

笼养雌性果子狸同性数量对发情状态的影响 及繁殖季节尿液雌激素浓度的变化*

贾志云 段恩奎 蒋志刚** 王祖望

(中国科学院动物研究所, 北京 100080)

摘要 本研究试图揭示 (1) 社会环境影响雌性果子狸 (*Paguma larvata*) 的交配日期, (2) 哺乳期母兽有雌二醇浓度升高的现象。通过检查是否排出交配栓并结合交配行为的发生与否确定开始交配的日期, 使用放射免疫方法测定尿中雌二醇浓度。结果表明 (1) 一雄两雌组中优势雌兽开始交配的日期显著早于劣势雌兽和单雌组雌兽, 劣势雌兽和单雌组雌兽之间无差异; 交配期优势雌兽尿液中雌二醇浓度明显高于劣势雌兽, 而与单雌组中的雌兽无差异, 但单雌组中雌兽尿液中雌二醇的浓度明显高于劣势雌兽雌二醇的浓度; (2) 5 头母兽产后第二天雌二醇浓度开始上升, 在第 5 天时达到高峰, 其中 4 头母兽的雌二醇浓度共出现了两个峰值, 其间隔为 16.75 ± 4.46 (4) 天。上述结果说明: (1) 社会影响仅对优势雌性个体的繁殖有促进作用; (2) 哺乳期雌二醇水平的升高是季节性多次发情的基础。

关键词 果子狸 同性个体数量 交配日期 繁殖期 雌二醇浓度 尿液

性激素的分泌水平受社会因素的影响, 同性和异性个体的存在能影响性激素的分泌水平。松鼠猴形成新群后, 异性个体的存在和活动刺激了性腺的活动, 从而导致性激素的浓度上升, 使雌、雄猴进入繁殖状态的水平 (Mendoza *et al.*, 1989, 1991), 改变了新群繁殖季节的时间分布 (Schiml, 1996), 这涉及到个体最大繁殖输出的问题, 是物种适应特性之一 (Williams, 1966; Lack, 1968)。例如, 具季节性多次发情现象的小犬吻蝠 (*Tadarida pumila*) 能在产后再次怀孕 (Merwe *et al.*, 1989), 从而能留下更多的后代。对于许多其它灵长类雌性而言, 只有当同时存在同性和异性伙伴时, 异性的社会刺激才能增加雌性激素的浓度, 而且对于雌性而言, 同性伙伴的存在使雌性个体的发情期提前, 结果将使其有机会再次发情和交配 (Mendoza *et al.*, 1991; Schiml *et al.*, 1996)。对食虫类、啮齿类和灵长类的研究证明了同性和异性个体的社会刺激能影响繁殖状态 (Pfeiffer *et al.*, 1992; Barrett *et al.*, 1993; Schiml *et al.*, 1996), 非洲野狗 (Creel *et al.*, 1996) 的等级优势影响性激素的分泌, 但上述规律是否适合于其它食肉动物尚不清楚。

果子狸是杂食性的食肉动物, 雌性果子狸季节性多次发情, 幼仔死亡后, 哺乳期母兽可再次交配和产仔 (张保良等, 1997)。这种行为是物种长期适应的结果, 必定有其内分泌基础。如果“社会刺激影响繁殖状态”和“等级优势影响性激素分泌”的规律在果子狸中同样存在, 则在该物种中: (1) 当有同性个体存在从而有社会性刺激时, 发情期提前、优势雌兽雌二醇浓度较高; (2) 哺乳期母兽有一个或多个发情期, 表现在雌二醇分泌水平的升高。我们对此进行了研究。

1 材料和方法

1.1 实验动物

实验于 1998 年和 1999 年 1 月至 5 月进行。果子狸成年个体均捕自野外 (东经 112°59', 北纬 28°12'), 在湖南农业大学养殖场至少驯养 2 年, 均为健康成体, 习惯于人类的存在。每组实验动物饲养于一个笼 (长 × 宽 × 高: 140 cm × 93 cm × 190 cm) 中, 每只笼包括一个活动室和一个暗室。该笼一面为砖墙体, 其它五面由竹片钉成。每天 08:00~10:00, 饲养员清理笼舍, 15:00 左右投放食物。用于尿液收集的动物配组如下: 1 1 3 组 (1998

2001-05-28 收稿, 2002-03-28 修回

* 国家重点基础研究与发展项目 (No. G200046805) 和中国科学院知识创新工程 (No. KSCX2-1-03 和 No. C2999082) 项目资助

** 通讯作者 jiangzg@panda.ioz.ac.cn

第一作者简介 贾志云, 男, 38 岁, 博士, 副研究员。研究方向: 行为生态学。

年), 1 2 5 组 (1998 年 2 组, 1999 年 3 组), 2 1 3 组 (1998 年 1 组, 1999 年 2 组), 所有动物在组间不重复使用。

1.2 发情期以及社会等级的确定

将繁殖季节中雌兽首次交配的日期定为零天, 记录每组雌兽首次交配的日期并计算出该日期距离零天的天数以比较各组雌兽发情时间的差异。首次交配前, 所有两雌组中的雌兽有打斗现象, 表现为 (1) 能听到被咬时的大叫声; (2) 寻声去看时发现有的个体耳朵或尾巴正在流血。判断新鲜伤痕较多的雌兽为劣势个体, 伤痕较少的雌兽为优势个体。

1.3 雌二醇的测定

1.3.1 尿样的收集

每天晚上观察是否果子狸交配, 并在次日清晨检查竹片垫板下是否有交配栓以确认交配状态。一旦确认了果子狸进行了交配, 则取出雌兽放入产仔笼中。笼的上部和周围由铁丝网做成, 底部用竹片钉成, 竹片之间有缝隙, 尿液经缝隙漏到下面的塑料布上, 次日清晨取干净尿液 (此为开始发情时的尿液) 15 ml 分别置于三个容积为 5 ml 的离心管中, 放入低温冰箱中备用, 取尿后将该动物放回原笼舍, 待其停止交配后次日重新放入产仔笼中取尿 (此为停止交配后第一天的尿液, 计为妊娠第一天), 连续取尿至停止交配后第 7 天, 此后每第 7 天取样一次至妊娠期第八周; 母兽产仔后次日连续取尿 7 天, 其后每 7 天取尿一次, 连续取尿至产后第 5 周。

1.3.2 尿中雌二醇的萃取

取发情期尿样 0.1 ml、妊娠期尿样 0.2 ml、哺乳期尿样 0.5 ml, 加 5 ml 乙醚混匀后放入低温冰箱中, 40 min 后取出并将乙醚倒入试管中置于 37 °C 水浴锅中挥发至尽, 取出试管并加入 0.3 ml 缓冲液混匀, 在 37 °C 水浴锅中保温 30 min 后取出, 取 0.1 ml 进行实验。

1.3.3 雌二醇浓度的测定

使用瑞典 Phamacia 公司制造的 1470 Wizard Automatic Gama Counter 测定样品中的雌二醇浓度并转化为每毫升尿液中的浓度。采用北京北方生物技术研究所生产的¹²⁵I 标记雌二醇测定试剂盒。操作步骤按照试剂盒说明进行。批内变异系数 9.6% ($n=10$), 批间变异系数 13.2% ($n=10$)。

1.4 统计检验

使用单样本 K-S 技术检验数据的分布型, 在确定数据正态分布的基础上, 使用独立样本 t 检验或 One-Way ANOVA 技术检验不同处理之间数据差异的显著性; 检验妊娠期和哺乳期雌兽尿液中雌二醇浓度差异时使用重复检验技术。某

些情况下, 由于不同个体在妊娠期尿液某些样品的丢失以及数据的分布导致残差自由度 (residual degrees of freedom) 不足, 不能进行重复检验, 在这种情况下, 使用非参数检验中检验相关样本差异显著性的技术, 即 Wilcoxon Signed-Ranks 检验技术 (检验两个样本) 或 Friedman Test 检验技术 (检验多个样本) 以检查不同时期雌二醇浓度的差异。文中数据记为平均值 \pm 标准误 (样本数), 统计分析用 SPSS 8.0 统计分析软件进行。

2 结果

2.1 优势雌兽的发情时间明显早于从属雌兽

一雄一雌组中雌兽的发情时间距最早发情日期为 48.00 ± 18.52 (3) 天、两雄一雌组雌兽为 47.33 ± 9.68 (3) 天。由于两者之间无差异 (独立样本 t 检验, Levene 方差齐次性检验: $P > 0.05$, 平均值差异显著性检验: $t = 0.032$, $df = 4$, $P > 0.05$), 为了增加统计学上同一处理中的样本浓度, 故将这两组的数据合为单雌组, 并与一雄两雌组的数据进行比较。

一雄两雌组优势雌兽的发情日期距最早发情日期为 14.60 ± 3.70 (5) 天、单雌组雌兽的发情时间距最早发情日期 47.67 ± 9.35 (6) 天、一雄两雌组劣势雌兽的发情日期距最早发情日期 43.2 ± 7.37 (5) 天。三者之间存在显著性差异 (One-Way ANOVA, Levene 方差齐次性检验: $P < 0.01$, 平均值差异显著性检验 $df_{2,13} = 5.495$, $P < 0.05$); 优势雌兽的发情日期显著早于劣势雌兽 (LSD 检验, $P < 0.05$) 和单雌组雌兽 (LSD 检验, $P < 0.01$), 劣势雌兽和单雌组雌兽之间无差异 (LSD 检验, $P > 0.05$)。

2.2 雌兽的社会等级与尿液雌二醇浓度

单雄单雌组中雌兽尿液中雌二醇的浓度为 1584.1 ± 322.2 (3) pg/ml, 两雄一雌组雌兽尿液中雌二醇的浓度为 1318.7 ± 119.6 (3) pg/ml, 两种处理雌兽尿液中雌二醇的浓度无差异 (独立样本 t 检验, $P > 0.05$, $t = 0.773$, $df = 4$), 为了增加样本浓度, 将两组合并为单雌组与一雄两雌组进行比较。

一雄两雌组优势和劣势雌性个体以及单雌组雌兽尿液中雌二醇浓度的方差齐次 ($P = 0.05$)。优势雌兽、从属雌兽和单雌组雌兽尿液中的雌二醇浓度差异显著 ($F_{2,12} = 16.26$, $P < 0.001$)。一雄多雌组中雌性优势个体尿液雌二醇浓度为 $1909.7 \pm$

336.7 (4) pg/ml, 劣势个体雌二醇的浓度为 320.4 ± 82.65 (5) pg/ml, 前者明显高于后者 (LSD 检验: $P < 0.001$); 优势雌兽尿液中雌二醇的浓度与单雌组中雌兽尿液中雌二醇的浓度无差异 (LSD 检验: $P > 0.05$), 后者为 1451.4 ± 164.7 (6) pg/ml; 单雌组中雌兽尿液中雌二醇的浓度明显高于劣势雌兽雌二醇的浓度 LSD 检验: $P < 0.01$ 。

2.3 妊娠期雌兽尿液中雌二醇浓度的变化

发情前雌兽尿液中雌二醇浓度为 453.87 ± 106.44 (6) pg/ml, 低于交配后第一天的雌二醇浓度 1683.8 ± 226.57 (6) pg/ml (Wilcoxon Signed-Ranks test, $z = -1.826$, $P = 0.068$); 第二天开始下降, 第三天下降到基础水平; 第二天至第 6 天浓度无差异 (Wilks' $\lambda = 0.106$, $F_{2,3} = 5.625$, $P > 0.05$), 第 1 周至第 3 周雌二醇浓度无差异 (Wilks' $\lambda = 0.432$, $F_{2,3} = 1.975$, $P > 0.05$), 第 4 周至第 7 周无显著性差异 (Wilks' $\lambda = 0.558$, $F_{2,3} = 0.527$, $P > 0.05$)。妊娠期最后一周 (第八周) 与产后第一天的浓度无差异 (Wilcoxon Signed-Ranks test, $z = -1.069$, $P > 0.05$) (图 1)。

以上结果表明: 停止交配后雌二醇浓度下降, 停止交配 3 天后基本保持不变。

2.4 哺乳期雌兽尿液中雌二醇浓度的变化

5 头雌兽尿液中雌二醇浓度的平均值显示, 产后第二天雌二醇平均浓度开始上升, 在第 5 天时达到高峰, 第 5 天时雌二醇浓度显著高于产后第 1 天和第 2 天雌二醇浓度 (Friedman Test, $\chi^2 = 6$, df

$= 2$, $P = 0.05$), 并高于第 6 天的浓度 (Wilcoxon Signed Ranks Test, $z = -1.753$, $P = 0.08$); 第 6 天时浓度下降后, 浓度保持相对恒定 (Friedman Test, $\chi^2 = 1$, $df = 5$, $P > 0.05$) (图 2)。

然而, 各雌兽产后的雌二醇变化与此不同。一头雌兽产后的雌二醇仅有一个峰值 (图 3), 其它四头展示出两个峰值。其中两头雌兽的第一个峰值分别在产后在第 4 天和第 5 天出现 (图 4、5), 第二个峰值出现于第 2 周, 一头雌兽的第一个峰值出现于第 5 天~第 7 天, 第二个峰值出现于第 5 周 (图 6), 从产后第 3 天至第 5 天开始, 最后一头雌兽尿液雌二醇的浓度达到较高水平, 其第二个峰值在第 2 周至第 3 周之间 (图 7)。出现两个峰值的时间差为 16.75 ± 4.46 (4) 天 (11~30 天)。

3 讨论

3.1 社会等级影响发情日期

食肉动物的社会等级影响动物的发情状态。进入繁殖期后, 雌性非洲野狗 (*Lycaon pictus*) 的优势个体体内雌二醇浓度高、发情早 (Creel *et al.*, 1996); 优势雄狼和优势雌狼有与占区、繁殖有关的用尿标记占区区域的行为。然而, 尽管从属雌狼雌二醇的浓度随发情前期和发情期的到来而增加, 但与标记率并不相关, 表明激素对标记行为的影响受到了社会因素的调节 (Asa *et al.*, 1990)。灵长类动物的社会等级同样直接影响类固醇性激素水平 (Berkovitch *et al.*, 1995), 从属个体能增加类固

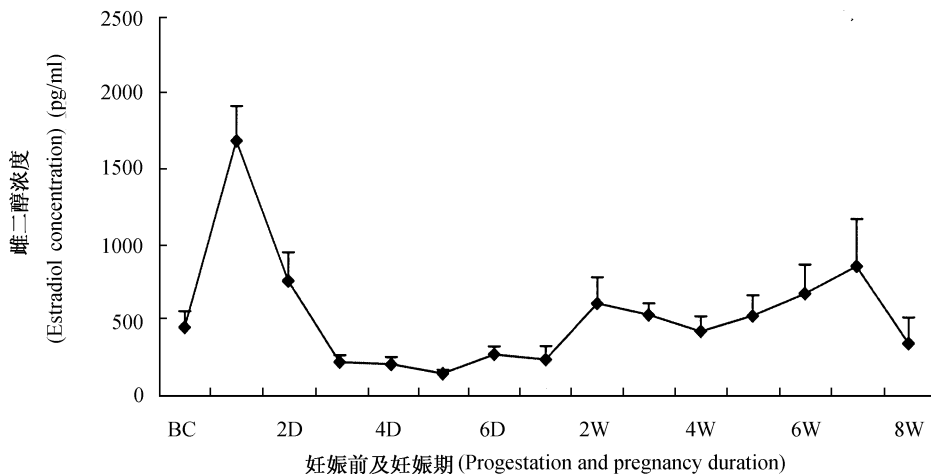


图 1 交配前后雌性果子狸尿液中雌二醇浓度的变化

Fig. 1 Changes in concentration of urine estradiol in female masked palm civets before and after mating

BC: 交配前 (Before copulation) D: 妊娠期持续天数 (pregnancy duration calculated in days)

W: 妊娠期持续周数 (pregnancy duration calculated in week)

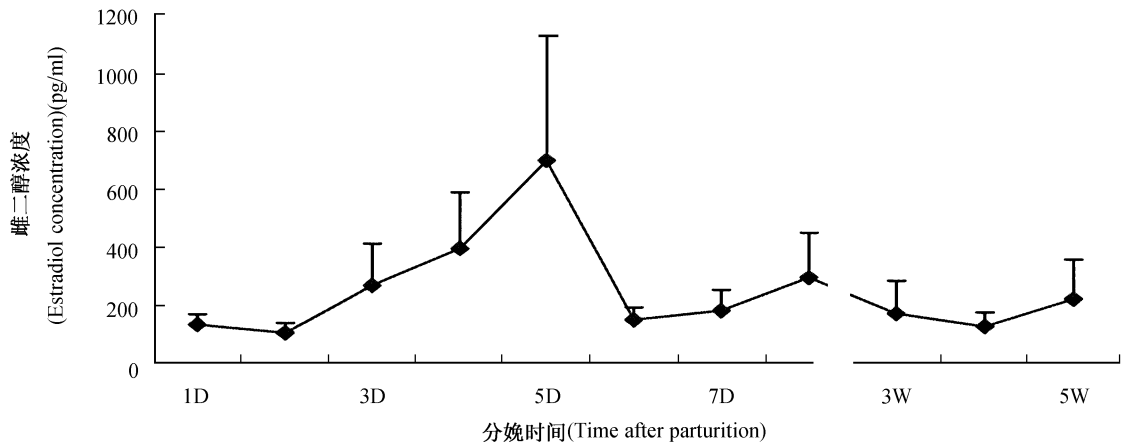


图2 分娩后果子狸尿液中雌二醇浓度的变化

Fig. 2 Changes in concentration of urine estradiol (pooled data for five individuals) in female masked palm civet after parturition

D: 天 (day) W: 周 (week) 图3、图4 同此 (The same for Fig. 3, 4, 5, 6, 7)

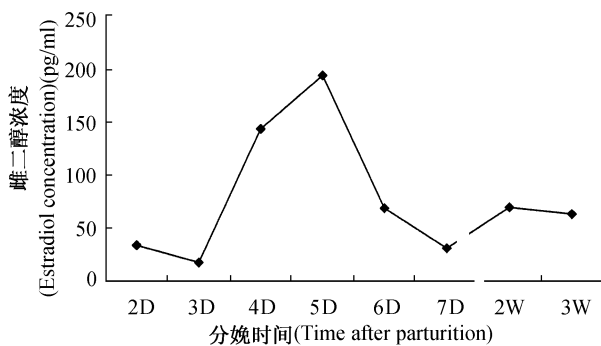


图3 分娩后果子狸母兽尿液中雌二醇浓度的变化 (个体 1)

Fig. 3 Changes in concentration of urine estradiol in No. 1 female masked palm civet after parturition

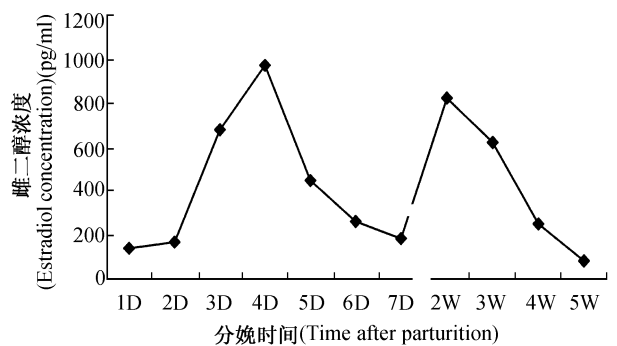


图4 分娩后果子狸母兽尿液中雌二醇浓度的变化 (个体 2)

Fig. 4 Changes in concentration of urine estradiol in No. 2 female masked palm civet after parturition

醇应激激素水平, 从而抑制性激素的水平并减少性行为 (Wingfield *et al.*, 1986), 而高序位雌性灵长类个体开始繁殖的时间较早 (Harcourt, 1987)。本研究显示: 优势雌兽发情期早于从属雌兽和单雌组雌兽, 表明同性个体的社会刺激能影响繁殖状态, 类似于其它食肉动物和灵长类中的情形, 符合预测 (1); 但社会刺激对于从属个体的发情日期无影响。

3.2 妊娠期和哺乳期雌二醇的变化

雌二醇影响哺乳动物的行为, 雌二醇对启动雌性哺乳动物的发情有重要作用, 是雌性哺乳动物发情的基础 (Wallen *et al.*, 1977; Lipschitz, 1997; Zehr *et al.*, 1998)。在猕猴中, 雌二醇的浓度决定了雌性的排卵和性行为的启动 (Zehr *et al.*,

1998), 能使低等灵长类雌性进入接受状态并完成交配, 增加高等灵长类雌性的交配欲望 (Wallen *et al.*, 1977; Lipschitz, 1997); 在虎 (*Panthera tigris*)、狮 (*P. leo*)、猎豹 (*Acinonyx jubatus*)、雪豹 (*P. uncia*)、狞猫 (*Felis caracal*) 和家猫 (*F. catus*) 等食肉动物中, 雌二醇与发情行为直接相关 (Graham *et al.*, 1995)。雌性果子狸在交配期的雌二醇浓度最高, 表明雌二醇可以启动雌兽的性行为, 雌二醇浓度在交配期峰值后下降, 至分娩前不变, 这个现象与大熊猫 (曾国庆等, 1994) 中的模式相似。

许多种雄性动物, 包括棕熊 (*Ursus arctos*) 在内, 杀婴后能使雌性再次进入发情状态 (Swenson *et al.*, 1997)。饲养场中的雄性果子狸也有杀

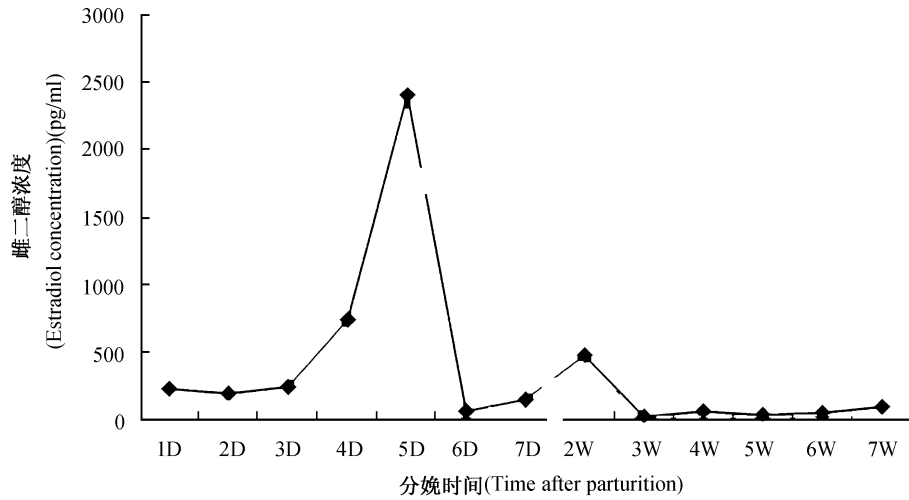


图5 分娩后果子狸母兽尿液中雌二醇浓度的变化 (个体3)

Fig. 5 Changes in concentration of urine estradiol in No. 3 femlae masked palm civet after parturition

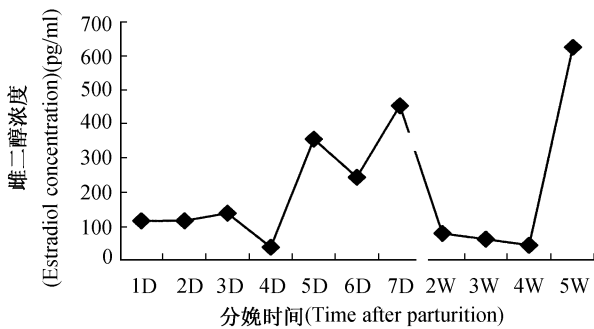


图6 分娩后果子狸母兽尿液中雌二醇浓度的变化 (个体4)

Fig. 6 Changes in concentration of urine estradiol in No. 4 female masked palm civet after parturition

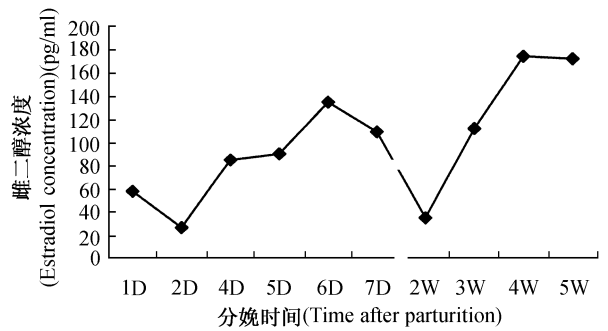


图7 分娩后果子狸母兽尿液中雌二醇浓度的变化 (个体5)

Fig. 7 Changes in concentration of urine estradiol in No. 5 female masked palm civet after parturition

婴现象 (康梦松, 个人交流), 幼兽死亡后, 哺乳期母兽在同一年内可再次发情、交配和产仔 (张保良等, 1991; 张保良等, 1997), 发情周期为 16 ~ 22 天 (张保良等, 1985)。我们的研究表明, 雌二醇峰值的时间差为 16.75 天, 与行为观察结果相符, 提示哺乳期雌性果子狸雌二醇分泌水平的升高

是其季节性繁殖的基础, 与预测 (2) 相同。

致谢 承蒙湖南农业大学动物科技学院为本研究提供实验场地和实验动物, 李文萍副教授和曲孝初副教授提供热情帮助, 特此致谢。

参 考 文 献 (References)

Asa, C. S., L. D. Mech, U. S. Seal and E. D. Plotka 1990 The influence of social and endocrine factors on urine-marking by captive wolves (*Canis lupus*). *Hormones and Behavior* **24**: 497 ~ 509.

Barrett, J., D. H. Abbott and L. M. George 1993 Sensory cues and the suppression of reproduction in subordinate female marmoset monkeys (*Callithrix jacchus*). *Journal of Reproduction and Fertility* **7**: 301 ~ 310.

Berkovitch, F. B. and A. S. Clarke 1995 Dominance rank, cortisol concentrations, and reproductive maturation in male rhesus macaques. *Physiology and Behaviour* **58**: 215 ~ 221.

Creel, S., N. M. Creel, M. G. L. Mills and S. L. Monfort 1996 Rank and reproduction in cooperatively breeding African wild dogs: behav-

- ioral and endocrine correlates. *Behavioral Ecology* **8** (3): 298 ~ 396.
- Graham, L. H., K. L. Goodrowe, J. I. Raeside and R. M. Liptrap 1995 Non-invasive monitoring of ovarian function in several felid species by measurement of fecal estradiol-17 and progestins. *Zoo Biology* **14**: 223 ~ 237.
- Harcourt, A. H. 1987 Dominance and fertility among female primates. *Journal of Zoology* **213**: 471 ~ 487.
- Lack, D. 1968 Natural selection and family size in the startling. *Evolution* **2**: 95 ~ 110.
- Lipschitz, D. L. 1997 Effects of estradiol-17 and progesterone on mating behavior in female lesser bushbabies (*Galago moholi*) in captivity. *Hormones and Behavior* **32**: 73 ~ 84.
- Mendoza, S. P. and W. Mason 1989 Behavioral and endocrine consequences of heterosexual pair formation in squirrel monkeys. *Physiology and Behaviour* **46**: 597 ~ 603.
- Mendoza, S. P. and W. Mason 1991 Breeding readiness in squirrel monkeys: female-primed females are triggered by males. *Physiology and Behaviour* **49**: 471 ~ 479.
- Merwe, M. V. D., S. R. Giddings and I. L. Rautenbach 1989 Post-partum oestrus in the little free-tailed bat, *Tadarida (Chaerephon) pumila* (Microchiroptera: Molossidae) at 24 S. *Journal of Zoology* **213**: 317 ~ 326.
- Pfeiffer, C. A. and R. E. Johnston 1992 Socially stimulated androgen surges in male hamsters: the roles of vaginal secretions, behavioral interactions, and housing conditions. *Hormones and Behavior* **26**: 283 ~ 293.
- Schimpl, P. A., S. P. Mendoza, W. Saltzman, D. M. Lyons and W. A. Mason 1996 Seasonality in squirrel monkeys (*Saimiri sciureus*): seasonal facilitations by females. *Physiology and Behavior* **60** (4): 1 105 ~ 1 113.
- Swenson, J. E., F. Sandegren, A. Soderberg, A. Bjarvall, R. Franzen and P. Wabakken 1997 Infanticide caused by hunting of male bears. *Nature* **386**: 450 ~ 451.
- Wallen, K. and R. W. Goy 1977 Effects of estradiol benzoate, estrone, and propionates of testosterone or dihydrotestosterone on sexual and related behaviours of rhesus monkeys. *Hormones and Behavior* **9**: 228 ~ 248.
- Williams, G. C. 1966 *Adaptation and Natural Selection: a critique of some current evolutionary thought*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- Wingfield, J. C. and B. Silverin 1986 Effects of corticosterone on territorial behavior of free-living Song Sparrows, *Melospiza melodia*. *Hormones and Behavior* **20**: 405 ~ 417.
- Zeng, G. Q., G. T. Jiang, W. X. Liu, Z. Xie and N. L. Liu 1994 Changes of urine progesterone and estradiol in female giant panda. *Acta Zoologica Sinica* **40** (3): 333 ~ 336. [曾国庆, 蒋广泰, 刘维新, 谢钟, 刘农林 1994 大熊猫全年尿中孕酮和 17-雌二醇水平的变化. *动物学报* **40** (3): 333 ~ 336.]
- Zehr, J. L., D. Maestripieri and K. Wallen 1998 Estradiol increases female sexual initiation independent of male responsiveness in rhesus monkeys. *Hormones and Behavior* **33** (2): 95 ~ 103.
- Zhang, B. L. and Y. H. Wang 1991 A study on the reproduction of masked palm civet. *Journal of Northwest University*. **21** (Supplement) 119 ~ 125. [张保良, 王玉慧 1991 花面狸的繁殖研究. *西北大学学报* **21** (增刊): 119 ~ 125.]
- Zhang, B. L., G. Q. Liu, F. C. Liang and R. Z. Chen 1997 A study on annual breeding twice in masked palm civet. *Journal of Economic Animal* **1** (3): 28 ~ 33. [张保良, 刘国强, 梁发朝, 陈润照 1997 花面狸年繁殖两次的研究. *经济动物学报* **1** (3): 28 ~ 33.]
- Zhang, B. L. and S. L. Su. 1985 Primary observation on reproductive habit of captive masked palm civet. *La Animala Mondo* **2** (2): 91 ~ 96. [张保良, 苏守良 1985 花面狸在饲养条件下繁殖习性的初步观察. *动物世界* **2** (2): 91 ~ 96.]

外 文 摘 要 (Abstract)

**EFFECTS OF NUMBER OF HOMOSEXUAL PARTNERS
ON COPULATING DATE IN FEMALE CAPTIVE MASKED
PALM CIVETS (*PAGUMA LARVATA*) , AND FLUCTUATION
OF URINE ESTROGEN DURING BREEDING SEASON***

JIA Zhi-Yun DUAN En-Kui JIANG Zhi-Gang** WANG Zu-Wang

(Institute of Zoology , The Chinese Academy of Sciences , Beijing 100080 , China)

Previous studies demonstrated that female social stimuli from the individuals of the opposite sex can cause females to elevate estradiol levels in female insectivores, rodents and primates. Further more, the presence of the homosexual partners can increase the ability to reproduce in the species where males and females reproduce seasonally, by advancing the onset of the rutting season. However, whether this is true of carnivores remains unclear. Previous studies also indicated that estradiol plays a role in the initiation of sexual behavior in primates. The masked palm civet, *Parguma larvata*, reproduces seasonally in variable social groups including multiple males and one female, multiple females and one male, or one male and one female. By studying captive masked palm civets, we aimed to determine if: (1) female civets will come into estrous earlier when presented with homosexual partners, and (2) estradiol level become elevated during lactation. The target animals included three groups with one male and one female, five groups with two females and one male, and three groups with two males and one female. To increase statistical power, we combined groups with one female, since the results indicated that there was not difference in copulating date between the group with one female and two males, and that with one female and one male. We identified the first day on which copulation occurred by checking for the presence of the copulatory plug and mating behaviour, and determined the level of estradiol by using a radioimmunoassay kit. The results indicated that: (1) the five dominant females in the groups with one male and two females copulated 30.7 days earlier than the five subordinate females in the same groups, and 28.6 days earlier than the six females in the mono-female groups. However, there was no statistical difference in the date of first copulation between the subdominant females and the females in mono-female groups. The urine estradiol concentration of the dominant females was $1\ 909.7 \pm 336.7$ (4) pg/ml, significantly higher than that of the subordinate females (LSD test, $P < 0.05$), which was 320.4 ± 82.65 (5) pg/ml; (2) two days after the parturition, the estradiol concentration in five mother civets' urine rose peaking on the 5th day, and a second peak appeared 16.75 \pm 4.46 days later in four of the five mother civets. The above results suggest that: (1) social influences only facilitate reproduction in dominant females, and (2) the elevation of estradiol in lactating females is the basis for female polyestry in this species.

Key words Masked palm civet (*Paguma larvata*), Number of homosexual partner, Copulating date, Estradiol concentration, Urine

* This work was supported by State Key Basic and Development Programme (No. G200046805) and Innovation Project of the Chinese Academy of Sciences (No. KSCX2-1-03 and No. C2999082)

** Corresponding author. Jiangzg @panda.ioz.ac.cn