

Primer Açık Açılı Glokom, Oküler Hipertansiyon ve Normotansif Glokomda Pascal Dinamik Kontur Tonometre ile Ölçülen Oküler Pulse Amplitüd Değerlerinin Karşılaştırılması

Comparison of Ocular Pulse Amplitude Values
Determined by Pascal Dynamic Contour Tonometry
in Primary Open Angle Glaucoma,
Ocular Hypertension and Normal Tension Glaucoma

Dr. Tamer TAKMAZ,^a
Dr. İzzet CAN^a

^a2. Göz Kliniği,
Ankara Atatürk Eğitim ve
Araştırma Hastanesi, ANKARA

Geliş Tarihi/Received: 18.04.2007
Kabul Tarihi/Accepted: 01.06.2007

Yazışma Adresi/Correspondence:
Dr. Tamer TAKMAZ
Ankara Atatürk Eğitim ve
Araştırma Hastanesi, 2. Göz Kliniği,
ANKARA
takmaz@isbank.net.tr

ÖZET Amaç: Primer açık açılı glokom (PAAG), oküler hipertansiyon (OH), normotansif glokom (NTG) ve normal bulguları olan gözlerde Pascal dinamik kontur tonometre (DKT) ile ölçülen göziçi basıncı (GİB) ve oküler pulse amplitüd (OPA) değerlerini karşılaştırmak, OPA ile glokom türü arasında bir ilişki olup olmadığını değerlendirmek. **Gereç ve Yöntemler:** Prospektif, randomize olmayan bu çalışmada, PAAG, OH, NTG tanıları ile izlenmekte olan ve normal göz bulguları olan 4 gruptaki 30'ar hastanın, toplam 120 gözü çalışma kapsamına alındı. Her grupta GİB, OPA değerleri ölçülerek, gruplar arası farklılıklar incelendi. OPA ile GİB ve santral kornea kalınlığı arasında korelasyon olup olmadığı değerlendirildi. **Bulgular:** Gruplar arasında cinsiyet yönünden fark yoktu ($p=0.578$), ancak yaş farkı mevcut olup ($p=0.001$), PAAG olguları OH ve NTG'lu olgulardan yaşlı idi ($p=0.001$). Kornea kalınlıkları farklıydı ($p=0.001$), OH'lu olan olgularda diğer üç gruba göre anlamlı olarak daha kalın ($p=0.001$), NTG'lu olan olgularda daha inceydi ($p=0.001$). Gruplar arasında GİB açısından da anlamlı fark olduğu izlendi ($p=0.001$), OH'lu olgularda diğer üç gruptan daha yüksek ($p=0.001$), NTG'lu olgularda ise daha düşük ($p=0.001$) bulundu. OPA değerleri incelendiğinde gruplar arasında anlamlı fark olduğu görüldü ($p=0.001$), ancak sadece OH'lu olgulardaki OPA değerleri diğer üç gruptan anlamlı olarak daha yüksekti ($p=0.001$). Her grupta OPA ile GİB ve santral kornea kalınlığı arasındaki korelasyon değerlendirildiğinde istatistiksel olarak bir ilişki olmadığı izlendi ($p>0.05$). **Sonuç:** OPA değerleri GİB'nin en yüksek olduğu OH'lu olgularda anlamlı olarak en yüksek bulundu, ancak OPA ile GİB ve santral kornea kalınlığı arasında bir korelasyon saptanamadı.

Anahtar Kelimeler: Glokom, göziçi basıncı, oküler tonometre

ABSTRACT Objective: To compare intraocular pressure (IOP) and ocular pulse amplitude (OPA) values determined by Pascal dynamic contour tonometry in primary open angle glaucoma (POAG), ocular hypertension (OH), normal tension glaucoma (NTG) and normal eyes, and evaluate relationship between OPA and glaucoma type. **Material and Methods:** 120 eyes of 120 patients (30 patients in each of the following 4 groups; POAG, OH, NTG and normal subjects) were included in this prospective non-randomized study. In each group IOP and OPA values were measured and differences between the groups were investigated. Presence of correlation between OPA and IOP or central corneal thickness were evaluated. **Results:** There was not difference between the groups according to sex ($p=0.578$). Mean age was different ($p=0.001$), and POAG patients were older than OH and NTG patients ($p=0.001$). Corneal thickness was also different ($p=0.001$), where, it was thicker in OH ($p=0.001$) than the other groups and thinner in NTG ($p=0.001$). There was also difference between the groups according to IOP ($p=0.001$), IOP was higher in OH ($p=0.001$), and lower in NTG patients ($p=0.001$). When OPA values were evaluated, it was seen that there was significant difference between the groups ($p=0.001$), and OPA was significantly higher only in OH patients ($p=0.001$). Statistically significant correlation was not seen between OPA and IOP or central corneal thickness in each group ($p>0.05$). **Conclusion:** OPA was significantly higher in patients with OH where IOP was also higher, but there was not correlation between OPA and IOP or central corneal thickness.

Key Words: Glaucoma, intraocular pressure, tonometry, ocular

Göziçi basıncının (GİB) doğru bir şekilde saptanması glokomun tanısı, takibi ve tedavisinde önemli bir yer tutmaktadır. Goldmann aplanasyon tonometresi (GAT) GİB'nı indirekt yöntemle ölçen ve yaygın olarak kullanılan bir tonometre olup, GİB ölçümünde altın standart olarak kabul edilmektedir.^{1,2} Ancak GAT ölçümlerinin doğruluğu kornea kalınlığı, eğriliği, yapısal rijiditesi ve astigmatizma gibi birçok faktöre bağlı olarak değişebilmektedir.³⁻⁵ Bu nedenle de GİB'nın daha doğru ölçülebilmesi için çeşitli cihazlar geliştirilmiş ve ölçümler genellikle GAT ile karşılaştırılmıştır.⁵⁻¹²

Pascal dinamik kontur tonometresi (DKT) (Swiss Microtechnology AG, Port, İsviçre) yeni dijital kontakt tonometre olup aynı anda GİB ve oküler pulse amplitüd (OPA) değerlerini saptayabilmektedir.^{6,9,10,13} Teorik olarak santral kornea kalınlığı veya kornea kurvatüründen etkilenmemektedir. Pulsatil GİB'nı direkt olarak ve devamlı bir şekilde (dinamik biçimde) ölçmektedir. Pulsatil GİB'nın minimum (diastolik) ve maksimum (sistolik) değerleri arasındaki fark OPA olarak tanımlanmaktadır. OPA'nın glokomdaki klinik önemi henüz tam olarak bilinmese de, bazı çalışmalarda OH'da yüksek olduğu ve OPA değerlerinin GİB'ndan etkilenebileceği belirtilmiştir.¹³⁻¹⁶

Bu çalışmada primer açık açılı glokom (PAAG), oküler hipertansiyon (OH), normotansif glokom (NTG) ve normal bulguları olan gözlerde Pascal DKT ile ölçülen GİB ve OPA değerleri karşılaştırılarak, OPA ile glokom türü arasında bir ilişki olup olmadığı değerlendirilmiştir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu prospektif, randomize olmayan çalışmada, PAAG, OH, NTG tanıları ile izlenmekte olan ve normal göz bulguları olan 4 gruptaki 30'ar hastanın (120 olgu) toplam 120 gözü çalışma kapsamına alındı. Çalışma Helsinki Deklerasyonu'nda yer alan etik prensiplerine uygun olarak gerçekleştirildi ve hastalardan bilgilendirilmiş onam formları alındı.

Göziçi ameliyat öyküsü olan, refraktif cerrahi ameliyatı yapılan, korneasında ödem, skar gibi defektleri bulunan ve kornea astigmatizması 2 diop-

tri üzerinde izlenen, konjonktiva veya intraoküler inflamasyonu olan ve gonyoskopide dar veya kapalı açı görülen gözler çalışmaya dahil edilmedi. Her grupta, bilateral hastalığı olan olgularda, ve kontrol grubunda sağ gözler çalışma kapsamına alındı.

PAAG tanısı, olgularda ilaçsız GİB'nın 22 mmHg üzerinde olması, gonyoskopi ile açının açık olarak izlenmesi, Humphrey perimetresi ile glokomatöz görme alanı defektleri bulunması ve optik diskte glokomatöz çukurlaşma veya iki göz arasında çukurluk/disk asimetrisi, nöroretinal rim incelmeleri, çentiklenme, diskte kanama veya sinir lifi tabakası defekti gibi diğer bulguların saptanması ile kondu. OH tanısı ilaçsız GİB'nın 22 mmHg üzerinde olduğu ve görme alanı ile optik disk bulgularının normal olarak izlendiği durumlarda kondu. NTG'da ise tanı için GİB'nın 22 mmHg veya daha düşük olması, glokomatöz görme alanı defektleri ve optik disk bulgularının olması koşulları araştırıldı. Normal göz bulguları olan kontrol grubunda ise GİB 22 mmHg altında olup, görme alanı ve optik sinir başı görüntüleri normaldi.

Hastaların GİB'nı düşürmek için kullandığı ilaçların sayısı kaydedildi. Tüm hastaların santral kornea kalınlıkları ultrasonik pakimetre ile ölçüldü.

GİB ölçümleri ve OPA değerlerinin saptanması Pascal DKT ile gerçekleştirildi. DKT, korneanın şekline uyum sağlayabilen, korneanın şekil ve eğriliğini devam ettirerek, en az distorsiyona yol açan, içbükey (konkav) yüzeyli, özel olarak geliştirilmiş bir uca sahiptir.¹⁷ Bu cihaz aplanasyon tonometresinde olduğu gibi korneayı düzleştirmemektedir. Tonometrenin içbükey yüzeyine yerleştirilmiş dijital basınç okuyucu (sensör) GİB'nın direkt transkorneal olarak ölçülmesini sağlamaktadır.¹⁷ DKT ölçümlerinde bulunan değerlerin doğruluğu, kalitesi cihazda Q (Quality) sembolü ile gösterilmekte ve 1'den (optimum kalite), 5'e (kabul edilemez, kötü kalite) kadar değerlerle ifade edilmektedir. Q1 ve Q2 ölçümleri, ölçen kişiye bağlı olarak gelişebilecek değişkenlikleri en az olan ve bu nedenle de güvenle kabul edilebilir değerlerdir. Çalışmamızda tüm olgularda GİB ölçümleri Q1 veya Q2 kalite değerleri bulunana kadar tekrarlanmış ve Q1 veya Q2

kalitesindeki tek bir ölçüm yeterli olarak görülmüştür.

İstatistiksel hesaplamalarda "SPSS 13.0 for Windows (SPSS Inc.)" kullanıldı. Gruplar arası karşılaştırmalar tek yönlü varyans analizi ve ki-kare testleri ile gerçekleştirildi. Tek yönlü varyans analizinde istatistiksel fark izlenen değerlerde, farkın hangi gruplar arasında olduğunu anlamak için homojen varyans gereken durumlarda Tukey HSD, gerekmeyen durumlarda da Tamhane T2 testleri kullanılıp ortalamalar arası farklar karşılaştırıldı. Her grupta oküler pulse amplitud ile göziçi basıncı ve santral kornea kalınlığı arasında ilişki olup olmadığı ise korelasyon analizi ile değerlendirildi. 0.05'den küçük p değerleri anlamlı olarak kabul edildi.

BULGULAR

Gruplar arası farklar incelendiğinde, tüm gruplar arasında cinsiyet yönünden fark yoktu ($p=0.578$), ancak yaş farkı mevcut olup ($p=0.001$), PAAG olguları OH ve NTG'lu olgulardan ($p=0.001$), kontrol grubundaki olgular da NTG'lu olan olgulardan belirgin olarak daha yaşlı idi ($p=0.001$) (Tablo 1).

Kornea kalınlıkları gruplar arasında belirgin olarak farklıydı ($p=0.001$), kontrol grubuyla PAAG arasında fark yokken ($p=0.614$), OH'lu olan olgularda diğer üç gruba göre anlamlı olarak daha kalın ($p=0.001$) ve NTG'lu olan olgular da diğer üç gruptan daha inceydi ($p=0.001$) (Tablo 1).

PAAG, OH ve NTG'lu olan olgular kullanılan ilaç sayıları yönünden karşılaştırıldığında, üç grup arasında fark olduğu izlendi ($P=0.001$), PAAG ve NTG'lu olgular arasında fark yokken ($p=0.055$), OH'lu olgularda kullanılan ilaç sayısı PAAG ($p=0.001$) ve NTG'lu ($p=0.016$) olgulardan daha az idi (Tablo 1).

GİB incelendiğinde gruplar arasındaki anlamlı fark olduğu görüldü ($p=0.001$), OH'lu olgularda diğer üç gruba göre anlamlı olarak daha yüksek ($p=0.001$), NTG'lu olgularda diğer üç gruba göre anlamlı olarak daha düşük ($p=0.001$) bulundu, kontrol grubu ve PAAG'lu olgular arasında fark görülmedi ($p=0.160$) (Tablo 1, Şekil 1). OPA değerleri incelendiğinde de gruplar arasında anlamlı fark olduğu görüldü ($p=0.001$), ancak GİB'nden farklı olarak sadece OH'lu olgulardaki OPA değerleri diğer üç gruptan anlamlı olarak daha yüksekti ($p=0.001$), kontrol grubuyla PAAG ($p=0.267$) ve NTG'lu ($p=0.813$), PAAG'lu olgularla da NTG'lular arasında ($p=0.784$) fark olmadığı görüldü (Tablo 1, Şekil 1).

Her grupta OPA ile GİB ve santral kornea kalınlığı arasındaki korelasyon değerlendirildiğinde istatistiksel olarak bir ilişki olmadığı izlendi ($p>0.05$) (Tablo 2).

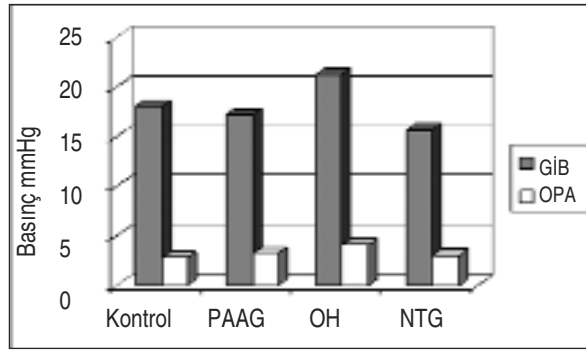
TARTIŞMA

Goldmann aplanasyon tonometresi bugün için altın standart olmakla beraber, çeşitli olumsuzlukları ve korneanın durumundan etkilenmesi nedeniyle, GİB'nin daha güvenle ölçülebilmesi için farklı tonometreler geliştirilmeye çalışılmaktadır.¹⁻¹² Pascal DKT de bu nedenle geliştirilmiş bir dijital kontakt tonometre olup, teorik olarak santral kornea kalınlığı veya kornea kurvatüründen etkilenmemektedir ve GİB'na ilave olarak OPA değerlerini de saptayabilmektedir.^{5,9,10,13}

OPA, pulsatil GİB'nin minimum (diastolik) ve maksimum (sistolik) değerleri arasındaki farkı göstermektedir. Ancak OPA ve sistemik kan basıncı değerleri arasında bir korelasyon gözlenmemiştir.¹⁸ OPA'nın glokomdaki klinik önemi henüz tam olarak bilinmese de, bazı çalışmalarda OH'da yüksek

TABLO 1: Gruplardaki demografik veriler, göziçi basıncı (GİB) ve oküler pulse amplitüd (OPA) ölçümleri.

Veriler	Kontrol	PAAG	OH	NTG	P değeri
Yaş (yıl)	65.3±10.2	69.1±10.7	59.5±7.1	55.2±8.2	0.001
Cinsiyet (E/K)	18/12	17/13	15/15	13/17	0.578
Pakimetre (µm)	548.6± 10.2	544.3± 8.4	567.9±19.3	530.3±13.1	0.001
İlaç sayısı	-	1.4±0.6	0.7±0.6	1.1± 0.4	0.001
GİB (mmHg)	18.1± 1.2	17.2±1.5	21.3±2.3	15.7±1.4	0.001
OPA (mmHg)	2.8±0.6	3.2±0.6	4.1±0.8	3.0±0.7	0.001



ŞEKİL 1: Gruplardaki göziçi basıncı (GİB) ve oküler pulse amplitüd (OPA) değerleri.

PAAG: Primer açık açılı glom, OH: Oküler hipertansiyon, NTG: normotansif glom

TABLO 2: Her grupta oküler pulse amplitüd (OPA) ile göziçi basıncı (GİB) ve santral kornea kalınlığı (SKK) arasındaki korelasyon.

	OPA-GİB		OPA-SKK	
	Korelasyon	P değeri	Korelasyon	P değeri
Kontrol	0.038	0.844	0.017	0.930
PAAG	0.245	0.192	-0.087	0.649
OH	0.139	0.462	0.199	0.291
NTG	-0.056	0.771	-0.143	0.452

PAAG: Primer açık açılı glom, OH: Oküler hipertansiyon, NTG: normotansif glom

olduğu ve OPA değerlerinin GİB'ndan etkilenebileceği belirtilmiştir.¹³⁻¹⁶ OPA'nın glomun klinik seyirinde rol oynayabileceği yönünde çeşitli kanıtlar, çalışmalar mevcuttur.^{14,19} Bazı çalışmalarda lokal glom tedavisinin oküler hemodinamiye olan etkileri farklı cihazlarla GİB ve OPA ölçülerek belirlenmeye çalışılmıştır.¹⁴⁻¹⁶ OPA koroidal perfüzyon için indirekt bir indikatördür ve kalp hızına bağlı olarak oküler kan akımını yansıtmaktadır.²⁰ Kan akımındaki azalma hipoksiye, daha da ileride hücre ölümüne neden olabilir ve böylece glom gibi hastalıkları tetikleyebilir veya diğer dolaşım sorunlarına yol açabilir. Bu nedenlerle OPA'nın glomun izlenmesi, tedavisi ve tedavinin etkinliğinin değerlendirilmesinde yardımcı olabileceği düşünülmektedir.

Schwenn ve ark.¹⁸ SmartLens dinamik tonometre ile NTG olgularında OPA değerlerini diğer

glom gruplarına göre belirgin olarak düşük bulmuşlardır. PAAG olgularındaki OPA değerleri ise kontrol ve OH grubundan farklı bulunmamıştır. Kaufmann ve ark.²¹ OPA ile GİB ve gözün aksiyel uzunluğu arasında korelasyon saptamışlardır. Punjabi ve ark.¹³ ise OPA'ü OH olgularında en yüksek, kontrol grubunda en düşük bulmuşlar, ayrıca OH dışındaki olgularında OPA'nın GİB değişimi ile arttığını gözlemişlerdir. Bunu da daha yüksek GİB değerlerinde GİB ve OPA arasındaki ilişkinin zayıf olabileceğine bağlamışlardır. Ayrıca OH grubunda korneanın kalın olması, GİB'nin yüksek izlenmesi ve en büyük OPA değerlerinin bulunması nedeniyle, bu grupta, diğerlerinden farklı olarak kendine özgü GİB ve OPA ilişkisi olabileceğini bildirmişlerdir. Kniestedt ve ark.²² ise OPA'ünün göziçi ve belki de silier cisim kan akımının belirleyicisi olabileceğini öne sürmüşler ve OPA'nın artan GİB ile korelasyon gösterdiğini belirtmişlerdir. Buradaki mekanizmada, daha yüksek sistemik kan basıncında daha yüksek nabız basıncı izlenmesine benzer şekilde, GİB arttıkça OPA'ünün de artabileceği şeklinde açıklama yapılmaktadır. Çalışmamızda OPA değerleri incelendiğinde OH'lu olgularda en fazla (4.1 mmHg) ve kontrol grubunda da en düşük (2.8 mmHg) olduğu görüldü. OH'lu olgularda OPA istatistiksel olarak da anlamlı olacak şekilde diğer gruplardan daha fazlaydı, kontrol grubu, PAAG ve NTG'lu olgular arasında fark yoktu. Her grupta, kendi içinde, OPA ile GİB arasındaki korelasyon değerlendirildiğinde, diğer bazı çalışmalardan farklı olarak, hiçbir grupta istatistiksel olarak anlamlı olan bir ilişki saptanmadı. GİB artışı ile OPA'ü arasında korelasyon olmadığı izlendi. Burada belki de gruplarda yer alan hasta sayısının az olması rol oynamış olabilir. Çünkü, her ne kadar aralarında korelasyon olmasada, gruplardaki GİB'ları ile değerlendirildiğinde, OPA'nın en yüksek GİB'na sahip olan OH'lu olgularda en yüksek değerlere ulaştığı görülmektedir. Ancak bu durumda, istatistiksel olarak anlamlı, en düşük GİB'na sahip NTG'lu olgularda da OPA değerlerinin en düşük olması beklenirken, burada anlamlı farklılık bulunmadı.

Punjabi ve ark.¹³ çalışma gruplarında OPA ile santral kornea kalınlığı arasında belirgin negatif ilişki izlemişler ve bu durumun da kalın kornealar-

da diastolik basıncın daha yüksek ölçülmesiyle ilişkisi olabileceğini belirtmişlerdir. Ancak bizim çalışmamızda hiçbir grupta, OPA ile santral kornea kalınlığı arasında korelasyon saptanmadı.

Sonuç olarak çalışmamızda, OPA değerleri GİB'nin en yüksek olduğu OH'lu olgularda anlamlı olarak en yüksek bulunmuş, ancak OPA ile GİB

ve santral kornea kalınlığı arasında bir korelasyon tespit edilmemiştir. OPA ile glokom türü ve GİB değerleri arasındaki ilişki araştırılırken, daha kesin değerlendirmeler yapılabilmesi için, çok daha fazla sayıda hasta içeren, ölçümlerin herhangi bir ilaç başlanmadan, ilk tanı konduğunda yapıldığı serilere ihtiyaç olduğunu düşünmekteyiz.

KAYNAKLAR

- Dielemans I, Vingerling JR, Hofman A, Grobbee DE, de Jong PT. et al. Reliability of intraocular pressure measurement with the Goldmann applanation tonometer in epidemiological studies. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 1994;232:141-4.
- Goldmann H, Schmidt T. Applanation tonometry. *Ophthalmologica* 1957;134:221-42.
- Whitacre MM, Stein R. Sources of error with use of Goldmann-type tonometers. *Surv Ophthalmol* 1993;38:1-30.
- Whitacre MM, Stein RA, Hassanein K. The effect of corneal thickness on applanation tonometry. *Am J Ophthalmol* 1993;115:592-6.
- Francis BA, Hsieh A, Lai MY, Chopra V, Pena F, Azen S, et al. Los Angeles Latino Eye Study Group. Effects of corneal thickness, corneal curvature, and intraocular pressure level on Goldmann applanation tonometry and dynamic contour tonometry. *Ophthalmology* 2007;114:20-6.
- Barleon L, Hoffmann EM, Berres M, Pfeiffer N, Grus FH. Comparison of dynamic contour tonometry and Goldmann applanation tonometry in glaucoma patients and healthy subjects. *Am J Ophthalmol* 2006;142:583-90.
- Kontiola AI. A new induction-based impact method for measuring intraocular pressure. *Acta Ophthalmol Scand* 2000;78:142-5.
- Kontiola A, Puska P. Measuring intraocular pressure with the Pulsair 3000 and Rebound tonometers in elderly patients without an anesthetic. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2004;242:3-7.
- Schneider E, Grehn F. Intraocular pressure measurement – Comparison of dynamic contour tonometry and Goldmann applanation tonometry. *J Glaucoma* 2006;15:2-6.
- Martinez-de-la-Casa JM, Garcia-Feijoo J, Vico E, Fernandez-Vidal A, Benitez del Castillo JM, Wasfi M, et al. Effect of corneal thickness on dynamic contour, rebound, and Goldmann tonometry. *Ophthalmology* 2006;113: 2156-62.
- Ozbek Z, Cohen EJ, Hammersmith KM, Rapuano CJ. Dynamic contour tonometry, a new way to assess intraocular pressure in ectatic corneas. *Cornea* 2006;25:890-4.
- Öztürk F, Küsbeci T, Yavaş G, Ermiş SS, Kaplan Ü, İnan ÜÜ. Pascal dinamik kontur tonometre ile ölçülen göz içi basınç değerlerinin goldmann applanasyon tonometresi, non kontakt tonometre ve tonopen ile karşılaştırılması ve santral kornea kalınlığının etkisi. *Glo-Kat.* 2006;1:171-5.
- Punjabi OS, Ho HK, Kniestedt C, Bostrom AG, Stamper RL, Lin SC, et al. Intraocular pressure and ocular pulse amplitude comparisons in different types of glaucoma using dynamic contour tonometry. *Curr Eye Res* 2006;31:851-62.
- Georgopoulos GT, Diestelhorst M, Fisher R, Ruokonen P, Krieglstein GK. The short-term effect of latanoprost on intraocular pressure and pulsatile ocular blood flow. *Acta Ophthalmol Scand* 2002;80:54-8.
- Schmidt KG, Rückmann AV, Mittag TW, Hessemer V, Pillunat LE. Reduced ocular pulse amplitude in low tension glaucoma is independent of vasospasm. *Eye* 1997;11:485-8.
- Schmidt KG, von Ruckmann A, Pillunat LE. Topical carbonic anhydrase inhibition increases ocular pulse amplitude in high tension primary open angle glaucoma. *Br J Ophthalmol* 1998;82:758-62.
- Kanngiesser HE, Kniestedt C, Robert YC. Dynamic contour tonometry: presentation of a new tonometer. *J Glaucoma* 2005;14:344-50.
- Schwenn O, Troost R, Vogel A, Grus F, Beck S, Pfeiffer N. Ocular pulse amplitude in patients with open angle glaucoma, normal tension glaucoma, and ocular hypertension. *Br J Ophthalmol* 2002;86:981-4.
- Schmidt KG, Pillunat LE, Kohler K, Flammer J. Ocular pulse amplitude is reduced in patients with advanced retinitis pigmentosa. *Br J Ophthalmol* 2001;85:678-82.
- Hoffmann EM, Grus FH, Pfeiffer. Intraocular pressure and ocular pulse amplitude using dynamic contour tonometry and contact lens tonometry. *BMC Ophthalmol* 2004; 23:4:4.
- Kaufmann C, Bachmann LM, Robert YC, Thiel MA. Ocular pulse amplitude in healthy subjects as measured by dynamic contour tonometry. *Arch Ophthalmol* 2006;124: 1104-8.
- Kniestedt C, Lin S, Choe J, Nee M, Bostrom A, Stürmer J, et al. Correlation between intraocular pressure, central corneal thickness, stage of glaucoma, and demographic patient data: Prospective analysis of biophysical parameters in tertiary glaucoma practice populations. *J Glaucoma* 2006;15:91-7.