

滇金丝猴雌性个体间的理毛行为

张德军¹ 黎大勇^{1,2} 胡杰¹ 任宝平² 袁晓霞¹ 和鑫明³ 李艳红^{*} 李明^{2*}

(1 西华师范大学, 西南野生动植物资源保护教育部重点实验室, 南充 637009)

(2 中国科学院动物研究所, 动物生态与保护生物学院重点实验室, 北京 100101)

(3 白马雪山国家级自然保护区, 迪庆 674400)

摘要: 相互理毛行为广泛存在于社会性群居灵长类动物中, 通常具有清洁卫生和社会交往功能。2012年10月至2013年6月, 我们在云南白马雪山国家级自然保护区对一人工辅助投食滇金丝猴群, 采用全事件取样法和焦点动物取样法收集了雌性个体间相互理毛的行为数据, 包括理毛的部位、理毛的姿势、理毛的时间和回合数。研究表明: 滇金丝猴雌性个体之间每次相互理毛的平均时间为5.7 min。相互理毛部位较多的发生在自我理毛不能进行(达到)的部位(61.1%); 在不能自我理毛部位的相互理毛行为持续时间长, 平均9.7 min; 在个体能够进行自我理毛部位的相互理毛持续时间短, 平均为3.2 min。相互理毛的姿势以对坐为主(48.4%), 不同理毛姿势的理毛时间差异显著。新迁入家庭单元的雌性个体为理毛的首先发起者, 但其获得被理毛的时间却并不多。滇金丝猴雌性个体相互理毛部位、理毛姿势和理毛时间的差异表明, 它们之间的相互理毛行为符合卫生功能假说和社会功能假说。

关键词: 滇金丝猴; 相互理毛; 卫生功能假说; 社会功能假说

中图分类号: Q958.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-1050(2014)01-0038-08

Allogrooming among female Yunnan snub-nosed monkeys (*Rhinopithecus bieti*)

ZHANG Dejun¹, LI Dayong^{1,2}, HU Jie¹, REN Baoping², YUAN Xiaoxia¹, HE Xinming³, LI Yanhong^{1*}, LI Ming^{2*}

(1 Key Laboratory of Southwest China Wildlife Resources Conservation, China West Normal University, Nanchong 637009, China)

(2 Key Laboratory of Animal Ecology and Conservation Biology, Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

(3 Baimaxueshan National Nature Reserve, Diqing 674400, China)

Abstract: Allogrooming, a common behavior in primates, can reveal hygienic function and the nature of social relationships in gregarious animals. The Yunnan snub-nosed monkey (*Rhinopithecus bieti*) lives in groups which may number in the hundreds of individuals. Though patterns of allogrooming are important in understanding the social structure of *R. bieti*, research on the behavior is lacking for this species. From October 2012 to June 2013, we observed allogrooming behavior among females of a provisioned group of *R. bieti* via all-occurrence sampling and focal animal sampling. We recorded grooming position, grooming posture, and the duration and frequency of allogrooming bouts in Baimaxueshan National Nature Reserve. The mean grooming time was 5.7 min per bout. Female monkeys spend more time grooming the body parts that individuals normally cannot reach on their own (61.1%), and that mean bout duration is 9.7 min. When grooming parts that a monkey can reach by itself, the mean time drops to 3.2 min. Female monkeys frequently sit face-to-face when they are grooming (48.4%), and the grooming time differed significantly among all grooming postures. Immigrant females usually groomed other members of their one-male unit, more so than they were recipients of grooming. The dissimilarity of allogrooming positions, postures, and bout durations among female monkeys supports hygienic and social function hypotheses.

Key words: Allogrooming; Hygienic function hypothesis; Social function hypothesis; Yunnan snub-nosed monkey

基金项目: 国家林业公益性专项(201104073); 国家自然科学基金资助项目(31200294); 西华师范大学校启动科研项目(11B018; 12B020); 西华师范大学西南野生动植物资源保护教育部实验室开放基金项目(XNYB12-1)

作者简介: 张德军(1989-), 硕士研究生, 主要从事野生动物生态与保护研究。

收稿日期: 2013-07-23; 修回日期: 2013-11-19

* 通讯作者, Corresponding authors, E-mail: ls626@126.com; lim@ioz.ac.cn

理毛行为 (Grooming) 是灵长类动物中常见的一种行为, 当行为发起者和接受者属同一个体时称为自我理毛 (Autogrooming); 若理毛行为发生在不同个体之间时称为相互理毛 (Allogrooming) (Perez and Veá, 2002)。相互理毛行为是个体之间通过观察或接触身体表面的一个或多个部位, 近距离探查同时分开毛发并不时地从分开的毛发或露出的皮肤上检出盐粒、皮上寄生物等放入嘴中咀嚼或直接用嘴咬食 (Perez and Veá, 2002; 李银华和李保国, 2004)。一些相关的生态学假说能够较好地解释灵长类动物相互理毛行为的重要生物学意义 (Alexander, 1974; McKenna, 1978; Dunbar, 1991; Chiarello, 1995; Wei *et al.*, 2012)。

理毛的卫生功能假说 (Hygienic function hypothesis) 认为, 群居灵长类动物个体之间相互理毛行为是为了清除身体表面的盐粒、寄生虫等来控制疾病的发生 (Alexander, 1974; McKenna, 1978; Barton, 1985)。很多学者也认同这一假说, 因为相互理毛大多发生在自我理毛不能照顾到的身体区域 (Goodall, 1968; Ghiglieri, 1984) 和易受寄生虫感染的区域 (Smith, 1977)。长尾叶猴 (*Presbytis entellus*) 和白掌长臂猿 (*Hylobates lar*) 的相互理毛行为主要集中在自我理毛不易到达的身体部位 (Borries, 1992; Reichard and Sommer, 1994)。李保国等 (2002) 的研究表明, 野生川金丝猴 (*Rhinopithecus roxellana*) 个体之间相互理毛的时间分配在无法和难以进行自我理毛的身体部位更多。日本猕猴 (*Macaca fuscata*) 的相互理毛行为主要表现为捡拾虱子或虱卵 (Tanaka and Takefushi, 1993)。Perez 和 Veá (2002) 研究表明, 白颈白眉猴 (*Cercocebus torquatus*) 的相互理毛行为主要发生在毛发厚密和身体受伤的部位。

社会功能假说 (Social function hypothesis) 认为, 群居灵长类动物相互理毛行为受个体亲缘关系、性别、年龄、统治地位、繁殖状况等因素的影响, 通过理毛能够反映个体间的亲密程度, 降低个体间的紧张度, 维持个体间的社会等级关系, 保持社群稳定 (Terry, 1970; de Waal and Luttrell, 1989; Dunbar, 1991; Maestriperi, 1993; Chiarello, 1995; Wei *et al.*, 2012)。Cords (2000) 对青猴 (*Cercopithecus mitis*) 的相互理毛行为研究表明, 成年雌性给自己未成年子女理毛的次数多于对群内

非亲生未成年子女的理毛次数。川金丝猴中高等级雌性的婴儿在“阿姨行为”中能够获得更多的理毛机会 (任仁眉等, 2000)。川金丝猴雌性个体通过对雄性的理毛行为, 能够获得更多的交配机会 (任宝平等, 2002; Wei *et al.*, 2012)。Wei 等 (2012) 研究还表明, 在一雄多雌的川金丝猴家庭单元内高等级的雌性比低等级的雌性能获得更多的被理毛机会。然而, 高等级的短尾猴 (*M. arcuoides*) 中理毛的发起者与社会身份存在正相关, 高序位的个体积极参与理毛活动是获得和维持其统治身份的一种重要策略 (de Waal and Luttrell, 1988)。

滇金丝猴 (*R. bieti*) 是我国特有的濒危珍稀灵长类动物, 主要栖息于海拔 3 000–4 100 m 的高山暗针叶林和针阔叶混交林中, 是目前发现的海拔最高的灵长类动物 (Long *et al.*, 1994; Li *et al.*, 2008)。滇金丝猴具有复杂的社群结构, 每个独立的社群都由多个一雄多雌单元 (One Male Units, OMU) 和一个全雄单元 (All Male Unit, AMU) 组成 (任宝平等, 2004)。目前为止, 许多学者已经开展了滇金丝猴的种群分布和数量 (Long *et al.*, 1994)、社会结构 (Kirkpatrick *et al.*, 1998)、栖息地利用和游走习性 (Grueter *et al.*, 2008; Li *et al.*, 2008)、繁殖行为 (Huang *et al.*, 2012)、食物选择 (Xiang *et al.*, 2007; 黎大勇等, 2011)、日活动时间分配 (Ding and Zhao, 2004; Xiang *et al.*, 2010) 等方面的研究。然而, 由于该物种栖息环境复杂, 很难在野外开展社会行为学方面的有效研究 (Kirkpatrick *et al.*, 1998)。这在很大程度上局限了人类对该物种的认识和了解, 影响了人类对该物种的科学保护和管理。基于以上原因, 我们于 2012 年 10 月至 2013 年 6 月, 在云南白马雪山国家级自然保护区对一群数量约为 80 只的人工辅助投食滇金丝猴群开展了雌性个体间相互理毛行为的研究, 以期探讨雌性滇金丝猴个体之间理毛行为特征, 检验灵长类动物个体之间理毛行为的相关假说, 揭示滇金丝猴雌性个体理毛行为的生物学意义。

1 研究方法

1.1 研究地点和对象

研究地点位于云南白马雪山国家级自然保护区最南端的响古箐区域 (北纬 27°37', 东经 99°22'),

该研究地东西宽约 9 km, 南北长约 10 km, 总面积约 90 km² (Li *et al.*, 2010)。由于特殊的地理位置和复杂的自然环境, 研究地的植被类型多样, 森林呈斑块状分布, 原始森林保存较为完整。植被类型主要为云南松林、常绿阔叶林、高山硬叶栎树林、针阔叶混交林和高山暗针叶林。另外, 研究地还有零星分布的草地、火烧残留地和耕地。研究地年降水量为 1 370.7 mm, 年平均气温为 9.8℃ (Li *et al.*, 2010)。

研究对象为该保护区内一群数量约为 80 只的人工辅助投食滇金丝猴群, 该群由 8 个家庭单元和 1 个全雄单元组成。该投食群体是 2009 年 5 月猴群自然分群后, 通过野外人工补充食物试验形成的一个稳定展示群。目前为止, 这个展示群已经习惯了人类活动, 而且人类的活动没有影响到它们的日常活动规律, 因此我们可以顺利对该展示群开展近距离的观察, 并进行个体识别 (Li *et al.*, 2013)。这保证了我们顺利开展雌性个体间相互理毛行为研究的需要。

1.2 研究方法

从 2012 年 10 月到 2013 年 6 月, 我们对该猴群进行连续的跟踪观察, 观察时间为 126 d。采用 Olympus 10×42 双筒望远镜进行观察, 观察距离为 5–20 m。我们在不干扰猴群正常活动的前提下采用全事件记录法 (All occurrence sampling), 记录了雌性个体之间相互理毛全过程的数据 (Altmann, 1974)。猴群中的一个 OMU——红脸家庭单元, 原本有两只雌性, 2013 年 3 月 23 日新迁入一只雌性个体。为了探讨新迁入雌性个体与家庭单元内原有雌性个体之间的相互理毛行为, 我们采用焦点动物取样法 (Focal animal sampling), 收集了它们之间的相互理毛数据。

记录数据时, 从猴群出现在视野中开始, 只针对相互理毛这一个行为进行记录, 记录整个理毛的全过程。在一次数据记录中包括: 理毛发起者和接受者; 理毛持续时间, 使用计时秒表记录行为发生到行为结束的准确时间; 个体之间一次完整的相互理毛行为, 记为一个理毛回合; 理毛的部位, 记录理毛发生的具体部位; 理毛发起者和接受者间的姿势, 其中包括相对而坐、背对而坐、躺、趴和侧坐。由于本文主要是探讨雌性滇金丝猴个体通过理毛行为反应的社会关系, 所以本研究未涉及雌性与

雄性之间的理毛行为、全雄群个体的理毛行为, 以及少年猴的理毛行为。由于猴群时常躲藏到茂密的树林中, 或移动到我们无法涉及到的地方, 所以很难实现全天连续地数据记录。研究期间, 我们集中观察了 26 只雌性个体, 分属 8 个家庭单元, 共记录到 2 124 个理毛回合, 共计约 202 h。

1.3 身体各部位的划分

本研究理毛区身体各部位划分参考李保国等 (2002), 具体见表 1。

1.4 数据处理

采用 SPSS15.0 软件进行统计分析。所有的检验都是双尾且用 $P \leq 0.05$ 作为拒绝 H_0 假设的基本标准。我们把猴子身体表面分为 3 个部分: 易自理毛区域, 包括下臂、腿部、尾梢; 难自理毛区域, 包括上臂、胸部、腹部、体侧、生殖区; 不能自理毛区域, 包括头部、颈部、背部。分别计算各区域的理毛时间在总理毛时间中所占的比例, 以及各理毛姿势的理毛时间在总理毛时间中所占的比例。采用单因素的方差分析 (One-way ANOVA test), 检验平均理毛时间在 3 个不同部位是否具有显著性差异, 据此验证滇金丝猴雌性个体的理毛行为是否满足卫生功能假说。同时, 使用 χ^2 检验, 比较不同理毛姿势总体理毛时间的差异程度; 红脸家庭单元内新迁入的雌性个体与家庭中原有雌性个体间相互理毛的关系也采用 χ^2 检验, 以此来检验灵长类动物理毛行为的社会功能假说。

2 结果

2.1 雌性滇金丝猴相互理毛在不同部位间的差异

雌性滇金丝猴个体之间每次相互理毛的平均时间为 5.7 min (range = 0.1–12.4 min, $N = 2\ 124$)。雌性滇金丝猴之间在相互理毛时主要集中在不能进行自我理毛的部位, 该部位的理毛时间占总理毛时间的 61.1%。滇金丝猴雌性个体之间理毛发生在不能进行自我理毛的区域时, 理毛的单个回合的持续时间比较长, 该部位每个理毛回合的平均时间达到 9.7 min (range = 1.9–12.4 min, $N = 763$)。完全可以进行自我理毛部位的相互理毛时间仅为总理毛时间的 14.2%, 平均每个理毛回合的时间为 3.2 min (range = 0.4–5.1 min, $N = 537$), 低于其他部位的相互理毛的平均时间 (表 2)。统计分析表明, 滇金丝猴雌性个体间的相互理毛的平均时

间在身体各个部位的分布存在极显著差异 (One-way ANOVA test: $F_{2,2123} = 44.68, P < 0.01$)。

表1 身体各部位划分及所属统计分析区域

Table 1 Delineation of different body parts and the statistic analysis area

身体部位 Body Parts	包含区域 Body region	统计分析区 Statistic analysis area
头部 Head	颈部以上, 包括脸部和覆盖脑部的部分 From the neck up, including face and the part covering the brain	
颈部 Neck	连接头部与躯干的圆形部位 The annular parts connecting the head and body	不能自理毛区域 Inaccessible
背部 Back	从臀部上方延伸到肩膀及脖子的部位 The position from the hips to the shoulder	
上臂 Arm	从肩部到肘部, 包括腋下 From the shoulder to the elbow, including axilla	
胸部 Chest	从颈底部到腹面的胸腔正面部分 The positive part from the bottom of the neck to the front of the chest	
腹部 Belly	从胸部到肛门生殖区的身体正面部分 The positive part from the chest to the anogenital area	难自我理毛区域 Difficult to reach
体侧 Flank	从胸腹部到背部的侧面部分 From the chest to the side of the back	
生殖区 Anogenital area	包括臀部、肛门和尾根部分 The part including the hip, anus and the root of tail	
下臂 Forearm	从手腕到肘部, 不包括肘部, 包括手掌 From wrist to the elbow, except the elbow	
腿部 Leg	从脚掌延伸到臀部的部分 From the sole to the hip	易自我理毛区域 Easy to reach
尾梢 Distal tail	从尾中部到末梢的部分 From the middle of tail to the terminal	

表2 不同理毛部位相互理毛的回合数和回合平均时间

Table 2 Bout number and mean time of allogrooming among the different grooming position

理毛部位 Grooming position	平均时间 Mean \pm SD (min)	最短时间 Minimum time (min)	最长时间 Maximum time (min)	回合数 Bout number
不能自理毛部位 Inaccessible	9.7 \pm 2.1	1.9	12.4	763
难自理毛部位 Difficult to reach	3.7 \pm 1.5	0.1	6.6	824
易自理毛部位 Easy to reach	3.2 \pm 2.2	0.4	5.1	537
	5.7 \pm 1.8	0.1	12.4	2124

2.2 雌性滇金丝猴相互理毛的姿势差异

雌性滇金丝猴在相互理毛时主要采用 5 种姿势, 同向而坐、相对而坐、躺、趴和侧身而坐。雌性个体相互理毛的总时间在各姿势之间的分布存在极显著性差异 ($\chi^2 = 55.19, df = 4, P < 0.01$) (图 1)。研究发现, 当个体之间采用同向而坐和趴两

种姿势相互理毛时, 个体之间无法进行眼神接触; 另外 3 种姿势相互理毛时, 能够进行眼神接触。统计分析表明, 这两者之间存在极显著性差异 ($\chi^2 = 11.56, df = 1, P < 0.01$)。可见, 雌性滇金丝猴个体间在相互理毛时倾向于选择有眼神接触的姿势。

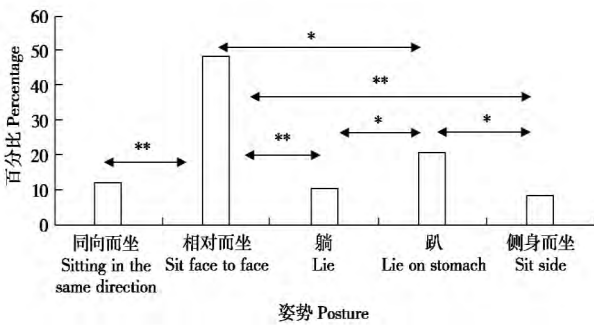


图1 雌性滇金丝猴相互理毛时采用的不同姿势百分比. * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$

Fig.1 Percentage of posture used by female Yunnan snub-nosed monkey when allogrooming. * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$

采用同向而坐的姿势相互理毛时，每个理毛回合的平均时间达到 6.9 min (range = 0.4 - 12.0 min) ，高于其他理毛姿势的平均时间；但是，雌性个体之间采用这种理毛姿势的总体回合数却较少，仅为 214 个。雌性滇金丝猴个体之间主要采用相对而坐的理毛姿势，其理毛回合数达到 946 个，占总体理毛回合数的 48.4%。雌性滇金丝猴个体相互理毛时，侧身而坐的姿势最少，每次的平均理毛时间为 4.8 min (range = 0.5 - 5.4 min) ，其总回合数仅为 208，两者都低于其他理毛姿势 (表 3) 。统计分析表明，不同理毛姿势总体理毛时间之间存在极显著的差异 ($\chi^2 = 33.54$, $df = 4$, $P < 0.01$) 。

表3 不同理毛姿势的回合数和理毛平均时间

Table 3 Bout number and mean time of allogrooming of the different posture

理毛姿势 Grooming posture	平均时间 Mean \pm SD (min)	最短时间 Minimum time (min)	最长时间 Maximum time (min)	回合数 Bout number
同向而坐 Sitting in the same direction	6.9 \pm 2.6	0.4	12.0	214
相对而坐 Sit face to face	6.2 \pm 2.2	0.5	12.4	946
躺 Lie	5.3 \pm 1.7	0.1	6.6	237
趴 Lie on stomach	4.9 \pm 1.4	0.4	6.7	519
侧身而坐 Sit side	4.8 \pm 2.8	0.5	5.4	208

2.3 家庭单元中新迁入雌性与其他雌性间理毛行为的差异

新迁入的雌性个体进入红脸家庭后，我们共记录到家庭单元内雌性个体之间 35 次完整的相互理毛行为，共 168 min。研究发现，红脸家庭单元内 48.3% 的理毛行为由新迁入雌性发出，另外两只雌性发起的理毛分别为 31.9% 和 19.8%。3 个雌性个体主动发起的理毛时间存在极显著差异 ($\chi^2 = 11.84$, $df = 2$, $P < 0.05$) 。而家庭单元内原有的两个雌性个体主动发起的理毛时间之间不存在显著性差异 ($\chi^2 = 2.769$, $df = 1$, $P > 0.05$) (图 2) 。新迁入雌性个体作为理毛的发起者投入了最多的时间，但它只获得了最少的理毛回报 (27.6%) 。

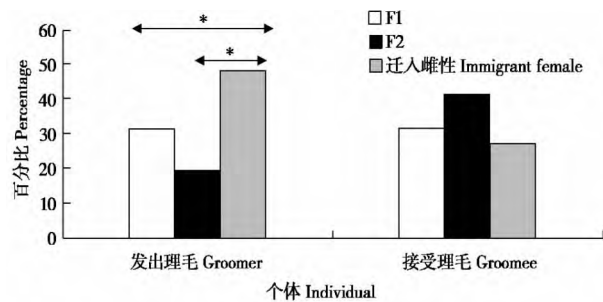


图2 红脸家庭新进雌性与原雌性间相互理毛分布. * $P < 0.05$

Fig. 2 Percentage of allogrooming between immigrant female and original females in Honglian's family. * $P < 0.05$. F1: female 1; F2: female 2

3 讨论

3.1 雌性滇金丝猴相互理毛的卫生功能假说

本研究发现，雌性滇金丝猴个体间相互理毛的部位主要集中在无法进行自我理毛的地方。相似的研究结果也见于其他灵长类动物相互理毛的研究报

道 (*Pan troglodytes* , Ghiglieri , 1984; *H. lar* , Reichard and Sommer , 1994) 。虽然滇金丝猴有时在地面活动 (Xiang *et al.* , 2009) ，但是它们的取食和休息主要在高大乔木上 (Kirkpatrick *et al.* , 1998; Li *et al.* , 2010) 。研究表明，灵长类动物在树上活动时，干树叶、树皮、树枝、节肢动物、皮外寄生

动物等会进入它们的毛发 (Reichard and Sommer, 1994)。个体会通过自我理毛去除皮肤表面能够自己接触到的身体部位的碎屑与盐粒 (李保国等, 2002)。但是身体表面的很多部位是自我理毛照顾不到的, 要想清理这些区域的皮肤和毛发就只有靠个体与个体之间的相互协作 (Borries, 1992; Tanaka and Takefushi, 1993)。本研究发现, 滇金丝猴雌性个体间理毛发生在不能进行自我理毛的区域时, 理毛的单个回合的持续时间都比较长, 发出理毛的个体非常认真地在梳理被理毛个体的毛发, 并且通常会用嘴去舔或者咬。因此, 雌性滇金丝猴个体间相互理毛行为应该具有卫生功能。

3.2 雌性滇金丝猴相互理毛的社会功能假说

群居灵长类动物个体之间的一些相互理毛行为, 常常表现为一种仪式化的行为 (李银华和李保国, 2004)。这种理毛行为局限于身体的某些部位, 动作精炼, 传递了个体之间某些社会功能信息 (Boccia, 1983, 1986)。研究发现, 滇金丝猴雌性个体之间的一些单个理毛回合持续的时间很短, 但是总回合数却很多。这些短时间的理毛很大程度上已经不再起着卫生功能。因为持续时间太短, 且属于这些回合的理毛行为都十分粗略, 并不足以达到清理皮肤和毛发的作用 (de Waal and Luttrell, 1989; Dunbar, 1991)。当个体之间在相互理毛时都会注意力集中, 对周围同种其他个体的警惕和对子代的照看程度都降低, 也增加了被天敌捕食的危险 (Cohelo, 1986); 而且, 理毛还会花费大量的时间, 减少了自身的取食时间, 增加了自身的能量消耗 (Dunbar, 1988; Xi *et al.*, 2008)。雌性滇金丝猴个体之间这种局限在身体某些部位, 快速精炼、多频次的理毛行为, 应该表达了一种友好、愿意结成联盟的信息 (任仁眉等, 2000)。O'Brien (1993) 研究发现, 灵长类动物理毛的频率与接近个体、结成联盟的频率相一致。

灵长类动物相互理毛时的姿势可以分为有眼神接触和无眼神接触两种。一些研究指出, 灵长类动物相互理毛时个体之间倾向于避开眼神的交流以降低紧张的气氛, 避免受到潜在的攻击等 (Boccia, 1983, 1986, 1989; Borries, 1992)。任仁眉等 (2000) 发现, 高顺位的川金丝猴对低顺位个体瞪眼或威吓时, 低顺位个体常低头或伏身, 以避开对方的注目。但是, 本研究结果与以上研究结果存在

一定的差异, 雌性滇金丝猴个体之间倾向于选择有眼神接触的相互理毛姿势。虽然, 这种理毛姿势增加了双方冲突的机会, 但是眼神接触能更容易判断对方的身份, 更好地开展身体语言的交流。这种稍显冒险的投资, 能够确保其在今后的群居生活中获得足够多的利益 (Boccia, 1989)。

金丝猴属具有非常复杂的社会结构, 社群由多个一雄多雌单元和一个全雄单元组成 (任宝平等, 2004; Grueter and van Schaik, 2010)。每个一雄多雌家庭里的雌性个体之间拥有严格的社会等级 (任仁眉等, 2000; 蔚培龙等, 2009)。这种等级关系影响着个体间的相互理毛, 高等级的雌性经常接受低等级雌性的理毛, 而很少给低等级的个体理毛 (任仁眉等, 2000; Wei *et al.*, 2012)。一些研究表明, 其他灵长类动物的低等级雌性个体, 趋向给高等级的个体理毛 (Cheney, 1978; Silk *et al.*, 1981)。本研究表明, 在发生雌性个体迁入的滇金丝猴家庭单元中, 大部分相互理毛行为都是由迁入的雌性发起。这可能是由于新迁入的雌性个体等级地位较低, 急需向其他雌性个体表达友好, 希望尽快融入这个家庭发出的积极主动信号。可见, 理毛属于一种较为平和的行为, 是表示友好的良好手段 (李银华和李保国, 2004)。滇金丝猴雌性个体的相互理毛行为符合理毛的社会功能假说。

综上所述, 雌性滇金丝猴个体间相互理毛在身体不同部位的分布的差异性, 符合理毛行为的卫生功能假说; 相互理毛时所采用的姿势, 以及新迁入雌性个体与家庭单元中原有雌性之间相互理毛的差异性符合理毛行为的社会功能假说。雌性滇金丝猴花费大量的时间进行理毛除了保持身体洁净, 更重要的是通过这种友好行为维系复杂的社会结构, 保持社群稳定。

致谢: 野外工作中得到了白马雪山国家级自然保护区管理局的大力支持, 以及响古箐各位护林员的热心帮助, 谨致诚挚谢意。

参考文献:

- Alexander R. 1974. The evolution of animal behavior. *Annual Review of Ecology System*, 5: 325 - 383.
- Altmann J. 1974. Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour*, 49: 227 - 267.
- Barton R. 1985. Grooming site preferences in primates and their func-

- tional implications. *International Journal of Primatology*, **6**: 519 – 532.
- Boccia M L. 1983. A functional analysis of social grooming patterns through direct comparison with self grooming in rhesus monkeys. *International Journal of Primatology*, **6**: 399 – 418.
- Boccia M L. 1986. Grooming site preferences as a form of tactile communication and their role in the social relations of rhesus monkeys. In: Taub D M, King F A eds. *Current Perspectives in Social Dynamics*. New York: Van Nostrand Reinhold, 505 – 519.
- Boccia M L. 1989. Comparison of the physical characteristics of grooming in two species of macaques (*Macaca nemestrina* and *Macaca radiata*). *Journal of Comparative Psychology*, **103**: 177 – 183.
- Borries C. 1992. Grooming site preferences in female langurs (*Presbytis entellus*). *International Journal of Primatology*, **13**: 19 – 32.
- Cheney D L. 1978. Interactions of immature male and female baboons with adult females. *Animal Behavior*, **26**: 389 – 408.
- Chiarello A G. 1995. Grooming in brown howler monkeys, *Alouatta fusca*. *American Journal of Primatology*, **37**: 73 – 81.
- Cohelo A M. 1986. Time and energy budgets. In: Mitchell G, Erwin J eds. *Comparative Primate Biology*. New York: Alan R. Liss.
- Cords M. 2000. Grooming partners of immature blue monkeys (*Cercopithecus mitis*) in the Kakamega forest, Kenya. *International Journal of Primatology*, **21**: 239 – 253.
- de Waal F B M, Luttrell L M. 1988. Mechanisms of social reciprocity in three primate species: symmetrical relation characteristics or cognition. *Ethology and Sociobiology*, **8**: 101 – 118.
- de Waal F B M, Luttrell L M. 1989. Towards a comparative socioecology of the genus *Macaca*: different dominance styles in rhesus and stump-tail monkeys. *American Journal of Primatology*, **19**: 83 – 109.
- Ding W, Zhao Q K. 2004. *Rhinopithecus bieti* at Tacheng, Yunnan: diet and daytime activities. *International Journal of Primatology*, **25**: 583 – 598.
- Dunbar R M I. 1988. *Primate Social Systems*. London: Croom Helm.
- Dunbar R I M. 1991. Functional significance of social grooming in primates. *Folia Primatologica*, **57**: 121 – 131.
- Ghiglieri M P. 1984. *The Chimpanzees of Kibale Forest: a Field Study of Ecology and Social Structure*. Columbia: Columbia University Press.
- Goodall J. 1968. The behavior of free-living chimpanzees in the Gombe Stream Reserve. *Animal Behavior Monographs*, **1**: 161 – 311.
- Grueter C C, Li D Y, van Schaik C P, Ren B P, Long Y C, Wei F W. 2008. Ranging of snub-nosed monkeys *Rhinopithecus bieti* at the Samage Forest, China. I. Characteristics of range use. *International Journal of Primatology*, **29**: 1121 – 1145.
- Grueter C C, van Schaik C P. 2010. Evolutionary determinants of modular societies in colobines. *Behavioral Ecology*, **21**: 63 – 71.
- Huang Z P, Cui L W, Scott M B, Wang S J, Xiao W. 2012. Seasonality of reproduction of wild black-and-white snub-nosed monkeys (*Rhinopithecus bieti*) at Mt. Lasha, Yunnan, China. *Primates*, **53**: 237 – 245.
- Kirkpatrick R C, Long Y C, Zhong T, Xiao L. 1998. Social organization and range use in the Yunnan snub-nosed monkey *Rhinopithecus bieti*. *International Journal of Primatology*, **19**: 13 – 51.
- Li B G, Zhang P, Kunio Watanabe, Tan C L. 2002. Does allogrooming serve a hygiene function in the Sichuan snub-nosed monkey (*Rhinopithecus roxellana*). *Acta Zoologica Sinica*, **48**: 707 – 715. (in Chinese)
- Li D Y, Grueter C C, Ren B P, Long Y C, Li M, Peng Z S, Wei F W. 2008. Ranging of *Rhinopithecus bieti* in the Samage Forest, China. II. Use of land cover types and altitudes. *International Journal of Primatology*, **29**: 1147 – 1173.
- Li D Y, Ren B P, Grueter C C, Li B G, Li M. 2010. Nocturnal sleeping habits of the Yunnan snub-nosed monkey in Xiangguqing, China. *American Journal of Primatology*, **72**: 1092 – 1099.
- Li D Y, Ren B P, He X M, Hu G, Li B G, Li M. 2011. Diet of *Rhinopithecus bieti* at Xiangguqing in Baimaxueshan National Nature Reserve. *Acta Theriologica Sinica*, **31** (4): 338 – 346. (in Chinese)
- Li T F, Ren B P, Li D Y, Zhu P F, Li M. 2013. Mothering style and infant behavioral development in Yunnan snub-nosed monkeys (*Rhinopithecus bieti*) in China. *International Journal of Primatology*, **34**: 681 – 695.
- Li Y H, Li B G. 2004. Influencing factors, functions and benefit analysis of allogrooming in primates. *Acta Anthropologica Sinica*, **23**: 334 – 342. (in Chinese)
- Long Y C, Kirkpatrick R C, Zhong T, Xiao L. 1994. Report on the distribution, population, and ecology of the Yunnan snub-nosed monkey (*Rhinopithecus bieti*). *Primates*, **35**: 241 – 250.
- Maestripieri D. 1993. Vigilance costs of allogrooming in macaque mothers. *American Nature*, **141**: 744 – 753.
- McKenna J J. 1978. Biosocial functions of grooming behavior among the common Indian langur monkey (*Presbytis entellus*). *American Journal of Physical Anthropology*, **48**: 503 – 510.
- O'Brien T G. 1993. Allogrooming behavior among female wedge-capped capuchin monkeys. *Animal Behavior*, **46**: 499 – 510.
- Perez P A, Vea J J. 2002. Functional implications of allogrooming in *Cercocebus torquatus*. *International Journal of Primatology*, **21**: 255 – 267.
- Reichard U, Sommer V. 1994. Grooming site preferences in Wild white-handed gibbons (*Hylobates lar*). *Primates*, **35**: 369 – 374.
- Ren R M, Yan K H, Su Y J, Li J J, Zhou Y. 2000. *The Society of Golden Monkey (Rhinopithecus roxellanae)*. Beijing: Beijing University Press, 11 – 53. (in Chinese)
- Ren B P, Xia S Z, Li Q F, Zhang S Y, Liang Bing, Qiu J H. 2002. Male copulatory patterns in captive Sichuan snub-nosed monkey (*Rhinopithecus roxellana*). *Acta Zoologica Sinica*, **48**: 577 – 584. (in Chinese)
- Ren B P, Li M, Wei F W, Long Y C. 2004. The Yunnan snub-nosed monkey (*Rhinopithecus bieti*). *Chinese Journal of Zoology*, **39**:

- 111, 104. (in Chinese)
- Smith C C. 1977. Feeding behavior and social organization in howling monkeys. In: Clutton-Brock T H ed. Primate Ecology: Studies of Feeding and Ranging Behaviors in Lemurs, Monkeys and Ape. London: Academic Press.
- Silk J B, Samuels A, Rodman P. 1981. The influence of kinship, rank, and sex on affiliation and aggression between female and immature bonnet macaques (*Macaca radiata*). *Behaviour*, **78**: 111 - 137.
- Tanaka I, Takefushi H. 1993. Elimination of external parasites (lice) is the primary function of grooming in free-ranging Japanese macaques. *Anthropological Science*, **101**: 187 - 193.
- Terry R L. 1970. Primate grooming as a tension reduction mechanism. *Journal of Psychology*, **76**: 129 - 136.
- Wei W, Qi X G, Guo S T, Zhao D P, Zhang P, Huang K, Li B G. 2012. Market powers predict reciprocal grooming in Golden snub-nosed monkeys (*Rhinopithecus roxellana*). *PLoS ONE*, **7** (5): e36802. doi: 10.1371/journal.pone.0036802.
- Xiang Z F, Huo S, Xiao W, Quan R C, Grueter C C. 2007. Diet and feeding behavior of *Rhinopithecus bieti* at Xiaochangdu, Tibet: adaptations to a marginal environment. *American Journal of Primatology*, **69**: 1141 - 1158.
- Xiang Z F, Huo S, Xiao W, Quan R C, Grueter C C. 2009. Terrestrial behavior and forest strata use in a group of black-and-white snub-nosed monkeys (*Rhinopithecus bieti*) at Xiaochangdu, Tibet. *Current Zoology*, **55**: 180 - 187.
- Xiang Z F, Huo S, Xiao W. 2010. Activity budget of *Rhinopithecus bieti* at Tibet: effects of day length, temperature and food availability. *Current Zoology*, **56**: 650 - 659.
- Xi W Z, Li B G, Zhao D P, Ji W H, Zhang P. 2008. Benefits to female helpers in wild *Rhinopithecus roxellana*. *International Journal of Primatology*, **29**: 593 - 600.
- Yu P L, Yang J Y, Bao W D, Yu H L, Yao H, Wu F. 2009. Aggressive behaviors and the rank order of a provisioned group of Sichuan snub-nosed monkeys (*Rhinopithecus roxellana*) in Shennongjia. *Acta Theriologica Sinica*, **29**: 7 - 11. (in Chinese)
- 任仁眉, 严康慧, 苏彦捷, 李进军, 周茵. 2000. 金丝猴的社会. 北京: 北京大学出版社, 67 - 170.
- 任宝平, 夏述忠, 李庆芬, 张树义, 梁冰, 邱军华. 2002. 圈养雄性金丝猴交配模式. *动物学报*, **48**: 577 - 584.
- 任宝平, 李明, 魏辅文, 龙勇诚. 2004. 滇金丝猴 (*Rhinopithecus bieti*). *动物学杂志*, **39**: 111, 104.
- 李保国, 张鹏, 渡边邦夫, 谈家伦. 2002. 川金丝猴的相互理毛行为是否具有卫生功能. *动物学报*, **48**: 707 - 715.
- 李银华, 李保国. 2004. 灵长类相互理毛的影响因素、功能及其利益分析. *人类学学报*, **23**: 334 - 342.
- 蔚培龙, 杨敬元, 鲍伟东, 余辉亮, 姚辉, 吴峰. 2009. 神农架川金丝猴投食群的攻击行为及等级序列. *兽类学报*, **29**: 7 - 11.
- 黎大勇, 任宝平, 和鑫明, 胡刚, 李保国, 李明. 2011. 白马雪山自然保护区响古箐滇金丝猴的食性. *兽类学报*, **31**: 338 - 346.