

啮齿类动物中布鲁斯效应的研究进展

王郁婷 刘定震*

北京师范大学生命科学学院 北京 100875

摘要:布鲁斯效应是一种由陌生雄性以及其化学信号所引起的妊娠终止现象,首次在实验室小鼠 (*Mus musculus*) 中发现。学者们对这一现象进行了多角度、多层次的探索,从行为到内分泌,从神经机理到进化意义,都有相关的研究报道。研究热点主要集中在:布鲁斯效应在其他啮齿类物种中的情况,其生物学意义及神经内分泌机制,有效诱发雌鼠妊娠终止的化学信号成分等几个方面。本文就目前对布鲁斯效应已经取得的一些研究进展进行了回顾,并讨论了未来可能的研究趋势。

关键词:布鲁斯效应;妊娠终止;进化策略;个体识别

中图分类号:Q955 **文献标识码:**A **文章编号:**0250-3263(2012)05-136-07

Bruce Effect in Rodents

WANG Yu-Ting LIU Ding-Zhen*

College of Life Sciences, Beijing Normal University, Beijing 100875, China

Abstract: Bruce effect is a kind of pregnancy block caused by unfamiliar male's chemosignals. It has been studied in different aspects, from behavior to endocrine, to neural mechanism and to evolutionary significance. Here we review studies on Bruce effect in rodent species, especially in mice (*Mus musculus*). The evolutionary significance of Bruce effect is discussed. The potential chemosignals inducing pregnancy block are also summarized. Lastly, we also suggest the trends and perspectives of studies in this area.

Key words: Bruce effect; Pregnancy block; Evolution strategy; Individual recognition

布鲁斯效应(Bruce effect)是指交配后不久的雌性小鼠(*Mus musculus*)与陌生雄鼠接触,雌鼠发生妊娠终止的可能性增大,而与配偶雄鼠接触则不会引发流产现象^[1]。Hilda M. Bruce和她的同事在研究口服孕酮类似物对怀孕小鼠的影响时偶然发现,当怀孕小鼠与陌生的雄鼠相处时,流产的概率大大地提高了。他们针对这一现象进行了进一步的实验,将交配后不久的雌鼠与陌生雄鼠放在同一个笼子中,以铁丝网相隔,使雌鼠与雄鼠没有身体的直接接触,但可以进行气味信息的交流。结果显示,雌鼠的流产率依然会升高。布鲁斯效应被报道之后,引起了广泛的关注和研究兴趣,科学家就布鲁斯效应在其他实验室内物种及野外种群中存在的情况,诱发布鲁斯效应的神经内分

泌机制、雄鼠化学信号的具体成分等多个角度进行了相关的探索。对其中一些问题的解释已经初见端倪,并产生了一些假说。但是随着研究的深入,不断有新的问题和挑战被提出。

1 布鲁斯效应在其他啮齿类中的研究情况及其生物学意义

在实验室条件下,除小鼠以外,布鲁斯效应已经至少在8种啮齿类(包括田鼠属中的7种)

基金项目 国家自然科学基金项目(No. 30770290, 31170297);

* 通讯作者, E-mail: dzliu@bnu.edu.cn;

第一作者介绍 王郁婷,女,博士研究生;研究方向:行为与神经内分泌; E-mail: ellenwyt728@yahoo.com.cn.

收稿日期:2012-03-27, 修回日期:2012-07-03

得到了验证(表 1),包括拉布拉多白足鼠(*Peromyscus maniculatus*)、草原田鼠(*Microtus pennsylvanicus*)、橙腹田鼠(*M. ochrogaster*)、布兰松特田鼠(*Lasiopodomys brandtii*)等^[2-10]。这些实验的基本设计都是让交配后不久的雌鼠与陌生雄鼠直接接触或间接接触(如尿液、巢垫物等),这样的处理会抑制胚胎在子宫着床。

然而,对于不同的物种,有效的刺激条件并不完全相同。对于小鼠,间接接触陌生雄鼠即可导致怀孕雌鼠流产率上升,但对普通田鼠(*M. arvalis*),与陌生雄鼠的直接接触是诱发妊娠终止必不可少的条件^[11]。田鼠中刺激妊娠终止的机理和小鼠中的可能是不同的,仅凭借化学信号的刺激不足以导致雌性田鼠流产。

表 1 实验室条件下,部分发现布鲁斯效应存在的啮齿类

Table 1 Rodent species reported to have Bruce effect in the laboratory

物种 Species	属 Genus	科 Family	文献 Reference
拉布拉多白足鼠 <i>P. maniculatus</i>	白足鼠属 <i>Peromyscus</i>	仓鼠科 <i>Cricetidae</i>	[2]
普通田鼠 <i>M. agrestis</i>	田鼠属 <i>Microtus</i>	仓鼠科 <i>Cricetidae</i>	[3]
加州田鼠 <i>M. californicus</i>	田鼠属 <i>Microtus</i>	仓鼠科 <i>Cricetidae</i>	[7]
橙腹田鼠 <i>M. ochrogaster</i>	田鼠属 <i>Microtus</i>	仓鼠科 <i>Cricetidae</i>	[6]
山田鼠 <i>M. montanus</i>	田鼠属 <i>Microtus</i>	仓鼠科 <i>Cricetidae</i>	[9]
草原田鼠 <i>M. pennsylvanicus</i>	田鼠属 <i>Microtus</i>	仓鼠科 <i>Cricetidae</i>	[5]
美南松田鼠 <i>M. pinetorum</i>	田鼠属 <i>Microtus</i>	仓鼠科 <i>Cricetidae</i>	[8]
布兰松特田鼠 <i>L. brandtii</i>	松田鼠属 <i>Lasiopodomys</i>	仓鼠科 <i>Cricetidae</i>	[4,11]

针对布鲁斯效应的生物学意义的主要观点是,这可能是雌性进化出的一种应对雄性杀婴行为的策略。雄性和雌性都进化出了各自的行为策略来实现自己个体繁殖的最大成功率^[12]。但是,对于一种性别最为理想的行为策略对另一个性别而言可能就不是最佳的策略,两性之间存在着竞争与冲突。布鲁斯效应和杀婴现象就是雌雄冲突的两种行为现象。占据新领地的雄性个体,会通过杀死原首领的幼仔来使雌性重返发情期,以得到与雌性交配的机会。有研究发现,当配偶雄鼠存在时,可以保护怀孕雌鼠不受陌生雄鼠气味的干扰,阻止雌鼠流产^[13]。在种群密度很高的群居条件中,刚交配不久的雌鼠与陌生雄鼠相遇的情况会经常发生,导致了布鲁斯效应的高发生率,这显然会降低雌鼠总体的繁殖适合度。配偶雄鼠的保护效应在这种情况下起到了重要作用。然而,当雄鼠抛弃了雌鼠,或者被新的雄鼠打败,这时,对于雌鼠而言,重返发情期会更加有利^[14]。布鲁斯效应可能是雌鼠进化出来的应对雄性杀婴行为的一种策略,在怀孕早期终止妊娠,以减少诸如生产、哺乳等不必要的生殖投入。另有研究发现,雌鼠在自由活动的条件下,可以通过选择接触

或者避免陌生雄鼠的气味来控制是否流产^[15]。当交配后的雌鼠发现巢域内陌生雄鼠的气味标记很多时,意味着这个巢址不够安全,被侵占的可能性很大,这时选择流产对雌鼠而言是更有利的。雌鼠通过布鲁斯效应来迫使配偶雄鼠加大对巢域保卫的投入^[15]。

2 对布鲁斯效应的质疑

早期针对布鲁斯效应的大多数研究是在实验室条件下标准尺寸的鼠笼中进行的。雌鼠在狭小的笼子中与陌生雄鼠拘禁在一起,没有逃避路线和藏身洞穴。有研究者指出,可能是这些胁迫或完全与自然界不同的环境导致了妊娠的终止^[10]。啮齿类的生活史都较短,如果雌鼠每次嗅闻到陌生雄性个体的气味时都会流产,那么其繁殖成功率将会非常低。故有人质疑,布鲁斯效应可能是实验室中人为干预的产物,是自然界中不存在的臆像^[16]。

后来,科学家们将研究范围拓展到了实验室外。Heske 等尝试在小范围的室外圈养条件下对橙腹田鼠和加州田鼠分别进行了妊娠终止现象的检测,得到了与实验室研究类似的结果^[7,16]。但室外实验的圈养空间比田鼠在自然

界中真实的生活领域要小得多,不能恰当地模拟自然环境^[17]。de la Maza 等在半自然环境状态下以多配制的犬尾田鼠(*M. canicaudus*)为对象进行了研究,尽量模拟了犬尾田鼠的自然生境。结果显示,在野生种群中布鲁斯效应没有发生^[10]。同时橙腹田鼠的野外实验结果也不支持布鲁斯效应^[17]。

但对这些野外实验不支持布鲁斯效应的例证,也有一些进化策略方面的解释,有人认为在犬尾田鼠和橙腹田鼠这些物种中,产后动情交配经常发生,雌鼠在分娩后可以迅速交配,对于雄鼠来说没有杀婴的必要。另一种情况是,在混交制的种群中,雌鼠经常与多个雄性交配,雄鼠无法辨别自己的后代,此时杀婴的现象会比较少见^[10,18]。在上述情况中,布鲁斯效应发生的概率可能也较小。最新的研究表明,野生的灵长类动物狮尾狒(*Theropithecus gelada*)存在布鲁斯效应,当雄性首领被取代后,80%的雌性会终止妊娠^[19]。布鲁斯效应是否在自然界中真实存在,抑或只是实验室中人为胁迫的产物,需要更多对野外条件下的种群进行研究,并结合该物种的交配制度,生活环境等多种因素综合考虑。

3 布鲁斯效应的神经内分泌机制

有关布鲁斯效应的神经内分泌机制问题,近年来开展了一些研究,但是基本都以小鼠为研究对象进行的^[20-22]。概括说来,主要表现为以下几个方面。

3.1 雌鼠体内激素水平的变化 陌生雄鼠的化学信号会在雌鼠胚胎植入前影响其维持怀孕状态的内分泌状况。正常状况下,在交配后雌鼠的催乳素浓度上升,促使黄体释放孕酮,使得子宫为胚胎着床做好准备。陌生雄鼠的化学信号会抑制催乳素的分泌^[23]。在小鼠中,交配后催乳素水平的下降会导致黄体生成的失败。随后的结果是引起孕酮水平降低,阻止胚胎植入子宫,终止妊娠^[24]。在怀孕早期,一天之中雌鼠体内存在着两次催乳素的分泌高峰期^[25]。在两次催乳素分泌高峰期之间感受到陌生雄鼠

信号刺激,是诱发布鲁斯效应的关键。

3.2 引发妊娠终止的化学信号 雌鼠通过嗅觉感受雄鼠的信息,继而引发了一系列神经内分泌的变化,导致妊娠终止。妊娠终止的效果是由依赖睾酮的化学信号介导的^[26],阉割后的雄鼠诱导流产的能力会下降,但在注射睾酮后会恢复到未阉割的水平^[27]。另有研究发现,与雄激素分子结构类似的17 β -雌二醇,也可以恢复去势的雄鼠诱发妊娠终止的能力^[21]。因此,流产诱发信号的化学物质很可能是雄鼠尿液中睾酮依赖型的成分。

睾酮依赖的尿液中的挥发性成分,通常结合在主要尿液蛋白(major urinary proteins, MUPs)上^[28]。MUPs 具有高度的多态性,野生型的小鼠可以制造出不同类型的 MUPs 来传递有关个体身份的信息^[29]。MUPs 成为了理想的确定雄性信息的结合体来促发妊娠终止效应^[20]。但后续研究发现,MUPs 并不是直接的作用物,而可能是通过结合尿液中不同的挥发成分而间接影响尿液挥发性物质的构成。另一个具有高度多态性且涉及到传递个体化学信息的基因家族是主要组织相容性复合物(major histocompatibility complex, MHC),MHC 在免疫系统自我与非我识别中起到重要的作用。除了免疫功能,MHC 基因在行为层面上显示出了传递个体识别信息的功能^[30-31]。支持 MHC 是诱发流产信号的证据是:向配偶雄鼠的尿液中添加合成的不同品系鼠的多肽会诱发雌鼠流产^[22]。当 BALB/c 型鼠的多肽被加入到 C57BL/6 雄鼠的尿液中后,它们可以显著增加与 C57BL/6 交配的雌鼠的流产率(图 1)。但目前这一假说所面对的最大挑战是,MHC 多肽配体还并未从小鼠尿液中被鉴定分离出来。因此,尽管 MHC 配体可以影响妊娠终止的效果,目前仍不清楚它们是否是内源性的个体识别信号。

3.3 对配偶化学信号识别记忆的神经结构及机理 小鼠的嗅觉系统包括主嗅觉系统(the main olfactory system, MOS)和副嗅觉系统(the accessory olfactory system, AOS),副嗅觉系统又

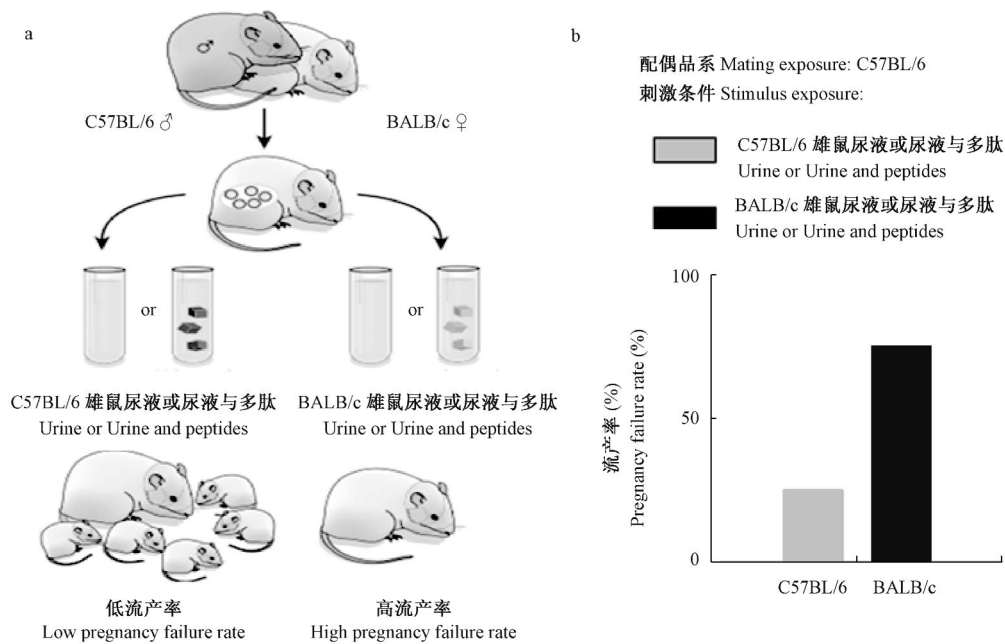


图1 当交配后不久的雌鼠接触到陌生雄鼠的尿液或陌生雄鼠的 MHC 多肽配体时, 流产发生的概率上升 (a,b) (引自 Brennan et al. 2006^[32])

Fig. 1 Urine from unfamiliar males or familiar urine supplemented with unfamiliar (disparate) MHC peptide ligands lead to pregnancy failure (a,b)^[32]

称为犁鼻器 (the vomeronasal organ, VNO) 系统 (图 2)。早期研究人员认为, 妊娠终止和个体识别都是由犁鼻器系统介导的。犁鼻器是充满胶质的盲端管状结构, 位于鼻腔隔膜上, 与鼻腔通过一狭窄的通道相连^[33]。犁鼻器感觉神经元 (the vomeronasal sensory neurons, VSNs) 位于该器官内侧的感觉皮层上。犁鼻器系统是很多哺乳动物重要的化学感受系统。

主嗅觉系统主要投射到皮层结构, 犁鼻器系统的中央投射与主嗅觉系统不同, 主要通过杏仁核投射到负责神经内分泌的下丘脑的下皮层。犁鼻器感觉神经元通过犁鼻器神经投射到副嗅球 (accessory olfactory bulb, AOB), 陌生雄鼠的化学信息, 通过副嗅球到达皮层内侧杏仁核、副嗅球束的床核、终纹床核^[34], 之后到达下丘脑, 最终到达弓形核的多巴胺能的神经元, 控制垂体分泌催乳素, 影响繁殖状态。

副嗅球是一个对配偶记忆形成的关键位点^[35]。副嗅球主要包括 3 种细胞类型: 僧帽细胞, 球旁细胞和颗粒细胞。僧帽细胞接收嗅小

球上的犁鼻器感觉神经元直接的输入。它们与球旁细胞和颗粒细胞建立了紧密的反馈抑制偶联, 通过相互之间的突触联系, 这样通过旁抑制和自抑制可以适应调节僧帽细胞的时间-空间输出模式^[36]。这样的抑制模式锐化了对同类的性别和品系鉴别的激活与抑制的高度选择性。有研究发现, 雌鼠的一个副嗅球的僧帽细胞可以强烈地对 BALB/c 雄鼠的化学信号产生反应, 但对 CBA 雄鼠或 BALB/c 雌鼠不反应^[37]。这些结果不仅证明犁鼻器系统可以辨别个体信息, 同样还揭示了雄鼠的化学信号可以激活不同的副嗅球僧帽细胞亚群 (尽管可能有重叠)。有研究表明, 当接触熟悉配偶或陌生雄鼠时, 雌鼠颗粒细胞和僧帽细胞层的神经元活动是不同的, 通过免疫组化染色的方法发现, 与接触陌生雄鼠相比较, 接触配偶雄鼠时, 雌鼠的颗粒细胞层有更多的 c-fos 染色细胞被观察到。进一步分析发现, c-fos 染色的细胞主要集中在副嗅球尾端。这表明, 在交配过程中, 副嗅球尾端的颗粒细胞, 在感受到雄鼠信息素

后,通过抑制僧帽细胞的活动,改变了突触可塑性,形成了对雄鼠的记忆^[38]。

近来的研究表明,主嗅觉系统可能也可感知介导妊娠终止的化学信号。但在交配后,副嗅球中感知个体气味信号的感觉神经元多巴胺释放增加,可能会抑制主嗅觉系统终止妊娠的机制^[39]。目前,这一结论需要通过更多的限制在主嗅球上的多巴胺选择性传递位点实验来证实。不过,主嗅觉系统和犁鼻器系统在维持怀孕这一过程中可能有交互作用和功能性的重叠。

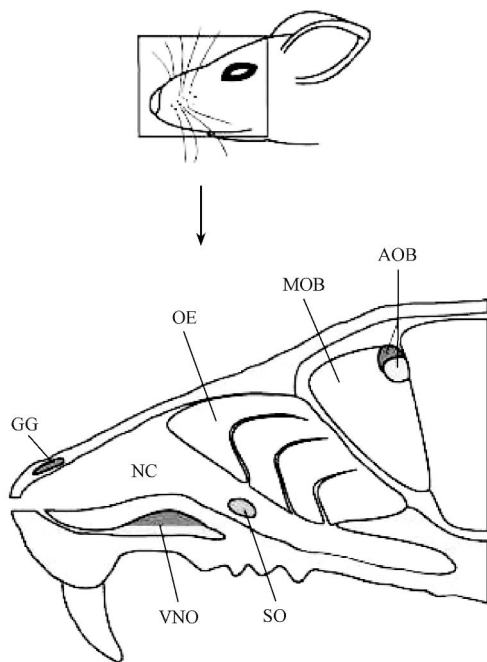


图2 小鼠的嗅觉系统(引自 Ferrero et al. 2010^[40])

Fig.2 The mouse olfactory system^[40]

MOB. 主嗅球; AOB. 副嗅球; VNO. 犁鼻器; OE. 嗅皮层; NC. 鼻腔; GG. 格吕内贝格神经节; SO. 马赛若中隔器。
MOB. The main olfactory bulb; AOB. The accessory olfactory bulb; VNO. Vomeronasal organ; OE. Olfactory epithelium; NC. Nasal cavity; GG. Grueneberg ganglion; SO. Septal organ of Masera.

4 小结

自布鲁斯效应这一现象被发现以来,针对它的研究持续不断,经过 50 多年来的积累,目前主要向着行为生态学和神经生物学两个方向

发展。一方面,虽然在实验室条件下,布鲁斯效应在多个物种中被证明存在,但目前在野外条件下的实验结论并不一致。布鲁斯效应是否真的是雌性进化出的对抗雄性杀婴行为的策略,需要进一步基于野外种群的研究来寻找答案。另一方面,以小鼠为对象开展了一系列基于布鲁斯效应的关于个体识别方面的研究表明,诱发嗅觉记忆产生的化学信号分子的可能成分主要是尿液蛋白和主要组织相容性复合物,但目前对二者都缺少直接的证据。对于配偶识别记忆的通路和受体也产生了相应的假说,但是目前这些假说也受到了新的实验证据的挑战。结合已经取得的关于布鲁斯效应的一些研究进展,学者们应就这些问题继续进行探索,以揭示布鲁斯效应这一现象背后的进化意义和神经机理。

参 考 文 献

[1] Bruce H M. An exteroceptive block to pregnancy in the Mouse. *Nature*, 1959, 184(4680): 105.

[2] Bronson F H, Eleftheriou B E, Garick E I. Effects of intra-and inter-specific social stimulation on implantation in Deermice. *Journal of Reproduction and Fertility*, 1964, 8(1): 23 - 27.

[3] Clarke F V, Clarke J R. Pregnancy-block in *Microtus agrestis* and induced ovulator. *Nature*, 1968, 219(5153): 511.

[4] Stubbe A, Janke S. Some aspects of social behaviour in the Vole *Microtus brandti*. *Polish Ecological Studies*, 1994, 20(3): 449 - 457.

[5] Clulow F V, Langford P E. Pregnancy-block in the Meadow vole, *Microtus pennsylvanicus*. *Journal of Reproduction and Fertility*, 1971, 24(2): 275 - 277.

[6] Fraser-Smith A. Male-induced pregnancy termination in the Prairie vole, *Microtus ochrogaster*. *Science*, 1975, 187(4182): 1211 - 1213.

[7] Heske E J. Pregnancy interruption by strange males in the California vole. *Journal of Mammalogy*, 1987, 68(2): 406 - 410.

[8] Schadler M H. Postimplantation abortion in Pine voles (*Microtus pinetorum*) induced by strange males and pheromones of strange males. *Biology of Reproduction*, 1981, 25(2): 295 - 297.

[9] Stehn R A, Jannett F J. Male-induced abortion in various

- microtine rodents. *Journal of Mammalogy*, 1981, 62(2): 369 – 372.
- [10] de la Maza H M, Wolff J O, Lindsey A. Exposure to strange adults does not cause pregnancy disruption or infanticide in the Gray-tailed vole. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 1999, 45(2): 107 – 113.
- [11] Milligan S R. Pregnancy blocking in the vole, *Microtus agrestis*. *Journal of Reproduction and Fertility*, 1976, 46(1): 97 – 100.
- [12] Dawkins R. *The Selfish Gene*. New York, USA: Oxford University Press, 2006: 127 – 149.
- [13] Kumar A, Dominic C J. Male-induced implantation failure (the Bruce effect) in mice: protective effect of familiar males on implantation. *Physiology & Behavior*, 1993, 54(6): 1169 – 1172.
- [14] Thomas K J, Dominic C J. Evaluation of the role of the stud male in preventing male-induced implantation failure (the Bruce effect) in laboratory mice. *Animal Behaviour*, 1987, 35(4): 1257 – 1260.
- [15] Becker S D, Hurst J L. Female behaviour plays a critical role in controlling murine pregnancy block. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 2009, 276(1662): 1723 – 1729.
- [16] Heske E J, Nelson R J. Pregnancy interruption in *Microtus ochrogaster*: laboratory artifact or field phenomenon? *Biology of Reproduction*, 1984, 31(1): 97 – 103.
- [17] Mahady S J, Wolff J O. A field test of the Bruce effect in the monogamous Prairie vole (*Microtus ochrogaster*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 2002, 52(1): 31 – 37.
- [18] Klemme I, Ylönen H. Polyandry enhances offspring survival in an infanticidal species. *Biology Letters*, 2010, 6(1): 24 – 26.
- [19] Roberts E K, Lu A, Bergman T J, et al. A Bruce effect in wild Geladas. *Science*, 2012, 335(6073): 1222 – 1225.
- [20] Brennan P A. Outstanding issues surrounding vomeronasal mechanisms of pregnancy block and individual recognition in mice. *Behavioural Brain Research*, 2009, 200(2): 287 – 294.
- [21] de Catanzaro D, Smith M, Muir C. Strange-male-induced pregnancy disruption in mice: potentiation by administration of 17 β -estradiol to castrated males. *Physiology & Behavior*, 1995, 58(2): 405 – 407.
- [22] Leinders-Zufall T, Brennan P, Widmayer P, et al. MHC class I peptides as chemosensory signals in the vomeronasal organ. *Science*, 2004, 306(5698): 1033 – 1037.
- [23] Reynolds J, Keverne E B. The accessory olfactory system and its role in the pheromonally mediated suppression of oestrus in grouped mice. *Journal of Reproduction and Fertility*, 1979, 57(1): 31 – 35.
- [24] Parkes A S, Bruce H M. Olfactory stimuli in mammalian reproduction. *Science*, 1961, 134(3485): 1049 – 1054.
- [25] Smith M S, McLean B K, Neill J D. Prolactin: the initial luteotropic stimulus of pseudopregnancy in the Rat. *Endocrinology*, 1976, 98(6): 1370 – 1377.
- [26] Bruce H M. Effect of castration on the reproductive pheromones of male mice. *Journal of Reproduction and Fertility*, 1965, 10(1): 141 – 143.
- [27] Hoppe P C. Genetic and endocrine studies of the pregnancy-blocking pheromone of mice. *Journal of Reproduction and Fertility*, 1975, 45(1): 109 – 115.
- [28] Beynon R J, Hurst J L. Multiple roles of major urinary proteins in the house Mouse, *Mus domesticus*. *Biochemical Society Transactions*, 2003, 31(1): 142 – 146.
- [29] Robertson D H, Hurst J L, Bolgar M S, et al. Molecular heterogeneity of urinary proteins in wild house Mouse populations. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 1997, 11(7): 786 – 790.
- [30] Boyse E A, Beauchamp G K, Yamazaki K. The genetics of body scent. *Trends in Genetics*, 1987, 3: 97 – 102.
- [31] Yamazaki K, Beauchamp G K, Curran M, et al. Parent-progeny recognition as a function of MHC odortype identity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2000, 97(19): 10500 – 10502.
- [32] Brennan P A, Zufall F. Pheromonal communication in vertebrates. *Nature*, 2006, 444(7117): 308 – 315.
- [33] Døving K B, Trotier D. Structure and function of the vomeronasal organ. *Journal of Experimental Biology*, 1998, 201(21): 2913 – 2925.
- [34] Li C S, Kaba H, Saito H, et al. Neural mechanisms underlying the action of primer pheromones in mice. *Neuroscience*, 1990, 36(3): 773 – 778.
- [35] Brennan P, Kaba H, Keverne E B. Olfactory recognition: a simple memory system. *Science*, 1990, 250(4985): 1223 – 1226.
- [36] Mori K. Membrane and synaptic properties of identified neurons in the olfactory bulb. *Progress in Neurobiology*, 1987, 29(3): 275 – 320.
- [37] Luo M M, Fee M S, Katz L C. Encoding pheromonal signals in the accessory olfactory bulb of behaving mice. *Science*, 2003, 299(5610): 1196 – 1201.
- [38] Tsuchiya S, Kido N, Nagasawa M, et al. Different

- distribution patterns of activated neurons in the accessory olfactory bulb between mate partner and unfamiliar male mice in Bruce effect. *Neuroscience Research*, 2011, 71: e356.
- [39] Serguera C, Triaca V, Kelly-Barrett J, et al. Increased dopamine after mating impairs olfaction and prevents odor interference with pregnancy. *Nature Neuroscience*, 2008, 11(8): 949–956.
- [40] Ferrero D M, Liberles S D. The secret codes of mammalian scents. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Systems Biology and Medicine*, 2010, 2(1): 23–33.

北京 2 种猛禽新分布记录

在 2010 年春季北京西郊迁徙猛禽调查中,我们记录到未见于历史文献(蔡其侃,1987;高武等,1991;赵欣如,1999;自然之友,2001)和已发表的北京鸟类新分布记录报道(张正旺等,2003;刘阳等,2005;朱雷等,2011)的 2 种猛禽:松雀鹰 (*Accipiter virgatus*) 和蛇雕 (*Spilornis cheela*)。

1 松雀鹰 (*Accipiter virgatus*)

2010 年 4 月 4 日上午,于北京百望山森林公园南端山顶处拍摄到一只低空飞过的中型鹰类(见封 4:图 1)。其脸颊青灰色,喉白而具明显的黑色喉中线,区别于最常见的雀鹰 (*A. nisus*);其个体大,颊下具黑色髭纹,前胸棕褐色且有纵纹,下体多棕褐色横斑,尾羽腹面具深色粗横纹,区别于较常见的日本松雀鹰 (*A. gularis*);第三枚初级飞羽不显得特别长,初级飞羽端不黑,区别于赤腹鹰 (*A. soloensis*);以上符合松雀鹰鉴别特征。松雀鹰在中国主要分布于中国西南、东南(包括台湾岛和海南岛)至中部;现在已知分布也包括中国蒙新区(蔡其侃,1987;郑光美,2011;约翰·马敬能等,2000)。

2 蛇雕 (*Spilornis cheela*)

2010 年 5 月 3 日上午,于北京百望山森林公园北段山顶处拍摄到一只从头顶低空掠过的大中型猛禽(见封 4:图 2)。其蜡膜黄,脸颊、颊及喉黑,下体深褐色具白斑;两翼宽而后缘圆,翼下羽毛具白色圆斑,盘列整齐;飞羽和尾羽底色白而具宽大黑斑;头较大而尾短。以上特征不同于任何常见于北方的大中型猛禽,符合蛇雕鉴别特征。蛇雕在中国主要分布于西藏东南部至云南西部,以至长江以南的广大地区,包括海南岛和台湾(郑光美,2011;约翰·马敬能等,2000)。2010 年 1 月 28 日曾于黑龙江省林甸县发现一个死亡个体(黄建国等,2011)。

上述 2 种猛禽,于春季出现在北京西郊猛禽迁徙路线上,但其在北京的居留类型尚难确定,可能为迷鸟。

闻 丞^① 韩 冬^② 孙 驰^③

① 北京大学生命科学学院 北京 100871;

② 北京大学附属中学 北京 100190;

③ 北京观鸟会 北京 100026