

14 DE DICIEMBRE DE 2007

## Una misma maquinaria genética genera la evolución del color de la piel en peces y seres humanos

Cuando los seres humanos comenzaron a emigrar de África hace aproximadamente 100.000 años, su color de piel cambió gradualmente para adaptarse a sus nuevos ambientes. Y cuando terminó la última era de glaciaciones hace aproximadamente 10.000 años, los antepasados marinos de los peces espinosos que habitaban el océano experimentaron cambios dramáticos en el color de la piel a medida que colonizaban los lagos y ríos recién formados. Nueva investigación demuestra que a pesar de la gran brecha evolutiva que existe entre los seres humanos y el pez espinoso de tres espinas, las dos especies han adoptado una estrategia genética común para adquirir la pigmentación de la piel que ayudaría a estas dos especies a prosperar en sus nuevos ambientes.

Los investigadores, conducidos por el investigador del Instituto Médico Howard Hughes David Kingsley, publicaron sus resultados en el número del 14 de diciembre de 2007, de la revista *Cell*. Kingsley y el primer autor Craig Miller se encuentran en la Facultad de Medicina de la Universidad de Stanford, y otros coautores son de la Universidad de Porto en Portugal, de la Universidad de British Columbia, de la Universidad de Chicago y de la Universidad del Estado de Pensilvania. Ellos dicen que estudios adicionales del espinoso podrían revelar otras piezas maleables de la maquinaria genética que tanto el pez como el ser humano han usado para la adaptación.

---

"Los mecanismos genéticos que pueden producir estos cambios pueden estar tan restringidos que la evolución tenderá a utilizar las mismas clases de genes en distintos organismos."

— David M. Kingsley

---

El espinoso se ha convertido en un organismo modelo principal para el estudio de la evolución debido a su historia evolutiva extraordinaria, dijo Kingsley. Los espinosos han experimentado una de las radiaciones evolutivas más recientes y dramáticas en la tierra, dijo. Cuando la última era de las

glaciaciones terminó, los glaciares gigantes se derritieron y crearon miles de lagos y ríos en Norteamérica, Europa y Asia. Estas aguas fueron colonizadas por los antepasados marinos del espinoso, que posteriormente se adaptaron a la vida en agua dulce. Esto creó una multiplicidad de pequeños experimentos evolutivos, en los cuales estas poblaciones aisladas de peces se adaptaron a nuevas fuentes de alimento, depredadores, color del agua y temperatura del agua que encontraron en estos nuevos ambientes, explicó Kingsley.

Entre esas adaptaciones estaban las nuevas coloraciones que ayudaron a los peces a camuflarse, a distinguir especies y a atraer parejas en sus nuevos ambientes. Hasta este momento, sin embargo, los científicos no habían entendido qué factores genéticos llevaron a los cambios en la pigmentación de la piel.

Las poblaciones humanas también han experimentado cambios en la pigmentación a medida que se han adaptado a la vida en nuevos ambientes. Las razones ecológicas de esos cambios pueden ser bastante diferentes de las fuerzas que llevaron a la evolución de la pigmentación en los espinosos, dijo Kingsley. A medida que las poblaciones humanas emigraron de África a climas del norte, la necesidad de una pigmentación más oscura necesaria para protegerse contra el sol tropical intenso disminuyó. Con una piel que era más transparente a la luz del sol, los seres humanos podían producir mejor suficiente vitamina D en su nuevo clima.

Para comenzar a comprender la base genética de los cambios de pigmentación de la piel en peces, Kingsley y sus colegas cruzaron especies de espinoso que tenían distintos patrones de pigmentación y utilizaron marcadores genéticos y el mapa de la secuencia del genoma del pez que fue completado recientemente para buscar el mecanismo que regula la pigmentación del espinoso. Buscaron los segmentos cromosómicos en la descendencia que siempre estuvieron asociados a la herencia de la piel y de las branquias claras u oscuras. Mediante el mapeo detallado de uno de tales segmentos, Kingsley y sus colegas encontraron que un gen llamado *Kitlg* (del inglés, por forma corta de Kit ligand) estaba asociado a la herencia de la pigmentación. *Kitlg* era un candidato excelente para la regulación de la pigmentación porque las formas mutantes del gen correspondientes en ratones producen cambios en el color del pelaje, dijo Kingsley.

El gen *Kitlg* está involucrado en una variedad de procesos biológicos, incluyendo el desarrollo de las células germinales, el desarrollo de las células pigmentarias y la hematopoyesis. Los peces de color claro tienen mutaciones reguladoras que reducen la expresión del gen *Kitlg* en las branquias y en la piel, pero que no reducen la función del gen en otros tejidos. Al alterar la expresión de este gen en un lugar particular del cuerpo, los peces pueden regular con precisión el nivel de la expresión de ese factor en algunos tejidos pero no en otros, dijo Kingsley. Eso deja que la evolución produzca un efecto local grande sobre un rasgo como el color mientras que preserva las otras funciones del gen.

Los seres humanos también tienen un gen *Kitlg*, y Kingsley y sus colegas se preguntaban si tenía una función en la regulación de la pigmentación de la piel humana. Una pista que tenían provenía de investigaciones anteriores realizadas por otros grupos que habían revelado que el gen *Kitlg* del ser humano ha experimentado distintos cambios entre diversas poblaciones humanas, sugiriendo que es evolutivamente significativo.

Kingsley y sus colegas probaron si las distintas versiones humanas del gen *Kitlg* están asociadas a los cambios en el color de la piel. Los seres humanos con dos copias de la forma africana del gen *Kitlg* tenían color más oscuro de piel que las personas con una o dos copias de la nueva variante de *Kitlg* que es común en Europa y Asia.

Aunque regiones cromosómicas múltiples contribuyen al rasgo complejo de la pigmentación en peces y seres humanos, hemos identificado un gen que cumple una función central en los cambios de color en ambas especies, dijo Kingsley.

Dado que los peces y los seres humanos tienen un aspecto tan diferente, las personas a menudo se sorprenden de que mecanismos comunes puedan extenderse a través de ambos organismos, dijo. Pero hay paralelos reales entre la historia evolutiva de los espinosos y los seres humanos. Los espinosos emigraron del océano hacia nuevos ambientes hace unos diez mil años. Y se reproducen alrededor de una vez cada uno o dos años, dándoles de cinco mil a diez mil generaciones para adaptarse a los nuevos ambientes.

Aunque los seres humanos modernos surgieron en África, se piensa que emigraron de África hace 100.000 años. Los seres humanos se reproducen aproximadamente una vez cada 20 años, dándoles cerca de 5.000 generaciones para emerger de un ambiente ancestral y colonizar y adaptarse a nuevos ambientes alrededor del mundo, agregó Kingsley. Por tanto, a pesar de la diferencia en años totales, el proceso subyacente es realmente bastante similar. Ya sean peces o seres humanos, había poblaciones migrantes pequeñas que encontraban nuevos ambientes y que desarrollaban cambios significativos en algunos rasgos en un plazo relativamente corto. Y los mecanismos genéticos que pueden producir estos cambios pueden estar tan restringidos que la evolución tenderá a utilizar las mismas clases de genes en distintos organismos.

Kingsley y sus colegas ahora están explorando la base genética de otros rasgos del espinoso desarrollados a lo largo de la evolución que podrían tener un paralelo en seres humanos. Y dado el grado en el que los mecanismos evolutivos parecen estar compartidos entre las poblaciones y los organismos, somos optimistas sobre la posibilidad de encontrar genes particulares que sean la base de otras adaptaciones recientes a los ambientes cambiantes de peces y seres humanos, dijo.