

Retinotopik Organizasyon

Rezzan Gürün¹, Tania Marur²

ÖZET

Görme alanı retinada direkt nokta-nokta ilişkisiyle temsil edilir. Retinadan görme korteksine kadar olan görme yollarında belirli bir düzen vardır. Retino-genikulo-kalkarin yolu oluşturan aksonlar retina topografisine uyumlu bir düzen içinde seyrederler ve noktasi-noktasına organizasyonda oksipital kortekste sonlanırlar. Böylelikle retinal topografi ile striat korteks topografisi arasında noktasi-noktasına bir uyum söz konusudur. Retina üzerindeki her bir nokta oksipital kortekste belirli bir alanı yansıtır.

Anahtar Kelimeler: Retina, görme alanı, retinotopik organizasyon

SUMMARY

RETINOTOPIC ORGANIZATION

Visual field is represented on the retina in a direct point-to-point relationship. The visual pathways extending from the retina to the visual cortex show a specific organization. The axons forming the retino-geniculo-calcarine pathway extend harmoniously with the retinal topography and terminate in a point-to-point organization on the occipital cortex. Thus, there is a point-to-point relationship between the retinal topography and striate cortex. Each point on the retina is projected on a specific area on the occipital cortex.

Keywords: Retina, vision field, retinotopic organisation.

GİRİŞ

Göze gelen ışık uyarısı retinada bulunan fotoreseptör hücrelerinde (koni ve basil hücreleri) gelişen fotokimyasal reaksiyonlar sonucu sinir uyarısına dönüşür. Bu sinir uyarısı 3 nörondan oluşan görme yolunu (retino-genikulo-kalkarin yol) takip ederek görme korteksine ulaşır. Yani görme yolu retinada başlar ve n.opticus, chiasma opticum, tractus opticus, corpus geniculatum laterale (CGL), radiatio optica'yı izleyerek lobus occipitalis'teki primer görme merkezine uzanır. Retina ile görme korteksi arasında uzanan bu yolun 1. ve 2. nöronu retinada, 3. nöron ise CGL'dedir. İlk nöronu oluşturan bipolar hücreler dış pleksiform tabakada reseptör hücreleriyle, iç pleksiform tabakada

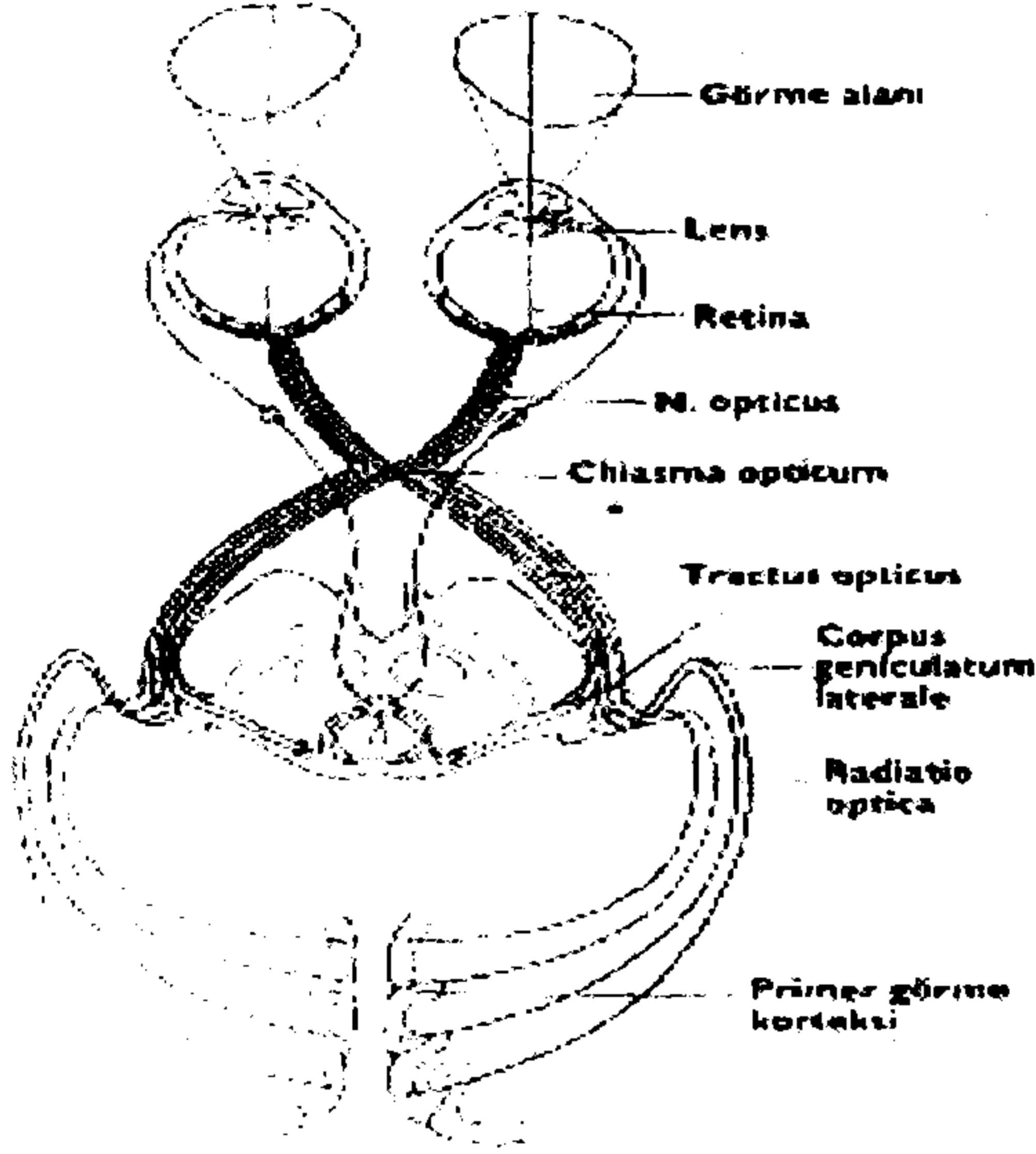
gangliyon hücreleriyle (2. nöron) bağlantı kurarlar. Gangliyon hücrelerinin aksonları da retinada sinir lifleri tabakasını meydana getirirler. Tüm retinadan gelen bu sinir lifleri optik diskte bir araya gelerek n.opticus'u oluştururlar. Canalis opticus yoluyla orbitadan cavitas cranii'ye ulaşan her iki n.opticus burada chiasma opticum'un ön-dışyan köşelerinde birleşirler. Chiasma opticum'dan geçen gangliyon hücre aksonları (her iki nazal retinaya ait lifler burada çaprazlaşır) chiasma opticum'un arka-dışyan köşelerinden geriye doğru uza-nan tractus opticus'lara ulaşırlar. Tractus opticus'taki liflerin %70-80'i retino-ge-ni-kulo-kalkarin yola aittir ve bunlar thala-mus'un arka kısmında, CGL'de sinaps yaparlar. CGL'deki hücreler görme yolunun

¹ Prof. Dr. İ.Ü.Cerrahpaşa Tıp Fak. Anatomi Anabilim Dalı.

² Uzm. Dr. İ.Ü.Cerrahpaşa Tıp Fak. Anatomi Anabilim Dalı.

3.nöronudurlar. Bunların aksonları da radiatio optica'yı oluşturarak primer görme korteksine uzanırlar (Şekil-1).

Özetle söylemek gerekirse optik sinirde yalnız o tarafın gözünden gelen lifler bulunur. Chiasma opticum her iki göze ait tüm lifleri içerir. Tractus opticus ve radiatio optica'da ise o taraftaki gözün çaprazlaş-mayan (temporal retinaya ait) lifleri ile



Şekil 1:Görme yolları.Çizgiler retinadan oksipital kortekse uzanan ve görme alanının sol yarısından afferent görme impulslarını ve pupiller impulsları taşıyan sinir liflerini ifade etmektedir (de Groot:Correlative Neuro-antomy)

karşı taraftaki gözün chiasma opticum'da çapraz yapan (nazal retinaya ait) lifleri yer alır.Yani chiasma opticum'dan görme korteksine uzanan görme yolu lifleri her iki gözdeki retinanın ipsilateral yarılarını temsil eder. Böylece her bir görme korteksi her iki gözden de uyarı alır ve her bir retinanın sağ yarımı sağ oksipital loba, sol yarım lar ise sol oksipital loba ulaşır (1-12).

Retinadan oksipital kortekse kadar uzanan görme yollarında belirli bir düzen vardır. Retinanın her bir alanından çıkan lifler bu sistemin farklı kısımlarında belirli pozisyonlar alırlar. Görme yollarının organizasyonunu iki esas prensip belirler. Bu prensiplerden ilki retinotopik projek-siyondur. Görme alanı retina üzerinde direkt nokta-nokta ilişkisiyle temsil edilir ve retina, CGL, area striata arasında uzanan liflerde de nokta-nokta bağlantısı bulunur. Böylelikle retina üzerindeki her bir nokta görme korteksinde özel bir alana yansır. Görme

yollarındaki organizasyonu belirleyen ikinci prensip chiasma opticum'daki yarım çaprazlaşmadır. Bu sayede her bir beyin yarıküresi zıt taraftaki görme alanı ile ilgili olur.

Gözün optik sistemi nedeni ile üst görme alanı alt retinaya, alt görme alanı ise üst retinaya yansımaktadır. Aynı şekilde nazal alan temporal retina üstüne, temporal alan da nazal retina üstüne yansır. Genel olarak bu ters sistem n.opticus, chiasma opticum, radiatio optica ve görme korteksini içeren tüm görme yolu boyunca (tractus opticus'un CGL'ye yakın bölümü ve CGL hariç) yer alır. Örneğin üst retina yarımı tarafından iletilen alt görme alanı tüm görme yolu boyunca üstteki aksonlar tarafından iletilir (CGL'de üst retina yarımından gelen lifler 90 derece içyana dönerler) (1,2,4, 5,12,13).

Retinadaki gangliyon hücreleri morfo-lojik olarak üç gruba ayrılırlar. En geniş grup (%80) küçük gövdeli, cüce hücreler olarak tanımlanan hücrelerdir. Bunların projeksiyonu CGL'nin dorsal tabakalarında yani parvosellüler tabakalarda (3.'den 6.'ya kadar olan tabakalar) yer alır. Primatlarda bu hücreler P-β veya B hücreleri (kedilerde X hücreleri) olarak adlandırılırlar. Diğer bir küçük gövdeli grup, gangliyon hücrelerinin %10'unu teşkil eden ve projeksiyonu colliculus superior'da, kollateral bir projeksiyon ile CGL'de yer alan gruptur. Bunlar primatlarda P-γ, C veya W hücreleri olarak adlandırılırlar.Üçüncü grup, P-α, M veya A (kedilerde Y hücreleri) hücreleri olarak tanımlanan büyük gövdeli hücrelerdir. Gangliyon hücrelerinin %10'unu teşkil eden bu hücrelerin projeksiyonu CGL'nin magnosellüler tabakalarında (1. ve 2. tabaka) yer alır. Bazılarının projeksiyonu colliculus superior'a da uzanır (4,5,13).

Retinadaki gangliyon hücrelerine ait olan aksonlar değişik bölgelere uzanırlar. Esas olarak üç ana gangliyon hücre çıkışı söz konusudur:

- CGL'ye gidenler (retino-genikulo-kalkarin yol)
- Pretektuma gidenler (retino-pretektal yol)
- Colliculus superior'a gidenler ve aksesuar optik yollar.

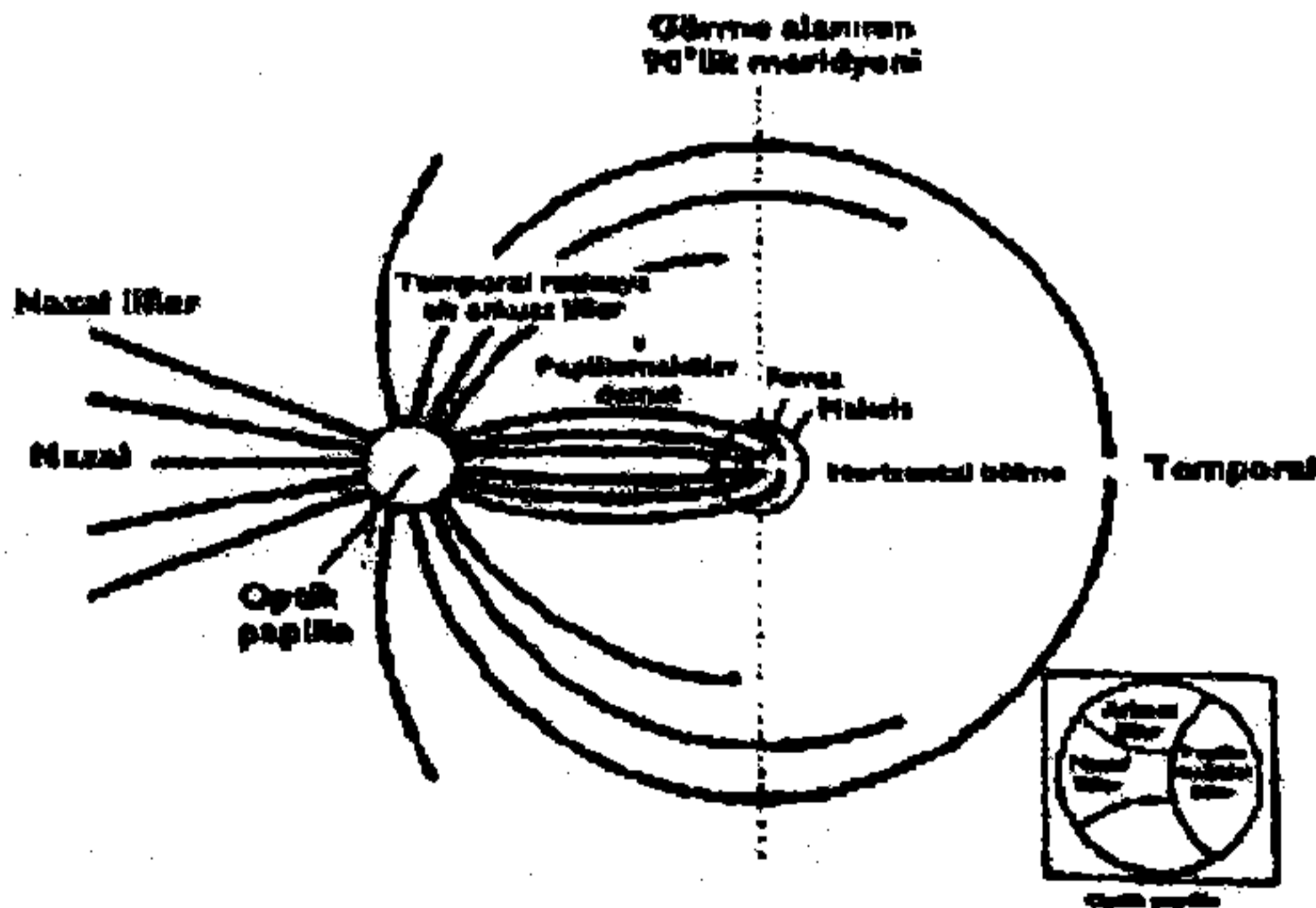
Bunlara ilaveten, retinotopik organizasyon gösteren fakat fonksiyonel açıdan farklı olan ve retinadan görme korteksine kadar bağımsız yollar oluşturan subkortikal yollar ile supraoptik veya suprakiazmatik nukleuslara giden retino-hipotalamik yollar da bulunur (3,4,9,13-16).

Retinadaki sinir liflerinin optik diske doğru seyirleri gangliyon hücrelerinin buldukları yere göre farklılıklar gösterir. Makuladan gelen lifler düz bir seyir göstererek direkt olarak optik diskin temporaline ulaşırlar (makulo-papiller demet).

Böylece makulaya ait sinir lifleri optik diskin temporalinde yer alırlar. Retinanın temporal yarısından gelen sinir lifleri makulo-papiller demetin etrafında kavis çizerek üst ve alt kutuplarından optik diske girerler (arkuat lifler). Nazal retina-dan gelenler ise ışınal bir seyirle optik diskin nazal sınırına ulaşırlar (1-5,8,9,11,13) (Şekil-2).

Görme yolunun ön bölümündeki görme liflerinin retinotopik projeksiyonu araştırmacılar tarafından incelenmiş ve detaylı bir şekilde haritalanmıştır. Bu araştırmalarda retinal fotokoagulasyon ve aksonal dejenerasyon boyama teknikleri kullanılmıştır (4,5,10,17).

Yapılan çalışmalar retinadaki sinir lifleri tabakasının iyi organize olduğunu göstermektedir. Ogden tarafından maymun-lar (Macaque) üzerinde yapılan bir çalışmada retinal sinir liflerine ait retinotopik bir organizasyon gösterilmiştir. Bu çalışmada periferik orijinli uzun (3mm'den fazla) liflerin vitreal yüzeye, peripapiller kısa (1mm'den az) liflerin ise skleral yüzeye yakın yerleşimli oldukları ileri sürülmektedir (5,18). Ancak Ogden tarafından yapılan başka bir araştırmada (Owl maymunlarında) sinir liflerinin coğrafi demetleri içindeki vertikal ve horizontal retinotopi incelenmiş ve horizontal retinotopik organizasyonun nazal sinir liflerine ait demetler içinde, vertikal retinotopik organizasyonun ise temporal retinal demetler içinde iyi gelişmiş olduğu gösterilmiştir. Ek olarak, sinir lifleri tabakasındaki temporal aksonların retina içindeki seyirleri sırasında arkuat liflerle karıştıkları da bildirilmektedir. Bu nedenle sinir liflerinin retinotopik düzene uyacak şekildeki ayırımlarının optik diskte veya daha arkada, optik sinirde gerçekleşmesi mümkün olmaktadır (4,5,19).



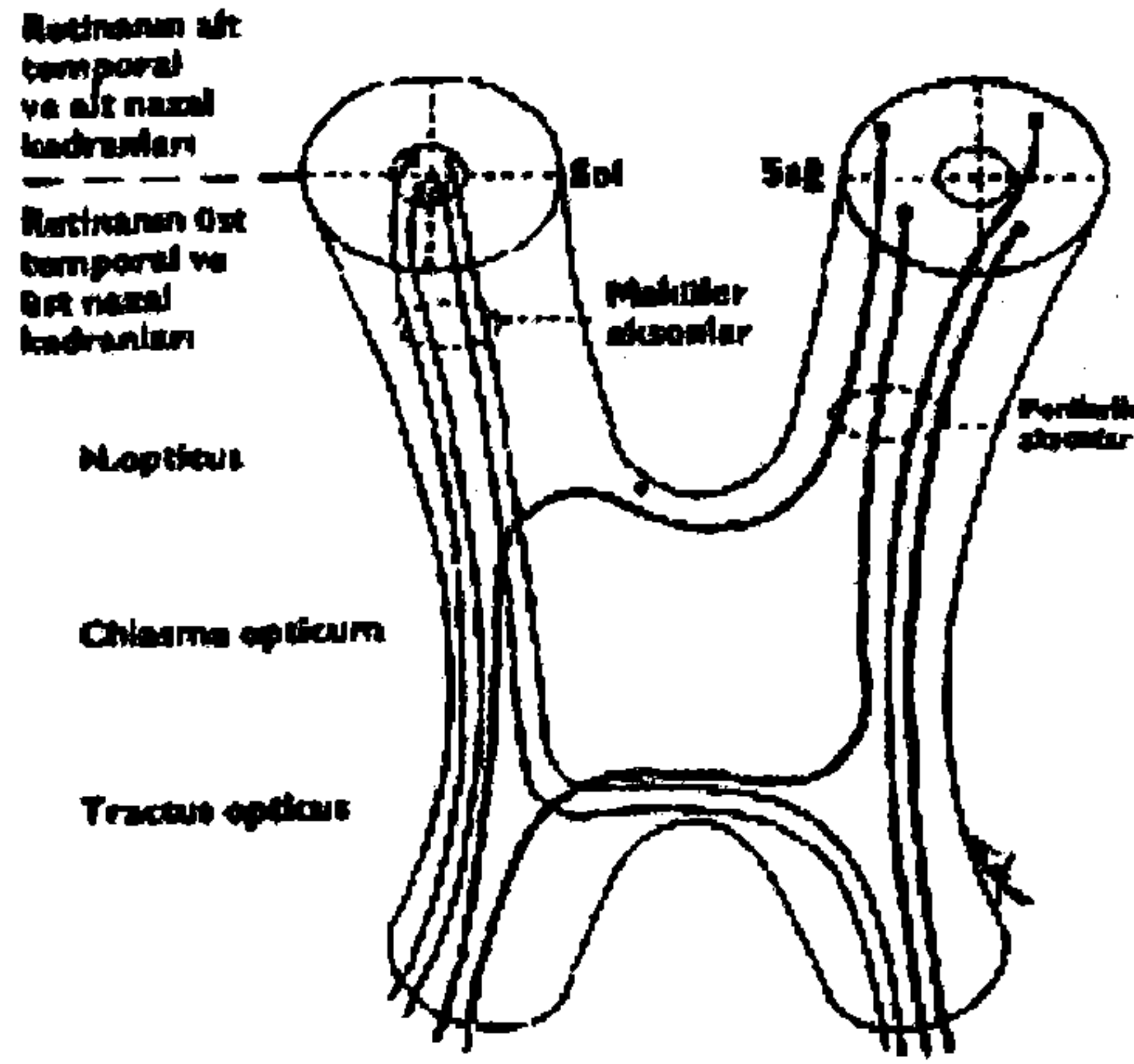
Şekil 2: Retinadaki sinir liflerinin organizasyonu (sol göz). (Newman NM: Neuro-ophthalmology. A practical text).

Gangliyon hücre aksonları lamina cribrosa'yı geçtikten sonra miyelinli hale gelirler. Bu sinir liflerinin n.opticus'taki sayıları yaklaşık 1.1-1.3 milyon kadardır. Bunların % 90'ı küçük çaplıdır (1µm). Geri kalanların çapları ise 2-10µm arasında değişir. Küçük aksonlar konilerle ilişkisi olan, Polyak tarafından cüce gangliyon hücreleri olarak tanımlanan hücrelerden kaynaklanırlar ve maküler görüşe hizmet ederler. Geniş çaplı uzun aksonlar ise periferik retinadaki basillerle ilişkisi olan gangliyon hücrelerine aittirler, periferik görmeye hizmet ederler (3-5,13).

Sinir liflerinin optik sinir içindeki yerleşimleri retinadaki orijinlerine bağlıdır. Optik sinirin distalinde, nazal retinaya ait lifler en mediyalde yer alırlar. Bunların lateralinde temporal retinaya ait sinir lifleri bulunur. Maküler lifler de optik sinirin en lateralindedirler. Optik sinirin proksimal parçasında ise maküler lifler içyana doğru yönelerek sinirin merkezine yerleşirler. Nazal retinal lifler mediyalde kalırlar, temporal lifler de lateral pozisyonlarını alırlar. Böylece optik sinirin proksimal kısmında küçük çaplı maküler lifler sinirin merkezinde, geniş çaplı ekstramaküler retinal aksonlar sinirin periferisinde yer alırlar. Ancak maküler lifler ile ekstra-maküler lifler arasında kesin bir ayırım sınırı yoktur. Retinanın üst yarımına ait lifler optik sinir içinde üstte, alt yarıma ait retinal lifler de altta seyrederek (1-4,12,13).

Retinanın farklı bölümlerine ait lifler chiasma opticum'da değişik yollardan geçerler. Her bir retinanın nazal yarısına ait sinir lifleri (makula dahil) chiasma opticum'da çapraz yaparlar, karşı tarafın çapraz yapmayan lifleriyle birleşerek tractus opticus'u oluştururlar. Optik sinir liflerinin yaklaşık % 53'ü bu çapraza katılırlar. Üst nazal, alt nazal, üst temporal, alt temporal retinaya ait lifler ile makulanın nazal ve temporal yarısına ait liflerin chiasma opticum'daki seyirleri farklıdır. Alt nazal retinadan gelen ekstramaküler lifler chiasma opticum'un ön kısmında çaprazlaşırlar. Çapraz yapan bu lifler karşı taraftaki n.opticus'ta birkaç mm ilerlerler ve sonra dik bir açı yapacak bir seyirle karşı tarafın tractus opticus'una yönelirler. Yani alt nazal lifler tractus opticus'a ulaşmadan önce karşı taraftaki n.opticus'ta bir dirsek yaparlar (Wilbrand'ın ön dizi). Üst nazalden gelen ekstramaküler lifler chiasma opticum'un arka kısmında çaprazlaşarak karşı taraftaki tractus opticus'a ulaşırlar. Retinanın temporal yarısına ait ekstramaküler lifler chiasma opticum'dan çapraz yapmadan geçerler. Ancak alt temporalden gelenlerin hiç sapma yapmadan geçmelerine karşılık üst temporal kadrandan gelenler chiasma opticum'un orta seviyesine kadar varan bir

kavis yaparlar. Maküler projeksiyonlar chiasma opticum içinde santral yerleşimlidirler. Makulanın temporal yarısına ait lifler çaprazlaşmamış bir lif demeti halinde düz bir yol izlerler. Makulanın nazal yarısına ait lifler ise chiasma opticum'un arka kısmında çaprazlaşırlar (Şekil-3). Alt homonim lifler chiasma opticum'da, üst homonim lifler daha ileride, tractus opticus'ta birbirlerine yaklaşırlar (1-5,8-13).



Şekil 3:Optik aksonların chiasma opticum' daki özelliklerinin yukarıdan görünüşü. Solda maküler projeksiyonlar,sağda ise periferik projeksiyonlar gösterilmektedir (De Meyer W:Neuroanatomy)

Yukarıda söz edildiği gibi retinadan gelen liflerin çoğunluğu tractus opticus'u oluşturmak üzere chiasma opticum'u terketmektedirler. Bunun yanında chiasma opticum'un dorsal yüzünden çıkan ve suprakiazmatik veya supraoptik çekirdek-lerde sonlanmak üzere direkt olarak hypothalamus'a giden birkaç sinir lifinin varlığı da gösterilmiştir. Bu liflerin, nöroendokrin sirkadyan ritmin gece/gündüz durumlarının nöroanatomik temelini oluşturabileceği ileri sürülmektedir (3,4,15, 16).

Her bir tractus opticus aynı tarafın temporal retinal sinir lifleri ile karşı tarafın nazal retinal sinir liflerini taşır. Chiasma opticum'dan görme korteksine kadar uzanan görme yolunun bu arka bölümünde hem çaprazlaşan hem de çaprazlaşmayan sinir lifleri bulunur. Böylece sağ tractus opticus sağ retina yarılarının, sol tractus opticus ise sol retina yarılarının liflerini içerir. Dolayısıyla chiasma opticum'un gerisindeki görme yollarının sağ tarafıyla görme alanının solu, sol tarafıyla da görme alanının sağı görülür (1-4,7,8,10-12).

Tractus opticus'un ön ve arka kısmındaki görme yolu düzeni farklılıklar gösterir. Ön bölümde aynı tarafın temporal, karşı tarafın nazal retinalarına ait lifler birbirlerine yalnızca bitişiktirler, ayrı demetler halinde bulunurlar. Tractus opticus'un arka bölümünde ise her iki retinanın fonksiyonel açıdan uyumlu (korrespondan) alanlarından gelen lifleri yanyana seyrederek. Örneğin, bir tarafın üst nazal retinasından gelen lifleri diğer tarafın çapraz yapmayan üst temporal lifleriyle birlikte seyrederek. Aynı şekilde alt nazal retina lifleri karşı tarafın çapraz yapmayan alt temporal lifleriyle bir araya gelirler. Tractus opticus'un arkaya doğru seyri sırasında içe doğru 90 derecelik bir bükülme gözlenir. Böylece retinanın üst kadrantlara (üst nazal ve üst temporal) ait lifleri mediyalde, alt kadrantlara (alt nazal ve alt temporal) ait lifleri lateralde uzanırlar. Maküler lifler ise merkezi bir yerleşim gösterirler. Ancak CGL'ye yaklaştıkça makulaya ait liflerin dorso-laterale doğru yer değiştirdikleri gözlenir (1-3, 11-13).

Tractus opticus'taki liflerin çoğunluğu (% 70-80) aynı taraftaki CGL'de sonlanırlar. Bunun yanında tractus opticus'un başlangıç kısmından ayrılan ve hypothalamus'un aynı taraftaki paraventriküler çekirdeğinde sonlanmak üzere yukarı doğru çıkan küçük bir lif demeti de söz konusudur. Paraventriküler çekirdekler diümal ritimlerin kontrolunda rol oynarlar (1,3,4,15). Daha geride başka bir akson demeti de tractus opticus'tan ayrılır ve brachium colliculi superioris yoluyla nucleus pretectalis'te sonlanır. Bu lifler pupillomotor refleksin afferent yolunu oluştururlar (1-5,7-9,13).

İnsanda, CGL'de münavebeli olarak gri ve beyaz renkte olan 6 nöron tabakası bulunur. Bu görünüm CGL'nin ortasından yapılan frontal kesitlerde en iyi şekilde gözlenir. Diğer düzlemlerde ve çekirdeğin uç kısımlarından yapılan kesitlerde daha az sayıda tabakanın varlığı görülür. Bu tabakalar aşağıdan yukarıya doğru, yerleşimlerine göre 1'den 6'ya kadar numaralandırılmışlardır. Retinadaki P- β (B veya X) gangliyon hücrelerinin aksonlarını alan 4 dorsal tabaka parvosellüler tabaka, retinadaki P- α (A veya Y) gangliyon hücrelerinden akson alan 2 ventral tabaka ise magnosellüler tabaka olarak adlandırılır (3-5,11,13).

Retinal gangliyon hücre aksonlarının düzeni CGL'ye yaklaştıkça önemli oranda kompleks hale gelir. Ancak CGL'de de sinir liflerinde retinal topografi söz konusudur. Tractus opticus, CGL'ye girerken içe doğru 90 derecelik bir rotasyon gösterir. Sinir liflerinin CGL içindeki sonlanma şekillerinde de buna bağlı bir düzen gözlenir. Yani üst retina

kadranlarına ait lifler CGL içinde mediyale, alt kadranlara ait olanlar ise laterale uzanırlar. Periferik retinaya ait lifler en ön ve ventral bölüme, maküler lifler ise çekirdeğin merkezine ve arka kısmına ulaşırlar. Sinir liflerinin CGL'yi terkettikleri hizada ise dışa doğru 90 derecelik bir rotasyon oluşur. Böylece üst retina yarımına ait lifler radiatio optica'da üstte, alt retina yarımına ait lifler de altta yer alırlar (1,3,4,8,12,13).

Tractus opticus'taki çapraz yapan ve çapraz yapmayan liflerin CGL'deki sinaps yerleri farklıdır. Nazal retinaya ait çapraz yapan lifler 1., 4. ve 6. tabakalarda, temporal retinaya ait çapraz yapmayan lifler ise 2., 3. ve 5. tabakalarda sinaps yapmaktadırlar. Başka bir deyişle CGL'nin 1., 4. ve 6. tabakaları karşı tarafın, 2.,3. ve 5. tabakaları aynı tarafın optik sinirinden gelen aksonları almaktadırlar. Böylece her bir tabakaya sadece bir gözden uyarı gelmektedir. Ancak iki retinanın aynı yeri gören homolog (korrespondan) alanlarına ait lifler bitişik tabakaların komşu kısımlarındaki nöronlarla sinaps yapmak-tadırlar (1,3,5,8,11,13).

Her bir gangliyon hücre aksonu CGL'deki tabakasına girerken 5 veya 6 terminal dala ayrılır. Her bir dal sadece bir genikulat nöronla sinaps yapar. Ancak bir genikulat nöron birden fazla retinal lifle bağlantı kurar. Hem bir tabakadaki genikulat nöronları ve hem de farklı tabakalardaki nöronları birbirine bağlayan birleştirici nöronların varlığı gösterilmiştir. CGL'deki bir nöron her iki gözden afferentler almamasına rağmen bu birleştirici nöronlar sayesinde bilateral afferentler arasında bağlantı sağlanabilmektedir (1).

Görme yolunun son nöronunu oluşturan CGL'deki hücreler radiatio optica (tractus geniculocalcarinus) yoluyla lobus occipitalis'teki primer görme merkezine bağlanırlar. Yani radiatio optica, CGL'deki nöronların aksonlarından oluşur. Aksonlar bu genikulokalkarin yol boyunca retinal topografilerini korurlar. Retinanın üst yarımına ait olan lifler üst radyasyonlarda, alt yarımına ait olanlar alt radyasyonlarda yer alırlar. Merkezi kısım maküler lifleri içerir. Retinanın homolog noktalarından gelen lifler radiatio optica içinde birlikte seyrederek.

Radiatio optica'nın ön bölümünde üst ve alt radyasyonlar iki ayrı demet halindedirler. Bu radyasyonların seyirleri bazı farklılıklar gösterir. CGL'nin mediyal kısmına ait olan ve üst retinaı temsil eden lifler direkt ve ışınsal bir seyirle sulcus calcarinus'un üst dudağına ulaşırlar. CGL'nin lateral kısmındaki hücrelere ait olan ve alt retinaı temsil eden lifler ise önce ventriculus lateralis'in cornu posterior'unun tavanına yakın olarak öne ve dışyana doğru giderler, cornu inferior'un ön ucu

etrafında dolaşarak bir lup (Meyer lupu) oluştururlar. Bu lup lobus temporalis'in ön kutbunun yaklaşık 4mm kaudalinde yer alır. Lifler daha sonra arkaya doğru yönelerek sulcus calcarinus'un alt dudağına uzanırlar. Geriye doğru uzanan üst ve alt radyasyonlar parietal lobun derinliklerinde ventriculus lateralis'in cornu posterior'unun dışyanında yer alırlar. Görme korteksine ulaşmak üzere içyana ve geriye doğru yöneldiklerinde üst radyasyonlar cornu posterior'un üstünden, alt radyasyonlar da altından geçerler (1-6,8,9,11,13).

Primer görme korteksi (Brodmann'ın 17. alanı, striat korteks, kalkarin korteks, V1) esas olarak lobus occipitalis'in içyan yüzeyinde yer alan sulcus calcarinus'un üst ve alt dudağında yerleşmiştir. Bu lobun arka yüzeyi üstünde de laterale doğru 1,5-2cm kadar ilerler.

Striat korteksin total yüzey alanı insandan insana değişir. Bu korteks önde hemen hemen corpus callosum'un splenium'una kadar ulaşır. Alt kalkarin dudaktaki striat korteks üst dudaktakine nazaran öne doğru 1-2cm daha fazla uzanır. Ancak sulcus calcarinus'un üst dudağında daha fazla striat korteks yer alır. Primer görme korteksinin yaklaşık 1/3'i lobus occipitalis'in yüzeyinde yer alır, geri kalan büyük çoğunluğu ise sulcus calcarinus'un, onun dallarının ve aksesuar sulkuslarının içine gömülü olarak bulunur.

Primer görme korteksi diğer kortikal alanlardan daha incedir (1.5mm). Ancak burada hücre popülasyonu daha fazladır, hücreler arası alanlar ise azalmıştır. Histolojik olarak 6 tabaka bulunur. Radiatio optica predominant olarak 4. tabakaya ulaşır. CGL'nin magnosellüler tabakasından çıkan aksonlar korteksin 4C- α tabakasına, parvosellüler tabakasından çıkanlar ise 4C- β tabakasına uzanırlar.

Radiatio optica'daki lifler nokta-nokta organizasyonunda striat kortekste sonlanırlar. Görme alanının alt yarımını temsil eden üst radyasyonlar sulcus calcarinus'un üst dudağına, görme alanının üst yarımını temsil eden alt radyasyonlar alt dudağına ulaşırlar.

Retinal topografi ile striat korteks topografisi arasında noktası noktasına bir uyum söz konusudur. Ancak aynı beynin eş vizüel korteksleri karşılaştırıldığında genel konfigürasyon ve alan bakımından bazı farklılıklar gözlenir. Bu anatomik farklılıklardan dolayı oksipital kortekste sonsuz bir nokta-nokta organizasyonundan söz edilemez.

Maküler görme korteksin oldukça geniş bir alanında temsil edilir. Maküler lifler oksipital lobun arkadaki uç kısmına ulaşırlar. Periferik retinaya ait lifler ise sulcus calcarinus'un ön kısmında

14. Fredericks CA, Giolli RA, Blanks RH, Sadun AA: The human accessory optic system. *Brain Res*, 1988; 28:454 : 116-112.
15. Sadun AA, Schaechter JD, Smith LE: A retinohypothalamic pathway in man: light mediation of circadian rhythms. *Brain Res*. 1984; 8:302 : 371-377.
16. Schaechter JD, Sadun AA: A second hypothalamic nucleus receiving retinal input in man: the paraventricular nucleus. *Brain-Res*. 1985; 340: 243-250.
17. Hoyt WF, Tudor RC: The course of parapapillary temporal retinal axons through the anterior optic nerve: A Nauta degeneration study in the primate. *Arch Ophthalmol*, 1963; 69:503.
18. Ogden TE: Nerve fiber layer of the macaque retina: retinotopic organization. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 24: 85-98, 1983.
19. Ogden TE: Nerve layer of the owl monkey retina: retinotopic organization. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 1983; 24 : 265-269.
20. Stensaas MA, Eddington DK, Dobelle WH: The topography and variability of the primary visual cortex in man. *J Neurosurg*, 1974; 40 : 747-751.
21. Glaser JS :Topical diagnosis: Retrochiasmal visual pathways and higher cortical function. In :*Clinical Ophthalmology*. Eds. Duane TD, Jaeger EA. Harper & Row, Publishers, Philadelphia, 1984 (Vol:2, Ch:7): 1-11.
22. Hedges TR: Retrochiasmal disorders. In: *Principles and Practice of Ophthalmology*. Eds. Albert DM, Jakobiec FA. WB Saunders Company, Philadelphia, 1984 (Vol:4, Ch:208): 2629-2636.
23. Harrington DO, Drake MV: *The Visual Fields, Text and Atlas of Clinical Perimetry*. 6.edit, The C.V.Mosby Company, St.Louis, 1990: 107-109.