

Polistemia Vera Hastalarında Optik Disk ve Makülanın Optik Koherans Tomografi Anjiyografi ile Değerlendirilmesi

Neslihan BAYRAKTAR BİLEN^{1,a}, Mürüvet Seda AYDIN², Burcu POLAT GÜLTEKİN¹, Simten DAĞDAŞ², Funda CERAN², Defne KALAYCI¹, Gülsüm ÖZET²

¹Ankara Bilkent Şehir Hastanesi, Göz Hastalıkları Kliniği, Ankara, Türkiye

²Ankara Bilkent Şehir Hastanesi, İç Hastalıkları Kliniği, Hematoloji Bölümü, Ankara, Türkiye

ÖZ

Amaç: Bu çalışmanın amacı polistemia vera (PV) hastalarında optik disk ve maküla yapısı ile vasküler dansitenin optik koherans tomografi anjiyografi (OKT-A) ile değerlendirilmesi ve sağlıklı kontrollerle karşılaştırılmasıdır.

Gereç ve Yöntem: Çalışmada benzer yaş ve cinsiyette 12 PV hastasının 24 gözü ile 17 sağlıklı katılımcının 34 gözü karşılaştırılmıştır. Optik diski içine alan 4.5 mm X 4.5 mm'lik ve makülayı içine alan 6 mm X 6mm'lik alandan AngioVue ile OKT-A görüntüleri alındı. Retinal sinir lifi tabakası (RSLT) kalınlığı; radyal peripapiller kapiller damar dansitesi; santral makula kalınlığı; maküler yüzeyel, derin ve koryokapiller pleksus damar dansitesi, foveal avasküler zon ve asirkülarite indeksi ölçümleri karşılaştırıldı.

Bulgular: PV hastalarında RSLT superior ve temporalde kontrol grubuna göre anlamlı derecede düştü (sırası ile 126.83± 16.76 & 138.94± 14.02 p= 0.004; 69.62± 10.15 & 76.94 ±10.15 p =0.009). Peripapiller kapiller damar dansitesi tüm görüntüde, peripapiller ve superior peripapiller alanda PV'da anlamlı derecede düştü (48.50± 2.80 & 49.86 ± 2.18 p =0.042; 51.85± 2.98 & 53.22± 2.24 p =0.00; 51.69± 2.88 & 53.48± 2.55 p =0.016). Maküлада yüzeyel vasküler pleksus damar yoğunluğu tüm görüntüde, parafoveada ve perifoveada PV'da anlamlı olarak düştü (45.27 ±2.73 & 47.34±3.01 p =0.014; 45.76± 3.87 & 48.16±4.14 p =0.037; 45.84±2.76 & 48.06±3.09 p =0.008). Koryokapiller damar dansitesi parafoveada, PV'da anlamlı olarak yükseldi (67.48±3.16 & 65.29±4.23 p =0.034).

Sonuç: PV hastalarında superior ve temporal retina sinir lifi tabakasında incelme; bazı alanlarda peripapiller ve yüzeyel maküler damar yoğunluğunda azalma, koryokapiller damar yoğunluğunda artma olmaktadır. Bu durum PV'da artmış kan viskozitesi ve gecikmiş kan akımı ile açıklanabilir.

Anahtar Sözcükler: Maküla, Optik Disk, Optik Koherans Tomografi Anjiyografi, Polistemia Vera.

ABSTRACT

Assessment of Optic Disc and Macula of Polycythemia Vera Patients by Optical Coherence Tomography Angiography

Objective: The aim of this study is to assess the ultrastructure and vascular density of the optic disc and macula by optical coherence tomography angiography (OCT-A) in patients with Polycythemia Vera (PV) and to compare with healthy controls.

Material and Method: Twenty-four eyes of 12 PV patients and 34 eyes of 17 healthy subjects with similar age and sex were recruited in this study. AngioVue OCT-A images were taken in an area of 4.5 X 4.5 mm for optic disc and 6X6 mm for macula. Retinal nerve fiber layer (RNFL) thickness, radial peripapillary capillary vessel density, central macular thickness, macular capillary plexus vascular densities, foveal avascular zone, acircularity index were measured.

Results: RNFL thickness in the superior and temporal area were significantly thinner in PV patients than in controls (respectively 126.83± 16.76 & 138.94± 14.02 p =0.004; 69.62± 10.15 & 76.94 ±10.15 p =0.009). Peripapillary capillary vessel density in whole image, peripapillary and superior peripapillary region were significantly reduced in PV patients (48.50± 2.80 & 49.86 ± 2.18 p =0.042; 51.85± 2.98 & 53.22± 2.24 p =0.050; 51.69± 2.88 & 53.48± 2.55 p =0.016). Superficial macular vessel density were significantly reduced in whole image, parafoveal and perifoveal regions in PV patients (45.27 ±2.73 & 47.34±3.01 p= 0.014; 45.76± 3.87 & 48.16±4.14 p =0.037; 45.84±2.76 & 48.06±3.09 p =0.008). Parafoveal choriocapillary vessel density was significantly increased in PV patients (67.48±3.16 & 65.29±4.23 p =0.034).

Conclusion: RNFL thickness decreases, peripapillary and macular vessel density decreases and choriocapillary vessel density increases in PV patients. This can be related to increased blood viscosity and delayed blood flow.

Keywords: Macula, Optic Disc, Optical Coherence Tomography Angiography, Polycythemia Vera, Vessel Density.

Bu makale atıfta nasıl kullanılır: Bayraktar Bilen N, Aydın MS, Polat Gültekin B, Dağdaş S, Ceran F, Kalaycı D, Özet G. Polistemia Vera Hastalarında Optik Disk ve Makülanın Optik Koherans Tomografi Anjiyografi ile Değerlendirilmesi. Fırat Tıp Dergisi 2022; 27(1): 11-15.

How to cite this article: Bayraktar Bilen N, Aydın MS, Polat Gültekin B, Dağdaş S, Ceran F, Kalaycı D, Özet G. Assessment of Optic Disc and Macula of Polycythemia Vera Patients by Optical Coherence Tomography Angiography. Fırat Med J 2022; 27(1): 11-15.

ORCID IDs: N.B. 0000-0002-6600-6822, M.S.A. 0000-0002-7991-5275, B.P.G. 0000-0001-9121-3041, S.D. 0000-0003-0901-2043, F.C. 0000-0003-3173-7614, D.K. 0000-0001-8508-6779, G.Ö. 0000-0002-6520-0447.

Polistemia Vera (PV) multipotent hematopoetik hücrelerden kaynaklı, belirgin bir uyarıcı olmadan morfolojik olarak normal kırmızı kürelerin, beyaz kürelerin ve plateletlerin artışı ile karakterize myeloproliferatif

bir hastalıktır. PV edinsel bir hastalıktır. Etiyolojisi bilinmemektedir. Trombopoetin reseptörlerinin posttranslasyonel sürecinde bozulma hastalık ile ilişkilendirilmektedir. Hastalığın sıklığı 100.000'de 0.5-2'dir.

^aYazışma Adresi: Neslihan BAYRAKTAR BİLEN, Ankara Bilkent Şehir Hastanesi, Göz Hastalıkları Kliniği, Ankara, Türkiye

Tel: 0507 874 0468

Geliş Tarihi/Received: 18.06.2020

e-mail: dr.neslibayraktar@gmail.com

Kabul Tarihi/Accepted: 10.11.2021

Ortalama tanı yaşı 60'dır (1, 2).

Hastalığın en önemli klinik bulgusu eritrositoz olmasıdır. Bu hastalarda morbidite ve mortalitenin iki temel nedeni kanama ve trombozdur (3). PV'da kan viskozitesi artmaktadır. Hematokrit seviyesi artışı ile trombotik olayların gelişimi ilişkilidir. Hematokrit seviyesi yüksek olan hastalarda flebotomi ile düzelen serebral kan akımında azalma gösterilmiştir. Fakat PV hastalarında kan viskozitesindeki yükseklik sadece hematokrit seviyesi ile ilişkili değildir. Trombosit ve eritrositler arası etkileşim sonucu trombositler damar duvarına doğru hareket edebilir, hematokrit yüksekliği ile artan vizkozite periferik vasküler direnci artırarak organ kanlanmasını azaltabilir (4).

Optik koherans tomografi anjiyografi (OKT-A) retinal ve koroidal vasküler yapıları boya enjeksiyonu olmadan hızlı ve noninvaziv olarak görüntüleyen yeni bir görüntüleme yöntemidir. OKT-A ile alınan çoklu B-scan görüntülerle eritrosit hareketlerindeki değişiklikler görüntülenir. Retinayı segmentlere ayırarak yüzeyel ve derin retinal vasküler pleksus ve koryokapillarisin görüntülenmesine ve kantitatif ölçümlerin verilmesine imkan sağlar (5).

Geçici görme kaybı tarifleyen PV hastalarında yapılmış bir floresan anjiyografi çalışmasında tedavi öncesi, tedavi sonrası ve kontrol grubu koroid ve retinal dolum zamanı karşılaştırılmış, tedavi öncesinde PV hastalarında koroid ve retina dolum zamanının diğer iki gruba göre gecikmiş olduğu bildirilmiştir (6).

Altunel ve arkadaşları PV hastalarında superior ve inferior peripapiller retina sinir lifi tabakası (RSLT) kalınlığının kontrollere göre ince olduğunu göstermiştir. Bu durumun artan kan vizkozitesi kaynaklı retinal kan akımındaki azalma ve buna bağlı sinir lifi iskemisi ile ilişkili olabileceğini belirtmişlerdir (7).

Daha önce PV hastalarının OKT-A ile değerlendirildiği bir çalışma yoktur. Bu çalışmanın amacı PV hastalarında artan kan vizkozitesinin optik disk ve maküla yapısı ile beraber vasküler dansiteye etkisinin OKT-A ile değerlendirilmesi ve sağlıklı kontrollerle karşılaştırılmasıdır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu prospektif gözlemsel çalışmaya hematoloji kliniğinde takipli PV hastaları ile başka bir şikayetle göz polikliniğine başvuran sağlıklı gönüllüler dahil edilmiştir. PV tanısı DSÖ'nün 2016 sınıflamasına konulmuştur. Çalışmanın etik kurul onayı vardır (E-19-2614), Helsinki Deklarasyonuna uygundur. Çalışmaya almadan önce katılımcılardan bilgilendirilmiş olur formu alınmıştır. Çalışma öncesinde gerekli minimum örneklem büyüklüğünün belirlenmesi için tip 1 hata olasılığı (alfa) = 0.05, güç (1-beta) = 0.80, etki büyüklüğü (d) = 0.80, grup oranı: 1.5 kriterleri kullanılarak, hasta ve kontrol grupları için sırasıyla minimum 22 ve 32, toplam 54 örneğin yeterli olacağı hesaplanmıştır (8).

Güç analizinin yapılmasında G*Power 3.1 paket programından yararlanılmıştır. Çalışmaya dahil edilme

kriterleri 18 yaş ve üzeri olmak, hafif katarakt dışında oküler bir hastalığın olmaması ve normal fundus muayenesine sahip olmaktır. Dışlama kriterleri her iki grup için sferik eşdeğerin $\geq \pm 3$ D olması, daha önce göz cerrahisi geçirmek, herhangi bir göz hastalığı (glokom, yaşa bağlı maküla dejenerasyonu), herhangi bir nedenle göze lazer veya intravitreal enjeksiyon uygulanmış olmasıdır.

Çalışmaya 12 PV hastasının 24 gözü (Grup 1) ve 17 sağlıklı gönüllünün 34 gözü (Grup 2) dahil edilmiştir. Hastaların yaşı, cinsiyeti kaydedildi. Herhangi bir oküler patolojiyi dışlamak için hastalara görme keskinliği, biyomikroskopik muayene, pnömötik tonometre ile göz içi basıncı ölçümü ve fundus muayenesini içeren ayrıntılı bir oftalmolojik muayene yapıldı.

OKT-A

OKT-A görüntüleri spektral-domain optik koherans tomografi (SD-OKT) sistemi ile çalışan RTVue-XR Avanti (Optovue, Inc., Fremont, CA, USA) ile alındı. Alet, Split Spectrum Amplitude-Decorrelation Angiography (SSADA) algoritması ile kantitatif analizleri yapmaktadır. Çekimlerden önce pupilalar %1 tropicamid ile dilate edildi. Hastaların aletin içindeki fiksasyon noktasına bakması istendi. Uygun kalitedeki çekimler çalışmaya dahil edildi.

Damar yoğunluğu belirli bir alanda akım olan damarların tüm alana yüzdesinin kantitatif göstergesidir. RSLT kalınlığı, radial peripapillar kapiller damar yoğunluğu tüm görüntü (whole image), inside disk, peripapiller (superior ve inferior) alanlarda otomatik olarak elde edildi. Tüm görüntü damar yoğunluğu optik diski santalize eden 4.5×4.5 mm'lik alandan hesaplanmaktadır. Inside disk damar yoğunluğu optik disk sınırlarına uyan elips şeklinde bir alan referans alınarak hesaplanır. Peripapiller damar yoğunluğu elips sınırlarından 0.75 mm genişlikteki alandan hesaplanır.

Maküla analizleri için foveaya merkezlenmiş 6 mm \times 6 mm'lik tarama alanları kullanıldı. Damar akım yoğunlukları alet tarafından otomatik olarak verildi. Santral maküla kalınlığı (SMK), süperfişiyal kapiller pleksus (SKP) ve derin kapiller pleksus (DKP) ve koryokapiller alanda tüm, foveal, parafoveal ve perifoveal damar yoğunlukları, SKP'da nonflow alanı, FAZ alanı, FAZ perimetrisi, asirkularity indeksi (AI), foveal dansite (FD 300) değerleri kaydedildi.

İstatiksel Analiz

Data analizi windows SPSS 13.0 istatistik programı kullanılarak yapıldı. Verilerin dağılımlarına Kolmogorov-Smirnov testi ile bakıldı. Çalışmada değerlendirilen tüm veriler homojen (normal) dağılım gösterdi. Demografik değerlerden yaş analizinde bağımsız örneklem t testi, cinsiyet analizinde ki-kare testi kullanıldı. Gruplar arasında ortalama değerleri bağımsız örneklem t testi kullanılarak karşılaştırıldı. Veriler ortalama \pm standart deviasyon olarak verildi. p <0.05 değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Çalışmada benzer yaş ve cinsiyette 12 PV hastasının (5 erkek, 7 kadın) 24 gözü (Grup 1) ile 17 sağlıklı katılımcınının (7 erkek, 10 kadın) 34 gözü (Grup 2) karşılaştırılmıştır. Grup 1'in ortalama yaşı 57.0 ± 10.17 , Grup 2'nin ortalama yaşı 56.11 ± 3.53 idi. Gruplar arasında yaş ve cinsiyet bakımından bir fark yoktu. Katılımcıların demografik bilgisi tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Demografik özellikler.

Değişken	Polistemi (n=12)	Kontrol (n=17)	p
Yaş*	57.0±10.17	56.11±3.53	0.687
Cinsiyet** (Erkek/Kadın)	5/7	7/10	0.970
Hematokrit (%)	45.36±2.88 (41.7-52.0)		

*Yaş analizinde bağımsız örneklem t testi kullanılmıştır.

**Cinsiyet analizinde ki-kare testi kullanılmıştır.

RSLT ve radial peripapiller kapiller damar dansitesi bilgileri tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Radial Peripapiller Kapiller Damar Dansiteleri (%) ve RSLT kalınlıkları.

		Polistemi (n=24)	Kontrol (n=34)	P
	Tüm Görüntü	48.50± 2.80	49.86 ± 2.18	0.042
Radial Peripapiller Kapiller Damar Dansitesi	Inside disk Peripapiller Sup.	45.17± 4.96	45.70± 4.96	0.694
	Peripapiller	51.85± 2.98	53.22± 2.24	0.050
	Peripapiller	51.69± 2.88	53.48± 2.55	0.016
	İnf. Peripapiller	52.02± 3.41	52.94± 2.22	0.218
		112.91 ±11.50	115.79± 9.74	0.309
		126.83± 16.76	138.94± 14.02	0.004
		69.62± 10.15	76.94 ±10.15	0.009
RSLT		143.04± 18.94	144.32 ±15.67	0.780
RSLTS		111.04± 10.27	105.82 ±11.01	0.073
RSLTT				
RSLTI				
RSLTN				

Sup: Superior, İnf: İnfierior, RSLT: Retina sinir lifi tabakası (S: Superior, T: Temporal, I: İnfierior; N: Nazal), *İstatistik analizde bağımsız örneklem t testi kullanılmıştır.

PV hastalarında peripapiller RSLT süperior ve temporalde kontrol grubuna göre anlamlı derecede düşüktü (sırası ile 126.83 ± 16.76 & 138.94 ± 14.02 p =0.004; 69.62 ± 10.15 & 76.94 ± 10.15 p =0.009). Peripapiller kapiller damar dansitesi tüm görüntüde, peripapiller ve superior peripapiller alanda PV'da anlamlı derecede düşüktü (sırası ile 48.50 ± 2.80 & 49.86 ± 2.18 p =0.042; 51.85 ± 2.98 & 53.22 ± 2.24 p =0.05; 51.69 ± 2.88 & 53.48 ± 2.55 p =0.016). SMK, maküler alan yüzeyel, derin ve koryokapiller damar dansite yüzdeleri tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Maküler yüzeyel, derin ve koryokapiller pleksus damar dansiteleri (%).

		Polistemi	Kontrol	p
	SMK (µm)	263.90 ±15.63	257.91±15.99	0.179
Yüzeyel Kapiller	Tüm görüntü*	45.27 ±2.73	47.34±3.01	0.014
	Fovea*	20.37± 6.24	18.96±6.49	0.420
Pleksus Damar	Parafovea*	45.76± 3.87	48.16±4.14	0.037
Dansitesi(%)	Perifovea*	45.84 ±2.76	48.06±3.09	0.008
Derin Kapiller	Tüm görüntü*	44.79± 5.46	46.43±5.28	0.277
Pleksus Damar	Fovea*	36.40 ±7.55	36.35±7.36	0.977
Dansitesi (%)	Parafovea*	51.29± 5.23	52.18±4.56	0.511
	Perifovea*	45.55± 6.26	47.27±5.70	0.300
Koryokapiller	Tüm görüntü*	68.55±2.61	67.32±4.15	0.184
Pleksus Damar	Fovea*	62.75±5.16	61.02±7.38	0.313
Dansitesi (%)	Parafovea*	67.48±3.16	65.29±4.23	0.034
	Perifovea*	69.37±2.91	67.81±4.49	0.125

SMK: Santral Maküla Kalınlığı, *İstatistik analizde bağımsız örneklem t testi kullanılmıştır.

Makülada yüzeyel vasküler pleksus tüm görüntüde, parafoveada ve perifoveada PV'da anlamlı olarak düşüktü (45.27 ± 2.73 & 47.34 ± 3.01 p =0.014; 45.76 ± 3.87 & 48.16 ± 4.14 p =0.037; 45.84 ± 2.76 & 48.06 ± 3.09 p =0.008). Koryokapiller damar dansitesi parafoveada PV'da yüksekti (67.48 ± 3.16 & 65.29 ± 4.23 p =0.034). FAZ ve nonflow alanlarının değerlendirildiği parametrelerde iki grup arasında anlamlı farklılık izlenmemiştir (p > 0.05) (Tablo 4).

Tablo 4. FAZ ve nonflow alanlarının değerlendirilmesi.

	Polistemi	Kontrol	p
FAZ alanı (mm ²)*	0.25±0.11	0.26±0.10	0.712
FAZ perimetri (mm)*	1.90±0.40	1.95±0.38	0.604
Asirkülarite indeksi*	1.09±0.032	1.10±0.032	0.314
Foveal dansite (%)*	48.76±4.79	49.67±4.75	0.492
Non-flow alanı (mm ²), YKP*	0.50±0.16	0.52±0.12	0.743

FAZ: Foveal avasküler zon, YKP: Yüzeyel Kapiller Pleksus, *İstatistik analizde bağımsız örneklem t testi kullanılmıştır.

TARTIŞMA

PV'da en önemli mortalite ve morbidite sebebi trombozdur. Trombogenezinin çoklu sebebi vardır. Bunlar artmış hematokrit seviyesi, trombositoz, bozulmuş fibrinolitik aktivite, platelet aktivasyonu, lökosit aktivasyonu, endotel hasarı, kan viskozitesinin artmasıdır. Yüksek hematokrit seviyesi ve kırmızı kürelerin anormal agregasyonu PV'da gözlenir. Bozulmuş kapiller kan akımı nörolojik sonuçlara ve PV'da kanama riskinin artmasına sebep olur. Trombotik olaylar hem arterlerde hem venlerde oluşabilir. Tedavideki en önemli prensip hastanın hematokrit seviyesinin azaltılmasıdır (9). PV hastalarında tromboza eğilimin yanında hipervizkozite de oküler patolojilere sebep olmaktadır (10). Liew ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada yüksek hematokrit seviyesi ile daha dar retinal arteriöl ve daha geniş retinal venül çaplarının ilişkili olduğu gösterilmiştir (11). PV hastalarında sık görülebilen vasküler oklüzyon ve iskemi, PV hastalarında sık görülen hipertansiyondan ziyade venöz staz ve arteriyel spazmla da ilişkilidir (12, 13).

Literatürde PV hastalarında santral retinal arter oklüzyonu, aynı anda bilateral anterior iskemik optik nöropa-

ti, retinal iskemi ve neovaskularizasyon bildirilmiştir (10, 14, 15).

Çalışmamızın sonucunda peripapiller superior ve temporalde RSLT kalınlığı PV hastalarında anlamlı olarak daha ince idi. Altunel ve arkadaşlarının (7) yaptığı bir çalışmada da RSLT superior ve inferior kadranda PV hastalarında daha ince bulunmuştur.

Çalışmamızda PV hastalarında peripapiller damar yoğunluğu tüm görüntüde, peripapiller ve superior peripapiller alanda anlamlı olarak daha düşük idi. RSLT kalınlığı superior ve temporalde anlamlı derecede daha düşük idi. Glukom hastalarında yapılan çalışmalarda peripapiller damar yoğunluğunda azalma alanlarında retina sinir lifi tabakası defektleri bildirilmiştir. Glukomda peripapiller alanda bozulmuş mikro dolaşımın optik disk hasarına katkı sağladığı düşünülmektedir (16, 17). Aynı şekilde PV hastalarında hiperviskozite kaynaklı dolaşım bozukluğu peripapiller RSLT kalınlığında incelmeye sebep olabilir.

Maküler yüzeysel retinal damar yoğunluğu tüm görüntüde, parafoveada ve perifoveada PV hastalarında anlamlı olarak daha düşük idi.

Çalışmamızda koryokapiller damar yoğunluğu parafoveada PV'da anlamlı olarak daha fazla idi. Pekel ve

arkadaşları PV hastalarında koroid kalınlığının kontrol grubundan farklı olmadığı sonuç olarak koroidal damarlanmanın etkilenmediği sonucuna ulaşmışlardır, yine aynı çalışmada PV hastalarında subfoveal koroid kalınlığının hematokrit arttıkça arttığı gösterilmiştir (18). Başka bir çalışmada da koroid kalınlığında artma ile koryokapiller damar yoğunluğunun artmasının korele olduğu gösterilmiştir (19). PV'da artmış kan vizkozitesi, vazooklusif olaylar, geçikmiş kan akımı arteriolar spazm ve venöz staz nedeni ile koroid damar yoğunluğu artmış olabilir.

Çalışmamızın bazı kısıtlılıkları vardır. Çalışmaya dahil edilen hasta sayısı azdır ve her hastanın 2 gözü çalışmaya alınmıştır. Çalışmaya tedavi almakta olan PV hastaları alınmıştır, hematokrit değerleri de bu yüzden normal sınırlar arasındadır (ort= 45.36±2.88). Yalnız kontrol grubunun hematokrit değerleri ölçülmemiştir ve bu nedenle PV hastaları ile karşılaştırılamamıştır. Sonuç olarak PV hastalarında superior ve temporal RSLT kalınlığında incelmeye olmakta, peripapiller ve süperfişiyal maküler damar yoğunluğu azalmakta, koryokapiller damar yoğunluğu artmaktadır. Bu durum PV hastalarında görülen hiperviskozite, arteriolar spazm ve venöz stazla ilişkili gibi görünmektedir.

KAYNAKLAR

- Tefferi A, Solberg Jr LA, Silverstein MN. A clinical update in polycythemia vera and essential thrombocythemia. *Am J Med Sci* 2000; 109: 141-9.
- Manoharan A, Garson OM. Familial polycythaemia vera: a study of 3 sisters. *Scand J Haematol* 1976; 17: 10-6.
- Spivak JL. Polycythemia vera: myths, mechanisms, and management. *Blood* 2002; 100: 4272-90.
- Kubota K, TAMURA JI, Shirakura T et al. The behaviour of red cells in narrow tubes in vitro as a model of the microcirculation. *Br J Haematol* 1996; 94: 266-72.
- De Carlo TE, Romano A, Waheed NK, Duker JS. A review of optical coherence tomography angiography (OCTA). *Int J Retin Vitro* 2015; 1: 5.
- Yang HS, Joe SG, Kim J-G, Park SH, Ko HS. Delayed choroidal and retinal blood flow in polycythaemia vera patients with transient ocular blindness: a preliminary study with fluorescein angiography. *Br J Haematol* 2013; 161: 745-7.
- Altunel O, Arifoğlu HB, Gülhan A ve ark. Polisitemia Vera Hastalarında Retina Sinir Lififi Tabakası Kalınlıklarının Değerlendirilmesi. *Türkiye Klinikleri J Ophthal* 2017; 26: 10-3.
- Cohen, J. A power primer. *Psychological Bulletin* 1992; 112: 155-9.
- Kwaan HC, Wang J. Hyperviscosity in polycythemia vera and other red cell abnormalities. *Semin Thromb Hemost* 2003; 5: 451-8.
- Tönz MS, Rigamonti V, Iliev ME. Simultaneous, bilateral anterior ischemic optic neuropathy (AION) in polycythemia vera: a case report. *Klin Monatsbl Augenh* 2008; 225: 504-6.
- Liew G, Wang JJ, Rochtchina E, Wong TY, Mitchell P. Complete blood count and retinal vessel calibers. *PloS One* 2014; 9.
- Mailath L, Nagy G, Gat G. On the appearance of the eye fundus in polycythaemia vera (author's transl). *Klin Monatsbl Augenh* 1976; 169: 343-8.

13. Nilsson L-B, Rendahl I, Strömberg HE. Retinal arteriospasm in polycythemia vera. *Am J Ophthalmol* 1958; 45: 358-64.
14. Ganesan S, Raman R, Sharma T. Polycythemia causing posterior segment vascular occlusions. *Oman J Ophthalmol* 2017; 10: 33.
15. Krishnan R. Peripheral retinal neovascularization associated with polycythemia rubra vera. *Jpn J Ophthalmol* 2009; 53: 188.
16. Lee EJ, Lee KM, Lee SH, Kim T-W. OCT angiography of the peripapillary retina in primary open-angle glaucoma. *Invest Ophthalm Vis Sci* 2016; 57: 6265-70.
17. Lévêque P-M, Zéboulon P, Brasnu E, Baudouin C, Labbé A. Optic disc vascularization in glaucoma: value of spectral-domain optical coherence tomography angiography. *J Ophthalmol* 2016; 2016.
18. Pekel G, Doğu MH, Keskin A et al. Subfoveal choroidal thickness is associated with blood hematocrit level. *Ophthalmologica* 2015; 234: 55-9.
19. Sarwar S, Hassan M, Soliman MK, et al. Diurnal variation of choriocapillaris vessel flow density in normal subjects measured using optical coherence tomography angiography. *Int J Retin Vitr* 2018; 4: 1-6.