

蝙蝠携带病毒的研究进展*

李文东^{1,3}, 梁国栋², 梁冰¹, 胡志红³, 石正丽^{3**}, 张树义^{1**}

(1. 中国科学院动物研究所, 北京 100080; 2. 中国疾病预防控制中心病毒病预防控制所, 北京 100052;

3. 中国科学院武汉病毒研究所, 武汉 430071)

Progress of Research on the Viruses in Bats

LI Wen-dong^{1,3}, LIANG Guo-dong², LIANG Bing¹, HU Zhi-hong³, SHI Zheng-li^{3**},
ZHANG Shu-yi^{1**}

(1. Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China; 2. National Institute For Viral Disease Control and Prevention, Chinese Center For Disease Control And Prevention, Beijing 100052, China; 3. Wuhan Institute of Virology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430071, China)

关键词: 蝙蝠; 病毒

中图分类号: G852.65

文献标识码: A

文章编号: 1003-5125 (2004)04-0418-08

蝙蝠物种丰富, 分布广泛, 有很强的飞行能力, 其中一些蝙蝠种类还有迁飞的习性, 与人类接触密切。迄今为止, 已在蝙蝠体内分离到 80 多种病毒, 其中一些是多种重大人兽共患疾病的传染源, 给人类公共健康和蝙蝠生物保护带来威胁。近年来, 一些新病毒病的暴发, 老病毒病的重返都与蝙蝠有关, 如 1994 年澳大利亚爆发的亨德拉病毒(Hendra virus)^[1,2], 1997 年澳大利亚爆发的梅南高病毒(Me-nangle virus)^[3], 1998 年马来西亚爆发的尼巴病毒(Nipah virus)^[4], 以及 Tioman 病毒(Tioman virus)^[5]等; 而人类在防止蝙蝠传播病毒的同时, 很可能由于采取的方法不当而对蝙蝠物种的保护构成潜在的威胁。此外, 一些保护生物学家认为病毒可能是引起蝙蝠种群密度下降的一个主要原因; 而许多研究者认为环境质量的下降、森林的砍伐、外来动植物的入侵对新病毒的暴发起作用, 因而那些栖息地受到侵袭的物种对新病毒的暴发很敏感。因此, 从人类健康和蝙蝠保护的角度来看, 研究蝙蝠所携带的病毒、可能的传播途径、潜在的危害性以及蝙蝠与病毒的关系十分必要。

1 蝙蝠简介

蝙蝠隶属于翼手目, 包括大蝙蝠亚目和小蝙蝠

亚目。在全世界约有 1107 种^[6], 是哺乳类中仅次于啮齿目的第二大类群; 也是除人类外, 分布范围最广的哺乳动物类群。除南北极外, 蝙蝠在世界各地都有分布, 包括在高纬度地区、荒凉的沙漠和孤立的岛屿上, 甚至在撒哈拉大沙漠也有蝙蝠的活动。然而, 大多数蝙蝠种类生活在热带和亚热带地区。

小蝙蝠主要分布于东、西半球的热带和温带地区, 体型较小, 身体结构特化, 包括菊头蝠(Rhinolopidae)、犬吻蝠(Molossidae)、叶口蝠(Phyllostomidae)、蝙蝠(Vespertilionidae)、鞘尾蝠(Emaballonuridae)等十余科。小蝙蝠绝大多数以捕食昆虫为主, 多栖息在树、树洞、中空的竹筒、废旧的鸟巢、洞穴、矿井、坑道和房屋等地, 与人类接触频繁。由于蝙蝠携带多种病毒, 与人类有密切地接触, 因而会使人类受到病毒的威胁。一些蝙蝠种类经常出没于人居房屋等建筑, 主要捕食蚊(是日本乙型脑炎的传播媒介)、蚋、蝇等, 因而这些蝙蝠在乙脑病毒的保存和扩散中起重要作用。

大蝙蝠体型较大, 身体结构也较原始, 只有狐蝠科(Pteropodidae) 1 科, 包括 42 属 188 种, 其中狐蝠属有 59 种^[6,7]。大蝙蝠主要取食水果, 故又称果蝠, 多营树栖生活, 经常聚成上百甚至上千只的大群, 体型较小的种类通常集群较小, 甚至还有

收稿日期: 2003-12-23, 修回日期: 2004-02-19

* 基金项目: 国家自然科学基金委专项基金 (30340035); 中国科学院动物研究所 SARS 溯源专项基金
作者简介: 李文东 (1975-), 男, 博士研究生。** 通讯作者: Corresponding authors. ZHANG Shu-yi. Tel: 010-62533096; E-mail: zhangsy@a-l.net.cn
SHI Zheng-li. Tel: 027-87197240; E-mail: zlshi@pentium.whiov.ac.cn

独居的。果蝠主要分布于东半球热带和亚热带地区, 西起印度洋西部诸岛(马达加斯加、毛里求斯、科摩罗群岛)、喜马拉雅南部的巴基斯坦、印度, 穿过东南亚、菲律宾群岛、印度尼西亚、新几内亚以及太平洋东南部诸岛, 东到澳大利亚, 都有它们的分布。果蝠有很强的长距离飞行能力, 据报道, 新西兰的一种小红狐蝠(*Pteropus scapulatus*)可以飞行 320 公里; 印度狐蝠(*Pteropus giganteus*)的飞行距离可达 2000 公里^[7]。一些种类的果蝠由于取食的需要而不断改变栖息地。果蝠的这种长距离飞行能力和栖息地的改变对病毒的传播起了重要作用。

2 国外对蝙蝠病毒的研究现状

当前, 通过国际病毒分类委员会(ICTV)鉴定的能够感染脊椎动物的病毒种类隶属于 25 个科^[8], 其中 10 个科与蝙蝠有关。在能够感染脊椎动物的 9

个 DNA 病毒科中, 只有疱疹病毒科(*Herpesviridae*)与蝙蝠有关。相反, 在 16 个 RNA 病毒科中, 至少有 9 个科的成员可感染蝙蝠。线状病毒科(*Filiciridae*)、副粘病毒科(*Paramyxoviridae*)和弹状病毒科(*Rhabdoviridae*)为负链 RNA 病毒, 其中的成员都可能与蝙蝠有关。副粘病毒科中与蝙蝠有关的病毒就有亨德拉病毒、尼巴病毒、梅南高病毒、Tioman 病毒、Mapuera 病毒和澳大利亚狂犬病毒等, 这些都是引起近年来人兽共患病大爆发的病毒。但哪些蝙蝠种类含有病毒, 却很难有精确的统计。根据 1970 年以来资料的初步统计, 携带有病毒的蝙蝠主要集中在狐蝠科、叶口蝠科、犬吻蝠科、蝙蝠科、菊头蝠科和鞘尾蝠科, 而其中狐蝠科蝙蝠携带病毒种类最多(见表 1)。近年来爆发的亨德拉病毒、尼巴病毒、梅南高病毒等都与狐蝠科种类相关。

表 1 与蝙蝠相关的病毒

Table 1 Viruses associated with bats.

蝙蝠 Bat Taxa	病毒 Virus		
	科 Family	属 genus	种名 Virus groups(Name)
狐蝠科 <i>Pteropodidae</i>			
狐蝠亚科 <i>Pteropodinae</i>			
犬蝠属 <i>Cynopterus</i>			
短耳犬蝠 <i>Cynopterus brachyoti</i>	黄病毒科 <i>Flaviviridae</i>	黄病毒属 <i>Flavivirus</i>	PPB, JE, CI, JUG
	布尼亚病毒科 <i>Bunyaviridae</i>	?	KTR
黄毛果蝠属 <i>Eidolon</i>			
黄毛果蝠 <i>Eidolon helvum</i>	黄病毒科 <i>Flaviviridae</i>	黄病毒属 <i>Flavivirus</i>	YF
狐蝠属 <i>Pteropus</i>			
中央狐蝠 <i>Pteropus alecto</i>	副粘病毒科 <i>Paramyxoviridae</i>	?	HE, ME
眼镜狐蝠 <i>Pteropus conspicillatus</i>	副粘病毒科 <i>Paramyxoviridae</i>	?	ME, HE
小狐蝠 <i>Pteropus hypomelanus</i>	副粘病毒科 <i>Paramyxoviridae</i>	?	NI
灰首狐蝠 <i>Pteropus poliocephalus</i>	副粘病毒科 <i>Paramyxoviridae</i>	?	HE, ME
狎狐蝠 <i>Pteropus scapulatus</i> 01	副粘病毒科 <i>Paramyxoviridae</i>	?	HE, ME
马来大狐蝠 <i>Pteropus vampyrus</i>	黄病毒科 <i>Flaviviridae</i>	黄病毒属 <i>Flavivirus</i>	JE
?	黄病毒科 <i>Flaviviridae</i>	黄病毒属 <i>Flavivirus</i>	WN
?	黄病毒科 <i>Flaviviridae</i>	黄病毒属 <i>Flavivirus</i>	JE
?	披膜病毒科 <i>Togaviridae</i>	甲状病毒属 <i>Alphavirus</i>	RR
果蝠属 <i>Rousettus</i>			
北非果蝠 <i>Rousettus aegyptiacus</i>	布尼亚病毒科 <i>Bunyaviridae</i>	?	YOG, KASO
棕果蝠 <i>Rousettus leschenaulti</i>	黄病毒科 <i>Flaviviridae</i>	黄病毒属 <i>Flavivirus</i>	WN, MVE
	副粘病毒科 <i>Paramyxoviridae</i>	?	BPI
?	黄病毒科 <i>Flaviviridae</i>	黄病毒属 <i>Flavivirus</i>	MVE
无花果蝠属 <i>Syconycteris</i>			
?	呼肠病毒科 <i>Reoviridae</i>	环状病毒 <i>Orbivirus</i>	JAP
长舌果蝠亚科 <i>Macroglossinae</i>			
大长舌果蝠属 <i>Eonycteris</i>			
大长舌果蝠 <i>Eonycteris spellaea</i>	黄病毒科 <i>Flaviviridae</i>	黄病毒属 <i>Flavivirus</i>	PPB
小长舌果蝠属 <i>Macroglossus lagochilus</i>			
?	黄病毒科 <i>Flaviviridae</i>	黄病毒属 <i>Flavivirus</i>	CI
叶口蝠科 <i>Phyllostomidae</i>			

尖皮蝠亚科 <i>Stenodermatinae</i>			
美洲果蝠属 <i>Artibeus</i>			
牙买加果蝠 <i>Artibeus jamaicensis</i>	披膜病毒科 <i>Togaviridae</i>	甲状病毒属 <i>Alphavirus</i>	WEE
	布尼亚病毒科 <i>Bunyaviridae</i>	?	NEP
	沙粒病毒科 <i>Arenaviridae</i>	沙粒病毒 <i>arenavirus</i>	TAC
	沙粒病毒科 <i>Arenaviridae</i>	沙粒病毒 <i>arenavirus</i>	TAC
大食果蝠 <i>Artibeus lituratus</i>			
美洲果蝠属 <i>Artibeus</i>			
?	披膜病毒科 <i>Togaviridae</i>	甲状病毒属 <i>Alphavirus</i>	PIX
筑帐蝠属 <i>Uroderma</i>			
筑帐蝠 <i>Uroderma bilobatum</i>	披膜病毒科 <i>Togaviridae</i>	甲状病毒属 <i>Alphavirus</i>	SIN
黄肩蝠属 <i>Sturnira</i>			
黄肩蝠 <i>Sturnira lilium</i>	副粘病毒科 <i>Paramyxoviridae</i>	?	MAP
短尾叶口蝠亚科 <i>Carollinae</i>			
短尾叶鼻蝠属 <i>Carollia</i>			
昭短尾叶鼻蝠 <i>Carollia perspicillata</i>	披膜病毒科 <i>Togaviridae</i>	甲状病毒属 <i>Alphavirus</i>	VEE, EEE
?	疱疹病毒科 <i>Herpesviridae</i>	?	AP (DNA)
?	披膜病毒科 <i>Togaviridae</i>	甲状病毒属 <i>Alphavirus</i>	MUC
吸血蝠亚科 <i>Desmodontinae</i>			
吸血蝠属 <i>Desmodus</i>			
吸血蝠 <i>Desmodus rotundus</i>	披膜病毒科 <i>Togaviridae</i>	甲状病毒属 <i>Alphavirus</i>	SIN
长舌叶口蝠亚科 <i>Glossophaginae</i>			
长舌叶鼻蝠属 <i>Glossophagea</i>			
鼯形长舌蝠 <i>Glossophagea soricina</i>	黄病毒科 <i>Flaviviridae</i>	黄病毒属 <i>Flavivirus</i>	YF
短尾叶口蝠亚科 <i>Carollinae</i>			
叶吻蝠属 <i>Rhinophylla</i>			
小叶吻蝠 <i>Rhinophylla pumilio</i>	黄病毒科 <i>Flaviviridae</i>	黄病毒属 <i>Flavivirus</i>	SLE
犬吻蝠科 <i>Molossidae</i>			
非洲犬吻蝠属 <i>Chaerephon</i>			
皱唇犬吻蝠 <i>Chaerephon plicata</i>	布尼亚病毒科 <i>Bunyaviridae</i>	?	KTR, KK
小犬吻蝠 <i>Chearephon pumila</i>	黄病毒科 <i>Flaviviridae</i>	黄病毒属 <i>Flavivirus</i>	BUB, DB
葵蝠属 <i>Molossus</i>			
?	布尼亚病毒科 <i>Bunyaviridae</i>	?	CATU
马来犬吻蝠属 <i>Mops</i>			
安哥拉犬吻蝠 <i>Mops condylurus?</i>	披膜病毒科 <i>Togaviridae</i>	甲状病毒属 <i>Alphavirus</i>	MAY
游尾蝠属 <i>Otomops</i>			
纳塔耳游尾蝠 <i>Otomops martiensseni</i>	黄病毒科 <i>Flaviviridae</i>	?	MSB
犬吻蝠属 <i>Tadarida</i>			
巴西犬吻蝠 <i>Tadarida brasiliensis</i>	黄病毒科 <i>Flaviviridae</i>	黄病毒属 <i>Flavivirus</i>	RB
	弹状病毒科 <i>Rhabdoviridae</i>	?	GOS
蝙蝠科 <i>Vespertilionidae</i>			
彩蝠亚科 <i>Kerivoulineae</i>			
棕蝠属 <i>Eptesicus</i>			
大棕蝠 <i>Eptesicus fuscus</i>	黄病毒科 <i>Flaviviridae</i>	黄病毒属 <i>Flavivirus</i>	RB
棕蝠 <i>Eptesicus serotinus</i>	布尼亚病毒科 <i>Bunyaviridae</i>	?	CUMC
?	披膜病毒科 <i>Togaviridae</i>	甲状病毒属 <i>Alphavirus</i>	WEE
蝙蝠亚科 <i>Vespertilioninae</i>			
鼠耳蝠 <i>Myotis</i>			
莹鼠耳蝠 <i>Myotis lucifugus</i>	疱疹病毒科 <i>Herpesviridae</i>	?	CM (DNA)
	冠形病毒科 <i>Coronaviridae</i>	?	BOC
	黄病毒科 <i>Flaviviridae</i>	黄病毒属 <i>Flavivirus</i>	MML
	弹状病毒科 <i>Rhabdoviridae</i>	?	KC
龙马鼠耳蝠 <i>Myotis yumanensis</i>			
山蝠属 <i>Nyctalus</i>			
山蝠 <i>Nyctalus noctula</i>	正粘病毒科 <i>Orthomyxoviridae</i>	流感病毒 <i>Influenzavirus</i>	FLU
侏凹脸蝠 <i>Nycteris nana</i>	?	?	FOM
伏翼属 <i>Pipistrellus</i>			
库氏伏翼 <i>Pipistrellus kuhlii</i>	布尼亚病毒科 <i>Bunyaviridae</i>	白蛉病毒 <i>Hipposideros</i>	RVF
	黄病毒科 <i>Flaviviridae</i>	黄病毒属 <i>Flavivirus</i>	MVE
黄蝠属 <i>Scotophilu</i>			
?	披膜病毒科 <i>Togaviridae</i>	甲状病毒属 <i>Alphaviru</i>	CHIK
?	布尼亚病毒科 <i>Bunyaviridae</i>	?	KTR

蝙蝠属 <i>Vespertilio</i>			
大蝙蝠 <i>Vespertilio superans</i>	黄病毒科 <i>Flaviviridae</i>	?	TOK
?	黄病毒科 <i>Flaviviridae</i>	黄病毒属 <i>Flavivirus</i>	SOK
长翼蝠亚科 <i>Miniopterinae</i>			
长翼蝠属 <i>Miniopterus</i>			
?	黄病毒科 <i>Flaviviridae</i>	黄病毒属 <i>Flavivirus</i>	JE
菊头蝠科 <i>Rhinolopidae</i>			
蹄蝠亚科 <i>Hipposiderinae</i>			
蹄蝠属 <i>Hipposideros</i>			
大蹄蝠 <i>Hipposideros armiger</i>	黄病毒科 <i>Flaviviridae</i>	黄病毒属 <i>Flavivirus</i>	JE
?	披膜病毒科 <i>Togaviridae</i>	甲状病毒属 <i>Alphavirus</i>	SIN, CHIK
?	布尼亚病毒科 <i>Bunyaviridae</i>	白蛉病毒 <i>Hipposideros</i>	RVF
菊头蝠亚科 <i>Rhinolophinae</i>			
菊头蝠属 <i>Rhinolophus</i>			
马铁菊头蝠 <i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	布尼亚病毒科 <i>Bunyaviridae</i>	?	CUMC
中非菊头蝠 <i>Rhinolophus hildebrandti</i>	弹状病毒科 <i>Rhabdoviridae</i>	水疱性病 <i>Vesiculovirus</i>	MEB
?	披膜病毒科 <i>Togaviridae</i>	甲状病毒属 <i>Alphavirus</i>	SIN
	黄病毒科 <i>Flaviviridae</i>	黄病毒属 <i>Flavivirus</i>	WN
鞘尾蝠科 <i>Emballonuridae</i>			
墓蝠属 <i>Taphozous</i>			
西氏墓蝠 <i>Taphozous theobaldi</i>	布尼亚病毒科 <i>Bunyaviridae</i>	?	KK
缨蝠属 <i>Rhynchonycteris</i>	弹状病毒科 <i>Rhabdoviridae</i>	狂犬病毒属 <i>Lyssavirus</i>	ABL

Abbreviations are as follows: ABL, Australian Bat Lyssavirus; AP, Agua Preta; BOC, Bangui bat; BOC, Bocas; BPI, bat parainfluenzavirus; BSQ, Bukalasa; CAB, Cabassou; CATU, Catu; CHIK, Chikungunya; CI, Carey Island; CM, cytomegalovirus; CUMC, putative hantaan-like isolates; DB, Dakar bat; EEE, eastern equine encephalitis; ENT, Entebbe bat; FLU, influenza H3N2; FOM, Fomede; GMA, Guama; GOS, Gossas; HE, Hendra (formerly equine morbillivirus); IFE, Ife; IK, Issyk-kul; ILH, Ilheus; JAP, Japanaut; JE, Japanese encephalitis; JUG, Jugra; KASO, Kasokero; KK, Kaeng Khoi; KTR, Keterah; KYA, Kyansur forest disease; MAP, Mapuera; MAY, Mayaro; MDC, Mojui dos Campos; ME, Menangle; MEB, Mount Elgon bat; MML, Montana Myotis leukoencephalitis; MSB, Mount Suswa bat; MUC, Mucambo; MVE, Murray Valley encephalitis; NEP, Nepuyo; NI, Nipah virus; PIX, Pixuna; PPB, Phnom Pen bat; RBV, Rio Bravo virus; RR, Ross River; RVF, Rift Valley Fever; SAB, Saboya; SF, Semliki Forest; SIN, Sinbis; SLE, Saint Louis encephalitis; SOK, Sokuluk; TAB, Tamana bat; TAC, Tacaribe; TOK, unnamed suspect Japanese flavivirus; TOS, Toscana; UA, unassigned to specific group within the family; UC, undassigned to a specific family; UNA, Una; VEE, Venezuelan equine encephalitis; VS, vesicular stomatitis; WEE, western equine encephalitis; WN, West Nile; YF, Yellow Fever; YOG, Yogue.

注: 本表参照 BAT ECOLOGY^[9]. 表中'? '为蝙蝠种名或病毒所属科属名不清

2.1 亨德拉病毒 (Hendra virus, HEV)

1994年9月,在澳大利亚布里斯班尼(Brisbane)近郊的亨德拉(Hendra)镇一个赛马场暴发了亨德拉病毒病^[1,2],导致14匹赛马和1人死亡。在亨德拉病毒宿主调查的过程中,研究者发现中央狐蝠(*Pteropus alecto*)、灰头狐蝠(*P. poliocephalus*)、小红狐蝠(*P. scapulatus*)、眼镜狐蝠(*P. conspicillatus*)等4种狐蝠体内存在亨德拉病毒的抗体^[10,11]。此后,又在一只怀孕的灰头狐蝠生殖道内分离到亨德拉病毒^[12]。对昆士兰的1043个狐蝠样本进行血清学检测,发现47%的样本呈亨德拉病毒阳性反应^[13]。抗体监测发现狐蝠体内的抗体水平与疾病的地方流行性相一致,预示狐蝠处于感染的亚临床状态。虽然没有发现病毒从狐蝠直接传播给马;但实验室感染证实这种方式是可能的^[14]。最可能的传播途径就是马取食了被携带病毒的狐蝠胎儿组织或胎水污染的牧草所致^[13,15]。在昆士兰,马群的发病时间正好与狐蝠的繁殖季节相吻合^[13],而且从

实验室感染和自然感染的狐蝠胎儿组织中分别分离到亨德拉病毒^[16],进一步支持这一推测。其次,马由于采食狐蝠吃剩的果实而感染也是发病的原因之一,病毒在马群中的传播是通过感染的尿液或鼻腔分泌物,人由于与病马接触而感染^[14]。

2.2 尼巴病毒 (Nipah virus, NIV)

1998年9月至1999年4月,尼巴病毒在马来西亚首次爆发,导致成千上万头猪死亡,并在几周内感染给人,所感染的276人中有105人死亡^[4]。尼巴病毒属于副粘病毒,与亨德拉病毒亲缘关系最近,被归为一个新属。鉴于尼巴病毒与亨德拉病毒有很近的亲缘关系,所以蝙蝠就成了首要的监测目标。马来西亚蝙蝠种类多样,包括至少13种食果蝙蝠和60多种食虫蝙蝠。对14个种324只蝙蝠血清进行检测,其中5个种(包括1种食虫蝙蝠)的21只蝙蝠有尼巴病毒中和抗体^[17]。后来又从黑喉狐蝠(*P. hypomelanus*)尿液中分离到尼巴病毒,进一步证实了狐蝠就是尼巴病毒的自然宿主^[18]。

研究表明, 尼巴病毒的爆发直接与环境破坏有关: 森林面积减小、食物不足, 迫使狐蝠从传统的森林生境栖息地中迁移到森林边缘附近的果园取食。而马来西亚有许多养猪场与果园毗邻, 狐蝠污染的果实掉落到地上, 被猪吃掉, 从而把这种致命的病毒带到人类社会^[19]。

2.3 梅南高病毒 (Menangle virus, MENV)

1997 年, 澳大利亚新南威尔斯地区养猪场爆发了一场人猪共患感染病, 从病猪的肺、脑和心脏分离出了一种新病毒--梅南高病毒, 分子生物学特性表明该病毒属于副粘病毒科 *Rubulavirus* 属, 但其结构蛋白和其它同属的病毒只有不到 50% 的同源性^[3]。梅南高病毒病流行时, 在养猪场附近 200 米处栖居一群灰头狐蝠和小红狐蝠, 所以狐蝠被怀疑与这一事件有关。对来自新南威尔士和昆士兰的 125 份狐蝠血清样本进行病毒中和试验, 发现 42 份呈阳性, 抗体滴度范围为 16~256, 而其它一些动物血清检测则呈阴性^[3]。此外, 在梅南高病毒爆发以前, 从距离养猪场 33 千米处采集的狐蝠血清中发现了该病毒抗体, 而对猪场附近采集的其它野生动物和家养动物的血清进行抗体试验, 表现为血清抗体阴性, 因而狐蝠被认为是梅南高病毒的自然宿主。但该病毒从蝙蝠到猪的传播方式依然还不清楚^[20]。

2.4 狂犬病毒 (*Rabies virus*)

狂犬病病毒可分为古典狂犬病、Mokola 和 Lagos 蝙蝠病毒、Duvenhag 病毒、欧洲蝙蝠狂犬病病毒 I 和 II、澳大利亚狂犬病病毒。在 20 世纪 30 年代发现狂犬病病毒能侵袭吸血、食虫和食果蝙蝠。Shope 等^[21]1970 年鉴别了 Mokola 和 Lagos 蝙蝠病毒, 发现这两种病毒与狂犬病病毒很相近, 但却不完全一样。在这个发现的基础上, Meredith 等^[22]人于 1971 年在南非一个叫 Pretoria 地方, 追踪调查一个狂犬病病例, 结果发现某一男子在被普通长翼蝙蝠 (*Miniopterus schreibersi*) 咬伤后的 5 个星期死亡。引起这一死亡的病毒后来被命名为 Duvenhag 病毒, 在对狂犬病病毒进行诊断性试验时, Duvenhag 病毒与狂犬病病毒呈高滴度抗体反应^[23]。1996 年, 研究者在澳大利亚的中央狐蝠中分离得到澳大利亚蝙蝠狂犬病毒^[24]。据报导, 有两例患者死亡与澳大利亚病毒有关: 一例是食虫蝙蝠和果蝠的保育员, 从死者体内分离到的病毒和食虫蝙蝠体内分离到的病毒完全相同; 另一例是一妇女在 1996 年被一大狐蝠 (种名未知) 咬伤, 并于 1998 年死亡, 从该死者体内分离到了澳大利亚蝙蝠狂犬病毒^[25]。目前, 已在中央狐蝠、灰头狐蝠、小

红狐蝠、眼镜狐蝠, 以及黄腹墓蝠等食虫蝙蝠体内发现该病毒^[26]。

2.5 Tioman 病毒 (Tioman virus, TIV)

在寻找尼巴病毒天然寄主的过程中, 一种新病毒—Tioman 病毒却意外地在小狐蝠 (*P. hypomelanus*) 的尿液中被分离出来。Tioman 病毒属副粘病毒科 *Rubulavirus* 属。Tioman 病毒的基因序列 (约 15.4kb) 表明与澳大利亚梅南高病毒核壳蛋白有 80% 的同源性; 与人类腮腺炎病毒的关键蛋白有 50%~60% 的同源性; 与 *Rubulaviruses* 相比有 45%~50% 的同源性; 而与麻疹病毒相比同源性不到 30%。尽管该病毒与梅南高病毒很接近, 而且同是 *Rubulavirus* 属的成员, 但 Tioman 病毒是否引起人类和其他动物的疾病还未知。然而这也说明其它未知病毒很可能也存在于与小狐蝠属相近的其它种类。实际上, 诸如副粘病毒科的其它病毒已经从澳大利亚和马来西亚蝙蝠身上分离出来^[27], 但 Tioman 病毒的地理分布还不清楚。

3 我国对蝙蝠病毒的研究现状

我国大约有 120 种蝙蝠, 其中共有 9 种狐蝠呈自然分布, 2 种狐蝠在我国尚未发现种群^[28]。但我国对蝙蝠的研究工作起步较晚, 对其生态学、行为学研究不够深入, 特别是对其体内含有什么病毒, 以及病毒和蝙蝠的生态学关系如何, 对人类健康又有怎样的影响, 研究还相对很少。迄今为止, 我国科研工作者对蝙蝠所携带病毒的研究有以下发现: 从蝙蝠体内分离到罗斯河病毒 (*Ross River virus, RR*)、乙型脑炎病毒 (*Japanese encephalitis virus, JEV*)、基孔肯雅病毒 (*Chikungunya virus, CHIKV*)、森林脑炎病毒 (*Russian spring summer encephalitis, RSSE*) 等 (见表 2)。

3.1 罗斯河病毒 (*Ross River virus, RRV*)

罗斯河病毒病最初由 Doherty 等人于 1963 年在澳大利亚东部海岸平原的罗斯河沿岸雌蚊中分离得到^[37]。随着对罗斯河病毒研究的进展, 研究者从澳大利亚的一种狐蝠体内分离到 RR 病毒^[38]。Gard 和 Marshall 于 1973 年在从纳尔逊海湾捕获的灰首狐蝠 (*Pteropus poliocephalus*) 中, 发现有 25% 的蝙蝠体内含有 RR 抗体^[39]。这说明蝙蝠可能对 RR 病毒的贮存和传播起作用。1993 年, 在我国海南省三亚市立才山区捕获的 37 只蝙蝠脑组织中分离出了 1 株罗斯河病毒, 并从当地人, 鼠体内血清中检测出抗体。RR 病毒是一种虫媒病毒, 能在蚊体内复制, 并可通过蚊媒传播。海南省立才山区地处北纬 18° 左右, 为

热带雨林气候, 蚊虫种类繁多, 因此, 以蚊虫为食的蝙蝠对该病毒的传播将起重要作用。通过 IFA 检测当地健康人, 发热病人和鼠血清中罗斯河病毒抗

体的结果表明该病毒在当地感染人和鼠很广泛^[29]。但由于所用参考文献并未指明蝙蝠的种类, 因而很难描述该病毒在我国其它地区有可能的分布范围。

表 2 我国发现与蝙蝠相关的病毒
Table 2 Viruses associated with bats found in China

病毒 Virus			病毒分离详细信息 Detailed information			蝙蝠 Bat Taxa	参考文献 Reference	
科 Family	属 Genus	种 Virus groups(Name)	蝙蝠采集 地点 Location	检验标本数 Specimens	分离病毒株数 Numbers			
披膜病毒科 <i>Togaviridae</i>	甲病毒属 <i>Alphavirus</i>	罗斯河病毒 (RRV)	海南三亚市立才山区	37	1	?	[29]	
		基孔肯雅病毒 (CHIK)	海南槽县	204	2	?	[30]	
			云南西双版纳	206	1	棕果蝠	[31]	
黄病毒科 <i>Flaviviridae</i>	黄病毒属 <i>Flavivirus</i>	乙型脑炎病毒 (JE)	云南耿马县	64	1	<i>Rousettus leschenaulti</i> 金管鼻蝠	[32]	
			云南西双版纳	206	3	<i>Murina aurata</i> 棕果蝠	[33]	
				云南河口县	136	2	<i>Rousettus leschenaulti</i> 棕果蝠	[34]
				云南宾川县	132	3	<i>Rousettus leschenaulti</i> 双色蹄蝠	[35]
			森林脑炎病毒 (RSSE)	云南临沧	----	1	<i>Hipposideros bicolor</i> 棕果蝠	
					----	1	<i>Rousettus leschenaulti</i> 大马蹄蝠	[36]
						<i>Hipposideros armiger</i>		

注: 表中 “?” 为蝙蝠种类不清

3.2 乙型脑炎病毒 (Japanese encephalitis virus, JEV)

流行性乙型脑炎是一种人畜共患病, 其病毒是严重危害人类健康的自然疫源性病毒。研究表明蝙蝠在感染乙脑病毒后不显任何症状^[40], 乙脑病毒可在蝙蝠体内复制, 且生命力极强, 即便是越冬后 JE 病毒仍然旺盛, 并能感染乙脑病毒的传播媒介—蚊。国外曾在蝙蝠中分离到 JE 病毒, 在蝙蝠体内病毒血症可持续 6d 或更长时间, 少数可达 2~3 年, 这足够感染更多的蚊子^[41]。自然界中, 蚊子与蝙蝠息息相关, 可将 JE 病毒传给蝙蝠, 而蝙蝠对于 JE 病毒的越冬起了关键作用^[42], 受染蝙蝠在 10℃ 时不产生病毒血症, 可持续存在 107 天之久; 但当它们处于室温环境后, 则出现病毒血症^[43]。我国 1940 年从脑炎死者的脑组织中分离出乙脑病毒, 证实本病存在。目前, 在我国已经从棕果蝠、双色蹄蝠和金管鼻蝠体内分离出 JE 病毒^[44]。棕果蝠在我国云南、广西、广东和福建属优势种, 分布广, 数量多, 对乙脑病毒的传播具有重要的流行病学意义。金管鼻蝠在黑龙江、吉林、甘肃、四川、云南和西藏均有分布; 双色蹄蝠主要分布于四川、云南、贵州、广西、湖南、广东、海南等地。从地理分布上看, JE 在我国南北均有分布, 这与蝙蝠的地理分布也是一致的。这虽然不足以说明有这几种蝙蝠在的地方就一定有 JE 的发生, 但至少说明这几种蝙蝠作为 JE

的宿主对 JE 病毒的传播有重要的流行病学意义。

3.3 基孔肯雅病毒 (Chikungunya virus, CHIKV)

基孔肯雅病也是一种人兽共患的自然疫源性疾病, 主要分布于非洲、东南亚及印度等地。1950-1953 年该病毒在坦桑尼亚暴发, 并首次从蚊和病人体内分离出来。泰国、越南、老挝和缅甸等国家都有 CHIK 病毒的流行, 在对云南和海南等地进行虫媒病毒调查时, 从蚊虫和蝙蝠中分离出 CHIK 病毒^[30,31]。1986-1989 年我国首次在从云南景洪市房屋顶棚捕捉的棕果蝠的脑组织中分离出 CHIK 病毒^[31,45]; 在云南 CHIK 病血清流行病学调查中, 发现蝙蝠的抗体阳性率高达 49.30%, 初步说明棕果蝠是该地 CHIK 病毒的重要贮存宿主^[46]。施华芳等^[47]也从人体内分离到 CHIK 病毒, 并从健康人和动物血清中检测到 CHIK 抗体, 说明本病毒在云南动物和人体存在。该病毒可经蚊媒传播, 我国现已从白纹伊蚊、致倦库蚊、雪背库蚊和三带喙库蚊中分离到该病毒^[34,45]。从现有资料表明, CHIK 病毒主要分布在我国云南和海南, 棕果蝠作为 CHIK 病毒的宿主在该地是优势种, 因而棕果蝠对 CHIK 病毒的传播起到积极作用。

3.4 森林脑炎病毒 (Russian spring summer encephalitis, RSSE)

森林脑炎由苏联病理学家于 1935 年最先提出,

我国延边地区在 1953 年也证实有 RSSE 病毒的流行^[48]。是由蜱媒传播的自然疫源性急性中枢神经系统传染病。我国主要见于东北及西北原始森林地区。但近年来,在云南怒江洲的患者,硬蜱和鼠类中也分离到了 RSSE 病毒,这说明云南也存在森林脑炎的自然疫源地^[49]。黄文丽等^[50]在云南森林脑炎病毒的调查中指出,蝙蝠体内携带蜱媒病毒抗体,其 HI 抗体阳性率为 6.19%,这为 RSSE 病毒在自然界循环的生态学特点及 RSSE 病毒的流行病学特点提供了预防和控制科学依据。

3.5 我国蝙蝠携带病毒的可能性

从表 2 中可以看到,在我国云南已经从蝙蝠体内分离到 JE 病毒、RSSE 病毒、CHIK 病毒和 RR 病毒,其中 JE 和 RSSE 已经在我国有发生。虽然还未从蝙蝠体内分离出其它病毒,但这并不足以说明我国蝙蝠不携带其它病毒,更何况世界上一些感染性病毒很有可能传播到我国。西尼罗河病毒(*West Nile Virus*, WN)在近年来暴发比较频繁,其主要传媒是蚊虫,蝙蝠很容易感染该病毒。据 Constantine 报道,在澳大利亚的棕果蝠(*Rousettus leschenaulti*)体内分离出 WN 病毒。棕果蝠在我国四川、贵州、云南、西藏、福建、广东、广西、海南和香港等地均有分布。我国目前尚未发现西尼罗河病毒引起的病例,也没发现动物及蚊虫携带此病毒,但从遗传学角度来看,WN 病毒和 JE 病毒有很高的同源性,且为虫媒病毒,因而传入我国的可能性很大,这势必将对我国人民健康造成威胁。

WN、TBE、MVE、SLE、EEE、WEE 和 VEE 等虫媒病毒广泛分布于世界各地,且在蝙蝠体内分离得到。由于环境的污染、森林的砍伐导致栖息环境的破坏,使蝙蝠更多地暴露于病毒的自然状态,从而易受病毒感染。目前国际交往和贸易旅游日益频繁,加上蝙蝠的迁飞习性,都有可能促进了病毒的传播,因而,这些世界范围分布的虫媒病毒在未来传入我国的可能性很大。

3.6 我国蝙蝠病毒研究存在的问题

我国对于蝙蝠和病毒关系的研究存在如下问题:第一,我国蝙蝠的地理分布、行为学、生态学的研究还很薄弱,这给蝙蝠和病毒的进一步研究带来困难。第二,对于蝙蝠所携带病毒的研究十分有限。从目前的研究结果来看,主要集中在我国南方云南,海南一带,而对我国北方及其它地区蝙蝠病毒研究很少,这些地区蝙蝠体内是否携带病毒,或带有何种病毒尚未见报道。第三,从保护生物学的角度讲,病毒的侵入对蝙蝠种群密度有很大影响,

也可能是促使蝙蝠物种濒临灭绝的一个主要原因,但我国在这方面的研究几乎是空白。第四,生物学家与病毒学家联合研究蝙蝠与病毒关系的力度不足。从现有资料来看,我国蝙蝠的研究工作起步较晚,而蝙蝠所携带病毒的研究较之更晚,且研究人员多为病毒学家,而非动物学家。虽然我国病毒学家已在蝙蝠体内分离到一些病毒,但病毒在自然界循环的生态学以及病毒的流行病学等方面的研究则需要动物学家的参与来完成。因而,加强动物学家与病毒学家联合开展蝙蝠携带病毒的研究十分必要。

综上所述,加强蝙蝠与病毒的研究,对预防某些病毒病的暴发,保护人类健康和蝙蝠的生物保护均有重要意义。因而,我们应紧密跟踪目前蝙蝠和病毒的研究动态,加强动物学家与病毒学家的合作;查清蝙蝠所携带病毒的种类,预防蝙蝠作为病毒宿主可能导致的疾病传播。

致谢:中国科学院动物研究所张劲硕、赵辉华、贾广乐等对该文章提出了宝贵建议,在此一并表示感谢。

参考文献

- [1] Murray K, Rogers R, Selvey L. A novel morbillivirus pneumonia of horses and its transmission to humans[J]. *Emerg Infect Dis*, 1995a, 1: 31-33.
- [2] Douglas I C, Baldock F C, Black P. Outbreak investigation of an emerging disease (equine morbillivirus), *Epidem. Sante[C]. Anim.*, Proc. of 8th ISVEE conference. Paris, 1997, 4:81-83.
- [3] Philbey A W, Kirkland P D, Ross A D, et al. An apparently new virus (family Paramyxoviridae) infectious for pigs, humans, and fruit bats[J]. *Emerg. Infect. Dis*, 1998, 4: 269-271.
- [4] Chua K B, Bellini W J, Rota P A, et al. Nipah virus: A recently emergent deadly paramyxovirus[J]. *Science*, 2000, 288: 1432-1435.
- [5] Chua K B, Wang L F, Lam S K, et al. Tioman virus, a novel paramyxovirus isolated from fruit bats in Malaysia[J]. *Virology*, 2001, 283: 215-229.
- [6] Wilson D E, Reeder D M. *Mammal Species of the Wild: A Taxonomic and Geographic Reference*[M]. In Press, 2004.
- [7] Nowak R M. *Walkers Bats of the World*[M]. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1994.
- [8] Murphy F A, Fauquet C M, Bishop D H L, et al. *Virus Taxonomy: The Classifications and Nomenclature of Viruses: The Sixth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses*[M]. Vienna and New York: Springer-Verlag, 1995.
- [9] Thomas H Kunz, Brock Fenton M. *Bat Ecology*[M]. Chicago and London: The University of Chicago Press, 2003.
- [10] Ward M P, Black P F, Childs A J. Negative findings from serological

- studies of equine morbillivirus in the Queensland horse population[J]. *Austr Vet J*, 1996, 74: 241-243.
- [11] Young P, Halpin K, Field H, *et al.* Finding the wildlife reservoir of equine morbillivirus[A]. In: Asche V. (ed.), *Recent Advances in Microbiology*[C], Vol. 5, Australian Society of Microbiology. 1997, 1-12.
- [12] Halpin K, Young P L, Field H E, *et al.* Isolation of Hendra virus from pteropid bats: a natural reservoir of Hendra virus[J]. *J Gen Virol*, 2000, 81: 1927-1932.
- [13] Young P L, Halpin K, Selleck P W, *et al.* Serologic evidence for the presence in Pteropus bats of a paramyxovirus related to Equine Morbillivirus[J]. *Emerg Infect Dis*, 1996, 2: 239-240.
- [14] Field H E, Young P L, Yob J M, *et al.* The natural history of Hendra and Nipah viruses[J]. *Microbes Infect*, 2001, 3: 307-314.
- [15] Field H E, Barratt P C, Hughes R J, *et al.* A fatal case of Hendra virus infection in a horse in north Queensland: clinical and epidemiological features. *Aust[J]. Vet J*, 2000, 78: 279-280.
- [16] Williamson M M, Hooper P T, Selleck P W, *et al.* The effect of Hendra virus on pregnancy in guinea pigs and fruit bats[J]. *J Comp Path*, 2000, 12: 2201-2207.
- [17] Yob J M, Field H, Rashdi A M, *et al.* Nipah virus infection in bats (order Chiroptera) in peninsular Malaysia[J]. *Emerg Infect Dis*, 2001, 7: 439-441.
- [18] Chua K B, Koh C L, Hooi P S, *et al.* Isolation of Nipah virus from Malaysian Island flying-foxes[J]. *Microbes Infect*, 2002, 4: 145-151.
- [19] Daszak P, Cunningham A A, Hyatt A D. Emerging infection diseases of wildlife-Threats to biodiversity and human health[J]. *Science*, 2000, 287: 443-449.
- [20] Kirkland P D, Love R J, Philbey A W, *et al.* Epidemiology and control of Menangle virus in pigs[J]. *Austr Vete J*, 2001, 79: 199-206.
- [21] Meredith C D, Prossouw A P, Hkoch H P. An unusual case of human rabies thought to be of chiropteran origin. *South African Med J*, 1971, 45: 767-769.
- [22] Shope R E, Murphu F A, Harrison A K, *et al.* Two African viruses serologically and morphologically related to rabies virus[J]. *Virology*, 1970, 6: 690-692.
- [23] Tignor G H, Murphy F A, Clark H F, *et al.* Duvenhage virus: morphological, biochemical, histopathological, and antigenic relationships to the rabies serogroup[J]. *J Gen Virol*, 1977, 37: 595-611.
- [24] Fraser G C, Hooper P T, Lunt R A, *et al.* Encephalitis caused by a lyssavirus in fruit bats in Australia[J]. *Emerg Infect Dis*, 1996, 2: 327-331.
- [25] Mackenzie J S. Emerging viral diseases: an Australian perspective[J]. *Emerg Infect Dis*, 1999, 5: 1-8.
- [26] Hooper P, Lunt R, Gould A, *et al.* A new lyssavirus - the first endemic rabies-related virus recognized in Australia[J]. *Bulletin de l'Institut Pasteur*, 1997, 95: 209-218
- [27] Mackenzie J S, Field H E, Guyatt K J. Managing emerging diseases borne by fruit bats (flying foxes), with particular reference to henipaviruses and Australian bat lyssavirus[J]. *Appl Microbiol*, 2003, 94: 59-69.
- [28] 王应祥. 中国哺乳动物种和亚种分类名录与分布大全[M]. 北京: 中国林业出版社. 2003, 27-29.
- [29] 赵春生, 蒋廉华, 余兴龙, 等. 从海南省蝙蝠脑中分离出1株罗斯河病毒及其血清抗体调查[J]. *中国兽医学报*, 1997, 17(3):241-243.
- [30] 董必军, 陈文洲, 李秀维, 等. 首次从海南岛蚊虫和蝙蝠中分离出两株基孔肯雅病毒[J]. *中国媒介生物学及控制杂志*, 1993, 4(3): 205-208.
- [31] 张海林, 施华芳, 刘丽华, 等. 从云南省蝙蝠中分离基孔肯雅病毒及血清抗体调查[J]. *病毒学报*, 1989, 5(1): 31-36.
- [32] 张海林, 张云智, 黄文丽, 等. 从云南省蝙蝠脑组织中分离出乙型脑炎病毒[J]. *中国病毒学*, 2001, 16(1): 74-77.
- [33] 张海林, 施华芳, 米竹青, 等. 蝙蝠自然感染乙型脑炎病毒的研究[J]. *病毒学报*, 1990, 6(3): 269-271.
- [34] 黄文丽, 张海林, 龚鹤琴, 等. 云南蝙蝠血液乙型脑炎病毒分离物的研究[J]. *中国媒介生物学及控制杂志*, 2000, 11: 48-50.
- [35] 袁庆虹, 刘行知, 李兆祥, 等. 从云南省宾川县蝙蝠体内分离到乙型脑炎病毒[J]. *地方病通报*, 1996, 11(2), 45-46
- [36] 杨蓝萍, 张天寿, 袁晓平, 等. 从云南蝙蝠及牛蜱中分离出两株森林脑炎病毒[J]. *中国人兽共患病杂志*, 1993, 9(1): 22-23.
- [37] Doherty R L, Whitehead R H, Gorman B M, *et al.* The isolation of a third group of arbovirus in Australia, with preliminary observations on its relationship to epidemic polyarthritis[J]. *Aust J Sci*, 1963, 26: 183-184.
- [38] Doherty R L, Gorman B M, Whitehead R H, *et al.* Studies of arthropod-borne virus infections in Queensland. V. Survey of antibodies to group A arboviruses in man and other animals[J]. *Austr J Exp Bio Med Sci*, 1966, 44: 365-377.
- [39] Gard G P, Marshall I E. Nelson Bay virus: A new reovirus[J]. *Archiv für die gesamte Virusforschung*, 1973, 43: 34-42.
- [40] 耿贯一. 流行病学-下册[M]. 北京: 人民出版社 1980. 1-13.
- [41] Emergency Plan (AUSVETPLAN): Disease Strategy for Japanese encephalitis[DB/OL]. <http://www.aahc.com.au/ausvetplan/jedfinal.pdf>. Australian Veterinary, 1998, Version 2.0.
- [42] Doi R, Oya A, Shirasaka A, *et al.* Studies on Japanese encephalitis virus infection of reptiles. II. Role of lizards on hibernation of Japanese encephalitis virus[J]. *Jap J Exp Med*, 1983, 53:125-134.
- [43] Monath T B. Arboviruses: Epidemiology and Ecology[M]. Florida USA: CRC Press. 1988.
- [44] 张海林, 自登云, 龚正达. 云南省乙型脑炎病毒宿主和媒介研究[J]. *中国预防兽医学报*, 2000, 22(2), 81-83.
- [45] 张海林, 施华芳, 米竹青, 等. 云南省景洪市虫媒病毒调查分析[J]. *地方病通报*, 2000, 15(3): 40-44.
- [46] 米竹青, 张海林, 施华芳, 等. 云南基孔肯雅病血清流行病学调查[J]. *中国人兽共患病杂志*, 1993, 9(3): 36-37.
- [47] 施华芳, 刘丽华. 云南首次从患者体内分离到基孔肯雅病毒[J]. *中国人兽共患病杂志*, 1990, 6(1): 2.
- [48] 玄德全, 伊世杰, 金昌吉. 森林脑炎临床特点及今后治疗的展望—附82例临床分析[J]. *延边医学院学报*, 1980, 3: 55.
- [49] 自登云, 侯宗柳, 黄文丽, 等. 云南发现森林脑炎自然疫源地[J]. *中华实验和病毒学杂志*, 1990, 4:224-226.
- [50] 黄文丽, 侯宗柳, 自登云, 等. 云南森林脑炎病毒的调查[J]. *中国预防兽医学报*, 2001, 23(3):231-233.