



DESARROLLO DEL OJO Y DE ESTRUCTURAS RELACIONADAS

El desarrollo temprano del ojo inicia con señales inductoras provenientes de tejidos que participan en su formación. El **neuroectodermo prosencefálico**, formara la retina, el iris y el nervio óptico. El **ectodermo superficial** formara el cristalino y el epitelio de la cornea. El mesenquima tiene dos orígenes, el que proviene del **mesodermo**, originará las cubiertas fibrosas, vasculares y músculos del globo ocular; el ectomesénquima derivado de las **células de la cresta neural** formará el cuerpo vítreo, coroides, esclera y endotelio corneal.

La región ventral de tubo neural a nivel del diencefalo expresa el gen pareado Pax-6, excepto en la zona de la placa del piso, ya que ahí es reprimido por sonic hedgehog proveniente de la notocorda y la placa precordial. Pax-6 continua expresándose en la región lateral del diencefalo para marcar la aparición de los campos ópticos; si no se expresará sonic hedgehog los campos ópticos se unirían resultando una ciclopía.

El desarrollo del ojo se hace evidente hacia los 22 días de gestación, cuando las paredes laterales del diencefalo se envaginan y forman los surcos ópticos, en unos pocos días estos surcos se agrandan y forman las **vesículas ópticas**, las cuales quedan en aposición en su parte externa con el ectodermo superficial, lo cual es esencial para que la vesícula induzca las células del ectodermo superficial a formar el cristalino.

Conforme avanza el proceso de inducción del cristalino, la cara externa de la vesícula óptica comienza a aplanarse y termina por adoptar una forma cóncava, el resultado es la transformación de la vesícula óptica en una **copa óptica**. Entre tanto, el ectodermo inducido del cristalino se engrosa e invagina formando la vesícula del cristalino, que posteriormente se desprende del epitelio ectodérmico superficial. La vesícula del cristalino se convierte en una estructura inductora al ectodermo para el desarrollo de la **cornea**.

La formación de la copa óptica es un proceso asimétrico, ya que el aplanamiento de la vesícula óptica se da por la región ventral y no por el centro. El resultado de esta invaginación es la formación de la **fisura coroidea**, que se extiende al **tallo óptico** en forma de surco. Durante gran parte del desarrollo ocular inicial, la fisura coroidea y el surco del tallo forman un canal por el cual pasa la arteria hialoidea hacia las estructuras oculares en formación. La copa óptica termina por formar la retina, cuerpo ciliar, el iris y el nervio óptico.

El tallo óptico es invadido por las prolongaciones neuronales que proceden de las células ganglionares que se forman en la retina. La expresión del gen pareado 2 o Pax-2 en las células del tallo óptico emite señales que orientan a los axones que pasan a través del nervio y del quiasma óptico para encontrar su vía adecuada en las regiones del cerebro. Posteriormente se cierran el surco del tallo óptico y la fisura coroidea. La falta del cierre de la fisura coroidea resulta en la formación de un coloboma y si este se asocia con anomalías del riñón puede deberse a mutaciones del gen Pax-2.

RETINA Y OTROS DERIVADOS DE LA COPA ÓPTICA.

La capa interna de la copa óptica se engrosa e inicia la diferenciación celular hacia neuronas y células fotorreceptoras de la retina neural. La capa externa de la copa óptica es delgada y termina por convertirse en la **capa pigmentaria de la retina**, es característica que exprese el gen **Otx-2**. En la formación de la copa óptica la distinción entre la retina neural y el epitelio pigmentario de la retina depende de eventos moleculares que ocurren en la formación temprana del ojo. Bajo la influencia del gen **Pax-6**, la parte distal de la vesícula óptica se invagina para formar la pared interna de la copa óptica. La futura retina neural se



caracteriza por la expresión del factor de transcripción Chx-10, La retina neural es una estructura de múltiples capas, conformada por tres tipos de neuronas: fotorreceptoras, bipolares y ganglionares y estas últimas emiten prolongaciones que se desplazan hacia su lugar de salida en el ojo, para formar el nervio óptico, a través del cual llegan al cerebro.

RETINA NEURAL.

El primordio de la retina neural adopta la forma de un epitelio columnar, pseudoestratificado con gran actividad mitótica. Primero se fija el eje nasotemporal (anteroposterior), a continuación el eje dorsoventral y por último la polaridad radial. Existen dos gradientes de diferenciación en la retina: el primero sigue un trayecto aproximadamente lineal desde las capas internas hasta las externas de la retina; comienza con la aparición de las células ganglionares, luego las bipolares y por último las fotorreceptoras. Una vez diferenciadas estas neuronas, comienzan a establecer contacto entre ellas, definiendo las capas de conos, bastones, y plexiformes. El segundo gradiente se desplaza en dirección horizontal desde el centro hasta la periferia, diferenciándose en células horizontales y amacrinas, formándose las capas **nucleares interna y externa**. Una etapa más avanzada en la diferenciación retiniana es el crecimiento de los axones desde las células ganglionares a lo largo de la capa más interna de la retina hacia el tallo óptico para formar al nervio óptico.