

Пока нерешенная проблема

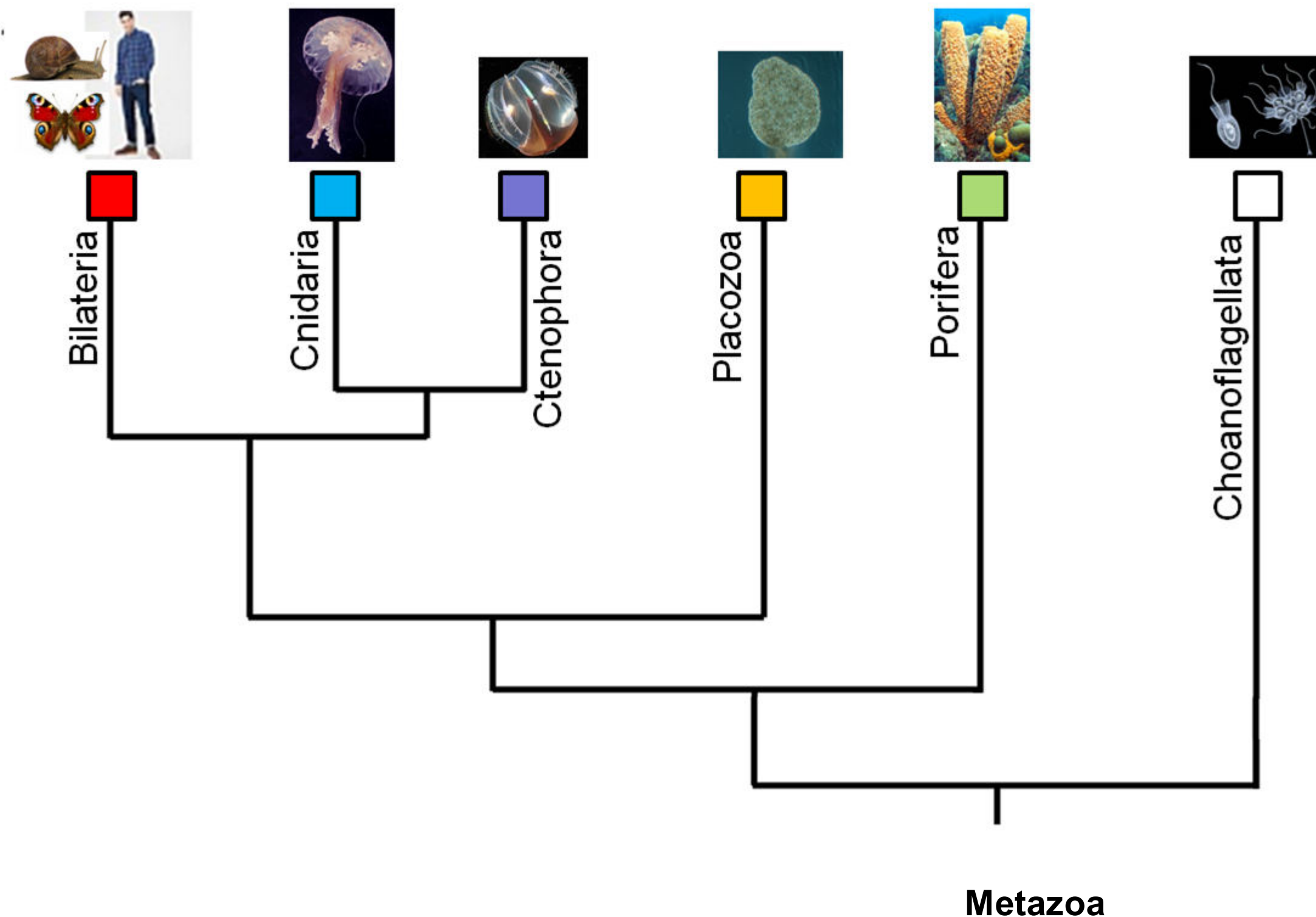
Выделяют пять главных групп животных (Metazoa):

- 1) Porifera (губки);
- 2) Placozoa (пластинчатые, Trichoplax);
- 3) Cnidaria (стрекающие, кораллы, медузы и их родственники);
- 4) Ctenophora (гребневики);
- 5) Bilateria (животные с двусторонней симметрией тела, т.е. все остальные).

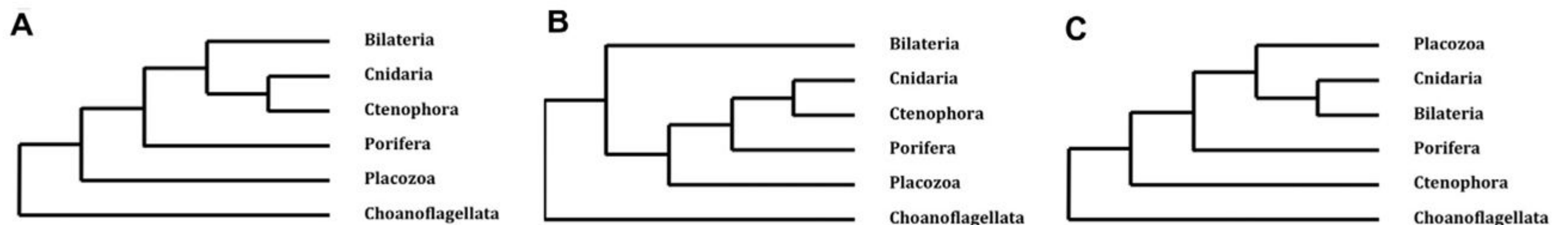
Филогенетические связи между этими группами до сих пор являются предметом научных споров ([Whelan et al., 2015](#), [Telford, 2016](#))

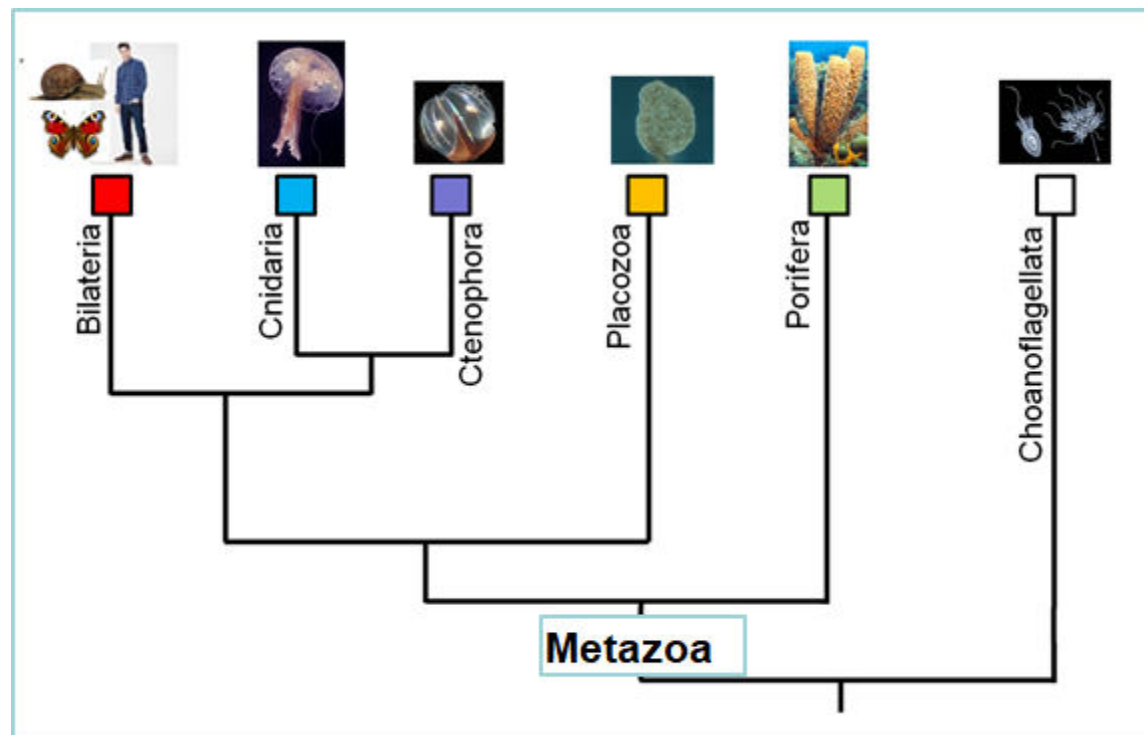
„_”_

Наиболее популярный и наиболее традиционный вариант филогенетического дерева:

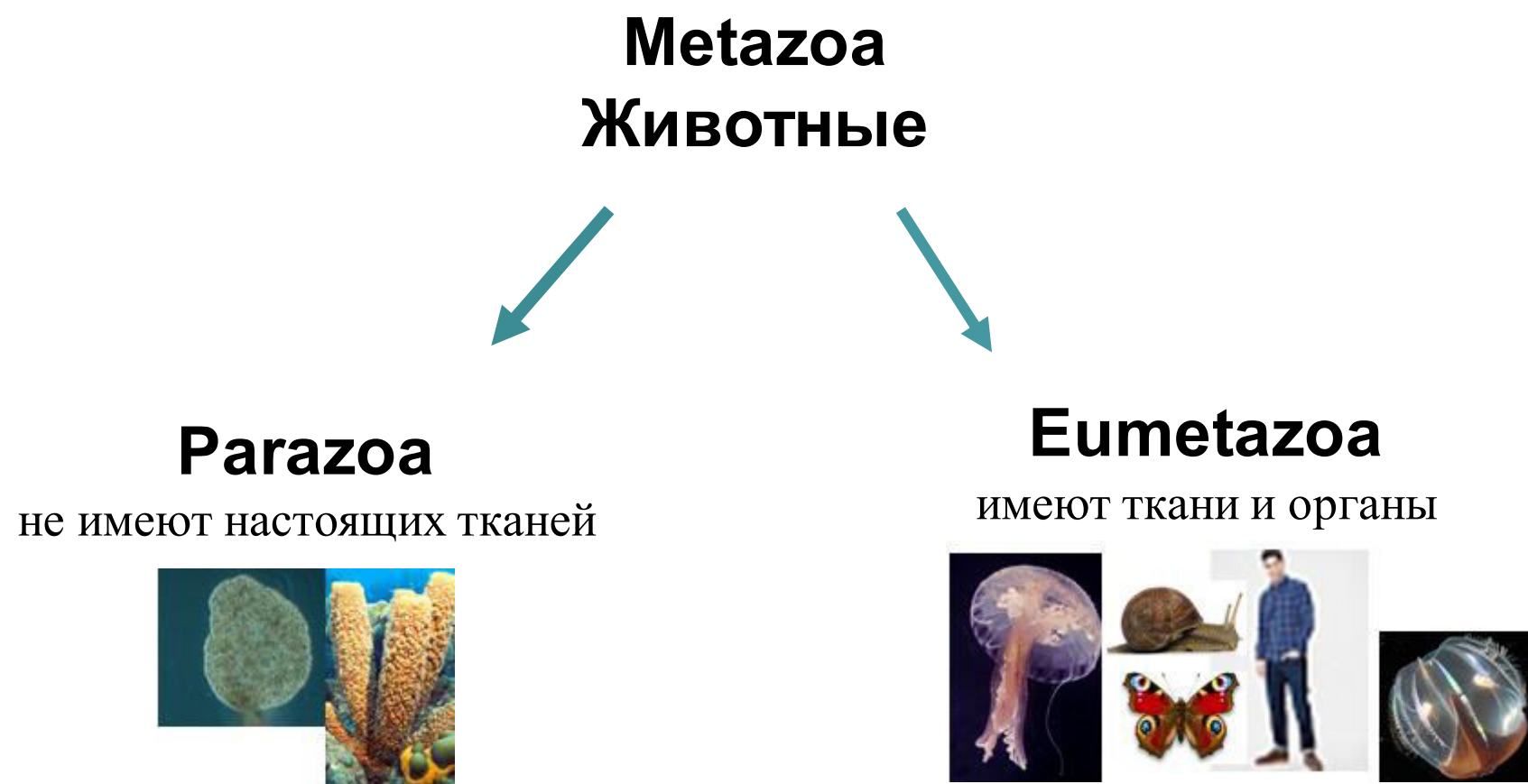


Другие, не менее заслуживающие внимания варианты ([H.-J. Osigus et al., 2013](#)):



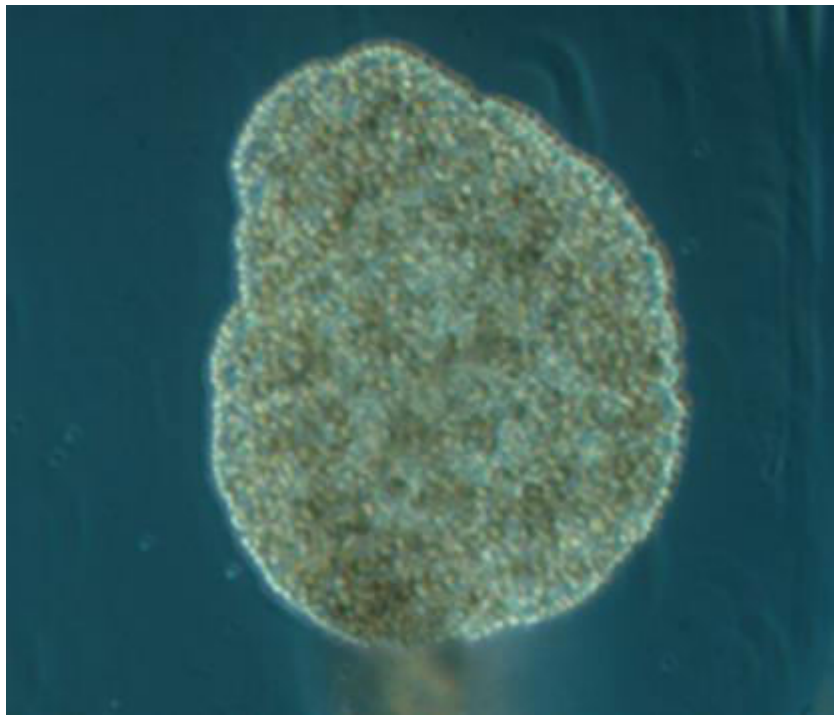


Традиционно принято делить животных (Metazoa) на две группы, Parazoa и Eumetazoa

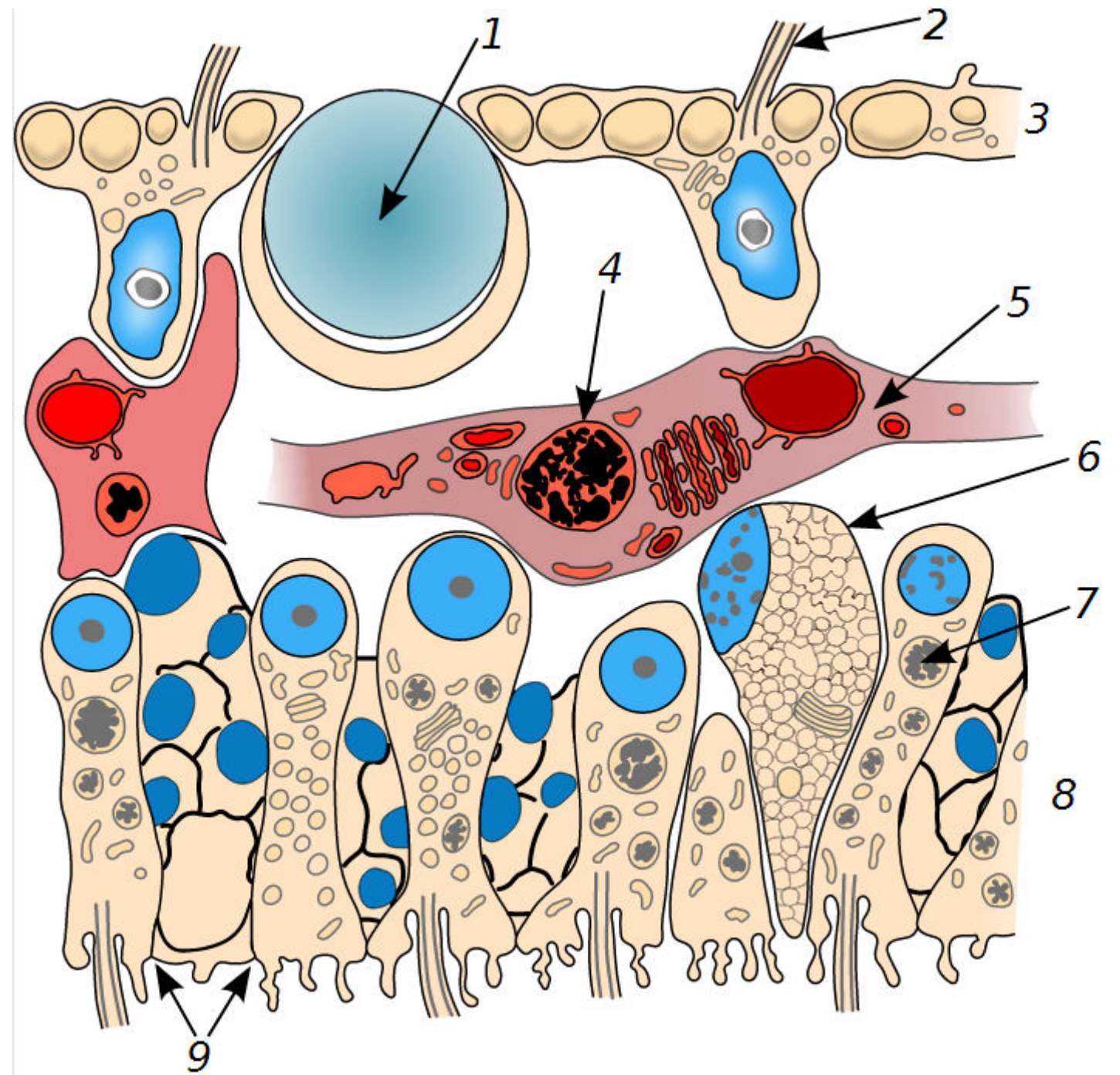


Parazoa
Тип Пластинчатые (Placozoa)

Пластинчатые (19 видов)

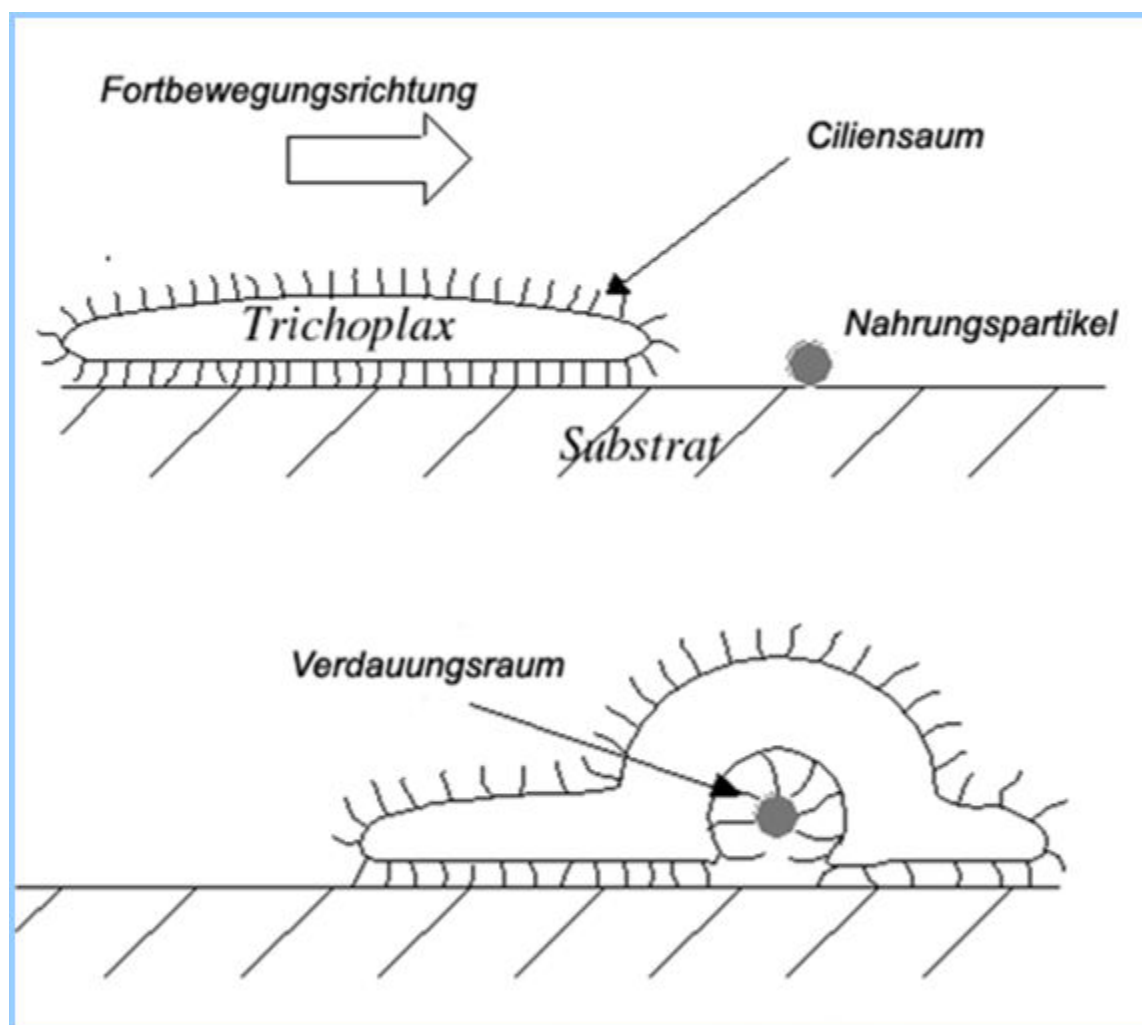


Трихоплакс представляет собой пластинку неправильной формы толщиной 20–40 мкм и диаметром 5–6 мм.



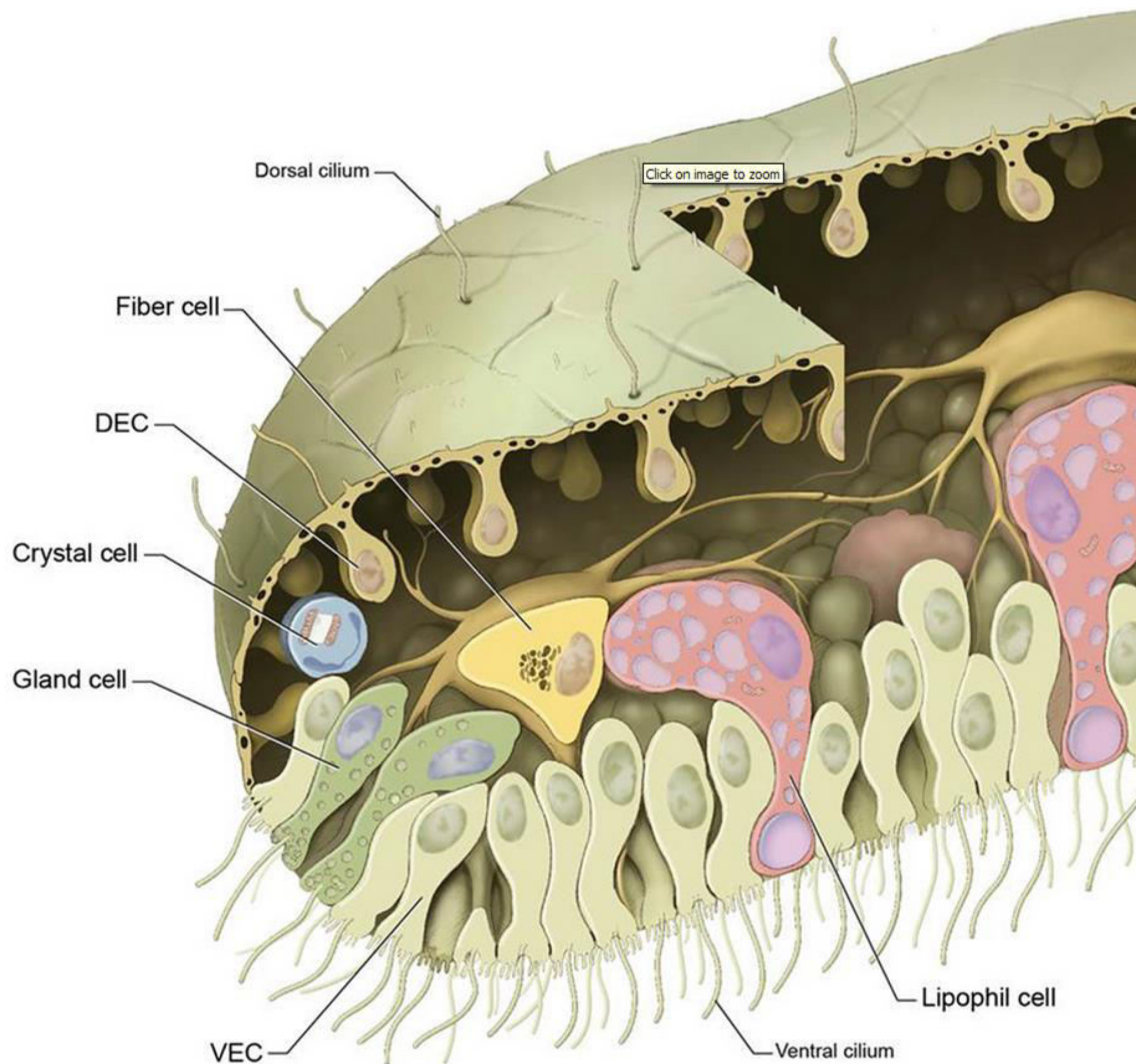
Строение тела *Trichoplax* на поперечном срезе. 1 — липидная капля, 2 — ресничка, 3 — дорсальный слой клеток, 4 — вакуоль, 5 — волокнистый синцитий, 6 — железистая клетка, 7 — вакуоль, 8 — вентральный слой клеток, 9 — зоны межклеточных контактов

[Источник](#)



Внутреннее строение трихоплекса

Smith CL, Varoqueaux F, Kittelmann M, et al. Novel Cell Types, Neurosecretory Cells and Body Plan of the Early-Diverging Metazoan, *Trichoplax adhaerens*. *Current biology : CB*. 2014;24(14):1565-1572. doi:10.1016/j.cub.2014.05.046.



Drawing summarizing *Trichoplax* cell types and body plan. Facing the substrate (below) is a thick ventral plate composed of: ventral epithelial cells (VEC; light yellow) each bearing a cilium and multiple microvilli; lipophil cells (brick) that contain large lipophilic inclusions, including a very large spherical inclusion near the ventral surface (lavender); and gland cells (pale green), distinguished by their contents of secretory granules and prevalence near the margin. Dorsal epithelial cells (DEC; tan) form a roof across the top from which are suspended their cell bodies surrounded by a fluid-filled space. In between the dorsal epithelium and ventral plate are fiber cells with branching processes that contact each of the other cell types. A crystal cell (pale blue) containing a birefringent crystal lies under the dorsal epithelium near the rim.

[Судя по полному геному, трихоплекс не так прост, как думали раньше](#)

Parazoa
Тип Губки (Porifera)



Губка из Карибского моря –
Xestospongia muta,
 $D \leq 1,8\text{м}$

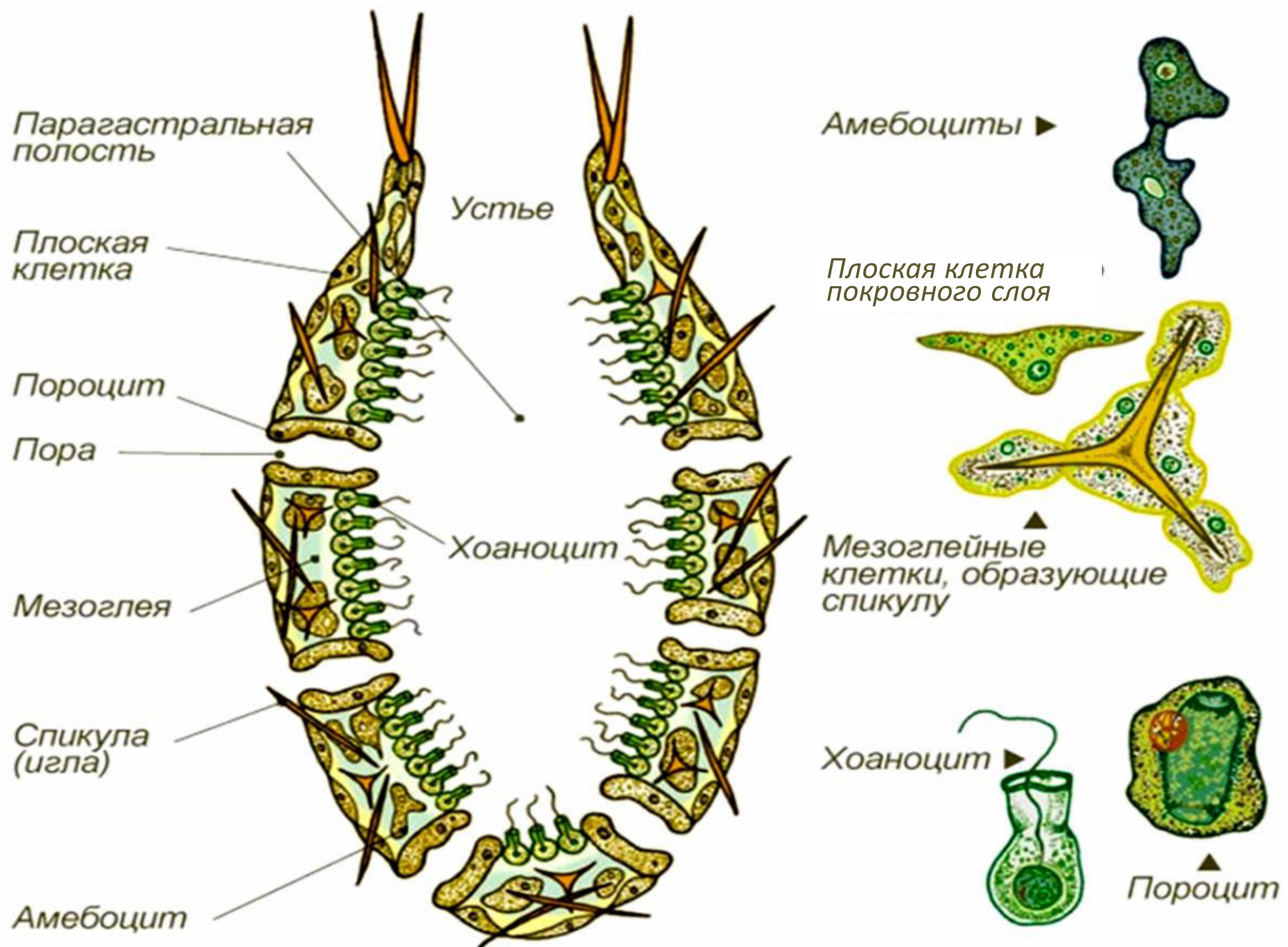
[источник](#)



Sycon ciliatum – обычная губка –
европейского побережья Атлантического
океана [источник](#)

Средний размер губок –
30-90 см....

Губки. Общий план строения.

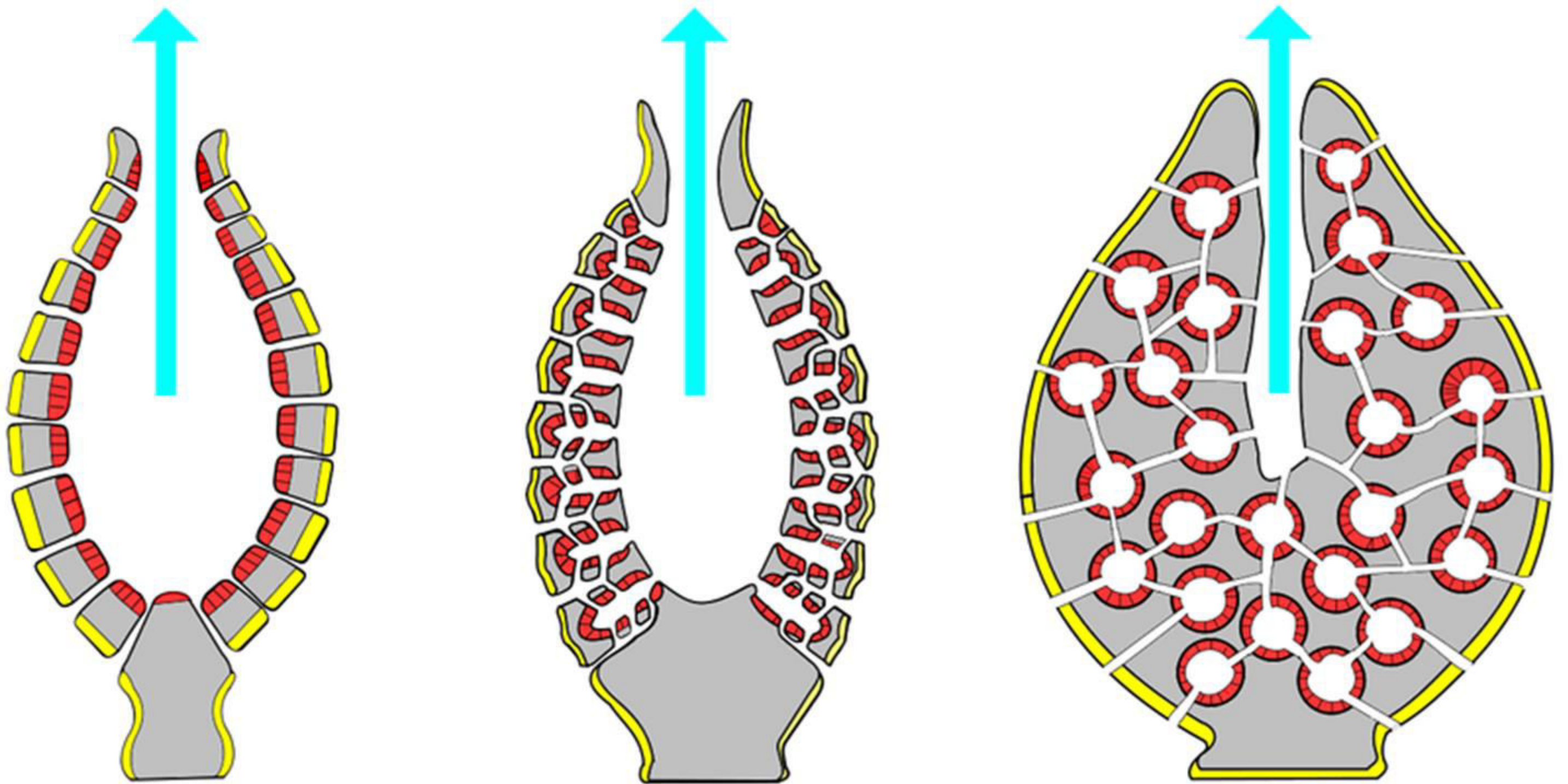


Примечания к рисунку

1. Мезоглея или чаще **мезохил** – желеобразное межклеточное вещество, содержит много волокон коллагена.▼
2. Всего известно около 10 типов клеток в теле губок ([Funayama, 2013](#)), здесь отмечены только некоторые из них
3. Амебоциты – общее название подвижных клеток, живущих в мезохиле. Среди амебоцитов особую роль играют **архециты**. Это своего рода стволовые клетки, они способны дифференцироваться в любые другие клетки губок, даже в половые клетки.
4. **Спикула** – элемент скелета, построенный из кремнезема (SiO_2) или углекислого кальция (CaCO_3).
5. Хоаноциты – воротничковые клетки, движение их жгутиков создает ток воды через тело губки. Поглощают самые мелкие пищевые частицы. Также являются стволовыми клетками, например, способны превращаться в сперматозоиды.

[ИСТОЧНИК](#)

Губки. Усложнение строения.



Основные типы строения водоносной системы губок: асconoидная, сиконоидная и лейконоидная (слева направо).

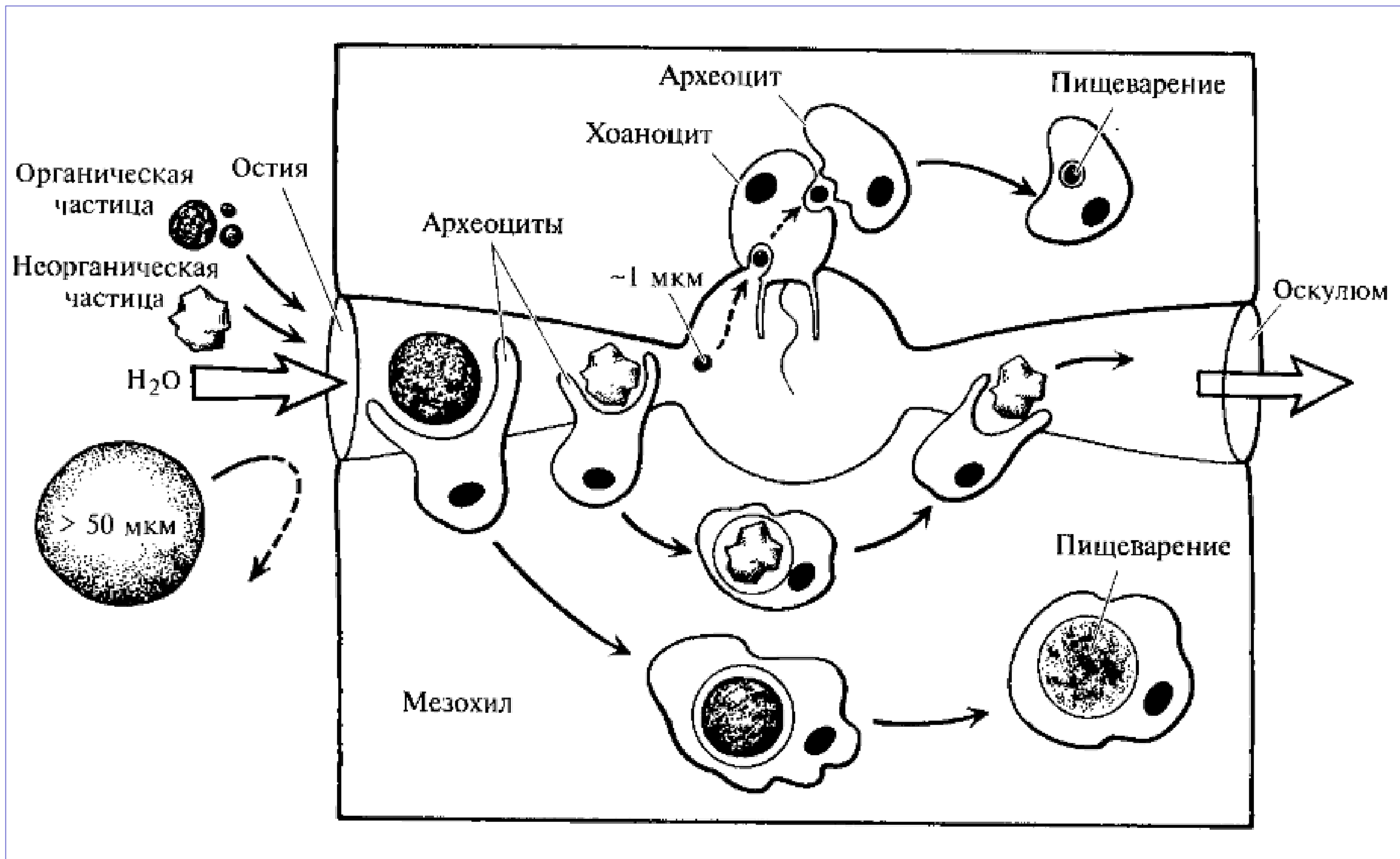
- пинакциты
- хоаноциты
- мезохил
- направление тока воды

Рисунок [Philcha](#)

[Поучительное короткое видео](#)

Питание губок

Все клетки губок способны фагоцитировать.
Пищеварение у губок внутриклеточное.



Частицы размером более 50 мкм не проходят в поры, их могут фагоцитировать только внешние покровные клетки.

Частицы 5-50 мкм проникают в приносящий канал, их могут фагоцитировать покровные клетки, выстилающие канал, или архециты, высунувшие свои псевдоподии в канал.

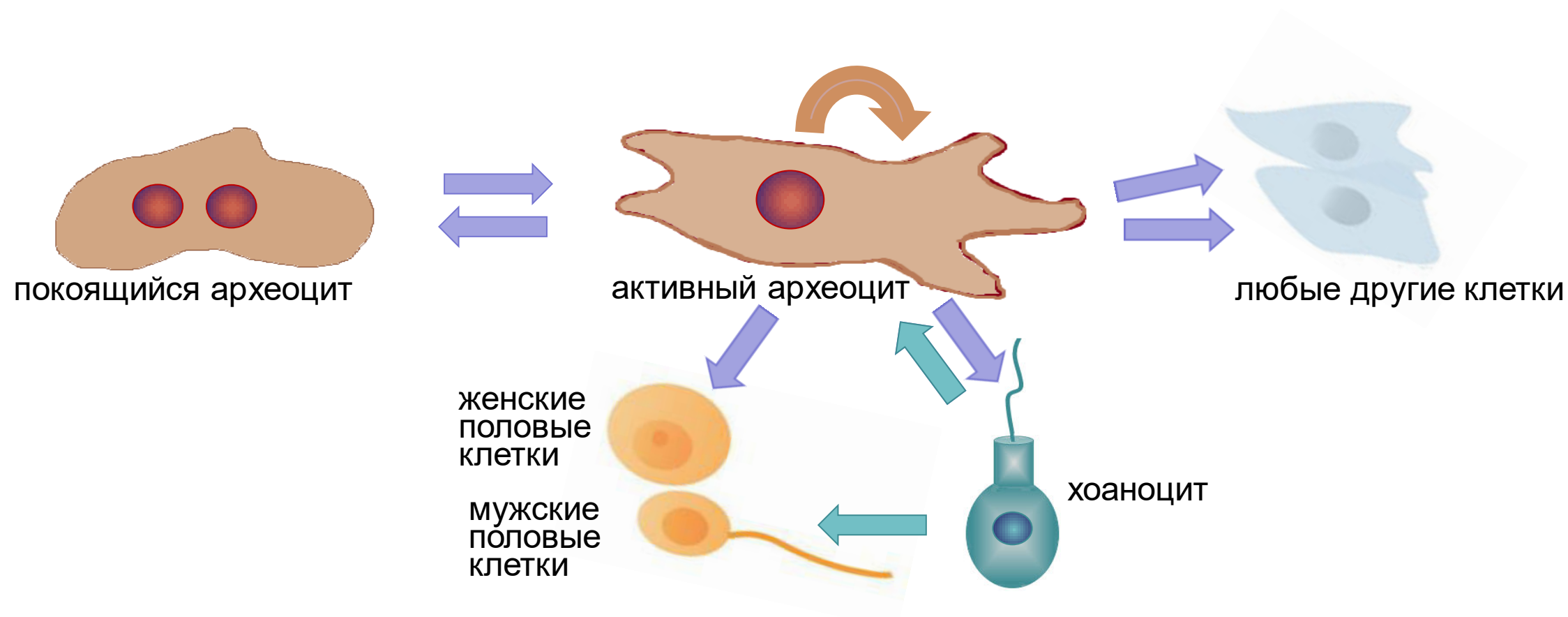
Самые мелкие частицы поглощаются хоаноцитами.

Хоаноциты часто передают частицы архецитам. Архециты транспортируют пищу к другим клеткам.

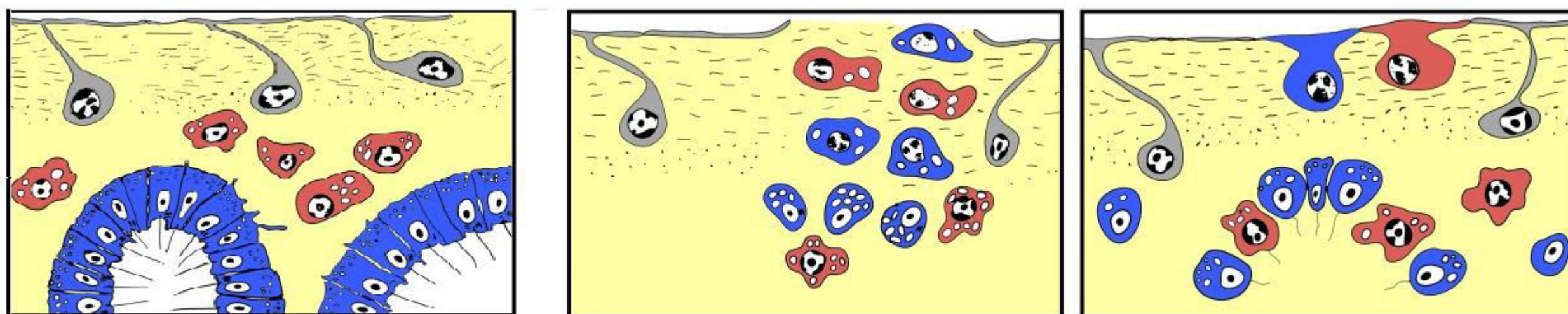
Фильтрация – не самый эффективный способ питания. Похоже, что губки не выжили бы без симбиотических бактерий и водорослей. Мезохил губок – замечательная среда обитания для бактерий, архей и протистов. Все изученные губки имеют симбионтов.

Преобразования клеток губок (трансдифференцировка)

Обобщенная схема превращений клеток в обыкновенных губках по данным [Funayama, 2013](#):



Заживление раны у обыкновенной губки, упрощенная схема из статьи [Borisenko et al, 2015](#)



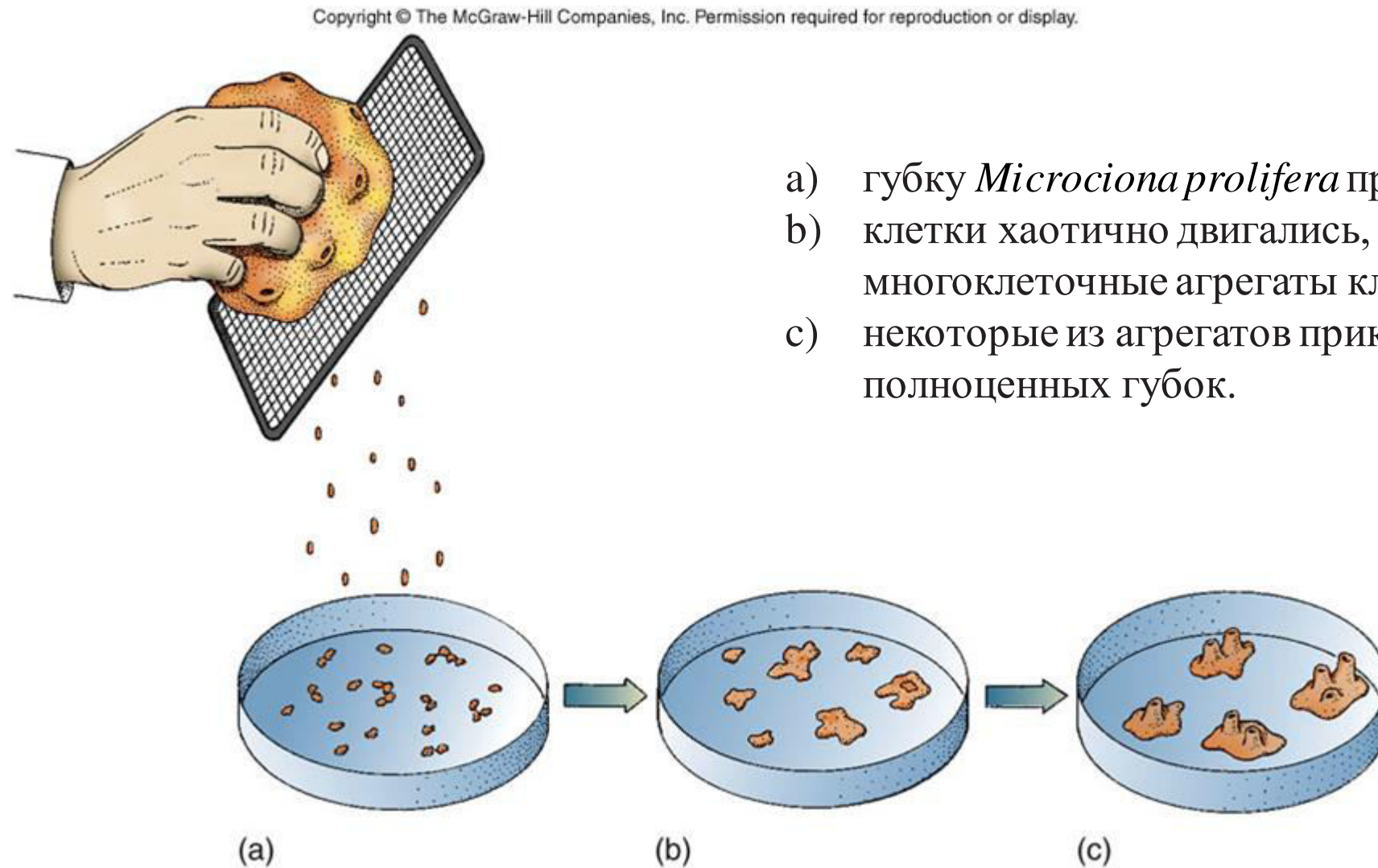
нетронутая губка

стадии заживления раны

серые – плоские покровные клетки, красные – археоциты, синие – хоаноциты

Регенерация губок

Знаменитые опыты [Г.В.Вилсона, 1907](#)



- губку *Microciona prolifera* протирали через мелкоячеистую ткань;
- клетки хаотично двигались, при встрече слипались, получались многоклеточные агрегаты клеток;
- некоторые из агрегатов прикреплялись к подложке и вырастали в полноценных губок.

Слипание клеток в экспериментах Вилсона было видоспецифичным



Дальнейшие исследования показали:

- клеточные агрегаты образуются в большинстве экспериментов и у подавляющего количества изученных видов губок, однако полноценные взрослые особи из таких агрегатов вырастают только у нескольких видов, да и то не всегда; ([Лавров и соавт., 2014](#), [Eerkes-Medrano et al., 2014](#))
- слипание клеток губок действительно видоспецифично, узнавание свой/чужой обеспечивают специальные протеогликаны на поверхности клеток ([Grice et al., 2017](#)).

Размножение губок

Бесполое размножение происходит путем

- случайной фрагментации тела (основано на способности губок к регенерации из минимального набора клеток);
- наружного почкования (встречается изредка практически у всех губок);
- образования в мезохиле геммул – переживающих почек.

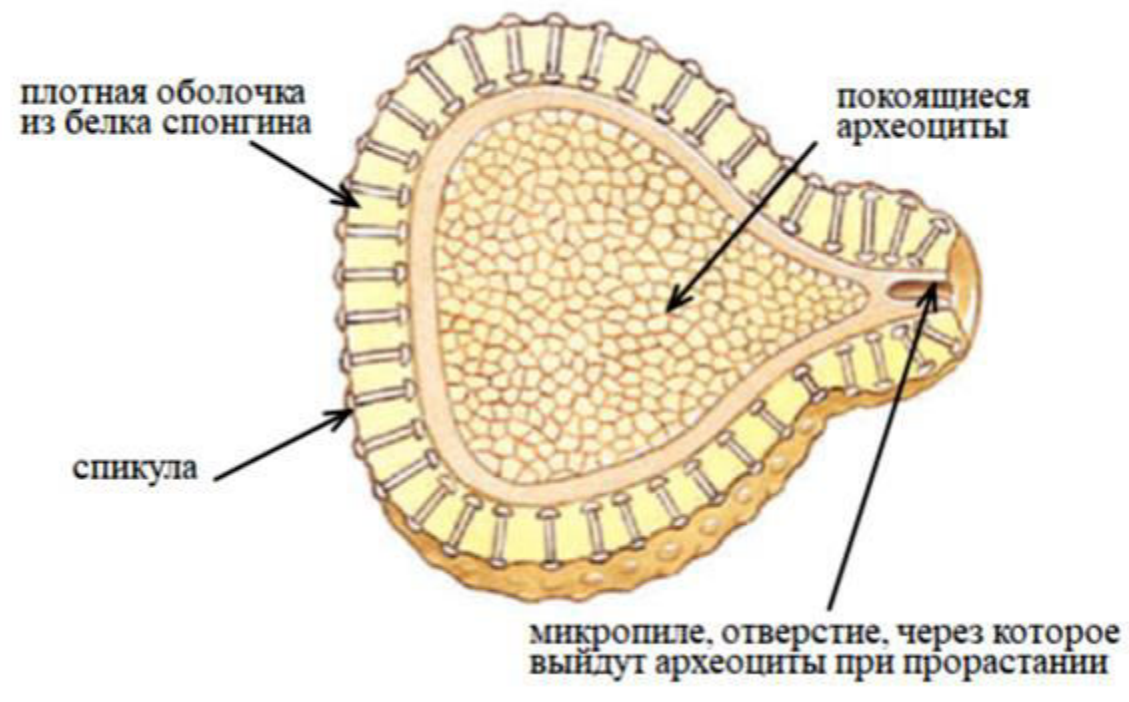
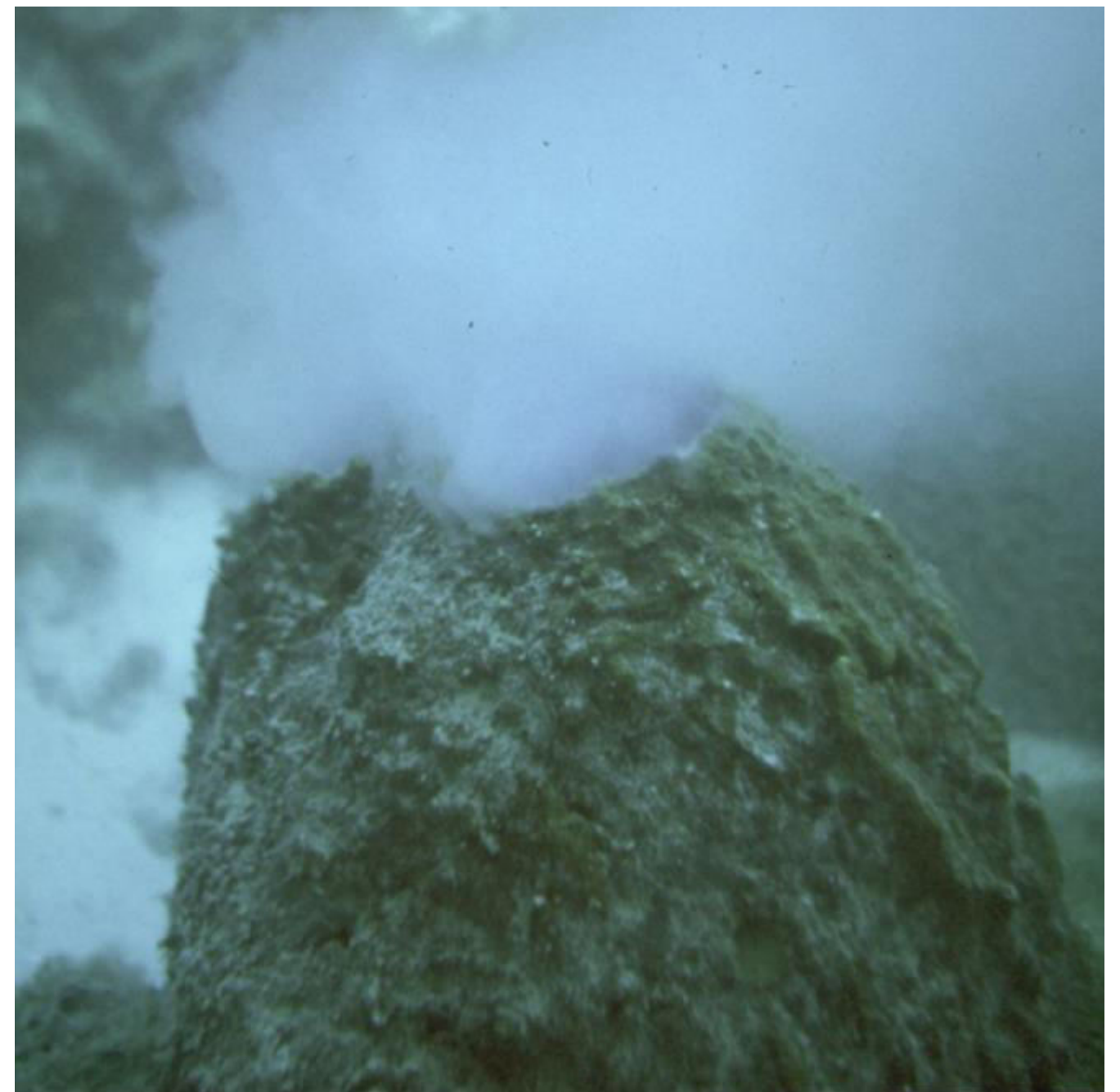


Схема строения геммулы

Половое размножение

- Гонад нет, половые клетки разбросаны по всему телу. Ооциты образуются из археопитов и/или хоаноцитов, сперматозоиды – из хоаноцитов.
- Есть губки яйцекладущие. Они часто раздельнополы. Губки одной популяции синхронно выметывают гаметы. Оплодотворение наружное. Развитие личинки происходит в воде.
- Многие губки – яйцеживородящие (часто называют их также личинкородящими). Сперматозоиды одной губки вместе с током воды попадают в другую особь. Таким образом, в данном случае оплодотворение внутреннее. Зигота развивается в личинку, и лишь личинка покидает материнскую особь.



Три дня в году происходит «курение» губки *Neofibularia nolitangere*. Популяция губок синхронно выбрасывает гаметы, на данной фотографии, скорее всего, виден вымет сперматозоидов [источник рисунка](#)

Развитие губок

Развитие не прямое, т.е. есть стадия личинки.

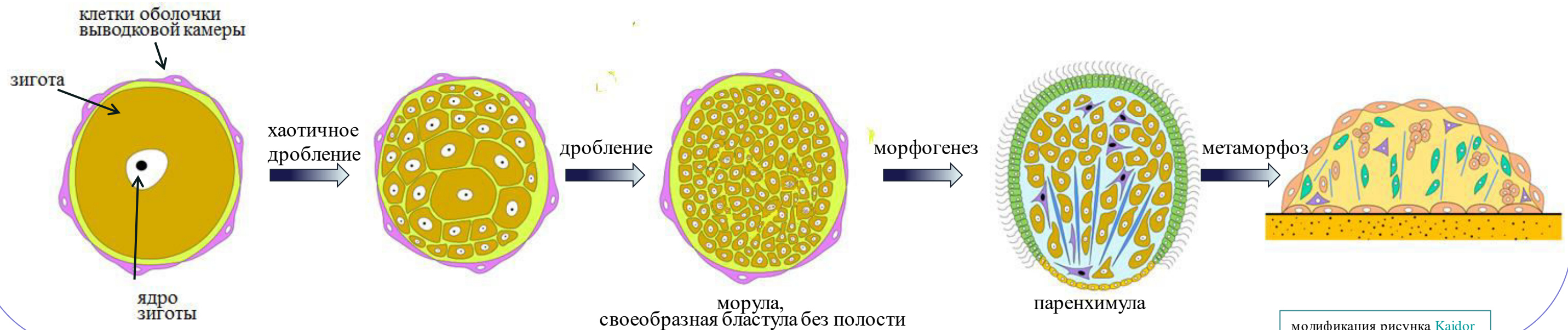
Личинки подвижные. Не способны к самостоятельному питанию, живут несколько дней за счет желтка.

Всего известно 7 типов личинок ([Ereskovsky, 2010](#))

Самые «знаменитые» среди них – это паренхимула и амфибластула. Изучение развития паренхимулы вдохновило И.Мечникова на создание теории фагоцителлы. А изучение развития амфибластулы привело к представлению о губках как о животных, вывернутых наизнанку.

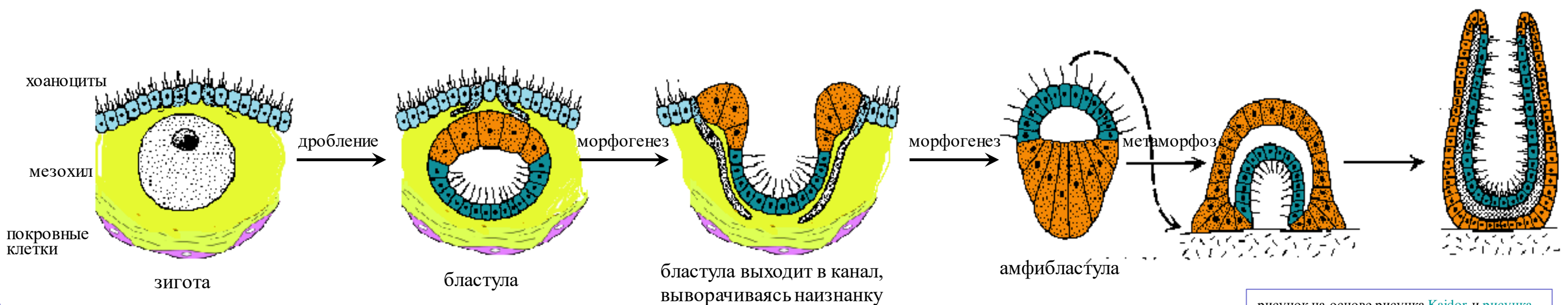
Паренхимула

Наружный слой клеток паренхимулы в основном состоит из жгутиковых клеток. Внутри личинки есть археоциты и дифференцированные клетки многих типов (покровные клетки, клетки, создающие внутренний скелет губки, хоаноциты), есть первые спикулы и волокна спонгина. Паренхимулу можно считать в какой-то степени «почти готовой» молодой губкой, приспособленной для плавания. У большинства обыкновенных губок личинка – паренхимула.



Амфибластула

Это бластула с крупными клетками (макромерами) на одном полюсе и мелкими микромерами на другом полюсе. Такого рода бластулы бывают и у других животных. Амфибластула губок отличается тем, что при метаморфозе микромеры вворачиваются вовнутрь, в то время как у хордовых внутрь вворачиваются макромеры. Именно это и привело к появлению мема «губки – животные, вывернутые наизнанку». Амфибластула характерна для известковых губок.



Минимум о губках

Уровень организации

1. Нет «настоящих» дифференцированных тканей
Клетки могут менять свою специализацию (трансдифференцироваться). Многие клетки подвижны, внутренняя структура тела постоянно перестраивается. Клетки имеют много функций.
2. Нет органов (нет тканей, нет и органов)
3. Либо радиальная симметрия, либо симметрии нет вообще.
4. Раньше называли двуслойными, сейчас этот термин относят только к животным, имеющим ткани.

II. Отличия от настоящих животных

1. Нет настоящих тканей
2. Нет обособленного кишечника
3. Нет нервных клеток
4. Нет половых желез – гонад
5. Высокая пластичность структуры: разные дифференцированные клетки способны к перемещению, трансдифференцировке и смене функции

III. Образ жизни

1. Сидячие микрофильтраторы, плавают только личинки
2. В основном морские (более 8 000 видов), но есть еще около 200 видов пресноводных.

IV. Строение

1. Исходный план строения тела - кубок с устьем
2. Более 10 типов клеток – покровные, хоаноциты, архециты и др.
3. У всех есть внутренний скелет из минеральных игл (спикул) и волокон белка типа коллагена. У некоторых есть еще и внешний скелет

V. Питание

1. Все клетки способны фагоцитировать.
2. Пищеварение внутриклеточное.
3. Клетки делятся добычей (архециты передают везикулы от хоаноцитов другим клеткам)

VI. Рост

1. Неограниченный рост

VII. Размножение

1. Бесполое размножение осуществляется путем фрагментации, почкования (редко) и образования покоящихся геммул (внутренних почек).
В основе – удивительно высокая способность к регенерации из ограниченного набора клеток.
2. Половое размножение. Многие губки гермафродиты, но есть и раздельнополые. Гонад нет. Половые клетки разбросаны по всем телу. Есть губки с внешним оплодотворением, но у многих оплодотворение внутреннее.

VIII. Развитие

1. Развитие не прямое, с личинкой
2. Личинки плавающие. Не питаются, живут недолго за счет желтка. Таким образом, это расселительные личинки
3. Всего известно 7 типов личинок, из них наиболее «знамениты» паренхимула и амфибластула

IX. Эволюция

1. На данный момент губки самые древние из известных многоклеточных животных, губки появились более 635 миллионов лет назад

X. Значение в биосфере

1. Редуценты, но могут играть роль продуцентов, если в них много автотрофных эндосимбионтов
2. Биофильтраторы, но в мутной воде не выживают, т.к. забиваются поры.
3. Биодеструкторы: сверлящие губки разрушают карбонатные породы, коралловые рифы, раковины моллюсков
4. Являются местообитанием для многочисленных квартирантов (кольцецов, ракообразных, иглокожих) и эндосимбионтов (бактерий, одноклеточных водорослей). В свою очередь могут поселиться на панцире краба или на раковине моллюска.
5. Мало кто ест губки: они колючие, выделяют токсичные и/или дурнопахнущие вещества.

XI. Значение для человека

1. Туалетная губка со времён античности используется для мытья.
2. Из губок получают некоторые биологически активные вещества

XII. Классификация

1. Известковые губки, спикулы из кальцита, часто бывает массивный внешний скелет из кальцита.
2. Стекланные губки, спикулы из SiO_2 (кремнезема). Часто клетки образуют синцитий.
3. Обыкновенные губки, спикулы из SiO_2 , кроме того в мезохиле часто волокна спонгина. Роговые губки относятся к обыкновенным. К ним относятся около 84% от общего числа видов.

Губки

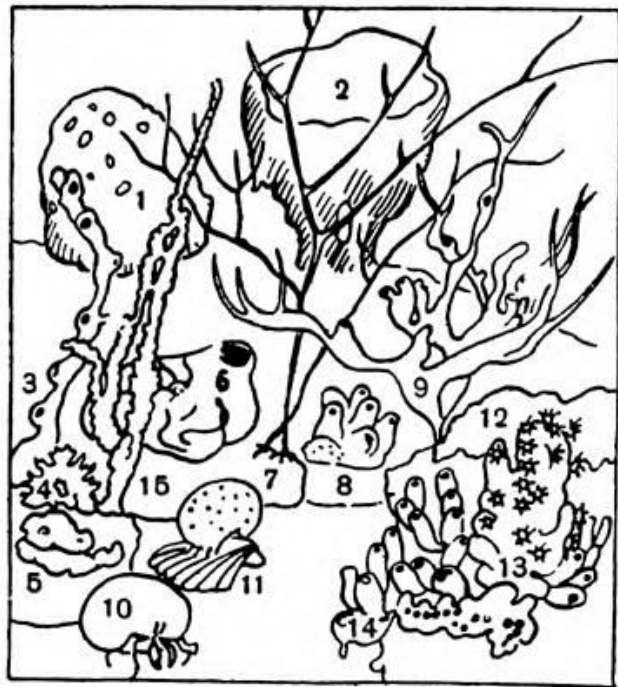


Таблица 5. Поселение губок на дне Средиземного моря:

- 1 — клиона (*Cliona*);
- 2 — *Calyx*;
- 3 — *Siphonochalina*;
- 4 — *Acanthella*;
- 5 — *Chondrilla*;
- 6 — геодия (*Geodia*) с сидящей на ней змеехвосткой;
- 7 — *Raspailia*;
- 8 — *Halichondria*;
- 9 — *Siphonochalina*;
- 10 — пробковая губка (*Suberites domuncula*) и рак-отшельник;
- 11 — морской апельсин (*Tethya aurantium*);
- 12 — *Hymedesmia*;
- 13 — *Axinella* в сожительстве с коралловыми полипами (*Parazoanthus axinellae*);
- 14 — *Haliclona*;
- 15 — *Axinella*.

Жизнь животных. В 6-ти томах. Том 1. Беспозвоночные
Под ред. чл.-кор. АН СССР, проф. Л.А. Зенкевича
Издательство: Москва, «Просвещение»
Год издания: 1968



Человек и губки



Скелет роговых губок содержит мало минеральных спикул, а состоит в основном из волокон спонгина, белка семейства коллагенов. Именно спонгин придает упругость туалетной губке

Продажа туалетных губок [на острове Калимнос](#)



Губки содержат много биологически активных веществ, обладающих противовирусными, антибактериальными, противогрибковыми и даже противоопухолевыми свойствами. Такие вещества образуются в результате метаболизма бактерий-симбионтов.

Порошок пресноводной губки бадяги используют как очищающее средство для кожи лица. Иголочки кремнезема впиваются в эпидермис, вызывают небольшое местное раздражение, что способствует активизации поверхностного кровоснабжения и выделению в этом месте биологически активных веществ .

Эндемичные байкальские губки

<https://www.youtube.com/watch?v=cClg55xCbBQ>

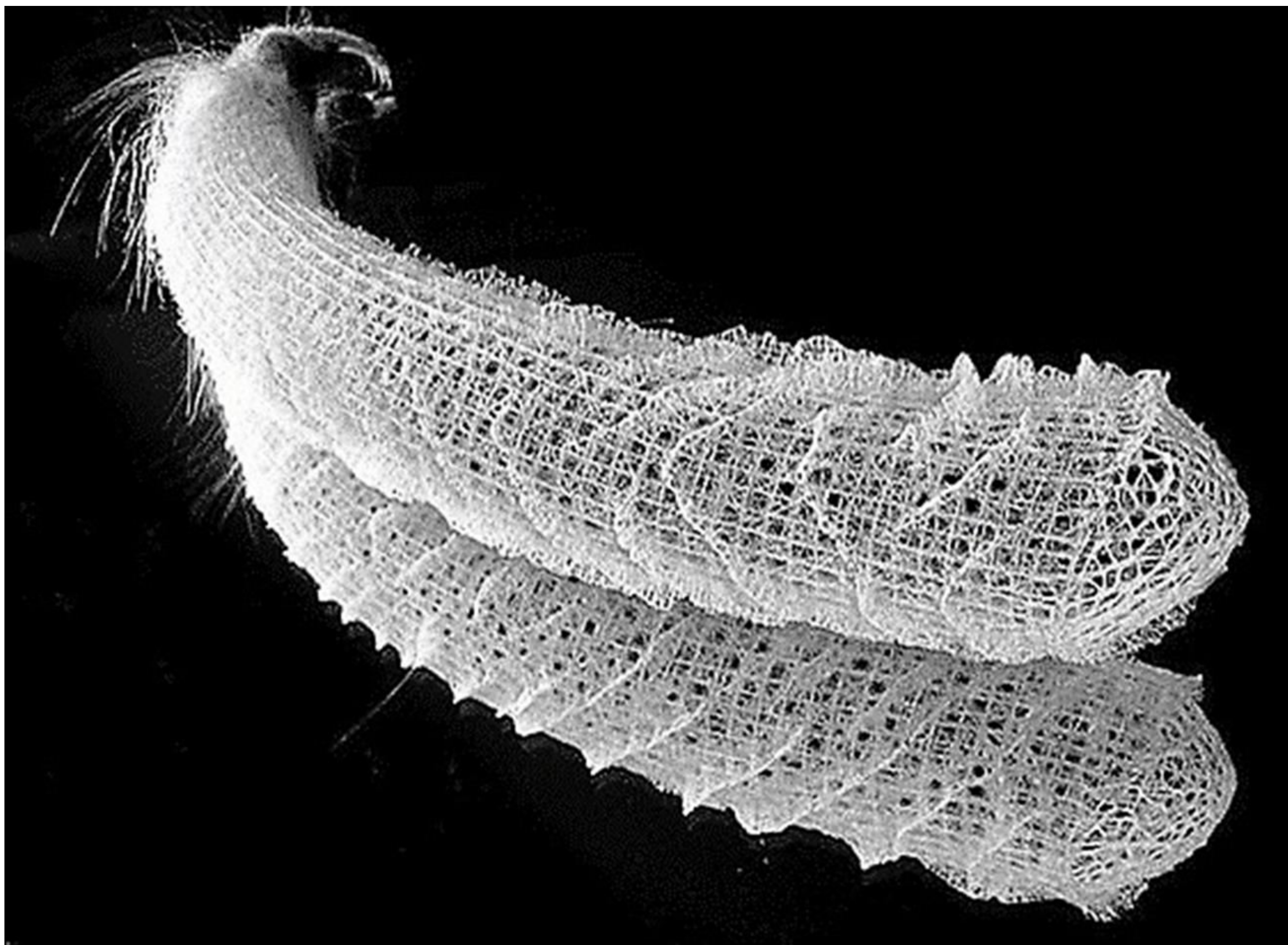


Бадяги



Пресноводные губки

Напоследок



[Источник](#)