

微红纤恙螨研究现状

林浩 郭宪国 董文鸽 范蓉

【关键词】 恙螨; 微红纤恙螨; 恙虫病媒介

Situation on the research of *Leptotrombidium rubellum*

Lin Hao, Guo Xianguo, Dong Wenge, Fan Rong. Branch of Yunnan Provincial Key Laboratory for Zoonosis Control and Prevention, Institute of Pathogens and Vectors, Dali University, Dali 671000, China

Corresponding author: Guo Xianguo, Email: xianguoguo@yahoo.com

This work was supported by a grant from the National Natural Science Foundation of China (No. 81460313).

【Key words】 Chigger mite; *Leptotrombidium rubellum*; Vector of tsutsugamushi disease

恙螨是一大类节肢动物的统称,目前全球已知超过3 000种,但其分类地位尚不统一^[1-6]。其中微红纤恙螨(*Leptotrombidium rubellum*)是我国学者在1984年首先定名的一个恙螨种类^[7]。在1984年前,微红纤恙螨一直被认为是地里纤恙螨(*Leptotrombidium deliense*)的一个型,即甲型地里纤恙螨^[7-9]。之后,国内学者根据外部形态、染色体核型和带型、同工酶、杂交试验和地理分布等诸多不同,将其从地里纤恙螨中独立出来,正式定名为微红纤恙螨。微红纤恙螨是我国恙虫病(或称丛林斑疹伤寒)的主要传播媒介之一^[4,10-15]。当前鲜见微红纤恙螨的研究文献,为此笔者根据已发表的文献资料,总结微红纤恙螨的研究现状。

1. 发现经过:1959年于恩庶等^[8]和吴熙仪等^[9]在福建省平潭岛调查时发现,当地存在两种不同形态特征的地里纤恙螨,其形态大小、色泽、身体各部位的特征以及生活史等均有显著差别,当时就将体型较大、体色略深(深桔红色)的称为“甲型地里纤恙螨”,而将体型较小、体色略浅(桔红色或淡红色)的称为“乙型地里纤恙螨”^[16-18]。1962年王敦清^[16]又对该两型地里纤恙螨的形态进行补充描述。之后有研究根据两型地里纤恙螨外部形态特征、生活史、幼虫形态变异以及对恙虫立克次体(*Orientia tsutsugamushi*, Ot)经卵传递等方面的一系列差异和证据^[8-9,16-17,19-22],提出了甲型地里纤恙螨和乙型地里纤恙螨是两个独立的物种(species),认为后者才是真正的地里纤恙螨,而前者应是一个新的独立种类,并正式定名为微红纤恙螨^[7]。进一步研究通过杂交试验、染色体核

型、染色体带型、同工酶等研究发现,微红纤恙螨(原甲型地里纤恙螨)和地里纤恙螨(原乙型地里纤恙螨)存在较大差别,进一步确证了微红纤恙螨是一个独立的种类^[22-26]。

2. 形态鉴定:

(1)分类鉴定:恙螨有7个基本生活史时期。其中仅有幼虫时期营体表寄生,其他时期均为自由生活^[1-4]。因此,长期以来恙螨的分类鉴定均主要依据其幼虫的外部形态结构^[1-2,27]。

(2)形态特征及鉴别要点:微红纤恙螨活体标本呈深桔红色,体色略深于地里纤恙螨(活体未饱食标本呈桔红色,饱食标本呈淡红色)。28根背毛的排列方式(毛序)是2-8-6-6-4-2,与地里纤恙螨相似。少数微红纤恙螨个体的背毛排列略有不齐。背板近似正方形,长宽之比约为1:1.5,前缘较平直,后缘微向后突。后侧毛距略大于前侧毛距,虫体长246~688 μm,宽176~636 μm;背毛分枝稀而短小^[7,27]。微红纤恙螨与其近缘种(地里纤恙螨)的主要差别见表1。

3. 生活史、各期发育时间及食性:与所有的恙螨一样,微红纤恙螨的生活史也包括卵(egg, ovum)、次卵(deutovum)或前幼虫(prelarva)、幼虫(larva)、若蛹(nymphochrysalis)、若虫(nymph)、成蛹(imagochrysalis)和雌雄成虫(adult, imago)7个基本生活史期^[20,27]。微红纤恙螨的繁殖期可能主要在夏秋季节。在室温19℃~34℃、相对湿度100%和充足的食物供应条件下,微红纤恙螨各生活史时期的发育时间分别为产卵前期7~8 d、卵期11~21 d、寄生期3~4 d、寄生后期1~6 d、若蛹期7~16 d、成蛹期5~19 d、成虫期64~250 d及以上。在实验室饲养条件下,该螨的若虫、成虫喜食蚤卵,生活力和繁殖力较强^[20,27]。

4. 与地里纤恙螨的主要差别:

(1)形态:微红纤恙螨与地里纤恙螨形态近缘相似。其幼虫形态特征是与地里纤恙螨以及其他纤恙螨属(Genus *Leptotrombidium*)近缘螨种区别的主要依据^[11,14,27-29]。微红纤恙螨活体标本的体色比地里纤恙螨略深,呈深桔红色,故名微红纤恙螨。微红纤恙螨与地里纤恙螨的背毛数量及毛序相同,但形态上存在诸多差异^[1-2,27](表1)。

(2)杂交试验:将宿主动物均为黄毛鼠(*Rattus losea*)的微红纤恙螨和地里纤恙螨在实验室分别饲养繁殖,并用其子代进行杂交试验。结果表明,两种恙螨不易杂交,杂交后产生的子代幼虫体色、背板测量数据、体毛均出现变异,且杂交子代出现畸形(生殖败退现象),说明两者之间存在生殖隔离(reproduction isolation),证实微红纤恙螨是一个独立的种类^[17,21-22,24]。生殖隔离是确证两个不同物种最强有力的直接证据^[30]。

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2015.12.028

基金项目:国家自然科学基金(81460313)

作者单位:671000 大理大学病原与媒介生物研究所 云南省自然疫源性疾病预防技术重点实验室室

通信作者:郭宪国, Email: xianguoguo@yahoo.com

表 1 微红纤恙螨与地里纤恙螨的形态区别要点^[7,27]

恙螨	SD	fDS	AP 与 SB	ASB 与 PSB	其他
微红纤恙螨	近四方形; 40~45 μm; 长:宽=1:1.5	2,8,6,6,4,2=28	AP>SB; AP:29~33 μm; SB:23~25 μm	ASB>2PSB; ASB:26~29 μm; PSB:11~13 μm	PL>AM>AL; SB/PLs
地里纤恙螨	长方形; 34~35 μm; 长:宽=1:2.0	2,8,6,6,4,2=28	AP≤SB; AP:26~29 μm; SB:27~31 μm	ASB≈2PSB; ASB:24~31 μm; PSB:11~16 μm	PL>AM>AL; SB/PLs

注:SD=背板长度;fDS=背毛序;AP=前后侧毛距;SB=感毛基距;ASB=感毛基前长;PSB=感毛基后长;PL=后侧毛或后侧毛的长度;AM=前中毛或前中毛的长度;AL=前侧毛或前侧毛的长度;SB/PLs=SB 位于后侧线上方

(3)染色体:地里纤恙螨和微红纤恙螨的染色体核型没有太大差异,都是双倍体核型,但染色体带型存在差异^[23,26]。G 带研究结果显示,地里纤恙螨比微红纤恙螨不易显带,两者在染色体结构上存在差异^[26]。

(4)酯酶同工酶:聚丙烯酰胺凝胶电泳分析显示,微红纤恙螨幼虫显示 6 条主酶带,而地里纤恙螨显示 8 条主酶带,且活性高的主带不同,各条主酶带下的分酶带也有差异^[25]。

5. 与疾病的关系:包括直接危害和间接危害。前者是指恙螨幼虫叮刺取食造成的周围组织凝固性坏死(皮肤焦痂),产生炎症性损害即恙螨皮炎(trombidosis);后者是恙螨幼虫作为媒介传播恙虫病(丛林斑疹伤寒)等人兽共患病。恙虫病是由恙虫立克次体引起的急性自然疫源性疾病,恙螨是恙虫病的唯一传播媒介^[27,29,31-35]。人被感染恙虫东方体的恙螨幼虫叮咬而得病,临床上以高热、寒颤、头痛、全身酸痛等症状为主,体征以发现皮肤焦痂或溃疡、皮疹及淋巴结肿大为多见^[10,12,36]。此外恙螨还有可能是肾综合征出血热(HFRS)的潜在传播媒介^[3,4,27,35]。从微红纤恙螨不同代数的卵、幼虫、若虫、成虫体内均可分离到恙虫立克次体,微红纤恙螨幼虫叮咬野鼠获得病原体后可经卵传递立克次体,在各生活史时期均可保持有立克次体,并可传递多代,各子代幼虫叮咬小鼠均能引起发病。证实微红纤恙螨是我国恙虫病的重要传播媒介^[9-15,19,37]。迄今为止的研究表明,我国恙虫病的主要或重要媒介有地里纤恙螨、小板纤恙螨(*L. pallidum*)或小盾纤恙螨(*L. scutellare*)、红纤恙螨(*L. akamushi*)、微红纤恙螨、高湖纤恙螨(*L. gaohuense*)、海岛纤恙螨(*L. insularae*)、吉首纤恙螨(*L. jishoum*)等种类,其中最重要的是地理纤恙螨和小板纤恙螨^[10-14,29]。国内早期的文献认为,微红纤恙螨的分布范围较窄,主要是福建省沿海部分地区恙虫病的重要传播媒介^[10-14,38]。

6. 地理分布与宿主:我国早期研究认为,微红纤恙螨分布范围较窄,主要在福建省长乐至厦门一带的部分沿海地区,其主要宿主动物是黄毛鼠^[1,10-12,39]。但近年调查发现,微红纤恙螨的地域和宿主分布并不窄,在我国其他地区也有分布^[13-14]。2013 年耿明璐等^[13]报道显示,在云南省 23 个县、市调查点中有 4 个采集到 654 只微红纤恙螨,其中 95% 以上来自西双版纳州的景洪调查点(位于澜沧江沿岸的低海拔河谷坝区,海拔约 500 m,气候炎热,湿度较大),在山区和坝区均有分布,但主要分布在坝区景观。654 只微红纤恙螨采自

3 目 5 科 6 属 7 种小型哺乳动物体表,其中 96.79% 采自黄胸鼠 *Rattus tanezumi* (*R. flavipectus*) 体表。由此推测:微红纤恙螨在云南省境内可能主要分布在低纬度、低海拔的河谷坝区地带,其主要宿主动物可能是黄胸鼠^[13]。与大多数恙螨类似,微红纤恙螨的宿主范围也比较广泛,宿主特异性较低^[13]。然而,由于耿明璐等采集的微红纤恙螨数量太少(654 只),还难以说明微红纤恙螨在云南省全境范围内的分布规律。

微红纤恙螨与其他主要媒介恙螨在地理、生境和宿主分布上存在一定差异。国内迄今为止研究结果显示,地里纤恙螨是我国南方恙虫病的主要传播媒介,主要分布在长江以南的广大地区,主要宿主是黄毛鼠、褐家鼠(*R. norvegicus*)、黄胸鼠等。吉首纤恙螨主要分布在湘西(吉首县、古丈县等),是恙虫病的传播媒介,主要宿主是黑线姬鼠(*Apodemus agrarius*)和褐家鼠。高湖纤恙螨主要分布在浙江南部的内陆山林地区和福建东北部的山地等,是浙南内陆山林地区恙虫病的主要传播媒介,主要宿主是社鼠(*Niviventer confucianus*)、黄毛鼠等^[14,39]。海岛纤恙螨主要分布在浙江东矾列岛,是沿海岛屿恙虫病的传播媒介,主要宿主是黄毛鼠等。小板纤恙螨是我国秋冬季恙虫病的主要传播媒介,其分布范围较广,除了长江以北的部分省份有较多分布外,南方的山区地带可能也有分布,主要宿主是黄毛鼠、黑线姬鼠、社鼠、大麝鼯(*Crocidura lasiura*)、大绒鼠(*Eothenomys miletus*)等^[10-11,40]。2013 年王乔花等^[41]报道,在云南省西双版纳勐罕镇河谷坝区采集恙螨 5 763 只,经分类鉴定地里纤恙螨、英帕纤恙螨(*L. imphalum*)和微红纤恙螨数量较多,其中又以地里纤恙螨数量最多,占黄胸鼠体表寄生恙螨的 59.2% (3 313/5 600),其感染度(32.5)和平均多度(14.6)均高于其他螨种,为该地的优势螨种;微红纤恙螨 621 只,构成比为 10.9% (630/5 763),感染度(10.2)和平均多度(2.7)较高,为该地的次要优势种。在云南省 3 个不同纬度梯度捕获的黄胸鼠和褐家鼠两种家鼠体表恙螨数量调查显示,当纬度不同时,同样鼠种体表恙螨的种类构成、感染状况、生态分布等出现较大差异,低纬度区域主要恙螨是地里纤恙螨、英帕纤恙螨、微红纤恙螨;中、高纬度和海拔较高的区域,主要恙螨可能是其他恙螨种类,如小板纤恙螨等^[40,42-43]。

7. 其他相关研究:

(1)超微结构:国内学者采用扫描电镜观察包括微红纤恙螨在内的 5 种恙螨(地里纤恙螨、微红纤恙螨、苍白纤恙螨、巨螯齿恙螨、龙洞爬虫恙螨)虫卵,结果显示 5 种恙螨卵表面的裂沟、小孔开口、卵壳球形表面、一级孔总数、一级孔面积、平均孔距及平均孔面积等均有显著差异。提示恙螨卵的特殊结构,必要时可作为鉴别虫种的特征^[27]。

(2)染色体核型与带型:1988年王灵岚和王敦清^[23]研究了包括微红纤恙螨在内的5种恙螨(微红纤恙螨、地里纤恙螨、苍白纤恙螨、小板纤恙螨、巨螯齿恙螨)的染色体核型,显示微红纤恙螨染色体形状呈小棒状,核型为双倍体,2n=14,染色体为单着丝粒染色体,且多为中或亚中着丝粒染色体。在部分染色体核型中,观察到了染色体异型现象,这种现象在雄性核型的早期较明显,中期和晚中期不易观察到异型现象。X和Y染色体大小相等不易区分,性别决定机制尚不完全清楚,估计是部分异型的XX-XY决定机制^[27]。用胰酶法对微红纤恙螨进行G带的带型分析结果显示:微红纤恙螨染色体17条深带纹,对每条显带的染色体进行薄层扫描,结果每一条深带显示一个峰。用BSG法C显带实验,未见到带纹,表明微红纤恙螨染色体上的染色质分布均匀^[26-27]。

综上所述,微红纤恙螨虽然是我国恙虫病的重要传播媒介之一,但迄今为止国内关于微红纤恙螨的研究主要限于一些早期文献报道,许多问题值得更深入研究和探讨。

参 考 文 献

- [1] Ren TG, Guo XG, Jin DC, et al. A new species of chigger mite (Acari: Trombiculidae) from rodents in southwest China [J]. Korean J Parasitol, 2014, 52(1):63-67.
- [2] Ren TG, Guo XG, Jin DC. Two new species of chigger mites in the Genus *Gahrlipeia* (Acari: Trombiculidae) from China [J]. Pakistan J Zool, 2014, 46(6):1657-1662.
- [3] Guo XG, Qian TJ, Men XY, et al. Preliminary analysis of chigger communities associated with house rats (*Rattus flavipectus*) from six counties in Yunnan, China [J]. System Appl Acarol, 2006, 11(1):13-21.
- [4] Zhan YZ, Guo XG, Speakman JR, et al. Abundances and host relationships of chigger mites in Yunnan Province, China [J]. Med Vet Entomol, 2013, 27(2):194-202.
- [5] Stekolnikov AA. *Leptotrombidium* (Acari: Trombiculidae) of the world [J]. Zootaxa, 2013, 3728:1-173.
- [6] Zheng XY. Tsutsugamushi disease in China/Mehlhorn H, Wu ZD, Ye B. Treatment of human parasitosis in traditional Chinese medicine (Parasitology Research Monographs) [M]. Berlin Heidelberg: Springer, 2014, 6:255-268.
- [7] Wang DQ, Liao HR. Type a of *Leptotrombidium deliense* is a new species, *Leptotrombidium rubellum*, sp. nov. (Acariformes: Trombiculidae) [J]. Wuyi Sci J, 1984(4):231-234. (in Chinese) 王敦清, 廖灏溶. 《甲型》地里纤恙螨系一新种——微红纤恙螨描述(真螨目:恙螨科) [J]. 武夷科学, 1984(4):231-234.
- [8] Yu ES, Wu XY. Study on morphological and biological differences between two types of *Trombicula deliensis* walch [J]. Acta Entomol Sinica, 1959, 9(1):66-74. (in Chinese) 于恩庶, 吴熙仪. 地里纤恙螨两种形态及其对杀螨药剂不同耐性的研究 [J]. 昆虫学报, 1959, 9(1):66-74.
- [9] Yu ES, Wu XY. Further study on the different types of *Trombicula deliensis* and transovarian transmission of *Rickettsia orientalis* [J]. Acta Microbiol Sinica, 1959, 7(1/2):10-15. (in Chinese) 于恩庶, 吴熙仪. 两种德里恙螨的形态的区别及德里恙螨经卵传递恙虫热立克次氏体的研究 [J]. 微生物学报, 1959, 7(1/2):10-15.
- [10] Li J, Li XY, Liu YX. Research progresses on epidemiology and vectors of tsutsugamushi disease in China [J]. Pract Prev Med, 2005, 12(5):1251-1253. (in Chinese) 李静, 李晓燕, 刘运喜. 我国恙虫病流行病学及其传播媒介研究进展 [J]. 实用预防医学, 2005, 12(5):1251-1253.
- [11] Wu GH. Research on the vectors of scrub typhus in China [J]. Chin J Vector Biol Control, 2005, 16(6):485-487. (in Chinese) 吴光华. 我国恙虫病媒介恙螨的调查研究 [J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2005, 16(6):485-487.
- [12] Su JJ, Wang Y, Zhou J, et al. Advances in research of tsutsugamushi disease epidemiology in China in recent years [J]. Chin J Hyg Insect Equip, 2012, 18(2):160-163. (in Chinese) 苏静静, 王莹, 周娟, 等. 近年来我国恙虫病流行病学研究进展 [J]. 中华卫生杀虫药械, 2012, 18(2):160-163.
- [13] Geng ML, Guo XG, Guo B. Geographical distribution and host selection of *Leptotrombidium rubellum* in some parts of Yunnan province [J]. Chin J Epidemiol, 2013, 34(2):152-156. (in Chinese) 耿明璐, 郭宪国, 郭宾. 云南省部分地区微红纤恙螨的分布及宿主选择 [J]. 中华流行病学杂志, 2013, 34(2):152-156.
- [14] Wu GH, Jiang ZK, Wang L, et al. Accordance and identification of vector chigger mites of tsutsugamushi disease in China [J]. Chin J Hyg Insect Equip, 2013, 19(4):286-292. (in Chinese) 吴光华, 姜志宽, 王莉, 等. 我国恙虫病媒介恙螨的依据与鉴定 [J]. 中华卫生杀虫药械, 2013, 19(4):286-292.
- [15] Zhang M, Zhao ZT, Yang HL, et al. Molecular epidemiology of *Orientia tsutsugamushi* in chiggers and ticks from domestic rodents in Shandong, northern China [J]. Parasit Vectors, 2013, 6(1):312.
- [16] Wang DQ. The supplementary descriptions of the morphology on the two types of the *Trombicula deliensis* in Fujian [G]//Journal of Academic Seminar of the Entomological Society of China, 1962:47-51. (in Chinese) 王敦清. 福建两型地里恙螨形态的补充描述 [G]//秉志, 陈世骧, 赵善欢. 中国昆虫学会1962年学术讨论会会刊. 北京:中国昆虫学会, 1962:47-51.
- [17] Wang DQ, Chen TB, Weng SZ, et al. Studies of two types of *Trombicula deliensis* walch (Trombiculidae, Acarina) [J]. Acta Entomol Sinica, 1965, 14(4):383-389. (in Chinese) 王敦清, 陈天葆, 翁士珍, 等. 两型地里恙螨的研究 [J]. 昆虫学报, 1965, 14(4):383-389.
- [18] Geng ML, Guo XG. Advances in the study of *Leptotrombidium deliense* in China [J]. J Pathogen Biol, 2014, 9(8):763-765. (in Chinese) 耿明璐, 郭宪国. 我国地里纤恙螨的研究进展 [J]. 中国病原生物学杂志, 2014, 9(8):763-765.
- [19] Wang DQ. Studies on the ovarian-transmission in two types of *Trombicula deliensis* to *Orientia tsutsugamushi* [J]. Acta Parasitol Sinica, 1965, 2(3):213-217. (in Chinese) 王敦清. 两型地里恙螨对恙虫病立克次氏体经卵传递的研究 [J]. 寄生虫学报, 1965, 2(3):213-217.
- [20] Wang DQ, Weng SZ, Chen TB. Studies on life cycle of two types of *Trombicula deliensis* [J]. Acta Parasitol Sinica, 1965, 2(3):229-234. (in Chinese) 王敦清, 翁士珍, 陈天葆. 两型地里恙螨生活史的研究 [J]. 寄生虫学报, 1965, 2(3):229-234.
- [21] Wang DQ, Chen TB, Weng SZ, et al. Studies on the

- morphological variations of the larvae of *Trombicula deliensis* [J]. Acta Entomol Sinica, 1966, 15(3):245-246. (in Chinese)
王敦清, 陈天葆, 翁士珍, 等. 地里恙螨幼虫形态变异的研究 [J]. 昆虫学报, 1966, 15(3):245-246.
- [22] Wang DQ. Studies on the monstrosities of trombiculid larvae [J]. Acta Entomol Sinica, 1985, 28(4):437-443. (in Chinese)
王敦清. 恙螨幼虫畸形的研究 [J]. 昆虫学报, 1985, 28(4):437-443.
- [23] Wang LL, Wang DQ. Studies on the karyotypes of five chigger mites (Acari: Trombiculidae & Leeuwenhoekiiidae) [J]. Acta Entomol Sinica, 1988, 31(2):171-175. (in Chinese)
王岚岚, 王敦清. 五种恙螨染色体核型的研究 [J]. 昆虫学报, 1988, 31(2):171-175.
- [24] Liao HR. Studies on the hybridization of Trombiculid mites [J]. Acta Entomol Sinica, 1988, 31(3):268-272. (in Chinese)
廖灏溶. 恙螨杂交的研究 [J]. 昆虫学报, 1988, 31(3):268-272.
- [25] Sun YM, Wang DQ. Comparison on esterase isozyme of chigger mites [J]. Acta Entomol Sinica, 1988, 31(4):401-406. (in Chinese)
孙玉梅, 王敦清. 恙螨酯酶同工酶的比较研究 [J]. 昆虫学报, 1988, 31(4):401-406.
- [26] Ye YB, Wang DQ. Preliminary studies on the chromosomes banding of some chigger mites [J]. Acta Entomol Sinica, 1992, 35(2):165-170. (in Chinese)
叶韵斌, 王敦清. 恙螨染色体分带的初步研究 [J]. 昆虫学报, 1992, 35(2):165-170.
- [27] Li JC. Trombiculid mites of China: study on vector and pathogen of tsutsugamushi disease [M]. Guangzhou: Guangdong Science and Technology Press, 1997:1-193. (in Chinese)
黎家灿. 中国恙螨: 恙虫病媒介和病原体研究 [M]. 广州: 广东科技出版社, 1997:1-193.
- [28] Wang DQ. Biosystematic problems in relation to the vectors of scrub typhus in China [J]. Endem Dis Bull, 1988, 3(3):94-99. (in Chinese)
王敦清. 我国恙虫病媒介的生物系统分类问题 [J]. 地方病通报, 1988, 3(3):94-99.
- [29] Wang DQ, Yu ZZ. Chigger mites of the genus *Leptotrombidium*: key to species and their distribution in China [J]. Med Vet Entomol, 1992, 6(4):389-395.
- [30] Wei MC, Nie HY, Niu GY. Sympatric speciation: a principal pattern of speciation? [J]. J Centr South Univ For Technol, 2010, 30(3):3-11. (in Chinese)
魏美才, 聂海燕, 牛耕耘. 同域物种形成: 物种演化和形成的基本模式? [J]. 中南林业科技大学学报, 2010, 30(3):3-11.
- [31] Varma RN. Prevalence of *Leptotrombidium deliense*, the scrub typhus vector, in the eastern Himalayas [J]. Nature, 1969, 222(5197):984-985.
- [32] Varma RN, Mahadevan B. The bionomics and vector potential of the scrub typhus vector *Leptotrombidium (L.) deliense* and other Trombiculid populations in eastern Himalayas, India [J]. Indian J Med Sci, 1973, 27(12):900-919.
- [33] Asanuma K, Kitaoka M, Shimizu F, et al. *Leptotrombidium scutellare* as a vector of scrub typhus at the endemic area of the foothills of Mt. Fuji, Japan [J]. J Hyg Epidemiol Microbiol Immunol, 1974, 18(2):172-184.
- [34] Roberts LW, Muul I, Robinson DM. Numbers of *Leptotrombidium (Leptotrombidium) Deliense* (Acarina: Trombiculidae) and prevalence of *Rickettsia tsutsugamushi* in adjacent habitats of peninsular Malaysia [J]. Southeast Asian J Trop Med Public Health, 1977, 8(2):207-213.
- [35] Wu GH, Zhang Y, Guo HB, et al. The role of *Leptotrombidium scutellare* in the transmission of human diseases [J]. Chin Med J, 1996, 109(9):670-673.
- [36] Wu GH. Epidemiological characteristics and control strategy of tsutsugamushi disease in China [J]. Chin Public Health, 2000, 16(9):777-779. (in Chinese)
吴光华. 我国恙虫病的流行病学特点与防治策略 [J]. 中国公共卫生, 2000, 16(9):777-779.
- [37] Li JC, Zheng XY, Xi ZY, et al. Basic studies on trombiculid mites and vector chigger mites in the transmission of tsutsugamushi disease for 45 years [J]. Acad J Sun Yat-sen Univ Med Sci, 2002, 23(1):1-9. (in Chinese)
黎家灿, 郑小英, 奚志勇, 等. 45年恙螨与媒介恙螨传播恙虫病的基础研究 [J]. 中山医科大学学报, 2002, 23(1):1-9.
- [38] Li JC, Zheng XY, Xi ZY. Studies on chigger mites and tsutsugamushi disease in China [J]. Chin Public Health, 2000, 16(9):773-775. (in Chinese)
黎家灿, 郑小英, 奚志勇. 我国恙螨与恙虫病的研究 [J]. 中国公共卫生, 2000, 16(9):773-775.
- [39] Wu GH, Guo HB, Yu MM. Studies on three types of natural foci of tsutsugamushi disease in eastern part of China [J]. Chin J Hyg Insect Equip, 2012, 18(2):92-95.
- [40] Zhan YZ, Guo XG, Zuo XH, et al. Research on the area distribution and host selection of *Leptotrombidium scutellare* in 19 counties of Yunnan Province [J]. Chin J Parasitol Parasit Dis, 2011, 29(5):393-396. (in Chinese)
詹银珠, 郭宪国, 左小华, 等. 云南省19县(市)小板纤恙螨地区分布及宿主选择研究 [J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2011, 29(5):393-396.
- [41] Wang QH, Shi AM, Guo XG, et al. Investigation of chigger mites on small mammals in a flatland area of Menghan, Xishuangbanna, Yunnan Province [J]. Chin J Parasitol Parasit Dis, 2013, 31(4):303-306. (in Chinese)
王乔花, 石爱民, 郭宪国, 等. 云南西双版纳勐罕镇河谷坝区小型哺乳动物体表恙螨调查 [J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2013, 31(4):303-306.
- [42] Wang QH, Guo XG, Yang YM, et al. Study on ecological distribution of chigger mites on two species of house rats in three different latitudinal gradients of Yunnan Province [J]. Sichuan J Zool, 2014, 33(2):271-286. (in Chinese)
王乔花, 郭宪国, 杨一敏, 等. 云南省三个不同纬度梯度两种家鼠体表恙螨生态分布的研究 [J]. 四川动物, 2014, 33(2):271-286.
- [43] Zhan YZ, Guo XG, Zuo XH, et al. Community of chigger mites on surface of *Rattus flavipectus* in 19 counties of Yunnan Province, China [J]. Chin J Zoonoses, 2011, 27(7):610-614. (in Chinese)
詹银珠, 郭宪国, 左小华, 等. 云南省19县(市)黄胸鼠体表寄生恙螨群落生态学探讨 [J]. 中国人兽共患病学报, 2011, 27(7):610-614.

(收稿日期:2015-04-06)

(本文编辑:张林东)