

ÖZ

Retinanın yüzeysel katmanları santral retinal arter, derin katmanları ise koroidal dolaşımdan beslenir. Her iki dolaşım da oftalmik arterin dallarıyla oluşur. Siliyoretinal arter toplumun yaklaşık %20'sinde vardır, koroidal dolaşımdan kaynaklanır ve makülanın bir kısmını besler. Retinal kapiller yatak, arter ve venöz sistemler arasında iletişim sağlarken, otoregülasyon açısından önemlidir. Foveal avasküler zon, retinal arteriyollerin yakın çevresi ve retinanın ekstrem periferi avaskülerdir. Retinal dolaşımda etkin bir otoregülasyon mevcuttur ve retina perfüzyon basıncındaki değişiklikler esnasında nisbeten sabit bir kan akımına sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Retina, santral retinal arter, maküla.

ABSTRACT

The superficial layers of retina are nourished by central retinal artery, whereas deep layers by choroid. Both sources arise from the branches of ophthalmic artery. Cilioretinal artery, which occurs in approximately 20% of the population, arises from choroid and supplies blood to a part of macula. Retinal capillary bed supplies the communication between arterial and venous systems and is important in autoregulation. Foveal avascular zone, the area adjacent to arterial walls and the extreme periphery of the retina are avascular. There is an efficient autoregulation in retinal circulation, and retina maintains a relatively stable blood flow during changes in perfusion pressure.

Key Words: Retina, central retinal artery, macula.

GİRİŞ

Retinal vasküler hastalıklar, gelişen ülkelerde körlüğün en sık sebeplerindendir. Bu hastalıkların doğru teşhisi ve etkili tedavisi için retinal mikrodolaşımın anatomik ve fizyolojik özelliklerinin bilinmesi gerekir.

Retina dokusunda çok sayıda farklı hücre bir araya gelmiştir. Bu hücrelerin fototransdüksiyon ve nörotransmisyon gibi karışık metabolik fonksiyonları kısıtlı bir mikroçevrede gerçekleştirmesi gerekmektedir. Tüm bu aktivitelerin gerçekleşebilmesi için özelleşmiş bir kan dolaşımına ihtiyaç vardır. Retinal kan dolaşımı iki ayrı kaynaktan gelir: retinal ve üveal (koroidal). Retinal damarlar, retinanın iç nükleer katmanının iç kısmına kadar beslerken, koroidal dolaşım, retinanın yaklaşık %80'ini oluşturan, 130 mikron kalınlığındaki dış katmanları besler¹. Bu makalede sadece retinal damarlardan bahsedilecektir.

1- M.D. Assistant Professor, Ahmet Burak BİLGİN
Akdeniz University, School of Medicine, Department of Ophthalmology,
Antalya/TURKEY
BİLGİN A.B., gozdrburakbilgin@gmail.com

Geliş Tarihi - Received: 26.02.2012
Kabul Tarihi - Accepted: 06.03.2012
Ret-Vit 2012;20:Özel Sayı:1-5

Yazışma Adresi / Correspondence Address: M.D. Assistant Professor,
Ahmet Burak BİLGİN
Akdeniz University, School of Medicine, Department of Ophthalmology,
Dumlupınar Bulvarı, 07058, Antalya/TURKEY

Phone: +90 505 297 33 36
E-Mail: gozdrburakbilgin@gmail.com

1. RETİNAL ARTERİYEL DOLAŞIM

Retinanın ana arteriyel beslenmesini *santral retinal arter* (SRA) sağlar. Bazı gözlerde, siliyoretinal arter, genellikle makülanın bir kısmını besleyerek, dolaşıma destek sağlar.

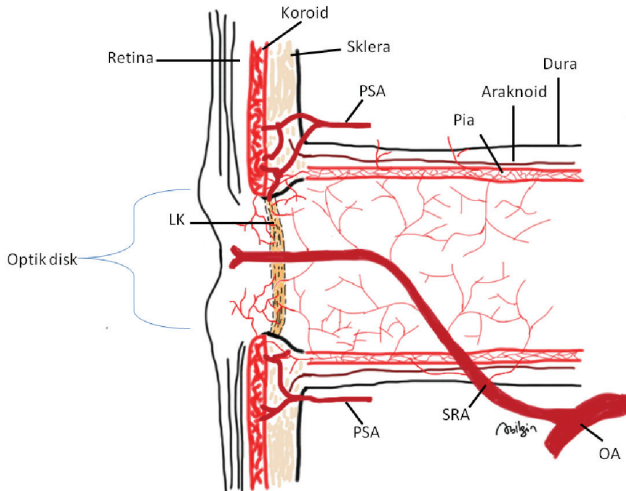
1.1. Santral Retinal Arter

Santral retinal arter oftalmik arterin (OA) genellikle ilk dalıdır; bağımsız bir dal olabileceği gibi posterior siliyer arterlerden biriyle ortak bir dal da oluşturabilir. Oftalmik arter, internal karotid arterin bir dalıdır ve verdiği siliyer arterler ile koroidal dolaşımın oluşmasını sağlar. Santral retinal arter OA'den ayrıldıktan sonra optik sinirin (OS) altında seyreder ve globa yaklaşık 10-15 mm uzaklıkta, dura ve araknoidi penetre ederek glob içine kadar OS'in merkezinde, santral retinal ven (SRV) ile beraber ilerler.

Bu esnada, çoğunlukla OS'in pliyal damarlarıyla anastomoz yapan, çok sayıda dal verir. Optik sinir başında, SRA genellikle alt ve üst dala ayrılır, daha sonra her biri bir retinal kadranı besleyen dallarını verir (Şekil 1). Optik disk içinde SRA'nın lümeni yaklaşık 200 mikron çapındadır.¹⁻⁴

1.2. Siliyoretinal Arter

Siliyoretinal arter genellikle posterior siliyer arterin direkt dalıdır, bazen peripapiller koroidden de çıkabilir. Retinaya genellikle optik diskin temporalinden girer. Oftalmoskopik verilere dayanıldığında, farklı yazarlar siliyoretinal arter varlığını %6 ile %25 arasında bildirmişlerdir.⁵ Fundus floresein anjiyografide (FA) siliyoretinal arterin, retinal arteriyel dolaşım başlamadan önce, koroidal dolmuş ile eş zamanlı olduğu görülebilir. Bir FA çalışmasında, siliyoretinal arterin bir gözde birden fazla sayıda görülme oranı %32, her iki gözde de bulunma oranı ise %15 olarak bildirilmiştir.⁶



Şekil 1: Santral retinal arterin optik sinir içinde seyri. LK; Lamina Kriboza, OA; Oftalmik Arter, PSA; Posterior Siliyer Arter, SRA; Santral Retinal Arter.

Siliyoretinal arterin boyut, sayı ve dağılımında birçok varyasyon vardır. Makülanın küçük bir kısmını besleyebildiği gibi, maküla dışındaki retinanın geniş bir alanını da besleyebilir. Santral retinal arter oklüzyonu olgularında makülayı sulayan patent bir siliyoretinal arter mevcut ise hastanın merkezi görmesi kısmen korunabilir. Siliyoretinal arter koroidal dolaşımdan beslendiği için, SRA oklüde olsa da, makülanın siliyoretinal arterden beslenen kısmı iskemiden etkilenmeyecektir (Resim 1). Santral retinal ven oklüzyonunda ise patent siliyoretinal arterin tıkanma riski vardır. Koroidal dolaşımda, retinal vasküler dolaşımın tersine, oteregülasyon bulunmaz. Bu yüzden retinal venöz akımın durduğu anda siliyoretinal arterde de akım yavaşlayarak durma riski taşır ve retinal ven oklüzyonuna siliyoretinal arter oklüzyonu eşlik edebilir.⁷

1.3. Retinal Arteriyoller

Vücuttaki diğer arterlerden farklı olarak, retinal arterlerde internal elastik lamina ve kontinü düz kas katmanı bulunmaz. Bu yüzden retinal arterler anatomik olarak arteriyol olarak sınıflandırılır ve adlandırılır. İntraluminal çapın, en geniş olduğu optik disk çıkışında dahi, yaklaşık 100 mikron olması da bu sınıflandırmayı destekleyen bir özelliktir. Santral retinal arter, retinal kadran dallarını verdikten sonra, periferik retinada üçüncü ve dördüncü bifürkasyonlardan sonra prekapiller (terminal) arteriyoller olarak sonlanır. Retinal arteriyol bifürkasyonları dikotomik veya dik açılı şekilde dal verir.

Retinada inter-arteriyel veya arteriyovenöz anastomozlar bulunmaz. Bu özellik retinal arteriyel sistemi bir son-arteriyel sistem (end-arterial system) yapar. Retinal vasküler düzende varyasyon var olduğundan her gözün vasküler düzeni farklıdır. Bu farklı damar yapısının kişinin tanınmasında, tıpkı parmak izi gibi kullanılabilirliği söylenmektedir.¹

1.4. Retinal Kapiller Yatak

Her terminal arteriyol yaklaşık 10-20 adet kapiller pleksus ile sonlanır. Bu kapillerlerin çapı 15-20 mikron civarındadır ve çoğunlukla göz dibi muayenesinde görülmezler. Kapillerler besleyici arteriyol ile venüllerin arasında yer alır. Retinal arteriyel ve venöz sistemler bu kapiller yatak yoluyla bağlantı sağlar. Retina içinde kapiller pleksuslar ana olarak iki katmanda yerleşir:

1. Sinir lifi ve gangliyon hücre katmanı,
2. İç nükleer tabaka katmanı.

Kapiller pleksus katmanlarının sayısı retinanın tamamında aynı değildir; optik disk etrafında üç-dört, maküla etrafında üç, periferik retinada ise tek kat olarak bulunabilir.^{1,8}

Peripapiller kapiller yatak diğer kapiller tabakalarından daha yüzeeldir, radyal olarak organize olmuş uzun ve düz kapillerlerden meydana gelmiştir ve bu kapillerler arasında anastomoz nadir olarak görülür. Peripapiller retinal arteriyollerden beslenirler ve optik diskin retinal venül veya venlerine drene olurlar. Sinir lifi tabakasında iskemiye sekonder gelişen atılmış pamuk manzarası sıklıkla radyal peripapiller kapiller yatak bölgesinde geliştiğinden, patogeneizde bu pleksusun rolü olduğu düşünülür. Kronik optik disk ödeminde bu damarlar dilate olur, mikroanevrizmalar ve hemoraji gelişimine sebep olur.¹ Retinal kapiller duvarın en iç kısmında, ardışık olarak sıkı bağlarla (zonüla okludentes) birbirine bağlanarak iç kan retina bariyerini oluşturan endotel hücreleri bulunur. Endotel hücreleri vazoaktif moleküllerin salgılanması ile retinal kan akımının otoregülasyonunda aktif görev alırlar. Endotel hücrelerinin ve perisitlerin bazal membranları ortaktır. Perisitler bazal membran içinde dağınık olarak yerleşmişlerdir^{4,9,10} (Şekil 2).

Retinal damarlardaki perisit oranı, beyin damarları da dâhil olmak üzere, vücudun diğer damarlarından çok daha fazladır: her endotel hücresine bir perisit düşer. Diyabetik retinopatide perisitlerin sayıca azalmasının mikroanevrizma oluşumuyla bağlantılı olduğu ve retinopati patogenezinde önemli bir basamak teşkil ettiği düşünülür. Perisitlerde, vazoaktif maddeler için reseptörler bulunması ve kontraktil proteinlerin eksprese olması (kontraktil özellikleri olması) nedeniyle otoregülasyonda rol oynadıkları tahmin edilmektedir.^{1,9}

2. RETİNAL VENÖZ DRENAJ

Retinal terminal arteriyollerden gelen kan, retinal kapiller yatağı doldurduktan sonra post-kapiller retinal venüller tarafından drene edilir. Retinal venüller, sırasıyla retinal ven dallarına ve son olarak SRV'e boşalır. Santral retinal venin çapı yaklaşık 300 mikrometredir. Retinal venlerin ve retinal arteriyollerin çapları arasında, venler lehine, sıklıkla 3/2 oranı vardır.

Merkezi retinada retinal ven ve arteriyol dalları yakın komşulukta seyrederken, perifer retinada bu durum söz konusu değildir. Çaprazlama yerlerinde, arteriyol ve venler yakın temas halindedir; bazal membran belli noktalarda ortaktır ve damarları çevreleyen ortak fibröz bir kılıf mevcuttur.^{1,9} Yaşlılık ve hipertansiyon gibi sebeplerle arteriyollerde skleroz gelişmesiyle birlikte, çaprazlama noktalarında venöz lümeninde distorsiyon ve akım düzensizlikleri oluşabilir¹. Bu düzensizlikler ven trombozu ve oklüzyonuyla sonuçlanabilir.

Yapılan bir çalışmada, arter-ven çaprazlama noktalarında arterin %68 oranında venin üzerinden (daha yüzeysel) geçtiği bildirilmiştir.

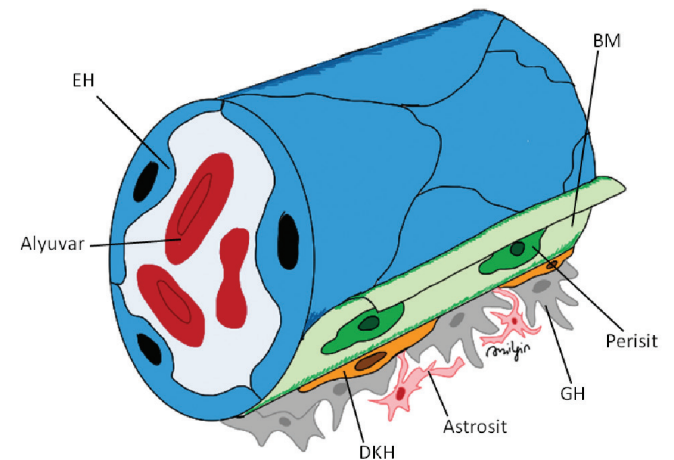
Retinal ven dal oklüzyonu olan olgularda arter-ven çaprazlama yerleri incelendiğinde, neredeyse tüm olgularda (%98) arterin daha yüzeysel olduğu görülmüştür. Bu sebepten dolayı arter-ven çaprazlama noktalarının retinal ven dal oklüzyonu patogenezinde önemli olduğu düşünülür.¹¹ Retinal ven kadran dalları üst ve alt yarıda birleşerek SRV'in üst ve alt gövdesine son olarak da SRV'e drene olurlar. Üst ve alt gövdenin birleşmesi çoğunlukla optik diskin retinal yüzeyinde gerçekleşse de, yaklaşık %20 olguda üst ve alt dal, optik diske ayrı ayrı girer ve optik sinirde birleşerek SRV'i oluşturur (Şekil 3). Bu olgularda üst veya alt gövdelerde oklüzyon gelişmesi durumunda *hemisantral retinal ven oklüzyonu* olarak adlandırılan klinik tablo ortaya çıkabilir.¹ Optik sinir içinde SRV, SRA'nın temporalinde ilerler. Bu bölgede damarlar ortak bir fibröz kılıf içindedir. Santral retinal ven globun yaklaşık 10mm posteriorunda, optik sinirin alt yarısından optik sinir dura ve araknoidini penetre ederek dışarı çıkar. Santral retinal ven süperior oftalmik vene ya da direkt olarak kavernöz sinüse drene olur.

3. RETİNAL AVASKÜLER ALANLAR

Retinanın belirli bölgelerinde fizyolojik damarsız alanlar mevcuttur:

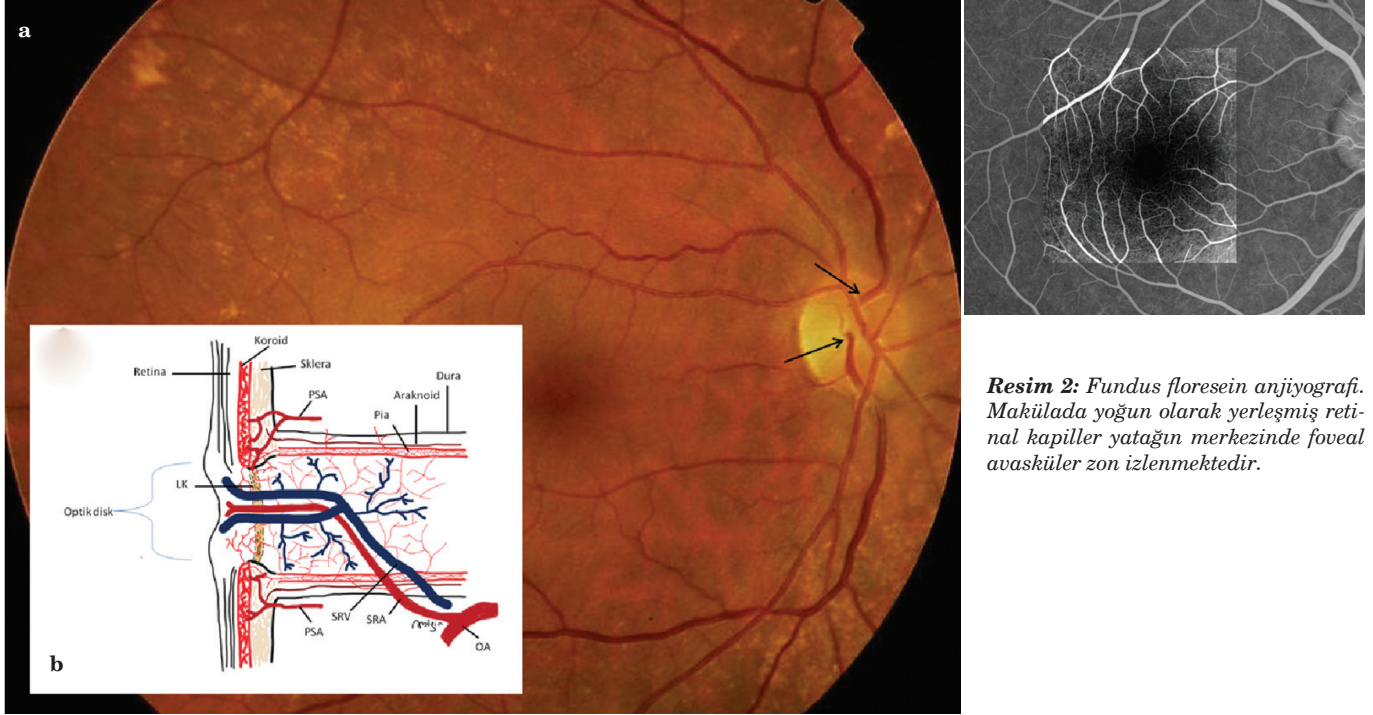
1. Foveal avasküler zon (FAZ),
2. Retinal arteriyollerin etrafı,
3. Ora serratanın etrafındaki yaklaşık 1.5 mm'lik retinal alan.

Ekstrem periferdeki retina ve FAZ'un beslenmesi korooidal dolaşımın sağlanmasıyla sağlanırken, retinal arteriyollerin etrafındaki avasküler alan, arteriyollerden sızan oksijen ile beslenir.



Şekil 2: Retinal damar yapısının şematik resmi. Endotel hücreleri ve perisitlerin bazal membranı ortaktır (şekilde katlanmış olarak resmedilmiştir.) ve perisitler bazal membran içinde dağınık olarak yerleşirler.

BM; Bazal Membran, DKH; Düz Kas Hücresi, EH; Endotel Hücresi, GH; Glial Hücre.



Resim 2: Fundus floresein anjiyografi. Makülada yoğun olarak yerleşmiş retinal kapiller yatağın merkezinde foveal avasküler zon izlenmektedir.

Şekil 3: a: Fundus fotoğrafı. Retinal venlerin üst ve alt gövdeleri oluşturarak (oklar) optik diske girdiği izleniyor. b: Şematik çizim. Üst ve alt gövdeler optik sinir içinde birleşerek santral retinal veni oluşturuyor. LK, lamina kribroza; OA, oftalmik arter; PSA, posterior siliyer arter; SRA, santral retinal arter; SRV, santral retinal ven.

3.1. Foveal Avasküler Zon

Foveanın merkezindeki 250-600 mikronluk alan avaskülerdir (Resim 2). İç retinadaki nöronlar ve prosesleri laterale doğru yer değiştirmiştir. Bu özel ve karmaşık yapı sayesinde, ışık retinal fotoreseptörlere engellenmeden ve dağılmadan ulaşır ve görüntülerin yüksek çözünürlükte ve detaylı olarak görsel kortekse iletilmesi mümkün olur.⁹ Santral retinal arter oklüzyonunda retina, özellikle sinir lifi ve gangliyon hücre tabakasının en kalın olduğu arka kutupta, ödem nedeniyle opaklaşır. Etkilenmemiş koroidal dolaşımın oluşturduğu turuncu refleksin ince foveadan izlenebilmesi sonucu 'kiraz kırmızısı nokta (cherry-red spot)' ya da 'Japon Bayrağı manzarası' olarak adlandırılan görünüm ortaya çıkar¹² (Resim 1).

3.2. Retinal Arteriyollerin Çevresi

Retinal arteriyollerin etrafında oluşan 'oksijen kaçağı' nedeniyle bu bölgede yüksek oksijen basıncı vardır. Retinal arteriyol gelişimi esnasında, yüksek oksijen basıncı ve düşük lokal vasküler endotelial büyüme faktörü (vascular endothelial growth factor-VEGF) nedeniyle bu bölgenin avasküler olarak geliştiği düşünülür. Santral retinal arter oklüzyonunda, arteriyollerin etrafındaki alan bu nedenle iskemiden nispeten az etkilenir.

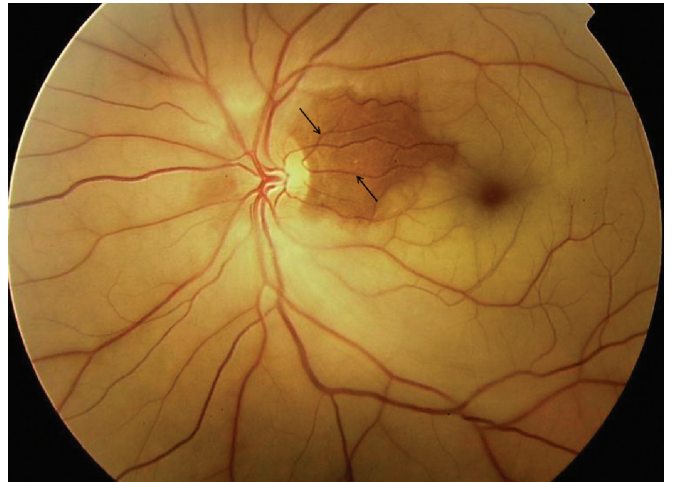
3.3. Ora Serrata Çevresi

Ora serratanın 1.5 mm etrafındaki retinal alan avaskülerdir ve koroidden beslenir. Bu nedenle vitreoretinal cerrahide, bu bölgede yapılacak retinektomilerde hemostaz ihtiyacı olmaz.

4. RETİNAL KAN AKIMININ OTOREGÜLASYONU

Otoregülasyon, perfüzyon basıncındaki değişikliklere rağmen bir dokudaki kan basıncının nispeten sabit kalabilmesidir.

Retinal dolaşımın etkin bir otheregülasyonu vardır ve bu, damar rezistansındaki değişiklikler ile sağlanır. Otheregülasyonun primer olarak nerede gerçekleştiği ve mekanizması kesin olarak bilinmemekle beraber *retinal terminal arteriyollerin* bir fonksiyonu olduğu düşünülür.



Resim 1: Fundus fotoğrafı. Santral retinal arter tıkanıklığı olan hastada iskemik retina ve normal retinayı besleyen siliyoretinal arterler (oklar) izleniyor. Maküla üzerinde koroidal kan akımının yansımaları nedeniyle 'kiraz kırmızısı nokta' veya 'Japon bayrağı manzarası' olarak adlandırılan görünüm mevcuttur.

Terminal arteriyollerdeki dilatasyon veya konstriksiyon ile gerçekleştiği hipotezi vardır. Bu dilatasyon ve konstriksiyondan muhtemelen perisitler sorumludur.^{1,4,8-10} Retinadaki ortalama perfüzyon basıncı, lokal arteriyel kan basıncı ile lokal venöz basıncın farkına eşittir. Retinal venlerdeki basınç çoğunlukla göz içi basıncı (GİB) ile aynıdır. Bu yüzden, retinal kan akımını temel olarak etkileyen iki değişken vardır: arteriyel kan basıncı ve GİB. Kan basıncı ve GİB'ndeki değişiklikler belirli bir seviyeye kadar regüle edilir, ancak değerler belirli bir seviyenin üzerine çıktığında otoregülasyon etkisi kaybolur.

Sempatik ve parasempatik inervasyon ile kan akımının kontrolü, koroid dokuda ve ekstraretinal damarlarda etkindir. Retinal damarlarda otonom sinir sisteminin etkisi yoktur. Otoregülasyon, miyojenik, metabolik veya hümorale mekanizmalarla gerçekleşir. Arteriyel hipertansiyon gibi intraluminal basıncın arttığı durumlarda miyojenik mekanizma ile vazokonstriksiyon açığa çıkar.

Hiperoksi durumunda da vazokonstriksiyon görülür, bu cevap özellikle prematüre retinopatisi patogenezinde önemli yer tutar. Endotel hücrelerinin salgıladığı endotelin 1, tromboksan A2 ve prostoglandin H2 gibi vazokonstriktif ajanlar, perisit üzerinde bulunan reseptörler yoluyla etki sağlarlar.^{1,10} Hipoksi ve hiperkarbi durumunda vazodilatasyon yoluyla kan akımı artar. Nitrik oksit de vazodilatasyon yaparak otoregülasyona katkı sağlar. Flicker stimülasyon esnasında metabolizmanın hızlanması sonucu, metabolik ihtiyacı karşılamak için, kan akımının vazodilatasyon yoluyla arttığı bilinmektedir.^{4,8} Retinal kan dolaşımı, koroid ve retinal damarların oluşturduğu, çift kaynaklı bir sistemdir. Her iki sistem de OA'ın dallarından beslenir.

Siliyoretinal arter toplumun yaklaşık %20'sinde izlenir ve çoğunlukla maküler dolaşıma katkı sağlar. Retinal kapiller yatak, arteriyoller ve venöz sistemler arasında iletişim sağlarken, otoregülasyon açısından önemlidir.

Foveal avasküler zon, retinal arteriyollerin yakın çevresi ve ora serratanın yaklaşık 1.5mm etrafındaki retina avaskülerlerdir. Kandaki oksijen ve karbondioksit miktarında, arteriyel tansiyonda ve GİB'ndeki değişikliklere karşı retinal kan akımında etkin bir otoregülasyon gerçekleşir.

KAYNAKLAR/REFERENCES

1. SS Hayreh. Physiological anatomy of the retinal vasculature. In Besharse JC, Bok D: The retina and its disorders. Elsevier Inc. San Diego, CA, USA 2011:653-60.
2. Remington LA. Clinical anatomy and physiology of the visual system, third edition. Elsevier Inc. San Diego, CA, USA 2012:202-17.
3. Snell RS, Lemp AL. Clinical anatomy of the eye, second edition. Blackwell Science, Inc. MA, USA 1998:277-93.
4. Riva CE, Alm A, Pournaras CJ. Chapter 10 - Ocular circulation. In Levin LA, Nilsson SFE, Ver Hoeve J, Wu S, Kaufman PL, Alm A: Adler's physiology of the eye, 11th edition. Elsevier Inc. San Diego, CA, USA 2011.
5. Hayreh SS. The cilio-retinal arteries. Br J Ophthalmol 1963;47:71-89.
6. Justice J Jr, Lehmann RP. Cilioretinal arteries. A study based on review of stereo fundus photographs and fluorescein angiographic findings. Archives of Ophthalmology 1976;94:1355-8.
7. Hayreh SS, Fraterrigo L, Jonas J. Central retinal vein occlusion associated with cilioretinal artery occlusion. Retina 2008;28:581-94.
8. Pournaras CJ, Donati G. Chapter 126 - Retinal and choroidal circulations. In Albert D, Miller J, Azar D, Blodi B: Albert&Jakobiec's principles&practice of ophthalmology, the third edition, vol II. Elsevier Inc. San Diego, CA, USA 2008.
9. Archer DB, Gardiner TA, Stitt AW. Functional anatomy, fine structure and basic pathology of the retinal vasculature. In Joussen AM, Gardner TW, Kirchhof B, Ryan SJ: Retinal vascular disease. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2007:3-23.
10. Harris A, Bingaman D, Ciulla TA, et al. Retinal and choroidal blood flow in health and disease. In Ryan: Retina, the fourth edition. Elsevier Inc. San Diego, CA, USA, 2006;1:83-102.
11. Weinberg D, Dodwell DG, Fern SA. Anatomy of arteriovenous crossings in branch retinal vein occlusion. Am J Ophthalmol 1990;15;109:298-302.
12. American Academy of Ophthalmology Basic and Clinical Science Course. Retina and vitreous. 2010-2011;12:162.