

寄生虫学

PARASITOLOGY

孔繁瑶 索 勋 编 著

中国农业大学出版社



PDG

内容简介

《寄生虫学》系为寄生虫学研究生编写的一本教材,是《寄生虫学》1987年手抄稿的增补版。本书内容包括线虫、吸虫、绦虫、棘头虫、原生动物、节肢动物共6篇。分别讲述了线虫的历史、形态、发育及 NEMATODES OF IMPORTANCE,吸虫的形态与功能、发育及 CLASSIFICATION OF SUBCLASS DIGenea,绦虫的形态与功能、一般生物学特征、分类、绦虫亚纲及真绦虫亚纲各目之检索表以及假叶目和圆叶目重要科、属检索表,棘头虫的结构,原生动物的 HISTORY、FORM AND FUNCTION、分类及重要病原原虫,节肢动物的概述、INSECTA、与人畜有关的重要昆虫以及 ACARINA 等内容。本书中、英文并用,插图 280 幅。本书的读者对象,除高等农业院校寄生虫学专业学生外,还可以供作医学和兽医寄生虫学的科研人员、教师和临床兽医工作者的参考书。

序

这是一本给寄生虫学研究生用的讲义。早先是一个手写的稿子、胶印的非正式出版物。还有一个特点,就是中、英文并用。全用英文,自然不符合国情;全用中文,不利于学生掌握专业术语,于是乎就这么交织用字了。这本书看来似乎形式“古怪”,但学生却颇欢迎。中国农业大学出版社有鉴于此,首肯付梓,真是感谢不尽。

一本书的好与差,我们是这么评定的:一本好书应当是不单给人以充足的知识,而且给人以启发、提示新问题、出尚无答案和尚无准确答案的题目。基于这个标准,我们写这本讲义的首选参考书是 Schmidt 和 Roberts 合著的 *Foundations of Parasitology*,我们认为这是一本好书,具备上述优点。

另几本主要参考书是 Ben Dawes 所著的 *Trematoda*; Satyu Yamaguti 所著的 *Systema Helminthum*; C. M. Wenyon 的 *Protozoology*; W. Yorke 和 P. A. Mapstone 的 *The Nematode Parasites of Vertebrates*; G. D. Schmidt 所著的 *Handbook of Tapeworm Identification*; R. E. Williams, R. D. Hall, A. B. Broce 和 P. J. Scholl 所著的 *Livestock Entomology*; A. C. Chandler 和 C. P. Read 所著 *Introduction to Parasitology*; 其它不一一赘述。

由于水平所限,可能会有错误;再者,编写此书时还有一个考虑,就是想使内容和本教研组的科学研究方向相关联,这样就出现了内容不平衡的缺点,一并请读者见谅、批评指正。

作 者

一九九八年十一月

序

(手写稿的序)

这是一本给研究生用的讲义,希望它能起两个方面的作用:一是给读者一些具体的知识;二是使读者知道寄生虫学这棵大树,它下边有许多许多的根,上面有繁茂的枝叶,从这个意义上来说,这本讲义又是一个提纲。

这本讲义是以施密特等著《寄生虫学基础》为蓝本写成的;也引用了其他一些文献资料。

本讲义还想让学生多接触一些外文的专业术语。还较多地扩充了植物线虫部分。

本讲义的内容较多地侧重于线形动物、扁形动物和原生动物的。

水平所限,错误难免,请读者批评指正。

孔繁瑶

一九八七年三月

目 录

第一篇 线虫

历史	(1)
形态	(2)
BODY WALL	(2)
PSEUDOCOEL	(6)
NERVOUS SYSTEM	(7)
DIGESTIVE SYSTEM AND NUTRITION	(11)
EXCRETION AND OSMOREGULATION	(15)
REPRODUCTION SYSTEM	(16)
发育	(21)
卵壳形成	(22)
胚胎发育	(22)
卵孵化	(23)
生长脱皮	(24)
NEMATODES OF IMPORTANCE	(24)

第二篇 吸虫

形态与功能	(89)
体形	(89)
TEGUMENT	(89)
PARENCHYMA	(92)
肌肉	(93)
神经系统	(93)
OSMOREGULATORY SYSTEM	(94)
营养与消化	(95)
REPRODUCTIVE SYSTEM	(97)
发育	(99)
生活史	(99)
EMBRYOGENESIS	(99)
EXCYSTATION	(105)
MIGRATION	(105)

SUMMARY OF LIFE CYCLE	(106)
PHYLOGENY OF DIGENETIC TREMATODES	(107)
CLASSIFICATION OF SUBCLASS DIGENEA	(107)

第三篇 绦虫

形态与功能.....	(113)
STROBILA	(113)
SCOLEX	(114)
NECK	(115)
TEGUMENT	(115)
MUSCULAR SYSTEM	(116)
NERVOUS SYSTEM	(117)
OSMOREGULATORY SYSTEM	(117)
REPRODUCTIVE SYSTEM	(119)
一般生物学特征.....	(121)
LIFE CYCLE	(122)
在终末宿主体内的发育.....	(123)
分类.....	(125)
ORDER CYCLOPHYLLIDEA	(125)
ORDER PSEUDOPHYLLIDEA	(125)
绦虫亚纲及真绦虫亚纲各目之检索表.....	(126)
假叶目和圆叶目重要科、属检索表	(133)

第四篇 棘头虫

外形.....	(145)
体壁.....	(145)
喙(吻)与喙囊.....	(145)
神经中枢.....	(145)
排泄系.....	(145)
韧带囊.....	(145)
假体腔.....	(145)
生殖系.....	(145)
ORDER PALAEACANTHOCEPHALA	(149)
ORDER ARCHIACANTHOCEPHALA	(149)

第五篇 原生动物

HISTORY	(151)
FORM AND FUNCTION	(151)
NUCLEUS AND CYTOPLASMS	(152)
LOCOMOTORY ORGANELLES	(153)
NUTRITION	(158)
EXCRETION AND OSMOREGULATION	(159)
REPRODUCTION	(160)
ENCYSTMENT	(162)
分类学.....	(163)
重要病原原虫.....	(170)
I GENUS TRYPANOSOMA	(170)
II GENUS LEISHMANIA	(174)
III TRICHOMONAS AND TRITRICHOMONAS	(176)
IV HISTOMONAS	(176)
V ENTAMOEBA	(176)
VI COCCIDIA	(176)
VII PLASMODIUM	(176)
VIII LEUCOCYTOZOIDAE	(176)
IX FAMILY BABESIIDAE	(176)
X FAMILY THEILERIIDAE	(176)
XI BALANTIDIUM COLI	(176)

第六篇 节肢动物

概述.....	(177)
INSECTA	(178)
外部结构.....	(178)
内部结构.....	(181)
CLASSIFICATION	(185)
ORDER DIPTERA	(186)
与人畜有关的重要昆虫.....	(186)
I 双翅目 DIPTERA	(186)
II 虱目 ANOPLURA	(189)
III 啮虱目 MALLOPHAGA	(189)

IV 蚤目 APHANIPTERA	(189)
V 半翅目 HEMIPTERA	(189)
ACARINA	(189)
一般介绍.....	(189)
分类.....	(190)
THE TICKS	(191)
THE MITES	(193)

线虫是地球上数目最多的动物之一。虽然昆虫的种类多,但要知道几乎每一种昆虫都至少有一种线虫寄生,再加上寄生于其他各种动物的线虫,还有很多植物寄生线虫,其数量便是无可匹敌的了。自立生活之海洋线虫、淡水线虫与土壤线虫,比寄生线虫的数目还要多。

譬如:在一个烂苹果中找到过 90 000 条线虫;在 6~7 ml 泥里发现 36 spp. 线虫,达 1 074 条虫体;在美国的保持优良耕作的一英亩(=6. 07 亩)土壤中找到过 30~90 亿条虫体。

大多数线虫对人类生活并不重要,只有少数对人畜健康和植物健康极其重要。

历 史

中国可能是发现蛔虫的最早的国家, Hoeppli and Ch'iang (1940) 从黄帝内经(Huang Ti Nei Ching=The Yellow Emperor's Classic of Internal Medicine, 2 700 B. C.) 中摘录过如下一段:“The symptoms of the disease are cardiac and intestinal pain, malaise, moving masses in the abdomen with intermittent pain, sense of heat in the abdomen with thirst and salivation.”,这大概是对蛔虫病的最早和最准确的描述。

古代人在剖杀猎物 and 战争中会对大型线虫有印象。Aristotle 研讨过 *Ascaris lumbricoides*; Ebers Papyrus (1 550 B. C.) 是埃及人,描述过钩虫病的临床症状, Hippocrates 等和中国古籍中也有过类似的叙述。Moses 叙述过一种病,可能是 guinea worm 引起的。阿拉伯之 Avicenna 在 The Dark Ages in Europe 研究过 Elephantiasis, 是重要贡献。

真正了解线虫的分类学地位是从 Linnaeus, 1758 年开始,他把线虫和其他各种 worms and worm-like animals 一同归入 Class Vermes。

Goeze, Zeder, Rudolphi 的工作使线虫学获得了很大的发展。

再后, Gegenbaur, Huxley, Hatschek, Leuckart, Beneden, Diesing, Linotow, Looss, Railliet, Stossich 等的研究,使线虫成为动物界中的一个重要而且明确的类群。

Nematoda 一名是 Rudolphi 的 Nematoidea 之演变,并被纳入 Nemathelminthes 之内; Gegenbaur, 1859 年把它作为一个 Class 放入 Phylum Vermes 中,即 Phylum Vermes, Class Nemathelminthes, 其后又提升到 Phylum Nemathelminthes。现在 Nemathelminthes 一词也已少用。

Aschelminthes 是 Grobben, 1910 年提出的,作为一个 Superphylum,包括几个不同类群的 worm-like animals,其共同特点是都有一个 pseudocoelomic cavity。Hyman 曾以之作为一个 phylum,包括以下几个纲:

Phylum Aschelminthes

Class Nematoda

Class Rotifera

Class Gastrotricha

Class Nematomorpha

...

现代学者多将上述各纲提升到不同的门，隶属于 Aschelminthes 总门之下，即 Superphylum Aschelminthes, Phylum Nematoda，也有人称之为 Nemata，或 Nema。

兽医或医学寄生虫学和线虫学都有各自的学术刊物，常使用不同的术语，不同的采集标本的技术和制作标本的方法，等等。线虫学家多注重研究自立生活线虫、植物寄生线虫和无脊椎动物寄生线虫，而寄生虫学家则多着重脊椎动物寄生线虫。大趋势是“融合”，成为一个完整的线虫学。

形 态

1. 典型的线虫呈长形，两头较尖细，两侧对称，有来源于 embryonic blastocoel 之 pseudocoel。

2. Digestive system 是完整的，即有：口（在最前端）、咽（内腔呈 triradiate）、肠、直肠和肛门（开口于靠近后端之腹面）。

3. 体表覆盖着一层非细胞成分 cuticle，系由 hypodermis 分泌形成的，在个体发育 (ontogeny) 过程中脱皮四次。

4. 体肌只一层，均呈纵行排列，无环肌层。

5. Excretory system 或为 lateral canals，或为 ventral glands；有一个位于腹面中线上的 excretory pole。

6. 线虫缺少 cilia 和 flagella，仅有一些 sensory endings of modified cilia，甚至 male gametes 亦缺 flagella。

7. 大多数线虫为 dioecious（雌雄异体）；有一定程度的 sexual dimorphism，雌虫通常较大，雄虫尾部较弯曲。有一些自立生活的和植物寄生的为雌雄同体或孤雌生殖。雌性生殖孔开口于腹面、肛门前方；雄性生殖道末端开口于 cloaca。

8. 体形大小各异，小的如新杆线虫 *Caenorhabditis*，小于 1 mm，大的如 *Dracunculus*，大于 100 cm。

BODY WALL

体壁由角皮、角皮下组织和肌层构成。

Cuticle（角皮） 体壁最外层是 cuticle，是一个复杂的具有重要功能的构造，cuticle 还形成 stomodeum、proctodeum、排泄孔和 vagina 的 lining。角皮基本上可以区分为三个区域：①cortical，②the middle layer (homogeneous layer or matrix)，③inner layer 即 fibrous layer。上述三层还可以进一步再分为不同的层次。这里只介绍一个比较典型的结构，图 1-1。

Cortex（皮层） 表面盖有一层薄的 lipid，厚度不超过 0.1 μm 。这一层又已进一步证明为 trilaminar membrane。cortex 之主体部分可分为内、外两层：外层为角蛋白 keratin，一种 stabilized protein，在结构上为 amorphous and electron dense；内（皮）层 inner cortical layer 以及角皮其他各层基本上是 collagen（和脊椎动物结缔组织中的相似）。

中层 middle layer 的 homogeneous layer 在电镜下也是均一的，有的研究者说有 fine striations。

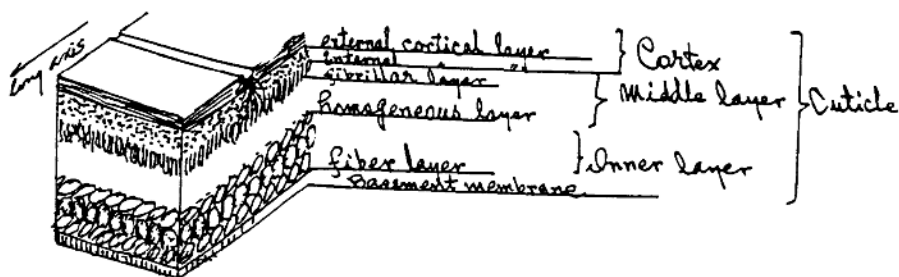


图1-1 角皮的结构

纤维层 fiber layer 又分三层，各个平行的纤维素的成分都是 collagen-like protein；其走向与虫体纵轴成一定角度，内、外两层走向相同，中层则是另一种方向，从而构成网格状组织，图1-2。纤维层是 hydrostatic skeleton 之重要组成部分，纤维素自身是不能扩张的，但能借不同层的（不同角度的）走向，使外层角皮纵向伸展、收缩（longitudinal expansion and contraction）。

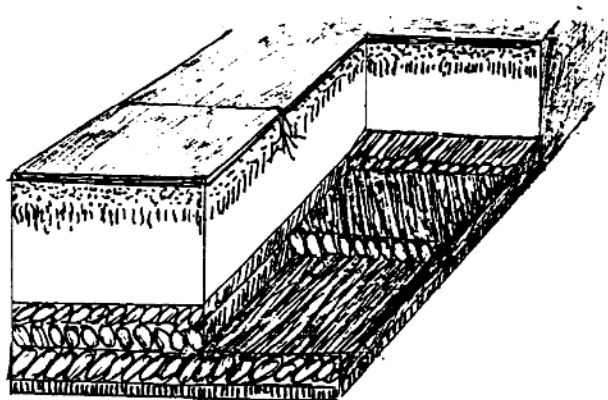


图1-2 纤维层的结构

基底膜 basal lamella 系一层 fine fibrils。由这一层和 hypodermis 相结合。

角皮上有横纹，使虫体有弹性，其显著程度各自不同。

角皮上还有各式各样的附属构造，不同种的线虫有不同类型的构造。如深浅不同的 punctations，高低、形状不同的 bosses，深浅不一的 pores，各种不同形状的 spines，不同形状的 cordons、epaulettes 等等。

侧部或亚侧部的角皮可能增厚形成 alae。Cervical alae 是长在前部的；caudal alae 长在一

些种雄虫的尾部；longitudinal alae 常贯穿雌雄虫身体的全长。侧翼之功能可能是用于游动和在固体面上提供较大的身体的稳定性。线虫通常是向腹面弯曲，以侧卧姿势进行运动或静止在一个地方，以侧面着地，作 two dimensional undulatory propulsion 时，一定比较稳固；若背面或腹面着地就不那么稳固了，图1-3。

Longitudinal ridges 见于许多种 Trichostrongylids，电镜观察时，发现这些嵴由一系列位于角皮中层的 strut（支杆）（或称 skeletal rods）支持着的。Strut 由胶原纤维保持直立，这些

纤维伸入 cortex and fibrous layer, 图1-4。
纵嵴的功能：一是帮助运动，虫体在肠绒毛间作 corkscrew type 活动时，纵嵴有固着和推进作用；二是可以磨损 microvillar surface，借以获得食物，对没有啮咬或穿刺式口器的虫体尤其重要。

Hypodermis (皮下组织) 皮下组织紧贴在角皮基底膜之下，在成虫通常为合体细胞，细胞核位于四个突入假体腔的增厚部——hypodermal cords 中，这种索是纵行的，将体肌分割为4个区，图1-5。在大型线虫，肉眼可以看到呈灰色线状的索。Dorsal and ventral cords 中有 longitudinal nerve trunk, lateral cords 中有 lateral canals of excretory system (就大多数线虫而言)。在索部，hypodermis 中含有 mitochondria 和 endoplasmic reticulum。皮下组织的一个重要功能是分泌形成 cuticle。在 *Trichuris* 和 *Capillaria* (至少是这两个属)，皮下组织中有一种 specialized areas——bacillary bands (杆状带)。在 *Trichuris*，它们通过小孔开口于食道区之腹面，成一单行；*Capillaria* 的在四个索部都有，并贯穿虫体全长，其功能不详；只知道它们是由 glandular and nonglandular cells 构成的，图1-6。

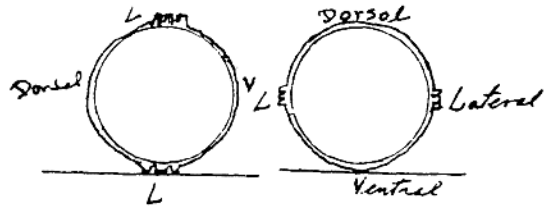


图1-3 着地姿势稳固性比较

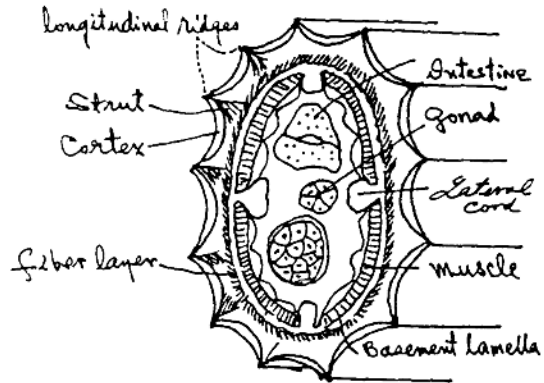


图1-4 纵嵴的结构

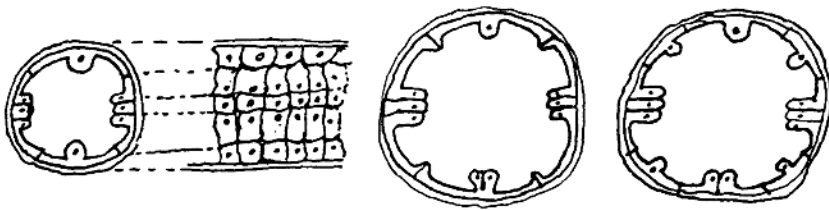


图1-5 Arrangements of hypodermal cells in Nemata

Muscle (肌肉) 肌肉是 body wall 的一部分，肌肉与 cuticle 共同组成 hydrostatic skeleton. Schneider (1866) 曾试图应用肌肉的形态、构造于分类学，并提出了一些名词，这些名词至今尚在应用，对叙述肌细胞的形状、排列颇便当，但对分类已无意义。Schneider 的名词涉及到每1/4部分中肌细胞的行数、形状和肌细胞收缩部的分布、位置 (图1-7)。



图1-6 Transverse section of bacillary band in *Capillaria hepatica*, showing a hypodermal gland cell and two nonglandular cells

按肌细胞间的排列方式, Schneider 描述了三种类型, 即:

① Holomyarian... no rows or only two rows of cells between adjacent cords, the arrangement is holomyarian. "The muscle cells are small and closely packed together and usually form a complete wall within the cuticular layer." (原指 trichurids and mermithids, 现已证明并不存在这种情形, 所以 the term is not useful and has only historical interest.)

② Meromyarian (mero, 分裂) If there are a few rows (2~5) per quadrant, the arrangement is described as meromyarian. "The muscle cells are flattened and only from 2 to 3 occur in each lateral field."

③ Polymyarian If there are many, then it is called polymyarian. "The muscle cells are numerous and extend well into the body cavity."

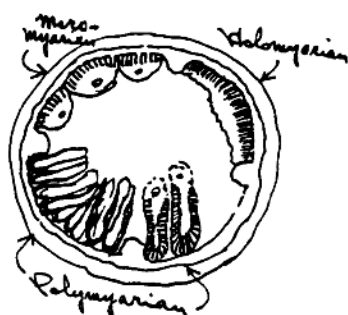


图1-7 肌细胞间的排列方式

按肌细胞的形状, 也描述了三种类型 (图1-8), 即:

① Platymyarian Cell 扁肌细胞之横切面大体呈卵圆形, 收缩纤维在一侧与皮下组织相邻; 非收缩部大约同样宽, 伸入假体腔。非收缩部含有 nuclei, 具有许多 cristae 的大大的 mitochondria, ribosome, endoplasmic reticulum, glycogen and lipid, 图1-9。

② Coelomyarian 呈梭形, 收缩部呈狭细的 U 形, 其中间填充着许多 mitochondria, 还有核, 内质网, 一个 Golgi body 和大量 glycogen。这个部分伸入假体腔, 其功能似乎是作为一个糖原贮存仓库。

③ Circomyarian Cell 收缩纤维位于浅层, 包裹着整个非收缩部。

Meromyarian-platymyarian 多见于小线虫和幼虫。

Polymyarian-coelomyarian 多见于较大的、专性寄生虫。

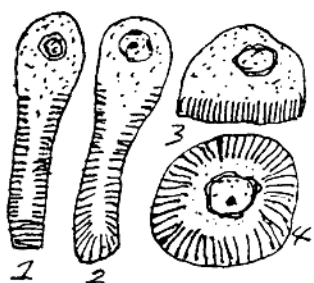


图1-8 Nematode muscle cells in transverse section

1, 2. Coelomyarian (1. *Deontostoma*, 2. *Ascaris*);
3. Platymyarian; 4. Circumyarian. (1~3. 上方为游离缘, 下为附着缘)。

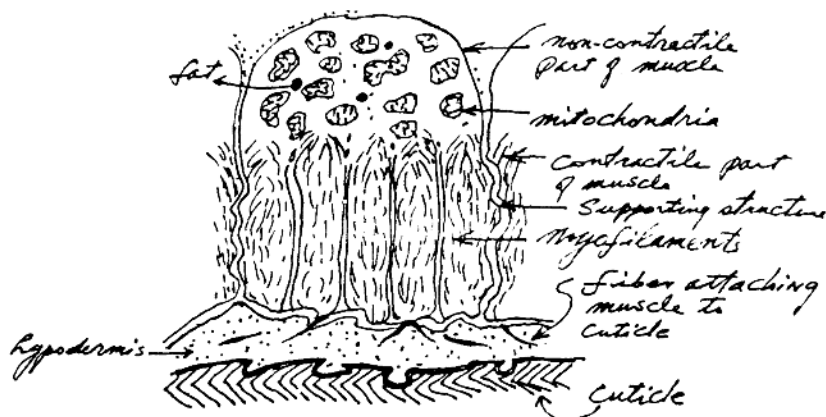


图1-9 扁肌细胞横切面电镜图

Circumyarian 型常属特异化的肌肉,如在吞咽、消化、排粪和生殖等方面担负重要功能。

肌肉与神经的特殊联接 ①由肌细胞之 perikarya 伸出突起到神经,而不是从神经细胞的 perikarya 伸出突起到肌肉 (图1-10); ②线虫肌细胞之另一不寻常的特征是它们常有 muscle-muscle connectives, 至少在 coelomyarian type 是如此。这种情形最常出现于虫体前区,或在肌细胞臂样突起之间,或在 perikarya 之间。有时是细胞间的胞质联接——cytoplasmic bridges; 有时是 external layers 的联接——sarcolemmal bridges。这种联接可能是在肌细胞间。传导神经冲动以实现高度的肌肉协调。

PSEUDOCOEL

体肌 (连同体壁之其他部分) 包围着一个充满液体的假体腔, 它导源于一个持续存在下来的 (胚胎的) embryonic blastocoel, 而不是 cavity within the endomesoderm, 所以没有 mesodermal lining, 其功能系构成一种 hydrostatic skeleton, 依所包有的液量、肌缩能力与施予液体的压力和液体向各个方向所传送的压力而变化。在有环肌的无脊椎动物, 环肌同时收缩、纵肌舒张, 则虫体变为细长, 反之环肌舒张纵肌收缩, 则虫体变短变粗。线虫无环肌,

肌肉动作时无与之对抗的肌肉，所以它只是与向内施加压力的角皮相对抗；只有增加假体腔液的压力，从而加强这一系统的效能和强度，才能实现运动。曾有人测过 *Ascaris* 假体腔液的 hydrostatic pressure——turgor，其平均压力为 $9.3 \times 10^3 \sim 1.6 \times 10^4$ Pa，有时可高达 2.8×10^4 Pa，这是一个很高的值。线虫移动时呈现特征性的 undulating fashion；纵肌一侧收缩，一侧舒张，形成弯曲→高内压；有弹性的角皮一侧 concave，一侧 convex，对抗收缩肌，使身体借舒张回到静息状态。

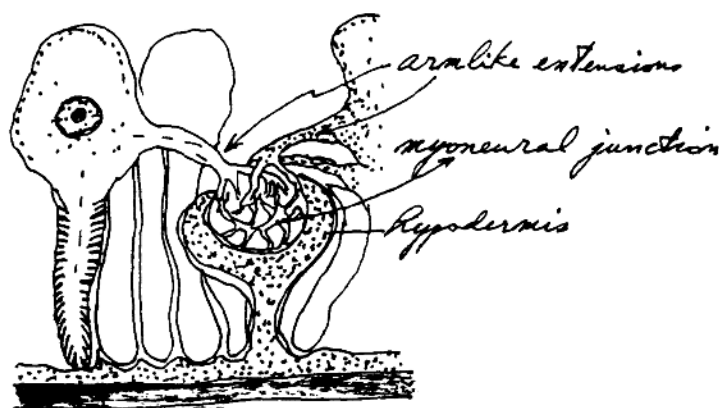


图1-10 Schematic transverse section of muscle cells and their armlike extensions that effect the myoneural junction.
The nerve cord is embedded in troughlike hypodermis...

Hemolymph (pseudocoelomic fluid) 蛔虫（也许还有其他动物寄生线虫）的假体腔液是清澈、粉红色的、几乎不含细胞成分的一种成分复杂的液体。几乎可以肯定其功能之一是在可溶物质（从一种组织到另一种组织）的运输上有重要作用。可溶物质包括电解质、蛋白、脂肪和碳水化合物。蛋白中包括 albumins, globulins, hemoglobins 和一些酶。

Coelomocyte 是假体腔中唯一的细胞，通常为2、4、或6个，呈卵圆形，或有許多分枝；在假体腔内，附着于周围组织；虽然常常很小，但在某些种，则十分巨大，如“in *Ascaris* the coelomocytes are 5 mm by 3 mm by up to 1 mm thick”。其功能尚不详，但可能有①汇集储存 Vitamin B₁₂；②protein synthetic 和③secretory function。

NERVOUS SYSTEM

线虫的神经系统（图1-11、图1-12）相当简单，大概是由于身体不同部位运动时的机械协调，借局部血淋巴量的变化来完成，所以不需要神经系的 local reflex networks。有两个主要的神经集中点，一在食道区，一在肛门区，两者间由纵神经干相连。前部集中区中之最显著者为 nerve ring，又叫 circumesophageal commissure。蛔虫的神经环由8个细胞组成，其中4个是神经细胞，4个是 glial cells。神经环紧贴食道外壁，在大多数线虫极易识别；在一个种内，其位置相当固定，故系一很好的分类特征。也可以说环是腹、侧、背、头神经节的联合。

神经节一般是成对的，腹神经节最大，背神经节最小。从每个节向后发出的是纵神经干，它们埋藏在 hypodermal cords 之中，腹神经干属最大。从侧神经节向前的是 amphidial nerve；有 5 个 papillary nerves 直接由神经环向前发出，分布于环口乳突上。腹神经干向后走，成为一个 “a chain of ganglia”，肛前神经节 preanal ganglion 发出两支走向背侧的神经，进入假体腔，围绕直肠形成 rectal commissure or posterior nerve ring。在后部的神经分布上，雄虫虽有较复杂的交配器官，但一般并不比雌虫复杂很多，可能那些 bursate nematodes 例外。

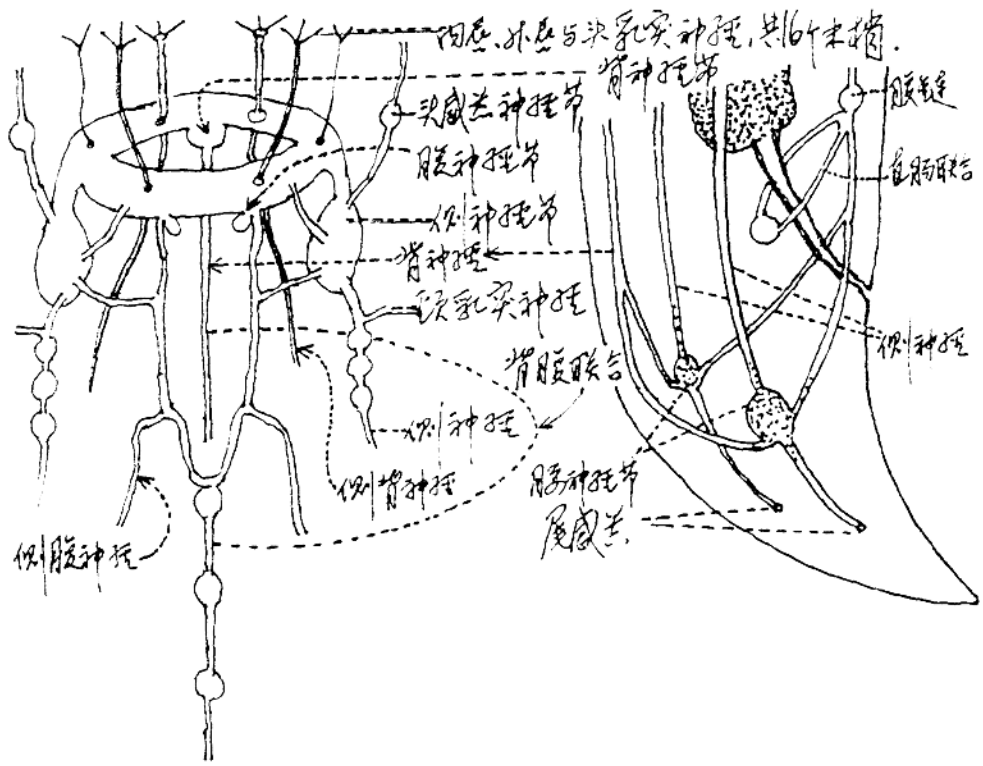


图1-11 Generalized anterior central nervous system

图1-12 Central nervous system, caudal region

外周神经由神经网格构成，由细的联合互相连接，并向角皮内发出神经到一些 sensory endings。

主要的感官是头乳突、尾乳突、头感器、尾感器，在某些 free-living form 尚有 ocelli。头部的感觉乳突模式（图1-13）是非常重要的分类学特征。Head papilla，每两个之间的夹角为 90°，6 片唇，各占 60° 角，每个唇上有内圈和外圈乳突各 1 个。

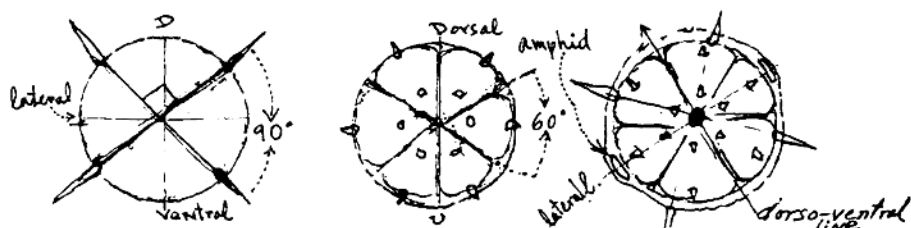


图1-13 头部感觉乳突模式

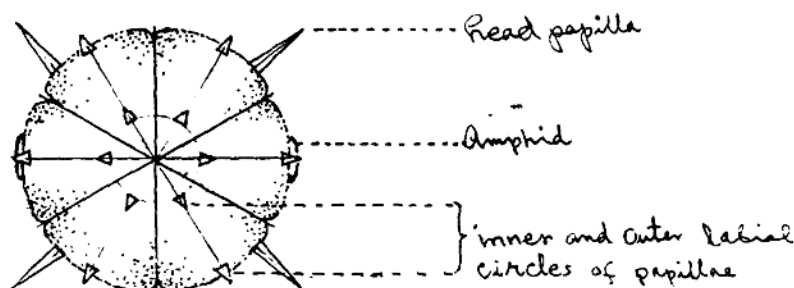


图1-14 头部感觉乳突原始模式

唇之原始模式系两个 lateral lips、两个 dorso-lateral 和两个 ventro-lateral。每个唇上都有 sensory papillae，除 inner and outer labial circles 之外，尚有4个 head papillae，其位置是在唇的外侧（偏后），位于每一侧背与侧腹唇之1/4与3/4线上，图1-14。这是原始模式的造型，既概括地代表所有线虫，又几乎没有一种线虫具备这样的构造。实际上，唇乳突常部分消失或融合，头乳突大大缩小。但有一些乳突则发现于所有的线虫；并且，若仔细研究，就会发现大多数线虫都有16个神经末梢，甚至完全丧失唇的外观的线虫也是如此。研究唇和乳突，须将虫体前端切下，竖直，在显微镜下研究。电镜观察证明，乳突之 sensory endings 系 modified cilia。乳突可能是 tactile receptor。



图1-15 头感器之结构

Amphids 系一对较为复杂之感官，开口于头之两侧，与 head papillae 大体在同一水平上。海洋线虫最为显著，其他自由生活线虫和动物寄生线虫则多已退化。Amphidial opening 常位于一个隆起部的顶端，引入一个深的角质小穴，其基底部是一个 nerve bulb 和一些 nerve processes，图1-15。感觉末梢是 modified cilia，一个头感器中可多达23个（每一乳突中则只有1~3个）。在发现线虫 sense