

· 论著 ·

广州管圆线虫生活史的实验室构建与观察^{*}

刘和香, 张仪, 吕山, 胡铃, 周晓农^{**}

(中国疾病预防控制中心寄生虫病预防控制所, WHO 疟疾、血吸虫病和丝虫病合作中心,

卫生部寄生虫病原与媒介生物学重点实验室, 上海 200025)

【摘要】 目的 实验室构建广州管圆线虫生活史, 进一步了解其生长变化及其致病性, 为广州管圆线虫病的防治提供基础资料。方法 福建省采集的广州管圆线虫 L₃ 经口、腹腔注射、皮下注射和皮肤接触等途径感染 SD 大白鼠, 观察感染效果。从 SD 大白鼠粪便中获得广州管圆线虫 L₁, 感染人工繁殖的福建子代福寿螺, 25.5~26.5 °C 条件下, 分别置于无水环境和水族环境饲养, 观察广州管圆线虫在宿主体内的生长规律、发育进程、分布状况、不同发育期幼虫形态特征及诱导的病理变化等。结果 L₃ 经口感染的感染率较其他感染途径为好, 无水环境中的福寿螺在休眠状态不影响广州管圆线虫发育; 实验室完成一个广州管圆线虫生活史最短为 50 d; 休眠状态螺体 L₃ 出现前期为 16.5 d, 水族环境螺 L₃ 出现前期为 18.5 d, 鼠粪 L₁ 开放前期为 33.5 d。L₃ 主要分布于感染螺的肺、肌肉及肝脏等处, 螺肺囊可出现明显的 L₂、L₃ 结节病理表现。折光颗粒、头部特征、鞘膜变化是各期幼虫形态特征的主要鉴别指标。观察期感染鼠多数死亡, 虫卵诱导的肺纤维化和肺动脉虫栓是主要死因。结论 经口感染大白鼠及感染性螺置休眠状态是维持实验室广州管圆线虫生活史较好的方式。广州管圆线虫生活史长短取决于中间宿主及环境温度。螺肺的特殊结构和幼虫结节病理表现为创立新的检测方法奠定了基础。

【关键词】 广州管圆线虫; 福寿螺; 生活史; 形态; 致病性

【中图分类号】 R383.19 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1673-5234(2009)11-0836-04

[Journal of Pathogen Biology. 2009 Nov; 4(11): 836-839.]

Establishment and observation of the life cycle of *Angiostrongylus cantonensis* in a laboratory setting

LIU He-xiang, ZHANG Yi, LV Shan, HU Ling, ZHOU Xiao-nong (National Institute of Parasitic Diseases, Chinese Center for Disease Control and Prevention, WHO Collaborating Center for Malaria, Schistosomiasis and Filariasis, Shanghai 200025, China)

【Abstract】 Objective To establish and observe the life cycle of *Angiostrongylus cantonensis* in a laboratory setting and to further understand the growth and development process and pathogenicity of *A. cantonensis* in hosts in order to provide basic information for disease control. **Methods** SD rats were infected by third stage larvae (L₃) of *A. cantonensis* collected from Fujian Province via intragastric injection, peritoneal injection, subcutaneous injection, and skin exposure. Descendants of *Pomacea canaliculata* snails from Fujian Province were infected with first stage larvae (L₁) of *A. cantonensis* and then divided into two groups and placed in an aquatic environment or an environment without water. Both settings were kept at 25.5-26.5 °C. The growth and development process, morphology, distribution, and pathogenicity of *A. cantonensis* larvae living in snails and rats were observed. **Results** Intragastric injection led to a higher rate of infection than other forms of infection. The dormancy of snails in the environment without water had little effect on the growth and development of *A. cantonensis* larvae in snails. In the laboratory, a single life cycle was completed in 50 days at the shortest. L₃ of the parasite developed about 16.5 days after infection in dormant snails in a dry environment without water, while it developed about 18.5 days after infection in an aquatic environment. L₁ hatched in rat feces about 33.5 days after infection. L₃ was mainly distributed in the lung, muscle, and liver of infected snails. Infected snails had lung walls with capsules containing larvae that displayed nodular pathology. The distribution of refractive granules, head features, and sheath variation were the main features used to morphologically distinguish the stages of larval development in snails. Definitive hosts (rats) mainly died of pulmonary fibrosis due to worm eggs and parasitic emboli. **Conclusion** Intragastric injection and use of dormant *P. canaliculata* were effective ways of maintaining the life cycle of *A. cantonensis* in the laboratory. The length of a single life cycle in a laboratory setting depends on several aspects like the intermediate host and temperature of the environment. The special structure of the snail lung and the pathology of larval nodes in the lung wall provide the basis for the development of a new technique to detect *A. cantonensis*.

【Key words】 *Angiostrongylus cantonensis*; *Pomacea canaliculata*; life cycle; morphology; pathogenicity

^{*}【基金项目】 国家“十五”科技攻关项目(No.2003BA712A09-01)。

^{**}【通讯作者】 E-mail: ipdzhoun@sh163.net

【作者简介】 刘和香(1956-), 女(汉族), 南通人, 1976年毕业于上海市卫生学校微生物专业, 2006年毕业于上海交通大学公共卫生专业。现为疾病预防控制中心寄生虫病预防控制所副主任技师, 主要从事医学寄生虫研究。E-mail: hxliu17@yahoo.com.cn

广州管圆线虫 (*Angiostrongylus cantonensis*) 生活史分卵、幼虫 ($L_1 \sim L_5$) 和成虫 3 个阶段, 以幼虫阶段较为复杂且发育时间较长, 其要经历中间宿主与终宿主的转换^[1,2]。寄生虫生活史是疾病传播动力学的重要基础, 广州管圆线虫在宿主内生长与发育的研究已有很多文献报道, 但大都为其在终宿主体内的虫体变化及虫体形态变化的描述^[3,4], 系统描述有关实验室环境下广州管圆线虫整个生活史及其与螺宿主的关系较少^[5]。福寿螺是广州管圆线虫的重要中间宿主, 由于人们对其认识不足, 因误食感染有幼虫期的福寿螺而导致的病例发生甚至群体性暴发逐年增多^[6,7]。本实验拟构建福寿螺—SD 大鼠动物模型, 对广州管圆线虫在螺、鼠体内的生长发育进程、分布状况、形态特征及诱导的病理变化等进行了观察, 为广州管圆线虫病的控制提供科学依据。

材料与方法

1 实验动物

SD 大鼠购自复旦大学医学院实验动物中心, 挑选 90~100 g 健康雄性大鼠 32 只, 置于本所 SPF 清洁级实验动物室饲养备用; 实验室繁殖 (方法按文献[8]) 的福寿螺 100 只, 体重 8~10 g, 活度好, 壳完整; 广州管圆线虫为福建株, 幼虫收集按文献[9]的方法。

2 生活史构建

2.1 终末宿主感染 将 32 只 SD 大鼠平均分成 4 组, 分别为经口感染组、腹腔注射感染组、皮下注射感染组和皮肤接触感染组, 每组 8 只。每组取 4 只, 感染 100 条广州管圆线虫 L_3 , 另 4 只感染 50 条 L_3 。观察不同途径感染鼠的感染率、获虫数及鼠粪 L_1 开放前期; 不同感染虫数与鼠死亡及病变关系等。比较不同感染途径的感染效果, 探索最佳感染条件, 并用于生活史的维持。

2.2 中间宿主感染 将收集的 L_1 液直接倒入禁食 24 h 的福建子代福寿螺的容器内进行群体感染, 连续感染 24 h。感染时水位以刚覆盖螺体为宜, 容器盖上纱盖以防福寿螺上爬而影响感染效果。

为了探索不同环境及福寿螺生理状态对广州管圆线虫生长发育的影响以及有效维持生活史, 将 100 只感染螺平均分成 2 组, 25.5~26.5 °C 室温环境下, 分别置水族环境与无水环境休眠状态下饲养。水族环境饲养法与人工繁殖螺法相同, 无水环境休眠螺的缸内垫铺物要保持湿润, 以防脱水死亡^[10]。

2.3 生活史的维持 通过比较上述不同感染方法和饲养条件, 以最优的实验条件和方法维持广州管圆线虫在“福寿螺—SD 大鼠”中的循环。

3 发育历程和形态学观察

从大鼠感染后的第 5 d 起, 观察广州管圆线虫的发育进程; 福寿螺感染后的第 7 d 起, 每天解剖感染螺 6 只, 观察螺体广州管圆线虫幼虫的发育进程, 主要观察指标包括折光颗粒分布、头部特征、鞘膜特征及性腺变化等。

4 致病性观察

1) 观察广州管圆线虫在鼠体内的分布及诱导的病理变化; 2) 观察螺肺、足肌及肝等部位幼虫分布及病理变化^[11,12]。

结果

1 不同方式感染效果比较

1.1 感染率和检虫率 经口、腹腔注射和皮下注射感染组均检获广州管圆线虫, 感染率为 100%; 皮肤感染组有 4 只检获广州管圆线虫, 感染率为 50%。检虫率以腹腔感染组最高, 为 57.3%, 经口感染组和皮下注射组分别为 51% 和 55.3%。皮肤感染组检虫数较少, 为 1.38%, 其中 4 只鼠检虫数为 0, 最多的 5 条, 最少的仅 1 条。检虫率依次为腹腔感染组 > 皮下感染组 > 经口感染组 > 皮肤感染组。

1.2 鼠病死率 4 组共感染大鼠 32 只, 死亡 24 只, 病死率 75%。其中 50 条 L_3 感染鼠病死率为 50% (8/16), 100 条 L_3 感染鼠的病死率为 100% (16/16), 差异有统计学意义 ($\chi^2 5.33, P < 0.05$)。

2 福寿螺生理状态对广州管圆线虫生长发育的影响

室温 25.5~26.5 °C 条件下, 无水休眠环境螺 L_3 出现前期为 16.5 d, 水族环境螺 L_3 出现前期为 18.5 d, 差异有统计学意义 ($t = 5.72, P < 0.01$)。

3 广州管圆线虫发育历程

3.1 螺体内幼虫发育历程 室温 25.5~26.5 °C 条件下, 无水休眠环境螺 L_3 出现前期为 16.5 d, 最迟为 21 d。解剖所见, 第 8.5~10.5 d 其体内部分 I 期末幼虫经第 1 次蜕皮成 L_2 ; 第 16.5~21 d L_2 末期幼虫经第 2 次蜕皮成 L_3 , 螺体幼虫有发育速率不一致的现象, 温度越高幼虫发育历期越短且幼虫发育速率更趋于一致, 温度太高或太低 (> 30 °C 或 < 15 °C) 均会影响和抑制幼虫生长发育, 恢复适宜温度幼虫仍可继续生长。

3.2 鼠体内幼虫发育历程 鼠体 L_3 随血流到达身体各器官, 部分幼虫在移行中死亡, 或经消化道随粪便排出, 但大部分幼虫沿颈总动脉到达脑部。感染后第 5 d, 鼠脑中可见行动缓慢的 L_3 末期幼虫; 第 5.5~10 d, 脑部可见经第 3 次蜕皮可辩雌雄的 L_4 ; 第 10.5~12.5 d, 大部分幼虫经第 4 次蜕皮成 L_5 , 且广泛寄生在脑的表层; 第 13~22 d 为 L_5 迅速生长阶段; 第 23~29.5 d, 大部分虫体逐渐从脑部转移至心、肺 (主要在肺) 定居, 期间性腺发育迅速。30 d 后鼠脑虫体检查阴性, 但肺

动脉血管可见成团的虫体,且性腺等器官继续发育;33 d后解剖可见成虫并产卵,肺中可见各期虫卵(单细胞、多细胞、桑椹期、仔虫期)和L₁。感染后第33.5 d鼠粪可见L₁,第39 d所有感染鼠粪均检测到L₁。

4 不同发育期广州管圆线虫的形态特征

4.1 螺体内幼虫形态特征变化 显微镜下观察螺体内不同发育期幼虫折光颗粒分布发生很大变化。L₁感染螺后5 d开始出现折光颗粒,至L₁末期和L₂折光颗粒非常明显。主要分布于食管和肠管交界处,显微镜下显示前段白后段黑的特征(图1和2)。发育至L₃时,食管和肠管交界处的折光颗粒分布差异减弱,折光颗粒减少,L₃末期虫体变透明(图3)。从L₁到L₃头部逐渐变钝,L₃口球张开成豆瓣状,此特征也可见于部分L₂末期。肺检发现,L₂和L₃分别具有完好的一层鞘膜和两层鞘膜。刚取出的L₃内层鞘膜质地较软,外层鞘膜较韧,外层鞘膜顶端“T”形结构是其特征,而内层鞘膜无此结构。

4.2 鼠体内幼虫形态特征变化 L₄体长明显增长(图4),肠管折光颗粒明显,雌雄可辩,雌虫前端可见双管子宫,雄虫后端膨大可见交合刺。L₅(图5)雌雄虫体长与性腺发育及其迅速,雌虫卵巢明显膨大且阴

门已形成,部分输卵管内已有卵细胞。雄虫已可见交合伞和交合刺。活体雌成虫呈螺旋状(图6),白色子宫与充满血液肠管互相盘绕,双管子宫内充满虫卵。雄虫白色细长,有一条红褐色肠管。

5 广州管圆线虫在宿主内分布及其致病性

5.1 幼虫在螺体内的分布及其致病性 螺剔壳后的软体结构见图7,解剖所见,L₁进入螺体后,少数幼虫在螺体移行中死亡,幼虫主要移行至螺的肺囊、肌肉寄生,其次为肝脏等处。当螺体幼虫密度较高时,螺体各组织器官均可见L₂与L₃寄生。

L₁分布于螺体各部位并开始形成圆形幼虫结节,结节外层由增生的纤维细胞和炎性细胞组成,中间为卷曲的幼虫虫体及排泄物等,结节随着幼虫的生长而增大。肺囊和足肌边缘结节数多,肺囊组织薄(图8),结节状明显(图9)。螺死亡后,解剖腐烂的肺囊结节,未见L₃,但水体中检测到活的L₃。

5.2 虫体对鼠的致病性 感染后5.5~7 d鼠死亡3只,9~10 d死亡4只,13~23 d死亡3只,27~30 d死亡4只,40~67 d死亡4只,84~233 d死亡6只。死亡鼠病理解剖结果见表1。

(本文图见封底)

表 1 广州管圆线虫感染鼠死亡解剖结果与分析
Table 1 Dissection results of rats died of infection with *Angiostrongylus cantonensis*

感染天数 Days post infection (d)	死亡数(只) No. dead rat	大体观察与解剖镜检结果 Morphological observation by eye and under microscopy	死因分析 Reasons for rat died
5.5~7	3	脑肺部有点状出血与充血;脑部可见将要蜕皮而行动缓慢的L ₃ 末期幼虫,部分幼虫已蜕皮为雌雄可辩的L ₄ 幼虫	幼虫正处于移行和第3次蜕皮期
10~12.5	4	脑膜和肺部均有不同程度的出血与淤血病灶或水肿化脓等现象(图10)。	幼虫正处于第4次蜕皮期
13~23	3	鼠体瘦弱,解剖可见虫体的两端向脑组织延伸,脑膜增厚、纤维化及脑组织损伤加重等	L ₅ 幼虫呈生长旺盛阶段,增长的幼虫造成脑组织损伤加重而引起血管扩张等
27~30	4	鼠体瘦弱,解剖可见脑心肺肿大伴淤血,肺动脉有大量成团虫体(图11)	与大量虫体从脑部移至心肺而引起的血管栓塞及组织机械损伤有关
40~67	4	鼠体瘦弱,心肺肿大并重量增加、淤血伴炎症及纤维化形成,心室充满虫体(图12),成虫堵塞动脉并有虫卵结节	成虫堵塞动脉,并致心肺纤维肿胀,虫卵结节引起肺硬化和纤维化而血循环受阻致呼吸衰竭
84~233	6	心肺肿大明显、肺无弹性并增厚,虫体成团并有大量虫卵结节及纤维化形成(图13),死亡虫体引起炎症及肺脓肿伴组织坏死等	死于肺纤维化和虫栓及死亡虫体所致的炎症反应(肺脓肿组织坏死)

其余8只鼠肥大健康,分别在369~409 d期间解剖,活虫很少,可见腐烂虫体。部分鼠肺病灶明显好转。鼠粪幼虫减少,部分鼠有自愈倾向。

讨 论

实验表明,广州管圆线虫L₃可以通过多种途径感染大鼠,以50条幼虫经口感染的效果较好,适合用于生活史的构建。此外,本实验也比较了福寿螺不同生理状态对广州管圆线虫发育的影响。结果提示,福寿螺的休眠不会对广州管圆线虫生长发育造成影响。这一结果对实验室构建生活史有重要意义。福寿螺是一个较好的模型,而这种水生螺在实验室饲养比较繁琐,如果通过休眠的方式保存福寿螺,不仅可避免频繁的换水、喂食,也不会影响广州管圆线虫的生长发育。因

此,用福寿螺SD大鼠作为广州管圆线虫生活史模型具有较高价值。

广州管圆线虫在螺体内的生长发育进程受温度影响较大,在鼠体内的生长极其迅速且后期诱导鼠体多种病变。一般情况下,幼虫在螺体发育约占整个生活史的1/3,其发育速率受温度制约。实验室完成一个广州管圆线虫生活史最短为50 d,25.5~26.5℃无水环境下,螺体内幼虫发育历期最短为16.5 d,鼠体内最早在感染后33.5 d检测到L₁。同室温条件下,水内水外生活的螺体幼虫发育历期相差2 d,这与环境温度的

波动大于水温的波动有关,日温度波动大时幼虫发育快。由此推测在相同自然环境下,陆生螺与水生螺体内幼虫的发育历期略有差异^[13]。因此,广州管圆线虫生活史的长短取决于中间宿主这一阶段,幼虫发育与温度和螺的生活状态有关。

实验表明,幼虫分布于螺体各部位并可形成不规则圆形幼虫结节,肺囊组织结节多且组织薄而结节状明显,从而利于镜检,为创立肺检法奠定了基础^[13],该方法已应用于2006~2007年全国广州管圆线虫病自然疫源地调查^[14]。螺死亡后,解剖腐烂的肺囊结节未见L₃,但水体中检测到的L₃且能在8~20℃水体中存活3周以上。故推测幼虫易从腐烂的薄而疏松的肺囊中游离出来。由于实验证实并支持L₃可经皮肤感染大白鼠的说法^[15],因而提示水体中L₃有可能通过人的皮肤而感染。

广州管圆线虫感染鼠易发生死亡^[16],死因除了与鼠体多虫感染有关外,还与体内幼虫的移行、蜕皮、移居后成团虫体导致的动脉栓塞、广泛的虫卵结节引起的肺硬化和纤维化及死虫引起的组织坏死等有关,其中成团虫体导致动脉栓塞与虫卵结节引起肺硬化和纤维化并影响气体交换致呼吸衰竭是主要死因。

广州管圆线虫为动物寄生虫,人是非适宜宿主,人感染后脑部虫体的发育仅停留在L₅末期状态,主要侵犯中枢神经系统,严重影响人的身体健康。目前已知的广州管圆线虫中间宿主有78种^[17],福寿螺是我国近年引起该病暴发流行的重要中间宿主,有专家预测螺类传播媒介的生存范围可能扩大,这对寄生虫病的发生、发展有重要影响,同时也给媒介传播性疾病的控制提出了挑战^[18~20]。本实验通过建立广州管圆线虫的福寿螺-SD大鼠模型,初步了解了该虫的生活史及其发育变化,尤其是对中间宿主的变化及幼虫形态特征有了充分认识,为深入进行广州管圆线虫病研究提供了技术支持。

【参考文献】

[1] 赵慰先主编. 人体寄生虫学[M]. 第1版. 北京: 人民卫生出版社, 1983. 668—674.
[2] 李雍龙. 人体寄生虫学[M]. 第6版. 北京: 人民卫生出版社, 2004. 212—215.
[3] 何竟智, 丁布兰, 罗勇生. 广州管圆线虫成虫形态及特异形态的观察[J]. 广州医学院学报, 1983, 2: 1—11.
[4] 杨发柱, 张莹珍, 黄晓红, 等. 福建广州管圆线虫形态及实验感染的观察[J]. 实用寄生虫病杂志, 1999, 7: 145—148.
[5] 顾金宝, 刘敏, 李华, 等. 实验室条件下广州管圆线虫生活史的建立[J]. 南方医科大学学报, 2008, 28: 551—554.
[6] 潘长旺, 邢文莺, 梁韶辉, 等. 温州福寿螺体内首次发现广州管圆线虫幼虫[J]. 中国病原生物学杂志, 1998, 11: 78.
[7] Lv S, Zhang Y, Steinmann P, et al. Emerging angiostrongyliasis in mainland China[J]. Emerg Infect Dis, 2008, 14: 161—164.
[8] 刘和香, 张仪, 周晓农, 等. 不同发育期福寿螺对广州管圆线虫易感性的实验研究[J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2005, 23: 262—264.
[9] 吕山, 张仪, 王显红, 等. 三种淡水螺与广州管圆线虫相容性的实验研究[J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2006, 24: 277—280.
[10] 刘和香, 张仪, 周晓农, 等. 福寿螺休眠期体内广州管圆线虫生长发育及其感染性的观察研究[J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2006, 24: 269—272.
[11] Lv S, Zhang Y, Liu HX, et al. *Angiostrongylus cantonensis*: morphological and behavioral investigation within the freshwater snail *Pomacea canaliculata* [J]. Parasitol Res, 2009, 104(6): 1351—1359.
[12] 张超威, 周晓农, 吕山, 等. 福寿螺体内广州管圆线虫III期幼虫的形态学观察[J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2008, 26: 203—204.
[13] 刘和香, 张仪, 吕山, 等. 三种方法检测福寿螺肺囊内广州管圆线虫效果的比较研究[J]. 中国人兽共患病学报, 2007, 25: 53—56.
[14] Lv S, Zhang Y, Liu HX, et al. Invasive snails and an emerging infectious disease: Results from the first national survey on *Angiostrongylus cantonensis* in China[J]. PLOS Negl Trop Dis, 2009, 3(2): e368.
[15] 梁浩昆. 关于广州管圆线虫病的概述[J]. 广州医学院学报, 1988, 16: 95—101.
[16] 王宗敏, 谢丽微, 李连云. 大白鼠感染广州管圆线虫后各脏器的病理变化观察[J]. 温州医学院学报, 2001, 31: 335—339.
[17] 周卫川, 余书生, 陈德牛, 等. 广州管圆线虫中间宿主—软体动物概述[J]. 中国人兽共患病学报, 2007, 23: 104—111.
[18] 周晓农, 杨坤, 洪青标, 等. 气候变暖对中国血吸虫病传播影响的预测[J]. 中国寄生虫病与寄生虫病杂志, 2004, 25: 262—265.
[19] McMichael AJ. Global environmental change and human population health: A conceptual and scientific challenge for epidemiology[J]. Int J Epidemiol, 1993, 22: 1—7.
[20] 吕山, 周晓农. 全球气候变暖对广州管圆线虫病流行的潜在影响[J]. 国外医学寄生虫病分册, 2005, 32: 195—199.

【收稿日期】 2009-06-11 【修回日期】 2009-09-21

(上接835页)

[6] 沈玉娟, 常正山, 张永年. 旋毛虫死活快速鉴别的实验研究[J]. 中国兽医寄生虫病, 2003, 11(4): 21—22.
[7] 申丽洁, 朱声华, 罗仲金. 介绍一种无菌分离和体外培养旋毛虫成虫的简便方法[J]. 实用寄生虫病杂志, 1999, 7(1): 73.
[8] 崔晶, 王中全. 我国旋毛虫病的流行趋势与防治对策[J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2005, 23(5增刊): 344—348

[9] 崔晶, 王中全. 旋毛虫检疫技术及肉类的安全加工方法[J]. 中国人兽共患病学报, 2006, 22(9): 871—875.
[10] 龚学红, 郭支敏, 次仁顿珠, 等. 一起人体旋毛虫病群体感染调查及临床分析[J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2008, 26(1): 79—80.

【收稿日期】 2009-06-22 【修回日期】 2009-09-22

广州管圆线虫生活史的实验室构建与观察
ESTABLISHMENT AND OBSERVATION OF THE LIFE CYCLE OF *ANGIOSTRONGYLUS*
CANTONENSIS IN A LABORATORY SETTING
(正文见836页, For text, to see p.836)

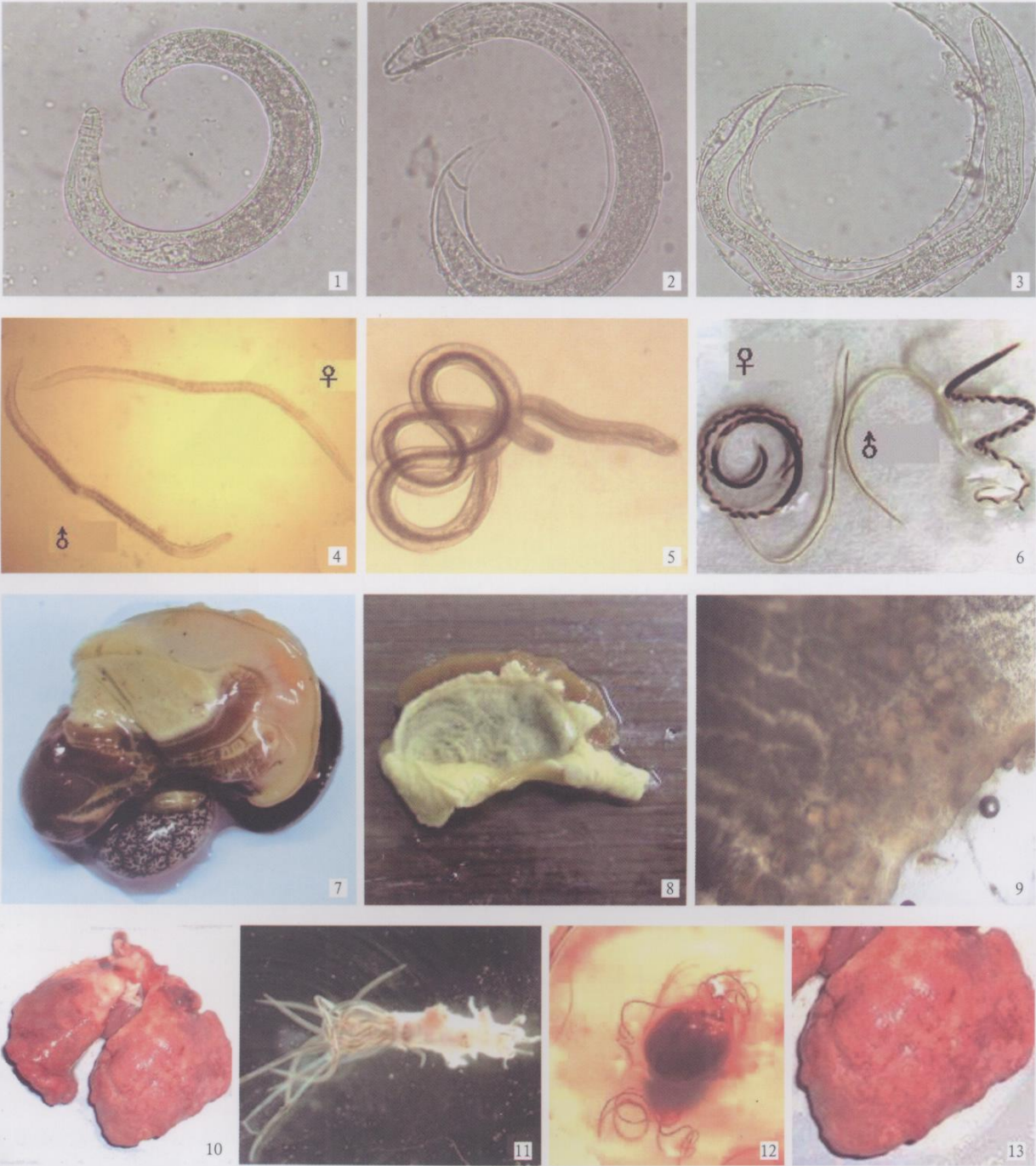


图 1 I 期幼虫 图 2 II 期幼虫 图 3 III 期幼虫 图 4 IV 期幼虫 图 5 V 期幼虫 图 6 成虫 图 7 螺软体结构 图 8 肺囊
图 9 肺结节 图 10 鼠肺纤维化肿大 图 11 肺血管虫栓 图 12 心室虫栓 图 13 肺部虫卵结
Fig.1 Stage 1 of larvae Fig.2 Stage 2 of larvae Fig.3 Stage 3 of larvae Fig.4 Stage 4 of larvae Fig.5 Stage 5 of larvae
Fig.6 Adult stage Fig.7 Softbody of snail Fig.8 Lung capsule of snail Fig.9 Lung nodes of snail Fig.10 Congestive and swelling lung of SD rat Fig.11 Worm plug in lung vessel of SD rat Fig.12 Worm plug in heart chamber of SD rat Fig.13 Egg nodes in lung of SD rat