

Renkli Doppler Görüntüleme Yöntemi İle Saptanan Oftalmik ve Santral Retinal Artere Ait Kan Akım Hızı Ölçümlerinin Tekrarlanabilirliği (*)

Hikmet BEŞTAŞ² Şükrü BAYRAKTAR³ Feray Ö. SARAÇOĞLU⁴
Yaprak Banu ÜNVER⁵ Ahmet NOHUTÇU⁶

ÖZET

Renkli Doppler görüntüleme yöntemi ile elde edilen oftalmik ve santral retinal artere ait kan akım hızı, rezistif indeks ve pulsatilite indeksi ölçümlerinin tekrarlanabilirliğini incelemek amaçlandı. 21 olguda oftalmik arter, 19 olguda santral retinal artere ait Maksimum sistolik hız (Hmax), Minimal end diastolik (Hmin) hız, Pourcelot indeksi (RI) ve Pulsatilite indeksi (PI) aynı kişi tarafından arka arkaya yapılan üç ölçümle saptanarak, ölçümler arası farklılık katsayıları (ölçümler arası farkın standart sapması üç ölçüm ortalaması x 100) hesaplandı. Oftalmik artere ait katsayılar Hmax, Hmin RI ve PI için sırasıyla %9.8, %13.6, %4.5 ve %10.3, santral retinal arter için %10.7, %19.8, %6.3 ve %16.5 bulundu. Oftalmik ve santral retinal arter için tekrarlanabilirliği en yüksek parametrenin rezistif indeksi olduğu, tüm parametreler göz önüne alındığında oftalmik artere ait ölçümlerin, santral retinal arter ölçümlerine göre daha iyi tekrarlanabilir olduğu gözlemlendi.

Anahtar Kelimeler: Renkli Doppler görüntüleme, maksimal sistolik hız, minimal end diastolik hız, Pourcelot indeksi, Pulsatilite indeksi, ölçümler arası farklılık katsayısı.

SUMMARY

Reproducibility Of Ophthalmic and Central Retinal Artery Blood Flow Velocity Parameters Recorded By Color Doppler Imaging

An analysis of reproducibility of ophthalmic artery (OA) and central retinal artery (CRA) blood flow velocities, resistivity and pulsatility indices recorded by color doppler imaging was attempted in this study. In 21 patients OA and in 19 patients CRA were studied. Maximum systolic velocity (Vmax), minimum end diastolic velocity (Vmin), Pourcelot index (RI) and Pulsatility index (PI) were measured three times by the same radiologist, and then coefficient of variation for each parameter was calculated. The coefficients of Vmax, Vmin, RI and PI were 9.8%, 13.6%, 4.5%, 10.3% for OA and 10.7%, 19.8%, 6.3%, and 16.5% for CRA respectively. The RI was found to be the most reproducible parameter for both OA and CRA and the reproducibility of all parameters were superior for OA than for CRA.

Key Words : Color doppler imaging, maximum systolic velocity, minimum end diastolic velocity, Pourcelot index, Pulsatility index, coefficient of variation. *Ret-Vit 1997;5:26-30*

GİRİŞ

Yeni bir yöntem olan renkli doppler görüntüleme retroorbital vasküler yapının hemodi-

namiklerinin araştırılmasını sağlayan, noninvasif ve yararlı bir yöntem olarak savunulmaktadır.^{1, 5}

Doppler frekanslarının ortaya çıkarılmasıyla yaratılan iki boyutlu akım bilgisi, renkle kodlanır ve gri skalalı B-mod görüntülemeyle üst üste bindirilerek vasküler yapıların rahat lokalize edilmesini ve tekrarlanabilir hız ve rezistans ölçümlerinin yapılmasını sağlar.¹

Bu teknikle saptanan parametreler pek çok hastalıkta ya da çeşitli girişimler öncesi ve sonrasında araştırılmış olmasına karşın^{1, 6, 7, 8}, tekniğin tekrarlanabilirliğini araştırılan yete-

* T.O.D. XXVIII. Ulusal Oftalmoloji Kongresinde tebliğ edilmiştir.

2- Başasistan Dr. İstanbul Haydarpaşa Numune Hast. Göz Kliniği

3- Uzman Dr. İstanbul Haydarpaşa Numune Hast. Göz Kliniği

4- Asistan Dr. İstanbul Haydarpaşa Numune Hast. 2. Radyoloji Kliniği

5- Asistan Dr. İstanbul Haydarpaşa Numune Hast. Göz Kliniği

6- Şef Yardımcısı İstanbul Haydarpaşa Numune Hast. Göz Kliniği

rince çalışma yoktur.¹

Biz kliniğimizde Renkli Doppler Görüntüleme yöntemi ile saptanan parametreleri çeşitli hastalık gruplarında incelemeye başlamadan önce yöntemin tekrarlanabilirliğini (Aynı kişiden elde edilen ardışık ölçümler arası değişkenlik) incelemeyi ve parametrelerden hangisinin en az değişkenlik gösterdiğini saptamaya çalıştık.

MATERYAL VE METOD

Bütün muayeneler 7,5 MHz'lik lineer probu Renkli Doppler Ünitisi (Toshiba Sono Layer SSH-160 A/HG) kullanılarak gerçekleştirildi.

İşlemin özellikleri açıklanarak onayları alınan kişilerde renkli doppler görüntüleme ile oftalmik arter (OA) ve santral retinal arter (SRA) incelendi. Spektral analiz her göz için yaklaşık 60 sn.'de tamamlandı. Ultrason probu kapalı göz kapaklarının üstüne jel sürülerek uygulandı. Muayene esnasında hasta yatar durumdaydı. Artefaktlardan kaçınmak için göz kapaklarına basınç uygulamaya çalışıldı. Bütün incelemeler sırasında prob horizontal planda tutuldu.

Pulse doppler spektral analizde pulsatil arteriyel akımı daha devamlı olan minimal pulsatil venöz akımdan ayırmak mümkündür. Bu çalışmada proba doğru olan akım kırmızı, probdan uzaklaşan akım mavi olarak kodlandı. OA, damarın optik siniri çaprazladığı yerde, SRA ise optik sinirin ön bölümünde göz içine girdiği yerde ölçüldü.

Her iki damarda da renkli piksellerle damar seyri belirlenerek açı düzeltilmesi yapıldı. Dalga formu analizi yapmak için sample volüm 0.9 mm olarak seçildi (en düşük). Maksimum sistolik hız (H_{max}), minimum end diastolik hız (H_{min}), rezistif indeks (RI) ve pulsatilite indeksi (PI) aynı kişi tarafından yapılan ardışık 3 ayrı ölçümle saptandı. Ardışık ölçümlerin tümü damarın aynı yerinden yapılmaya çalışıldı.

$$\text{Rezistif İndeks için (Pourcelot indeksi)} \quad \frac{H_{max} - H_{min}}{H_{max}}$$

$$\text{Pulsatilite İndeksi için} \quad \frac{H_{max} - H_{min}}{H_{ort}}$$

formülleri kullanıldı.

21 hastanın tümünde OA'e ait parametreler rahatça saptanırken, 2 hastada SRA dalga formu yeterince görüntülenemedi. Dolayısıyla SRA incelemesi 19 olguyla sınırlı kaldı.

SRA muayenesinde optimal Doppler frekanslarını elde etmek için orta akım ayarı, OA muayenesinde ise yüksek akım ayarı kullanıldı.

OA incelemesi yapılan 21 hastanın 7'si kadın, 14'ü erkekti. Yaş ortalaması 45.95 idi (15-76 arası), SRA incelemesi yapılan 19 hastanın 6'sı kadın, 13'ü erkekti. Yaş ortalaması 47.1 idi (17-76 arası).

21 hastanın 2'sinde Glokom, 2'sinde sistematik hipertansiyon, 1'inde ateroskleroz ve Diabetes Mellitus mevcuttu.

Her parametre için tekrarlanan ölçümler arası varyans ve standart sapma şu formüllerle belirlendi⁹.

$$\text{Varyans} : \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{(k-1)} \sum_{t=1}^k (Y_{it} - \bar{Y}_i)^2$$

$$Y_i = \frac{1}{k} \sum_{t=1}^k Y_{it}$$

n : göz sayısı (OA için n=42, SRA için n=38)

k : kaç kez ölçüm alındığı (k=3)

\bar{Y}_i : i'inci gözün 3 ölçüm ortalaması

Y_{it} : i'inci gözden t'inci ölçümde elde edilen değer

$$\text{Standart sapma} = \sqrt{\text{Varyans}}$$

Daha sonra ölçümler arası değişkenlik katsayısı şu formülle hesaplandı¹⁰.

$$\text{Değişkenlik katsayısı} = \frac{\text{Standart sapma} \times 100}{\text{Ortalama}}$$

Göz ve ölçüm değişkenlerinin denek içi etkisi üç ardışık ölçüm ortalamasının varyans analizi ile araştırıldı. Ayrıca sağ ve sol göz varyansları ile sağlıklı ve hastalıklı gözlerin

varyansları kıyaslandı.

SONUÇLAR

1. Oftalmik Arter İncelemesi

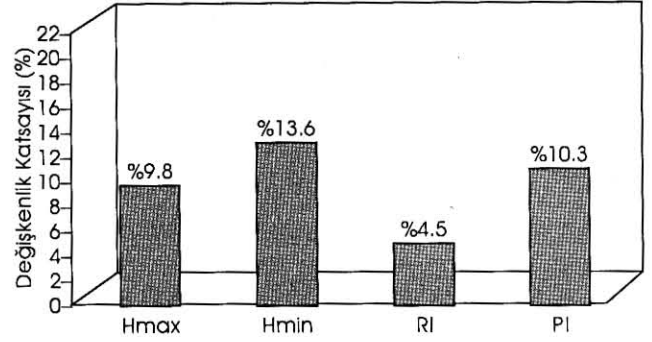
H_{max} ortalaması 41.82 cm/sn, standart sapması 4.12 cm/sn olarak saptandı. Ölçümler arası değişkenlik katsayısı %9.8 bulundu. Sağ ve sol göz varyansları farklı değildi. ($F= 1.13$, $p>0.05$). Ayrıca üç ölçüm ortalamaları da sırasıyla 42.04, 41.74 ve 41.67 cm/sn olup anlamlı fark göstermiyordu. Glukom ve sistemik hastalığı olan gözlerle sağlam gözlerin varyansları arasında fark bulunmadı ($F=1.492$, $p>0.05$).

H_{min} ortalaması 11.59 cm/sn, standart sapması 1.58 cm/sn bulundu. Ölçümler arası değişkenlik katsayısı %13.6 idi. sağ ve sol göz varyansları hafifçe farklı idi. Solda sağ göze oranla daha fazla değişkenlik mevcuttu. ($F= 1.675$, $0.01<p<0.05$). Ancak üç ölçüm ortalamaları sırasıyla 11.43, 11.57, 11.76 cm/sn olup aralarında anlamlı fark yoktu. Hastalıklı ve sağlıklı gözlerin varyansları arasında fark bulunmadı ($F= 1.135$, $p>0.05$).

RI ortalaması 0.72, standart sapması 0.033 bulundu. Ölçümler arası değişkenlik katsayısı %4.5 idi. Sağ ve sol gözlerin varyansları arasında fark saptanmadı ($F=1.38$, $p>0.05$). Üç ölçüm ortalaması sırasıyla 0.724, 0.721 ve 0.718 olup birbirinden farklı değildi. Hastalıklı ve sağlıklı gözlerin varyansları arasında fark bulunmadı ($F=1.82$, $p>0.05$).

PI ortalaması 1.68, standart sapması 0.173 bulundu. Ölçümler arası değişkenlik katsayısı %10.3 idi. Sağ ve sol gözler arasındaki fark anlamlı değildi ($F=1.003$, $p>0.05$). Üç ölçüm ortalaması sırasıyla 1.74, 1.67 ve 1.63 olup aralarında önemli farklılık yoktu. Hastalıklı ve sağlıklı gözlerin varyansları arasında fark bulunmadı ($F= 1.367$, $p>0.05$).

OA ölçümleri içinde en duyarlı olup en az değişkenlik gösteren parametrenin RI olduğu saptandı (Grafik 1). Diğer üç parametrenin değişkenlik katsayıları birbirine yakın olup, H_{min} , H_{max} ve RI'den hafifçe daha fazla değişkenlik göstermekteydi. H_{min} 'un sağ ve sol gözler arasında farklı olması bu parametrenin tanısal değerini azaltan bir başka faktör olarak



Grafik I. OA için belirlenen parametrelerin ölçümler arası değişkenlik katsayıları

düşünüldü.

Ardışık 3 ölçüm ortalamaları ve sağ ile sol göz arasındaki değişkenlik katsayıları farklılık göstermediği için H_{max} , RI ve PI'nin ölçümü sırasında sistematik bir hata yapılmadığı sonucuna varıldı.

2. Santral Retinal Arter İncelemesi

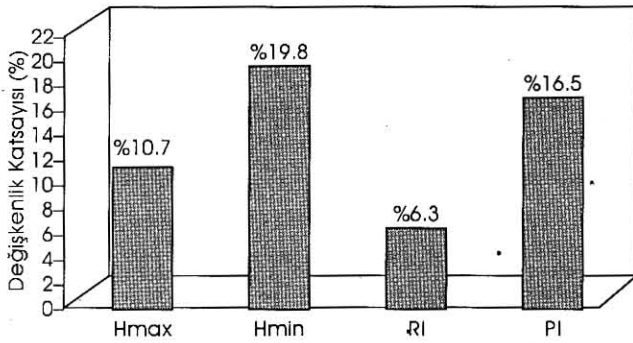
H_{max} ortalaması 12.19 cm/sn, standart sapması 1.3 cm/sn bulundu. Ölçümler arası değişkenlik katsayısı %10.7 idi. Sağ ve sol gözler arasında varyanslar farklı değildi ($F= 1.14$, $p>0.05$). Ardışık ölçümlerin ortalamaları da sırasıyla 12.37, 11.95 ve 12.24 cm/sn olup önemli farklılık saptanmadı. Hastalıklı ve sağlıklı gözlerin varyansları arasında fark bulunmadı ($F= 1.84$, $p>0.05$).

H_{min} ortalaması 3.41 cm/sn, standart sapması 0.68 cm/sn bulundu. Ölçümler arası değişkenlik katsayısı %19.8 idi. Sol gözün varyansı sağa göre daha fazla bulundu ($F= 1.735$, $p<0.05$). Ardışık ölçümlerin ortalaması sırasıyla 3.42, 3.34 ve 3.47 cm/sn olup aralarında anlamlı fark yoktu. Hastalıklı ve sağlıklı gözlerin varyansları arasında fark bulunmadı ($F=1.704$, $p>0.05$).

RI ortalaması 0.72 standart sapması 0.045 bulundu. Ölçümler arası değişkenlik katsayısı %6.3 idi. Sağ ve sol göz varyansları farklı değildi ($F=1.143$, $p>0.05$). Ardışık ölçüm ortalamaları sırasıyla 0.72, 0.72 ve 0.72 olup birbiri ile aynıydı. Hastalıklı ve sağlıklı gözlerin varyansları arasında fark bulunmadı ($F=11$, $p>0.05$).

PI ortalaması 1.52, standart sapması 0.25 bulundu. Ölçümler arası değişkenlik katsayısı %16.5 idi. Sağ ve sol göz varyansları farklı değildi ($F=1.12$, $p>0.05$). Ardışık ölçüm ortalamaları sırasıyla 1.54, 1.45 ve 1.54 olup birbirlerinden önemli oranda farklı değildi. Hastalıklı ve sağlıklı gözlerin varyansları arasında fark bulunmadı ($F=1.102$, $p>0.05$).

SRA ölçümleri içinde en duyarlı ve en az değişkenlik gösteren parametrenin RI olduğu belirlendi (Grafik II). OA ölçümlerine benzer



Grafik II. SRA için belirlenen parametrelerin ölçümler arası değişkenlik katsayıları

şekilde RI'i sırasıyla H_{max} , PI ve H_{min} takip etmekteydi. H_{min} en fazla değişkenlik gösteren parametre olarak saptandı.

Yine OA'e benzer şekilde sağ ve sol göz H_{min} dışındaki parametreler için herhangi bir sistemik hata yapılmadığı sonucuna varıldı.

TARTIŞMA

Tribble ve arkadaşlarının Trabekülektomi öncesi ve sonrası retrobulber hemodinamikleri araştıran çalışmalarında vurgulandığı gibi OA, SRA ve PSA'lerdeki ölçümlerin tekrarlanabilirliğini inceleyen yeterince araştırma yoktur.¹ Yazarlar araştırmalarında bu nedenle karşılaştırma yaparken eşleştirilmiş t-testi uygulayamadıklarını belirtmektedirler.

Lieb ve arkadaşlarının çalışmasında², 10 genç ve sağlıklı olguda ardışık iki ölçüm ortalamasında istatistiksel fark bulunmamıştır.

Guthoff ve arkadaşları tek bir hastada OA ve SRA'nın H_{max} 'nu 10 kez ölçüp OA'de H_{max} için standart sapmayı 3 cm/sn, SRA'da ise 1 cm/sn civarında bulmuşlardır.³

Baxter ve arkadaşlarının çalışmalarında hiç bir sayısal analiz bulunmayıp sadece yöntemin güvenilirliği vurgulanmaktadır⁴.

Rojanapongpun ve Drance'ın çalışmasında OA'in değişkenlik katsayıları H_{max} için %6.3, H_{mean} için % 7.8, H_{min} için %10 bulunmuştur. Ancak çalışmada 2 MHz'lik Transkranyal Doppler kullanılmıştır.⁵

Hayreh ise, mevcut Doppler cihazlarının 0.3 mm'den küçük çaplı arterlerde kan akımını yeterince görüntüleyemeyeceğini öne sürmüştür. SRA'nın lümen genişliğinin 0.2 mm olduğunu, posterior silier arterlerin ise bundan daha dar olduğunu belirterek SRA ve PSA'lerle ilgili hız ölçümlerinin yeterince güvenilir olmadığını vurgulamaktadır.¹¹

Çalışmamızda OA ve SRA için ortalama hızın saptanmasında önemli teknik zorluklarla karşılaştık. Otomatik ölçüm sırasında artefaktlar hatalı ölçümlere yol açarken, manuel ölçümün de yeterince hassas olmadığını düşünmekteyiz. Bu nedenle ortalama hız için herhangi bir tekrarlanabilirlik araştırması yapmadık. Hesaplanmasında ortalama hızın kullanıldığı PI'inde saptadığımız yüksek değişkenlik katsayısının da bu faktörlerden kaynaklandığını düşünmekteyiz.

OA'in görüntülenmesinde ve dalga formu analizinde herhangi bir zorlukla karşılaşmadık. Ancak açıdaki küçük değişikliklerin hız değerlerini belirgin oranda değiştirdiğini gözlemledik. Bu nedenle H_{max} ve H_{min} 'un değişkenlik katsayıları, açıdan bağımsız bir parametre olan RI'e göre belirgin bir şekilde yüksek bulunmuştur. Sonuç olarak OA'deki hız ölçümlerinin fazla güvenilir olmadığını ve OA incelemelerinin hız yerine rezistif indeks ile yapılmasının daha doğru sonuçlar vereceğini düşünmekteyiz.

SRA'in dalga formunun görüntülenmesinde ciddi güçlüklerle karşılaştık. Özelliklerle enddiastolik bölüm zorlukla görüntülenebildi. Bu durumun oldukça küçük kalibreli ve düşük hızlı vasküler yapılarda Hoyreh'in belirttiği gibi cihazın hassasiyetinin azalmasına bağlı olduğunu düşünmekteyiz. H_{min} 'da görülen bu aşırı değişkenliğin, SRA'e ait RI ölçümlerinin

hassasiyetini de (OA'e göre) azalttığı kanısındayız. Yine de RI, SRA ile yapılacak çalışmalarda en güvenilir parametre olarak ortaya çıkmaktadır.

Hastalıklı ve sağlıklı gözlerin varyansları arasında fark bulunamaması, çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçların her türlü durumda uygulanabilirliğini göstermektedir.

KAYNAKLAR

- 1- Tribble, J.R., Sergott, R.C., Speath, G.L. et al: Trabeculectomy is associated with retrobulber hemodynamic changes-a color doppler analysis. *Ophthalmology*, 1994; 101: 340-51.
- 2- Lieb, W.E., Cohen, S.M., Merton, D.A. et al: Color doppler imaging of the eye and orbit - technique and normal vascular anatomy. *Arch. Ophthalmol.*, 1993; 109: 527-31.
- 3- Guthoff, R.F., Berger, R.W., Winkler, P., Helmke, K., Chumbley, C.L.: Doppler ultrasonography of the ophthalmic and central retinal vessels. *Arch. Ophthalmol.*, 1991; 109: 523-6.
- 4- Baxter, G.M., Williamson, T.H., Mc Killop, G., Dut-

ton, G.N.: Color doppler ultrasound of orbital and optic nerve blood flow:effects of posture and timolol 0.5%. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, 1992; 33: 604-10.

5- Rojanapongpun, P., Drance, S.M.: Velocity of ophthalmic arterial flow recorded by doppler ultrasound in normal subjects. *Am. J. Ophthalmol.*, 1993; 115: 174-80.

6- Regillo, C.D., sergott, R.C., Brown, G.S.: Successfull scleral buckling procedures decrease central retinal artery blood flow velocity. *Ophthalmology*, 1993; 100: 1044-49.

7- Mittra, R.A., Sergott, R.C., Flaharty, P.M., Lieb, W.E., Savino, P.J., et al: Optic nerve decompression improves hemodynamic parameters in papilledema. *Ophthalmology*, 1993; 100: 987-97.

8- Flaharty, P.M., Sergott, R.L., Lieb, W.E., et al: Optic nerve sheath decompression may improve blood flow in anterior ischemic optic neuropathy. *Ophthalmology*, 1993; 100: 297-305.

9- Katz, J., Sommer, A.: A longitudinal study of the age-adjusted variability of automated visual fields. *Arch. Ophthalmol.*, 1987; 105: 1083-86.

10- Dawson - Saunders, B., Trapp, R.G.: *Basic and Clinical Biostatistics*. Appleton and Lange, Connecticut, 1990, p.48.

11- Hayreh, S.S., Beach, K.W.: Discussion, optic nerve sheath decompression. *Ophthalmology*, 1993; 100: 303-5.