

# 短期持续限食对树麻雀体重和基础代谢率的影响及生态学意义

杨志宏 柳劲松 邵淑丽 \*

( 齐齐哈尔大学生命科学与工程学院 齐齐哈尔 161006; 温州大学生命与环境科学学院 温州 325035)

**摘要:** 为探讨短期持续限食对树麻雀 (*Passer montanus*) 体重和基础代谢率的影响, 及其生理适应的调节机制。以正常饲养树麻雀为对照组 (0D组, D为饥饿天数), 以进食量相同和持续限食时间不同的 4组 (1D、3D、5D和 7D) 树麻雀为研究对象进行限食驯养。结果显示, 体重与个体 BMR 间存在极显著的线性关系 ( $r=0.512, P=0.001$ ); 5组树麻雀单位体重的基础代谢率 (BMR) 差异不显著, 5D和 7D组树麻雀的个体 BMR 组间差异显著 ( $P<0.05$ ); 树麻雀的体重驯养前后变化为对照组增加而 4个实验组降低, 驯养后, 1D和 7D组与对照组相比体重降低分别为显著 ( $P<0.05$ ) 和极显著 ( $P<0.01$ ), 3D和 5D组相对于 1D、7D组出现小幅度的上调, 1~7 d持续限食树麻雀的体重出现降升降的趋势。结论是: 当摄食量不足时, 消耗体内的能量储备和降低个体的基础能耗对缓解短期持续限食的生存压力有利, 但个体适合度随之降低。体内能量储备和个体基础能耗的相应增加是树麻雀应对饥饿环境的关键, 也是其重要的生存策略之一。

**关键词:** 树麻雀; 饥饿; 驯养; 体重; 基础代谢率 (BMR)

**中图分类号:** Q494, Q495 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2010) 01-119-06

## The Effect of Short-Term Continuing Food Restriction on *Passer montanus* Body Weight and BMR and Its Ecological Meaning

YANG Zhi-Hong LU Jin-Song SHAO Shu-Li \*

( College of Life Science and Engineering, Qiqihaer University, Qiqihaer 161006;

School of Life and Environmental Sciences, Wenzhou University, Wenzhou 325035, China)

**Abstract** The present paper deals with the effect of short-term continuing food restriction on Tree Sparrows' (*Passer montanus*) body weight and BMR (basal metabolic rate) as well as their physiological adjusting mechanism. The Tree Sparrows fed regularly were selected to be the control group (0D, D for day) and four groups of sparrows with same food-intake but different hunger hours (1D, 3D, 5D and 7D) to be the objects of study and acclimation. The results shows that there exists marked linear relationship between the body weight and BMR ( $r=0.512, P=0.001$ ). There is no distinct difference as for the BMR level of unit weight among the five groups of Tree Sparrows, but distinct between the 5D and 7D team of body's BMR ( $P<0.05$ ). Tree Sparrows of the control group gain weight, while sparrows of the four acclimation groups lose weight on different

**基金项目** 黑龙江省自然科学基金项目 (No. C200624), 黑龙江省教育厅科学技术研究项目 (No. 11511447);

\*通讯作者, E-mail: shsh32@163.com;

**第一作者介绍** 杨志宏, 男, 硕士; 研究方向: 动物生理生态学; E-mail: yzh0452@163.com.

**收稿日期:** 2009-06-04, **修回日期:** 2009-10-26

levels Compared with the control group, the degrees of weight loss for the sparrows of experimental group 1D and 7D become respectively marked ( $P < 0.05$ ) and extramarked ( $P < 0.01$ ); sparrows of group 3D and 5D have weight down, but still show slight increase compared with group 1D and 7D. The continuous starvation of 1 to 7 days causes the sparrows' weight to present a down-up-down changing tendency. The conclusion is that when food-intake is not sufficient, consuming the body's energy reserves and improving the digestibility are key points for sparrows to deal with the hungry environment and also one of their successful survival strategies.

**Key words:** Tree Sparrow (*Passer monanus*); Starvation; Acclimation; Body mass; Basal metabolic rate (BMR)

动物能量的储存、获得和利用效率是研究动物能量生态学的基础<sup>[1-2]</sup>。能量代谢水平对一个物种的分布和丰富度、繁殖成功和适合度(fitness)等起重要的决定作用<sup>[3]</sup>。鸟类保持最适的能量平衡是其主要的生存对策之一,对环境的形态、生理和行为的适应与其能量的分配密切相关<sup>[4]</sup>。动物的体重调节主要取决于能量摄入与能量支出的平衡,体重的变化可以反映其营养状态和受环境变化的影响而进行的一些适应性调节,对动物的生理学、形态学和行为学等各种参数都有重要的影响<sup>[5]</sup>。

基础代谢率(basal metabolic rate, BMR)是维持身体各项基本功能所需的最小能量值,是内温动物能量预算的重要组成部分<sup>[6]</sup>。BMR已经成为种间和种内能量代谢水平比较的重要参数,它能反映出不同物种不同个体的能量消耗水平以及动物对环境的适应模式和生理能力<sup>[7-8]</sup>。BMR的研究对于加深动物能量学的了解有重要的贡献<sup>[9-10]</sup>。BMR作为鸟类能量消耗的指数已经受到环境生理学家、生态生理学家和比较生理学家的广泛关注,对于了解其生活史对策、生理学和进化等具有重要意义<sup>[11-12]</sup>。

树麻雀(*Passer monanus*)为留鸟,在我国遍布全国各地包括海南岛及台湾,是一种最常见的雀形目鸟类<sup>[13]</sup>。已发现树麻雀具有较高的BMR和热传导,相对较宽的热中性区(thermal neutral zone, TNZ)和较低的下临界温度<sup>[14]</sup>。树麻雀季节变化的相关研究表明,冬季树麻雀有相对较高的体重和BMR<sup>[15]</sup>。低温<sup>[16]</sup>或短光周期<sup>[17]</sup>驯化的树麻雀具有相对较高的体重、体脂含量,相应代谢活性器官的变化引起BMR显

著增加。

本研究通过对树麻雀进行短期持续限食的驯养,探讨其他生存因子相同而不同饥饿持续时间状态下,摄能需求的增加对树麻雀体重和BMR的影响及其能量的获得和利用效率,进一步理解其对饥饿环境下的生理适应和调节机制,具有一定的生理生态学意义。

## 1 材料与方法

**1.1 实验动物** 树麻雀的饲养与适应,实验的分组与驯养方法见另文<sup>[18]</sup>。

**1.2 体重和基础代谢率(BMR)的测定** 用电子天平称量树麻雀体重(精确到0.1 g)。耗氧量参照Górecki<sup>[19]</sup>的方法,采用封闭式流体压力呼吸测定仪测定。环境温度25℃,水浴控制温度,误差控制在 $\pm 0.5$ ℃;呼吸室体积3.6 L。动物呼吸产生的H<sub>2</sub>O和CO<sub>2</sub>用硅胶和KOH吸收。实验前动物禁食4 h,单只放入铁丝制成的笼内(6 cm × 6 cm × 10 cm)使其保持静止状态,再放入呼吸室内适应1 h,然后每隔5 min记录1次耗氧量,测定时间至少持续1 h。选择3个连续、稳定的最低值计算代谢率(MR)。代谢率的测定时间为18:00~24:00时。相关数据的测定是在实验动物禁食4 h之后进行,以消除体内食糜储备对实验数据的影响。

### 1.3 体脂含量和水分含量的测定

**1.3.1 体脂含量测定的预处理** BMR测定结束后,称重并断颈动脉处死树麻雀。将其胴体置于烘箱内60℃烘干至恒重,称重并粉碎。每个个体分别称取1 g粉碎后的均一粉末,用滤纸包好(即设置两个平行样)备用。

**1.3.2 体脂含量的测定与计算** 用索氏抽提

法测定树麻雀的体脂含量<sup>[20]</sup>。体脂含量的计算公式:体脂含量 (%) =  $[(W_1 - W_2) \times \text{个体胴体干重 (g)} / \text{个体体重 (g)}] \times 100$ 。式中  $W_1$  为样品抽提前重量 (g),  $W_2$  为该样品抽提完毕并经过烘干 (即去除残存的抽提介质) 后的重量。个体体脂重量 (g) = 个体胴体干重 (g)  $\times (W_1 - W_2)$ 。

**1.3.3 个体水分含量的计算** 个体水分含量 (%) =  $[(\text{个体体重} - \text{个体胴体干重}) / \text{个体体重}] \times 100$ 。个体体重为 BMR 测定结束后, 消化道内无食糜的体重。

**1.4 统计分析** 用 SPSS(16.0)软件包进行数据分析。采用 One-Way ANOVA 分析和 LSD 法进行对照组和各实验组的比较。体重和 BMR 之间进行线性相关分析。文中数据以平均值  $\pm$  标准误 (Mean  $\pm$  SE) 表示, 显著水平设为  $\alpha = 0.05$ ,  $P < 0.05$  为差异显著,  $P < 0.01$  为差异极显著。

## 2 结果

### 2.1 体重和体脂含量的变化 驯养前对照组

与各实验组树麻雀组间比较体重差异不显著。驯养结束后数据显示, 0D 组树麻雀体重增加 0.4 g, 1D ~ 7D 各实验组树麻雀体重减少分别为: 0.5 g, 0.1 g, 0.7 g, 3.1 g。0D 组与 1D 体重差异显著 ( $P < 0.05$ )、与 7D 体重差异极显著 ( $P < 0.01$ )、与 3D、5D 两组体重差异不显著。驯养结束后, 对照组树麻雀体重比驯养前增加 2.0%, 而实验组树麻雀体重比驯养前依次降低 2.6%、0.5%、3.4%、15.8% (各组体重降低量 / 自身原体重)。实验各组树麻雀的体脂含量均显著低于 0D 组, 0D 组与 1D、5D、7D 实验组体脂含量差异极显著 ( $P < 0.01$ )、与 3D 差异显著 ( $P < 0.05$ )。实验各组树麻雀的体脂重量均低于 0D 组, 0D 组与 1D、5D、7D 实验组体脂重量差异极显著 ( $P < 0.01$ )、与 3D 差异不显著 ( $P > 0.05$ )。水分含量组间比较差异不显著, 但 4 个限食组树麻雀的水分含量均高于食物充足的对照组 (表 1)。

**2.2 基础代谢率的变化** 线性相关分析结果表明, 体重与个体 BMR 间存在极显著的线性关系 ( $r = 0.512$ ,  $P = 0.001$ ), 说明树麻雀的体重

表 1 持续饥饿对树麻雀体重和 BMR 的影响

Table 1 Effect of continuous starvation on *Passer monanus* body weight and BMR

项目 Item	组别 Category				
	0D	1D	3D	5D	7D
样本数 Sample size	10	9	10	9	10
初体重 Initial body mass(g)	20.1 $\pm$ 0.3	19.6 $\pm$ 0.5	20.1 $\pm$ 0.5	20.7 $\pm$ 0.3	19.6 $\pm$ 0.3
终体重 Final body mass(g)	20.5 $\pm$ 0.4	19.1 $\pm$ 0.6	20.0 $\pm$ 0.42	0.0 $\pm$ 0.6	16.5 $\pm$ 0.4
体重变化 Body mass change(g)	+0.4	-0.5	-0.1	-0.7	-3.1
体脂重 Body fat(g)	1.8 $\pm$ 0.1	0.7 $\pm$ 0.3	1.5 $\pm$ 0.1	1.2 $\pm$ 0.2	0.6 $\pm$ 0.1
体脂含量 Body fat(%)	9.2 $\pm$ 0.5	3.9 $\pm$ 0.3	7.4 $\pm$ 0.7	6.3 $\pm$ 1.0	4.0 $\pm$ 0.4
水分含量 Body water(%)	61.5 $\pm$ 0.6	64.4 $\pm$ 0.9	62.8 $\pm$ 0.6	63.0 $\pm$ 0.6	64.0 $\pm$ 0.5
BMR (ml O <sub>2</sub> /h)	133.0 $\pm$ 11.0	120.0 $\pm$ 12.8	128.0 $\pm$ 12.5	140.0 $\pm$ 15.1	102.0 $\pm$ 11.3
BMR (ml O <sub>2</sub> / (g·h))	6.6 $\pm$ 0.6	6.3 $\pm$ 0.5	6.4 $\pm$ 0.6	6.9 $\pm$ 0.6	5.9 $\pm$ 0.8

对个体 BMR 有影响。对个体 BMR 的测定值 (ml O<sub>2</sub> /h) 用 LSD 法进行比较, 5D 和 7D 组间差异显著 ( $P < 0.05$ ), 其余各组间均未达到显著水平。1D、3D、7D 组树麻雀个体 BMR 比对照组依次降低为: 9.8%、3.8%、23.3%, 5D 组比对照组增加 5.3%。数据显示, 1D、3D、5D 组驯化

树麻雀个体 BMR 呈现出递增趋势, 5D 组树麻雀个体 BMR 达到组间最高水平, 7D 组降低为组间最低水平。消除体重对 BMR 的影响, 数据显示, 单位体重 BMR (ml O<sub>2</sub> / (g·h)) 的差异不显著 ( $P > 0.05$ )。

### 3 讨 论

树麻雀体重的变化可以反映其营养状态及受环境变化影响而进行的一些适应性调节,体重调节主要取决于能量摄入和能量支出的平衡<sup>[5]</sup>。长途迁徙鸟类体重的季节变化最为剧烈,在长途飞行之前的能量储备时期其体重可增加 100%;许多留鸟也采取冬季增重的策略,深冬时体重达到全年最高水平<sup>[21]</sup>。因此,体内能量储备的大量消耗很可能是引起短期持续限食树麻雀体重降低的主要原因之一。消化能的增加可使树麻雀在有限的食物中获得相对更多的能量很可能是其在持续限食过程中体重出现小幅度上扬的直接原因<sup>[18]</sup>。

动物体内的能量储备对动物的生存和繁殖意义重大<sup>[22]</sup>。动物体内的能量储备包括直接能源物质血糖、肝糖原、肌糖原和间接能源物质脂肪等,动物以脂肪的形式储存能量可以间接作为基础代谢的能量来源<sup>[23]</sup>。鸟类主要以脂肪的形式储存能量,单位干重或湿重的脂肪所含有的能量是蛋白质的 2.5 倍,碳水化合物的 8 倍<sup>[24]</sup>。觅食压力增大时,树麻雀可以通过消耗体内储存的内源性脂肪产生能量的方式来维持代谢<sup>[25]</sup>。相关研究发现树麻雀体重增加的同时伴随着体脂含量水平的提高<sup>[26]</sup>。因此,体脂含量的变化也是影响体重的重要因素之一,并可对 BMR 产生间接的影响。

树麻雀体内的能量储备、消化能与其体重密切相关,消化能的变化将直接影响树麻雀体内的能量储备,进而对体重产生间接作用。7D 组树麻雀死亡 1/3,尚生存的树麻雀体重比驯养前降低 15.8% (表 1),持续的能量摄入不足和体内储备能量的耗竭很可能是导致树麻雀死亡的主要原因。1D 组树麻雀体重降低了 2.6%。表明当饥饿出现时,树麻雀首先是动用体内的能量储备来应对这一生存压力。3D 和 5D 组树麻雀体重出现小幅度的上扬,表明树麻雀已经完成体内生理结构及其功能能力的可塑性调整,使消化能达到了较高水平,消化能的增加可减少体内能量储备的消耗或相应补充体内

的能量储备,为其成功抵御持续限食的生存压力奠定了物质基础。消化道各器官质量的增加也是引起体重出现增减波动变化的原因之一。在短期持续限食期间,树麻雀个体很可能在行为、形态和觅食对策等方面进行了个体能量预算的适应性调节,有待于进一步研究。

BMR 是恒温动物维持正常生理机制的最小产热速率,是动物在清醒时维持身体各项基本功能所需的最小能量值<sup>[6]</sup>。单位体重代谢率不变的条件下体重的增加可以使个体总的代谢水平升高<sup>[27]</sup>。数据表明 1~7 d 持续限食的生存压力没有引起树麻雀单位体重代谢率的显著性变化。个体 BMR 与体重呈极显著的线性相关,当体重降低时,其个体的基础能耗也将随之降低。体重和基础能耗的降低有利于树麻雀短期内缓解和抵御限食的生存压力。但体重和个体 BMR 降低的同时,反映出体内能量储备和相应代谢活性器官功能能力的减少并降低,进而也相应地降低了其个体的适合度。适合度是生存能力和繁殖能力的相对测定,适合度与能量预算之间的联系是生态能量学的核心问题<sup>[28]</sup>。短期持续限食的树麻雀增加消化能是其增加能量摄入的惟一途径,而这往往是以能量摄入器官自身能耗增加为代价。相关研究表明,消化道各器官作为重要的代谢活性器官<sup>[16-17]</sup>,对 BMR 的贡献意义重大,其质量和功能能力的增大很可能是引起 1D、3D、5D 组树麻雀个体 BMR 出现递增趋势的主要原因,同时也表明了 1~5 d 持续限食过程中,树麻雀个体适应饥饿能力的增强及适合度的相应增加。消化能和个体 BMR 因消化器官功能能力的增强而增大,但限定的食量不仅限制了消化能升高的上限,也限制了能量摄入的上限。当消化器官摄入的能量与自身能耗之间的能量预算降低时,消化器官功能能力过剩部分的能耗将引起个体能耗总量的相应增加,进而降低其个体的适合度。7D 组树麻雀个体 BMR 比对照组降低了 23.3%,为组间最低水平,表明其个体的适合度已降至组间的最低水平。数据显示,5D 和 7D 组树麻雀个体 BMR 差异显著,表明 5~7 d

的持续限食中,质量增加和功能能力增强的消化道各器官很可能超过了能量预算的上限,成为功能过剩器官,个体适合度随之降低。

总之,短期持续限食没有引起树麻雀个体单位体重基础能耗水平的显著变化;树麻雀通过提高对有限食物的消化能来获得相对更多的能量;摄入能量不足以维持生存能耗时,体内能量储备的消耗是体重降低的主要原因。消化道各器官质量、结构和功能的可塑性变化很可能也是引起体重和 BMR 发生相应变化的原因之一。由此得出结论,树麻雀体重和个体基础能耗的降低有利于缓解短期持续限食的生存压力,但其个体的适合度也将随之相应降低;体内的能量储备的相应增加和个体基础能耗的相应增大是树麻雀成功适应饥饿环境的关键,也是其重要的生存策略之一。

## 参 考 文 献

- [ 1 ] Alexander R M. Energy of Animal Life. Oxford: Oxford University Press, 1999, 63 - 86.
- [ 2 ] del Rio C M, Brügger K E, Rios J L, et al. An experimental and comparative study of dietary modulation of intestinal enzymes in European starlings (*Stumus vulgaris*). *Physiol Zool*, 1995, 68: 490 - 511.
- [ 3 ] Lovegrove B G. The influence of climate on the basal metabolic rate of small mammals: a slow-fast metabolic continuum. *J Comp Physiol B*, 2003, 173: 87 - 112.
- [ 4 ] Weathers W W. Energetics and thermoregulation by small passerines of the humid, lowland tropics. *Auk*, 1997, 114: 341 - 353.
- [ 5 ] Ashton K G. Patterns of within-species body size variation of birds: strong evidence for Bergmann's rule. *Glob Ecol Biog*, 2002, 11: 505 - 523.
- [ 6 ] 张国凯, 方媛媛, 姜雪华, 等. 白头鹎的代谢率与器官重量在季节驯化中的可塑性变化. *动物学杂志*, 2008, 43(4): 13 - 19.
- [ 7 ] McKechnie A E, Wolf B O. The allometry of avian basal metabolic rate: good predictions need good data. *Physiol Biochem Zool*, 2004, 77: 502 - 521.
- [ 8 ] McNab B K. On the utility of uniformity in the definition of basal rate of metabolism. *Physiol Zool*, 1997, 70: 718 - 720.
- [ 9 ] Rezende E L, Bozinovic F, Garland T Jr. Climatic adaptation and the evolution of basal and maximum rates of metabolism in rodents. *Evolution*, 2004, 58: 1361 - 1374.
- [ 10 ] 姜文秀, 王蓓, 王睿, 等. 驯化条件下高山姬鼠能量对策的初步研究. *动物学杂志*, 2009, 44(4): 142 - 149.
- [ 11 ] McKechnie A E, Freckleton R P, Jetz W. Phenotypic plasticity in the scaling of avian basal metabolic rate. *Proc R Soc Lond B*, 2006, 273, 931 - 937.
- [ 12 ] White C R, Blackburn T M, Martin G R, et al. Basal metabolic rate of birds is associated with environmental temperature and precipitation, not primary productivity. *Proc R Soc Lond B*, 2007, 274, 287 - 293.
- [ 13 ] MacKinnon J, Phillipps K. A Field Guide to the Birds of China. London: Oxford University Press, 2000, 312 - 340.
- [ 14 ] 邓合黎, 张晓爱. 高寒草甸几种雀形目鸟类的标准代谢 (SMR). *动物学报*, 1990, 36(4): 377 - 384.
- [ 15 ] Zheng W H, Li M, Liu J S, et al. Seasonal acclimatization of metabolism in Eurasian tree sparrows (*Passer montanus*). *Comp Bio Physiol A*, 2008, 151: 519 - 525.
- [ 16 ] Williams J, Tieleman B I. Flexibility in basal metabolic rate and evaporative water loss among hoopoe larks exposed to different environmental temperatures. *J Exp Biol*, 2000, 203: 3153 - 3159.
- [ 17 ] 杨志宏, 邵淑丽, 柳劲松. 树麻雀代谢率和器官重量在光周期驯化中的变化. *四川动物*, 2009, 28(4): 513 - 516.
- [ 18 ] 杨志宏, 柳劲松, 邵淑丽. 饥饿驯化对树麻雀消化道长度和重量的影响. *动物学杂志*, 2009, 44(6): 130 - 136.
- [ 19 ] Górecki A. Kalabukhov-Skvortsov respirometer and resting metabolic rate measurement. Grodzki ski W. *BP Handbook: No. 24: Methods for Ecological Bioenergetics*. Oxford: Blackwell, 1975, 309 - 313.
- [ 20 ] AL-Mansour M I. Seasonal variation in basal metabolic rate and body composition within individual sanderling bird *Calidris alba*. *J Bio Sci*, 2004, 4(4): 564 - 567.
- [ 21 ] Koenig W D, Walters E L, Walters J R, et al. Seasonal body weight variation in five species of woodpeckers. *Condor*, 2005, 107: 810 - 822.
- [ 22 ] Steams S C, Schmid-Hempel P. Evolutionary insights should not be wasted. *Oikos*, 1987, 49: 118 - 125.
- [ 23 ] Swanson D L. Are summit metabolism and thermogenic endurance correlated in winter acclimatized passerine birds? *J Comp Physiol B*, 2001, 171: 475 - 481.
- [ 24 ] Bairlein F. How to get fat: nutritional mechanisms of

- seasonal fat accumulation in migratory songbirds *Nat*, 2002, 89: 1 - 10.
- [25] Swanson D L. Seasonal variation in thermogenic capacity of migratory warbling vireos *Auk*, 1995, 112 (4): 870 - 877.
- [26] Rintamaki P T, Stone J R, Lundberg S A. Seasonal and diurnal bodymass fluctuations for two nonhoarding species of parus in Sweden modeled using path analysis *Auk*, 2003, 120 (3): 658 - 670.
- [27] Rozman J, Runciman D, Zann R A. Seasonal variation in body mass and fat of Zebra Finches in south-eastern Australia *Emu*, 2003, 103: 11 - 19.
- [28] 张晓爱, 赵亮. 鸟类生态能量学的几个基本问题. *动物学研究*, 2001, 22 (3): 231 - 238.

## 中国科学家关于犬蝠交配行为的新发现

2009年10月28日,国际学术期刊《公共科学图书馆·综合》(PLOS ONE)发表题为“果蝠口交延长了交配时间”(Fellatio by Fruit Bats Prolongs Copulation Time)的学术论文,该文由广东省昆虫研究所张礼标副研究员领导完成,英国布里斯托尔大学、广西师范大学和华东师范大学共同合作。文章指出,人工饲养的犬蝠(*Cynopterus sphinx*)在交配过程中雌性给雄性进行“口交”(舔阴)行为,且这种行为很常见。

这种口交具体表现为:犬蝠采取背后式的交配方式,倒挂着的雄性从后面抱住雌性,勃起的阴茎从后面伸到雌性的腹面插入阴道,因此插入部分只是外露阴茎的1/4左右;在抽插的过程中,雌性弯下头去,用舌头舔靠近阴道口附近的阴茎。研究人员在室内配对饲养了30对犬蝠,成功观察到了20对犬蝠的交配行为,在这20次交配中,就有16次出现口交,平均的口交时间占总交配时间的8.7%左右。通过统计分析发现,有口交的14次交配行为平均时间几乎是没有任何出现口交的6次交配行为的2倍(220 s vs 122 s);此外,通过相关性分析还发现,在14次出现口交的交配行为中,口交时间与交配总时间呈明显的正相关性,据此推断每一秒的口交可以额外增加6 s的交配时间。

犬蝠的舔阴行为可以显著地延长交配时间,这是该论文得出的结论。而延长交配时间有什么生物学意义呢?作者认为,通过延长交配时间,可能会提高交配成功率。口交可能使阴茎受到不断的刺激,使其持续勃起;同时,通过唾液的润滑作用,使得抽插更为顺畅,利于交配的进行。另外,作者们还提出了口交的一些潜在功能,比如口交可以防止性病传播,因为唾液中可能会存在一些灭杀细菌或病毒的活性酶,此外口交的机械摩擦作用也可能会起到去除这些细菌或病毒的作用。之所以提出这个潜在功能,是因为他们同时还观察到每次交配结束后,雄性都会舔自己的阴茎;而在鼠类的一些研究已经证实,交配后雄鼠舔自己的阴茎确实有防止性病传播的功能。

另外,犬蝠中发现的口交行为对于解释性行为的进化可能有重大的意义。目前为止,还没有在非灵长类动物中发现哪种动物存在常见的口交行为,而最近科学家已经指出,果蝠与灵长类的亲缘关系非常近。因此,研究果蝠的性行为,也许能够进一步揭示我们人类性行为的进化机制。

具体文章请查阅 Tan M, Jones G, Zhu G J, Ye J P, Hong T Y, Zhou S Y, Zhang S Y, Zhang L B\*. Fellatio by fruit bats prolongs copulation time. *PLOS One*, 2009, 4 (10): e7595. doi: 10.1371/journal.pone.0007595.

张劲硕

(中国科学院动物研究所 北京 100101)