

日本血吸虫超微结构



武汉大学学术丛书
WUHAN UNIVERSITY ACADEMIC LIBRARY

周述龙 蒋明森 林建银 著
李 瑛 杨明义



全国优秀出版社
武汉大学出版社



武汉大学学术丛书

日本血吸虫超微结构

周述龙 蒋明森 林建银 李瑛 杨明义 著

Ultrastructure of *Schistosoma japonicum*
by

Zhou Shulong Jiang Mingsen Lin Jianying Li-Ying Yang Mingyi



武汉大学出版社

内 容 提 要

在超微水平上研究血吸虫的结构是防治血吸虫病必不可少的基础。本书总结了作者及有关研究人员数十年来对我国人畜共患的日本血吸虫生活史的每个阶段形态及超微结构,深入研究了血吸虫病的药理、病理、免疫等以及预防和治疗有关方面的专题。同时扩展有关的血吸虫以及寄生性蠕虫的超微结构知识。本书可供医学院、农学院、生命科学院等大专院校有关专业师生阅读,同时也可供寄生虫病控制中心研究单位及血防部门专业人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

日本血吸虫超微结构/周述龙,蒋明森,林建银,李瑛,杨明义著. —武汉:
武汉大学出版社,2005. 1

(武汉大学学术丛书)

ISBN 7-307-04314-9

I. 日… I. ①周… ②蒋… ③林… ④李… ⑤杨… III. 日本血
吸虫—超微结构—研究 IV. Q959.155.02

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 079348 号

责任编辑:黄汉平 责任校对:刘 欣 版式设计:支 笛

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:wdp4@whu.edu.cn 网址:www.wdp.whu.edu.cn)

印刷:武汉大学出版社印刷总厂

开本:787×1092 1/16 印张:15.125 字数:356千字 插页:2

版次:2005年1月第1版 2005年1月第1次印刷

ISBN 7-307-04314-9/Q·81 定价:28.00元

版权所有,不得翻印;凡购我社的图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请与当地图书销售部门
联系调换。



周述龙 男，1921年生，MS，武汉大学教授，硕士生导师。曾任卫生部专家委员会委员。现任湖北省血吸虫病咨询委员会委员顾问。一生致力于血吸虫生物学与防治研究工作，获省部级科技进步二等奖3项。主编专著3部。参编专著4部，发表论文70余篇。1995年获国务院特殊津贴。



蒋明森 男，1946年生，教授，博士生导师。现任武汉大学基础医学院院长、卫生部血吸虫病专家咨询委员会委员、湖北省血吸虫病专家咨询委员会副主任委员。多年来倾力于血吸虫生物学与免疫学研究，获省、部级科技进步二等奖2项，主编专著3部、统编教材1部、词典1部，发表学术论文百余篇。1997年被国家教委和国家人事部授予“全国优秀留学回国人员”称号。

主要编写人员

(按姓氏笔画)

- 许世鐸 汕头大学医学院 教授
李敏敏 中国科学院动物研究所 研究员
李 瑛 武汉大学医学院 高级实验师
阮幼冰 华中科技大学同济医学院 教授
肖树华 中国疾病预防控制中心 研究员
寄生虫病预防控制所
周述龙 武汉大学医学院 教授
林建银 福建医科大学 教授
杨明义 武汉大学医学院 副教授
杨孟祥 武汉大学医学院 副教授
唐崇惕 厦门大学 教授、院士
郑美蓉 华中科技大学同济医学院 副教授
赵琴平 武汉大学医学院 博士
董惠芬 武汉大学医学院 教授
蒋明森 武汉大学医学院 教授

总 审 定

- 陈佩惠 首都医科大学 教授
中国动物学会寄生虫学会副理事长
许世鐸 汕头大学医学院院长 教授

序 言

吾友周述龙、蒋明森、林建银等教授著《日本血吸虫超微结构》一书，嘱予作序，自忖材望均有未逮，既恳辞不受，自当奋力为之。

血吸虫病为热带病中之重要成员。Andrew Davis 在论述寄生虫病之重要性时称：“第一，远古以来寄生虫不与人类同在；第二，寄生虫还将存在多长时间无法预料，但可以肯定，即使到了 WHO 提出的实现‘全人类健康’的 2000 年以后，它们仍将存在。”作者将血吸虫列为群“魔”之首。日本分体吸虫、孟氏分体吸虫和埃及分体吸虫分别广布于东半球与西半球，罹病者之多居众寄生虫病之冠。科学史学家认为热带病学之产生，并非源于 19 世纪末之“科学的再分化”，而是 19 世纪末 20 世纪初北方资本主义国家列强开发殖民地的产物。那时欧洲人在热带地区遭遇炎热和素不为人知的病原，并成为阻碍其开发和发展的的重要因素，亦获最高政治阶层的关注，在微生物理论(germ theory)之主导下，一门“殖民医学”——热带医学诞生了。

这也说明何以英国之 Medical Research Council，德国之 Heidelberg 热带卫生研究所，比利时之安特卫普热带医学研究所，荷兰之阿姆斯特丹皇家热带病研究所，丹麦之血吸虫病研究所，均把血吸虫病列为优先资助的项目。南方的疾病在北方研究，此之谓“科学无国界”。血吸虫病之防治有人道与经济的双重效益，也有科学自身的价值，故血吸虫病之为全世界所关注，其理至明矣。

日本血吸虫为我国南方广大地区民众健康之大敌，自应成为国人寄生虫学研究之重要课题。

古人有云“欲致吾之知，在即物而穷其理”，对血吸虫亦然。欲“穷”血吸虫之“理”，当不外乎穷究其形态，其功能，其与宿主与药物之互动。更有学者称“汝欲知其功能，必先穷究其形态”。述龙教授此书，亦意在深入探究血吸虫生活史各阶段之形态，进而洞察其功能及其与宿主之互动。

周述龙教授从事血吸虫研究有年矣，多有创新之作，贡献良多。书中所示虽仅其一斑，其予科研、教学之裨益，已难以数量和时限测度。

(文中之引语均见 Parasitology: A global perspective 一书，编著者为 Kenneth S. Warren 和 John Z. Bowers, 1983)。

孔繁瑶

中国农业大学教授
中国动物学会寄生虫专业学会前主任

(1995~1999)

2003 年 3 月 15 日

前 言

应用扫描电镜和透射电镜观察生物体旨在更精细地了解它的体表及其体内结构,从而掌握其生活规律与致病机制等。科学知识为人类服务,较早应用电镜观察寄生虫于20世纪的60年代,几乎包括全部所有的人体寄生虫,特别是危害人体的寄生虫。我们可以通过因特网 www.jsc.tmmu.com.cn 所提供的“医学寄生虫学图库”了解到医学寄生虫电镜图片的概貌。在我国,1984年洪涛主编的《生物医学超微结构与电子显微镜技术》一书中首示珍贵的湖北江陵西汉古尸华枝睾吸虫虫卵扫描电镜照片。20世纪90年代,徐秉锬主编的《人体寄生虫电镜图谱》汇集了我国寄生虫学界对医学原虫、医学蠕虫及医学昆虫在电镜上的工作,对我国寄生虫学发展起到了推动作用。日本血吸虫的超微结构研究工作,尽管较曼氏血吸虫起步晚,但近20~30年间进展迅速。毛守白主编的《血吸虫生物学与血吸虫病防治》书中,由何毅勋撰写的《血吸虫生物学》中用了大量的篇幅介绍了血吸虫的超微结构。国外Sobhon(1990)深入研究东方血吸虫包括中国大陆的日本血吸虫、菲律宾的日本血吸虫、湄公血吸虫、马来血吸虫体被(tegument)的超微结构,证明血吸虫超微结构的研究工作已深入到相当精细的程度。

我们在从事血吸虫体外培养的同时开展日本血吸虫超微结构工作已有二三十年的历史,对日本血吸虫的成虫、卵、毛蚴、母胞蚴与子胞蚴、尾蚴及童虫的超微结构累积了相当丰富的资料。除了对日本血吸虫各期在形态上描述外,我们还深入到尾蚴的发育、卵和精子的发生与受精等功能性问题。为了更好地表达,将本书编写分为两篇,第一篇为形态学基础,以描述日本血吸虫各期超微结构为主;第二篇描述有关生理功能性问题。与此同时特邀请国内有关领域的专家编写血吸虫超微结构与药理、病理、免疫、生理生化,并扩展讨论有关血吸虫、吸虫、蠕虫的分类等专题,努力做到深入浅出,图文并茂,形态与功能、理论与实际应用相结合,希望对读者有所帮助。因水平有限,存在疏漏与错误的地方,敬请读者提出宝贵意见。

本书在编写过程中得到资深教授孔繁瑶先生、陈佩惠先生的鼓励。另外我们邀请唐崇惕院士、肖树华教授、阮幼冰教授、李敏敏教授撰写了有关的专题;长期以来我们得到武汉大学医学院有关领导的关心和电镜室梁浩麟教授及其工作人员的大力支持,以及在计算机图片处理和排版加工等方面得到刘华璋工程师、周卫星女士的协助。在此特表示衷心感谢!

周述龙 蒋明森 林建银 李 瑛 杨明义

2003年2月18日

目 录

第一篇 形态学基础

第一章 日本血吸虫超微结构.....	3
第一节 成虫.....	3
一、体表结构(许世铎)	3
二、体内结构(周述龙)	4
第二节 生殖系统.....	7
一、雌性生殖系统	7
二、雄性生殖系统	8
参考文献.....	9
图版说明	10
第二章 卵 (周述龙)	21
一、卵壳表面结构	21
二、卵壳剖面的结构	21
三、虫卵结构与功能	21
参考文献	22
图版说明	23
第三章 毛蚴 (许世铎 周述龙)	26
一、毛蚴的外部结构	26
二、毛蚴的内部结构	29
参考文献	30
图版说明	31
第四章 母胞蚴与子胞蚴 (周述龙)	36
第一节 母胞蚴	36
一、母胞蚴外部结构	36
二、母胞蚴内部结构	36
第二节 子胞蚴	37
一、子胞蚴的外部结构	37
二、子胞蚴的内部结构	38
参考文献	39
图版说明	39

第五章 成熟尾蚴 (周述龙)	45
一、成熟尾蚴的外部结构	45
二、成熟尾蚴的内部结构	47
参考文献	50
图版说明	51

第六章 童虫 (周述龙)	57
一、童虫外部的变化	57
二、童虫内部的变化	58
参考文献	60
图版说明	60

第二篇 血吸虫超微结构有关专题

第七章 日本血吸虫尾蚴的发育	69
第一节 钉螺体内日本血吸虫尾蚴发育期的形态及其扫描电镜观察 (毕晓云 周述龙 李 瑛)	69
第二节 日本血吸虫尾蚴发育的超微结构——体被局部剖析 (周述龙 李 瑛 杨孟祥)	79
第三节 日本血吸虫尾蚴发育的超微结构——腺体 (周述龙 蒋明森 李 瑛 杨孟祥 陈喜珪 陈保平)	86
第四节 日本血吸虫尾蚴发育的超微结构——肌肉 (周述龙 蒋明森 李 瑛 杨明义 陈喜珪 陈保平)	94

第八章 日本血吸虫尾蚴神经系统超微结构的研究——神经节 (周述龙 蒋明森 李 瑛 杨明义 董惠芬)	101
---	-----

第九章 日本血吸虫卵的发生与受精	108
第一节 日本血吸虫卵发生的透射电镜观察 (蒋明森 杨明义 李 瑛 董惠芬 周述龙)	108
第二节 日本血吸虫受精过程的透射电镜观察——受精卵 (杨明义 蒋明森 李 瑛 董惠芬 周述龙)	114

第十章 抗血吸虫药物对血吸虫超微结构的影响 (肖树华)	119
第十一章 日本血吸虫病超微病理 (阮幼冰 郑美蓉)	153
第十二章 血吸虫超微结构与免疫 (蒋明森 赵琴平 董惠芬)	164
第十三章 血吸虫超微结构与生理生化 (林建银)	174
第十四章 土耳其斯坦东毕吸虫的扫描电镜观察 (唐崇惕等)	191
第十五章 吸虫生殖细胞分裂中期染色体的超微结构 (李敏敏)	197
第十六章 寄生蠕虫的超微结构与分类 (李敏敏)	206

Content

part one The foundation of morphology

Chapter I The Ultrastruture of <i>Schistosoma japonicum</i>	3
1. adult	3
(1) The topography of body wall, Xu Shi-e	3
(2) The structure of body wall, Zhou Shulong	4
2. Reproductive system	7
(1) Fematre reproductive system	7
(2) Matre reproductive system	8
References	9
Plate explanation	10
Chapter II Egg Zhou Shulong	21
1. The outer structure	21
2. The inner structure	21
3. The structure and its function	21
References	22
Plate explanation	23
Chapter III Miracidium Xu Shi-e, Zhou Shulong	26
1. The outer structure	26
2. The inner structure	29
References	30
Plate explanation	31
Chapter IV Mother sporocyst and daughter sporocyst Zhou Shulong	36
1. Mother sporocyst	36
(1) The outer structure	36
(2) The inner structure	36
2. Daughter sporocyst	37
(1) The outer strueture	37
(2) The inner structure	38

References	39
Plate explanation	39
Chapter V Matured cercaria Zhou Shulong	45
1. The outer structure of matured cercaria	45
2. The inner structure of matured cercaria	47
References	50
Plate explanation	51
Chapter VI Schistosomulum Zhou Shulong	57
1. The alternation outer structure	57
2. The alternation inner structure	58
References	60
Plate explanation	60
 Part two The special issues of ultrastructure of Schistosoma	
Chapter VII The developing cercaria of <i>Schistosoma japonicum</i>	69
1. Morphological observation on the developing cercaria of <i>Schistosoma japonicum</i> by light and scanning electron microscope. Bi Xiaoyun, Zhou Shulong, Li Ying	69
2. Ultrastructural observation on the developing cercaria of <i>Schistosoma japonicum</i>	
I. Tegumental topography. Zhou Shulong Li-Ying Yang Mengxiang	79
3. Ultrastructural observation on the developing cercaria of <i>Schistosoma japonicum</i>	
II. Gland. Zhou Shulong Li-Ying et al	86
4. Ultrastructural observation on the developing cercaria of <i>Schistosoma japonicum</i>	
III. Musculature. Zhou Shulong, Jiang Mingsen, Li-Ying et al	94
Chapter VIII. Ultrastructural studies on nervous system of matured stage cercaria of <i>Schistosoma japonicum</i>——Ganglion. Zhou Shulong Jiang Mingsen Li-Ying et al.	101
Chapter IX. Oogenesis and fertilization of <i>Schistosoma japonicum</i>	108
1. Transmission electron microscope observation of oogenesis in <i>Schistosoma japonicum</i> . Jiang Mingsen Yang Mingyi Li-Ying et al	108
2. Transmission electron microscope observation of fertilization in <i>Schistosoma japonicum</i> . —Fertilized ovum. Yang Mingyi Jiang Mingsen Li-Ying et al.	114
Chapter X. Impact of antischistosomal drugs on ultrastructural of schistosomes.	
Xiao Shuhua	119
Chapter XI. The ultrastructural study of pathology of <i>Schistosoma japonicum</i>. Ruan Youb-	

ing. Zheng Meirong.	153
Chapter XII. The ultrastructural study of immunology of schistosome. Jiang Mingsen, Zhao Qinping, Dong Huifen.	164
Chapter XIII. The ultrastructural study of physiology and biochemistry of schistosome. Lin Jianyin	174
Chapter XIV. Scanning electron microscopy of the tegumental surface of <i>Orientobilharzia</i> <i>turkestanica</i>. Tang Chongti et al	191
Chapter XV. The ultrastructure of the metaphase chromosomes in the reproductive cells of trematodes. Li Minmin	197
Chapter XVI. The ultrastructure study of parasitic helminthes and taxonomy. Li Minmin	206

第 一 篇

形态学基础

第一章 日本血吸虫超微结构

日本血吸虫为雌雄异体，生活状态呈合胞状（见图版 I-0-A；图版 I-0-B）。

第一节 成 虫

一、体表结构

在扫描电镜（SEM）下，日本血吸虫的体壁表面呈海绵状，具有明显而复杂的褶嵴（crest）、凹窝（pit）、体棘（spine）和感觉乳突（sensory papilla），其分布在雌雄虫及虫体的不同部位有所不同。

1. 雄虫：口吸盘的表面长有一层分布较均匀的体棘，每一个体棘都从一个凹窝长出，体棘长约 $2.21\mu\text{m}$ ，基部宽约 $0.88\mu\text{m}$ 。在口吸盘的边缘上，在长棘区和褶嵴区之间可看到一条明显的分界线（图版 I-1；图版 I-2）。口吸盘的中央为口腔，近口腔处无体棘，表面呈海绵状，上有很多小凹陷。在口吸盘上的体棘中，夹杂有一些感觉乳突，边缘密而中间稀（图版 I-3）。腹吸盘表面也有一层排列较整齐的体棘覆盖，但中央无孔，在近边缘处有一圈宽约 $13\mu\text{m}$ 的无棘带，表面呈海绵状，感觉乳突特别丰富（图版 I-1；图版 I-4）。

雄虫的背面和腹面的口腹吸盘间区均为呈木耳边状的曲褶的嵴所覆盖，中间虽有一些感觉乳突，但不能看到体棘、凹陷及纤毛。在口腹吸盘间区腹面体壁上的褶嵴中，能看到一种大小不等的泡状突出物，表面呈细颗粒状（图版 I-5）。在两侧抱雌沟开始的中间有一个雄性生殖孔（图版 I-6），半球状，由疏松粗网状的组织组成，其外直径约 $30\mu\text{m}$ ，内孔径为 $2.86\mu\text{m}$ （图版 I-7）。生殖孔周围有很多有蒂感觉乳突。

在抱雌沟的外壁近边缘处，有一种直径约 $2\mu\text{m}$ 左右的小孔，它们在前段边缘上较多，中后段上较少，排列不规则（图版 I-8）。抱雌沟的内壁表面无褶嵴，前段布满直径约 $2\mu\text{m}$ 左右的凹陷，间有一些有蒂乳突及刚开始露头的体棘（图版 I-9）。向后，体棘逐渐长出虫体表面，密度不断增加（图版 I-10），到中段时，抱雌沟内壁上密布体棘，其形状和口腹吸盘上的相似，但略小（图版 I-11）。再向后到中后 $1/3$ 处体棘又逐渐变稀、变小，与前段类似，但到近末端体壁上逐渐出现曲褶的嵴，感觉乳突也增加（图版 I-12）。

雄虫体表上的感觉乳突共有三型：①有蒂乳突（单纤毛半球型乳突）：直径为 $1.5\sim 3.5\mu\text{m}$ （平均 $2.58\mu\text{m}$ ），表面光滑，中央有一乳头突，乳头突的直径约为 $0.52\mu\text{m}$ ，长 $0.5\sim 1.6\mu\text{m}$ ，少数乳突可有 $2\sim 3$ 个乳头突。其分布于体表各处，为最多见的一型（图版 I-13）。②光面乳突（无纤毛半球型乳突）：表面光滑、无乳头突，直径为 $2.5\sim 4.3\mu\text{m}$ （平均 $3.6\mu\text{m}$ ）。见于体表及抱雌沟的中后段。③花型乳突：乳突表面有长短不一的突起的嵴，因此外观像花朵。直径为 $3.5\sim 4.5\mu\text{m}$ （平均 $3.9\mu\text{m}$ ）（图版 I-14）。此型较少，仅

在抱雌沟的后段内壁见到。以上三型乳突的基部有时可有一种多孔组织的边所围绕。乳突的分布无固定位置,但在口腹吸盘的边缘,口腹吸盘间区,生殖孔周围,抱雌沟边缘及尾部末端上分布较密,具体见表 1-1。

表 1-1

日本血吸虫体表感觉乳突分布情况 *

	口吸盘		腹吸盘		口腹 吸盘 间区	体壁	尾部	抱雌沟	
	边缘	中间	边缘	中间				边缘	中间
雌虫	10.4	1.0	3.2	0.8	9.8	1.0	3.0		
雄虫	6.4	0.6	9.0	2.2	9.2	3.2	6.2	8.0	1.2

* 单位: 扫描电镜 5 000 倍时每个视野内的乳突数。每个数据均为 10 个视野的平均值。

2. 雌虫: 雌虫的口腹吸盘表面均与雄虫的类似,由分布较均匀的体棘所覆盖,体棘比雄虫的略小,平均长 $1.58\mu\text{m}$,基部宽 $0.56\mu\text{m}$ 。在口腹吸盘边缘的外侧面上,除长有有蒂乳突外,还可见到一种似纤毛状物,其平均长度为 $1.94\mu\text{m}$,直径 $0.52\mu\text{m}$,末端钝圆(图版 I-15)。腹吸盘常缩在体壁所形成的凹窝中,其下方即为雌性生殖孔,生殖孔周围无特殊结构(图版 I-16)。雌虫的体壁在口腹吸盘之间的部分也具有曲褶的嵴,但较低矮,其中乳突分布较密(图版 I-17)。腹吸盘以后的体壁上均无褶嵴,呈海绵状,其上布满小凹陷,凹陷的直径为 $0.097\sim 0.29\mu\text{m}$,间有少量乳突(图版 I-18)。自虫体中段开始,有少量体棘长出体表,到后段时体壁又出现褶嵴,体棘也较密集(图版 I-19)。在虫体末端可见到一个直径约 $6.8\mu\text{m}$ 的排泄孔(图版 I-20)。雌虫体表的乳突均为有蒂乳突,其直径平均为 $1.48\mu\text{m}$,其乳头突直径约 $0.35\mu\text{m}$,长 $0.61\sim 1.36\mu\text{m}$ 。乳突的分布情况见表 1-1。

综上所述,日本血吸虫成虫的体表主要由曲褶的嵴、体棘及小凹陷所覆盖。褶嵴主要见于雄虫的背面和腹面的口腹吸盘间区;在雌虫仅见于口腹吸盘间区及虫体末端。由于正常雌雄合抱的血吸虫,雌虫被抱于雄虫抱雌沟内,只有头尾露在外面,因此上述有褶嵴覆盖的部分刚好都是虫体与其寄生环境直接接触的部分,由此推测褶嵴的生理功能主要为增加体表的面积,有助于直接从体表吸收营养。

体棘主要分布在口腹吸盘的内侧面,雄虫抱雌沟内侧面和雌虫虫体中后段表面,在雄虫抱雌沟内,以中段最密而头尾两端稀少。口腹吸盘的功能主要是附着于宿主的血管壁,而抱雌沟主要是抱握雌虫。当雌雄虫分离时,常是头尾较早分离,而中段较慢分开。因此推想体棘的功能主要是增加表面摩擦力,使之容易附着和固定。至于小凹陷的功能,有人推测与大分子物质的吸收和排泄有关。

二、体内结构

成虫体壁由体被(tegument)、基膜(basal lamina)及体被下层(subtegument)构成。

1. 体被 体被是细胞连体,为许多在体被下层的体被细胞(cyton)通过其胞质管,将其内含物送到虫体表层形成,所以体被为无核和无细胞分隔的结构。

体被的超微结构(图 1-1;图版 I-21~I-22)

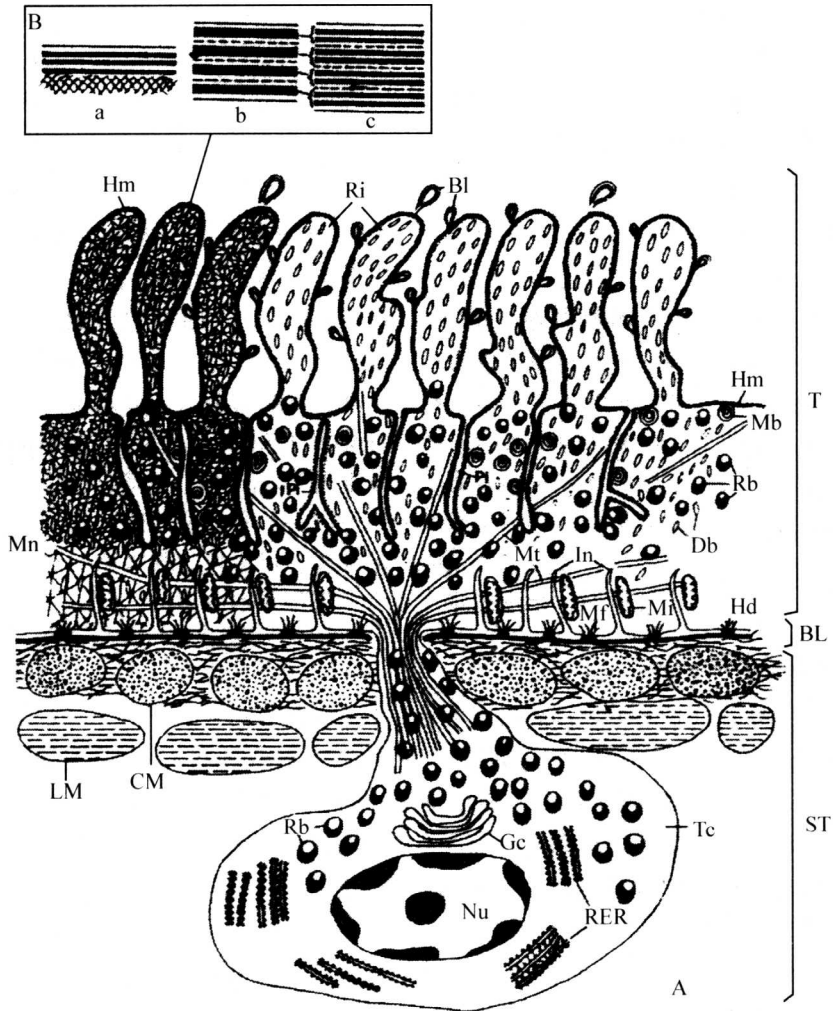


图 1-1 A. 日本血吸虫成虫体壁超微结构示意图

体壁由体被 (T)、基膜 (BL)、体被下层 (ST) 构成。BL 膜疱; CM 外环肌; Db 盘状体; Hd 半胞质桥; Hm7 层外质膜; In 基质膜内陷; LM 内纵肌; Mb 膜囊; Mi 线粒体; Mf 半胞质桥微丝; Mn 小梁网; Mt 小梁; Nu 核; P 孔; Rb 环形体; RER 粗面质网; Ri 褶; Tc 体被细胞。

B. 外质膜的结构

a. 正常 7 层, 由 2 个单位膜构成; b. c. 特厚膜由 2 个以上单位膜构成。(仿 Sobhon, 1990)

The diagram shows the structure of the body wall of *S. japonicum*. A. The body wall composes tegument (T) basal lamina (BL) and subtegument (ST); circular muscle (CM); membrane bleb (BL); discoid body (Db); Golgi complex (Gc); hemidesmosome (Hd); heptalaminate membrane (Hm); invagination of the basal membrane (In); longitudinal muscle (LM); membranous body (Mb); mitochondria (Mi); microfilaments of hemidesmosome (Mf); microtrabecular network (Mn); microtubules (Mt); nucleus (N); ridges (Ri); tegumental cell (Tc).

B. The structure of outer plasma membrane.

A. a. The normal heptalaminate membrane composes 2 units with 7 layers membrane. b. and c. Special thick membrane composes more units membrane. (After and modified Sobhon, 1990).