

高等学校教材

脊椎动物比较解剖学

马克勤 郑光美 主编

*

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

上海市印刷六厂印装

*

开本787×1092 1/16 印张 29 字数 730,000

1984年10月第1版 1985年10月第1次印刷

印数00,001—3,860

书号13010·01084 定价5.55元

编者的话

本书系根据教育部关于高等学校理科和工科基础课程教材五年(1981—1985)编写规划和编写教材的基本要求而编写的。全书由东北师范大学马克勤和北京师范大学郑光美同志负责主编,北京师范大学吴翠衡和东北师范大学陈荣海等同志参加编写。在编写的过程中,参考了国内外的同类教材,并结合我国的具体情况和教学实践,拟定了编写提纲和章节安排等。

考虑到作为高等学校的教材,我们采用了以动物界的进化为主线,来比较不同动物类群器官系统中带有规律性的基本结构和特征,而不拘泥于细微的、个别种类或结构的比较。同时,兼顾古化石动物类群的特征与现存动物躯体结构的比较,以期使学生能在有限的时间内,对脊椎动物比较解剖学的主要内容有所掌握,为进一步深造打下基础。因此,在编写过程中力求用“少而精”的原则来指导选材和编写工作。此外,也力求把这一领域的新进展写入教材。

考虑到读者原有生物学基础方面的差异,以及对脊椎动物比较解剖学基础知识的需要,在教材中以一定篇幅介绍了“脊椎动物分类概述”、“基本组织”;在每一章内专设“基本结构和功能”和“胚胎发生概要”等;在内分泌一章,对其生理机能介绍得略详。我们希望通过这些知识的介绍,能有助于掌握教材的内容。由于各院校的课程设置和教学要求有所不同,在使用时可酌情增减。

本教材的编写分工:绪论、第一至四章、第八、九章和第十四章由马克勤编写;第五至七章;第十二、十三章由郑光美编写;第十、十一章由吴翠衡编写;第十五、十六章由陈荣海编写。

本教材经过大家的共同努力和协助,终于能与读者见面。但由于时间比较仓促,加之我们的知识水平有限,难免会出现一些不当之处乃至错误,我们诚挚地希望读者予以指正。

编者

1984年10月

目 录

绪 论.....(1)	第二节 组织.....(66)
第一节 脊椎动物比较解剖学的研 究范围.....(1)	一、上皮组织.....(66)
第二节 脊椎动物比较解剖学的目 的和任务.....(2)	二、结缔组织.....(69)
第三节 脊椎动物比较解剖学的发 展简史.....(4)	三、肌组织.....(77)
第四节 学习脊椎动物比较解剖学 的观点和方法.....(7)	四、神经组织.....(80)
第五节 动物界分类概况.....(8)	
第六节 地质年代与动物的演化.....(13)	
第一章 脊索动物门的特征和分类(16)	第三章 脊椎动物胚胎的早期 发生和胎膜.....(85)
第一节 脊索动物门的特征.....(16)	第一节 生殖细胞的发生和构造.....(85)
第二节 脊索动物门分类概述.....(18)	第二节 受精.....(91)
第三节 尾索动物亚门的特征和代 表动物.....(19)	第三节 卵裂与囊胚形成.....(93)
第四节 头索动物亚门的特征和代 表动物——文昌鱼.....(21)	第四节 原肠形成.....(97)
第五节 脊椎动物亚门的特征.....(25)	第五节 神经胚形成.....(100)
第六节 脊椎动物亚门的分类.....(26)	第六节 胚层的分化.....(105)
一、无颌纲.....(26)	第七节 胎膜与胎盘.....(106)
二、鱼纲.....(28)	
三、两栖纲.....(37)	第四章 皮肤及其衍生物.....(113)
四、爬行纲.....(41)	第一节 皮肤的功能.....(113)
五、鸟纲.....(48)	第二节 皮肤的构造和发生.....(114)
六、哺乳纲.....(52)	第三节 皮肤的比较解剖.....(117)
	第四节 皮肤的衍生物.....(119)
第二章 细胞与组织.....(57)	一、腺.....(119)
第一节 细胞.....(57)	二、鳞.....(126)
	三、羽.....(131)
	四、毛.....(135)
	五、趾端保护物.....(137)
	六、角.....(139)
	第五章 骨骼系统——脊柱、 肋骨及胸骨.....(141)
	第一节 骨骼系统概述.....(141)

第二节 脊柱.....(145)	(二) 附肢肌 (241)
一、脊柱的基本结构(145)	二、鳃节肌 (249)
二、脊椎骨的发生(148)	三、皮肤 (254)
三、脊椎骨的比较解剖 (150)	
四、脊柱的分区 (155)	第九章 体 腔(258)
五、鱼类的单鳍和尾鳍 (158)	第一节 体腔的发生.....(258)
第三节 肋骨.....(160)	第二节 体腔的比较解剖.....(263)
第四节 胸骨.....(164)	第三节 腹孔.....(266)
第六章 骨骼系统——头骨及 内脏弓(167)	第十章 消化系统 (267)
第一节 头骨及内脏弓的基本结构 和功能.....(167)	第一节 消化系统的结构和功能.....(267)
第二节 头骨和内脏弓的发生.....(173)	第二节 消化系统的发生.....(274)
第三节 头骨的比较解剖.....(176)	第三节 消化系统的比较解剖.....(278)
一、圆口类 (176)	
二、软骨鱼类 (176)	第十一章 呼吸系统 (290)
三、硬骨鱼类 (177)	第一节 呼吸系统的结构和功能.....(290)
四、两栖类 (181)	第二节 呼吸系统的发生.....(294)
五、爬行类 (184)	第三节 呼吸系统的比较解剖.....(297)
六、鸟类 (188)	
七、哺乳类 (190)	第十二章 循环系统 (309)
第四节 内脏弓的比较解剖 (198)	第一节 循环系统的基本结构和功能.....(309)
	第二节 循环系统的发生.....(315)
第七章 骨骼系统——附肢骨骼(201)	第三节 循环系统的比较解剖.....(319)
第一节 成对附肢的基本结构和功能.....(201)	一、心脏 (319)
第二节 偶鳍与四肢的起源和发生.....(205)	二、动脉 (322)
第三节 成对附肢的比较解剖.....(210)	三、静脉 (327)
	四、淋巴系统..... (334)
第八章 肌肉系统(226)	第十三章 泌尿生殖系统(336)
第一节 骨骼肌的作用.....(226)	第一节 泌尿系统.....(336)
第二节 骨骼肌的发生和分类.....(227)	一、泌尿系统的基本结构和功能..... (336)
第三节 肌肉与神经的关系以及肌 肉同源问题.....(229)	二、肾脏的发生 (338)
第四节 肌肉系统的演化.....(230)	三、肾脏的比较解剖 (342)
一、体节肌 (230)	四、输尿管与膀胱 (346)
(一) 中轴肌 (230)	第二节 生殖系统.....(347)
	一、生殖系统的基本结构和功能..... (348)
	二、生殖腺和生殖导管的发生..... (349)

三、生殖系统的比较解剖	(352)	第二节 侧线器官	(405)
第十四章 神 经 系 统	(361)	第三节 平衡觉与听觉器官(耳)	(406)
第一节 神经系统的一般构造	(361)	第四节 视觉器官(眼)	(413)
第二节 无脊椎动物神经系统演化概述	(363)	第五节 化学感受器官	(423)
第三节 脊椎动物神经系统的个体发生	(364)	第十六章 内 分 泌	(427)
第四节 中枢神经系统的构造和比较解剖	(368)	第一节 内分泌概述	(427)
一、脊髓	(368)	第二节 甲状腺	(428)
二、脑	(371)	第三节 甲状旁腺	(431)
第五节 周围神经系统的构造和比较解剖	(386)	第四节 肾上腺	(433)
一、脊神经	(386)	第五节 脑垂体	(441)
二、脑神经	(389)	第六节 精巢或睾丸	(447)
三、内脏神经系统	(396)	第七节 卵巢	(448)
第十五章 感 觉 器 官	(402)	第八节 其它内分泌器官	(450)
第一节 皮肤感觉器官	(402)	主要参考资料	(453)

绪 论

第一节 脊椎动物比较解剖学的研究范围

脊椎动物比较解剖学常简称“比较解剖学”，是动物学的一个分支学科。它主要是以现代脊椎动物为材料，以解剖学为基础，来比较研究它们的组织、器官、系统以及机体的形态构造和生理机能的变异和变化；有时更须凭借古脊椎动物的化石，找出它们的系统发生的关系，从而阐明进化规律。简言之，比较解剖学是比较、分析研究现代各类群脊椎动物的形态结构，以确立它们彼此之间的亲缘关系，从而揭示进化的途径与规律。它为生物进化学说提供了有力的论据。

脊椎动物比较解剖学在动物学中是发展较早的学科之一，但是由于它的研究范围不断深入和扩大，研究的对象不断增多。尤其是由于科学技术的发展，研究方法和研究工具的进步，如光学显微镜和电子显微镜的改进和提高放大率，特别是由于生物物理和生物化学等学科的成就，为促进动物学各科的发展，指出新的方向，如应用血清免疫、电泳和色层技术、酶及其测定等，以及近年来分子生物学的研究日益深入，对蛋白质和核酸的化学结构测定方法都取得重大进展。对不同种属生物体中起相同作用的蛋白质或核酸的化学结构进行了比较，如在将近一百个生物种属的氧化反应中起重要作用的一种蛋白质——细胞色素C的氨基酸排列顺序加以测定和比较，发现亲缘关系越近，其结构越相似。根据它们在结构上差异的程度，可以断定它们在亲缘关系上的远近。例如，动物方面由细胞色素C的氨基酸顺序决定的进化系统树为果蝇、螺、鳗、蛙、鼠、猴、人。人和黑猩猩的细胞色素C具有非常相似的多肽链的结构。这种方法比起过去只依靠形态和解剖的方法具有更大的优越性。这就为检验动物间的亲缘关系，进一步提供了科学依据，也为比较解剖学的研究开拓了新的领域。

据目前所知，现在地球上生存的动物，经科学鉴定，订有学名并纳入分类系统的，约有一百五十万种。一般估计，实际存在而未经调查的，远不止此数。这就说明，客观世界的事物是多样性的。最初的看法认为，这种多样性是无限的和紊乱的，不易认识和掌握；但是经过科学家们长期地、系统地进行比较，包括搜集材料，调查分析，鉴别这些有机体间的形态结构的相似与相异，进行分门别类，如细胞的数量，胚层的多少，体腔的由来，体制及分节情况，附肢的性状，内部器官的布局（如消化道的结构和开孔，循环系统的形式，以及骨骼的组成和分布）等特点，加以系统整理，可将动物界划分为若干门、纲、目、科、属、种等阶元，尽管各动物学家对划分阶元的依据并不完全相同，所划分阶元的数目也不尽相等，但一般动物分类学，将全部动物分为二十余门。其中无脊椎动物几乎占有全部的门，种数约为总数的96%，而脊椎动物（Vertebrata）仅是脊索动物门（Chordata）中的一个亚门。依据上述动物界的自然类群，也可以将比较解剖学分为无脊椎动物比较解剖学和脊椎动物比较解剖学两个学科。目的都在于认识有机体的多样性，比较它们之间的相似与相异。并追溯它们的起源，探索动物间的类缘关系。但是无脊椎动物的数量多，个体间的差异大，没有统一的结构，找不到全部无脊椎动物同源器官的规律，如有些同源器官所形成的分类特征，仅局限于几个个别的门类。甚至对于一些动物的分类位置，各家的认识并不能统一，有些门之间的系统进化关系也不十分清楚，所以无脊椎动物的分类也就必然复杂。无脊椎动物比较解剖学也不能采用按照器官系

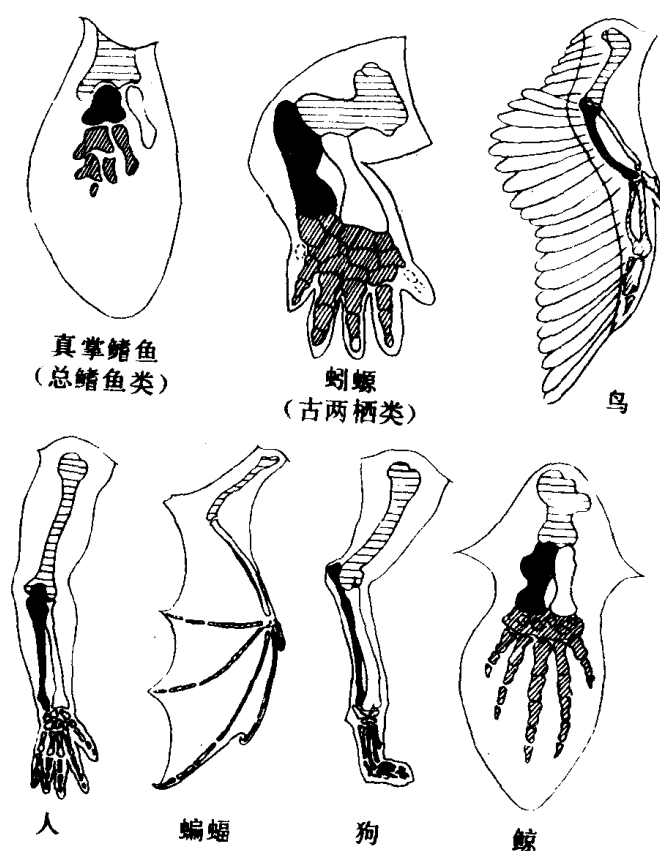
统的演化来进行研究。相反，脊椎动物结构虽远较为复杂，但所有器官系统都具有统一的构造和机能，这些器官系统的发展，都遵循着严整的规律性。有些特征通常是存在于几个纲，甚至是整个亚门，因此，脊椎动物进化的线索是明确的。

生物界同自然界中其它一切事物一样，是在不断地运动着和发展着的。约在四十六亿至五十亿年前，地球从太阳系的尘埃和气体原始云团中冷凝出来。当它的幼年时代——约在三、四十亿年前——地球上没有水和空气，更没有任何生物，只有频繁的火山喷发和地震。经过一段漫长的时间以后，才形成了地壳，开始有了海洋和空气，大气里混合着氮、水汽、二氧化碳、甲烷和氨等，从阳光、闪电、宇宙线等物理条件提供的能量，促使大气中的各种原子、无机分子、结合组成比较简单的有机物，如氨基酸、核苷酸等。再经过缓慢的、逐渐聚合的过程，才由简单的有机物形成具有原始生命的物质。也就是地球发展到一定阶段，化学进化发展到一定水平时，才可能出现生命物质。最原始的生命形态，可能只是一些简单的具有新陈代谢机能的“蛋白体”，就是核酸、酶和蛋白质的复合物。大约在三十二亿年前，地球上才出现原核细胞生物，即出现了细菌和蓝藻。由此进一步演变发展而成真核细胞生物，它们在地球上的出现已有十亿年历史，最后进化到现今在地球上滋生繁殖的大约近二百万种植物、动物以及我们人类。探讨动物界经过漫长曲折进化发展的历程，第一是运用比较解剖学的知识，来观察现代动物之间的亲缘关系；第二是直接观察保存在地球表面不同地层中的古生物化石，即古生物学(Palaontology)，借以追溯和推测地球历史发展进程的若干阶段，并揭示有机界历史发展的规律。可见，古生物学的材料，是一部记录动物演化的真实史册。然而这些地层保持的并不完整，地层内所保存的各地质时期曾经生活过的有机界所形成的化石，虽然仅记录了很少一部分，但由于古生物学研究的深入，对认识动物界的进化，已经起到重要作用。此外，还有胚胎学，它不仅是研究各种动物自受精卵到形成幼体这一发育过程的规律，而且在一定程度上，还可由个体胚胎发育过程中，反映系统发育(种族进化)的过程。例如，人类很早就脱离了水栖生活，从来就不用鳃作为呼吸器官，可是胚胎发育的某一阶段，在咽部两侧壁仍出现一系列咽囊，仍旧有鳃裂的痕迹，某一阶段还有尾巴的出现。后来鳃和尾巴都消失了。这就说明人是起源于以鳃呼吸的水栖动物和有尾巴的动物。这种现象被称为“生物发生律”(biogenetic law)。所以胚胎学对于生物的进化和动物间的亲缘关系都提供了重要证据。有人曾把比较解剖学、古生物学和胚胎学合并成一门完整的科学——进化形态学。

第二节 脊椎动物比较解剖学的目的和任务

自十七世纪和十八世纪开始，近代动物学兴起，从事比较解剖学的科学家，就注意形态和生理的相互联系。探讨的内容主要包括同源(homology)和同功(analogy)的涵义，从而对进化原理的了解较为彻底。比较解剖学是在研究动物器官系统的构造和位置，着重比较不同类群动物的同源结构，判断这些器官的起源以及特化的过程，进而阐明何种因素促使动物体具有那些构造，并且形成对动物体演化的主要证据。

一、脊椎动物比较解剖学基于正确的比较方法，主要研究同源器官(homologous organ)，有时亦涉及同功器官(analogous organ)。同源器官是指不同动物的这些器官都经过演化，内部的结构相似，而在外形上不同，功能上也有差别。但是，必须具备下列特点：即有相似的解剖构造，与动物体有相似的位置关系，并且必须有相同的胚胎起源。最典型的例子如真掌鳍鱼(Eusthenopteron)的胸

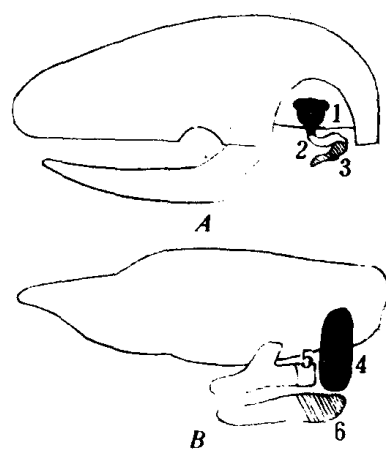


图绪-1 前肢骨的同源

横线 = 肱骨；白色 = 桡骨；黑色 = 尺骨；斜线 = 腕骨和手骨
(自Torrey)

鳍、长脸龙(Eryops)的前肢、鸟的翅、海豹的鳍状肢、猫的前肢、蝙蝠的翼和人的上肢等(图绪-1)。这表明上述器官的骨骼和肌肉的排列很相似。是由相同胚胎原基发育而来。这些相似，只能认为是来自共同的祖先。但是有些同源器官并不象以上数例那样明显。它们的关系是很微妙的，必须借助于系统演化才能了解它的同源关系。例如，哺乳类中耳里的三块听骨，从系统演化上来看是由相当于鱼类的一部分咽弓演化而来(图绪-2)；人类面部的表情肌，则是由相当于鱼类调节鳃弓的肌肉演化而来，所以这些都是同源器官。

同功则是指不同动物的器官在功能方面相似，有时在外表形态亦相似，但是器官内部构造、胚胎起源和发生，是完全不同的。例如，鱼的鳃和陆生脊椎动物的肺就是同功器官，两者同是执行呼吸的功能，但它们的基本结构不同，胚胎发育的来源也有所不同。此外，如硬骨鱼和蛇类的体外都有鳞覆盖，都具有保护作用，但是经过仔细考察，这两种鳞无论在组织构造上和胚胎来源上都不相同。同功器官的精密的机械结构也完全



图绪-2 示哺乳类中耳听小骨(A)与鱼类颌骨(B)的同源略图

1. 镫骨；2. 砧骨；3. 槌骨；
4. 舌颌骨；5. 方骨；6. 关节骨
(自Torrey)

不同,如猫的腿和昆虫的腿,鸟的翅和昆虫的翅,只是在完成行走和飞翔的功能方面相同,而在机械结构方面则无任何共同之点。

由于比较解剖学的研究方法,是从不同类群动物的每个器官系统的大体解剖到显微构造;从动物的成体形态追溯到个体发育的胚胎学来源;从现在动物的结构追溯到系统发育的古生物学的来源。这样,就比一般的研究方法,对动物体能获得更全面更深入的认识,因而能提高动物学的水平。

二、脊椎动物比较解剖学之所以成为一个独立学科,一方面由于脊椎动物在体形结构和生理机能上,是经历长期的发展和完成重大变革的动物类群,是比较解剖学的重要研究目标;另一方面是因为人类在自然界的位置。首先要认清人类与某些脊椎动物有相近的亲缘关系,是经历了亿万年漫长的进化历程。现在人体的结构,是长期分化发展的产物,由于劳动和制造工具,促使大脑极为发达,又与动物有本质的不同,使人类与动物界区别开来。从系统发育的角度来观察人体,就为了解我们人类自己身体的结构和学习人体解剖学,带来新的内容。

三、人类既然是由动物演化出来的,人与动物就有亲缘关系,自然在人类身体上就具备了一般脊椎动物所有的典型系统器官,另外,人体上存有许多退化和不发达的器官,如盲肠、阑尾、瞬膜、动耳肌、立毛肌、尾椎骨以及退化的体毛等。这些器官在某些动物身体上还是正常地生长着,而且对它们的生活起着重要作用。说明人类的祖先在发展过程中,这些部分曾经是有用的,以后由于生活条件的改变,才在新的条件下变得用处不大或根本无用,因而丧失了原来的机能而退化了。所以这些器官又叫“痕迹器官”(vestigial organ)。在人体上偶尔又出现一些在正常情况所不存在的器官,如长出尾巴、面部甚至全身长着蓬松的长毛以及有两行多个乳头或乳房。这也证明了人类是从动物分化出来的,这些偶然现象叫返祖现象(atavism)。但是人体尚有一些残留器官或因胚胎发育不完全而导致畸形和病理缺欠。实际在某些动物则属正常结构,而在人体就严重妨碍着身体健康,前者如卵巢附件,常因炎症而成病因;后者如腭裂、唇裂、房间隔缺损、室间隔缺损、隐睾等。因此,比较解剖学就为人体的一些异常现象,以及外科、妇科、五官科等疾病和临床病理提供了理论依据。

第三节 脊椎动物比较解剖学的发展简史

长期以来,人类关于动、植物的知识,都是与生产实践紧密结合的。脊椎动物比较解剖学在动物学中是发展较早的一门科学。在原始公社时期,人类由于生活实践的需要,在从事狩猎活动以及宰杀分割动物的同时,就逐渐积累了认识动物和动物解剖的知识。但由于当时的生产力很低,物质极端贫乏和忙碌的状态下,不可能有文字记录流传后世。约在公元前3,000年,巴比伦和古埃及时代,特别到了奴隶制社会,对于医疗外科手术方面,已经相当精通,例如对尸体防腐,在制成木乃伊的过程中,包括移去尸体的内脏,已经形成一项先进技术。但当时对于生物的知识,还处于原始状态,不能区分生物与非生物。希腊哲学家曾想像生物系由自然起源,直到公元前400年。希腊哲学家和自然科学家亚里士多德(Aristotle,公元前384—322年),开始科学地搜集有关动物学的知识,他把五百四十种动物,按照它们形状的等次分门别类,而且他曾经解剖过至少五十种不同种类的动物,来研究它们的生理构造和分类的根据,把动物界分为“有红血类”和“无红血类”两大群,这样就把脊椎动物与无脊椎动物区分开来。他更进一步把胚胎发生和解剖知识结合在一起,做为分类的依据。如把脊椎动物分为五类:即(1)“有毛的胎生四足类(相当哺乳动物);(2)卵生的二肢类(鸟);(3)卵生的四足类(两栖纲和爬行纲);(4)肺呼吸的胎生无足类(现代鲸目);(5)卵生鳃呼吸的有鳞无足类

(现代的鱼纲)。亚里士多德这样利用动物躯体构造的差异而分为不同的种群，也就是动物比较解剖学的先驱。到十五世纪下半叶，资产阶级社会制度开始代替封建制度。由于生产力进一步提高，要求具有更高的科学文化知识，于是生物学也得到迅速发展，其中最突出的贡献是瑞典生物学家林耐(C. Linné, 1707—1778)所创立的动植物分类系统。将动植物分成纲、目、属、种和亚种五个阶元。将动物划分为六纲，即哺乳纲、鸟纲、两栖纲、鱼纲、昆虫纲和蠕虫纲。并创立双名制命名法，为现代动物分类学奠定了基础。但是林耐是“特创论”的维护者，主张物种是不变的。

十九世纪初，法国生物学家拉马克(J. Lamarck, 1744—1829)系统地阐明了物种进化的思想：激烈地反对林耐物种不变的观点，并证明动、植物在生活条件影响下可以变化、发展和完善。以其著名的论点——“用进废退”及“获得性遗传”来解释进化的原因。拉马克的进化理论是生物科学发展史上第一个比较完整的唯物主义的学说。

与拉马克同时，法国生物学家居维叶(G. Cuvier, 1769—1832)的科学活动，在许多方面都是很有成就的。如动物分类学、古生物学、比较解剖学等。他比较研究了不同类群动物的内部结构，并确定了一些重要原则。提出“器官相关定律”，认为每个有机体都是一个完整而严密的体系，它的各器官之间都是有规律的相互依赖关系。如果一个动物的身体某一部分改变了，那么，其它部分因而也应该改变。这就可以根据动物的一部分来推断其它部分或全部。例如，如果一个动物的肠子是消化生肉的，那么这个动物颌骨的构造一定适于吞食猎物；爪子能抓住并撕裂它；牙能嚼碎它；四肢能追上它；感觉器官能在远处发现它……。居维叶根据自己的解剖工作，把动物分为四类，并认为神经系统是极为重要的，而其它一切都居于从属地位。这四种类型就是：(1) 脊椎动物：神经系统为脑髓、脊髓和由此分出的支干神经。(2) 软体动物：神经系统为集中在身体各部的神经节和由神经节分出的神经。(3) 分节动物：神经系统为双重神经环，这种神经环位于分节动物的身体腹面。(4) 放射动物：神经系统呈辐射状。居维叶对动物化石进行过发掘，并证明在不同的地层中有互不相同的动物化石，而且地层越早，其来源越古老，所遇到的动物的结构也就越简单。居维叶于1801—1805年写过“比较解剖学教程”，1812年发表“四足动物的骨化石研究”，他是古脊椎动物学和比较解剖学的创始人，客观上为进化论的建立提供了有力的证据。

居维叶在认识不同动物之间的差异以及形成这些差异的原因，不是从进化发展的观点，而是主观臆测，认为现在所存在的这些类型，是从最初就坚定地保存着，它们是不变的；至于他所取得的动物化石，认为是由地球经历了多次巨大灾变(灾变论)，每经过一次灾变，旧的生物被毁灭，新的又被创造出来。所以他也是特创论的卫护者。

十九世纪中叶，英国自然科学家达尔文(C. R. Darwin, 1809—1882)，经过五年的环球旅行，对植物、动物、地质和化石等方面的观察，以及对收集的丰富材料的研究，逐渐形成了进化论的思想。认识到自然界包括宇宙、星辰、地球和一切生物并不是静止不变的，更不是由上帝创造出来的，而是经过漫长的历史发展而来的。于1859年发表的《物种起源》这一伟大著作中，提出生物没有固定不变的种。种与种之间，至少在当初是没有明确界限的，动植物的变异性是自然界的自然法则，自然界中没有彼此完全相同的个体。物种不仅有变化，而且不断地向前发展，由简单而复杂，从低等到高等，同时他以“自然选择”做为学说中的关键，它包括两个连续的过程：第一步是产生变异；第二步是通过生存斗争而选择。就是物种不断变化，新种产生，旧种消灭。他概括地以“物竞天择”和“自然淘汰”的学说来解释进化的原因。他在摧毁“特创论”方面建立了划时代的功绩。马克思和恩格斯对

达尔文的进化论给以高度评价，列为十九世纪自然科学的三大发现之一。虽然在达尔文的晚期，注意到金鱼草在家养条件下，由杂交可产生变异，并能遗传到下代，因而了解到动植物所具特性可以遗传这一事实，但他却完全不知道变异和基因重组的关系，以及生物产生变异和遗传是生物进化的内因的意义。有关这方面的问题已由奥国学者孟德尔 (G. J. Mendel, 1822—1884) 和美国的摩尔根 (T. H. Morgan, 1866—1945) 的基因遗传工作以及现代遗传学工作者加以发展和完成。

十九世纪后期和本世纪初期，比较解剖学的研究，一方面根据进化的观点，对器官系统继续做深入的比较研究，如德国盖根保尔 (C. Gagenbaur, 1826—1903)、英国古德瑞契 (E. S. Goodrich, 1868—1946) 和罗美尔 (A. S. Romer)，对脊椎动物的头骨、脊柱和骨骼；脑和神经系统；心脏和循环系统等。在这些方面的研究都取得重大成就。

比较解剖学再借助于古生物学、比较胚胎学、比较生理学和比较生态学的科学知识，就能更全面地、系统地理解动物间的演化历程。

另一方面，是从比较解剖学转入比较胚胎学的研究。十九世纪初期，俄国胚胎学家冯贝尔 (von Bear, 1792—1876)，注意到不同动物幼年胚胎的惊人的一致，而且反映了与较低等动物的某些发育阶段相似，但是还缺乏用进化论的观点来贯彻这种观念。十九世纪下半叶，随着比较胚胎学的研究，积累了更丰富的材料，并且提醒人们要用进化论的眼光加以分析。德国生物学家赫克尔 (E. Haeckel, 1834—1919) 整理了当时胚胎学方面的大量资料，在达尔文进化论的影响下，创立了“生物发生律”，也叫“重演论” (Theory of recapitulation)。它的中心内容是：动物的胚胎发展过程，是简短而迅速地重现其祖先的进化过程，也就是个体发育 (ontogeny) 重复了系统发育或种族发展 (Phylogeny) 的经过。例如，蛙的个体发育，由受精卵开始，经过囊胚、原肠胚、三胚层的胚以及具长尾的蝌蚪等阶段。这就反映了它在系统发育过程经历了象单细胞动物、单细胞球状群体、腔肠动物、原始三胚层动物以及鱼状的阶段。蝌蚪咽部两侧出现鳃裂，先在鳃裂前方生出丝状外鳃，以供暂时呼吸之用，不久，外鳃被鳃盖遮盖，外鳃即退化；由鳃裂生出内鳃，不数日，鳃盖膜与体壁完全愈合，内鳃又行消失，即由肺执行呼吸任务。这些变化正反映几种低等两栖类的“外鳃类”终生具外鳃，“隐鳃类”终生具内鳃，“无鳃类”即以肺呼吸的有尾两栖类。可见蛙的个体发育过程，重演了两栖纲演化所经历的过程。

生物发生律对于了解各动物类群的亲缘关系及其发展线索极为重要，因而当对许多动物的亲缘关系和分类位置不能确定时，常由胚胎发育得到解决。生物发生律是一条客观的规律，但是不能错误地理解为胚胎发育只是简单的重复系统发育，因为在个体发育与系统发育之间有两项显著不同的因素：一个是生活环境的差别，即动物胚胎也是生物，在它的发育过程中，也要适应生活环境并产生变异。若认为胚胎发育除单纯的重复种族发育外，不可能有新的东西形成，那是不符合事实的。但正是由于有所变化，因而也是动物种族进化的一个重要因素。另一个是时间的差别，一种动物的系统发育，往往要经过亿万年的演变过程，在这漫长的年代里，动物祖先的内部结构、外部形态要经过多少次演变才成为现在的动物，决不是个体发生的短短时间里所能重演的。

我国是一个文明古国，劳动人民长期在自然界生产和生活的实践过程中，也积累了丰富的动物学知识，最早是通过口传下来，据有文字详细记载的，如我国古代从商朝到春秋时代 (约在公元前十六世纪到五世纪)，在民间流传的诗歌《诗经》中，提到的动物名称，不少于百种，其中还有关于动物生态的记述。《周礼·地官》中，把动物分为毛物、羽物、介物、鳞物和羸物五类，相当于现在动物

分类的兽类、鸟类、甲壳类、鱼类及软体动物和无壳动物。此外，在明朝著名医药学家李时珍所著《本草纲目》中，描记有关药用动物400多种，并把动物分成虫、鳞、介、禽、兽、人等六部。

关于动物解剖方面，在我国虽然很早就有祭祀杀性等活动，但一般世俗认为，宰割动物是残忍的行为，甚至视为卑贱的工作，故关于系统解剖的记载不多，比较研究工作则更少。劳动人民只有在医疗等活动中来认识动物和个别器官的部位及机能。

解放前我国大学的有关系科虽设有比较解剖学课程，但由于那时大学系科的规模很小，学习的人数很少，这门科学也未取得显著成就。

解放以后，党对我国的科学发展非常重视。在动物学方面，除在有关系科设置动物学课程，并大力提高动物学的师资水平，开展科研活动；充实和创立了中国科学院所属动物研究所、古脊椎与古人类研究所、细胞生物研究所等科研机构；创立了《动物学报》、《实验生物学报》、《解剖学报》等期刊杂志，以反映我国在动物学方面的研究成果；许多专著如《鲤鱼解剖》、《狗的解剖》、《蛙体解剖》、《长臂猿解剖》、《猫的解剖》、《兔的解剖》等先后出版。

第四节 学习脊椎动物比较解剖学的观点和方法

脊椎动物比较解剖学是以生物进化理论为原则，对脊椎动物进行解剖研究。现在地球上生存的脊椎动物约近五万种，它们的形态构造各有特点，都是经过逐渐发生和不断变化所形成的，经历了由简单到复杂，由低级到高级的发展过程。所以学习脊椎动物比较解剖学，始终要以辩证唯物主义的观点为指导。

事物之间总是互相联系着的，动物间的联系更为密切。尽管每个物种各具有特殊的形态和结构，但它们并不是孤立的，而同其它动物之间总有较近或较远的类缘关系。脊椎动物与无脊椎动物虽然是两个不同的自然类群，但脊椎动物仍然是从无脊椎动物演化而来的。所以，脊椎动物的躯体构造仍保留着无脊椎动物的重要特征。脊椎动物按照构造和生理特点又可划分为圆口类、鱼类、两栖类、爬行类、鸟类和哺乳类几个类群。各类动物应该有严格的界限，也就是分类特征，方不致彼此互相混淆。可是实际并不是这样，在两个动物类群之间，总有一些中间环节把它们联系起来，即这些界限并不是绝对的，而是有一些“亦此亦彼”类型的动物，把脊椎动物的几个类群联成一个完整的生命链条。

研究现代动物世界中这些千差万别、形态各异的数万种脊椎动物，要深入了解一种动物的任何构造，就要了解它是怎样形成的；要了解不同动物种群的构造差别，就要追溯它们是怎样分化的。因而必须具备极大的时间和空间的标尺，用来衡量脊椎动物发展变化的历史。现今存在的脊椎动物，都是经历了六亿年的演化历程形成的，而无脊椎动物出现的更早。在这漫长的年代里，生物一刻也不能脱离它的生存环境。如地球表面就出现了多次非同一般的巨大变化：由于造山运动，高山从地表升起来，又由于侵蚀风化，把高山夷为大地；海洋可以侵入陆地，陆地也可以变为海洋。而且这样“海枯石烂”，“沧海桑田”的变化，还不止是一次。此外，气候的炎热和严寒，也有过剧烈变化。生活在这变动的世界上的生物，有的由于不能适应而大量消亡了；也有的能随着地质年代演进而自身产生变异并遗传到后代，因而得到生存和发展。许多生物种类在地面上广泛兴起、繁盛和分布，而成为新兴的种类；同样，这些新兴、繁盛的种类又趋于灭亡或更进一步地发展。就这样经历了许多次的演化，才形成今天这样绚丽多姿的生物世界，以至发展成为我们人类。

任何事物的内部都有其新旧两个方面的矛盾；任何有机体本身也都有着原始性质与进步性质的矛盾；原始性质反映在遗传、保守方面；进步性质反映在变异、革命方面。脊椎动物的系统发育史就是经过一系列转化、更替或新陈代谢，一步一步地分化提高。最原始的脊椎动物可能近似文昌鱼那样，体内有脊索，躯体很小，既没有具颌骨的口，体外也没有保护结构和游泳器官。进展到甲冑鱼类，虽无真正的口，但体外被有骨质板，有的已出现胸鳍，这在生存竞争的道路上，就较前种动物占优势，所以甲冑鱼曾经在水域中统治过一个时期。其后又被既有骨甲板，又有具上下颌的口，偶鳍比较发达的盾皮鱼类所代替。这种身着沉重骨甲的盾皮鱼类又被体表有颗粒状或覆瓦状骨质鳞片，运动灵活迅速的软骨鱼类和硬骨鱼类所代替。并有部分鱼类由水域迁至陆地，由偶鳍形成四肢，由鳃呼吸改为肺呼吸一系列重大变化，而发展成为两栖类、爬行类、鸟类和哺乳类。脊椎动物的发展就是这样一次又一次的在个体、类群的数量上，从无到有，从少到多的进化过程；在形态机能与系统发育上，是从简单的、原始的、低等的脊椎动物，向复杂的、高级的类型发展；生活领域方面，也是单一的向多方面辐射适应。脊椎动物的进化或新陈代谢的规律，是螺旋式上升，每一个循环都比前一个循环具有更高的水平。

脊椎动物的低等与高等，原始与进步，都是以机体的构造与机能为依据的。如鳞的类型，咽弓的构成与分化，鳍的种类和结构，偶鳍向四肢的转化，以及机体各器官系统形态结构一系列相应的变化，都是比较解剖学所要研究的重要课题。

同时，也应了解生物的进化，在速度方面也是多样性的。有的是迅速的进化，有的是缓慢的进化。例如，无脊椎动物中节肢动物门的鲎(*Tachyplesus* sp.)，腕足动物门的海豆芽(*Lingula* sp.) 脊椎动物中的矛尾鱼(总鳍鱼类)和爬行动物中的喙头蜥等，它们都和几亿年前的祖先非常相似，并没有发生显著的变化，所以人们常称它们为“活化石”。一般说来，它们的生活环境，都很少有变化。有些生物，现存的数量不多，濒于绝灭状态，这些生物又特名子遗生物。

学习脊椎动物比较解剖学，除具备正确的观点外，尚须掌握正确的学习方法。比较解剖学也是一门理论与实际密切联系的课程，主要是通过对动物标本进行大量解剖观察，比较不同动物的组织、器官和系统的构造和位置的异同，从而得出规律。为了便于真实、详细的解剖观察，在动物标本的准备与制做方面，应采取必要的技术措施，如动物尸体的防腐固定与保存，骨骼标本的制做，心、肺、肝、肾血管塑料标本的制作，周身动、静脉血管颜料灌注，微血管造影技术等，都有助于进一步了解器官系统的构造和分布。最主要的是认真学习，深入思考，以培养分析综合的能力；精心绘图，有助于详细观察标本，培养耐心、细致、正确的绘图能力。

第五节 动物界分类概况

对于已经绝灭的和现代生存的动物，必须进行分门别类、系统整理，才能更好地认识它们和利用它们。目前对于这些数目繁多、形式多样的动物的分类方法，主要是以形态学上和解剖学上的相似程度，以及胚胎学上的同源为基础，把动物归纳为许多类群。这种分类系统最大的优越性是能比较正确地反映动物界的自然亲缘关系，所以称为自然分类法；另一种分类法，则是以动物间易见的身体特征为分类根据，目的只求辨认上的便利，而不顾动物中的基本构造和动物间在进化上的亲缘关系，这种分类法也叫人为分类法。譬如已经绝灭的无脊椎动物笔石的化石，由于外观上很像腔肠动物，长期以来一直把它归入腔肠动物门。到本世纪六十年代，由于采用更科学的方法研究笔石骨

骼的细微构造等特点,才证明它与现存的翼鳃类极相似,于是又将笔石归属于半索动物;脊椎动物中的鲸和鱼,在外观上颇相似,若采用人为分类法,可能把鲸归属于鱼类,但鲸的基本构造、生理和发育,都与哺乳类相同,自应属于哺乳类。近年来对动物组织的分析和观察,由于不断采用新的仪器和方法,因此对动物间亲缘关系的了解,在不断深入。目前所采取的方法,虽然力求根据自然分类法系统,但仍不免掺杂人为分类的成分在内。

动物的分类系统,由大而小,分为界(kingdom)、门(phylum)、纲(class)、目(order)、科(family)属(genus)、种(species)这样几个重要的阶元(分类等级)。任何一个已知的动物(或植物)均可无例外地归属于这几个阶元之中。例如,鲤鱼和雉鸡分别归属于:

鲤	鱼	雉	鸡
界: 动物界(Animal)		动物界: (Animal)	
门: 脊索动物门(Chordata)		脊索动物门: (Chordata)	
纲: 鱼纲(Pisces)		鸟纲(Aves)	
目: 鲤形目(Cypriniformes)		鸡形目(Galliformes)	
科: 鲤科(Cyprinidae)		雉科(Phasianidae)	
属: 鲤属(Cyprinus)		雉属(Phasianus)	
种: 鲤(<i>carpio</i>)		雉(<i>colchicus</i>)	

依林耐氏双名制: 鲤鱼的学名为*Cyprinus carpio*; 雉鸡的学名为*Phasianus colchicus*。

有时也把最初发表的、为该种动物定名人的姓名附于双名之后,如鲤鱼为*Cyprinus carpio* Linnaeus;

雉鸡为*Phasianus colchicus* Linnaeus。Linnaeus常简写为L。

以上两种动物在动物分类系统中各自的地位,可以从这个体系中相当精确地表示出来。有时,为了更精确地表达一种动物的分类地位,还可在原有阶元的基础上进一步细分,即在上述几个阶元之间加入另外一些阶元。一般常在原有阶元名称之前加上总(supor-)。在原有阶元名称之后加上亚(sub-)等名称,如门(phylum)、亚门(subphylum)、总纲(superclass)、纲(class)、亚纲(subclass)等。

一、分类概述

由于已经初步掌握了无脊椎动物学的知识,现用检索表形式列出动物界(Animal kingdom)主要13个门的重要特征,并借以说明各门之间的类缘关系,本检索表采用界、亚界(subkingdom)、支(branch)、级(grade)、部(division)和亚部(subdivision)等级别。

动物界

I. 原生动物亚界 单细胞动物,少数动物具多个细胞,但细胞间无机能联系和明显分工。如变形虫、草履虫等……原生动物门(Protozoa)

II. 后生动物(Metazoa)亚界 多细胞动物,动物体由多数细胞组成。细胞各营生理机能,互相做有机的结合。

(I) 侧生动物(Parazoa)支 是最原始的多细胞动物,细胞排列疏松,开始形成组织,内部的细胞分化成数种,尚无器官系统、消化管和口,体壁有一到多个进水孔。中央腔周围有营独立生活的领细胞(choanocyte)。如海绵……多孔动物门(Porifera)

(II) 真后生动物(Eumetazoa)支 由组织或器官系统构成的动物,有口和消化管(营寄生生活者

例外)。体壁由外胚层和内胚层两细胞层组成，无进水孔和领细胞。

1. 辐射对称体型级 真后生动物具有原始的辐射对称体型，已具多种组织，并开始形成器官系统。有实际来自外胚层的间充质(mesenchyma)。体内唯一的腔即消化腔。口周围环绕具刺细胞的触手，无肛门。如水螅，水母等……腔肠动物门(Coelenterata)

2. 两侧对称体型级 真后生动物具两侧对称体型或次级辐射对称体型，由器官和系统构成；有发育良好的中胚层。由内胚层演化而来，多数动物除消化腔外尚有体腔。

(1) 原口动物(Protostomia)部 口由胚胎的原口(blastopore)或附近区域形成。卵裂属螺旋型。早期就确定每个卵裂球将来发育的部分，中胚层是由卵裂初期位于一侧的卵裂球(4d细胞)发生的。体腔是由中胚层内撕裂而成——裂体腔(schizocoel)，幼虫形状为担轮幼虫，可能有些原口动物不出现这种幼虫。

A. 无体腔动物(Acoelomata)亚部 在消化管与体壁之间充满间充质；排泄器官属原肾型，具焰球，不分节，或在幼期的头部分节。无肛门……扁形动物门(Platyhelminthes)

B. 假体腔动物(Pseudocoelomata)亚部 在消化管与体壁之间有空间。但这个空间是假体腔——没有衬里，系存留的囊胚腔——而不是真体腔，有或无原肾管，有或无焰球，消化管大致呈直线形，后端即肛门。如蛔虫等……线形动物门(Nemathelminthes)

C. 真体腔动物(Euocoelomata)或体腔动物(Coelomata)亚部 具真体腔(或次生体腔)和发育良好的内中胚层(endomesoderm)，如有排泄器官即为具焰球的原肾管或内端为漏斗状肾口(nephrostome)的后肾管(metane phridia)，一般具肛门。

(A) 不具触手冠(或称总担)(lophophore)，体腔属裂体腔。

a. 多数动物身体不分节。内脏由向下延伸的皮肤褶皱遮盖，即外套膜，一层或多层，能分泌钙质壳；次生体腔常退化；原始种类如双神经纲(Amphineura)仍可证明有些器官是分节排列的。如石鳖、蚌、螺、乌贼等……软体动物门(Mollusca)

b. 身体分节。

(a) 同型分节，没有附肢，如有附肢也不具关节，末端也不具爪。如蚯蚓、沙蚕等……环节动物门(Annelida)

(b) 异型分节，附肢有关节，末端具爪。如蟹、蜘蛛、昆虫等……节肢动物门(Arthropoda)

(B) 具圆形、新月形或双列旋卷隆起的触手冠，有带纤毛的触手；消化管呈“U”形弯曲，因此肛门接近口部；体腔来源于裂体腔或肠体腔(enterocoel)；卵裂呈辐射状或螺旋状。

a. 独立生活。有一对后肾管和开管式循环系统。具两瓣壳。即背壳和腹壳。如酸酱贝、海豆芽……腕足动物门(Brachiopoda)

b. 群体生活，具胶质、角质或钙质的管状虫室(zooecium)；无肾管和循环系统，肛门开口于触手冠的外面。如苔藓虫……苔藓动物门(Bryozoa)

(2) 后口动物(Deuterostomia)部 具真体腔动物两侧对称体型，肛门是由胚胎胚孔或胚孔邻近部分形成；卵裂属辐射型或不易确定；中胚层来源于原肠(archenteron)突出的部分，因此，体腔就属于肠体腔。有些形成两侧对称幼虫(dipleurula larva)。

A. 具次生的五角型或辐射对称型，呈现水管系统。如海星、海胆、海百合、海参……棘皮动物门(Echinodermata)

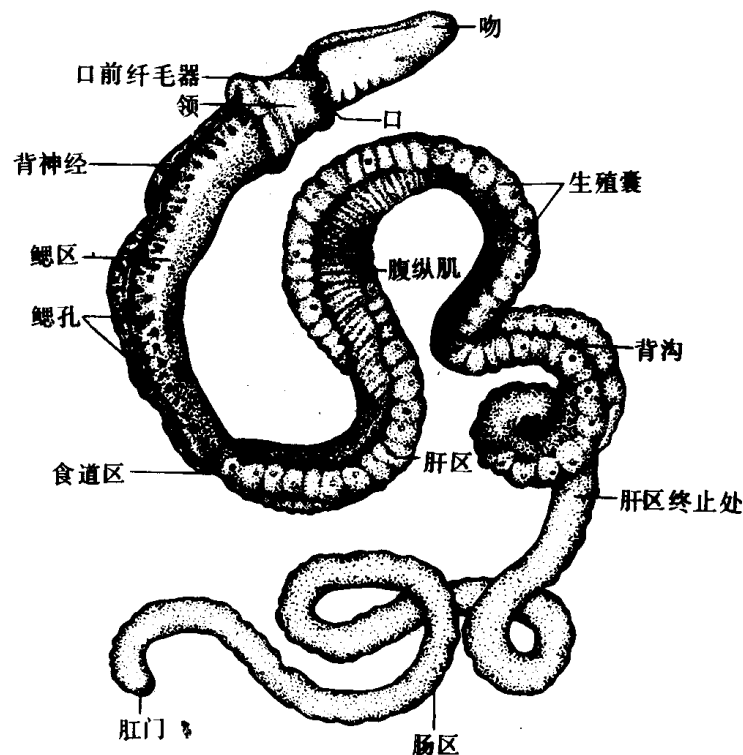
B. 终生两侧对称体型，有咽鳃裂或内骨骼。

(A) 成体或胚胎时期没有模式的脊索。如柱头虫……半索动物门(Hemichordata)

(B) 胚胎具脊索，成体有咽鳃裂或脊柱，或二者兼有。如海鞘、文昌鱼和脊椎动物……脊索动物门(Chordata)

二、半索动物门在动物界的地位

半索动物也叫隐索动物(Adelochorda)，它是仅有80种动物的很小的一门，但是它在进化系统中却占重要地位。到目前分类学家对于这一组动物的分类位置还有争论。有的认为半索动物应当属于脊索动物门，而为该门中最原始的一个亚门；有的认为应把它列为独立的一门，处于无脊椎动物中最高的地位。这是由于半索动物的特点所决定的。代表动物如柱头虫(Balanoglossus)。

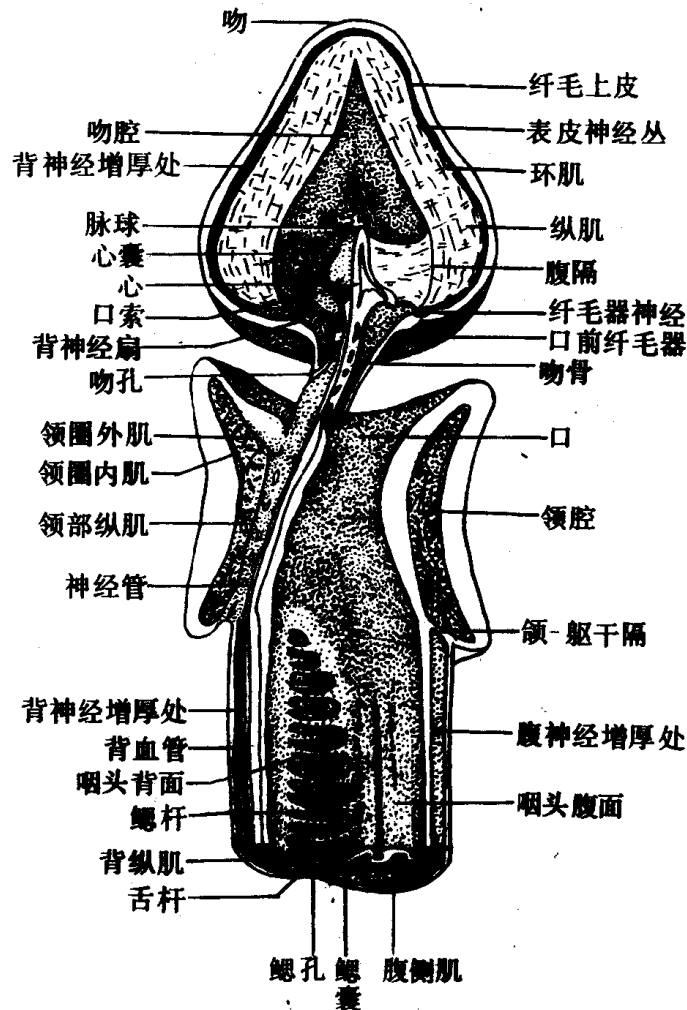


图绪-3 柱头虫外形图

(自Parker and Haswell)

柱头虫身体细长，柔软易断，呈蠕虫状。在浅海泥沙中营穴居生活，分布在大西洋和太平洋沿岸，我国大连、青岛、厦门等处都有。全长可达2尺，可分吻(proboscis)、领(collar)和躯干(trunk)三部分。吻位于身体前端，形状可因种类不同而异，一般圆形而稍尖，坚韧而略呈橡皮状。吻和领都有发达的肌肉，使这两部分可以伸缩，能在沙内掘穴。躯干的前部叫咽区，每侧各有一行鳃孔，此后还有一段外形不规则的生殖区，再后部为腹区，末端为肛门的开口(图绪-3)。

口位于吻基部腹面，领的最前缘，口向内通于领部的口腔，再内通于躯干前段的咽区。口腔背面由吻的基部向前伸出一坚硬的盲管，称口索(stomochord)，这是半索动物特有的器官。关于口索的作用，见解不一，有的认为它可能是最初出现的或未发育完成的脊索，有的认为它相当于未来的脑垂体前叶，由于口索是很小的结构，所以具有这个结构的动物被称为半索动物或隐索动物(图



图绪-4 柱头虫身体前段纵断

(自Parker and Haswell)

绪-4)。

咽的每侧有一行U字形的内鳃裂，鳃裂通入周围的鳃囊，鳃囊再通入躯干前段的外鳃孔。当虫体吻部挖掘洞穴时，水和含有有机质的泥沙，由口进入口腔、咽区，由于纤毛的推动，水即经内鳃裂、鳃囊、鳃孔而流出体外，进行气体交换。

咽的后方连接细长的肠管，肠管靠后段的背侧有若干成对的突起。称肝盲囊(hepatic caecum)。肠管直达身体末端的肛门。由口吞进的泥沙，经过咽而至肠管，肝盲囊能分泌消化液。对有机质进行消化和吸收，其余部分由肛门排出体外。

柱头虫的循环系统主要有背血管和腹血管，分别位于消化管的背、腹侧中线上，与蚯蚓的情况相似。但柱头虫的血管实际是血窦。所以它的血液循环属开放型。血液无色，含有变形虫样的细胞。

神经系统包括两条纵走的神经索，沿着背、腹中线延伸，背神经索较粗，而且在领部出现空腔，呈管状，认为与高等动物的背神经管是同源器官。

柱头虫为雌雄异体，生殖腺在外形不易区分，呈小囊状，分成两行，排列在鳃区的后方，各有小孔开口于体外。生殖细胞(精子、卵子)成熟后即由小孔排于水中。