А. В. Ересковский, А. Э. Вишняков

ГУБКИ (PORIFERA)

Учебное пособие

Товарищество научных изданий КМК
Санкт-Петербург – Москва ❖ 2015

Печатается по решению редколлегии серии «Конспекты по зоологии беспозвоночных».
Рекомендовано к печати решением Учебно-методической комиссии биологического факультета СПбГУ

УДК 593.4(075.8)
ББК 28.691я73-1
Е70

Ересковский А.В., Вишняков А.Э.

Е70 Губки (Porifera): Учебное пособие. — М.: Товарищество научных изданий КМК, 2015. — 99 с.

Учебное пособие посвящено описанию одних из самых низкоорганизованных и в то же время процветающих в настоящее время животных нашей планеты, губок (тип Porifera). Основной акцент делается на описании морфо-функциональных особенностей этих организмов, их многообразия, филогенетических отношений, цитологических особенностей и пр. Особое место занимает глава, посвященная биологии развития губок, где дан подробный анализ всех этапов эмбриогенеза губок.

Библиогр. 95 назв. Ил. 36.

Рецензенты:
д.б.н. *А.Н. Островский*
д.б.н. *Е.Н. Темерева*

Ответственный редактор выпуска
А.И. Гранович

Редакционная коллегия серии:
А.И. Гранович, *А.А. Добровольский*

Работа выполнена при поддержке гранта СПбГУ № 1.38.209.2014

ISBN 978-5-9906564-7-5

© А.В. Ересковский, А.Э. Вишняков, 2015

Глава 1.
ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГУБОК

Если наблюдать за жизнью обитателей какого-либо морского водоема, то среди прикрепленных к неподвижным субстратам организмов можно увидеть разнообразные водоросли. Между ними легко можно найти представителей животного мира: колонии гидроидных полипов или кораллов, двустворчатых моллюсков, сидячих полихет или колонии мшанок. При ближайшем рассмотрении окажется, что эти животные активно перемещаются и заметно реагируют своим движением, если к ним прикоснуться. Однако среди них можно часто обнаружить существ разнообразной формы и расцветки, которые никак не будут себя проявлять подвижностью, как бы мы ни старались их простимулировать к этому. Скорее всего, ими окажутся животные, относящиеся к типу Porifera (Spongia), или по-русски, губки. Эти организмы — исключительно водные и живут в морях и пресных водоемах.

Форма тела губок разнообразна. Они могут иметь вид пленки, корки, быть комковидными или сферическими, трубчатыми, ветвистыми, вееровидными и др. (рис. 1). При этом их основание достаточно прочно прикреплено к субстрату, а само тело может характеризоваться специфичными для вида признаками. Несмотря на большие различия в форме губок, можно определить направленность расположения их тела, или полярность, от нижней, или базальной прикрепленной части к верхней, или апикальной. Такая полярность называется **апикобазальной**. Размеры губок по этой оси сильно варьируют: от нескольких миллиметров до 1,5–2 м.

Одна из их главных особенностей — отсутствие каких-либо тканевых систем органов, которые традиционно рассматриваются и сравниваются у других групп животных. Вся жизнедеятельность губок определяется активностью отдельных клеток и клеточных пластов, имеющих разное строение и функции. Однако клеточные пласты губок, в большинстве случаев, не соответствуют характеристикам, традиционно предъявляемым к тканям. В связи с этим некоторые исследователи говорят о губ-

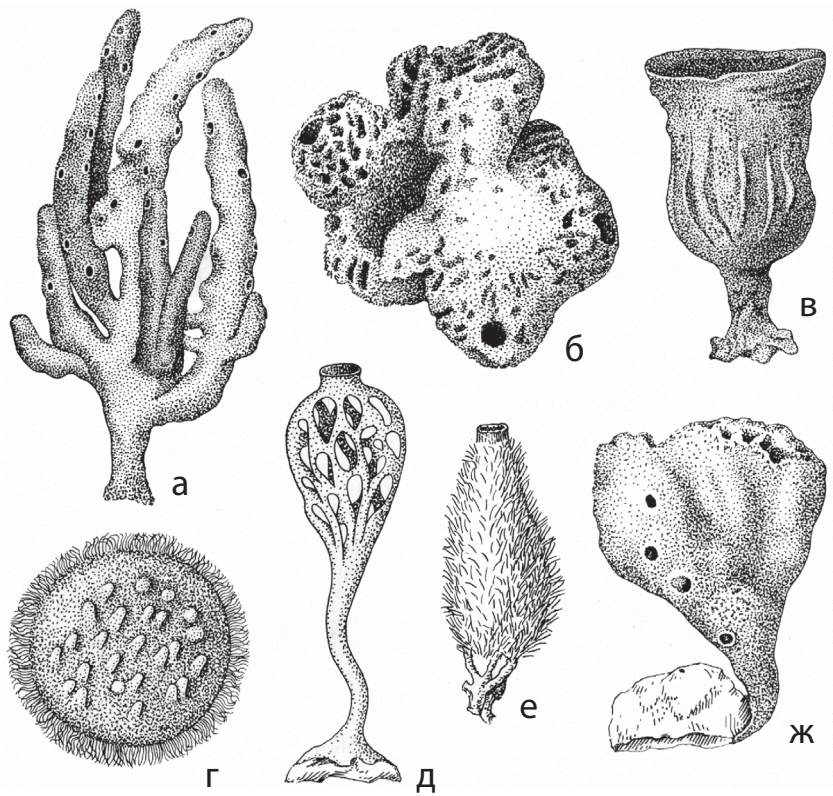


Рис. 1. Разнообразие внешнего вида губок: а — *Stelodoryx* sp.; б — *Forcepia* sp.; в — *Poterion* sp.; г — *Polymastia hemisphaericum*; д — *Guancha blanca*; е — *Sycon* sp.; ж — *Isodictya* sp. (из: Колтун, 1988).

ках как об организмах с «примитивными» тканями, имея в виду, что тканевая организация эволюционно формировалась постепенно и клеточные пласты губок, имея одни признаки тканей (группы клеток, выполняющих сходную функцию), лишены других (например, общности происхождения клеток пласта). Иная точка зрения заключается в более строгой трактовке понятия «ткань». В соответствии с этим взглядом говорить о тканевом строении у животных можно только в том случае, если

все признаки ткани налицо. Следуя этой точке зрения, губки не могут считаться животными обладающими тканями; их называют многоклеточными с «нетканевым» строением.

Отсутствие обособленного кишечника, нервной и мышечной систем и гонад у губок не значит, что они не питаются, не размножаются и не реагируют на изменения внешней среды или внутренних процессов. Все эти функции им присущи, но они реализуются качественно по-другому, не так, как мы привыкли это видеть у других животных.

Обычно животные питаются, осуществляют газообмен, выводят продукты обмена веществ, т.е. взаимодействуют с окружающей средой за счет обособленных многоклеточных систем, которые имеют характерные морфологические признаки и определенное положение в теле. Губки осуществляют эти процессы, взаимодействуя одинаково с окружающей средой во всех частях своего тела. Они контактируют с водой своей поверхностью и проводят воду через связанную систему полостей и каналов **(приводящих каналов** и **отводящих каналов)**, начинающихся многочисленными крошечными входными отверстиями, **остиями,** или **порами**, и заканчивающихся обычно одним или несколькими крупными отверстиями, расположенными на конце трубок, **оскулюмами**. Самый крупный канал, переходящий в оскулюм называется **атриумом** или **спонгоцелем** (устаревшее название, парагастральная полость) (рис. 2).

Вся совокупность каналов и полостей, проводящих воду через тело губок, называется **водоносной системой**. Поверхность тела губки и каналы водоносной системы сформирована клетками — **пинакоцитами**, обычно уплощенных, плотно прилегающих друг к другу и, таким образом, формирующих клеточные пласты, называемые **пинакодерма**. Клетки другого типа — **хоаноциты**, также располагаются группами и образуют слои **(хоанодерма)**, выстилающие расширенные участки каналов водоносной системы. Эти расширения называют **хоаноцитными, или жгутиковыми камерами** (рис. 2). Входное отверстие в хоаноцитную камеру называется **прозопиль**, а выходное — **апопиль.** Хоаноциты в свой апикальной части имеют тонкие цитоплазматические выросты (микровилли), располагающиеся по кругу, в центре которого находится жгутик. Именно согласованная ра-

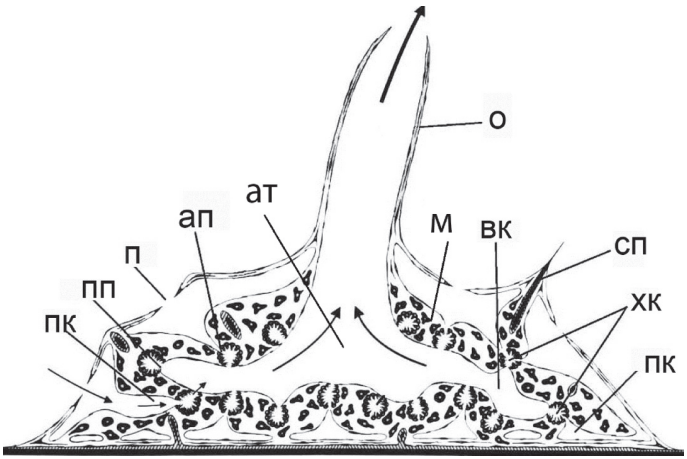


Рис. 2. Строение однооскулюмной губки (по: Weissenfels, 1989); ап — апопиль; ат — атриум; вк — выносящий канал; м — мезохил; о — оскулярная трубка; п — пора; пк — приносящий канал; пп — прозопиль; сп — спикула; хк — хоаноцитная камера. Стрелками показано направление движения воды через водоносную систему.

бота этих жгутиков создает движущую силу, которая протягивает воду от отверстий на поверхности губки — остий — до выводного отверстия — оскулюма.

Слои пинакоцитов и хоаноцитов отграничивают внутреннее пространство губки, которое непосредственно не сообщается с водой. Оно называется **мезохил** и содержит клеточные и внеклеточные элементы (внеклеточный матрикс и скелет), выполняющие разнообразные функции. Внеклеточные образования имеют вид органических фибрилл коллагеновой природы, толстых волокон белка спонгина и др. Неорганические структуры мезохила — прямые или изогнутые, одно- и многоосные игольчатые или другой формы тельца, называемые **спикулами**. Их функция — опора и придание формы тела губки. Клетки мезохила обычно не формируют скоплений. В мезохиле можно обнаружить несколько типов клеток, что отражает различия в их функциях. Кроме этого многие из них могут изменять форму и передвигаться, используя псевдоподиальные выросты. Эта осо-

бенность порой подчеркивается в качестве определяющего признака. Соответственно, всю совокупность клеток мезохила в некоторых учебниках называют **амебоциты** (рис. 2). Однако, несмотря на это клетки мезохила очень многообразны, и для каждой таксономической группы губок характерна определенная совокупность типов клеток мезохила со своими функциями и цитологическими свойствами.

Все участки тела губок, которые соприкасаются с водой и состоят из хоаноцитов и пинакоцитов, потенциально способны участвовать в газообмене, выводить продукты метаболизма и поглощать вещества из внешней среды. Растворенные вещества, имеющие питательную ценность, проходят через мембрану клеток, а мелкие частицы (приблизительно до 1 мкм в своем большом сечении), поглощаются за счет фагоцитарной активности клеток хоанодермы, а в некоторой степени и пинакодермы. Благодаря такому способу питания губок рассматривают как **организмы-фильтраторы**, жизнь которых состоит в прокачивании через тело при помощи водо-канальной системы окружающей их воды, из которой они извлекают нужную им пищу, кислород, минеральные вещества, сигнальные молекулы. Собственно, с этим проходящим потоком воды так или иначе связаны все основные процессы жизнедеятельности губок.

Самый простой вариант организации губок заключается в сочетании слоя пинакоцитов, окружающих губок снаружи, и слоя хоаноцитов, образующих обширную выстилку внутри тела губки. Наружный пинакоцитный слой смыкается со слоем хоаноцитов за счет узких **приводящих** каналов, стенки которых также сформированы пинакоцитами, а хоаноцитная полость открывается непосредственно оскулярным отверстием. Между наружным слоем пинакоцитов и внутренним слоем хоаноцитов находится узкая прослойка мезохила со скелетными элементами и отдельными клетками других типов.

Такое строение водоносной системы принято называть **аскоидной** (рис. 3а). Поскольку для создания такой конструкции достаточно всего несколько сотен клеток каждого типа, то и размеры губок с аскоидным строением достигают всего нескольких миллиметров и обычно имеют вид анастомозирующих трубочек.

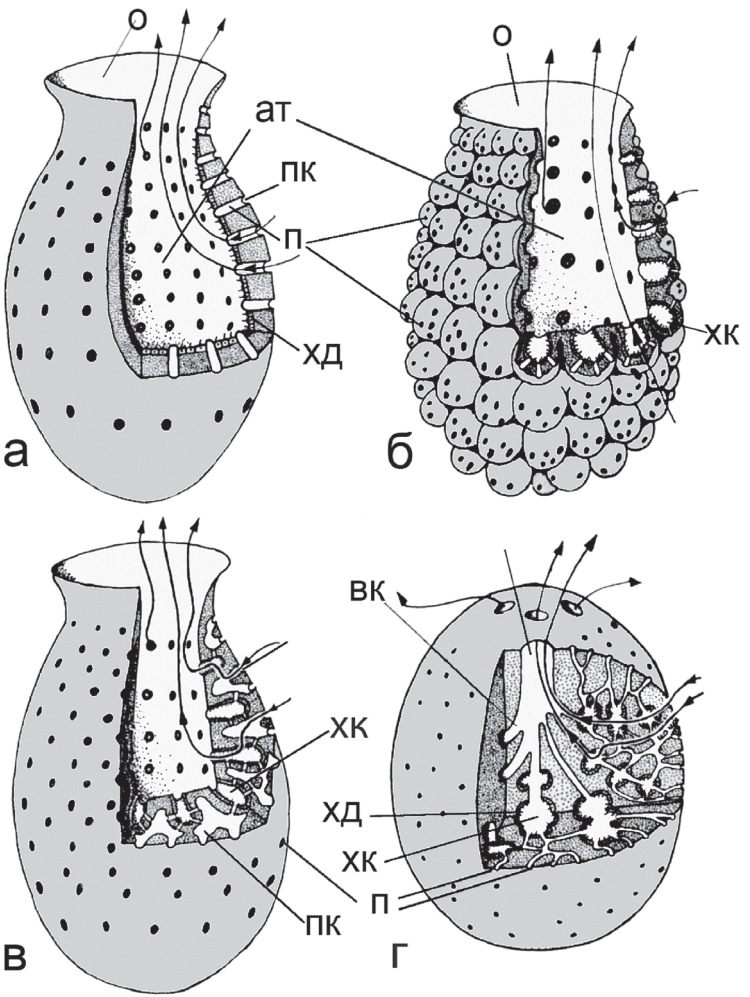


Рис. 3. Строение различных типов водоносной системы у губок (по: Bergquist, 1978): а — асконоидная, б — сиконоидная; в — силлеибидная; г — лейконоидная; ат — атриум; вк — выносящий канал; о — оскулюм; п — поры; пк — приносящий канал; хд — хоанодерма; хк — хоаноцитная камера. Стрелками показано направление движение воды через водоносную систему.

При сохранении асконоидной организации дальнейшее увеличение размеров возможно за счет увеличения атриальной полости и/или за счет увеличения объема мезохила. Однако этого в природе не происходит и связано это, по-видимому, с чисто физическими причинами. Дело в том, что увеличение объема атриума приводило бы к застою воды в центральной части этой полости, поскольку жгутики выстилающих ее хоаноцитов способны перемещать только тонкий слой воды в непосредственной близости от этих клеток. Увеличение объема мезохила при сохранении асконоидного варианта водоносной системы, очевидно, также не может происходить больше предела, который мы наблюдаем у ныне живущих губок. Одно из объяснений — для эффективного функционирования любой живой системы должно соблюдаться оптимальное отношение площади поверхности организма и его объема. При увеличении размеров любого тела площадь поверхности увеличивается как квадратичная функция, тогда как объем, как кубическая. Когда площадь поверхности губки превышает определенную величину, объем мезохила должен увеличиться настолько, что поверхностный слой клеток уже не сможет адекватно «обслуживать» протекающие там процессы.

Однако большинство губок своими размерами значительно превосходят асконоидных. При этом указанные выше конструктивные проблемы решаются следующим образом. Сначала наружный пинакоцитный слой и внутренний слой хоаноцитов изгибаются навстречу друг другу. Хоаноциты образуют карманообразные камеры, которые с одной стороны открываются в атриум, выстилаемый уже не хоаноцитами, а пинакоцитами, а с другой соединяются с внешней средой короткими приводящими каналами. Такой вариант водоносной системы называется **сиконоидным** (рис. 3б).

Дальнейшее усложнение водоносной системы и частичное увеличение общих размеров тела губок происходит за счет того, что поверхность наружного вогнутого пинакоцитного слоя сглаживается. При этом под пинакодермой появляются широкие полости, сообщающиеся с внешней средой через узкие поры. Водоносная система такой конструкции называется **силлеибидной** (рис. 3в).

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 6
Глава 1. Общая характеристика губок 7
Глава 2. Таксономическая структура типа Porifera 15
Класс Calcarea Bowerbank, 1864, или Известковые губки 15
Класс Homoscleromorpha Bergquist, 1978 17
Класс Demospongiae Sollas, 1885 19
Класс Hexactinellida Schmidt, 1870 21
Глава 3. Анатомия и клеточный состав губок 24
Глава 4. Колониальность, модульность и индивидуальность губок 46
Глава 5. Симбиотические ассоциации губок, прокариотические симбионты 48
Глава 6. Физиология губок 50
Глава 7. Размножение и развитие губок 55
Глава 8. Филогения губок 84
Заключение 90
Список литературы 92