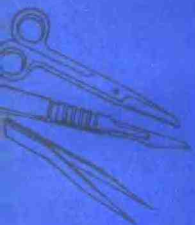


脊椎动物学实验指导



孙 岷 英 主 编

9.3-33

范大学出版社



脊椎动物学实验指导

孙惺英 主编

华东师范大学出版社出版发行

(上海中山北路 3663 号)

上海复旦大学印刷厂印刷

开本: 850×1168 1/32 印张: 5.5625 字数: 150 千字

1989 年 12 月第一版 1989 年 12 月第一次印刷

印数: 0001—3000 本

ISBN7-5617-0612-X/N·044

定价: 2.20 元

内 容 提 要

本书是在作者多年教学经验的基础上,参阅了国内外有关参考书籍编写而成的。内容包括原索动物和脊椎动物,全书共列 22 个实验,其中形态解剖实验 18 个,分类实验 4 个。本书的主要特点是,实验内容按便于解剖和观察的顺序编排,着重对观察步骤、解剖技术和方法的指导,并将其贯穿在整个实验过程之中;分类的术语和特征大多结合在各检索表中叙述,便于学生理解和掌握。为配合实验内容,附插图 187 幅。

可供高等院校生物学和水产、农林、医学等系有关专业作实验教材,也可供有关教师参考。

前 言

在 1984 年全国第一次动物学教学研讨会,以及这以前华东六所高校的动物学教学座谈会上,与会者一致认为实验课是动物学(脊椎动物学)教学中的一个重要环节,需要加强,并希望编写一些有关的指导书,供大家选择使用。以往,我们曾对如何提高实验课的质量作过一些探索,研讨会的共同认识促使我们编写这本“指导”。

在内容选择上,主要依据动物学教学大纲的要求,并参考国内外的教科书和参考书,结合我们多年的教学经验,安排 22 个实验,可根据课程的要求选择采用。

形态解剖部分,原索动物以文昌鱼为代表,鱼纲至哺乳纲(爬行动物除外)均以常见易得的动物为代表。各实验的顺序安排,并不完全按常规的器官系统,而是按器官的局部位置循序渐进。在实验的全过程中,始终贯穿加强对解剖操作技术和观察方法的指导,使学生据此能掌握实验步骤和方法,并独立地进行操作、观察和思考,以培养学生独立工作能力和严谨的科学态度。

分类部分,分类的术语和特征大多结合在各检索表中叙述,并在部分目和科的检索表中还附有 1 至数种动物的主要特征和分布区,以供选用。分类实验集中安排以利学生系统掌握分类知识,也便于组织野外实习。

配合实验内容,本书附插图 187 幅,除一部分自绘或改绘外,均来自各参考书目。我们并对部分实验制作了录像片,内容侧重于对解剖技术和方法以及观察步骤的指导。

本书的形态解剖由华东师范大学孙帼英、周忠良和陈建国编写;鱼纲分类由周忠良编写;两栖和爬行纲分类由陈建国编写;

鸟纲分类由上海技术师范学院马世全编写，哺乳纲分类由华东师范大学盛和林编写。全书由孙帼英统稿。

插图由上海自然博物馆唐庆瑜、华东师范大学周忠良、陈建国和上海技术师范学院马世全等绘制。

华东师范大学唐思贤协助部分工作，特此致谢。

限于编写人员的水平，不足和错误在所难免，尚祈指正。

孙帼英

于华东师范大学生物学系

1989.11.

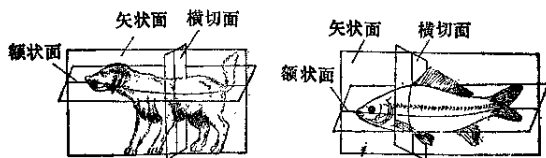
解剖术语

解剖学的描述需按一定标准姿势，由此而定方位。脊椎动物是以四足动物头部朝前、尾部向后的正常站立姿势为标准，如左右侧是指动物本身的左右侧。

近头部方向描述为头端或前端，近尾部的则为尾端或后端。动物体背面向上，腹部向下，因此，向上的一面称上面背或面，反之，称下面或腹面。

动物体可以作三个互相垂直的面（见下图）。矢状面（纵切面）通过身体的纵轴将动物体分为左右两半；额状面亦通过身体的纵轴，将身体分为背腹两部分，而与矢状面相垂直；横切面则与上述两断面相垂直，将身体分为前后两部分。

近正中面者为内侧，远离正中面者为外侧。肢体接近躯干的为近端，而远离躯干的为远端。



动物的断面 左：四足动物；右：鱼

目 录

解剖术语

实验一 文昌鱼（附柄海鞘、日本无鳃鳗的观察）·····	（1）
实验二 尖头斜齿鲨的外形、皮肤及骨骼系统（附肌肉系统的观察）·····	（7）
实验三 鲫鱼（鲤鱼）的外形和内部解剖（附尖头斜齿鲨的鳃、心脏和鳃区动脉血管的观察）·····	（18）
实验四 鲫鱼的骨骼系统·····	（20）
实验五 尖头斜齿鲨的脑、脑神经和感觉器官·····	（26）
实验六 鲫鱼的脑和脑神经·····	（31）
实验七 蟾蜍（蛙）的骨骼系统（附后肢肌肉的观察）·····	（35）
实验八 蟾蜍（蛙）的外形、皮肤和内部解剖·····	（43）
实验九 蟾蜍（蛙）的循环系统·····	（49）
实验十 蟾蜍的神经系统·····	（54）
实验十一 爬行动物的形态与结构特点·····	（57）
实验十二 家鸽的骨骼系统·····	（61）
实验十三 家鸽的外形、羽毛和内部解剖·····	（64）
实验十四 家兔的骨骼系统·····	（71）
实验十五 家兔的外形和内部解剖·····	（77）
实验十六 家兔的循环系统·····	（84）
实验十七 家兔的脑和脑神经·····	（89）
实验十八 家兔的植物性神经和脊神经·····	（94）
实验十九 鱼纲分类·····	（98）
实验二十 两栖和爬行纲分类·····	（116）
实验二十一 鸟纲分类·····	（128）
实验二十二 哺乳纲分类·····	（152）
参考资料·····	（170）

实验一 文昌鱼（附柄海鞘、 日本七鳃鳗的观察）

一、目的要求

1. 文昌鱼 (*Branchiostoma belcheri*) 是低等、典型的脊索动物，通过对它的观察，掌握脊索动物门的主要特征及其与无脊椎动物的区别。

2. 通过海鞘、文昌鱼和日本七鳃鳗的观察，了解它们所代表的各亚门的主要区别。

二、材料和用具

文昌鱼成体浸制标本或整体封片。文昌鱼咽部横切片。柄海鞘浸制标本，海鞘幼体封片。七鳃鳗浸制标本、骨骼及咽部横断面标本。解剖器、放大镜、解剖镜、显微镜和培养皿等。

三、解剖与观察

1. 外部形态 取一尾文昌鱼浸制标本，放入盛有水的培养皿中，置放大镜或解剖镜下观察（图 1-1）。

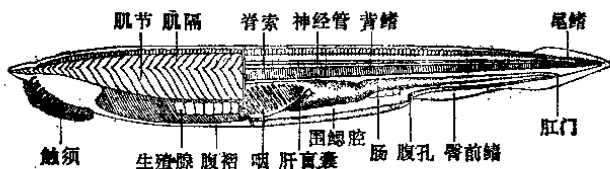


图 1-1 文昌鱼（除去一部分左侧体壁）

(1) 体形 文昌鱼外形似鱼，长 4 至 5 厘米，侧扁，两头尖，没有明显的头部，具有触须的一端为前端。

(2) 肌节与肌隔 透过皮肤可见下面的肌肉。肌肉分节明显，肌节呈 $\angle$ 形，相邻的肌节间有结缔组织的肌隔隔开，肌隔为“ $<$ ”形。肌节的数目是文昌鱼分类的重要特征之一。计算标本的肌节数。

(3) 鳍、腹褶、腹孔和肛门 沿体背侧正中线，有一纵行皮肤褶，为背鳍。围绕在尾部的是尾鳍，尾鳍较宽，易识别。由尾鳍沿腹面向前伸展的是臀前鳍。背鳍和臀前鳍内有胶质的鳍条支持，在解剖镜下可见鳍条呈长方形。臀前鳍前方有一对互相平行的狭长纵行的皮肤褶，为腹褶，其前端直达口笠，后端于体后的三分之一处相汇合，在汇合处，即臀前鳍的前方有一孔，为腹孔，腹孔是围鳃腔通外界的孔。尾鳍与臀前鳍交界处的左侧有一孔为肛门。

(4) 生殖腺 性腺成熟的个体，在咽部两侧，肌节之腹端各有一列圆角四边形的生殖腺。左右两侧生殖腺的数目不等，每侧有多少个？在生活时，卵巢为淡黄色，精巢为白色，据此识别雌雄。浸制标本则很难识别。

(5) 口笠、触须和前庭 从侧面看，腹褶前方，头端部分的肌节明显缩小并趋向背侧，而腹端是为薄膜围成的围褶部分，形似笠帽，称口笠。口笠边缘生有触须，具感觉作用，并能防止沙粒和大型食物进入体内。口笠内部的空腔称为前庭。

2. 内部解剖 外形观察完毕后，将文昌鱼左侧向上，用眼科剪从腹侧插入前庭，将咽壁腹侧剪开一小段，然后剪向背方，再从背面剪向吻端，除去左侧口笠壁及其后的小块咽壁（解剖步骤见图1-2）。将标本置解剖镜下，观察轮器等结构。

(1) 轮器、缘膜、缘膜触手和口 口笠壁的后部有4~5条指状突起，乳白色，为轮器。轮器的后方有由括约肌构成的缘膜，其中央的孔即为文昌鱼的口。缘膜上伸出的短小突起为缘膜触手（图1-2）。在解剖时，口孔常被剪开或损坏，因而，主要以观察缘膜触手确定口的位置，缘膜触手亦具有防止沙粒等物进入口内

的作用。

上述器官观察完毕后，用细尖头镊子仔细剥除体左侧的皮肤和肌肉（图1-1）。注意勿损坏肌肉下的咽壁和肠管。

(2) 咽和围鳃腔 紧接于口后方的膨大部分为咽，几乎占体长的一半，在咽部可以看到许多稍倾斜排列的条状物为鳃隔（鳃条、鳃杆、鳃棒），两鳃隔之间的纵长裂缝为鳃裂。鳃裂不直接开口于体外，而是开口于围绕着咽的围鳃腔中，围鳃腔以腹孔开口于体外。如何确定围鳃腔的部位？



图1-2 文昌鱼前端（侧面观）↑示解剖方向与步骤

(3) 肠和肝盲囊 连接于咽后端的狭窄的管道为肠，其末端以肛门开口于体外。肠的起始部腹面伸出一盲管为肝盲囊（中肠盲囊），从肠分出后即转向咽的右侧，向前伸至咽部前方约三分之一处。

(4) 脊索和神经管 在消化管的背面，有一条纵贯身体前后端呈棒状的脊索，颜色较深。

仔细清除脊索背面的肌肉。紧靠在脊索的背面可看到一条与之平行的结构，即为神经管。观察神经管比较困难，需仔细。神经管腔壁上有许多黑色小点，为脑眼，具感光作用，因此，在解剖镜下可看到脊索背面的一条具黑色小点的白色结构，即可肯定其为神经管，其直径明显小于脊索，且略短于脊索。

3. 整体封片观察 取文昌鱼的整体封片在解剖镜或显微镜低倍镜下观察（参看图1-1）。

(1) 口笠和前庭 文昌鱼前端肌节腹面的笠帽形部分为口笠，口笠边缘具触须，口笠的内腔为前庭。

(2) 轮器和缘膜触手 口笠壁上染色较深的4~5个指状突

起为轮器。轮器后方有由括约肌构成的薄膜为缘膜，缘膜中央的孔即为文昌鱼的口，缘膜上伸出的短小突起的缘膜触手。在封片中口孔往往不易看清。

(3) 咽、围鳃腔、肠和肝盲囊 口孔向后为咽，咽部染色较深，咽壁上狭长倾斜排列的条状结构为鳃隔，鳃隔间的空隙为鳃裂。围鳃腔是围绕着咽的大腔，但由于咽壁被压挤，仅能看到咽与腹侧体壁之间的一部分，围鳃腔以腹孔开口于体外。咽后方为肠，肠管以肛门开口于体外。从肠的起始部伸出一条盲管为肝盲囊，其从肠伸出后即向前转向咽的右侧，因此，在咽后三分之二部位看到的一条深色管即为肝盲囊。

(4) 脊索和神经管 脊索是位于消化管背面的一条黄色棒状结构，纵贯全身。神经管紧位于脊索背面，略短于脊索，具许多黑色小点。

4. 横切面切片的观察 切片的观察有利于进一步理解文昌鱼的结构。

取通过咽部的横切片，置于低倍显微镜下观察。

最外层为皮肤。表皮由单层柱状细胞组成。真皮薄，不明显。肌肉紧位于皮肤之下，肌节彼此之间以肌隔分开，背部的肌节较厚，体侧较薄，腹部在围鳃腔的腹侧仅为薄的横肌。背部肌肉上方，背面正中央突出的部分为背鳍，内有略呈长方形的鳍条支持。神经管在背鳍条的下方，呈卵圆形或梯形，它的中央的神经管腔狭窄呈一裂状隙。神经管的下方为脊索，外围以结缔组织形成的脊索鞘。咽占据了脊索下方的大部分，其腹面和侧面被围鳃腔包围，围鳃腔腹面被上述薄的横肌所限制。腹面两侧突出的褶为腹褶。咽部着色深的部分为鳃隔，其间的空隙为鳃裂，咽腹面的纵沟为内柱，咽背面也有一纵沟，为咽上沟。在生殖腺成熟的个体，生殖腺从两侧突向围鳃腔，如系卵巢，则具大细胞核，如系精巢，则呈现小黑点或条纹状。在咽后部三分之二区域的切片，可以看到咽右侧的长椭圆形制状物，即肝盲囊。由于围鳃腔

扩大，很难观察到体腔的全貌。咽背部两侧的二条狭管，内柱腹面的狭小空腔等均为体腔的一部分。

附一、柄海鞘 (*Styela sp.*)

柄海鞘成体营固着生活，幼体营自由生活。

1. 成体 体呈囊状，外被纤维质被囊，质地强韧。一端有柄，附着他物上，另一端有两孔，位置较高的为入水孔（口孔），另一孔为出水孔（泄殖孔）。水由入水孔进入，由出水孔排出体外。

2. 幼体封片 幼体营自由生活，形如蝌蚪。体前部的孔为口孔，后部具侧扁的尾。尾部正中的一条深色轴索为脊索。

附二、日本七鳃鳗 (*lampetra japonica*)

1. 外形 (图 1-3) 体呈鳗形，皮肤光滑无鳞。体后部具两背鳍和尾鳍，无偶鳍。头部最前端为圆形的口漏斗（相当于文昌鱼的前庭），其边缘有许多皮肤褶皱，漏斗内部有明显的黄褐色角质齿。头的两侧有一对眼，被覆半透明的皮肤，无眼睑。各眼后方有七个圆形的鳃孔。两眼间有单个鼻孔。鼻孔后方有一椭圆形的小凹陷，皮肤颜色稍淡，此处皮下有松果眼。身体后部四分之一处腹中线上的凹陷为泄殖腔，其中前方的孔为肛门，后方为尿殖乳头。



图 1-3 日本七鳃鳗的外形

身体后部四分之一处腹中线上的凹陷为泄殖腔，其中前方的孔为肛门，后方为尿殖乳头。

2. 部分器官的观察 除去头部以及一侧躯干部和尾部肌肉的七鳃鳗标本，鳃部横剖面标本。

(1) 头骨 - 头骨全为软骨，原始且特化，未形成完整性的脑颅。脑颅的最前端是支持口漏斗和舌的骨路。咽颅的数对鳃弓均连在一起，由垂直和纵走的棒状软骨所组成，形如竹编的筐，称为鳃笼。整个鳃笼直接位于皮肤之下。

(2) 脊索和脊髓 脊索很发达，一直伸展到尾端。脊索的上方是脊髓。脊索外被以脊索鞘，脊索鞘向上包围脊髓，在脊索的上方即脊髓两侧，有成对的软骨片。

(3) 鳃和呼吸管 在外形中看到的鳃孔为外鳃裂，内连球

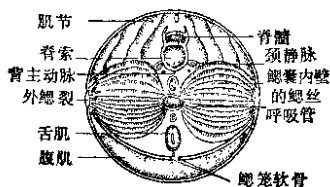


图 1-4 日本七鳃鳗鳃区横剖面

状的鳃囊，内鳃裂开口于特殊的呼吸管。呼吸管位于食道的腹面，为一前端通口腔的盲囊。在横断面上（图 1-4）可见外鳃裂向内为圆形的鳃囊，鳃囊的内壁生有鳃丝，内鳃裂与中央

的呼吸管相通，呼吸管背面圆形的空腔为食道，食道背面是脊索和脊髓，鳃囊腹面的软骨是咽颅的鳃笼软骨。鳃弓的骨骼位于鳃囊的外面，皮肤下方。

四、作业与思考题

1. 绘制文昌鱼咽部横切面图。

2. 从文昌鱼的摄食和呼吸器官的构造，讨论文昌鱼是如何取食和呼吸的。

实验二 尖头斜齿鲨的外形、皮肤及骨骼系统（附肌肉系统的观察）

一、目的要求

1. 尖头斜齿鲨 *Scolidon sorrakowah* 系小型鲨类，适于作为软骨鱼的代表，标本易得。通过对它的解剖与观察，掌握软骨鱼类的基本结构。

2. 掌握软骨鱼类骨骼的一般构造，为以后学习有关内容奠定基础。

二、材料和用具

斜齿鲨的浸制标本。整体及分散骨骼标本。盾鳞和皮肤切片。解剖器，蜡盘，显微镜。

三、解剖与观察

1. 外形 体呈纺锤形，全体分头（由吻端到最后一个鳃裂）、躯干（由最后一个鳃裂到泄殖腔孔）和尾（由泄殖腔孔到最后一个脊椎骨）三部分。

（1）头部 呈扁平三角形，后部两侧有五对鳃裂。口位于头的腹面，口缘齿尖锐。口的前方两侧为鼻孔，鼻腔内的瓣状突起称为鼻瓣，鼻孔不完全地被其分隔为两个孔，前方为入水孔，后方为出水孔。眼位于头部两侧，具上、下眼睑，下眼睑内侧有一壁薄而色略淡的斜行褶，为瞬膜，其向上方斜行移动时可闭合眼睛。

头部特别在吻部有许多小孔，轻压之，有粘液从孔中流出，这些小孔是感觉器官罗伦管的开孔。

（2）躯干部和尾部

奇鳍有2个背鳍、臀鳍和尾鳍，尾鳍的上下叶不等，脊椎骨

伸入上叶，上叶前方腹面为下叶，这种类型的尾称歪形尾。

偶鳍有胸鳍和腹鳍。雄性腹鳍内侧有一对长形的交配器，称鳍脚，每一鳍脚内侧有一凹沟，交配时，雄鱼的精液沿此沟进入雌鱼体内，行体内受精。

泄殖腔孔位于左右腹鳍之间。

侧线为体侧的一条颜色稍淡的纵行线。

(3) 皮肤及鳞片

盾鳞的制备 用解剖刀从新鲜鲨鱼背鳍下方割一块鲨鱼皮，置烧杯中，放少许水，加 2~3 片氢氧化钠（去脂）加热，待皮肤烧软或全部溶解后，用玻璃棒轻搅，盾鳞沉淀于底部，色白，用水洗清后保存于 5% 的福尔马林液中，可长期使用。

盾鳞的观察 盾鳞密布于头、躯干、尾和各鳍上，用手由后向前抚摸鲨鱼体表时，会有极粗糙的感觉，为什么？请从盾鳞的结构给以回答。用吸管吸取少许已制备好的盾鳞置于载玻片上，在低倍显微镜下进行观察。

每一盾鳞包括基板及其上方向后的棘突二部分。基板略呈菱形，棘突具三个尖突，基板中央有一小孔，这是棘突的髓腔向真皮的开孔（图 2-1）。



图2-1 尖头斜齿鲨的盾鳞

置皮肤切片于显微镜下观察，鲨鱼皮肤由表皮和真皮共同构成，盾鳞的基板埋在真皮层中，尖端向后的棘突露在皮肤外面。基板和棘突成自齿质。但棘突外围以珐琅质，具有保护棘突暴露表面的作用。棘突中央的空腔为髓腔，真皮中的神经和血管经基板上的小孔进入髓腔。

2. 骨骼系统

鲨鱼的骨骼为软骨，由中轴骨骼和附肢骨骼组成。中轴骨骼包括头骨和脊柱。头骨分为脑颅和咽颅。

(1) 脑颅 由整块软骨构成，相当于高等动物的原始颅骨

状态，又称原颅（图 2-2）。

脑颅的前端有三条棒状的吻软骨，它的基部两侧是一对鼻囊。紧位于鼻囊之后方，脑颅两侧的大凹陷为眼囊，是容纳眼球的地方。从眼囊侧面稍后方突出的一细长软骨棒为眼柄软骨，在骨骼标本上常易脱落。脑颅背面有二个凹窝，前面一个位于两鼻囊之间，称前囟，生活时复盖着薄膜；后方中央的一个为内淋巴窝。除去窝内的结缔组织，在窝内两侧可看到两对孔，前面一对较小，为内淋巴管孔，与内耳相通；后面一对较大，为外淋巴管孔，与容纳内耳的腔相通。内淋巴窝两侧的高出部分为耳囊，耳囊有似三角形边的三条突起，这是内耳的三条半规管所在处。脑颅后端中央的孔为枕骨大孔，其下方两侧的突起为枕髁，与脊柱相连接。

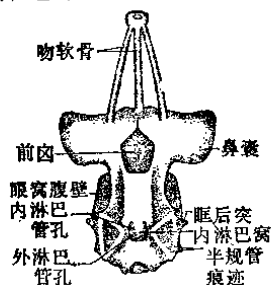


图 2-2 尖头斜齿鲨脑颅背面观

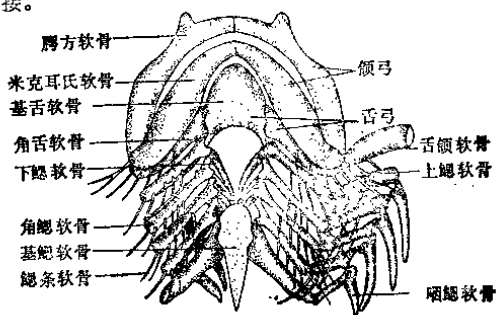


图 2-3 尖头斜齿鲨咽颅腹面观

在脑颅的腹面，可见鼻囊的鼻腔通孔，孔内有突出的鼻瓣软

骨。鼻窦后方为一整块软骨板。

(2) 咽颌 包括七对软骨，从侧面看呈弓形(图2-3)。

第一对系支持上下颌的颌弓，其分背腹两部分，背部是上颌，由一对大而扁平的腭(翼)方软骨组成；腹面是下颌，由一对米克尔氏软骨(Meckel's Cartilage)组成。腭方软骨的前背面有一突起，为腭突，其借韧带与眼眶前方和鼻窦后缘相关节；后端则与米克尔氏软骨后部侧面的凹关节面相关节。

第二对为舌弓，由五块软骨组成。背面左右的一对为舌颌软骨，其背端借结缔组织与耳囊的外侧缘相连接；腹端前侧面借结缔组织与米克尔氏软骨的后端相接，形成了舌颌软骨与脑颅相连接的舌接型。舌颌软骨的腹端为一对角舌软骨。腹面中央的一块为支持舌的基舌软骨。舌颌软骨和角舌软骨后缘均附有细长的鳃条软骨。

第三至第七对为鳃弓，前三对各由左右两侧成对的八块软骨组成，后两对稍有差异。先用手摸出各骨片之间的关节，按由背向腹的顺序观察各骨片。背侧的一对略呈扁平三角形的为咽鳃软骨，其背端游离，尖端指向后方，腹端与上鳃软骨相接。第四、五对咽鳃软骨有何变化？上鳃软骨与转向腹面的角鳃软骨关节。下鳃软骨是位于腹面中央，基舌骨后方的短而细的棒状软骨，其一端与角鳃软骨相关节，仅前三对鳃弓具有，四、五对缺如。第二、三对下鳃软骨的腹端与基鳃软骨相连接。基鳃软骨为下鳃软骨后方的一块长形面后端稍尖的扁平软骨，第四、五对鳃弓的角鳃软骨直接与之相关节。

第一至四对鳃弓的上鳃软骨和角鳃软骨后缘有鳃条软骨，用以支持鳃间隔，第五对鳃弓没有鳃条软骨，为什么？

(3) 脊柱 由许多脊椎骨组成，分为躯干椎和尾椎。取分散的躯椎和尾椎进行观察。

躯椎 椎体背面的圆形实体为椎体，椎体前后两面凹入呈漏斗状，为两凹椎体。椎体背面的弓称椎弓，其中的空腔为椎管，