

Primer Açık Açılı Glokom, Normotansif Glokom, Oküler Hipertansiyon ve Normal Gözlerde Santral Kornea Kalınlığı

İsmail Certel (*), Tuğrul Akın (**), Koray Karadayı (***), Ümit Aykan (****), Berkay Akın (***), Ahmet Hamdi Bilge (*****)

ÖZET

Amaç: Primer açık açılı glokom (PAAG), normotansif glokom (NTG) ve oküler hipertansiyon (OHT) olguları ile normal bireylerde, aplanasyon tonometrisi kullanılarak ölçülen göz içi basıncı (GİB) ile santral kornea kalınlığı (SKK) arasındaki ilişkiyi değerlendirmek.

Yöntem: Kliniğimiz glokom birimince takip edilen hastalardan 41 PAAG (78 göz), 14 NTG (28 göz), 11 OHT (22 göz) olgusu ile genel poliklinikten seçilen ve bu tip bir rahatsızlığı olmayan (kontrol grubu) 40 olguda (80 göz) Goldmann aplanasyon tonometresi kullanılarak GİB ve ultrasonik pakimetre kullanılarak SKK ölçümleri yapıldı. Bu iki parametre arasındaki ilişki student-t testi ile değerlendirildi.

Bulgular: Ortalama SKK; PAAG grubunda 546 ± 9.2 μm , NTG grubunda 521 ± 15.4 μm , OHT grubunda 581 ± 28.6 μm , kontrol grubunda ise 553 ± 31 μm olarak bulundu. Aynı olguların ortalama GİB değerleri; PAAG grubunda 17.4 ± 2.1 mmHg, NTG grubunda 15.4 ± 2.4 mmHg, OHT grubunda 23.5 ± 1.8 mmHg ve kontrol grubunda 14.2 ± 2.8 mmHg olarak bulundu.

Sonuç: OHT grubunda SKK değerlerinin PAAG ve NTG olguları ile kontrol grubundaki normal bireylere göre daha yüksek (kalın) olduğu ve bunun istatistiksel olarak anlamlılık gösterdiği ($p < 0.05$), NTG grubunda ise diğer gruplara göre daha düşük (ince) olduğu ve istatistiksel olarak anlamlılık gösterdiği bulundu ($p < 0.05$). Bu nedenle OHT olgularında GİB değerleri normalden yüksek, NTG olgularında ise normalden daha düşük ölçülebilir. Goldmann aplanasyon tonometresi ile yapılan takiplerde, beraberinde SKK ölçümleri de yapılarak düzeltilmiş GİB değerleri dikkate alınmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Primer açık açılı glokom, normotansif glokom, oküler hipertansiyon, santral korneal kalınlık, göz içi basıncı, aplanasyon tonometrisi, ultrasonik pakimetre.

SUMMARY

Evaluations of Central Corneal Thickness in Patients with Primary Open Angle Glaucoma, Normal Tension Glaucoma, Ocular Hypertension and in Normal Eyes

Purpose: To evaluate the relationship between central corneal thickness (CCT) and intraocular pressure (IOP) measured by applanation tonometry in both the normal control subjects

- (*) Asistan Dr., GATA Haydarpaşa Eğitim Hastanesi Göz Servisi, Üsküdar, İstanbul
(**) Yrd. Doç. Dr., GATA Haydarpaşa Eğitim Hastanesi Göz Servisi, Üsküdar, İstanbul
(***) Uzman Dr., GATA Haydarpaşa Eğitim Hastanesi Göz Servisi, Üsküdar, İstanbul
(****) Uzman Dr., Gümüşsuyu Asker Hastanesi Göz Servisi, Gümüşsuyu, İstanbul
(*****) Prof. Dr., GATA Haydarpaşa Eğitim Hastanesi Göz Servisi, Üsküdar, İstanbul

Yazışma adresi: Prof. Dr. Ahmet Hamdi Bilge, Rüşiye sokak. No: 53-2 Nimet Apt., Kalamış - İstanbul Tlf: (0532) 312 42 01

Mecmuaya Geliş Tarihi: 19.04.2005
Düzeltilmeden Geliş Tarihi: 01.05.2005
Kabul Tarihi: 31.05.2005

and patients with primary open angle glaucoma (POAG), normal tension glaucoma (NTG) and ocular hypertension (OHT).

Methods: Goldmann Applanation tonometer measurements and ultrasonic pachymeter CCT measurements were done in glaucoma follow-up patients 41 POAG (78 eyes), 14 NTG (28 eyes), 11 OHT (22 eyes). The results were compared with the control group's measurements (40 subjects, 80 eyes) by using student's t test.

Results: The mean CCT's were $546 \pm 9.2 \mu\text{m}$ in POAG patients, $521 \pm 15.4 \mu\text{m}$ in NTG patients, $581 \pm 28.6 \mu\text{m}$ in OHT group, while, $553 \pm 31 \mu\text{m}$ in control subjects. The mean IOP's were $17.4 \pm 2.1 \text{mmHg}$, $15.4 \pm 2.4 \text{mmHg}$, $23.5 \pm 1.8 \text{mmHg}$ and $14.2 \pm 2.8 \text{mmHg}$ respectively.

Conclusion: There was a statistically significant difference in the mean CCT measurements between OHT and POAG and NTG patients ($p < 0.05$). The mean CCT was found more thicker in OHT patients while more thinner in NTG group which is also statistically significant when compared with the results of other groups ($p < 0.05$). We conclude that this may cause a misreading of IOP in particular cases. We suggest that a correction factor for applanation tonometer readings according to the CCT is strongly recommended.

Key Words: Primary open angle glaucoma, normal tension glaucoma, ocular hypertension, central corneal thickness, intraocular pressure, applanation tonometry, ultrasonic pachymeter.

GİRİŞ

Göz içi basıncı (GİB), glaukoma tanısı ve takibinde en önemli parametrelerden biri olup tedavi edilebilen tek risk faktörüdür. Uzun süreli kontrol edilmemiş GİB yüksekliği, ganglion hücre aksonlarının kaybına neden olarak optik diskte ve görme alanında glaukoma özgü değişikliklerle sonuçlanır (1). Bu nedenle GİB ölçümleri önem arz etmekte ve bu amaçla kullanılan yöntemler bazı faktörlerden etkilenmektedir. İlk defa 1905 yılında uygulamaya giren Schiötz tonometresi ile yapılan ölçümler kornea yapısı ve skleral rijiditeden etkilenmektedir (2). Goldmann aplanasyon tonometresi 1954 yılında Goldmann tarafından uygulamaya konulmuştur ve günümüzde GİB ölçümünde halen altın standart olarak kabul edilmektedir. Bu yöntemde korneaya 3.06 mm. çapı olan bir alanda temas olur ve bu alanda kornea düzleştirilerek GİB ölçümü yapılır. Bu nedenle santral kornea kalınlığı (SKK) ve kornea rijiditesi, aplanasyon tonometresi ile yapılan GİB ölçümlerini etkilemektedir (3-4). Stromal ödem, laser in situ keratomileosis (LASİK) ve excimer fotorefraktif keratektomi gibi korneayı zayıflatan ve incelten durumlar düşük tonometrik ölçümlere neden olmaktadır (5-8). Yapılan çalışmalarda tonometrik ve manometrik ölçümlerde GİB seviyelerinin farklılık gösterdiği anlaşılmış ve bunun SKK'ya bağlı olduğu bildirilmiştir (9-13).

Bu çalışmada, non-invaziv bir yöntem olan ultrasonik pakimetre kullanarak primer açık açılı glaukoma (PAAG), normotansif glaukoma (NTG), oküler hipertansiyon (OHT) tanılı hastalar ve normal bireylerde SKK ölçümleri yapılarak, GİB değerleri ile arasındaki ilişki değerlendirilmiştir.

GEREÇ ve YÖNTEM

GATA Haydarpaşa Eğitim Hastanesi Göz Kliniği Glaukoma biriminde Ocak 2004-Aralık 2004 tarihleri arasında yeni tanı konulan ve izlenen, yaş ortalaması 64 (51-78) yıl olan 66 hasta ve yaş ortalaması 60 (49-72) yıl olan 40 normal birey olmak üzere toplam 106 olgu çalışma kapsamına alındı.

Tüm olguların Snellen eşeli ile düzeltilmiş görme keskinliği ölçülüp detaylı biyomikroskopik incelemesi, üç aynalı kontakt lensle gonyoskopik açı muayeneleri ile +90 dioptri (D) non-kontakt lensle optik sinir başı ve oftalmoskopik muayeneleri yapıldı. Biyomikroskopik muayenede minimal arkasubkapsüler lens kesafeti dışında patolojiye rastlanmadı. Humphrey otomatize statik perimetresinin 30-2 santral tam eşik testi ile tüm olguların görme alanı değerlendirildi. GİB'ları topikal anestezi altında standart Goldmann aplanasyon tonometresi ile ölçüldü. PAAG olguları; gonyoskopik muayenede açı patolojisi olmayan ve açıları açık olan, farklı zamanlarda en az üç ölçümde medikal tedavisiz GİB'ları 22 mmHg ve üstünde olan, optik diskte glaukomatöz hasar ve görme alanında glaukomatöz değişiklikler saptanan hastalardan oluşmaktaydı. NTG olguları; gonyoskopik muayenede ön kamara açısı açık olan, ilaçsız GİB'ları en az üç ölçümde 21 mmHg altında olan, glaukomatöz optik disk ve görme alanında glaukomatöz defektler görülen hastalardan seçildi. OHT olguları ise aile hikayesi olmayan, gonyoskopide açısı açık olan, ilaçsız GİB'ları 21 mmHg üstünde olan, optik disk ve görme alanında glaukomatöz değişiklikler izlenmeyen hastalardan oluşturuldu. Kontrol grubuna ise genel polikliniğe görme kusuru nedeniyle başvurmamış, glaukoma öyküleri olmayan, GİB'ları 21

mmHg altında olan, optik diski ve görme alanı doğal olarak değerlendirilen bireyler dahil edildi.

Daha önceden oküler cerrahi geçiren, korneal skar ve hastalık hikayesi bulunan, kontakt lens kullanan, topikal kortikosteroid veya suni gözyaşı preparatı alan, 3 D'den fazla miyopi ya da hipermetropi ile 1,5 D'den yüksek astigmatizması olan hastalar çalışmaya dahil edilmedi. Tüm pakimetrik ve aplanasyon tonometresi ölçümleri aynı araştırmacı (İ.C) tarafından yapıldı. SKK, kalibrasyonu yapılmış ultrasonik pakimetre (Paxis, Biovision®, France) ile ölçüldü. SKK ölçümleri topikal anestezi altında Propracaine % 0.5 (Alcaine®, Alcon) damlatılarak hastalar oturur pozisyonda karşıya doğru bakarken, pupilla santralinde pakimetre probu korneaya dik yerleştirilerek yapıldı. Standart sapması $\pm 5 \mu\text{m}$ veya daha az olan 5 ölçüm yapıldı ve ortalamaları alınıp SKK olarak kaydedildi. Pakimetrik ölçümlerden önce tüm olguların GİB'ları aynı gün Goldmann aplanasyon tonometresiyle topikal anestezi altında Propracaine %1 (Alcaine®, Alcon) damlatılarak 3 kez ölçüldü ve ortalamaları alındı.

İstatistiksel analizde student-t testi kullanılarak gruplar arasındaki ortalama değerler karşılaştırıldı ve $p < 0.05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Çalışmaya dahil edilen 106 olgunun 41'i PAAG (78 göz), 14'ü NTG (28 göz) ve 11'i OHT (22 göz) tanısıyla takip edilen hastalardı. Kontrol grubu olarak ise 40 normal bireyin 80 gözü değerlendirildi. PAAG'lu olguların yaş ortalaması 67 ± 10.46 yıl, NTG'lu olguların ortalaması 61 ± 9.75 yıl, OHT'lu olguların ortalaması 54 ± 6.27 yıl ve kontrol grubundaki normal bireylerin yaş ortalaması 60 ± 11.34 yıl idi. PAAG grubunda 22 kadın 19 erkek, NTG grubunda 7 kadın 7 erkek, OHT grubunda 6 kadın 5 erkek, kontrol grubunda ise 21 kadın 19 erkek bulun-

Tablo. Olguların ve kontrol grubunun özellikleri

	PAAG	NTG	OHT	Kontrol
Göz sayısı	78	28	22	80
Kadın	22	7	6	21
Erkek	19	7	5	19
Yaş	67 ± 10.46	61 ± 9.75	54 ± 6.27	60 ± 11.34
GİB (mmHg)	17.4 ± 2.1	15.4 ± 2.4	23.5 ± 1.8	14.2 ± 2.8

maktaydı (Tablo). Gruplar arasında yaş ve cinsiyet açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p > 0.05$).

PAAG grubunda medikal tedavi ile kontrol altında iken, pakimetrik ölçüm öncesi ortalama GİB 17.4 ± 2.1 mmHg, NTG grubunda 15.4 ± 2.4 mmHg, OHT grubunda 23.5 ± 1.8 mmHg ve normal bireylerde 14.2 ± 2.8 mmHg olarak ölçüldü (Tablo). Pakimetrik ölçümlerde PAAG olgularında ortalama SKK değeri $546 \pm 9.2 \mu\text{m}$, NTG olgularında $521 \pm 15.4 \mu\text{m}$, OHT olgularında $581 \pm 28.6 \mu\text{m}$ ve kontrol grubunda $553 \pm 31 \mu\text{m}$ olarak ölçüldü (Şekil).

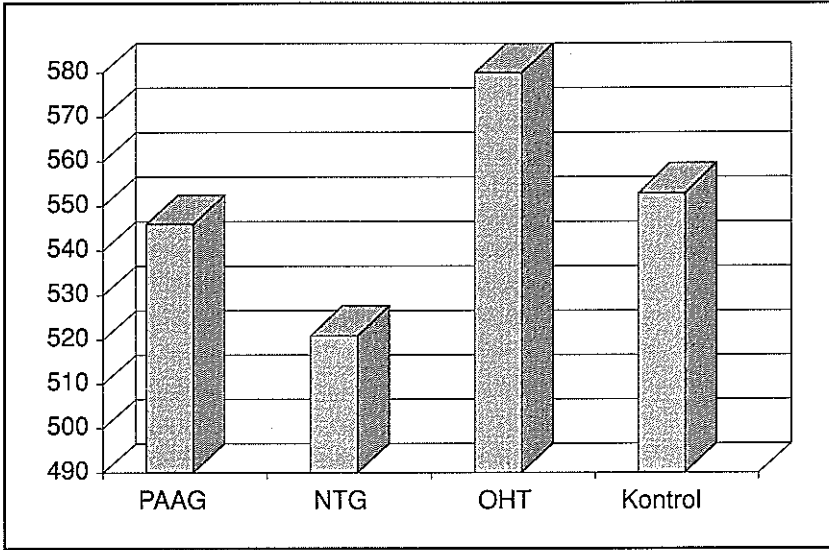
OHT'lu olgularda santral kornea kalınlığının PAAG, NTG ve kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha kalın ($p < 0.05$); NTG'lu olgularda ise santral kornea kalınlığının PAAG, OHT ve kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha ince olduğu belirlendi ($p < 0.05$).

TARTIŞMA

Skleral rijidite, santral korneal kalınlık, keratokonus gibi korneanın yapısal değişiklikleri, korneal skarlar ile keratoplasti ve korneaya uygulanan refraktif amaçlı cerrahilerin GİB ölçümlerini değiştirebileceği bildirilmiştir (10-11,16-18). Skleral rijidite ve korneal kalınlığın GİB ölçümleri üzerinde etkilerini ilk olarak 1957 yılında Goldmann ve Schmidt ortaya çıkarmıştır (3). Bundan 18 yıl sonra Ehler ve ark. aplanasyon tonometresi ile en doğru ölçümün SKK $520 \mu\text{m}$ olduğunda alınacağını ve bu değerden her $10 \mu\text{m}$ 'luk sapmanın 0.7 mmHg 'lik yanlış ölçmeye neden olacağını bildirmişlerdir (10,18). Johnson ve ark. yayınladığı SKK $900 \mu\text{m}$ olan bir vaka da GİB aplanasyon tonometresi ile 35 mmHg , monometrik ölçümlerde (ön kamara kanülasyonu ile) ise 11 mmHg olarak değerlendirilmiştir (19). Daha sonra Whitacre ve ark. yaptıkları kanülasyon çalışmalarında kornea kalınlığındaki her $10 \mu\text{m}$ 'lik değişimin GİB da $0.18-0.23 \text{ mmHg}$ 'lik değişime neden olabileceğini açıklamışlardır (12-13). Wolfs ve ark. tarafından yapılan diğer bir kanülasyon çalışmasında SKK'daki $10 \mu\text{m}$ 'lik artışın GİB'da 0.19 mmHg artışa neden olduğu saptanmıştır (20).

Recep ve ark. aplanasyon tonometresi ve ultrasonik pakimetre ile normal bireylerde SKK ve GİB arasındaki bağlantıyı inceledikleri çalışmalarında; $539 \mu\text{m}$ üzerindeki korneal kalınlıkla GİB ölçümü arasında anlamlı bir bağlantı olduğunu, $574.5 \mu\text{m}$ ve üzerindeki korneal kalınlık değerlerinde ise aradaki bağlantının istatistiksel olarak anlamlı olduğunu bulmuşlardır (21). Bugüne kadar ki yapılan çalışmalarda SKK artması GİB'nin yük-

Şekil. Grupların ortalama santral korneal kalınlık (SKK) değerleri



sek, SKK azalması ise GİB'nin düşük olarak ölçülmesine neden olduğu saptanmıştır.

Çalışmamızda PAAG olarak takip edilen olgularımızda GİB ort. 17.4 ± 2.1 mmHg, NTG'da 15.4 ± 2.4 mmHg, OHT'da 23.5 ± 1.8 mmHg ve normal bireylerde 14.2 ± 2.8 mmHg olarak ölçülmüştür. PAAG olgularında GİB değerleri antiglokomatöz tedavi altında iken, NTG grubunda ise antiglokomatöz tedaviye 5 gün ara verdikten sonra saptanmıştır. OHT olgularında ve kontrol grubunda ilaç tedavisiz GİB ölçümleri değerlendirilmiştir. Ultrasonik pakimetre ile ortalama SKK PAAG grubunda 546 ± 9.2 µm, NTG grubunda 521 ± 15.4 µm, OHT grubunda 581 ± 28.6 µm ve normal bireylerde 553 ± 31 µm olarak ölçülmüştür. Grupların GİB'leri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0.05$). Pekçok çalışma ile uyumlu olarak OHT olarak takip ettiğimiz olgularımızda SKK diğer gruplara göre daha kalın olarak bulunmuştur (14,15). Özveren ve ark. yaptığı çalışmada OHT grubunda ortalama SKK 578.27 ± 37.54 µm olarak belirtilmiş olup bizim çalışmamızdaki OHT grubu değerleri ile uyumludur (22). Normotansif glaukom hastaları ve santral kornea kalınlıklarını inceleyen birçok çalışmada ise farklı sonuçlar elde edilmiştir. Copt, Emera, Velten ve ark. yaptığı çalışmalarda NTG tanısı alan hastaların kornealarının normalden ince olduğu belirtilmiştir (15,23-24). Bizim çalışmamızda da NTG olgularımızın santral korneal kalınlıkları, PAAG olgularına ve normal bireylere göre daha ince olarak saptanmıştır. Peplinski, Sobotka ve ark. ise yaptıkları çalışmalarda NTG olgularının korneal kalınlıklarının PAAG'lu hastalardan ve normal bireylerden farklı olmadığını öne sürmüşlerdir (25-26). NTG olgularında kornea kalınlıklarının ayrı serilerde farklı çıkması az sayıda

olgularında çalışılmasına ve değişik kornea kalınlık ölçüm yöntemlerine bağlanabilir.

Kornea kalınlığı ultrasonik pakimetre, konfokal mikroskop, spekül mikroskop, ultrasonik biomikroskop, optik laser interferometri gibi çeşitli yöntemlerle ölçülebilmektedir. Ölçüm tekniklerinin farklı olması sonuçlar üzerinde etkili olabilmektedir. Modis ve ark. normal bireylerde ultrasonik pakimetre ile SKK'nı 580 µm, nonkontakt spekül mikroskopla 542 ± 46 µm, kontakt spekül mikroskopik pakimetre ile 638 ± 48 µm olarak saptamışlardır (27). Modis ve ark.'nın normal bireyler üzerinde yaptığı başka bir çalışma ise SKK'nı ultrasonik pakimetre ile 580 µm, kontakt spekül mikros-

kopla 640 µm ve slit-tarama sistemiyle 602 µm olarak bildirmişlerdir (28). Chakrabarti ve ark. normal bireylerde slit-tarama topografik teknikle yapılan SKK ölçümlerinin, ultrasonik pakimetreye göre 28 µm daha fazla olduğunu saptamışlardır (29). Bu farklılıklar sistemlerin kontakt veya nonkontakt olmalarına ve değişik prensiplerle çalışmasına bağlanabilir. Normal bireylerde ve PAAG olgularında ultrasonik pakimetre ölçümleri ile bulduğumuz ort. SKK değerleri literatürdeki diğer çalışmaların sonuçları ile uyumludur. Tonnu ve ark., SKK'da her 10 µm artışın, Goldmann aplanasyon tonometresiyle GİB ölçümlerinde ortalama 0.28 mmHg artışa karşılık geldiğini saptamışlardır (30). Biz kliniğimizde 550 µm'nin altında veya üstündeki SKK değerlerinde ortalama 10 µm'lik fark için GİB ölçümlerinde 0.30 mmHg'lik düzeltme uygulamaktayız.

Sonuç olarak çalışmamızda ultrasonik pakimetreyle bulunan SKK değerlerinin OHT olgularında diğer gruplara göre istatistiksel olarak daha kalın, NTG'lularda ise açık açılı glaukom hastalarına ve normal bireylere göre istatistiksel olarak daha ince olduğunu gözlemledik. PAAG'lu ve normal bireylerde SKK değerlerinin birbirlerine göre farklı olmadığını gördük. SKK değerleri, hem tanıda hem de tedavide hedef GİB değerlerinin hesaplanması açısından önemli bir parametre olarak dikkate alınmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Jonas JB: Morphological Aspects in the Diagnosis and Pathogenesis of Glaucomatous Optic Neuropathy. Glaucoma: Decision Making in Therapy. Springer-Verlag, Milano 1996:51-63.

2. Schottenstein EM: Intraocular pressure and tonometry. Ritch R, Shields MB, Krupin T (eds): The glaucomas. Vol 1 Mosby, St Louis; 1996, p: 407-428.
3. Goldmann H, Schmidt T: Über Applanationstonometrie. *Ophthalmologica* 1957; 134:221-242.
4. Drance SM: The coefficient of scleral rigidity in normal and glaucomatous eyes. *Arch Ophthalmol* 1960; 79:668-674.
5. Simon G, Small RH, Ren Q, et al: Effect of corneal hydration on Goldmann applanation tonometry and corneal topography. *Refract Corneal Surg* 1993 Mar-Apr; 9(2):110-117.
6. Fournier AV, Podtetenov M, Lemire J, et al: Intraocular pressure change measured by Goldmann tonometry after laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 1998; 24:905-910.
7. Emara B, Probst LE, Tingey DP, et al: Correlation of intraocular pressure and central corneal thickness in normal myopic eyes and after laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 1998; 24:1320-1325.
8. Zadok D, Tran DB, Twa M, et al: Pneumotonometry versus Goldmann tonometry after laser in situ keratomileusis for myopia. *J Cataract Refract Surg* 1999; 25:1344-1348.
9. Kruse Hansen F, Ehlers N: Elevated tonometer readings caused by a thick cornea. *Acta Ophthalmol Copenh* 1971; 49:775-778.
10. Ehlers N, Bramsen T, Sperling S: Applanation tonometry and central corneal thickness. *Acta Ophthalmol Copenh* 1975; 53:34-43.
11. Graf M: The effect of corneal thickness on non-contact tonometry. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 1991; 199:183-186.
12. Whitacre MM, Stein RA: Sources error with the Goldmann type tonometers. *Surv Ophthalmol* 1993; 38:1-30.
13. Whitacre MM, Stein RA, Hassanem K: The effect of corneal thickness on applanation tonometry. *Am J Ophthalmol* 1993; 115:592-596.
14. Arcus WA: Ocular hypertension and central corneal thickness. *Ophthalmology* 1995; 102:1810-1812.
15. Copt R-P, Thomas R, Mermoud A: Corneal Thickness and ocular hypertension, primary open-angle glaucoma and normal tension glaucoma. *Arch Ophthalmol* 1999; 117:14-16.
16. Shah S, Chatterjee A, Mathai M, et al: Relationship between corneal thickness and measured intraocular pressure in a general ophthalmology clinic. *Ophthalmology* 1999; 106:2154-2160.
17. Bron AM, Creuzot-Garcher C, Goudeau-Boutillon S, et al: Falsely elevated intraocular pressure due to increased central corneal thickness. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 1999; 237:220-224.
18. Ehlers N: The precorneal film. *Biomicroscopical, Histological and chemical investigations. Acta Ophthalmol (Copenh)* 1965;18: Suppl 81:1-134.
19. Johnson M, Kass MA, Moses R, et al: Increased corneal thickness simulating elevated intraocular pressure. *Arch Ophthalmol* 1978; 96:664-665.
20. Wolfs RC, Klaver CC, Vingerling JR, et al: Distribution of central corneal thickness and its association with intraocular pressure: The Rotterdam Study. *Am J Ophthalmol* 1997; 123:767-772.
21. Recep ÖF, Hasripi H, Çağıl N, Sarıkatipoğlu H: Relation between corneal thickness and intraocular pressure measurement by noncontact and applanation tonometry. *J Cataract Refract Surg* 2001; 27:1787-1791.
22. Özveren F, Eltutar K, Akkan F, Türkmen D, Umurhan J: Oküler hipertansiyon, normotansif glokom ve normal gözlerde santral kornea kalınlığı. *MN Oftalmoloji* 2003; 10:344-346.
23. Emara BY, et al: Central corneal thickness in low-tension glaucoma. *Ophthalmol* 1999; 34:319-324.
24. Velten IM, Bergua A: Central corneal thickness in normal eyes, patients with ocular hypertension, normal pressure ang open angle glaucomas-A clinical study. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 2000; 217:219-224.
25. Peplinski L, Torselkon K: Normal tension glaucoma and central corneal thickness. *Optom Vis Sci* 1999; 76:596-598.
26. Sobottka Ventura AC, Böhnke M, Mojon DS: Central corneal thickness measurements in patients with normal tension glaucoma, primary open angle glaucoma, pseudoexfoliation glaucoma, or ocular hypertension. *Br J ophthalmol* 2001; 85:792-795.
27. Modis L, Langenbacher A, Seitz B: Corneal thickness measurements with contact and noncontact specular microscopic and ultrasonic pachymetry. *Am J Ophthalmol* 2001; 132:517-521.
28. Modis L, Langenbacher A, Seitz B: Scanning-slit and specular microscopic pachymetry in comparison with ultrasonic determination of corneal thickness. *Cornea* 2001; 20:711-714.
29. Chakrabarti HS, Craig JP, Brahma A, MD, Malik Ty, McGhee CNJ: Comparison of corneal thickness measurements using ultrasound and Orbscan slit-scanning topography in normal and post-LASIK eyes. *J Cataract Refract Surg* 2001; 27:1823-1828.
30. Tonnu PA, Ho T, Newson T, El Sheikh A, Sharma K, White E, Bunce C, Garway-Heath D: The influence of central corneal thickness and age on intraocular pressure measured by pneumotonometry, non-contact tonometry, the Tono-Pen XL, and Goldmann applanation tonometry. *Br J Ophthalmol*. 2005; 89:851-854.