

VIII.—CONTRIBUCION A LA ONTOGENESIS
DEL ORGANO DE LA VISION EN LA ESPECIE
DISCOPYGE TSCHUDII
(TORPEDINIDAE)

CARLOS HENCKEL CH.

(4 Figs.)

El objeto del presente trabajo es estudiar un período importante del desarrollo ontogenético del ojo en una serie de embriones de *Discopyge tshudii* que me fueron obsequiados por el recordado Profesor Carlos Oliver Schneider, director del Museo de Concepción.

Los embriones en referencia de 40, 44, 45, 50 y 62 mm de longitud, previamente fijados en formalina al 10 % fueron incluidos en parafina. Los cortes seriados fueron teñidos con Hematoxilina-Cromotopo, Hematoxilina-Rojo de Tiacina y con el procedimiento Azan.

Antes de entrar en detalles acerca de la ontogénesis del ojo de *Discopyge*, séame permitido referirme brevemente al cuadro morfológico que presenta el ojo de un representante adulto de la familia de los torpedinidos, según Krause (1923).

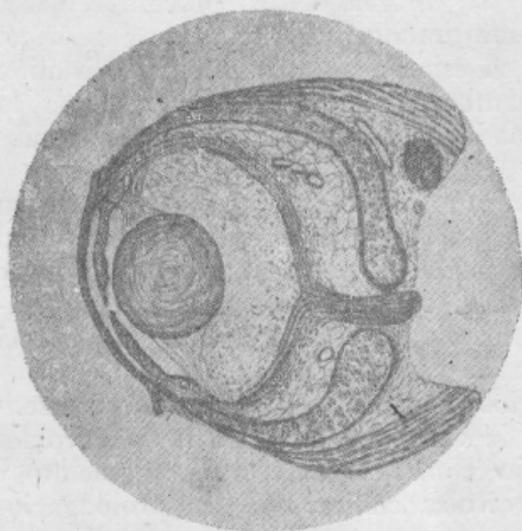


Fig. 3.—Ojo de *Torpedo ocellata*, según Krause (1923), Corte vertical.

La túnica externa del globo ocular (Fig. 3) está representada en su porción posterior por la esclerótica, enteramente cartilaginosa. Trátase de una cápsula amplia, abierta hacia adelante, formada por cartílago hialino, y atravesada en su parte posterior más gruesa por el agujero óptico. Cuenta con un pericondrio interno más delgado; en cambio el externo es más espeso.

En el borde anterior de dicha cápsula cartilagino-

sa, el pericondrio se continúa con una membrana conjuntiva que a su vez se prolonga hacia adelante para formar la substancia propia de la córnea, relativamente delgada. El epitelio anterior de la córnea representa la continuación directa de la epidermis y consiste de epitelio prismático pluriestratificado; cuenta con una membrana basal anterior (membrana de Bowman). Según Krause en los torpedinidos adultos falta una membrana basal posterior (membrana de Descemet); sin embargo, hemos podido observarla en los embriones. La cara posterior de la córnea está revestida por una sola capa de células epiteliales planas; dicho epitelio representa el límite hacia la cámara anterior del ojo.

La túnica media del globo ocular está representada en su porción posterior, por la coróides. Por debajo del pericondrio interno de la esclerótica llama la atención una capa especialmente voluminosa en la parte posterior del bulbo ocular, la supracoroidea, estrato netamente conjuntivo de estructura relativamente laxa, libre de pigmento. Sigue la capa vascular de la coróides rica en vasos sanguíneos y células pigmentarias. En seguida contamos con la capa argentea, caracterizada por prolongaciones paralelas de las células pigmentarias que esencialmente constituyen dicha capa, entre las que yacen cristales de guanina que proporcionan el brillo característico a dicho estrato. Sigue la coriocapilar, capa vascular delgada que sirve para la nutrición de las capas inmediatas de la retina.

Del ora serrata hacia adelante desaparecen la argentea y la coriocapilar, pues a este nivel comienza el cuerpo ciliar, relativamente bajo, provisto de procesos ciliares de poca extensión. Las fibras de la zónula ciliar (Zinn) se dirigen de los procesos ciliares al cristalino. Este es relativamente grande y casi totalmente esférico.

El cuerpo vítreo ocupa el espacio situado entre el cristalino y la retina. Cuenta con una membrana limitante periférica en la que se encuentran células aplanadas y ramificadas, las células subhialóideas.

El cuerpo ciliar se continúa con el iris que cuenta en su capa anterior con una capa de células planas, el epitelio anterior del iris. Sigue el estroma que representa su parte principal y consiste de células conjuntivas ramificadas, en parte provistas de pigmento y de numerosos vasos sanguíneos. La cara posterior del iris está revestida por la porción irídea de la retina.

La túnica interna del globo ocular, esencialmente representada por la retina, ofrece en la cara que mira hacia la coróides el epitelio pigmentario que sin embargo, carece de pigmento y consiste de una sola capa de células cúbicas sin las prolongaciones características que se observan en otros vertebrados. El neuroepitelio está compuesto exclusivamente por bastoncitos. La membrana limitante externa está bien visible. Siguen la capa de los

granos externos representada por los núcleos de los bastoncitos, y la capa reticular externa. En la capa de los granos internos se encuentran los núcleos de las células bipolares, horizontales y amarinas. Luego viene la capa reticular externa. La capa de las células ganglionares consiste de una sola hilera de células multipolares cuyas neuritas forman la capa de las fibras ópticas. En el límite hacia el cuerpo vítreo se encuentra la membrana limitante interna.

El nervio óptico consiste de fibras mielínicas unidas por un dispositivo neuróglico. Las fibras forman fascículos que quedan separados por tejido conjuntivo.

Por delante del ora serrata, la porción óptica se continúa con la porción ciliar de la retina. Consiste de dos capas celulares de las que la externa representa la continuación del epitelio pigmentario de la porción óptica y presenta una cantidad considerable de pigmento. La porción irídea de la retina consiste igualmente de dos capas celulares; ambas contienen pigmento.

Observaciones propias

Entre las numerosas observaciones interesantísimas que permite hacer el estudio sistemático de los cortes seriados de los embriones de *Disconyge*, quisiera referirme sólo a las que están relacionadas primero, con la esclerótica, segundo, con un dispositivo de acomodación que, sin embargo, no llega a su desarrollo definitivo.

La esclerótica ya presenta cartílago en el embrión más pequeño que se pudo observar a. s. el de 40 mm (Fig. 4) en el cual sin embargo, la cápsula cartilaginosa correspondiente a la esclerótica no está aún tan completa como en los estados más avanzados (Fig. 3). Al comparar los diversos estados ontogenéticos consecutivos, se puede constatar fácilmente que la formación del cartílago sale de la parte posterior del bulbo y que su crecimiento es más activo en su mitad medial que en la lateral.

La cápsula cartilaginosa de la esclerótica está unida, hacia atrás con el cráneo, observándose ya en el embrión de 40 mm el (Fig. 5)

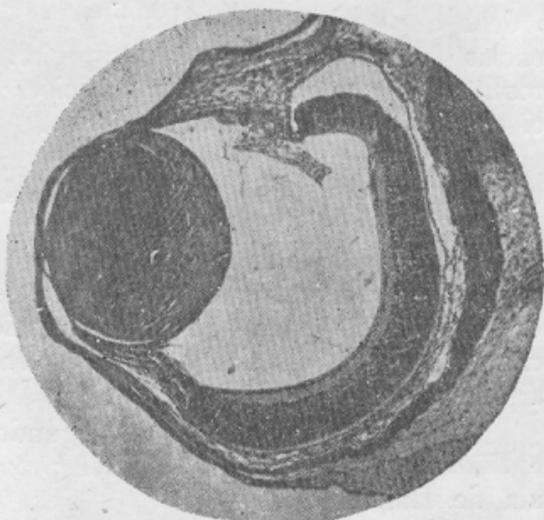


Fig. 4.—Ojo de *Discopyge tschudii*, embrión de 40 mm. Corte dorso-ventral. Hematoxilina - Cromotrope. Aumento 32,5 x.

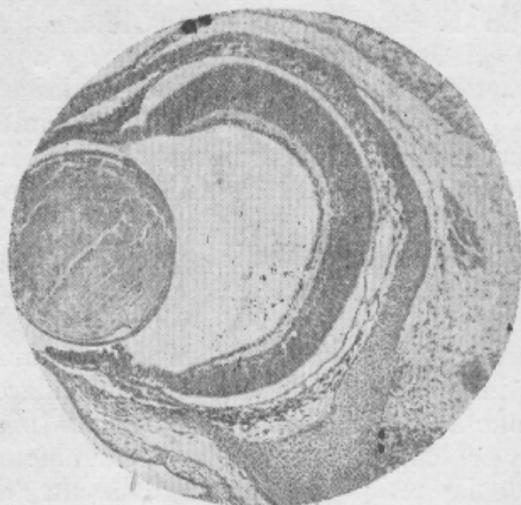


Fig. 5.—Ojo de *Discopyge tshudii*, embrión de 50 mm. Corte dorso-ventral. Hematoxilina - Cromotropo. Aumento 37 x.

esbozo de una articulación entre un tabique dependiente del cráneo y dicha cápsula cartilaginosa. Es interesante observar que el cartílago de la esclerótica en lo que se refiere a su constitución histológica, no difiere del que forma el cráneo. En los dos casos, tratase de cartílago hialino típico, muy rico aún en células, en cambio, relativamente pobre en sustancia fundamental. Al estudiar los cortes seriados de los diferentes embriones llama la atención que la cápsula cartilaginosa de la esclerótica parece formar parte integrante del condrocraqueo de los torpedinidos.

Schaffer (1930) sostiene que el cartílago de la esclerótica de los selácios, representa lo que él ha llamado «cartílago secundario». En el concepto de dicho autor se llama cartílago secundario un elemento cartilaginoso que se presenta en la ontogénesis sin relación directa con el esqueleto primordial y cuya formación se debe a condiciones locales y pasajeras del medio o a ciertas exigencias funcionales de índole especial. Tales cartílagos secundarios presentan a menudo una constitución histológica que difiere algo del cartílago euhialino característico.

Al hacer nuestro este criterio, no nos parece haya motivo por qué el cartílago de la esclerótica de los torpedinidos debería contarse entre los secundarios, pues se presenta como elemento constante en la ontogénesis y en relación directa con el condrocraqueo sin que poseyera estructura diferente de la del esqueleto primordial. Por ésto, no estamos en situación de aceptar la afirmación de Schaffer que el cartílago de la esclerótica de los torpedinidos deba entenderse como «secundario».

Nos dirigimos ahora al segundo aspecto de la ontogénesis de *Discopyge*, relacionado con el proceso falciforme y la campánula de Haller.

Como se sabe, en los mamíferos la acomodación se efectúa por cambios de la forma del cristalino, los que se deben a la contracción y relajación del músculo ciliar. En los peces superiores (teleósteos) falta un músculo ciliar y la acomodación se

efectúa en ellos de una manera muy diferente, pues el cristalino es movable en dirección anteroposterior.

Esta movilidad del cristalino que permite la acomodación en los peces superiores, se debe a la presencia del proceso falciforme y de la campánula de Haller. El proceso falciforme es como se sabe, un repliegue de tejido conjuntivo, rico en vasos sanguíneos que desde la coróides se insinúa al interior del cuerpo vítreo. Se continúa con la campánula de Haller, rica en musculatura lisa que se inserta en la cápsula cristaliniiana. Por su contracción el cristalino se aproxima a la retina por lo que el ojo se adapta a una mayor distancia.

En los selácios no existen ni el proceso falciforme ni la campánula de Haller; en cambio los autores describen en algunos representantes de esta clase primitiva de peces, otro dispositivo que en ellos tiene a su cargo la acomodación del ojo. En varios géneros de selácios como p. ej. *Mustelus*, *Scyllium*, *Galeus*, se extiende del sector ventral del cuerpo ciliar en dirección al cristalino, una papila que en su espesor alberga musculatura lisa, la llamada papila del músculo cristaliniiano. Dicho músculo se inserta en la cápsula cristaliniiana; su contracción aproxima el cristalino a la córnea.

En los torpedinidos dicho músculo cristaliniiano existe sólo en forma rudimentaria como afirma Krause que ha efectuado un estudio minucioso de la estructura microscópica del ojo en la especie *Torpedo ocellata*. No lo hemos podido observar en los embriones de *Discopyge*. En cambio es interesante el hecho que nos fué posible encontrar en los embriones en referencia, formaciones que pueden interpretarse como gérmenes del proceso falciforme y de la campánula de Haller.

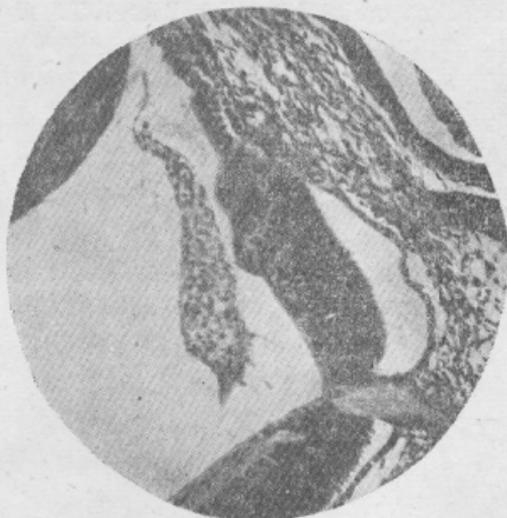


Fig. 6.—Ojo de *Discopyge tschudii*, embrión de 40 mm. segmento posterior. Corte dorso-ventral. Aumento 116 x.

En efecto, ya en el embrión de 40 mm llama la atención, en el lado ventral del bulbo, la presencia de un cordón de tejido conjuntivo, rico en células y vasos sanguíneos (Fig. 6). La base de este cordón conjuntivo-vascular está situada en la hendidura ocular embrionaria. En dirección distal llega hasta el cristalino. Su forma es la de una pera cuyo pedículo está implantado en la hendidura.

Dicho cordón conjuntivo-vascular presenta su mayor desarrollo en el embrión de 40 mm para hacerse progresivamente más pequeño en los de 44, 45 y 50 mm. En el embrión de 62 mm ha desaparecido casi por completo.

La formación en referencia ha sido observada aún en embriones de otras especies de selácios. De Waele (1902) la ha visto en embriones de *Mustelus laevis* y Froriep (1906) la ha encontrado en embriones de *Torpedo ocellata* de 21 hasta 23 mm.

En lo que se refiere a la interpretación morfológica de este fenómeno, ya Froriep (1906) y Franz (1934) hicieron ver la semejanza que presenta dicha formación con el proceso falciforme de los teleósteos. Quisiera dar otro paso más: el cordón conjuntivo-vascular, formación que se observa con regularidad en la ontogénesis de varios selácios para desaparecer más adelante, representa el homólogo de un proceso falciforme como se encuentra de una manera general en el ojo de los teleósteos.

B I B L I O G R A F I A

- Franz, V. 1924. Vergleichende Anatomie des Wirbeltierauges. En: Handbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere. T. 2 2.a parte. Berlin y Viena.
- Froriep, A. 1906. Die Entwicklung des Auges der Wirbeltiere. En: Hertwig, O., Handbuch der Entwicklungslehre der Wirbeltiere. — Jenä.
- Krause, R. 1923. Mikroskopische Anatomie der Wirbeltiere. T. 4. — Berlin y Leipzig.