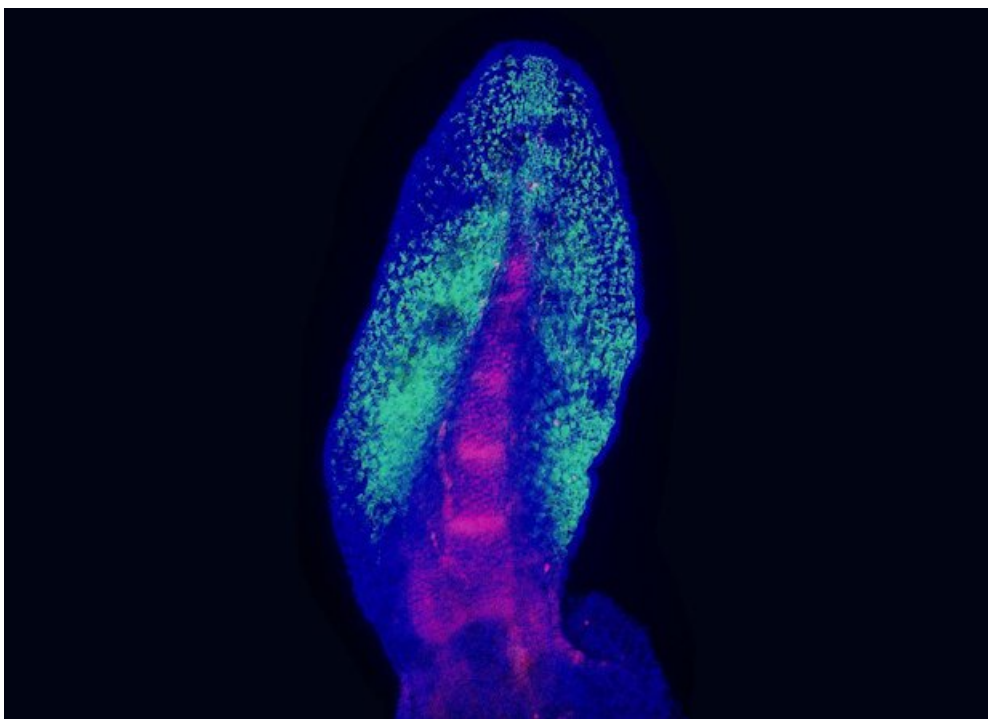


Плавник рогозуба рассказал о появлении пальцев у четвероногих



Плавник эмбриона рогозуба. Розовые флуоресцентные маркеры проявляют себя в элементах скелета, характерных для четвероногих, мятно-зеленые — в элементах скелета, характерных для костистых рыб.

Joost Woltering

У четвероногих за образование пальцев и остальных элементов скелета конечностей отвечают две разные программы развития, [сообщается](#) в *Science Advances*. К такому выводу пришли биологи, изучив эмбриональное развитие плавников рогозуба — австралийской двоякодышащей рыбы, наиболее близкой по строению к тем двоякодышащим, которые жили на планете в период появления наземных позвоночных. У рогозуба изменения экспрессии генов, нужные для формирования пальцев, не происходят.

Примерно 380 миллионов лет назад, в девоне, от [лопастеперых рыб](#) произошли наземные четвероногие позвоночные (*Tetrapoda*). Как следует из названия, у них в отличие от рыб уже были ноги, а не плавники. Как из конечностей одного типа возникли конечности совсем другого типа и плана строения, не вполне ясно.

О происхождении их проксимальных (более близких к туловищу) элементов — плечевых, локтевых, лучевых костей и их функциональных аналогов в задних конечностях — известно больше, а о том, как и из чего возникли дистальные (удаленные от основания) элементы — пальцы, понятно немного. Интересно, что хотя у всех современных

Свежее



09:30 Мутант белки волс клеток сиде землекопо глухими

09:29 Стратосферный планет пройдет модернизацию

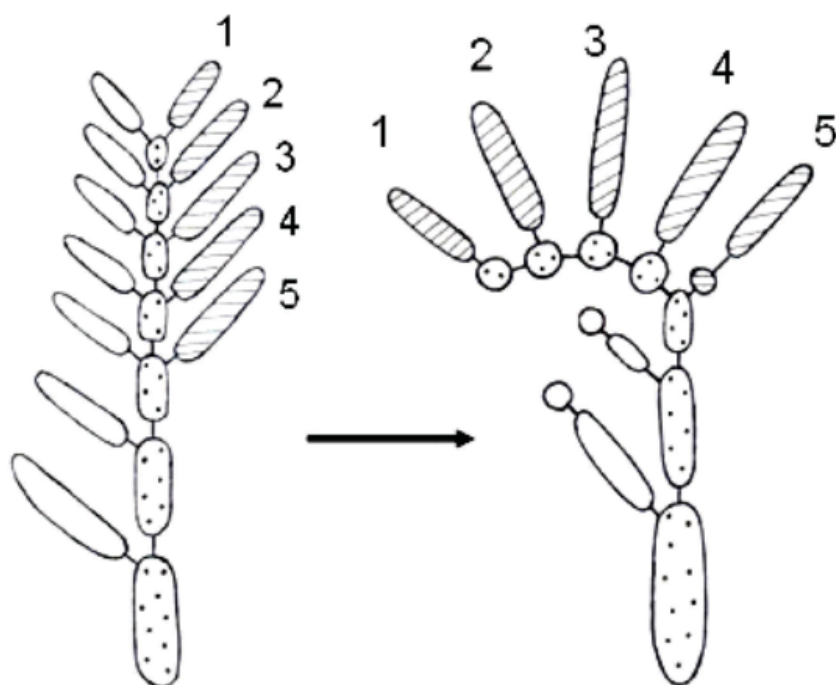
05 сентября Сильное взаимодействие света с веществом поддало моделированию

05 сентября Завершено создание главного зеркала для космического телескопа Роман

05 сентября Борьба за «пояс верности» не ускорила эволюцию бабочек

четвероногих изначально по пять пальцев, у ряда ископаемых форм, например у **тулерпетона**, их было шесть, а у кого-то даже больше.

По одной из теорий, которую поддерживает, в частности, известный специалист по палеонтологии и эволюционной биологии развития **Нил Шубин**, пальцы возникли из радиалий — костных плавниковых лучей. Существуют некоторые ее доказательства: например, если у эмбрионов рыб данио-рерио подавить работу гена *Hox13*, который у четвероногих отвечает за развитие пальцев, то радиалии в плавниках данио **не появятся**, как если бы они были пальцами. Та же теория гласит, что начало пальцам давал не каждый плавниковый луч, а **только те**, что находятся по заднюю (удаленную от головы рыбы) сторону от оси конечности и называются постаксиальными. То есть кисть или стопа наземного позвоночного — это бывшая задняя сторона плавника лопастеперой рыбы.



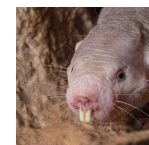
Трансформация плавника по гипотезе Шубина. Цифрами обозначены постаксиальные плавниковые лучи.

Д.Н. Медников / Вопросы реконструктивной и пластической хирургии, 2018

Проблема в том, что исследования, которые предоставляют данные в пользу такого варианта происхождения пальцев, проводили на **лучеперых рыбах** (в том числе данио-рерио), которые эволюционно весьма далеки от предков четвероногих. Есть вероятность, что у них конечности развиваются по-другому и не функционируют некоторые регуляторные пути, которые могли бы работать у древних лопастеперых. Поэтому биологи из Австралии, Германии и Италии под руководством Йоста Волтеринга (Joost Woltering) из Констанцского университета изучили эмбриональное развитие конечностей у рыбы, максимально близкой к древним лопастеперым, — рогозуба *Neoceratodus forsteri*.

Ученые проследили за тем, в каких частях плавника эмбриона рогозуба и на каких стадиях развития экспрессируются гены *hoxa13*, *alx4*, *hand2*, *hoxd13* и ряд других. Все они дают **позиционную информацию** — помогают клеткам «понять», в какой части тела они находятся, кто их окружает и какую специализацию следует приобрести. Данные

Свежее



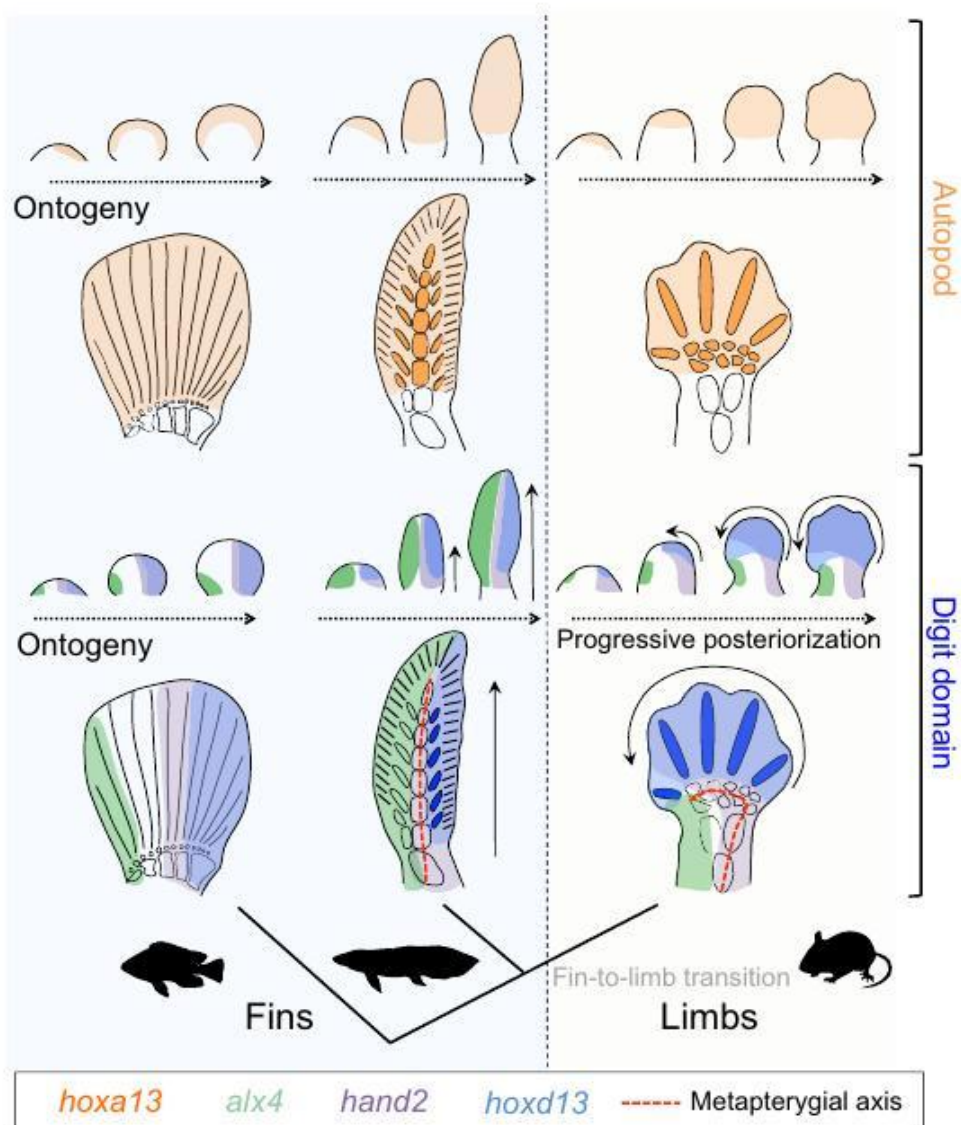
09:29 Страт
пройдет мс

05 сентября (С
света с вещ
моделиров

05 сентября (С
главного зс
телескопа

05 сентября (Е
верности»
бабочек

по рогозубу сравнили с тем, что было уже известно об экспрессии названных генов в конечностях лучеперых рыб и четвероногих.

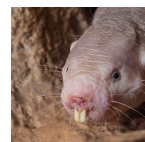


Действие различных генов во время формирования конечности рыб и четвероногих
 Joost M. Woltering et al. / Science Advances, 2020

Пространственные различия в активности *hoxa13*, *alx4*, *hand2*, *hoxd13* у *Neoceratodus forsteri* оказались похожи на те, что наблюдаются у лучеперых рыб. Первые два экспрессируются преаксиально, то есть с передней стороны плавника, а вторые два — постаксиально. У рогозуба уже формируются подобия проксимальных элементов скелета конечностей, характерные для четвероногих, но пальцев еще нет. Нет и стадий, когда *hand2* и *hoxd13* начинают работать не только в задней части кончика плавника, но и в передней (у четвероногих они активны во всех пальцах). Иными словами, у этой рыбы при эмбриональном развитии еще не наблюдается тех изменений в экспрессии генов, которые у четвероногих приводят к формированию пальцев.

Таким образом, данные об образовании плавников у рогозубов говорят в пользу того, что для появления проксимальных и дистальных элементов скелета конечностей нужны разные пространственные распределения экспрессии генов. Одно формируется на базе другого: сначала в соответствии с близостью к передней или задней стороне

Свежее



09:29 Страт пройдет мс

05 сентября (света с вещ моделиров

05 сентября (главного зс телескопа

05 сентября Е верности» бабочек

сначала в соответствии с близостью к передней или задней стороне конечности начинают работать *hoxa13*, *alx4*, *hand2*, *hoxd13* (первый — «самый передний», последний — «самый задний»), а потом *hand2* и *hoxd13* как бы захватывают территории *hoxa13* и *alx4* и дают сигнал на формирование пальцев. Подобный сценарий, только уже в эволюционном масштабе, а не в рамках одного эмбриона, мог разворачиваться при возникновении первых четвероногих.

В 2019 году в исследовании на цихлидах ученые **показали**, что эпителий вкусовых сосочков и зубы могут формироваться из одних и тех же клеток-предшественниц. То, какая клетка получится, зависит от активности костных морфогенетических белков (BMP). В будущих зубах они работают, а в будущих вкусовых сосочках — нет. Это означает, что теоретически ткани зуба можно формировать из стволовых клеток для эпителия, если активировать в них BMP.

Светлана Ястребова

Нашли опечатку? Выделите фрагмент и нажмите Ctrl+Enter.

09:29 Стратосферный планет пройдет модернизацию

05 сентября Сильное взаимодействие света с веществом поддало моделированию

05 сентября Завершено создание главного зеркала для космического телескопа Роман

05 сентября Борьба за «пояс верности» не ускорила эволюцию бабочек



Читайте также

Небесный диск из Небры «омолодили» на тысячу лет

Биология

Борьба за «пояс верности» не ускорила эволюцию бабочек

Синька лечит