

★ 中学教师培训教材

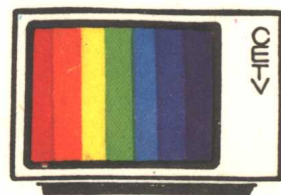
• 卫星电视教育、教育学院、函授、自学通用 •



动物学

★ 下册 ★ 刘恕 主编

高等教育出版社



中学教师培训教材
卫星电视教育、教育学院、函授、自学通用

动 物 学

下 册

刘 恕 主编

高等教育出版社

中学教师培训教材
卫星电视教育、教育学院、函授、自学通用

动 物 学

下 册

刘 恕 主编

*

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

上海市印刷三厂印装

*

开本 787×1092 1/16 印张 22 字数 498,000

1987年11月第1版 1987年11月第1次印刷

印数0,001—5,340

ISBN7-04-000857-2/Q·56

定价3.40元

出版说明

为了贯彻落实《中共中央关于教育体制改革的决定》提出的“争取在五年或者更长一点的时间内使绝大多数教师能够胜任教学工作”的任务，国家教育委员会决定通过各种培训渠道（包括卫星电视教育、教育学院、函授等）有计划、有步骤地对现有中小学教师进行培训提高，并在全国范围内组织编写中小学教师的培训教材。

国家教育委员会委托我社根据原教育部制订的中学教师进修高等师范专科各专业教学计划 and 教学大纲的规定，负责组织编写并出版卫星电视教育使用的初中教师进修高等师范专科专业课程教材，并且要求这套教材同时也能适用于教育学院、函授等培训形式。我社在全国范围内按专业组织了有关学者、专家、教师，认真分析初中教师在职进修和自学的特点，结合当前教学改革的要求，开展了编写工作。这套培训教材涉及到初中教师进修高等师范专科十二个专业（汉语言文学、历史、政治教育、英语、数学、物理、化学、生物、地理、体育、音乐、美术）全部专业课程的教科书和参考书（包括学习指导书、实验指导书、参考资料、作品选等），供全国参加卫星电视教育、教育学院、函授进修高师专科或自学的初中教师选用。

目 录

(下册)

第二编 脊椎动物学

第十五章 脊索动物门概述	1
第一节 分类简况	1
第二节 脊索动物门的主要特征	1
第三节 脊索动物的起源和演化	4
复习题	6
第十六章 原索动物	8
第一节 尾索动物亚门	8
一、代表动物——海鞘	8
二、尾索动物亚门分类概况	10
三、尾索动物亚门的主要特征	12
四、尾索动物的研究在生物学上的意义	12
第二节 头索动物亚门	13
一、代表动物——文昌鱼	13
二、文昌鱼的胚胎发育	18
三、头索动物在演化上的地位	20
四、头索动物亚门分类概况	21
复习题	21
第十七章 脊椎动物亚门	22
第一节 脊椎动物躯体的基本结构和功能	22
一、皮肤系统	22
二、骨骼系统	23
三、肌肉系统	30
四、体腔	30
五、消化系统	31
六、呼吸系统	32
七、循环系统	33
八、排泄系统	35
九、生殖系统	37
十、神经系统	38
十一、内分泌系统	42
第二节 脊椎动物各胚层的分化	44
第三节 脊椎动物亚门分类概况	45
复习题	46
第十八章 圆口纲	48
第一节 圆口类的躯体结构和功能	48
(以七鳃鳗为例)	

第二节 圆口纲分类概况	56
第三节 圆口纲的主要特征	58
第四节 圆口类的起源和演化	59
复习题	60
第十九章 鱼类	62
第一节 鱼类的躯体结构和功能	62
(以鲤为例)	
第二节 鱼类分类概况	87
一、软骨鱼纲	87
二、硬骨鱼纲	92
第三节 鱼类的主要特征	109
第四节 鱼类生态	110
一、对水环境的适应	110
二、食性	113
三、生殖和发育	114
四、环境对鱼类生长发育的影响	116
第五节 鱼类的起源和演化	117
第六节 鱼类与人生的关系	119
一、鱼类资源的利用	119
二、我国的渔业	120
复习题	121
作业	122
第二十章 两栖纲	123
第一节 两栖类的躯体结构和功能	123
(以黑斑蛙为例)	
第二节 两栖纲分类概况	140
第三节 两栖纲的主要特征	147
第四节 两栖类生态	148
第五节 两栖类的起源和演化	150
第六节 两栖类与人生的关系	152
复习题	153
作业	153
第二十一章 爬行纲	154
第一节 爬行类的躯体结构和功能	154
(以蜥蜴为例)	
第二节 爬行纲分类概况	161
第三节 爬行纲的主要特征	170
第四节 爬行类生态	171

一、生活环境	171
二、繁殖和发育	171
三、休眠	172
第五节 爬行类的起源和演化	172
第六节 爬行类与人生的关系	175
一、爬行类的资源及其利用	175
二、毒蛇的种类及其与无毒蛇的区别	175
三、毒蛇的危害及蛇伤防治的原则	177
复习题	177
作业	178
第二十二章 鸟纲	179
第一节 鸟类的躯体结构和功能	179
第二节 鸟纲分类概况	195
第三节 鸟纲的主要特征	213
第四节 鸟类生态	213
一、鸟类的繁殖	213
二、鸟类的迁徙	215
第五节 鸟类的起源和演化	217
第六节 鸟类与人生的关系	220
一、鸟类的益和害	220
二、作好益鸟的保护工作	222
复习题	222
作业	222
第二十三章 哺乳纲	223
第一节 哺乳类的躯体结构和功能	223
(以家兔为例)	
第二节 哺乳纲分类概况	258
第三节 哺乳纲的主要特征	276
第四节 哺乳类生态	277
一、哺乳动物的分布和运动	277
二、回声定位	278
三、体温调节	278
四、冬眠和夏眠	279
五、繁殖、哺育和巢穴	279
六、迁徙和洄游	280
第五节 哺乳类的起源和演化	280

第六节 哺乳类与人生的关系	281
一、家畜	281
二、狩猎、驯养和自然保护	281
三、害兽及其斗争	282
复习题	282
作业	283

第二十四章 脊索动物总结

第三编 动物进化、分布和生态

第二十五章 动物进化

第一节 关于生命起源问题	297
第二节 进化的证据	299
第三节 进化的理论	305
第四节 进化的规律	309
第五节 人类的起源和发展	310
复习题	314

第二十六章 动物地理分布

第一节 生物圈	315
第二节 动物的地理分布	315
一、动物的栖息地	315
二、动物的分布区	316
三、陆地自然条件的地带性分布	316
四、水域的动物分布	317
第三节 世界及我国动物地理区划	319
复习题	322

第二十七章 动物生态

第一节 生态因子	324
第二节 种群	327
第三节 群落	330
第四节 生态系统	334
复习题	339
作业	339

附录：英汉对照

主要参考书目

第二编 脊椎动物学

第十五章 脊索动物门概述

脊椎动物学研究的对象是脊索动物门的动物。

脊索动物门是动物界中体形较大、形态不一、结构复杂、生活环境广泛、生活习性多样，且进化水平最高的一门动物，但它们在动物界中并非种类最多的一个类群。

脊索动物与人类的关系十分密切。为了便于今后学习，下面先就本门动物的分类、主要特征以及它们的起源和演化等问题，加以简要介绍。

第一节 分类简况

脊索动物门，就现在生存于地球上的，已知的种类约有4万多种^①，分属于三个亚门。

尾索动物亚门 (Urochordata)^②：本亚门动物的脊索仅存于幼体尾部，故名。分三纲，如海鞘。

头索动物亚门 (Cephalochordata)：本亚门动物的脊索延伸至体前端，故名。仅有头索纲一纲，如文昌鱼。

上述两个类群由于无明确的脑和明显的头部，故常合称为无头类 (Acrania)。又由于它们与脊索动物的祖先有较近的亲缘关系，故又有原索动物 (Protochordata) 之称。

脊椎动物亚门 (Vertebrata)，本亚门动物的脊索只在胚胎发育中出现，以后即为分节的脊柱所替代。分为六纲，即圆口纲 (Cyclostomata)、鱼纲 (Pisces)^③、两栖纲 (Amphibia)、爬行纲 (Reptilia)、鸟纲 (Aves) 和哺乳纲 (Mammalia)。

这一亚门中的各类群，因均具有由脑、感觉器官和内骨骼形成的头部，故又称为有头类 (Craniata)。其中圆口纲因无颌，故又称为无颌类 (Agatha)；其它各纲动物均有颌，故又合称有颌类或颌口类 (Gnathostomata)。

脊椎动物亚门的动物，又可因胚胎发育时有无胎膜(包括羊膜囊、尿囊)的出现，可分为两大类：凡在胚胎发育时期不具备羊膜的脊椎动物称为无羊膜类 (Anamnia)，包括圆口纲、鱼纲和两栖纲。凡在胚胎发育时期具有羊膜的脊椎动物称为羊膜类 (Amniota)，包括爬行类、鸟类和哺乳类。

第二节 脊索动物门的主要特征

脊索动物门的动物与无脊椎动物相比，在形态结构上有许多相似之处，但脊索动物有三

① 有人记载为7万多种。

② “Ur”希腊文“ouro”，意为尾。

③ 近来分为“软骨鱼纲”和“硬骨鱼纲”。

个最突出的特征,是无脊椎动物所不曾出现过的,即脊索动物在个体发育的全部过程或胚胎时期均有脊索 (notochord)、背神经管(dorsal tubular nerve cord)和鳃裂 (gill slits),因此可以说这是脊索动物出现的三件新鲜事物。何以如此讲?原因有二:一是这三个结构是从无到有;二是在脊索动物的发展史上具有重要作用。

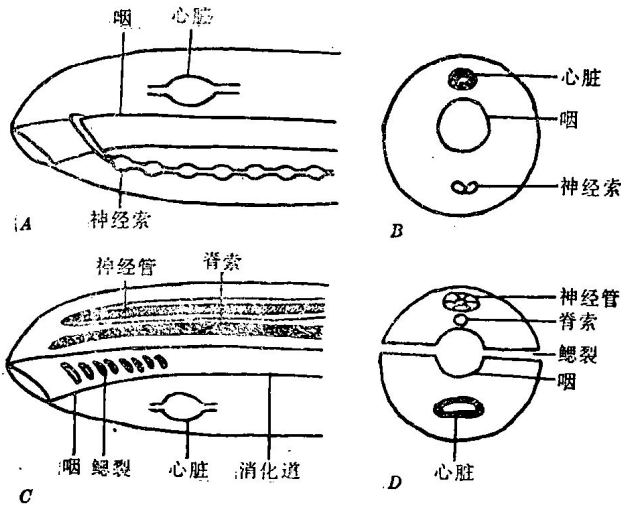


图 15-1 脊索动物与无脊椎动物主要特征比较示意图

- A. 无脊椎动物体的纵剖面;
B. 无脊椎动物体的横剖面;
C. 脊索动物体的纵剖面;
D. 脊索动物体的横剖面;
(仿惠利惠)

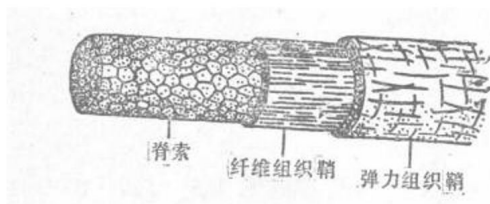


图 15-2 脊索及其外围的鞘膜
(自丁汉波)

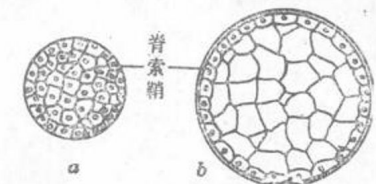


图 15-3 脊索的结构

- A. 横切面 (a. 幼体 b. 成体);
B. 纵切面的一段
(仿郝天和)

支持身体的作用。脊索的表面有两层结缔组织的膜,称为脊索鞘 (notochordal sheath),其外层为弹力组织鞘,其内层为纤维组织鞘,具有保护脊索的作用。

脊索在低等脊索动物,如海鞘仅见于幼体,而文昌鱼、七鳃鳗等则终生存在,至于高等的种类只在胚胎期间出现脊索,当成长后则由分节的脊柱 (vertebral column)所取代。这些不同的现象,即各自发育到不同的阶段则与脊索动物的进化水平有密切关系。

2. 背神经管(即管状背神经索 dorsal tubular nerve cord) 此系脊索动物神经系统的中枢部分,位于脊索或脊柱的背侧,纵贯身体前后。呈管状,内腔称神经腔。在发生上系由外胚层下陷卷褶而成,在高等种类中则分化为脑和脊髓两部分,根据脑的发达程度可以判

① "not-"希腊文 "notos",为背部的意思,而 "chord"为肠或线的意思,合为脊索。

定脊椎动物的进化水平。

3. 鳃裂(gill slits) 此系脊椎动物的一种呼吸器官。发生于消化管的前端,为咽部两侧壁上的裂缝,低等脊索动物鳃裂成对排列,数目不等,直接或间接与外界相通。其中水生种类系终生存在,而高等类群(即陆生种类)则只见于胚胎时期。

本门动物还有下述一些次要特征:

1. 肛后尾(post-anal tail) 尾若存在,则是脊柱的延伸部分(尾椎),并总是位于肛门的后方,从而构成脊索动物所特有的尾。

2. 内骨骼(endo-skeleton)^① 内骨骼系与无脊椎动物的外骨骼相对而言。系位于身体内部的、有生命的、活的结构,由中胚层所形成,能随动物体的生长而长大。因而身体的长大不受骨骼的限制。

3. 心脏(Heart) 如存在,总位于消化管的腹侧。密闭式的循环系统(尾索动物除外)。

此外,有一些性状,亦见于某些高等无脊椎动物,例如:

1. 体制 两侧对称(可分出左右、前后和背腹)。

2. 胚层 三胚层,见于扁形动物以上各类群。

3. 后口 在胚胎发育过程中在原口相反的一端所形成的口。见于无脊椎动物中如毛颚动物、须腕动物和棘皮动物三门。

4. 次级体腔 环节动物以上各类群在胚胎时期不仅发生了内、外胚层,而且亦发生了中胚层,其体腔的形成系体腔囊法。

5. 分节现象 在高等种类的成体虽不明显,但在胚胎时期则是明显的。

现将无脊椎动物与脊索动物的一些特征列表(表15-1)比较如下。

根据上述特征,对脊索动物已有比较明确的认识。但在动物学史上,这一门的形成却有一段漫长的认识过程。早在18世纪至19世纪初期,法国拉马克(J. B. Lamarck, 1744—1829)在动物分类工作上就作过许多研究,当时(1822)尚有少数动物如柱头虫(*Balanoglossus*)、文昌鱼(*Branchiostoma*)等尚未发现。有些种类虽已被发现,但由于对其身体结构尚未研究清楚,故对其分类地位不能确定。更有一些种类(如柱头虫)由于对其胚胎发育情况不明,而被误放在其它门类中(如德国胚胎学专家 Müller 于1849年曾发现一种动物的幼虫,由于其形态结构与棘皮动物海参的幼虫 *auricularia* 非常相似,于是便长期被误认为是海参的幼虫。后来才确认为柱头虫的幼体 *tornaria*),因此其重要性未引起注意,以至无脊椎动物与脊索动物之间的关系一直不清,无法肯定其渊源,于是产生许多臆测和推断。一直到19世纪中叶以后,由于柯瓦列夫斯基(A. O. Ковалевский, 1840—1901)于1866年和梅契尼科夫(И. И. Мечников, 1845—1916)于1869年研究了柱头虫、海鞘和文昌鱼的胚胎发育以后,发现它们就是无脊椎动物与脊索动物之间的中间类型,于是才肯定了无脊椎动物和脊索动物之间的联系。他们这一工作不仅为脊索动物的起源提供了可靠的依据,更有力地驳斥了当时神创论者居维叶(G. Cuvier, 1769—1832)关于动物界各门之间孤立无关的理论,所以意义非常重大。

确立脊索动物门的是德国动物学家赫克尔(E. H. Haeckel, 1834—1919),他于1874年根据柯瓦列夫斯基的研究将海鞘和文昌鱼等动物与脊椎动物合起来,第一次成立一个新门,即脊索动物门,而与原生动物门、海绵动物门、腔肠动物门等并列起来,从而原来的脊椎动物门在动物分类系统中便降为脊索动物门中的一个亚门。后来在脊索动物门成立10周年纪念时,即1884年 William Bateson 将柱头虫等列入脊索动物门中,作为一个亚门,于是把脊索动物门分成4个亚门。近年来,由于研究的深入和科学的发展,发现柱头虫等的口索(stomochord)并非与脊索同源,而可能是一种内分泌器官,因此又将这个类群从脊索动物门中分离出去,

^① “endon”内在,“skeleton”干体,骨骼。

表 15-1 无脊椎动物与脊索动物的比较

特征 \ 类群	无脊椎动物	脊索动物
体制	1. 左右对称(如节肢动物) 2. 辐射对称(如腔肠动物) 3. 不对称(如变形虫)	左右对称
分部及附肢	1. 身体分部不定 2. 附肢多、少、有、无不定	1. 身体中轴分为头、颈、躯干和尾四部分(颈或不明显,如蛙;尾或缺,如蛙) 2. 大部具两对附肢
骨骼	大多无骨骼(如有,则为外骨骼,无生命,如节肢动物)	内骨骼。有生命,发达
脊索	无	位于体之背侧中线上,或终生存在,或仅出现于胚体,以后则为脊柱所替代
神经	结构简单,神经索位于身体的腹侧,为实心的结构	结构复杂,中枢部分有神经腔,位于身体的背侧
鳃裂	无	在咽部。水生种类为呼吸器,陆生种类仅见于胚体
呼吸器	鳃、气管或书肺等	水生种类为鳃,陆生种类为肺
心脏	大多数无此结构,较高等的种类系位于体之背侧	位于胸部的腹侧,低等种类某些大血管起搏动作用,高等种类为2—4室
体温	变温	变温或恒温
生殖	无性生殖或有性生殖,大多卵生,有时为卵胎生	有性生殖,一般雌雄异体,卵生,卵胎生或胎生

成为一个独立的门,即半索动物门,于是现在的脊索动物门只包括三个亚门(即尾索、头索和脊椎)。

第三节 脊索动物的起源和演化

关于脊索动物起源的假说:

就脊索动物的特征,从它们的结构、功能以及对环境的适应等方面来说,在进行的路上,它们处于较高的水平。这个类群应该起源于无脊椎动物,并从低级向高级发展。以至达到体制比较完善,适应能力比较强的高等脊索动物,如哺乳类。动物学上的推论虽然如此,但从现存的低等脊索动物和无脊椎动物中的高级类群来看,其中有三类,即尾索类、头索类以及新独立的半索动物门,至今尚未发现类似种类的化石。据生物学家分析,由于它们原始祖先体内无坚硬的骨骼,故在古代地层中难以留下化石,因而在研究、探求、解决脊索动物起源的问题上,困难较多。

近一百多年来,许多动物学家在脊索动物的起源问题上,只能根据比较解剖学及比较胚胎学方面的材料进行分析、推断,提出各自的意见^①。其中比较主要的有环节动物说和棘皮动物说。两种说法中以棘皮动物说最流行,赞同的人比较多。

棘皮动物说(echinoderm theory)系通过半索动物(如柱头虫)的研究而提出的。此说认为脊索动物与无脊椎动物中的棘皮动物之间的亲缘关系较近,它们来自共同的祖先,其根据是:

^① 关于脊索动物起源的假说性意见有:腔肠动物说、环节动物说、纽虫说、节肢动物说以及棘皮动物说等。

1. 半索动物的成体有一些特征接近于比它们高级的脊索动物（如半索动物神经索的最前端为空腔，类似脊索动物的背神经管；消化管的前端具鳃裂等）。

2. 半索动物和比它们水平较低的棘皮动物，在胚胎发育中的中胚层均由原肠凸出而形成。且它们的幼虫^① 极为相似。

3. 棘皮动物、半索动物和脊索动物这三类群均为后口动物。

4. 如果就脊索动物、无脊椎动物中的棘皮动物和半索动物，以及其它无脊椎动物，在它们肌肉的生化分析中，从其磷肌酸（phosphagen）所含的成分看，如下表所示，棘皮动物和半索动物亦恰好处于中间过渡的状况（表 15-2）。

表 15-2 动物体的肌肉中磷肌酸成分的分析

不同类群动物的肌肉 磷肌酸的成分 ^②	无脊椎动物	棘皮动物：海胆 半索动物：柱头虫	脊索动物
肌酸 (creatine)	—	含	含
精氨酸 (arginine)	含	含	—

根据上述材料分析，可以认为：

棘皮动物和半索动物处于无脊椎动物和脊索动物之间的过渡地位。也可以推论，棘皮动物和脊索动物的共同祖先，在进化过程中分为两支，一支进化为棘皮动物，另一支进化为脊索动物。

脊索动物的假想祖先：

脊索动物的假想祖先是什么样？据一些学者如谢维尔索夫的研究推测，可能是一种蠕虫状的后口动物。它们是不大活动的水中底栖动物，它们的呼吸和营养均为被动式，但具有脊索动物的三个主要特征（即脊索、背神经管和鳃裂）。在地质年代出现于古生代早期的奥陶纪，距今已有 5 亿年左右。这类动物称为原始无头类。

原始无头类的发展：

原始无头类继续发展，分为两部分，一部分进化为原始有头类（即脊椎动物的祖先，以后就演化成为脊椎动物）；一部分则在自然选择的作用下，大多被淘汰，仅留有少数转化为两旁支。一旁支因固着生活，向退化方向发展，并产生了具有特殊的保护性的被囊，即现存的尾索动物；另一旁支趋向于水底生活，产生了保护性的围鳃腔，即现存的头索动物。

脊椎动物的出现：

原始有头类以后又向两方面发展，一支演化成为具有鳃囊和鳃（源于内胚层）的无颌类，其中甲冑鱼（Ostracodermi）即是最早的脊椎动物（现有的圆口纲动物即无颌类中仅存的代表）；另一支演化成具有分节的鳃弓和鳃（源于外胚层）的有颌类（以后由这一支演化成若干鱼类）。最早的有颌类，即最早的鱼类称为盾皮鱼（Placodermi），它们开始出现于古生代中期的泥盆纪或早一些的志留纪，距今约有 4 亿多年，以后分化为各种鱼类。其中古代总鳍鱼类

① 指柱头幼虫（tornaria）和耳状幼虫（亦称短腕幼虫，auricularia）极为相似。

② 肌酸 $\text{NH}=\text{C}(\text{NH}_2)\text{NH}(\text{CH}_3)(\text{CH}_2\text{COOH})$ （甲胍基醋酸）、精氨酸 $\text{H}_2\text{NC}(=\text{NH})\text{NH}(\text{CH}_2)_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$ （ α -氨基- δ -胍基戊酸）二者是存在于肌肉蛋白质中的两种物质，在肌肉收缩代谢中起重要作用。

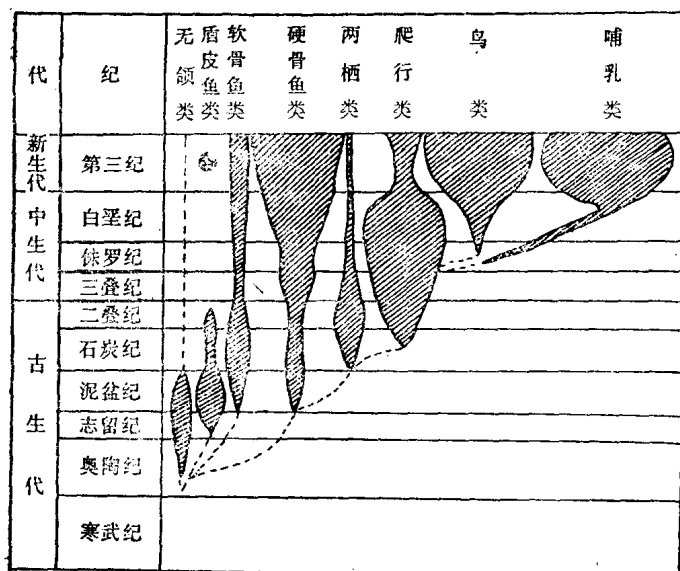


图 15-4 脊椎动物在地质史上的关系图（自吴熙载）

为便于以后的学习，可简要了解一下脊椎动物各纲之间的亲缘关系(图15-4)。

纵观上述情况，脊椎动物的进化可以分为三个大阶段：第一阶段是在水中的进化（如鱼类）；第二阶段是从水中到陆地上的进化(如两栖类和爬行类)；第三阶段是陆上的进化(由爬行类进化出来的鸟类和哺乳类)。

复习题（题目前有“*”的为参考题）

1. 下面各项(①—⑩)是否脊索动物门的特征？

①肛后尾；②后口；③三胚层；④外骨骼；⑤内骨骼；⑥脊索；⑦辐射对称；⑧两侧对称；⑨次级体腔；⑩心脏位于腹侧；⑪心脏于背侧；⑫鳃裂；⑬分体节；⑭背神经管；⑮腹神经管；⑯初级体腔

将上述各项加以选择，并回答：

(1)主要特征及简要说明。

(2)次要特征。

(3)不属于脊索动物的特征(或是错误的项目)。

2. 填写下表，以说明脊索动物门的分类概况

门	亚门概况	亚 门	分类根据	举一动物实例	各亚门所包括的“纲”的数目
脊索动物门					

3. 关于脊索动物的起源问题，重要的假说有哪些？为什么对棘皮动物说赞同的人较多？

4. 脊索动物的假想祖先的名称是什么？可能有什么特点？为什么迄今找不到它们的化石？说明它们后来进一步发展的概况(或者画出它们的简要进化系统图)。

* 5. 翻阅中学《动物学》课本，并回答：

(1)“脊索动物”和“脊椎动物”两词是否等同？为什么？

(Crossopterygii) 的一支称为骨鳞鱼(Rhipidistia) 的可能是陆生脊椎动物的祖先。由古总鳍鱼演变为四足登陆的两栖类，是脊椎动物发展史上的一个重要阶段。两栖类繁盛于古生代后期的石炭纪，距今约35,000万年。

古代两栖类中的坚头类(Stegocephalia)已被证明为爬行类的直系祖先。爬行类中的假鳄类(Pseudosuchia)，在距今约18,000万年的中生代侏罗纪演化成为鸟类；另一群称为兽齿类(Theriodontia)则在距今约23,000万年的中生代三叠纪，演化为最早的哺乳动物。

(2)在“脊索动物”一章，列表简要说明它们的分类及“纲”的特点。

(3)列表从细胞、胚胎发育、分节、体腔和脊索状况等说明各门动物的进化水平。

* 6. 脊索动物门最早是哪位学者、在何时确立的？中间经过哪些变动？目前脊索动物门的现状如何？在这一演变过程中说明了科学研究上的什么问题？谈谈你的体会。

第十六章 原索动物 (Protochordata)

原索动物为脊索动物门中最低等类群的总称，它包括尾索动物和头索动物两个亚门的所有种类。

第一节 尾索动物亚门 (Urochordata)

这是一群单体或群体生活的海栖动物，普见于世界各地。约1600种以上，其中多数动物无论是身体结构或生活方式上，在脊索动物中均比较特殊。因为它们的背索只局限于幼体的尾部，故称为尾索动物。

一、代表动物——海鞘 (*Ascidia*)

(一) 生活习性和外部形态

海鞘的幼体形似蝌蚪，营自由游泳生活，不久即变态为成体的海鞘，营固着生活。海鞘的成体不能主动捕食，而是依靠水流带进食物，属滤过性摄食的动物。雌雄同体，但不能自体受精。

海鞘成体(图16-1)，形似茶壶，是一个不规则的囊状动物。一端借基部固着在海底的岩礁、贝壳或船底等处。另一端有两个孔，顶端较大的称入水管孔(又称口孔)，似壶口，是食物和水进入体内的通道。入水管孔的下方有一片筛状的缘膜称触手环，只允许水和微小食物进入咽部，有滤去粗大食物的作用。另一个小孔在入水管孔的附近，形状似壶嘴，称为出水管孔(又称泄殖孔)，是水和废物排出体外的通道。体表有一粗糙坚实的被囊 (tunic)，呈棕褐色，系外胚层的表皮细胞和中胚层的间叶细胞分泌的被囊素 (tunicin) 所形成。其化学成分类似植物的纤维素，这是在动物界中极为罕见的结构，因此尾索动物这个类群又称为被囊动物 (Tunicate)。此外，少数原生动物亦有被囊)。

(二) 内部结构

1. 外套膜 被囊内面为外套膜 (mantle)，形状和被囊相同，紧贴于被囊上，膜质柔软。外套膜是由外胚层和中胚层的肌肉纤维及结缔组织构成的，它与被囊仅在入水管孔和出水管孔处互相连结，其余部分只有少数血管连系，很易剥离。

2. 围鳃腔 外套膜内的空腔，即外套膜与咽部之间的空腔称围鳃腔 (atrium)。围鳃腔并非体腔，它系由外胚层一部分进入体内形成的。腔内有各种器官，其中有很大的咽部，咽壁上有无数鳃裂。围鳃腔即借鳃裂与咽部相通，并借出水管孔通向体外。

3. 消化与呼吸系统 海鞘是滤过性摄食的动物，水流和微小食物经入水管孔和缘膜进入咽部，咽部内壁有纤毛，背壁和腹壁各有一沟状结构，分别称为背板 (dorsal lamina，咽上沟)和内柱 (endostyle，咽下沟)，能分泌粘液粘着食物(图16-2)。食物随纤毛推动的水流被运送至食道，然后入膨大的胃和弯曲的肠。消化后的食物残渣，经肛门、围鳃腔和出水管

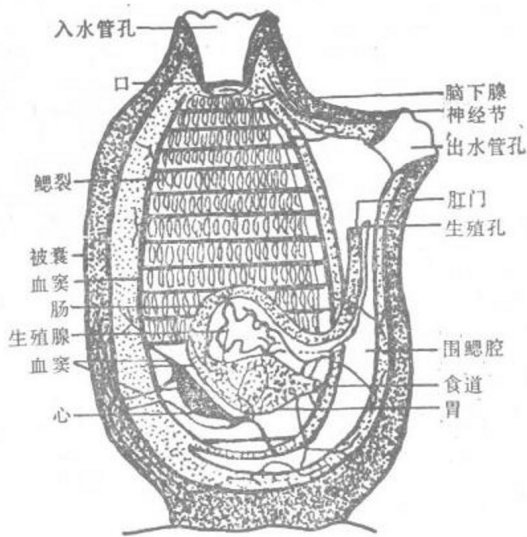


图 16-1 海鞘的形态结构模式图
(自 Parker and Haswell)

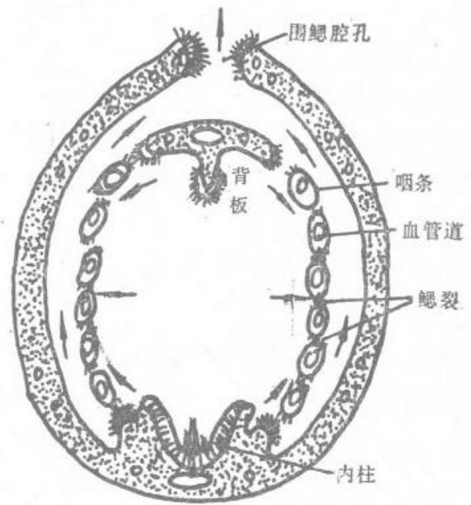
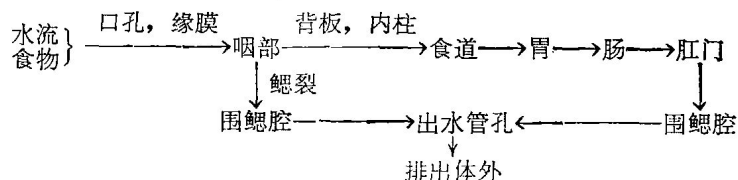


图 16-2 海鞘咽部横切面模式图
(箭头示水流方向)
(仿 Hickman)

孔排出体外。

另外，咽壁上有许多开孔，形成成对的鳃裂，鳃裂周围有无数的毛细血管。当水流经鳃裂时，水中的氧即进入血管中血液内，而且血液中的二氧化碳即排出到水中，最后水由围鳃腔经出水管孔排出体外。

海鞘的消化与呼吸过程，可表示如下：



4. 循环系统 在胃的腹面有一纺锤形的心脏，它是一个简单的囊状物，外包以围心膜。由心脏前端发出一条粗血管，称鳃血管，分布于鳃裂间的咽壁上；由心脏后端发出另一条大血管，称肠血管，分布到胃、肠等内脏器官。这些血管一再分支，然后流入血窦，再到各器官的组组间。血窦并无真正的血管壁，因此，海鞘的血液循环属于开管式的。

海鞘循环系统的最大特点是血液不沿固定的方向流动，而是定期地改变方向。由于心脏内无瓣膜，心脏蠕动收缩方向是前后交替进行的，即有时向前收缩，有时向后收缩。这样，同一条血管轮流充当动脉和静脉，这种独特的血液循环方式在动物界是很少见的。血液透明，但含有一些色素细胞和无色的白细胞。

5. 神经系统 海鞘成体由于营固着生活方式，神经系统很退化，只有在入水管孔和出水管孔之间有一神经节——脑节，由此发出许多细小的神经到身体各部。此外，在神经节腹侧面尚有一腺体称“神经腺” (neuronal gland)，有人认为它相当于脊椎动物的脑下腺。感觉器官亦很退化，无集中的感觉器官，仅在触手环、外套膜，入水管孔及出水管孔等处有分散的感觉细胞。

6. 泄殖系统 海鞘无集中的排泄器官。在肠的弯曲处堆聚许多由细胞组成的小囊，内含有尿酸等废物，故称这小囊为尿泡，推测该小囊可能有泌尿作用。

海鞘为雌雄同体，卵巢和精巢相互连接在胃的附近，均以单一的输出管相连。两管与肠平行，开口于肛门附近的围鳃腔中。但因卵子和精子的成熟期不同，无自体受精的机会，故属异体受精，即成熟的卵子当同水流被带入围鳃腔的另一个体的精子相遇时，在围鳃腔内进行受精。受精卵再通过出水管孔排出体外，在海水中进行发育。海鞘除有性生殖外，还进行出芽生殖。

7. 胚胎发育及变态 受精卵经过大约均等的分裂而形成囊胚。囊胚内陷而形成原肠胚。胚体随即迅速伸长，在其背侧中央线的内胚层细胞下陷形成神经管。神经管的两端，在相当时间内并不愈合。其前端形成神经孔与外界相通，后端形成神经肠管，与原肠相通。在神经管形成的同时，原肠的两侧向外突出，形成体腔囊，位于外胚层与内胚层之间。囊壁将来发展成中胚层，内腔扩展成次级体腔。继之分化出尾部，在尾部原肠的背侧向上突出，形成一条纵行的脊索。接着胚胎的后端迅速增长，形成尾部。原肠的前部形成咽，侧壁有鳃裂发生。最后，胚胎前端的外胚层向内陷，而原肠相应部分的内胚层向外凸出，二者相接触而后贯穿，便形成口。

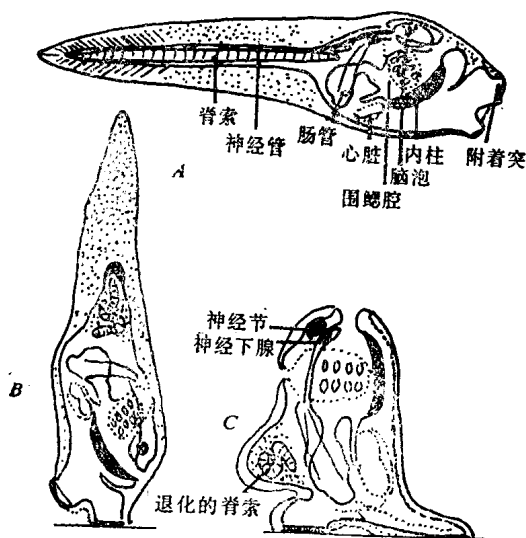


图 16-3 海鞘的变态过程

A. 自由游泳时期的幼体；B. 开始变态；C. 变态后期
(引自杨安峰)

初孵化的海鞘幼体，外形似蝌蚪，体长约1—5毫米(mm)。幼体具有肌肉质的侧扁长尾，并有鳍膜，幼体借尾部的摆动能迅速地游泳。在尾内有典型的脊索，脊索背侧有一条直达身体前端的神经管，前端膨大形成脑泡，并有含色素的眼点与平衡器，还有鳃裂及围鳃腔等(图16—3)。

幼体的这种自由生活状态只能持续数小时，即以身体前部的附着突起吸附在水中物体上，并开始其逆行变态：尾部连同其内的脊索逐渐被吸收而消失；神经管逐渐缩小，仅残留为一个神经节；感觉器官则完全消失。反之，咽部扩大，鳃裂数目也急剧增多；口孔与泄殖孔的位置由背侧转向和吸附端相对的顶端；随后，在体外分泌出具有保护功能的厚被囊。于是营固着生活的海鞘成体便这样成长起来。海鞘经过变态，失去了一些重要的结构，如脊索、背神经管等，形体变得更为简单，且幼体和成体的生活方式也绝然不同，这种变态，称为逆行变态(retrogressive metamorphosis)。

二、尾索动物亚门分类概况

本亚门分为三个纲：

(一)尾海鞘纲(Appendiculariae)

尾海鞘纲又称幼形纲(Larvacea)，是本亚门中最原始的一纲。它们是一些漂浮在海面、营自由游泳生活的种类。体形小，状如蝌蚪，终生保留着细长的尾和脊索，其结构与海鞘幼

体大致相似,即只停留在幼体阶段,但无逆行变态。只有一对鳃裂,无围鳃腔和外套膜,故鳃裂和肛门直接开口于体外。雌雄同体,均为有性生殖。每一个体由表皮分泌一种胶质透明的囊,包裹身体,形成特殊的“住室”。住室有入水孔和出水孔,相当于海鞘的被囊,但其住室很大,尾海鞘可以在其中自由活动,借尾的摆动所造成水流,用捕食网来网捕食物。住室是临时性的,一天数次由旧室迁出,出来后在一小时内即由表皮分泌胶状物再形成新居。例如尾海鞘 (*Appendicularia*)、住囊虫 (*Oikopleura*) (图16-4)。

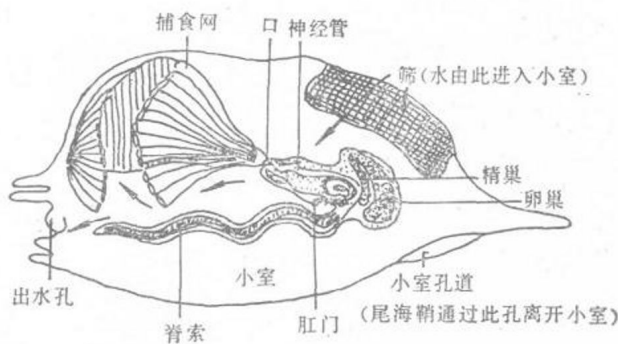


图 16-4 住囊虫及其胶状住室(箭头示水流方向)
(引自丁汉波)

(二) 海鞘纲 (Ascidiacea)

大多数尾索动物均属本纲。营单体或群体的固着生活。幼体营自由生活,其尾部有脊索和背神经管,有逆行变态。成体无尾,有厚的被囊,多鳃裂。如柄海鞘 (*Styela*)、菊海鞘 (*Botryllus*) (图16-5)。

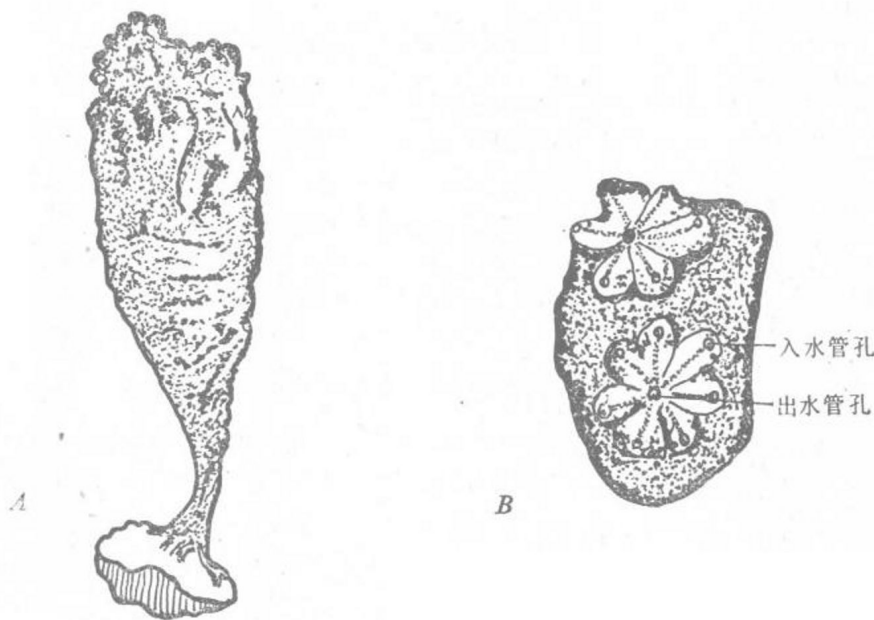


图 16-5 A. 柄海鞘; B. 菊海鞘
(自吴熙载)

(三) 樽海鞘纲 (Thaliacea)

在海洋中营漂浮生活。体呈樽形或桶形,被囊透明,其上有环状肌肉带,入水管孔和出水管孔分别位于身体的前、后端。这些肌肉带从前到后依次收缩,迫使水从出水管孔冲出,推动身体向前移动。有单体或群体,生活史复杂,有类似腔肠动物数枝虫的世代交替现象。如樽海鞘 (*Doliolum*) (图16-6)、萨尔帕 (*Salpa*) (图16-7)。