

HISTOLOGÍA GENERAL DEL BULBO OCULAR

Dr. Carlos Espech López

La ultraestructura ocular es muy rica y compleja, pero en el presente texto sólo se describen aquellos aspectos más generales de la histología corneal y retinal.

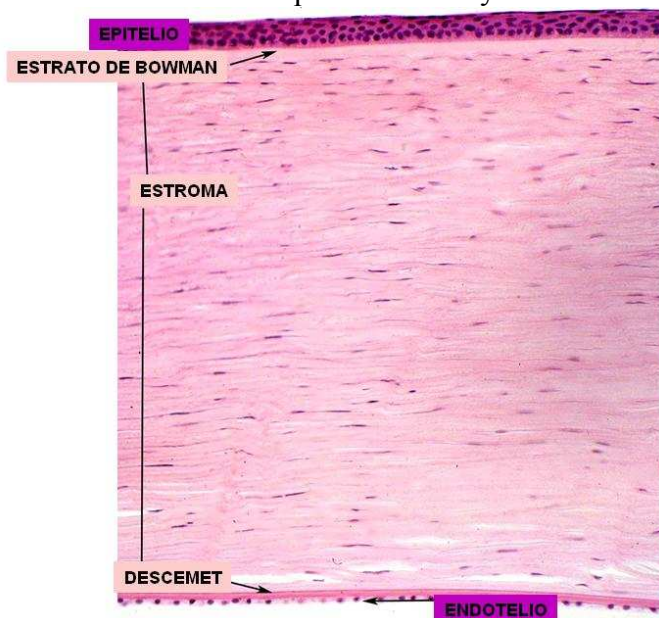
HISTOLOGÍA DE LA CÓRNEA

La córnea es la porción anterior y transparente de la túnica fibrosa del bulbo ocular, y es el elemento refractivo de mayor poder del sistema óptico del ojo. En ella podemos distinguir cinco capas histológicas:

1. Epitelio

Es la capa más externa de la córnea. Es de tipo pavimentoso, plano, pluriestratificado, no queratinizado y no secretor. Su espesor es variable, entre 50 a 80 micras, pero siempre ronda la cifra de 3 a 5 células que se distribuyen en tres estratos; superficial o escamoso, medio o de células aladas, y profundo o basal. Es en estas células basales donde se produce la división celular, o sea, la mitosis y donde se encuentran los hemidesmosomas que anclan todo el epitelio.

Las células superficiales están totalmente diferenciadas y ya en degeneración, por lo que se recambian periódicamente. Poseen tight junctions y, en su superficie, poseen microvellosidades con la función de fijar el glicocalix que está en íntima relación con la mucina del film lagrimal.



Las células aladas reciben este nombre porque poseen unas prolongaciones que sugieren ese aspecto. A pesar de lo dicho anteriormente, estas células son ricas en queratina 64 KD (específica del epitelio corneal) ya que poseen un gran número de tonofilamentos intracelulares cuyo componente fundamental son subunidades de queratina. En caso de déficit de vitamina A, desaparece este tipo tan característico de queratina apareciendo entonces la queratina epidérmica con la consiguiente opacificación de la córnea.

La capa de células basales es la de metabolismo más activo, ya que es la única capaz de originar o reproducir nuevas células. Son especialmente ricas en organelos, especialmente mitocondrias, así como en reservas de glucógeno en relación a las demás células epiteliales.

2. Membrana basal del epitelio y Estrato de Bowman

El epitelio corneal descansa sobre la lámina basal. Ésta no difiere en composición de la de cualquier otro epitelio escamoso, tiene colágeno tipo VII, proteoglicanos heparán-sulfato, lamininas, fibrinas y fibronectina.

El estrato de Bowman tiene un grosor de 12 a 15 micras. Es propia de los primates, no existiendo en el resto de los mamíferos. Al aplicar técnicas de microscopía electrónica se descubrió su verdadera estructura, formada por fibras de colágeno dispuestas al azar.

3. Estroma

El estroma corneal ocupa un 90 a 95% del grosor de la córnea. En el centro mide alrededor de 500 micras mientras que se engruesa hacia la periferia. Está formado por glicosaminoglicanos unidos covalentemente a un núcleo de una proteína y una gran cantidad de fibras de colágeno dispuestas de forma paralela a la superficie de la córnea. Entre las fibras de colágeno hallamos los queratocitos, que son unas células aplanadas con muy poco citoplasma. También encontramos axones y células de Schwann que los rodean en la parte más anterior y medial del estroma corneal. En condiciones normales el estroma corneal posee un 71% de colágeno tipo I, aunque también encontramos otros como el colágeno tipo III.

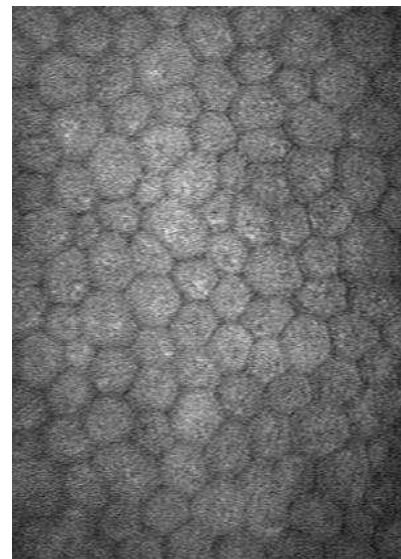
Las aproximadamente 300 láminas de fibras colágenas cruzan de limbo a limbo. La disposición de las fibras es ortogonal en la parte más posterior, lo que da al estroma corneal una gran transparencia, básica para cumplir su función refractiva.

4. Membrana de Descemet

Corresponde a la lámina basal del endotelio de la córnea. Va aumentando de tamaño y grosor a lo largo de la vida, midiendo en promedio 7 a 10 micras de espesor. Se compone de colágeno tipo IV, laminina y fibronectina. Su función fundamental es la de dar soporte y adhesión a las células del endotelio.

5. Endotelio

Se trata de un epitelio monoestratificado situado en la cara interna de la córnea, de unas 10 micras de espesor. Son células poligonales formando una monocapa, con una conformación regular. La forma celular más habitual es la hexagonal. A su vez, estas células se unen entre sí por unas interdigitaciones solo visibles al microscopio electrónico, correspondientes a uniones desmosómicas y zónula ocludens. Poseen un núcleo grande y prominente, gran número de mitocondrias, retículo endoplásmico y aparato de Golgi de tamaño considerable. Son metabólicamente muy activas, con funciones de síntesis, transporte y secreción, fundamentales para mantener el estado de deshidratación natural de la córnea o deturgescencia corneal, sin la cual es imposible su transparencia.

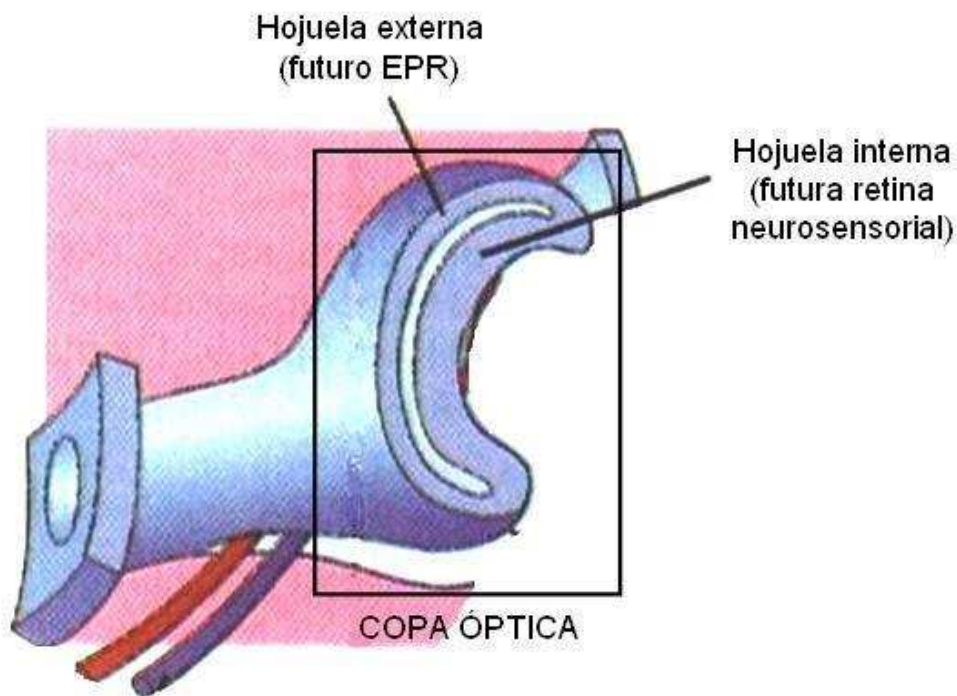


ENDOTELIO CORNEAL

A pesar de ser células muy activas, en caso de lesión no se regeneran, sino que son sustituidas por hipertrofia de las células vecinas. Con el paso de los años existe una tasa de pérdida natural, pero algunas patologías y traumatismos, así como la iatrogenia quirúrgica pueden acelerar peligrosamente el proceso de pérdida celular, amenazando la transparencia y vitalidad de la córnea.

HISTOLOGÍA DE LA RETINA

La retina consta de diez capas histológicas, que derivan de la copa óptica embrionaria. De la hojuela externa de la copa óptica se origina solamente la primera capa de la retina; el epitelio pigmentario de la retina (EPR). De la hojuela interna, en cambio, derivan las restantes nueve capas que constituyen la retina neurosensorial. Ambas hojuelas de la copa óptica se encuentran separadas por un espacio virtual llamado espacio subretinal. Si en la vida postfetal se produce un clivaje que haga patente este espacio, se produce entonces el temido desprendimiento de retina.



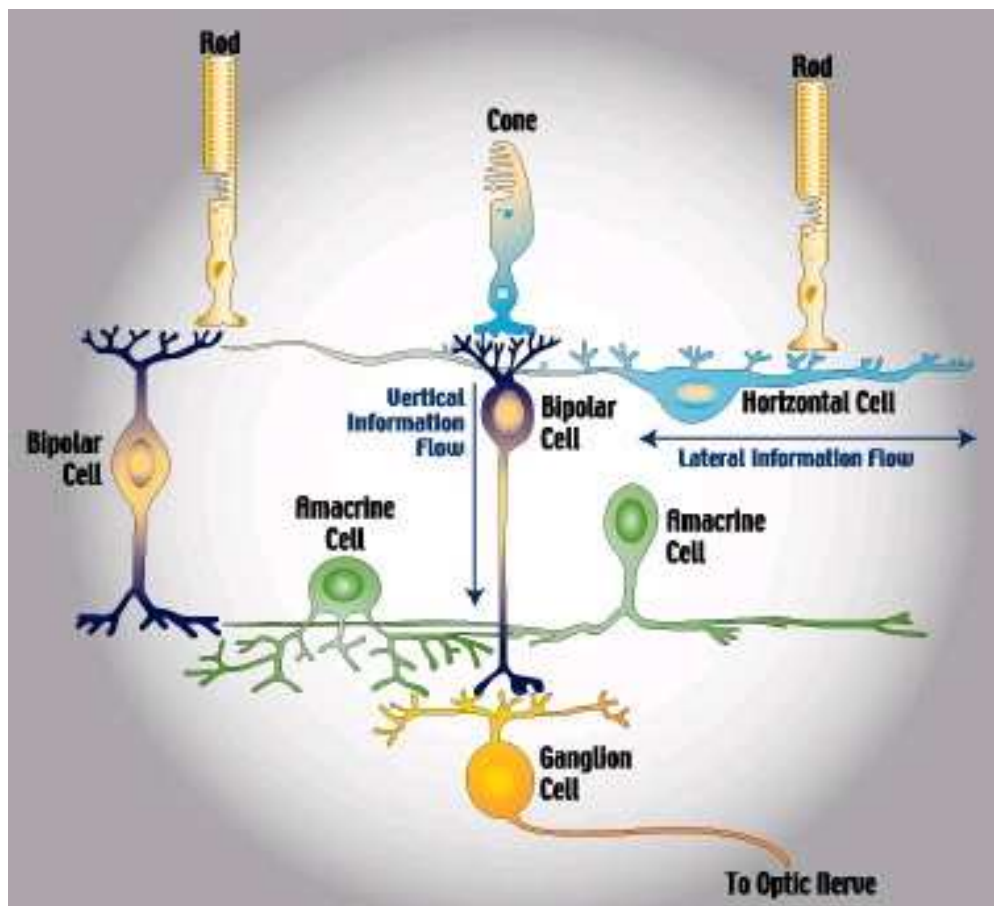
No es objetivo de este texto el revisar en profundidad la histología de cada capa, sino poder dar una mirada funcional a este grupo de capas que permita entender el proceso que posibilita la conducción del estímulo luminoso hacia la corteza visual primaria.

Como ya se mencionó, la región central de la retina, es decir la mácula y con mayor razón la fovea, son las encargadas de la visión más fina y en colores. Esto gracias a su progresiva mayor concentración de fotorreceptores de conos y una relación casi uno a uno con las siguientes células de la vía óptica. Hacia la media periferia se incrementa importantemente la concentración de bastones, pero la relación fotorreceptor-célula bipolar también crece notablemente, haciendo más gruesa la información transportada hacia el cerebro.

En un corte vertical, la capa más externa o capa 1 es la del EPR, mientras que la capa más interna o capa 10 (en contacto con el cuerpo vítreo) es la membrana limitante interna de la retina. El EPR es de importancia vital para un adecuado funcionamiento de la retina. Abraza a los segmentos externos de los bastones y conos, a los cuales se encarga de “podar” a través de un proceso de fagocitosis, permitiendo un adecuado recambio de los discos fotosensibles de sus membranas plasmáticas.

Todas las retinas de vertebrados están compuestas por 3 capas que contienen cuerpos celulares y 2 capas de interacciones sinápticas (denominadas plexiformes).

La capa nuclear externa (ONL) contiene los cuerpos celulares de los conos y bastones. La capa nuclear interna contiene los cuerpos celulares de las células horizontales, bipolares y amacrinas y la capa de células ganglionares contiene los cuerpos celulares de dichas células. Entre estas 3 capas se localizan las capas plexiformes donde se realizan la mayor parte de contactos sinápticos de la retina.



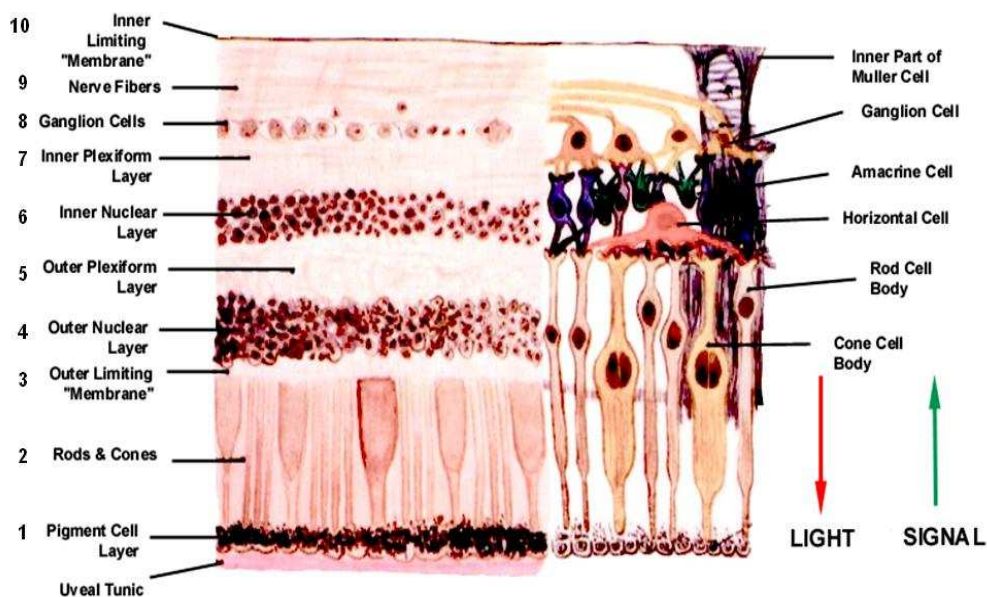
Para efectos prácticos es conveniente aclarar que la vía óptica se inicia con el estímulo de las células bipolares por parte de las células de fotorreceptores (conos y bastones), y se continúa con las células ganglionares hasta el cuerpo geniculado lateral del tálamo. Por tanto, las otras células mencionadas (horizontales y amacrinas) sólo cumplen funciones moduladoras necesarias para filtrar la información visual a conducir, pero no forman parte de la vía óptica.

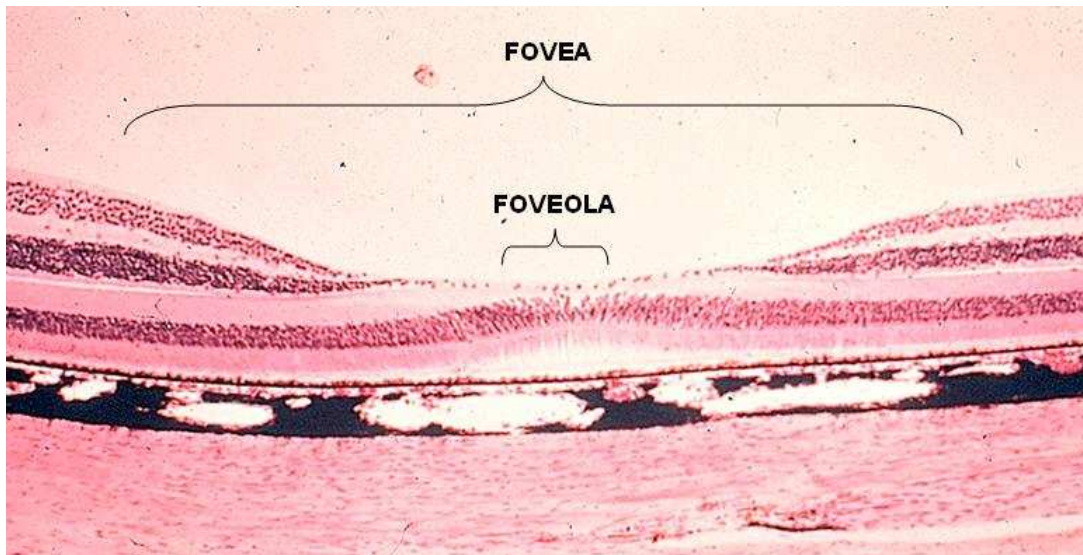
La plexiforme externa (OPL) es donde contactan los conos y bastones con las dendritas de las células bipolares y con las células horizontales.

En la plexiforme interna (IPL) se produce la segunda sinapsis de la vía vertical de la retina. Aquí contactan los axones de las células bipolares con las dendritas de las células ganglionares. Además a este nivel terminan gran cantidad de prolongaciones de las células amacrinas, que influyen y modulan la información que es pasada a las células ganglionares.

Curiosamente el estímulo luminoso debe atravesar varias capas celulares y sinápticas antes de ser captado por los fotorreceptores, de manera tal que la dirección de la luz es opuesta a la dirección de la conducción de la señal eléctrica hacia el nervio óptico.

Sin embargo, la retina central difiere de la retina periférica no sólo en la concentración de fotorreceptores, sino también en la arquitectura de la fovea, la cual es única. En ella apreciamos una depresión central ya que las diferentes capas se desplazan hacia los lados, dejando a los conos de la foveola en contacto casi directo con la luz, potenciando de esta manera la calidad de la percepción de la imagen. Esto ocurre gracias a que los axones de dichos conos centrales se disponen oblicuamente hacia lateral antes de llegar a sinaptar, a nivel de la plexiforme externa, con las células bipolares. A estos axones oblicuos sólo ubicados en la fovea central se les llama fibras de Henle.





La capa nuclear interna (INL) es más gruesa a nivel de las zonas centrales de la retina debido a una mayor densidad de conos, y por tanto de células bipolares específicas para conos. También existen mayor cantidad de células ganglionares, y por tanto de fibras nerviosas a nivel de la retina central. De nuevo esto es debido a la mayor cantidad de células implicadas en el procesamiento de la información del sistema de conos. A su vez esto implica mayor cantidad de interacciones sinápticas y por tanto un mayor grosor de la capa plexiforme interna a nivel de la retina central.

Dependiendo de los autores, la máxima concentración de células de conos en la fovea central fluctúa entre 147.000 a 280.000/mm². Por su parte, los bastones presentan una densidad máxima a nivel de la media periferia (cercano a la zona de las ramas o arcadas temporales de la arteria central de la retina) donde alcanzan una concentración de 160.000/mm², no existiendo a nivel de las 200 micras centrales, donde sólo encontramos conos.