

MORFOLOGÍA GENERAL DEL SISTEMA VISUAL

Dr. Carlos Espech López

El sistema visual está compuesto por el bulbo ocular (globo ocular), los anexos oculares, la cavidad orbitaria, y la vía óptica comprendida desde el ojo hasta la corteza visual primaria (V1), secundaria (V2), terciaria (V3) y sus respectivas áreas de asociación.

Las siguientes páginas están orientadas a revisar con la profundidad requerida para un médico general, los conceptos básicos para comprender al órgano de la visión y junto con ello comprender las bases anatómicas de la patología ocular.

ORBITA

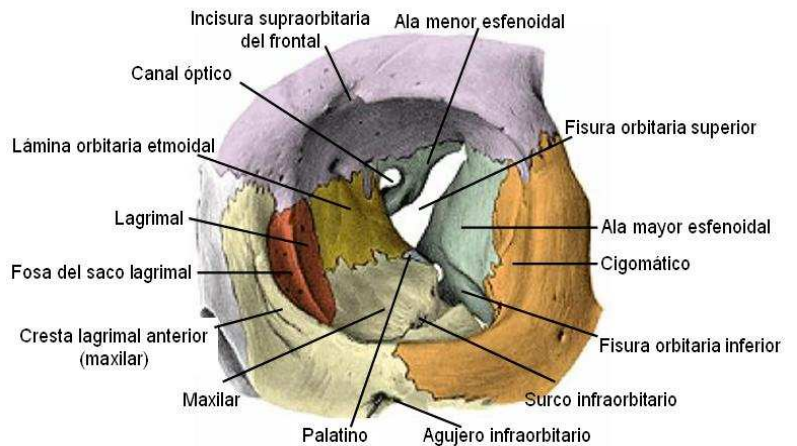
Antes de revisar la anatomía de las órbitas óseas es conveniente recordar que ambas órbitas son cavidades del cráneo, y que éste corresponde al esqueleto óseo de la cabeza. El cráneo, didácticamente y embriológicamente, lo podemos dividir o separar en un neurocráneo y en un viscerocráneo. El neurocráneo es el responsable de envolver y proteger al encéfalo, y se compone por la base de cráneo (piso del cráneo) y la bóveda o calota. El viscerocráneo por su parte corresponde al esqueleto de la cara. Ambas órbitas comparten paredes tanto con el neurocráneo como con el viscerocráneo, por lo que se consideran un territorio compartido por ambas divisiones.

La cavidad orbitaria está compuesta por siete huesos, que conforman un espacio o cavidad piriforme, con una base hacia anterior, un vértice hacia posterior y esquemáticamente (ya que no es verdaderamente una pirámide) cuatro paredes. Los siete huesos son el frontal, esfenoides, etmoides, maxilar, cigomático, lagrimal y palatino.

El siguiente esquema resume la participación de los distintos huesos en las paredes orbitarias:

Pared Superior (techo)	frontal y ala menor del esfenoides
Pared Medial	proceso frontal del maxilar, lagrimal, etmoides (lámina orbitaria) y esfenoides (cuerpo)
Pared Inferior (piso)	maxilar, cigomático y proceso orbitario del palatino
Pared Lateral	cigomático y ala mayor del esfenoides

En la órbita encontramos el canal óptico, ubicado en la base del ala menor del esfenoides, y dos fisuras; la fisura orbitaria superior, delimitada entre el ala menor y el ala mayor del esfenoides, y la fisura orbitaria inferior, ubicada en la región más posterior del límite entre las paredes lateral e inferior de la órbita



(ala mayor esfenoidal y maxilar-palatino respectivamente). En la porción anterior y baja de la pared medial se encuentra una fosa para el saco lagrimal, delimitada por las crestas lagrimales anterior y posterior, y hacia inferior el inicio del canal lacrimonasal, el que termina abriéndose en el meato inferior de la cavidad nasal de cada lado. Así mismo a nivel anterior y lateral del techo se encuentra una fosa amplia, donde descansa la glándula lagrimal principal, llamada fosa lagrimal.

El vértice de la órbita se ubica en un área que comprende a la porción más baja y ancha de la fisura orbitaria superior y que limita hacia medial con el canal óptico. Por su parte, la base orbitaria es el área delimitada perimétricamente por el llamado reborde orbitario. Dicho reborde, en alrededor de 70% de los casos presenta una interrupción a nivel superior llamada incisura supraorbitaria, mientras que en el resto de los casos se presenta como un agujero ubicado cercano al reborde superior, que no genera irregularidades en éste. En estos casos se denomina agujero supraorbitario. En ambas situaciones discurre un paquete vasculonervioso homónimo.

Las paredes orbitarias son especialmente delgadas a nivel del piso y la pared medial por su relación inmediata con cavidades neumáticas; el seno maxilar y las celdillas etmoidales respectivamente. Por su parte, el techo orbitario, el cual también puede neumatizarse desde el seno frontal, es al mismo tiempo piso de la fosa craneal anterior, por lo que se relaciona directamente con las meninges, el espacio intracranial (subaracnoideo) y los lobos frontales del cerebro. La pared lateral es la de mayor resistencia estructural por no presentar neumatización alguna. Se relaciona lateralmente con la fosa temporal del cráneo.

BULBO OCULAR

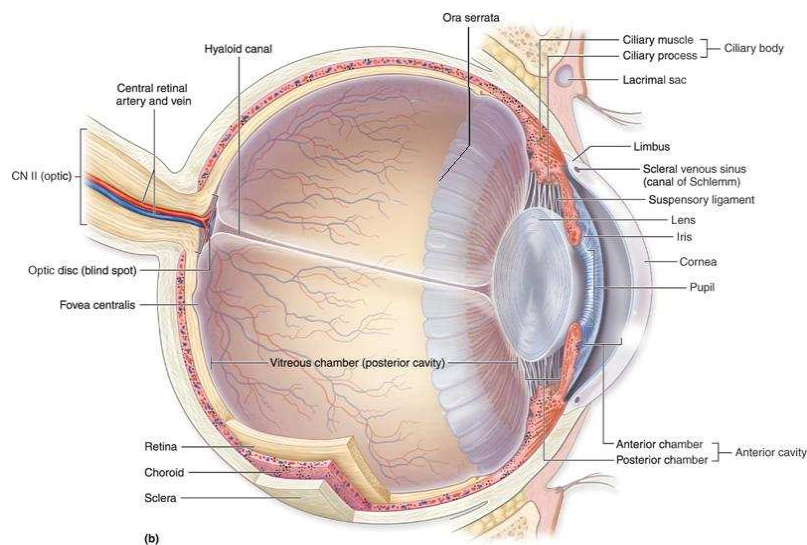
El bulbo ocular (globo ocular), es una estructura semiesférica, cavitada, con un volumen de 6 a 7 ml, y con unos 24 a 24.5 mm de diámetro anteroposterior (largo axial) en el adulto emétrepe (sin vicio de refracción).

Esquemáticamente se le reconocen tres capas concéntricas. Desde superficial a profundo:

1. Túnica fibrosa (externa).
2. Túnica vascular o úvea (media).
3. Túnica nerviosa o retina (interna).

1. Túnica Fibrosa

Constituida en el 1/6 anterior por la córnea y en los 5/6 dorsales por la esclera. Ambas estructuras están formadas por fibras colágenas que constituyen un tejido conectivo denso. Se diferencian porque la córnea presenta un ordenamiento de las fibras muy particular y un estado de deshidratación permanente que hace posible su transparencia. Además es completamente avascular y es la estructura con mayor proporción de terminales sensitivas del cuerpo humano.



La córnea constituye el principal poder dióptrico del bulbo ocular (70%), siendo su diámetro horizontal ligeramente mayor al vertical (adulto 11.8 x 10.8 mm y niño 9.5 x 9.0 mm respectivamente). Su forma es prolata, es decir más curva en el centro que en la periferia, y su espesor central es menor que hacia la periferia (520 a 560 μm centrales y 670 μm a nivel del limbo).

La esclera es de aspecto blanco nacarado, de poca elasticidad, escasamente celular. A nivel preecuatorial permite la inserción de los cuatro músculos rectos del ojo y a nivel retroecuatorial permite la inserción de los músculos oblicuo superior (cuadrante superolateral) y oblicuo inferior (cuadrante inferolateral). Su espesor promedio es cercano a 1 mm, pero se adelgaza a nivel de la inserción de los músculos rectos y en el polo posterior a nivel de la emergencia del nervio óptico, donde se presenta llena de pequeñas foraminas que constituyen la llamada lámina cribosa de la esclera. También en los cuatro cuadrantes retroecuatorial del bulbo ocular la esclera es atravesada

oblicuamente desde la profundidad, y desde anterior a posterior, por las venas vorticosas, las que suelen presentarse una por cuadrante, pudiendo ocasionalmente ser dos.

La zona de transición de córnea a esclera, que mide alrededor de 1 a 1.5 mm anteroposteriormente, se conoce como limbo corneoescleral. Esta región es de suma importancia por ser rica en stem cells y por alojar profundamente a parte del sistema de drenaje del humor acuoso.

2. Túnica Vascular o Úvea

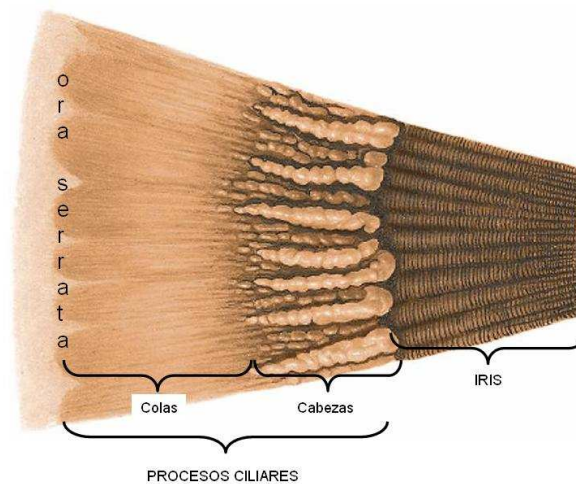
Corresponde a la capa media del bulbo ocular, y está compuesta desde posterior hacia anterior por la coroides, el cuerpo ciliar y el iris.

- Coroides: ubicada desde el margen del disco óptico por posterior y la ora serrata por anterior. La ora serrata es una línea dentiforme que separa a la coroides de la porción posterior de los procesos ciliares (colas y valles).

Se estratifica en tres capas; interna o coriocapilar, encargada de nutrir al epitelio pigmentario retinal y las capas más externas de la retina neurosensorial, media o arterio-venosa, y externa o vorticosa, en la cual las venas confluyen a nivel ecuatorial, para formar el origen dilatado, o ampollas, de las venas vorticosas.

- Cuerpo Ciliar: comprendido entre la ora serrata por posterior y la raíz del iris por anterior. Está constituido por el músculo ciliar, los procesos ciliares y la zónula ciliar.

El músculo ciliar es un músculo liso que circunda los 360° del cuerpo ciliar, con fibras circulares, longitudinales y oblicuas. Su punto de inserción anterior es a nivel del llamado espolón escleral, mientras que hacia posterior se va adelgazando hasta desaparecer antes de la ora serrata. Su contracción, a manera de un esfínter, es parte del reflejo de acomodación, el cuál abomba al cristalino en su eje anteroposterior aumentando su poder refractivo para la visión de cerca. Su inervación es exclusivamente parasimpática, dada por el nervio oculomotor a través de los nervios ciliares cortos.



Los procesos ciliares se encuentran por la cara interna del cuerpo ciliar, a manera de solevantamientos radiales, en número promedio de 70 a 80. Presentan una porción anterior más voluminosa y rugosa llamada cabeza y una porción más posterior, alargada y plana, llama cola. Las cabezas de estas estructuras, extremadamente vascularizadas, son las responsables de sintetizar el humor acuoso a través de un proceso de ultrafiltración.

La zónula ciliar está compuesta por el conjunto de ligamentos suspensorios de la lente o cristalino, que se dirigen desde las cabezas de los procesos ciliares hasta la zona ecuatorial del cristalino.

- Iris: corresponde a un verdadero diafragma que regula el paso de la luz hacia la retina, a través de un orificio central llamado pupila. Se inserta a través de la llamada raíz del iris en el espón escleral y el cuerpo ciliar.

La dilatación pupilar o midriasis es mediada por estimulación simpática, mientras que la contracción pupilar o miosis es mediada por inervación parasimpática. Esto, gracias a la presencia de fibras musculares radiales (músculo dilatador) y circulares (músculo constrictor; mal llamado esfínter pupilar) en el estroma iridiano, las que permiten la midriasis y la miosis respectivamente. Dicho estroma corresponde a la cara anterior del iris y es rico en pigmento que colorea al iris de cada individuo. La cara posterior es continuación del epitelio pigmentario retinal (EPR), el cual se extiende hasta el borde pupilar, constituyendo la “golilla pigmentaria”.

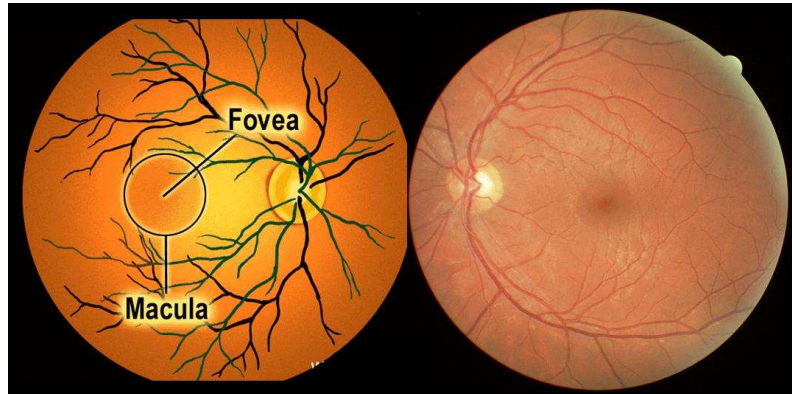
3. Túnica Neural o Retina

Corresponde a la capa más interna del ojo. Está compuesta por un epitelio pigmentario (más externo) y por la retina neurosensorial (más interna), que corresponde a un conjunto de fotorreceptores y neuronas dispuestas en 9 capas histológicas, las cuales junto al epitelio pigmentario forman las 10 capas de la retina.

La retina neurosensorial se conoce como retina visiva y se extiende desde los márgenes del disco óptico o papila (punto de salida del nervio óptico del bulbo ocular) hasta la ora serrata por anterior. Desde la ora serrata hasta la golilla pigmentaria sólo continúa el EPR, constituyendo la llamada retina no visiva, la cual reviste internamente al cuerpo ciliar y al iris.

A grandes rasgos, las células de fotorreceptores son las más externas de la retina neural, y se relacionan con el EPR situado más externamente aún. Conducen el estímulo luminoso, ya transformado en un potencial de acción, hacia las células bipolares, situadas más internamente. Estas células corresponden a la primera neurona de la vía óptica, y sinaptan con las células ganglionares, ubicadas más internamente. Dichas neuronas salen del bulbo ocular por el disco óptico, punto ciego del ojo por carecer de fotorreceptores, extendiéndose desde la retina hasta el cuerpo geniculado lateral (CGL) del tálamo, pasando sin sinaptar a través del nervio, quiasma y tractos ópticos. De esto se desprende que las células del nervio óptico llegan directamente al cerebro, lo cuál demuestra que dicha estructura no es un verdadero nervio, sino un conjunto de axones propio del sistema nervioso central; tanto así que las patologías del “mal llamado” nervio óptico son las mismas que afectan al encéfalo y la médula espinal y no al sistema nervioso periférico. La explicación de esta paradoja es que embriológicamente, la retina deriva directamente de una evaginación del diencefalo, constituyendo entonces, una verdadera prolongación del cerebro.

La porción central de la retina es una región especializada de unos 3 a 4 mm de diámetro, de límites imprecisos, denominada mácula o mácula lútea por la presencia de una coloración más amarillenta y oscura que el resto de la retina, debido a los pigmentos xantofina y luteína contenidos en los axones de los conos a nivel de la capa de fibras de Henle. El centro de la mácula corresponde a la fovea; un área deprimida de alrededor de 1 mm de diámetro, caracterizada por presentar progresivamente hacia el centro mayor concentración de conos y la desaparición completa de bastones a nivel central. Su centro se conoce como foveola, zona de unas 200 micras de diámetro, carente de bastones y muy rica en conos, donde el resto de las capas de la retina se abren hacia los costados, permitiendo un contacto directo de la luz con sus conos.



Las 500 micras centrales de la retina (parte de fovea y toda la foveola) se caracterizan por ser avasculares, es decir carecer de todo tipo de vaso sanguíneo, recibiendo sus nutrientes y oxígeno desde la coriocapilar subyacente, a través del EPR central.

A unos 17° de la fovea hacia nasal (medial) se encuentra el disco óptico, o papila, la cual mide alrededor de 1500 micras de diámetro, aunque suele ser algo ovalada con predominio de su diámetro vertical sobre el horizontal. En su centro encontramos un área deprimida a manera de cráter, llamada excavación central, la cuál puede variar de tamaño en condiciones normales (excavación fisiológica), pero debe alertar al oftalmólogo si su diámetro vertical mide más de 1/3 del diámetro vertical del disco óptico, pues pudiese ser un signo de glaucoma. Por dicha excavación entra al bulbo ocular la arteria central de la retina y sale la vena homónima.

CÁMARAS DEL BULBO OCULAR

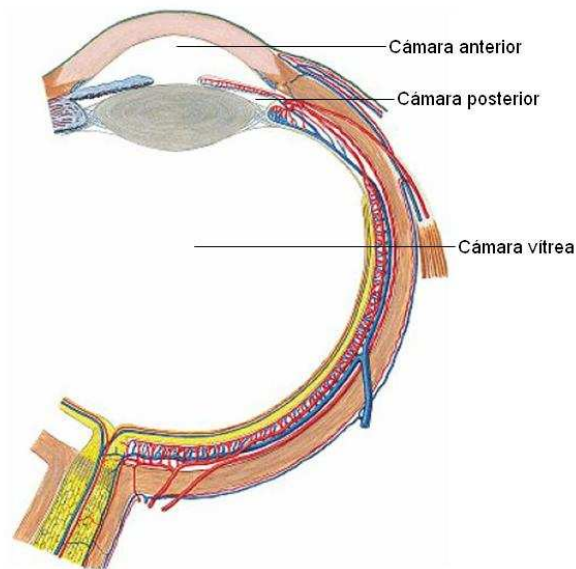
El bulbo ocular está dividido en tres compartimentos de distintos tamaños, que a continuación se describen:

1. Cámara Anterior:

Delimitada por anterior por el endotelio corneal (cara posterior de la córnea) y por posterior por la cara anterior del iris y el área pupilar. A nivel periférico se encuentra el ángulo camerular o ángulo iridocorneal, estructura de vital importancia por alojar al sistema de evacuación del humor acuoso del ojo. En dicha región se encuentra una estructura porosa llamada trabéculo, a través de la cuál el humor acuoso llega a un conducto que contornea el ángulo camerular en sus 360° a manera de anillo, denominado seno venoso escleral (canal de Schlemm). Desde el seno camerular el humor acuoso pasa a través de las venas acuosas, dispuestas radialmente hacia posterior y superficial, para llegar al sistema venoso episcleral del bulbo ocular.

2. Cámara Posterior:

Delimitada por anterior por la cara posterior del iris y el área pupilar y por posterior con la cámara vítrea. En ella encontramos a los procesos ciliares, a la zónula ciliar (compuesta por el conjunto de los ligamentos suspensorios) y a la lente o cristalino. El cristalino es un lente biconvexo que mide en promedio 9 mm de diámetro y 4 mm de grosor, aunque esto se modifica según la edad y según se acomode o no para enfocar objetos cercanos. En él distinguimos tres zonas concéntricas; la cápsula o cristaloides, la corteza y el núcleo de superficial a profundo respectivamente.

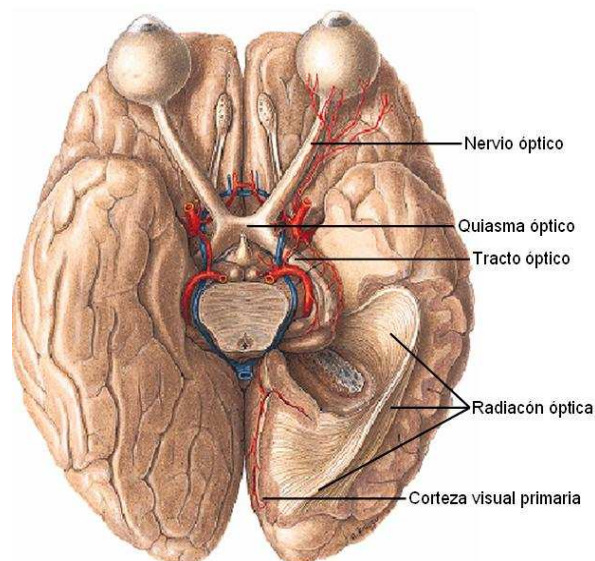


3. Cámara Vítrea:

Delimitada anteriormente por la cara posterior de la lente (cristaloides posterior) y la zónula ciliar y la retina por el resto de su periferia. Está ocupada por el cuerpo vítreo, gel transparente y avascular, rico en fibras colágenas y ácido hialurónico que forma dos tercios del volumen y peso del ojo. A nivel periférico se condensa formando una pseudocápsula denominada hialoides, la cual se encuentra adherida a la capa más interna de la retina (membrana limitante interna) en grado variable según las distintas regiones anatómicas y según la edad del individuo. Desde la papila hasta la cara posterior del cristalino discurre, en el período fetal, la arteria hialoídea la cuál bascularías inicialmente a la lente por su cara dorsal. Al nacer dicho vaso se oblitera dejando como remanente al ligamento hialoídeo que en ocasiones es posible ver en el fondo de ojo.

VÍA ÓPTICA

Nace a nivel de las células bipolares estimuladas por las células de fotorreceptores. Dichas neuronas sinaptan con las células ganglionares cuyos axones constituyen el nervio óptico, el cual está conformado aproximadamente por 1.000.000 a 1.200.000 axones. Ambos nervios ópticos se juntan en el quiasma óptico, donde las fibras provenientes de las hemiretinas nasales (mediales) cruzan posteriormente al tracto óptico contralateral, mientras que las fibras de las retinas temporales (laterales) discurren al tracto óptico ipsilateral. Los tractos ópticos terminan a nivel del tálamo, en el núcleo o cuerpo geniculado lateral (CGL) donde sinaptan alrededor del 80 a 85% de axones provenientes de la retina. El resto no llega al tálamo sino al mesencéfalo para participar en el reflejo fotomotor. La última neurona de la vía va desde el CGL hasta la corteza visual primaria (V1 o área 17 de Brodmann) ubicada en el surco calcarino del lobo occipital, constituyendo un haz de axones que contornea todo el cuerno temporal del ventrículo lateral, por lo que adoptan una forma radiada. Por este motivo reciben el nombre de radiaciones ópticas. En el lobo occipital también encontramos corteza visual secundaria y terciaria (V2 y V3) y áreas de asociación a nivel de los lobos temporales y parietales.



Relaciones anatómicas importantes de saber son las del quiasma óptico, el cual se relaciona a inferior con la hipófisis (silla turca), a lateral con la carótida interna y a superior con el piso del tercer ventrículo. Por su parte los tractos ópticos discurren hacia posterior contorneando a los pedúnculos cerebrales del mesencéfalo.

MÚSCULOS EXTRÍNSECOS OCULARES

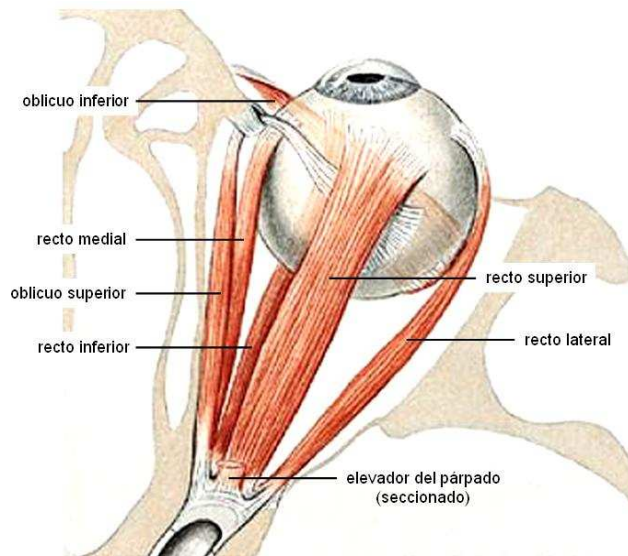
El ojo se encuentra inmerso en el interior de la cavidad orbitaria, suspendido gracias a un complejo sistema de ligamentos, músculos y tejido adiposo, que permiten su desplazamiento en los tres ejes del espacio, su protección y termorregulación.

La órbita se encuentra tapizada por la continuación de la duramadre encefálica, la cual constituye el periostio orbitario, denominado periórbita. A su vez tanto la duramadre como la aracnoides y la piamadre revisten al nervio óptico en todo su trayecto infraorbitario desde la esclera, existiendo incluso presencia de líquido cerebrospinal (cefalorraquídeo) a nivel del espacio intraaracnoideo (subaracnoideo).

- Músculos Extrínsecos Oculares:

Son siete músculos esqueléticos. Cuatro músculos rectos, dos músculos oblicuos, todos éstos con inserción ocular, y un músculo elevador del párpado con inserción palpebral superior.

Los músculos rectos medial (RM), lateral (RL), superior (RS) e inferior (RI) se originan a nivel del vértice orbitario mediante un tendón anular común o anillo tendinoso que rodea al canal óptico y a la porción más ancha y baja de la fisura orbitaria superior. El oblicuo superior (OS) y el elevador del párpado (EP) también se originan en el vértice mediante dependencias fibrosas con el anillo. Por su parte, el oblicuo inferior (OI) es el único músculo que no nace en el vértice orbitario, sino cercano a la base entre piso y pared medial. Todos los rectos se insertan en el bulbo ocular por anterior a una línea imaginaria que lo corta coronalmente por la mitad, y que llamamos ecuador. Por su parte ambos oblicuos se insertan posterior a dicho ecuador, por los cuadrantes laterales. El oblicuo superior puede hacer esto gracias a que su tendón se refleja hacia posterolateral desde la base orbitaria a nivel de la tróclea, estructura fibrosa que funciona como polea, ubicada a 4 mm dorsal del reborde orbitario, en el ángulo superonasal.



Espacio Intraconal y Extraconal:

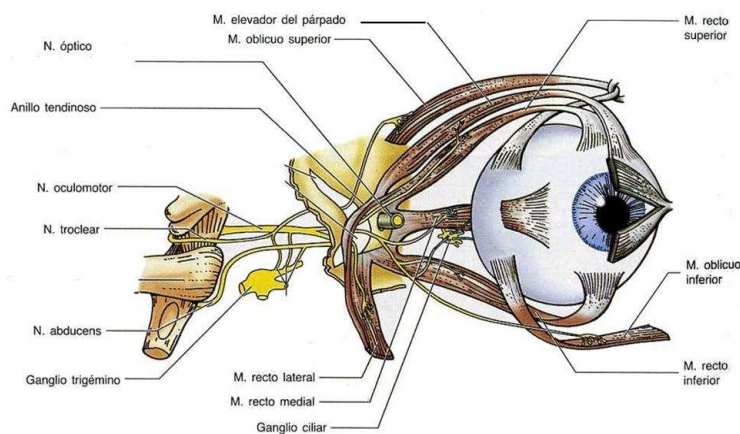
Los cuatro músculos rectos forman un compartimento cónico desde su origen hasta su inserción ocular, cerrado por las fascias que unen a cada músculo entre sí. De esta manera el nervio óptico, la arteria central de la retina, el ganglio ciliar y sus ramos, quedan ubicados al interior de dicho compartimento intraconal, todos inmersos en un tejido adiposo de grasa semifluida que forma el cuerpo adiposo retrobulbar. Por fuera del cono muscular y las paredes orbitarias se encuentra el compartimento extraconal que aloja principalmente a grasa más densa y a vasos venosos.

A continuación se presenta cuadro resumen de los músculos extrínsecos extraoculares:

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Acción Primaria	Acción Secundaria
Recto Medial	Anillo tendinoso	Precuatorial Medial	Oculomotor (III)	Aducción	Ninguna
Recto Lateral	Anillo tendinoso	Precuatorial Lateral	Abductor (VI)	Abducción	Ninguna
Recto Superior	Anillo tendinoso	Precuatorial Superior	Oculomotor (III)	Elevación	Intorsión
Recto Inferior	Anillo tendinoso	Precuatorial Inferior	Oculomotor (III)	Depresión	Extorsión
Oblicuo Superior	Dependencia anillo tendinoso	Retroecuatorial lateral superior	TrocLEAR (IV)	Intorsión	Depresión
Oblicuo Inferior	Piso orbitario (base orbitaria)	Retroecuatorial lateral inferior	Oculomotor (III)	Extorsión	Elevación
Elevador del párpado	Dependencia anillo tendinoso	Tarso superior y piel palpebral superior	Oculomotor (III)	Apertura palpebral	Ninguna

INERVACIÓN ORBITARIA

Los nervios orbitarios acceden a la órbita principalmente por la fisura orbitaria superior y el canal óptico. Aquellos que atraviesan la fisura orbitaria superior proceden del seno cavernoso, siendo únicamente el nervio abductor el que discurre al interior del seno en relación cercana a la arteria carótida interna. El resto de los nervios discurren por la pared fibrosa de dicho seno. Al entrar a la órbita se relacionan con el anillo tendinoso, de manera tal que algunos entran por dentro de dicha estructura y otros por fuera, en la porción más lateral y superior de la fisura orbitaria superior. Por dentro del anillo tendinoso pasan los nervios oculomotor (dividido ya en un ramo superior para los músculos EP y RS y en un ramo inferior para el RM, RI y OI), abductor y uno de los tres ramos de la primera división del trigémino (nervio oftálmico), llamado nervio nasociliar. Como el anillo también contornea al canal óptico debemos incluir al nervio óptico, a la arteria oftálmica y al plexo simpático que discurre por la pared de dicha arteria. Por fuera del anillo atraviesan la fisura orbitaria superior el nervio troclear y los otros dos ramos del nervio oftálmico; el frontal y el lagrimal.



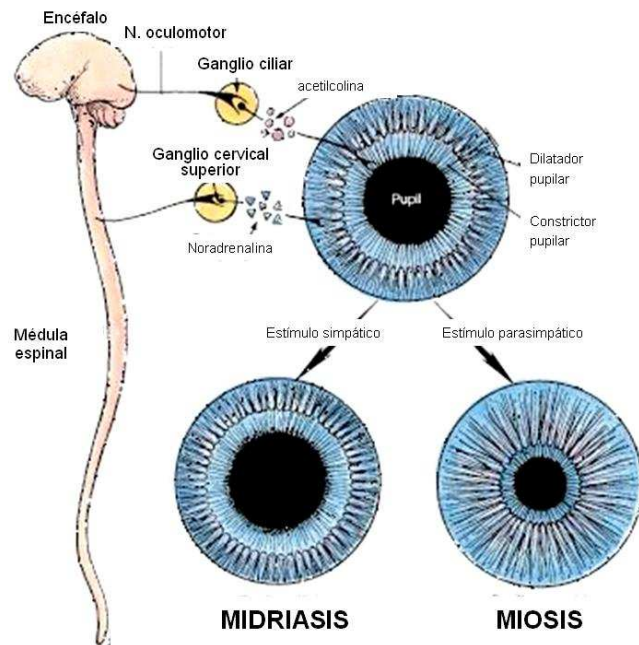
Los nervios troclear y abductor son exclusivamente motores.

El nervio oculomotor es motor y parasimpático.

El nervio oftálmico (V1) con sus tres ramos es completamente sensitivo.

Sistema Nervioso Autónomo Ocular:

El parasimpático nace a nivel del núcleo accesorio del oculomotor (Edinger-Westphal) ubicado en el mesencéfalo a la altura del colículo superior. Dicho núcleo es único y compartido por ambos núcleos motores del oculomotor. Desde el núcleo accesorio la primera neurona viaja junto con las fibras motoras del tercer nervio, pasa por el seno cavernoso, y atraviesa la fisura orbitaria superior siguiendo exclusivamente con el ramo inferior del oculomotor. Lo acompaña hasta el filete nervioso que inervará al OI, al cual abandona antes de llegar al músculo, para entrar al ganglio ciliar, constituyendo la raíz parasimpática de dicho ganglio, que por definición es parasimpático. En el ganglio sinapta con la segunda neurona, la cuál emerge a través de los nervios ciliares cortos. Éstos nervios entran al bulbo ocular perforando a la esclera, rodeando la salida del nervio óptico, y discurren por la úvea hasta sus dos efectores; el músculo ciliar y el constrictor pupilar.

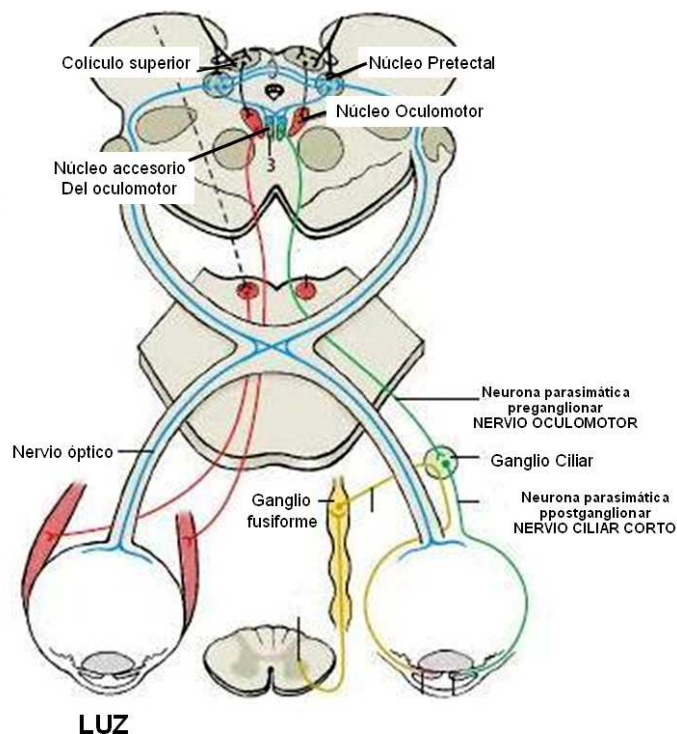


El ganglio ciliar, ubicado a lateral e inferior del nervio óptico, además de la raíz parasimpática posee dos raíces más. Éstas son la simpática, proveniente de fibras simpáticas postganglionares que se desprenden del plexo que rodea a la arteria oftálmica, y la raíz sensitiva, unida a los dos nervios ciliares largos, que son ramos sensitivos aferentes al nervio nasociliar de V1. Ninguna de estas fibras nerviosas sinaptan en el ganglio, ya que sólo lo hacen las que son parasimpáticas.

El simpático nace a nivel hipotalámico. Desciende por troncoencéfalo y médula espinal hasta el asta lateral de la substancia gris de T1, conocida como núcleo o centro pupilar. Desde ahí la primera neurona periférica sale por la raíz anterior del nervio espinal T1, y entra al tronco simpático paravertebral por el cual asciende hasta su ganglio más cefálico, el ganglio cervical superior o fusiforme, en el cual sinapta con la neurona postganglionar. Ésta asciende por la paredes de la carótida interna como un plexo simpático pericarotídeo y accede a la órbita siguiendo a la arteria oftálmica, rama de la carótida interna, para luego constituir la raíz simpática del ganglio ciliar. En su paso por el seno cavernoso, fibras del plexo pericarotídeo se adosan al nervio abductor y oftálmico, por lo que dichos nervios sin ser simpáticos pueden conducir fibras de este carácter hacia la órbita.

Reflejo Pupilar o Fotomotor

Corresponde a la respuesta de miosis al estímulo luminoso. Es un reflejo parasimpático cuya vía aferente va desde la retina, partiendo en las células bipolares y luego, vía células ganglionares (15 a 20% de ellas), por el nervio óptico. Pasa por el quiasma y sigue por el tracto óptico hasta el núcleo pretectal ubicado en el mesencéfalo a la altura de los colículos superiores. En el núcleo pretectal ipsilateral sinapta con una neurona que estimula al núcleo accesorio del oculomotor, iniciando una respuesta eferente parasimpática bilateral por ser un núcleo compartido por ambos núcleos oculomotores.



La primera neurona parasimpática sinapta en el ganglio ciliar y la segunda entra al ojo por los nervios ciliares cortos hasta el constrictor pupilar, como ya se describió, para inducir la miosis a la luz. Además dicha neurona inerva al músculo ciliar.

El reflejo consensual consiste en la respuesta miótica de la pupila no iluminada, o contralateral, y se explica tanto por la doble respuesta eferente iniciada por el núcleo pretectal estimulado, como por la decusación de parte de la información aferente a nivel del quiasma óptico.

ANEXOS OCULARES

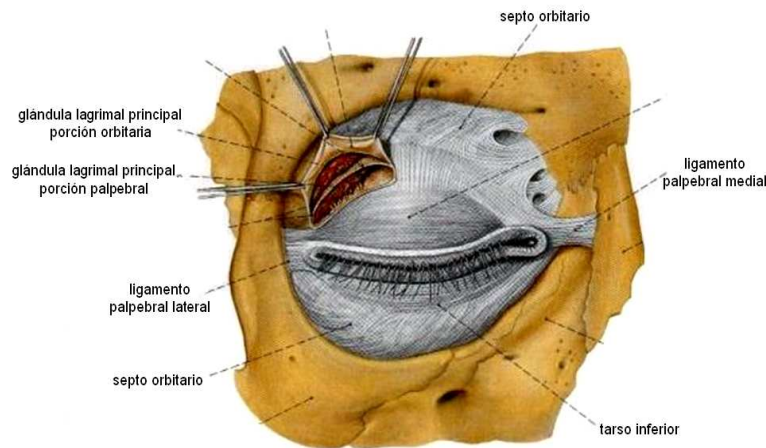
Incluyen a los párpados, la mucosa palpebral y del bulbo ocular, y al sistema lagrimal.

Los párpados son repliegues de piel muy fina, carente de tela subcutánea, que al separarse forman una hendidura llamada rima o hendidura palpebral, la que expone al segmento anterior del bulbo ocular. El cierre de la rima palpebral está mediado por acción del músculo orbicular de los ojos, innervado por el nervio facial (VII).

Anatómicamente se reconocen, en los párpados, cuatro capas superpuestas de anterior a posterior:

1. Capa cutánea: compuesta por piel delgada (epidermis y dermis) casi sin grasa subcutánea.
2. Capa muscular: compuesta por el músculo orbicular de los ojos, el cual actúa como esfínter encargado de ocluir la rima palpebral. Presenta un anillo periférico u orbitario y uno más central o palpebral.
3. Capa fibrosa: compuesta por el esqueleto de los párpados; los tarsos superior e inferior, y por el septo orbitario que los une con el reborde orbitario.

Los tarsos son placas de tejido fibroelástico que alojan en su interior columnas de acinos glandulares correspondientes a las glándulas tarsales (de Meibomio), que son glándulas sebáceas modificadas. Ellas secretan el componente lipídico de la lágrima, y sus ostium de salida forman una línea punteada situada posterior a la zona de inserción de las pestañas.



Ambos tarsos se insertan en las paredes lateral y medial de la órbita a través de los ligamentos palpebrales lateral y medial respectivamente. El ligamento medial presenta una doble inserción que abraza al saco lagrimal ubicado entre las crestas lagrimales anterior y posterior. Esto ayuda con cada parpadeo a bombear la lágrima hacia su sistema de evacuación.

El septo orbitario es continuación libre de la periórbita hasta los márgenes periféricos de ambos tarsos. Ayuda a dificultar la difusión de procesos infecciosos superficiales hacia la órbita.

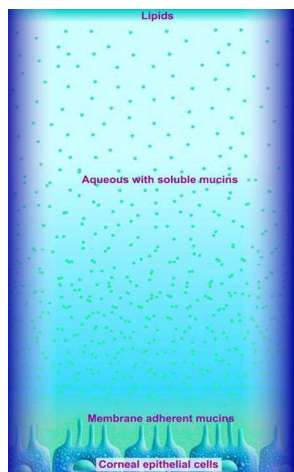
4. Capa mucosa: compuesta por la conjuntiva palpebral, la cual se repliega a nivel de los fornices (fondos de saco) superior, inferior y lateral para cubrir al segmento anterior ocular, donde constituye la conjuntiva bulbar. Dicha conjuntiva termina a nivel del limbo corneoescleral, donde su epitelio experimenta una transición hasta adoptar las características del epitelio corneal.

Las regiones lateral y medial donde se juntan los párpados superior e inferior, reciben el nombre de canto lateral y canto medial respectivamente. A nivel del canto medial destaca la presencia de una zona solevantada, fibrosa, tapizada por conjuntiva, denominada carúncula, y justo algo más lateral a ella un pliegue vertical y aplanado de conjuntiva y tejido fibroso llamado pliegue semilunar; un remanente o vestigio de la membrana nictitante o tercer párpado de algunos animales.

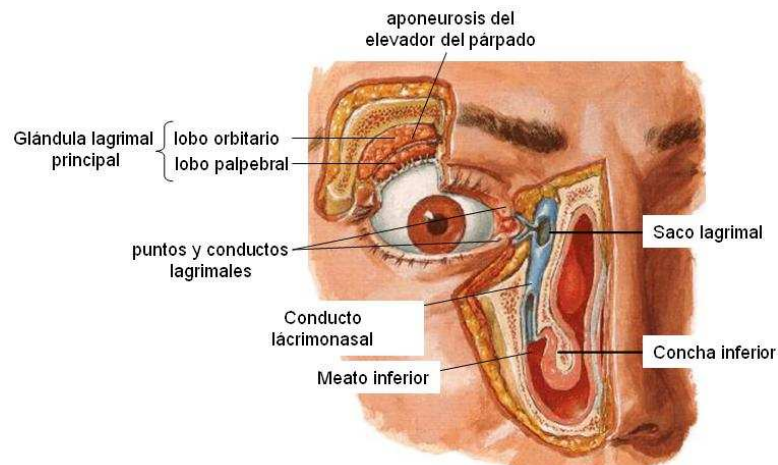
El sistema lagrimal está compuesto por la glándula lagrimal principal, las glándulas lagrimales accesorias, el film o película lagrimal, y el sistema de drenaje lagrimal.

La glándula lagrimal principal se encuentra en la fosa lagrimal del hueso frontal, en el techo orbitario a nivel superolateral, justo dorsal al septum orbitario. Presenta dos porciones o lobos; una orbitaria, más superficial, y una palpebral ubicada más profundamente. Ambas se encuentran cabalgando sobre el margen lateral de la aponeurosis del músculo elevador del párpado, la cual separa a la glándula en estas dos porciones, antes de insertarse en el margen superior del tarso superior y en la piel del párpado superior. Ambos lobos presentan canalículos finos que vierten la lágrima al fornix superior, especialmente en condiciones reflejas, como ante cuerpos extraños o ante emociones fuertes. Las glándulas accesorias son células secretoras ubicadas a nivel de la conjuntiva bulbar y tarsal, las cuales aportan con la producción basal de lágrima.

El film lagrimal es verdaderamente una estructura anatómica, cuya ausencia o deficiencia genera patologías y visión borrosa. Consta de una capa lipídica superficial, aportada principalmente por las glándulas tarsales, y luego una capa acuosa en la cual se observa una gradiente en la concentración de mucina, la que es máxima a nivel más profundo, justo en contacto con el epitelio corneal donde se ancla al glicocalix de las microvellosidades epiteliales



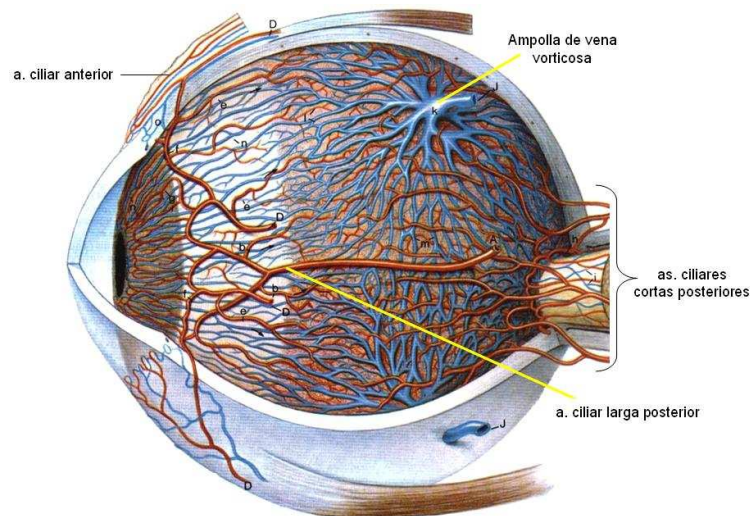
La película lagrimal forma sobre la superficie ocular el llamado lago lagrimal, y se tiende a concentrar a manera de fina medialuna sobre el borde libre del párpado inferior, formando el menisco lagrimal. Por el parpadeo y por un mecanismo de atracción por tensión superficial, la lágrima tiende a fluir hacia el canto medial donde encontramos a nivel del borde libre de cada párpado los puntos lagrimales, solevantamientos perforados que dan inicio a los conductos (canalículos) lagrimales, los cuales discurren hacia medial para drenar separadamente, o a través de un conducto común, en el saco lagrimal. El saco se continúa hacia inferior como conducto lacrimonasal, el cual discurre entre paredes óseas (canal lacrimonasal) para terminar en la región alta del tercio anterior del meato inferior de la cavidad nasal de cada lado. En ocasiones los recién nacidos pueden presentar pliegues mucosos que obstruyen este conducto, especialmente a nivel de su llegada al meato inferior.



IRRIGACIÓN ORBITARIA

La principal fuente de irrigación orbitaria proviene de la arteria oftálmica, última rama colateral de la carótida interna antes de originar sus ramas terminales para el encéfalo. La arteria oftálmica ingresa a la órbita junto con el nervio óptico y el plexo simpático que la rodea, a través del canal óptico. En la órbita da una serie de ramas para la glándula lagrimal principal, para los músculos extraoculares, e incluso para las celdillas etmoidales y la cavidad nasal. Especialmente importantes son las ramas para el bulbo ocular. Ellas son la arteria central de la retina, las arterias ciliares cortas posteriores y las arterias ciliares largas posteriores.

1. Arteria central de la retina: ingresa al nervio óptico al cual ayuda a irrigar para luego entrar al ojo por la excavación central del disco óptico. Se ramifica en las capas más internas de la retina a las cuales irriga, pero no da ramas para las capas más externas ni para las 500 μ centrales de la fovea.



2. Arterias ciliares cortas posteriores: suelen ser tres troncos que se ramifican hasta dar entre 15 a 20 finas arterias que entran al polo posterior del ojo rodeando la salida del nervio óptico. Capilarizan a nivel de la coroides y no sobrepasan la ora serrata hacia anterior. Nutren al epitelio pigmentario retinal y a las capas más externas de la retina por difusión de nutrientes.

3. Arterias ciliares largas posteriores: son dos arterias que entran junto a las arterias ciliares cortas posteriores, pero a diferencia de ellas discurren hacia anterior entre coroides y esclera (espacio virtual supracoroideo) a derecha e izquierda en los meridianos de las 3 y de las 9 hrs. del bulbo ocular, para irrigar la región del cuerpo ciliar y el iris.

Las ramas que irrigan a los músculos rectos originan hacia el segmento anterior del ojo a las arterias ciliares anteriores que irrigan a la conjuntiva bulbar y también ayudan a irrigar al cuerpo ciliar y al iris.