



EMBRIOLOGÍA, ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DEL APARATO DE LA VISIÓN

En este capítulo se incluye un resumen general de la embriología, la anatomía y la fisiología oculares, con la finalidad de hacer más didáctica la enseñanza de estas importantes materias, que son básicas para el estudio de la oftalmología.

EMBRIOLOGÍA

El estudio de la embriología reviste una notable importancia para la interpretación de las enfermedades congénitas, así como para el conocimiento de las alteraciones de las estructuras oculares que puedan ser consecuencia de otras enfermedades, interpretación que sería muy difícil sin poseer estos conocimientos.

El sistema nervioso embrionario se desarrolla a partir del *conducto neural*, el cual, al invaginarse, forma el *tubo neural*; a cada lado de este se produce un engrosamiento que, al crecer, da lugar a las *vesículas o cúpulas óptimas primarias*. Con este par de divertículos como origen, situados a ambos lados del cerebro anterior, y a partir de las estructuras mesodérmicas y ectodérmicas que están en contacto con dichos divertículos, se desarrollan los ojos (Figs. 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6 y 2.7).



Fig. 2.1. Corte transversal del cerebro anterior de un embrión humano.



Fig. 2.2. Vesícula óptica primaria.



Fig. 2.3. Cúpula ocular.



Fig. 2.4. Vesícula lenticular y cúpula ocular.

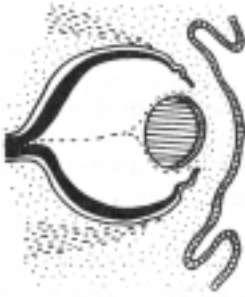


Fig. 2.5. Formación de arteria hialoidea, región ciliar, cámara anterior y pliegues de los párpados.

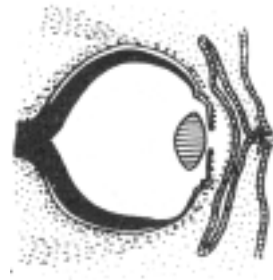


Fig. 2.6. El ojo terminado.

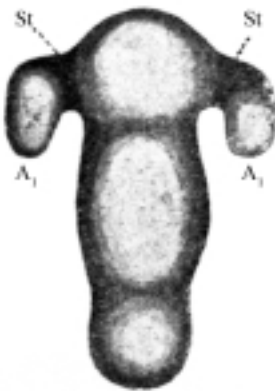


Fig. 2.7. A: vesícula ocular primaria; St: pedículo de la vesícula ocular (según His).

Las vesículas ópticas se invaginan y forman el cáliz ocular o vesícula óptica secundaria. Su capa interna formará las capas nerviosas de la retina y la externa, el epitelio pigmentario. Del crecimiento del borde interno se formarán el cuerpo ciliar y el iris.

En el punto donde el ectodermo neural hace contacto con el ectodermo superficial, este último sufre un engrosamiento que da origen a la placa lenticular, la cual se invagina formando la vesícula lenticular y al separarse forma el cristalino.

A través de la fisura embrionaria, la arteria hialoidea penetra en la cúpula ocular y crece hacia delante hasta alcanzar el cristalino, al que nutre de modo temporal; finalmente, esa arteria desaparece y es sustituida por una secreción gelatinosa del ectodermo neural: el humor vítreo.

Mientras el mesodermo que circunda la cúpula ocular se diferencia para formar las tunicas del ojo, la coroides, las estructuras de estas, que se encuentran entre el cristalino y el ectodermo superficial, se ahuecan para formar la cámara anterior que está limitada por condensaciones mesodérmicas que forman las capas anteriores del iris, el ángulo de la cámara anterior y las principales estructuras de la córnea. El ectodermo superficial queda convertido en epitelio corneal y conjuntival. En la región adyacente, se pliega frente a la córnea, se une y se separa nuevamente para formar los párpados.

Procedencia de las principales estructuras del ojo

Las estructuras del ojo son 26: del ectodermo superficial proceden 9; a partir del ectodermo neural se forman 7, y del mesodermo, 10. Enumeremos las distintas estructuras del ojo según su naturaleza embriogénica.

Ectodermo superficial:

1. Cristalino.
2. Epitelio corneal.
3. Epitelio conjuntival.
4. Glándula lagrimal.
5. Epitelio de los párpados.
6. Pestañas.
7. Glándulas de Meibomio.
8. Glándulas de Möll y Zeiss.
9. Epitelio del aparato lagrimal.

Ectodermo neural:

1. Retina y epitelio pigmentario.
2. Epitelio de los procesos ciliares.
3. Epitelio pigmentario de la cara posterior del iris.
4. Músculos esfínter y dilatador de la pupila.
5. Elementos nerviosos y neurológicos del nervio óptico.
6. Humor vítreo.
7. Ligamento suspensorio del cristalino.

Mesodermo:

1. Vasos sanguíneos.
2. Esclerótica.
3. Vaina del nervio óptico.

4. Músculo ciliar.
5. Sustancia propia y endotelio corneal.
6. Estroma del iris.
7. Músculos extrínsecos del ojo.
8. Grasa y ligamentos orbitarios.
9. Paredes óseas de la órbita.
10. Párpados.

ANATOMÍA

Iniciemos ahora un breve estudio de la anatomía del ojo, teniendo presente que la estructura de lo vivo es la unidad de su sustrato morfológico (la materia), con la dinámica de sus cambios (el movimiento).

La anatomía es la rama de las ciencias biológicas que estudia la estructura, número, forma, situación y relaciones de los elementos de un cuerpo.

La familiarización con la anatomía del ojo tiene como objetivo el conocimiento, por parte del alumno, de las estructuras que rodean a aquél y su propia organización, lo que servirá de base para la comprensión y el estudio del resto de los capítulos de la asignatura.

El ojo, como elemento del cuerpo humano, es un órgano par y simétrico. Está colocado en la cara anterior formando parte esencial del rostro, a cada lado de su línea media. Se alberga en la porción anterior de la cavidad orbitaria, debajo del cerebro, encima y por fuera de las fosas nasales.

Para estudiar anatómicamente el ojo, consideramos en él tres grandes grupos: órbita, anexos y globo ocular. A continuación expondremos los componentes de estos grupos, según su orden de aparición.

Órbita. No posee otros elementos estructurales.

Anexos del ojo. Cejas, párpados, conjuntiva y glándula lagrimal.

Globo ocular. Esclerótica, córnea, úvea, cámaras anterior y posterior, ángulo iridocorneal, cristalino, cuerpo vítreo, retina, nervio óptico, musculatura extrínseca y vía óptica.

Órbita

Tiene forma de pirámide truncada y está constituida por paredes óseas; el vértice corresponde al agujero óptico; la base está dirigida hacia delante y es el reborde anterior de la propia órbita (Fig. 2.8).

Relaciones. Su vértice comunica con la cavidad craneal y sus paredes se encuentran rodeadas de varias cavidades, las fosas nasales y los senos perinasales. El techo orbitario la separa de la fosa anterior del cerebro.

Comunicaciones. La porción posterior presenta tres aberturas que conducen a cavidades adyacentes; esas aberturas son:

1. Agujero óptico, que da paso al nervio óptico y a la arteria oftálmica.
2. Cisura orbitaria superior (esfenoidal), por la que discurren la vena oftálmica, los nervios para los músculos oculares y la primera rama del trigémino.
3. Cisura orbitaria inferior (esfenomaxilar), por la que salen el nervio maxilar y la arteria infraorbitaria.

Contenido. El contenido de la órbita lo constituyen el globo ocular, el nervio óptico, los músculos oculares, la glándula lagrimal, los vasos, los nervios, la aponeurosis y la grasa orbitaria.

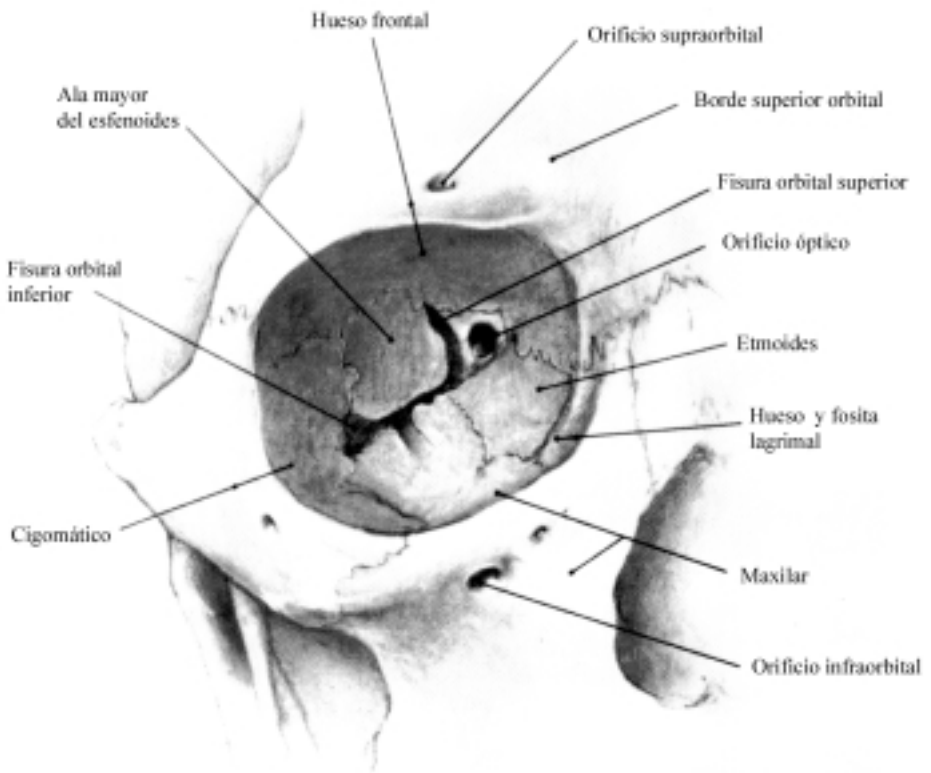


Fig. 2.8. Contenido orbitario.

Anexos del ojo

Cejas

Por la importancia que tiene su exploración, hemos incluido las cejas como parte de los anexos del ojo. Se le da el nombre de cejas a las dos eminencias arqueadas que corresponden a los arcos superciliares, que están cubiertas por piel provista de pelos y se encuentran situadas a cada lado de la línea media del rostro y encima de los párpados, a los que protegen. Presentan tres porciones: cabeza, en su extremo interno; cola, en su extremo externo, y cuerpo, situado entre la cabeza y la cola.

Párpados

Los párpados son unos repliegues movibles, formados, del frente hacia atrás, por piel, tejido conjuntivo laxo, tejido muscular, tarso y conjuntiva palpebral; además, presentan pestañas, numerosas glándulas, vasos sanguíneos, linfáticos y nervios. El borde libre de cada párpado presenta, hacia delante, un labio anterior redondeado, del cual nacen las pestañas, y un labio o arista posterior. La superficie entre estos dos labios se denomina espacio intermarginal. Las pestañas son dos o tres hileras de pelos cortos, gruesos y curvos, cuyas raíces están profundamente enclavadas en los tejidos conjuntivo y muscular; hacia la extremidad interna del borde libre existe una pequeña eminencia en cuyo centro se encuentra una abertura o punto lagrimal que comunica con el canalículo correspondiente.

Los párpados presentan las glándulas de Möll, consideradas como sudoríparas modificadas, que se abren en el borde libre entre las pestañas; las glándulas de Zeiss, que son glándulas sebáceas y drenan en el borde libre, y las glándulas de Meibomio, que son glándulas sebáceas alargadas, localizadas en el espesor del tarso y cuyo conducto drena en el borde libre palpebral; las glándulas de Möll, al inflamarse, pueden enquistarse junto con los folículos pilosos de las propias pestañas o con el conducto de las glándulas de Zeiss, o solamente inflamarse en el borde del párpado. La arista posterior de este borde es constante; inmediatamente delante de ella se abren los conductos de las glándulas de Meibomio.

Los músculos de los párpados se hallan por detrás del tejido conjuntivo subcutáneo. La capa muscular de fibra estriada está constituida por la porción palpebral del orbicular y el músculo elevador del párpado, que se inserta en el borde superior y superficie anterior del tarso y en la piel del medio del párpado superior. La capa de tejido muscular de Muller se inserta en el borde superior del tarso.

El tarso es una placa de tejido cartilaginosa denso, que brinda a cada párpado su firmeza. En el cartílago del tarso se encuentran las glándulas de Meibomio.

Conjuntiva

La conjuntiva es una membrana que tapiza los párpados y se refleja sobre el globo ocular, al que cubre después de formar los dos sacos conjuntivales. Para su estudio la dividimos en tres partes: palpebral, bulbar, y fondos de saco.

La vascularización de la conjuntiva deriva de los vasos del fondo de saco y de las ciliares anteriores, anastomosándose ambos sistemas. Esta peculiar irrigación reviste importancia para diferenciar dos tipos de dilataciones vasculares: la ciliar y la conjuntival.

Aparato lagrimal

El aparato lagrimal se compone de una porción secretora, la glándula lagrimal principal y las glándulas accesorias, y de una porción excretora que recoge las lágrimas y constituyen las vías lagrimales.

La glándula principal ubicada en la fosa lagrimal, situada en el ángulo superoexterno de la órbita, consta de conductos excretores en número de 5 a 12, los cuales se abren por orificios separados en la mitad externa del fondo del saco superior de la conjuntiva.

La porción excretora la constituyen los puntos lagrimales, los canaliculos superior e inferior, el saco lagrimal y el conducto lacrimonasal.

Globo ocular

Esclerótica

La esclerótica, junto con la córnea, forman la capa fibrosa externa del globo ocular. Es fuerte, opaca y poco elástica. Su superficie exterior es blanca y lisa, y está cubierta por la cápsula de Tenon y por la conjuntiva bulbar, unidas por el tejido laxo episcleral.

Córnea

La córnea es la porción anterior y transparente de la capa externa del globo ocular. Es de forma casi circular, porque su diámetro horizontal es mayor que el vertical; éste es de 11,00 mm y el horizontal mide 11,5 mm, como promedio. La unión de la córnea con la esclerótica se denomina limbo. El grueso aproximado de la córnea en la periferia es de 1 mm, mientras que en el centro es de 0,5 a 0,7 mm. En ella encontramos cinco capas; carece de vasos sanguíneos y se encuentra abundantemente provista de nervios, derivados de los nervios ciliares (rama del trigémino).

Úvea o tracto uveal

La úvea o tracto uveal es la segunda membrana o cubierta vascular del ojo y se encuentra situada inmediatamente debajo de la esclerótica; irriga el globo ocular y está formada por tres porciones que, de delante hacia atrás, se nombran: iris, cuerpo ciliar y coroides.

Iris. Es una membrana de color variable, de forma circular, que divide la parte anterior del ojo en dos cámaras: anterior y posterior; está inmediatamente delante del cristalino y se halla perforado en su centro por una abertura de tamaño variable, la pupila.

Cuerpo ciliar. Es una prolongación de la base del iris hasta el límite anterior de la coroides. Se compone de los procesos ciliares y el músculo ciliar. En sección longitudinal es de forma triangular.

Los procesos ciliares constan de unos 70 pliegues, extremadamente vascularizados, que producen el humor acuoso.

Coroides. Es una membrana de color pardo oscuro, situada entre la esclerótica y la retina, que se extiende desde la *ora serrata* hasta la abertura, a través de la cual pasa el nervio óptico. Está formada principalmente por numerosos vasos sanguíneos que se reúnen en dos venas que salen a cada lado del globo ocular, por donde circula la sangre de la coroides, atraviesan la esclerótica y desembocan en la vena oftálmica superior. En la coroides existe una gran cantidad de tejido conjuntivo delicado que contiene abundantes células pigmentadas.

Cámaras anterior y posterior

La cámara anterior del ojo limita por delante con la córnea y por detrás con el iris (Fig. 2.9), la raíz del cuerpo ciliar, la pupila y a su través con la porción central de la cara anterior del cristalino.

La cámara posterior del ojo, de forma anular, vista en su conjunto limita por delante con la cara posterior del iris, la pupila y la raíz del cuerpo ciliar, y por detrás con la cara anterior del cristalino y su ligamento suspensorio.

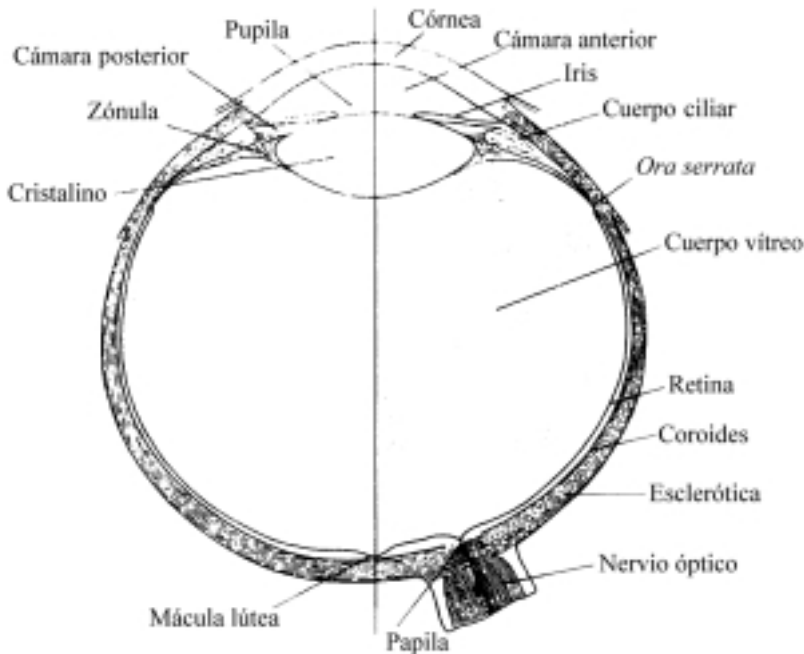


Fig. 2.9. Corte transversal del globo ocular.

Ángulo iridocorneal

El ángulo iridocorneal de la cámara anterior tiene por delante el punto de unión de la córnea-esclera, y por detrás, la base del iris y el inicio del cuerpo ciliar (Fig. 2.10). Reviste importancia al ser en este sitio por donde circula el humor acuoso a través del trabéculo y del canal de Schlemm; la obstrucción de este ángulo provoca hipertensión ocular. Del conducto de Schlemm nacen de 25 a 30 conductillos colectores, que forman las venas acuosas, y llevan el humor acuoso hacia los plexos venosos: escleral, episcleral y conjuntival.

Cristalino

El cristalino es un cuerpo lenticular, transparente y biconvexo, que está suspendido en la parte anterior del globo ocular, entre las cámaras acuosa y vítrea. Se encuentra desprovisto de vasos sanguíneos. Está envuelto en una cápsula transparente y es mantenido en posición por un ligamento suspensorio, consistente en un manojo de fibras (fibras zonulares), que se extienden desde el cuerpo ciliar hasta la cápsula del cristalino.

Cuerpo vítreo

El cuerpo vítreo es una masa transparente e incolora, de consistencia blanda y gelatinosa, parecida a la clara del huevo, que ocupa la cavidad posterior del globo ocular, por detrás del cristalino. Su superficie externa presenta una cubierta delgada, sin estructura, la membrana hialoidea.

Retina

La retina es una membrana delgada, transparente y delicada, que junto con otros elementos constituye la sección inicial del nervio óptico. Está situada entre la membrana hialoidea del cuerpo vítreo, por delante, y la coroides, por detrás. La retina cubre el globo del ojo interiormente, hasta la *ora serrata*. Su superficie externa, formada por el epitelio pigmentario, está íntimamente adherida a la lámina vítrea de la coroides.

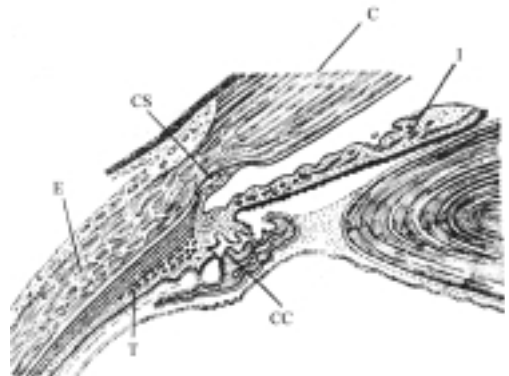


Fig.2.10. Región del ángulo de la cámara anterior del ojo: C, córnea; E, esclera; CS, canal de Schlemm; I, iris; CC, cuerpo ciliar; T, trabéculo.

Nervio óptico

El nervio óptico puede dividirse en tres partes: 1) intraocular o cabeza del nervio óptico, 2) orbitaria, que se extiende desde el globo ocular hasta el agujero óptico, y 3) intracraneal, situada entre el agujero óptico y el quiasma.

La parte intraocular es solo la cabeza del nervio, éste perfora la esclerótica y la coroides, algo hacia adentro del polo posterior del ojo; en este punto las capas externas de la esclerótica se continúan con las vainas del nervio; las internas, a través de numerosos orificios, dan paso a haces aislados del nervio (lámina cribosa).

Musculatura extrínseca

El ojo presenta 6 músculos extrínsecos, 4 rectos y 2 oblicuos; todos, con excepción del oblicuo inferior, se insertan en el vértice de la órbita. En la figura 2.11 aparecen 4 de estos 6 músculos.

A modo de recordatorio señalamos aquí las relaciones mionerviosas: el III par (motor ocular común) inerva todos los músculos, excepto el recto externo, que es inervado por el VI par (motor ocular externo), y el oblicuo superior, que es inervado por el IV (patético).

Vía óptica

La vía óptica (Fig. 2.12), se comporta, de manera esquemática, de la forma siguiente: el elemento esencial terminal es el epitelio neural de conos y bastones, y se continúa con la célula bipolar de la capa nuclear interna de la retina. Las neuronas de segundo orden son las células ganglionares, cuyas prolongaciones pasan a la capa de fibras nerviosas siguiendo el nervio óptico, el que al salir de la órbita pasa por el agujero y el canal ópticos hasta llegar a la cara inferior del cerebro, donde, en la región del quiasma, se reúnen los nervios de cada ojo y sufren un entrecruzamiento parcial (semidecusación) de sus fibras: las de las mitades nasales de ambas retinas pasan a la cintilla óptica contralateral, mientras que las mitades temporales no se cruzan y pasan a la cintilla óptica homolateral.

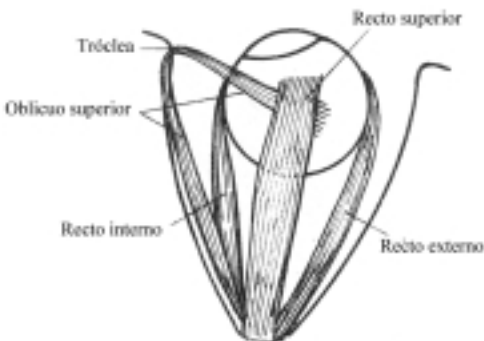


Fig. 2.11. Músculos extrínsecos en la órbita derecha del ojo, vistos desde arriba.

Las fibras de las dos hemirretinas derechas cursan por la cintilla derecha, y las fibras de las dos hemirretinas izquierdas lo hacen por la cintilla izquierda, hasta llegar al cuerpo geniculado externo y el tubérculo cuadrigémino anterior (centros ópticos primarios), donde hacen sinapsis. Desde estos centros las fibras siguen trayectos distintos: unas van a los núcleos del III par y otras, hacia la corteza cerebral del lóbulo occipital. Las primeras rigen la acción de los músculos oculares y los reflejos pupilares. Las segundas terminan en la corteza occipital (*cisura calcarina o centro cortical de la visión*). A esta zona se le llama *tracto geniculocalcarino o radiación óptica de Gratiolet*.

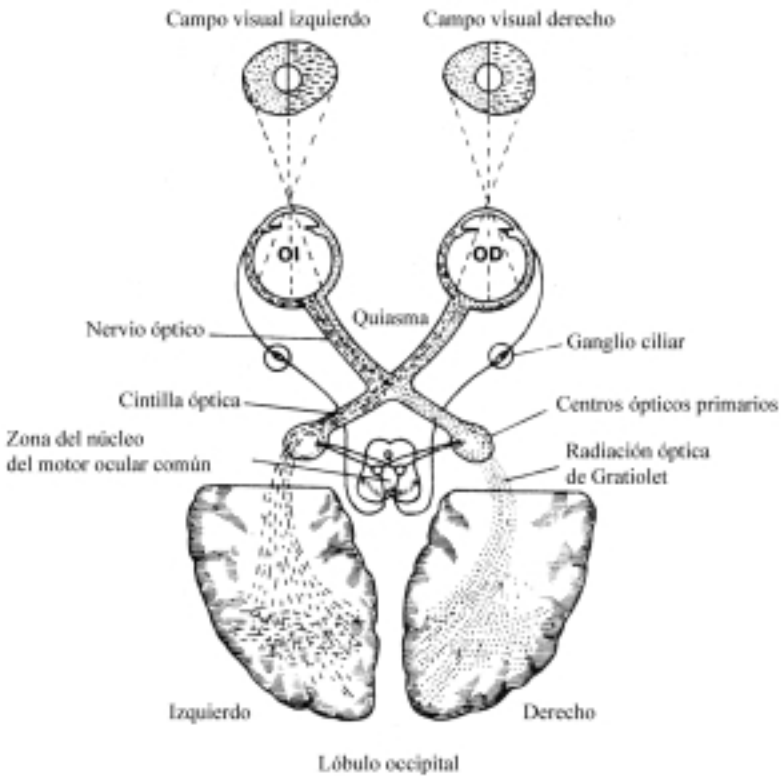


Fig. 2.12. Vía óptica.

FISIOLOGÍA

La fisiología es, dentro de las ciencias biológicas, la que estudia las funciones de los elementos singularizados por la anatomía, así como las interrelaciones de aquellos. Ambas interactúan de forma armónica.

En los animales más desarrollados, entre los que se incluye al hombre, el analizador visual está compuesto de un extremo periférico (retina), centros ópticos en el diencéfalo y también en la corteza cerebral. Gracias a esto, el

hombre es capaz de percibir o fotografiar el medio que le rodea, primer sistema de señalización.

En el hombre, el centro superior de la visión es la corteza cerebral, la que tiene un desarrollo particular, y es donde surge el pensamiento abstracto, vinculado con las imágenes y el lenguaje escrito, que son partes componentes del segundo sistema de señalización propio del hombre.

La comprensión de la fisiología del analizador visual, incluyendo algunos ejemplos de aplicación al estudio de las enfermedades oculares, nos permitirá profundizar en la comprensión de la fisiopatología.

Funciones de los principales elementos del aparato de la visión

Córnea

La córnea, primer medio refringente del ojo, por carecer de vasos sanguíneos se nutre, por medio del sistema de conductos linfáticos, del humor acuoso y el oxígeno del aire con el que está en contacto. El endotelio corneal es de gran importancia en este sentido.

La membrana corneal es transparente y a través de ella pasan los rayos de luz destinados a la retina; su poder refractivo es de 43,00 dioptrías.

Humor acuoso

El humor acuoso es el segundo medio refringente del ojo. La luz lo atraviesa desde la pared posterior de la córnea, pasando por la pupila, hasta la cara anterior del cristalino. Su índice de refracción, comparado con el aire, es de 1,336, según Helmholtz.

Iris

El iris es el responsable del color de los ojos, y dicho color depende, en gran parte, del pigmento de las células de su estroma, que es variable y, en parte, de las células de la capa retiniana que es constante; por medio de su agujero central (la pupila), regula la cantidad de luz que penetra en el interior del ojo y excluye los rayos periféricos que afectan la nitidez de la imagen retiniana. Su función se compara con la del diafragma de una cámara fotográfica.

Cuerpo ciliar

Sus dos partes componentes: los procesos ciliares y el músculo ciliar, tienen diferentes funciones. Los procesos ciliares sirven para la secreción del humor acuoso, mientras que el músculo ciliar, cuando se contrae, lleva hacia delante y hacia adentro los procesos ciliares y la coroides, lo que provoca una relajación del ligamento suspensorio del cristalino, que le permite a éste aumentar su convexidad; este mecanismo es el proceso llamado *acomodación*.

Cristalino

El tercer medio refringente del ojo es el cristalino. Su índice de refracción es de 1,440, según Helmholtz, y su poder de refracción varía desde 19,11 dioptrías (cuando está enfocando objetos distantes) hasta 33,06 dioptrías (para los objetos cercanos). El cristalino depende para su nutrición del humor acuoso con el que está en contacto, el cual transita rápidamente a través de este medio, gracias a la semipermeabilidad de la cápsula del cristalino. Si se rompe esta, todo el tejido cristalino, al igual que la córnea, absorberá líquido y se opacificará.

La lente del cristalino, al aumentar su poder de convergencia ante los rayos de luz, contribuye fundamentalmente al mecanismo de la acomodación.

Cuerpo vítreo

El cuerpo vítreo es el cuarto medio refringente del ojo. Los rayos de luz lo atraviesan antes de impresionar la retina. El cuerpo vítreo no tiene vasos sanguíneos, por lo que recibe su nutrición de los tejidos próximos: coroides, cuerpo ciliar y retina.

Retina

La acción de la luz inicia en la retina una cadena de reacciones fotoquímicas en la que intervienen la rodopsina o púrpura visual –contenida en los segmentos externos de los bastoncillos–, la vitamina A y las células pigmentarias. Los bastoncillos y los conos son elementos visuales terminales, reciben las ondas luminosas que caen sobre la retina y convierten las vibraciones de estas ondas en impulsos bioeléctricos que pasan a través de las células bipolares ganglionares y que luego son transportados al cerebro por el nervio óptico, las cintillas ópticas y las radiaciones ópticas, donde se produce la sensación de luz.

Motilidad extrínseca ocular

El ojo es movido por 6 músculos extrínsecos, que son los 4 músculos rectos y los 2 oblicuos. Definiremos como campo de acción de cada músculo aquella dirección de la mirada en la que su acción principal es mayor, por actuar en cada movimiento del ojo varios músculos. Reviste gran importancia el conocimiento de los campos de acción de cada músculo para el diagnóstico de las parálisis musculares.

En la figura 2.13 se muestran los campos de acción principales de cada músculo en las seis direcciones cardinales.

Visión

Cuando la luz impresiona la retina, estimula conos y bastoncillos que actúan como terminaciones nerviosas sensoriales. Así como el contacto de la piel con una sustancia extraña provoca la sensación táctil, la estimulación de la retina por la luz provoca sensaciones visuales. Por medio de estas células sensitivas se enfocan las imágenes de objetos del mundo exterior a través del sistema dióptrico ocular, consti-

tuido por la córnea, el humor acuoso, el cristalino y el cuerpo vítreo. Los rayos que llegan al disco óptico o papila no provocan sensación visual, por lo que este lugar se ha denominado mancha ciega de Mariotte.

Las sensaciones que se producen al estimular la retina con la luz son de tres clases de luz, forma y color.

La sensación a la luz nos permite percibir este fenómeno como tal, en todas sus gradaciones de intensidad. Los bastoncillos son mucho más sensibles a la poca iluminación que los conos, por lo que en la oscuridad vemos con nuestros bastoncillos (visión escotópica); los conos actúan con iluminación brillante (visión fotópica).

Los animales nocturnos, como el murciélago, tienen pocos conos o ninguno; los animales diurnos, como la ardilla, no tienen bastoncillos; el hombre posee gran cantidad de ambos.

La sensibilidad a la forma nos permite percibir la figura de los objetos; aquí es donde los conos tienen una función principal, que es más intensa en la fóvea, donde están más cerca unos de otros y son más diferenciados.

La sensibilidad al color nos permite distinguir colores y tonos de color. La apreciación de los colores se lleva a cabo solamente en visión fotópica. Existen tres colores primarios: el rojo, el verde y el azul. La luz blanca puede obtenerse por la combinación de todos y los secundarios, por la combinación de dos de ellos.

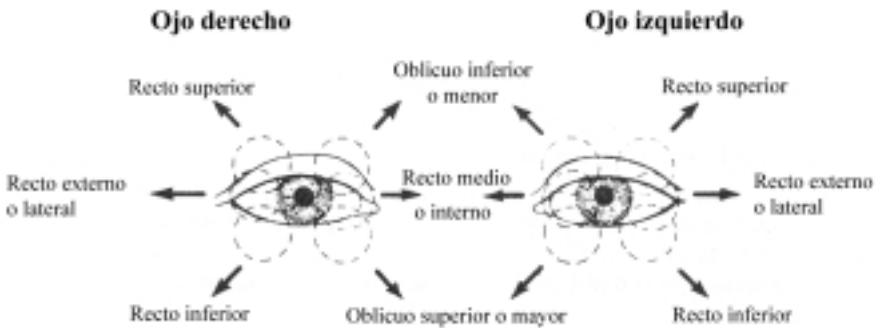


Fig. 2.13. Campo de acción de los músculos extrínsecos oculares en las seis direcciones cardinales.

Desarrollo de la visión

El desarrollo de la visión tiene lugar durante los primeros 5 años de vida, y su estabilización ocurre entre los 5 y 8 años de nacido el ser humano.

El recién nacido reacciona a la luz intensa; a los 2 meses el niño sigue con sus ojos a una persona; a los 3 meses sigue el movimiento del dedo y mueve la cabeza. A los 4 meses mira su mano y coge los objetos; a los 6 meses puede observar un objeto, con detenimiento, 1 o 2 min.

Al año tiene aproximadamente 0,2 de agudeza visual; a los 3 años alcanza 0,7 y a los 5 años o antes, la visión normal es de 1,0. A partir de esta edad se inicia el proceso de estabilización, que culmina a los 8 años de edad. Cualquier perturba-

ción ocurrida antes, puede desvalorizar la agudeza visual del niño y requiere una atención rápida y eficaz por el oftalmólogo.

Mecanismo de la visión binocular

En condiciones normales, en el acto de la visión se emplean los dos ojos, que se ajustan involuntariamente, de manera que la imagen de un objeto se enfoca sobre la mácula de cada ojo. Las dos imágenes son fusionadas en una sola, por el acto de percepción cortical. Esta facultad constituye la visión binocular única, regida por la capacidad de fusión que tiene como origen el impulso del centro de fusión cerebral.

La fusión se divide en tres grados: percepción macular simultánea, visión simultánea con fusión, y fusión con percepción de profundidad (visión estereoscópica).

Producción, circulación y excreción del humor acuoso

El humor acuoso es producido por los procesos ciliares, circula entre el iris y el cristalino y abandona la cámara posterior a través de la pupila; ya en la cámara anterior, una parte de este líquido se desliza por el sistema trabecular del ángulo iridocorneal, llega al conducto de Schlemm y luego, por los conductillos colectores y las venas acuosas, alcanza las venas ciliares anteriores (Fig. 2.14). Una parte del humor acuoso es absorbida por mediación de los vasos iridianos en los espacios del estroma del iris y otra porción abandona el ojo por las vías de desagüe posterior.

Tensión endocular

La tensión endocular está dada por la rigidez relativa de las paredes del ojo, la presión de los capilares de éste a través de los cuales se efectúa la transferencia de líquidos, la relación entre la cantidad de humor acuoso formado y lo fácil de su drenaje, así como por la presión de las venas episclerales.

La tensión resultante dentro del ojo, varía normalmente entre 15 y 20 mmHg; se mide con un aparato de uso corriente llamado tonómetro.

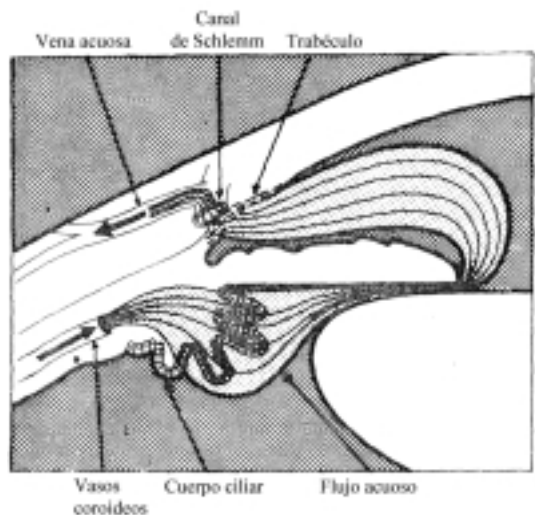


Fig. 2.14. Circulación del humor acuoso. Es producido por los procesos ciliares, pasa por la pupila y sale del ojo por el ángulo de la cámara anterior a través del trabéculo, el canal de Schlemm y las venas acuosas.

Reflejos pupilares normales

La pupila normal es circular y regular en sus contornos, y mide de 3 a 4 mm de diámetro; es mayor en las personas jóvenes y menor en los viejos. Debe tener el mismo tamaño en ambos (isocoria) y responder con la misma reacción en los dos cuando se le somete a cambios en la intensidad de la iluminación. Contrariamente, si las pupilas tienen diámetros distintos, se le llama anisocoria.

Los movimientos de la pupila consisten en: contracción (miosis) y dilatación (midriasis) (Fig. 2.15).

La pupila se contrae al ser expuesta a la luz, en la acomodación y en la convergencia. La contracción ante la luz puede ser directa o consensual.

Los reflejos dilatadores de la pupila (tanto directos como consensuales) se observan al dar sombra a un ojo y al mirar a un objeto distante. La exploración de los reflejos pupilares reviste gran importancia en la clínica.

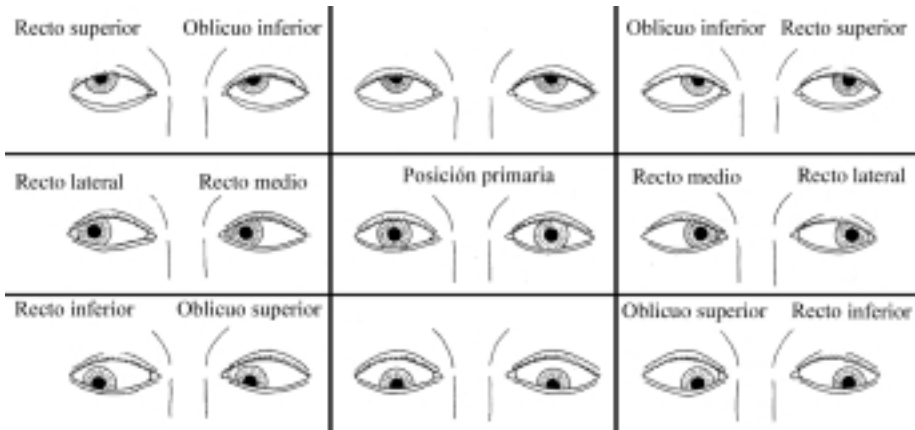


Fig. 2.15. Esquema de las reacciones pupilares.

Mecanismo de acomodación-convergencia

La acomodación es el mecanismo por el cual el ojo modifica la posición del foco, de manera que los rayos divergentes (procedentes de un objeto situado a menos de 6 m de distancia) sean enfocados sobre la retina. El cristalino posee una estructura elástica, y durante la acomodación, el músculo ciliar se contrae, atrae hacia delante la coroides y provoca la relajación del ligamento suspensorio; esta acción disminuye la tensión de la cápsula del cristalino y le permite a este aumentar su convexidad. El cambio de curvatura afecta, sobre todo, la cara anterior del cristalino. Este mecanismo puede compararse al acto de enfocar la imagen de una diapositiva que proyectamos en una pantalla y que al notar que aquélla es borrosa, accionamos el mecanismo de la lente para reenfocar la imagen, hasta verla nítidamente.

La convergencia es la facultad de dirigir los ejes visuales de los ojos sobre un punto próximo, en el cual los objetos cercanos son enfocados nítidamente.

Ambos mecanismos operan simultáneamente en el acto de la visión.