

DEL INSTITUTO DE HISTOLOGIA
Y EMBRIOLOGIA

de la

Universidad de Concepción (Chile)

Director: Prof. Dr. Carlos Henckel

**Algunas observaciones acerca del órgano de la visión
en ciclóstomos chilenos ¹⁾**

(Con 7 figuras)

por

Carlos Henckel

(Recibido por la Redacción el 21-IV-44)

Los ciclóstomos representan en el sistema zoológico los vertebrados craneóticos más primitivos. Como se sabe, se dividen en mixinoideos y petromizóntidos; de cada uno de estos grupos, hay representantes en la fauna chilena.

A los mixinoideos pertenece la especie *Bdellostoma polytrema* que abunda en el litoral de Valparaíso al norte. Vulgarmente se le llama "anguila", pero no tiene relación alguna con el pez que tiene el mismo nombre y pertenece a los teleósteos. Gracias a la amable colaboración de don Salvador Lama, nos fué posible conseguir en Papudo, un buen número de la especie en referencia que debidamente fijada en formalina al 10% nos ha servido para confeccionar preparaciones macroscópicas e histológicas del ojo de *Bdellostoma*.

En lo que se refiere a los petromizóntidos hemos podido obtener algunos ejemplares de *Mordacia mordax*, sacados del río Andalién; entre ellos dos estados evolutivos de 8½ y 11 cm. de longitud resp. (*Amnocoetes*).

EL OJO DE BDELLOSTOMA POLYTREMA

Los pescadores nos dan cuenta de un comportamiento muy característico de *Bdellostoma* frente al cebo del anzuelo. Todos los peces se dejan guiar por la vista; p. ej. el salmón reacciona intensamente a determinados estímulos ópticos como cualquiera

¹⁾ Contribución a la Morfología comparada de la Fauna Chilena III.

sabe que aunque sea una sola vez se haya dedicado a la pesca de esta atrayente especie. En cambio *Bdellostoma* frente al anzuelo, comienza a girar alrededor de él, moviéndose en círculos cada vez más estrechos hasta localizar el cebo y alcanzarlo con su boca grande, redonda, a estilo de chupador. Es así que *Bdellostoma* se deja guiar por el olfato y por eso el cebo más apropiado para él, es pescado descompuesto.

Ahora bien puesto que *Bdellostoma*, no se sirve de la vista para buscar alimento, sus ojos no deben tener gran valor funcional. Y en realidad, el órgano de la visión es en *Bdellostoma* como en todos los mixinoídeos, rudimentario por inhibición evolutiva.

En animales adultos los ojos tienen un diámetro de aproximadamente 1 mm. Están situados por debajo de la piel cuya epidermis carece de pigmento en la parte correspondiente al ojo subyacente. Resultan así dos manchas claras de forma irregularmente oval (fig. 1)²⁾ cuya distancia es de 7 mm. aproximadamente.

El ojo mismo está excéntricamente situado en un cuerpo adiposo que a su vez cuenta con una cápsula conjuntiva. Algunos fascículos conjuntivos se dirigen de ella hacia la piel; no deben interpretarse como tendones (Franz 1934). Faltan músculos oculares de modo que el ojo de *Bdellostoma* es completamente inmóvil (fig. 2).

En un corte microscópico (fig. 3) se nota a primera vista la ausencia total de un cristalino. Sin embargo parece que en la ontogénesis se forma en el ectodermo una placa cristaliniáica; por lo menos en la especie *Bdellostoma stouti*, según observaciones de Stockard existe tal estado evolutivo que es por lo demás sólo pasajero, pues luego desaparece sin dar origen a formación definitiva alguna.

El cuerpo vítreo, en cambio está bien desarrollado, llenando todo el espacio formado por el cáliz ocular. Hacia atrás está en relación con su hoja interna; hacia adelante directamente con la cápsula conjuntiva ya mencionada, pues falta al ojo de *Bdellostoma* no sólo un iris, sino también un cuerpo ciliar. Debido a la fijación el cuerpo vítreo ofrece numerosas retracciones; no hemos podido confirmar la presencia de linfocitos señalada por otros autores (Franz). Por lo demás su estructura es homogénea e igual en todas partes. La condensación que Dücker (cit. seg. Franz) ha observado a veces en la parte anterior del cuerpo vítreo de *Bdellostoma dombey*, debe interpretarse como formación artificial.

El cáliz ocular presenta en las preparaciones a menudo una hendidura entre la hoja interna y la externa; tal vez es artificial originada por la fijación. La hoja externa que corresponde al epitelio pigmentario de la retina, consiste de células epiteliales cúbicas de una sola capa, con núcleos esféricos, centrales, sin

²⁾ Esta figura como todas las demás, ha sido dibujada por el ayudante ad honorem D. Gastón Lama San Martín al que agradezco sinceramente su cooperación.



FIGURA N.º 1.

Cabeza de *Bdellostoma polytrema*, vista de arriba. Tamaño natural.

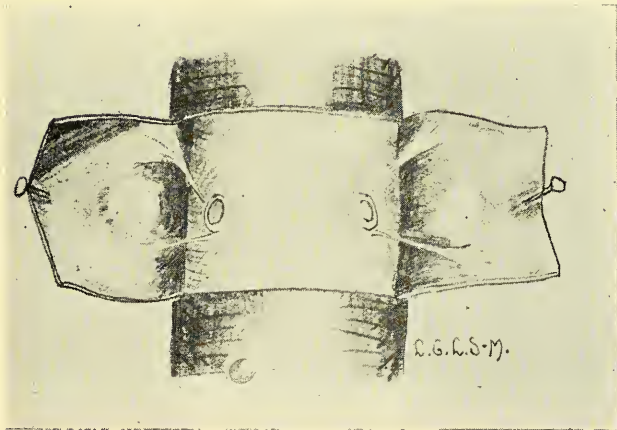


FIGURA N.º 2.

Ojos de *Bdellostoma polytrema* in situ. Tamaño natural.

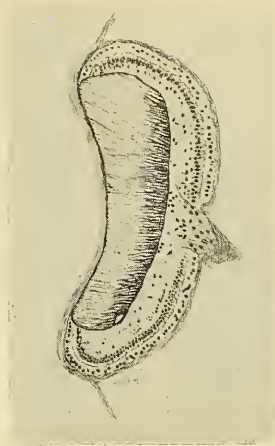


FIGURA N.º 3.

Ojo de *Bdellostoma polytrema*. Corte sagital. 15 micrones Hematoxilina-Cromotrope. Aumento 170 veces; para la reproducción reducido al 1/3.



FIGURA N.º 4.

Nervio óptico de *Bdellostoma polytrema*. Corte transversal. 15 micrones. Hematoxilina-Cromotrope. Aumento 600 veces; para la reproducción reducido al 1/2.

pigmento. La hoja interna e. d. la retina propiamente tal, presenta el plan general característico de los vertebrados, notándose los elementos histológicos esenciales como son: neuroepitelio (se distinguen células sensoriales delgadas y otras más gruesas que pueden interpretarse como bastoncitos y conos resp.), células de la segunda neurona, células del ganglio óptico, fibras ópticas, etc. Sin embargo, las capas retinianas no están bien individualizadas, sino se observa cierta irregularidad de su disposición.

La hoja externa del cáliz ocular está rodeada por una coroides sumamente delgada sin pigmento. Sigue hacia afuera la túnica externa del globo ocular, formada por una cápsula conjuntiva, igualmente exenta de pigmento que hace el papel de esclerótica y córnea a la vez.

El nervio óptico (fig. 4) cuyo corte transversal es oval, guarda proporción con el globo ocular; no tiene arteria central. Carece de pigmento.

En resumen podemos decir: En la especie *Bdellostoma polytrema* el ojo se encuentra en situación hipodérmica; faltan cristalino, iris y cuerpo ciliar; cuerpo vítreo, retina y nervio óptico presentan cierta diferenciación morfológica; túnica externa y coroides muestran poco desarrollo.

Trátase así de un ojo que es sin duda rudimentario; sin embargo, hay otros ciclóstomos en que el órgano de la visión es más rudimentario aún, p. ej., *myxine glutinosa* en que está cubierto además de la piel por musculatura; falta el cuerpo vítreo y la retina está apenas formada. En cambio, el desarrollo relativo del cuerpo vítreo, de la retina y del nervio óptico, y la ausencia de pigmento en la epidermis sobre el globo ocular indican que el ojo en la especie *Bdellostoma polytrema* debe tener por lo menos alguna función. Ya hemos visto que no es suficiente para localizar objetos pequeños como el cebo en el anzuelo; pero posiblemente sirve para distinguir zonas de mayor o menor claridad. Sería interesante realizar observaciones complementarias para determinar, con métodos fisiológicos la facultad visual de la especie en referencia.

EL OJO DE MORDACIA MORDAX

Mordacia mordax presenta en estado adulto un globo ocular de aproximadamente 4 mm. de diámetro, activamente movable por la presencia de músculos oculares. El ojo ofrece en esta especie una estructura relativamente sencilla como en todos los petromizóntidos y al mismo tiempo, primitiva por su escasa diferenciación morfológica; sin embargo, no tiene el carácter francamente rudimentario que es propio de los mixinoideos.

La córnea permite distinguir tres capas: 1.º el epitelio corneal anterior; 2.º la substancia propia; 3.º la membrana de Descemet.

El epitelio anterior de la córnea es la prolongación directa de la epidermis; sin embargo, se distingue de ella por su diá-

metro menor y la ausencia casi completa de células granulosas y en forma de maza que se encuentran sólo en cantidad reducida en las partes periféricas.

La substancia propia representa la continuación de la dermis y consiste por consiguiente de células y fibras conjuntivas. Las primeras pertenecen al tipo de los fibrocitos; no he podido observar células migratorias como se encuentran en la córnea de los vertebrados superiores. Las fibras conjuntivas de la substancia propia son exclusivamente colágenas; forman fascículos, en su mayoría paralelos a la superficie. Fibras elásticas faltan completamente. El grosor de la substancia propia es inferior al de la dermis. Membrana de Bowman no se distingue.

En cambio la membrana de Descemet está bien desarrollada. Consiste de fascículos de fibras colágenas que hacia atrás se continúan con la esclerótica; no tiene células conjuntivas. Su superficie posterior correspondiente a la cámara anterior del ojo, está revestida por un epitelio plano muy delgado.

Toda la córnea carece de células pigmentarias que se encuentran en la dermis y en varias partes del globo ocular. Vasos sanguíneos se notan sólo en sus partes periféricas cerca del limbo corneal.

La esclerótica representa en la especie *Mordacia mordax* una capa conjuntiva relativamente delgada, que hacia adelante se continúa con la membrana de Descemet, hacia atrás con la vaina conjuntiva del nervio óptico. Cuenta con numerosas células pigmentarias que en sus caras interna y externa forman estratos continuos.

La coroides es mucho más gruesa que la esclerótica; contiene numerosos vasos sanguíneos y células pigmentarias. Está separada de la retina por una membrana vítrea claramente visible. Comienza a nivel de la entrada del nervio óptico y se continúa hacia adelante, adelgazándose cada vez más, con el iris. Se nota ausencia completa de cuerpo ciliar.

El iris cuenta en su cara anterior con un epitelio plano monoestratificado ininterrumpido que es la continuación directa del epitelio posterior de la córnea. Sigue el estroma del iris con numerosos vasos sanguíneos y células pigmentarias, pero aparentemente sin elementos musculares. La porción irídea de la retina, reviste la cara interna del iris.

El cristalino tiene forma esférica; su diámetro es de 1,5 mm. aproximadamente. Como en la especie *Mordacia mordax* no existe una zónula de Zinn, el cristalino se mantiene en su posición únicamente por el borde anterior del cuerpo vítreo y el iris.

La retina consta de una porción óptica que se extiende desde la entrada del nervio óptico hasta el ora serrata y de una porción irídea que termina en el borde pupilar del iris. Es mucho más gruesa que en la especie *Bdellostoma polytrema*.

El epitelio pigmentario de la porción óptica, es relativamente alto; cuenta con regular cantidad de gránulos pigmentarios y numerosas prolongaciones celulares dirigidas hacia el neuroepitelio.

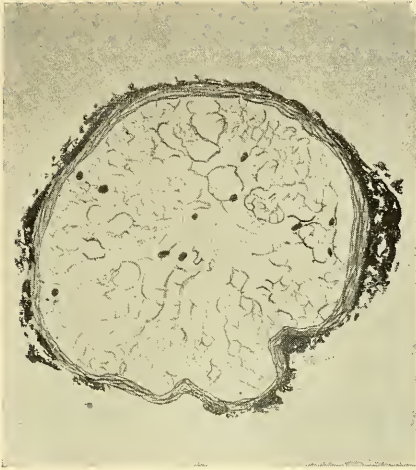


FIGURA N.º 5.

Nervio óptico de *Mordacia mordax*. Corte transversal. 15 micrones. Hematoxilina-Cromotropo. Aumento 600 veces; para la reproducción reducido al 1/2.

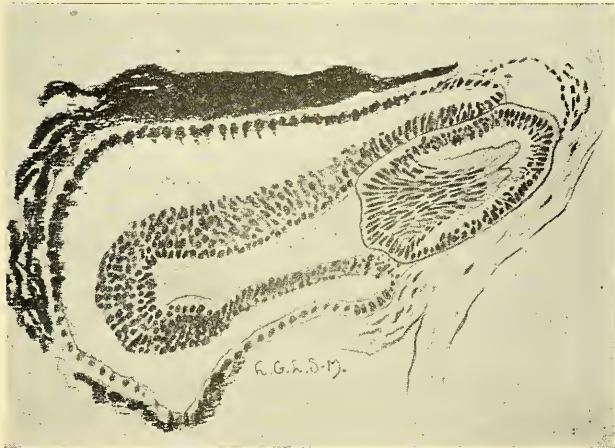


FIGURA N.º 6.

Ojo de un estado larval de *Mordacia mordax* de 8,5 cm. de longitud. Corte sagital. 15 micrones. Hematoxilina-Cromotropo. Aumento 120 veces.



FIGURA N.º 7.

Ojo de un estado larval de *Mordacia mordax* de 11 cm. de longitud. Corte sagital. 15 micrones. Hematoxilina-Cromotropo. Aumento 150 veces; para la reproducción reducido al 1/2.

El neuroepitelio consiste en células de dos clases: más gruesas y más delgadas que por su aspecto morfológico pueden interpretarse como conos y bastoncitos. Además se observan células bipolares, amacrinas y ganglionares ópticas. Pero la disposición de los elementos histológicos constituyentes de la retina es distinta de la que encontramos en los otros vertebrados. Las células ganglionares ópticas están situadas en la capa granulosa interna, a la cual sigue la capa de las fibras ópticas y más allá la capa reticular interna con algunas células ganglionares más.

La misma disposición de los estratos retinianos la presenta *Petromyzon fluviatilis* (Krause, 1921; Franz), como por lo demás, el órgano de la visión en esta especie es muy parecido al de *Mordacia mordax*.

Sin embargo, hay algunas ligeras diferencias. P. ej. respecto a la estructura histológica del nervio óptico, Franz indica según una figura de Dücker la presencia de un cordón central de elementos neuróglícos y lo interpreta como resto de la hendidura que existe en el pedículo ocular durante el estado larval. En cambio, en la especie *Mordacia mordax*, la glía del nervio óptico está irregularmente repartida por entre las fibras nerviosas como se ve en la fig. 5. Llama la atención la cantidad considerable de células pigmentarias en la vaina conjuntiva del nervio.

EL OJO DE DOS AMNOCOETES DE 8,5 Y 11 cm. DE LONGITUD RESP.

El ojo del estado larval de *Mordacia mordax* de 8½ cm. de longitud (véase fig. 6) está situado por debajo de la piel cuya dermis en esta parte no contiene pigmento.

La córnea no está formada todavía; la parte de la epidermis que hará el papel del epitelio anterior de la córnea, presenta los mismos caracteres de la demás epidermis. Una membrana de Descemet falta aún.

La esclerótica está bien desarrollada solamente en las partes anteriores del germen ocular, pero hacia atrás carece todavía de mayor consolidación. Células pigmentarias hay sólo en la porción postero-dorsal.

La coroides presenta mayor diferenciación únicamente en las partes dorsal y posterior en que se distinguen numerosas células pigmentarias. Se nota ausencia completa del iris.

Las dos hojas del cáliz ocular están separadas por un espacio bastante ancho. La hoja externa consiste de células epiteliales cúbicas que en parte contienen pigmento; la hoja interna carece todavía de mayor diferenciación histológica. El ora serata no se distingue aún. El cristalino y el cuerpo vítreo se encuentran en formación.

En el Amnocoetes de 11 cm. de longitud (véase fig. 7) la córnea presenta aproximadamente los mismos caracteres como en el estado larval anteriormente descrito. Sin embargo, ya se distingue una membrana de Descemet y la cámara anterior del ojo está esbozada claramente.

La esclerótica es más completa que en el estado larval de 8½ cm. de longitud; cuenta con poco pigmento. La coroides ya ofrece mayor diferenciación histológica. Las células pigmentarias se limitan a su sector posterior.

El espacio cavitario situado entre la hoja interna y la externa del cáliz ocular se ha estrechado considerablemente en comparación con el estado larval de 8½ cm. La hoja externa ofrece pigmento especialmente en su porción postero-ventral. La hoja interna no presenta aún mayor diferenciación histológica. El ora serata no se nota todavía. El cristalino y el cuerpo vítreo se hallan en formación.

RESUMEN

Estudio morfológico del órgano de la visión en las especies *Bdellostoma polytrema* (Mixinoideos) y *Mordacia mordax* (Petryomyzónidos), como también de dos estados larvales (Amno-coetes) de la misma especie.

En el *Bdellostoma polytrema*, el ojo ocupa una situación hipodérmica; es rudimentario. Faltan cristalino, iris y cuerpo ciliar. Cuerpo vítreo, retina y nervio óptico presentan escasa diferenciación morfológica. Túnica externa y coroides muestran poco desarrollo.

En la especie *Mordacia mordax*, el órgano de la visión presenta una estructura relativamente primitiva, pero no rudimentaria. Salvo algunas ligeras diferencias es muy parecido al del *Petryomyzon fluviatilis*.

BIBLIOGRAFIA

- Franz, V., 1934.—Vergleichende Anatomie des Wirbeltierauges. En: Handbuch der Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere II, 2. Berlin und Wien.
- Krause, R., 1921.—Mikroskopische Anatomie der Wirbeltiere. Berlin und Leipzig.
-