



Cirrus Spektral Domain Optik Koherens Tomografi ile Ölçülen Optik Sinir Başı Büyüklüklerine göre Üç Farklı Grupta Retina Sinir Lifi Tabakası Kalınlıkları

Retinal Nerve Fiber Layer Thicknesses in Three Different Optic Nerve Head Size Groups Measured by Cirrus Spectral Domain Optical Coherence Tomography

Sirel Gür Güngör*, Ahmet Akman*, Ali Küçüköyük*, Meriç Çolak**

*Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

**Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ankara, Türkiye

Öz

Amaç: Cirrus spektral domain optik koherens tomografi (OKT) ile ölçülen optik sinir başı (OSB) büyüklüklerine göre belirlenmiş üç farklı grupta retina sinir lifi tabakası (RSLT) kalınlıklarını karşılaştırmaktır.

Gereç ve Yöntem: Ocak-Mart 2013 tarihleri arasında, 253 sağlıklı olgunun 253 gözü çalışmaya alındı (ortalama yaş: $42,7 \pm 7,4$ yıl [28-62 yıl]; 121 erkek ve 132 kadın). Olgular OSB ölçümüne göre 3 gruba ayrıldı. Yetmiş yedi hasta 'küçük OSB' grubunda (OSB $1,63 \text{ mm}^2$ 'den küçük), 90 olgu 'orta OSB' grubunda (OSB $1,63 \text{ mm}^2$ ve $1,97 \text{ mm}^2$ arasında) ve 86 olgu 'büyük OSB' grubundaydı (OSB $1,97 \text{ mm}^2$ 'den büyük).

Bulgular: Küçük, orta ve büyük OSB gruplarında üst ($p=0,008$), alt ($p=0,004$) ve ortalama RSLT kalınlığı ($p=0,001$) istatistiksel yönden farklıydı. OSB büyüklüğü ile alt ve ortalama RSLT kalınlığı arasında düşük dereceli pozitif korelasyon tespit edildi (sırasıyla; $r=0,150$, $p=0,017$ ve $r=0,157$, $p=0,013$).

Sonuç: Cirrus OKT ile ölçülen RSLT kalınlığı ile OSB büyüklüğü arasında pozitif korelasyon vardır ve gruplar arasında RSLT kalınlığı farklıdır. Bu korelasyon ve farklılığın nedeni dairesel halka ile OSB kenarı arasındaki değişken mesafe olabilir.

Anahtar Kelimeler: Retina sinir lifi tabakası, optik sinir başı, optik koherens tomografi

Summary

Objectives: To compare the retinal nerve fiber layer (RNFL) thicknesses in three different optic nerve head (ONH) size groups measured by Cirrus spectral domain optical coherence tomography (OCT).

Materials and Methods: Between January and March 2013, 253 eyes of 253 healthy subjects were enrolled in this study (mean age: 42.7 ± 7.4 years [28-62 years]; 121 men and 132 women). The patients were divided into 3 groups according to ONH size: 77 patients in the "small ONH" group (ONH area $<1.63 \text{ mm}^2$), 90 patients in the "medium ONH" group (ONH area $1.63-1.97 \text{ mm}^2$), and 86 patients in the "large ONH" group (ONH area $>1.97 \text{ mm}^2$).

Results: There were significant differences in superior ($p=0.008$), inferior ($p=0.004$) and average RNFL thickness ($p=0.001$) between the small, medium and large ONH groups. Positive correlations between ONH size and inferior/average RNFL thicknesses were significant but very weak ($r=0.150$, $p=0.017$ and $r=0.157$, $p=0.013$ respectively).

Conclusion: RNFL thickness as measured by Cirrus OCT is positively correlated with ONH size and the differences in RNFL thickness were statistically significant between groups. This correlation and difference may be the result of a varying distance between the circular scan and the ONH margin.

Keywords: Retinal nerve fiber layer, optic nerve head, optical coherence tomography

Giriş

Peripapiller retina sinir lifi tabakası (RSLT) kalınlığının değerlendirilmesi glokom tanısı ve tedavisinde gerekli olmakla birlikte klinik uygulamada objektif olarak değerlendirilmesi halen zorluklar içermektedir.¹ Optik koherens tomografi (OKT) gibi görüntüleme teknolojilerinin gelişmesi ile birlikte RSLT kalınlığının kantitatif olarak ölçülmesi mümkün olmuştur.

Farklı yazarlar Cirrus HD Spektral Domain OKT'nin sağlıklı ve glokomatöz gözlerde çok yüksek düzeyde araştırıcılar arası tekrarlanabilirliği olduğunu göstermiştir.^{2,3,4} Tüm cihazlarda görüntü elde edilmesinde kullanılan prensip benzerdir ve optik sinir başı (OSB) üzerine merkezlenen 3,4 mm çapında bir dairenin diyet lazer ile taraması sırasında RSLT kalınlığının ölçülmesine dayanmaktadır.

Çeşitli araştırmacılar insan gözü üzerinde yaptıkları histolojik çalışmalar ile daha büyük OSB'de daha fazla optik sinir lifi olduğunu göstermişlerdir.^{5,6} Ancak insan gözü üzerinde yapılan bir başka çalışmada aksan sayısı ile skleral kanal alanı arasında bir korelasyon bulunamamıştır.⁷ Stratus OKT (zaman bölgesi OKT) kullanılan bazı çalışmalar büyük disk alanı olan gözlerde daha kalın RSLT olduğunu gösterirken,^{8,9} diğer çalışmalarda bu korelasyon bulunamamıştır.¹⁰ Bu çalışmanın amacı, Cirrus Spektral Domain OKT ile OSB boyutu açısından üç farklı gruba ayrılan hastalar arasında RSLT kalınlıklarını karşılaştırmaktır.

Gereç ve Yöntem

Çalışmaya Ocak ve Mart 2013 tarihleri arasında kliniğimize başvuran 253 hastanın 253 gözü dahil edildi (ortalama yaş: 42,7±7,4 yıl [28-62 yıl], 121 erkek ve 132 kadın). Çalışma popülasyonu minör refraktif kusurları olan ardışık hastalardan oluşturuldu. Tüm hastalara görme keskinliği ölçümü, göz içi basıncı ölçümü, biyomikroskopik muayene ve dolaylı oftalmoskopiye içeren tam oftalmolojik muayene yapıldı ve çalışmaya uygunlukları değerlendirildi. Çalışmaya kabul edilme kriterleri: düzeltilmiş en yüksek görme keskinliği düzeyinin 20/25'ten yüksek olması, sferik kırılma kusurunun -5 ile +5 diyoptri arasında olması, silindirik kırılma kusurunun -2 ile +2 arasında olması, göz içi basıncının ≤21 mmHg olması, optik diskin normal görünümde olması, rutin oftalmolojik muayenede belirgin oküler hastalığının olmaması, ailesinde glokom öyküsü olmaması ve diabetes mellitus gibi oküler tutulum ile seyredebilen sistemik hastalığının olmaması olarak belirlendi.

Tüm hastalardan bilgilendirilmiş onam alındı. Çalışma süresince Helsinki bildirgesinin koşullarına uyuldu ve çalışma için Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu'ndan onay alındı.

Hastalar OSB alanlarına göre üç gruba ayrıldı; "küçük OSB" grubunda 77 hasta (OSB alanı 1,63 mm²'den küçük), "orta OSB" grubunda 90 hasta (OSB alanı 1,63 mm² ile 1,97 mm² arasında), ve "büyük OSB" grubunda 86 hasta (OSB alanı 1,97 mm²'den büyük) vardı. Cirrus HD Spektral Domain OKT yazılımında bulunan OSB parametreleri esas alınarak hasta grupları için normal değerler ve sınırlar belirlendi.

Optik Koherens Tomografi Ölçümleri

Peripapiller RSLT kalınlığı ve OSB alanı ölçümleri Cirrus HD spektral domain OKT (Carl Zeiss Meditec, Dublin, CA, ABD) kullanılarak yapıldı. Ölçümler iki deneyimli operatör (S.G. ve A.A.) tarafından midriyazis altında gerçekleştirildi.

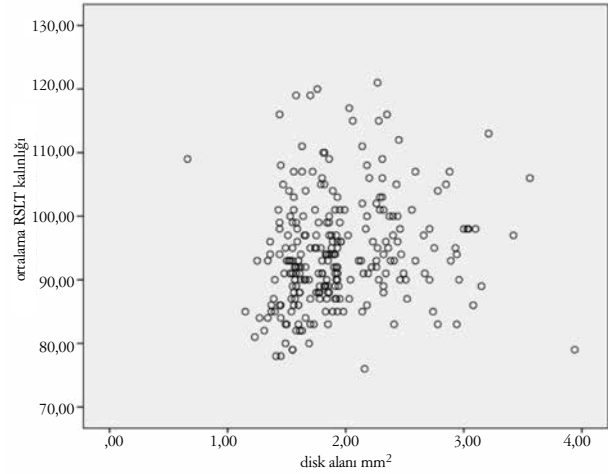
Pupilla dilate edildikten sonra, her 200 B taraması için yapılan 200 A taramasından oluşturulan 6x6 mm küp optik disk taraması

elde edildi. Bu veri kübünden, cihaz diskin merkezini otomatik olarak belirledi ve diskin çevresine 3,4 mm çapında hesaplama dairei oluşturdu. Bu peripapiller daire boyunca RSLT kalınlığı analiz edildi ve normatif veri ile karşılaştırıldı.

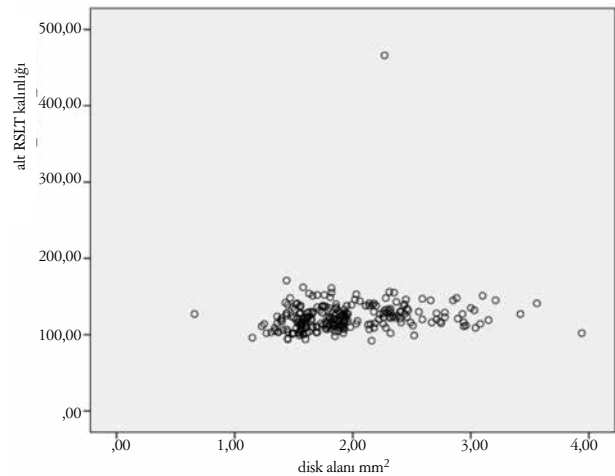
Sonuç olarak, sinyal gücünün 6 veya daha yüksek olması beklendi.

İstatistiksel Analiz

OSB boyutu grupları (küçük, orta ve büyük olarak sınıflanan) arasında RSLT kalınlığı açısından istatistiksel bir fark olup olmadığı tek yönlü ANOVA ile değerlendirildi. OSB grupları arasında istatistiksel anlamlı ortalama kalınlık farklarına hangi RSLT kadrantlarının neden olduğunu değerlendirmesinde Tukey post hoc testi kullanıldı. RSLT kalınlığı ve OSB parametreleri arasındaki olası korelasyonların analizi Pearson korelasyon katsayısı kullanılarak yapıldı. Tüm istatistiksel analizler Statistical Package for the Social Sciences sürüm 15 (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) yazılımı ile gerçekleştirildi. Tüm istatistiksel testlerde anlamlılık düzeyi $\alpha=0,05$ olarak belirlendi.



Şekil 1. Ortalama retina sinir tabakası kalınlığı ve optik sinir başı alanı arasındaki korelasyonu gösteren saçılım diyagramı



Şekil 2. Alt kadrant retina sinir tabakası kalınlığı ve optik sinir başı alanı arasındaki korelasyonu gösteren saçılım diyagramı

Bulgular

Ortalama yaş “küçük OSB” grubunda $40,12 \pm 8,49$ yıl (aralık, 35-55 yıl), “orta OSB” grubunda $43,21 \pm 4,43$ (aralık, 35-54 yıl) ve “büyük OSB” grubunda $41,07 \pm 12,42$ yıl (aralık, 36-55 yıl) olarak bulundu. Gruplar arasında yaş açısından anlamlı bir fark yoktu ($p=0,98$). Grupların erkek/kadın dağılımları benzerdi ($p=0,69$). Ortalama kırma kusuru açısından gruplar arasında istatistiksel anlamlı fark yoktu ($p=0,87$).

Tablo 1. Optik disk boyutu gruplarında ortalama retina sinir lifi tabakası kalınlığının karşılaştırması					
RSLT kalınlığı	OSB boyutu	n	Ortalama (µm)	SS	p değeri
Üst kadranı	Küçük	77	114,32	14,11	0,008
	Orta	89	117,72	14,04	
	Büyük	85	121,33	14,51	
	Toplam	251	117,90	14,44	
Temporal kadranı	Küçük	77	67,35	11,47	0,364
	Orta	89	69,65	9,58	
	Büyük	85	68,80	10,32	
	Toplam	251	68,66	10,44	
Alt kadranı	Küçük	77	117,47	15,67	0,004
	Orta	89	122,36	13,09	
	Büyük	85	130,93	39,28	
	Toplam	251	123,76	26,15	
Nazal kadranı	Küçük	77	66,44	12,70	0,233
	Orta	89	67,52	9,17	
	Büyük	85	69,31	10,50	
	Toplam	251	67,79	10,82	
Ortalama kalınlık	Küçük	77	91,65	8,66	0,001
	Orta	89	94,43	7,72	
	Büyük	85	96,72	9,04	
	Toplam	251	94,35	8,68	

RSLT: Retina sinir lifi tabakası, SS: Standart sapma, OSB: Optik sinir başı

Tablo 2. Optik sinir başı alanı ile retina sinir lifi tabakası kalınlığı arasındaki korelasyon	
RSLT kalınlığı	OSB alanı
Üst kadranı	$r=0,125$ $p \text{ değeri}=0,048$
Temporal kadranı	$r=0,025$ $p \text{ değeri}=0,692$
Alt kadranı	$r=0,150$ $p \text{ değeri}=0,017$
Nazal kadranı	$r=0,063$ $p \text{ değeri}=0,321$
Ortalama kalınlık	$r=0,157$ $p \text{ değeri}=0,013$

RSLT: Retina sinir lifi tabakası, OSB: Optik sinir başı, r: Korelasyon katsayısı

Küçük, orta ve büyük OSB grupları arasında üst kadran ($p=0,008$), alt kadran ($p=0,004$) ve ortalama RSLT kalınlığı ($p=0,001$) açısından istatistiksel anlamlı fark bulundu. Her bir OSB boyutu grubunun, RSLT kalınlığı parametreleri için ortalama değerler ve standart sapmaları Tablo 1’de gösterilmektedir. Genel olarak, OSB boyutu büyüdükçe tüm kadranlarda RSLT kalınlıklarının arttığı görüldü.

OSB boyutu ile RSLT kalınlığı arasında yapılan korelasyon analizinin sonuçları Tablo 2’de verilmektedir. Alt kadran ve ortalama RSLT kalınlıklarının OSB boyutu ile pozitif korelasyon gösterdiği görüldü; korelasyonlar anlamlıydı ancak anlamlılık düzeyi düşük bulundu (sırasıyla, $r=0,150$, $p=0,017$ ve $r=0,157$, $p=0,013$). Şekil 1 ve 2’de sırasıyla ortalama ve alt kadran RSLT kalınlıkları ile OSB alanı arasındaki korelasyonu gösteren saçılım diyagramı gösterilmektedir.

Tartışma

RSLT kalınlığını değerlendirmek için OSB’ye merkezli dairesel tarama yapılır. 1996 yılında Schuman ve ark.¹¹ tekrarlanabilirlik açısından 3,4 mm çapında bir daire kullanıldığının en doğru sonucu verdiğini gösterdi ve o tarihten itibaren tüm çalışmalarda OSB alanından bağımsız olarak dairesel taramalarda bu çap kullanılmaktadır. Ancak, optik disk boyutunun normal gözlerde bireyler arası daha yüksek değişkenliğe sahip olduğu bilinmektedir ve yüzey alanı 0,8 ile 6,0 mm² arasında değişebilir.¹² Bu nedenle, tüm gözlerde dairesel tarama yapılırken sabit çap kullanılması OSB kenarından değişik uzaklıklarda RSLT kalınlığı ölçümlerine neden olabilir.⁸

Çalışmamızda, OSB boyutu gruplarında üst kadran, alt kadran ve ortalama RSLT kalınlıkları arasındaki farklar istatistiksel anlamlı bulundu. OSB boyutu ile alt kadran ve ortalama RSLT kalınlığı arasında zayıf ancak anlamlı pozitif korelasyon olduğu görüldü. Ayrıca, RSLT kalınlıklarının tüm kadranlarda OSB boyutu ile birlikte arttığını gözlemledik.

Savini ve ark.⁸ Stratus OKT ile ölçülen RSLT kalınlığının, OSB’nin alanı ve çapı ölçülerek belirlenen OSB boyutu ile pozitif korele olduğunu göstermiştir. Yazarlar alt, üst ve nazal kadranlarda bu korelasyonun mevcut olduğunu ancak temporal kadranda benzer bir eğilim görülmesine rağmen korelasyonun istatistiksel olarak anlamlı bulunmadığını bildirmiştir. Bu korelasyonunun, diskin daha büyük olduğu gözlerde artan sinir lifi sayısına bağlı olabileceğini veya sabit çap kullanılarak yapılan taramaların bir artefaktı olabileceğini ileri sürmüşlerdir. Bu sonucun sabit çap kullanılarak yapılan taramaların artefaktı olabileceği hipotezi OSB’nin büyük olduğu durumlarda tarama ile OSB kenarı arasındaki mesafenin azalacağına dayanmaktadır. Bu nedenle OSB’nin büyük olduğu hastalarda ölçüm optik disk kenarına daha yakın yapılacaktır ve RSLT olduğundan büyük bulunacaktır. Savini ve ark.⁹ daha sonra yaptıkları çalışmada Stratus OKT ile RSLT kalınlığını 81 sağlıklı olguda 3 farklı tarama çapı kullanarak değerlendirmiştir; tüm olgularda sabit 3,4 mm çap veya olguların OSB büyüklüğüne göre değişen ve OSB kenarından 0,5 mm veya 1,0 mm büyük çap kullanılmıştır. Sabit çap ile tarama yapıldığında, diskin büyük olduğu olgularda yüksek değerler elde edilmiştir, ancak aksine tarama çapı OSB boyutuna göre değiştirildiğinde ise diskin büyük olduğu olgularda düşük değerler bulunmuştur.

Kaushik ve ark.¹⁰ tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada Stratus OKT kullanılarak 32 sağlıklı gözde peripapiller RSLT kalınlığı 3,4 mm çap ile hızlı tarama protokolü kullanılarak değerlendirilmiş ve

disk alanının RSLT kalınlığı ölçümünü etkilemediği bildirilmiştir. Yazarlar RSLT kalınlığının, skleral kanaldan çıkış noktasından olan uzaklığa değil, optik diskin merkezine olan uzaklığa bağlı olduğunu, bu nedenle RSLT kalınlığının skleral kanalın boyutuna bakılmaksızın optik diskin merkezine benzer uzaklıklarda ölçülmesi gerektiğini ileri sürmüştür.

Bu konuda spektral OKT'nin kullanıldığı az sayıda çalışma vardır. Mansoori ve ark.¹³ tarafından yapılan ve spektral OKT/TLO (tarayıcı lazer oftalmoskop) kullanılan çalışmada 65 sağlıklı gözde ölçümler yapılmış ve optik disk boyutu ile ortalama veya kadranların peripapiller RSLT kalınlıkları arasında anlamlı korelasyon bulunmamıştır. Popülasyonda, RSLT kalınlığı ve disk alanı açısından bireyler arası değişkenliğin yüksek olması nedeniyle OSB boyutunun RSLT kalınlığı ölçümüne olan etkisini minimuma indirdiği hipotezi üzerinde durulmuştur. Huang ve ark.¹⁴ benzer sonuçlar bildirmiştir; 196 sağlıklı gözde yaptıkları çalışmalarında optik disk alanı ile RSLT kalınlığı arasında anlamlı bir ilişki bulamamışlardır. Mansoori ve ark.'nın¹⁵ bir başka çalışmasında OSB boyutuna göre büyük, ortalama ve küçük olarak sınıflandırılan 102 sağlıklı olguda RSLT kalınlığı ve optik disk ölçümleri spektral OKT/TLO kullanılarak yapılmıştır. Disk alanı <4 mm² olan gözlerde, disk alanı RSLT kalınlığı ölçümünü etkilememiştir. Disk alanı >4 mm² olan gözlerde ortalama, üst ve temporal kadran RSLT kalınlığı ölçümleri disk alanı ile ters orantılı bulunmuştur. Yazarlar bu bulguyu büyük OSB'den çıkan retina sinir liflerinin daha geniş bir çembere dağıldığını vurgulayarak açıklamışlar ve bu nedenle geniş uzaysal dağılımın sonucu olarak OSB'nin büyük olduğu gözler değerlendirildiğinde RSLT'nin daha ince bulunduğunu ileri sürmüşlerdir. Bizim çalışmamızda büyük OSB grubu, OSB boyutu 1,97 mm²'den büyük olan hastalardan oluşmaktaydı. Mansoori ve ark.'nın¹⁵ çalışmasına dahil edilen hastaların OSB boyutları bizim çalışmamızdaki hastalardan çok daha büyüktü. Bizim çalışmamızda büyük OSB grubunda OSB boyutu ile RSLT kalınlığı arasında bir korelasyon bulundu. Ancak bizim bulgularımızın aksine, Mansoori ve ark.¹⁵ OSB boyutu 4 mm²'den daha büyük olan hastalarda RSLT kalınlığının çok daha ince olduğunu göstermiştir.

OSB boyutu ve RSLT kalınlığı arasındaki pozitif korelasyonun, OKT tarama dairesi ile OSB kenarı arasındaki uzaklığa bağlı olması olasıdır. Sabit çaplı dairesel tarama kullanıldığında, tarama ile OSB kenarı arasındaki uzaklık OSB'nin büyük olduğu durumlarda azalmaktadır. Bunu, sabit 3,4 mm çap kullanılarak yapılan ölçümlerde OSB boyutuna bağlı olarak değişen sinir lifi tabakası kalınlığını açıklamak için farklı bir teori olarak bisiklet tekerleği tellerine benzerliğinden yola çıkarak önermekteyiz. Sabit 3,4 mm çapta ölçülen RSLT'nin kalınlığı çemberde lifler arasındaki uzaklığa bağlı olabilir. Sabit çapta değerlendirildiğinde optik diski küçük olan bir gözde lifler arasındaki uzaklıklar, optik diski büyük olan bir gözde lifler arasındaki uzaklıklardan büyük olabilir. Bu nedenle diskin büyük olduğu gözlerde RSLT kalınlığı diskin küçük olduğu gözlerle oranla daha kalın bulunabilir.

Sonuç

Cirrus HD Spektral OKT ile ölçülen RSLT kalınlığı ile OSB boyutu arasında pozitif korelasyon olduğunu ve OSB boyutu grupları arasında görülen RSLT kalınlığı farklarının istatistiksel olarak anlamlı olduğunu gösterdik. Bu korelasyon ve farkın nedeni OSB kenarı ile tarama dairesi arasındaki değişen uzaklığa bağlı olabilir. RSLT kalınlığının, OSB boyutundan bağımsız olarak, OSB kenarından belirli uzaklıkta ölçüldüğü çalışmalara gerek olduğuna inanıyoruz.

Etik

Etik Kurul Onayı: Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu'ndan alınmıştır, Hasta Onayı: Alındı.

Hakem Değerlendirmesi: Editörler kurulu dışında olan kişiler tarafından değerlendirilmiştir.

Yazarlık Katkıları

Konsept: Ahmet Akman, Dizayn: Ahmet Akman, Veri Toplama veya İşleme: Sirel Gür Güngör, Ali Küçüköğüt, Analiz veya Yorumlama: Meriç Çolak, Literatür Arama: Sirel Gür Güngör, Yazan: Sirel Gür Güngör.

Çıkar Çatışması: Yazarlar tarafından çıkar çatışması bildirilmemiştir. Finansal Destek: Yazarlar tarafından finansal destek almadıkları bildirilmiştir.

Kaynaklar

- Herrmann J, Funk J. Diagnostic value of nerve fibre layer photography in glaucoma. *Ophthalmology*. 2005;102:778-782.
- Alencar LM, Zangwill LM, Weinreb RN, Bowd C, Vizzeri G, Sample PA, Susanna R Jr, Medeiros FA. Agreement for detecting glaucoma progression with the GDx guided progression analysis, automated perimetry, and optic disc photography. *Ophthalmology*. 2010;117:462-470.
- Leung CK, Cheung CY, Weinreb RN, Qiu Q, Liu S, Li H, Xu G, Fan N, Huang L, Pang CP, Lam DS. Retinal nerve fiber layer imaging with spectral-domain optical coherence tomography: a variability and diagnostic performance study. *Ophthalmology*. 2009;116:1257-1263.
- Sung KR, Kim DY, Park SB, Kook MS. Comparison of retinal nerve fiber layer thickness measured by Cirrus HD and stratus optical coherence tomography. *Ophthalmology*. 2009;116:1264-1270.
- Mikelberg FS, Yidegillig HM, White VA, Schulzer M. Relation between optic nerve axon number and axon diameter to scleral canal area. *Ophthalmology*. 1991;98:60-63.
- Funaki S, Shirakashi M, Abe H. Relation between size of optic disc and thickness of retinal nerve fibre layer in normal subject. *Br J Ophthalmol*. 1998;82:1242-1245.
- Mikelberg FS, Yidegillig HM, White VA, Schulzer M. Relation between optic nerve axon number and axon diameter to scleral canal area. *Ophthalmol*. 1991;98:60-63.
- Savini G, Zanini M, Carelli V, Sadun AA, Ross-Cisneros FN, Barboni P. Correlation between retinal nerve fibre layer thickness and optic nerve head size: an optical coherence tomography study. *Br J Ophthalmol*. 2005;89:489-492.
- Savini G, Barboni P, Carbonelli M, Zanini M. The effect of scan diameter on retinal nerve fiber layer thickness measurement using stratus optical coherence tomography. *Arch Ophthalmol*. 2007;125:901-905.
- Kaushik S, Pandav SS, Ichhpurani P, Gupta A. Fixed-diameter scan protocol preferable for retinal nerve fibre layer measurement by optical coherence tomography in all sizes of optic discs. *Br J Ophthalmol*. 2009;93:895-900.
- Schuman JS, Pedut-Kloizman 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;103:1889-1898.
- Jonas JB, Budde WM, Panda-Jonas S. Ophthalmoscopic evaluation of the parapapillary region of the optic nerve head. *Klin Oczna*. 2004;106(Suppl 1-2):279-289.
- Mansoori T, Viswanath K, Balakrishna N. Correlation between peripapillary retinal nerve fiber layer thickness and optic nerve head parameters using spectral domain optical coherence tomography. *J Glaucoma*. 2010;19:604-608.
- Huang D, Chopra V, Lu AT, Tan O, Francis B, Varma R; Advanced Imaging for Glaucoma Study-AIGS Group. Does optic nerve head size variation affect circumpapillary retinal nerve fiber layer thickness measurement by optical coherence tomography? *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2012;53:4990-4997.
- Mansoori T, Balakrishna N, Viswanath K. Influence of disc area on retinal nerve fiber layer thickness measurement by spectral domain optical coherence tomography. *Indian J Ophthalmol*. 2014;62:615-618.