

Губки — по мнению многих ученых, самые примитивные многоклеточные животные. Тем не менее у них найдено два гена (они называются *Pax* и *Six*), которые участвуют у большинства других животных в развитии глаз. Конечно, у губок функции этих генов другие: они, например, контролируют дифференцировку жгутиковых клеток. Тем не менее исследование показало, что эти гены губки даже взаимодействуют между собой так же, как если бы они участвовали в развитии глаза какого-то более сложного животного. Это означает, что генные механизмы, обеспечивающие у животных развитие глаз, эволюционно возникли намного раньше, чем сами глаза.

Губки — пожалуй, самые простые многоклеточные животные. У них нет ни нервных клеток, ни мышц, ни рта, ни кишечника, ни сосудов. Любая взрослая губка — сидячий организм. Ее тело пронизано порами и каналами, через которые течет вода, а из воды отфильтровываются питательные частицы. До середины XVIII века губок вообще считали растениями. Только в 1765 году английский естествоиспытатель Джон Эллис (John Ellis), тщательно наблюдая за губками, показал, что они могут активно менять диаметр своих пор, и сделал вывод, что они — животные.

По современным представлениям, губки занимают самое основание эволюционного древа многоклеточных животных (рис. 2). Есть даже популярная гипотеза, что все другие животные именно от них и произошли (см.: Nielsen, 2008. Six major steps in animal evolution: are we derived sponge larvae?). Во всяком случае, эта группа — очень древняя. Первые губки появились более 630 миллионов лет назад, когда подавляющего большинства других многоклеточных животных еще не существовало (см.: Животные появились свыше 635 миллионов лет назад, «Элементы», 09.02.2009).

У губок обнаружена генная сеть, которая могла бы управлять развитием глаз

Автор: Administrator

04.07.2013 15:11 - Обновлено 29.08.2013 11:42

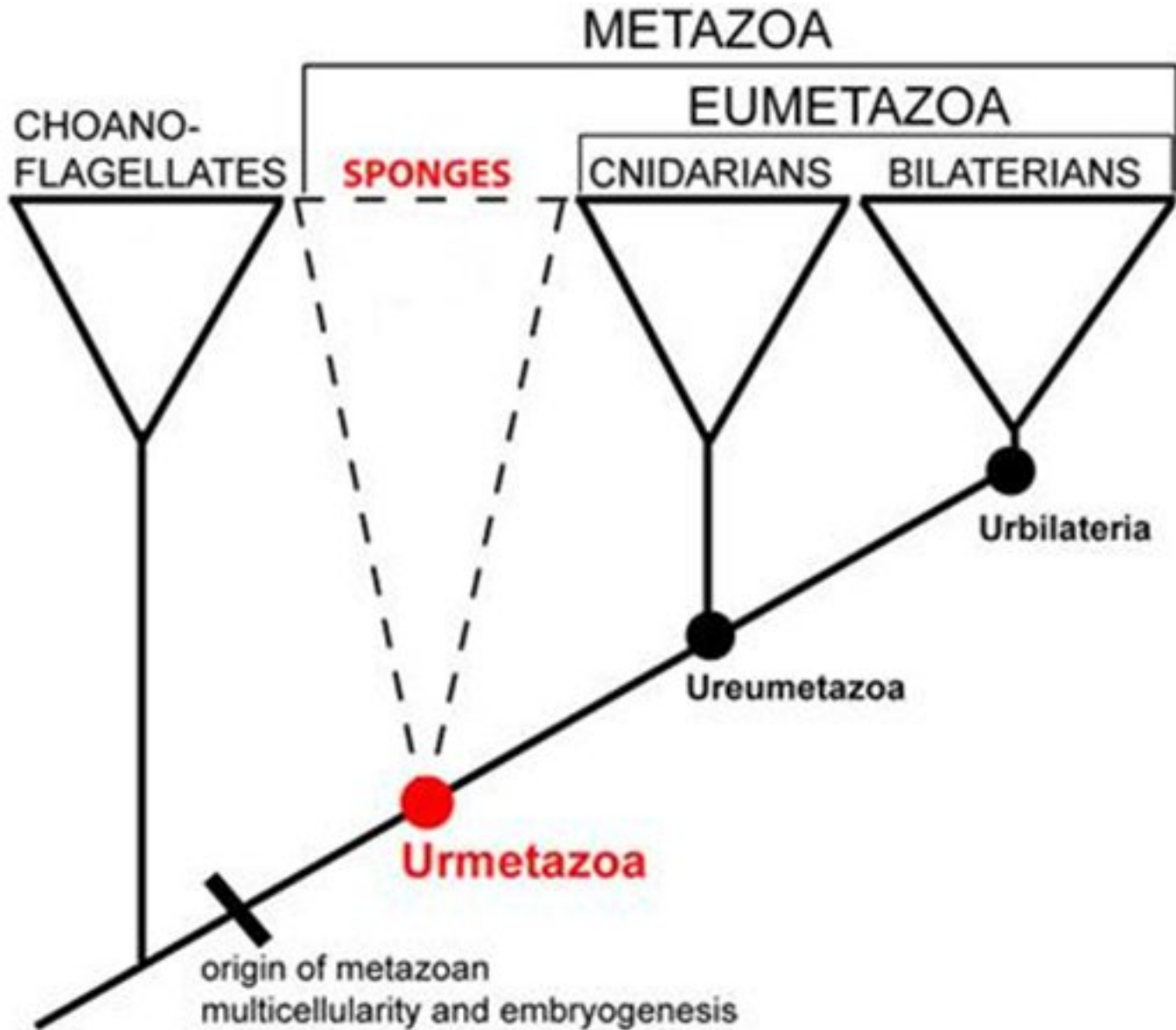


Рис. 2.

Эволюционное дерево животных. Choanoflagellates — это «родительский» клу

Губки — один из первых природных «экспериментов» по созданию многоклеточности. Ясно, что в многоклеточном теле клетки приобретают новые свойства, которые одноклеточным просто не нужны. Во-первых, клетка должна уметь создавать контакты с другими клетками, во-вторых, она должна знать, как ей дифференцироваться (хоть губки и устроены относительно просто, но разных типов клеток у них не меньше пяти).

У губок обнаружена генная сеть, которая могла бы управлять развитием глаз

Автор: Administrator

04.07.2013 15:11 - Обновлено 29.08.2013 11:42

Этим целям служат новые, характерные только для многоклеточных животных белки и гены. Таких белков и генов известны сотни. Изучая их на примере губок, можно многое узнать о том, как механизмы многоклеточности эволюционно возникали.

[генератора для дачи](#)

Группа ученых из Ричмондского университета (University of Richmond) решила исследовать некоторые «гены многоклеточности» у пресноводной губки *Ephydatia muelleri* (рис. 1). В первую очередь их интересовала работа генов в ее индивидуальном развитии. Пресноводные губки обычно размножаются геммулами — покоящимися почками (рис. 3). Геммула представляет собой шаровидное скопление клеток, покрытое сложной оболочкой. Она образуется внутри тела губки; когда осенью губка погибает, геммула падает на дно и сохраняется до весны. Весной находящаяся внутри геммулы клеточная масса выползает наружу, прикрепляется и постепенно образует новую губку. Наблюдать за этим процессом можно и в лаборатории.

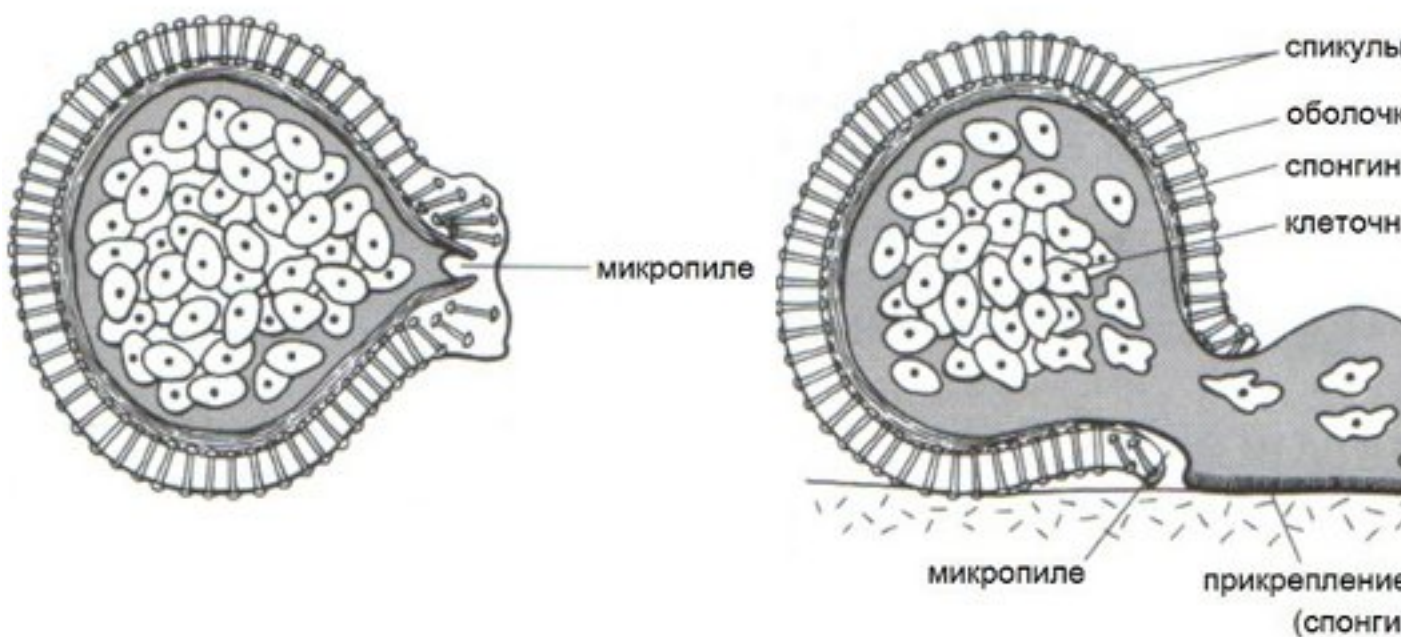




Рис. 3.

Геммула и начало развития губки из нее.

— элементы минеральной оболочки

Предметом исследования стали два гена, работа которых у более сложно устроенных животных связана с развитием органов чувств. Они называются *Pax* и *Six*. Эти гены достаточно хорошо известны генетикам; они, в частности, очень важны для развития глаз у всех, у кого глаза вообще есть (см. Найдена генетическая причина отсутствия хрусталика у наутилуса, «Элементы», 10.06.2013). Надо заметить, что и

Pax

, и

Six

— это не единичные гены, а целые генные семейства (семейством называется группа генов, эволюционно происходящих от одного гена-предка). Например, у млекопитающих есть девять *Pax*-генов и шесть *Six*-генов.

В отличие от большинства животных, у губок есть всего один ген *Pax* и один ген *Six*. Задачей исследователей было узнать, во-первых, в каких клетках эти гены проявляют активность, и во-вторых — взаимодействуют ли они между собой.

Выяснилось, что синтез продуктов генов *Pax* и *Six* начинается у губки очень рано — уже на стадии первоначального выплзания клеток из геммулы. Клетки в этот момент, конечно, еще не дифференцированы. В дальнейшем активность этих генов наблюдается в нескольких разных типах клеток, в том числе в хоаноцитах (см. Choanocyte) — жгутиковых клетках, выстилающих внутреннюю полость тела губки; видимо, гены *Pax* и *Six* важны для их дифференцировки. Если же эти гены искусственно «заглушить» (исследователи сделали это методом РНК-интерференции), то нарушается развитие системы пронизывающих губку каналов.

Самый же интересный результат заключается в том, что если «заглушить» только ген *Pax*

, то и уровень активности гена

У губок обнаружена генная сеть, которая могла бы управлять развитием глаз

Автор: Administrator

04.07.2013 15:11 - Обновлено 29.08.2013 11:42

Six

тоже падает. Значит, между этими генами в норме есть взаимодействие: продукт гена

Pax

вызывает включение гена

Six

.

Современная биология развития отлично знакома с явлением генных сетей (gene regulatory networks, сокращенно GRN; см., например: Levine, Davidson, 2005. Gene regulatory networks for development). Генная сеть — это схема взаимодействий между генами, которые через свои продукты или усиливают, или ослабляют активность друг друга. Ее можно изобразить графически, обозначив взаимодействия просто стрелочками. Одна из таких генных сетей управляет у многоклеточных животных развитием глаз. У разных животных она выглядит по-разному, но вот влияние продуктов генов *Pax* на включение генов *Six* входит в нее непременно: такие «стрелочки» есть, например, и у мухи-дрозофилы, и у человека (рис. 4). Получается, что у губок найдены не только отдельные гены, которые обеспечивают у более сложно устроенных животных развитие глаз, но даже и фрагмент генной сети, в этом участвующей.

У губок обнаружена генная сеть, которая могла бы управлять развитием глаз

Автор: Administrator

04.07.2013 15:11 - Обновлено 29.08.2013 11:42

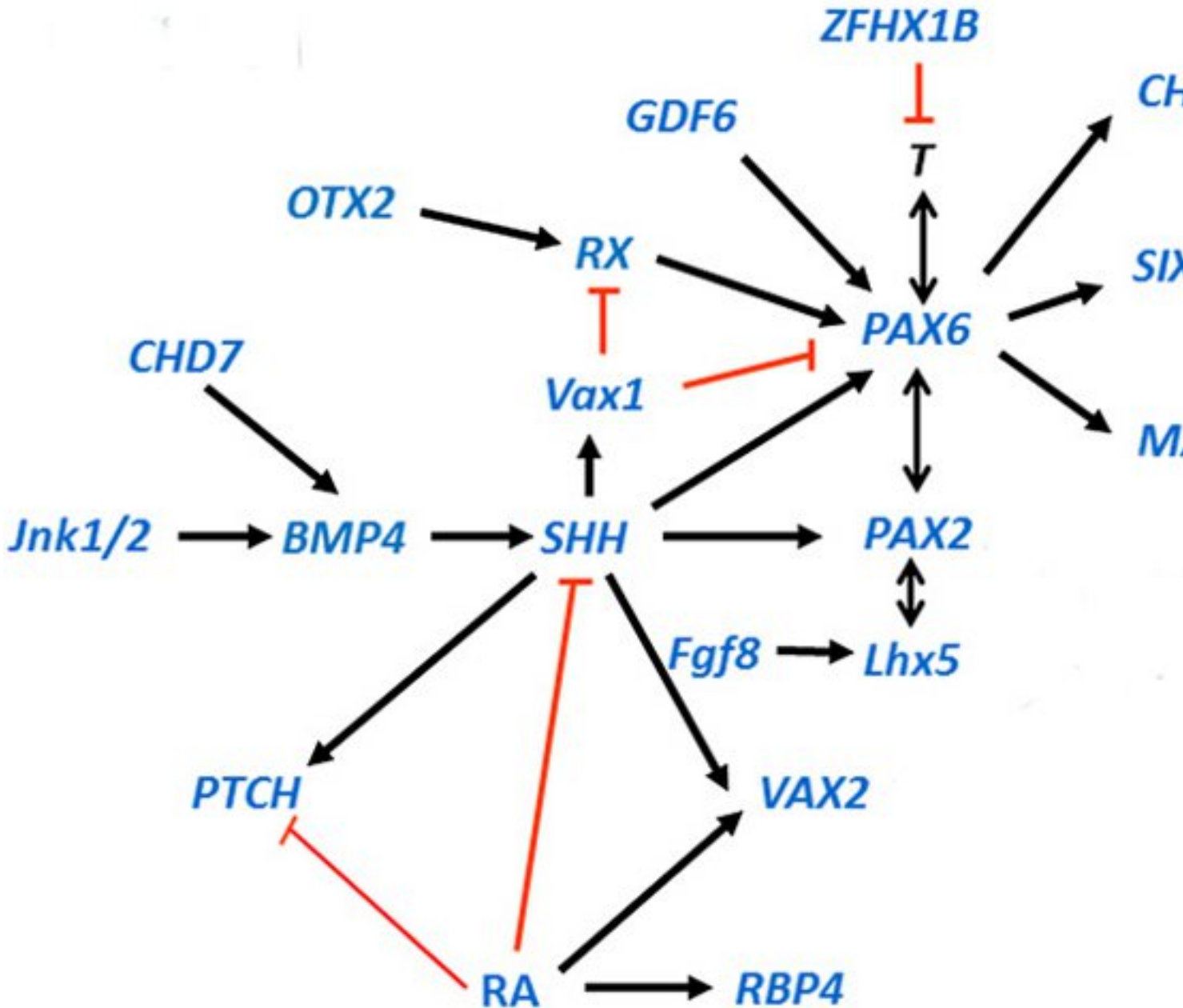


Рис. 4.

Генная сеть, управляющая развитием глаза у губок. Черные стрелки — активация генов, красные T-образные стрелки — ингибирование генов.

черные

Почему эти наблюдения так важны? Десять-пятнадцать лет назад биологи были буквально потрясены открытием генов, которые управляют развитием глаз у всех зрячих животных. Самая важная часть этого утверждения — «у всех». Например, ген *Pax6*

У губок обнаружена генная сеть, которая могла бы управлять развитием глаз

Автор: Administrator

04.07.2013 15:11 - Обновлено 29.08.2013 11:42

запускает развитие глаз и у мухи-дрозофилы, и у человека. Но ведь камерные глаза позвоночных совершенно не похожи на фасеточные глаза насекомых! Даже светочувствительные клетки устроены там по-разному. Неужели они все-таки имеют общее происхождение? В самом начале XXI века многие биологи стали считать именно так, рассуждая прямолинейно: раз глаза насекомых и позвоночных контролируются одними и теми же генами, значит, всё это унаследовано от общего предка, у которого глаза уже были. Вообразить такого общего предка, правда, было довольно трудно, но некоторым это удавалось (рис. 5).

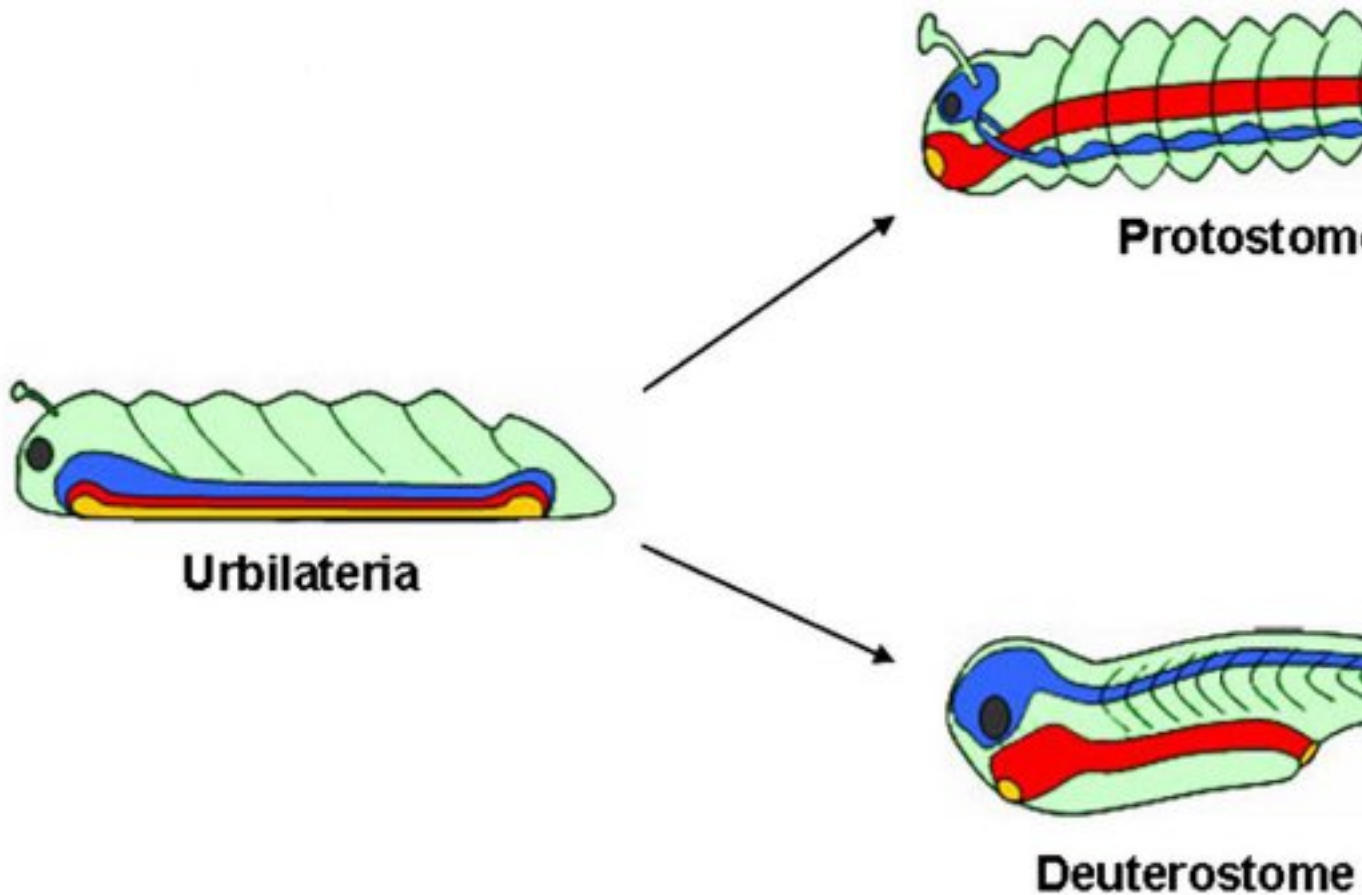


Рис. 5.

Гипотеза сложного предка двусторонне-симметричных животных

Наличие у губок генетического пути *Pax/Six* является сильнейшим доводом против этой гипотезы. У губок нет нервной системы и, по всем данным, никогда не было.

Соответственно, глаз у них тоже быть не может. Открытие у губок генов

Pax

и

Six

равносильно доказательству, что первоначально эти гены служили не для контроля развития глаз, а для чего-то другого. Причем теперь мы видим, что «для чего-то другого» могли служить не только отдельные гены, но и куски генных сетей.

Что касается глаз насекомых и позвоночных, то они, видимо, все-таки не имеют общего происхождения (разве что на уровне одноклеточных фоторецепторов). Иное дело, что для развития сложных глаз были в разных случаях использованы одни и те же древние гены. В современной литературе такой тип сходства между органами называют глубокой гомологией (deep homology; см. также: Shubin et al., 2009. Deep homology and the origins of evolutionary novelty). Если же воспользоваться более традиционной терминологией, можно сказать, что в случае с эволюцией глаз мы, скорее всего, видим типичный параллелизм — независимое возникновение сходных органов на общей наследственной основе. Благодаря губкам эта наследственная основа теперь точно известна.