

دانشگاه آزاد اسلامی  
واحد پزشکی تهران

پایان نامه جهت دریافت دکتری حرفه ای

موضوع :

**تأثیر کنتر است مانیتور در ثبت پتانسیل برانگیخته از بینایی**

استاد راهنما :

آقای دکتر علیرضا خدائیان

تفصیلات اطلاعات در کتابخانه  
کتابخانه مرکزی

استاد مشاور :

آقای دکتر محمد مسعود شوشتریان

۱۳۸۷ / ۱ / ۱۳

نگارش :

شهرام اسلامی

شماره پایان نامه : ۳۹۹۲

سال تحصیلی : ۱۳۸۶

۹۶۴۸۵

تقدیم به گلهای زندگی ام

همسر مهربان و فداکارم

فرزند عزیزم

پدر و مادر عزیزم

که در لحظه لحظه تحصیلم همراه و غمخوارم بوده اند.

وبالتشکر از استادگرامی جناب آقای دکتر شوشتریان

که در تمامی مراحل تهیه پایان نامه ام پیوسته مرایاری نموده اند.

## چکیده فارسی :

تأثیر کنتراست مانیتور در ثبت پتانسیل برانگیخته از بینایی

نگارش : شهرام اسلامی  
شماره دانشجویی : ۷۴۱۷۴۵۱۳  
تاریخ دفاع : ۸۶/۱۲/۶  
استاد راهنما : آقای دکتر علیرضا خدائیان  
استاد مشاور : آقای دکتر محمدمسعود شوشتریان  
شماره پایان نامه : ۳۹۹۲  
کدپایان نامه : ۱۳۶۱۰۱۰۱۸۵۲۱۹۷

چشم یکی از اندام های حسی در انسان است که او را قادر می سازد با محیط اطراف از طریق نور ارتباط برقرار کند.

این عضو به نوعی از ۳ قسمت تشکیل یافته است :

قسمت اول از پلک شروع شده و به شبکیه خاتمه می یابد. در این قسمت نور حاصله از اجسام از قسمت های شفاف چشم عبور نموده و پس از شکستهای متوالی به صورت واژگون روی شبکیه می افتد.

قسمت دوم : قسمت ارتباطی چشم است که از شبکیه شروع و به کورتکس خاتمه می یابد. در این بخش تصویر واژگون حاصله از شبکیه تبدیل به پالس الکتریکی شده و از راه عصب بینایی به کورتکس هدایت می شود.

قسمت سوم : کورتکس بینایی است که در این ناحیه دید واقعی صورت می گیرد و به صورتی که پالس های بینایی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و درک واقعی از اجسام صورت می پذیرد.

هدف این پایان نامه بررسی قسمت سوم یا کورتکس بینایی است.

برای بررسی قسمت عصبی چشم از تستهای گوناگون استفاده می شود که عبارتند از :

۱- الکترورتینوگرافی (ERG)

۲- الکترواکوگرافی (EOG)

### ۳- پتانسیل برانگیخته از بینایی (VEP)

کنتراست : در حقیقت روابط و تأثیراتی است که از تمایز میان رنگها و تأثیرات متقابل میان آنها از نظر بصری مورد بررسی و مقایسه قرار می گیرد. در نتیجه کنتراست تضاد بین رنگها نمی باشد، بلکه بررسی و مقایسه میان آنهاست. در حقیقت تمایز بین رنگ زمینه و محرک است. که هرچه کنتراست بیشتر باشد پاسخ چشم به محرک نیز بیشتر خواهد بود.

در این پایان نامه تأثیر کنتراست بر روی سیستم بینایی مورد مطالعه قرار گرفته است و در نتیجه با تغییرات کنتراست و ثبت VEP به بررسی تأثیر کنتراست بر روی سیستم عصبی بینایی پرداخته می شود.

## فهرست

صفحه	عنوان
	چکیده فارسی
۱	ساختمان و عملکرد دستگاه بینایی
۶	پرده عصبی یا شبکیه
۱۳	فیزیولوژی بینایی
۱۴	فتوشیمی دید
۲۸	دیدرنگها
۵۲	نوروفیزیولوژی مرکزی بینایی
۶۷	فیزیولوژی پتانسیل برانگیخته
۷۵	کنتراست رنگ
۸۸	مشکلات چشم ناشی از کار با کامپیوتر (CVS)
۹۳	نتیجه و بحث
۹۷	جداول و نمودارها
۹۸	چکیده انگلیسی
۹۹	منابع

## ساختمان و عملکرد دستگاه بینایی

### Peripheral visual apparatus

### دستگاه بینایی محیطی

### کره چشم bulbus oculi

کره چشم یا عضو محیطی بینایی در کاسه چشم orbita قرار گرفته است و توسط جدارهای آن از آسیب های خارجی حفظ می شود. کره چشم در داخل کاسه چشم توسط نسج چربی کاسه چشمی corpus adiposum orbitae احاطه شده است ولی توسط یک کیسه غشایی موسوم به غلاف کره چشم vaginal bulbi یا نیام کره چشمی Fascial sheat of the eyeball ( یا کپسول تنون Capsul of tenon ) از آن مجزا می باشد و روی هم رفته به جدار فوقانی و جدار داخلی کاسه چشم نزدیکتر قرار گرفته است.

کره چشم از قطعات دو کره که دارای اندازه های متفاوتی می باشند ساخته شده است. قطعه قدامی قسمتی از یک کره کوچک است که شفاف بوده و به نام قرنیه Cornea نامیده می شود و  $\frac{1}{6}$  محیط کره چشم را تشکیل می دهد و نسبت به قطعه خلفی برجسته می باشد. قطعه خلفی بزرگتر و غیر شفاف است و  $\frac{5}{6}$  تمام محیط کره چشم را می سازد (شکل ۱)

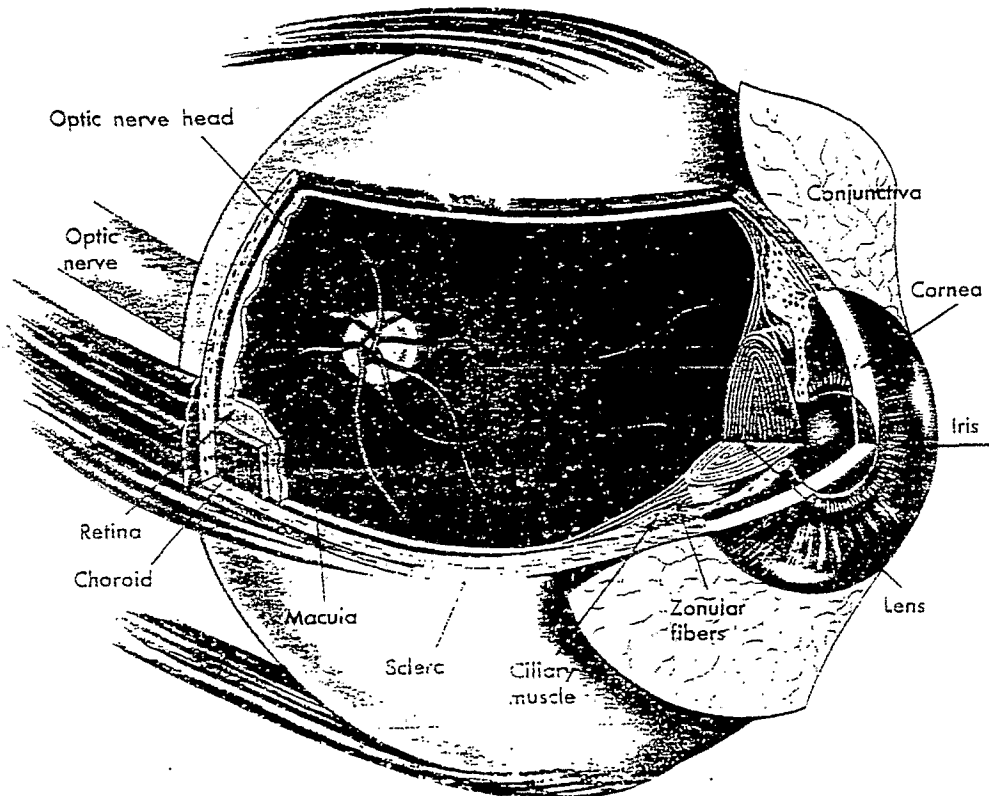
کره چشم از سه پرده تشکیل شده است که محتویات آن را احاطه می کنند. این پرده ها از خارج به داخل عبارتند از:

۱- پرده لیفی که خود شامل صلبیه Sclera در عقب و قرنیه cornea در جلو است.

۲- پرده عروقی و رنگدانه ای یا uveal tract که از عقب به جلو شامل مشیمیه

chorioida، جسم مژگانی corpus ciliaris و عنبیه iris است.

۳- پرده عصبی یا شبکیه retina.



ساختار جزئی چشم

صلبیه (sclera)

صلبیه پرده ای است ضخیم و محکم که  $\frac{5}{6}$  خلفی کره چشم را تشکیل می دهد و موقعی که توسط فشار داخلی چشم متسع می گردد شکل کره چشم را حفظ می کند. ضخیم ترین قسمت آن در عقب نزدیک مدخل عصب بینایی و نازکترین قسمت آن در جلو مجاور محل اتصال عضلات مستقیم چشم قرار دارد. سطح بیرونی قسمت قدامی صلبیه، توسط یک لایه



نازک از بافت ارتجاعی ظریف به نام اپی اسکرا پوشیده می شود که حاوی عروق خونی متعدد مشروب کننده صلیبیه است. مقطع داخلی قهوه ای رنگ و دارای شیارهایی است که عروق و اعصاب مژگانی در آنها سیر می کنند. این سطح توسط فضایی موسوم به فضای دور مشیمیه spatium perichoroideale که محتوی نسج سلولی ظریفی به نام تیغه نازک lamina fusca است از سطح خارجی مشیمیه جدا می شود. در روی صلیبیه سوراخهای متعددی دیده می شوند که از آنها عروق و اعصاب می گذرند. شرابین صلیبیه کم و شاخه هایی از شرابین مژگانی می باشند. وریدهای آن به وریدهای مژگانی می ریزند و اعصاب آن شاخه هایی از اعصاب مژگانی اند.

#### قرنیه tunica cornea

قسمت قدامی و شفاف پرده خارجی کره چشم را تشکیل می دهد و به طرف جلو محدب می باشد. قرنیه در محیط صلیبیه ادامه می یابد و در محل اتصال آنها ( ناحیه حاشیه قرنیه ) شیار ظریفی موسوم به شیار صلیبیه sulcus sclera به وجود می آید. ضخامت قرنیه از محیط به مرکز به تدریج کم می شود. قطر عرضی آن ۱۱/۷ میلیمتر و قطر عمودی آن ۱۰/۶ میلیمتر می باشد. قرنیه ساختمان بدون عروق است و مویرگهای ملتحمه و صلیبیه در محیط آن ختم می شوند. قرنیه همچنین فاقد زگهای لنفاوی است. اعصاب آن متعدد و شاخه های عصب چشمی و مژگانی می باشند.

## مشیمیه choroidea

پرده ای است نازک و پرعروق به رنگ قهوه ای تیره یا شکلاتی که  $\frac{5}{6}$  خلفی کره چشم را در فاصله بین صلیبه در خارج و شبکیه در داخل می پوشاند. در عقب توسط عصب بینایی سوراخ می شود و در اینجا محکم به صلیبه چسبیده است. سطح خارجی آن مجاور سطح داخلی صلیبه است و توسط نسج همبندی نازکی به نام تیغه نازک lamina fusca یا تیغه فوق مشیمیه lamina suprachoroidea به سستی به آن متصل شده است. سطح داخلی مشیمیه مجاور پرده شبکیه است و به لایه رنگدانه ای آن محکم چسبیده است.

## جسم مژگانی Corpus ciliaris

جسم مژگانی امتداد قدامی مشیمیه است و خود در جلو به عنیبیه منتهی می شود. از نظر عملی نگهدارنده عدسی است و در مکانیسم تطابق accomodation شرکت می کند. به همین جهت دارای الیاف عضلانی صاف است که انقباض آنها سبب برجسته شدن آن به طرف سطح درونی کره چشم می شود. جسم مژگانی همچنین مایع زلالیه humor aquasus را در اطاق قدامی camera anterior ترشح می کند و احتمالاً در تهیه بعضی مواد جسم زجاجی corpus vitreum نیز دخالت دارد.

قسمت قدامی یا قسمت چین دار pars plicata یا تاج مژگانی corona ciliaris . این قسمت دارای برآمدگیهای طولی است که از جلو به عقب کشیده شده اند و محیط عنیبیه را به صورت

حلقه ای احاطه می کنند و به زواید مژگانی *processus ciliaris* موسوم اند. این زواید به تعداد ۷۰ تا ۸۰ عددند و به شکل اشعه ای در محیط عدسی قرار گرفته اند و توسط شیارهایی به نام دره های مژگانی از یکدیگر مجزا می باشند. از کنارهای زواید مژگانی برجستگیهای کوچکی موسوم به چینهای مژگانی *plicae ciliaris* به داخل دره های مژگانی و بین زواید مژگانی، الیاف رباط آویزان کننده عدسی یا *zonula ciliaris* قرار دارند که از محیط عدسی تا دایره داندانه دار کشیده شده اند و سبب نگهداری عدسی در جای خود می شوند.

قسمت خلفی یا قسمت صاف *plica plana ciliaris* یا مدور مژگانی *orbiculus ciliaris*. این قسمت از رشته های مدور صافی ساخته شده است و کنار محیطی آن در دایره دندانه دار قرار دارد.

نکته قابل توجه این است که در دایره دندانه دار قسمت حساسه شبکیه یا قسمت بینایی آن *pars optica retinae* ناگهان تمام می شود و تبدیل به دو لایه از سلولهای پوششی می گردد و سپس در روی جسم مژگانی ادامه می یابد. این قسمت از شبکیه را قسمت مژگانی شبکیه *pars ciliaris retinae* یا قسمت کور شبکیه *pars caeca retinae* می نامند.

## عنبیه Iris

عنبیه دیافراگم عمودی و قابل انقباض و مدور ظریفی است به قطر متوسط ۱۲ میلیمتر که در جلوی عدسی در قرنیه قرار گرفته است و در واقع قدامی ترین قسمت طبقه عروقی و رنگدانه ای کره چشم می باشد. تقریباً در قسمت مرکزی عنبیه سوراخی به نام مردمک

pupilla وجود دارد. مردمک بر مقدار نوری که وارد چشم می شود نظارت می کند، به طوری که در تاریکی گشاد و در روشنایی تنگ می شود و این عمل به واسطه تغییرات قطر آن که از ۱ تا ۸ میلیمتر ممکن است باشد صورت می گیرد.

اعصاب عضلات جسم مژگانی و عنیبه از اعصاب مژگانی بلند خلفی *ciliares longi nervi* (شاخه های عصب بینی - مژگانی *n.nasociliaris*) و مژگانی کوتاه خلفی ( شاخه عقده مژگانی *ganglion ciliare*) منشعب می شوند. این اعصاب صلیبیه را در اطراف سوراخ عصب بینایی سوراخ می کنند و در فضای بین صلیبیه و مشیمیه به طرف جلو سیر می کنند و به جسم مژگانی و عنیبه و قرنیه ختم می گردند. عضله گشاد کننده مردمک از الیاف سمپاتیک پس عقده ای *sympathetic postganglionic fibers* عصب می گیرد. این الیاف از طریق عصب مژگانی بلند و مژگانی کوتاه به عضله گشاد کننده مردمک می رسند ولی عضله تنگ کننده مردمک (اسفنکتر مردمک) از الیاف پاراسمپاتیک پس عقده ای *parasympathetic postganglionic fibers* عصب می گیرد و این الیاف از راه عصب مژگانی کوتاه به اسفنکتر مردمک وارد می شوند.

### پرده عصبی یا شبکیه **Retina**

شبکیه یا پرده عصبی و حساسه چشم پرده ای است ظریف و نازک ( ۰/۱ تا ۰/۵ میلیمتر) که سطح خارجی اش مجاور با مشیمیه و سطح داخلی آن مجاور با غشای هیالوئید *membrane hyaloideus* یا غشای ویترا *membrane vitrea* می باشد. شبکیه از مدخل

عصب بینایی در عقب تا حاشیه خلفی جسم مژگانی در جلو گسترده شده است و در این ناحیه به صورت خط دندانان داری به نام دایره دندانان دار ختم می شوند. این قسمت شبکیه را قسمت بینایی شبکیه pars optica retina می نامند. در روی خط دایره دندانان دار نسوج عصبی شبکیه تمام می شود ولی بقیه ساختمان شبکیه به صورت غشای نازکی در قسمت خلفی زایده مژگانی و عنیبه به طرف جلو گسترش می یابد. از این رو این قسمت شبکیه که فاقد نسج عصبی است به قسمت مژگانی و عنیبه ای شبکیه و یا به قسمت کوررتینا pars caeca retina موسوم می باشد.

شبکیه پرده ای است صاف ، شفاف و به واسطه وجود یک ماده رنگی به نام رودوپسین rhodopsin یا ارغوان بینایی visual purple به رنگ ارغوانی کمرنگ می باشد. این ماده در اثر نور فوراً کدر و متمایل به رنگ سفید می گردد.

نزدیک مرکز قسمت خلفی شبکیه ناحیه بیضی شکل و زرد رنگ کوچکی به نام لکه زرد macula lutea وجود دارد. قسمت مرکزی لکه زرد فرو رفته است و به فرورفتگی مرکزی fovea centralis موسوم می باشد. شبکیه در این قسمت بسیار نازک ولی دارای حداکثر حساسیت بینایی است. در حدود ۳ میلیمتری داخلی ناحیه ماکولا در روی شبکیه فرورفتگی به قطر ۱/۵ میلیمتر به نام صفحه بینایی excavation disci n. optici ( یا پاپیلا ) دیده می شود که از آن عصب بینایی و شریان و ورید مرکزی شبکیه عبور می کنند. این ناحیه فقط از الیاف عصبی ساخته شده است و حساسیتی نسبت به نور ندارد و از این رو به نقطه کور blind spot موسوم است.

به طور کلی شبکیه شامل دو لایه است :

یکی خارجی یا لایه رنگدانه ای stratum pigmentosum و دیگری داخلی یا لایه گیرنده های عصبی ( سلولهای گیرنده نور ) Photo receptor lamina که عده ای آن را شبکیه واقعی Retina proper می نامند. به علاوه در شبکیه عناصر نوروگلیال (neuroglial) (ساختمانهای محافظ ) و عناصر عروقی ( ساختمان های تغذیه ای ) نیز وجود دارند.

لایه رنگدانه ای از محیط صفحه بینایی optic disc تا دایره دنداندار و از آنجا تا روی جسم مژگانی کشیده شده است ولی لایه عصبی تا دایره دنداندار بیشتر ادامه نداشته و از آن پس تبدیل به دو لایه از سلولهای پوششی می شود که سطح خلفی جسم مژگانی و عنبیه را می پوشاند. لایه عصبی شبکیه در حاشیه صفحه بینایی ضخیم است ولی به تدریج که به طرف قسمت های محیطی و دایره دنداندار نزدیک می شود نازک می گردد. از نقطه نظر عملی و نیز ساختمانی شبکیه را می توان به دو قسمت مرکزی و محیطی تقسیم کرد : قسمت مرکزی در اطراف محور بینایی optic axis قرار گرفته و بیشتر عناصر عصبی در آن متمرکز شده اند. قسمت محیطی مربوط به میدان دید محیطی است و حساسیت آن نسبتاً کم می باشد.

از نظر بافت شناسی ساختمان شبکیه از خارج به داخل شامل :

۱- اپی تلیوم رنگدانه دار، مجاور مشیمیه قرار داشته و از یک طبقه سلول

پیگماندار (retinal pigment epithelium) تشکیل یافته است.

۲- لایه گیرنده های نوری شامل سلولهای استوانه ای و مخروطی است ( rods and cones ).

۳- غشاء محدود کننده خارجی ( External limiting membrane )

۴- لایه هسته دار خارجی (Outer nuclear layer)

۵- لایه شبکه ای خارجی (Outer plexiform layer)

۶- لایه هسته دار داخلی (Inner nuclear layer)

۷- لایه شبکه ای شکل داخلی (Inner plexiform layer)

۸- طبقه سلولهای گانگلیونی؛ تعدادی سلول عصبی درشت و چند سطحی به نام گانگلیونی در این طبقه وجود دارند که آکسون آنها عصب بینایی را تشکیل می دهد.

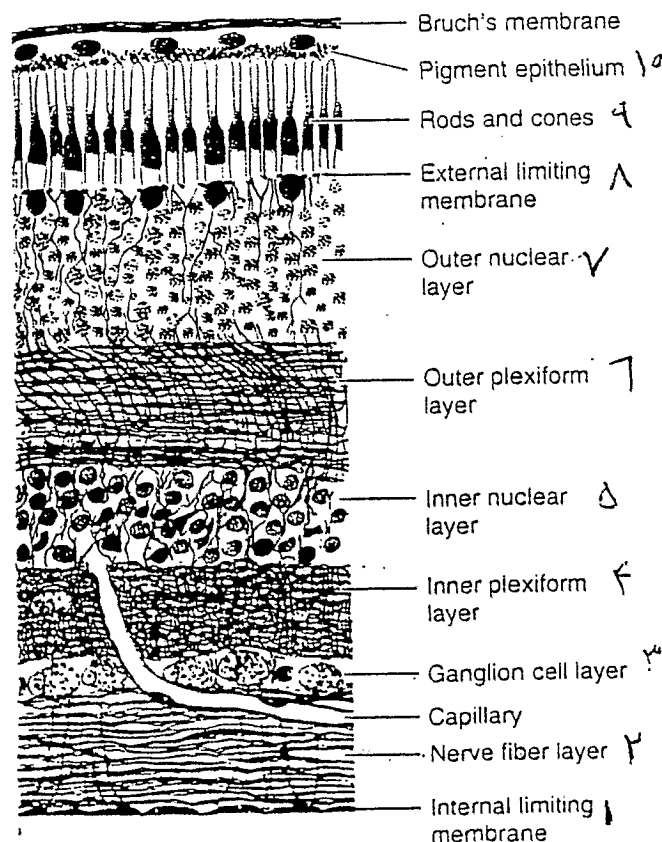
(Ganglion cell layer)

۹- طبقه رشته عصبی؛ آکسون سلولهای گانگلیونی اشعه وار عصب بینایی را تشکیل

می دهند که در بین آنها عروق بزرگ هم دیده می شود. (Nerve fiber layer)

۱۰- غشاء محدود کننده داخلی؛ این غشاء از دنباله رشته های مولر به وجود می آید.

(شکل ۲) (Inner limiting membrane)



لایه های شبکیه.

محتویات کره چشم :

از جلو به عقب عبارتند از :

۱- زلالیه humor aquasus

۲- عدسی lens

۳- زجاجیه (vitreous body) corpus vitreum

زلالیه :

مایع شفاف است که شامل ۹۸٪ آب و ۱/۴٪ کلرور سدیم و مقداری گلوکز و آمینواسید و ویتامین C می باشد و در اطاق قدامی و خلفی چشم قرار گرفته است. ابتدا توسط مویرگهای زواید مژگانی در اطاق خلفی ترشح می شود سپس از آنجا توسط سوراخ مردمک به اطاق قدامی راه می یابد. این مایع از طریق جیب وریدی صلبیه در زاویه عنبیه - قرنیه ای وارد وریدهای مژگانی قدامی می شوند. مایع زلالیه مسئول ثابت نگهداشتن فشار داخلی چشم و ابعاد آن است.

عدسی :

ساختمان شفاف و محدب الطرفینی است که توسط یک پرده نازک ارتجاعی و شفاف به نام کپسول عدسی capsula lentis احاطه شده است. عدسی بلافاصله در عقب عنبیه و در جلوی زجاجیه قرار گرفته است و محیط آن مجاور با زواید مژگانی است.



سطح قدامی عدسی کمتر از سطح خلفی تحذب داشته و مجاور با لبه آزاد عنیبه می باشد. قسمت مرکزی این سطح با سوراخ مردمک مطابقت میکند و قسمتهای محیطی آن توسط مایع زلالیه و اطاق خلفی چشم از عنیبه مجزا گردیده است.

### زجاجیه :

مایعی است که فضای واقع در خلف عدسی را که وسعت آن  $\frac{4}{5}$  تمام کره چشم است پر می کند. در جلو دارای فرورفتگی است به نام فرورفتگی شفاف fossa hyaloidea که مجاور سطح خلفی عدسی است. زجاجیه مایع شفاف، بی رنگ و ژله مانندی است که شامل ۹۹٪ آب و مقدار کمی املاح معدنی و موکوپروتئین و اسیدهای لورونیک و الیاف کلاژن و سلولهایی به نام هیالوسیت hyalocyte می باشد. این مایع در محیطی کمی غلیظتر و به پرده هیالوئید موسوم است. پرده هیالوئید به زواید مژگانی از یک طرف و به لبه صفحه بینایی از طرف دیگر اتصال دارد. همچنین مجرای باریکی به نام مجرای هیالوئید canalis hyaloideus از صفحه بینایی تا مرکز سطح خلفی عدسی (قطب خلفی) در ضخامت آن کشیده شده است.

### عصب بینایی n.opticus

الیاف این عصب از نوع آوران Afferent بوده و مبدأ آنها سلولهای عقده ای شبکیه می باشد الیاف عصب بینایی داخلی ترین لایه شبکیه یا لایه بینایی را تشکیل می دهند و آکسون سلولهای طبقه عقده ای آن می باشند. این الیاف در ناحیه صفحه بینایی optic disc متمرکز

می شوند و پس از عبور از طبقات مختلف کره چشم صلیبیه را در قسمت خلفی کره چشم در حدود ۳ تا ۴ میلیمتر داخلتر از مرکز کره چشم سوراخ می کنند و از آن خارج می گردند و از این پس به نام عصب بینایی نامیده می شوند.

عصب بینایی را لایه ای از میلین می پوشانند. عصب بینایی به طور کلی در حدود ۴ سانتیمتر طول دارد و در حفره استخوانی کاسه چشم به طرف عقب و داخل سیر می کند و سپس از مجرای بینایی عبور می کند و وارد حفره جمجمه می شود و به کیاسما اپتیکوم ملحق می گردد. طول قسمت داخل کاسه چشمی عصب بینایی در حدود ۲۵ میلیمتر است و مسیر آن کمی پیچ دار می باشد، به طوری که طول آن در حدود ۶ میلیمتر از فاصله بین کره چشم تا مجرای بینایی بیشتر است. در این مسیر توسط عضلات راست احاطه شده و بین آنها نسج چربی وجود دارد.

طول قسمت داخل جمجمه ای عصب بینایی در حدود ۱۰ میلیمتر است که به طرف عقب و داخل سیر می کند و به کیاسما اپتیک متصل می شود. باید دانست که عصب بینایی از خارج به داخل توسط سه لایه که به ترتیب از سخت شامه، عنکبوتیه و نرم شامه مشتق می شوند پوشیده شده است.

در عصب بینایی الیافی که از ناحیه لکه زرد منشاء می گیرند ( macular fibres ) در نزدیک کره چشم در قسمت خارجی ولی کمی عقبتر از کره چشم به تدریج در طرف داخل عصب قرار میگیرند. الیافی که مبدأ آنها قسمت فوقانی و تحتانی شبکیه است به ترتیب قسمت فوقانی و تحتانی عصب و الیافی که از ناحیه گیجگاهی شبکیه منشاء می گیرند قسمت خارجی عصب

و الیاف ناحیه داخلی شبکیه قسمت داخلی عصب را اشغال می کنند. در حدود ۵۳ درصد الیاف عصب بینایی در کیاسما متقاطع می شوند که بیشتر آنها به جسم زانویی خارجی lateral geniculate body و قسمت ناچیزی از آنها به هسته پره تکتال pretectal nucleus و اجسام چهارقلوی فوقانی superior colliculus منتهی می گردند.

### فیزیولوژی بینایی

شبکیه قسمت حساس به نور چشم را تشکیل می دهد و محتوی دو نوع سلول است یکی مخروطها cones که به طور عمده مسئول دید رنگی هستند و دیگری استوانه ها rods که به طور عمده مسئول دید در تاریکی هستند. هنگامی که استوانه ها و مخروطها تحریک می شوند سیگنالهای آنها از طریق نورونهای متوالی در خود شبکیه هدایت شده و سرانجام از راه فیبرهای عصب بینایی به قشر مغز می رسند.

### تشریح و عمل عناصر ساختمان شبکیه

نور پس از عبور از سیستم عدسی چشم و مایع زجاجیه، از داخل وارد شبکیه می شود یعنی از سلولهای عقده ای، لایه شبکه ای، لایه هسته دار و غشاء های محدود کننده عبور می کند تا سرانجام به لایه استوانه ها و مخروطها که در طرف خارج شبکیه قرار گرفته اند برسد. ضخامت این لایه ها چندصد میکرومتر است و مسلم است که تیزبینی به علت عبور نور از این بافت ناهمگن کاهش می یابد. با این وجود لایه های اولیه شبکیه در ناحیه مرکزی شبکیه

به کناری رانده شده اند تا از این کاهش تیزبینی جلوگیری به عمل آید.

#### فتوشیمی دید :

هم مخروطها و هم استوانه ها محتوی مواد شیمیایی هستند که هنگام قرارگرفتن در معرض نور تجزیه می شوند و در جریان این عمل، فیبرهای عصبی را که از چشم خارج می شوند تحریک می کنند. ماده شیمیایی در استوانه ها رودوپسین نامیده می شوند و مواد شیمیایی حساس به نور در مخروطها از نظر ترکیب شیمیایی فقط اختلاف مختصری با رودوپسین دارند.

در این قسمت ما اصول فوتوشیمی photochemistry رودوپسین را شرح خواهیم داد اما می توان همین اصول را به طور تقریباً دقیق در مورد فتوشیمی مخروطها نیز به کار برد.

#### سیکل بینایی رودوپسین - رتینال، و تحریک استوانه ها

رودوپسین و تجزیه آن به وسیله انرژی نورانی - قطعه خارجی استوانه که به داخل لایه پیگمان دار شبکه برآمدگی پیدا می کند دارای غلظتی حدود ۴۰ درصد از پیگمان حساس به نور موسوم به رودوپسین یا ارغوانی بینایی visual purple است. این ماده ترکیبی از پروتئین اسکوتوپسین scotopsin و پیگمان کاروتنوئید رتینال retinal است که رتین retinene نیز نامیده می شود. این رتینال از نوع خاصی موسوم به 11 cis retinal است.