

# 棕色田鼠探究行为对同种个体气味源 反应格局的分析\*

王建礼 邰发道\*\* 安书成

(陕西师范大学生命科学院 西安 710062)

**摘要:** 通过观察非动情期的棕色田鼠对麻醉的同种个体身体气味源的探究行为,包括雄鼠对麻醉雄鼠和雌鼠的嗅闻、雌鼠对麻醉雄鼠和雌鼠的嗅闻,分析了棕色田鼠在社会探究中对不同气味源的反应格局。结果表明,棕色田鼠对同种个体肛殖区和面部的嗅闻频次及嗅闻持续时间最多( $P < 0.05$ );对背部、腹部、肋部嗅闻的频次和持续时间较少。在对同一部位的嗅闻中,在嗅闻频次上,雄鼠对雄鼠的嗅闻、雌鼠对雌鼠的嗅闻以及雌鼠对雄鼠的嗅闻都显著多于雄鼠对雌鼠的嗅闻( $P < 0.05$ );在嗅闻时间上,性别组合对同一部位的探究行为没有显著影响,但气味源与性别组合有交互作用( $P < 0.05$ ),影响探究行为。这些结果说明棕色田鼠的肛殖区和面部是重要的气味源,而且在对同一气味源的探究中存在性别差异。但在非动情期,异性间的探究并不总是高于同性间的探究。

**关键词:** 棕色田鼠;气味源;社会探究

**中图分类号:** Q149 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263(2004)04-22-05

## Investigating Behavior Pattern of Mandarin Voles (*Microtus mandarinus*) for Conspecific Individual Odor Sources

WANG Jian-Li TAI Fa-Dao AN Shu-Cheng

(College of Life Science, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China)

**Abstract:** It was observed that investigating behavior of anoestrus Mandarin voles (*Microtus mandarinus*) for different odor sources of anesthetized conspecific individuals, including males sniffing anesthetized males and females as well females sniffing anesthetized males and females. Results showed that Mandarin voles displayed a greater number of investigations for anogenital region (A-R) and face than for any other body part ( $P < 0.05$ ); Sniffing frequency and duration was lower in the regions of back, venter, and flank. Sniffing frequency for the same region of males to males, females to females, females to males was higher than that of males to females ( $P < 0.05$ ); Sniffing duration for the same region of gender arranging in pairs had no significant influence, but odor sources and gender arranging in pairs had interaction which influenced investigating behavior ( $P < 0.05$ ). These results indicate that A-R and face are important regions for the voles producing individual odor information. Although gender difference for the voles investigating the same odor

\* 国家自然科学基金资助项目(No. 30200026);

\*\* 通讯作者, E-mail: taifadao@snnu.edu.cn;

第一作者简介 王建礼,男,28岁,硕士研究生;主要从事动物行为学和解剖生理学研究。

收稿日期:2003-10-06,修回日期:2004-04-10

source was found, yet not all investigations of heterosexual individuals are more than those of homosexual individuals in the anoestrus period.

**Key words:** Mandarin voles; Odor sources; Social investigating behavior

嗅觉通讯在啮齿动物的社会通讯中具有重要作用,种内的气味信号影响动物的社会探究、空间行为、婚配行为和社会识别等<sup>[1]</sup>。动物的个体气味主要来源于尿、粪便和皮肤特化腺体的分泌物,它可携带有关种属、性别及个体特征的信息<sup>[2]</sup>。两个体相遇时,彼此通过探究身体气味识别对方身份、社会等级、繁殖状况、身体状况、熟悉程度和亲缘关系等<sup>[2,3]</sup>。鉴于气味识别在鼠类行为中的重要作用,对鼠类气味源的研究,有助于揭示鼠类嗅觉识别的内在机制。由于环境条件、地理分布的影响,不同种类的田鼠对气味的辨别具有差异<sup>[4]</sup>,在多种气味源中,特化皮肤腺的位置和形态结构在种间的差异最大,其皮脂腺和汗腺最能体现种的特异性<sup>[5]</sup>。棕色田鼠(*Microtus mandarinus*)的婚配制度为单配制,具有典型的社会组织<sup>[6]</sup>,其社会探究的行为序已有研究<sup>[7]</sup>。但在社会探究中对同种个体气味源的反应格局尚不清楚。麻醉鼠身上具有正常个体的气味,并且身体不同部位释放的气味对正常个体有不同的作用<sup>[8-10]</sup>。本实验采用麻醉的棕色田鼠作为身体气味的载体,比较了雌、雄棕色田鼠对同种个体不同气味源探究行为的差异。

## 1 材料与方 法

**1.1 材料** 棕色田鼠,捕自河南省灵宝市郊区农田。实验个体皆为成体(28~32 g),单笼饲养于陕西师范大学动物饲养房,塑料饲养笼(0.4 m×0.28 m×0.15 m),木屑做垫料。室温(23±1)℃,光照周期 12L:12D(光照时间:07:00~19:00时),食物、饮水充足。

**1.2 方法** 为了减少发情等繁殖行为对探究行为的影响,本实验以非动情期的成年鼠进行实验,选择睾丸没有下降的雄鼠和阴道口关闭或开口较小的雌鼠作为实验个体。被测个体与提供气味源的个体彼此都是没有亲缘关系的陌

生鼠。陌生的棕色田鼠间会发生攻击行为影响气味源的探究,故先将提供气味源的个体称重、麻醉(腹腔注射 2%的戊巴比妥钠,40 mg/kg),15 min 后放入被测个体的饲养笼中。每只实验个体只用一次。实验分为 4 组(每组 14 只,被测个体 7 只,提供气味源的个体 7 只),即 4 个性别组合:(1)雄鼠对麻醉雄鼠的探究(雄-雄);(2)雄鼠对麻醉雌鼠的探究(雄-雌);(3)雌鼠对麻醉雌鼠的探究(雌-雌);(4)雌鼠对麻醉雄鼠的探究(雌-雄)。用连接监测器的电视进行行为观察,利用装有行为分析软件 OBS 3.0(荷兰 NOLDUS 公司)的计算机记录 10 min 内被测个体对麻醉鼠探究行为发生的频次和持续时间。主要记录被测个体对麻醉鼠面部(face)、背部(back)、肋部(flank)、腹部(venter)和肛殖区(anogenital region A-R)的嗅闻频次和持续时间。

**1.3 统计分析** 通过 SPSS 10.0 进行数据处理,对数据进行 One-Sample K-S 检验, $P > 0.05$ ,符合正态分布。采用 Two-Way ANOVA 进行方差分析,在  $P < 0.05$  时,选择 Post-Hoc 检验中 LSD 显著性检验法进行多重比较。

## 2 结 果

**2.1 气味源和性别组合对棕色田鼠探究行为的影响** 表 1、2 表明,气味源对棕色田鼠的探究频次和持续时间有显著影响( $P < 0.05$ );性别组合对棕色田鼠同一部位的探究频次有显著影响( $P < 0.05$ ),对探究的持续时间没有显著影响( $P > 0.05$ );在探究的持续时间上,气味源与性别组合具有交互作用( $P < 0.05$ )。

### 2.2 气味源之间及性别组合之间的多重比较

不同气味源之间的多重比较结果表明(表 3),棕色田鼠对肛殖区、面部(主要集中在口、鼻、下颌部)的嗅闻频次和持续时间显著地多于对背部、腹部和肋部的嗅闻( $P < 0.05$ );对肛殖区的嗅闻频次和持续时间显著高于对面部的嗅

闻( $P < 0.05$ )。对背部、腹部和肋部的嗅闻没有显著性差异。不同性别组合对棕色田鼠同一部位探究频次的多重比较结果显示(表 3),雄

鼠对雄鼠的嗅闻、雌鼠对雄鼠的嗅闻以及雌鼠对雌鼠的嗅闻都显著多于雄鼠对雌鼠的嗅闻( $P < 0.05$ )。

表 1 棕色田鼠对不同气味源探究频次和持续时间( $\bar{X} \pm SE, n = 7$ )

		肛殖区	面部	背部	腹部	肋部
雄-雄	<i>f</i>	7.00 ± 1.48	8.43 ± 1.19	4.29 ± 0.92	2.29 ± 0.97	2.00 ± 0.85
	<i>t</i>	77.0 ± 20.03	87.20 ± 15.53	26.57 ± 6.43	19.41 ± 13.61	21.86 ± 11.37
雄-雌	<i>f</i>	7.43 ± 1.09	3.71 ± 0.75	2.43 ± 0.81	1.57 ± 0.30	1.71 ± 0.36
	<i>t</i>	104.00 ± 20.07	17.86 ± 6.03	12.86 ± 4.74	6.86 ± 2.20	5.71 ± 2.09
雌-雌	<i>f</i>	11.29 ± 1.90	6.71 ± 1.02	3.00 ± 0.87	2.43 ± 0.57	2.57 ± 0.69
	<i>t</i>	143.86 ± 19.77	42.57 ± 2.93	14.71 ± 4.89	7.71 ± 1.41	14.00 ± 3.72
雌-雄	<i>f</i>	8.86 ± 1.20	7.57 ± 1.34	4.43 ± 1.25	2.29 ± 0.52	4.00 ± 1.50
	<i>t</i>	112.86 ± 23.19	82.57 ± 21.01	33.43 ± 11.38	6.57 ± 2.78	10.86 ± 3.99

*f*: 频次; *t*: 持续时间(s); 下表同

表 2 棕色田鼠探究频次和持续时间的方差分析表

变异来源		平方和	自由度	均方	<i>F</i>
气味源	<i>f</i>	885.043	4	221.261	28.41*
	<i>t</i>	197 179.786	4	49 294.946	46.313*
性别组合	<i>f</i>	89.457	3	29.819	3.829*
	<i>t</i>	8 241.771	3	2 747.257	2.581
气味源 × 性别组合	<i>f</i>	122.329	12	10.194	1.309
	<i>t</i>	34 662.729	12	2 888.561	2.714*
误差	<i>f</i>	934.571	120	7.788	
	<i>t</i>	127 726.000	120	1 064.383	
总变异	<i>f</i>	2 031.400	139		
	<i>t</i>	367 810.286	139		

\*  $P < 0.05$

表 3 棕色田鼠不同气味源之间及不同性别组合之间的多重比较( $\bar{X} \pm SD$ )

气味源	<i>f</i>	<i>t</i>	性别组合	<i>f</i>	<i>t</i>
肛殖区	8.64 ± 4.00 <sup>a</sup>	109.43 ± 57.33 <sup>a</sup>	雄-雄	4.80 ± 3.77 <sup>a</sup>	46.43 ± 46.09
面部	6.61 ± 3.28 <sup>b</sup>	57.57 ± 44.61 <sup>b</sup>	雄-雌	3.37 ± 2.83 <sup>b</sup>	29.46 ± 45.06
背部	3.54 ± 2.59 <sup>c</sup>	21.89 ± 20.31 <sup>c</sup>	雌-雌	5.20 ± 4.44 <sup>a</sup>	44.57 ± 56.82
腹部	2.14 ± 1.63 <sup>c</sup>	10.14 ± 18.46 <sup>c</sup>	雌-雄	5.42 ± 3.88 <sup>a</sup>	49.26 ± 56.48
肋部	2.57 ± 2.52 <sup>c</sup>	13.11 ± 17.05 <sup>c</sup>			

每列平均数有不同上标字母者有显著性差异;  $P < 0.05$

### 3 讨论

3.1 气味源对棕色田鼠探究行为的影响 哺乳动物的信息素是在泌尿系统的排泄过程、消化系统的排遗过程和体表皮肤腺的分泌过程中产生的。释放的气味信号间接来源于阴道分泌物、尿液、粪便、唾液、精液及胚胎液等,直接来源于体表各部位的特化皮肤腺分泌物。由于物种不同,气味源的功能存在一些差异,即使是同

种个体,不同气味源所起的作用也不同。草甸田鼠(*Microtus pennsylvanicus*)身体不同部位产生的气味信号(包括尿液、粪便、唾液、背部、胸部、肛殖区的气味等)的功能不同<sup>[1]</sup>。金色中仓鼠(*Mesocricetus auratus*)无明显的包皮腺,其粪便、阴道分泌物和哈德尔氏腺分泌物的气味不能用于区别同种个体,尿液和体后侧腺分泌物却带有个体特征<sup>[11]</sup>。在棕色田鼠对麻醉鼠的社会探究中,气味源有显著影响(表 2)。嗅闻肛殖

区是最重要的行为,其次是嗅闻面部。对肛殖区、面部(尤其是口鼻部)的嗅闻显著高于其它部位的嗅闻(表3)。可能在棕色田鼠社会探究中这两个区域起关键作用。肛殖区是重要的气味源,尿液、粪便和阴道分泌物皆由此产生。包皮腺位于肛殖区内,其分泌物在鼠类尿液中对吸引异性有重要作用<sup>[12,13]</sup>。而且哺乳动物身体气味携带的信息不仅与‘性’有关,还与年龄结构、个体身份、繁殖状况、社会地位、健康状况等有关<sup>[14,15]</sup>。如此多的信息,不可能只集中于肛殖区,还可能存在于其它部位。对面部、腹部、背部、肋部等多部位气味的探究有利于田鼠的准确识别。面部尤其是唇部、鼻腔及口腔内的气味可能在棕色田鼠的气味通讯中有重要作用。雌性坎氏毛足鼠(*Phodopus campbelli*)口中的气味在产后的动情期有吸引雄性的作用<sup>[16]</sup>。同种之间还可通过口鼻部的呼吸感知对方的健康状况<sup>[15]</sup>。雌性金色中仓鼠肋腺的分泌物能够被雄性所识别,它对于雄性辨别雌性是必要的,然而,头部和阴道分泌物却不足以被雄性所识别<sup>[17]</sup>;雄性大仓鼠(*Cricetulus triton*)的肋腺与腹中腺被去掉后,则失去了对动情期雌性的吸引力<sup>[18]</sup>。雌性坎氏毛足鼠腹中腺的气味在分娩前的几天中能够吸引雄鼠<sup>[16]</sup>。棕色田鼠无论雌、雄对同种个体背部、肋部、腹部气味的探究较少,这些部位的气味虽在个体识别中不起主要作用,但却是身体气味信息的组成部分。

### 3.2 性别组合对棕色田鼠探究行为的影响

大量实验表明,异性之间的探究多表现为喜好行为,同性之间多表现为攻击行为。异性个体的气味源较同性个体的气味源更具吸引力。布氏田鼠(*Microtus brandti*)、林姬鼠(*Podemus speciosus*)、金色中仓鼠等对异性气味源的嗅闻明显多于同性。棕色田鼠也有这一规律,并且雌性花更多的时间防御和追赶雄性,而雄性逃离和社会探究的频次与时间都比雌性多<sup>[19]</sup>。在本实验中,性别组合对于被测个体探究同一气味源的持续时间没有显著影响,但性别组合与气味源存在交互作用(表2)。说明棕色田鼠在对同种个体气味的探究中,性别组合对其探

究肛殖区、面部、背部、肋部、腹部的影响不同。在探究频次上,雄鼠对雄鼠的嗅闻、雌鼠对雄鼠的嗅闻以及雌鼠对雌鼠的嗅闻都显著多于雄鼠对雌鼠的嗅闻;雌鼠对雄鼠的嗅闻与雄鼠对雄鼠的嗅闻、雌鼠对雌鼠的嗅闻相比没有显著性差异(表3)。这种结果一方面说明被测个体虽处于非动情状态,但不能排除雌、雄鼠体内性激素对其探究的影响,而且气味释放者的性别也影响其探究;另一方面说明异性间气味的探究并不总是高于同性间气味的探究。这种结果的产生可能与以下原因有关:气味释放者处于麻醉状态,对被测个体的嗅闻没有回应能力;被测个体与气味释放者均处于非动情状态,因为动物体内的性激素水平直接影响气味信号对异性的吸引。雌鼠的繁殖状况会影响其释放的通讯信号及对同种个体信号的反应。据报道金色中仓鼠阴道释放分泌物的能力与雌鼠的内分泌状况有关<sup>[20]</sup>。动情的雌性草甸田鼠释放的气味信号较非动情的雌性更具吸引力,并表现出对雄性的偏好<sup>[21]</sup>。在非繁殖期,草甸田鼠偏好同性的气味<sup>[22]</sup>,而雄性麻省田鼠(*Microtus breweri*)对两性气味不表现出偏好,雌性麻省田鼠偏好同性的气味<sup>[4]</sup>。

不同种属的动物在对同种个体探究模式上的差异,说明了气味通讯的复杂性。鼠类往往利用多个气味源进行种内辨别。尽管肛殖区和面部是棕色田鼠探究的主要取向,但又不局限于这两个区域。棕色田鼠绝大部分时间生活在地下洞道内,视觉的通讯作用较小<sup>[6,23]</sup>。与其它啮齿动物相比,嗅觉在其通讯中的作用更为突出。这也可能是其对同种个体探究模式、获取个体信息途径呈现出多样性的原因之一。单配制的鼠类比多配制鼠类在一些社会行为上表现得更为精细<sup>[24,25]</sup>,棕色田鼠属于单配制,其嗅闻模式的多样性是否与婚配制度有关,释放的气味是否较多配制的田鼠更为复杂,以及不同气味源释放气味的具体功能都有待于进一步研究。

### 参 考 文 献

[1] Ferkin M H, Johnston R E. Meadow voles (*Microtus*

- pennsylvanicus*) use multiple sources of scent for sex recognition. *Anim Behav*, 1995, **49**: 37 ~ 77.
- [ 2 ] Halpin Z T. Individual odors among mammals: origins and function. *Adv Study Behav*, 1986, **16**: 40 ~ 70.
- [ 3 ] 张立, 孙儒泳, 房继明. 雄性布氏田鼠对不同熟悉程度和动情状态下雌鼠气味的辨别. *动物学报*, 2002, **48**(1): 27 ~ 34.
- [ 4 ] Ferkin M H. Odor selections of island beach voles (*Microtus breweri*) during their non-breeding seasons. *J Mammal*, 1990, **71**(3): 397 ~ 401.
- [ 5 ] Müller-Schwarze D. Scent gland in mammals and their functions. In: Eisenberg J F, Kleiman D G, eds. *Advances in the Study of Mammalian Behavior. Special Publications. No. 7.* [s.l.]: Lawrence, KS, USA. American Society of Mammalogist, 1983, 147 ~ 197.
- [ 6 ] 邵发道, 王廷正. 棕色田鼠洞群内社会组织. *兽类学报*, 2001, **21**(1): 50 ~ 56.
- [ 7 ] 邵发道, 王廷正, 赵亚军. 棕色田鼠的行为成分及行为序. 见: 中国动物学会编. *中国动物科学研究*. 北京: 中国林业出版社, 1999.
- [ 8 ] Johnston R E, Rasmussen K. Individual recognition of female hamsters by males: role of chemical cues and of the olfactory and vomeronasal systems. *Physiol Behav*, 1984, **33**(1): 95 ~ 104.
- [ 9 ] Yamada K, Wada E, Wada K. Female gastrin-releasing peptide receptor (GRP-R) deficient mice exhibit altered social preference for male conspecifics: implications for GRP/GRP-R modulation of GABAergic function. *Brain Res*, 2001, **894**: 281 ~ 287.
- [ 10 ] Kiyokawa Y, Kikusui T, Takeuchi Y, et al. Alarm pheromones with different functions are released from different regions of the body surface of male rats. *Chem Senses*, 2004, **29**(1): 35 ~ 40.
- [ 11 ] Johnston R E. Mechanisms of individual discrimination in hamsters. In: Müller-Schwarze D, Silverstein R M, eds. *Chemical Signals in Vertebrates*. New York: Plenum, 1983, 2 452 ~ 2 458.
- [ 12 ] Gawienowski A M. Chemical attractants of the rat preputial gland. In: Müller-Schwarze D, Mozei M M, eds. *Chemical Signals in Vertebrates*. New York and London: Plenum Press, 1977, 45 ~ 59.
- [ 13 ] Vandenberg J G. Pheromones and mammalian reproduction. In: Knoble, Neil J D, eds. *The Physiology of Reproduction*, 2nd edition. New York: Raven Press, 1994, 343 ~ 359.
- [ 14 ] Brown R E. Mammalian social odors. *Adv Study Behav*, 1979, **10**: 103.
- [ 15 ] Liddell K. Smell as a diagnostic marker. *Postgrad Med J*, 1976, **52**(605): 136 ~ 138.
- [ 16 ] Lai S C, Vasilieva N Y, Johnston R E. Odors providing sexual information in Djungarian hamsters: evidence for an across odor code. *Horm Behav*, 1996, **30**: 26 ~ 36.
- [ 17 ] Johnston R E, Rasmussen K. Individual recognition of female hamsters by males: role of chemical cues and of the olfactory and vomeronasal systems. *Physiol Behav*, 1984, **33**(1): 95 ~ 104.
- [ 18 ] Zhang J X, Zhang Z B, Wang Z W. Scent, social status and reproductive condition in rat-like hamsters (*Cricetulus triton*). *Physiol Behav*, 2001, **74**(4-5): 415 ~ 420.
- [ 19 ] 邵发道, 王廷正. 野生成年棕色田鼠社会行为研究. *陕西师范大学学报*, 2000, **28**(2): 76 ~ 82.
- [ 20 ] Macrides F, Singer A G, Clancy A N, et al. Male hamster investigatory and copulatory responses to vaginal discharge: relationship to the endocrine status of females. *Physiol Behav*, 1984, **33**(4): 633 ~ 637.
- [ 21 ] Ferkin M H, Johnston R E. Effects of pregnancy, lactation and postpartum estrus on odor signals and the attraction to odors in female meadow voles, *Microtus pennsylvanicus*. *Anim Behav*, 1995, **49**: 1 211 ~ 1 217.
- [ 22 ] Ferkin M H, Seamon J O. Odor preference and social behavior in meadow voles (*Microtus pennsylvanicus*): Seasonal differences. *Can J Zool*, 1987, **65**: 2 931 ~ 2 937.
- [ 23 ] 李晓晨, 冯武鸣, 朱晓琼. 棕色田鼠的行为学研究. *陕西师范大学学报*, 1995, **23**(4): 71 ~ 75.
- [ 24 ] Pierce J D, Dewsbury D A. Female preference for unmated versus mated males in two species of voles (*Microtus ochrogaster* and *Microtus montanus*). *J Camp Psychol*, 1991, **105**(2): 165 ~ 171.
- [ 25 ] Trivers R L. Parent offspring conflict. *Amer Zool*, 1972, **14**: 249 ~ 264.