



北京市两处自然保护区 狍肠道寄生虫感染调查

台保倩^{1,2}, 张梓琪², 房新民³, 张鑫⁴, 赵建喜⁴,
伊德英⁴, 马志红³, 韩莹莹², 高福利², 鲍伟东^{1,2*}

- 北京林业大学林木育种与生态修复国家工程研究中心, 北京, 100083;
- 北京林业大学生物科学与技术学院, 北京, 100083;
- 北京市雾灵山自然保护区管理处, 北京, 101500;
- 北京市云蒙山自然保护区管理处, 北京, 101500)

稿件运行过程

收稿日期: 2024-08-07

修回日期: 2024-09-02



关键词: 狍;

肠道寄生虫;
饱和食盐水漂浮法;
分子生物学鉴定;
北京市

Keywords: Roe deer (*Capreolus pygargus*);

Intestinal parasite;
Saturated saline flotation method;
Molecular biology identification method;
Beijing

中图分类号: S855.9; S858.9

文献标志码: A

文章编号:

2310-1490(2025)-02-0312-09

DOI: 10.12375/ysdwxb.20250208

摘要

肠道寄生虫病是人兽共患病,不仅危害自然状态下的野生动物健康,影响野生动物种群发展,还能通过多种途径向人类传播。为了解北京市野生有蹄类动物肠道寄生虫感染情况,采集北京市云蒙山和雾灵山自然保护区狍(*Capreolus pygargus*)粪便样品,采用饱和食盐水漂浮法和分子生物学鉴定方法进行肠道寄生虫检测。结果显示:饱和食盐水漂浮法检测到云蒙山和雾灵山自然保护区狍肠道寄生虫阳性感染率分别为61.29%和85.71%,共检测到球虫(*Coccidia* sp.)、吸虫(*Trematoda* sp.)、细颈线虫(*Nematodirus* sp.)和鞭虫(*Trichuris* sp.)4种肠道寄生虫虫卵、卵囊或包裹,云蒙山狍感染率分别为61.29%、22.58%、12.90%和0,雾灵山狍感染率分别为76.19%、9.52%、4.76%和4.76%。感染强度分析结果显示,雾灵山狍粪便样品中肠道寄生虫虫卵、卵囊或包裹的感染强度较高。对有蹄类动物4种常见肠道寄生虫的分子鉴定显示,云蒙山和雾灵山自然保护区狍肠道寄生虫阳性总感染率分别为22.58%和19.05%,云蒙山狍普通圆线虫(*Strongylus vulgaris*)、毛圆属线虫(*Trichostrongylus* sp.)、隐孢子虫(*Cryptosporidium* sp.)和十二指肠贾第虫(*Giardia duodenalis*)的感染率分别为3.23%、16.13%、3.23%和0,雾灵山狍感染率分别为9.52%、0、0和9.52%。调查显示,北京市云蒙山和雾灵山自然保护区狍肠道寄生虫感染率较高,应及时采取有效措施,加强对野生动物肠道寄生虫病的防控,研究结果为北京市自然保护区野生动物肠道寄生虫病的防治提供了参考。

基金项目: 国家自然科学基金项目(32171653)

第一作者简介: 台保倩(2000—),女,硕士研究生;主要从事动物分子生态学研究。E-mail: taibaolian0424@163.com

*通信作者: 鲍伟东, E-mail: wdbao@bjfu.edu.cn

Investigation on Intestinal Parasite Infection in Roe Deer in Two Nature Reserves in Beijing

TAI Baoqian^{1,2}, ZHANG Ziqi², FANG Xinmin³, ZHANG Xin⁴, ZHAO Jianxi⁴,
YI Deying⁴, MA Zhihong³, HAN Yingying², GAO Fuli², BAO Weidong^{1,2*}

(1. National Engineering Research Center of Tree Breeding and Ecological Restoration,
Beijing Forestry University, Beijing, 100083, China;

2. College of Biological Sciences and Biotechnology, Beijing Forestry University, Beijing, 100083, China;

3. Beijing Wulingshan Nature Reserve Administration, Beijing, 101500, China;

4. Beijing Yunmengshan Nature Reserve Administration, Beijing, 101500, China)

Abstract: Intestinal parasitic diseases are zoonoses that not only threaten the health of wildlife and affect the development of wildlife populations, but also can be transmitted to humans through a variety of ways. In order to understand the infection situation of intestinal parasite in wild ungulates in Beijing, the intestinal parasites were detected by the saturated saline flotation method and molecular biology identification method from faecal samples of roe deer (*Capreolus pygargus*) in Beijing Yunmengshan and Wulingshan Nature Reserves. The results showed that the positive infection rates of roe deer intestinal parasites in Yunmengshan and Wulingshan Nature Reserves were 61.29% and 85.71%, respectively. A total of four intestinal parasites, namely *Coccidia* sp., *Trematoda* sp., *Nematodirus* sp. and *Trichuris* sp. were detected as eggs, oocysts or encapsulations, and the infection rates of roe deer in Yunmengshan were 61.29%, 22.58%, 12.90% and 0, respectively, and 76.19%, 9.52%, 4.76% and 4.76% in Wulingshan. The results of the infection intensity analysis showed that the faecal samples of roe deer in the Wulingshan had a high infection intensity of intestinal parasite eggs, oocysts or cysts in the faecal samples. Through molecular identification on four common intestinal parasites, the total positive infection rates were 22.58% and 19.05% in Yunmengshan and Wulingshan Nature Reserves, respectively, and that the infection rates of *Strongylus vulgaris*, *Trichostrongylus* sp., *Cryptosporidium* sp., and *Giardia duodenalis* were 3.23%, 16.13%, 3.23% and 0 in Yunmengshan, 9.52%, 0, 0 and 9.52% in Wulingshan, respectively. The investigation found that there was a high infection rate of intestinal parasites in roe deer in the two nature reserves in Beijing. Effective measures should be taken in time to strengthen the control of intestinal parasitic diseases in wildlife in the two nature reserves. This study provides a valuable pilot work on the infection status of the intestinal parasites in wildlife in Beijing.

随着人类经济社会的不断发展,造成自然生境破坏,动物生存环境恶化,野生动物资源正在面临加速衰退,甚至濒临灭绝的局面^[1-2]。目前,有关野生动物疾病的研究呈上升趋势,肠道寄生虫病是危害野生动物的主要疾病之一,也能够通过多种途径传播给人类^[3-6]。寄生于动物肠道系统内部的寄生虫会导致机体感染寄生虫病,严重危害动物身体健康^[7-8],感染线虫(Chromadorea)、绦虫(Cestoda)等蠕虫的动物会出现精神沉郁、呕吐腹胀和发育不良

等症状,导致免疫力降低更易感染其他疾病^[9-11],也可能对繁殖产生负面影响^[12-13]。由于野生动物的流动性大、分布范围广,难以对感染寄生虫病个体进行有效治疗,造成有害寄生虫更为严重的传播和扩散^[14-15]。

近年来,已有很多关于野生动物寄生虫的调查,研究显示有蹄类动物寄生虫感染严重,对乌克兰92只狍(*Capreolus pygargus*)感染的蠕虫物种多样性进行调查,显示感染率为92.4%,共发现16种蠕虫(1种

为吸虫纲(Trematoda)、2种为绦虫纲、13种为线虫纲)^[10]。对瑞士8个不同农场和动物园内驯鹿(*Rangifer tarandus*)肠道寄生虫的感染率情况进行调查,发现存在肠道圆线虫感染,如毛细线虫(*Capillaria* sp.)、鞭虫(*Trichuris* sp.)和粪类圆线虫(*Strongyloides* sp.)^[16]。国内在对有蹄类动物的研究中也检测到肠道寄生虫感染,如对秦岭地区和四川西部山地3个麝场的林麝(*Moschus berezovskii*)进行肠道寄生虫感染情况调查,检出艾美耳球虫(*Eimeria* spp.)、类圆线虫(*Strongyloides* spp.)、蛔虫(*Ascaris* spp.)、鞭虫(*Trichuris* spp.)和莫尼茨绦虫(*Moniezia* spp.)5类肠道寄生虫^[17]。对陕西省野生动物救护饲养研究中心的4只中华斑羚(*Naemorhedus griseus*)进行肠道寄生虫感染情况调查,结果显示均感染寄生虫,并检出线虫、球虫(*Coccidia* sp.)、吸虫(*Trematoda* sp.)和绦虫4种肠道寄生虫,感染率分别为100.0%、50.0%、25.0%和25.0%^[18]。对北京南海子麋鹿苑的麋鹿(*Elaphurus davidianus*)肠道寄生虫感染情况进行调查,发现寄生虫感染较为普遍,感染率为100%,主要有线虫、吸虫、绦虫和原虫,并以线虫和吸虫为主^[19]。但目前关于北京地区野生有蹄类动物的肠道寄生虫调查鲜有报道。

北京周边山区是我国重要的生态保护优先区^[20],狗是该区域自然生境中常见的有蹄类动物^[21],可能会成为肠道寄生虫的主要侵染对象,并向其他动物类群传播,因此,了解狗的肠道寄生虫感染状况,将有助于探查野生有蹄类动物肠道寄生虫的感染情况。本研究通过采集北京市云蒙山和雾灵山自然保护区狗的粪便样品,采用饱和食盐水漂浮法和分子生物学方法相结合的方式,对该物种肠道寄生虫感染情况进行检测,旨在摸清北京市野生动物肠道寄生虫病的流行情况,并为防控提供先导研究参考。

1 材料与方法

1.1 样品采集

2023年3月和8月,分别在北京市云蒙山和雾灵山自然保护区选取野生狗高频活动区,利用样线法沿山间小道采集野生狗新鲜粪便样品,依据粪样处于随机分布状态判定样品来源于狗,以排除中华斑羚的粪样(该物种具有在特定地点集中排便特性)。各采样点间隔大于100 m,避免来自同一只个体。将采集的粪粒置于采样袋或收集管中,加入适量无水

乙醇保存,两地区分别采集样品31份和21份,每份20~50 g,标注动物种类、收集地点及日期,并编号,采回后放入冰箱中-20℃保存待检。

1.2 检测方法

1.2.1 粪便基因组DNA提取

使用E. Z. N. A.® Stool DNA Kit粪便全基因组提取试剂盒(Omega Bio-Tek Inc D4015-01, USA)提取粪便样品中的总DNA,将提取到的DNA置于冰箱中-20℃保存待检。

1.2.2 饱和食盐水漂浮法

虫卵的检测采用饱和食盐水漂浮法^[22]。每份粪便样品称取5~10 g置于研钵中,加入15 mL饱和盐水研磨粉碎并搅匀,使用250 μm(60目)铜筛过滤2或3次,过滤后得到的液体置于20 mL试管中,继续向其中加入饱和盐水直至液面略微高于试管口,盖上盖玻片,使试管内的液体和盖玻片充分接触,静置30 min后,取下盖玻片落于载玻片上,置于光学显微镜下观察,拍照记录。

1.3 虫种鉴定

寄生虫虫卵、卵囊或包裹的鉴定,根据不同倍数显微镜下观察到的其形态、大小、颜色、结构以及内容物等形态学特征,参考《动物寄生虫病彩色图谱》^[23]、《野生动物寄生虫病学》^[24]等相关参考资料进行鉴定。

1.4 分子鉴定

根据文献获得^[25-28]普通圆线虫(*Strongylus vulgaris*)、隐孢子虫(*Cryptosporidium* sp.)、十二指肠贾第虫(*Giardia duodenalis*)和毛圆属线虫(*Trichostrongylus* sp.)4种有蹄类动物常见消化道寄生虫引物,对所提取的DNA样品进行PCR扩增(表1)。

PCR扩增反应总体系为25.0 μL,包括2×T5 Super Mix 12.5 μL,10 μmol/L上、下游引物各1.0 μL,模板DNA 1.0 μL,ddH₂O补足体系。PCR扩增反应条件:94℃预变性5 min;94℃变性30 s,55~60℃退火30 s,72℃延伸1 min,循环35次;72℃再延伸8 min;4℃保存。PCR产物经2.0%琼脂糖凝胶电泳检测,将阳性PCR产物送至北京擎科生物技术有限公司进行双向测序并拼接,测序结果于NCBI GenBank数据库中检索,下载相似度高于99%的参考序列,利用BLAST工具进行比对分析,确认寄生虫的种类^[29]。

表1 肠道寄生虫分子鉴定PCR引物序列

Table 1 The PCR primer sequences for molecular identification of digestive parasites

物种 Species	引物名称 Primer name	引物序列(5'→3') Primer sequence(5'→3')	片段大小/bp Fragment size	退火温度/°C Annealing temperature
普通圆线虫 ^[25] <i>Strongylus vulgaris</i>	S. V-F	GTATACATTAATAAGTGTCCCCATTCTAG	175	55
	S. V-R	GCAAATATCATTAGATTTGATTCTTCCG		
隐孢子虫 ^[26] <i>Cryptosporidium</i> sp.	SSUR-F1	TTCTAGAGCTAATACATGCG	1 325	55
	SSUR-R2	CCCTAATCCTTCGAAACAGGA		
	SSUR-F3	GGAAGGGTGTATTTATTAGATAAAG	830	58
	SSUR-R4	AAGGAGTAAGGAACAACCTCCA		
十二指肠贾第虫 ^[27] <i>Giardia duodenalis</i>	Gia2029	AAGTGTGGTGCAGACGGACTC	292	55
	Gia2150c	CTGCTGCCCTCTGGATGT		
	RH11	CATCCGGTTCGATCCTGCC	292	59
	RH4	AGTCGAACCCTGATTCTCCGCCAGG		
毛圆属线虫 ^[28] <i>Trichostrongylus</i> sp.	TF-1	TTGTCGAAACCAACACATGG	173	58
	TF-2	GGGAACCTTCGCATGAACAAT		

1.5 统计学分析

在显微镜下对阳性粪便样品进行观察,随机选取5个视野计数,并计算平均值,以确定寄生虫感染的强度。采用Excel 2020对数据进行整理和分析,统计不同自然保护区狗肠道寄生虫虫卵、卵囊或包裹的检出率。使用SPSS 22.0比较不同采样地狗肠道寄生虫感染情况的差异, $0.01 < P < 0.05$ 为统计学差异显著, $P < 0.01$ 为统计学差异极显著。

2 结果

2.1 饱和食盐水漂浮法检测结果

经饱和食盐水漂浮法进行镜检,发现北京市

云蒙山和雾灵山自然保护区52份狗粪便样品中有37份样品检测结果呈阳性,总感染率为71.15%,其中云蒙山自然保护区31份狗粪便样品的阳性感染率为61.29%(19/31),共检测到球虫、吸虫和细颈线虫(*Nematodirus* sp.)3种肠道寄生虫虫卵、卵囊或包裹(图1),感染率分别为61.29%、22.58%和12.90%。雾灵山自然保护区21份狗粪便样品的阳性感染率为85.71%(18/21),共检测到球虫、吸虫、细颈线虫和鞭虫4种肠道寄生虫虫卵、卵囊或包裹(图1),感染率分别为76.19%、9.52%、4.76%和4.76%。

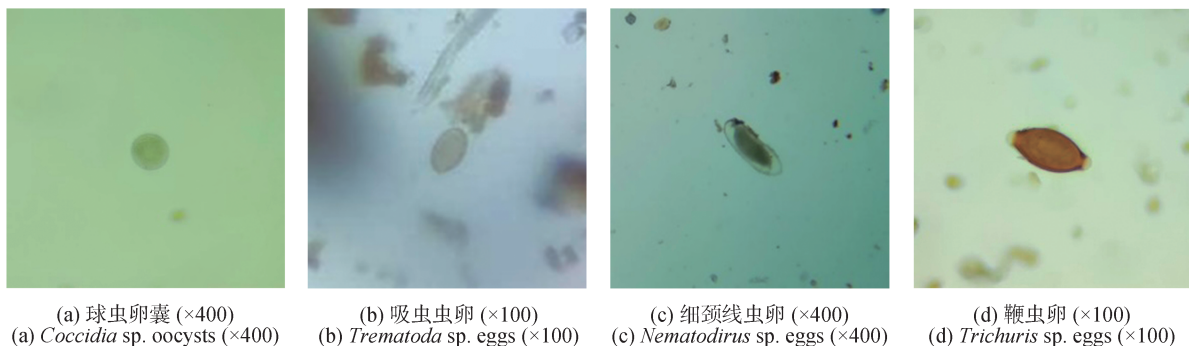


图1 北京市云蒙山和雾灵山自然保护区狗肠道寄生虫虫卵、卵囊或包裹形态

Figure 1 Eggs, oocysts or encapsulations forms of intestinal parasites in roe deer in Beijing Yunmengshan and Wulingshan Nature Reserves

两处自然保护区球虫的感染率最高,达67.31%,其次是吸虫(17.31%)和细颈线虫(9.62%),鞭虫感

染率最低,仅为1.92%(表2),球虫是狗肠道寄生虫感染的优势虫种。

表2 北京市云蒙山和雾灵山自然保护区狗肠道寄生虫感染情况

Table 2 Intestinal parasitic infections of roe deer in Beijing Yunmengshan and Wulingshan Nature Reserves

采样地区 Sampling area	阳性样本总量/个 Total number of positive samples	总感染率/% Total infection rate	球虫 <i>Coccidia</i> sp.		吸虫 <i>Trematoda</i> sp.		细颈线虫 <i>Nematodirus</i> sp.		鞭虫 <i>Trichuris</i> sp.	
			感染个体/只 Infected individuals	感染率/% Positive rate	感染个体/只 Infected individuals	感染率/% Positive rate	感染个体/只 Infected individuals	感染率/% Positive rate	感染个体/只 Infected individuals	感染率/% Positive rate
云蒙山($n=31$) Yunmengshan	19	61.29	19	61.29	7	22.58	4	12.90	0	0
雾灵山($n=21$) Wulingshan	18	85.71	16	76.19	2	9.52	1	4.76	1	4.76
小计($n=52$) Subtotal	37	71.15	35	67.31	9	17.31	5	9.62	1	1.92

2.2 寄生虫虫卵、卵囊或包囊感染强度

经云蒙山和雾灵山自然保护区狗阳性粪便样品中的寄生虫虫卵、卵囊或包囊的感染强度分析(表3),结果显示,在两处自然保护区狗阳性粪便样品中检测到每个视野内有1~5个吸虫和细颈线虫虫卵、卵囊

或包囊;在两处自然保护区狗阳性粪便样品中检测到每个视野内有6~10个球虫虫卵、卵囊或包囊;雾灵山自然保护区狗阳性粪便样品中检测到每个视野内有6~10个鞭虫虫卵、卵囊或包囊;雾灵山自然保护区狗感染肠道寄生虫的种类略多且感染强度较高。

表3 北京市两处自然保护区狗阳性粪便样品中寄生虫虫卵、卵囊或包囊感染强度

Table 3 Intensity of parasite eggs, oocysts or cysts infection in roe deer positive fecal samples from two nature reserves in Beijing

采样地区 Sampling area	感染强度 Intensity of infection			
	球虫 <i>Coccidia</i> sp.	吸虫 <i>Trematoda</i> sp.	细颈线虫 <i>Nematodirus</i> sp.	鞭虫 <i>Trichuris</i> sp.
云蒙山 Yunmengshan	++	+	+	
雾灵山 Wulingshan	++	+	+	++

注: +. 每个视野内有1~5个虫卵、卵囊或包囊; ++. 每个视野内有6~10个虫卵、卵囊或包囊。

Note: +. There are 1-5 eggs, oocysts or cysts in each field of view; ++. There are 6-10 eggs, oocysts or cysts in each field of view.

2.3 常见肠道寄生虫分子鉴定结果

提取狗粪便样品DNA,利用4种常见寄生虫引物对其进行PCR扩增,测序结果显示有11份样品呈阳性,总感染率为21.15%。普通圆线虫、毛圆属线虫、隐孢子虫和十二指肠贾第虫的感染率分别为5.77%、9.62%、1.92%和3.85%(表4);其中云蒙山自然保护区狗的样品阳性率最高,感染率为22.58%,普通圆线虫、毛圆属线虫和隐孢子虫感染率分别为3.23%、16.13%和3.23%,并且存在普通圆线虫和毛圆属线虫的混合感染;其次是雾灵山自然保护区狗样品总阳性率为19.05%,普通圆线虫和十二指肠贾第虫感染率均为9.52%,且存在两种寄生虫混合感染的情况。

2.4 云蒙山和雾灵山自然保护区狗肠道寄生虫感染差异性

对北京市云蒙山和雾灵山自然保护区共52份狗粪便样品检测发现,两保护区肠道寄生虫感染情况比较严重,感染率分别达61.29%和85.71%,统计学检验表明,两处保护区狗肠道寄生虫感染情况无显著差异($P=0.5$)。通过2种检测方法检测到云蒙山自然保护区狗感染球虫、吸虫、细颈线虫、普通圆线虫、毛圆属线虫和隐孢子虫6种寄生虫虫卵、卵囊或包囊,雾灵山自然保护区狗感染球虫、吸虫、细颈线虫、鞭虫、普通圆线虫和十二指肠贾第虫6种寄生虫虫卵、卵囊或包囊,且都以球虫为主要感染种类(表2,表4)。

表4 北京市两处自然保护区狗感染不同类别寄生虫分子鉴定结果

Table 4 Molecular identification results of different types of parasites in roe deer in two nature reserves in Beijing

采样地区 Sampling area	阳性样本总量/个 Total number of positive samples	总感染率/% Total infection rate	普通圆线虫 <i>Strongylus vulgaris</i>		毛圆属线虫 <i>Trichostrongylus</i> sp.		隐孢子虫 <i>Cryptosporidium</i> sp.		十二指肠贾第虫 <i>Giardia duodenalis</i>	
			感染个体/只 Infected individuals	感染率/% Positive rate	感染个体/只 Infected individuals	感染率/% Positive rate	感染个体/只 Infected individuals	感染率/% Positive rate	感染个体/只 Infected individuals	感染率/% Positive rate
云蒙山(n = 31) Yunmengshan	7	22.58	1	3.23	5	16.13	1	3.23	0	0
雾灵山(n = 21) Wulingshan	4	19.05	2	9.52	0	0	0	0	2	9.52
小计(n = 52) Subtotal	11	21.15	3	5.77	5	9.62	1	1.92	2	3.85

3 讨论

通常消化道寄生虫的检验主要依靠显微镜,对所观察到的虫卵根据形态学特征进行种类鉴定,该方法可以直接观察到寄生虫虫体、虫卵或卵囊的形态,对于鉴定寄生虫种类的判断有着直观的优势,且可操作性强,可对宿主感染寄生虫病的情况作出准确诊断^[30]。但对于某些寄生虫虫卵或幼虫的鉴定受检测人员的主观因素影响较大,而且该方法敏感性不高、劳动强度大^[31-32]。目前,随着分子生物学手段的发展,已有较多研究者运用分子检测技术对寄生虫进行分子水平上的研究,可以精确地鉴定寄生虫的物种分子特征,具有高准确性和高重复性,并且能够更为准确地鉴定寄生虫的种属和进化关系^[4,28]。随着病原学、形态学和分子生物学技术方法的结合与相互补充,对动物肠道寄生虫病的鉴别和诊断日益准确^[33]。在本研究中,采用饱和食盐水漂浮法和分子生物学检测相结合的方式,对北京市云蒙山和雾灵山自然保护区狗肠道寄生虫进行初步检测,两种方法检测出的寄生虫感染率有较大差异(表2,表4),原因可能是本研究仅选用了有蹄类动物4种常见肠道寄生虫引物,仅能代表4种寄生虫的感染情况,并不能涵盖宿主样品感染寄生虫的全部种类。因此,在以后的研究中应增加肠道寄生虫分子检测的引物种类,进一步完善对寄生虫类群的诊断和鉴别。

在本次调查中,利用分子方法检测到普通圆线虫、毛圆属线虫、隐孢子虫和十二指肠贾第虫的总感染率为21.15%,云蒙山(22.58%)和雾灵山(19.05%)

自然保护区感染率无显著差异。通过饱和食盐水漂浮法检测到北京市云蒙山和雾灵山自然保护区狗肠道寄生虫总感染率则为71.15%,检查出球虫、吸虫、细颈线虫和鞭虫4种寄生虫虫卵、卵囊或包囊,以球虫为主要感染种类。其中,雾灵山自然保护区狗肠道寄生虫感染率略高于云蒙山。通过对两处自然保护区狗肠道寄生虫感染强度的分析,结果显示雾灵山自然保护区狗肠道寄生虫的种类和感染强度均略高于云蒙山自然保护区。鉴于两处自然保护区的采样时间一致,结果的差异即反映了不同的感染现状,雾灵山自然保护区年平均气温高于云蒙山自然保护区,属于暖温带大陆季风气候,夏季气候温暖炎热,空气湿度较大,十分适宜寄生虫的繁殖发育,导致狗体内寄生虫的感染率相对较高。除此之外,也可能与样品数量和宿主动物健康状况等多种因素有关。本次调查与国内其他报道相比,感染率偏高,如北京动物园7种有蹄类动物肠道寄生虫总感染率为7.8%(8/103),以球虫和圆线虫(*Strongylidae*)为主要感染种类^[34];河南省部分地区圈养草食动物肠道寄生虫总感染率为29.4%(103/350),共检测到球虫、内阿米巴原虫(*Entamoeba*)、蛔虫、圆线虫和毛首线虫5种肠道寄生虫虫卵、卵囊或包囊,其中优势虫种为球虫、圆线虫和内阿米巴原虫^[35];贵州省某野生动物园内野生动物肠道寄生虫总感染率为52.0%(13/25),共检测出线虫、球虫、绦虫和吸虫4种寄生虫卵,其中优势虫种为线虫和球虫^[36];卧龙自然保护区内12种野生动物肠道寄生虫总感染率为48.0%(36/75),主要感染的肠道寄生虫为线虫、绦虫、吸虫和芽囊原虫(*Blastocystis* sp.)^[37]。这些研究表明北

京市云蒙山和雾灵山自然保护区肠道寄生虫感染率较高,其中球虫和吸虫的感染最为常见。

基于本研究结果,建议制定相关防控方案,采取有效驱虫、杀灭措施,加强环境保护,减少人兽共患寄生虫病的传播风险。根据寄生虫的季节流行性特征,在春、秋季对动物进行定期驱虫,可以预防寄生虫的大规模暴发,减少寄生虫感染^[38]。目前,由于防治寄生虫病的疫苗较少,药物防治仍然是控制寄生虫病流行的主要手段^[39]。有蹄类动物主要使用伊维菌素和阿苯达唑药物进行驱虫,其中伊维菌素对各种线虫和外寄生虫有较好的防治效果,阿苯达唑对线虫、吸虫和绦虫等均有一定的防治效果^[39-41],结合驱虫需求,调整药物使用方案,可以更好地达到驱虫效果。但保护区内的野生动物种类多,活动范围大,较难对全部动物进行驱虫,建议对野生动物定期进行寄生虫抽查,定期监测和评估保护区内野生动物寄生虫感染情况,并及时制定有效的应对策略,确保动物寄生虫病得到有效的控制。

参考文献:

- [1] ALMOND R E A, GROOTEN M, PETERSEN T. Living planet report 2020: bending the curve of biodiversity loss [R]. Gland: WWF, 2020: 64.
- [2] NATH T C, EOM K S, CHOE S, *et al.* Insight into one health approach: endoparasite infections in captive wildlife in Bangladesh [J]. *Pathogens*, 2021, 10(2): 250.
- [3] 杨桂连, 王春风. 益生菌在抗肠道寄生虫病感染中的作用 [J]. *中国人兽共患病学报*, 2017, 33(5): 459-464.
YANG G L, WANG C F. Role of probiotics against the infection of parasites in the intestine [J]. *Chinese Journal of Zoonoses*, 2017, 33(5): 459-464.
- [4] JOKELAINEN P, MORONI B, HOBERG E, *et al.* Gastrointestinal parasites in reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*): a review focusing on Fennoscandia [J]. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*, 2019, 17: 100317.
- [5] 范克伟, 张宁, 孙晓双, 等. 采用 Mini-Flotac 和 PCR 方法检测圈养野生动物肠道寄生虫 [J]. *中国预防兽医学报*, 2020, 42(2): 195-199.
FAN K W, ZHANG N, SUN X S, *et al.* A survey of gastrointestinal parasites in zoo animals by Mini-Flotac and PCR from Fujian, China [J]. *Chinese Journal of Preventive Veterinary Medicine*, 2020, 42(2): 195-199.
- [6] 安梦婷, 朱玥洁, 于明凯, 等. IL-9 在寄生虫感染免疫中的研究进展 [J]. *中国人兽共患病学报*, 2023, 39(9): 887-892.
AN M T, ZHU Y J, YU M K, *et al.* Research progress in IL-9 in parasite infection immunity [J]. *Chinese Journal of Zoonoses*, 2023, 39(9): 887-892.
- [7] KUNZ I G Z, REED K J, METCALF J L, *et al.* Equine fecal microbiota changes associated with anthelmintic administration [J]. *Journal of Equine Veterinary Science*, 2019, 77: 98-106.
- [8] STIEN A, IRVINE R J, ROPSTAD E, *et al.* The impact of gastrointestinal nematodes on wild reindeer: experimental and cross-sectional studies [J]. *Journal of Animal Ecology*, 2002, 71(6): 937-945.
- [9] FORBES A B, HUCKLE C A, GIBB M J, *et al.* Evaluation of the effects of nematode parasitism on grazing behaviour, herbage intake and growth in young grazing cattle [J]. *Veterinary Parasitology*, 2000, 90(1/2): 111-118.
- [10] KUZMINA T A, KHARCHENKO V A, MALEGA A M. Helminth fauna of roe deer (*Capreolus capreolus*) in Ukraine: biodiversity and parasite community [J]. *Vestnik Zoologii*, 2010, 44(1): 15-22.
- [11] 单云芳, 钟震宇, 程志斌, 等. 不同栖息地麋鹿肠道寄生虫的调查研究 [J]. *黑龙江畜牧兽医*, 2017(5): 240-242.
SHAN Y F, ZHONG Z Y, CHENG Z B, *et al.* A survey of intestinal parasites of *Elaphurus davidianus* in different habitats [J]. *Heilongjiang Animal Science and Veterinary Medicine*, 2017(5): 240-242.
- [12] HAYWARD A D, PILKINGTON J G, WILSON K, *et al.* Reproductive effort influences intra-seasonal variation in parasite-specific antibody responses in wild Soay sheep [J]. *Functional Ecology*, 2019, 33(7): 1307-1320.
- [13] KVAPIL P, KASTELIC M, DOVC A, *et al.* An eight-year survey of the intestinal parasites of carnivores, hoofed mammals, primates, ratites and reptiles in the Ljubljana Zoo in Slovenia [J]. *Folia Parasitologica*, 2017, 64: 013.
- [14] FOLSTAD I, NILSSEN A C, HALVORSEN O, *et al.* Parasite avoidance: the cause of post-calving migrations in *Rangifer*? [J]. *Canadian Journal of Zoology*, 1991, 69(9): 2423-2429.
- [15] 曾范利, 付长明, 刘国明, 等. 国外鹿科动物的寄生虫病研究概况 [J]. *经济动物学报*, 2008, 12(2): 115-119.
ZENG F L, FU C M, LIU G M, *et al.* Cervidae animal parasitosis in foreign countries [J]. *Journal of Economic Animal*, 2008, 12(2): 115-119.
- [16] LUGINBÜHL C, GROSS J, WENKER C, *et al.* Reindeer husbandry in Switzerland: management, feeding, and endoparasite infections [J]. *Animals*, 2023, 13(9): 1444.
- [17] 胡晓龙. 林麝肠道寄生虫和菌群动态的量化研究及其健康指示作用 [D]. 北京: 北京林业大学, 2017.
HU X L. The quantitative studies on the dynamics of gastrointestinal parasites and microbiota in forest musk deer and the indicative function on health [D]. Beijing: Beijing Forestry University, 2017.
- [18] 何李红, 张军宁, 潘广林. 陕西 5 种圈养野生哺乳动物寄生虫调查研究 [J]. *陕西林业科技*, 2019, 47(3): 6-9;17.

- HE L H, ZHANG J N, PAN G L. Investigation of parasite with five captive wild mammals in Shaanxi [J]. Shaanxi Forest Science and Technology, 2019, 47(3): 6-9;17.
- [19] 李瑞琪, 白加德, 郭青云, 等. 北京南海子麋鹿苑麋鹿肠道寄生虫流行病学调查[J]. 中国畜牧兽医, 2020, 47(7): 2223-2230.
- LI R Q, BAI J D, GUO Q Y, *et al.* Epidemiological investigation on *Elaphurus davidianus* intestinal parasites in Beijing Nanhazi Milu Park [J]. China Animal Husbandry & Veterinary Medicine, 2020, 47(7): 2223-2230.
- [20] 申立泉, 吴佳忆, 周鑫, 等. 基于MaxEnt模型的北京周边山区野生狗(*Capreolus pygargus*)的生境适宜性评价[J]. 生态学杂志, 2023, 42(10): 2555-2560.
- SHEN L Q, WU J Y, ZHOU X, *et al.* Assessment of habitat suitability for wild roe deer (*Capreolus pygargus*) in mountainous areas around Beijing with MaxEnt model [J]. Chinese Journal of Ecology, 2023, 42(10): 2555-2560.
- [21] 刘雷雷, 赵永健, 王清春, 等. 基于红外相机陷阱法的北京百花山国家级自然保护区旅游线路周边野生动物的调查研究[J]. 生态学报, 2018, 38(23): 8324-8335.
- LIU L L, ZHAO Y J, WANG Q C, *et al.* Preliminary investigation of wildlife using camera traps along tourism routes in Beijing Baihua Mountain National Nature Reserve [J]. Acta Ecologica Sinica, 2018, 38(23): 8324-8335.
- [22] 李惠, 闫大任. 野生狗粪便寄生虫虫卵的检测[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2016(16): 199-200;293.
- LI H, YAN D R. Detection of fecal parasite eggs in wild roe deer (*Capreolus pygargus*) [J]. Heilongjiang Animal Science and Veterinary Medicine, 2016(16): 199-200;293.
- [23] 李祥瑞. 动物寄生虫病彩色图谱[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004.
- LI X R. Colour atlas of parasitic diseases of animals [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2004.
- [24] 杨光友, 张志和. 野生动物寄生虫病学[M]. 北京: 科学出版社, 2013.
- YANG G Y, ZHANG Z H. Parasitic diseases of wildlife [M]. Beijing: Science Press, 2013.
- [25] NIELSEN M K, OLSEN S N, LYONS E T, *et al.* Real-time PCR evaluation of *Strongylus vulgaris* in horses on farms in Denmark and central Kentucky [J]. Veterinary Parasitology, 2012, 190(3/4): 461-466.
- [26] XIAO L H, ESCALANTE L, YANG C F, *et al.* Phylogenetic analysis of *Cryptosporidium* parasites based on the small-subunit rRNA gene locus [J]. Applied and Environmental Microbiology, 1999, 65(4): 1578-1583.
- [27] APPELBEE A J, FREDERICK L M, HEITMAN T L, *et al.* Prevalence and genotyping of *Giardia duodenalis* from beef calves in Alberta, Canada [J]. Veterinary Parasitology, 2003, 112(4): 289-294.
- [28] 李瑞琪. 2018—2019年北京麋鹿苑麋鹿寄生虫病流行情况及主要虫种分子进化分析[D]. 太原: 山西农业大学, 2020.
- LI R Q. Epidemic situation on *Elaphurus davidianus* parasitic diseases and molecular evolution analysis of the main parasite species in Beijing Milu Park from 2018 to 2019 [D]. Taiyuan: Shanxi Agricultural University, 2020.
- [29] 付寅, 赵洪育, 陈远才, 等. 河南省部分地区奶牛毕氏肠微孢子虫和芽囊原虫分子流行病学调查[J]. 中国人兽共患病学报, 2021, 37(10): 960-964.
- FU Y, ZHAO H Y, CHEN Y C, *et al.* Molecular epidemiology of *Enterocytozoon bieneusi* and *Blastocystis* sp. in dairy cattle in Henan Province [J]. Chinese Journal of Zoonoses, 2021, 37(10): 960-964.
- [30] 李博. 越冬白头鹤(*Grus monacha*)肠道寄生线虫分子检测方法的建立[D]. 合肥: 安徽大学, 2015.
- LI B. Molecular detection of nematode parasites from wintering hooded crane (*Grus monacha*) [D]. Hefei: Anhui University, 2015.
- [31] 吴忠道, 余新炳. 分子寄生虫学简介[J]. 热带医学杂志, 2004, 4(4): 349-351.
- WU Z D, YU X B. Introduction to molecular parasitology [J]. Journal of Tropical Medicine, 2004, 4(4): 349-351.
- [32] 潘严, 姜子睿, 周超, 等. 肠道寄生虫粪便的病原学检查方法[J]. 中国医药科学, 2016, 6(20): 213-217.
- PAN Y, JIANG Z R, ZHOU C, *et al.* Pathogenic examination methods of Intestinal parasite stool [J]. China Medicine and Pharmacy, 2016, 6(20): 213-217.
- [33] 邹洋, 李晶晶, 贾永根, 等. 寄生虫病分子生物学诊断进展[J]. 热带医学杂志, 2018, 18(6): 830-834.
- ZOU Y, LI J J, JIA Y G, *et al.* Progress in molecular biology diagnosis of parasitic diseases [J]. Journal of Tropical Medicine, 2018, 18(6): 830-834.
- [34] 裴志阳, 国欣欣, 杨宵宵, 等. 北京动物园野生动物肠道寄生虫感染情况调查[J]. 现代畜牧兽医, 2021(11): 71-74.
- PEI Z Y, GUO X X, YANG X X, *et al.* Investigating the prevalence of intestinal parasites in wildlife in Beijing Zoo [J]. Modern Journal of Animal Husbandry and Veterinary Medicine, 2021(11): 71-74.
- [35] 严文岚, 张旻, 赵立卓, 等. 河南省部分地区圈养野生动物肠道寄生虫感染情况调查[J]. 中国动物传染病学报, 2024, 32(4): 145-152.
- YAN W L, ZHANG M, ZHAO L Z, *et al.* Investigation on the prevalence of intestinal parasites in captive wildlife in zoos of Henan Province [J]. Chinese Journal of Animal Infectious Diseases, 2024, 32(4): 145-152.
- [36] 蒲翠敏, 罗引幸, 胡兴义, 等. 贵州省某野生动物园动物肠道寄生虫调查及其形态学观察[J]. 野生动物学报, 2018, 39(4): 943-947.
- PU C M, LUO Y X, HU X Y, *et al.* Investigation and morpho-

- logical observation on intestinal parasites of animals in a wildlife park in Guizhou Province [J]. *Chinese Journal of Wildlife*, 2018, 39(4): 943-947.
- [37] 何廷美, 陈善瑜, 施小刚, 等. 卧龙自然保护区野生动物肠道寄生虫感染情况调查[J]. *四川畜牧兽医*, 2020, 47(11): 23-26.
- HE T M, CHEN S Y, SHI X G, *et al.* Investigation on intestinal parasite infection of wildlife in Wolong Nature Reserve [J]. *Sichuan Animal & Veterinary Sciences*, 2020, 47(11): 23-26.
- [38] 阿巴斯·祖尔东. 动物寄生虫病的综合防治[J]. *畜牧兽医科技信息*, 2021(8): 83.
- ABBAS Z. Integrated control of animal parasitic diseases [J]. *Chinese Journal of Animal Husbandry and Veterinary Medicine*, 2021(8): 83.
- [39] 宋光耀. 甘肃省部分地区牦牛和藏羊消化道寄生虫感染情况调查及驱虫效果观察[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2016.
- SONG G Y. Investigation on the infection of gastrointestinal parasites in yaks and Tibetan sheep in parts of Gansu and deworming test [D]. Harbin: Northeast Agricultural University, 2016.
- [40] 王佟, 吕香汝, 马超凡, 等. 吉林市江南公园草食动物寄生虫感染情况调查[J]. *特种经济动植物*, 2020, 23(2): 6-9.
- WANG T, LÜ X R, MA C F, *et al.* Investigation on parasitic infection of herbivores in Jiangnan Park, Jilin City [J]. *Special Economic Animal and Plant*, 2020, 23(2): 6-9.
- [41] 公丕宏. 河南等规模舍饲绵羊消化道寄生虫感染情况调查及防控对策[D]. 阿拉尔: 塔里木大学, 2022.
- GONG P H. Investigation and control measures of parasitic infection in digestive tract of large-scale house fed sheep in Henan and other places [D]. Alar: Tarim University, 2022.