

肝毛细线虫对雌性布氏田鼠繁殖参数的影响

唐宇^{①②} 赛那^③ 郭聪^{①*} 赵栋^① 邹永波^{①②} 于成^④

关其格^⑤ 哈斯其木格^⑤

① 四川大学生命科学学院 成都 610065; ② 中国科学院动物研究所 北京 100101; ③ 内蒙古锡林郭勒盟自然保护区
锡林浩特 026000; ④ 内蒙古锡林郭勒盟阿巴嘎旗草原站 阿巴嘎旗 026100;

⑤ 内蒙古锡林郭勒盟阿巴嘎旗疾病预防控制中心 阿巴嘎旗 011400

摘要: 2005年5月,在内蒙古锡林郭勒盟阿巴嘎旗北部,研究了肝毛细线虫(*Capillaria hepatica*)对典型草原区雌性布氏田鼠(*Lasiopodomys brandtii*)繁殖参数的影响。采用标准夹线法捕获鼠类,对捕获的鼠类进行常规生物学解剖,根据虫卵有无确定肝毛细线虫病感染情况,记录鼠类名称、体长、体重、胴体重、繁殖特征以及肝毛细线虫病感染情况。由于体重是划分鼠类年龄的常用指标之一,结合布氏田鼠的繁殖特征研究数据,采用25.1~55.0 g之间的雌性个体作为本研究分析样本,并将其分为25.1~35.0 g、35.1~45.0 g和45.1~55.0 g体重(年龄)组。采用卡方检验比较分析同一体重(年龄)组内,肝毛细线虫病感染情况与雌性布氏田鼠妊娠率的关系,*T*检验分析感染情况与胎仔数的关系。结果显示,在各个体重(年龄)组中,感染肝毛细线虫组布氏田鼠雌鼠妊娠率均略低于未感染组,但感染情况与妊娠情况无显著相关关系($P > 0.05$);感染肝毛细线虫布氏田鼠胎仔数低于未感染布氏田鼠,感染情况与胎仔数有显著相关关系($P < 0.05$)。结果表明,肝毛细线虫病对布氏田鼠妊娠率无明显影响,但对布氏田鼠胎仔数有明显的负面影响。

关键词: 肝毛细线虫; 布氏田鼠; 妊娠率; 胎仔数

中图分类号: Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2018) 01-55-06

The Influence of *Capillaria hepatica* on the Breeding Parameters of Female Brandt's Vole (*Lasiopodomys brandtii*)

TANG Yu^{①②} Saina^③ GUO Cong^{①*} ZHAO Dong^① ZOU Yong-Bo^{①②} YU Cheng^④

GUANG Qi-Ge^⑤ Hasi Qimuge^⑤

① College of Life Sciences, Sichuan University, Chengdu 610065; ② Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101;

③ Xilinguole Grassland Nature Reserve, Xilinhot 026000; ④ Abagaqi Grassland Station, Abagaqi 026100;

⑤ Abagaqi Centre for Disease Control and Prevention, Abagaqi 011400, China

Abstract: The influence of *Capillaria hepatica* on the breeding parameters of female Brandt's Vole

基金项目 公益性行业(农业)科研专项经费项目(No. 201203041);

* 通讯作者, E-mail: gc6252@sina.com;

第一作者介绍 唐宇,男,硕士研究生;研究方向:动物生态学;E-mail: tangy182@126.com。

收稿日期: 2017-06-13, 修回日期: 2017-11-09 DOI: 10.13859/j.cjz.201801007

(*Lasiopodomys brandtii*) was investigated in typical steppe in Abagaqi, Inner Mongolia in May 2005. Standard killing trap method was used to capture rodents, then dissected to determine the infection of *C. hepatica*. We recorded the rodents' species, body length, body mass, carcass mass, reproductive characteristics and the infection of *C. hepatica*. As body mass of rodents is one indicator of age, we chose those females with body mass between 25.1 - 55.0 g as the analysis sample, based on the previous research data of this rodent species about its reproductive characteristics. We compared and analyzed the relationship between the infection situation of *C. hepatica* and the pregnancy rate by Chi-square test and the relationship between the infection situation and the number of fetuses by *T* test for the females in the same and different mass (age) group (Table 1 & 2). The pregnancy rate of the infected group was slightly lower than those uninfected group. The pregnancy rate was 59.1% and 64.5% for those weighed 25.1 - 35.0 g mass (age) group, 57.7% and 67.6% for 35.1 - 45.0 g mass (age) group, 65.2% and 67.8% for 45.1 - 55.0 g body mass (age) group. No significant correlation ($P > 0.05$) was detected between the infection situation and the pregnancy rate, however the number of fetuses for the infected group was less than the uninfected group, and the infection situation was significantly correlated with the number of fetuses ($P < 0.05$). The results indicated that the infection situation of *C. hepatica* had no significant effect on the pregnancy rate of Brandt's Voles, but produced a negative effect on the number of fetuses on Brandt's Voles.

Key words: *Capillaria hepatica*; Brandt's Vole, *Lasiopodomys brandtii*; Pregnancy rate; Number of fetuses

肝毛细线虫 (*Capillaria hepatica*) 是毛细线科 (Capillaridae) 毛细属的一种小型线虫, 广泛分布于全球各种各样的生境之中 (Singleton et al. 1991)。肝毛细线虫广泛寄生于啮齿类动物、家畜、灵长类动物的肝之中, 人 (*Homo sapiens*) 也是肝毛细线虫的易感宿主 (Attah et al. 1983)。在我国很多地区都有肝毛细线虫病 (*hepatica capillariasis*) 的相关报道 (熊孟韬等 1999)。肝毛细线虫成虫主要寄生于肝, 但也在其他组织、器官中发现其存在 (郭艳梅等 2014)。其虫卵主要分布在感染动物肝的实质部分, 造成宿主肝组织坏死、肉芽肿炎症反应和纤维化, 影响宿主的生存 (杨发柱等 2000)。宿主感染肝毛细线虫病无法自愈, 病灶终生存在于宿主体内, 宿主死后才能释放, 虫卵散落于外界环境中, 经 10 ~ 11 周发育成感染性虫卵, 被其他动物吞食后开始寄生 (郭艳梅等 2014)。由于感染肝毛细线虫对宿主正常生活影响巨大, 但又难以诊断, 因此是一种危险的鼠源性传染病 (Spratt et al. 2001)。

布氏田鼠 (*Lasiopodomys brandtii*) 隶属于

啮齿目 (Rodentia) 仓鼠科 (Cricetidae), 是典型草原的主要啮齿类动物之一, 在我国内蒙古中、东部, 蒙古国和俄罗斯部分地区均有分布 (Li et al. 2017)。布氏田鼠为群居动物, 种群数量庞大, 且为植食性, 因此对牧草资源有严重影响; 同时, 作为穴居动物, 其挖掘活动也极大地加快了草场退化和沙化进程 (宛新荣等 2007a)。此外, 布氏田鼠还携带并传播病毒、细菌、寄生虫等多种病原体。因此, 布氏田鼠是内蒙古典型草原上一种危害极大的鼠类。宛新荣等 (2007a) 研究发现布氏田鼠的分布与肝毛细线虫的分布有很高的重叠度, 由此推测布氏田鼠为锡林郭勒地区肝毛细线虫病的主要宿主之一。因此, 准确地预测布氏田鼠种群数量的变化, 提前根据变化制定对应的防治措施, 对保护和维持草原生态健康意义重大。

布氏田鼠的繁殖期为 3 ~ 9 月份, 有少量个体开始于 2 月份, 具有明显的季节性特征 (张洁等 1979)。在繁殖期, 布氏田鼠以洞群为单位进行家族式生活, 大部分个体都不离开本洞群, 种群较为稳定。经过一个冬季, 布氏田鼠

的种群数量在早春时为最低, 随后在繁殖季节种群数量逐步回升, 在繁殖季结束时达到最大(刘志龙等 1993)。相关研究表明, 布氏田鼠的种群数量与个体内分泌、繁殖、死亡以及扩散等都紧密相关, 这些因素都对种群数量起调节作用(钟文勤等 1985)。然而在布氏田鼠感染肝毛细线虫病之后, 对其种群繁殖力是否存在影响, 则至今没有报道。鉴于繁殖特征是影响种群动态的重要参数, 为研究肝毛细线虫病的传播与布氏田鼠种群之间的关系, 以期为合理地预测布氏田鼠种群数量提供参考, 作者于 2005 年在内蒙古锡林郭勒盟北部草原区就肝毛细线虫病对布氏田鼠种群繁殖的影响展开了调查研究。

1 材料与方法

1.1 样地设置

研究地点位于内蒙古自治区锡林郭勒盟阿巴嘎旗北部的典型草原区, 研究样地以白音图嘎苏木为中心(44°16' ~ 45°6'N, 114°21' ~ 114°55'E, 海拔 1 200 ~ 1 460 m)。本地区的主要优势植被为羊草(*Leymus chinensis*)、克氏针茅(*Stipa krylovii*)、糙隐子草(*Cleistogenes squarrosa*)、冷蒿(*Artemisia frigida*)、麻花头(*Klasea radiata*)、菊叶委陵菜(*Potentilla tanacetifolia*)、小叶锦鸡儿(*Caragana microphylla*)、狭叶锦鸡儿(*C. stenophylla*)等类群(宋文韬等 2016)。

2005 年度 5 月份, 研究样地布氏田鼠密度很高, 占总捕获鼠类数量 95% 以上, 抽样调查发现, 本地区布氏田鼠的肝毛细线虫感染率约为 15.3% (宛新荣等 2007a)。在该地区设置 5 个调查样点。该年度实验草场中主要鼠种为布氏田鼠, 此外还有少量黑线毛足鼠(*Phodopus campbelli*)、长爪沙鼠(*Meriones unguiculatus*)、五趾跳鼠(*Allactaga sibirica*)、达乌尔黄鼠(*Spermophilus dauricus*)、达乌尔鼠兔(*Ochotona dauurica*)、黑线仓鼠(*Cricetulus barabensis*)和草原鼯鼠(*Myospalax aspalax*)

等鼠类分布。

1.2 研究样地鼠类标本获取方法

2005 年 5 月 7 日至 21 日, 采用标准夹线法(张知彬等 1998)调查研究样地的鼠类数据。每个样地设置两条夹线, 夹线距离 50 m, 每条夹线 150 个木板夹, 夹距 5 m, 样地面积合计 7.5 hm², 共布放 300 个木板夹, 鼠夹连续放置 3 d, 每天检查 2 次。对于布氏田鼠密度较低的样地, 为使其捕获的布氏田鼠样本量与其他样地相近, 额外增补 100 ~ 300 夹, 直接布放到田鼠洞口, 每天收 4 次, 12 h 之内基本捕获洞群内全部田鼠。收取夹线上捕获的鼠类, 放入布袋中, 放置在密封的塑料桶中用三氯甲烷熏蒸灭蚤, 然后进行常规生物学解剖, 记录鼠类种名、捕获时间和地点、体长、体重、胴体重、繁殖特征, 以及肝毛细线虫病的感染情况。

1.3 布氏田鼠肝毛细线虫病感染情况统计

体重、胴体重称量采用百灵/LARK 牌 DT 200M 便携式电子天平(常熟市梦兰百灵天平仪器有限公司, 精确到 0.1 g)。同时, 采用凌洪博等(2000)的方法, 观察每只布氏田鼠个体肝毛细线虫的感染情况, 观察其肝有无白色或淡黄色点状、丝状或片状病灶, 根据虫卵的有无判断结果的阳性和阴性, 进而确定肝毛细线虫的感染情况。

1.4 数据整理、统计方法

体重是划分鼠类年龄的常用指标之一(张知彬等 1998), 宛新荣等(2007b)根据布氏田鼠的体重将其分为 7 个体重(年龄)组, 即 I 龄组, 体重在 10 g 以下(含); II 龄组, 体重在 10.1 ~ 20.0 g; III 龄组, 体重在 20.1 ~ 30.0 g 之间; IV 龄组, 体重在 30.1 ~ 40.0 g 之间; V 龄组, 体重在 40.1 ~ 50.0 g 之间; VI 龄组, 体重在 50.1 ~ 60.0 g 之间; VII 组体重在 60.1 g 以上(含)。因为体重在 25.1 ~ 55.0 g 之间具有很大的繁殖群体, 因此采用 25.1 ~ 55.0 g 之间的雌性个体作为本研究分析样本, 将其分为 25.1 ~ 35.0 g、35.1 ~ 45.0 g 和 45.1 ~ 55.0 g 体重(年龄)组。在此基础上, 比较和分析相同体重(年

龄) 组内, 肝毛细线虫病的感染情况与雌性布氏田鼠胎仔数和妊娠率之间的关系。数据分析用 IBM SPSS Statistics (version 19.0) 软件, 进行卡方检验和 *T* 检验。

2 结果与分析

2.1 布氏田鼠肝毛细线虫病的感染情况对其妊娠率的影响

为研究肝毛细线虫病的感染情况与布氏田鼠妊娠率的关系, 依照前文划分的 3 个体重(年龄)组, 将 5 个样地所捕获的雌性布氏田鼠分别进行统计。根据其是否感染肝毛细线虫进行分类甄别, 并分别计算出各个体重(年龄)组、感染和非感染组的妊娠率, 对感染情况和妊娠情况进行卡方检验(表 1)。

在 3 个体重(年龄)组中, 感染肝毛细线虫的布氏田鼠妊娠率均略低于未感染组的布氏田鼠。3 个体重(年龄)组中感染肝毛细线虫病与妊娠均无显著相关性。总体的感染组和未感染组数据表明, 感染肝毛细线虫病与妊娠无

显著相关性。

2.2 布氏田鼠肝毛细线虫病的感染情况对布氏田鼠平均胎仔数的影响

除妊娠率之外, 平均胎仔数也是决定鼠类种群繁殖动态的另外一个主要繁殖参数。为研究肝毛细线虫感染情况对布氏田鼠胎仔数的影响, 作者对各个体重组中, 感染和未感染肝毛细线虫病布氏田鼠雌鼠平均胎仔数进行分类统计, 对感染情况和胎仔数进行 *T* 检验(表 2)。

在 3 个体重(年龄)组中, 感染肝毛细线虫病的布氏田鼠雌鼠平均胎仔数明显低于未感染组雌鼠, 且感染肝毛细线虫病与胎仔数存在显著的相关性。

3 讨论

生物个体繁殖目的是使自身的基因更好传递下去, 而合理的繁殖对策尤为重要。殷宝法等(2003)研究发现, 由于雄鼠和雌鼠的繁殖状态存在差异, 越冬鼠与当年鼠的状态存在差异, 因此繁殖对策也不相同。同时, 不同时期

表 1 不同体重(年龄)组雌性布氏田鼠肝毛细线虫的感染情况与妊娠率的关系

Table 1 The relationship between the infection situation of *Capillaria hepatica* and the pregnancy rate of Brandt's Vole in different mass (age) group

	体重(年龄)组 Mass (age) group (g)						25.1 ~ 55.0 g 总体 Total	
	25.1 ~ 35.0		35.1 ~ 45.0		45.1 ~ 55.0		感染组 Infected group	未感染组 Uninfected group
	感染组 Infected group	未感染组 Uninfected group	感染组 Infected group	未感染组 Uninfected group	感染组 Infected group	未感染组 Uninfected group		
样本总数 Sample size	22	76	45	68	23	28	90	172
妊娠个体数 Number of pregnancy	13	49	26	46	15	19	54	114
未妊娠个体数 Number of not pregnancy	9	27	19	22	8	9	36	58
妊娠率(%) Pregnancy rate	59.1	64.5	57.7	67.6	65.2	67.8	60.0	66.3
卡方检验(χ^2) Chi square test	0.213		1.141		0.040		1.013	
<i>P</i> 值 <i>P</i> value	0.645		0.285		0.842		0.314	

表 2 不同体重（年龄）组雌性布氏田鼠的肝毛细线虫感染情况与胎仔数的关系

Table 2 The relationship between the infection situation of *Capillaria hepatica* and the number of fetuses of Brandt's Vole in different mass (age) group

	体重（年龄）组 Mass (age) group (g)					
	25.1 ~ 35.0		35.1 ~ 45.0		45.1 ~ 55.0	
	感染组 Infected group	未感染组 Uninfected group	感染组 Infected group	未感染组 Uninfected group	感染组 Infected group	未感染组 Uninfected group
妊娠样本数 Sample size of pregnancy	13	49	26	46	15	19
胎仔数（平均值 ± 标准差） Number of fetuses (Mean ± SD)	6.7 ± 1.3	7.9 ± 0.5	9.6 ± 1.1	10.5 ± 0.6	11.0 ± 1.2	12.5 ± 0.8
T 检验 T test	5.244		4.502		4.365	
P 值 P value	P < 0.05		P < 0.05		P < 0.05	

的生存资源也不同，而繁殖所需的能量又特别巨大，所以必须在资源丰富的时期进行繁殖，从而有季节性繁殖的现象。任飞等（2016）推测种群繁殖状态受两方面影响：一是不同繁殖期个体繁殖能力不同，二是不同年龄段个体繁殖对策不同。由此可以看出，影响生物繁殖对策的因素种类繁多，而本实验所研究的肝毛细线虫病也是其中一种，其对布氏田鼠繁殖影响的作用机理尚不明确，因此本研究下面就做出相关推测，待进一步实验去验证。

研究发现，鼠类摄入的食物中蛋白含量的高低会影响动物形态和生理状态，进而影响其生长、繁殖与存活（陈竞峰等 2007）。其中食物蛋白含量对繁殖雌鼠的妊娠率和产仔数等都有显著影响（Bomford 1987）。对于繁殖期动物，高蛋白食物能增加胎仔数，提高幼仔的体重和生长速率（Thonereineke et al. 2006）。肝是生物体极其重要的器官之一，其主要功能是进行新陈代谢，同时也起着去氧化、储存肝糖、分泌性蛋白质的合成等作用。而当肝出现病变时，生物体会出现疲倦、食欲减退、发热等症状。因此，布氏田鼠感染肝毛细线虫时，其食物摄入量可能会降低，相对应蛋白质摄入量也会降低，而繁殖期布氏田鼠对能量需求又很大，当能量达不到需求且蛋白质摄入量降低时，就会调整其繁殖对策来应对，通过本研究结果可推

测，其妊娠率未降低，而是通过减少胎仔数来应对。布氏田鼠为群居性动物，其种群密度对繁殖起着显著的负反馈作用，当种群密度过高时，被捕食风险也相应增加（杜桂林等 2016），同时感染肝毛细线虫的个体生存能力减弱，个体生存压力增大，因此需要改变繁殖对策来应对这一状况。

肝毛细线虫通过被摄食进入动物体内，虫体感染后会终生留在宿主肝（Spratt et al. 2001）。如果累积摄入感染期虫卵数量越多，肝病变更就越严重，因此鼠类个体感染度也存在着差异，不同感染度鼠类个体所受影响也不同。本实验将所捕获布氏田鼠雌鼠直接分为感染组和未感染组，未能充分考虑感染度差异的问题；同时未能充分考虑不同年龄组中越冬鼠和当年鼠差异的问题，因而需要在以后的实验中改进实验方案，以期得到更为精确的实验结果。

致谢 野外工作得到草原动物生态研究站工作人员的协助和支持，在此一并致谢。

参 考 文 献

- Attah E B, Nagarajan S, Obineche E N, et al. 1983. Hepatic capillariasis. *American Journal of Clinical Pathology*, 79(1): 127-130.
- Bomford M. 1987. Food and reproduction of wild house mice. 3. Experiments on the breeding performance of caged house mice

- fed rice-based diets. *Csiro Wildlife Research*, 14(2): 207–218.
- Li K, Kohn M H, Zhang S M, et al. 2017. The colonization and divergence patterns of Brandt's vole (*Lasiopodomys brandtii*) populations reveal evidence of genetic surfing. *BMC Evolutionary Biology*, 17(1): 145–161.
- Singleton G R, Spratt D M, Barker S C, et al. 1991. The geographic distribution and host range of *Capillaria hepatica* (Bancroft) (Nematoda) in Australia. *International Journal for Parasitology*, 21(8): 945–957.
- Spratt D M, Singleton G R, Samuel W M, et al. 2001. Hepatic Capillariasis // Spratt D M, Singleton G R. *Parasitic Diseases of Wild Mammals*. 2th ed. Iowa State: Iowa State University Press, 365–379.
- Thonereineke C, Kalk P, Dorn M, et al. 2006. High-protein nutrition during pregnancy and lactation programs blood pressure, food efficiency, and body weight of the offspring in a sex-dependent manner. *Ajp Regulatory Integrative & Comparative Physiology*, 291(4): 1025–1030.
- 陈竞峰, 钟文勤, 刘伟, 等. 2007. 食物蛋白含量对雄性长爪沙鼠社会行为和某些生理特征的影响. *兽类学报*, 27(3): 234–242.
- 杜桂林, 洪军, 王勇, 等. 2016. 布氏田鼠秋季家群数量与捕食风险的关系. *动物学杂志*, 51(2): 176–182.
- 郭艳梅, 胡俊杰, 杨艳芬, 等. 2014. 肝毛细线虫及肝毛细线虫病的研究概况. *中国人兽共患病学报*, 30(6): 651–654.
- 凌洪博, 潘长旺, 易维平, 等. 2000. 温州地区鼠类肝毛细线虫流行病学和生物学研究. *温州医科大学学报*, 30(1): 13–15.
- 刘志龙, 孙儒泳. 1993. 布氏田鼠种群繁殖特征研究. *兽类学报*, 13(2): 114–122.
- 任飞, 王大伟, 李宁, 等. 2016. 不同季节出生的布氏田鼠繁殖发育模式分析. *植物保护*, 42(2): 31–37.
- 宋文韬, 王也, 赛那, 等. 2016. 典型草原区鹰隼类密度对啮齿动物密度的数值响应. *动物学杂志*, 51(4): 529–535.
- 宛新荣, 经宇, 赵天飙, 等. 2007a. 锡林郭勒地区肝毛细线虫病自然疫源地与鼠类分布的关系. *动物学杂志*, 42(1): 14–19.
- 宛新荣, 刘伟, 赵天飙, 等. 2007b. 布氏田鼠肝毛细线虫感染率与其体重的关系. *兽类学报*, 27(2): 165–169.
- 熊孟韬, 吴兴. 1999. 巍山县永建乡小型兽类感染肝毛细线虫调查. *疾病预防控制通报*, 14(3): 58–60.
- 杨发柱, 黄晓红, 屠昭平, 等. 2000. 肝毛细线虫感染动物模型的建立. *中国寄生虫学与寄生虫病杂志*, 18(4): 229–231.
- 殷宝法, 魏万红, 张堰铭, 等. 2003. 小型哺乳动物的繁殖投入与繁殖成功率. *兽类学报*, 23(3): 259–265.
- 张洁, 钟文勤. 1979. 布氏田鼠种群繁殖的研究. *动物学报*, (3): 63–72.
- 张知彬, 王祖望. 1998. 农业重要害鼠的生态学及控制对策. 北京: 海洋出版社, 242–243.
- 钟文勤, 周庆强, 孙崇璐. 1985. 内蒙古草场鼠害的基本特征及其生态对策. *兽类学报*, 5(4): 241–249.