

普通环境长爪沙鼠种群中病原体携带情况普查

戴方伟¹, 杜江涛¹, 周莎桑¹, 吕 宇¹, 桂 飞², 宋晓明², 褚晓峰^{1*}

(1. 浙江省医学科学院实验动物中心, 杭州 310013; 2. 杭州师范大学实验动物中心, 杭州 310036)

【摘要】 目的 对普通环境饲养的长爪沙鼠病原感染情况进行初步调查, 为制定长爪沙鼠病原体检测地方标准提供依据。**方法** 参考小鼠、大鼠微生物和寄生虫检测方法, 对普通环境饲养的30只长爪沙鼠进行16项细菌、11项病毒和8项寄生虫的检测。**结果** 饲养于普通环境的30只长爪沙鼠有淋巴细胞脉络丛脑膜炎病毒、仙台病毒、小鼠肺炎病毒、呼肠孤病毒III型、小鼠脑脊髓炎病毒、支原体、泰泽病原体、螺杆菌抗体检出, 其检出率分别为6.7%、3.3%、100.0%、6.7%、10.0%、6.7%、6.7%和56.7%, 同时检出嗜肺巴斯德杆菌感染率为3.3%, 金黄色葡萄球菌感染率为10.0%, 大肠埃希菌O115 a, C, K (B)感染率为6.7%, 鼠三毛滴虫感染率为100.0%, 鞭毛虫感染率为100.0%。**结论** 本研究为制定长爪沙鼠等级标准提供了参考数据。

【关键词】 长爪沙鼠; 病原微生物; 寄生虫

【中图分类号】 R-33 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1671-7856(2017) 11-0015-04

doi: 10.3969/j.issn.1671-7856.2017.11.004

Investigation of pathogen infections in Mongolian gerbils raised in a conventional facility

DAI Fang-wei¹, DU Jiang-tao¹, ZHOU Sha-sang¹, LV Yu¹, GUI Fei², SONG Xiao-ming², CHU Xiao-feng^{1*}

(1. Laboratory Animal Center, Zhejiang Academy of Medical Sciences, Hangzhou 310013, China;

2. Laboratory Animal Center, Hangzhou Normal University, Hangzhou 310036)

【Abstract】 Objective To investigate the pathogen infections of Mongolian gerbils raised in a conventional facility, and to provide a basis for the establishment of local standards for pathogen detection in Mongolian gerbils. **Methods** A total of 16 species of bacteria, 11 species of viruses and 8 species of parasites were detected in 30 gerbils raised in a conventional facility, according to the national standards of microorganism and parasite detection in mice and rats. **Results** Gerbils raised in this conventional facility were infected with lymphocytic choriomeningitis virus (a positive rate of 6.7%), sendai virus (3.3%), pneumonia virus of mice (100.0%), reovirus type III (6.7%), mouse encephalomyelitis virus (10.0%), *mycoplasma* spp. (6.7%), Tyzzer's organism (6.7%) and *Helicobacter* spp. (56.7%), according to our antibody detection results. Meanwhile, the detected positive rate of *Pasteurella pneumotropica* was 3.3%, *Staphylococcus aureus* 10.0%, *Escherichia coli* O115 a, C, K (B) 6.7%, *Tritrichomonas muris* 100.0% and flagellates 100.0%. **Conclusions** The results of our study provide a reference for the establishment of classification standards for gerbils according to their pathogen and parasite infections.

【Key words】 Mongolian gerbils; Pathogenic microorganisms; Parasites

[基金项目] 国家科技支撑计划项目子项目(编号:2015BAI09B01-02)。

[作者简介] 戴方伟(1978-), 女, 副研究员, 研究方向: 实验动物病原监测研究。E-mail: fangweidai@163.com

[通讯作者] 褚晓峰(1969-), 男, 研究员, 研究方向: 实验动物项目管理和标准化。E-mail: sydw@zjinfo.gov.cn

长爪沙鼠又称沙土鼠 (Mongolian gerbil, *Meriones unguiculatus*), 属哺乳纲, 啮齿目, 仓鼠科, 沙鼠亚种, 沙鼠属, 是一种抗旱能力强、具有独特生物学特性的“多功能”实验用动物^[1-9]。长爪沙鼠从野生到驯养、再到实验动物化乃至用于动物实验已有 70 多年的历史。近年来长爪沙鼠作为实验动物新资源, 在品系培育、生物净化、质量检测和应用方面都得到快速发展。标准化是长爪沙鼠作为实验动物应具备的基本属性, 也是实验用长爪沙鼠应用必须具备的基本前提条件, 而微生物学和寄生虫学指标则是重要的标准化内容之一。尽管国内已有不少学者开展了长爪沙鼠质量控制方法研究, 但国内尚无长爪沙鼠质量控制标准发布, 导致长爪沙鼠质量控制处于“无法可依”的状态。这不但制约了长爪沙鼠的应用, 也直接影响到科学研究和生物制品的质量, 以及人员健康。因此, 研究制定长爪沙鼠的质量控制标准、完善长爪沙鼠质量控制体系及提升长爪沙鼠质量是目前亟待解决的问题^[10-17]。本文对普通环境饲养的长爪沙鼠病原感染情况进行初步调查, 以期制定长爪沙鼠质量标准的提供依据。

1 材料和方法

1.1 实验动物

对长爪沙鼠种群所在区的不同方位随机抽取 30 只活体动物, 1~2 月龄, 体重 30~50 g, 雌雄各半, 由某大学实验动物中心提供。

1.2 主要试剂与仪器

DHL 培养基、NAC 琼脂培养基、NAC 液体培养基、SP 培养基和豆粉琼脂均由青岛日水生产, 羊血由贝瑞斯特生产, 血琼脂基础培养基 (blood agar base) (No. 2, CM0271) 购自英国 Oxoid 公司。生化鉴定试剂: 革兰氏阴性菌鉴定板 (NMIC/ID-4)、革兰氏阳性菌鉴定板 (PMIC/ID-55) 及相关鉴定配套试剂购自美国 BD 公司。革兰氏染色液、API20E 肠道菌鉴定系统 (Ref. 20100)、API 20NE 非肠道菌鉴定系统 (Ref. 20050)、APISTAPH 葡萄球菌和微球菌鉴定系统 (Ref. 20500)、API20 STREP 链球菌、VITEK2 革兰氏阳性细菌鉴定卡、VITEK2 革兰氏阴性细菌鉴定卡, 以及有关种类的鉴定系统 (Ref. 20600) 购自法国生物梅里埃公司 (Biomérieux)。生化管购自青岛高科技园海博生物技术有限公司。ELISA 检测试剂盒: 泰泽病原体抗原板为 VRLus 提供, 其余抗

原板购自 Xpressbio。沙鼠 HRP 二抗为 GeneTex Rabbit anti-Gerbil HRP (Lot: #821500067), 1:10 000 稀释于 0.05% PBST 使用。IFA 检测试剂盒: 中检院 IFA 抗原片, 其中沙鼠二抗为 GeneTex Rabbit anti-Gerbil FITC (Lot: #20354), 1:400 稀释于荧光二抗稀释液中使用。

生物显微镜, 培养箱, 实体解剖镜, VITEK2 全自动细菌鉴定仪 (法国生物梅里埃公司); LEICA-DM-2500 荧光显微镜 (德国徕卡); 680 型酶标仪 (美国 Bio-Rad); HF-Ssfe-1800 生物安全柜 (力康生物医疗科技控股有限公司)。

1.3 实验方法

1.3.1 检测方法

对 11 项病毒、16 项病原菌和 8 项寄生虫进行检测, 检测方法见表 1~3, 检测参照国家标准 (GB/T 14926) 进行。

1.3.2 细菌分离培养

眼球采血后采用安死术处死沙鼠, 严格按照无菌操作要求解剖动物, 实验过程中按实验动物使用的 3R 原则给予人道主义关怀, 用一次性接种环刮取呼吸道分泌物, 接种两个血琼脂培养基。其中一个置于 5% CO₂ 培养箱中 37℃ 培养 48 h, 另一个置于普通培养箱中 37℃ 培养 48 h, 根据长出菌落的大小、形态、颜色、溶血类型等进行分类, 然后对每一种类的细菌纯培养, 革兰氏染色, 以确定下一步的分离鉴定方法。

1.3.3 细菌的鉴定

革兰氏染色分类后的细菌分别用不同的鉴定条进行鉴定, 用分析软件分析结果。根据软件提示补充相应的生化项目, 对部分不太确定的菌株用全自动细菌鉴定仪进行检测。

2 结果

2.1 长爪沙鼠血清中病毒抗体检测

用所建立的间接 ELISA 方法对长爪沙鼠血清中鼠痘病毒 (ECT)、汉坦病毒 (HV)、淋巴细胞脉络丛脑膜炎病毒 (LCMV)、仙台病毒 (SV)、小鼠肝炎病毒 (MHV)、小鼠肺炎病毒 (PVM)、呼肠孤病毒 III 型 (REO-3)、小鼠细小病毒 (MVM)、小鼠轮状病毒 (MRV)、小鼠腺病毒 (MDV)、小鼠脑脊髓炎病毒 (TMEV) 等 11 种病毒抗体进行检测。检测结果显示: LCMV、SV、PVM、REO-3、TMEV 有抗体阳性检出, 其检出率分别为: 6.7% (2/30)、3.3% (1/30)、

100.0% (30/30)、6.7% (2/30)、10.0% (3/30), 见表 1。

2.2 长爪沙鼠肠道、呼吸道和血清中细菌携带情况检测

用所建立的间接 ELISA 方法对长爪沙鼠血清中支原体、泰泽病原体及螺杆菌抗体进行检测, 检测结果显示: 支原体抗体检出率为 6.7% (2/30), 泰泽病原体抗体检出率为 6.7% (2/30), 螺杆菌感染率为 56.7% (17/30), 见表 2。同时对其沙门菌、肺炎克雷伯杆菌、金黄色葡萄球菌、产酸克雷伯杆菌、绿脓杆菌、大肠埃希菌 O115 a, C, K (B)、皮肤病原真菌、鼠棒状杆菌、多杀巴斯德杆菌、支气管鲍特

杆菌、嗜肺巴斯德杆菌、肺炎链球菌、乙型溶血性链球菌 β 等 13 种细菌进行分离培养与鉴定。检测结果显示: 嗜肺巴斯德杆菌、金黄色葡萄球菌和大肠埃希菌 O115 a, C, K (B) 有检出, 检出率分别为 3.3% (1/30)、10.0% (3/30) 和 6.7% (2/30)。

2.3 长爪沙鼠体外、肠道寄生虫和血清抗体筛查

对长爪沙鼠体外寄生虫、全部蠕虫、卡氏肺孢子虫、鼠三毛滴虫、鞭毛虫、纤毛虫、弓形虫、兔脑原虫等进行检测, 结果显示: 鼠三毛滴虫感染率为 100.0% (30/30)、鞭毛虫感染率为 100.0% (30/30), 体外寄生虫、全部蠕虫、卡氏肺孢子虫、纤毛虫、弓形虫、兔脑原虫均未阳性检出, 见表 3。

表 1 普通级环境长爪沙鼠病毒抗体检测结果 (n = 30)

病毒名称 Viruses	检测方法 Detection methods	阳性率 Positive rate
鼠痘病毒 Ectromelia virus (ECT)	ELISA	0.0% (0/30)
汉坦病毒 Hantavirus (HV)	ELISA	0.0% (0/30)
淋巴细胞脉络丛脑膜炎病毒 Lymphocytic choriomeningitis virus (LCMV)	ELISA	6.7% (2/30)
仙台病毒 Sendai virus (SV)	ELISA	3.3% (1/30)
小鼠肝炎病毒 Mouse hepatitis virus (MHV)	ELISA	0.0% (0/30)
小鼠肺炎病毒 Pneumonia virus of mice (PVM)	ELISA	100.0% (30/30)
呼肠孤病毒 III 型 Reovirus type III (REO-3)	ELISA	6.7% (2/30)
小鼠细小病毒 Minute virus of mice (MVM)	ELISA	0.0% (0/30)
小鼠轮状病毒 Mouse rotavirus (MRV)	ELISA	0.0% (0/30)
小鼠腺病毒 Mouse adenovirus (MDV)	ELISA	0.0% (0/30)
小鼠脑脊髓炎病毒 Theiler's mouse encephalomyelitis virus (TMEV)	ELISA	10.0% (3/30)

表 2 普通级环境长爪沙鼠细菌检测结果 (n = 30)

Tab. 2 Detection of bacteria in the Mongolian gerbils raised in conventional facility

细菌名称 Bacteria	检测方法 Detection methods	阳性率 Positive rate
沙门菌 <i>Salmonella</i> spp.	分离培养 Isolation and culture	0.0% (0/30)
肺炎克雷伯杆菌 <i>Klebsiella pneumoniae</i>	分离培养 Isolation and culture	0.0% (0/30)
金黄色葡萄球菌 <i>Staphylococcus aureus</i>	分离培养 Isolation and culture	10.0% (3/30)
产酸克雷伯杆菌 <i>Klebsiella oxytoca</i>	分离培养 Isolation and culture	0.0% (0/30)
绿脓杆菌 <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	分离培养 Isolation and culture	0.0% (0/30)
螺杆菌 <i>Helicobacter</i> spp.	ELISA	56.7% (17/30)
大肠埃希菌 O115 a, C, K (B) <i>E. coli</i> O115 a, C, K (B)	分离培养 Isolation and culture	6.7% (2/30)
支原体 <i>Mycoplasma</i> spp.	ELISA	6.7% (2/30)
泰泽病原体 <i>Clostridium piliforme</i> (Tyzzer's organism)	ELISA/IFA	6.7% (2/30)
皮肤病原真菌 Dermatogenic fungi	镜检、培养 Microscopic examination, culture	0.0% (0/30)
鼠棒状杆菌 <i>Corynebacterium kutscheri</i>	分离培养 Isolation and culture	0.0% (0/30)
多杀巴斯德杆菌 <i>Pasteurella multocida</i>	分离培养 Isolation and culture	0.0% (0/30)
支气管鲍特杆菌 <i>Bordetella bronchiseptica</i>	分离培养 Isolation and culture	0.0% (0/30)
嗜肺巴斯德杆菌 <i>Pasteurella pneumotopica</i>	分离培养 Isolation and culture	3.3% (1/30)
肺炎链球菌 <i>Streptococcus pneumoniae</i>	分离培养 Isolation and culture	0.0% (0/30)
乙型溶血性链球菌 β-Hemolytic <i>Streptococcus</i>	分离培养 Isolation and culture	0.0% (0/30)

表 3 普通级环境长爪沙鼠寄生虫检测结果 (n = 30)

Tab.3 Detection of parasites in the Mongolian gerbils raised in conventional facility

寄生虫名称 Parasites	检测方法 Detection methods	阳性率 Positive rate
体外寄生虫 Ectoparasites	镜检 Microscopic examination	0.0% (0/30)
全部蠕虫 All helminths	镜检 Microscopic examination	0.0% (0/30)
卡氏肺孢子虫 <i>Pneumocystis carini</i>	镜检 Microscopic examination	0.0% (0/30)
鼠三毛滴虫 <i>Tritrichomonas muris</i>	镜检 Microscopic examination	100.0% (30/30)
鞭毛虫 Flagellates	镜检 Microscopic examination	100.0% (30/30)
纤毛虫 Ciliates	镜检 Microscopic examination	0.0% (0/30)
弓形虫 <i>Toxoplasma gondii</i>	ELISA	0.0% (0/30)
兔脑原虫 <i>Encephalitozoon cuniculi</i>	ELISA	0.0% (0/30)

3 讨论

目前,国内尚无有关长爪沙鼠微生物学和寄生虫学等级控制标准。本文对饲养于普通环境中的长爪沙鼠的微生物和寄生虫感染状况进行检测,其结果为制定长爪沙鼠微生物学和寄生虫学等级控制标准提供了可参考的基础数据。

国内对长爪沙鼠病原自然感染的情况已有多个报道。段明丽^[17]等曾从野生和驯养的长爪沙鼠中检出 MHV、LCMV 和 SV 抗体阳性,进一步证实长爪沙鼠对以上多种病毒存在自然易感性。杜小燕等^[13]从野生和驯养长爪沙鼠中检出大肠杆菌、巴斯德菌、链球菌、葡萄球菌和鸡葡萄球菌和猪链球菌、支气管炎博德等条件致病菌。戴方伟等^[14]也曾在浙江省普通长爪沙鼠群中检出支原体和泰泽病原体抗体阳性检出,除金黄色葡萄球菌、猪链球菌、肺炎链球菌、犬巴斯德菌等致病菌外,其它均为非致病菌或条件致病菌。冯育芳等^[15-16]对北京群长爪沙鼠的细菌普查中,发现嗜肺巴斯德杆菌、多杀巴斯德菌、大肠埃希菌、弗氏志贺菌、伤寒沙门菌、金黄色葡萄球菌、绿脓杆菌等检出。本研究检出的部分致病菌和条件致病菌种类均与以上报到相一致,在标准制定的时候应作为主要推荐指标考虑。王钜等^[12]在普通环境和清洁级环境中长爪沙鼠寄生虫感染状况观察,其中有鼠三毛滴虫等阳性检出。鼠三毛滴虫的生活史非常简单,是广泛寄生于小鼠、大鼠和野生啮齿类盲肠的非致病性寄生原虫,其感染率高达 90% ~ 100%,鼠三毛滴虫的滋养体时期既是生活时期又是传播阶段。本次检查结果显示,在普通环境饲养的长爪沙鼠三毛滴虫和鞭毛虫的感染率高达100%。这可能与饲养环境、饲料

和饮水的控制不严有关。

综合上述研究结果,我们建议:在制订长爪沙鼠微生物和寄生虫的地方标准或国家标准时,应考虑将淋巴细胞脉络丛脑膜炎病毒、仙台病毒、支原体、泰泽病原体、大肠埃希菌 O115 a, C, K (B) 等病原列为清洁级长爪沙鼠应排除的病原微生物,鼠三毛滴虫作为清洁级长爪沙鼠应考虑排除的寄生虫;小鼠肺炎病毒、呼肠孤病毒 III 型、小鼠脑脊髓炎病毒、金黄色葡萄球菌、螺杆菌、嗜肺巴斯德杆菌作为 SPF 级长爪沙鼠应排除的病原微生物,鞭毛虫作为 SPF 级长爪沙鼠应考虑排除的寄生虫。需补充说明的是,限于诊断试剂盒的选择,本项目参考了大鼠、小鼠微生物、寄生虫国家标准进行病原微生物和寄生虫自然感染筛查。由于大鼠、小鼠与长爪沙鼠在感染病原谱及对相同病原易感性等方面可能存在的差异性,在制订长爪沙鼠微生物和寄生虫的地方标准或国家标准时,进一步扩大筛查范围及扩充已有参考信息(如 Charles River 企业标准等)将有助于建立一套符合长爪沙鼠实际的病原控制标准,这对长爪沙鼠的推广和应用具有非常重要的意义。目前,国内缺乏长爪沙鼠微生物和寄生虫的检测试剂。在病原微生物血清抗体检测方面,我们与国内某研究院合作建立相应的 ELISA 抗体检测方法,制备了长爪沙鼠特异性抗血清,并针对各种试剂盒优化了滴度,对所建立的方法进行特异性、敏感性及应用性评价。在此基础上,还选择进口试剂盒进行方法学和检测结果的验证。应用以上所建立的方法,对普通环境饲养的长爪沙鼠病原感染情况进行初步调查,获得的检测结果,为制定长爪沙鼠质量检测标准提供了的依据。

- 2016, 25(24): 2773–2779.
- [12] 郭殿武, 周娟, 唐礼可, 等. 斑马鱼高脂模型在山青之片质量控制中的应用研究 [J]. 中国药品标准, 2013, 14(4): 255–259.
- [13] Zhou J, Xu YQ, Guo SY, et al. Rapid analysis of hypolipidemic drugs in a live zebrafish assay [J]. J Pharmacol Toxicol Methods, 2015, 72: 47–52.
- [14] Zhou J, Guo SY, Zhang Y, et al. Human prokinetic drugs promote gastrointestinal motility in zebrafish [J]. Neurogastroenterol Motil, 2014, 26(4): 589–595.
- [15] 张勇, 朱晓宇, 郭胜亚, 等. 苯胍诱发建立斑马鱼血栓模型的方法 [J]. 实验动物与比较医学, 2015, 35(1): 27–31.
- [16] Zhu XY, Liu HC, Guo SY, et al. A zebrafish thrombosis model for assessing antithrombotic drugs [J]. Zebrafish, 2016, 13(4): 335–344.
- [17] 李晓稳, 佟玲, 李东翔, 等. 斑马鱼神经元损伤模型在养血清脑颗粒质量控制中的应用分析 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2016, 22(9): 1–4.
- [18] 朱晓宇, 刘洪翠, 俞航萍, 等. 神香苏合丸防治心血管疾病的实验研究 [J]. 浙江理工大学学报, 2016, 35(4): 630–635.
- [19] Yang R, Lao QC, Yu HP, et al. Tween-80 and impurity induce anaphylactoid reaction in zebrafish [J]. J Appl Toxicol, 2015, 35(3): 295–301.
- [20] Lee LM, Seftor EA, Bonde G, et al. The fate of human malignant melanoma cells transplanted into zebrafish embryos: assessment of migration and cell division in the absence of tumor formation [J]. Dev Dyn, 2005, 233(4): 1560–1570.
- [21] 黄志军, 兰小红, 赵刚, 等. 小金胶囊对斑马鱼移植瘤的抗肿瘤作用 [J]. 中成药, 2016, 38(9): 1902–1906.
- [22] Zhu XY, Xia B, Liu HC, et al. Closantel suppresses angiogenesis and cancer growth in zebrafish models [J]. Assay Drug Dev Technol, 2016, 14(5): 282–290.
- [23] Sharpless NE, Depinho RA. The mighty mouse: genetically engineered mouse models in cancer drug development [J]. Nat Rev Drug Discov, 2006, 5(9): 741–754.
- [24] Cariati M, Marlow R, Dontu G. Xenotransplantation of breast cancers [J]. Methods Mol Biol, 2011, 731: 471–482.
- [25] Wertman J, Veinotte CJ, Dellaire G, et al. The zebrafish xenograft platform: evolution of a novel cancer model and preclinical screening tool [J]. Adv Exp Med Biol, 2016, 916: 289–314.
- [26] Zhang B, Xuan C, Ji Y, et al. Zebrafish xenotransplantation as a tool for *in vivo* cancer study [J]. Fam Cancer, 2015, 14(3): 487–493.
- [27] Scharlt M. Beyond the zebrafish: diverse fish species for modeling human disease [J]. Dis Model Mech, 2014, 7(2): 181–192.
- [28] Stern HM, Zon LI. Cancer genetics and drug discovery in the zebrafish [J]. Nat Rev Cancer, 2003, 3(7): 533–539.
- [29] Veinotte CJ, Dellaire G, Berman JN. Hooking the big one: the potential of zebrafish xenotransplantation to reform cancer drug screening in the genomic era [J]. Dis Model Mech, 2014, 7(7): 745–754.

[收稿日期]2017–03–27

(上接第 18 页)

参考文献:

- [1] Bleich EM, Keubler LM, Smoczek A, et al. Hygienic monitoring of Mongolian gerbils: which mouse viruses should be included? [J]. Lab Anim, 2012, 46(2): 173–175.
- [2] Worthington JM, Fulghum RS. Cecal and fecal bacterial flora of the Mongolian gerbil and the chinchilla [J]. Appl Environ Microbiol, 1988, 54(5): 1210–1215.
- [3] 王亚芳, 包天桐. 沙鼠作为衰老实验动物模型的探索 [J]. 实验动物科学, 2001, 18(1): 8–10.
- [4] 严杰, 胡爱萍, 李强, 等. 蒙古沙鼠幽门螺杆菌感染动物模型的建立 [J]. 浙江大学学报(医学版), 2003, 32(1): 21–23.
- [5] 李长龙, 卢领群, 郭红刚, 等. 长爪沙鼠线粒体 DNA 控制区全序列测定及分析 [J]. 中国比较医学杂志, 2010, 20(4): 40–45.
- [6] 刘锋华, 郭红刚, 楼琦, 等. 链脉佐菌素诱导长爪沙鼠 I 型糖尿病模型的实验研究 [J]. 中国实验动物学报, 2010, 18(6): 489–494.
- [7] 李长龙, 杜小燕, 陈振文. 长爪沙鼠资源开发利用进展 [J]. 中国实验动物学报, 2014, 22(6): 106–109.
- [8] 肖丽, 戴方伟, 宋晓明, 等. 长爪沙鼠在病原感染研究中的应用 [J]. 中国比较医学杂志, 2013, 23(7): 61–67.
- [9] 柳建发, 蒋雯雯, 周飞, 等. 长爪沙鼠寄生虫感染和疾病动物模型的建立 [J]. 宁波大学学报(理工版), 2010, 23(4): 117–120.
- [10] 田克恭. 实验动物病毒性疾病 [M]. 北京: 农业出版社, 1994: 41–44.
- [11] GB/T 14926–2001, 实验动物微生物学检测方法 [S]. 2001.
- [12] 王钜, 王晓辉, 卢静, 等. 普通环境和清洁级环境中长爪沙鼠寄生虫感染状况观察 [J]. 中国比较医学杂志, 2004, 14(3): 132–134.
- [13] 杜小燕, 王钜, 王迎, 等. 野生和驯养长爪沙鼠携带细菌情况的调查研究 [J]. 实验动物科学, 2008, 25(1): 15–17.
- [14] 戴方伟, 周莎桑, 宋晓明, 等. 生物净化前后长爪沙鼠微生物和寄生虫携带情况的比较 [J]. 实验动物与比较医学, 2012, 32(6): 473–476.
- [15] 冯育芳, 邢进, 王吉, 等. 普通环境长爪沙鼠呼吸道菌群的分离鉴定 [J]. 中国比较医学杂志, 2012, 22(10): 50–54.
- [16] 冯育芳, 邢进, 王吉, 等. 普通环境长爪沙鼠肠道菌群的分离鉴定 [J]. 实验动物科学, 2012, 29(3): 27–30.
- [17] 段明丽, 杜小燕, 王迎. ELISA 法检测野生和驯养长爪沙鼠携带病毒情况 [J]. 中国畜牧兽医文摘, 2014, 21(3): 110.

[收稿日期]2017–05–23