

# 哺乳期棕色田鼠对配偶的识别记忆

王建礼<sup>①②</sup> 邰发道<sup>①\*</sup> 安书成<sup>①</sup>

(<sup>①</sup>陕西师范大学生命科学学院 西安 710062; <sup>②</sup>西北第二民族学院生命科学系 银川 750021)

**摘要:** 观察了分娩后哺乳雌性棕色田鼠 (*Microtus mandarinus*) 与配偶分离 7 d、14 d、21 d 后对配偶与陌生雄鼠的行为反应。结果发现,在频次和持续时间上,与配偶分离 7 d、14 d、21 d 的雌鼠对配偶的攻击行为显著低于陌生雄鼠 ( $P < 0.05$ );对配偶的嗅闻及友善行为显著高于陌生雄鼠 ( $P < 0.05$ )。处于哺乳前、中、后期不同阶段的雌鼠对陌生雄鼠攻击水平没有显著性差异 ( $P > 0.05$ )。这些结果说明,在整个哺乳期,雌鼠能够识别配偶,对配偶的记忆不因分离时间的增加而减弱,而且对陌生鼠的攻击水平不会因哺乳阶段的变化而变化,维持高水平的攻击可能与其较强的母性行为有关。

**关键词:** 棕色田鼠; 识别记忆; 配偶; 哺乳期; 攻击

中图分类号: Q958.12 文献标识码: A 文章编号: 0250-3263(2005)06-25-05

## Recognition Memory for Mate in Lactating Mandarin Voles

WANG Jian-Li<sup>①②</sup> TAI Fa-Dao<sup>①</sup> AN Shu-Cheng<sup>①</sup>

(<sup>①</sup> College of Life Sciences, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062;

<sup>②</sup> Department of Life Sciences, The Second Northwest University for Nationalities, Yinchuan 750021, China)

**Abstract:** In a resident-intruder test, behavior response of lactating Mandarin Voles (*Microtus mandarinus*) to strange males and their mates were observed after they were separated from their mates for 7 days, 14 days and 21 days since parturition. Manifested by frequency and duration, lactating females showed a less aggressive behavior to mates than to strange males ( $P < 0.05$ ), in contrast, lactating females showed more amicability behavior and sniffing behavior to mates than to strange males ( $P < 0.05$ ). Aggression level had no significantly difference during early, middle and late lactating periods. These results suggest that Mandarin Vole females were capable of forming selective mate recognition and stranger-directed aggression during the whole lactating period. Although females were in different lactating phase, their aggression level to strangers had no obvious change, which may be related with their strong maternal behavior.

**Key words:** Mandarin Voles (*Microtus mandarinus*); Recognition memory; Mates; Lactating period; Aggression

棕色田鼠 (*Microtus mandarinus*) 是一种单配制鼠<sup>[1~3]</sup>, 配偶选择实验表明, 无论雌、雄棕色田鼠, 对配偶的社会探究、喜好及交配行为都显著多于陌生异性鼠, 对陌生鼠的排斥和攻击行为显著多于配偶<sup>[3]</sup>。说明棕色田鼠能够特异性地选择配偶。但单配制鼠较多配制鼠有较强的社会识别能力<sup>[4]</sup>, 不仅表现在配偶选择上, 更表现在对配偶识别记忆的持续时间上。棕色田鼠是否能保持对配偶较长时间的识别记忆尚不清

楚。许多啮齿动物存在产后动情, 但在哺乳期, 雌鼠对陌生雄鼠并不表现出喜好行为, 相反, 雌鼠为保护幼仔而对闯入其领域的陌生鼠表现出攻击行为, 即母性攻击。母性攻击可以增加幼

基金项目 国家自然科学基金 (No. 30200026);

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

第一作者介绍 王建礼, 男, 讲师; 主要从事动物行为学和解剖生理学研究; E-mail: wang\_jianli@163.com

收稿日期: 2005-04-11, 修回日期: 2005-09-08

仔的存活率,提高母性适合度,是哺乳动物的一种保守行为<sup>[5]</sup>。本实验以哺乳期的雌性棕色田鼠对不同分离时间的配偶和陌生雄鼠的行为反应作为识别指标,探讨了雌鼠对配偶的识别记忆。

## 1 材料与方法

**1.1 材料** 棕色田鼠,捕自河南省灵宝市农作区(东经 111°21',北纬 34°41',海拔 650 m)。前后捕得 96 只,共配成 31 对,其他皆单独饲养,实验用鼠皆为成体(28~32 g),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),锯木屑做垫料。饲养房控制温度在(23±1)°C,光照周期 12L:12D(光周期 07:00~19:00 时),食物、饮水充足。

**1.2 方法** 不同洞口捕获的成体雌、雄鼠配对。棕色田鼠的妊娠期平均为 21 d 左右。在配对 20 d 后,每天早晚两次进行检查,观察是否产仔。将分娩之日记为产后 0 d(P0),自雌鼠产后 0 d 起将雄鼠分离并单独饲养。棕色田鼠的哺乳期为 22 d,按产后与雄鼠分离的时间长短,将雌鼠分为 3 组:(1)分离 1 周组( $n=10$ ),雄鼠在雌鼠产后 0 d(P0)分离,于第 7 d(P7)进行实验;(2)分离 2 周组( $n=8$ ),雄鼠在雌鼠产后 0 d(P0)分离,于第 14 d(P14)进行实验;(3)分离 3 周组( $n=8$ ),雄鼠在雌鼠产后 0 d(P0)分离,于哺乳期末,第 21 d(P21)进行实验。实验时,将雄鼠放入雌鼠笼中,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)的计算机记录雌鼠 10 min 内行为发生的频次和持续时间。对实验小鼠、橙腹田鼠(*Microtus ochrogaster*)与金色中仓鼠(*Mesocricetus auratus*)的研究表明,实验前取出幼仔并不影响母性攻击的表达<sup>[6]</sup>,故行为观察前,将幼仔自笼中取出。对照组:每一实验组的行为实验结束后,取出配偶,将一单独饲养的陌生雄鼠放入雌鼠笼中,观察雌鼠的反应,组号分别记为 C7、C14 和 C21。

**1.3 行为变量** 攻击(aggression),咬抓撕打;嗅闻(sniffle),嗅对方鼻子、身体或肛殖区。友

善(amicability),两者共巢、蹲在一起或互饰。

**1.4 统计分析** 数据通过 SPSS 10.0 进行统计,采用两相关样本的 Wilcoxon 检验比较雌鼠对配偶和陌生鼠的行为反应,采用多独立样本 Kruskal-Wallis 检验比较不同哺乳期雌鼠对陌生雄鼠的攻击行为。数据结果用平均值±标准差(Mean±SD)表示。

## 2 结果与讨论

雌鼠产后与配偶分离 7 d、14 d 及 21 d 后,再次与配偶相遇时,P7、P14 和 P21 组分别与 C7、C14 和 C21 组相比,从行为发生的频次上和持续时间上看,雌鼠对配偶的嗅闻行为及友善行为明显高于对陌生雄鼠的嗅闻行为和友善行为( $P<0.05$ ),而对陌生雄鼠的攻击行为明显高于对配偶的攻击行为( $P<0.05$ ) (表 1)。哺乳前期(C7)、中期(C14)和后期(C21),雌鼠对陌生雄鼠攻击的频次与持续时间没有显著性差异( $P>0.05$ ) (表 2)。

本实验中,雌鼠分娩当日,与配偶分离 7 d、14 d 和 21 d 后,雌鼠对配偶的嗅闻行为、友善行为均多于入侵的陌生雄鼠,而对配偶的攻击行为显著低于陌生雄鼠。这些结果说明分娩后的雌性棕色田鼠即使与配偶分离 7 d、14 d、21 d 后,仍然保持了对配偶的识别记忆与偏好,在哺乳期内完全能够识别配偶,而且雌鼠对配偶的识别记忆不会因与配偶分离时间的增加而下降。

交配后的长爪沙鼠(*Meriones unguiculatus*)花更多的时间探究同伴的气味,配偶尿的气味能够被识别,这种识别有助于亲密行为的发生和攻击行为的减少,对长爪沙鼠配对关系的维持有重要意义<sup>[7]</sup>。雌性小鼠、橙腹田鼠和草地田鼠(*Microtus pennsylvanicus*)交配后可以形成对配偶信息素的特异性记忆<sup>[8-10]</sup>。本实验是在雌鼠分娩后进行的,此前,雌鼠与雄鼠的交配可能对雌鼠记住雄鼠的气味有重要影响。而且与配偶的长期共居(自配对至分娩之日),有助于增强雌、雄鼠的配对关系<sup>[9]</sup>。嗅舔、交配、分娩以及哺乳时幼仔对雌鼠乳头的刺激能够引起催产

素释放水平的变化。催产素是社会识别的一个内分泌基础,它的释放也有助于促进雌、雄鼠配对关系的形成和雌鼠对雄鼠的社会识别<sup>[11,12]</sup>。以雌鼠对麻醉的配偶鼠与麻醉的陌生雄鼠的选择倾向为识别指标发现,分娩后哺乳的欧鼯(*Clethrionomys glareolus*)对配偶的嗅觉记忆可以延续到幼仔断奶时间,但在哺乳早期,雌性欧鼯与幼仔分开以后,对配偶的记忆能力只能保持72 h,表明雌鼠的配偶识别能力与幼仔对乳头的刺激有关<sup>[13]</sup>,对配偶记忆的持续时间依赖于雌鼠的生理状态。同时,幼仔的气味也有助于雌鼠维持对配偶的记忆。哺乳雌鼠对配偶的偏

好可能因为性伴侣的气味在遗传上与它们的后代接近,因为遗传因素决定动物的个体气味<sup>[14, 15]</sup>。哺乳期的欧鼯去除嗅球后,对配偶的选择倾向消失<sup>[13]</sup>,说明雌鼠在形成配偶的记忆后,可能借助对亲仔的气味熟悉来维持对配偶气味的记忆。单配制鼠具有很强的育幼行为,而多配制鼠的育幼行为较差<sup>[16]</sup>。两种婚配制度的鼠在育幼行为上的差异也可能影响配对关系和配偶识别。本实验中,尽管雌鼠分娩后与雄鼠分开,但与雄鼠共居、交配、雌鼠对幼鼠哺乳以及幼鼠的气味等因素使哺乳雌鼠形成并维持了对配偶的长时间记忆。

表 1 哺乳期棕色田鼠对不同分离时间的配偶与陌生雄鼠的行为

Table 1 Behavior response of lactating Mandarin Voles to strange males and their mates that were separated for different days( $\bar{X} \pm SD$ )

		配偶 Mates	陌生雄鼠 Strange males	Wilcoxon 检验	
P7 (n = 10)	嗅闻 Sniffle	f t	8.4 ± 4.8* 73.3 ± 41.9*	1.6 ± 1.8 14.3 ± 28.4	0.007 0.012
	攻击 Aggression	f t	0.4 ± 0.7* 1.1 ± 2.1*	10.8 ± 4.5 137.9 ± 104.3	0.005 0.005
	友善 Amicability	f t	4.8 ± 3.6* 150.3 ± 114.7*	0.3 ± 0.7 1.2 ± 2.7	0.005 0.005
	嗅闻 Sniffle	f t	8.6 ± 4.2* 54.5 ± 37.5*	2.1 ± 1.9 4.75 ± 4.62	0.028 0.017
	攻击 Aggression	f t	0.38 ± 0.74* 1.3 ± 2.23*	10.5 ± 5.04 71.87 ± 43.3	0.012 0.012
	友善 Amicability	f t	6.6 ± 2.7* 153.15 ± 123.6*	0.25 ± 0.5 1.9 ± 3.6	0.012 0.012
P21 (n = 8)	嗅闻 Sniffle	f t	6.3 ± 4.5* 68.6 ± 58.2	1.6 ± 2.3 9.1 ± 14.0	0.049 0.050
	攻击 Aggression	f t	0.4 ± 0.5* 1.9 ± 2.6*	13.9 ± 8.6 132.6 ± 106.2	0.012 0.012
	友善 Amicability	f t	5.4 ± 2.9* 164.4 ± 128.1*	0.4 ± 0.7 2.1 ± 4.2	0.018 0.012

f: 频次; t: 持续时间(s); \*  $P < 0.05$ 。

f: Frequency; t: Duration(s)。

表 2 哺乳前、中和后期的棕色田鼠对陌生雄鼠攻击行为的比较

Table 2 Comparison of aggressive behavior during early, middle and late lactating periods to strange males ( $\bar{X} \pm SD$ )

	C7 (n = 10)	C14 (n = 8)	C21 (n = 8)	Kruskal-Wallis 检验
f	10.8 ± 4.5	10.5 ± 5.04	13.9 ± 8.6	0.701 ns
t	137.9 ± 104.3	71.87 ± 43.3	132.6 ± 106.2	0.432 ns

f: 频次; t: 持续时间(s); ns: 差异不显著。

f: Frequency; t: Duration(s); ns: no significance.

配偶识别是维持长期配对关系的基本因素<sup>[17]</sup>。单配制的雌性橙腹田鼠对交配后的雄鼠表现出喜好行为,与雄鼠分开 2 周后,雌鼠仍能识别与其交配的雄鼠,而多配制的山地田鼠 (*Microtus montanus*) 无此能力<sup>[18]</sup>。本实验中单配制的棕色田鼠分娩后也保持了对配偶的长时记忆。但对多配制哺乳期欧鼯的气味选择实验发现,雌性欧鼯对配偶气味从嗅闻持续时间和嗅闻频次上具有明显的选择倾向<sup>[13]</sup>。多配制的小鼠交配后对雄鼠的记忆可以保持 1 个月左右<sup>[19]</sup>,这些实验结果说明,尽管雌鼠对配偶的记忆与婚配制度有关,但也可能有种属差异的原因。由于雄鼠与单个雌性保持稳定的配偶关系可以提高繁殖的成功率<sup>[20]</sup>,因此,这也可能是进化上一些多配制鼠对熟悉鼠保持偏好的一个原因。本实验中棕色田鼠对配偶的记忆至少可保持到哺乳期末(21 d)。如果棕色田鼠对交配雄鼠的记忆也能保持 1 个月左右,则从交配之日起,包括妊娠期和哺乳期,雌鼠对配偶的记忆至少保持 40 多天。

雌性鼠对配偶的性忠诚和对配偶形成的选择性识别是单配制鼠的典型特征。橙腹田鼠建立起交配关系后,会表现出很强的性忠诚<sup>[21]</sup>,而且雌性鼠丧失配偶后很难再建立起新的配偶关系<sup>[22]</sup>。在棕色田鼠的择偶行为实验中,两性都表现出对熟悉异性或配偶的性忠诚性<sup>[3]</sup>。棕色田鼠尽管存在产后动情,但与雄鼠分离 21 d 后对配偶仍表现出喜好行为,对陌生雄鼠表现为攻击行为,这是对配偶性忠诚的一个表现,体现出单配制的特征。

有研究表明,大鼠的母性攻击在妊娠的后半期出现,于分娩前后达到高峰,在哺乳的过程中下降。哺乳期第一周的大鼠对雄性入侵者的攻击性更强<sup>[23]</sup>。在哺乳早期,母性攻击可能主要由妊娠激素的延续性效应、哺育幼仔时腹部的感觉输入等维持,在哺乳中、后期,这些效应减弱后,母性攻击更依赖于嗅觉信息<sup>[24, 25]</sup>。雌性橙腹田鼠与雄鼠共居的社会经验能够增强其攻击行为,而卵巢激素和妊娠以及交配对于诱发攻击行为都不是基本因素<sup>[26]</sup>。本实验中,

C7、C14、C21 组之间相比,发现哺乳前、中和后期的雌性棕色田鼠对陌生雄鼠的攻击行为没有显著性差异。说明在整个哺乳期,雌鼠对陌生雄鼠都保持了很强的攻击性,对哺乳前、中和后期的雌鼠而言,虽然体内激素水平发生了变化,但陌生鼠的气味信息仍能激发其很高的攻击行为。而且雌鼠分娩前与雄鼠共居时间超过 20 d,这种共居经验也可能增强了雌鼠的攻击性。棕色田鼠每窝产仔数较少,只有 2~6 只,整个哺乳期雌鼠维持对陌生鼠高水平的攻击性很可能与其较强的母性行为有关。

## 参 考 文 献

- [ 1 ] Tai F D, Wang T Z, Zhao Y J. Kin recognition and inbreeding avoidance in Mandarin Voles (*Microtus mandarinus*). *Can J Zool*, 2000, **78**: 2119 ~ 2125.
- [ 2 ] 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.
- [ 3 ] 邵发道, 王廷正, 赵亚军. 棕色田鼠的配偶选择和相关特征. 动物学报, 2001, **47**(3): 266 ~ 273.
- [ 4 ] Carter C S, Devries A C, Gez L L. Physiological substrates of mammalian monogamy. The Prairie Vole model. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 1995, **19**(2): 303 ~ 314.
- [ 5 ] Wolff J O. Maternal aggression as a different to infanticide in *Peromyscus leucopus* and *P. maniculatus*. *Anim Behav*, 1985, **33**: 117 ~ 123.
- [ 6 ] Gammie S C, Olaghre-da Silva U B, Nelson R J. 3-bromo-7-nitroindazole, a neuronal nitric oxide synthase inhibitor, impairs maternal aggression and citrulline immunoreactivity in Prairie Voles. *Brain Res*, 2000, **870**: 80 ~ 86.
- [ 7 ] Brown R E, Hauschild M, Holman S D, et al. Mate recognition by urine odors in the Mongolian gerbil (*Meriones unguiculatus*). *Behav Neural Biol*, 1988, **49**(2): 174 ~ 183.
- [ 8 ] Williams J R, Catania K C, Carter C S. Development of partner preference in female Prairie Voles (*Microtus ochrogaster*), the role of social and sexual experience. *Horm Behav*, 1992, **26**: 339 ~ 349.
- [ 9 ] Winslow J T, Hastings T, Carter C S, et al. A role for central vasopressin in pair bonding in monogamous Prairie Voles. *Nature*, 1993, **365**: 545 ~ 548.
- [ 10 ] Parker K J, Phillips K M, Lee T M. Development of selective partner preferences in captive male and female Meadow Voles *Microtus pennsylvanicus*. *Animal Behaviour*, 2001, **61**: 1217 ~ 1226.
- [ 11 ] Insel T R, Hulihan T J. A gender-specific mechanism for pair

- bonding, oxytocin and partner preference formation in Monogamous Voles. *Behav Neurosci* ,1995 **109** :782 ~ 789.
- [ 12 ] Engelmann M ,Wojtak C T ,Neumann I , et al . Behavioral consequences of intracerebral vasopressin and oxytocin ,focus on learning and memory. *Neurosci Biobehav Rev* ,1996 **20** :341 ~ 358.
- [ 13 ] Kruczek M. Female Bank Vole ( *Clethrionomys glareolus* ) recognition preference for the stud male. *Behav Proc* ,1998 , **43** :229 ~ 237.
- [ 14 ] Yamaguchi M ,Yamazaki K ,Beauchamp G K ,et al . Distinctive urinary odors governed by the major histocompatibility locus of the mouse. *Immunology* ,1981 **78** :5 817 ~ 5 820.
- [ 15 ] Porter R H. Olfaction and human kin recognition. *Genetica* , 1998 ~ 1999 ,**104** ( 3 ) :259 ~ 263.
- [ 16 ] Carter C S ,Devries A C ,Getz L L. Physiological substrates of mammalian monogamy ,the Prairie Vole model. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* ,1995 **19** ( 2 ) :303 ~ 314.
- [ 17 ] Getz L L ,Carter C S ,Gavish L. The mating system of the Prairie Voles , *Microtus ochrogaster* , field and laboratory evidence for pair-bonding. *Behav Ecol Sociobiol* ,1981 **8** :189 ~ 194.
- [ 18 ] Shapiro L E ,Dewsbury D A. Male dominance ,female choice and male copulatory behavior in two species of voles( *Microtus ochrogaster* and *Microtus montanus* ). *Behav Ecol Sociobiol* , 1986 **18** :267 ~ 274.
- [ 19 ] Kaba H ,Rosser A E ,Keverne E B. Hormonal enhancement of neurogenesis and its relationship to the duration of olfactory memory. *Neuroscience* ,1988 **24** :93 ~ 98.
- [ 20 ] Trivers R L. Parental investment and sexual selection. In : Campbell B ed. *Sexual Selection and the Descent of Man*. Chicago :Aldine Press ,1972 ,:136 ~ 179.
- [ 21 ] Shapiro L E ,Austin D ,Ward S E ,et al . Familiarity and female mate choice in two species of voles ( *Microtus ochrogaster* and *Microtus montanus* ). *Anim Behav* ,1986 **34** :90 ~ 97.
- [ 22 ] Pizzuo T ,Getz L L. Female Prairie Voles ( *Microtus ochrogaster* ) fail to form a new pair after loss of mate. *Behav Proc* ,1998 **43** :79 ~ 86.
- [ 23 ] Erskine M S ,Barfield R J ,Goldman B D. Intraspecific fighting during late pregnancy and lactation in rats and effects of litter removal. *Behav Biol* ,1978 **23** :206 ~ 218.
- [ 24 ] Mayer A D ,Rosenblatt J S. Contributions of olfaction to maternal aggression in laboratory rats ( *Rattus norvegicus* ), effects of peripheral deafferentation of the primary olfactory system. *J Comp Psychol* ,1993 **107** :12 ~ 24.
- [ 25 ] Mayer A D ,Rosenblatt J S. Persistent effects on maternal aggression of pregnancy but not of estrogen/progesterone treatment of nonpregnant ovariectomized rats revealed when initiation of maternal behavior is delayed. *Horm Behav* ,1993 , **27** :132 ~ 155.
- [ 26 ] Bowler C M ,Cushing B S ,Carter C S. Social factors regulate female-female aggression and affiliation in Prairie Voles. *Physiology & Behavior* 2002 **76** :559 ~ 566.