

DERLEME REVIEW

Optik Sinir Anatomisi, Fizyolojisi ve Histolojisi

The Anatomy, Physiology and Histology of Optic Nerve

*Pınar NALÇACIOĞLU / ORCID No: 0000-0002-1582-6580

*Doç. Dr., Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları A.B.D, Ankara, Türkiye

Geliş Tarihi/Received: 01.06.2021 Kabul Tarihi/Accepted: 15.11.2021

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Pınar NALÇACIOĞLU, Üniversiteler mahallesi 1604. Cadde no: 9, 06800, Çankaya, Ankara, Türkiye

Tel./Phone: +905304023088, E-posta/E-mail: drpinarnalcaci@yahoo.com

ÖZ

Optik sinir (Nervus optikus), 12 kafa çiftinden ikincisi olup, merkezi sinir sisteminin bir parçası olarak da kabul edilmektedir. Nörosensöriyel retina ile oksipital korteks arasındaki görsel bilgiyi taşır. Optik sinir, retina ganglion hücrelerinin (RGH) aksonlarından oluşur. Bu aksonlar, RGH' nin gövdesinden lateral genikülat cisimciğe kadar uzanarak sinaps yapar. Glial hücreler ve bağ dokusu ile demetlere ayrılır ve beyin omurilik sıvısı ile çevrilidir. Optik sinir, göz içi (intraoküler), orbita içi (intraorbital), kanal içi (intrakanaliküler) ve kraniyum içi (intrakraniyal kısım) bölümlerden oluşur ve yaklaşık olarak 50 mm uzunluğundadır. Optik sinirin kanlanması, santral retinal arter, kısa posterior siliyer arter damarlarının uzantıları ile oluşan Zinn Haller halkası ve pial damarlar rol alır.

Anahtar Kelimeler: Optik sinir, glial hücre, merkezi sinir sistemi, optik sinirin kanlanması

ABSTRACT

The optic nerve (Nervus opticus) is the second of the 12 cranial nerves and is considered to be a part of the central nervous system. It carries visual information from the neurosensory retina to the occipital cortex. The nerve consists of the axons of retinal ganglion cells (RGCs). These axons extend in an organized pattern from the RGC soma to the lateral geniculate nucleus where the neurons synapse. The nerve is subdivided into fascicles by connective tissue and glial septa, and it is surrounded by cerebrospinal fluid. The optic nerve has intraocular, intraorbital, intracanalicular, and intracranial parts and a length of approximately 50 mm. The central retinal artery, the Zinn-Haller circle formed by the short posterior ciliary artery extensions, and pial vessels take part in the blood supply of the nerve.

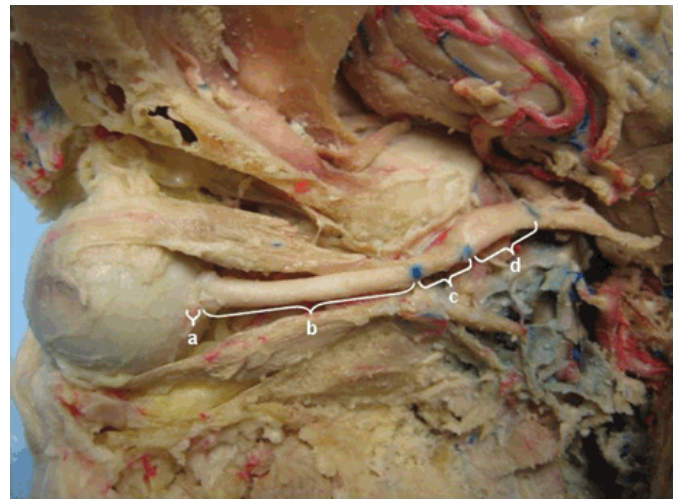
Keywords: Optic nerve, glial cell, central nervous system, blood supply of the optic nerve

Giriş

Optik sinir (Nervus optikus), 12 kafa çiftinden ikincisi olup, merkezi sinir sisteminin bir parçası olarak da kabul edilmektedir. Bu derlemimizde optik sinir anatomisi, fizyolojisi ve histolojisini anlattık.

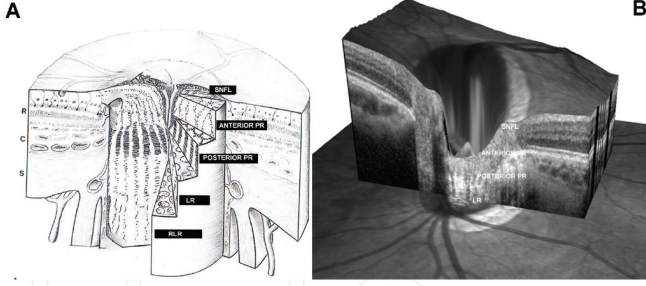
Optik Sinir Anatomisi

Retina ve optik sinir, görsel yolağın başlangıcını oluşturur. Merkezi sinir sisteminde (MSS) kraniyal boşluktan çıkan ve klinik olarak görüntülenebilen tek kraniyal siniri oluşturur. Nörosensöriyel retina ile oksipital korteks arasındaki görsel bilgiyi taşır. Bireysel farklılıklar oluştursa da, her bir optik sinir, 500.000 ila 1.2 milyon retinal gangliyon hücre aksonlarının uzantısı ile oluşmaktadır.^[1-3] Nöral doku, destek glial hücreler (Müller hücreleri, astrositler ve mikrogliya), ekstrasellüler matriks ve kan damarlarını içerir. Aksonlar çapraz demetler oluştururlar, glial hücreler tarafından birbirinden ayrılır ve kılıflanırlar.^[2,4] Sinir demetleri, optik siniri oluşturmak için gözü terk eder. Optik sinir, göz içi (intraoküler), orbita içi (intraorbital), kanal içi (intrakanaliküler) ve kraniyum içi (intrakraniyal) bölümlerinden oluşur ve yaklaşık olarak 50 mm uzunluğundadır^[1,5] (Resim-1).



Resim 1 Optik sinir, orbita tavanı ve yan duvar çıkartıldıktan ve yağ dokusu uzaklaştırıldıktan sonraki görünüm, a. Göz içi kısım, b. orbita içi kısım, mavi noktaya kadar uzanmaktadır. c. kanal içi kısım, iki mavi nokta arası bölge d. Kraniyum içi kısım (Dr. John B. Selhorst)

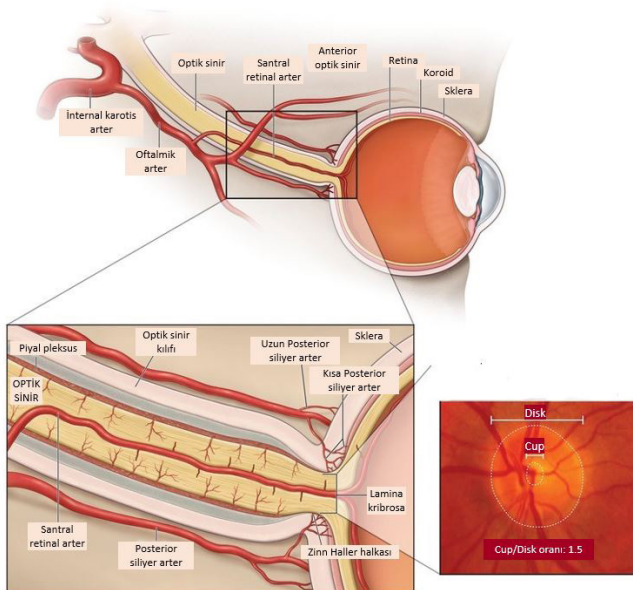
Göz içi bölüm: Optik disk, optik sinir başı ya da papilla olarak da adlandırılır. Optik disk yüzeyinden skleranın arka kenarlarına kadar uzanır. Sinir lifleri bu kısımda miyelinli değildir. Göz muayenesi sırasında optik sinirin görülebilen tek kısmıdır. Yaklaşık 1 mm uzunluğundadır. Orta kısmında fizyolojik çukurluk yer alır. Fizyolojik çukurluğun içerisinde retinal arter ve venler yer alır. Optik diskin yatay çapı yaklaşık 1.5 mm, dikey çapı ise 1.7 mm'dir. [6,7] Optik diskte gangliyon hücre aksonları, astrositler, fibroblastlar, kapiller yapı ile ilişkili hücreler yer alır. Optik sinir başı; yüzeysel sinir lifi tabakası, prelaminar ve laminar bölgeleri içerir. Retrolaminar bölge optik sinirin, orbita içi kısmında yer alır (Resim-2).



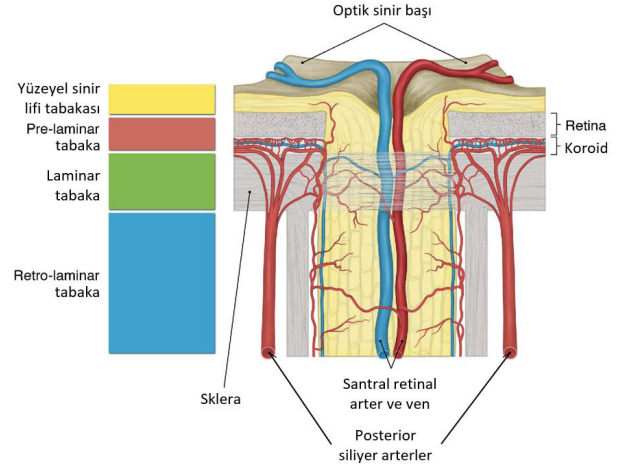
Resim 2 Optik sinir başı (ONH). (A) Optik sinir başı (ONH) bölgelerinin üç boyutlu şeması (B) Heidelberg spektral domain OCT Heidelberg ile ONH'nin 3D haritası, yüzeysel sinir lifi tabakası (SNFL); prelaminar bölge (PR); laminar bölge (LR); retrolaminar bölge (RLR)] (Triviño A, Ramírez JM, Salazar JJ, Ramírez AI, García-Sánchez J. Immunohistochemical study of human optic nerve head astroglia. Vision Research. 1996;36:2015-2028)

A. Yüzeysel sinir lifi tabakası: Yüzeysel sinir liflerinden oluşan, vitreus ile direkt temas halinde olan en üst kısmıdır. Bu kısım beslenmesi santral retinal arterdendir. [5,7,8] Eğer mevcutsa, siliyoretinal arterde bu bölgenin beslenmesinde katkı sağlar. Retina sinir lifi demetleri, müller hücreleri tarafından yapılan septalar içerisinde geçerek arka bölgeye ilerler.

B. Prelaminar tabaka: Koroid ile aynı seviyededir. Retina gangliyon hücre aksonları astrositik glial hücreler tarafından desteklenir, demetler daha belirgin hale gelir. Prelaminar bölgenin beslenmesi, kısa posterior siliyer arterdendir. [5,7,8] (Resim 3A, 3B)



Resim 3A Optik sinirin beslenmesinde rol alan damarlar

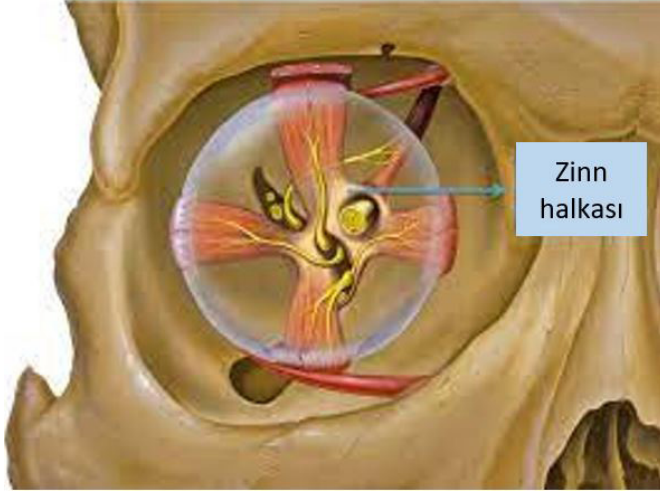


Resim 3B Optik sinirin, yüzeysel sinir lifi tabakası, prelaminar, laminar ve retrolaminar bölgelerinin kanlanması

C. Laminar tabaka: Ön optik sinir başının en derin kısmını oluşturan bu kısım, skleranın devamı olup bağ dokusundan oluşan demetlerle delikli bir yapıya sahiptir. Optik sinir aksonları için destek görevi gören, yaklaşık 550-600 kanaldan oluşan bu gözeneklerden sinir lifleri demetleri geçer. Bu yapısal destek, optik disk başının üst ve alt kadrantlarında, nazal ve temporal kadrantlara göre daha az yoğunudur. Bu farklılık, glokomatöz optik nöropati gelişiminde, üst ve alt kadranda optik sinir başında yer alan sinir liflerinin kaybını kolaylaştırır. Laminar bölgenin beslenmesi, kısa posterior siliyer arter tarafından oluşturulan anastomoz halkası, Zinn-Haller tarafından sağlanır. [5,7,8] (Resim 3A, 3B)

D. Retrolaminar tabaka: Optik sinir başı dışında kalan parçasıdır. Bu kısımda astrositler azalırken oligodendrositler sayıca artış gösterir. Miyelinizasyon oligodendrositlerce, lamina cribrosa'nın arka sınırlarında subaraknoid boşluğun sonlandığı noktada başlar. [2,4] Miyelinizasyonu takiben, optik sinir çapı yaklaşık iki kat artarak 3-4 mm'ye ulaşır. Retrolaminar tabakanın kanlanması, kısa posterior siliyer arter dalları, pial arter ve santral retinal arter dallarınca sağlanır (Resim 3A,3B). Retrolaminar tabakadan sonra optik sinirin orbita içi kısmı başlar.

Orbita içi bölümü: Optik sinirin, optik kanala kadar uzanan orbita içersinden seyreden kısmıdır. Uzunluğu yaklaşık olarak 25-30 mm olup, hafif "S" şeklinde sinüzoidal bir seyir gösterir. [2,4] Bu seyir, göze hareket serbestliği sağlar. Bu kısım gözün arkasından optik kanala arkaya ve mediale uzanır. Optik sinir, orbita arka kısmında, anulus tendineus communis (Zinn halkası) adı verilen dört rektus kası kirişleri tarafından çevrili bir halka içerisinde arkaya orbita apeksine doğru uzanır. [3,4] (Resim-4). Optik sinirin bu kısmı beyin ve medulla spinaliste olduğu gibi 3 kat meningeal zar ile sırasıyla dıştan içe doğru dura, araknoid ve pia mater kılıfları ile sarılıdır. [2,4] Dura mater, iki yaprağa ayrılır, ön yaprak skleraya doğru uzanırken, arka yaprak orbita içersini döşeyerek, orbita periostu ile devamlılık gösterir. Pia mater, optik sinire sıkıca yapışık olup, içinde septalı bir yapısı vardır. Bu zardan uzanan pial arterler optik sinir beslenmesinde rol alır (Resim 3A, 3B). Optik siniri saran araknoid kılıf, optik kanal boyunca subdural intrakraniyal boşluğun araknoidi ile devamlılık gösterir. Pia mater ile araknoid mater arasında yer alan subaraknoid boşluk içerisinde, beyin omurilik sıvısının (BOS), optik sinir etrafına ulaşabilmesi sağlanmış olunur. Santral retina damarları (arter ve ven) bu boşluktan geçerek optik sinire girer. Bu seyir nedeniyle artan kafa içi basıncı durumunda özellikle venler daha savunmasız olup mekanik basıncı altında kalabilir. [4]



Resim 4 Dört rektus kası ile çevrili Zinn halkası

Optik sinirin orbita içi seyri sırasında, oftalmik arter optik sinirin altında seyrederek (Resim 3A). Göz küresinin yaklaşık 10 mm gerisinden santral retinal arter, oftalmik arterden ayrılarak, optik sinir içine girer. Santral retinal arter, optik siniri içine giriş yaptığı yerden itibaren sinir içine kılcal damar uzantılarını vererek beslenmesinde rol alır.^[1,6-9] (Resim 3A, 3B)

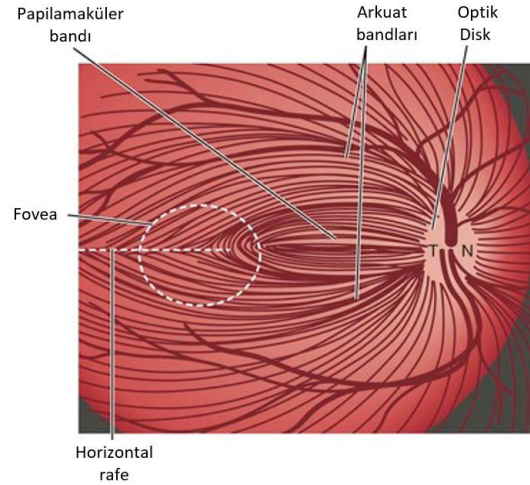
Kanal içi bölümü: Optik kanal, sfenoid kemiğin küçük kanadında yer alır. Optik kanal duvarı kalınlığı, varyasyon göstermekle birlikte, duvar kalınlığı mediyalden laterale; superiordan inferiora doğru artar. İkinci kranial sinir; optik kanala girmeden hemen önce, 3., 6. kranial sinirler ve nazosiliyer sinire yakın seyrederek ve superior mediyalde oftalmik arter bulunur. Optik sinirin, kanal içindeki bölümü yaklaşık 4-10 mm uzunluğunda, genişliği 5-7 mm kadar olup kanal içerisinde oftalmik arter ve sempatik pleksusun dalları ile birliktelik gösterir.^[1] Bu kısımda dura mater, optik kanal duvarındaki periosta sıkıca yapışmıştır. Kanal içerisinde boşluğun olmaması nedeniyle optik sinir bu bölümde, travmatik ya da yer kaplayıcı kitle varlığında hasarlanmaya karşı oldukça duyarlıdır.^[1]

Kraniyum içi bölümü: Kanalı terk ederek kiazmaya kadar uzanan kısmını oluşturur. Uzunluğu yaklaşık olarak 15-16 mm kadardır. Her iki gözden gelen optik sinirler posteriora doğru uzanırken 45° açıyla yukarı doğru bir eğimle optik kiyazmada birleşirler. Beynin frontal lob alt yüzü ve önemli vasküler yapılarla komşuluk gösterir. Lateralinde, internal karotid arter, superior mediyalde oftalmik arter, inferiorında anterior serebral arter yer alır. Mediyalde posterior etmoidal ve sfenoid sinüs ile komşuluk gösterirken, altında hipofiz bezinin üzerindeki diaframa sella yer alır.^[1,9] Pia mater, intrakraniyal optik siniri örten tek meningeal tabakadır.^[1]

Optik Sinir Fizyolojisi

Optik disk başında retinal fotoreseptörlerin olmaması görme alanında fizyolojik kör nokta olarak ifade edilen absölu skotoma sebep olur. Bu alan görme alanında, 5-7°'lik bir alanı kaplayarak merkezi fiksasyon noktasının temporalinde 15°'lik alana denk düşer.^[10-13]

Gangliyon hücre aksonları, optik disk başına farklı bölgelerden girer. Maküladan gelen papillomaküler bandı oluşturan lifler, optik diskin merkezi ve temporal kısmında, temporal periferel retinadan gelen lifler arkuat oluşturacak şekilde horizontal rapheyi geçmeden optik diskin alt ve üst temporalinde; nazal retinadan gelen lifler ise nazalde optik diske ulaşır. Retinanın üst yarısından gelen lifler optik disk başına üst polden, alt yarısından gelen lifler ise alt polden dahil olurlar (Resim 5). Maküler lifler başlanıçta, optik sinirde temporalde yer alırken, göz küresinden uzaklaştıkça bu lifler optik sinirin santraline doğru yer değiştirir.^[12,14-16]



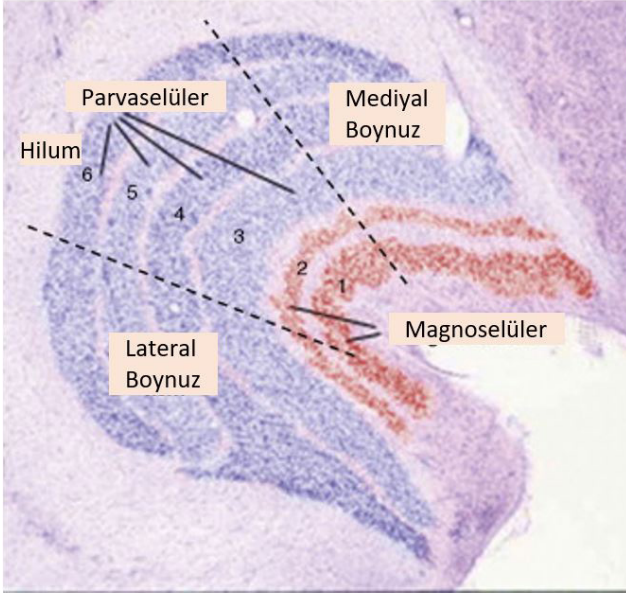
Resim 5 Retina sinir lifi tabakası ve gangliyon hücre aksonlarının düzenlenmesi düzenlenmesi, gangliyon hücre aksonlarından papillomaküler demet aksonları foveadan doğrudan temporal kenara iletilir. Geride kalan temporal gangliyon hücre aksonları, üstte ve altta kavisi demetler halinde düzenlenmiş olup üst ve alt disk kenarlarına ulaşır. Nazal diskten çıkan aksonlar nazal diske ulaşır.

Üç çeşit gangliyon hücresi bilinmektedir. W hücreleri, gangliyon hücrelerinin %40'lık bölümünü oluşturur. İletim hızı yavaş olup 8m/sn'dir. Belli yönlerdeki hareketi fark etmeyi ve karanlıkta görmeyi sağlar. X hücreleri, P hücreleri olarak da bilinir. Gangliyon hücrelerinin %50' lik kısmını oluşturur. Orta boy hücreler olup iletim hızı 14m/sn'dir. Renkli görmeden sorumludur. Y hücreleri ise M hücreleri olarak da bilinir, büyük hücreler olup gangliyon hücrelerinin %5' lik kısmını oluşturur. Hızlı iletim yapar (50 m/sn), görsel iletimde ani ve hızlı hareketi ve ışık şiddetindeki değişimle ilgili bilgileri iletir.^[17] Ayrıca sınıflandırma sinaps yaptıkları yer ve işlevlerine göre yapılır. Buna göre en az beş ana retina gangliyon hücresi mevcuttur: P hücreleri parvosellüler (P), M hücreleri magnosellüler (M) yolağı, daha yakın zamanda tanımlanmış küçük bistratifiye gangliyon hücreleri koniyosellüler (K) yolağı oluşturur.^[18] Bu hücreler renk kontrastı ve parlaklık kontrastında görev alır. Ayrıca ışığa duyarlı gangliyon hücreler ve direkt superior kollikusta sinaps yapan sakkadik göz hareketlerine katkıda bulunan gangliyon hücreleri de mevcuttur.

Gangliyon hücre aksonları optik sinir, optik kiyazma, ve optik traktus yoluyla talamusta yer alan lateral genikülat nükleusa (LGN) ulaşır burda sinaps yapar. Hücre yoğunluğunun fazla olması nedeni ile gangliyon hücre ile sinaps 1/1 oranındadır.^[19] Retinotopografik bir organizasyona sahip olup, maküler bölgeden gelen bilgi merkezi kısımda, üst yarı görme alanı lateral boynuzda, inferior görme alanı ise medial boynuzda temsil edilir.^[20] LGN, 6 farklı nöronal tabakadan oluşur. Aynı taraftaki gözden gelen retina gangliyon sinyalleri 2., 3. ve 5. tabakada sinaps yaparken, karşı gözden gelen bilgi, 1., 4. ve 6. tabakada sinaps yapar. Büyük hücreler içeren LGN' un 1. ve 2. tabakası magnosellüler tabakayı oluşturur ve M hücreleri bu tabakada sinaps yapar. Küçük nöronlara sahip olan 3-6. tabakalardan oluşan parvasellüler tabakaya, P gangliyon hücreleri ulaşır. Koniyosellüler hücreler ise LGN' un 6 tabakasının tümüne dağılarak sinaps yapar (Resim 6).

LGN, ön ve arka koroidal arter dolaşımından beslenir. Ön koroidal arter, internal karotis arterden ayrılır ve medial ve lateral boynuzların kanlanması sağlar. Arka koroidal arterler, arka serebral arterlerden dallanır ve LGN' un hilum bölgesinin beslenmesinde rol alır.^[21]

LGN' da sinapsın ardından, optik radyasyon aracılığıyla, iletilen bilgi oksipital lobta, kalkarian sulkusun iki yanında yer alan primer görsel kortekse ulaşır.^[1,5] Buradan alınan bilgi yüksek işlevsel alana, ekstrasriat kortekse hücre aksonları ile iletilir.^[1]



Resim 6 Lateral Genikulat Nukleus' un tabakalarının histopatolojik olarak kesitsel analizi

Yüksek metabolik aktiviteye ihtiyaç duyan gangliyon hücreleri, bu ihtiyaçlarını, sinir gövdesiyle aksonunların sinaptik ucu arasındaki aksonal akımla gerçekleştirmektedir. Sinirin aksonu boyunca, moleküller, hücre organelleri (endositik veziküller, mitokondriler), proteinler, enzimler, nörotransmitterlerin taşınması sağlanır. Bu akım iki farklı yönde gerçekleşir.^[22,23] Birincisi, ortograd ya da antegrad akım olup, hareket yönü, hücre gövdesinden sinapsa doğrudur ve aksonal büyüme ve sinaptik iletimin korunmasında rol alır. Hızlı, orta ve yavaş akım olarak 3 alt tipi bulunur. Hızlı ortograd akımda, iletim hızı 100 ile 500 mm/gün arasında değişmektedir. Esas olarak, hücre membranı yapı taşları, proteinler, nörotransmitterler, hidrolazlar ve suda çözülebilen düşük moleküler ağırlıklı maddelerin taşınmasında rol alır. Orta ortograd akımda, iletim hızı 5 ile 50 mm/ gün arasında değişir. Yavaş ortograd akımda ise bu hız 0.5 ile 3 mm/gündür. Tüm proteinlerin taşınmasının %80' lik kısmını oluşturur. Aksonların hücre yapısını oluşturan, suda çözünebilen proteinlerin, enzimlerin ve mitokondrilerin taşınmasında rol alır. Dolayısıyla enerji açığınının karşılanmasında yavaş ortograd akım ön plana çıkmaktadır.^[22,23]

İkinci akım tipi ise retrograd akım olup, akım yönü sinaptik uçtan hücre gövdesine doğrudur. Akım hızı; 200 mm/gündür. Retrograd akım, metabolik artıkların uzaklaştırılmasında, yaşlanmış organellerin, akson parçalarının, hücre gövdesinde yer alan lizozomal organellere ulaşım metabolize edilmesinde rol alır. Ayrıca kullanılmış nörotransmitterlerin sinaptik uçtan hücre gövdesine doğru taşınmasında da rol alır.^[22,23]

Aksoplazmik akımın engellenmesi, prelaminer bölgede sıvı, protein ve diğer aksoplazmik içeriğin hücre içi birikmesine, iske miye bağlı artan hücre membranı geçirgenliği ile içeriğin hücre dışına çıkmasına neden olur. Bu durum hücre dışı alanda doku basıncının artmasına sebep olur. Bası altında kalan aksonlarda, yavaş ortograd akım etkilenir. İskemi ise hızlı ortograd akımı daha çok etkiler.^[24]

Optik Sinir Histolojisi

Optik sinirin histolojik yapısında, esas olarak, retina gangliyon hücre (RGH)' lerin aksonları, destek görevi gören glial hücreler (astroitler, oligodendrositler ve mikroglia), bağ dokusu ile şekillenen septalar, santral retinal arter ve posterior siliyer arterden oluşan damarlar yer alır. Temelde seyri sırasında histolojik olarak belirgin farklılık olmamakla birlikte, RGH aksonlarını çevreleyen destek doku, kısmen farklılık gösterir.^[1]

Optik sinirin göz içi bölümünde; nöral dokuya sahip olmanın yanı sıra, optik sinir başı ayrıca astroitler, fibroblastlar ve kapiller damar ile ilişkili hücreler gibi nöral doku içermeyen bileşenlere sahiptir. Miyelin göstermeyen bu bölümde, esas hücre astroitlerdir. Glikojen deposu olan bu hücreler, metabolik destek sağlarken, RGC hücre aksonlarının etrafını sarar. Böylelikle, optik sinir lifi aksonlarını birbirinden ayırıp, çevre dokudan korur. Astroitler tarafından oluşturulan internal limitan membranın optik disk üzerindeki kısmı olarak adlandırılan Elschnig zarı, vitreus boşluğunu yüzeysel sinir lifi tabakasından ayırır. Elschnig sınırlayıcı zarı fizyolojik çukurluk hizasında oldukça kalınlaşma gösterir ve bu kısım Kuhnt merkezi menisküsünü oluşturur. Glial doku bu kısımda süreklilik göstererek, santral retinal arter ve ven damarlarının adventisiasını çevreler.^[25,26] Bu sınırlayıcı glial membran zarının esas rolü; optik sinir damarları ile vitreus boşluğu arasında bariyer görevi göerek kan damarlarından vitreus boşluğuna doğru moleküller geçişe engel olmaktadır.^[26,27] Optik diskte, periferde glial doku, elastik membran ve koroid tabakası, merkezinde ise perivasküler bağ dokusu ile temas halindedir. Bağ dokusu ile glial dokuyu birbirinden ayıran temel özellik liflerin çapıdır. Bağ dokusu lifleri, glial dokuya göre daha kalındır.

Prelaminar tabakadan sonra gelen laminar tabaka, optik sinir başının en derin bölgesini oluşturur. Prelaminar ve laminar tabaka arasında belli belirsiz bir geçiş zone'u yer alır. Bu bölge, hem glial hem de bağ dokusunun karışımına sahiptir.

Lamina cribrosa gözenekli bir yapıya sahiptir. Yuvarlak ya da oval şekilli gözeneklerden, sinir lifi demetleri ve santral retinal damarlar geçiş gösterir. Her bir por, 10 ila 100 mikron çapında olup derinlere indikçe, porların çaplarında azalma olur. Yaklaşık 550-600 adet gözenek mevcuttur. Lamina cribrosa kompakt bir yapıya sahip olup glial katmanlar halindedir. Bu katmanlar, yoğun konnektif bir dokuya sahip olup, elastin, fibronektin, laminin, heparan sülfat, proteoglikan ve kolajen tip I, III, IV ve VI içerir.^[28-31] Kolajen ve elastin lifler, optik sinir lifleri üzerindeki gerilimin azalmasında rol alır. Proteoglikanlar, dokuların biyomekanik özelliklerinde rol alır. Molekül ağırlıklarına göre kapladıkları hacim ile ilişkili olarak basınç altında büzülüp daha sonra genişleyebilme özelliğine sahiptir. Bu durum özellikle optik sinir başından arkaya doğru uzanan hidrostatik basınçın azaltılmasında rol alır.^[32,33]

Retrolaminar bölgede, optik sinir, 3 tip glial hücre tarafından desteklenir. Oligodendrositler, optik sinirin etrafını sararak miyelin kılıfının oluşmasını sağlarlar. Astroitler aksonların etrafını sararak fasiküllerin oluşmasını ve kan damarları ile bağ dokusunu, ayrıca optik sinir aksonları ile pia mater tabakasını birbirinden ayırır. Daha az oranda yer alan mikroglial hücreler ise metabolik destekte rol alır.^[1]

Özellikle son otuz yılda optik sinir başı (OSB), peripapiller retina sinir lifi kalınlığı (p-RSLT), vasküler ağ gibi yapısal parametreleri değerlendirmede objektif görüntüleme yön temleri geliştirilmiştir. Optik koherens tomografi (OKT), düşük koherens interferometri prensibine göre çalışan ve retinadan yüksek çözünürlükte kesitsel görüntüler alınmasını sağlayarak RSLT kalınlığı ve OSB morfolojisini kantitatif olarak değerlendirmektedir.^[34] Peripapiller RSLT kalınlığı, kullanıcı ya da referans düzlemi ihtiyacı olmaksızın otomatik bilgisayar algoritması ile belirlenmektedir. Ölçümler RSLT 'nın optik disk çevresindeki konumuna göre bir kalınlık haritası; 12 saat kadranı, 4 kadran ve ortalama RSLT kalınlığını verecek şekilde bir grafik halinde sunulmaktadır.^[35] Ayrıca, OKT-anjiyografi, invaziv bir yöntem olmayıp, floresein ihtiyacı duyulmadan; damar içindeki eritrositlerin hareket kontrastından kan akışını tespit ederek, maküler, koroidal, peripapiller mikrovasküler yapıları hem niteliksel hem de niceliksel olarak değerlendirilmesine imkan sunmaktadır.^[36] Günümüzde, glokom patogeneğinde, optik sinir başının yetersiz kanlanması ile RGH ölümünün ve bu nedenle RSLT incelmesinin üzerinde durmaktadır.^[37] Dolayısıyla, cihazlarla alınan ölçümler glokomatöz, iskemik

ve inflamatuvar optik sinir hastalıklarının tanı ve tedavi takibinde yol gösterici olmaktadır.

Sonuç

Optik sinir MSS bir parçası olarak görsel yolalığın başlangıcı-nı oluşturur. Nörosensöriyel retina ile oksipital korteks arasındaki görsel bilgiyi taşıyan farklı bölgelerde farklı histolojik özellik gösteren ikinci kranial sinir çiftidir.

Kaynaklar

- Salazar JJ, Ramírez AI, Hoz RD, Salobrar EG, Rojas P, Fernández-Albarral JA, et al. Anatomy of the Human Optic Nerve: Structure and Function. Chapter 2, 2018. Page 12-56. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.79827>
- Llorca FO, editor. Anatomía Humana. Tomo II. Editorial Científico-Médica Barcelona; 1972.
- Trattler WB, Kaiser PK, Friedman NJ. Review of ophthalmology E-book: Expert consult Online and print. Elsevier Health Sciences. 2012.
- Forrester JV, Dick AD, McMenamin PG, Roberts F, Pearlman E. The Eye: Basic Sciences in Practice. 4th ed. London: WB Saunders Ltd.; 2015. 568 p
- Güven D. Retina ve Optik sinirin Anatomisi ve Fizyolojisi. Türkiye Klinikleri J Ophthalmol-Special Topics. 2009;2(3):6-12.
- American Academy of Ophthalmology, Basic and Clinical Science Course, Section 5, Chapter 1, LEO, Neuro-ophthalmologic anatomy. Neuro-ophthalmology; 2005. p.5-28.
- American Academy of Ophthalmology, Basic and Clinical Science Course, LEO, Section 2, Fundamentals and Principles of Ophthalmology; 2005. p.76-83.
- Harris A, Bingham D, Ciulla TA, Martin B. Retinal and choroidal blood flow in health and disease. Section 1, Part 5, Vol 1 Hin ton DR. Basic Science and Inherited Retinal Disease, In: Ryan SJ. Retina 4th ed, China, Elsevier Mosby; 2006. p.83-102.
- Rhoton LA. The Orbit. Neurosurgery. 2002; 51 (Suppl 4): 303-334. <https://doi.org/10.1097/00006123-200210001-00008>
- Sadun AA, Glaser JS. Anatomy of visual sensory system. In: Duane's Ophthalmology 2002 CD-ROM Edition.
- Jonas JB, Gusek GC, Naumann GO. Optic disc, cup and neuroretinal rim size, configuration and correlations in normal eyes. Invest Ophthalmol Vis Sci 1988; 29 (7): 1151-1158.
- Ozan H. Görme yolları. In: Ozan Anatomi. ED: Ozan H. Nobel Tıp Kitapevleri, İstanbul, 2004; s:407-411.
- Quigley HA, Brown AE, Morrison JD, Drance SM. The size and shape of the optic disc in normal human eyes. Arch Ophthalmol. 1990;108(1):51-7.
- Harrington DO, Drake MV. Anatomy of the visual pathway. In: The visual fields of the visual pathway. Mosby COMP. St. Louis, MI, 1990; p: 71-83.
- Hoyt WF, Luis O. Visual fiber anatomy in the infrageniculate pathway of the primate. Arch Ophthalmol. 1962; 68:94-106.
- Hoyt WF, Luis O. The primate chiasm. Details of visual fiber organization studied by silver impregnation techniques. Arch Ophthalmol. 1963; 70: 69-85.
- Akar S, Akyol S. Retina Embriyogenezi-Fizyolojisi. O'dwyer Aydın P, Akova Aydın Y. Temel Göz Hastalıkları, 3. Baskı, Ostim, Ankara, Güneş Kitapevi, 2015; 633-655.
- Hendry SH, Yoshioka T. A neurochemically distinct third channel in the macaque dorsal lateral geniculate nucleus. Science. 1994; 264 (5158): 575-577.
- Spear PD, Kim CB, Ahmad A, B W Tom. Relationship between numbers of retinal ganglion cells and lateral geniculate neurons in the rhesus monkey. Vis Neurosci. 1996; 13(1): 199-203.
- Kupfer C. The projections of the macula in the lateral geniculate nucleus of man. Am J Ophthalmol. 1962; 54: 597-609.
- Prasad S, Galetta SL. Anatomy and physiology of the afferent visual system. C. Kennard and R.J. Leigh, Handbook of Clinical Neurology, Vol. 102 (3rd series) Neuro-ophthalmology, Elsevier B.V. 2011; 1-19.
- López-García C, Nácher J. Las células del tejido nervioso: Neuronas y células gliales. In: Manual de Neurociencia. Madrid: Editorial Síntesis; 1998. pp. 59-93.
- Bunt A, Minckler D. Optic Nerve Axonal Transport: Basic Aspects. Biomedical Foundations of Ophthalmology. Philadelphia: Harper & Row; 1982. pp. 1-11.
- Morgan JE. Circulation and axonal transport in the optic nerve. Eye (Lond). 2004; 18(11):1089-1095.
- Triviño A, Ramírez JM, Salazar JJ, Ramírez AI, García-Sánchez J. Immunohistochemical study of human optic nerve head astroglia. Vision Res. 1996; 36 (14): 2015-2028.
- Triviño A, Ramírez JM, Salazar JJ, Ramírez AI. Astroglial architecture of the human optic nerve: Functional role of astrocytes. In: Castellano B, Gonzalez B, Nieto-Sampedro M, editors. Understanding Glial Cells. Boston: Kluwer Academic Publishers; 1998. pp. 63-77.
- Triviño A, Ramírez J. Anatomofisiología de la coroides. In: Gómez-Ulla F, Marín M, Ramírez JM, Triviño A, editors. La circulación corioidea. Barcelona: Edika-Med SA; 1989. pp. 7-29.
- Elkington AR, Inman CB, Steart PV, Weller RO. The structure of the lamina cribrosa of the human eye: An immunocytochemical and electron microscopical study. Eye. 1990; 4 (Pt 1):42-57.
- Hernandez MR, Wang N, Hanley NM, Neufeld AH. Localization of collagen types I and IV mRNAs in human optic nerve head by in situ hybridization. Investigative Ophthalmology & Visual Science. 1991;32 (8): 2169-2177.
- Sawaguchi S, Yue B, Fukuchi T, Iwata K, Kaiya T. Sulfated proteoglycans in the human lamina cribrosa. Investigative Ophthalmology & Visual Science. 1992;33 (8) :2388-2398.
- Thale A, Tillmann B. The collagen architecture of the sclera--SEM and immunohistochemical studies. Annals of Anatomy. 1993;175(3) :215-220.
- Hernandez MR. The optic nerve head in glaucoma: Role of astrocytes in tissue remodelling. Progress in Retinal and Eye Research. 2000;19(3): 297-321.
- Morgan JE. Optic nerve head structure in glaucoma: Astrocytes as mediators of axonal damage. Eye. 2000;14(Pt 3B):437-444.
- Solmaz N, Yaya O, Önder F. Oküler Hipertansiyon ve Erken Evre Glukomda SpektralDomain Optik Koherens Tomografi Copernicus ile Optik Sinir Başı ve Retinal Sinir Lifli Analizi. TJO. 2014; 44(1): 35-41.
- Aydın AD, Bilge AH. Optik koherens tomografinin glukomda yeri. Glukom-katarakt. 2007; 2(2): 77-82.
- de Carlo TE, Romano A, Waheed NK, Duker JS. A review of optical coherence tomography angiography (OCTA). Int J Retin Vit. 2015;1:5.
- Van Melkebeke L, Barbosa-Breda J, Huygens M, Stalmans I. Ophthalmic Res. Optical Coherence Tomography Angiography in Glaucoma: A Review. 2018;60(3):139-151.



Doç. Dr. Pinar NALÇACIOĞLU

1979 Trabzon doğumluyum. İlkokul, ortaokul ve lise eğitimimi Trabzon' da ve tıp eğitimimi ise Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde 2002 yılında tamamladım. 2004-2009 yılları arasında Ankara Ulucanlar Göz Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde göz hastalıkları ihtisasımı yaptım. 2014 yılından beri Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi'nde öğretim üyesi olarak görev yapmaktayım. 2015 yılında European Board Oftalmoloji sertifikasını aldım. Hem yurt içi hem yurt dışında Nöro-ofthalmoloji (Hacettepe Üniversitesi Nöropskiatri Enstitüsü, Harvard Üniversitesi Tıp Fakültesi, Casey Göz Hastanesi, Portland, ABD) ve Üvea hastalıkları (Casey Göz Hastanesi, Portland, ABD) konusunda eğitim aldım. 2017 yılından beri aynı üniversitede Doçent olarak nöro-ofthalmoloji ve üvea hastalıkları biriminde görev yapmaktayım.