

## MORFOGENESIS DEL COMPLEJO EPIFISIAL EN *LIOLAEMUS GRAVENHORSTI* (GRAY): Iguadinae

FARUK ALAY y RENÉ SOTOMAYOR \*

### INTRODUCCIÓN

De acuerdo con TILNEY y WARREN (1919), citado por STEYN (1957), el nombre complejo epifisial sería el más apropiado para expresar las relaciones de estructura y función del órgano parietal u ojo pineal y la epífisis.

Numerosas son las investigaciones acerca del desarrollo, función, estructura micro y submicroscópica de este complejo en reptiles y otros organismos. Una buena revisión se puede encontrar en GLADSTONE y WAKELEY (1940), KITAY y ALTSCHULE (1954), trabajos más específicos que abordan problemas de estructura y función son los de STEYN (1957, 1959), EAKIN y STEBBINS (1959), EAKIN y WESTFALL (1960), A. MOSZKOWSKA (1964) y una revisión pequeña pero bastante útil es la de KAPPERS (1963). El único trabajo publicado en Chile es el de BÜRGER (1907) en *Phymaturus*.

Aunque algún acuerdo se ha logrado acerca de las fases del desarrollo del complejo epifisial en reptiles, aún persisten varios problemas sin resolver como por ejemplo:

- a) Con respecto al origen, si deriva de un primordio único o de dos no relacionados entre sí y situados anteroposteriormente sobre el diencéfalo.
- b) Presencia o ausencia del nervio parietal o pineal, lo que estaría condicionando la posible función fotorreceptiva de este órgano.
- c) Las relaciones existentes con estructuras adyacentes del diencéfalo, entre ellas el III ventrículo.

El órgano parietal y la epífisis de reptiles del género *Anolis* se originan de una sola evaginación medial del diencéfalo (SPENCER 1887). Condiciones similares fueron observadas por HOFFMANN (1891) en *Lacerta agilis*, por DENDY (1910) en *Sphenodon punctatus*, además de otros autores. Por otra parte,

---

\* Departamento de Ciencias Básicas, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad de Chile.

FRANCOTTE (1894), LEYDIG (1896) y STUDNIKA (1905) creían que el órgano parietal y la epífisis se originaban como dos primordios separados e independientes situados anteroposteriormente. NOVIKOFF (1910) señala esta condición para *Lacerta vivipara*, *Lacerta agilis* y *Anguis fragilis*, mientras que BOVERI (1925) confirma esto en *Chalcides tridactylus*. Todos estos autores se citan en la revisión de STEYN (1957). Parece ser entonces que el problema aún no tiene una respuesta definitiva, aunque el mismo STEYN afirma que el desarrollo del complejo incluye por lo menos una fase durante la cual el órgano parietal se separa de la epífisis por un proceso de constricción. Este hecho ha sido comprobado por el autor arriba mencionado, en *Cordylus polyzonus* y *Mabuya sulcata*.

Por otro lado los datos existentes con respecto a la presencia o ausencia del nervio parietal son confusos. Según EAKIN y STEBBINS (1959), el nervio parietal o pineal se ha logrado identificar en las siguientes especies: *Callisaurus draconoides*, *Crotaphytus collaris*, *Draco volans*, *Phynosoma coronatum*, *Phynosoma douglasse*, *Sauromalus obesus*, *Urna inornata*, *Vantusia agilis* y otros. STEYN (1957, 1959) ha constatado la presencia de este nervio solamente en estados embriológicos de *Mabuya sulcata* y *Cordylus polyzonus*. Según este autor el nervio parietal terminaría por atrofiarse en estas especies al llegar al estado adulto. NELSEN (1953) y KAPPERS (1963) señalan que tanto por métodos morfológicos como neurofisiológicos se ha establecido que en los vertebrados inferiores el sistema pineal es predominantemente fotorreceptivo, por lo menos esto se puede decir del órgano parapineal de las lampreas, el órgano frontal de los anuros y el ojo parietal de las lagartijas. De acuerdo con KAPPERS se obtienen respuestas de tipo excitatorio o inhibitorio del ojo parietal de las lagartijas al hacer variar la longitud de onda de la luz o manteniéndolas en la oscuridad.

Estudios de microscopía electrónica llevados a cabo por EAKIN y WESTFALL (1960) han demostrado que estructuralmente las células sensoriales del ojo parietal de *Scleropus occidentalis*, son muy similares a las células sensoriales de la retina especialmente bastoncitos de los ojos laterales. Estos autores señalan además la presencia de un nervio parietal constituido por alrededor de 250 fibras no medulares.

Según EAKIN y STEBBINS (1959), el recorrido del nervio parietal en *Scleropus occidentalis* es el siguiente: nace poco notoriamente del tercer ojo y se extiende caudalmente bajo la duramadre para luego seguir ventralmente a lo largo del plano izquierdo de la superficie anterolateral de la epífisis, hasta llegar a la comisura habenuar del cerebro.

Por otra parte, la epífisis no mantiene comunicación abierta con el III ventrículo en *Mabuya sulcata* y *Cordylus polyzonus* (STEYN 1957) aunque VAN DE KAMER (1949, 1950) citado por el mismo Steyn, sostiene que existe una comunicación abierta entre el III ventrículo y el lumen epifisial. La teoría de VAN DE KAMER señala que las células sensoriales de la epífisis serían capaces de medir la presión del líquido cerebro-espinal.

Con todos estos antecedentes y aprovechando la diversidad de especies del género *Liolaemus* se estudia en el presente trabajo la morfogénesis del ojo parietal de *Liolaemus gavenhorsti*. Para ello se utilizaron embriones y formas adultas colectadas en la naturaleza.

Para una revisión de la sistemática del género *Liolaemus* se pueden consultar los trabajos de CODOCEO (1950, 1954), HELMICH (1952, 1952 b), DONOSO (1966, 1970) y DONOSO y CODOCEO (1962).

## MATERIAL Y MÉTODO

Para estudiar el desarrollo del complejo epifisial se utilizaron embriones de *Liolaemus gravenhorsti* en distintos estados de desarrollo. Estos embriones provienen de hembras gestantes colectadas en la localidad de Punta de Rieles, Macul (Santiago de Chile), (Latitud 33° 27' Sur, Longitud 70° 42' W).

Las hembras fueron anestesiadas para luego extraer los embriones y fijarlos inmediatamente en la mezcla fijadora de Bouin. En seguida fueron pesados y medidos. Con respecto a los ejemplares adultos se procedió a extraer cuidadosamente el encéfalo completo bajo lupa estereoscópica, para no dañar el ojo parietal ni sus posibles conexiones nerviosas.

Tanto los embriones enteros como los cerebros completos de los adultos fueron incluidos en parafina y teñidos con Hematoxilina-eosina.

## RESULTADOS

### Estado I

La primera diferenciación del techo del diencefalo es una evaginación que aparece en embriones de *Liolaemus gravenhorsti* de 10,4 mm como promedio, con 51 somitos. En un corte frontal bastante oblicuo (figura 1), se puede observar que esta evaginación se encuentra orientada anteroposteriormente. Esta única evaginación presenta una constricción en el tercio inferior, la parte superoanterior corresponde al primordio del órgano parietal (OP) y la parte posteroinferior al primordio epifisial (PE). Ambos primordios se encuentran separados por un surco que oblitera el lumen de esta evaginación. Se puede observar también que ambos primordios mantienen comunicación abierta con el III ventrículo (III V.) y los ventrículos laterales (V.L.).



Fig. 1. Corte frontal del techo diencefálico. Embrión de 10,4 mm. Aumento 200 X.

- OP — Organo parietal
- PE — Primordio epifisial
- VL — Ventrículo lateral
- DE — Diencefalo
- III V — Tercer ventrículo

### Estado II

Los embriones utilizados corresponden a un estado de 61 somitos. En este estado ambos primordios se encuentran plenamente diferenciados. En la figura 2 que corresponde a un corte frontal bastante oblicuo, parte del primordio epifisial es apreciable. El órgano parietal (OP) se presenta en cambio muy desa-



Fig. 2. Corte frontal del primordio epifisial. Embrión de 6l somitos. Aumento 200 X.

- L — Lente
- DR — Depresión retiniana
- OP — Organo parietal
- EP — Epifisis
- VL — Ventrículo lateral
- DE — Diencefalo
- III V — Tercer ventrículo

rollado y en él se pueden distinguir las células que constituyen la lente (L) y una depresión retiniana (DR) característica del ojo pineal de otros embriones de lacértidos como *Mabuya sulcata* y *Cordylus polyzonus* (STEYN, 1957). Este fenómeno puede estar asociado con el alargamiento del órgano parietal a lo largo del eje dorsoventral. La epifisis (EP) consiste ahora en un bulbo terminal que se conecta con el techo del diencefalo (DE) por medio de un tallo hueco. Esto último es más evidente en el estado III.

### Estado III

Este estado corresponde a un embrión de 23.2 mm. En un corte sagital se pueden observar los elementos básicos que componen el complejo: órgano parietal, epifisis (EP) y paraepifisis (PAR) (figura 3).



Fig. 3. Corte sagital de primordio epifisial. Embrión de 23.2 mm. Aumento 200 X.

- L — Lente
- OP — Organo parietal
- RE — Retina
- EP — Epifisis
- TEP — Tallo epifisial
- PAR — Paráfisis

La depresión retiniana (DR) aparece mucho más evidente a la vez que las células de la retina presentan por primera vez pigmentación. Las células lenticulares se hallan completamente diferenciadas. La epifisis mantiene aún contacto abierto con el III ventrículo.

## Estado IV

El embrión alcanza en este estado 34.1 mm. El complejo epifisial se presenta completamente estructurado (figura 4). A lo largo del eje céfalo-caudal y de atrás adelante se pueden distinguir las siguientes partes:

a) Epífisis (figura 4 a) con el tracto pineal (TP), saco dorsal (SD), tallo epifisial (TEP), la glándula pineal (GP) y la paráfisis (PAR).

Aquí no aparece la comunicación con el III ventrículo que se menciona anteriormente.

b) Órgano parietal (figura 4 b), se distinguen la lente (L) y la retina (RE) abundantemente pigmentada.



Fig. 4. Corte sagital de embrión de 34.1 mm. Aumento 200 X.

- L — Lente
- OP — Órgano parietal
- RE — Retina
- GP — Glándula pineal
- PAR — Paráfisis
- SD — Saco dorsal
- TP — Tracto pineal
- TEP — Tallo epifisial

Con la técnica usada se pudo apreciar un cordón de fibras que podrían ser nerviosas y que nacen en un extremo del ojo pineal y que corren caudalmente bajo la duramadre hasta alcanzar la glándula pineal por su cara anterior. EAKIN y STEBBINS (1959) usando la misma técnica describieron nervio parietal en *Scleropus occidentalis*. En la figura 5 se puede observar un haz de fibras que emergen del órgano parietal y que podrían estructurar el nervio referido. En este caso se trata de un ojo pineal de lagartija adulta de *Liolaemus gravenhorsti*.

Resumiendo podemos decir que:

1. Tanto el órgano parietal como la epífisis derivan de una evaginación media.
2. El órgano parietal se desprende de esta evaginación por un proceso de constricción.
3. Aparece claramente una depresión retiniana apenas se produce la separación de estos dos elementos, a la vez que las células retiniales se pigmentan.
4. En los primeros estados del desarrollo de *Liolaemus gravenhorsti* existe una comunicación abierta con el III ventrículo. Esta misma comunicación no es evidente a nivel del embrión a término.
5. Aunque no utilizamos técnicas específicas de tinción para tejido nervioso, pudimos distinguir un conjunto de fibras que se sugiere sean el nervio parietal.



Fig. 4a. Detalle de la fig. 4. Glándula pineal. Aumento de 200 X.

GP — Glándula pineal  
 TER — Tallo epifisial  
 PAR — Paráfisis  
 SD — Saco dorsal  
 TP — Tracto pineal



Fig. 4b. Detalle de la fig. 4. Organo parietal. Aumento de 200 X.

OP — Organo parietal  
 L — Lente  
 RE — Retina



Fig. 5. Corte sagital de ojo pineal en animal adulto. Aumento 630 X.

RE — Retina  
 L — Lente

## DISCUSION

Los resultados obtenidos indican que en *Liolaemus gravenhorsti* el complejo epifisial deriva de un primordio medio que está representado por una evaginación diencefálica. Este primordio evoluciona hasta formar dos elementos separados y situados anteriormente: el órgano parietal y la epífisis. El primero se separaría de esta única evaginación por un proceso de constricción. Lo encontrado en este trabajo está de acuerdo con lo señalado por STEYN (1957) para *Mabuya sulcata* y *Cordylus polyzonus*. Este autor menciona varios otros autores que han llegado a conclusiones similares.

La presencia de una depresión retiniana ha sido observada fundamentalmente por STEYN (1957, 1959). Esta depresión del ojo pineal podría dar origen a un segundo ojo accesorio, por un proceso de constricción. Esto no ha sido observado en el material utilizado en el presente trabajo.

Con respecto a si existe verdaderamente una comunicación abierta entre la epífisis y el III ventrículo, STEYN (1957) sostiene que no existe tal comunicación, en cambio VAN DE KAMER (1949, 1950) señala que ésta realmente existe en los reptiles. La teoría de VAN DE KAMER supone que las células sensoriales de la epífisis serían capaces de medir la presión del líquido cerebrospinal. En *Liolaemus gravenhorsti* pudimos comprobar que en un comienzo la epífisis mantiene una comunicación abierta con el III ventrículo pero que más tarde ésta se cierra dando origen al tracto pineal. En este caso la teoría de VAN DE KAMER no sería aplicable.

La presencia de nervio parietal en el material usado es de difícil interpretación ya que no usamos técnicas apropiadas. En las mismas condiciones y métodos utilizados por nosotros, EAKIN y STEBBINS (1959) han logrado identificar el nervio parietal en *Scleropus occidentalis*. La "ruta" de este nervio es la misma observada por nosotros para un grupo de fibras que no nos atrevemos a señalar como nervio parietal hasta no confirmarlo con técnicas de impregnación argéntica y microscopía electrónica. EAKIN y WESTFALL (1960) señalan también la presencia de nervio parietal en estudios con microscopía electrónica hechos en *Scleropus occidentalis*.

Un trabajo reciente de WARTENBERG y BAUMGARTEN (1968) señala la existencia de nervio parietal en *Lacerta viridis* y *Lacerta muralis* mediante microscopía electrónica. Estos autores describen además tres tipos celulares en el ojo ojo pineal: pinealocitos (aparentemente secretores), célula de soporte y células basales fotorreceptoras que mantienen contacto sináptico con procesos celulares de origen desconocido.

## RESUMEN

En este trabajo se estudia la morfogénesis del complejo epifisial. Se encuentra que este complejo deriva de un primordio único que se evagina del techo del diencéfalo. También se señala que la epífisis mantiene comunicación abierta con el III ventrículo hasta que el complejo se estructura completamente durante el último estado del desarrollo en el que el lumen que los comunicaba se cierra originándose el tracto pineal.

## SUMMARY

This paper deals with the morphogenesis of the epiphiseal complex in the Chilean lizard *Liolaemus gravenhorsti*. The pineal complex emerges from a single diencephalic primordia and in the first stages of development has an open connection with third ventricle, closed at the last stages of embryogenesis, forming the pineal tract.

The microscopic analysis suggests the existence of a pineal nerve.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BÜRGER, OTTO  
1907. Reptiles Chilenos. An. Univ. Chile. 77: 149-155, láms. 2-3.
- CODOCEO, M.  
1950. Reptiles de Tarapacá. *Inv. Zool. Chilenas. 1*: 15.  
1954. Reptiles de la región de los lagos valdivianos. *Inv. Zool. Chilenas. 2* (5): 69-71.
- DONOSO, R.  
1966. Reptiles de Chile. Edic. U. de Chile: 162-329.  
1970. Catálogo herpetológico chileno. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. 31: 49-124.
- DONOSO, R. y M. CODOCEO  
1962. Reptiles de Aysén y Magallanes. *Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. 28* (1): 3-45.
- EAKIN, R. M. & R. STEBBINS  
1959. Parietal eye nerve in fence lizard. *Science, 130*, 1573-1574.
- EAKIN, R. M. & A. J. WESTFALL  
1960. Further observations on the fine structure of the parietal eye of the lizards. *Jour. of Biophys. and Biochem. Cytol. 18*, 483-499.
- GLADSTONE, R. J. & G. P. C. WAKELEY  
1940. The pineal organ. Tindall & Cox. London.
- HELMICH, W.  
1952. a. Ensayo de una clave para las especies chilenas del género *Liolaemus*. *Inv. Zool. Chilenas. 1* (7): 10-14.  
1952. b. Contribución al conocimiento y evolución del *Liolaemus*. *Inv. Zool. Chilenas. 1* (8): 7-15.
- KAPPERS, A. J.  
1963. Recent advances in our knowledge of the structure and function of the pineal organ. Proc. 16<sup>o</sup> Internat. Cong. of Zool. Washington D.C. 3: 20-27.
- KITAY, J. I. & M. D. ALTSCHULE  
1954. The pineal gland. Harvard University Press. Cambridge, Mass.
- MOSZKOWSKA, A.  
1964. Quelques arguments en faveur de la specificite zoologique de l'activite antigonadotrope de l'epiphyse. *Ann. d'Endocrinol. Paris, 25* (5): 79-85.

NELSEN, O.

1953. Comparative Embriology of the Vertebrates. The Blackiston Co. Inc.

STEYN, W.

1957. The morphogenesis and some functional aspects of the epiphyseal complex in lizards. *Journ. of Compar. Neurol.* 107: 227-251.

1959. Epithelial organization and histogenesis of the epiphyseal complex in lizards. *Acta Anat.* 37: 310-335.

WARTENBERG, H. & H. G. BAUMGARTNE

1968. Electron microscopic studies on the problem of photosensory and secretory functions of the pineal organ of a *Lacerta viridis* and *L. muralis*. *Z. Anat. Entwicklungsgesch.* 127 (1): 99-120.

