
MORFOLOGÍA DE LOS CORPÚSCULOS DE MANDL EN LAS ESPECIES DE LA
FAMILIA CICHLIDAE Y NOTAS SOBRES ESTAS ESTRUCTURAS EN PECES DE
OTRAS FAMILIAS

Jorge Rafael CASCIOTTA

CIC, División Zoología Vertebrados.

Museo de La Plata, Universidad Nacional de La Plata. Paseo del Bosque s/n. La Plata.

E-mail: jrcas@fnym.unlp.edu.ar

RESUMEN. Las escamas elasmoides están compuestas por una capa distal ósea y una basal formada por fibras colágenas dispuestas en varias direcciones. Inmersos entre las fibras de colágeno se encuentran una serie de corpúsculos mineralizados denominados corpúsculos de Mandl. En este trabajo se examinaron escamas de 28 especies pertenecientes a la familia Cichlidae y 33 correspondientes a otras familias. Los corpúsculos de Mandl presentan formas poliédricas y ovoides. Los poliédricos ocupan generalmente las zonas adyacentes al foco de la escama; los ovoides más pequeños que los anteriores, se ubican generalmente en la zona marginal de la escama. Todas las especies de ciclidos examinadas presentan corpúsculos de Mandl, solo el 51% de las especies de otras familias poseen estas estructuras. La presencia de corpúsculos de Mandl en taxa supraordinales es variable. Es una estructura que ha aparecido independientemente más de una vez en el tiempo. Dentro de los Ostariophysi, el orden Gymnotiformes carece de estas estructuras, esta condición podría considerarse como una autapomorfia de este taxón. Palabras clave: escamas de peces, escamas elasmoides, corpúsculos de Mandl.

ABSTRACT. Elasmoids scales are formed by a bone distal layer and a basal one with collagen fibers placed in different directions. Mineralized structures named Mandl's corpuscles are found among the collagen fibers. In this paper scales of 28 species of the Cichlidae family and 33 belonging to other families were examined. Two kinds of corpuscles were found in the scales, polyhedral and ovoid shaped. The polyhedral corpuscles are usually found near the scales focus whereas the ovoid corpuscles are placed in the scale's marginal areas. Polyhedral corpuscles are bigger than ovoid corpuscles. Mandl's corpuscles are found in all cichlid species whereas only 51% of other species bear these structures. Presence of Mandl's corpuscles above Orders is variable. Mandl's corpuscles developed independently more than once. Within Ostariophysi, the absence of these structures in Gymnotiformes can be considered as the autapomorphy for this taxon.

Key words: fish scales, elasmoid scales, Mandl's corpuscles.

Reedición de trabajo publicado en

Ciencias Morfológicas AÑO 3 VOLUMEN III NÚMERO 5 - Pág. 3-13

INTRODUCCIÓN

Los peces de la familia Cichlidae presentan gran parte del cuerpo cubierto por escamas de tipo elasmoides, subtipo cicloide. Estas escamas están formadas por una capa distal ósea homóloga a la isopedina de las escamas ganoides (1) y una basal de elasmoidina formada por varias capas de fibras colágenas dispuestas alternadamente. Inmersos en el interior de la capa de elasmoidina suelen encontrarse unos corpúsculos calcificados llamados corpúsculos de Mandl (2-11).

El objetivo de este trabajo fue analizar la morfología y distribución de los corpúsculos de Mandl en escamas elasmoides de las especies de la familia Cichlidae y de otras familias.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron escamas pertenecientes a las siguientes especies, mediante el empleo de microscopía óptica y electrónica.

Clupeomorpha

Orden Clupeiformes

Familia Engraulidae

Lycengraulis olidus

Familia Clupeidae

Ilisha flavipinnis, *Ramnogaster melanostoma*, *Brevortia pectinata*, *Platanichthys platana*

Ostariophysii

Orden Cypriniformes

Familia Cyprinidae

Cyprinus carpio

Orden Characiformes

Familia Curimatidae

Cyphocharax voga

Familia Anostomidae

Schizodon sp.

Leporinus sp.

Familia Erythrinidae

Hoplerythrinus uniteaniatus, *Hoplias malabaricus*

Familia Characidae

Astyanax eigenmanniorum, *Bryconamericus iheringi*, *Cheirodon interruptus*, *Pseudocorynopoma doriai*, *Triportheus nematurus*, *Pigocentrus nattereri*

Orden Gymnotiformes

Familia Gymnotidae

Gymnotus cf. carapo

Familia Apterotonidae

Apterotonus albifrons

Familia Hypomidae

Brachyhypopomus gauderio

Familia Sternopygidae

Sternopygus macrurus

Atherinomorpha

Orden Cyprinodontiformes

Familia Anablepidae

Jenynsia multidentata

Familia Poecilidae

Cnesterodon decemmaculatus

Orden Atheriniformes

Familia Atherinidae

Odontestis bonariensis, *O. argentinensis*, *Austrotherina incisa*

Paracantopterygii

Orden Gadiformes

Familia Macrouridae

Coelorthycus sp.

Percomorpha

Orden Perciformes

Familia Percichthyidae

Percichthys sp.

Familia Serranidae

Dules duliga

Familia Sciaenidae

Micropogonias furnieri

Familia Bovichthyidea

Cottoperca gobio

Familia Mugiloididae

Pinguipes semifasciatus

Familia Cichlidae

Astronotus ocellatus, *Chaetobranchopsis Australis*, '*Cichlasoma*' *labiatum*, *Australoheros facetus*, *A. tembe*, *Cichlasoma dimerus*, *C. bimaculatus*, *Neotropus nematopus*, *Petenia splendida*, *Aequidens tetramerus*, *Bujurquina vittata*, *Laetacara dorsigera*, *Cichla ocellaris*, *Crenicichla lepidota*, *C. vittata*, *C. Scotti*, *C. semifasciata*, *Apistogramma borelli*, *A. commbrae*, *Geophagus brasiliensis*, *Gymnogeophagus australis*, *G. labiatus*, *G. balzanii*, *G. rabhdotus*, *G. gymnogenys*, *G. meridionales*, *Paratilapia longirostris*, *Eetroplus sutarensis*.

Orden Pleuronectiformes

Familia Bothidae

Paralichthys cf. *brasiliensis*

Las escamas conservadas en alcohol 70% o deshidratadas fueron sumergidas en una solución de hipoclorito de sodio al 12% con objeto de disolver la capa ósea y exponer los corpúsculos de Mandl. Algunas escamas fueron analizadas bajo microscopio electrónico de barrido JEOL T-100 y otras con microscopio estereoscópico WILD M5.

RESULTADOS

Los corpúsculos de Mandl están presentes en todas las especies examinadas de la familia Cichlidae (Fig. 1). Estas estructuras se encuentran inmersas en la red de fibras colágenas, las cuales se disponen en capas de dirección alternada (Fig. 2). Los corpúsculos se encuentran distribuidos en forma irregular por toda la superficie de la escama (Fig. 1). En el campo posterior de la escama, donde se encuentran los ctenios, los

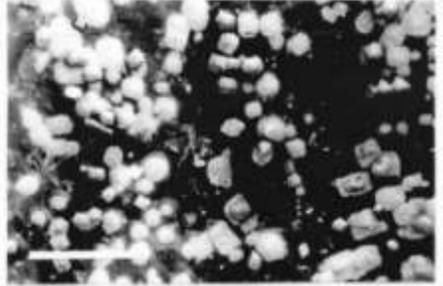


Figura 1. Disposición de los corpúsculos de Mandl en una escama de *Australoheros facetus*. Escala: 50 µm.

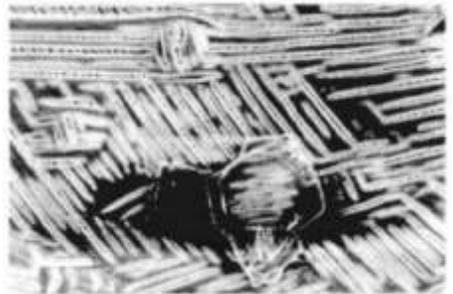


Figura 2. Disposición de las fibras colágenas en una escama de *Gymnogeophagus balzanii*. Escala: 50 µm.

En las especies examinadas se observan dos tipos morfológicos de corpúsculos, poliédricos y ovoides (Figs 3 y 4). Ambos tipos se suelen encontrar en la misma escama. El tamaño de los corpúsculos suele estar en relación con el de la escama; escamas grandes tienen corpúsculos grandes.



Figura 3. Corpúsculo de Mandl de forma poliédrica en *Gymnogeophagus balzanii*. Escala: 50 μm .

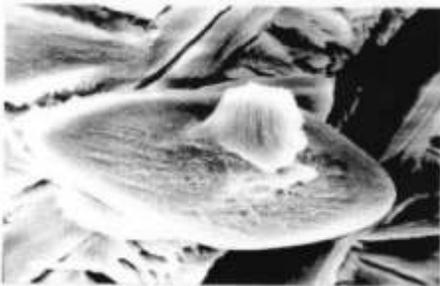


Figura 4. Corpúsculo de Mandl de forma ovoide en *Gymnogeophagus balzanii*. Escala: 100 μm .

Los corpúsculos poliédricos presentan la superficie con numerosas estrías y bordes muy irregulares (fig. 3). Estas características podrían deberse al efecto abrasivo del hipoclorito de sodio. Los corpúsculos poliédricos suelen producirse por la fusión de elementos de forma cuadrangular durante su crecimiento. El tamaño de las formas poliédricas es notablemente mayor que el de las formas ovoideas. Los corpúsculos poliédricos son más abundantes en la zona adyacente al foco de la escama; sin embargo, en algunas especies como *Chaetobranchiposis australis* la mayoría de ellos se encuentran en un campo anterior, entre el foco y el margen rostral de la escama.

Los corpúsculos ovoideos son mucho más pequeños que los poliédricos (Fig. 4). La

superficie de estos corpúsculos presenta estrías débiles comparadas con aquellas presentes en los corpúsculos poliédricos. Los bordes de estas estructuras son bastante homogéneos. Los corpúsculos ovoideos se encuentran en mayor cantidad en las zonas marginales de la escama. Estas estructuras pueden disponerse en bandas paralelas al margen de la escama en la porción dorsal y ventral de los campos laterales como por ejemplo en *Etroplus sutarensis*.

Los corpúsculos de Mandl en especies de otras familias

En el orden Clupeiformes las especies *Ilisha flavipinnis* y *Ramnogaster melanostoma* presentan corpúsculos de Mandl de forma poliédrica, estos son escasos (menos de 10) y de pequeño tamaño. En *Lycengraulis olidus*, *Brevortia pectinata* y *Platanichthys platana* no se encontraron corpúsculos.

En el orden Characiformes *Schizodon* sp., *Leporinus* sp. y *Cyphonocarax voga*, aunque las escamas son grandes, los corpúsculos son pequeños y escasos. Los corpúsculos observados en las especies de Characiformes son de forma poliédrica. *Hoplias malabaricus* y *Hoplerthrinus unitaeniatus* poseen escamas grandes y los corpúsculos son pequeños y numerosos. Las escamas de ambas especies presentan varios surcos radiales y a ambos lados de estos surcos se suelen aglutinar los corpúsculos (fig. 5).

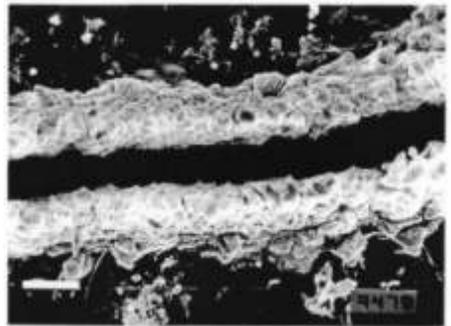


Figura 5. Acúmulos de corpúsculos de Mandl a lo largo de los surcos radiales en *Hoplerthrinus unitaeniatus*. Escala: 50 μm .

No se encontraron corpúsculos de Mandl en las especies *Astyanax eigenmanniorum*, *Bryconamericus iheringi*, *Cheirodon interruptus*, *Pseudocorynopoma doriai* y *Triportheus nematurus*.

En las especies examinadas del orden Gymnotiformes no fueron observados corpúsculos de Mandl. Tampoco fueron hallados en aquellas especies del orden Cyprinodontiformes como *Jenynsia multidentata* y *Cnesterodon decemmaculatus*. La única especie examinada del orden Gadiformes, *Coelorhynchus* sp., no posee corpúsculos de Mandl. *Odontotesthes bonariensis* y *O. argentinensis* del orden Atheriniformes, posee escamas con corpúsculos poliédricos de gran tamaño. En *Austroatherina incisa* no se hallaron estas estructuras.

Las escamas elasmoides examinadas en las especies de Perciformes (no-ciclidos), no muestran diferencias significativas en la forma, disposición y número de los corpúsculos respecto a lo observado en las especies de ciclidos. Las especies *Micropogonias furnieri*, *Dules duliga* y *Percichthys* sp. poseen corpúsculos numerosos y cuadrangulares. *Pinguipes semifasciatus* presenta numerosos corpúsculos, cuadrangulares, restringidos al campo anterior; hay unos pocos más pequeños en los campos laterales. En *Cottoberca gobio*, no se encontraron corpúsculos de Mandl.

Paralichthys cf. *brasiliensis* del orden Pleuronectiformes posee corpúsculos cuadrangulares aunque no son muy abundantes.

CONCLUSIONES

El análisis de la morfología de los corpúsculos de Mandl muestra que estas estructuras presentan básicamente dos morfos, uno poliédrico y otro ovoide, pudiendo estar ambos presentes en la misma escama. Los corpúsculos poliédricos son de mayor tamaño y suelen ocupar la zona central de la escama mientras que los ovoides, más pequeños, son más abundantes en la zona marginal de la escama. No se observa variación interespecífica en la forma y disposición de estas estructuras. No se

ovoides y poliédricos; estos últimos provienen de la fusión de corpúsculos cúbicos.

Todas las especies examinadas de la familia Cichlidae presentan corpúsculos de Mandl. En las especies de las otras familias, solo el 51% de las especies examinadas muestran estas estructuras. Por lo general las escamas que no poseen corpúsculos son comparativamente pequeñas (orden Gymnotiformes, Cyprinodontiformes y las especies del orden Characiformes, *Astyanax eigenmanniorum*, *Bryconamericus iheringi*, *Cheirodon interruptus*, *Pseudocorynopoma doriai*). Sin embargo, en algunas especies con escamas grandes tampoco se hallaron corpúsculos de Mandl (*Lycengraulis olidus*, *Brevortia pectinata*, *Platanichthys platana* [orden Clupeiformes], *Austroatherina incisa* [orden Atheriniformes], *Triportheus nematurus* [orden Characiformes]).

La superposición de estas estructuras en un esquema filogenético (Fig. 6) muestra que estas estructuras han aparecido más de una vez en el tiempo como se observa en los taxa Clupeomorpha, Ostariophysii, Atherinomorpha y Percomorpha.

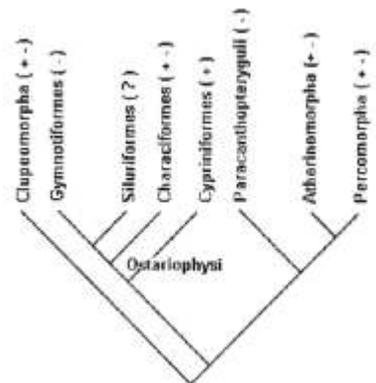


Figura 6. Hipótesis filogenética de algunos teleosteos actuales, modificado de Lauder y Liem (1983). Corpúsculos de Mandl, presencia (+), ausencia (-).

Dentro de los Ostariophysi, el orden Gymnotiformes es el único en el cual todas las especies examinadas carecen de corpúsculos de Mandl. Esta condición podría ser una

autapomorfía de este grupo, sin embargo debido a que los Siluriformes, su grupo hermano, carece de escamas una decisión final al respecto queda pendiente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Schultze HP (1996). The scales of Mesozoic actinopterygians. En: Arratia G. y Viohl G. (eds): Mesozoic Fishes-Systematics and Paleoecology. Proceedings International Meeting, Eichstätt: 83-94.
2. Arratia G. (1997). Basal teleost and teleostean phylogeny. *Palaeoichthyologica*; 7: 5-168.
3. Baudelot ME. (1873). Recherches sur la structure et les développements des écailles des poissons osseaux. *Archives De Zoologie Experimentale Et Generale*; 2: 87-244; 429-480.
4. Lerner H. (1953). Polarizationsoptische Beiträge zur Kenntnis der Verkalkung der Knochenfischschuppen. *Zeitschrift für mikroskopisch-anatomische Forschung*; 39: 36-73.
5. Mandl L. (1839). Recherches sur la structure intime des écailles des poissons. *Annales de la Société Royale des Sciences Médicales et Naturelles de Bruxelles*; 2: 337-371.
6. Meunier FJ. (1984). Spatial organization and mineralization of the basal plate of elasmoid scales in Osteichthyan. *American Zoologist*; 24:953-964.
7. Meunier FJ, Castanet H, Francillon H, François Y. (1974). Examen microradiographique des écailles de quelques Téléostéens. *Bulletin de l'Association des anatomistes*; 58:615-624.
8. Schönbörner AA, Boivin G; Baud CA. (1979). The mineralization processes in Teleost fish scales. *Cell and Tissue Research*; 202:203-212.
9. Schönbörner AA, Meunier FJ, Castanet H. (1981). The fine structure of calcified Mandl's corpuscles in teleost fish scales. *Tissue Cell*; 13:589-597.
10. Schmidt WJ. (1974). Das Wesen der Mandlschen Körperchen in den Teleosteerschuppen, ein Beitrag zum Verständnis der Kallabscheidung bei der Bildung knochenartiger Gewebe. *Z Nature*; 2b:233-238.
11. Wallin O. (1957). On the growth structure and developmental physiology of the scale of fishes. *Rep Inst Freshwater Res Drottningholm*; 38:385-447.
12. Lauder GV, Liem K. (1983). The evolution and interrelationships of the actinopterygian fishes. *Bulletin Museum Comparative Zoology Harvard*; 150:95-197.