

# Dinamik Kontür Tonometre ve Oküler Nabız Amplitüdü: Klinik Kullanım ve İlişkili Faktörler

## Dynamic Contour Tonometry and the Ocular Pulse Amplitude: Clinical Utility and the Relevant Factors

Ebru Nevin ÇETİN<sup>1</sup>

### ÖZ

Sistolik ve diastolik göz içi basıncı (GİB) arasındaki fark olarak ifade edilen oküler nabız amplitüdü (ONA), koroidal perfüzyonun indirek göstergesi olarak kabul edilmektedir. ONA, başta glokom olmak üzere koroidal perfüzyon değişikliklerinin görülebildiği birçok hastalıkta gerek prognostik, gerekse diagnostik bir parametre olarak araştırılmaktadır. Dinamik kontür tonometre (DKT), transkorneal metod ile saniyede 100 GİB ölçümü gerçekleştiren ve dinamik GİB ölçümü yapabilmesi sayesinde ONA ölçebilen bir tonometredir. Bu derlemede, dinamik kontür tonometre yöntemi kullanılarak ONA'nın araştırıldığı farklı klinik tablolar ve ONA ile ilişkili faktörler ele alınacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Behçet hastalığı, dinamik kontür tonometre, glokom, karotid arter stenozu, multipl skleroz, oküler nabız amplitüdü.

### ABSTRACT

Ocular pulse amplitude (OPA), which is defined as the difference between systolic and diastolic intraocular pressure (IOP), is accepted as an indirect indicator of choroidal perfusion. OPA has become subject to investigations in many diseases in which choroidal perfusion changes might occur, particularly in glaucoma, either as a prognostic or diagnostic parameter. Dynamic contour tonometry records 100 IOP measurements per second by transcorneal method and determine OPA by providing dynamic IOP measurement. This article reviews OPA measured by dynamic contour tonometry in different clinical settings and the relevant factors.

**Key Words:** Behçet disease, dynamic contour tonometry, carotid artery stenosis, glaucoma, multiple sclerosis, ocular pulse amplitude.

1- M.D. Asistant Professor, Pamukkale University Faculty of Medicine, Department of Ophthalmology, Denizli/TURKEY  
ÇETİN E. N., ecetin@pau.edu.tr

Geliş Tarihi - Received: 22.03.2013  
Kabul Tarihi - Accepted: 07.05.2013  
Glo-Kat 2013;8:73-77

Yazışma Adresi / Correspondence Adress: M.D. Asistant Professor, Ebru Nevin ÇETİN  
Pamukkale University Faculty of Medicine, Department of Ophthalmology, Denizli/TURKEY

Phone: +90 533 650 45 86  
E-Mail: ecetin@pau.edu.tr

## GİRİŞ

Oküler nabız amplitüdü (ONA), sistolik ve diastolik göz içi basıncı (GİB) arasındaki fark olarak ifade edilmektedir. Bu fark, koroidal perfüzyonun indirek göstergesi olarak kabul edilmekte ve koroidal perfüzyon değişikliklerinin rol oynadığı çeşitli hastalıklarda ONA ölçümünün yeri araştırılmaktadır.<sup>1-7</sup> Literatürde ONA ölçümü için Smartlens tonografi, pnömotonometre ve dinamik kontür tonometre (DKT) gibi farklı cihazlar tanımlanmıştır.<sup>1,8-10</sup> DKT, transkorneal metod ile GİB ve ONA'nü ölçebilen non-invaziv bir tonometredir. Basınca duyarlı olan kısım, kontakt tonometre içine gömülüdür. Tonometre, korneal kontürle uyumlu bir şekilde korneayla temas etmekte, bu sayede korneal deformasyonu en aza indirmek ve korneal kalınlıktan minimal etkilenerek GİB'ni ölçmektedir.<sup>1</sup> Saniyede 100 GİB ölçümü yaparak, dinamik GİB ölçümü gerçekleştirmekte ve bu sayede sistolik ve diastolik GİB arasındaki fark olan ONA değeri elde edilmektedir.<sup>1,11,12</sup> Ölçüm şekli applanasyon tonometresi ile GİB ölçümüne benzemektedir. Lokal anestezi uygulamasını takiben tonometre ucu kornea ile yaklaşık 8-15sn temas etmekte ve cihaz ekranında GİB ve ONA ölçüm sonucu görülmektedir (Resim 1). Koroidal perfüzyonun indirek göstergesi olarak sunulduğundan beri; başta glokom olmak üzere, tiroid oftalmopati, Behçet hastalığı, multipl skleroz ve karotid arter stenozu da dahil olmak üzere birçok hastalıkta ONA araştırılmıştır.<sup>2,3-5,7,13,14</sup>



**Resim 1a:** Dinamik kontür tonometre ile göz içi basıncı ve oküler nabız amplitüdü ölçümü.

Tek taraflı ya da çift taraflı ONA artışı ya da azalmasının, aort regürjitasyonu, vasküler stenoz veya arteriovenöz fistül gibi hastalıklarla birlikte olabileceği belirtilmiştir.<sup>15-17</sup> Bu derlemede, değişik klinik durumlarda prognostik ve diagnostik bir faktör olarak ONA'nün yeri ve ONA'nü etkileyen faktörler irdelenmiştir. Bu amaçla, DKT ile ONA ölçümü gerçekleştirilen çalışmalar ele alınmıştır.

## ONA VE İLİŞKİLİ FAKTÖRLER

Literatürde sağlıklı gözlerde ölçülen ortalama ONA değerleri 2.1 ile 3.0mmHg arasında değişmektedir.<sup>11,18-24</sup> Farklı göz hastalıklarında ONA düzeyini araştıran çalışmalarda artış olması, ONA'nü etkileyen faktörlerin de araştırılması ve ONA düzeyini değerlendirirken bu faktörlerin varlığının da göz önüne alınması gerekliliğini doğurmuştur.

ONA ile yaş ilişkisini inceleyen çalışmalara bakıldığında sonuçların çelişkili olduğu görülmektedir. ONA'nün yaşla arttığını gösteren çalışmalar olduğu gibi, yaşla azaldığını ya da ilişkili olmadığını ileri süren çalışmalar da bulunmaktadır.<sup>10,19,21,23-25</sup>

ONA ile ilişkisi araştırılan bir başka sistemik faktör sistemik kan basıncıdır. Aksi yönde de bulgular ifade edilmekle birlikte, birçok çalışmada sağlıklı erişkinlerde ONA ile sistemik kan basıncı arasında anlamlı bir ilişki saptanmamıştır.<sup>10,20,21,24</sup>



**Resim 1b:** Dinamik kontür tonometrenin ekranında göz içi basıncı ve oküler nabız amplitüdü ölçüm sonucunun görüntülenmesi.

Choi ve ark.,<sup>27</sup> glokom şüphesi bulunan hastaları dahil ettikleri çalışmada ONA ile sistemik hemodinamik parametreler arasında anlamlı bir ilişki saptanmamış ve ONA'nın hemodinamik durum göstergesi olarak kullanılmasında kısıtlılıklar olduğu sonucuna varılmıştır. Grishaber ve ark.,<sup>20</sup> ONA'nın sistemik kan basıncındaki değişikliklerden etkilenmemesinde, büyük damar yapılarında bulunan baroreseptörlerin katkısı olduğunu, baroreseptörler sayesinde kan basıncının regüle edilerek gözde stabil bir kan akımı sağlandığını ileri sürmektedir.

Bir başka çalışmada, ONA'nın diüurnal seyri araştırılmış ve gün içinde ONA'nın stabil seyrettiği, anlamlı bir fluktuasyon olmadığı gösterilmiştir.<sup>10</sup> Vücut-kitle indeksi, ONA ile ilişkili bir sistemik faktör olarak ortaya çıkmış, yüksek vücut-kitle indeksine sahip kişilerde ONA düzeyinin düşük olduğu gösterilmiştir.<sup>28</sup>

ONA'nü etkileyen oküler faktörlere bakıldığında, GİB'nin ONA ile ilişkili olduğu, GİB arttıkça, ONA'nın de arttığı görülmüştür.<sup>3,11,18-21,24,26,29,30</sup>

ONA ile GİB arasındaki ilişkinin, kardiyak sistol sırasındaki oküler volüm artışıyla ilişkili olabileceği düşünülmüştür.<sup>19</sup> Bu nedenle ONA'nın normalden yüksek ya da düşük saptandığı tablolarda, GİB değerinin de göz önüne alınarak yorum yapılması önem kazanmaktadır. ONA ile gözün yapısal özellikleri arasındaki ilişki araştırıldığında, korneal kurvatur ve kalınlık ONA ile ilişkili bulunmazken, aksiyel uzunluğun ONA'nü etkilediği saptanmıştır.

Erikson ve ark.,<sup>18</sup> 104 sağlıklı erişkinde yaptıkları çalışmada ONA ile aksiyel uzunluk arasında anlamlı bir ilişki saptamışlardır. İshi ve ark.,<sup>29</sup> 43 sağlıklı erişkinin 86 gözünü dahil ettikleri çalışmalarında, ONA'nın aksiyel uzunluk ile negatif korelasyon gösterdiği saptanmıştır. Çetin ve ark.,<sup>24</sup> 51 sağlıklı erişkinin 51 gözünün dahil ettikleri çalışmada, düşük ONA değerinin uzun aksiyel uzunluk ile birlikte olduğunu, santral korneal kalınlığın ONA üzerine etkisi olmadığını göstermişlerdir.

Benzer şekilde, Kaufmann ve ark.,<sup>19</sup> çalışmasında 223 sağlıklı gözde korneal kalınlık, korneal kurvatur ve ön kamara derinliği ONA üzerine etkili bulunmazken, aksiyel uzunluk ve ONA arasında anlamlı bir ilişki saptanmıştır. Bu durum, gelen kan akımının geniş miyopik bir bulbusta, daha küçük bir bulbusta kıyasla, göreceli olarak daha düşük bir volüm değişikliğine sebep olacağı şeklinde açıklanmıştır.<sup>19</sup>

Myopik gözlerde skleranın daha ince olmasının, pulsatil volüm değişikliğine karşı daha düşük direnç sergilemesi nedeniyle de ONA'nü etkileyebileceği öne sürülmüştür.<sup>19,20,31</sup> Bu bulgular sağlıklı gözlerde aksiyel uzunluk ve ONA ilişkisini araştırılan farklı çalışmalarla da desteklenmiştir.<sup>18,20</sup>

## Glokom ve ONA

Oküler perfüzyonun glokom patogenezindeki yeri, daha önce bir çok çalışmada gösterilmiştir. Bu nedenle, oküler perfüzyonun indirek bir göstergesi olarak kabul edilen ONA'nın de glokom açısından bağımsız bir risk faktörü olabileceği bazı araştırmacılar tarafından ileri sürülmüştür.<sup>32</sup>

Stalmans ve ark.,<sup>3</sup> 28 normotansif glokom (NTG), 19 primer açık açılı glokom (PAAG) ve 22 sağlıklı erişkinde ONA değerlerini ölçmüşler, normotansif ve PAAG hastalarında ONA değerinin kontrol grubuna göre düşük olduğunu saptamışlardır. Punjabi ve ark.<sup>1</sup> 501 kişinin 906 gözünde yaptıkları çalışmada, en yüksek ONA değerini OHT, en düşük ONA değerini ise kontrol grubunda saptamışlardır. Kynigopoulos ve ark.,<sup>5</sup> 139 PAAG hastasının 242 gözünde yaptıkları çalışmada ONA ile vertikal kap/disk oranı arasında negatif bir ilişki saptanmıştır. Düşük ONA'nın artmış yapısal ve fonksiyonel glokomatöz hasarla ilişkili olduğu izlenmiştir. Weizer ve ark.,<sup>6</sup> 32 glokom hastasının 55 gözünü dahil ettikleri çalışmada, ONA seviyesi ile vertikal ve horizontal kap/ disk oranının ters orantılı olduğunu saptamışlar ve ONA'nın, oküler perfüzyon ve rijiditeyi bir arada ifade ettiğini ileri sürmüşlerdir.

Detry-Morel ve ark.,<sup>26</sup> 104 glokom, 27 OHT ve 25 normal gözü dahil ettikleri çalışmalarında ONA değerinin ortalama deviasyon (MD) ile pozitif, patern standart deviasyon (PSD) ve glokomatöz görme alanı defektinin şiddetiyle negatif korelasyon gösterdiğini saptamışlardır. Vulsteke ve ark.,<sup>32</sup> PAAG, NTG, kronik kapalı açılı glokom, oküler hipertansiyon (OHT) ve glokom şüphesi olan 42 hastanın 77 gözünde ONA ve görme alanı defekti ilişkisini araştırmışlardır. Görme alanı indeksleri (MD ve PSD) ile ONA arasında, GİB seviyesinden bağımsız, anlamlı bir korelasyon saptanmıştır. Sonuç olarak, düşük ONA'nın orta-şiddetli görme alanı defekti ile ilişkili olduğu ve glokomatöz görme alanı defekti gelişimi açısından bir risk faktörü olabileceği ileri sürülmüştür. Lee ve ark.,<sup>33</sup> erken dönem NTG hastalarında ONA ve görme alanı arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Çalışmaya 54 NTG hastası ve 46 sağlıklı kişi dahil edilmiş, iki grubun ONA değerleri arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır. Öte yandan santral görme alanı defekti bulunan NTG hastalarında, santral görme alanının korunduğu glokom hastalarına göre ONA ve GİB değerinin daha yüksek olduğu izlenmiştir. ONA değerinin, santral görme alanı defektini gösteren indekslerle korelasyon gösterdiği ancak GİB ile böyle bir ilişkinin bulunmadığı görülmüştür. Sonuç olarak hafif görme alanı defekti olan erken dönem NTG hastalarında, yüksek ONA değerinin, daha santral yerleşimli defektlerle ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır.



Wang ve ark.,<sup>34</sup> 108 PAAG, 45 OHT, 48 glokom şüphesi ve 56 normal kişiden oluşan bir grupta oküler rijiditeyi raştırmışlardır. Hastalarda ONA DKT ile, pulsatil koroidal kan akımı laser dopler flovmetre ile ölçülmüştür. Bu iki ölçümün birbirlerine oranı Freidenwald'un oküler rijidite denklemi kullanılarak hesaplanmış ve oküler rijidite değeri elde edilmiştir. Oküler rijiditenin aksiyel uzunluk ile negatif, görme alanı testindeki MD değeri ile pozitif yönde korelasyon gösterdiği saptanmıştır. Diğer bir deyişle düşük oküler rijidite, uzun gözlerle ve daha şiddetli görme alanı defektleri ile birliktelik göstermektedir.

Bu bulgular, genel olarak glokomlu gözlerde ONA'nın düşük olduğunu göstermekte ve glokom patogenezinde düşük koroidal perfüzyonun da rol oynayabileceğini düşündürmektedir. Öte yandan literatürde farklı yönde bulgular da mevcuttur. Suzuki ve ark.,<sup>35</sup> asimetrik tutulum gösteren 30 glokom hastasında ONA'ü değerlendirmişlerdir. Şiddetli tutulum olan ile hafif tutulum olan gözlerde ONA ölçümleri arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Glokom hastaları ile kontrol grubu arasında da fark saptanmamıştır. Benzer şekilde Kac ve ark.,<sup>36</sup> 48 asimetrik glokom hastasının 96 gözünde yaptıkları çalışmada, GİB'nin etkisi ortadan kaldırıldığında, iyi ve kötü gözler arasında ONA düzeyinin farklı olmadığı gözlenmiştir. Sonuç olarak, glokom hastalarında prognostik bir faktör olarak ONA'nın yerinin belirlenmesi için uzun dönem izlemi olan geniş serili çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca glokom ilaçlarının ONA üzerine olası etkileri de göz önüne alınmalıdır.<sup>37</sup>

### Üveit ve ONA

İnflamatuar hastalıklarda ONA'nü araştıran tek bir çalışma bulunmaktadır. Çetin ve ark.,<sup>7</sup> 63 Behçet hastası ve 65 sağlıklı erişkinde ONA ölçtükleri bir çalışmada, oküler tutulum olan 29 Behçet Hastasında ONA'nın, oküler tutulum olmayan 34 Behçet hastasına ve kontrol grubuna göre düşük olduğunu saptamışlardır. Oküler tutulum olan Behçet hastaları aktif ve inaktif olarak değerlendirildiğinde, aktif üveit atağı geçirmekte olan hastaların, inaktif hastalara göre daha düşük ONA düzeyine sahip oldukları gözlenmiştir.

### Karotid Arter Stenoza ve ONA

Knecht ve ark.,<sup>2</sup> ONA ile karotid arter stenoza arasındaki ilişkiyi ve rutin göz muayenesi sırasında bir tarama testi olarak ONA ölçümünün yerini araştırmışlardır. Çalışmaya 64 hastanın 134 gözü dahil edilmiş, karotid arter stenoza %50'nin altında olan hastaların ONA düzeyi, karotid arter stenozunun %70'ten fazla olduğu hastalara göre yüksek ölçülmüştür. Bu nedenle ONA ölçümü, karotid arter stenoza olan hastaların saptanması amacıyla kolaylıkla uygulanabilecek, inme sıklığının azalmasını sağlayabilecek non-invaziv bir tarama yöntemi olarak önerilmiştir.

### Multipl Skleroz ve ONA

Multipl skleroz hastalarında oküler hemodinamik değişimler ilk olarak dopler ultrasonografi çalışmalarıyla gösterilmiştir.<sup>38,39</sup> Bu çalışmalarda multipl skleroz hastalarında optik nevrit atağından bağımsız olarak kan akım hızında azalma saptanmıştır. Bu hasta grubunda ONA değerini inceleyen tek bir çalışma bulunmaktadır. Otuzyedinci multipl skleroz hastasının 69 gözünü içeren çalışmada, çalışma grubundaki ONA değeri, sağlıklı kontrol grubundaki gözlere göre daha düşük saptanmış; çalışma grubu kendi içinde değerlendirildiğinde optik nevrit öyküsü bulunan 19 gözde ONA değerinin, optik nevrit öyküsü bulunmayanlardan anlamlı bir farklılık göstermediği izlenmiştir. Ayrıca ONA değerinin görsel uyarılmış potansiyel amplitüdü ile pozitif, görsel uyarılmış potansiyel latansı ile negatif korelasyon gösterdiği, hastalığın süresi ve şiddetiyle ilişkili olmadığı saptanmıştır.<sup>14</sup>

### Tiroid Oftalmopati ve ONA

Bozic ve ark.,<sup>13</sup> tiroid oftalmopati ile ONA ilişkisini ve bu hastalarda orbitada meydana gelen değişikliklerin koroidal perfüzyona olan olası etkisini araştırmışlardır. Tiroid oftalmopati saptanan ancak GİB normal olan 30 hastanın 30 gözünde ve 30 sağlıklı erişkinin 30 gözünde ONA ölçülmüş ve iki grubun ONA değerleri arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Çalışma sonucunda GİB normal olduğu takdirde, tiroid oftalmopati nedeniyle orbitada ortaya çıkan değişikliklerin koroidal perfüzyon üzerine etkisi olmadığı sonucuna varılmıştır.

### SONUÇ

ONA değeri, glokom hastalarında, sağlıklı gözlere göre daha düşük düzeyde saptanmaktadır ve ONA düzeyi düştükçe, glokomatöz görme alanı defekti şiddetinin arttığı gösterilmiştir. Öte yandan özellikle asimetrik glokomatöz hasar bulunan gözlerde, ONA düzeyleri arasında anlamlı bir fark izlenmemiştir. ONA düşüklüğünün, glokom progresyonu açısından olumsuz bir prognostik faktör olduğunun kanıtlanması için uzun dönem izlemi olan geniş serili çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Behçet hastalarında akut üveit atağında sırasında, multipl skleroz hastalarında ise geçirilmiş optik nevrit atağından bağımsız olarak ONA değerinin düştüğü görülmüştür. Bu hastalıkların patofizyolojisinde, inflamatuvar veya demyelinizan sürece ek olarak oküler perfüzyon bozukluğunun da rol oynamayı oynamadığının anlaşılabilmesi için bu bulguların ileri çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir. Asimetrik ONA, başta karotid arter stenoza olmak üzere, ciddi vasküler bozuklukların habercisi olabilmektedir. Farklı klinik tablolarda ONA ya da oküler perfüzyon değişikliği hakkında yorum yaparken, ONA değerinin özellikle GİB ve aksiyel uzunluk olmak üzere çeşitli faktörlerden etkilenebildiği de hatırlanmalıdır.

## KAYNAKLAR/REFERENCES

1. Punjabi OS, Kniestedt C, Stamper RL et al. Dynamic contour tonometry: principle and use. *Clin Experiment Ophthalmol* 2006;34:837-40.
2. Knecht PB, Menghini M, Bachmann LM et al. The ocular pulse amplitude as a noninvasive parameter for carotid artery stenosis screening: a test accuracy study. *Ophthalmology* 2012;119:1244-9.
3. Stalmans I, Harris A, Vanbellinghen V et al. Ocular pulse amplitude in normal tension and primary open angle glaucoma. *J Glaucoma* 2008;17:403-7.
4. Stalmans I, Harris A, Fieuws S et al. Color Doppler imaging and ocular pulse amplitude in glaucomatous and healthy eyes. *Eur J Ophthalmol* 2009;19:580-7.
5. Kynigopoulos M, Tzamalís A, Ntampos K et al. Decreased ocular pulse amplitude associated with functional and structural damage in open-angle glaucoma. *Eur J Ophthalmol* 2012;22:111-6. doi: 10.5301/ejo.5000043.
6. Weizer JS, Asrani S, Stinnett SS et al. The clinical utility of dynamic contour tonometry and ocular pulse amplitude. *J Glaucoma* 2007;16:700-3.
7. Cetin EN, Bulgu Y, Tash L et al. Ocular pulse amplitude in Behçet disease. *Ocul Immunol Inflamm* 2011;19:376-8.
8. Schwenn O, Troost R, Vogel A et al. Ocular pulse amplitude in patients with open angle glaucoma, normal tension glaucoma, and ocular hypertension. *Br J Ophthalmol* 2002;86:981-4.
9. Schmidt KG, von Rückmann 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.
10. Pourjavan S, Boelle PY, Detry-Morel M et al. Physiological diurnal variability and characteristics of the ocular pulse amplitude (OPA) with the dynamic contour tonometer (DCT-Pascal). *Int Ophthalmol* 2007;27:357-60.
11. Xu G, Lam DS, Leung CK. Influence of ocular pulse amplitude on ocular response analyzer measurements. *J Glaucoma* 2011;20:344-9.
12. Kanngiesser HE, Kniestedt C, Robert YC. Dynamic contour tonometry: presentation of a new tonometer. *J Glaucoma* 2005;14:344-50.
13. Božić MM, Knežević MM, Risimić DS et al. Ocular pulse amplitude in patients with thyroid-associated ophthalmopathy. *Eur J Ophthalmol* 2012;9:0. doi: 10.5301/ejo.5000161.
14. Cetin EN, Erdogan C, Acer S et al. Decreased ocular pulse amplitude and retinal nerve fiber layer in multiple sclerosis. *Neuro-Ophthalmology* doi: 10.3109/01658107.2013.785001.
15. McKee HD, Saldana M, Ahad MA. Increased ocular pulse amplitude revealing aortic regurgitation. *Am J Ophthalmol* 2004;138:503.
16. Kaufmann C, Fierz A, Kollias SS et al. Ocular pulse amplitude in a case of innominate steal syndrome. *Am J Ophthalmol* 2002;133:155-6.
17. Golnik KC, Miller NR. Diagnosis of cavernous sinus arteriovenous fistula by measurement of ocular pulse amplitude. *Ophthalmology* 1992;99:1146-52.
18. Erickson DH, Goodwin D, Rollins M et al. Comparison of dynamic contour tonometry and Goldmann applanation tonometry and their relationship to corneal properties, refractive error, and ocular pulse amplitude. *Optometry* 2009;80:169-74.
19. Kaufmann C, Bachmann LM, Robert YC et al. Ocular pulse amplitude in healthy subjects as measured by dynamic contour tonometry. *Arch Ophthalmol* 2006;124:1104-8.
20. Grieshaber MC, Katamay R, Gugleta K et al. Relationship between ocular pulse amplitude and systemic blood pressure measurements. *Acta Ophthalmol* 2009;87:329-34.
21. Ito K, Tawara A, Kubota T et al. IOP Measured by dynamic contour tonometry correlates with iop measured by goldmann applanation tonometry and non-contact tonometry in japanese individuals. *J Glaucoma* 2012;21:35-40.
22. Hoffmann EM, Grus FH, Pfeiffer N. Intraocular pressure and ocular pulse amplitude using dynamic contour tonometry and contact lens tonometry. *BMC Ophthalmol* 2004;4:4.
23. Özçetin H, Baykara M, Atasoy A et al. Oküler nabız amplitudunun değerlendirilmesinde dinamik kontur tonometrenin önemi. *Glo-Kat* 2008;3:153-7.
24. Cetin EN, Yayla K, Avunduk AM, ve ark. Oküler nabız amplitudu ile gözün yapısal özellikleri ve sistemik kan basıncının ilişkisi. *Turk J Ophthalmol* 2011;41:364-7.
25. Erdurmuş M, Yağcı R, Aydın B, ve ark. Dinamik kontur tonometre ile göz içi basıncı ölçümü üzerine santral kornea kalınlığı kornea kurvatürü ve aksiyel uzunluğun etkisi. *MN Oftalmol* 2008;15:14-8.
26. Detry-Morel M, Jamart J, Detry MB et al. Clinical evaluation of the Pascal dynamic contour tonometer]. *J Fr Ophtalmol* 2007;30:260-70.
27. Choi J, Lee J, Park SB, et al. Factors affecting ocular pulse amplitude in eyes with open angle glaucoma and glaucoma-suspect eyes. *Acta Ophthalmol* 2012;90:552-8.
28. Karadağ R, Arslanyılmaz Z, Aydın B et al. Effects of body mass index on intraocular pressure and ocular pulse amplitude. *Int J Ophthalmol* 2012;5:605-8.
29. Ishii K, Mori M, Oshika T. An evaluation of the effects of eyeball structure on ocular pulse amplitude in healthy subjects. *Int Ophthalmol* 2012;32:553-7.
30. Wang J, Cayer MM, Descovich D et al. Assessment of factors affecting the difference in intraocular pressure measurements between dynamic contour tonometry and goldmann applanation tonometry. *J Glaucoma* 2011;20:482-7.
31. McBrien NA, Gentle A. Role of the sclera in the development and pathological complications of myopia. *Prog Retin Eye Res* 2003;22:307-38.
32. Vulsteke C, Stalmans I, Fieuws S, et al. Correlation between ocular pulse amplitude measured by dynamic contour tonometer and visual field defects. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2008;246:559-65.
33. Lee M, Cho EH, Lew HM et al. Relationship between ocular pulse amplitude and glaucomatous central visual field defect in normal-tension glaucoma. *J Glaucoma* 2012;21:596-600.
34. Wang J, Freeman EE, Descovich D et al. Estimation of ocular rigidity in glaucoma using ocular pulse amplitude and pulsatile choroidal blood flow. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2013;24. doi:pii: iovs.12-9841v1. 10.1167/iov.12-9841.
35. Suzuki ER Jr, Suzuki CL, Carlier D et al. Dynamic contour tonometry in asymmetric glaucoma patients. *Clin Ophthalmol* 2012;6:555-9.
36. Kac MJ, Solari HP, Velarde GC et al. Ocular pulse amplitude in patients with asymmetric primary open-angle glaucoma. *Curr Eye Res* 2011;36:727-32.
37. Sarıcaoğlu MS. Yeni tonometreler ve göz içi basıncı ölçümünde yeni tartışma:Korneanın biyomekanik özellikleri. *Glo-Kat* 2010;5:67-74.
38. Pache M, Kaiser HJ, Akhaldedashvili N et al. Extraocular blood flow and endothelin-1 plasma levels in patients with multiple sclerosis. *Eur Neurol* 2003;49:164-8.
39. Modrzejewska M, Karczewicz D, Wilk G. Assessment of blood flow velocity in eyeball arteries in multiple sclerosis patients with past retrobulbar optic neuritis in color Doppler ultrasonography. *Klin Oczna* 2007;109:183-6.