

Glokomlu ve Oküler Hipertansiyonlu Hastalarda Ultrasonik Pakimetri ile Yapılan Santral Kornea Kalınlığı Ölçümlerinin Uzun Dönem Tekrarlanabilirliği

Long Term Reproducibility of Ultrasonic Pachymetry Measurements of Central Corneal Thickness in Patients with Glaucoma and Ocular Hypertension

Banu BOZKURT,¹ Murat İRKEÇ²

ÖZ

Amaç: Glokomu ve oküler hipertansiyonu (OHT) olan hastalarda ultrasonik pakimetri ile yapılan santral kornea kalınlığı (SKK) ölçümlerinin uzun dönem tekrarlanabilirliğini değerlendirmek.

Gereç ve Yöntem: Yirmi dokuz glokomlu ve 10 OHT'lu hasta çalışmaya dahil edildi. Ultrasonik pakimetri (Chiron Gauge, Fransa) kullanılarak 10 SKK ölçümü alındı ve birbirine yakın en düşük 3 ölçümün ortalaması istatistik analizde kullanıldı. Altı ay sonra kontrol muayenesi yapılan hastaların aynı saatlerde SKK ölçümleri tekrarlandı. İki farklı zamanda alınan ölçüm değerleri eşleştirilmiş-t testi ile karşılaştırıldı ve $p < 0.05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Ayrıca cihazın uzun dönemde tekrarlanabilirliği sınıflararası korelasyon katsayısı (ICC alfa) ile belirlendi.

Bulgular: Altı ay ara ile alınan ortalama sağ göz SKK (sırasıyla; $562.72 \pm 30.15 \mu\text{m}$ ve $558.67 \pm 28.02 \mu\text{m}$) ve sol göz SKK (sırasıyla; $564.54 \pm 28.86 \mu\text{m}$ ve $561.10 \pm 30.22 \mu\text{m}$) ölçümleri birbirlerine çok yakın olmasına rağmen, fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu (sırasıyla $p=0.030$, $p=0.043$). Sağ göz SKK ölçümlerinin %84.6'sında 1. ve 2. ölçümler arasındaki fark $< 10 \mu\text{m}$ ve sol göz SKK ölçümlerinin %79.5'unda 1. ve 2. ölçümler arasındaki fark $< 10 \mu\text{m}$ idi. ICC alfa sağ ve sol gözler için sırasıyla 0.962 ve 0.969 olarak bulundu ($p < 0.001$).

Sonuç: Ultrasonik pakimetre ile yapılan SKK ölçümleri son derece güvenilir olup uzun dönemde tekrarlanabilirliği yüksektir.

Anahtar Kelimeler: Ultrasonik pakimetri, santral kornea kalınlığı, glokom, tekrarlanabilirlik.

ABSTRACT

Purpose: To evaluate the long term reproducibility of ultrasonic pachymetry measurements of central corneal thickness (CCT) in patients with glaucoma and ocular hypertension (OHT).

Materials and Methods: Twenty-nine glaucoma and 10 OHT patients were included in the study. Using ultrasonic pachymetry (Chiron Gauge, France), 10 CCT measurements were performed and the mean of 3 closest minimum values were used in statistical analysis. The measurements were repeated after 6 months. The CCT measurements were compared using paired-sample t test and $p < 0.05$ was considered as statistically significant. Long term reproducibility was calculated by means of intraclass correlation coefficient (ICC).

Results: The mean CCT measurements of the right ($562.72 \pm 30.15 \mu\text{m}$ and $558.67 \pm 28.02 \mu\text{m}$, respectively) and left eyes ($564.54 \pm 28.86 \mu\text{m}$ and $561.10 \pm 30.22 \mu\text{m}$, respectively) taken 6 months apart were very close to each other, however the difference was statistically significant ($p=0.030$, $p=0.043$, respectively). The difference between the 2 measurements were $< 10 \mu\text{m}$ in 84.6% of the right eyes and 79.5% of the left eyes. ICC alpha was 0.962 and 0.969 for right and left eyes, respectively ($p < 0.001$).

Conclusion: The CCT measurements by ultrasonic pachymetry are very reliable and reproducible in long term period.

Key Words: Ultrasonic pachymetry, central corneal thickness, glaucoma, reproducibility.

Glo-Kat 2006;1:177-180

Geliş Tarihi : 06/03/2006

Kabul Tarihi : 05/09/2006

Received : March 06, 2006

Accepted: September 05, 2006

1- Serbest Hekim, Ankara, Uzm. Dr.
2- Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları A.D., Ankara, Prof. Dr.

1- M.D. Specialist in Ophthalmology Ankara / TURKEY
BOZKURT B.,
2. M.D. Professor, Hacettepe University Faculty of Medicine, Department of
Ophthalmology Ankara / TURKEY
İRKEÇ M., mirkec@isnet.net.tr

Correspondence: M.D. Banu BOZKURT
Selanik Caddesi No:52/26 Kızılay Ankara / TURKEY

GİRİŞ

Göz içi basınç (GİB) artışı glokomun gelişmesi ve ilerlemesinden sorumlu tutulan en önemli risk faktörüdür.^{1,2} Goldmann applanasyon tonometresi (GAT), yıllardır GİB ölçümünde altın standart kabul edilmiştir ve tonometrenin kalibrasyonu santral kornea kalınlığının (SKK) 500 µm olduğu düşünülerek yapılmıştır.³ SKK korneal rijiditenin bir ölçüsüdür ve GAT ile yapılan GİB ölçümlerini etkilemektedir. Kalın kornealar applanasyonla uygulanan basınca daha dirençlidir ve GİB'nin gerçek değerinden daha yüksek ölçülmesine yol açarlar.⁴⁻⁸ Birçok çalışmada GİB ölçümleri ile SKK değerleri arasında pozitif bir ilişki gösterilmiştir.^{4-5,9-12} Normal basınçlı glokomlarda korneanın daha ince,^{13,14} oküler hipertansiyonu (OHT) olan bireylerde ise daha kalın olduğu saptanmıştır.^{5,9,14-20} Bu yüzden bir hasta glokom açısından değerlendirilirken, GİB ölçümünün yanısıra SKK değerinin de belirlenmesi son derece önemlidir. Ultrasonik pakimetreler kornea kalınlığını doğru ve güvenilir olarak ölçen, kısa dönemde tekrarlanabilirliği yüksek cihazlardır.²¹⁻²⁴ Bu çalışmada amacımız glokomlu ve OHT'lu hastalarda ultrasonik pakimetri kullanılarak 6 ay ara yapılan SKK ölçümlerinin uzun dönem tekrarlanabilirliğini değerlendirmektir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmaya 29 glokomlu ve 10 OHT'lu olmak üzere toplam 39 hasta dahil edildi. Oftalmolojik muayenede ön segment biyomikroskopisi, fundus muayenesi, gonyoskopi ve GAT ile GİB ölçümleri yapıldı. Biyomikroskopik muayenede endotelde krukensberg ağı, iris transillüminasyon defekti, pupilla kenarı ve lens üzerindeki eksfoliasyon maddesi olup olmadığı dikkatle değerlendirildi. Doksan D mercek yardımıyla stereoskopik olarak vertikal ve horizontal çukurluk/disk (c/d) oranları değerlendirildi. GİB ölçümleri tüm olgularda aynı saatlerde (17:00 ve 19:00 arasında) 1 damla proparakain hidroklorür %0.5 (Alcaine®, Alcon) damlatıldıktan sonra yapıldı.

Glokom grubuna, farklı zamanlarda alınan en az iki GİB ölçümü >21 mmHg, c/d oranı >0.6 ve iki göz arasındaki fark >0.2, kırma kusuru sferik <5 D, silindirik <3 D ve standart akromatik otomatize perimetri testinde glokomatöz kaybı olan olgular dahil edildi. OHT grubu kriterleri arasında farklı zamanlarda alınan en az iki GİB ölçümü 21 mmHg ve üzerinde, c/d oranı ≤0.6 ve iki göz arasındaki fark <0.2, kırma kusuru sferik <5 D, silindirik

<3 D ve iki kez tekrarlanan standart akromatik otomatize perimetri testi sonuçları normal olan olgular dahil edildi. Daha önce göz içi cerrahi veya oküler travma geçiren, kontakt lens kullanan, kornea ölçümlerini etkileyebilecek kornea hastalığı olan (Fuchs' endotelyal distrofi, kornea ödemi, skar) hastalar çalışma dışında bırakıldı. Ayrıca takip eden 6 ay süresince glokom ilaçlarında değişiklik yapılan hastalar da çalışmadan çıkarıldı.

GİB ölçümünü takiben 5 dakika sonra SKK ultrasonik pakimetri (Chiron Gauge, Fransa) ile ölçüldü. Tüm ölçümler bu konuda tecrübeli bir hekim tarafından yapıldı. Topikal anestezi altında pakimetri probu kornea merkezine dik olarak gelecek şekilde yerleştirildi. Her ölçümden önce hastanın göz kırpması istendi ve korneanın kurumasından kaynaklanan hata engellenmiş oldu. Sağ ve sol göz için arka arkaya 10 SKK ölçümü alındı, diğer hekim tarafından kaydedildi ve birbirine yakın en düşük 3 ölçümün ortalaması istatistik analizde kullanıldı. Düşük SKK değerinin en doğru ölçüm olduğu, çünkü bu ölçüm esnasında pakimetre probunun merkeze dik olarak yerleştirildiği düşünülmektedir.¹⁴ Altı ay sonra kontrol muayenesi yapılan hastaların aynı saatlerde (17:00 ve 19:00 arasında) ultrasonik pakimetrik ölçümleri tekrarlandı. Böylece diurnal varyasyondan kaynaklanan ölçüm farklılığı da ekarte edildi. İstatistik analizde 2 farklı zamanda alınan ölçüm değerleri sağ ve sol göz için ayrı ayrı eşleştirilmiş-t testi ile karşılaştırıldı. Ayrıca cihazın uzun dönemde tekrarlanabilirliği istatistik analiz yöntemlerinden sınıflararası korelasyon katsayısı (intraclass correlation coefficient alpha) ile belirlendi ve p<0.05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. İstatistik analizde SPSS for Windows, 11.5 versiyonu kullanıldı.

BULGULAR

Çalışmaya 20 primer açık-açılı glokom (16 kadın, 4 erkek), 7 eksfoliatif glokom (7 kadın), 2 pigmenter glokomlu (2 kadın) hasta ve 10 OHT'lu (4 kadın, 6 erkek) hasta dahil edildi. Glokom grubunun yaş ortalaması 63.62±10.12 yıl (42-84 yıl), OHT grubunun yaş ortalaması ise 53.10±12.06 yıl (40-78 yıl) idi.

Glokom hastalarının c/d değerleri (ortalama+standart sapma) sağ gözde 0.62±0.17, sol gözde 0.60±0.18, OHT hastalarının c/d değerleri sağ gözde 0.31±0.12, sol gözde 0.32±0.11 olarak saptandı. Tüm hastalar medikal antiglokomatöz tedavi alıyorlardı ve

Tablo 1: Sağ ve sol gözlerin ilk muayene (1. ölçüm) ve 6. ay (2. ölçüm) yapılan santral kornea kalınlık ölçümlerinin ortalama ve standart sapma değerleri.

Santral kornea kalınlığı	Ortalama ± Standart sapma µm	p değeri
Sağ göz 1. ölçüm	562.72±30.15	p=0.030
Sağ göz 2. ölçüm	558.67±28.02	
Sol göz 1. ölçüm	564.54±28.86	p=0.043
Sol göz 2. ölçüm	561.10±30.22	

Tablo 2: Sağ ve sol gözlerin ilk muayene ve 6. ay kontrol muayenesinde yapılan santral kornea kalınlık ölçümlerinin farklılığına göre dağılım gösteren hasta sayısı ve yüzdeleri.

Ölçüm Farklılığı	<5 µm	6-10 µm	11-20 µm	21-30 µm	>31 µm
Sağ Göz	22 (%56.4)	11 (%28.2)	3 (%7.7)	1 (%2.6)	2 (%5.2)
Sol Göz	19 (%48.7)	12 (%30.8)	4 (%10.3)	4 (%10.3)	0 (%0)

daha önce hiçbir hastaya laser tedavisi veya trabekülektomi cerrahisi yapılmamıştı. Glokom hastalarının tedavi ile GİB değerleri (ortalama+standart sapma) sağ gözde 16.2+1.74 mmHg, sol gözde 15.96+1.64 mmHg, OHT hastalarının GİB değerleri sağ gözde 17.4+1.58 mmHg ve sol gözde 17.5+1.78 mmHg olarak saptandı. Altı ay takip süresi içinde hiçbir hastada ilaç değişikliği yapılmadı.

Altı ay ara ile alınan ortalama sağ göz ve sol göz SKK ölçümleri birbirlerine çok yakın olmasına rağmen, fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu (sırasıyla $p=0.030$, $p=0.043$) (Tablo 1). Sağ göz 1. ve 2. SKK ölçümleri arasındaki fark değerlendirildiğinde 2 hastada ölçümlerin aynı olduğu (0 µm), maksimum farkın 40 µm (1 hasta), ortanca değer 5 µm olduğu saptandı. Sol göz 1. ve 2. SKK ölçümleri arasındaki fark değerlendirildiğinde en düşük değer 1 µm (5 kişi), maksimum fark 30 µm (1 kişi), ortanca değer 6 µm bulundu. Ölçümler arasındaki farklılığa göre dağılım Tablo 2 de ayrıntılı olarak verilmiştir. Sağ göz SKK ölçümlerinin %84.6'sında 1. ve 2. ölçümler arasındaki fark 10 µm ve altında ve sol göz SKK ölçümlerinin %79.5'ünde 1. ve 2. ölçümler arasındaki fark 10 µm ve altında bulundu. Güvenilirlik analizinde sınıflararası korelasyon katsayısı alfa (intraclass correlation coefficient alpha) sağ ve sol gözler için sırasıyla 0.962 ve 0.969 olarak bulundu ($p<0.001$).

TARTIŞMA

SKK ölçümü, son yıllarda glokom ve OHT'lu hastaların klinik muayenelerinde çok önem kazanmıştır. GİB ölçümü, korneası ince olan hastalarda gerçek değerinden daha düşük, kalın olan hastalarda ise daha yüksek bulunmaktadır.^{5,10,13-15} SKK ölçümleri, GİB'nin gerçek değerlerinin belirlenmesi, tanı konulması ve glokom gelişme ve ilerleme riskinin hesaplanmasında kullanıldığı için doğru olarak ölçülmeli ve ölçümler birbiri ile tutarlı olmalıdır. Ultrasonik parametreler, kornea kalınlığını doğru ve güvenilir olarak ölçen, tekrarlanabilirliği yüksek cihazlar²¹⁻²⁴ olmasına rağmen, ölçüm yapan kişinin deneyimsizliği, probun merkeze, dik olarak yerleştirilememesi, hastanın fiksasyon kaybindan kaynaklanan ölçüm sapmaları ve doku hidrasyonundan etkilenmektedir. Kontakt ultrasonik pakimetrelerde, ölçüm alan kişinin fazla miktarda korneaya bastırması sonuçlarda sapmaya ve daha ince SKK değerlerinin alınmasına yol açmaktadır. Kornea kalınlığı dinamik bir parametredir ve yaş, kornea kurvaturü, irksal özellikler, diabet gibi sistemik

hastalıklar, kornea hastalıkları, cerrahi girişim ve topikal ilaçlardan etkilenebilmektedir.²⁵ Yaş ve kornea kurvaturü yıllar içinde kornea kalınlığını etkileyebilir, fakat kısa dönemde sonuçları etkilememektedir. Diurnal varyasyon, cerrahi girişim ve kullanılan topikal ilaçlar SKK ölçümlerini etkilemektedir.²⁶⁻³⁰ Sabah erken saatlerde alınan SKK değerleri istatistiksel olarak daha yüksek ve değişken olarak bulunmaktadır.²⁷ Ölçümler arasındaki farklılık periferden alındığında²⁸ ve cerrahi geçiren hastalarda³⁰ daha fazla bulunmaktadır.

Miglior ve ark. yaptıkları çalışmada, 3 farklı operatör tarafından 3'er pakimetrik ölçüm yapılmış ve aynı kişinin aldığı ölçümler (intraobserver) ve farklı kişilerin aldığı ölçümler (interobserver) arasındaki uyum tekrarlanabilirlik analizlerinden sınıflararası korelasyon katsayısı alfa (intraclass correlation coefficient) ile değerlendirilmiştir.²³ Alfa değeri aynı kişinin yaptığı ölçümler için 0.95-0.97, farklı kişilerin yaptığı ölçümler için 0.89-0.95 bulunmuştur. Guntant ve ark. yaptıkları çalışmada ise aynı gün yapılan ölçümlerde hem interobserver, hem intraobserver ölçümler arasındaki uyum 0.99 düzeyinde bulunmuştur.²⁴ Bizim çalışmamızda ICC alfa katsayısı minimum ve maksimum değerleri sağ göz için 0.927-0.980, sol göz için 0.941-0.989 olarak saptandı.

Miglior ve ark. yaptıkları çalışmada, %11.3 hastada 2 ölçüm arasındaki farklılık 15 µm ve üzerinde idi. Bizim çalışmamızda ise olguların %10.3'ünde 2 farklı zamanda saptanan ortalama SKK farklılığı 15 µm ve üzerinde bulundu.²³

Wickham ve ark. yaptıkları çalışmada, 3 ay aralıkla ölçülen SKK, sağ gözde ortalama 9.6+26.9 µm, sol gözde ise ortalama 19.0+29.2 µm farklılık göstermekteydi. Bu çalışmada ölçümler arasındaki değişim 1 ve 76 µm arasında değişmekteydi.³¹ Wickham ve ark. yaptıkları çalışmada, SKK belirlenirken merkezden alınmayan, parasantral, daha kalın ölçümlerin değerlendirilmeye alınması, ortalamanın daha yüksek çıkmasına ve standart sapmanın daha fazla olmasına yol açmış olabilir. Ayrıca, ölçümlerin gün içinde benzer saatlerde alınmamış olması (diurnal varyasyon), çalışmaya alınan hastalarda yapılan topikal glokom ilacı değişiklikleri de sonuçları etkilemiş olabilir. Wickham ve ark., bu sonuçlardan yola çıkarak hastalarda bir zaman diliminde yapılan pakimetrik ölçümün yeterli olmayacağını, uzun dönemde pakimetri değerlerinin farklılık gösterebileceğini ve hastaların yanlış sınıflandırılabileceğini savunmuşlardır. Bu da glokomlu ya da glokom şüphesi taşıyan hastalarda her kontrol muayenesinde GİB ölçümünün yanısıra pakimetrisinin tek-

rarlanması konusunu gündeme getirmektedir. Bu yüzden biz çalışmamızda glokomlu ve OHT'lu hastalarda 6 ay ara yapılan SKK ölçümlerinin birbirinden ne kadar farklılık gösterdiğini değerlendirmek istedik. Çalışmamızda 6 ay ara ile alınan ortalama sağ göz ve sol göz SKK ölçümleri birbirlerine çok yakın olarak bulunmuştur. Aradaki 3-4 μm 'lik fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmasına rağmen, klinik olarak son derece önemsizdir. Çalışmamızda cihazın tekrarlanabilirliğini gösteren ICC alfa katsayısı son derece yüksek olarak saptanmış ve 6. ayda tekrarlanabilirlik, aynı gün yapılan ölçümlerde cihazın tekrarlanabilirliğini ortaya koyan diğer çalışmalarla benzer bulunmuştur.^{23,24}

Shildkrot ve ark. yaptıkları çalışmada 98 hastanın 2 farklı zaman diliminde (ortalama 276+124 gün) alınan pakimetrik ölçümler karşılaştırılmış ve fark bulunamamıştır (1. değer ortalaması 549+41 μm , 2.değer ortalaması 548+42 μm , p=0.4). 20 μm den fazla sapma hastaların %20.4'ünde, 40 μm den yüksek sapma ise %5.1'inde görülmüştür.³²

Çalışmamızda literatürdeki diğer çalışmalarla benzer olarak, ultrasonik pakimetre ile yapılan SKK ölçümlerinin son derece güvenilir olduğu ve 6 aylık zaman zarfında tekrarlanabilirliğinin yüksek olduğu gösterilmiştir. Hastanın kornea kalınlığı belirlenirken birbirine yakın en düşük 3 ölçümün alınması, ölçümlerin günün yaklaşık aynı saatlerinde yapılması, takip süresince cerrahi müdahale ve ilaç değişimi yapılmamış olması ve hastaların seçiminde kornea patolojilerinin çalışma dışı bırakılması pakimetrenin tekrarlanabilirliğini arttırabilmektedir. Yaş ve kornea kurvatürü yıllar içinde kornea kalınlığını etkileyebilir. Bu yüzden bu çalışmanın devamında aynı hasta grubunun yıllar boyunca takip edilmesi ve SKK değerlerindeki değişimin izlenmesi planlanmaktadır.

KAYNAKLAR/REFERENCES

1. Quigley HA: Open angle glaucoma. N Eng J Med. 1993;328:1097-1106.
2. Wilson MR ve Martone JF: Epidemiology of chronic open-angle glaucoma. In: Ritch R, Shields MB, Krupin T, eds. The Glaucomas. St. Louis: Mosby. 1996:753-768.
3. Goldmann H, Schmidt T: Über Applanationstonometrie. Ophthalmologica. 1957;134:221-242.
4. Wolfs RC, Klaver CC, Vingerling JR ve ark.: Distribution of central corneal thickness and its association with intraocular pressure: The Rotterdam Study. Am J Ophthalmol. 1997;123:767-772.
5. Argus VA: Ocular hypertension and central corneal thickness. Ophthalmology. 1995;102:1810-1812.
6. Whitacre MM, Stein RA, Hassanein K: The effect of corneal thickness on applanation tonometry. Am J Ophthalmol. 1993;115:592-596.
7. Stodmeister R: Applanation tonometry and correction according to corneal thickness. Acta Ophthalmol Scand. 1998;76:319-324.
8. Shah S, Chatterjee A, Mathai M: Relationship between corneal thickness and measured intraocular pressure in a general ophthalmology clinic. Ophthalmology. 1999;106:2154-2160.
9. Ventura AC, Bohnke 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.
10. Ko Y-C, Liu CJ-I, Hsu W-M: Varying effects of corneal thickness on intraocular pressure measurements with different tonometers. Eye. 2005;19:327-332.
11. Yıldırım R, Oral Y, Bahçecioğlu H: Santral kornea kalınlığı ve göz içi basıncı değerleri arasındaki ilişki. T Oft Gaz. 2000;30:319-323.
12. Kniestedt C, Lin S, Choe J, Bostrom A, et al.: Clinical comparison of contour and applanation tonometry and their relationship to pachymetry. Arch Ophthalmol. 2005;123:1532-1537.
13. Morad Y, Sharon E, Hefetz L, et al.: Corneal thickness and curvature in normal tension glaucoma. Am J Ophthalmol. 1997;125:164-168.
14. Copt R-P, Thomas R, Mermoud A: Corneal thickness in ocular hypertension, primary open-angle glaucoma, and normal tension glaucoma. Arch Ophthalmol. 1999;117:14-17.
15. Herman DC, Hodge DO, Bourne WM: Increased corneal thickness in patients with ocular hypertension. Arch Ophthalmol. 2001;119:334-336.
16. Keskin A, Yanyalı A, Bayrak Y, ve ark.: Glokom ve oküler hipertansiyonda santral kornea kalınlığı ile göz içi basıncı ölçümü üzerine etkisi. T Oft Gaz. 2003;33:417-415.
17. Özveren F, Eltutar K, Akkan F, ve ark.: Oküler hipertansiyon, normotansif glokom ve normal gözlerde santral kornea kalınlığı. MN Oftalmol. 2003;10:344-346.
18. Demirbay DP, Asyalı AS, Tuna T, ve ark.: Primer açık açılı glokomlu, oküler hipertansiyonlu ve normal gözlerde santral kornea kalınlığı. MN Oftalmol. 2000;7:237-239.
19. Brandt JD, Beiser JA, Kass MA, et al.: Ocular Hypertension Treatment Study (OHTS) Group. Central corneal thickness in the Ocular Hypertension Treatment Study (OHTS). Ophthalmology. 2001;108:1779-1788.
20. Gordon MO, Beiser JA, Brandt JD, et al.: Ocular Hypertension Treatment Study Group. Ocular Hypertension Treatment Study: baseline factors that predict the onset of primary open angle glaucoma. Arch Ophthalmol. 2002;120:714-720.
21. Marsich MW, Bullimore MA: The repeatability of corneal thickness measures. Cornea. 2000;19:792-795.
22. Wheeler NC, Morantes CM, Kristensen RM, et al.: Reliability coefficients of three corneal pachymeters. Am J Ophthalmol. 1992;113:645-651.
23. Miglior S, Albe E, Guareschi M, et al.: Intraobserver and interobserver reproducibility in the evaluation of ultrasonic pachymetry measurements of central corneal thickness. Br J Ophthalmol. 2004;88:174-177.
24. Guvant P, Broadway DC, Watkins RJ: Repeatability and reproducibility of the BVI ultrasonic pachymeter. Eye. 2003;17:825-828.
25. Doughty MJ, Zaman ML: Human corneal thickness and its impact on intraocular pressure measures: a review and meta-analysis approach. Surv Ophthalmol. 2000;44:367-407.
26. Harper CL, Boulton ME, Bennett D, et al.: Diurnal variations in human corneal thickness. Br J Ophthalmol. 1996;80:1068-1072.
27. Lattimore MR Jr, Kaupp S, Schallhorn S, et al.: Orbscan pachymetry: implications of a repeated measures and diurnal variation analysis. Ophthalmology. 1999;106:977-981.
28. Kiely PM, Carney LG, Smith G: Diurnal variations of corneal topography and thickness. Am J Optom Physiol Opt. 1982;59:976-982.
29. Shah S, Spedding C, Bhojwani R, et al.: Assessment of the diurnal variation in central corneal thickness and intraocular pressure for patients with suspected glaucoma. Ophthalmology. 2000;107:1191-1193.
30. Hara T, Hara T: Postoperative change in the corneal thickness of the pseudophakic eye: amplified diurnal variation and consensual increase. J Cataract Refract Surg. 1987;13:325-329.
31. Wickham L, Edmunds B, Murdoch IE: Central corneal thickness: Will one measurement suffice? Ophthalmology. 2005;112:225-228.
32. Shildkrot Y, Liebmann JM, Fabijanczyk B, et al.: Central corneal thickness measurement in clinical practice. J Glaucoma. 2005;14:331-336.