

Les nageoires de poumon révèlent comment les membres ont évolué

L'évolution des membres avec les doigts fonctionnels des nageoires de poisson s'est produite il y a environ 400 millions d'années dans le Dévonien. Cette transition morphologique a permis aux vertébrés de quitter l'eau pour conquérir la terre et a donné naissance à tous les animaux à quatre pattes ou tétrapodes – la lignée évolutive qui comprend tous les amphibiens, reptiles, oiseaux et mammifères (y compris les humains). Depuis le XIXe siècle, plusieurs théories basées à la fois sur les fossiles et les embryons ont été avancées pour tenter d'expliquer comment cette transformation s'est déroulée. Pourtant, la façon dont les mains avec des chiffres provenaient des nageoires de poisson restait inconnue.

Une équipe internationale de biologistes basée à l'Université de Constance (Allemagne), à l'Université Macquarie de Sydney (Australie) et à la Stazione Zoologica Anton Dohrn à Naples (Italie) a déterminé comment les membres ont évolué à partir des nageoires en utilisant des embryons de poumon australien (*Neoceratodus forsteri*) pour leur étude. Le poisson-poumon australien est le poisson vivant le plus proche des tétrapodes et est souvent considéré comme un « fossile vivant » car il ressemble encore aux poissons qui existaient au second où les premiers vertébrés à quatre membres ont commencé à marcher sur terre. Pour ces raisons, les nageoires du poisson-poumon constituent une meilleure référence pour étudier la transition évolutive des nageoires en membres que toute autre espèce de poisson existante.



La recherche de l'équipe, qui est rapportée dans le dernier numéro de Science Innovations, montre qu'une [major](#) primitive est présente dans les nageoires de poisson-poumon, mais suggère en même temps que l'anatomie one of a kind des membres avec des doigts n'a évolué que pendant la montée des tétrapodes par des changements dans l'embryon. développement.

Views du développement embryonnaire: gènes « architectes » des membres

Pour résoudre le casse-tête de la façon dont les membres ont émergé des nageoires au cours de l'évolution, les chercheurs se sont concentrés sur le développement embryonnaire. « Au cours de l'embryogenèse, une suite de gènes » architectes « transforme un groupe amorphe de cellules précurseurs en membres complètement développés », explique le Dr Joost Woltering, leading auteur de l'étude et professeur assistant dans le groupe de biologie évolutive de l'Université de Constance. par le professeur Axel Meyer. Les mêmes gènes « architectes » dirigent également le développement des ailerons. Cependant, comme des changements évolutifs se sont produits dans l'activité de ces gènes, le processus de développement produit des nageoires chez les poissons et des membres chez les tétrapodes.

Pour comparer ce [processus dans les nageoires et les membres](#), l'équipe a étudié de tels gènes « architectes » dans les embryons du poumon australien. « Étonnamment, ce que nous avons découvert, c'est que le [gène](#) spécifiant la key dans les membres (hoxa13) est activé dans une région squelettique similaire dans les nageoires de poisson-poumon », explique Woltering. Surtout, ce domaine n'a jamais été observé dans les nageoires d'autres poissons qui sont

furthermore éloignés des tétrapodes. « Cette découverte indique clairement qu'une primary primitive était déjà présente chez les ancêtres des animaux terrestres. »

1. Modèles de développement: différences et similitudes
2. Anciennes hypothèses – orientations futures
3. Contexte

Modèles de développement: différences et similitudes

La « main » du poisson-poumon, malgré cette signature génétique moderne, ne ressemble que partiellement à l'anatomie des mains tétrapodes auto elle n'a ni doigts ni orteils. Pour comprendre la foundation génétique de cette différence, l'équipe a ensuite analysé des gènes supplémentaires connus pour être associés à la development des chiffres, trouvant un gène essential pour la development des doigts et des orteils (hoxd13 – un « gène sœur » ci-dessus – mentionné hoxa13) semblait être allumé différemment dans les ailettes.

Pendant le développement du membre tétrapode, le gène hoxd13 est activé de manière dynamique. Il s'active d'abord dans l'auriculaire en développement, puis s'étend tout au lengthy de la potential primary vers le [pouce](#). Ce processus coordonne la development correcte des cinq doigts. Alors que l'équipe de Joost Woltering a observé un modèle d'activation similaire de ce gène dans les nageoires de poisson-poumon, il n'a pas montré cette expansion mais n'est resté activé que dans exactement la moitié de la nageoire. Des différences supplémentaires ont été trouvées pour les gènes qui sont normalement désactivés dans les chiffres. Dans les nageoires de poisson-poumon, ces gènes restent actifs, mais du côté opposé du domaine où hoxd13 est activé.

Anciennes hypothèses – orientations futures

« Tout cela montre que si les nageoires des poissons-poumons ont de manière inattendue une principal primitive en commun avec les tétrapodes, les nageoires de nos ancêtres avaient également besoin d'une 'touche finale' évolutive pour produire des membres. En ce sens, il semble que la principal était là en leading., seulement pour être complété par des chiffres as well as tard au cours de l'évolution », explique Woltering. Une hypothèse influente concernant l'évolution des membres avancée pour la première fois par les paléontologues du début du XXe siècle Thomas Westoll et William Gregory, et dans les années 1980, développée par Neil Shubin, postule que les doigts et les orteils sont nés d'une expansion des éléments squelettiques d'un côté. des nageoires de l'ancêtre tétrapode. Cette expansion inférée des éléments des nageoires correspond exactement aux différences que l'équipe a trouvées dans l'expansion des gènes digitaux entre les nageoires de poisson-poumon et les membres tétrapodes. Les observations de l'équipe sur l'activation et la désactivation des gènes « architectes » des membres dans les nageoires de poisson-poumon fournissent ainsi des preuves à l'appui de ce modèle transformationnel classique.

À l'avenir, pour comprendre pleinement les leads to de l'expansion de ce domaine, rendant nos membres si différents des nageoires de poisson, les chercheurs prévoient de mener des analyses plus poussées sur le développement des nageoires et des membres, en utilisant des poissons-poumons mais aussi des espèces de poissons in addition modernes telles que les

cichlidés. leurs embryons sont furthermore faciles à étudier en utilisant des tactics comme CRISPR. « Pour compléter le tableau de ce qui s'est passé chez nos ancêtres poissons qui ont rampé sur la terre il y a des centaines de millions d'années, nous comptons vraiment sur les espèces actuellement vivantes pour voir comment leurs embryons poussent si différemment leurs nageoires et leurs membres », conclut Woltering.

Contexte

- Une nouvelle étude menée par une équipe internationale de chercheurs de l'Université de Constance (Allemagne), de l'Université Macquarie à Sydney (Australie) et de la Stazione Zoologica Anton Dohrn à Naples (Italie) fournit un modèle évolutif de la façon dont les mains avec des chiffres ont émergé des nageoires de poisson
- En étudiant les embryons de poisson-poumon australien (*Neoceratodus forsteri*), le poisson le moreover proche des tétrapodes, les chercheurs ont identifié des similitudes et des différences dans la manière dont les nageoires et les membres des tétrapodes se forment au cours du développement embryonnaire
- La présence d'un domaine primitif de la primary commun aux nageoires et aux membres est révélée par l'expression d'un gène responsable de la spécification de la principal dans les membres (*hoxa13*). Ce gène est activé dans des domaines squelettiques similaires chez les tétrapodes et les poissons-poumons
- L'une des principales différences morphologiques entre les nageoires et les membres, à savoir l'absence de chiffres, peut s'expliquer par des différences d'activation (*hoxd13*) et de désactivation (*alx4*, *pax9*) des gènes impliqués dans le développement des chiffres. Cela suggère que les membres avec des chiffres ont évolué à partir des nageoires de poisson par des changements dans l'activation de gènes spécifiques aux chiffres dans un domaine de principal primitif

- **Et un risque similaire à celui des fumeurs sans maladie pulmonaire chronique, les résultats indiquent**
 - **Des chercheurs identifient les gènes à l'origine des biais sexuels dans les troubles auto-immunes et la schizophrénie**
 - **Vers des principes de régulation des gènes dans les systèmes multicellulaires ?**
 - **L'érosion de la couche d'ozone responsable de l'extinction significant**
 - **L'empreinte génomique contrôle l'avantage de survie des astrocytes**
-