

动物学:环节动物

周华瑞

环节动物



- 身体同律分节
- 具疣足(水生种类)和刚毛
- 次生体腔（真体腔）
- 闭管式循环系统（蛭纲除外）
- 后肾管排泄系统
- 链状神经系统
- 一些海洋种类发育经担轮幼虫

身体分节（同律分节）

- **分节现象**：在外表和内部构造上（如循环、排泄、神经、生殖）重复排列的现象。
- **同律分节**：环节动物除体前端两节及末一体节外，其余各体节形态上基本相同，称为同律分节。（原始）
- **意义**：高等无脊椎动物的重要标志（环节动物开始有同律节现象）

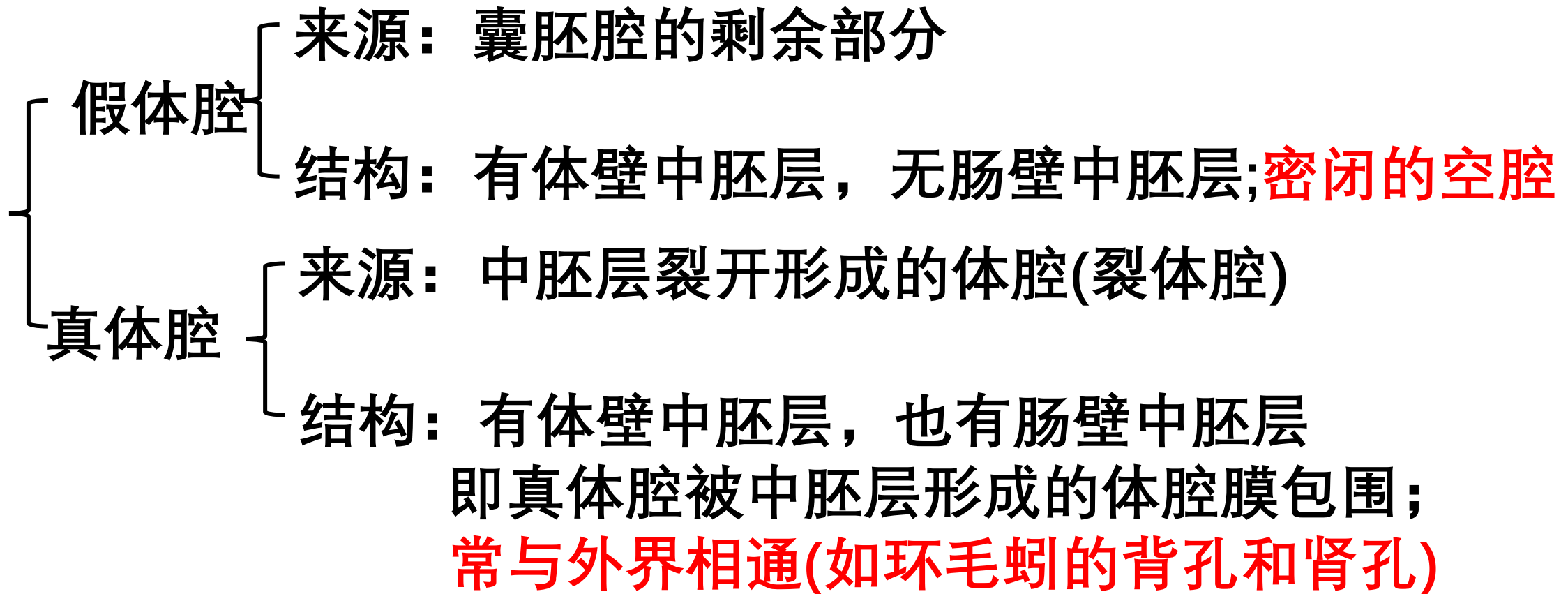
1. 提高了动物体新陈代谢的效率，增强了对环境的适应能力。

2. 加强了运动机能：为动物体提供了局部活动的可能性，使其整体和局部运动更加灵活。

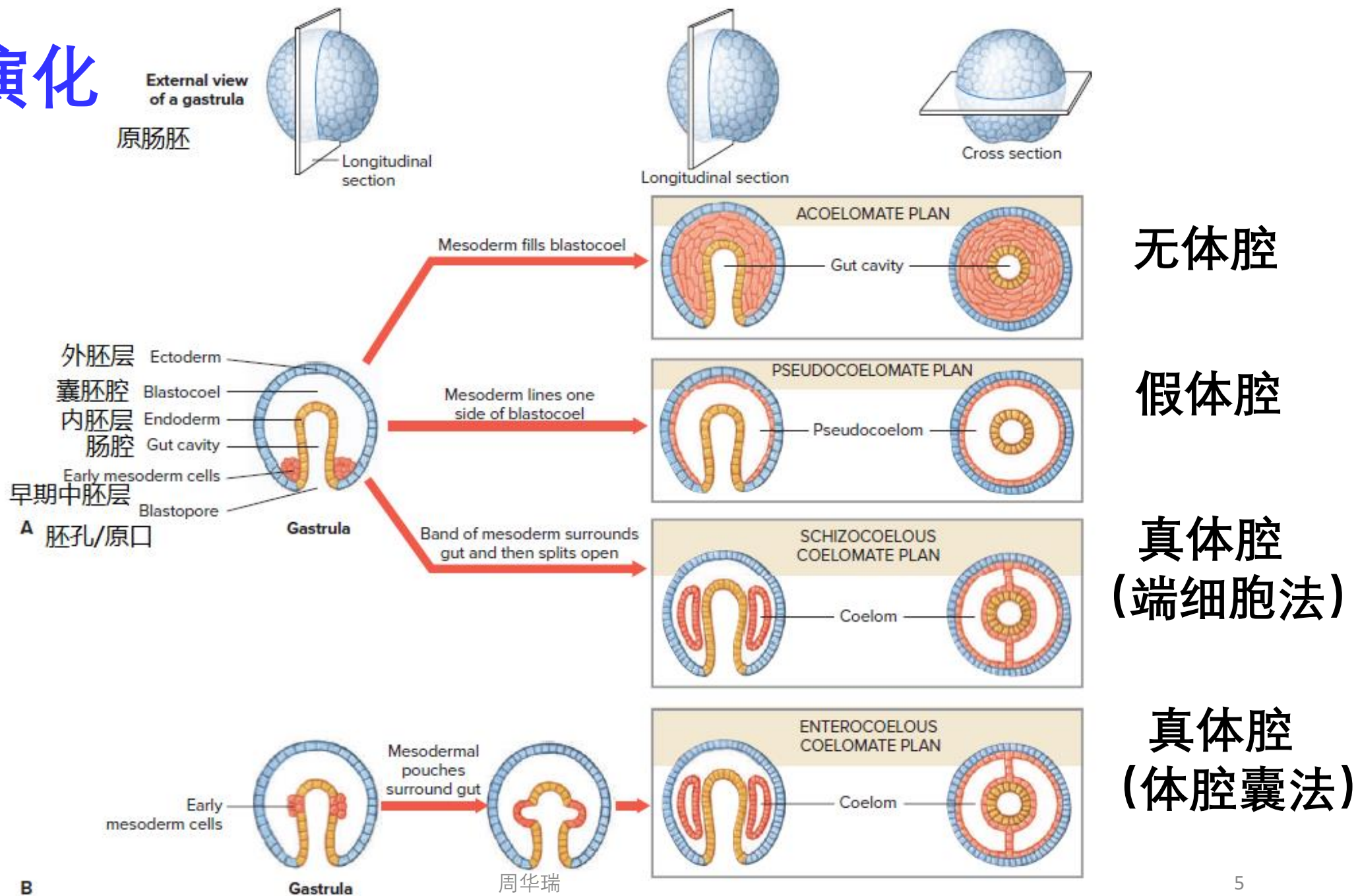
3. 为动物体的进一步分化（异律分节）创造了条件，也是生理分工的开始

真体腔的出现

• 位于：体壁和消化管之间的空腔



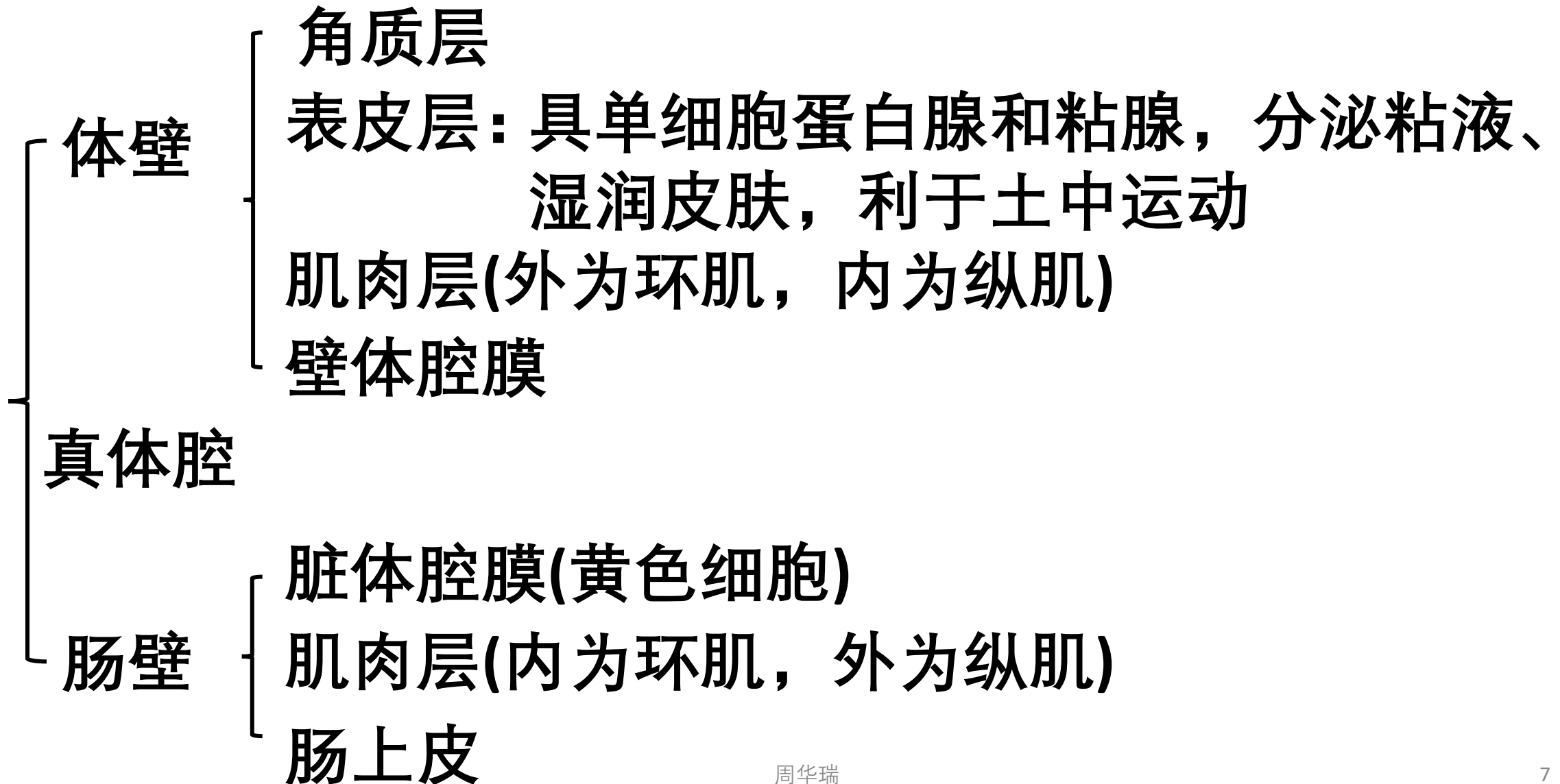
体腔的演化



真体腔出现的意义

- **消化**：消化管壁有了层肌肉（三层肌肉），增强了蠕动，提高了消化机能，并为消化管的复杂化提供了物质基础。
- **循环**：出现了循环系统，体腔液和血管系统共同完成体内物质运输（体腔液：流体骨骼，保持体形，协助运动及物质运输）。
- **排泄**：参与后肾型排泄系统的形成；
- **生殖**：生殖腺来自中胚层的体腔上皮。

身体结构：以环毛蚓为例



环毛蚓横切面示意图

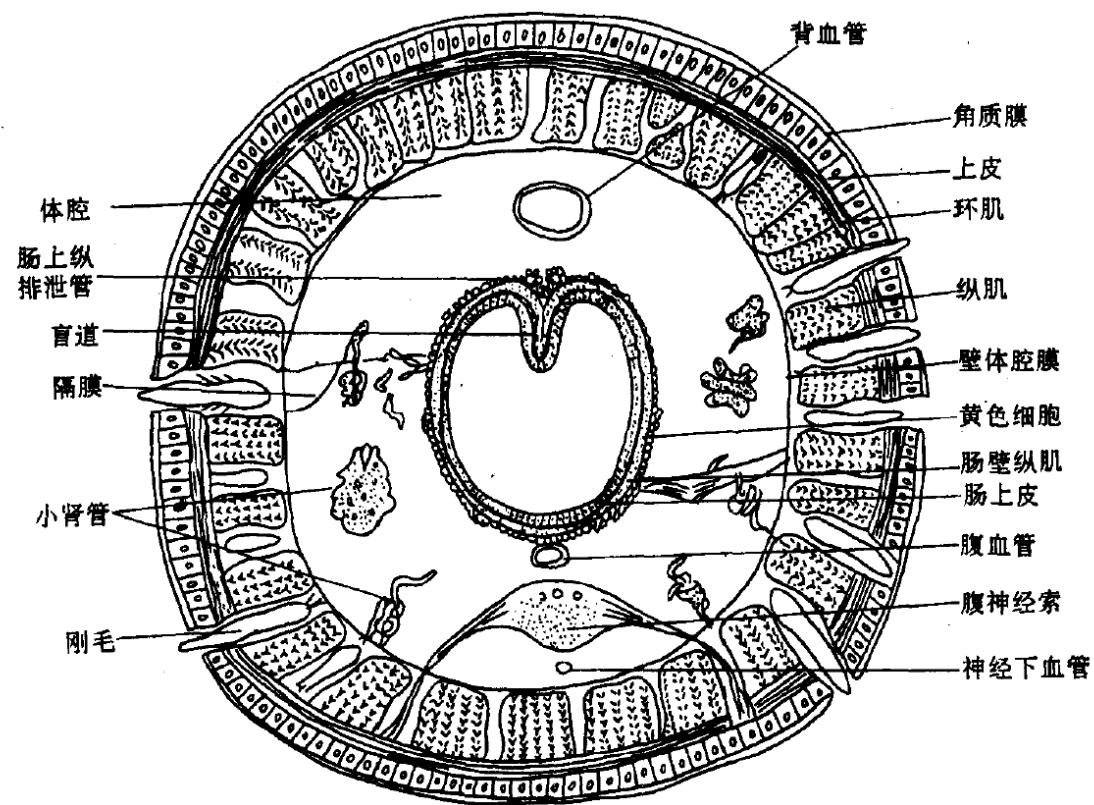
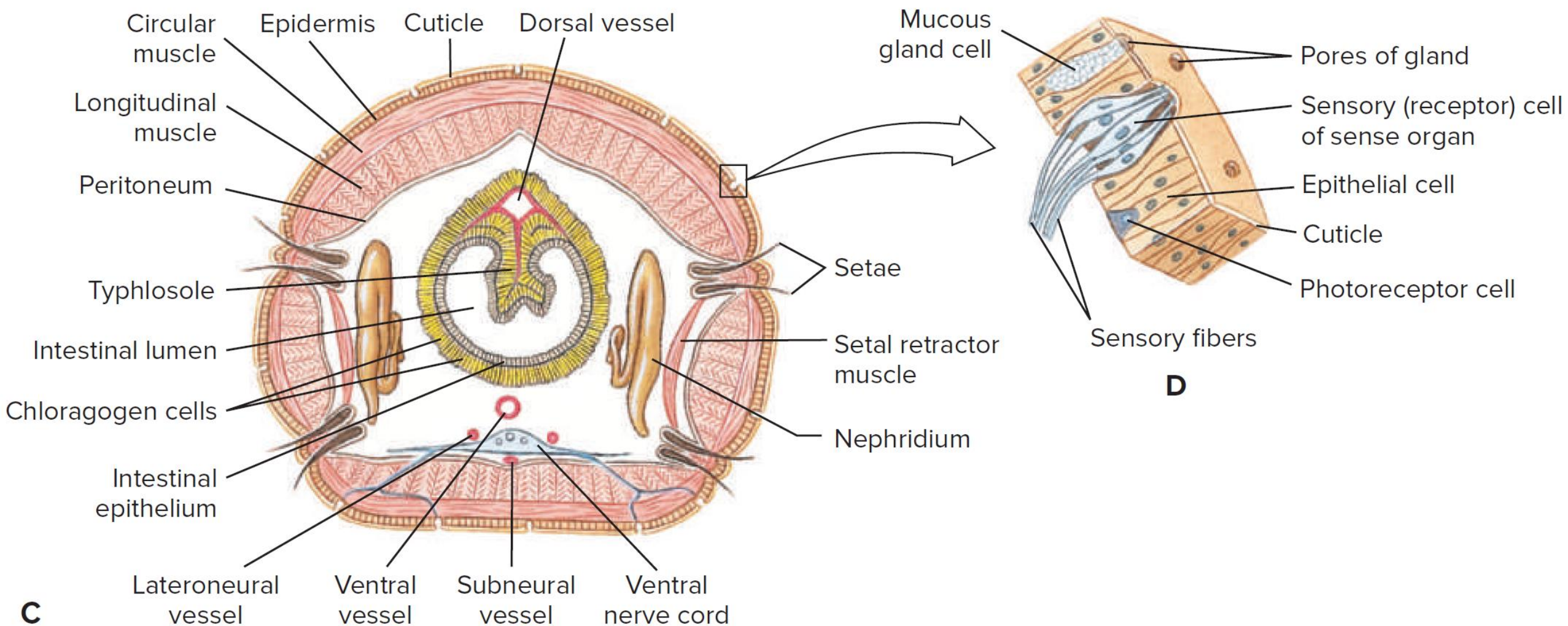
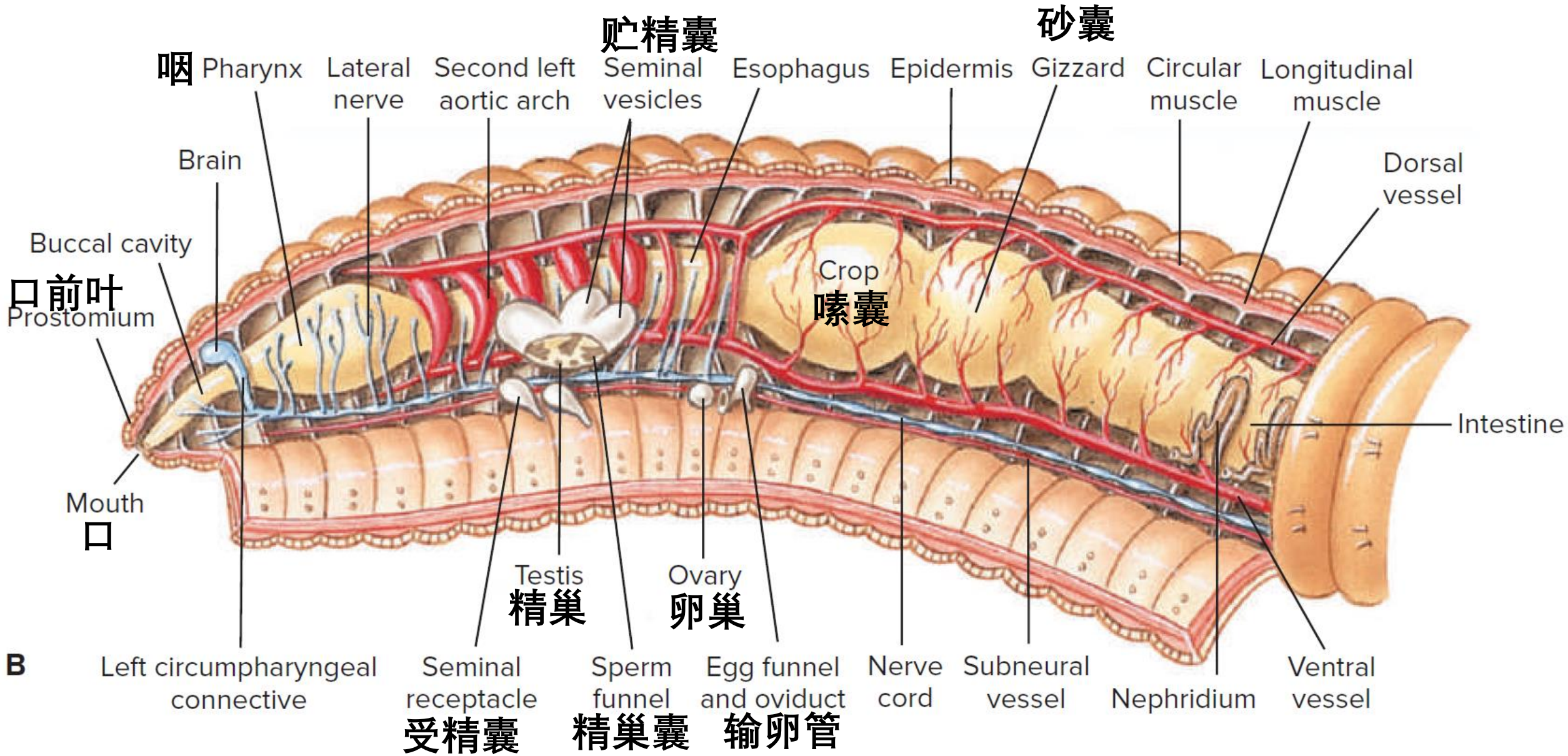


图 8-9 环毛蚓的横切面

环毛蚓横切面示意图





疣足与刚毛

• 刚毛

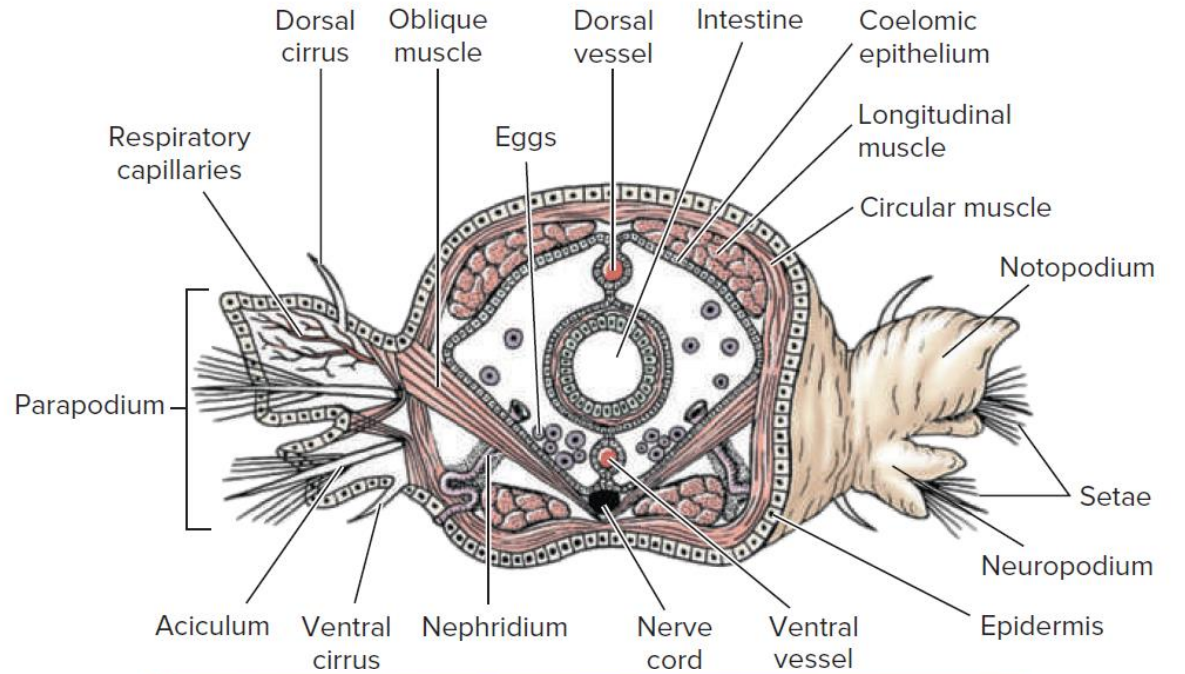
形成：表皮细胞内陷形成的刚毛囊中的一个生毛细胞分泌而成。

作用：运动、支撑身体，在生殖交配中有一定的作用。

• 疣足

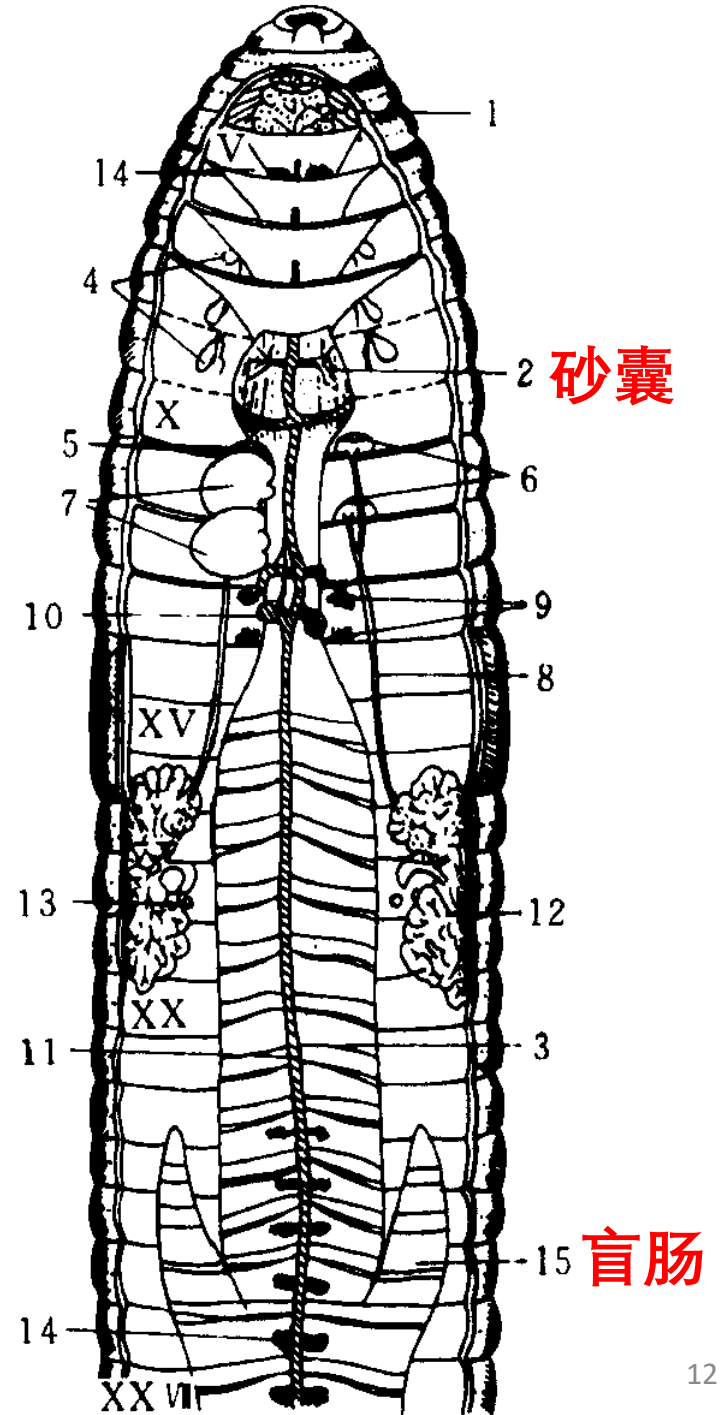
形成：体壁向外突起的扁平双层结构

作用：游泳（或行走）、呼吸等



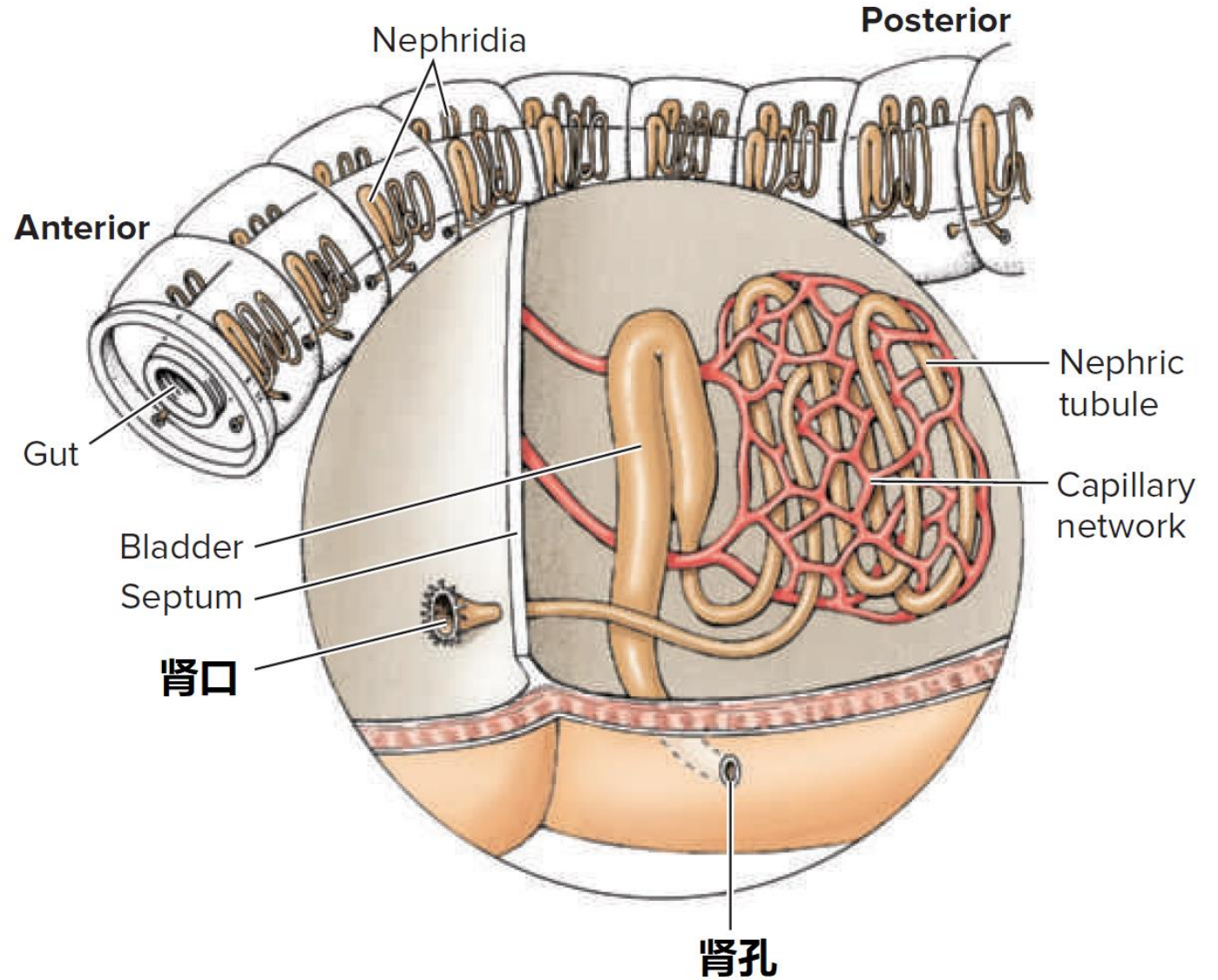
完全消化道，肠壁有肌肉

- **砂囊**：是消化管中一个坚硬球形或椭圆形的富含肌肉的囊，它的内壁覆盖有坚硬的角质层，囊内有吞食的砂料，故名砂囊。
- **盲道**：环毛蚓胃后消化管扩大形成肠，其**背侧中央凹入**成一盲道，使消化吸收面积增大。此盲道直到中肠为止。
- **盲肠**：环毛蚓自第XXVI体节始，肠两侧向前伸出一锥状盲囊，它与肠腔相通，称为盲肠，一者可以扩大消化吸收面积，二者能分泌多种酶，为重要的消化腺。
- **嗉囊**：食道后显著扩大的薄壁囊状结构。在环毛蚓，其主要功能是暂时贮存、湿润和软化食物，并能消化部分蛋白质。



后肾管排泄系统

后肾管为一条迂回盘曲的管子，一端开口于**前一体节的体腔**，称**肾口**，具有带纤毛的漏斗；另端开口于**本体节的体表**，为**肾孔**。后肾管除排泄体腔中的代谢产物外，因肾管上密布微血管，故也可排除血液中的代谢产物和多余水份。



注：多毛纲的一些种类仍保留有原肾管

原肾管与后肾管区别比较

原肾管

来源：外胚层

结构特点：一端开口与体外(肾孔)，另一端为盲端(例如涡虫的焰细胞)

功能：主要调节渗透压，其次排除含氮废物(排泄)

后肾管

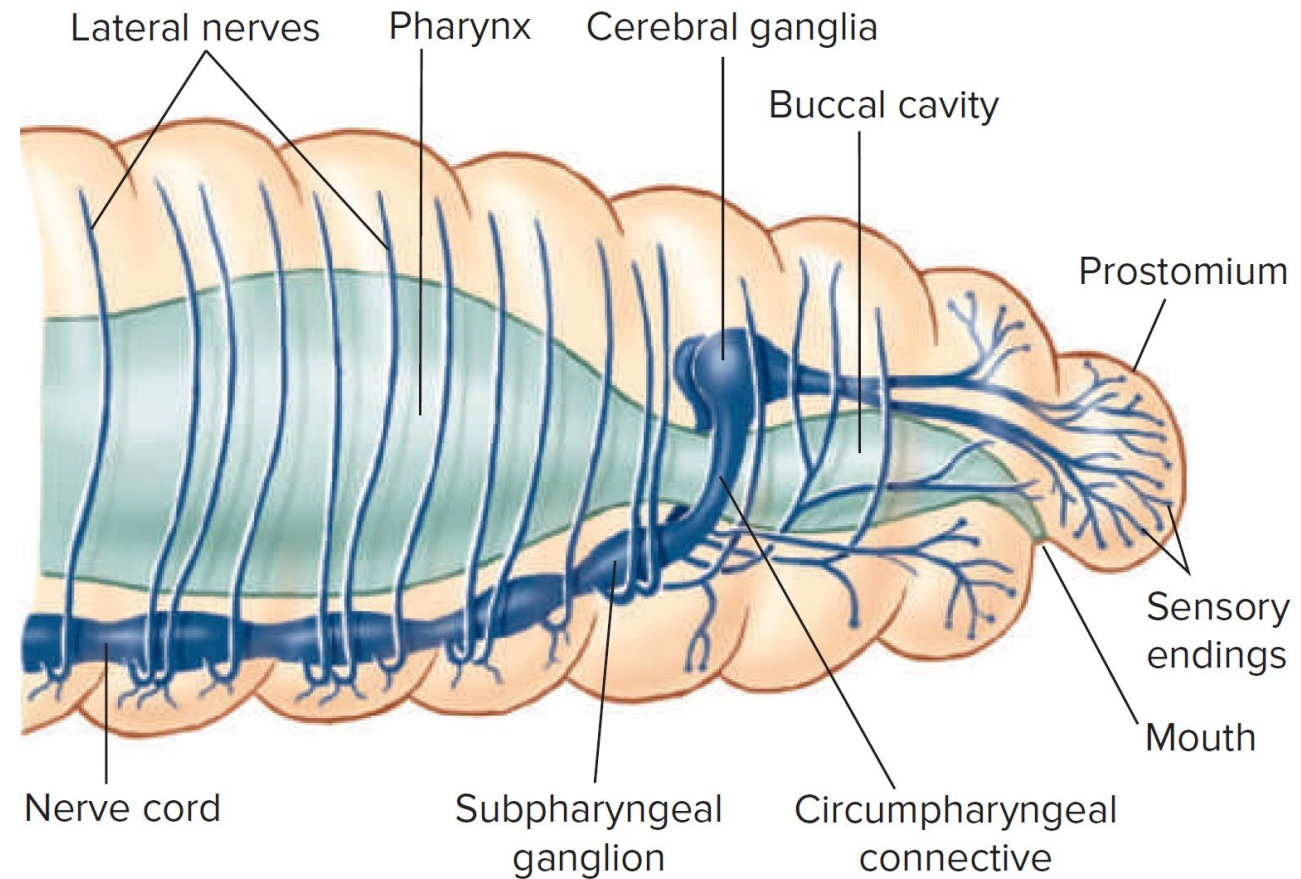
来源：中胚层、外胚层

结构特点：一端开口于体外(肾孔)，一端开口于体内(肾口)

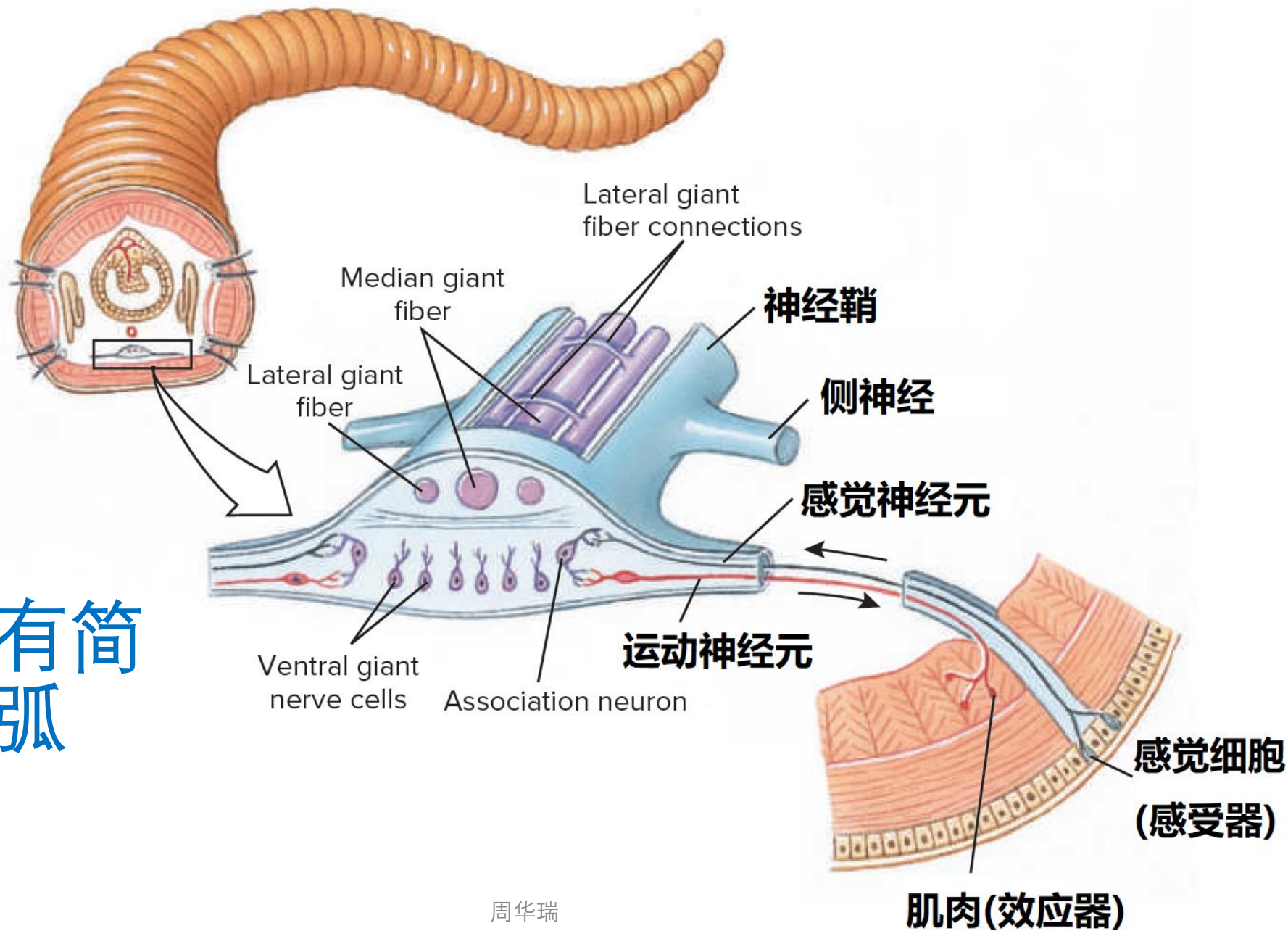
功能：主要用于排泄，其次调节渗透压、生殖

链状神经系统

- 链状神经系统：此神经系统集中，体前端咽背侧由1对咽上神经节愈合成的脑，左右由一对围咽神经与一对愈合的咽下神经节相连。
- 自此向后伸的腹神经链纵贯全身。腹神经链是由二条纵行的腹神经合并而成，在每体节内形成一神经节，整体形似链状，故称链式神经。
- 脑可控制全身的运动和感觉，腹神经发出神经至体壁和各器官，司反射作用。

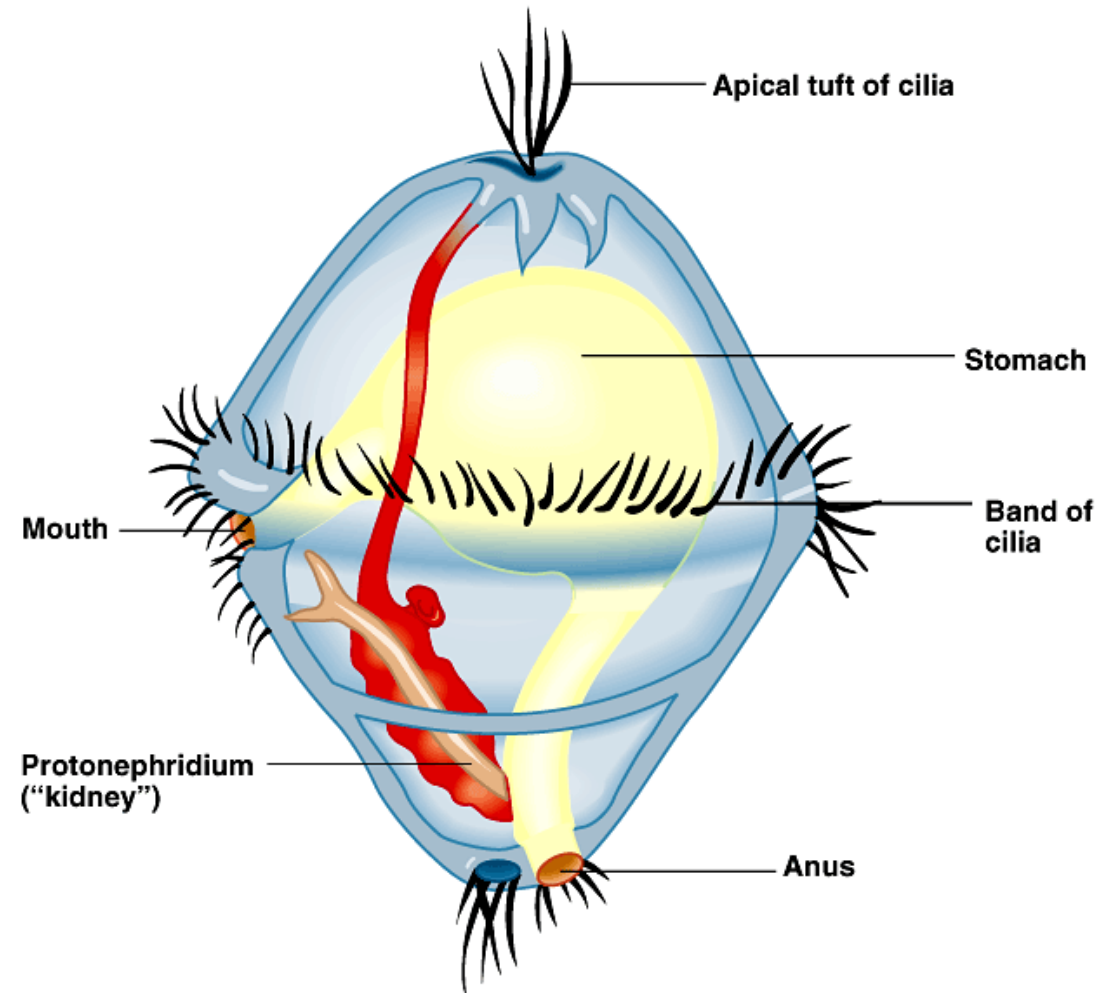


环毛蚓具有简单的反射弧



生殖和发育

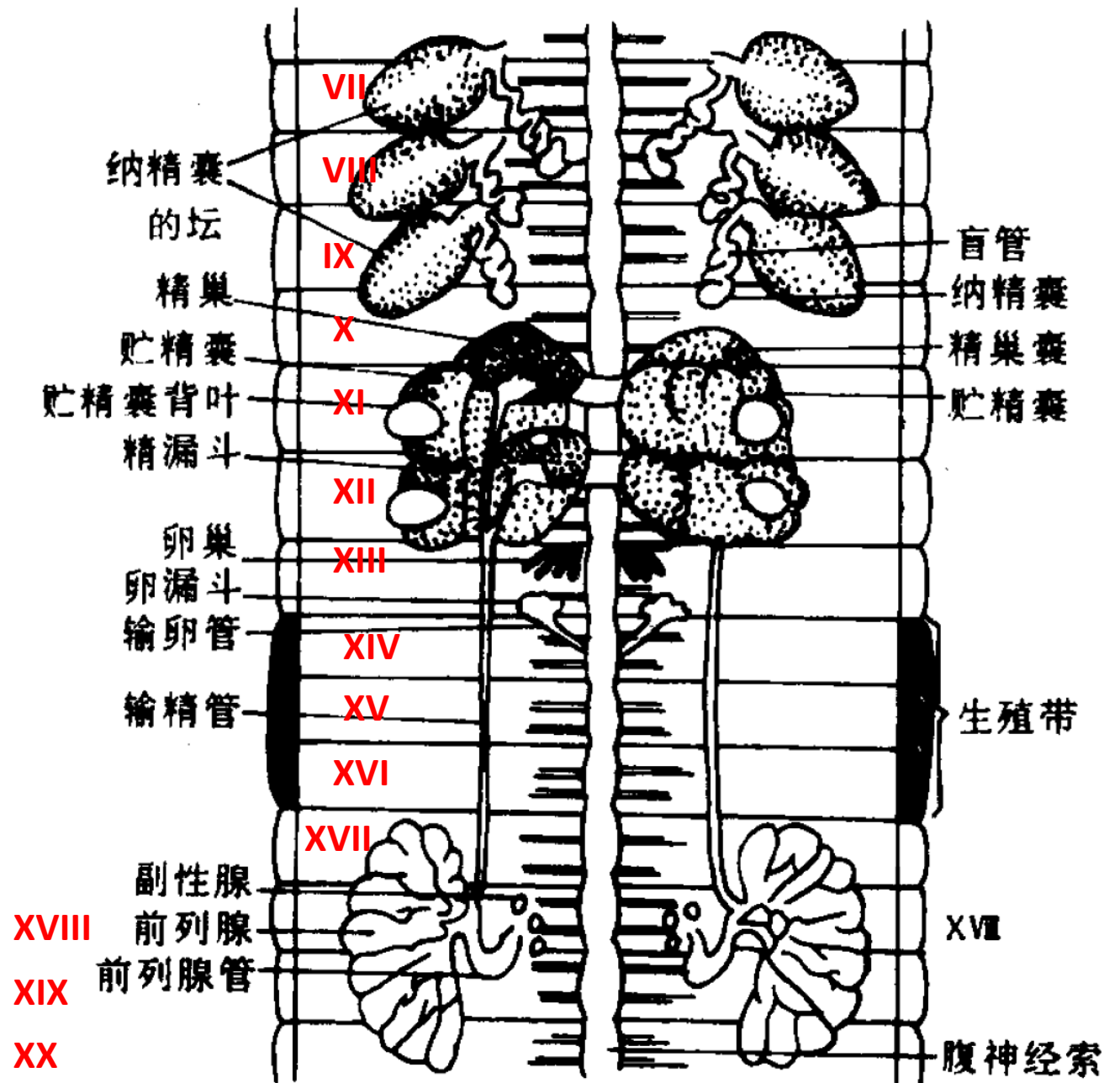
- 雌雄同体或异体，但异体受精
- 生殖腺和生殖管来源于**中胚层的体腔上皮**（生殖腺固定）
- 直接或间接发育（海产种类经过担轮幼虫）
- 担轮幼虫(trochophora)呈陀螺形，具有原始特征**体不分节，原肾管，原体腔，神经与上皮相连。**
- 担轮幼虫期及其变态在动物进化上具有重要意义。如环节动物**沙蚕**有此幼虫期。



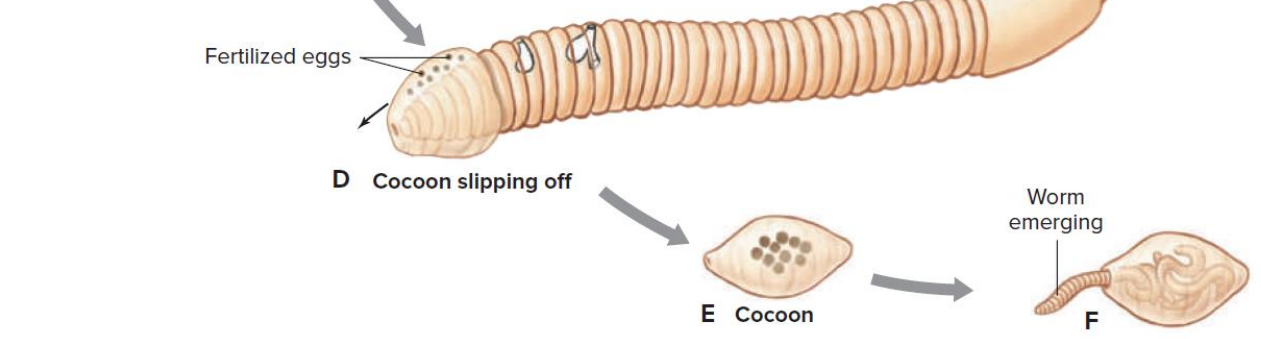
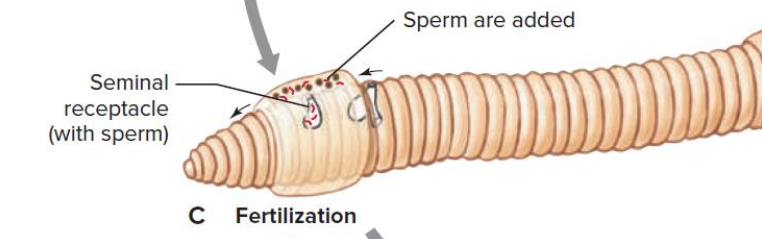
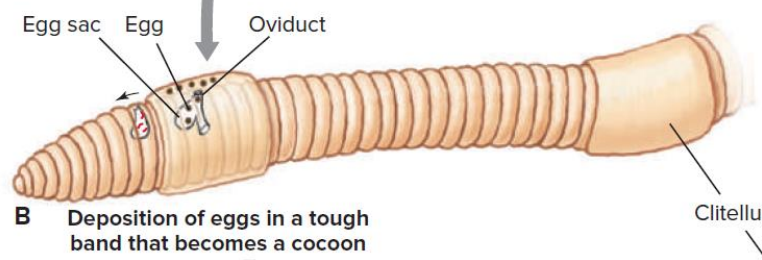
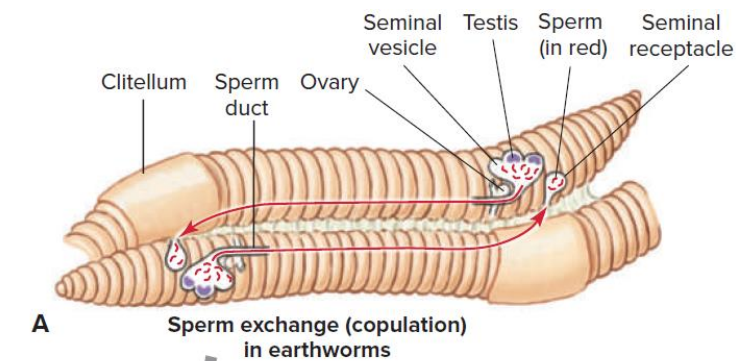
Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

环毛蚓的生殖器官

- 环毛蚓雌雄同体
- **精巢**两对，包在**精巢囊**中 (X, XI)
- 囊后是**贮精囊**两对 (XI, XII)
- 贮精囊中精子顺输精管下行与**前列腺**(XVIII)导管汇合，前列腺可分泌粘液。
- XVIII节腹侧有**雄性生殖孔**
- **卵巢**一对 (XIII)
- XIV节腹侧有**雌性生殖孔**
- **生殖带(环带)**位于XIV~XVI节
- **受精囊(纳精囊)**三对 (VII~IX)



- 蚯蚓精子与卵**不同时成熟**，生殖时为异体受精，有**交配**现象。
- 交配时 2 个个体的前端腹面相对，头端互朝相反方向，借生殖带分泌的粘液紧贴在一起。
- 各自的**雄生殖孔(XVIII)**靠近对方的**纳精囊孔(VII~IX)**，以生殖孔突起将精液送入对方的纳精囊内。交换精液后，二蚯蚓即分开。
- 待卵成熟后，生殖带分泌粘稠物质，于生殖带外形成**粘液管**，雌性生殖孔**(XIV)**排卵于其中。
- 蚯蚓后退移动时，纳精囊孔移到粘液管时，即向管中排放精子。精卵在粘液管内受精，最后蚯蚓退出粘液管，管留在土壤中，两端封闭，形成**卵茧**。卵在卵茧内发育。



MATING AND REPRODUCTION IN EARTHWORMS

如何判断环毛蚓的前后背腹？

- 判断前后：环带(XIV~XVI)所在的一端为前端
- 判断背腹：环带上的雌性生殖孔所在的一侧为腹侧

多毛纲

- 有**明显的头部**，**感官发达**（有触手、触角、眼）；
- 有疣足和刚毛（运动和呼吸）；
- **无环带**
- **闭管式循环**，**原始种类无循环系统**
- **大多数为后肾管**，少部分为原肾管，或原肾管与体腔管结合
- **无固定生殖腺和生殖导管**，后肾管兼作生殖导管
- **雌雄异体、螺旋式卵裂**，**间接发育、具担轮幼虫**





裂虫 Syllis(可以无性生殖)



隐毛虫 Hermodice



沙蚕



螺旋虫 Spirorbis



周华瑞

龙介虫 Serpula





Spirobranchus giganteus(圣诞树虫)



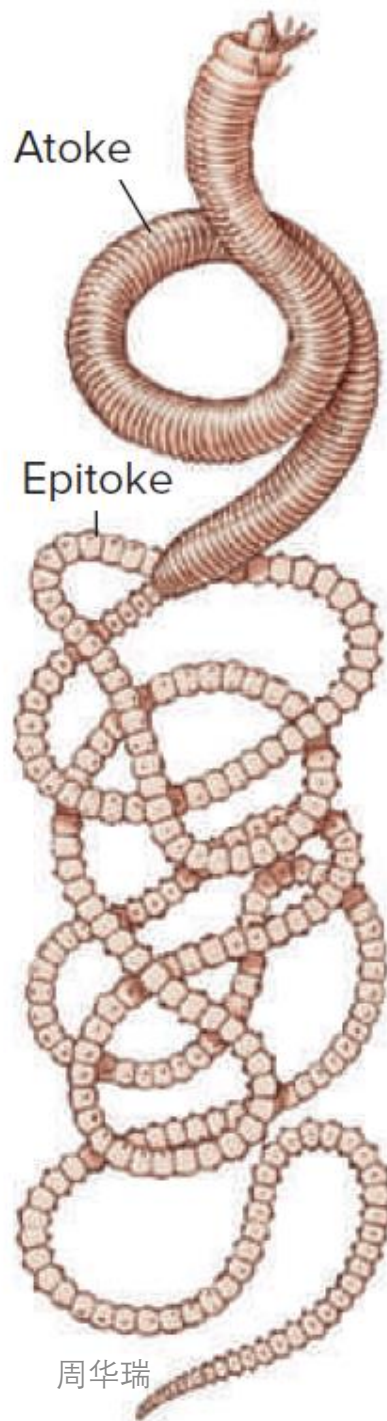
Bispira brunnea



Sarbella 周华瑞

异沙蚕相

- 异沙蚕相：沙蚕科中的有些种类，在生殖期出现多型现象。即到性成熟时，体后部具生殖腺部分的体节形态发生改变，转变为**生殖节**，体前部仍保持原来形状，不产生生殖细胞，称无性节。



周华瑞



寡毛纲

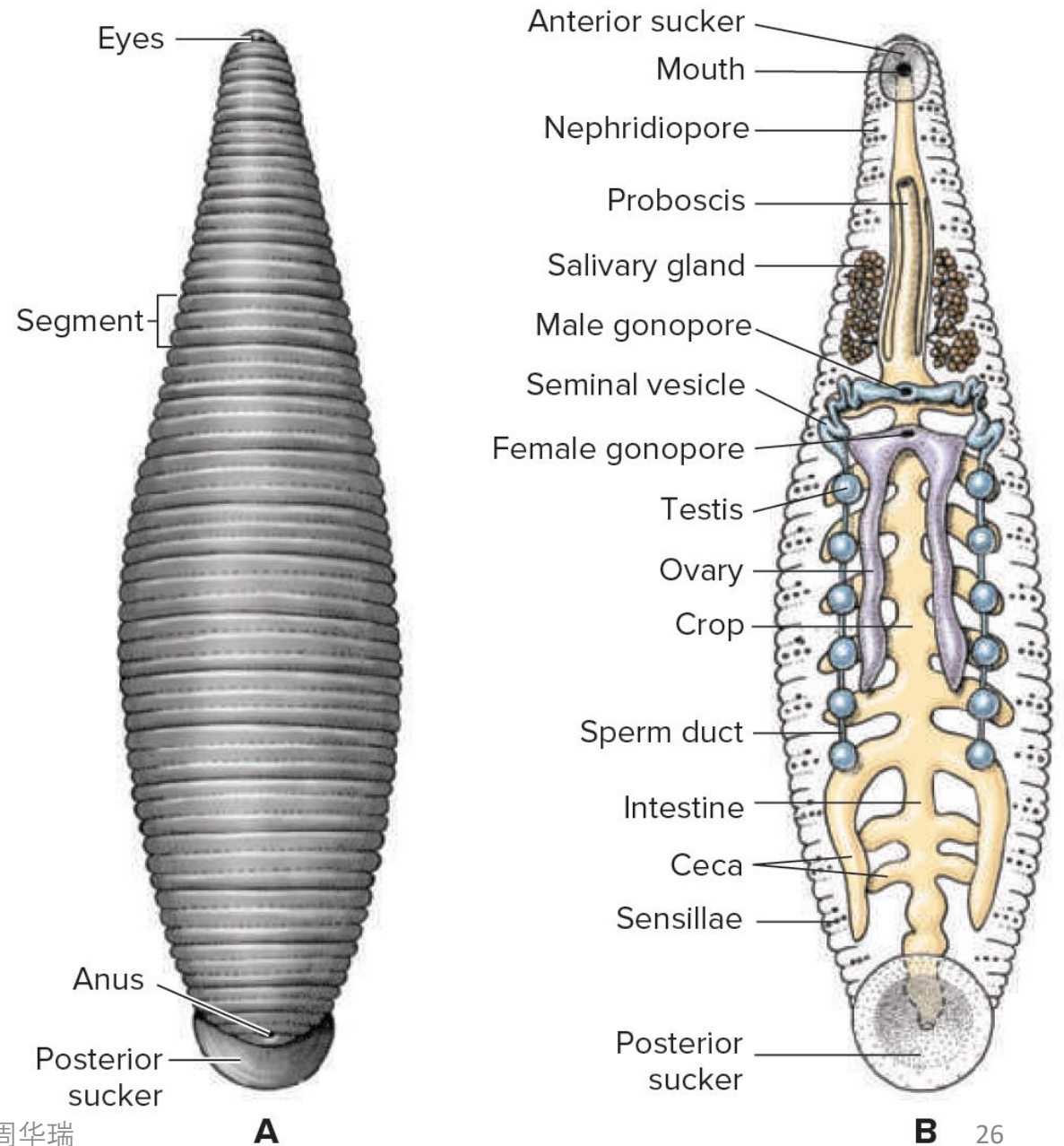
- **头部不明显**，感官不发达；
- 无疣足，具刚毛；
- 具**环带**（生殖季节）；
- 环带或生殖带：环毛蚓性成熟个体，第XIV-XVI体节色暗，肿胀，无节间沟，无刚毛，如戒指状，称为生殖带或环带。生殖带的上皮为腺质上皮，其分泌物在生殖时期可形成卵茧。生殖带的形态和位置，因属不同而异。
- 闭管式循环
- 后肾管排泄系统
- **雌雄同体**，异体受精，直接发育。



环毛蚓

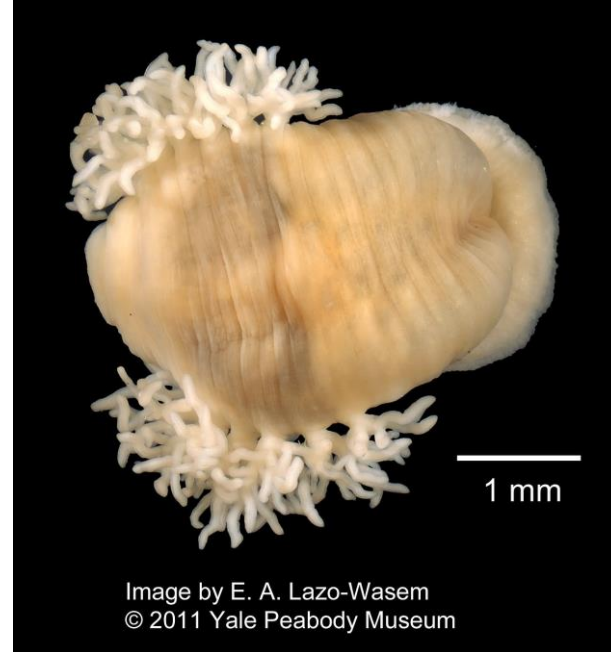
蛭纲

- **头部不明显**，感官不发达；
- **无疣足和刚毛**，具前后2个吸盘（有吸附功能，并可辅助运动）；
- **生殖季节具环带**，雌雄同体、异体受精，直接发育；
- **体节数目恒定**（胚胎时34节，成体因部分体节形成吸盘，仅可见27节），每节又有3-5节体环；
- 嗦囊发达，有数对**嗦囊盲囊**
- 体腔退化、形成血窦，开管式循环。





Hirudo medicinalis 医蛭



Ozobranchus branchiatus(一种鳃蛭)



Haemadipsa 山蛭

周华瑞

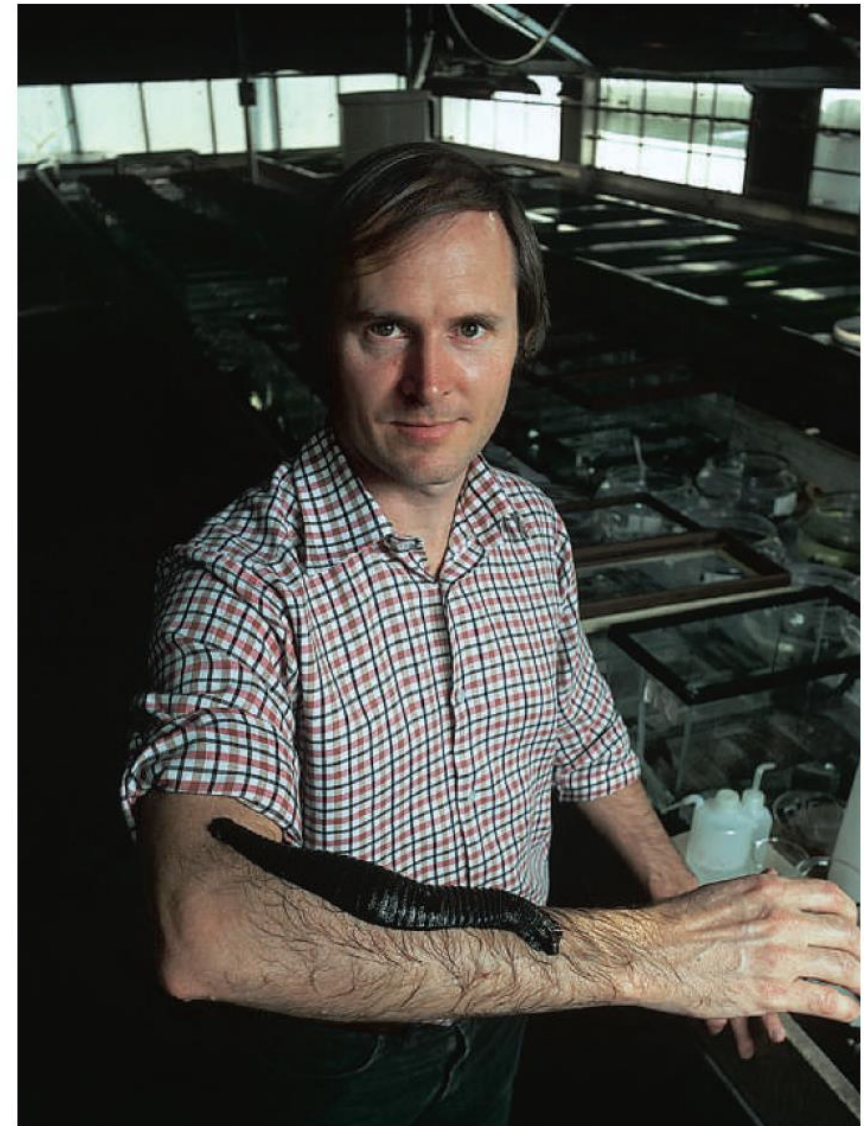


Figure 17.26 The world's largest leech, *Haementeria ghilianii*, on the arm of Dr. Roy K. Sawyer, who found it in French Guiana, South America.

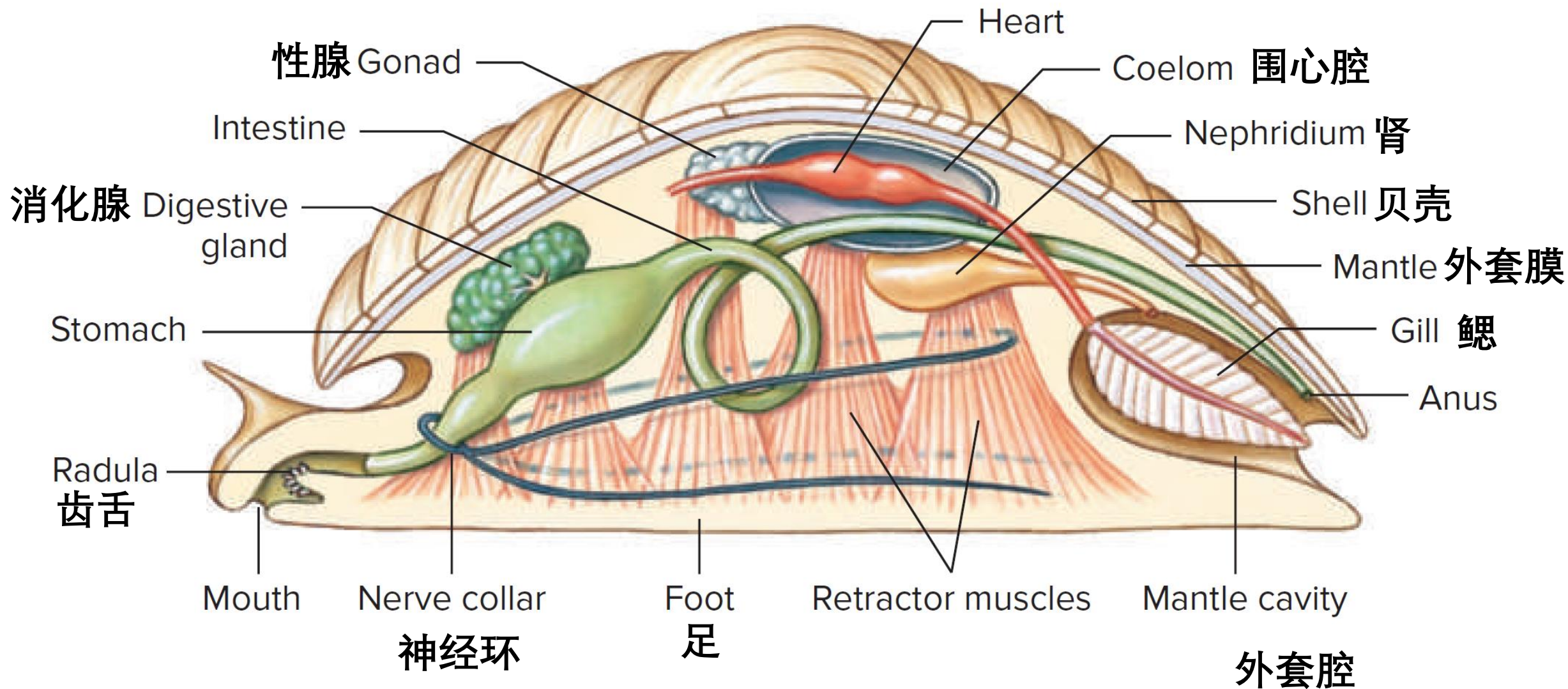
世界上最大的蚂蟥

软体动物

- 身体不分节，分头、足、内脏团三部分
- 具皮肤褶形成的外套膜
- 常具贝壳（贝类）：1-2或8片贝壳，形态各异
- 消化系统呈U字形，有消化腺（唾液腺、肝脏等）
- 水生种类以鳃呼吸，陆生种类有“肺”
- 初生体腔和次生体腔并存，次生体腔退化
- 开管式循环系统(头足纲十腕目例外)
- 后肾型排泄系统
- 神经系统一般有脑、侧、足、脏4对神经节



软体动物的一般性结构



外套膜与外套腔

来源：为身体背侧皮肤褶向下伸展而成，常包裹整个内脏团并形成外套腔

结构：

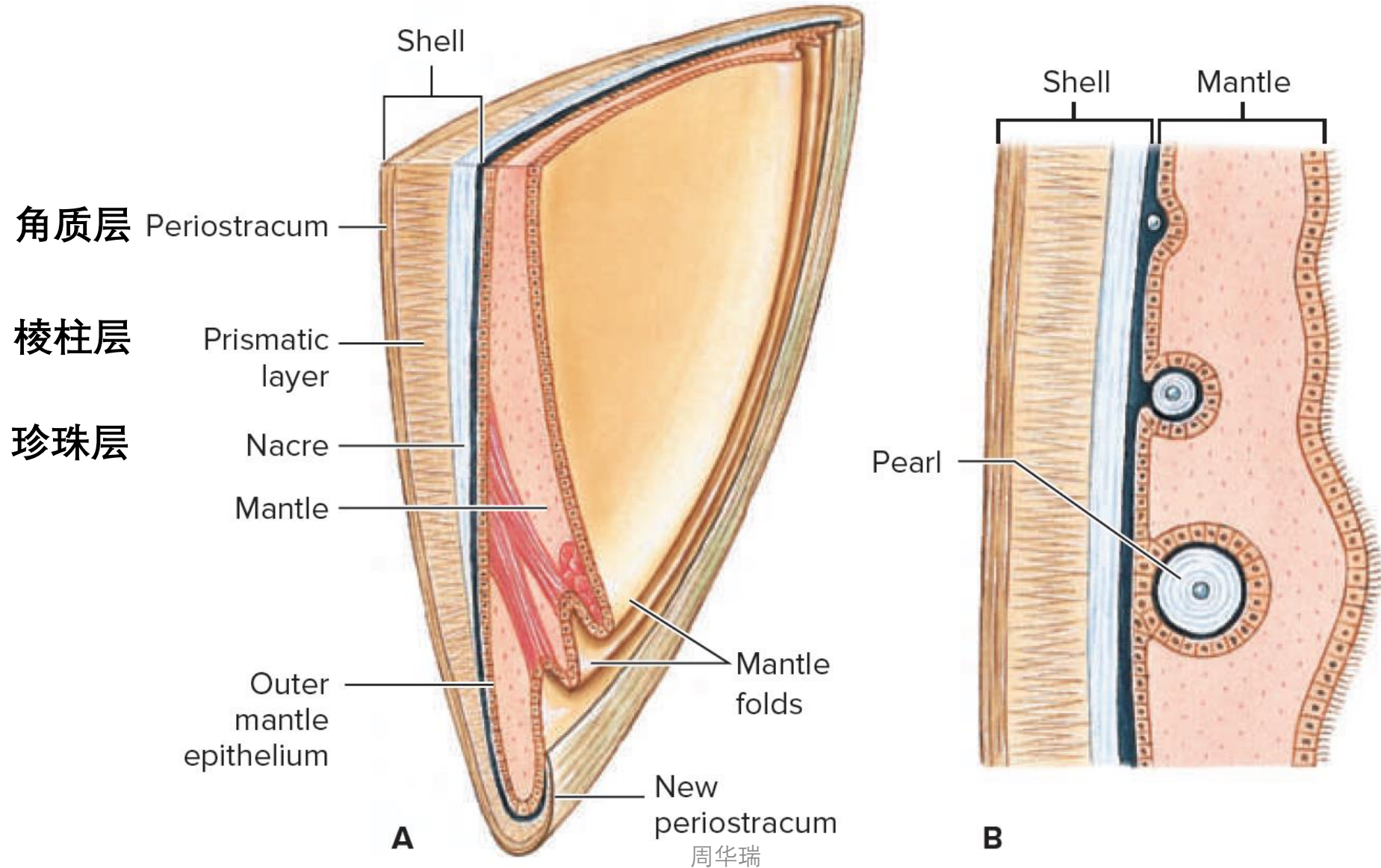
- 外层上皮：**分泌物形成贝壳
- 结缔组织**
- 内层上皮：**具纤毛

功能：

- 外层上皮：**分泌贝壳，保护内脏；有助运动(如头足类)；呼吸(如蜗牛)

- 内层上皮：**纤毛的摆动并通过出入水孔形成水流，借以完成呼吸、摄食、排泄和生殖等

双壳纲外套膜分泌形成贝壳和珍珠

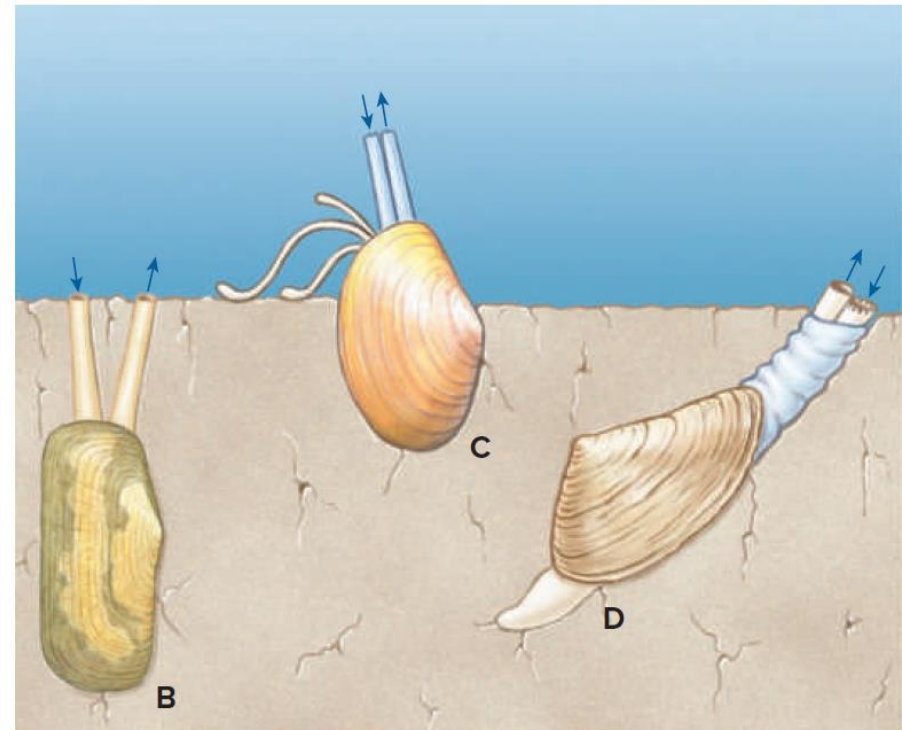


- **出、入水管**：双壳纲等软体动物左右**两片外套膜**紧贴二壳内，其背面与内脏团的皮肤相连，腹缘游离，生活时左右腹缘互相紧贴，构成了其中的外套腔，外套腔之后端形成两个外管，**上为出水管**，**下为入水管**。入水管稍大，且有**感觉乳突**，食物及氧随水流从入水管进入外套腔中，而代谢废物、食物残渣及性产物皆由出水管排出

A



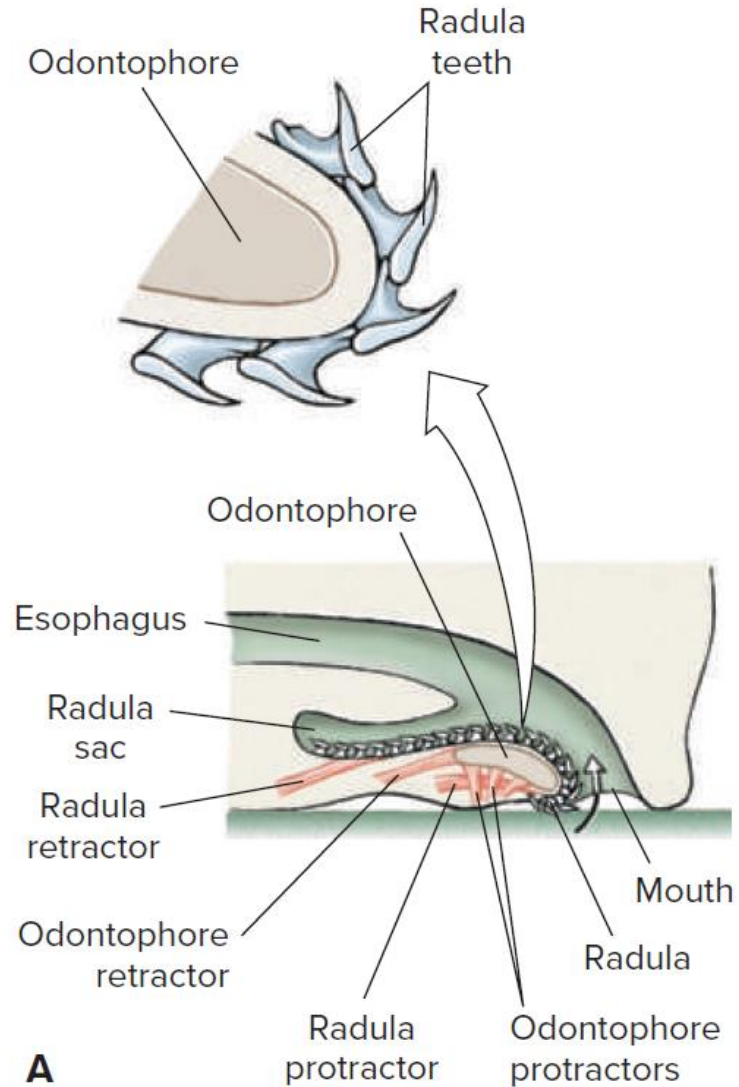
© Steve Trewella/FLPA/Science Source



周华瑞

消化系统

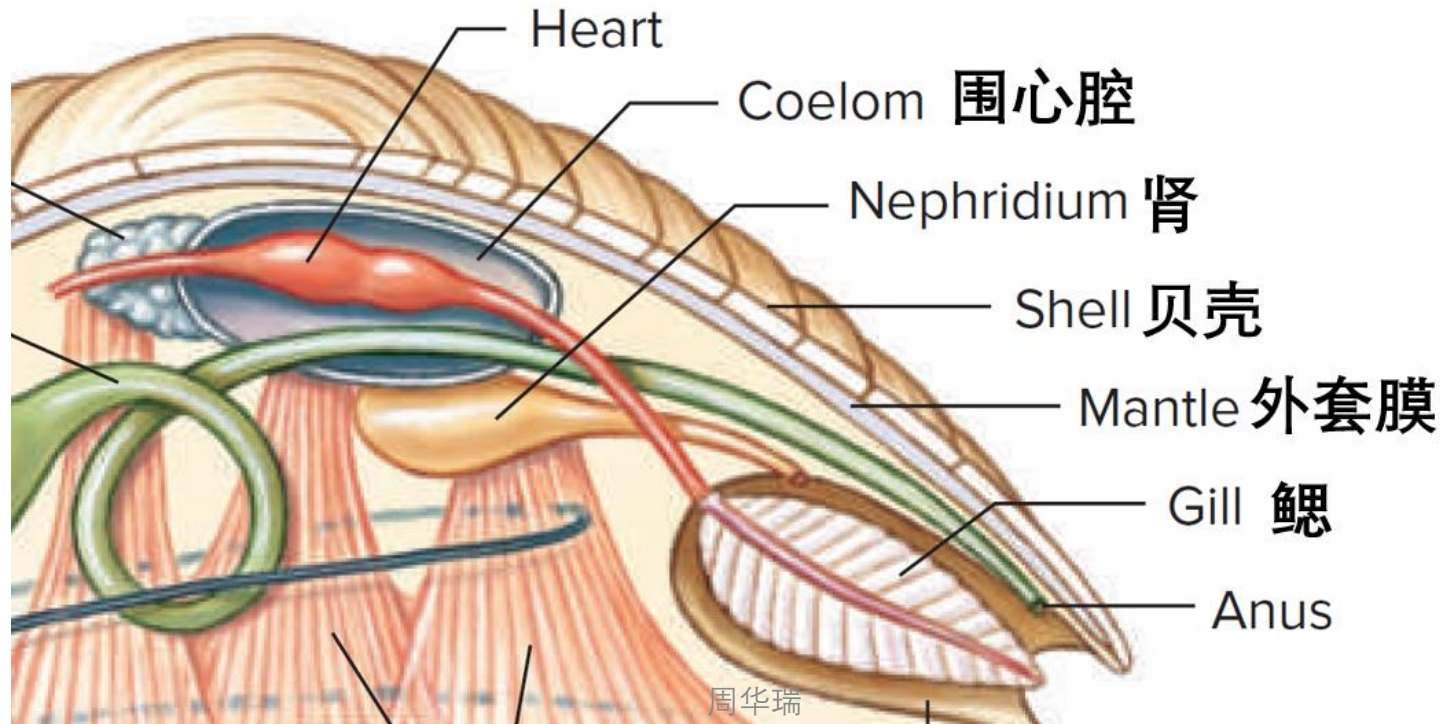
- 消化系统呈U字形，有消化腺（唾液腺、肝脏等）。除双壳纲外，口内一般有颚片和齿舌。



蜗牛齿舌的扫描电镜图

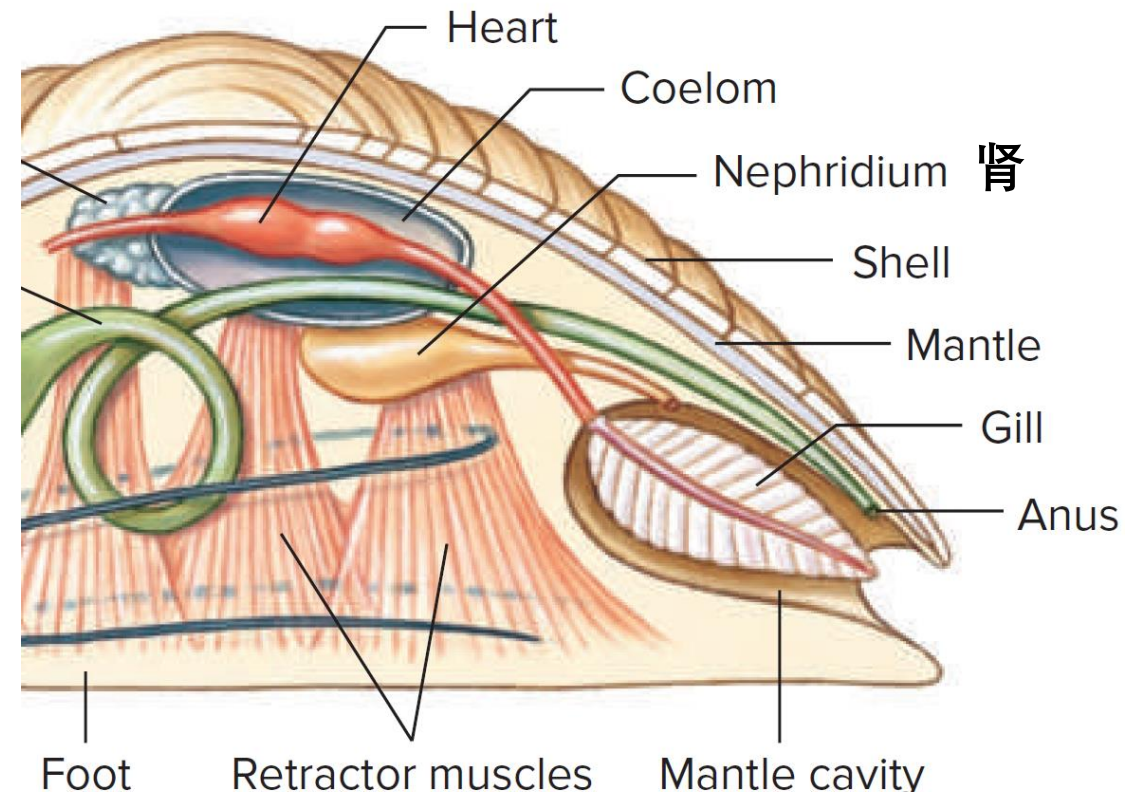
循环系统

- 初生体腔和次生体腔并存（但次生体腔极度退化，仅存于**围心腔、肾腔和生殖腔**，初生体腔存在于各组织间）
- 开管式循环系统（**头足纲十腕目例外**，为闭管式循环），心脏在**围心腔**内，通常有**一心室二心耳**（**腹足纲仅一心室一心耳**）。



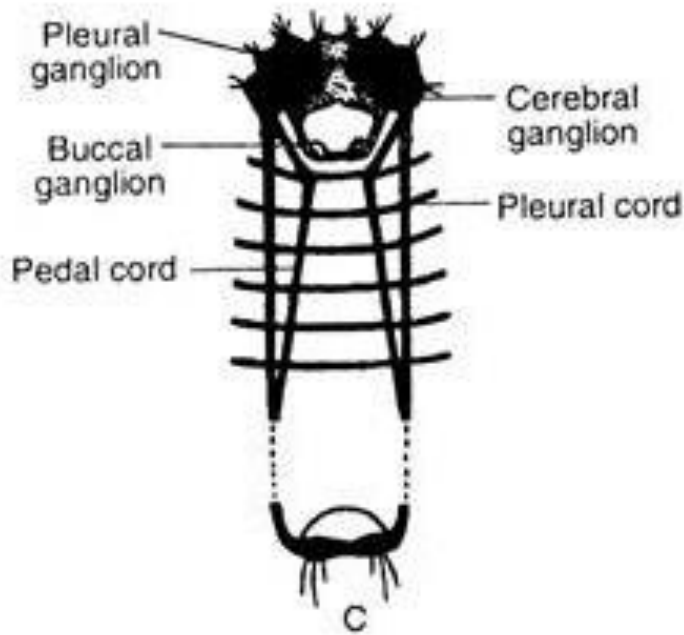
后肾型排泄系统

- 通常具肾一对(腹足纲因扭转仅具肾一个)
- 肾口与围心腔相通，肾孔开于外套腔
- 围心腔内壁有**围心腔腺(凯伯尔氏器)**，将代谢废物排于围心腔
- 这种围心腔和后肾管共同组成的排泄结构叫做**心-肾复合体**

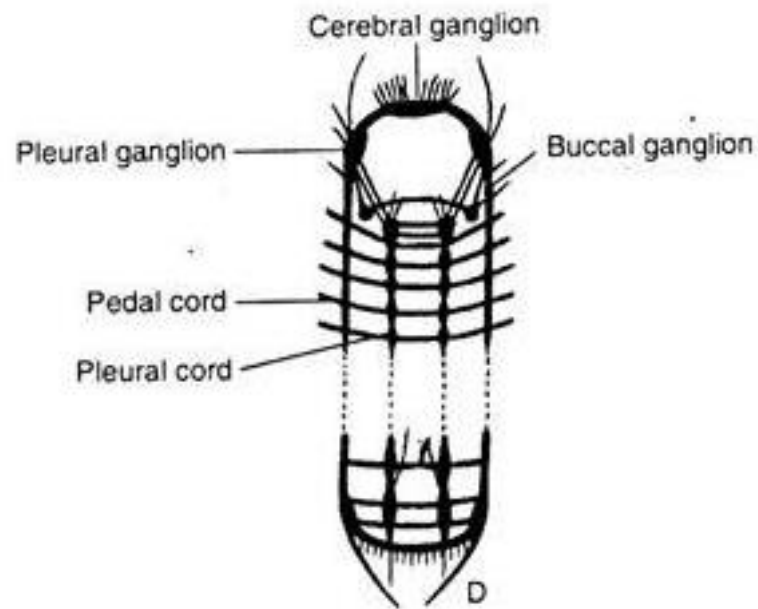


神经系统

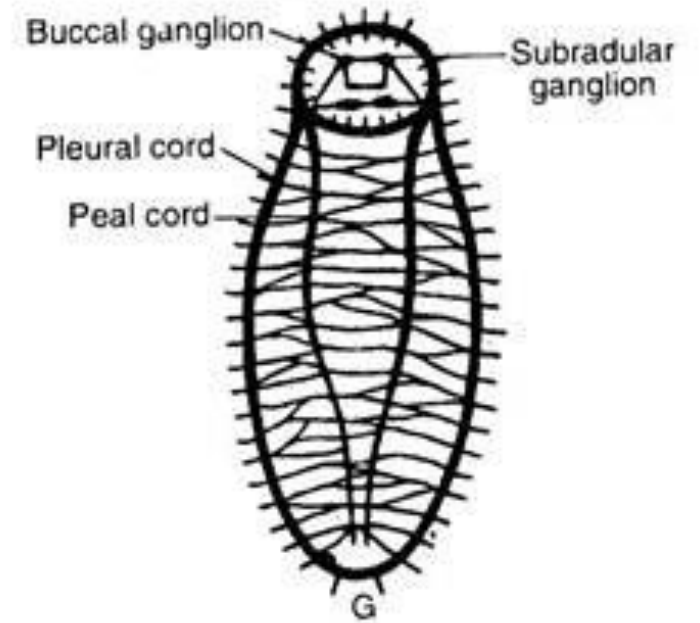
- 原始种类具梯状神经系统：无板纲、单板纲和多板纲
- 高等种类神经系统一般由脑、侧、足、脏4对神经节和之间神经连索构成



无板纲：毛皮贝



无板纲：新月贝



多板纲：石鳖

双壳纲脑神经节和侧神经节愈合

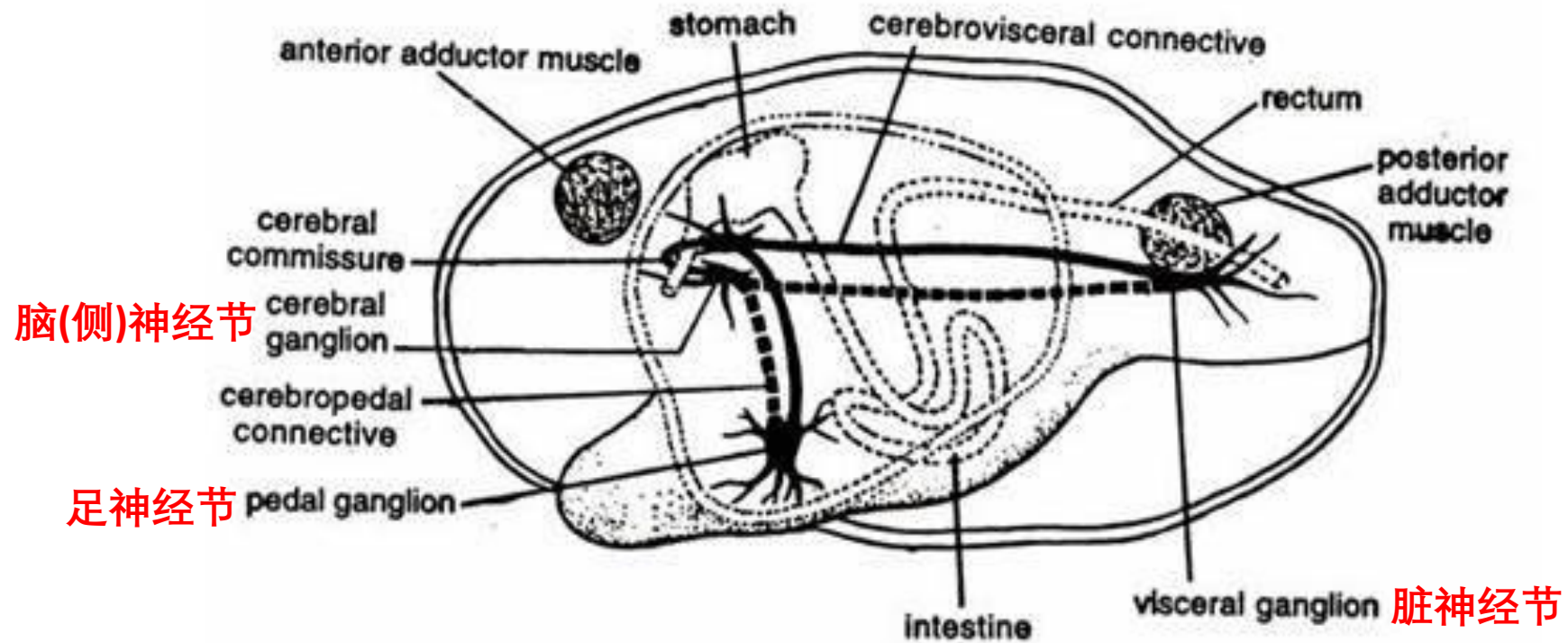
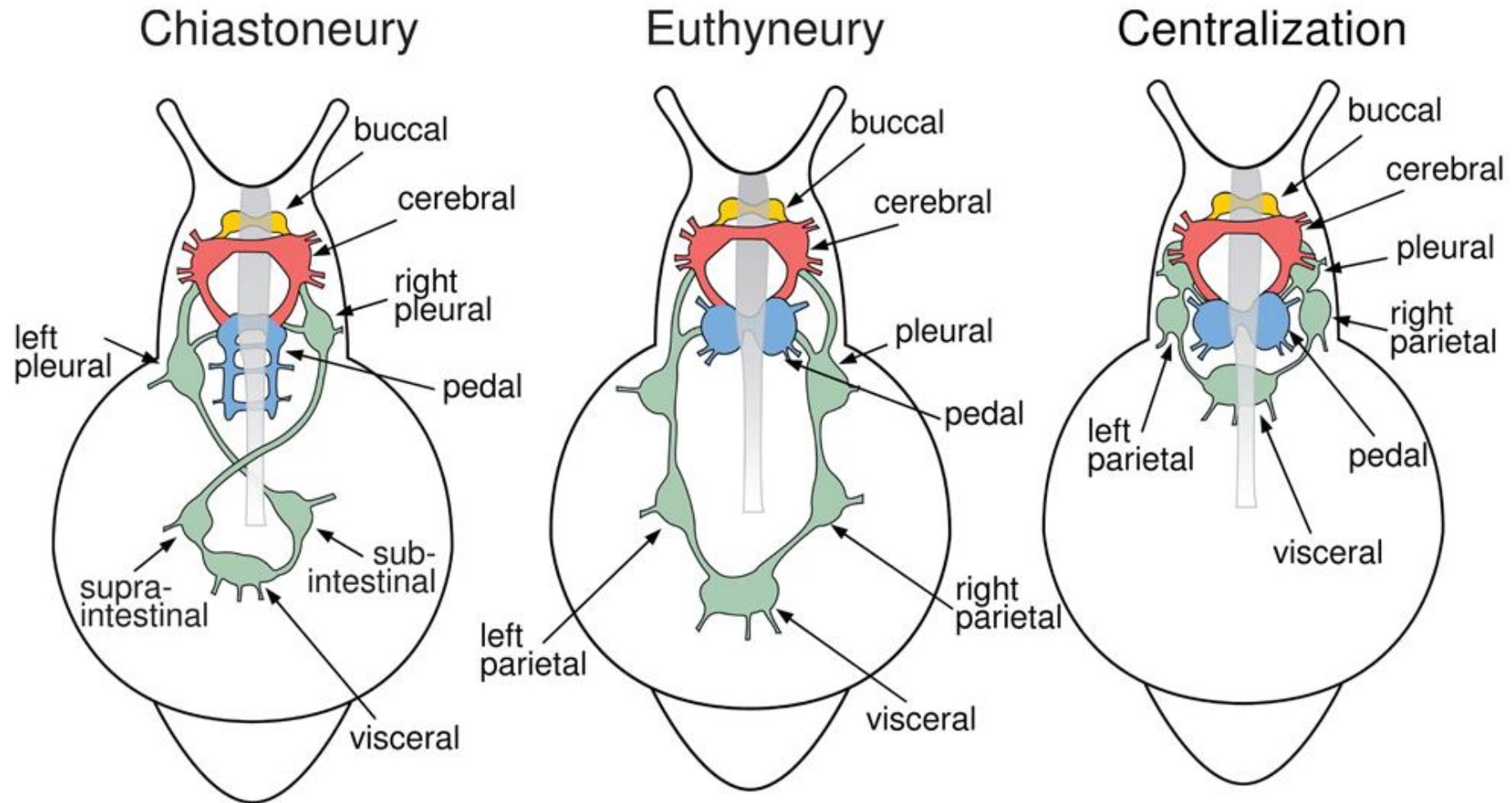


Fig. 26.7. *Lamellidens* sp. Nervous system

双壳纲神经系统

腹足纲的神经系统



扭神经：前鳃亚纲

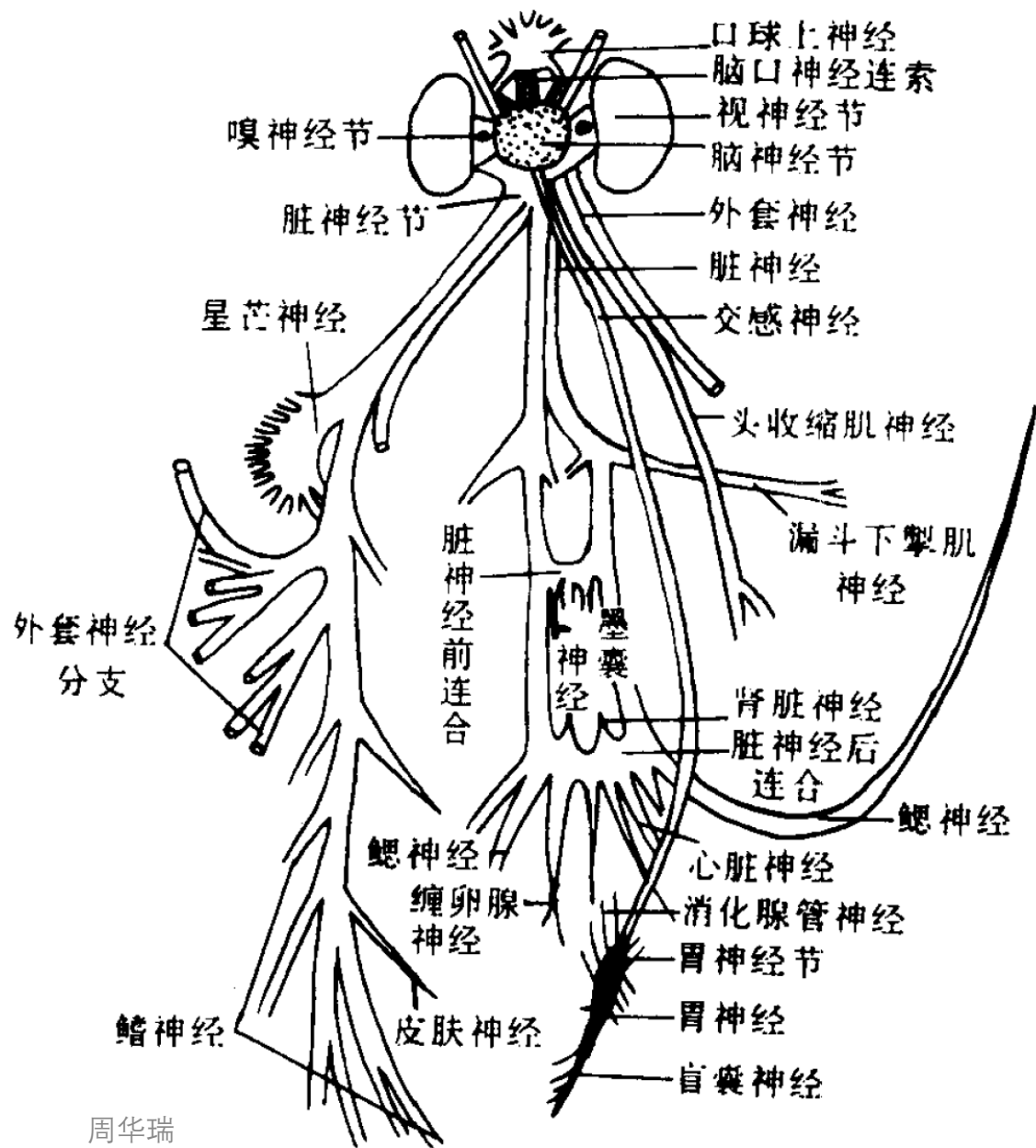
直神经：后鳃亚纲

集中化：肺螺亚纲

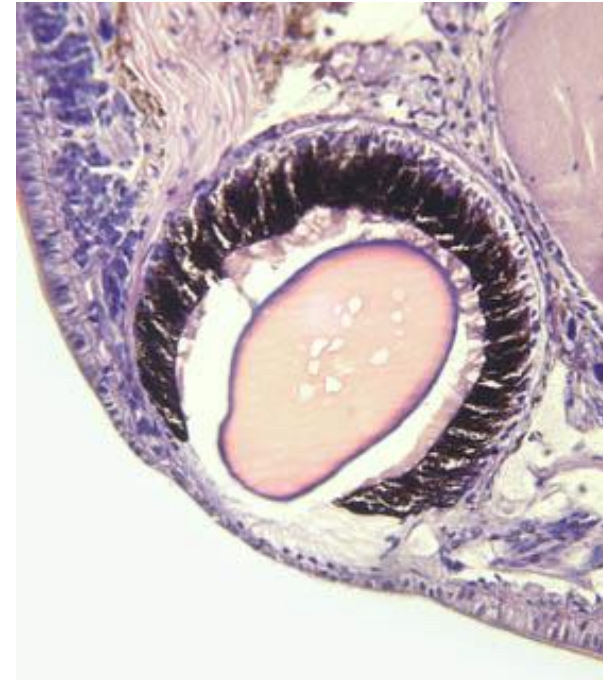
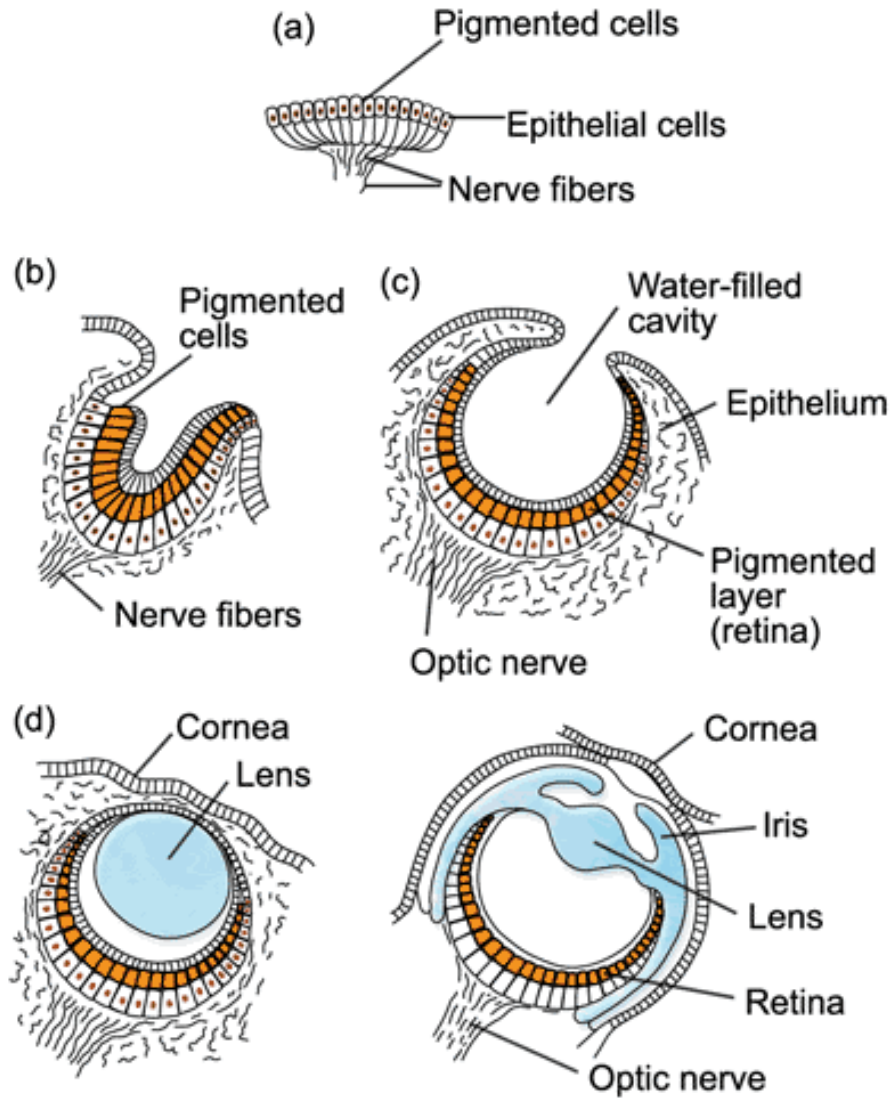
周华瑞

头足纲神经系统

- 由中枢神经系统和周围神经系统组成
- 中枢神经系统(脑)由**脑神经节、侧脏神经节和足神经节**这三对神经节组成
- 外有软骨包围

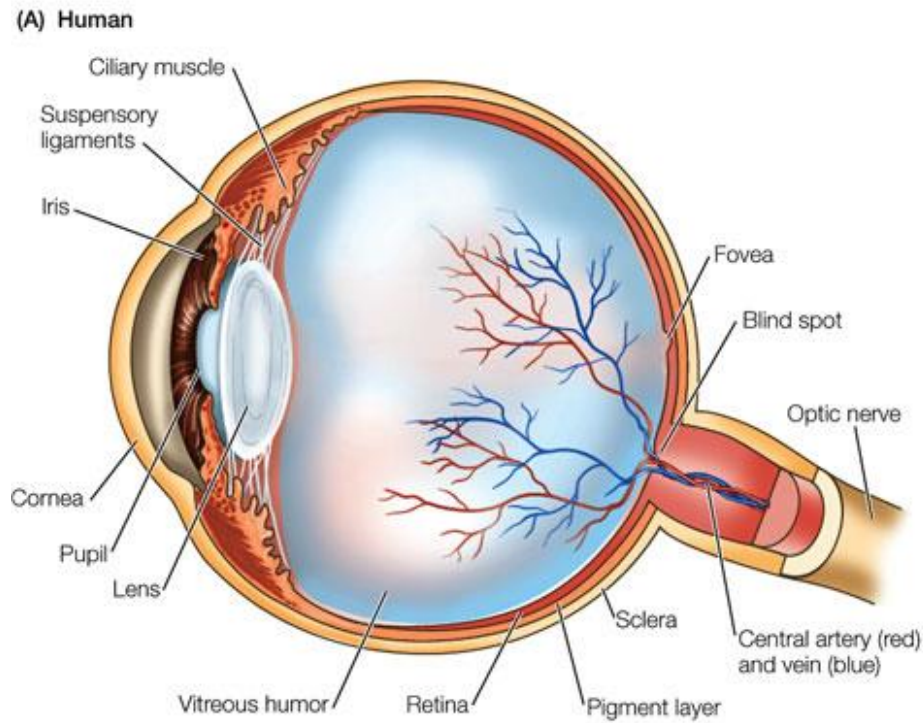


腹足纲的眼



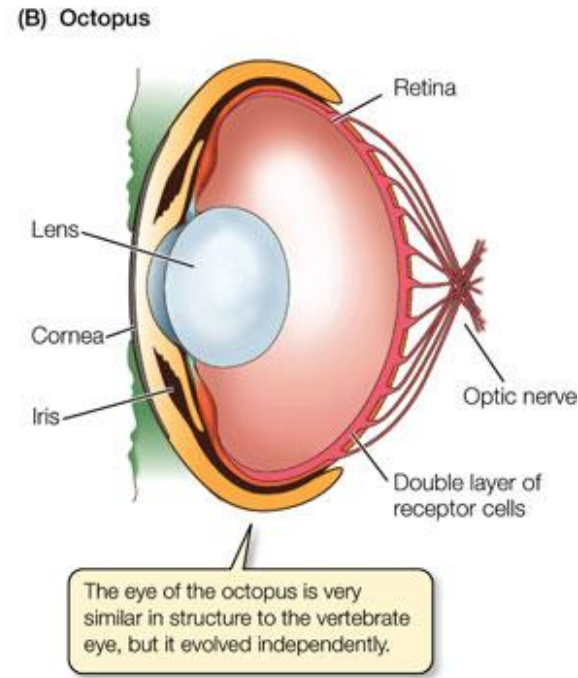
garden snail, *Helix aspersa*

头足纲的眼：与脊椎动物眼结构类似，但是平行演化而来



人眼结构

LIFE 8e, Figure 45.17



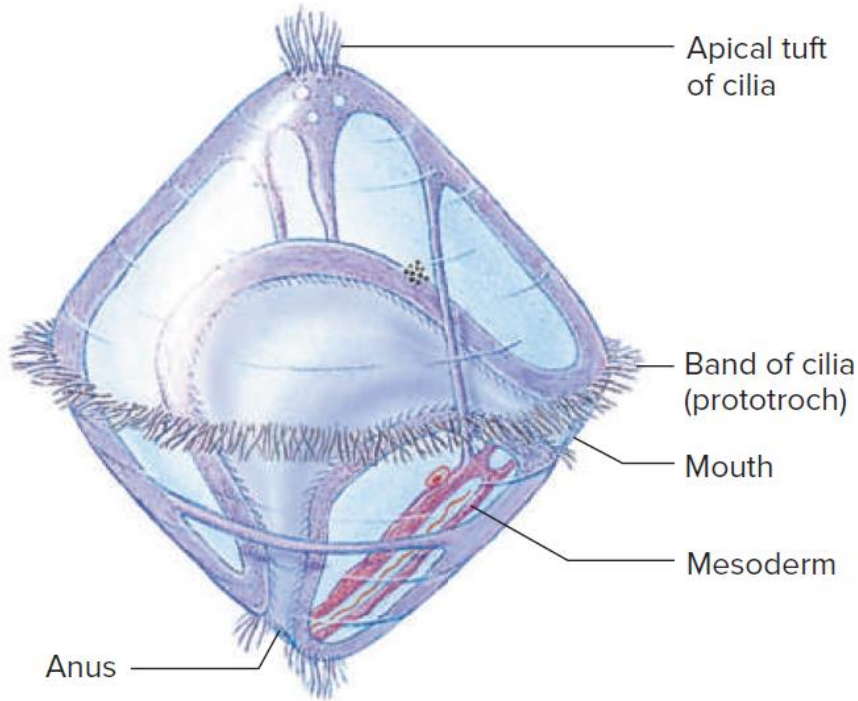
章鱼眼的结构

LIFE: THE SCIENCE OF BIOLOGY, Eighth Edition © 2007 Sinauer Associates, Inc. and W. H. Freeman & Co.

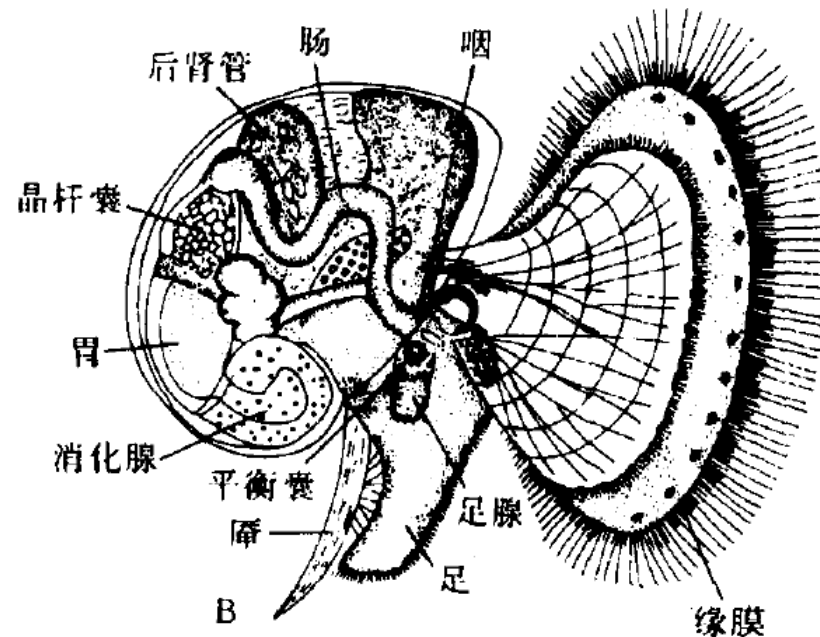


生殖和发育

- 多数种类雌雄异体，少数雌雄同体，卵生或卵胎生。间接发育的海产种类有担轮幼虫和面盘幼虫，河蚌有钩介幼虫，头足纲为直接发育。



担轮幼虫



面盘幼虫

分类依据： 贝壳和足的特征分类

七纲：无板纲、单板纲、多板纲、掘足纲、腹足纲、瓣鳃纲、头足纲

(1)无板纲：无贝壳，足退化，具腹沟，体呈蠕虫状，是最原始的软体动物。如龙女簪，产于我国南海。

(2)单板纲：贝壳一个，帽状，足扁阔。鳃及内脏器官按体节排列。如新蝶贝，是一种原始贝类的“活化石”。

(3)多板纲：背部有贝壳8枚，覆瓦状排列，呈块状。适于在岩石吸附和爬行，如石鳖。

(4)掘足纲：贝壳1个，呈牛角状，两端开口，足圆柱形，适于挖掘泥沙。如角贝。

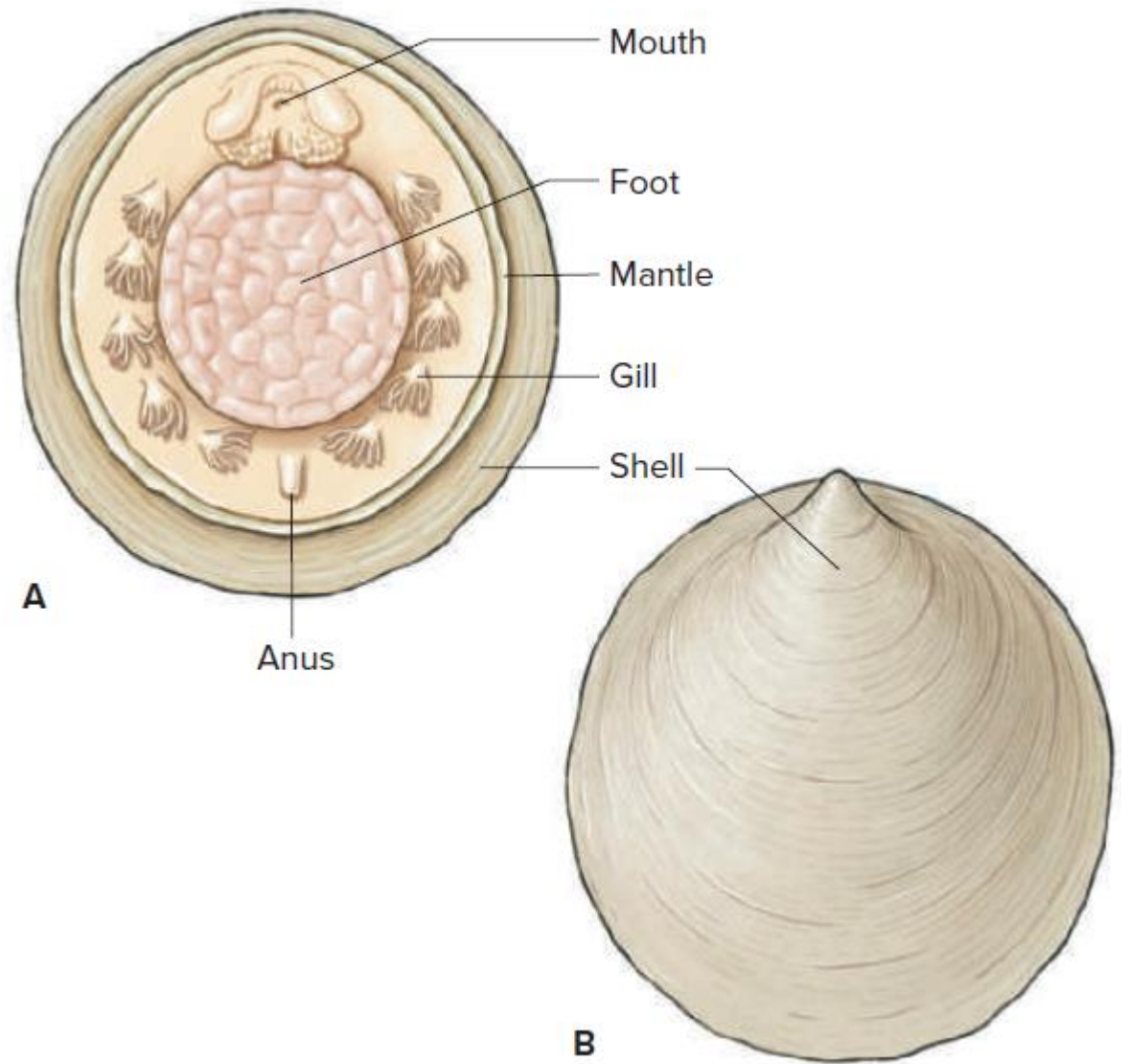
(5)腹足纲：头部明显，贝壳一般一个，螺旋状，足肥块状。

(6)双壳纲(瓣鳃纲)：贝壳两瓣，左右合抱，无头部，足斧状。

(7)头足纲：除原始种类有贝壳外，一般退化为内壳或消失，头部极发达，足特化成腕。



无板纲：新月贝

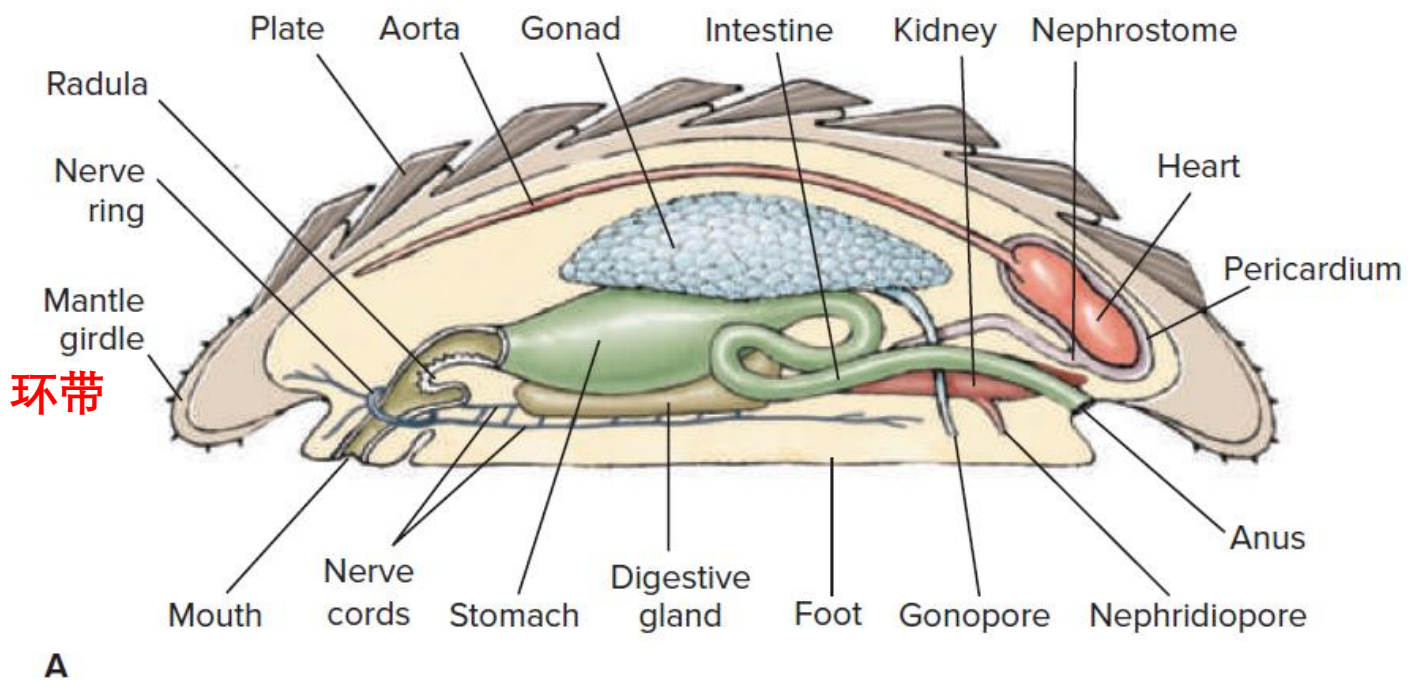


多板纲

- 1、全为海产，背部具8块贝壳，多呈覆瓦状排列。
- 2、头部不发达，无触角和眼，具齿舌。
- 3、足宽大，吸附岩石表面爬行。
- 4、具外套沟，沟两侧各有一列楯鳃。
- 5、梯型神经系统（原始性状）。
- 6、雌雄异体、间接发育，具担轮幼虫和面盘幼虫。

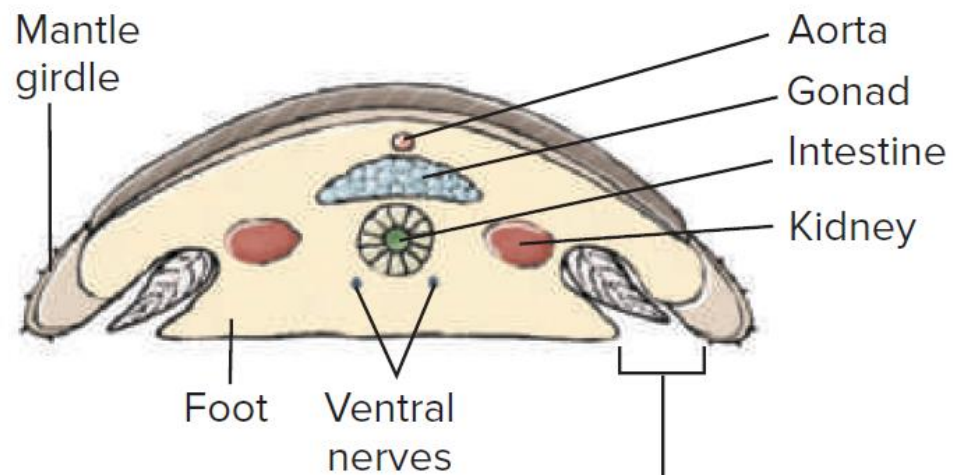


多板纲：石鳖

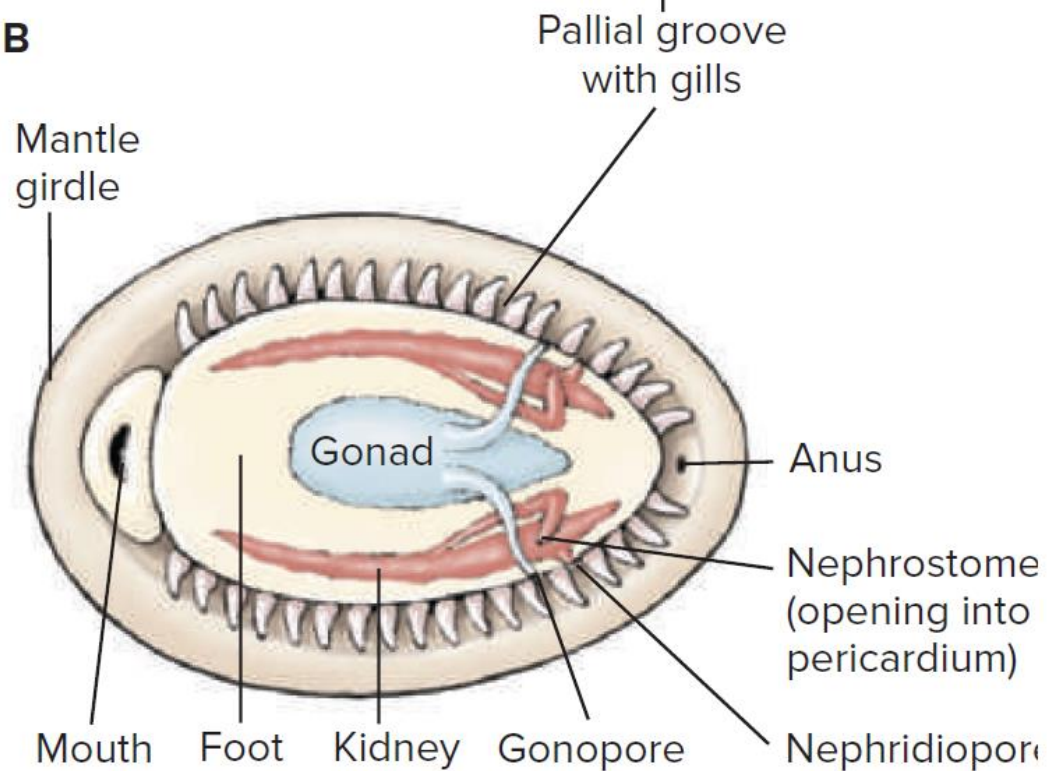


环带

A



B

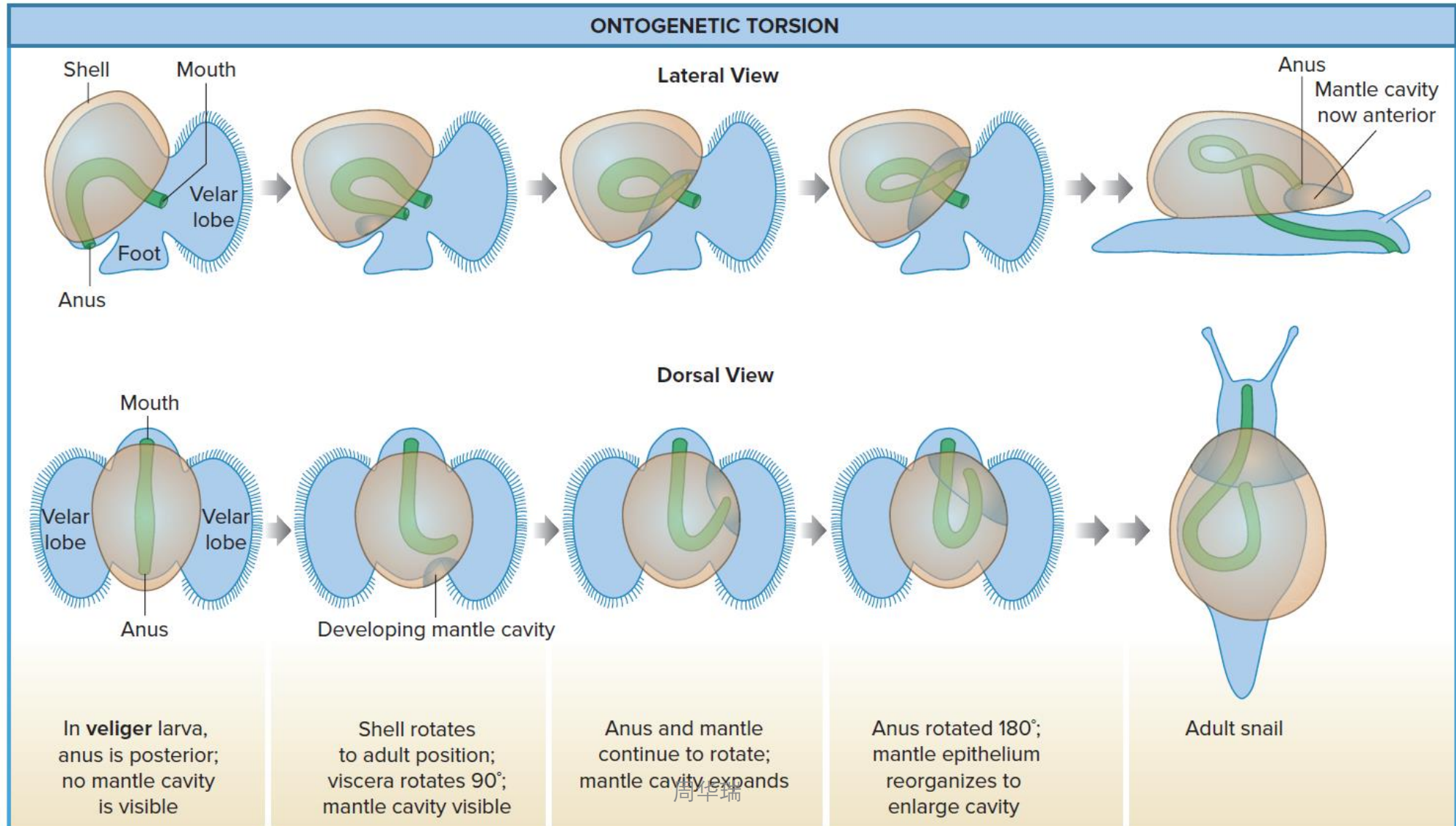


C

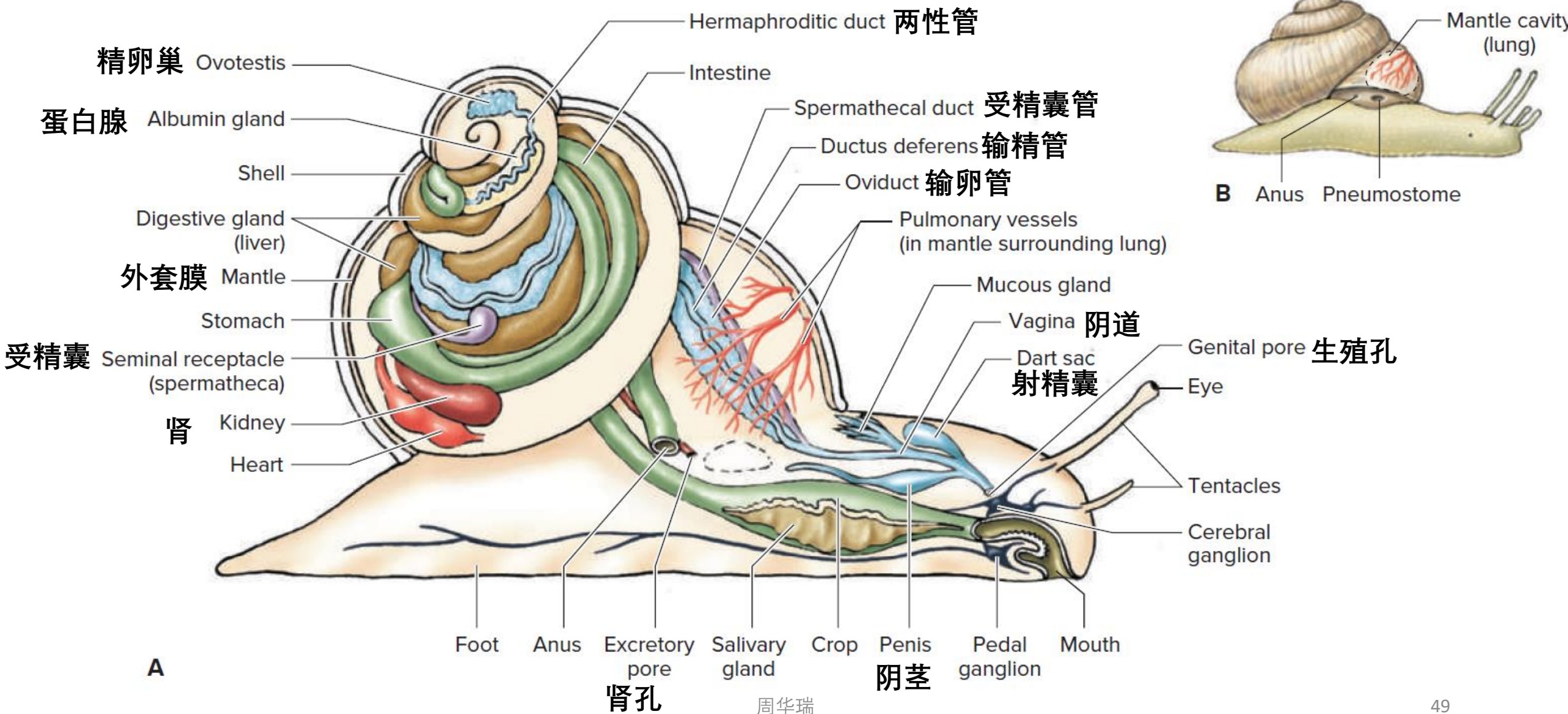
腹足纲

- 1、分布于淡水、海水和陆地；通常具一螺旋形贝壳，大多壳口具保护作用的厣(读作眼)
- 2、头部发达，具眼和触角(1-2对)，口腔形成口球，齿舌发达。
- 3、足发达，叶状，位腹面，故称腹足类。
- 4、内脏团左右不对称，由于扭转，仅**一侧内脏器官(如鳃、肾、心耳等)保留**，而另一侧的消失。
- 5、**前鳃亚纲**侧、脏神经索扭成“8”字形。
- 6、水生种类多雌雄异体、而陆生种类为雌雄同体，陆生种类为直接发育，海产种类间接发育，常有担轮幼虫和面盘幼虫时期。

腹足纲海生种类经面盘幼虫扭转成为成体



蜗牛的结构



腹足纲的细分

分类依据：内脏团扭转情况和呼吸器官（鳃）的位置

- 1.前鳃亚纲**：具外壳、壳口具厣，头部一对触角，鳃位于心室前方，侧脏神经索“8”字形扭转。如鲍鱼、钉螺、沼螺、中华圆田螺和虎斑宝贝（国家二级保护动物）
- 2.后鳃亚纲**：壳小或退化，触角常1~2对，鳃位于心室后方，侧脏神经索不扭转。如海兔、海牛等
- 3.肺螺亚纲**：壳小或退化，外套膜特化成的肺囊呼吸。水生种类一对触角，陆生种类两对触角，侧脏神经连索不扭转。如蜗牛、锥实螺、蛞蝓等。



*Oncomelania
hupensis*

前鳃亚纲：钉螺



前鳃亚纲：虎斑宝贝



后鳃亚纲：海兔



肺螺亚纲：非洲大蜗牛

周华瑞

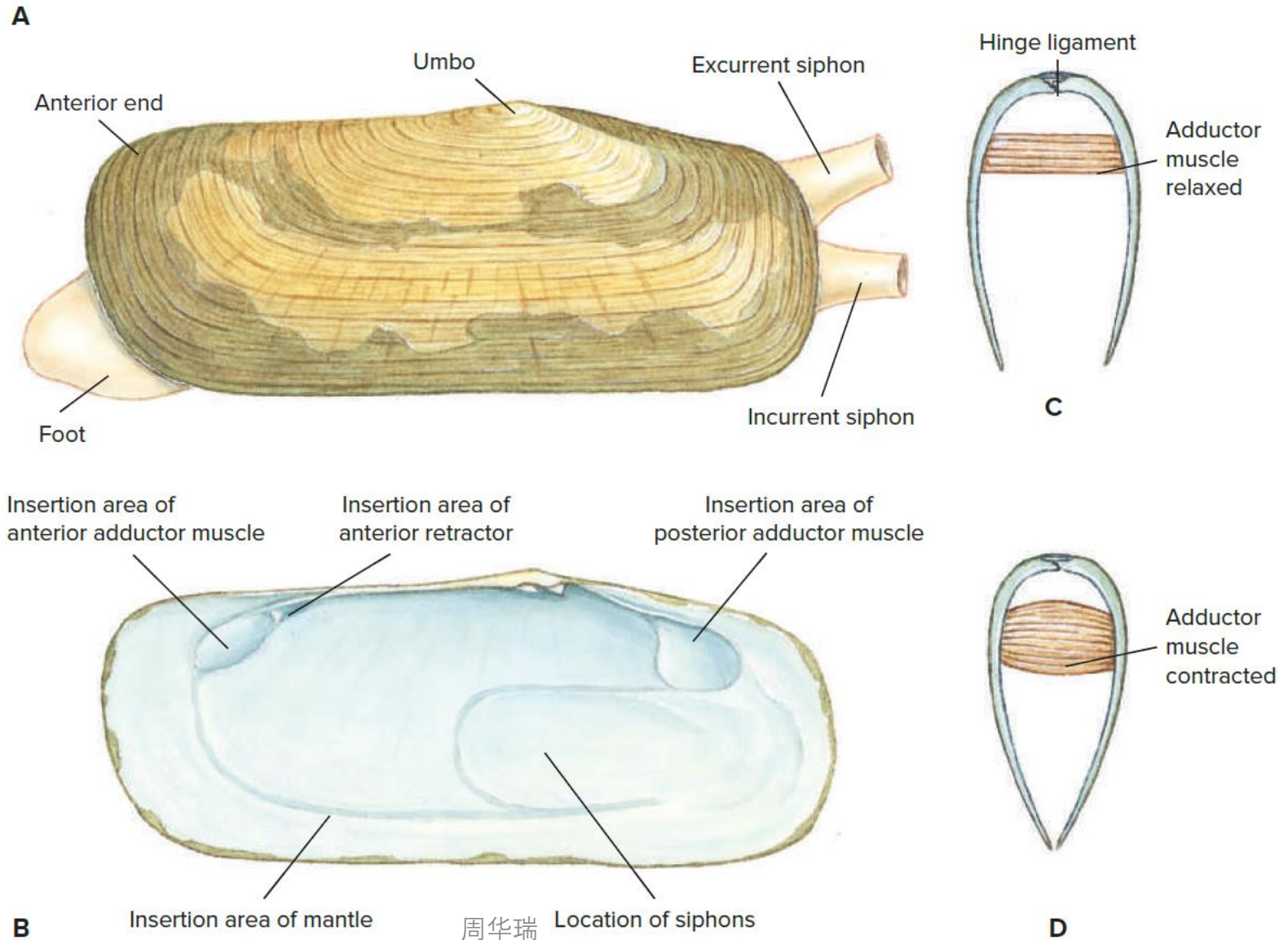


肺螺亚纲：蛞蝓

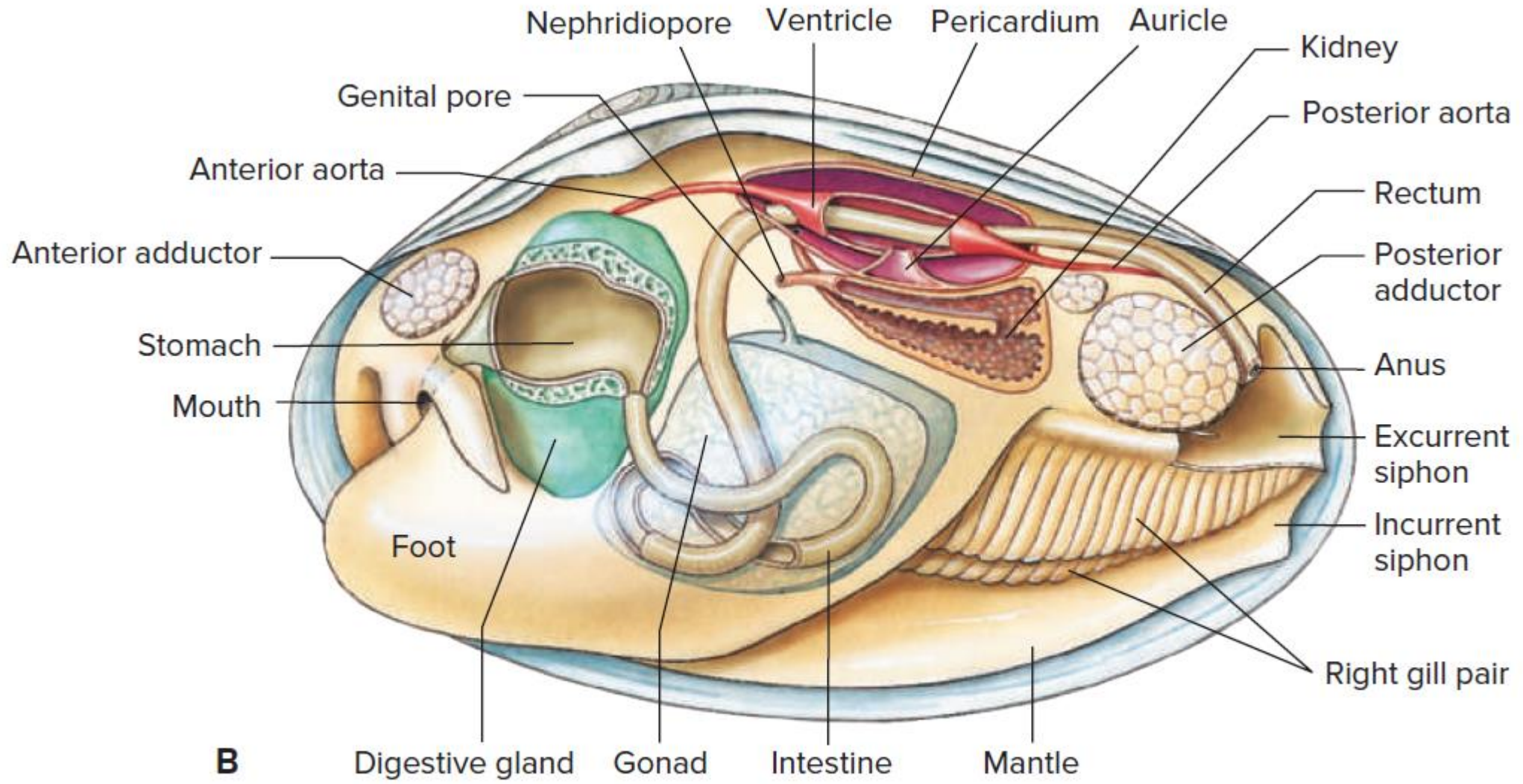
双壳纲

- 1、为水生，多海产，体具二片外套膜及两片贝壳(故双壳类)。
- 2、**头部消失**，无触角及感官(故又名无头类)、**无齿舌**。
- 3、足多呈斧状(又称斧足类)。
- 4、鳃1-2对，大多为瓣状鳃(故名瓣鳃类)。
- 5、神经系统不发达，由脑、足、脏三对神经节组成。
- 6、多**雌雄异体**，海产种类发生时常有担轮幼虫和面盘幼虫，淡水蚌则有钩介幼虫。

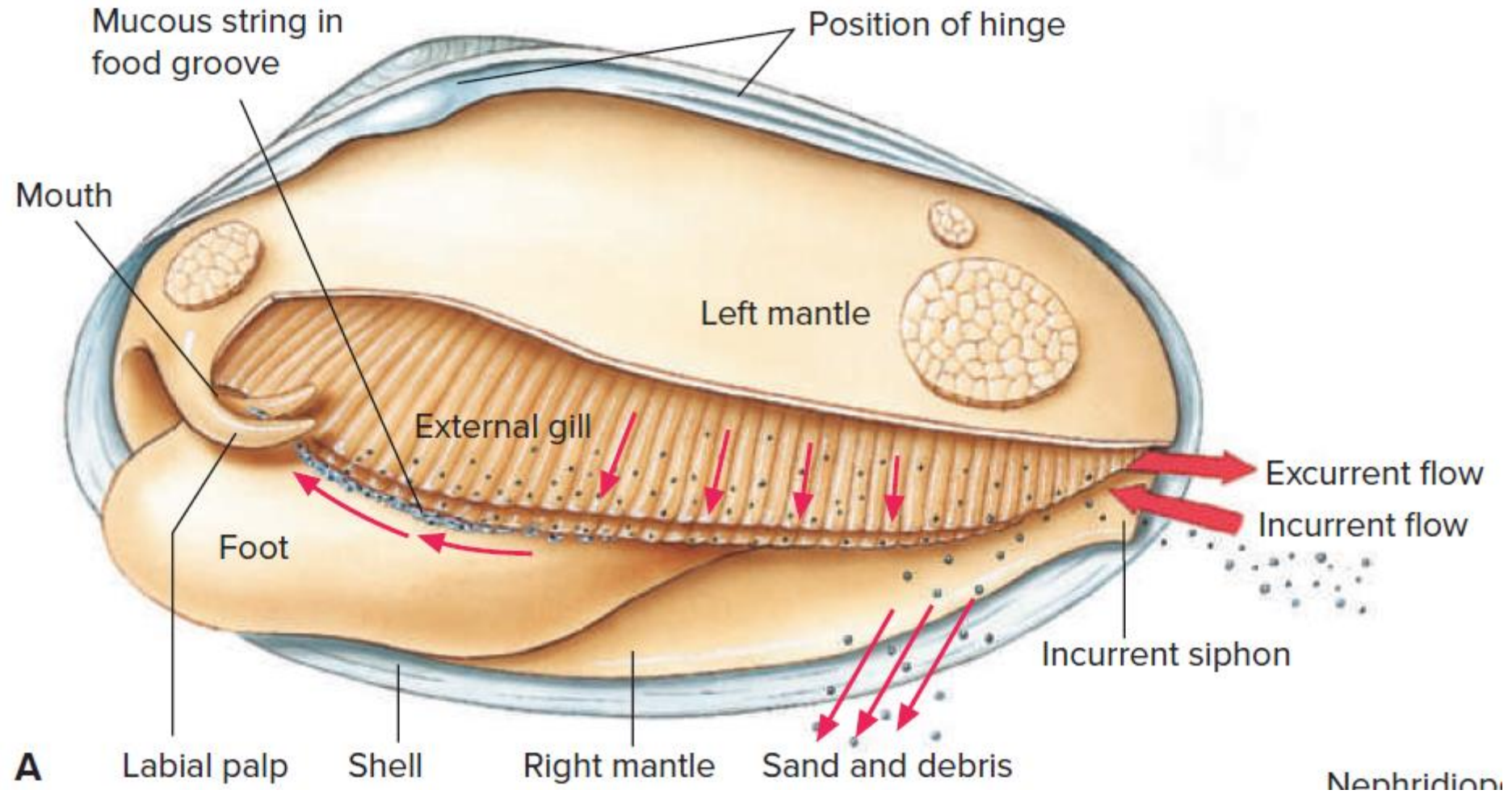
双壳纲通过闭壳肌控制左右壳开闭



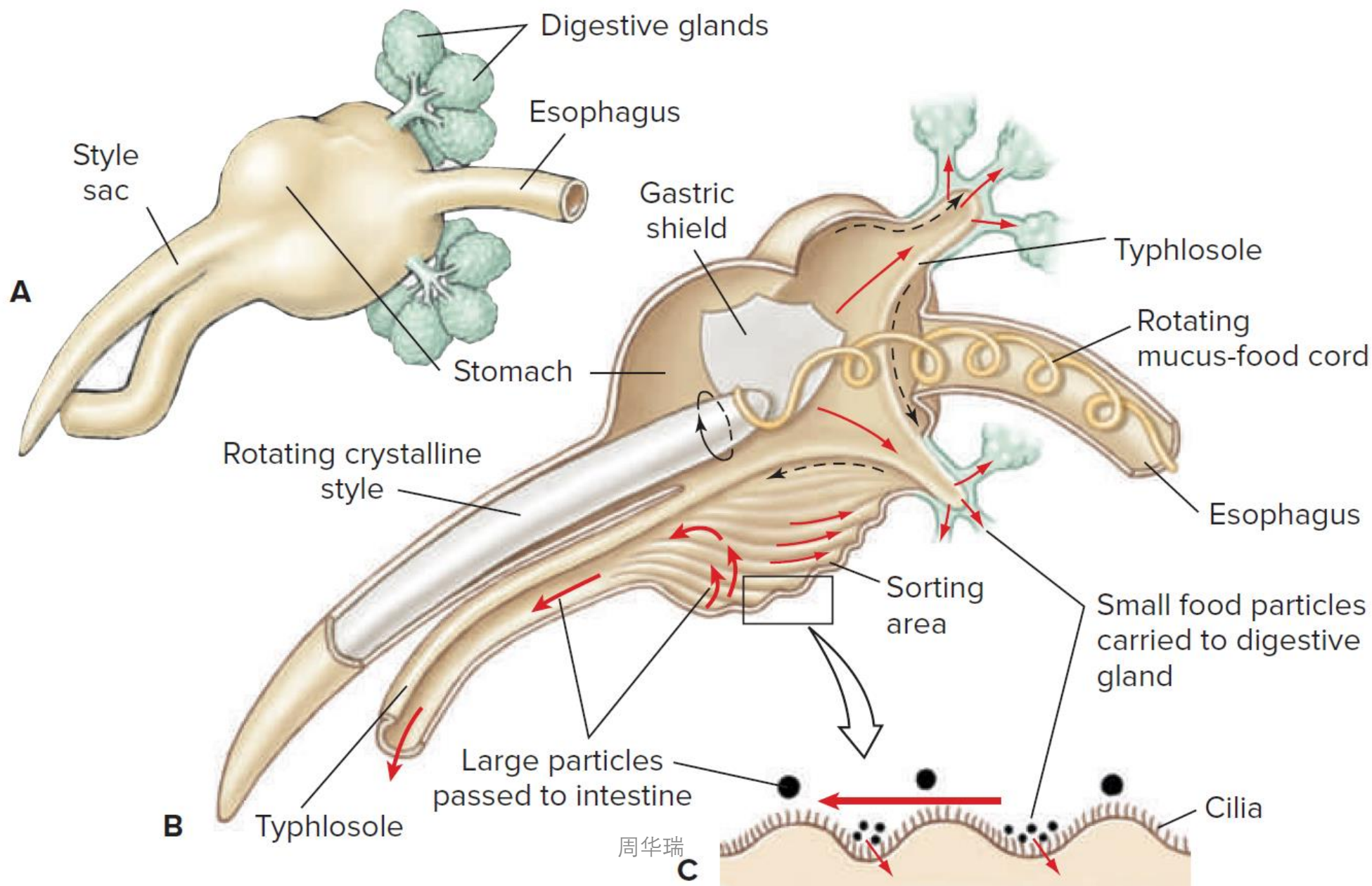
双壳纲整体结构



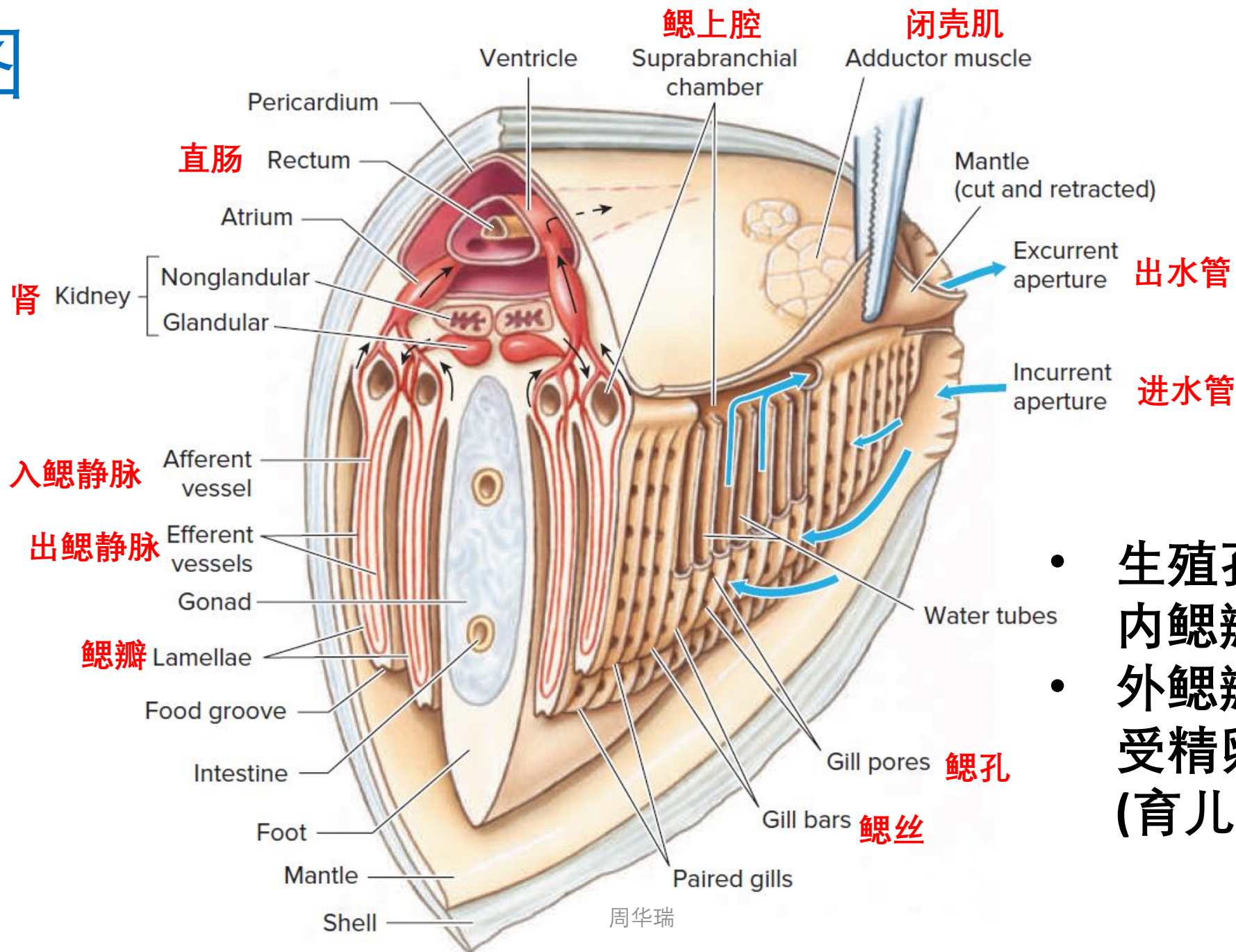
双壳纲滤食的方式



双壳纲胃中用晶杆来消化食物

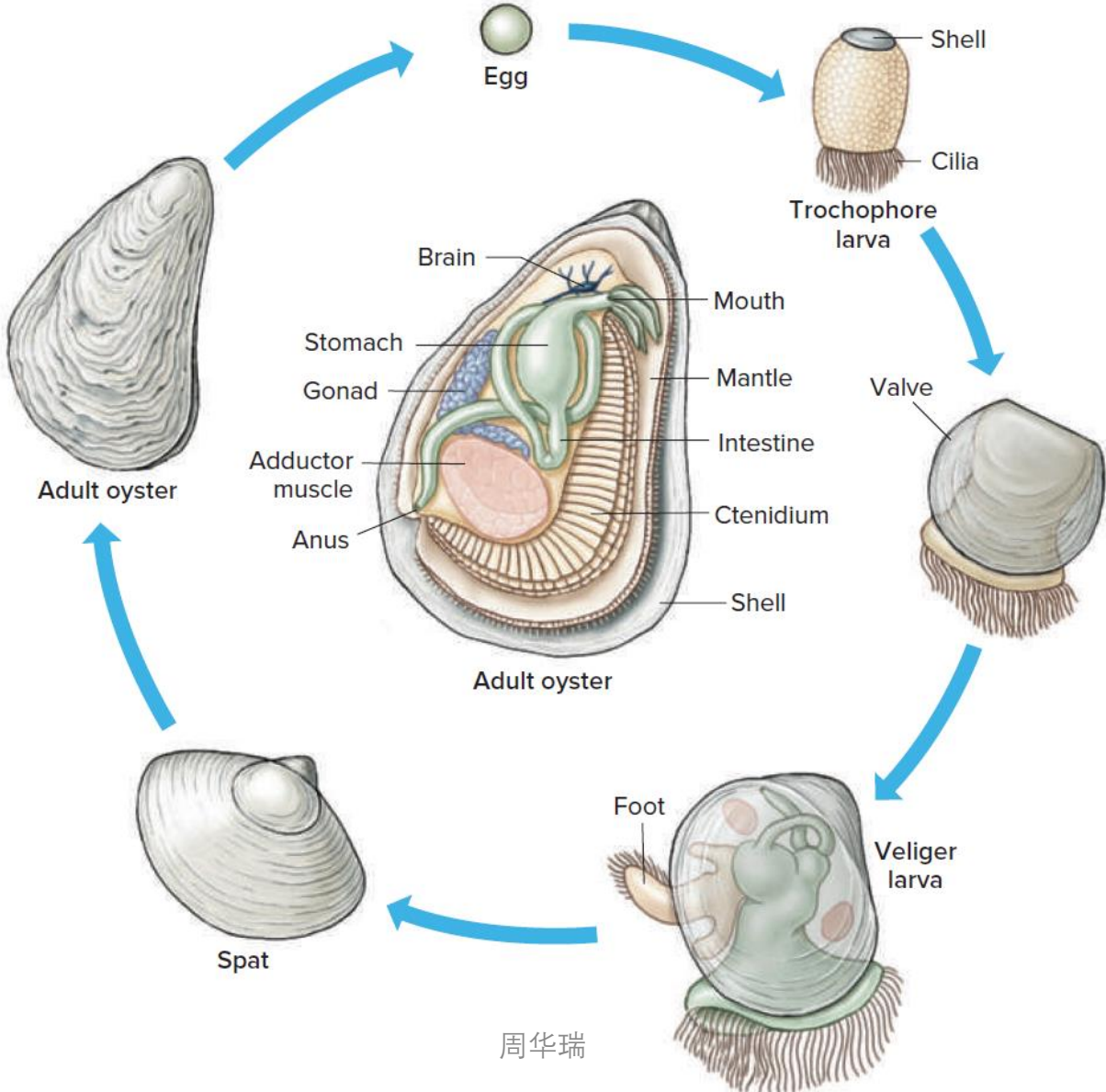


横切图



- 生殖孔、肾孔开于内鳃瓣的鳃上腔
- 外鳃瓣的鳃上腔是受精卵发育的地方(育儿囊)

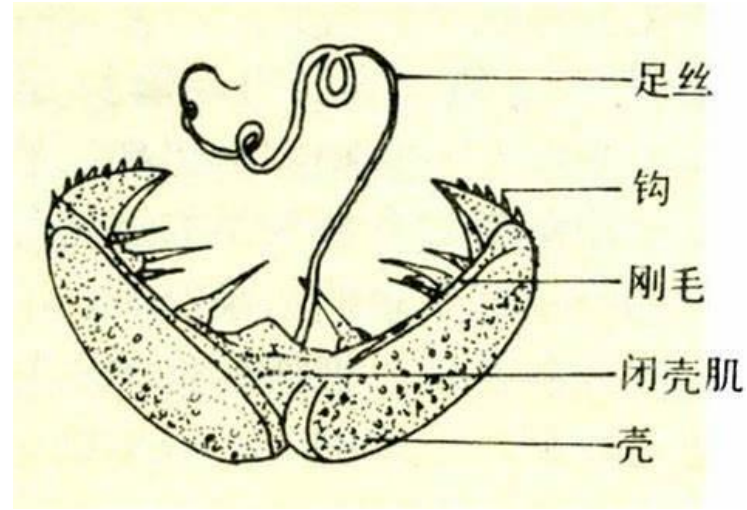
海产种类经担轮幼虫和面盘幼虫期：如牡蛎



周华瑞

淡水种类具有钩介幼虫

- 鳊鲃鱼与蚌之间的生殖合作
- 鳊鲃鱼产卵于蚌的外套腔中，蚌的钩介幼虫附着在鳊鲃鱼的鳃、鳍等处



B

头足纲

- 1、全为海产，原始种类如鹦鹉螺有外壳，大多种类的壳在外套膜下，质轻而疏松，有利于游泳，有的种类贝壳完全退化。
- 2、头部发达，有眼一对，口腔内有一对**顎片**和**齿舌**。
- 3、足演化为**腕与漏斗**，腕在口的周围。
- 5、多数种类有墨囊(鹦鹉螺例外)，循环系统在本纲高级类群**十腕目(如乌贼)**为**闭管式**。
- 6、神经系统高度发达，有**头软骨保护的脑**。
- 7、雌雄异体，直接发育。

头足纲的细分

四鳃亚纲：体外具壳，鳃2对，触腕多。 例如鹦鹉螺——活化石

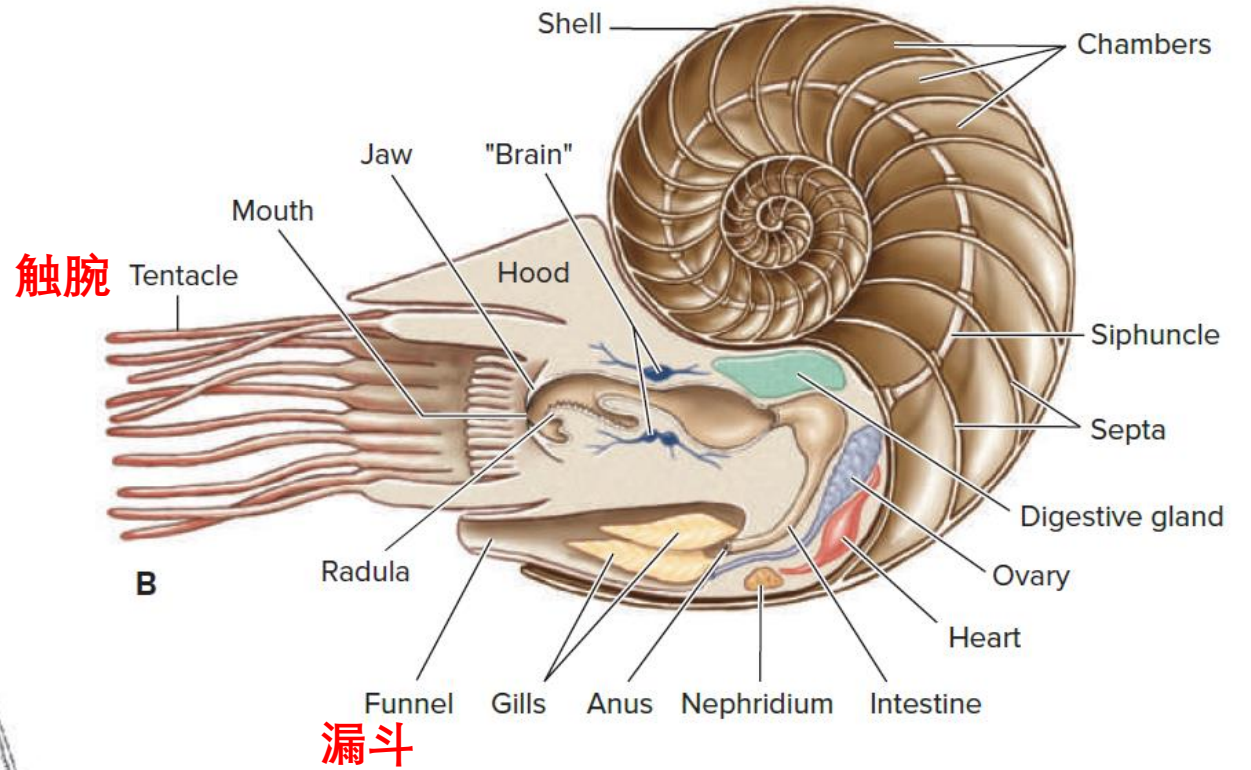
二鳃亚纲：壳在体内或退化、消失，腕8~10个（十腕目、八腕目），鳃1对、具鳃心

鹦鹉螺

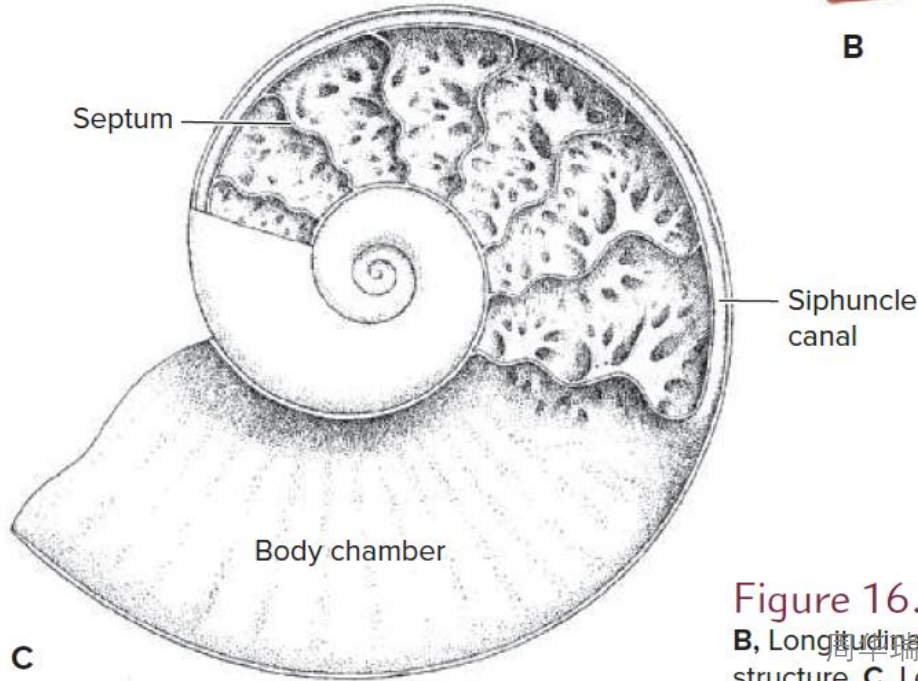


© Michael Aw/Photodisc/Getty Images

A



B



C

Figure 16.38 *Nautilus*, a cephalopod. **A**, Live *Nautilus*. **B**, Longitudinal section, showing gas-filled chambers of shell, and diagram of body structure. **C**, Longitudinal section through shell of an ammonoid.

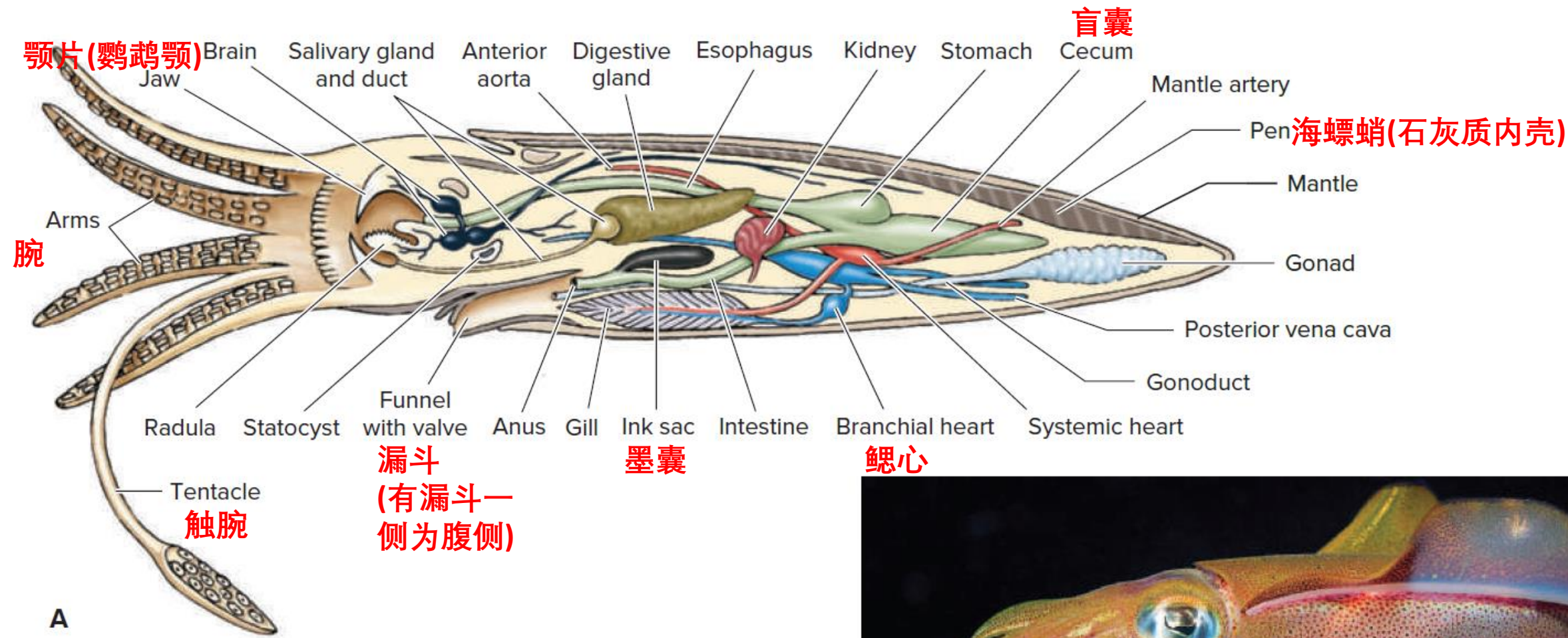


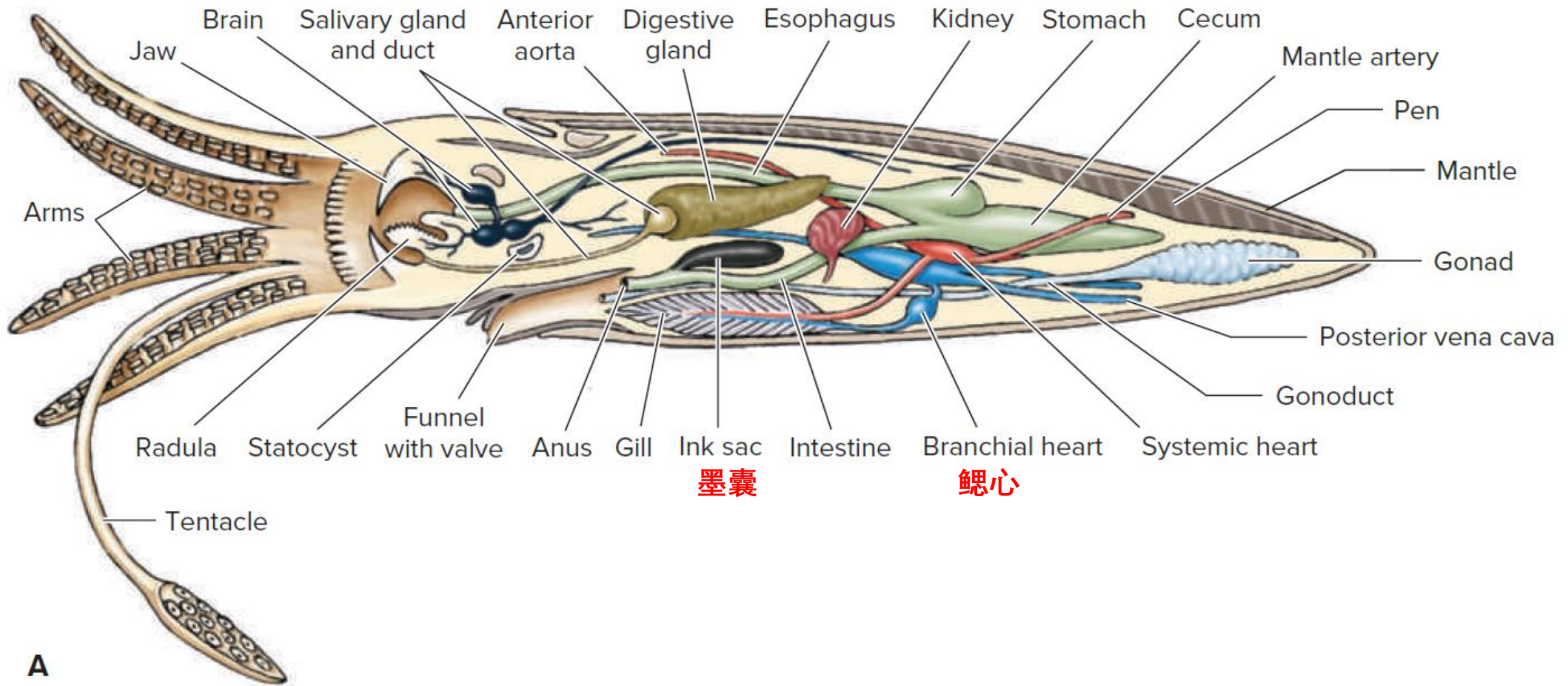
Figure 16.40 **A**, Lateral view of squid anatomy, with the left half of the mantle removed. **B**, *Loligo vulgaris*, from the Mediterranean Sea, Kas, Turkey Figure.



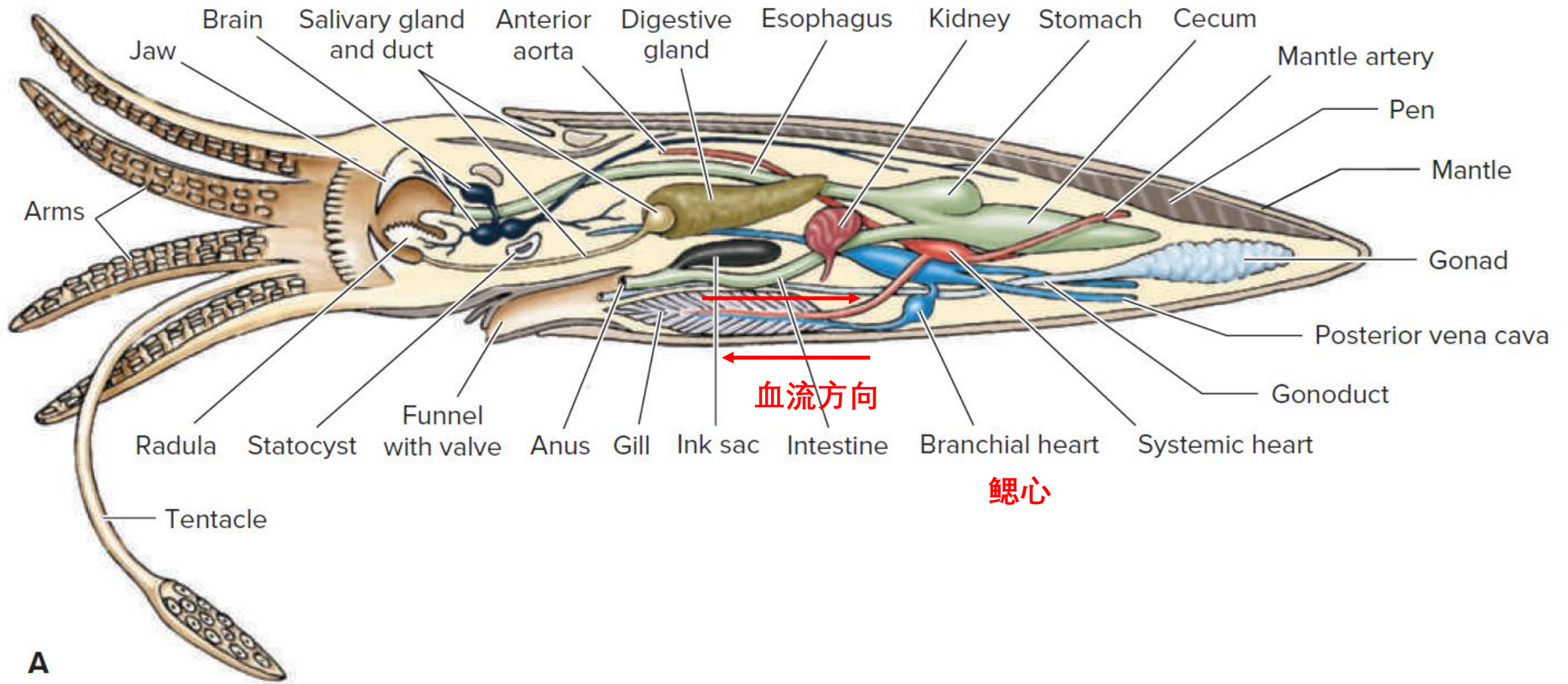
乌贼的内部结构

周华瑞

© Borut Furlan/Getty Images



- 墨囊**：乌贼等头足类动物在**直肠的末端**近肛门处有一导管，连一梨形小囊，即**墨囊**。囊内腺体可分泌墨汁，经导管由肛门排出，使周围海水成黑色，借以**隐藏避敌**，乌贼之名来源于此。



- **鳃心**：乌贼等头足类动物除心室能搏动外，还有**两个鳃心**亦可搏动。鳃心位于二鳃基部，为此处入鳃静脉血管膨大所形成，其壁为海绵质，能收缩，可加快静脉血入鳃的速度，加速气体交换，增强循环、代谢效率。

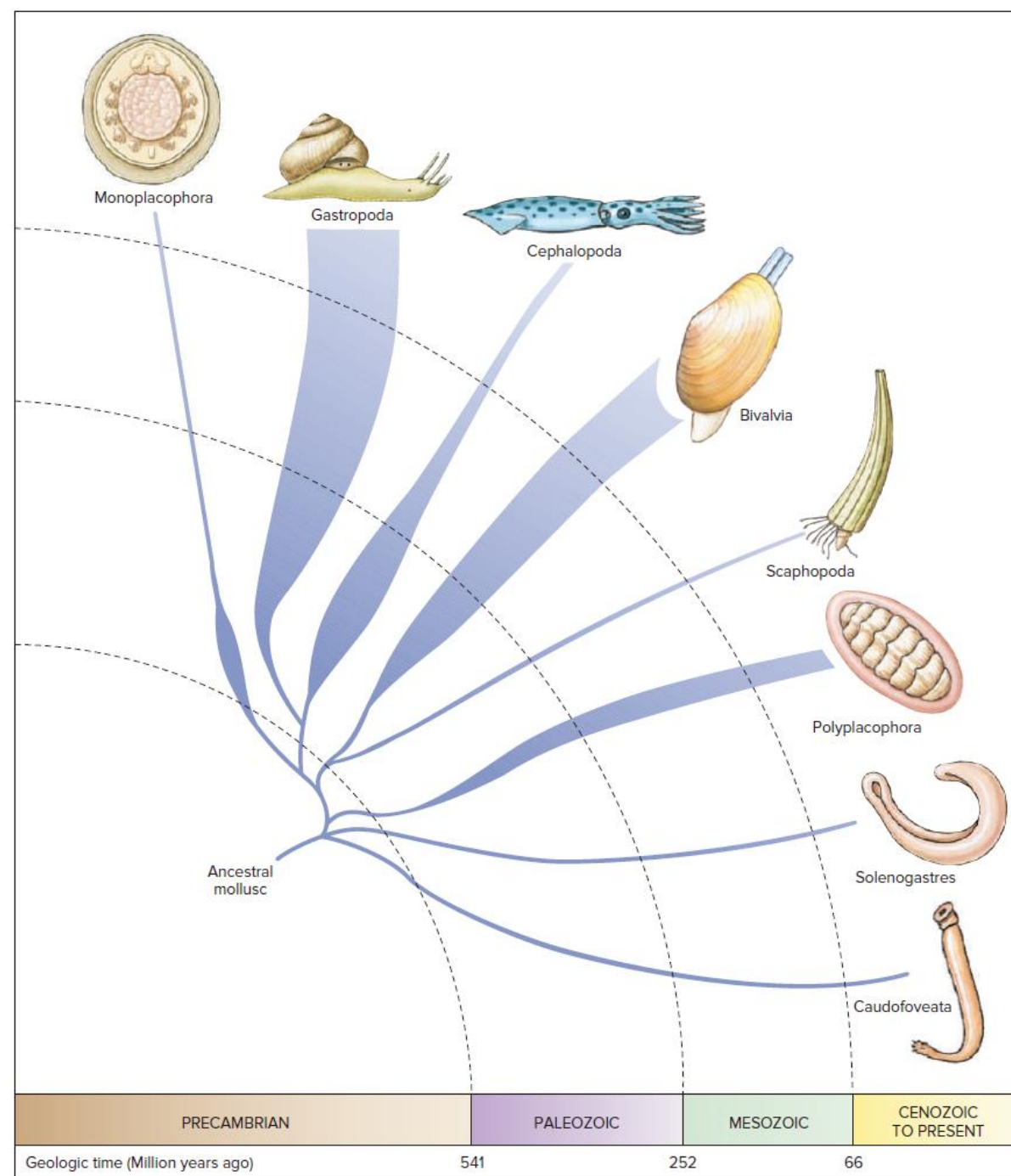


Figure 16.43 Classes of Mollusca, showing their derivations and relative abundance.