

动物学:海绵动物与腔肠动物

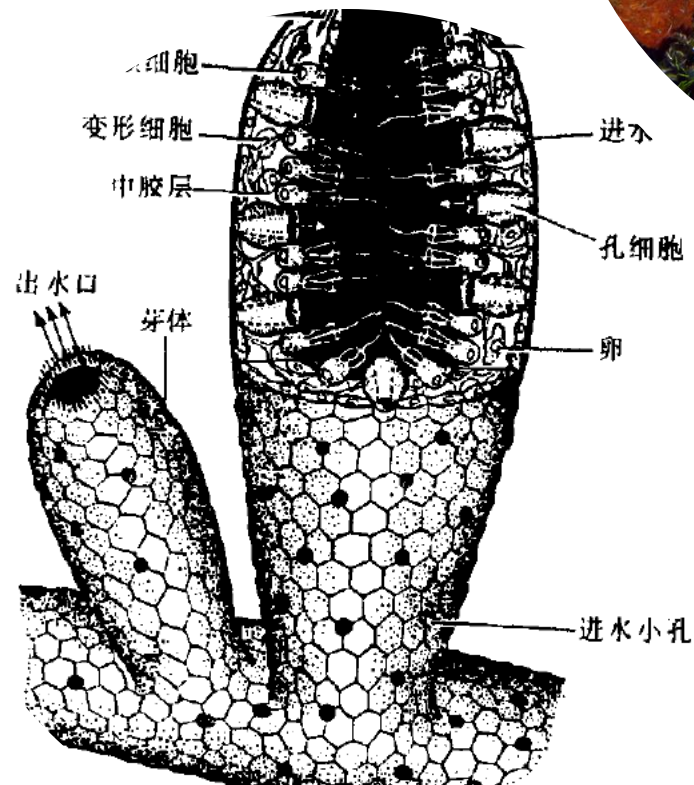
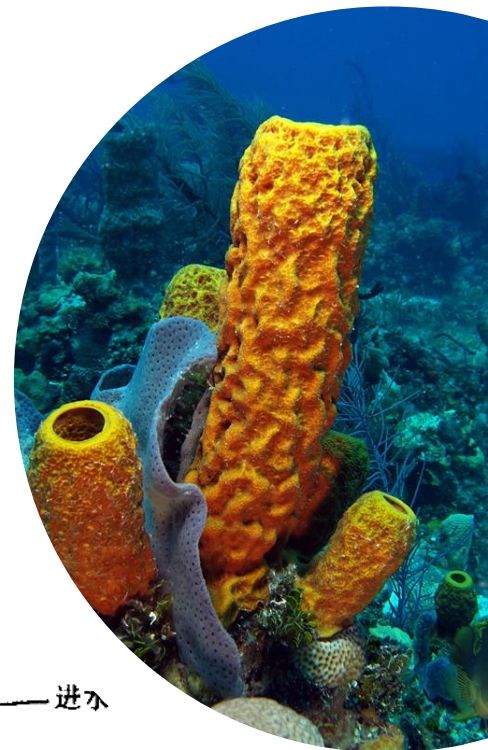
周华瑞

最原始的多细胞动物 ——海绵动物门

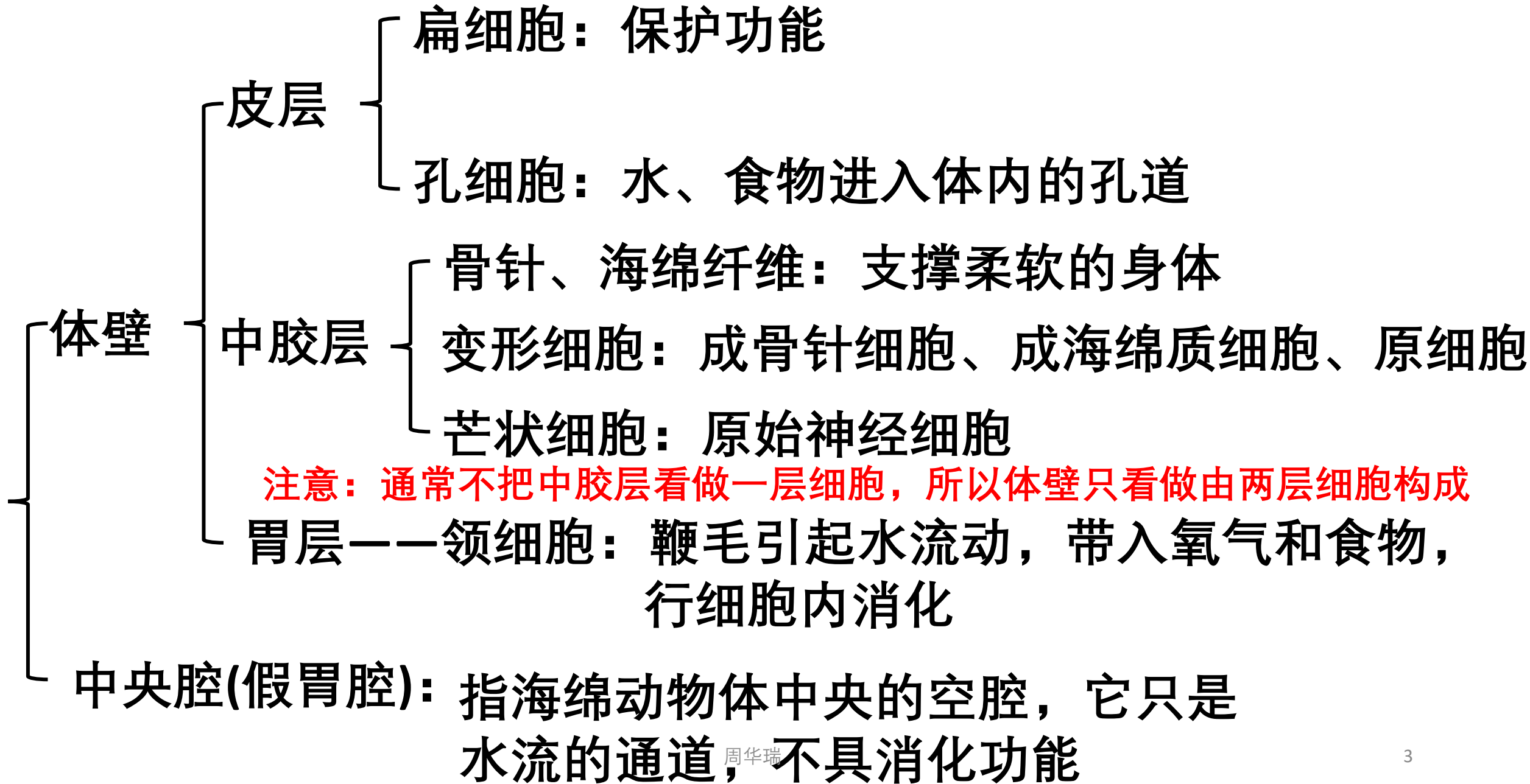
- 演化上的一个侧枝(侧生动物)
- 体型多数不对称
- 全营固着生活
- 出现细胞的分化

扁细胞、孔细胞、变形细胞、
领细胞

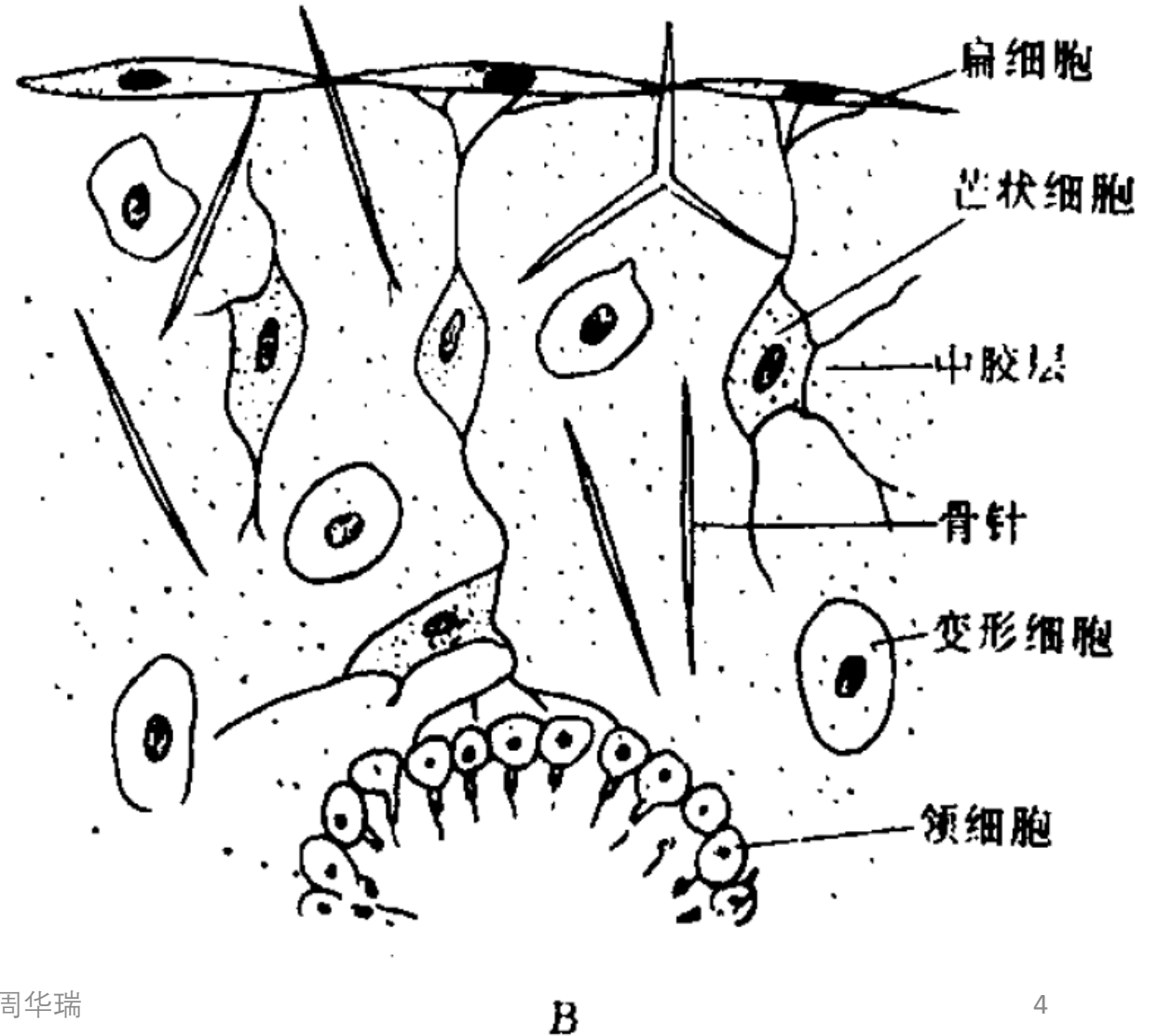
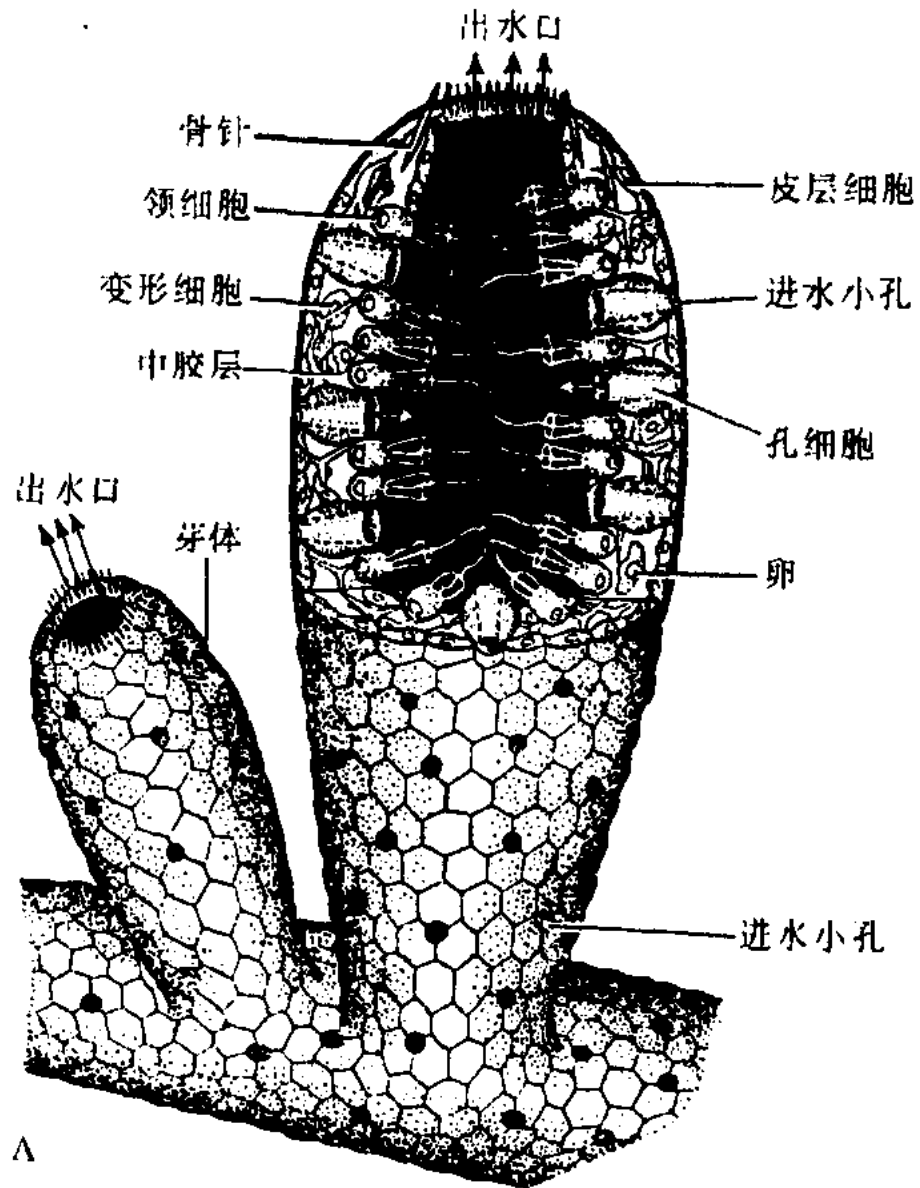
- 细胞内消化
- 没有明确的组织分化
- 具有水沟系(水流的通道)



海绵动物体壁由皮层和胃层两层细胞构成



海绵动物的体壁结构



领细胞促进水流循环

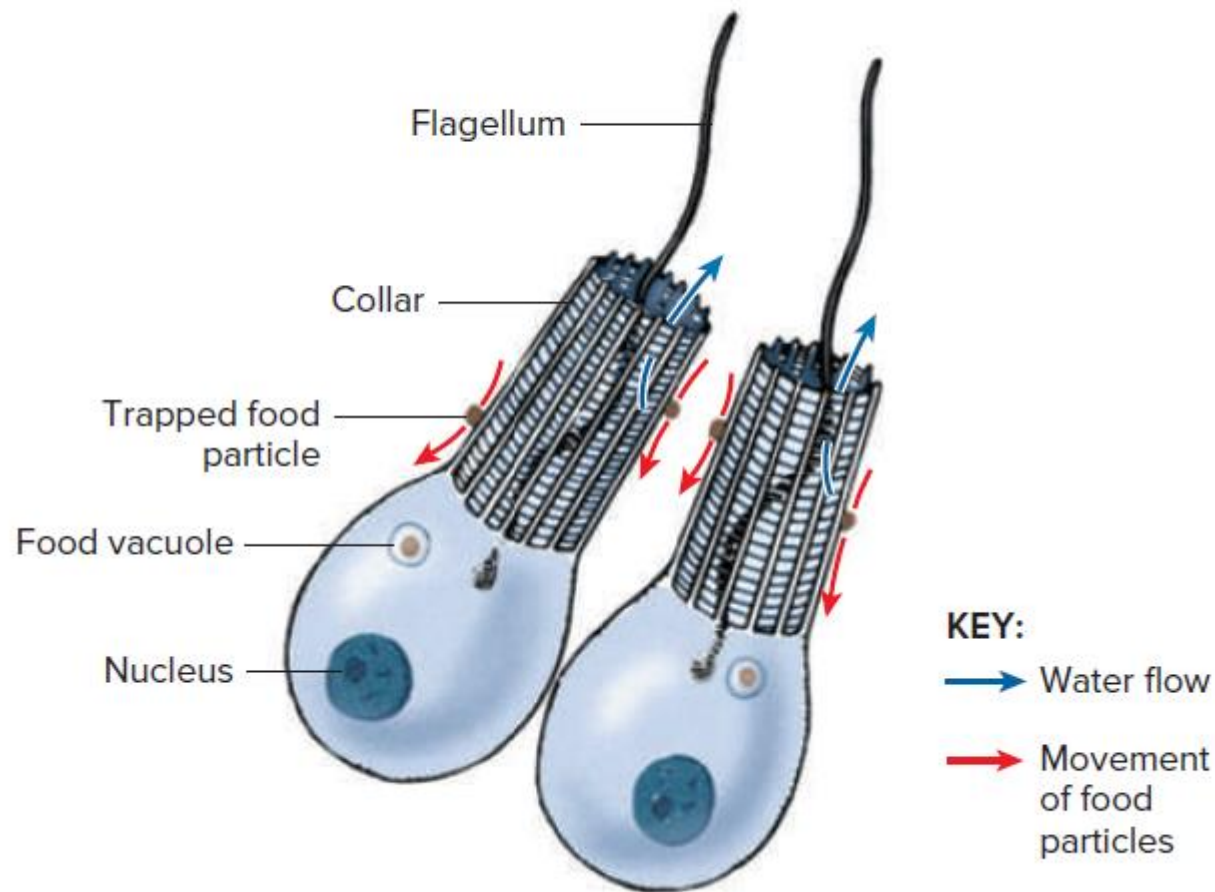
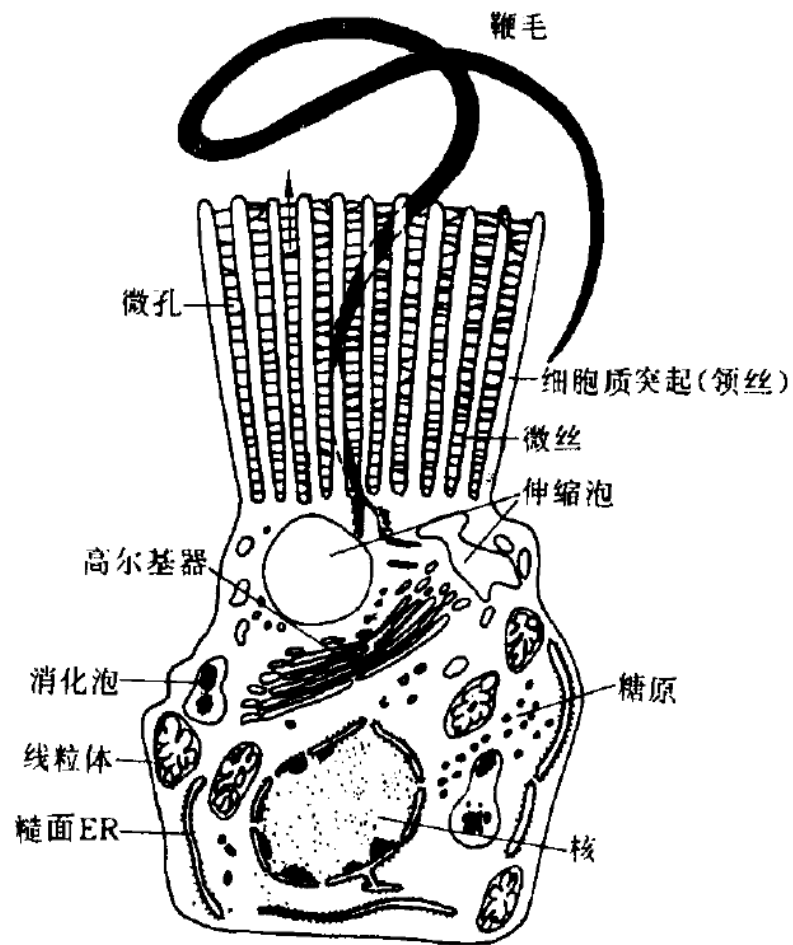
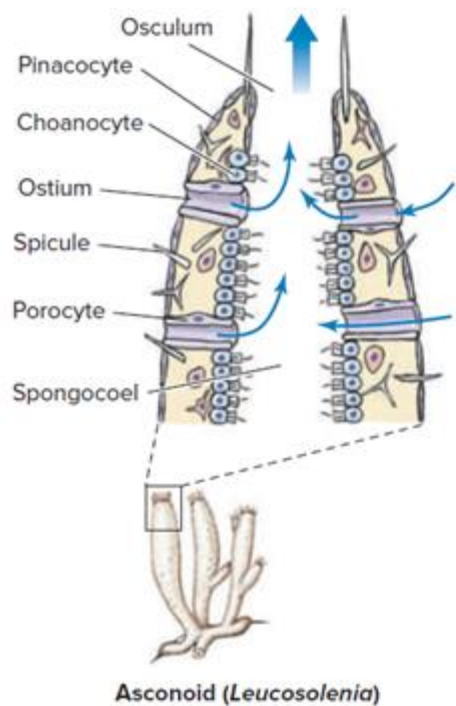
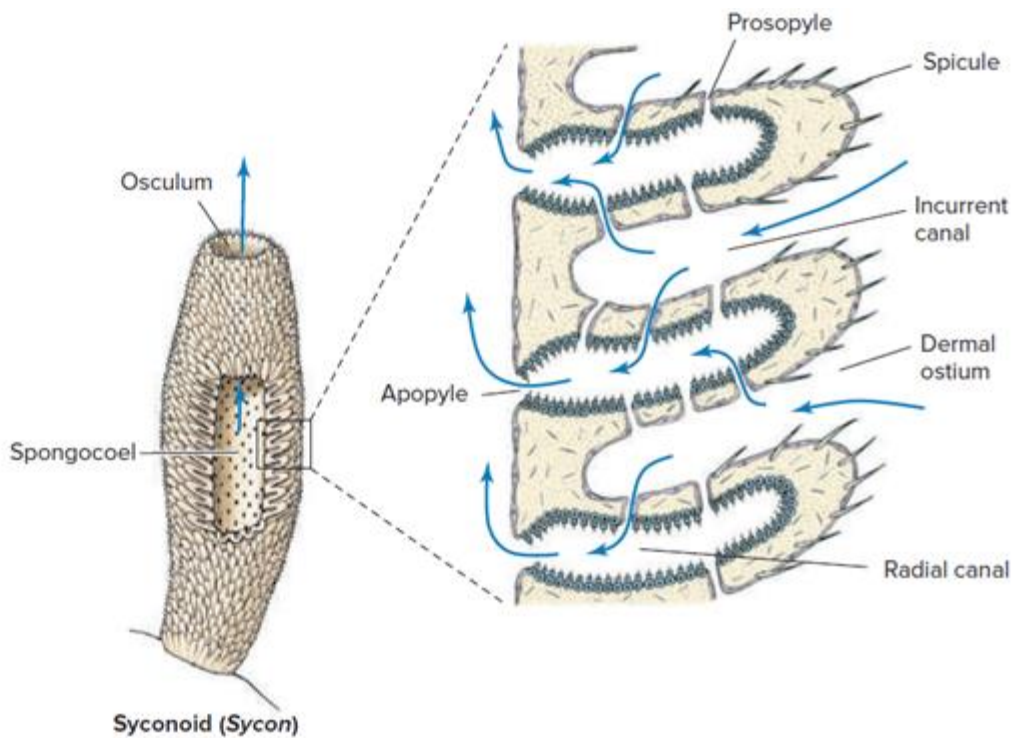


图 4-5 淡水海绵领细胞的微细结构图解

海绵动物的三种水沟系



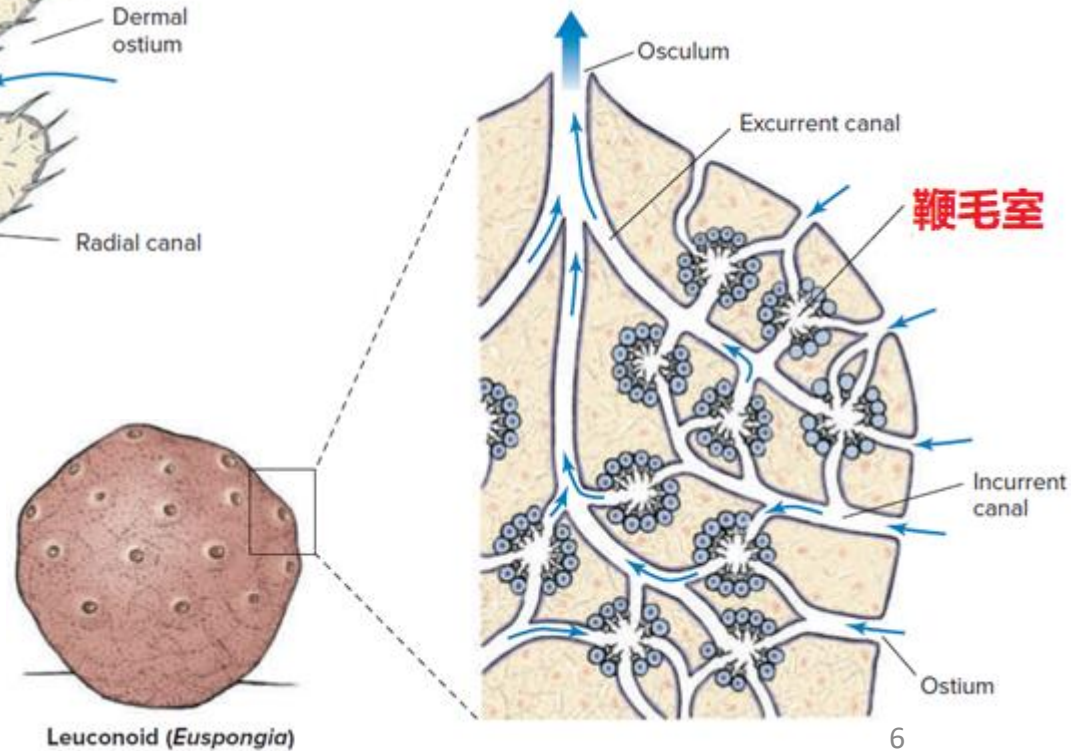
单沟型



双沟型

复沟型

周华瑞



Leuconoid (*Euspongia*)

水沟系的功能

- 摄食：通过水流穿行带进食物供给领细胞吞食
- 呼吸：带入充足的氧气
- 排泄：含氮废物的排泄
- 生殖：海绵动物**异体受精**，精子借助水流进入外界环境又借水流传入鞭毛室或假胃腔。首先由**领细胞吞噬**，再传递给中胶层中的**卵细胞**完成受精作用，最后**两囊幼虫**排出

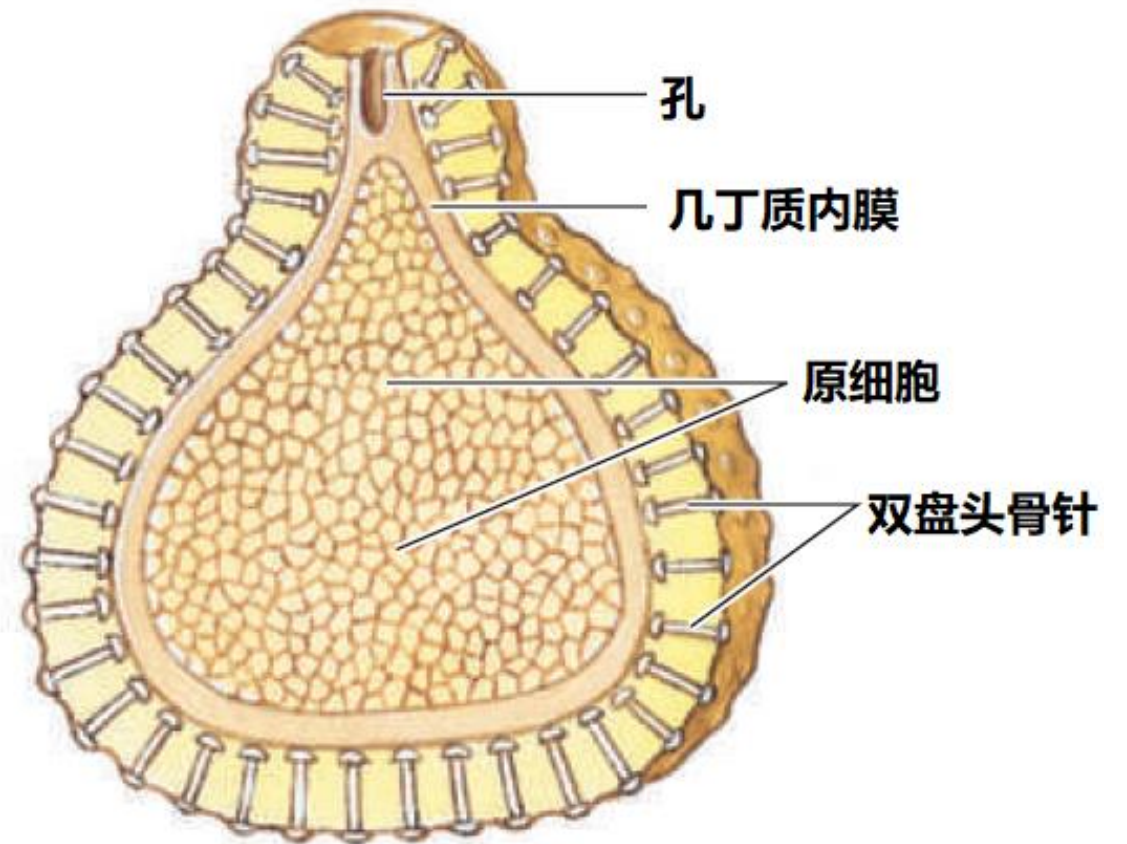
海绵动物的生殖和发育



- 无性生殖：出芽和形成芽球
- 有性生殖：精卵结合，发育中形成两囊幼虫，有胚层逆转现象

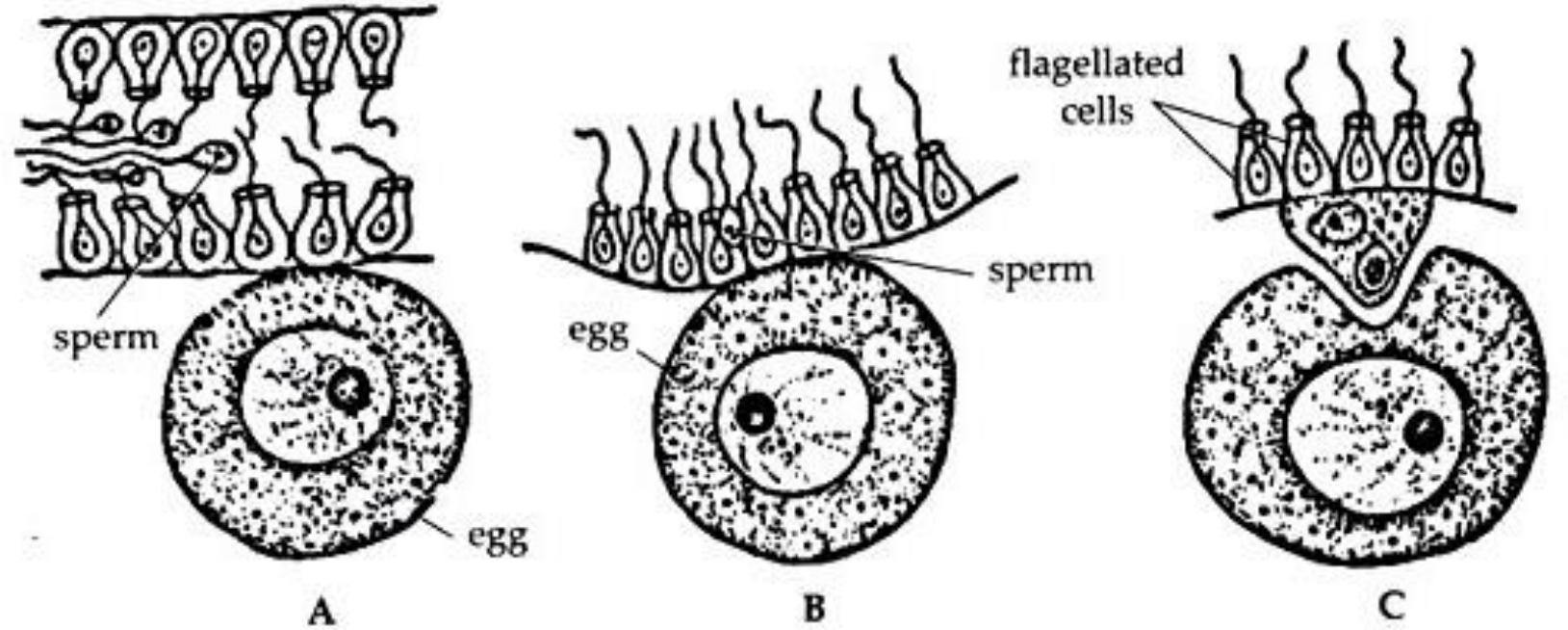
芽球的形成

- 是海绵动物度过恶劣气候和不良环境条件的形式。
- 环境不良时，海绵动物**中胶层**中的变形细胞聚集成堆、外面分泌一层几丁质膜，同时部分骨针细胞在几丁质膜上分泌出许多**双盘头或短柱形**骨针，便形成芽球。环境一旦适合，便会重新长成新体。

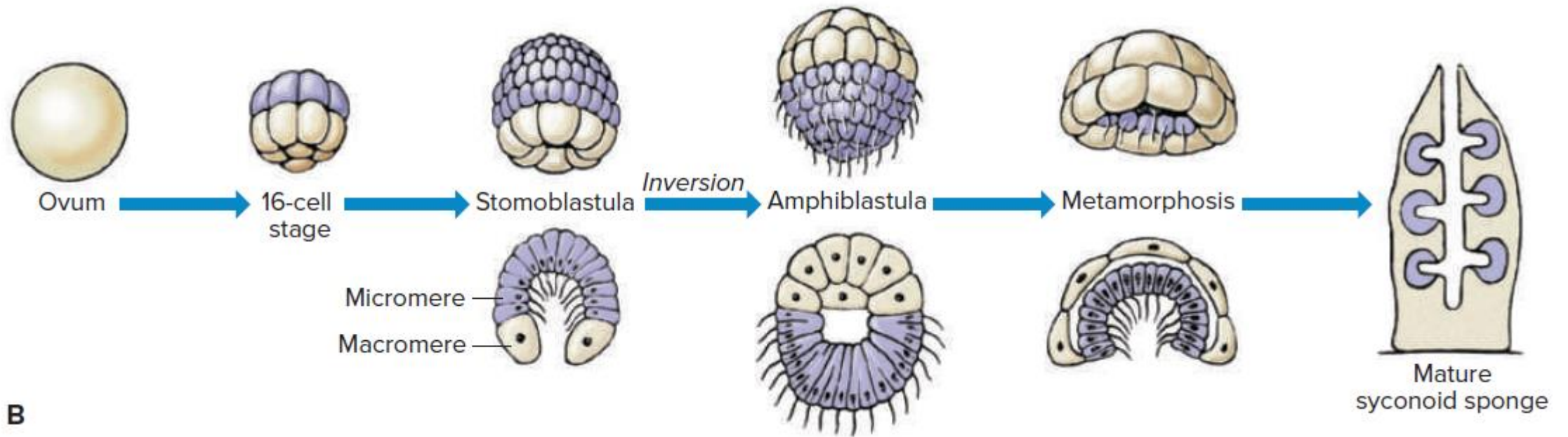


有性生殖

- 精子不直接与中胶层中的卵细胞结合
- 需要领细胞的传递



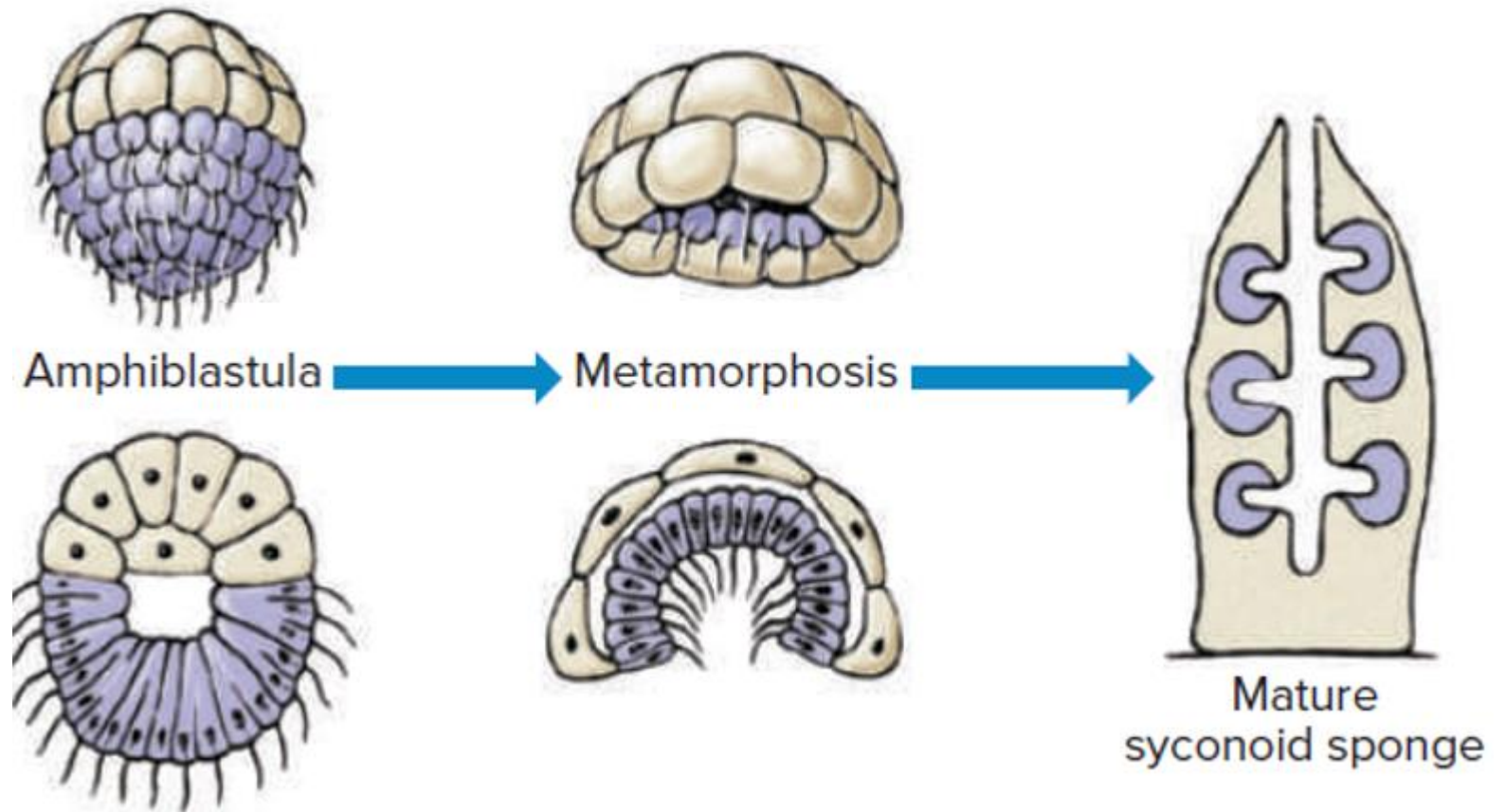
胚层逆转现象与两囊幼虫



B

- 海绵动物受精卵进行卵裂形成囊胚后，动物极的小细胞向囊胚腔内生出鞭毛，另一端的大细胞中间形成一个开口。
- 后来囊胚的小细胞由开口倒翻出来，里面小细胞具鞭毛的一侧翻到囊胚的表面，这样动物极的一端为具鞭毛的小分裂球，植物极的一端为不具鞭毛的大分裂球，此时从外形看形似有两个囊，故称之为两囊幼虫。¹¹

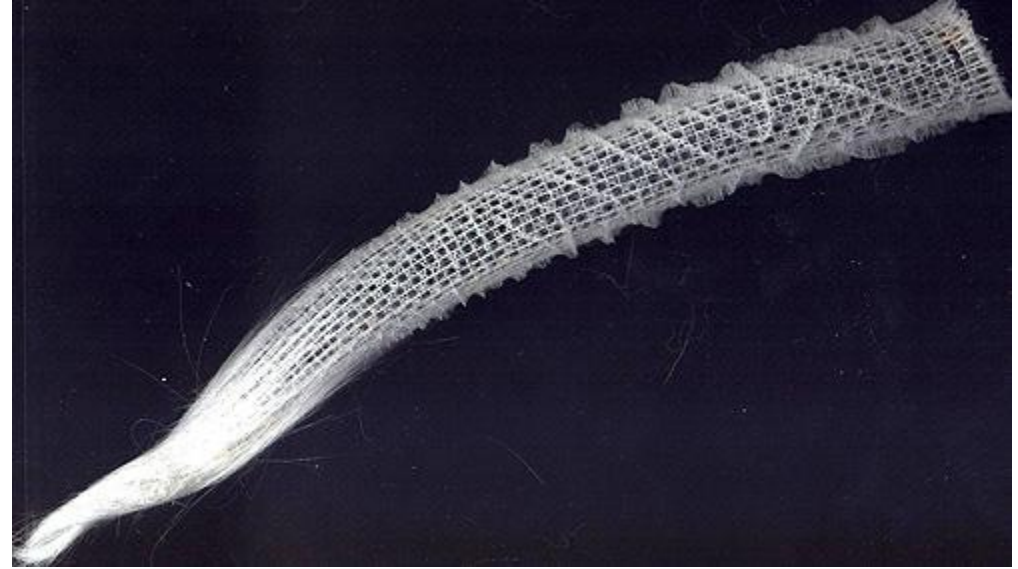
胚层逆转： 动物极细胞内陷



- 海绵动物的两囊幼虫从母体出水口随水流出，在水中游泳一段时间后，具鞭毛的动物极小分裂球内陷，形成内层（称胃层），而另一端植物极的大分裂球则留在外边形成外层（称皮层），这与其他多细胞动物原肠胚的形成正好相反(其他多细胞动物的植物性极大细胞内陷成为内胚层，动物性极的小细胞形成外胚层)



钙质海绵纲: *Leucosolenia* 白枝海绵



六放海绵纲: *Euplectella* 偕老同穴



© Larry S. Roberts

A



© William C. Ober/Medical Scientific Illustration

B

寻常海绵纲

周华瑞



© Larry S. Roberts

C

海绵动物的单细胞测序研究

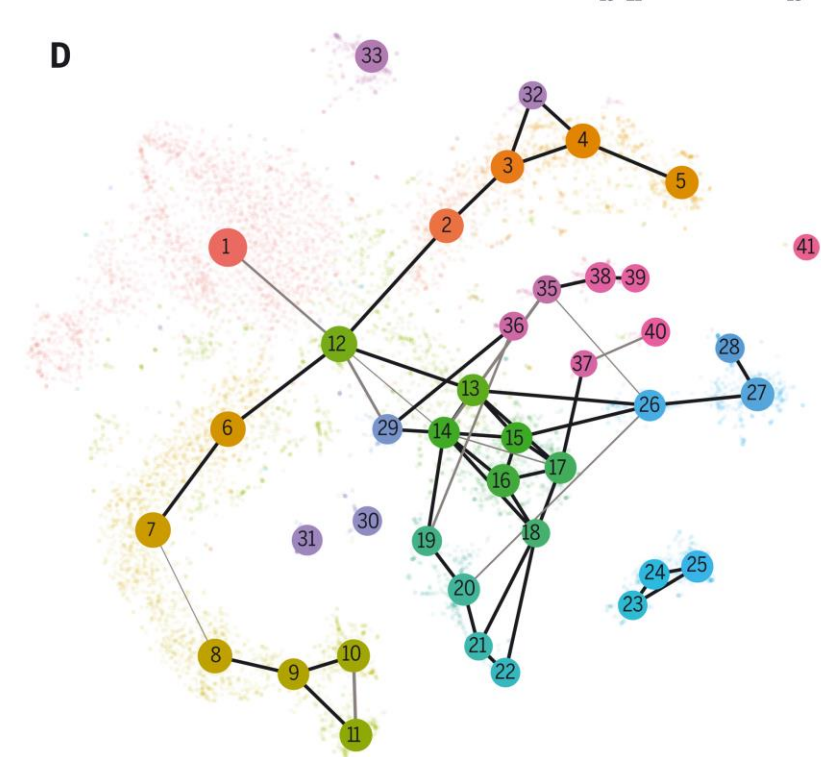
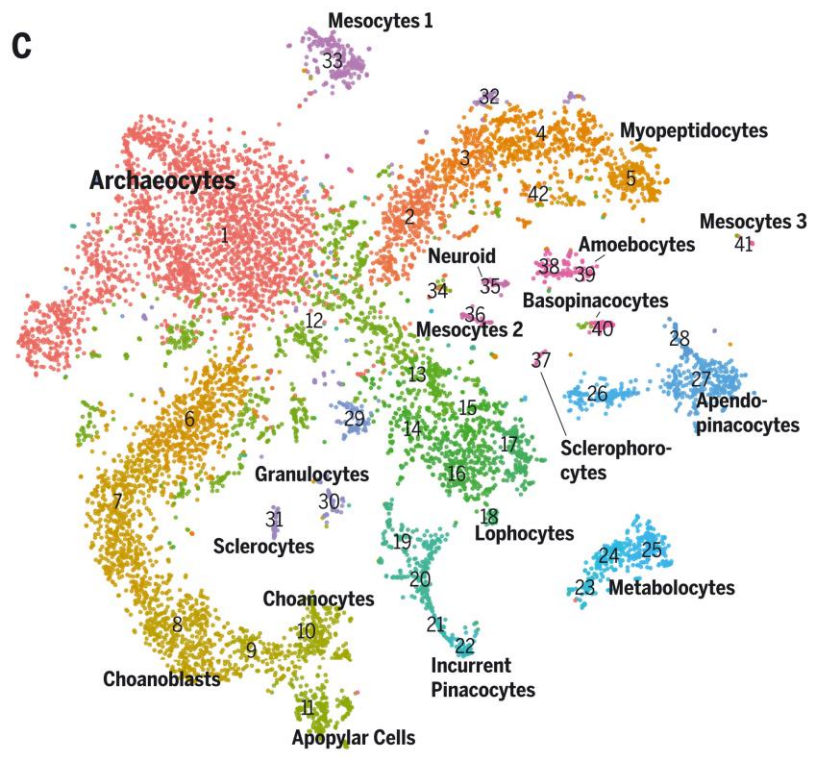
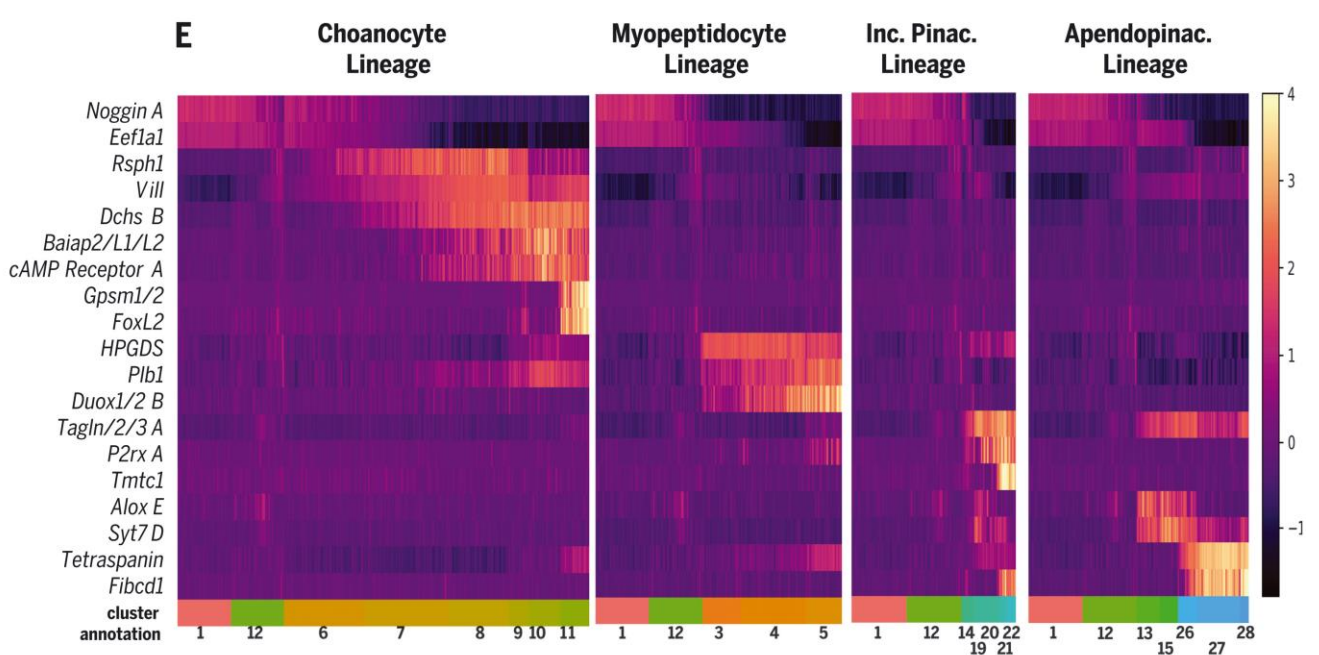
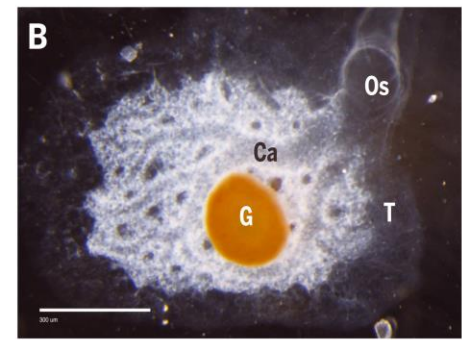
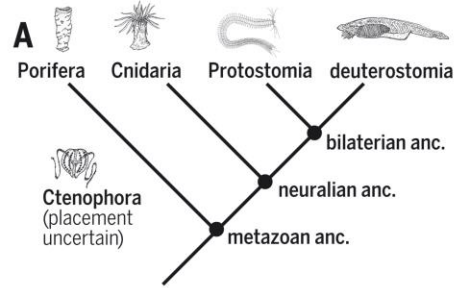
DEVELOPMENTAL BIOLOGY

Profiling cellular diversity in sponges informs animal cell type and nervous system evolution

Jacob M. Musser^{1*}, Klaske J. Schippers^{1†}, Michael Nickel^{1,2,3}, Giulia Mizzon⁴, Andrea B. Kohn⁵, Constantin Pape⁶, Paolo Ronchi⁴, Nikolaos Papadopoulos¹, Alexander J. Tarashansky⁷, Jörg U. Hammel^{2,8}, Florian Wolf², Cong Liang⁹, Ana Hernández-Plaza¹⁰, Carlos P. Cantalapiedra¹⁰, Kaia Achim^{1†}, Nicole L. Schieber⁶, Leslie Pan¹, Fabian Ruperti^{1,11}, Warren R. Francis¹², Sergio Vargas¹², Svenja Kling^{1,13}, Maike Renkert^{1§}, Maxim Polikarpov^{14,15}, Gleb Bourenkov¹⁴, Roberto Feuda¹⁶, Imre Gaspar^{1,17}, Pawel Burkhardt¹⁸, Bo Wang^{7,19}, Peer Bork²⁰, Martin Beck²⁰, Thomas R. Schneider¹⁴, Anna Kreshuk⁶, Gert Wörheide^{3,12,21}, Jaime Huerta-Cepas^{10,20}, Yannick Schwab^{4,6}, Leonid L. Moroz^{5,22,23*}, Detlev Arendt^{1,13*}

The evolutionary origin of metazoan cell types such as neurons and muscles is not known. Using whole-body single-cell RNA sequencing in a sponge, an animal without nervous system and musculature, we identified 18 distinct cell types. These include nitric oxide-sensitive contractile pinacocytes, amoeboid phagocytes, and secretory neuroid cells that reside in close contact with digestive choanocytes that express scaffolding and receptor proteins. Visualizing neuroid cells by correlative x-ray and electron microscopy revealed secretory vesicles and cellular projections enwrapping choanocyte microvilli and cilia. Our data show a communication system that is organized around sponge digestive chambers, using conserved modules that became incorporated into the pre- and postsynapse in the nervous systems of other animals.

他们发现海绵 *Spongilla* 由18种细胞组成，并且具有类神经细胞



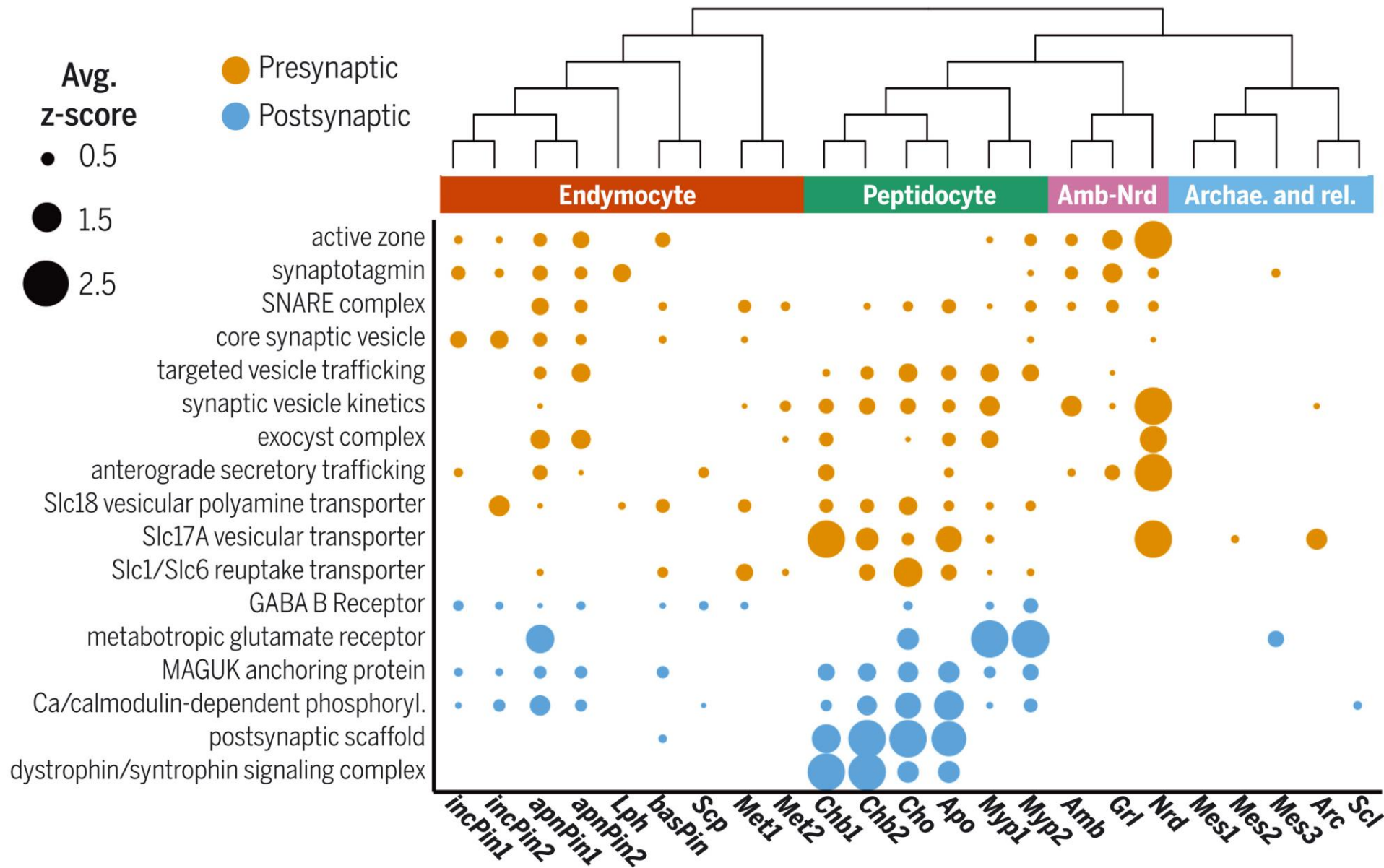
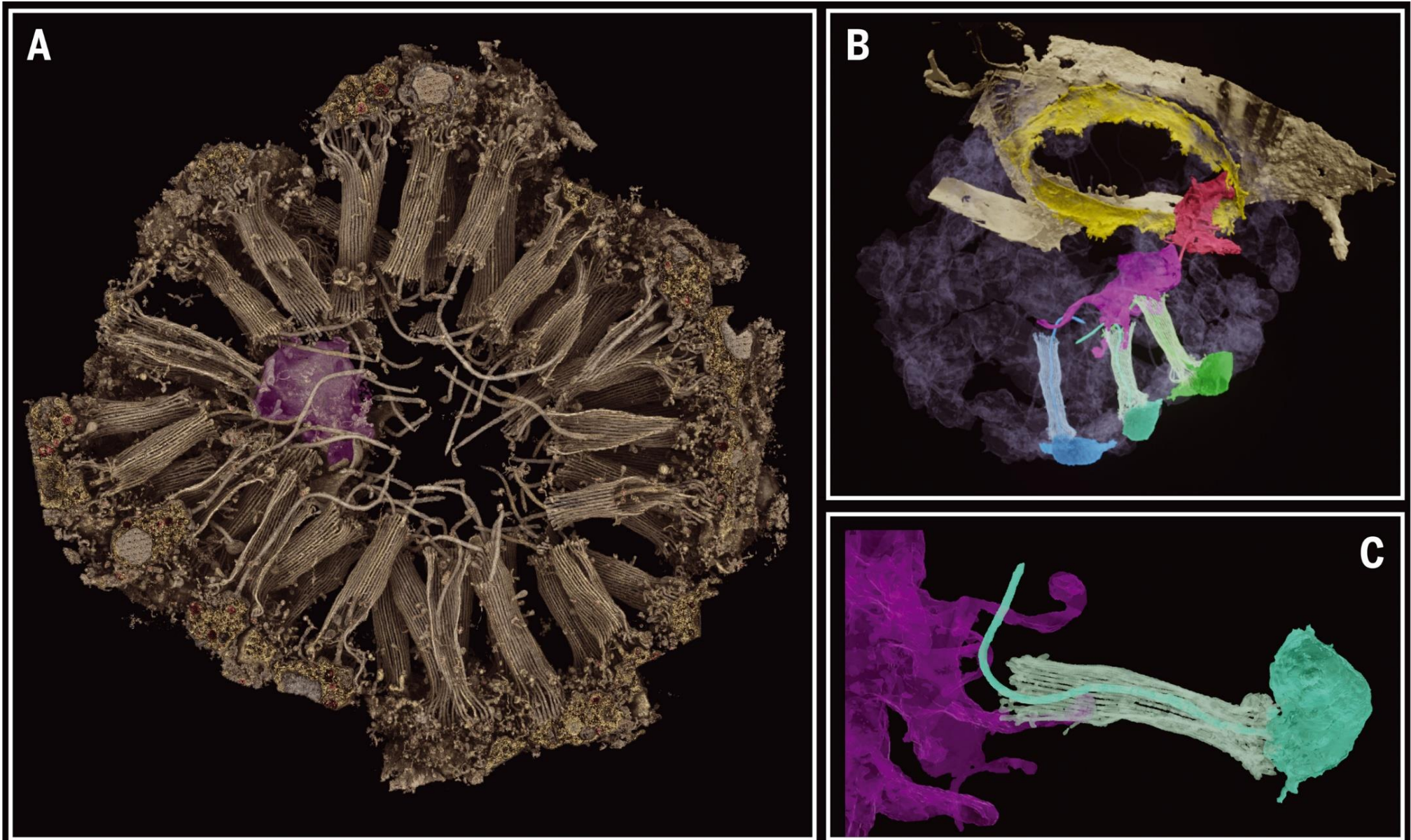


Fig. 5. Expression of “pre-” and “postsynaptic” genes. (突触前膜和突触后膜基因的表达情况)
 Dot plot showing expression of manually curated synaptic GO terms. Archae., Archaeocytes; rel., relatives.



类神经细胞(neuroid, 图中红色和紫色的细胞)和领细胞的联系

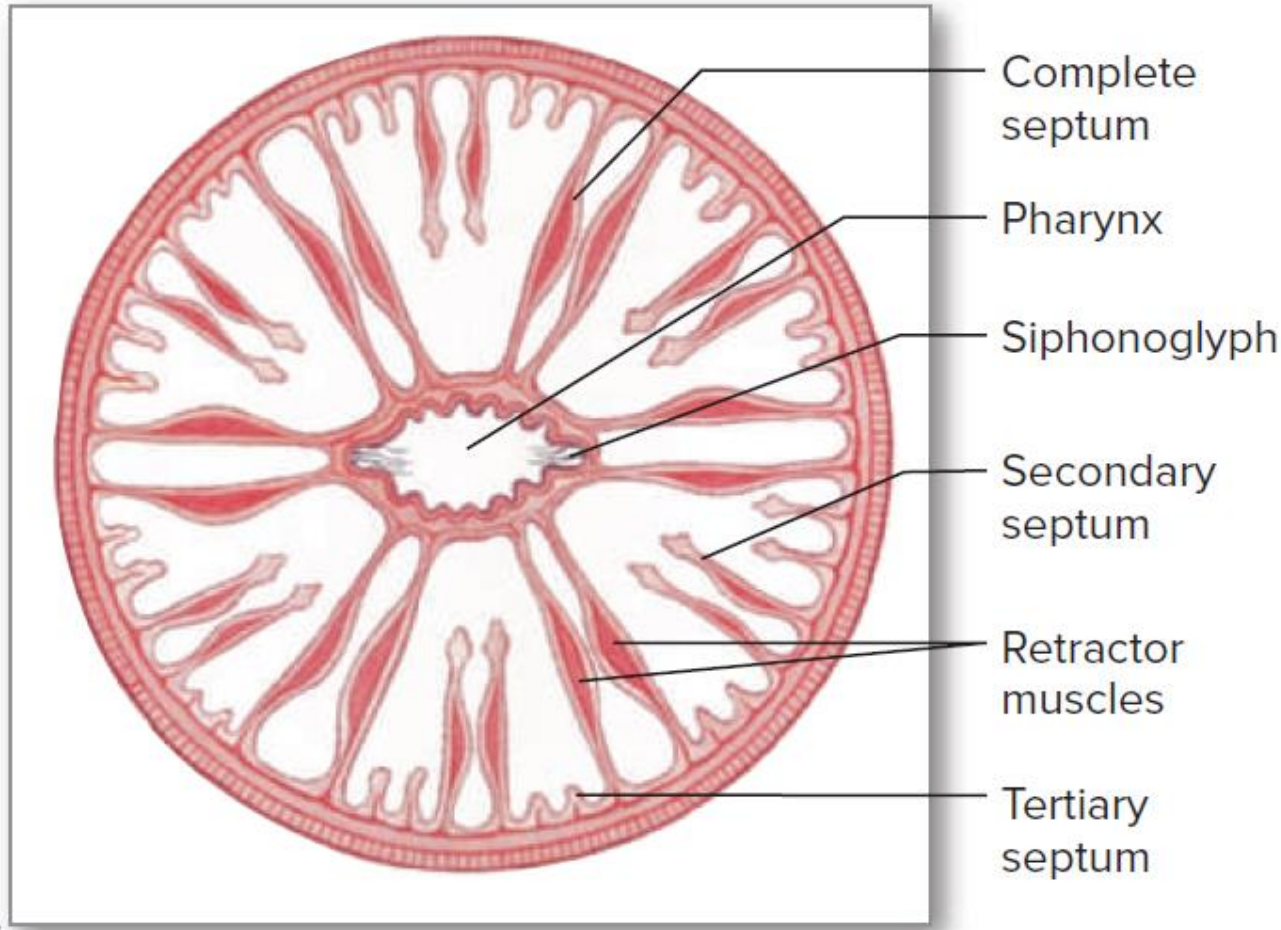
周华瑞

开始组织分化 ——腔肠动物门

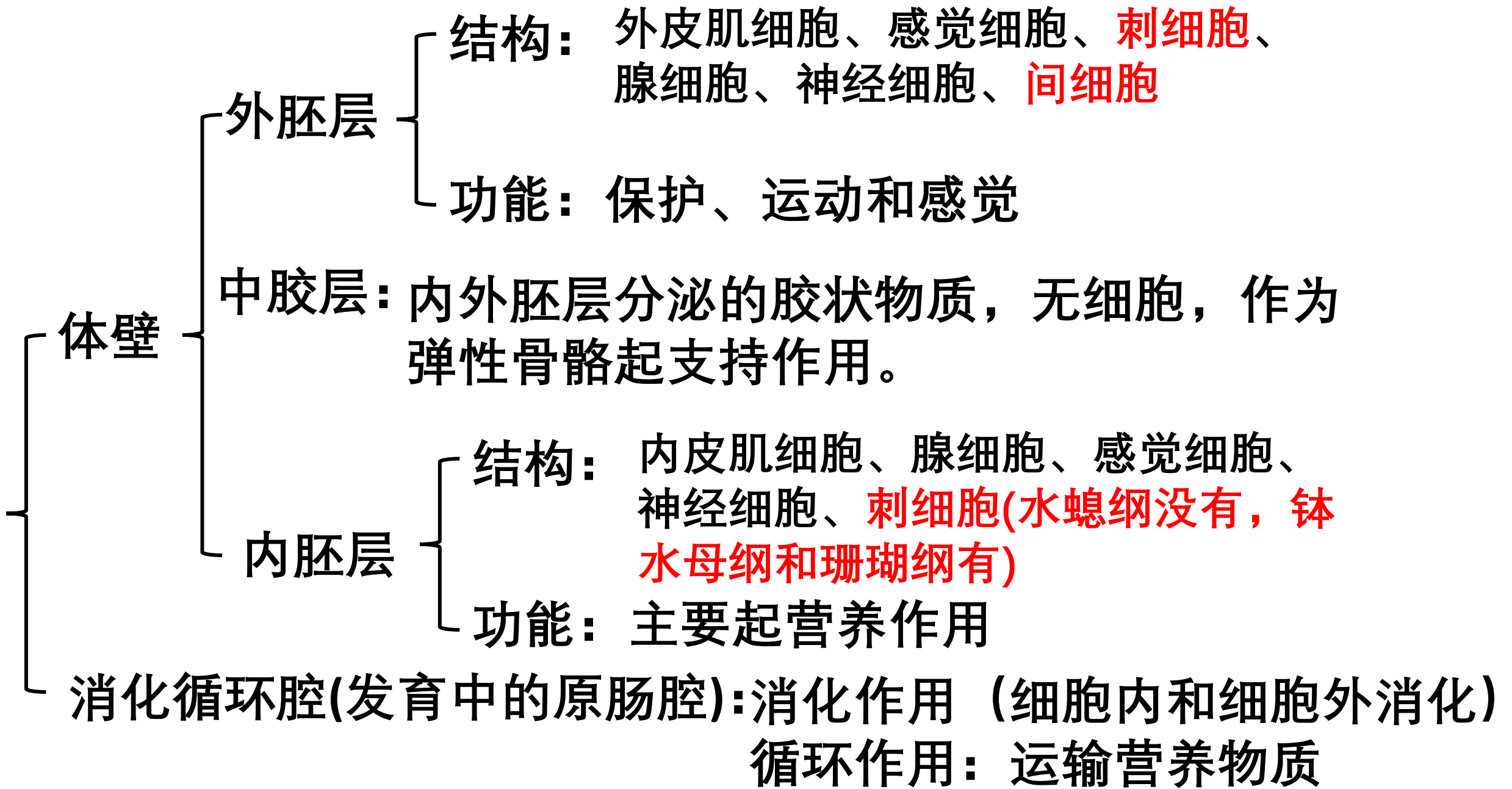
- 辐射对称
- 两胚层
- 有组织分化
- 原始消化腔
有口无肛门，细胞内和细胞外消化
- 网状神经系统
- 水螅型与水母型个体
- 生活史多有世代交替



辐射对称：适应固着或漂浮生活



- 辐射对称：通过身体内的中央轴(从口面到后口面)有许多切面（三个以上）可以把身体分为2个相等的部分。这是一种原始的低级对称形式，如大多数腔肠动物。
- 两辐射对称：通过身体的中央轴，只有两个切面可以把身体分为相等的两部分，这是介于辐射对称和两侧对称的一种中间形式。如**海葵**。



皮肤细胞：具有上皮和肌肉的功能

- 腔肠动物的上皮与肌肉没有分开（原始结构），上皮肌肉细胞既属于上皮（保护功能），也属于肌肉（运动功能）的范围
- 原始的组织分化：上皮组织、肌肉组织、神经组织

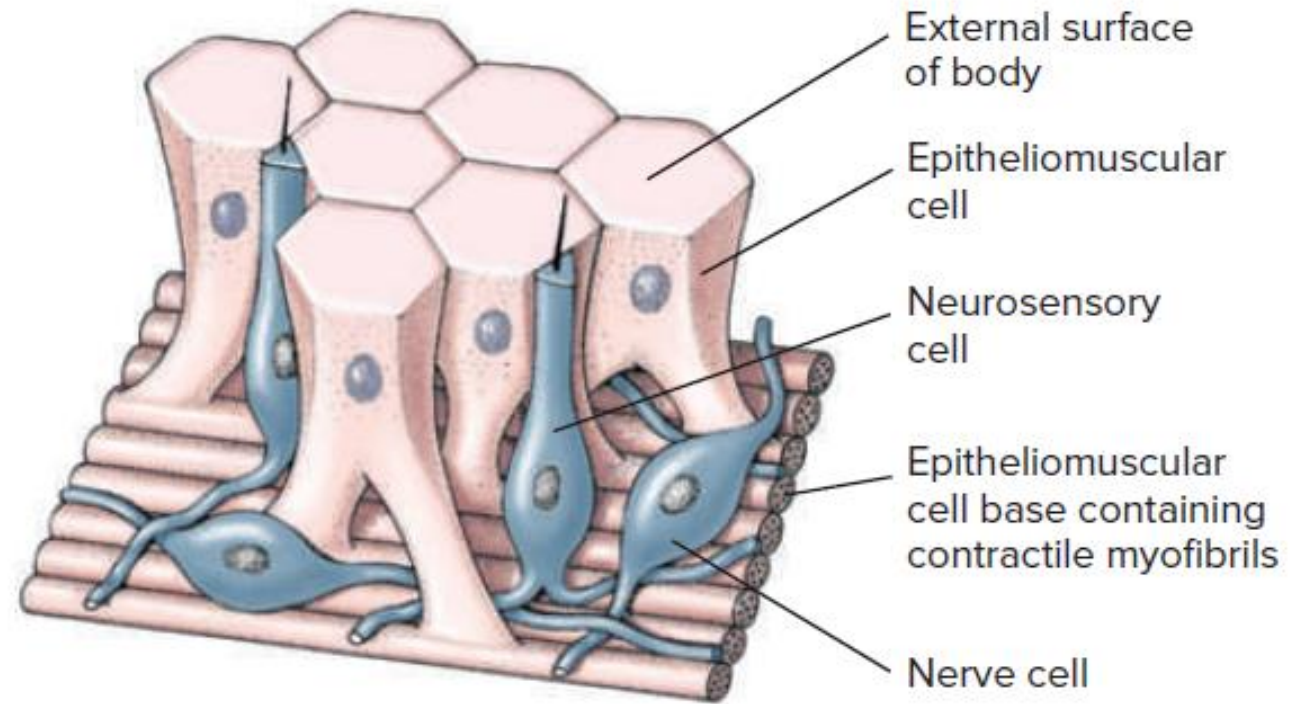
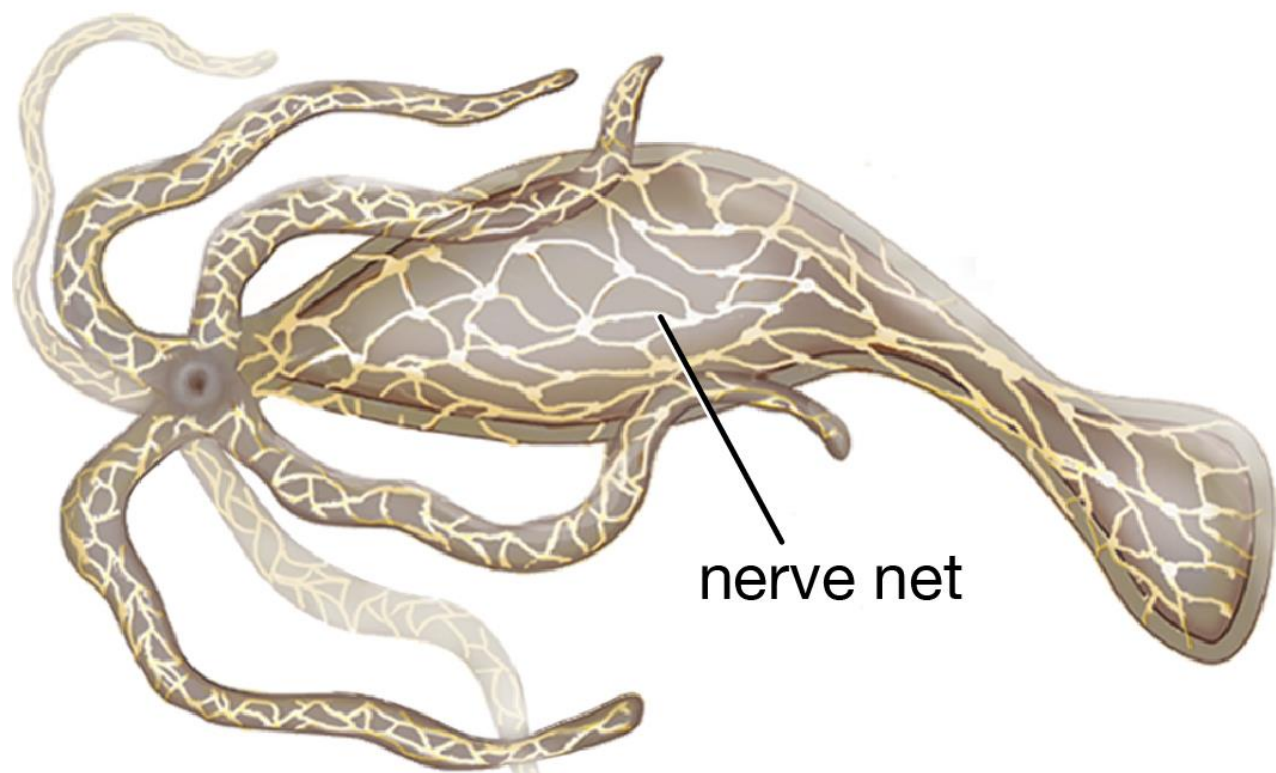


Figure 13.5 Epitheliomuscular and nerve cells in hydra.

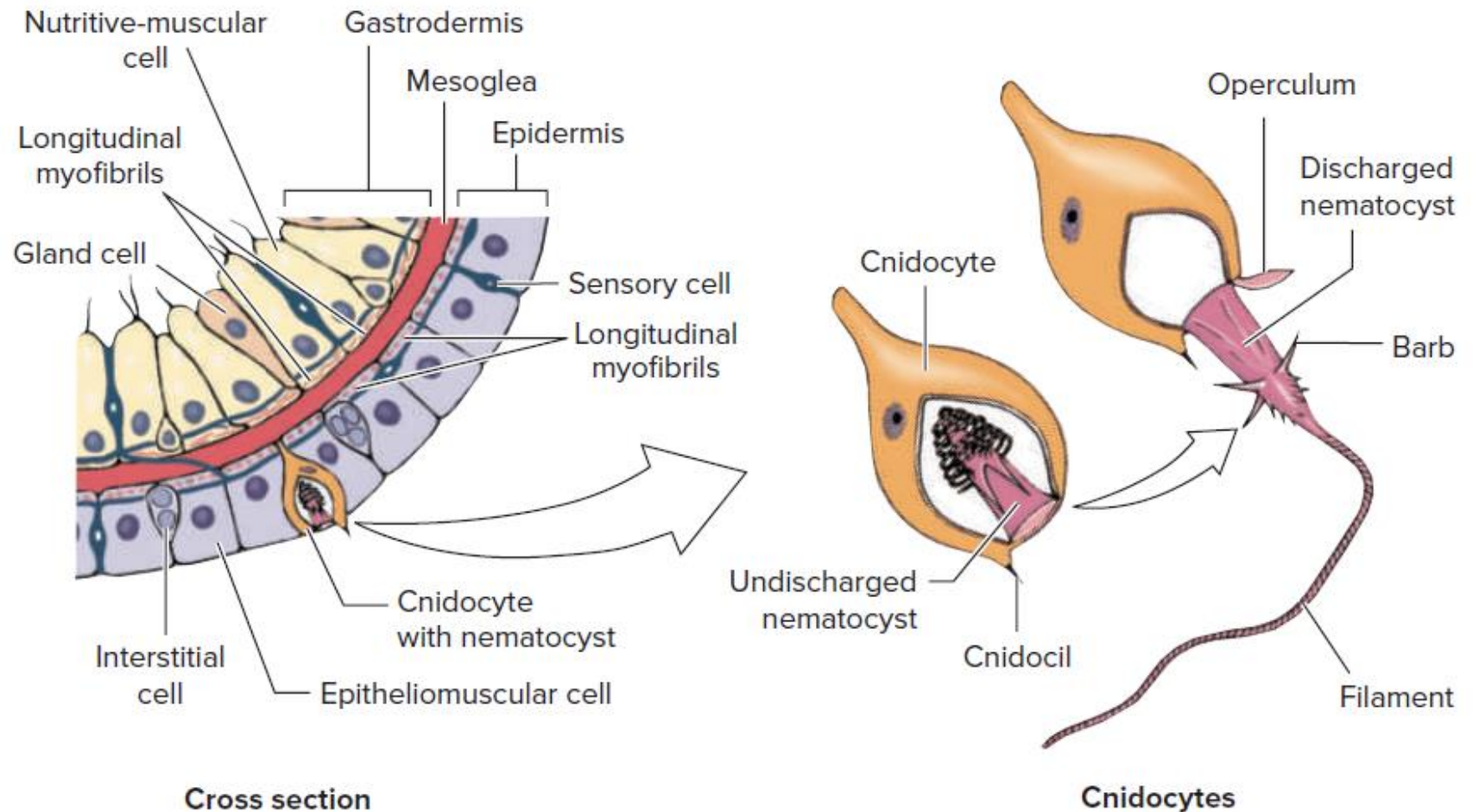
网状神经系统

- 最原始的神经系统类型
- 原始性体现在
 1. 无神经中枢
 2. 传递兴奋无方向性
 3. 传导速度很慢：是人的神经传导速度的千分之一

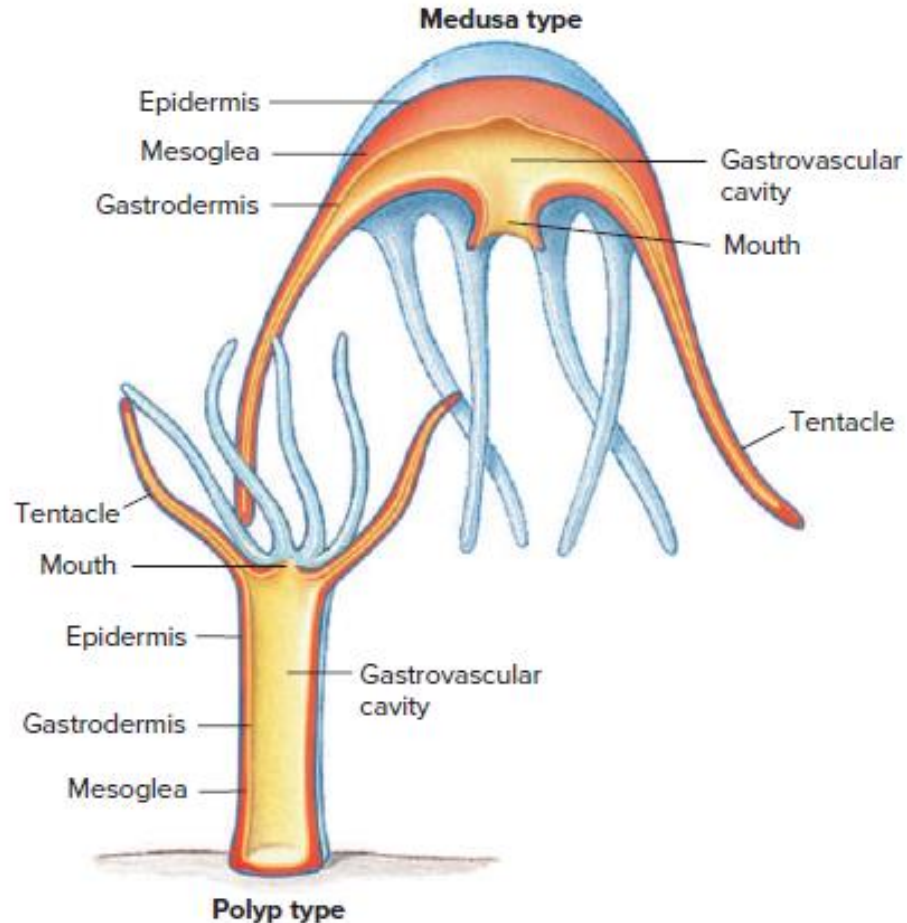


具刺细胞

- 腔肠动物所特有，位于**外胚层(水螅纲)**，触手上特别多
- 每个刺细胞有一核位于细胞的一侧，并有囊状的刺丝囊，囊内贮有毒液及一盘旋的丝状管，起**捕食和防御**作用。



水螅型和水母型



	水螅型	水母型
体型及生活方式	圆筒型，固着生活，多形成群体，多行无性出芽生殖。	多为盘状，漂浮生活不形成群体，行有性生殖。
中胶层	薄	厚
口部	向上	向下
神经及感官	不发达	发达
骨骼	有些种类有石灰质骨骼	无
水管	有	无

注：水母适应漂浮生活，中胶层加厚，可以减轻身体比重

生殖方式

- **无性生殖: 出芽**

母体成熟后, 以出芽的方式产生并形成新的个体

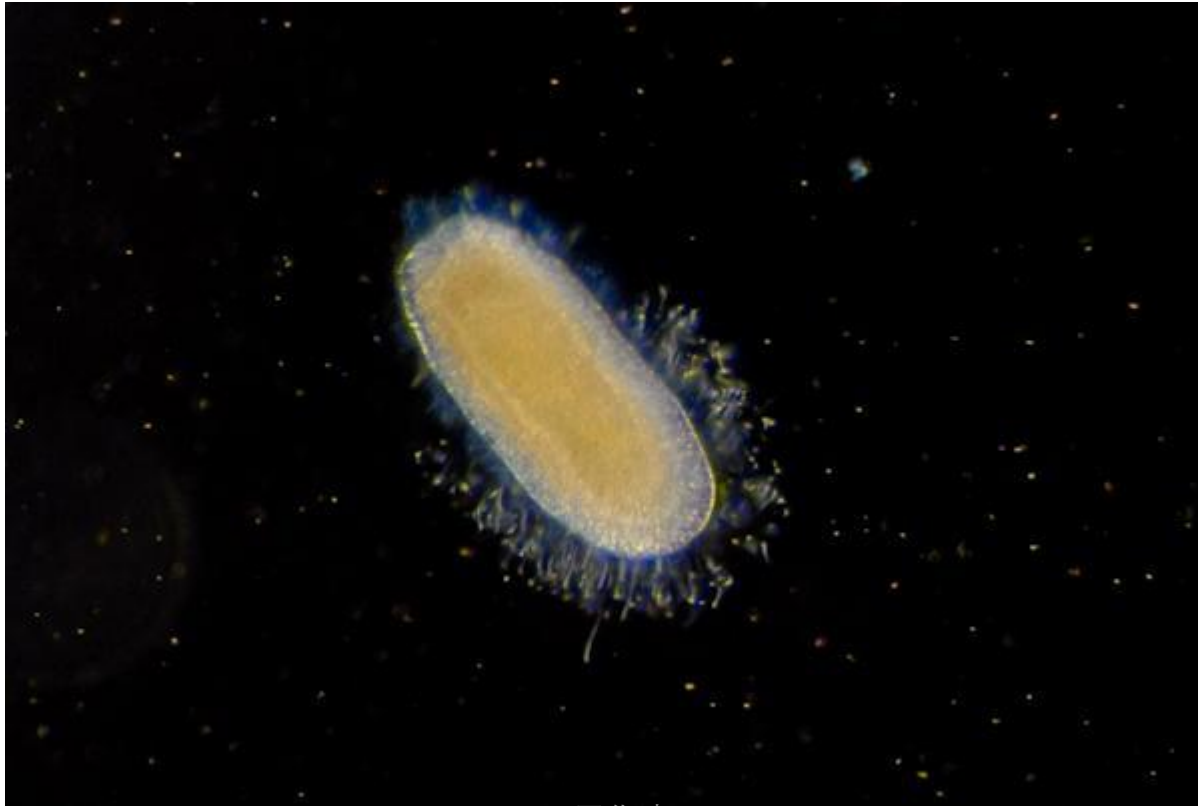
- **有性生殖: 大多雌、雄异体, 异体受精**

有性生殖：精卵结合

- 生殖腺是由间细胞分化而来的临时性结构
- 精巢圆锥形，卵巢卵圆形
- 钵水母纲和珊瑚纲的生殖腺来源于**内胚层**，水螅纲的生殖腺来源于**外胚层**

浮浪幼虫(Planula)

- 腔肠动物（海产种类）生活史中，由受精卵发育形成的原肠胚，在其表面生有纤毛，能游动的幼虫称为**浮浪幼虫**。



腔肠动物的分类

- 水螅纲：水螅型和水母型都为较小个体
- 钵水母纲：水母型发达，水螅型退化
- 珊瑚纲：只有水螅型

水螅纲

1. **大多有水螅型和水母型**，故有世代交替现象。少数种类有水螅型无水母型（水螅）、或有水母型无水螅型（桃花水母）。

2. **多态现象：**

在同一群体上，有多种形态与机能的个体。如蕲枝虫有生殖体和营养体之分。（生物学意义：群体中个体之间的劳动分工，因腔肠动物尚未出现执行不同生理功能的器官和系统）

3. **水螅纲水母有缘膜；触手基部有平衡囊**（具平衡石；司平衡和感觉）。

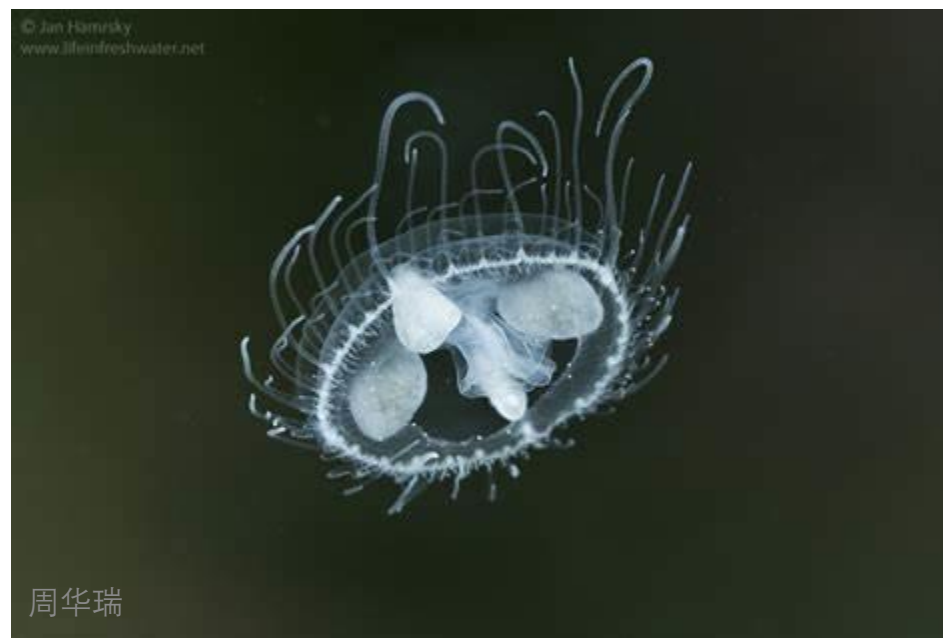
4. **刺细胞只存在于外胚层；生殖腺由外胚层产生。**



蕈枝虫：水螅型、
水母型都有

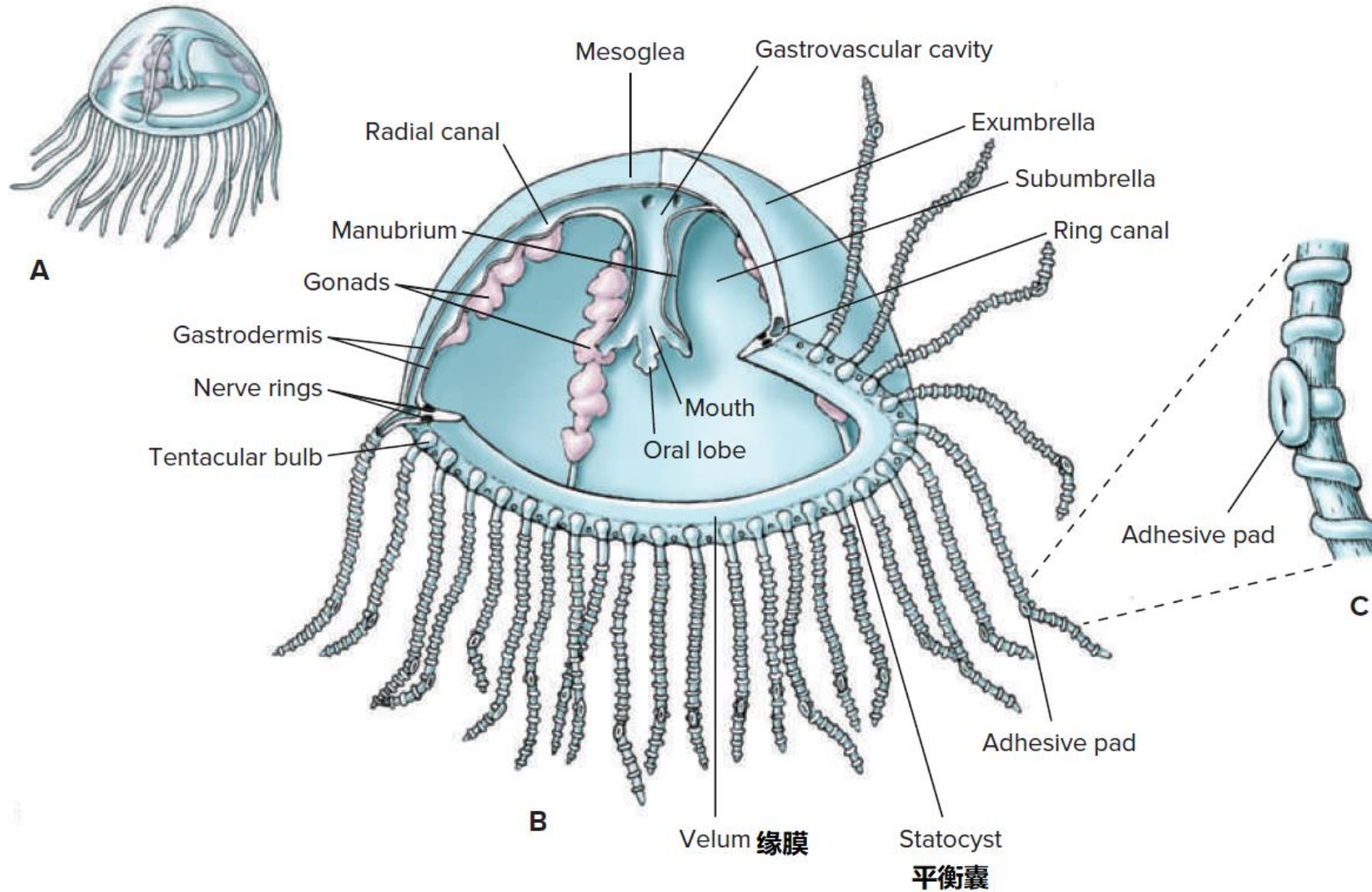


僧帽水母：群体
多态现象



桃花水母：水母
型发达，水螅型
没有

钩手水母(Gonionemus)的结构



蕈枝虫的世代交替

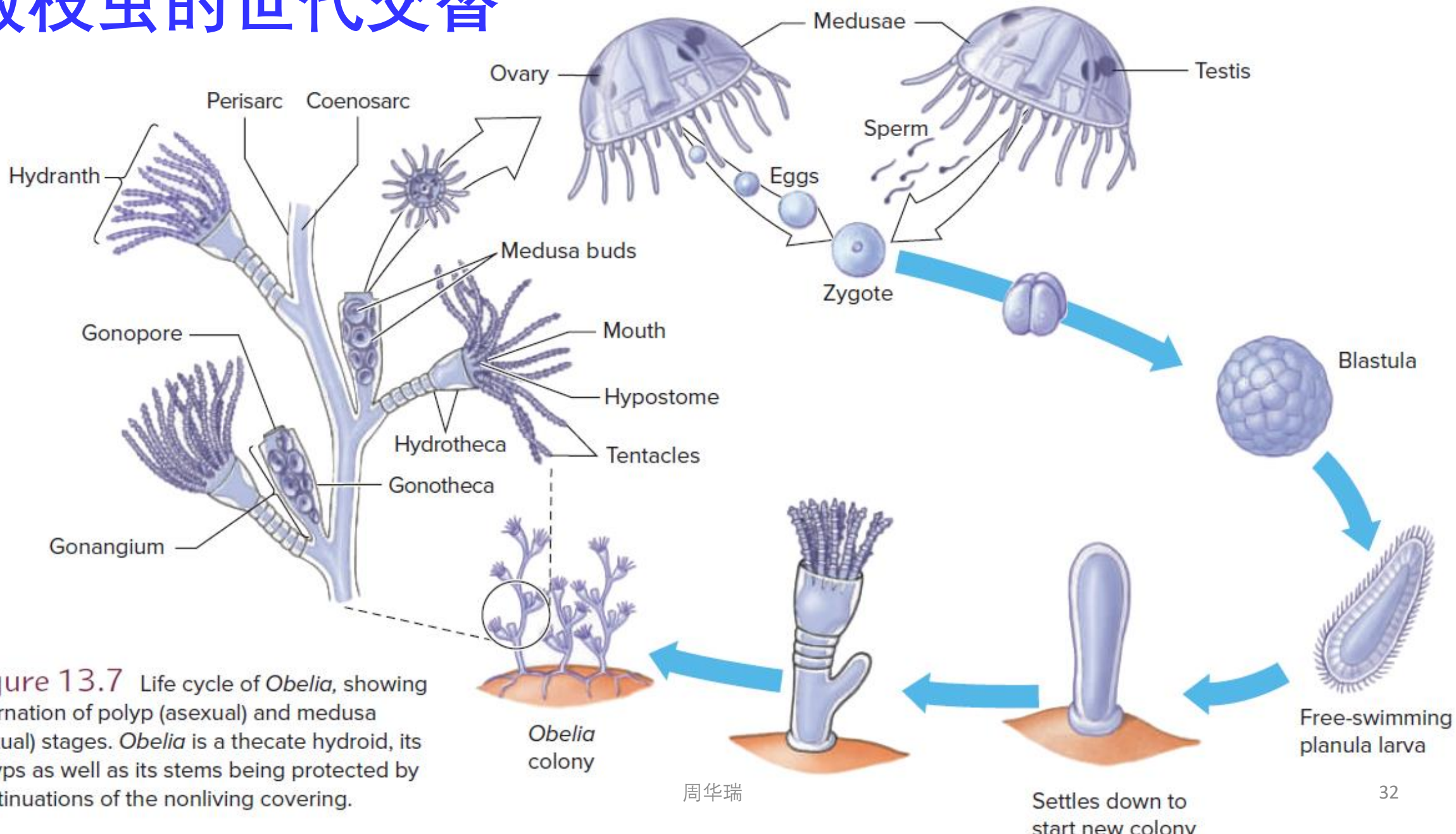


Figure 13.7 Life cycle of *Obelia*, showing alternation of polyp (asexual) and medusa (sexual) stages. *Obelia* is a thecate hydroid, its polyps as well as its stems being protected by continuations of the nonliving covering.

钵水母纲

1. **有世代交替，但水螅型退化或无；水母型却十分发达**（大型水母、中胶层厚），**且无缘膜**（钵水母与水螅纲水母的主要区别）。
2. **神经感官较发达，具触手囊**（具眼点、平衡石、嗅窝等结构；具感光、平衡、化学感受等功能）。
3. **消化循环腔复杂**，辐射管发达，有内胚层起源的胃丝，**胃丝上有刺细胞**（内外胚层都具有刺细胞）。
4. **生殖腺起源于内胚层**。

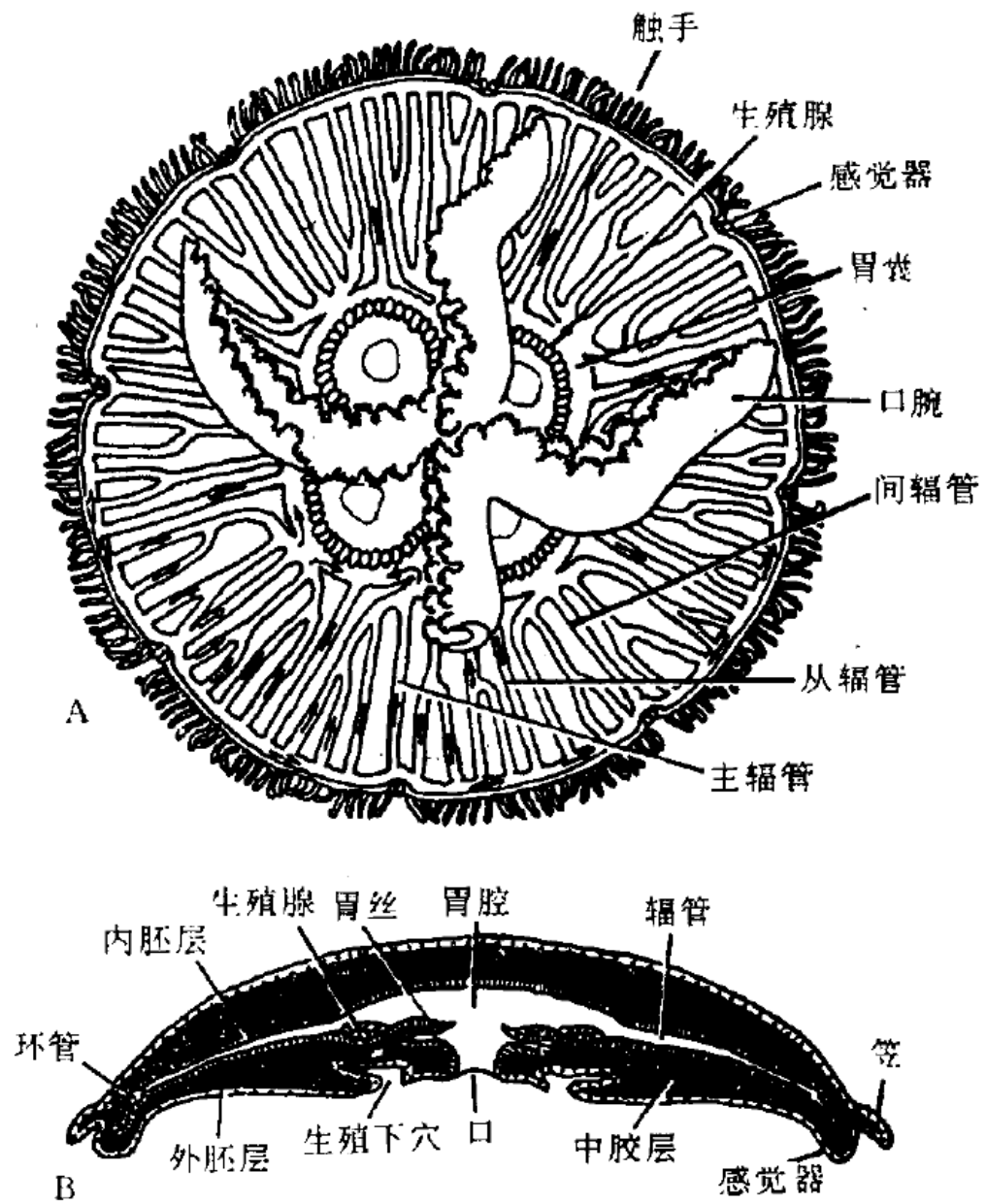
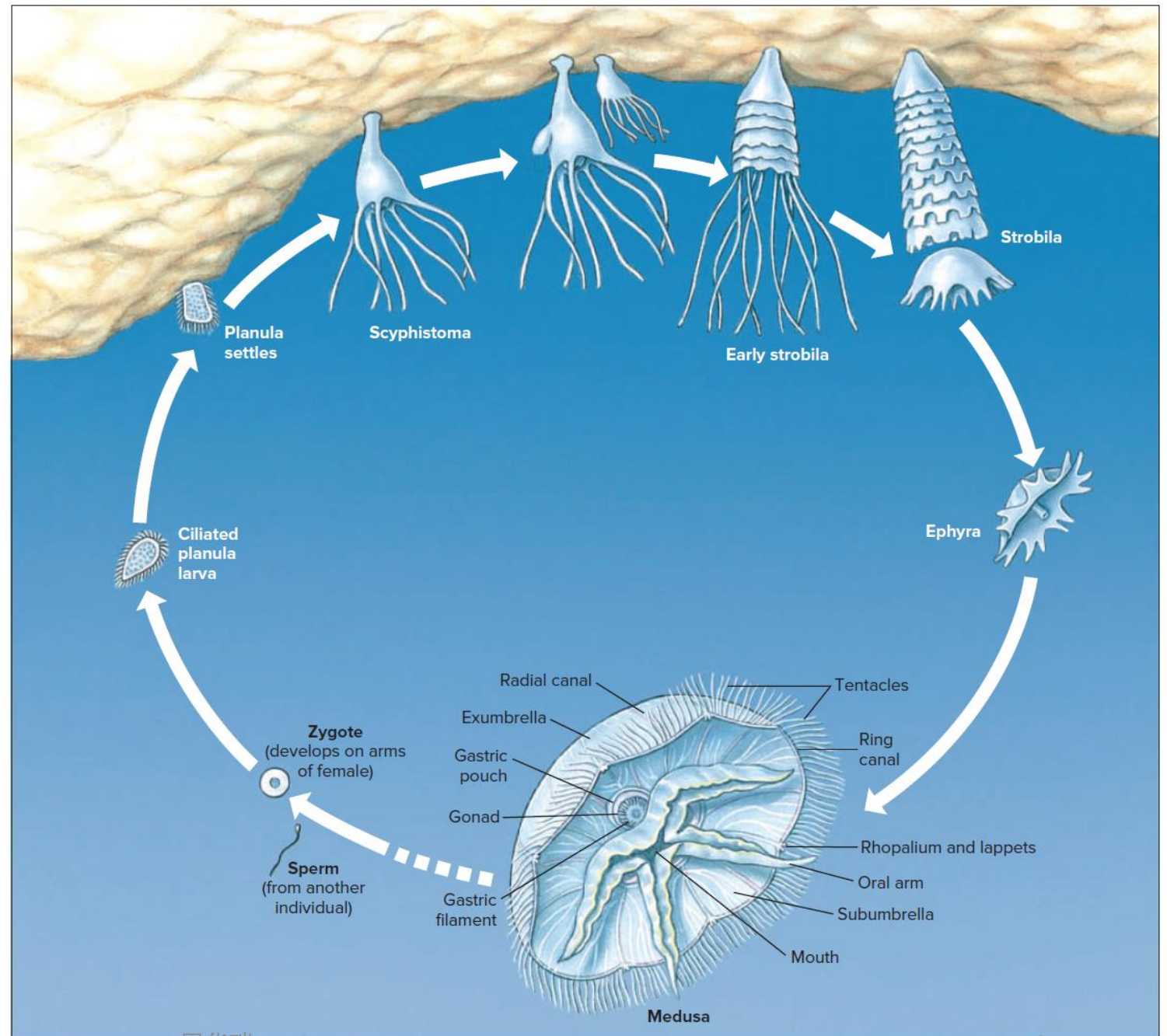


图 5-17 海月水母

A. 口面观(编者); B. 剖面观(仿陈义)

海月水母的生活史

- 浮浪幼虫(Planula)附着在海藻等物体表面形成螅状幼体,再逐渐分层变成**钵口幼体**和**横裂体(Strobila)**
- 横裂体成熟后一个个脱落下来成为**碟状幼体(Ephyra)**
- 碟状幼体最后发育成水母



周华瑞

Figure 13.19 Life cycle of *Aurelia*, a marine scyphozoan medusa.

日本海荨麻水母

Japanese Sea Nettle, *Chrysaora pacifica*

摄于亚特兰大水族馆



水螅纲水母和钵水母纲水母比较

	钵水母纲水母	水螅纲水母
体型、结构	大、复杂；具触手囊	小、简单；具平衡囊
缘膜	无	有
胃丝	有	无
生殖腺起源	内胚层	外胚层

珊瑚纲

- 1.生活史中**仅水螅型世代**，无世代交替现象。
- 2.**多群体**，大多有骨骼（海葵例外），口道沟（纤毛沟）的存在使身体呈**两辐射对称**。
- 3.本纲个体与水螅纲的水螅型基本相似，但有**口道**、**隔膜**（支持并增加消化面积）和**隔膜丝**（有刺细胞和腺细胞：捕食物和消化）。
- 4.**生殖腺起源于内胚层**。

海葵的结构

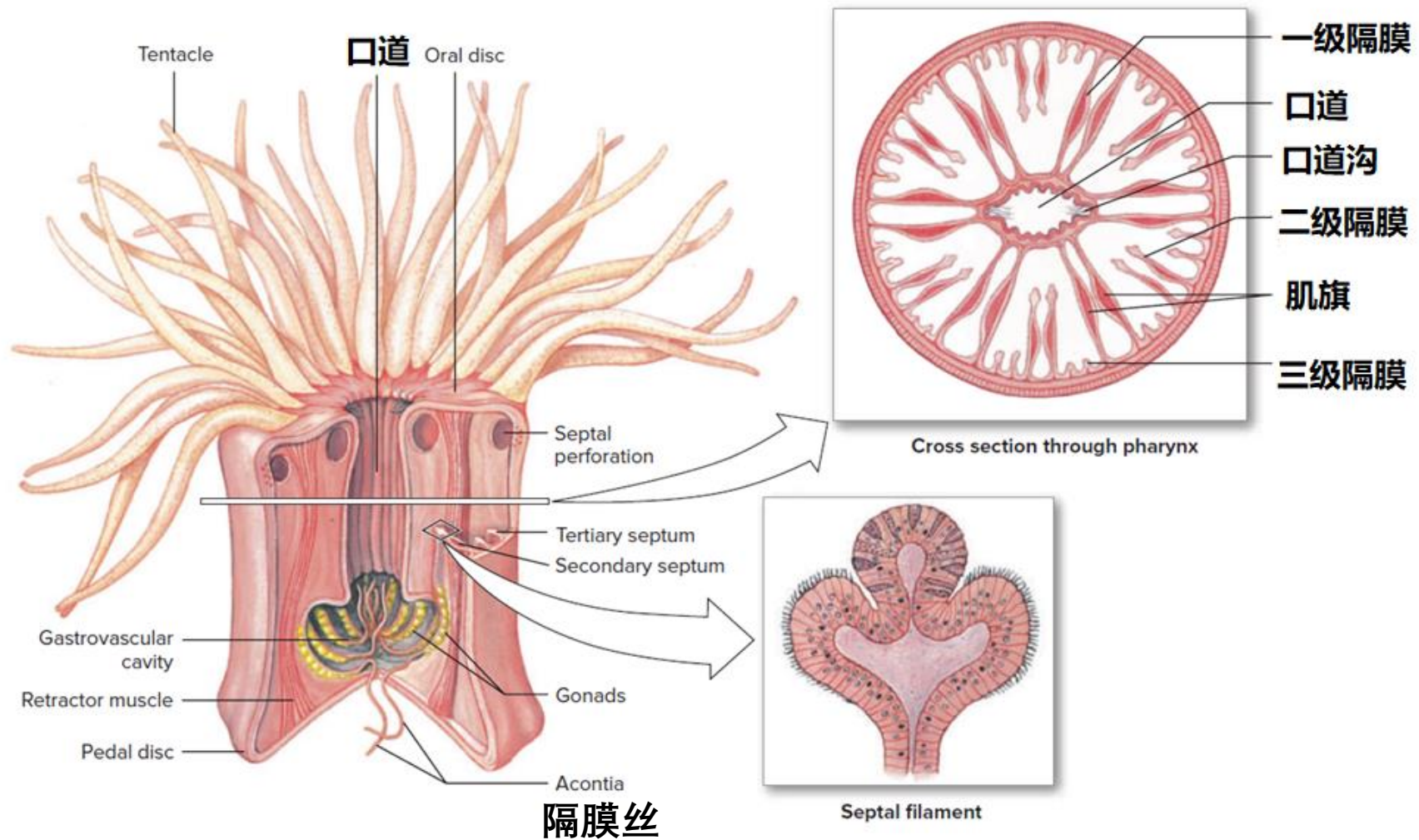
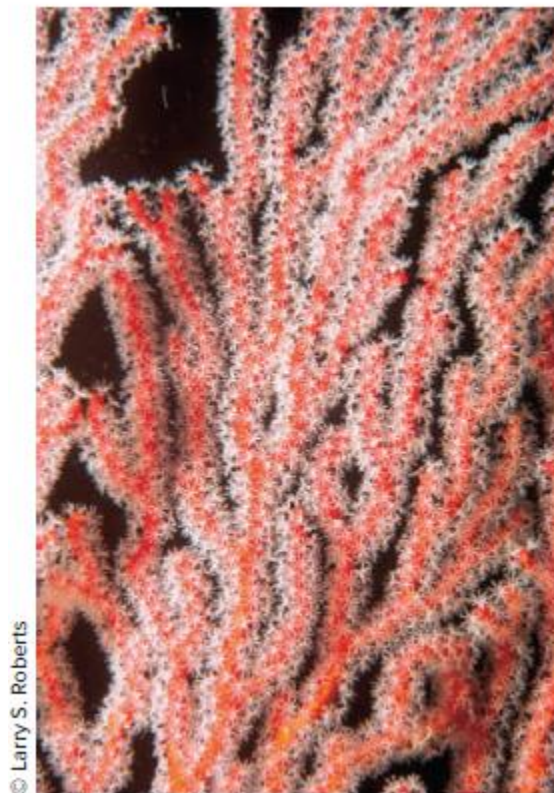
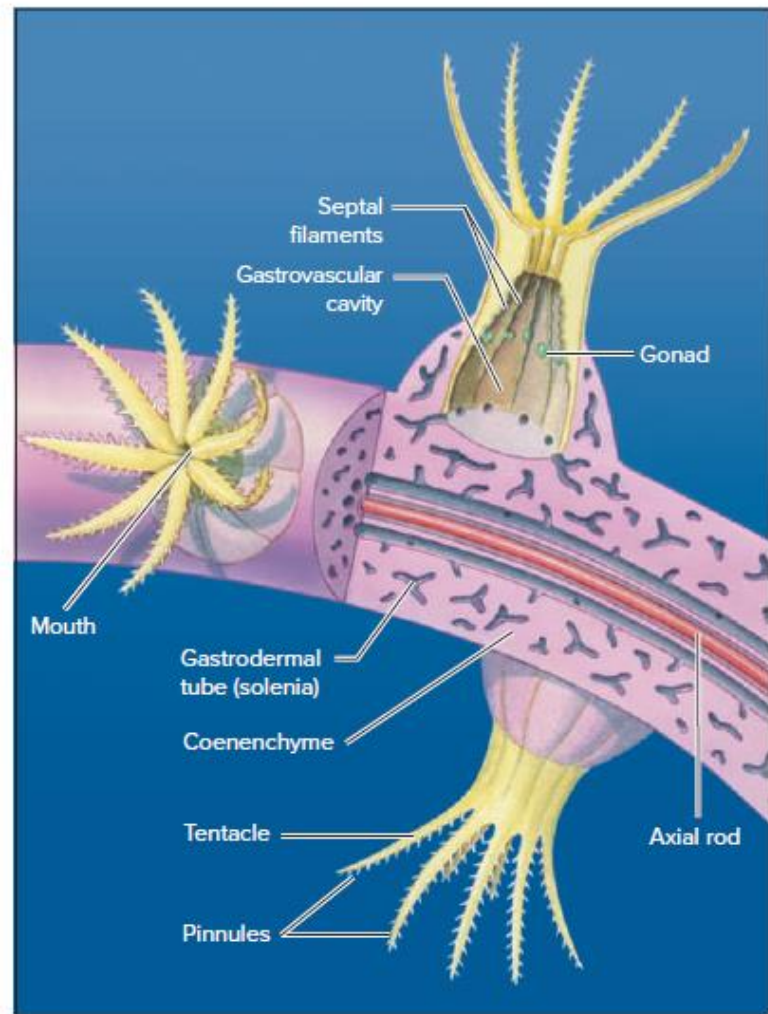


Figure 13.24 Structure of a sea anemone. Free edges of septa and acontia threads are equipped with nematocysts to complete paralyzation of prey begun by the tentacles.

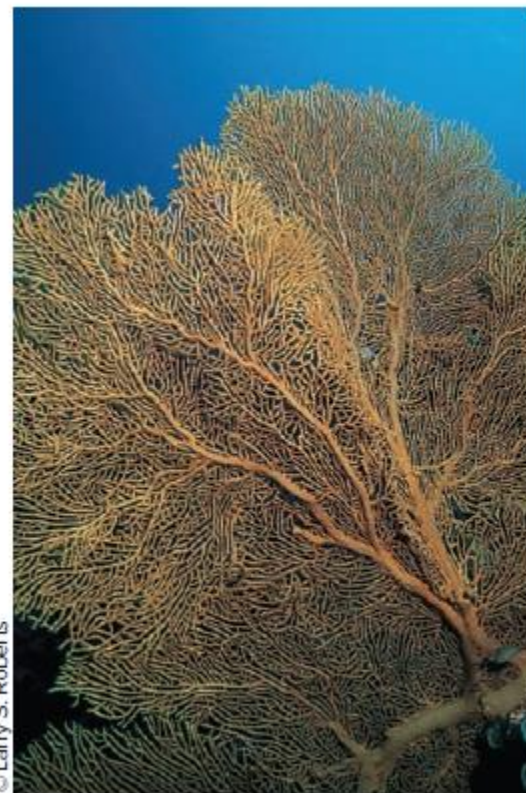
周华瑞

珊瑚群体分泌石灰质骨骼



© Larry S. Roberts

A



© Larry S. Roberts

B



© Larry S. Roberts

C

Figure 13.32 Polyps of an octocorallian coral. Note the eight pinnate tentacles, coenenchyme, and solenia. They have an endoskeleton of limy spicules often with a horny protein, which may be in the form of an axial rod.

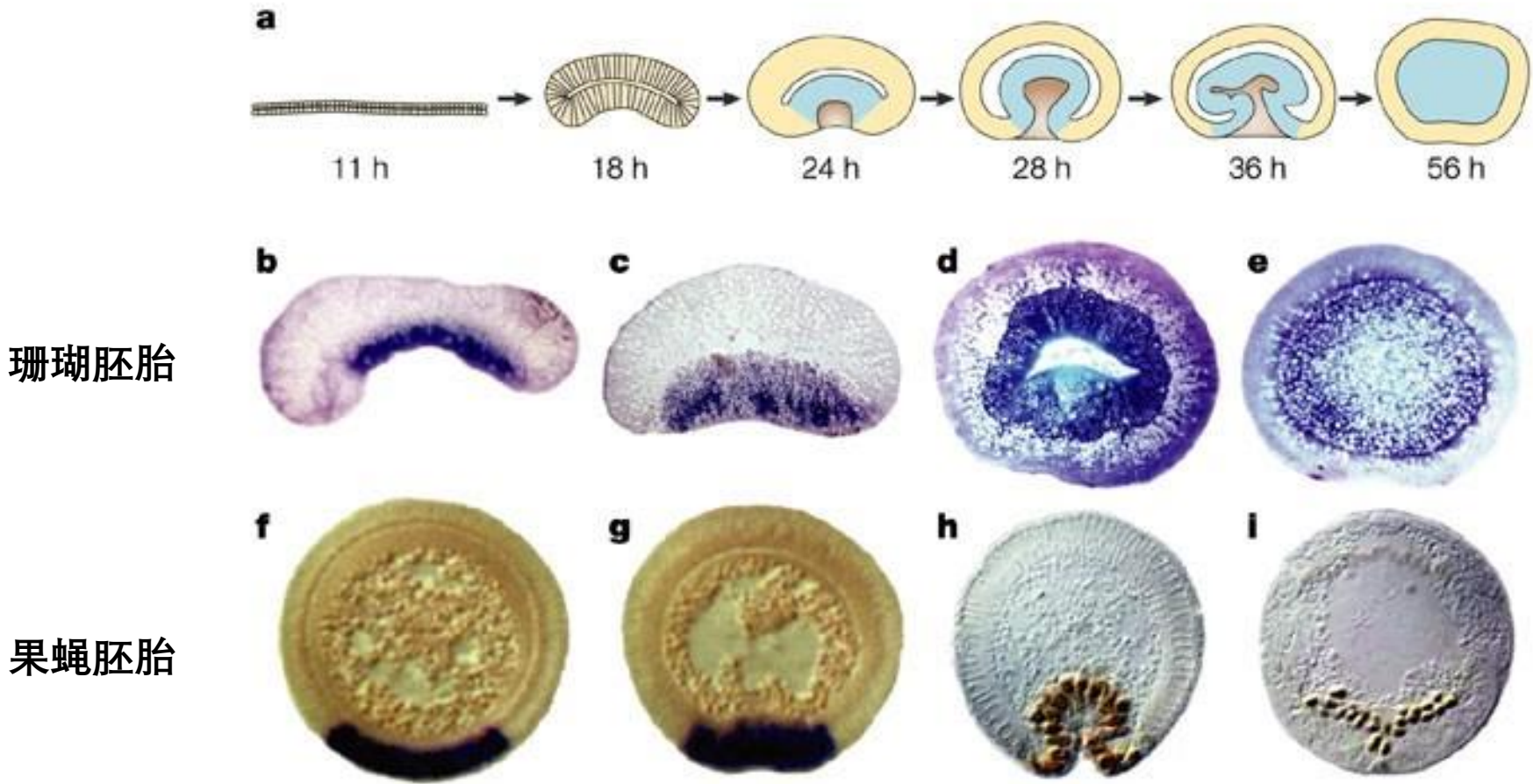
腔肠动物各纲异同

共同点： 辐射对称或两辐射对称，具两胚层，有组织分化，消化循环腔及网状神经系统，有刺细胞为本门的特点。

不同点：

- 1、**水螅纲：** 有水螅型和水母型即世代交替，水螅水母为小型水母，有缘膜，感觉器官为平衡囊，生殖腺来源于外胚层。
- 2、**钵水母纲：** 水母型发达，水螅型退化，常以幼虫形式出现，一般为大型水母、无缘膜，感觉器官为触手囊，结构较复杂，在胃囊内有胃丝，生殖腺来源于内胚层。
- 3、**珊瑚纲：** 只有水螅型，其结构较复杂，有口道、口道沟、隔膜和隔膜丝，生殖腺来自内胚层。

Expression of the mesodermal marker snail during early gastrulation in *Acropora millepora*(珊瑚) and *Drosophila melanogaster*(果蝇).



尽管腔肠动物只有内胚层和外胚层，但是它在胚胎早期发育的时候也会表达中胚层标记蛋白 Snail，这和三胚层动物的原肠胚期高度相似！