



# Primer Açık Açılı ve Normal Tansiyonlu Glokom Olgularında Doppler Ultrasonografi Bulguları

## Doppler Ultrasonography in Primary Open-Angle and Normal Tension Glaucoma Patients

Esin Derin Çiçek,<sup>1</sup> Zeynep Acar,<sup>2</sup> Bülent Saydam<sup>3</sup>

### ÖZET

**Amaç:** Çalışmanın amacı, primer açık açılı glokom ve normal tansiyonlu glokom olgularında, retrobulber bölgenin akım özelliklerinde ortaya çıkabilecek hemodinamik değişiklikleri Doppler ultrasonografi ile değerlendirerek, etiyolojide vasküler faktörlerin önemini ve tanıda görüntülemenin rolünü araştırmaktır.

**Yöntem:** Çalışma için toplam 50 olgunun 98 adet gözü incelendi. Kontrol grubu 14 normal olgudan oluşmakta idi. 25 adet primer açık açılı ve 11 adet normal tansiyonlu glokom olgusu hasta gruplarını oluşturdu. Tüm incelemeler Toshiba PowerVision 7000 SSA-380A renkli Doppler US cihazı ile multifrekans (5-7.5-10 MHz) lineer transdüser ile gerçekleştirildi. Oftalmik arter, santral retinal arter ve temporal posterior silier arterlerin piksistolik hız ve rezistif indeks değerleri incelendi.

**Bulgular:** Olguların yaş ve cinsiyetlerinin dağılımı ile her iki gözün karşılaştırılmasında piksistolik hız ve rezistif indeks değerlerinde anlamlı fark saptanmadı. Her iki glokom grubunda da oftalmik arterin piksistolik hız, rezistif indeks ve santral retinal arterin piksistolik hız değerlerinde, normal olgulardan oluşan kontrol grubu ile anlamlı istatistiksel fark saptanmadı. Glokom olgularında santral retinal arterin rezistif indeks değeri kontrol grubuna göre yüksek bulundu. Posterior silier arterlerde ise piksistolik hız değeri glokomlu olgularda kontrol grubuna göre düşük, rezistif indeks değeri ise yüksek bulundu. İki glokom grubu arasında yapılan karşılaştırmada ise incelenen değerlerde anlamlı istatistiksel fark saptanmadı.

**Sonuç:** Çalışmamızda santral retinal arter ve özellikle posterior silier arterde tespit ettiğimiz bulgular vasküler hemodinamidedeki değişikliklerin glokom etiyolojisinde rol oynayabileceği kuramını desteklemektedir. Retrobulber kan akımının değerlendirilmesinde renkli Doppler US inceleme noninvaziv, kontrast madde gerektirmeyen, radyasyon içermeyen, tekrar edilebilir güvenilir bir yöntemdir.

**Anahtar sözcükler:** Doppler ultrasonografi; glokom; oftalmik arter; posterior silier arter; santral retinal arter.

### ABSTRACT

**Objectives:** This study was designed to evaluate hemodynamic alterations in the retrobulbar blood flow in primary open-angle and normal-tension glaucoma patients using Doppler ultrasonography (US) and to emphasize the importance of diagnostic imaging and vascular factors in the etiology.

**Methods:** A total of 98 eyes of 50 patients were examined for the study. The control group consisted of 14 normal cases. The patient groups were comprised of 25 patients with primary open-angle and 11 patients with normal-tension glaucoma. All of the examinations were performed using a multifrequency (5-7.5-10 MHz) linear transducer and a Toshiba PowerVision 7000 SSA-380A color Doppler US device (Toshiba Corp., Tokyo, Japan). The peak systolic velocity and resistive index values of the ophthalmic artery, central retinal artery, and temporal posterior ciliary arteries were examined.

**Results:** There was no significant difference between the groups in terms of age and gender distribution, and no

<sup>1</sup>Sağlık Bilimleri Üniversitesi,  
Fatih Sultan Mehmet Eğitim  
ve Araştırma Hastanesi,  
Radyoloji Kliniği  
<sup>2</sup>Sağlık Bilimleri Üniversitesi,  
Haydarpaşa Numune Eğitim ve  
Araştırma Hastanesi, Göz Kliniği  
<sup>3</sup>Özel Yüzyıl Hastanesi,  
Radyoloji Kliniği

#### Atf için yazım şekli:

Çiçek ED, Acar Z, Saydam B.  
Primer Açık Açılı ve Normal  
Basınçlı Glokom Olguların-  
da Doppler Ultrasonografi  
Bulguları. Bosphorus Med J  
2019;6(1):22-28.

**Başvuru tarihi:** 01.02.2019

**Kabul tarihi:** 25.02.2019

#### Yazışma Adresi:

Dr. Esin Derin Çiçek, Fatih  
Sultan Mehmet Eğitim ve  
Araştırma Hastanesi, Ataşehir,  
34752 İstanbul, Turkey

#### Tel:

+90 216 575 04 06

#### e-posta:

eederin@gmail.com

difference in peak systolic velocity or resistive index between the 2 eyes. In both glaucoma groups, the peak systolic velocity and resistive index of the ophthalmic artery and the peak systolic velocity in the central retinal artery showed no statistically significant difference with those of the control group. The resistive index of the central retinal artery was higher in the glaucoma patients compared with the control group. In the posterior ciliary arteries, the peak systolic velocity was lower and the resistive index was higher in the glaucoma group than in the control group. No statistically significant difference was found between the 2 glaucoma groups in any parameter.

**Conclusion:** The findings in the central retinal artery, and especially in the posterior ciliary arteries, support the theory that changes in vascular hemodynamics can play a role in the etiology of glaucoma. Color Doppler US is a safe, noninvasive, contrast-free, radiation-free, and reproducible method to evaluate retrobulbar blood flow.

**Keywords:** Central retinal artery; Doppler ultrasonography; glaucoma; ophthalmic artery; posterior ciliary artery.

**G**lokom, yüksek göz içi basıncı, optik sinir başı çukurlaşması ve atrofi, görme alanı kaybı gibi ortak belirtiler içeren bir grup hastalığı kapsar. Sebebi kesin olarak bilinmeyen, multifaktöriyel bir hastalık olmakla birlikte glokom olgularında ortaya çıkan optik sinir hasarında, retrobulber kan akımı yetersizliğinin rol oynadığı düşünülmektedir.<sup>[1,2]</sup> Önlenebilir körlük nedenlerinin başında gelmektedir; yagınlığı, iş gücü kaybı ve diğer sonuçları açısından önemli bir toplum sağlığı sorunu oluşturmaktadır.

Sessiz ve ilerleyici bir seyir gösteren bu hastalıkta, erken tanı ardından planlanacak takip ve tedaviler ile körlüğe gidış önlenebilir. Belirti veren ileri evre glokom olgularında tanı konmakta güçlük çekilmemekle birlikte, yakınması olmayan veya göz içi basıncının normal sınırlarda olduğu bir grup hastada erken tanı zorlaşmaktadır.

Çalışmanın amacı, glokom olgularında, retrobulber bölgenin akım özelliklerinde ortaya çıkabilecek hemodinamik değışiklikleri Doppler ultrasonografi ile ortaya koyarak etiyolojide vasküler faktörlerin önemini ve tanıda renkli Doppler görüntülemenin rolünü araştırmaktır.

## Yöntem

Bu çalışma için, PTT Sanatoryum ve Hastanesi (2005 ve sonrası FSM Eğitim ve Araştırma Hastanesi) Radyoloji Kliniğinde Şubat 2001 ve Mart 2002 tarihleri arasında Primer Açık Açılı Glokom (PAAG) ve Normal Tansiyonlu Glokom (NTG) tanısı ile takip edilen ve Renkli Doppler Ultrasonografi (RDUS) tetkiki yapılan olguların tez için toplanmış dataları güncel literatür bilgileri de dikkate alınarak değerlendirildi.

Çalışmaya toplam 50 olgu alındı. Kontrol grubu normal 14 olgu ile oluşturuldu. Hasta grubunu, Göz Kliniği tarafından görme alanı bulguları, optik sinir başı görünümü ve göz içi basıncı dikkate alınarak glokom tanısı konmuş, 25'i primer açık açılı glokom ve 11'i normal tansiyonlu glokom olan 36 olgu oluşturdu. Çalışma için 36 hastanın 70 gözü ve 14 nor-

mal olgunun 28 gözü (toplam 98 adet göz) incelendi. 2 göz pseudofaki nedeniyle inceleme kapsamına alınmadı.

Normal gruba alınan olguların tümünde göz içi basıncı 21mmHg altında olup görme alanları normaldi ve göz ile ilgili herhangi bir şikayeti mevcut değildi. Normal tansiyonlu glokom hastalarının tümünde göz içi basıncı 21mmHg altında iken, görme alanı defekti ile glokomatöz optik sinir bulguları tespit edilmişti. Gruplar arasında hipertansiyon veya diabetes prevalansında anlamlı fark mevcut değildi.

Orbitanın major arteriyel beslenmesi, internal karotid arter (İKA)'in intrakranial segmentinin ilk dalı olan oftalmik arter (OA) ile sağlanmaktadır. Çalışmada oftalmik arterin yanı sıra santral retinal arter (SRA) ve posterior silier arterler (PSA) de incelenmiş olup her ikisi de oftalmik arterin dalıdır. Çalışmaya alınan tüm hastalara karotis arter Doppler US incelemesi yapıp bulbus veya internal karotis arterlerinde %70 üzerinde daralma olan hastalar, retrobulber kan akımında oluşturabilecekleri olası değışiklikleri ekarte etmek amacıyla çalışmaya alınmamıştır.<sup>[3]</sup>

Radyoloji Kliniğinde olguların tüm incelemeleri Toshiba PowerVision 7000 SSA-380A RDUS cihazı ile multifrekans (5-7.5-10 MHz) lineer transdüser ile aynı radyolog tarafından gerçekleştirilmiştir. Doppler US inceleme şu şekilde yapılmaktadır: Hastalar supin pozisyonda yatırılır, gözleri kapalıdır ve artefaktı önlemek için hastalardan gözlerini hareket ettirmemeleri istenir. Yeterli miktarda jel sürülen prob, üst göz kapağı üzerine, göze fazla basınç oluşturmamaya dikkat edilerek uygulanır. Orbital yapılar B-Mod US ile değerlendirildikten sonra RDUS incelemesine geçilir. RDUS esnasında yavaş akımın saptanabilmesi için düşük PRF (puls tekrarlama frekansı) ile damara uygun ve cihazın izin verdiği en dar örnekleme aralığı kullanılmıştır. Her damar için, en ideal spektral örnek (birbirini izleyen 3 dalga formunun aynı şekilde olması ve/veya elde edilen en kuvvetli sinyal) seçilerek pik sistolik hız (PSH), diastol sonu hız (DSH) ve rezistivite

indeksi (RI) ölçülmüştür. RI, (PSH-DSH)/PSH olup cihaz tarafından otomatik hesaplanmaktadır.

OA incelemesi için örnekleme aralığı (spektral analiz için gönderilen ses demeti üzerinde, damar lümeni genişliğinde seçilen segment), optik sinirin hemen nazal tarafına OA'ın optik siniri çaprazladığı yere tatbik edilmiştir. 1-2 mm olarak seçilen örnekleme aralığı, globun 25-30 mm posteriorunda görüntülenen OA lümenine yerleştirilerek, açısı 30-60 derece arasında tutulmuş ve spektral analize geçilmiştir (Şekil 1).

SRA'in RDUS tetkiki için önce optik sinir B-Mod ile bulunup optik disk lokalize edilmiştir. Daha sonra renkli Doppler moduna geçilerek optik sinir içinde seyreden santral retinal arter ve ven görüntülenip 1mm'lik örnekleme aralığı, optik diskin 3mm posteriorunda, her iki damar trasesi üzerine yerleştirilmiştir. Doppler açısı 10-30 derece arasında tutulmuştur (Şekil 2).

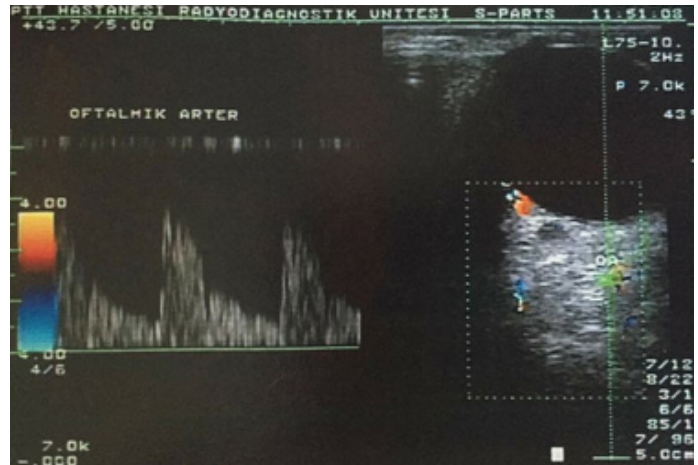
Optik sinir gölgesinin temporal tarafında renkli Doppler modunda PSA görüntülenmiş, Örnekleme aralığı 1mm ve Doppler açısı 20-40 derece arası tutularak spektral analiz yapılmıştır (Şekil 3).

### İstatistiksel analizler

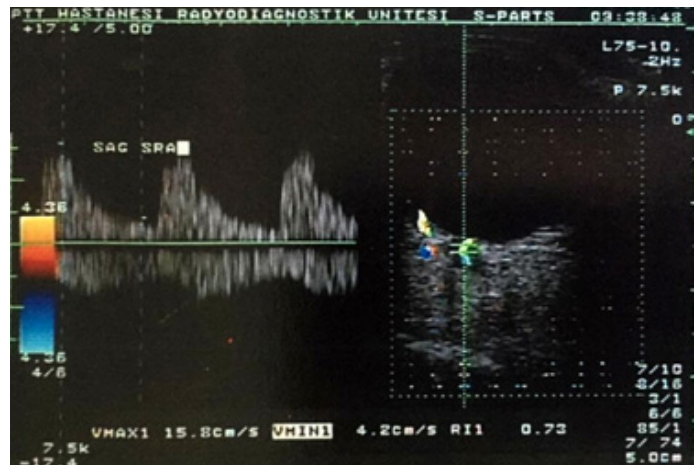
Çalışmada elde edilen bulgular değerlendirilirken, istatistiksel analizler için SPSS (Statistical Package for Social Sciences) for Windows 10.0 programı kullanıldı. Çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metodların (Ortalama, Standart sapma) yanısıra niceliksel verilerin karşılaştırılmasında Oneway Anova, Student T testi, Kruskal Wallis Varyans analizi ve Mann Whitney U test kullanıldı. Niteliksel verilerin karşılaştırılmasında ise Ki-Kare testi kullanıldı. Sonuçlar %95'lik güven aralığında, anlamlılık  $p < 0.05$  düzeyinde değerlendirildi.

### Bulgular

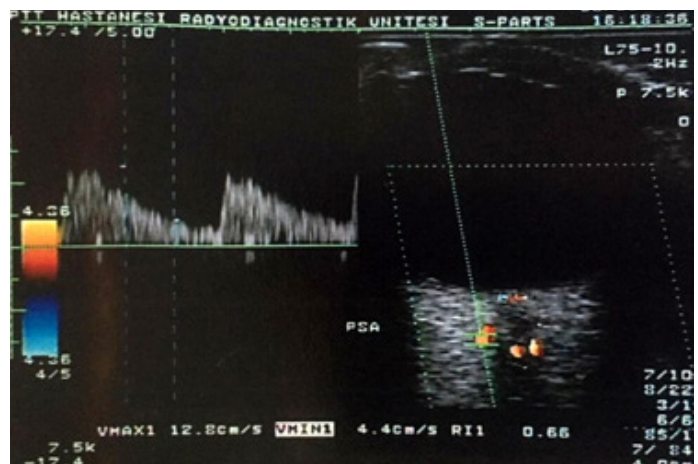
Glokom tanısı konmuş olan 36 olgudan 28'i kadın, 8'i erkek olup yaşları da 34 ile 78 arasında değişmekteydi ve ortalama yaş 54 idi. 25 olgudan oluşan PAAG grubunun 20'i kadın, 5'i erkekti; ortalama yaşı 54 olan bu grubun yaş dağılımı 34 ile 78 arasında değişkenlik göstermekteydi. 11 olgudan oluşan normal tansiyonlu glokom grubunun 8'i kadın, 3'ü erkekti ve ortalama yaşı 51 olan bu grubun yaşları 35 ile 72 arasında değişmekteydi. 14 olgudan oluşan normal kontrol grubunun 6'sı kadın, 8'i erkekti; ortalama yaşı 46 olan bu grubun yaş dağılımı 23 ile 59 arasında değişkenlik göstermekteydi.



Şekil 1. Oftalmik artere ait tipik yüksek dirençli doppler spektral akım formu izlenmektedir; keskin bir sistolik yükselmenin ardından oluşan bir çentiklenme (ok başı) ve düşük diastolik akım ile tanınabilir.



Şekil 2. Distal optik sinire ait hipoekojen alan içinde birbirine paralel seyreden santral retinal arter ve vene ait dalga formlarının Doppler spekturumunda birlikte kaydedildiği görülüyor. Arterden alınan akım örnekleri, yavaş akım özelliğinde olup yuvarlak sistolik tepe (ok) izlenmektedir.



Şekil 3. Optik sinire komşu retrobulber yağlı dokuda temporal posterior silier arterin tipik düşük dirençli akım formu görülmektedir.

Grupları yaşlarına göre karşılaştırdığımızda, kontrol grubunda yaş ortalaması diğerlerine göre daha düşük bulundu, ancak istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu. Grupların cinsiyet dağılımları arasında kontrol grubunda erkek oranı diğerlerine göre daha fazla görülse de istatistiksel olarak anlamlı değildi. Glokom süresini incelediğimizde, PAAG ve NTG grupları arasında anlamlı bir fark bulunmadı.

Hasta grubu 0-2 ve 2-10 yıldır glokom olma sürelerine göre erken ve geç olarak iki ayrı gruba ayrılarak, her iki göz PSA'lerinin PSH ve RI değerleri karşılaştırıldığında, erken ve geç glokom grupları arasında PSH ve RI değerleri anlamlı bir farklılık göstermedi ( $p>0.05$ ).

OA incelemesinde, her iki göz PSH ve RI ölçümlerinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu.

SRA incelemesinde, PSH değerlerinde gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu (Tablo 1). Gruplar arasında her iki gözün RI ölçümleri anlamlı farklılık göstermekteydi: Hem PAAG, hem de NTG grubunda RI değeri kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksek bulundu; PAAG ve NTG grupları arasında ise anlamlı fark yoktu.

PSA incelemesinde, PSH ve RI değerlerinde gruplar arasında anlamlı farklılık bulundu (Tablo 2): PSH değeri PAAG ve NTG gruplarında kontrol grubuna göre anlamlı derecede düşüktü ( $p<0.01$ ); PAAG ve NTG grupları arasında ise anlamlı fark yoktu. RI ölçümleri de glokom gruplarında kontrol grubuna göre yüksek olmakla birlikte solda istatistiksel olarak anlamlı değilken, sağ tarafta istatistiksel olarak da anlamlı bulundu ( $p<0.01$ ).

Ayrıca ICA ile retrobulber arterlerin akım parametreleri de karşılaştırıldı (Tablo 3). PSH ve RI değeri açısından bakıldığında, ICA ile OA arasında orta düzeyde, pozitif yönde anlamlı bir korelasyon vardı ( $p<0.05$ ); ICA ile SRA ve ICA ile PSA arasında ise anlamlı bir ilişki saptanmadı.

## Tartışma

Glokom fizyopatolojisini açıklamada mekanik, vasküler ve apoptozis teorisi öne sürülmüş olup vasküler teorinin geçerliliğini araştıran bilim adamları değişik kan akımı analiz yöntemleri ile gözün kan akımında değişiklik olup olmadığını araştırmışlardır. RDUS retroorbital damarları incelemek için noninvasif, tekrarlanabilir, kalitatif bir yöntemdir.

Literatürde glokomda OA'e yönelik inceleme sonuçları çelişkilidir. Butt ve ark.<sup>[4,5]</sup> yüksek tansiyonlu ve normal tansiyonlu glokomlu hastaları, normal kontrol grubu ile karşı-

Tablo 1. OFA değerlerine göre grupların dağılımı

OFA	Kontrol	PAAG	NTG	p
Sağ				
PSV	34.08±6.22	31.32±9.84	28.98±5.03	0.296
RI	0.73±0.07	0.70±0.06	0.72±0.05	0.341
				$p>0.05$
Sol				
PSV	38.45±9.76	32.80±9.08	33.89±8.52	0.192
RI	0.72±0.05	0.71±0.06	0.71±0.06	0.808
				$p>0.05$

NTG: Normal Tansiyonlu Glokom; OFA: Oftalmik Arter; PAAG: Primer Açık Açılı Glokom; PSV: PİK Sistolik hız; RI: Rezistif İndeks.

Tablo 2. SRA değerlerine göre grupların dağılımı

SRA	Kontrol	PAAG	NTG	p
Sağ				
PSV	11.36±2.45	12.28±3.17	11.28±2.76	0.476
RI	0.61±0.04	0.68±0.07	0.67±0.07	0.020
Sol				
PSV	11.36±2.23	12.49±3.38	10.95±1.84	0.276
RI	0.62±0.09	0.68±0.07	0.64±0.07	0.036

\* $p<0,05$  anlamlı; SRA: Santral retinal arter.

Tablo 3. PSA değerlerine göre grupların dağılımı

PSA	Kontrol	PAAG	NTG	p
Sağ				
PSV	17.93±4.76	10.66±2.18	12.84±3.08	0.001
RI	0.59±0.08	0.67±0.05	0.66±0.04	0.001
Sol				
PSV	20.63±6.57	11.52±2.54	11.30±2.64	0.001
RI	0.62±0.07	0.66±0.07	0.67±0.08	0.188

\*\* $p<0.01$  anlamlı; PSA: Posterior Silier Arter.

laştırdığında OA akım hızlarında ve RI değerlerinde anlamlı artış gözlerken, Liu ve arkadaşları<sup>[6]</sup> spontan artmış göz içi basıncı olan hastalar ile kontrol grubu arasında OA akım hız ve RI ölçümleri arasında anlamlı farklılık saptamamışlardır. Yamazaki ve Hayamizu'da<sup>[7]</sup> PAAG ve NTG hastalarında OA kan akımını analiz ederek akım hızlarında normal kontrol grubuna oranla azalma ve RI değerinde ise anlamlı artış elde etmişlerdir. Bu çalışmada OA'de yapılan incelemede kullanılan parametrelerde hem hasta grubu ile kontrol grubu arasında, hem de PAAG ve NTG grupları arasında anlamlı

istatistiksel fark saptanmadı.

Bu çalışmada SRA'da hasta grubunda kontrol grubuna oranla RI değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı artış saptandı. Ancak maksimum hızlarda hasta ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı. NTG ve PAAG arasında da PSH ve RI değerlerinde anlamlı farklılık bulunmadı. Literatürdeki örneklerde, Nicoleta ve arkadaşları<sup>[8]</sup> glokomlu hastaların RDUS ile yapılan göz hemodinamisinin incelenmesinde, SRA'dan elde edilen değerleri normal grup ile kıyaslamış, akım hızlarında azalma ve RI'da anlamlı artma olduğunu rapor etmişlerdir; Rankin ve ark.<sup>[9]</sup> PAAG ve NTG olgularında RDUS ile yapılan orbital kan akımı analizinde, normal gruba göre SRA ve PSA diastol sonu hız değerinde anlamlı düşüklük ve RI değerlerinde anlamlı artış tespit etmişlerdir.

SRA'nın optik sinir içindeki anatomik seyrinden dolayı kolaylıkla bulunabilmesi nedeniyle yapılan ölçümlerin doğruluk derecesi yüksek iken,<sup>[9]</sup> aynı durum PSA için her zaman geçerli olmayabilir. Kısa PSA anatomik seyirleri tortuözedir.<sup>[1]</sup> Bu nedenle bu damarların yönünü takip etmek ve Doppler açısını belirlemek çok kolay olmayacaktır. Dolayısıyla PSA'da Doppler açısından bağımsız olan rezistivite indeksi en güvenilir ölçüm parametresi olarak kabul edilmelidir.<sup>[10]</sup> İncelenen damarının kısa veya uzun silier arter olduğunun tespiti de zordur ve birden fazla PSA, örnekleme aralığına girebilir. Teoride ise PSA'lar tek tek analiz edilmelidir. Hayreh optik sinir başına major kan akımının PSA sirkülasyondan geldiğini göstermiştir. Bu yüzden PSA'nın RDUS incelemesi optik sinir başında glokomda izlenen vasküler yetmezliğin en iyi göstergesi olacaktır.<sup>[11,12]</sup> RDUS incelemedeki gelecekteki gelişmeler PSA'daki kan akımı hakkında kantitatif değerler sağlayabilir.

PSA'Iarın RDUS bulguları daha önce çeşitli yayınlarda bildirilmiştir ve tutarlılık göstermektedir. Galassi ve ark.<sup>[13]</sup> glokomlu olgularda silier arterlerin RI değerinin normale göre arttığını; Sergott ve ark.<sup>[14]</sup> ise akım hızlarında düşüş ve RI değerinde artma olduğunu bildirmişlerdir. Simon ve ark.<sup>[15]</sup> PAAG'de retrobulber ortalama kan akım hızında azalma ve RI değerinde artış tespit etmişlerdir. Bu çalışmada da benzer sonuçlar bulundu: Her iki glokom grubunda normal gruba göre PSA maksimum akım hızında azalma ve rezistivite indeksinde artma tespit edildi.

Bektaş ve ark.,<sup>[16]</sup> Williamson ve Harris<sup>[17]</sup> oftalmik RDUS incelemede hız ölçümlerinde tekrarlanabilirlik üzerine yaptıkları çalışmalarda, hız ölçümlerinde belirgin farklı-

lıklar saptamışlardır. Bu nedenle açıdan bağımsız değişkenlerin (PI ve RI) daha güvenilir sonuç verdiğini ileri sürmüşlerdir. Ayrıca Cellini ve ark.<sup>[18]</sup> da glokomlu hastalarda yaptıkları çalışmalarda PSA ve SRA'da sadece sistolik hız ve RI parametrelerini kullanmışlardır. Yapılan bazı çalışmalarda da diastol sonu hızın değişim katsayısı RI ve maksimum hız değerlerine göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Yamazaki ve Hayamizu<sup>[7]</sup> 5 gönüllü kişide oftalmik arter akımını incelemiş ve maksimum sistolik hız, minimum diastolik hız, ortalama hız ve rezistivite indeks parametrelerinin değişim katsayılarını hesaplamışlardır. Değişim katsayıları Maksimum sistolik hız için  $5.0 \pm 4.0$ , minimum diastolik hız için  $8.8 \pm 5.7$ , ortalama hız için  $7.9 \pm 7.5$  ve rezistivite indeksi için ise  $2. \pm 1.9$  (ortalama  $\pm$  Standart sapma) olarak bulunmuştur. Bu nedenlerle end-diastolik ve ortalama hız değerleri bu çalışmanın kapsamına dahil edilmedi.

Yamazaki ve Hayamizu,<sup>[7]</sup> Rankin ve ark.<sup>[19]</sup> PAAG ve NTG hastaları arasında vasküler analizlerde fark saptamamışlardır. Bu çalışmada da benzer sonuçlar elde ettik. Bu sonuçlar yüksek göz içi basıncının vasküler yapıları yaptıkları mekanik etki ile kanlanmanın azaldığı görüşünden uzaklaştırmaktadır. Rojanapongun ve ark.<sup>[20]</sup> ise PAAG ve NTG olgularında oftalmik arterde kan akımı parametrelerini karşılaştırmışlar ve ortalama hız değerinde her iki grup arasında fark saptarken diastol sonu ve piksistolik hızda farklılık saptamamışlardır.

Hasta grubuna dahil PAAG olgularının tümü beta-bloker tedavisi altında iken tetkik edilmiştir. Bazı çalışmalarda beta blokerlerin retinal arterlerde vazokonstrüksiyona neden olduğu ve bir haftalık kullanım süresinden sonra arter çapında %4.1'lik bir daralmaya yol açtığı belirtilmektedir.<sup>[21]</sup> Grunwald ise yaptığı çalışmada timolol ile retina damarlarında vazokonstrüksiyon saptanmadığını vurgulamaktadır.<sup>[22]</sup> Yashida ve arkadaşları ise yaptıkları çalışmalarda bir beta-bloker olan timololün retinal ve optik sinir kapiller kan akımında azalmaya neden olmadığını ancak koroidal kan akımında belirgin bir azalma ortaya çıkardığını vurgulamaktadır.<sup>[23]</sup> Bir başka çalışmada ise topikal timolol ile retina arteriel kan akımında belirgin bir artış ortaya çıktığı iddia edilmektedir.<sup>[24]</sup> Bu verilere göre hastalarımızda kullanılan beta blokerlerin retrobulber kan dolaşımı üzerine bir etkisinin olup olmadığını söylemek zordur. Ancak çalışmamızda, beta bloker tedavisi altında olmayan NTG olgularından oluşan grupta da, tedavi altındaki PAAG olguları ile benzer değerler elde edilmiş ve parametrelerde anlamlı istatistiksel fark saptanmamıştır. Bu durum göz önüne alındığında,

kullanılan ilaçların, bu çalışmada elde olunan sonuçlarda etkin bir role sahip olmadıkları düşünülebilir.

Yapılan çalışmalarda,<sup>[20,25]</sup> artan yaş ile birlikte retroorbital kan akım hızında azalma kaydedilmiştir. Yaşa bağlı oluşacak olası farklılıkların ekartasyonu için yaş dağılımı açısından anlamlı istatistiksel fark bulunmayan grupların oluşturulmasına dikkat edilmiştir. Bazı yazarlar da yaş ve cinsiyet ile oftalmik arter akım hızı arasında anlamlı bir ilişki bulunmadığını belirtmektedir.<sup>[26]</sup> Bu çalışmada kontrol grubunda, istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte erkek sayısı daha fazla idi. Literatürde cinsiyet farkı olmadığını gösteren çalışmalar mevcuttur.<sup>[20]</sup>

Çalışmamızda ayrıca hasta grubu glokom süresine göre de iki gruba ayrıldı ve incelenen parametrelerde erken-geç glokom grupları arasında anlamlı değişiklik saptanmadı. Bu bulgular, glokomda tespit edilen hemodinamik değişikliklerin glokomun süresi ile bağlantısı olmadığını düşündürmüştür. Bir başka çalışmada 5 yıllık takipli glokom olguları stabil ve progresif seyirli olmak üzere ayrılarak karşılaştırılmış ve iki grup arasında OA ve SRA'nın DSH ve RI değerleri arasında anlamlı farklılık olduğu ortaya konmuştur. Yani, RDUS incelemenin sadece glokom erken tanısında değil takibinde de kullanılabilirliği, ancak bunun için daha kapsamlı araştırmalara gerek olduğu bildirilmiştir.<sup>[27]</sup>

Glokom etiolojinde vasküler faktörlerin önemi, yıllar içerisinde güncelliğini korumuştur; Bu nedendir ki "Glokomda oküler kan akımı" 2009 yılında yapılan "Dünya Glokom Derneği (WGA)" nin 6. Toplantısının konusu olmuştur<sup>[28,29]</sup> ve 2014'te Nice EGS (Avrupa Glokom Derneği) Kongresi'nde, amacı retinal kan akışını ölçmek olan Doppler-OKT (optik koherens tomografi) cihazı duyurulmuştur.<sup>[30]</sup>

Shou Xu ve ark.<sup>[31]</sup> 2015'te yaptığı bir meta-analiz incelemesinde NTG olgularında OA, SRA, PSA'da PSH ve DSH'nin azaldığını ve SRA, Temporal PSA'da RI'nın artmış olduğunu göstermişlerdir. NTG gelişiminde oküler akım değişikliklerinin yaygın olduğunu, RDUS'un gelecekte NTG'li hastaların tanısı için potansiyel bir teknoloji olabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca bu çalışmanın da konusu olmuş en sık glokom tipi olan PAAG ve NTG arasındaki benzerlik ve farklılıklardan bahsedilmiş olup patofizyolojik ilişkisi tartışılmıştır. NTG normalde PAAG'nin bir subtipi olarak kabul edilmektedir. Bazı çalışmalar NTG hastalarının santral korneal kalınlığının normal sağlıklı popülasyona ve PAAG hastalarına göre daha ince olduğunu, bunun da NTG hastalarında göz içi basıncının düşük okumasına neden olduğunu

göstermiştir.<sup>[32,33]</sup> Bununla birlikte, yakın zamanda NTG ve PAAG arasındaki farkı gösteren bazı kanıtlar bulunmuştur.<sup>[34,35]</sup> Örneğin, NTG hastalarında VF defekti şekli farklıdır, retina sinir lifi tabakasının azalması daha erkendir ve optik disk kanaması insidansı PAAG hastalarına göre daha yüksektir. Sonuç olarak, güncel araştırmalar NTG ve PAAG arasında hem benzerlik hem de fark olduğunu ortaya koymuştur.<sup>[36]</sup>

DSH değerinin dikkate alınmamış olması bu çalışmanın bir limitasyonudur. 2016 yılında yapılan bir çalışmada<sup>[30]</sup> hipertansif glokomlu hastalar ile normal tansiyonlu glokomlu hastalar arasındaki tek istatistiksel olarak anlamlı farkın PSA DSH düzeyinde olduğu ve NTG olanlarda DSH'nin azaldığı rapor edilmiştir. NTG'li hastaların PSA DSH değeri ile prediktif değerini belirleme gücü, %33 özgüllük ve %72 duyarlılığa ulaşmıştır, denmektedir. Plange ve arkadaşlarına göre<sup>[37]</sup> DSH, muhtemelen retrobulbar dolaşımdaki diyastolik fazın sonuna kadar olan kan akımının düşük hızlarına bağlı olarak hemodinamik değişikliklere PSH'den daha duyarlı olmakla birlikte dalgalanma göstermektedir; RI değişkenliği ise tüm retrobulbar damarlardaki PSH ve DSH'ye kıyasla daha düşüktür. Son yıllarda retrobulber kan akımı RDUS parametreleri arasında DSH üzerinde duran çalışmalar olmakla birlikte bizim çalışmamızda da belirttiğimiz gibi, Doppler açısından bağımsız bir parametre olarak değişkenliğinin PSH ve DSH'ye göre düşük olması nedeniyle RI güvenilirlik sıralamasında ilk sırada yer almaktadır.

Sonuç olarak, çalışmamızda SRA ve özellikle PSA'da tespit ettiğimiz bulgular vasküler hemodinamidedeki değişikliklerin glokom etiolojisinde rol oynayabileceği kuramını desteklemektedir. Glokom etiolojinde vasküler faktörlerin önemi yıllar içerisinde güncelliğini korumuştur.

Retrobulber kan akımının değerlendirilmesinde RDUS inceleme noninvaziv, kontrast madde gerektirmeyen, radyasyon içermeyen, tekrar edilebilir güvenilir bir yöntemdir. Oftalmologların kullandığı diğer teknikler ve klinik bulgular ile birlikte glokom tanısında kullanılması güncelliğini korumaktadır. Yapılacak ileri çalışmalar erken tanının yanı sıra glokomun tedavi etkinliğinde ve progresyon takibinde RDUS incelemenin yerini belirlemeye yönelik olmalıdır.

#### Açıklamalar

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Çıkar Çatışması:** Bildirilmemiştir.

**Yazarlık Katkıları:** Konsept – E.D.Ç.; Dizayn – E.D.Ç. Denetim – E.D.Ç., B.S.; Meteryal – E.D.Ç., Z.A.; Veri toplama veya işleme – E.D.Ç.; Analiz ve yorumlama – E.D.Ç.; Literatür arama – E.D.Ç.; Yazan – E.D.Ç.; Kritik revizyon – E.D.Ç.

## Kaynaklar

- Flammer J, Orgul S, Costa VP, Orzalesi N, Kriegelstein GK, Serra LM et al. The impact of ocular blood flow in glaucoma. *Prog Retin Eye Res* 2002;21:359–93. [CrossRef]
- Hitchings RA. Intraocular pressure and circulation at the disc in glaucoma. *Acta Ophthalmol Scand Suppl* 1997;15–20. [CrossRef]
- Levine RA. Orbital ultrasonography. *Radiol Clin North Am* 1987;25:447–69.
- Butt Z, McKillop G, O'Brien C, Allan P, Aspinall P. Measurement of ocular blood flow velocity using colour Doppler imaging in low tension glaucoma. *Eye* 1995;29–33. [CrossRef]
- Butt Z, O'Brien C, McKillop G, Aspinall P, Allan P. Color Doppler imaging in untreated high- and normal-pressure open-angle glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1997;38:690–6.
- Zwiebel WJ. Color duplex imaging and Doppler spectrum analysis: principle, capabilities, and limitations. *Semin Ultrasound CT MR* 1990;11:84–96.
- Yamazaki Y, Hayamizu F. Analysis of ophthalmic arterial flow by color Doppler imaging in glaucomatous eyes [Article in Japanese]. *Nippon Ganka Gakkai Zasshi* 1994;98:1115–20.
- Nicolela MT, Drance SM, Rankin SJ, Buckley AR, Walman BE. Color Doppler imaging in patients with asymmetric glaucoma and unilateral visual field loss. *Am J Ophthalmol* 1996;121:502–10.
- Rankin SJ, Walman BE, Buckley AR, Drance SM. Color Doppler imaging and spectral analysis of the optic nerve vasculature in glaucoma. *Am J Ophthalmol* 1995;119:685–93. [CrossRef]
- Smith JJ, Kampine JP. *Circulatory Physiology*. 3rd edition. Baltimore: Williams & Wilkins; 1990. p. 245–449.
- Hayreh SS. In vivo choroidal circulation and its watershed zones. *Eye* 1990;4:273–89. [CrossRef]
- Hayreh SS. Vascular Factors in the Pathogenesis of Glaucomatous Optic Neuropathy. International Symposium on Glaucoma, Ocular Blood Flow and Drug Treatment. In: Drance SM, editor. Baltimore: Williams & Wilkins; 1992. p. 33–41.
- Galassi F, Nuzzaci G, Sodi A, Casi P, Cappelli S, Vielmo A. Possible correlations of ocular blood flow parameters with intraocular pressure and visual-field alterations in glaucoma: a study by means of color Doppler imaging. *Ophthalmologica* 1994;208:304–8. [CrossRef]
- Sergott RC, Aburn NS, Tribble JR, Costa VP, Lieb WE Jr, Flaharty PM. Color Doppler imaging: methodology and preliminary results in glaucoma. *Surv Ophthalmol* 1994;38 Suppl:S65–70.
- Simon JA, Rankin FR, Brenda E, Walman M, Anner M, Stephen M. Color Doppler Imaging and Analysis of the Optic Nerve Vasculature in Glaucoma. *Am J Ophthalmol* 1994;119:685–92.
- Bektaş H, Bayraktar Ş, Saraçoğlu FÖ, Ünver YB, Nohutçu AF. Renkli Doppler Görüntüleme ile Saptanan Oftalmik ve Santral Retinal Arterite ait Kan Akım Hızı Ölçümlerinin Tekrarlanabilirliği. *Retina-Vitreus* 1997;3:26–30.
- Williamson TH, Harris A. Color Doppler ultrasound imaging of the eye and orbit. *Surv Ophthalmol* 1996;40:255–67. [CrossRef]
- Cellini M, Possati GL, Caramazza N, Caramazza R. Colour Doppler analysis of the choroidal circulation in chronic open-angle glaucoma. *Ophthalmologica* 1996;210:200–2. [CrossRef]
- Rankin SJ. Color Doppler imaging of the retrobulbar circulation in glaucoma. *Surv Ophthalmol* 1999;43 Suppl 1:S176–82.
- Rojanapongpun P, Drance SM, Morrison BJ. Ophthalmic artery flow velocity in glaucomatous and normal subjects. *Br J Ophthalmol* 1993;77:25–9. [CrossRef]
- Martin XD, Rabineau PA. Vasoconstrictive effect of topical timolol on human retinal arteries. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 1989;27:526–30. [CrossRef]
- Grunwald JE. Effect of two weeks of timolol maleate treatment on the normal retinal circulation. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1991;32:39–45. [CrossRef]
- Yoshida A, Feke GT, Ogasawara H, Goger DG, Murray DL, McMeel JW. Effect of timolol on human retinal, choroidal and optic nerve head circulation. *Ophthalmic Res* 1991;23:162–70.
- Steigerwald RD, Belcaro G, Cesarone MR, Laurora G, De Sanctis MT, Milazzo M. Doppler ultrasonography of the central retinal artery in normals treated with topical timolol. *Eye* 1993;7:403–6.
- Vuori ML, Ali-Melkkilä T, Kaila T, Iisalo E, Saari KM. Beta 1- and beta 2-antagonist activity of topically applied betaxolol and timolol in the systemic circulation. *Acta Ophthalmol* 1993;71:682–5. [CrossRef]
- Turaçlı E, Bardak Y. Glokom ve Renkli Doppler Görüntüleme. *Türkiye Klinikleri Oftalmoloji* 1995;4:167–75.
- Jimenez-Aragon F, Garcia-Martin E, Larrosa-Lopez R, Artigas-Martin JM, Seral-Moral P, Pablo LE. Role of color Doppler imaging in early diagnosis and prediction of progression in glaucoma. *Biomed Res Int* 2013;2013:871689. [CrossRef]
- Graham SL, Butlin M, Lee M, Avolio AP. Central blood pressure, arterial waveform analysis, and vascular risk factors in glaucoma. *J Glaucoma* 2013;22:98–103. [CrossRef]
- The 6th Consensus Report of the World Glaucoma Association. *Ocular Blood Flow in Glaucoma*. Ed. Kugler; 2009. pp. 5–11. pp. 60–127.
- Survey on retrobulbar blood flow in glaucomatous optic neuropathy (normotensive and hypertensive). Magureanu M, Stanila A, Bunescu LV, Armeanu C. *Rom J Ophthalmol* 2016;60:231–236.
- Xu S, Huang S, Lin Z, Liu W, Zhong Y. Color Doppler Imaging Analysis of Ocular Blood Flow Velocities in Normal Tension Glaucoma Patients: A Meta-Analysis. *J Ophthalmol* 2015;2015:919610. [CrossRef]
- Kniestedt C, Lin S, Choe J, Nee M, Bostrom A, Stürmer J, Stamper RL. 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.
- Shah H, Kniestedt C, Bostrom A, Stamper R, Lin S. Role of central corneal thickness on baseline parameters and progression of visual fields in open angle glaucoma. *Eur J Ophthalmol* 2007;17:545–9. [CrossRef]
- Shields MB. Normal-tension glaucoma: is it different from primary open-angle glaucoma? *Curr Opin Ophthalmol* 2008;19:85–8.
- Anderson DR; Normal Tension Glaucoma Study. Collaborative normal tension glaucoma study. *Curr Opin Ophthalmol* 2003;14:86–90. [CrossRef]
- Mi XS, Yuan TF, So KF. The current research status of normal tension glaucoma. *Clin Interv Aging* 2014;9:1563–71. [CrossRef]
- Plange N, Kaup M, Weber A, Harris A, Arend KO, Remky A. Performance of colour Doppler imaging discriminating normal tension glaucoma from healthy eyes. *Eye* 2009;23:164–70.