözlerin disk ölçümleri arasındaki farklılıklar yine ikili
t testi kullanılarak incelenmiştir.

Çalışmaya alınan tüm gözlerde (106 göz) yaşın ve
disk alanı büyüklüğünün optik disk topografik ölçümleri
ile bağıntısı Pearson korelasyon analizi ile, yaşın ve disk
alanı büyüklüğünün hangi optik disk ölçümlerini en faz-
la etkilediği ise multipl lineer regresyon analizi ile araş-
tırılmıştır. Lineer regresyon analizinde bağımlı değiş-

kenler yaş ve disk alanı; bağımsız değişkenler ise yaş,
disk alanı, çukurluk alanı, rim alanı, çukurluk hacmi,
rim hacmi, çukurluk / disk alanı oranı, ortalama sinir li-
fi tabakası kalınlığı, sinir lifi tabakası kesit alanı, çizgi-
boyu yükseklik değişikliği, çukurluk biçim ölçümü, or-
talama ve maksimum çukur derinliği olarak kullanılmış-
tır.

SONUÇLAR

Yaş ortalamaları 47.46 ± 19.05 (12-78 yaş arası),
GİB 12-21 mmHg arasında değişen (ortalama 14.4 ± 4.5
mmHg), refraksiyonu $< +/- 6.0$ D (-4.00 - $+1.5$ sferik)
olan 106 göze yapılan HRT analizi sonucu elde edilen
optik disk topografik ölçüm ortalama deęerleri Tablo 1
de sunulmuştur.

50 yaş ve altındaki 26 şahsın 49 gözü ve 50 yaş
üzerindeki 32 şahsın 57 gözü iki gruba ayrılarak optik
disk parametreleri arasındaki farklar ikili t testi ile ince-
lenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre yaş artışından etki-
lenen tek parametre çukurluk biçim ölçümüdür
($p < 0.05$). Optik diskin tüm biçiminin göstergesi olan
çukurluk biçim ölçümünün yaş artışı ile negatif değerinde
bir azalma olduğu görülmektedir (pozitif deęere kay-
ma). Dięer optik disk ölçümlerinde ise artan yaşa bağlı
olarak iki grup arasında önemli değişiklik tespit edilme-
miştir ($p > 0.05$) (Tablo 2).

Tüm gözler, disk alanı büyüklüğü (2 mm² ve > 2
mm² olarak ikiye ayrıldığında gruplar arasındaki optik
disk ölçümlerinin farkları ikili t testi ile araştırılmıştır
Disk alanının büyümesi çukurluk alanı, C/D alanı oranı,
rim alanı, çukurluk hacmi, ortalama çukurluk derinli-

Tablo 1. Normal gözlerde HRT ile elde edilen optik disk topografik ölçümleri ortalama deęerleri

OPTİK DİSK TOPOGRAFİK ÖLÇÜMÜ	Ortalama	+/- SD	En Az	En çok
Disk Alanı mm ²	2.21	0.47	1.16	4.04
Çukurluk Alanı mm ²	0.62	0.51	0.00	2.55
C/D Alanı Oranı	0.27	0.18	0.00	0.79
Rim Alanı mm ²	1.59	0.43	0.46	3.15
Çukurluk Hacmi mm ³	0.15	0.15	0.00	0.74
Rim Hacmi mm ³	0.39	0.19	0.04	1.25
Ortalama Çukurluk Derinliği mm	0.21	0.10	0.01	0.48
Maksimum Çukurluk Derinliği mm	0.54	0.22	0.06	1.03
Çukurluk Biçim Ölçümü	-0.20	0.13	-1.23	0.01
Çizgi Boyu Yükseklik Değişikliği mm	0.37	0.11	0.21	0.98
Ortalama Sinir Lifi Tabakası Kalınlığı mm	0.23	0.06	0.01	0.36
Sini Lifi Tabakası Kesit Alanı mm ²	1.18	0.30	0.04	2.08

Tablo 2. 50 yaşın altı ve üstü normal gözlerde elde edilen HRT parametrelerinin iki grub arasında ikili t testi ile karşılaştırılması

PARAMETRE	≤50 yaş (n=49)	>50 yaş (n=57)	P değeri
Disk Alanı (DA) mm ²	2.21 ± 0.4	2.20 ± 0.4	P=0.961
Çukurluk alanı (CA) mm ²	0.57 ± 0.5	0.66 ± 0.4	P=0.364
Çukurluk /Disk oranı (C/D area)	0.23 ± 0.1	0.29 ± 0.1	P=0.128
Rim alanı (RA) mm ²	1.64 ± 0.3	1.55 ± 0.4	P=0.275
Çukurluk hacmi (CV) mm ³	0.12 ± 0.1	0.16 ± 0.1	P=0.204
Rim hacmi (RV) mm ³	0.41 ± 0.1	0.38 ± 0.1	P=0.416
Ort.çukurluk derinliği (mCD)mm	0.18 ± 0.09	0.21 ± 0.1	P=0.127
Maksimum çukurluk derinliği (MxCD)mm	0.53 ± 0.2	0.55 ± 0.2	P=0.530
Çukurluk biçim ölçümü (CSM)	-0.22 ± 0.1	-0.16 ± 0.08	P=0.028*
Çizgiboyu yükseklik değişikliği (HVC)	0.38 ± 0.1	0.35 ± 0.0	P=0.247
Ort.Sinir Lifi Kalınlığı (mRNFLT) mm	0.227 ± 0.06	0.225 ± 0.04	P=0.867
Sinir Lif Tabakası kesit alanı (RNFLcsA) mm ²	1.18 ± 0.3	1.18 ± 0.2	P=0.987

* p <0.05 anlamlı

Tablo 3. Disk alanı büyüklüğüne göre (2 mm² altı ve üstü disk alanı) HRT parametrelerinin ikili t testi ile karşılaştırılması

PARAMETRE	disk alanı≤2 mm ² n=39	disk alanı>2 mm ² n=67	P değeri
Yaş	47.79 ± 18.5	47.26 ± 19.4	P=0.892
Disk Alanı (DA) mm ²	1.79 ± 0.14	2.45 ± 0.4	P=0.000**
Çukurluk Alanı (CA) mm ²	0.34 ± 0.2	0.78 ± 0.5	P=0.000 **
Çukurluk /Disk alanı oranı(C/D area)	0.19 ± 0.1	0.31 ± 0.2	P=0.001**
Rim alanı (RA) mm ²	1.46 ± 0.2	1.66 ± 0.4	P=0.018 *
Çukurluk hacmi (CV) mm ³	0.07 ± 0.08	0.19 ± 0.17	P=0.000**
Rim hacmi (RV) mm ³	0.37 ± 0.1	0.40 ± 0.2	P=0.411
Ort.çukurluk derinliği (mCD) mm	0.17 ± 0.09	0.22 ± 0.1	P=0.021 *
Maks. çukurluk derinliği (MxCD) mm	0.50 ± 0.2	0.56 ± 0.2	P=0.184
Çukurluk biçim ölçümü (CSM)	-0.211 ± 0.07	-0.186 ± 0.1	P=0.371
Çizgiboyu yükseklik değişikliği (HVC)	0.36 ± 0.07	0.37 ± 0.1	P=0.445
Ort.SinirLifi Kalınlığı (mRNFLT) mm	0.242 ± 0.04	0.216 ± 0.06	P=0.222
Sinir Lif i Tabakası kesit alanı (RNFLcsA) mm ²	1.157 ± 0.2	1.194 ± 0.3	P=0.497

* p <0.05 **p<0.001

ğinde anlamlı bir artışa neden olmaktadır (p<0.05). Büyük disklerde (>2 mm²) ortalama sinir lifi tabakası kalınlığında anlamlı olmayan bir azalma olduğu görülmektedir (Tablo 3).

Tüm gözlerde yaş ve disk alanının optik disk topog-

rafik ölçümleri ile ilişkisi Pearson korelasyon analizi ile araştırılmıştır (Tablo 4)

Korelasyon analizi sonuçlarına göre yaş ve disk alanı arasında bir bağıntının olmadığı görülmüştür. Yaş artışı çukurluk biçim ölçümü ile zayıf bağıntılı bulunmuş-

Tablo 4. Yaş ve disk alanı büyüklüğü ile bağıntılı olan HRT parametreler

PARAMETRE	YAŞ	DİSK ALANI
Yaş		-0.0947
Disk Alanı (DA) mm ²	-0.0.947	
Çukurluk alanı (CA) mm ²	0.0054	0.6148*
Çukurluk /Disk alanı oranı (C/D Area)	0.0777	0.3988*
Rim alanı (RA) mm ²	-0.0973	0.3303*
Çukurluk hacmi (CV) mm ³	0.0711	0.4461*
Rim hacmi (RV) mm ³	0.0012	0.1276
Ort.çukurluk derinliği (mCD) mm	0.0974	0.2110*
Maksimum çukurluk derinliği (MxCD) mm	0.0231	0.2110*
Çukurluk biçim ölçümü (CSM)	0.1990	0.2093*
Çizgi boyu yükseklik değişikliği (HVC) mm	-0.0474	0.1291
Ort.Retina SinirLifi Kalınlığı (mRNFLT) mm	0.0469	-0.3209*
Sinir Lif Tabakası kesit alanı (RNFLcSA) mm ²	0.0280	0.0420

*Pearson $r > 0.20$ anlamlı

tur ($r=0.1990$, $p<0.05$). Disk alanı büyüklüğü ile bağıntılı olan HRT parametreleri çukurluk alanı, C/D alanı oranı, rim alanı, çukurluk hacmi, ortalama çukurluk derinliği, çukurluk biçim ölçümü, ortalama sinir lifi tabakası kalınlığıdır. Multipl lineer regresyon analizinde çukurluk alanı (Beta=0.558 SE:0.07 $p<0.001$) ve rim alanı (Beta= 1.012 SE:0.01 $p<0.001$) disk alanı büyüklüğünden en fazla etkilenen HRT parametreleri olarak bulunmuştur.

TARTIŞMA

Optik diskte yaşın artışına bağlı değişikliklerin anlaşılması optik nöropatilerin tanınması ve takibinde önemlidir (3,9). Glokomlu hastalarda optik disk değişikliklerinin görme alanı değişikliklerinden önce meydana gelmesi disk değerlendirmesinin önemini vurgular (1,3,4). Glokomlu disklerde, rim alanı azalması ve çukurluk artışı temel bulgulardır. Optik diskte yaşlanma ile de rim alanında azalma ve çukurluk boyutunda artış olabileceği bildirilmiştir (10,11). Glokomlu hastalarda, bu değişikliklerden ne kadarının normal yaşlanmaya, ne kadarının ilerleyen optik nöropatiye bağlı olduğunun bilinmesi gereklidir. Bu amaçla çeşitli klinik yöntemler kullanılarak yaşa bağlı olarak oluşabilecek optik disk değişiklikleri araştırılmıştır. Nonstereometrik fotografik değerlendirme (12), stereo fotoğraflardan değerlendirme (13), planimetri (14) gibi yöntemler, gözlemciler arasında yüksek değişkenlikler gösterir ve tekrarlanabilirlikleri düşüktür. Bu nedenle daha güvenilir ve gözlemci hatalara

rını en aza indirerek kantitatif ölçüm sağlayabilecek yöntemler araştırılmıştır. Günümüzde kullanılmaya başlanan konfokal tarayıcı laser oftalmoskopi yöntemi ile elde edilen sonuçların, histopatolojik çalışmalarda tespit edilen değerlerle uyumlu olduğu ileri sürülmektedir (15,16).

Çeşitli optik disk inceleme metodları kullanılarak yapılan çalışmalarda, yaşın ve disk alanı büyüklüğünün optik disk topografisine etkisi araştırılmıştır. Balaszi ve ark (17) 12 normal gözü incelediklerinde yaş ile rim alanı ve disk boyutu arasında bir korelasyon bulamamışlardır. Jonas ve ark (14) ise daha büyük bir seride (457 göz) aynı sonuçlardan bahsetmişlerdir. Funk ve ark (18) yaşın rim alanı azalması üzerinde etkili olmadığı görüşündedir. Ancak buna karşı görüşleri savunan çalışmalar da mevcuttur. Tsai ve ark (19) 50 yaşın üzerindeki şahıslarda rim alanında azalmadan ve yaşlı grupta daha küçük optik disk boyutu olduğuna dair anlamlı olmayan bir eğiliminden bahsetmiştir. Bengtsson (20), nonstereometrik optik disk fotoğraflarını kullanarak her yıl optik çukurluğun 0.002 mm arttığını, yani rimin azaldığını ileri sürmüş, ancak optik disk çapında tespit ettiği bu minimal artışın artifisyel olabileceğini de vurgulamıştır. Varma ve ark (21) doğru oküler büyütme kullanıldığında artan yaşın diskin büyümesine bir etkisi olmadığını ortaya koymuştur. Garway-Heath ve ark (22) yaşlı bireylerde daha büyük optik çukurluk, daha küçük rim alanı bulmuş, rim alanındaki yıllık azalma oranını %0.36-0.62 olarak bildirmiştir. Çalışmamızda, normal gözlerde tes-

üzerindeki gözlerde, disk alanı ≤ 2 mm² olan gözlerle oranla daha az olduğudur. Bu yapısal farklılık küçük disklerin glokomatöz hasara daha dirençli, büyük alanlı disklerin ise daha kolay hasarlanabilir olmasının nedeni olabilir.

Sonuç olarak yaş ve disk büyüklüğü, optik diskin topografik ölçümleri üzerine etkili olabilmektedir. Çalışmamızda yaş artışının çukurluk biçim ölçümünde, disk alanı artışının ise çukurluk alanı ve rim alanında değişikliklere yol açtığı görülmüştür. Bu değişikliklerin iyi bilinmesinin glokomlu gözlerin, normal olanlardan ayrılmasında önemli olduğunu düşünmekteyiz.

KAYNAKLAR

1. Funk J: Early Detection Of Glaucoma By Longitudinal Monitoring Of The Optic Disc Structure Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol. 1991; 229:57-61
2. Nicolela MT, Drance SM: Various Glaucomatous Optic Nerve Appearances Ophthalmology 1996;103:640-9
3. Sommer A, Pollack I, Maumenee AE: Optic Disc Parameters And Onset Of Glaucomatous Field Loss. Methods And Progressive Changes In Disc Morphology Arch. Ophthalmol. 1979;97:1444-54
4. Zeyen TG, Caprioli J: Progression Of Disc And Field Damage In Early Glaucoma Arch. Ophthalmol. 1993;111:62-5
5. Balazsi Ag, Rootman J, Drance SM: The Effect Of Age On The Nerve Fiber Population Of The Human Optic Nerve. Am. J. Ophthalmol. 1984;97:760-6
6. Repka MX, Quigley HA: The Effect Of Age On Normal Human Optic Nerve Fiber Number And Diameter. Ophthalmology 1989;96:26-32
7. Jaffe GJ, Alvarado JA, Juster RP: Age-Related Changes Of The Normal Visual Field Arch. Ophthalmol. 1986; 104:1021-5
8. Heidelberg Retina Tomography Operation Manual Software Version 2.01. Heidelberg Engineering GmbH; 1994;22
9. Quigley HA, Brown AE, Morrison JD, Drance SM: The Size And Shape Of The Optic Disc In Normal Human Eyes. Arch. Ophthalmol. 1990; 108:51-57
10. Britton RJ, Drance SM, Schulzer M: The Area Of The Neuroretinal Rim Of The Optic Nerve In Normal Eyes Am. J. Ophthalmol. 1987; 103:497-504
11. Mikelberg FS, Drance SM, Schulzer M: The Normal Optic Nerve: Axon Count And Axon Diameter Distribution Ophthalmology 1989; 96:1325-8
12. Synderker D: The Normal Optic Disc. Ophthalmoscopic And Photographic Studies. Am. J. Ophthalmol. 1964; 58:958-64
13. Spenser AF, Vernon SA: Optic Disc Measurements: A Comparison Of Indirect Ophthalmoscopic Methods. Br. J. Ophthalmol. 1995; 79:910-5
14. Jonas JB, Gusek GC, Naunen GOH: Optic Disc, Cup And Neuroretinal Rim Size, Configuration And Correlations In Normal Eyes. Invest Ophthalmol. Vis. Sci. 1988; 29:1151-8
15. Shields MB, Martone JF, Shelton AR: Reproducibility Of Topographic Measurements With The Optic Nerve Head Analyzer Am. J. Ophthalmol. 1987; 104:581-6
16. Woon WH, Fitzke FW, Bird AC, Marshall J: Confocal Imaging Of The Fundus Using A Scanning Laser Ophthalmoscope Br. J. Ophthalmol. 1992; 76:470-4
17. Balazsi AG, Drance SM, Schulzer M, Douglas GR: Neuroretinal Rim Area In Suspected Glaucoma And Early Chronic Open-Angle Glaucoma. Correlation With Parameters Of Visual Function. Arch. Ophthalmol. 1984; 102:1011-4
18. Funk J, Dieringer T, Grohn F: Correlation Between Neuroretinal Rim Area And Age In Normal Subjects. Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol. 1989; 227:544-8
19. Tsai CS, Ritch R, Shin DH, Wan JY, Chi T: Age-Related Decline Of Disc Rim Area In Visually Normal Subjects Ophthalmology 1992; 99:29-35
20. Bengtsson B: The Alteration And Asymmetry Of Cup And Disc Diameters Acta Ophthalmol. 1980; 58:726 -32
21. Varma R, Tielsch JM, Quigley HA, Hilton SC, Katz J, Spaeth GL: Race-, Age-, Gender- And Refractive Error-Related Differences In The Normal Optic Disc. Arch. Ophthalmol. 1994;112 :1068-76
22. Garway-Heath DF, Wollstein G, Hitchings RA: Aging Changes Of The Optic Nerve Head In Relation To Open Angle Glaucoma Br. J. Ophthalmol. 1997; 81:840-45
23. Kee C, Koo H, Ji Y, Kim S: Effect Of Optic Disc Size Or Age On Evaluation Of Optic Disc Variables Br. J. Ophthalmol. 1997; 81:1046-49