

# 钉螺感染目平外睾吸虫的分泌物及其对杀灭不同时间再感染日本血吸虫幼虫的进一步观察

唐崇惕<sup>1</sup>, 卢明科<sup>1</sup>, 彭文峰<sup>1</sup>, 陈 东<sup>2</sup>

**摘 要:**目的 湖北钉螺(*Oncomelania hupensis*)先感染目平外睾吸虫(*Exorchis mupingensis*)虫卵后,再间隔不同时间感染日本血吸虫(*Schistosoma japonicum*)毛蚴,观察螺体分泌物的强度对血吸虫幼虫损害和被杀灭情况的关系。方法 钉螺感染目平外睾吸虫后分别于21 d、37 d、55 d、70 d和85 d再感染血吸虫毛蚴。钉螺经双重感染后4—82 d,作钉螺整体连续埋蜡切片、染色制片和全片观察,并记录血吸虫幼虫残体数。结果与结论 单独感染外睾吸虫的钉螺,和两吸虫感染间隔时间为21—85 d的钉螺,螺体都产生大量血淋巴细胞和分泌物,它们会围攻再侵入的日本血吸虫早期幼虫并侵入其体内,血吸虫幼虫结构发生异常、停止发育直至死亡。两种吸虫双重感染的间隔时间愈长,螺体血淋巴细胞数随时间增加而逐渐减少;而螺体分泌物不断增多,并见于血吸虫幼虫残体内,螺体攻击血吸虫幼虫的效力愈强。这现象在单独感染日本血吸虫的钉螺体内未见到。

**关键词** 湖北钉螺;日本血吸虫;目平外睾吸虫;血淋巴细胞;分泌物

中图分类号:R383 文献标识码:A 文章编号:1002-2694(2018)02-0093-06

## Observation on the relationship between intension of snails secretion and the condition of wrecked schistosoma larvae in *Oncomelania hupensis* dually infected with *Exorchis mupingensis* and *Schistosoma japonicum* for different intervals

TANG Chong-ti<sup>1</sup>, LU Ming-ke<sup>1</sup>, PENG Wen-feng<sup>1</sup>, CHEN Dong<sup>2</sup>

(1. Parasitology Research Laboratory, Xiamen University, Xiamen, 361005 China;

2. Synthetic Bio-manufacturing Center, Utah State University, Logan Utah 84341, USA)

**Abstract:** The *Oncomelania hupensis* snails were dually infected with *Exorchis mupingensis* and *Schistosoma japonicum* at different intervals for 21 d, 37 d, 55 d, 70 d and 85 d. The results indicated that the development of all *S. japonicum* larvae were blocked in the snails of co-infection, and the complexity and number of secretions in and around all the wrecked *S. japonicum* larvae is proportional to the intervals of co-infection. In addition, we also described and compared the detailed change of snails' secretions in different conditions of infection, and determined that the snail's secretions may involve in the destruction and damage of *S. japonicum* larvae. The attack degrees on larval *S. japonicum* in *O. hupensis* snails dually infected by *E. mupingensis* and *S. japonicum* with longer intervals were stronger than that of shorter intervals, and snail haemo-lymphocytes numbers were more few in that of shorter intervals. But the secretions remarkably increased in more longer interval model experimental snail tissue. This finding may provide an alternative strategy for reducing and controlling the transmission of *S. japonicum*, and are very helpful for better understanding the host-parasite relationship.

**Keywords:** *Oncomelania hupensis* (Oh); *Schistosoma japonicum* (Sj); *Exorchis mupingensis* (Em); haemo-lymphocytes; secretions

国家自然科学基金(No: 31270938)资助

通讯作者:1.唐崇惕, Email: cttang@xmu.edu.cn;

2.陈 东, Email: dongc@cc.usu.edu

作者单位:1.厦门大学寄生动物研究室, 厦门 361005;

2.Synthetic Bio-manufacturing Center, Utah State University, Logan, Utah 84341, USA)

Funded by the National Natural Science Foundation of People's Republic of China (No. 31270938)

Corresponding authors: Tang Chong-ti, Email: cttang@xmu.edu.cn; Chen Dong, Email: dongc@cc.usu.edu

所有复殖类吸虫其生活史中一定需要某种贝类充当中间宿主,吸虫无性生殖世代幼虫期在其中进行繁殖和生长<sup>[1]</sup>。人体主要的血吸虫病病原 3 种:曼氏血吸虫(*S. mansoni*)、埃及血吸虫(*S. haematobium*)和日本血吸虫(*S. japonicum*),它们的贝类宿主分别是:双脐螺(*Biomphalaria* spp.)、水泡螺(*Bulinus* spp.)和钉螺(*Oncomelania* spp.)<sup>[2]</sup>。这些贝类宿主与血吸虫无性生殖幼虫各世代之间,也有非常复杂的宿主与寄生虫关系(host-parasite relationship),国内外诸多寄生虫学者对此都在进行多方面的探讨。但有关日本血吸虫(*S. japonicum*)无性生殖幼虫期与其贝类宿主钉螺之间的“宿主与寄生虫关系”的资料却十分欠缺。关于一个贝类感染一种吸虫幼虫期后,会对另一种其正常吸虫的幼虫期在其体内发育和生存进行排斥,尤其利用此现象可对人体血吸虫病病原和媒介进行生物控制研究的资料,至今尚未查到。

考虑到这一问题,是由于上世纪多年在内蒙古科尔沁草原对人兽共患的胰脏吸虫(*Eurytrema* spp)和双腔吸虫(*Dicrocoelium* spp)共同存在的高度流行区进行野外调查,它们的贝类宿主是同种陆地蜗牛,从来未见一个蜗牛体内有此两种吸虫幼虫同时存在的情况。上世纪九十年代得知湖南洞庭湖日本血吸虫病疫区的湖北钉螺(*O. hupensis*)体内有一种鲶鱼(*Parasilurus asoyus*)的外睾类吸虫(*Exorchis* sp.)幼虫期寄生,就计划对此问题开展研究。笔者在完成福建的叶巢外睾吸虫(*E. ovariolobularis* Cao, 1900)的全程生活史的研究之后,切片观察到钉螺对外睾吸虫侵入会产生大量血淋巴细胞及外睾吸虫感染百余天还只是胚细胞和极早期雷蚴阶段情况<sup>[3]</sup>。2006 年笔者和 3 位博士生到湖南常德汉寿县西洞庭湖开始开展此项研究至今(Tang et al., 2009—2014)<sup>[4-8]</sup>。发现了外睾吸虫和日本血吸虫的前后双重感染钉螺,后侵入螺体的血吸虫幼虫会全部被螺体击毁,不能发育最终死亡(Tang et al., 2009)<sup>[4]</sup>;又发现了被外睾吸虫感染的钉螺其体内开始有血淋巴细胞大量增生现象,但双重感染间隔时间愈长的钉螺,其体内血淋巴细胞数目逐渐减少很多(Tang et al., 2000、2012、2013)<sup>[3, 6-7]</sup>;而双重感染间隔时间愈长的实验钉螺,其体内外的分泌物愈加多而复杂化,钉螺击毁血吸虫幼虫的功能愈强(Tang et al., 2010)<sup>[5]</sup>。因此,笔者把注意力转向不同条件实验钉螺的分泌物状况及其与血吸虫幼虫被杀灭情况间的关系上。具体情况简要介绍如下。

## 1 材料与方法

用从湖南西洞庭湖目平湖鲶鱼肠管收集的目平外睾吸虫(*E. mupingensis* Jiang, 2011)的虫卵拌以少量面粉饲食从西洞庭湖采集的阴性湖北钉螺,感染外睾吸虫后的钉螺分为 5 组,分别在感染后 21 d、37 d、55 d、70 d、85 d,每粒钉螺与实验室日本血吸虫阳性小白鼠肝脏血吸虫虫卵孵化的毛蚴(40~90 个)接触;经 4~82 d 之间不同时间,均以 10%福尔马林溶液固定、埋蜡、连续切片、苏木精与洋红染色制片。显微镜油镜检查各切片所有断面,观察及计算所有血吸虫幼虫数目和虫体情况,并比较观察各组实验钉螺其体内外各种分泌物密度及它们与被击毁的血吸虫幼虫接触等情况,用数码相机显微照相储存于电脑。本文仅取其中 16 张照片来说明不同时间螺体分泌物与被击毁的血吸虫幼虫的关系。

## 2 结果

2.1 阴性钉螺和单独感染日本血吸虫的体内外分泌物的情况 阴性湖北钉螺的整体切片,在其体表只有 1 层很薄的粘液状分泌物薄膜(图 1 箭矢)。感染日本血吸虫毛蚴后 11—53 d 的阳性钉螺,在它们整体切片上,各螺体表也都只有 1 层很薄的粘液性分泌物薄膜(图 2—3 箭矢)。阴性钉螺和日本血吸虫阳性钉螺体内,都可见到一些血淋巴细胞和金黄色颗粒分泌物,日本血吸虫阳性钉螺体内分泌物没有明显增加,而且也不见体内分泌物颗粒侵入到血吸虫幼虫体内。

2.2 单独感染目平外睾吸虫的阳性钉螺的体内外分泌物情况 在感染目平外睾吸虫的早期阳性钉螺体内,血淋巴细胞和结构复杂的体内外分泌物都大量增生(图 4—7, 箭矢),但血淋巴细胞在钉螺被感染后约 40 d 就开始逐渐减少,而其体内外分泌物始终呈增多状态。体表分泌物增厚(图 5, 箭矢),其中除有黏液性物质之外尚有许多晶体状的结构(图 6, 箭矢)。体内出现成群呈金黄色颗粒的分泌物(图 4, 箭矢),也出现在螺体内变宽的血淋巴管中(图 7, 箭矢)。在感染后 90 d,螺体表分泌物的厚度约有早期感染的 3—5 倍。

2.3 钉螺感染目平外睾吸虫后间隔不同时间再感染日本血吸虫后的情况 实验钉螺被目平外睾吸虫与日本血吸虫双重感染的间隔时间分别为:21 d、37 d、55 d、70 d 和 85 d 5 组,经切片观察,所获结果如下。

2.3.1 感染目平外睾吸虫 21 d 后再感染血吸虫的钉螺组情况 感染目平外睾吸虫 21 d 后再感染日

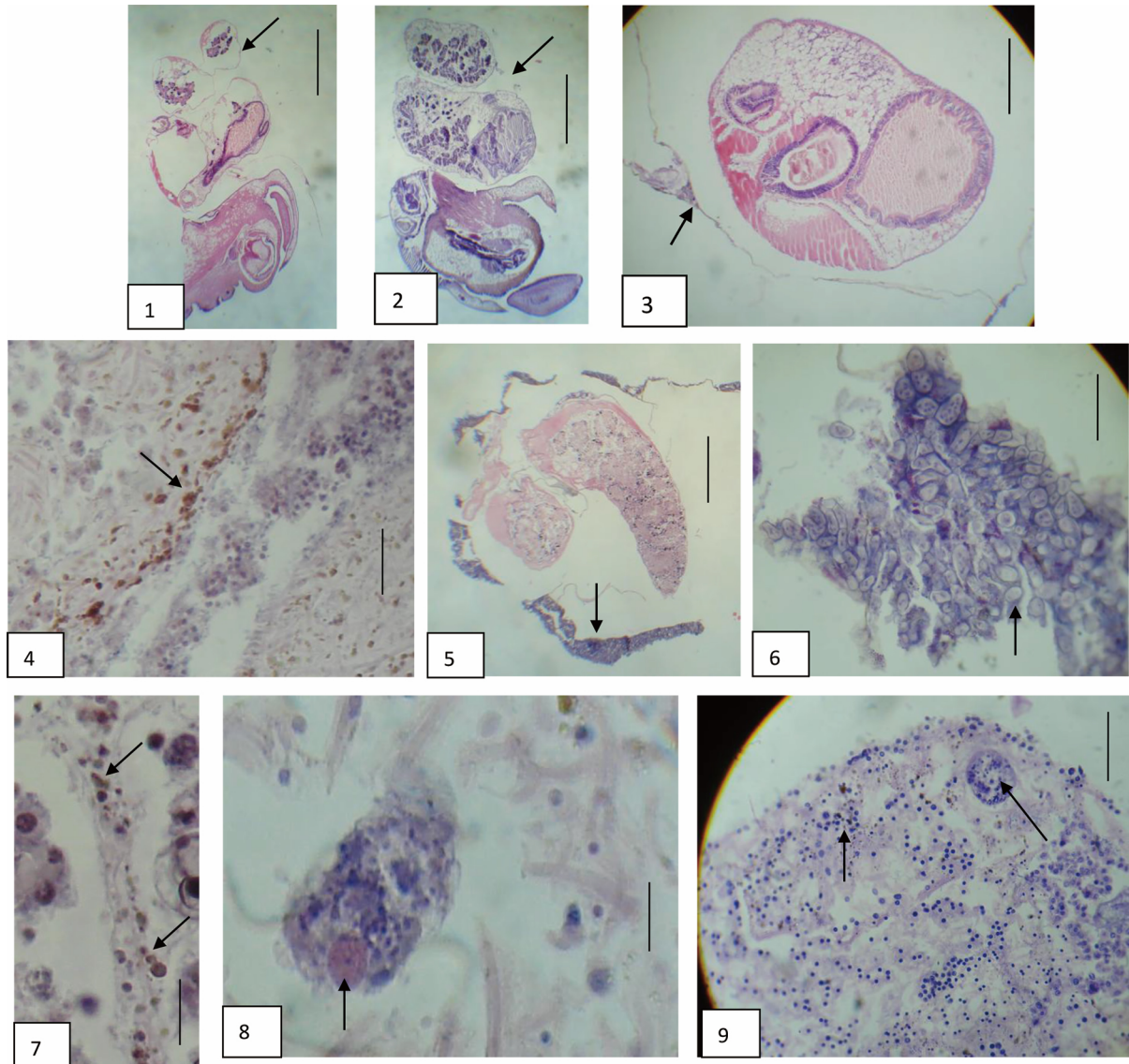


图 1—3 目平外睾吸虫阳性钉螺分泌物与日本血吸虫幼虫被杀死情况

Fig.1—3 The killing of *S. japonicum* larvae and the secretion of the positive *O. hupensis*

- 1. 阴性湖北钉螺整体切片示其体外很薄的黏液性分泌物(箭头)(scale bar=1mm)  
Total section of negative *Oh* showing very thin body outer mucous secretion (arrow);
- 2. 日本血吸虫 11 d 阳性湖北钉螺整体切片示其体外很薄的黏液性分泌物(箭头)(scale bar=1mm)  
Total section of positive *Oh* infected with *Sj* for 11 days showing very thin body outer mucous secretion (arrow);
- 3. 日本血吸虫 53 d 阳性湖北钉螺部分切片示其体外很薄的黏液性分泌物(箭头) (scale bar = 0.5mm)  
Part section of positive *Oh* infected with *Sj* for 53 days showing very thin body outer mucous secretion (arrow);

图 4—7 目平外睾吸虫 10—19 d 阳性钉螺的体内外分泌物

Fig.4—7 Sections of positive *Oh* infected with *Em* for 10—19 days showing the inner and outer secretions of snail bodies

- 4. 目平外睾吸虫 10 d 阳性湖北钉螺部分切片示其体内增多的金黄色分泌物颗粒团(箭头)(scale bar = 0.06—0.08mm)  
Part section of positive *Oh* infected with *Em* for 10 days showing the adding golden secretory granules(arrow) in snail body;
- 5. 19 d 目平外睾吸虫阳性湖北钉螺部分切片示其体外增厚的分泌物(箭头)(scale bar = 0.5mm)  
Part section of positive *Oh* infected with *Em* for 19 days showing the body outer thick secretion (arrow);
- 6. 10 d 目平外睾吸虫阳性湖北钉螺部分切片示其体外含晶体的分泌物结构(scale bar = 0.06—0.08mm)  
Part section of positive *Oh* infected with *Em* for 10 days showing the structure of body outer thick secretion with crystals (arrow);
- 7. 19 d 目平外睾吸虫阳性湖北钉螺部分切片示螺体血管内的血淋巴细胞及分泌物分泌物(scale bar = 0.039 mm)  
Part section of positive *Oh* infected with *Em* for 19 days showing the hemo- lymphocytes and secretive granules (arrow) in snail blood tube;

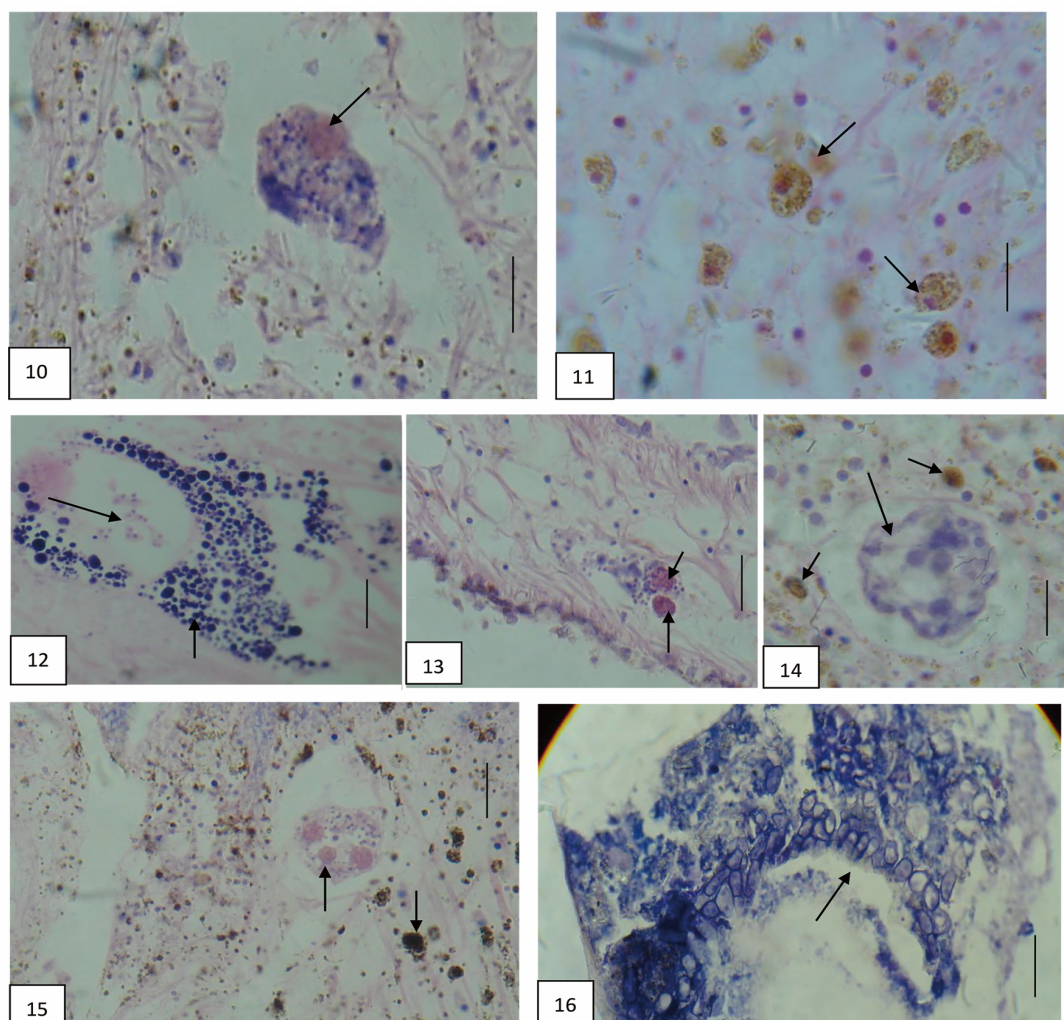


图 8—16 先感染目平外睾吸虫后不同间隔时间再感染血吸虫的钉螺体内外分泌物

**Figs.8—16 The secretion of the positive *Oh* snails dually infected by larval *Em* and *Sj* at different intervals**

8. 间隔 21 d; 25 d 实验钉螺示 1 个分泌物红团在被毁坏的再感染第 4 d *Sj* 幼虫体内 (scale bar=0.023 mm);  
Interval at 21 d; Experimental *Oh* snail at 25 d showing a secretive red mass (arrow) in the wrecking 4 d old *Sj* larva;
9. 间隔 21 d; 101 d 实验钉螺示螺体增多的血淋巴细胞 (短箭矢) 及被毁坏的 80d *Sj* 幼虫 (长箭矢) (scale bar = 0.06—0.08 mm);  
Interval at 21 d; Experimental *Oh* snail at 101 d showing the much hemo- lymphocytes (short arrow) and the wrecking 80 d old *Sj* larva (long arrow) in snail tissue;
10. 间隔 37 d; 42 d 实验钉螺示 1 个分泌物红团 (箭矢) 在被毁坏的 5 d *Sj* 幼虫体内 (scale bar = 0.023 mm);  
Interval at 37 d; Experimental *Oh* snail at 42 d showing a secretive red mass (arrow) in the wrecking 5 d old *Sj* larva;
11. 间隔 37 d; 49 d 实验钉螺示螺体内金黄色分泌物颗粒团 (箭矢) (scale bar = 0.028mm);  
Interval at 37 d; Experimental *Oh* snail at 49d showing many golden secretive granules masses (arrow) in snail tissue;
12. 间隔 55 d; 111 d 实验钉螺示被毁坏的 56 d *Sj* 幼虫残体 (长箭矢) 在螺体血腔中, 血腔周围布满黑色分泌物颗粒 (短箭矢) (scale bar=0.023 mm);  
Interval at 55 d; Experimental *Oh* snail at 111 d showing the remains of wrecking 56 d old *Sj* larva (long arrow) in snail blood coelom and much black secretive granules masses around (short arrow) the blood coelom;
13. 间隔 70 d; 72 d 实验钉螺示 2 个分泌物红团 (箭矢) 在被毁坏的 2 d *Sj* 幼虫体内 (scale bar=0.023 mm);  
Interval at 70 d; Experimental *Oh* snail at 72 d showing 2 secretive red masses (arrows) in the wrecking 2 d old *Sj* larva;
14. 间隔 70 d; 76 d 实验钉螺示金黄色分泌物颗粒团 (短箭矢) 及被毁坏的 6 d *Sj* 幼虫 (长箭矢) 在螺体组织中 (scale bar=0.023 mm);  
Interval at 70 d; Experimental *Oh* snail at 76 d showing the golden secretive granules masses (short arrow) and wrecking 6 d old *Sj* larva in snail tissue;
15. 间隔 85 d; 91 d 实验钉螺示被毁坏的 6 d *Sj* 幼虫, 其体内一断面上所显示的 3 个螺分泌物红团 (箭矢) 及许多暗黑色分泌物颗粒团 (箭矢) 在螺体组织中 (scale bar=0.023 mm);  
Interval at 85 d; Experimental *Oh* snail at 91 d showing 3 secretive red masses (arrow) on one section of the wrecking 6 d old *Sj* larva and much black secretive granules masses (arrow) in snail tissue;
16. 间隔 85 d; 95 d 实验钉螺示螺体表不同结构的体表分泌物 (scale bar=0.03 mm)  
Interval at 85 d; Experimental *Oh* snail at 91 d showing much snail body outer secretions with different structures

本血吸虫的钉螺组,在感染血吸虫后的早期实验螺,其体内血淋巴细胞和体内外分泌物都显著增多,在所有血吸虫幼虫体内,都可见到有血淋巴细胞和体内分泌物颗粒的侵入,血吸虫幼虫全部停止发育其身体结构均发生异常变化。在血吸虫感染后 4 d 的血吸虫幼体已被损害,其体内含有一个大红球形团(图 8, 箭头)。这样的大红球形团,先后感染目平外睾吸虫后再感染血吸虫的各实验钉螺组内,血吸虫幼虫体内的早期损害均可见到,数目 1—4 个不等。在感染目平外睾吸虫后 101 d 的钉螺体内,在已被毁坏的 80 d 血吸虫异常幼体(图 9, 长箭头)周围,尚有很多血淋巴细胞(图 9, 短箭头)。但此组的实验钉螺,在感染后 80 d 的虫体,尚呈胞蚴状的外形。

**2.3.2 感染目平外睾吸虫 37 d 后再感染血吸虫的钉螺组情况** 感染目平外睾吸虫 37 d 后再感染血吸虫的钉螺组,开始见到螺体血淋巴细胞数目在螺体组织和被损伤的血吸虫幼虫体内有所减少,但在具有大、中、小血淋巴细胞中的小血淋巴细胞数减少不显著。在此后,随着间隔时间加长,螺体 3 种血淋巴细胞数更加减少,而杀灭血吸虫幼虫的效力却更加强大,这与我们前此的观察(Tang et al., 2013)相同。在本组实验螺的切片中,常见有众多金黄色体内分泌物颗粒团出现于螺体组织中(图 11),在许多金黄色分泌物颗粒团的切片边缘,经常都能见到有 1 个染成蓝色的很小细胞核(图 11, 箭头),小细胞核直径只有 1.9~2.6  $\mu\text{m}$ ,小于小血淋巴细胞的细胞核(4.2~4.7  $\mu\text{m}$ )。在螺体切片中,被损害的感受第 5 d 血吸虫幼虫体内,同样出现一个红色大球形团(图 10, 箭头)。此大红球形团在高倍显微下,可以看到其内部是由与体内金黄色分泌物小颗粒相似物质的更小颗粒紧密构成的。

**2.3.3 感染目平外睾吸虫 55 d 后再感染血吸虫的钉螺组情况** 感染目平外睾吸虫 55 d 后再感染血吸虫的钉螺组,感染 3~6 d 的螺体组织中,即可见到很小的 3~6 d 血吸虫幼虫残体。侵入 55 d 外睾吸虫阳性钉螺体血腔中的日本血吸虫幼虫,很快遭损害,不仅不能生长发育,反而快速死亡,遭损害的血吸虫幼虫遗留残骸,甚至几近销迹。此类血吸虫残体(图 12, 长箭头)被另一种呈深黑色、大小不一、实心结构的体内分泌物颗粒(图 12, 短箭头)所包围。此组实验钉螺在感染血吸虫后其他 d 数,均查到被损害的血吸虫幼虫残体,其周围螺体组织中均有上述两种螺体分泌物颗粒。

**2.3.4 感染目平外睾吸虫 70 d 后再感染血吸虫的钉螺组情况** 感染目平外睾吸虫 70 d 后再感染血

吸虫的钉螺组,在后者感染 2 d 后的螺体发现毁坏成残体幼虫,亦有与体内金黄色分泌物小颗粒相似物质的更小颗粒紧密构成的大红团 2 个(图 13, 箭头);感染 6 d 后的螺体内血吸虫幼虫残体(图 14, 长箭头),其体内含数团暗色分泌物团块,其所在血腔的外围组织中有一些金黄色颗粒团的分泌物分布(图 14, 短箭头)和数量不多的血淋巴细胞。本实验钉螺组其他不同 d 数的螺体内,所有被损害的血吸虫幼虫残体均已残破只剩一些遗迹,说明血吸虫毛蚴进入螺体很快即被击杀死,仅留下一堆遗迹。

**2.3.5 感染目平外睾吸虫 85 d 后再感染血吸虫的钉螺组情况** 先感染目平外睾吸虫 85 d 后再感染血吸虫的钉螺组,感染的血吸虫幼虫进入螺体后被损害、击杀的强度最为明显,实验螺体内早期血吸虫幼虫残体已残破不堪,成为零星小块,见不到完整的虫体;在 1 个已死亡的第 6 d 血吸虫幼虫的全部连续切片中,看到其体内共有 4 粒具螺体金黄色分泌物小颗粒物质的大红球形团,在一个断面上显示 3 个此大红球形团(图 15, 箭头);虫体所在血腔部位之外的螺体组织中,分布有许多褐色分泌物团(图 15, 箭头)。本实验钉螺组,所有不同 d 数钉螺的整体连续切片,它们体外均被很厚一层体外分泌物包裹。其厚度和内容的复杂情况均超过其他实验组。现以 1 个血吸虫感染后 95 d 的实验钉螺为例,显示其体表很厚 1 层、结构复杂的体外分泌物(图 16, 箭头),它们含有:黏液状、颗粒状和晶体状物质。

### 3 讨论

用先感染目平外睾吸虫的钉螺在 5 个间隔时间再感染血吸虫的钉螺的软体切片观察,结果显示:所有后感染的血吸虫幼虫很快变成没有任何结构组织的残体。两吸虫感染间隔时间逐渐增多的钉螺,其体内血淋巴细胞的数目逐渐减少,最后几乎没有。说明外睾吸虫阳性钉螺血淋巴细胞对再侵入该螺体的血吸虫幼虫有免疫作用,但在杀灭血吸虫幼虫具长久功效上,血淋巴细胞似乎不起主要作用。而外睾吸虫阳性钉螺体内外分泌物,随着两吸虫感染间隔时间加长而逐渐增加并愈加复杂化,而且从所有被损害的血吸虫幼虫体内都能见到螺体的各种分泌物物质。显然,这些分泌物对血吸虫幼虫被损坏和死亡有密切关系。

从观察过程显示螺体内外的分泌物的种类有多种。如螺体组织中每个金黄色细颗粒团中都有 1 个很小的细胞核,这情况是否提示:每团内金黄色分泌颗粒是由螺体 1 个小分泌细胞产生的?有待继续

研究。关于在实验螺被损害的早期血吸虫幼虫体内都能见到的大球形红团,其内部是螺体组织内金黄色分泌物团小颗粒很相似的更小颗粒物质紧密构成的。这大球形红团内含物与螺体组织中金黄色分泌颗粒团之间以及它们与血吸虫幼虫的死亡和解体有何关系?亦均有待继续观察。在感染间隔天数中等与较多的实验钉螺组织中,出现黑色或褐色的颗粒状分泌物,它们与金黄色分泌颗粒团是否同样性质的分泌物?或因不同时期而有不同形态结构的差异,或是不同性质的分泌物亦有待继续研究。所有实验钉螺体内的血吸虫幼虫百分之百地全部被杀死、被摧毁、解体,一定与钉螺被外睾吸虫感染后产生极强的免疫防御能力有关,其杀灭血吸虫幼虫的许多内在机制问题,都是今后需要进行详细微观工作给予探究的。

#### 参考文献:

- [1] Tang CC, Tang CT. Trematology in China [M] 2nd. Beijing: Science Press, 2015: 887. (in Chinese)  
唐仲璋, 唐崇惕. 中国吸虫学 [M]. 2 版. 北京: 科学出版社, 2015: 887.
- [2] Colley DG, Bustinduy AL, Secor WE, et al. Human schistosomiasis [J]. Lancet., 2014, 383: 2253-2264.
- [3] Tang CT, Shu LM. Early larval stages of *Exorchis ovariolobularis* in its molluscan hosts and the appearance of lymphatic cellulose reaction of host [J]. Acta Zoologica Sinica, 2000, 46(4): 457-463. (in Chinese)  
唐崇惕, 舒利民. 外睾吸虫幼虫期的早期发育及贝类宿主淋巴细胞的反应 [J]. 动物学报, 2000, 46(4): 457-463.
- [4] Tang CT, Lu MK, Chen D, et al. Development of larval *Schistosoma japonicum* was blocked in *Oncomelania hupensis* by pre-infection with larval *Exorchis* sp. [J]. J Parasitology, 2009, 95(6): 1321-1325.
- [5] Tang CT, Lu MK, Guo Y, et al. Comparison among the bio-control effects on larval *Schistosoma japonicum* in *Oncomelania hupensis* with pre-infection by larval *Exorchis trematodes* at different intervals [J]. Chin J Zoonoses, 2010, 26(11): 989-994. DOI: 10.3969/j.issn.1002-2694.2010.11.001 (in Chinese)  
唐崇惕, 卢明科, 郭跃, 等. 日本血吸虫幼虫在先感染外睾吸虫后不同时间钉螺体内被生物控制效果的比较 [J]. 中国人兽共患病学报, 2010, 26(11): 989-994.
- [6] Tang CT, Guo Y, Lu MK, et al. Reactions of snail secretions and lymphocytes to *Schistosoma japonicum* larvae in *Oncomelania hupensis* pre-infected with *Exorchis trematode* [J]. Chin J Zoonoses, 2012, 28(2): 97-102. DOI: 10.3969/j.issn.1002-2694.2012.02.001 (in Chinese)  
唐崇惕, 郭跃, 卢明科, 等. 先感染外睾吸虫的钉螺其分泌物和血淋巴细胞对日本血吸虫幼虫的反应 [J]. 中国人兽共患病学报, 2012, 28(2): 97-102.
- [7] Tang CT, Lu MK, Chen D. Comparison between the existence states of the hemo-lymphocytes to *Oncomelania hupensis* snails dually infected by larval *Exorchis mupingensis* and *Schistosoma japonicum* at different intervals [J]. Chin J Zoonoses, 2013, 29(8): 735-742. DOI: 10.3969/j.issn.1002-2694.2013.08.001 (in Chinese)  
唐崇惕, 卢明科, 陈东, 目平. 外睾吸虫日本血吸虫不同间隔时间双重感染湖北钉螺螺体血淋巴细胞存在情况的比较 [J]. 中国人兽共患病学报, 2013, 29(8): 735-742.
- [8] Tang CT, Huang SQ, Chen D, et al. Detection and analysis on the secretions of *Oncomelania hupensis* snails dually infected by larval *Exorchis mupingensis* and *Schistosoma japonicum* at different intervals [J]. Chin J Zoonoses, 2014, 30(11): 1083-1089. DOI: 10.3969/j.issn.1002-2694.2014.11.001 (in Chinese)  
唐崇惕, 黄帅钦, 陈东, 等. 湖北钉螺被目平外睾吸虫与日本血吸虫不同间隔时间感染后分泌物的检测与分析 [J]. 中国人兽共患病学报, 2014, 30(11): 1083-1089.

收稿日期: 2017-11-22 编辑: 李友松