

Madrid, jueves 10 de septiembre de 2020

Un estudio muestra el origen de manos y dedos a partir del desarrollo de las aletas del pez pulmonado

- La expresión de genes 'arquitectos' en el pez pulmonado sugiere la aparición de una mano 'primitiva' sin dedos, los cuales surgieron después en los vertebrados terrestres
- Un trabajo con participación del CSIC investiga la evolución de las manos y los dedos en los tetrápodos, innovaciones clave para la conquista del medio terrestre



Fotografía del pez pulmonado australiano en el acuario tropical del Palais de la Porte Dorée (París) / Vassil. Wikimedia Commons

Un equipo internacional, con participación de científicos del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), ha revelado el origen de los pies y las manos de los animales terrestres o tetrápodos a partir del estudio del desarrollo de las aletas del pez

pulmonado australiano (*Neoceratodus forsteri*). El trabajo, publicado en la revista *Science Advances*, se centra en el estudio de *hoxa13* y *hoxd13*, unos genes que forman parte de los denominados *genes hox* o *genes arquitectos* encargados de controlar el diseño del tronco corporal. Los genes *hox* están dispuestos a lo largo de la molécula de ADN en el mismo orden que las estructuras codificadas por ellos y son activados secuencialmente a lo largo del eje que va desde la cabeza hasta los dedos de los pies, lo que garantiza que todos nuestros órganos y huesos crezcan en el sitio correcto. “*Hoxa13* y *hoxd13* determinan la formación de las células precursoras de las manos y dedos, respectivamente, durante el desarrollo embrionario del organismo”, explica **Iker Irisarri**, investigador del CSIC en el Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN-CSIC), que ha participado en el estudio.

Los *genes arquitectos* han ido variando su actividad a lo largo de la evolución para dar lugar a las diferencias morfológicas, entre otras, de las aletas de los peces y las manos de los vertebrados terrestres. Para comprender la base genética que determina esta progresión, los científicos del estudio han escogido al pez pulmonado por presentar un patrón de activación del gen de las manos (*hoxa13*) muy similar al de los vertebrados terrestres. “Esto sugiere en el pez la presencia de una *mano primitiva*”, añade.

Sin embargo, la diferencia principal entre las aletas del pez y los miembros de los tetrápodos es la presencia de dedos en estos últimos, algo que obedece a la distinta activación del otro gen del estudio: *hoxd13*. “Mientras que en el pez pulmonado el gen vinculado a la formación de los dedos (*hoxc13*) permanece activo sólo en la mitad posterior de la aleta, en los tetrápodos se produce una activación dinámica del gen, que se inicia en el dedo meñique para desplazarse hacia la región del pulgar y poder así guiar el correcto desarrollo de los cinco dedos de las manos”, señala **Irisarri**.

Este hecho sugiere que, a pesar de que los peces pulmonados presenten una mano *primitiva*, las aletas de nuestros antepasados necesitaron un retoque final evolutivo para generar extremidades. “Parece como si la mano estuviera allí en primer lugar y se completara posteriormente con los dedos durante la evolución”, destaca el investigador **Joost Woltering**, que ha encabezado el estudio y es miembro del grupo de Biología Evolutiva liderado por el investigador Axel Meyer en la Universidad de Constanza (Alemania).

El análisis del pez pulmonado, considerado el pariente vivo más cercano a los animales de cuatro patas, proporciona una información muy valiosa a la hora de reconstruir las fases evolutivas que dieron lugar tanto al origen de anfibios, reptiles, aves y mamíferos como a la conquista del medio terrestre. Sin embargo, su estudio resulta complicado por las dificultades para criarlos en el laboratorio. “Tuvimos la suerte de contar con embriones que habían sido preservados hace años, pero que se encontraban en condiciones adecuadas para permitir un estudio genómico y de localización *in situ* de expresión”, resalta **Irisarri**.

La revolución de las extremidades con dedos

En el periodo geológico conocido como Devónico, hace aproximadamente 400 millones de años, la evolución permitió que los vertebrados abandonasen el agua, en parte

gracias a unas nuevas extremidades con dedos. Esta innovación está en la base de una revolución que inició la historia de los animales de cuatro patas, cuyo linaje evolutivo se lanzó a la conquista de la tierra incluyendo a anfibios, reptiles, aves y mamíferos.

En el siglo XX, los paleontólogos Thomas Westoll y William Gregory postularon que los dedos de las manos y los pies surgieron a través de la expansión de elementos esqueléticos en un lateral de las aletas del ancestro de todos los tetrápodos. Esta expansión de algunas partes de las aletas corresponde con los patrones de activación y desactivación de los genes 'arquitectos'.

Para profundizar en el conocimiento del proceso expansivo del esqueleto, los investigadores planean estudiar no solo peces pulmonados, sino también otras especies como los cíclidos, que permiten un análisis más sencillo de sus embriones mediante técnicas como las *tijeras moleculares* CRISPR. "El objetivo es completar la imagen de lo que sucedió a nuestros antepasados con el estudio de embriones de las especies que viven actualmente, de modo que podamos comprender cómo desarrollan sus aletas y extremidades de manera diferente", concluye **Woltering**.

Joost M. Woltering, Iker Irisarri, Rolf Ericsson, Jean M. P. Joss, Paolo Sordino & Axel Meyer. **Sarcopterygian fin ontogeny elucidates the origin of hands with digits**, *Science Advances*. DOI: [10.1126/sciadv.abc3510](https://doi.org/10.1126/sciadv.abc3510)

Alejandro Parrilla / CSIC Comunicación