

圈养条件下黑猩猩月经、排卵和妊娠周期

朱迎娣

上海动物园 上海 200335

摘要: 排卵期和妊娠期与月经周期紧密相关, 监测月经周期对圈养黑猩猩 (*Pan troglodytes*) 的繁殖有着重要意义。本研究对上海动物园饲养的 8 只雌性黑猩猩 2002 年以来的月经周期记录进行统计分析, 并对 2 只成年雌性黑猩猩共 60 d 尿液中促黄体生成素进行检测。黑猩猩月经周期平均为 (33.5 ± 5.3) d, 经期平均为 (1.6 ± 1.1) d, 妊娠期平均为 (226.9 ± 17.3) d, 产单胎和双胞胎有极显著差异; 促黄体生成素在发情高峰期出现了峰值。

关键词: 黑猩猩; 月经周期; 排卵期; 妊娠期

中图分类号: Q955 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2018) 05-709-06

Menstrual Cycle, Ovulation and Gestation in Chimpanzee (*Pan troglodytes*) in Captivity

ZHU Ying-Di

Shanghai Zoological Park, Shanghai 200335, China

Abstract: Ovulation and gestation are closely related to menstrual cycle. It is important to monitor the menstrual cycle of chimpanzees (*Pan troglodytes*) in captivity. This study analyzed the menstrual cycle records of 8 females reared in Shanghai Zoo since 2002 to 2017, and the data were analyzed by SPSS22.0. The luteinizing hormone (LH) in the urine of 2 female chimpanzees in a 60-day period was tested by using radioimmunoassay. The results showed that the average menstrual cycle was 33.5 ± 5.3 days; the average period of menstruation was 1.6 ± 1.1 days (Table 2); the average gestation period was 226.9 ± 17.3 days, with significant difference between the single and twins; LH surge appeared in estrus peak (Fig. 2).

Key words: Chimpanzee; Menstrual cycle; Ovulation; Gestation

月经是人类和某些灵长类动物特有的生理现象, 月经周期是子宫内膜发生周期性脱落, 并伴有阴道流血的周期性变化。而非人灵长类动物的子宫内膜在脱落时不明显出血, 仅在发情时会表现性欲旺盛, 通常将第一次发情的开始到下次发情开始所间隔的时期, 称为发情周

期。排卵期、妊娠期与月经周期紧密相关(刘思怡等 2001), 而黑猩猩 (*Pan troglodytes*) 同样有月经周期变化, 因此对黑猩猩月经周期、排卵期及妊娠期的研究对其在动物园内繁殖的研究有着重要意义。

黑猩猩隶属于灵长目 (Primates) 人科

作者简介 朱迎娣, 女, 工程师; 研究方向: 野生动物繁育与保护; E-mail: zzyydd2000@aliyun.com。

收稿日期: 2017-12-18, 修回日期: 2018-07-05 DOI: 10.13859/j.cjz.201805005

(Hominidae) 黑猩猩属, 喜欢白天活动, 集小群生活。由于人类的捕杀和对其栖息地的破坏, 黑猩猩在野外的数量急剧减少 (Nakamura et al. 2015)。为了更好地对黑猩猩种群移地保护和进行一系列科学研究, 动物园不能仅仅满足它们基本的生活需求, 还要让黑猩猩种群在城市动物园中繁衍不息。上海动物园自 20 世纪 70 年代开始饲养黑猩猩, 80 年代开始繁殖黑猩猩, 目前种群数量在全国位居前列, 且已有一个稳定的繁殖种群, 并成功与其他动物园合作繁殖, 在黑猩猩的繁殖管理上积累了一些经验数据, 尤其对雌性黑猩猩的月经周期及妊娠期的记录从 2002 年就已开始, 在这方面积累了大量数据, 现进行较全面的总结, 也可以为其他动物园今后小群体黑猩猩的繁殖提供有价值的参考依据。

1 材料与方法

1.1 研究对象

对上海动物园饲养的 8 只雌性黑猩猩进行研究, 个体信息见表 1。

表 1 黑猩猩基本情况

Table 1 Basic information of Chimpanzee

动物呼名 Name	出生日期 (年-月-日) Birth date (Year-month-date)	是否本园繁殖 Breeding in Shanghai zoo or not
艾斯 Aisi	1986-08-05	否 No
妮妮 Nini	1988-07-07	否 No
俏 Qiao	1989-04-19	否 No
讷讷 Nene	1991-02-18	否 No
明明 Mingming	1998-03-04	否 No
吉吉 Jiji	2001-10-08	是 Yes
乐乐 Lele	2003-11-22	是 Yes
欢欢 Huanhuan	2006-05-17	是 Yes

1.2 月经周期的确定及记录

从黑猩猩月经来潮的第一天为月经周期的开始到下次月经来潮为止, 为一个月经周期。黑猩猩红肿的阴部称为性皮, 是亚成年和成年雌性的肛门和外生殖器附近表现为充血肥厚的

皮肤, 在雌性排卵期附近, 性皮的肿胀程度会达到峰值 (张鹏 2015)。余振富 (1982) 将黑猩猩的性周期分为发情前期 (月经期)、发情期 (兴奋期) 和休情期 (间情期), Matsumoto-Oda 等 (2007) 将性皮肿胀分为无肿胀、部分肿胀和最大肿胀三个阶段。在此基础上, 本研究为了便于记录和分析, 根据性皮肿胀程度将月经周期分别记录为性皮无肿胀期 (休情期, 性皮没有肿胀、全是褶皱的时期, 月经出现在此期, 图 1a)、性皮部分肿胀期 (发情期, 性皮出现部分肿胀、有部分褶皱的时期, 图 1b) 和性皮最大肿胀期 (发情高峰期, 性皮出现最大肿胀、无任何褶皱、光亮的时期, 图 1c)。参考 Kusunoki 等 (2001) 将黑猩猩性皮肿胀的不同时期用数字赋值与促黄体生成素 (luteinizing hormone, LH) 绘图对比。将性皮没有肿胀的时期 (休情期) 赋值 10, 性皮出现部分肿胀的时期 (发情期) 赋值 20, 性皮出现最大肿胀的时期 (发情高峰期) 赋值 40。

1.3 促黄体生成素水平测定

自 2002 年开始对进入性成熟的雌性黑猩猩每天记录发情、休情、月经、交配和妊娠等状况, 积累的数据通过 SPSS22.0 进行统计分析, 各计量资料均以平均值 \pm 标准差 (Mean \pm SD) 表示。为了确定准确的排卵时间, 在 2006 年选择了 2 只健康且发情周期较规律的雌性黑猩猩讷讷和妮妮, 分别采集了其 30 d 的晨尿, 装入瓶中放入 -18°C 冰箱保存, 所有尿液样本收集完成后送至南洋医学放射免疫检测中心, 利用放射免疫测定法检测促黄体生成素 (LH) 含量, 试剂盒购自上海生物制品研究所。

1.4 妊娠检测

黑猩猩怀孕后明显的特征是性皮肿胀周期不规律且停止月经来潮, 但怀孕早期不易观察且仅凭肉眼观察难以确定, 因此雌兽与雄兽交配后 1 个月左右, 采集疑似怀孕的黑猩猩晨尿, 用人用早早孕测试纸 (大卫早早孕 HCG 检测试条) 检测是否妊娠。用此方法最早可在妊娠 20 d 左右测出尿液呈弱阳性, 即试验线显色但



图 1 成年雌性黑猩猩性皮肿胀变化

Fig. 1 Changes of Sexual swelling in adult female Chimpanzees

a. 性皮无肿胀; b. 性皮部分肿胀; c. 性皮最大肿胀。a. Flat; b. Partial swelling; c. Maximal swelling.

很浅，随后颜色逐渐加深，一般交配后第一次出现性皮肿胀时检测最准确。

2 结果

2.1 月经周期

从 2002 年到 2016 年共记录有稳定月经周期的雌性黑猩猩共 183 次月经周期，排除孕期和哺乳期等特殊生理时期的数据，以及未记录到月经的数据，按个体年龄从大到小将结果汇总于表 2。

黑猩猩月经周期平均为 (33.5 ± 5.3) d ($21 \sim 53$ d)，经期平均为 (1.6 ± 1.1) d ($1 \sim 7$ d)。性皮无肿胀期平均为 (14.4 ± 5.5) d ($6 \sim 29$ d)，性皮部分肿胀期平均为 (17.5 ± 3.4) d ($5 \sim 28$ d)，性皮最大肿胀期 (3.5 ± 1.5) d ($2 \sim 8$ d)。雌性黑猩猩怀孕后仍会有性皮肿胀现象，也会与雄

性发生交配行为，但性皮肿胀周期均无规律，到产仔前 2~3 个月左右时性皮不再肿胀。产后平均 (521.5 ± 134.0) d 后，性皮再次开始肿胀，其中最短的 201 d，最长的 686 d。

2.2 促黄体生成素水平测定结果

黑猩猩妮妮和讷讷尿液中促黄体生成素 (LH) 含量与其性皮肿胀的对照见图 2，其中，妮妮的月经日为 7 月 18 日，讷讷的月经日为 4 月 8 日，二者的月经期均仅 1 d。LH 在性皮出现最大肿胀的时期出现了峰值，随后急剧下降。峰后 12~24 h 排卵，因此黑猩猩排卵时间在性皮最大肿胀期的最后几天。

2.3 妊娠

2002 年至 2016 年在上海动物园共记录了 7 只雌性个体正常怀孕妊娠至产子的共 21 次妊娠，其中，19 次产单胎（一次妊娠生下 1 个

表 2 黑猩猩月经周期

Table 2 The menstrual cycle of Chimpanzee

动物呼名 Name	经期 Menstruation (d)	性皮无肿胀期 Flat (d)	性皮部分肿胀期 Partial swelling (d)	性皮最大肿胀期 Maximal swelling (d)	月经周期 Cycle (d)
艾斯 Aisi (n = 38)	1.8 ± 1.3	13.8 ± 6.1	16.6 ± 3.3	3.6 ± 1.4	34.0 ± 7.1
妮妮 Nini (n = 22)	1.7 ± 0.7	10.9 ± 3.3	17.4 ± 3.6	3.8 ± 1.7	32.1 ± 4.0
俏 Qiao (n = 13)	1.2 ± 0.4	12.7 ± 1.5	16.8 ± 1.8	3.9 ± 1.5	33.3 ± 3.3
讷讷 Nene (n = 40)	1.5 ± 1.4	12.2 ± 4.1	16.3 ± 3.4	4.4 ± 1.5	32.9 ± 5.2
明明 Mingming (n = 6)	1.4 ± 0.5	11.7 ± 3.5	22.5 ± 2.5	2.2 ± 0.4	36.3 ± 3.4
吉吉 Jiji (n = 43)	1.2 ± 0.7	12.4 ± 3.7	17.7 ± 2.3	2.6 ± 0.7	32.6 ± 3.9
乐乐 Lele (n = 15)	1.9 ± 1.1	12.7 ± 3.7	20.7 ± 3.2	3.5 ± 1.2	36.9 ± 5.4
欢欢 Huanhuan (n = 6)	1.3 ± 0.4	13.2 ± 4.2	17.8 ± 1.0	2.2 ± 0.4	33.2 ± 3.4
平均 Average	1.6 ± 1.1	14.4 ± 5.5	17.5 ± 3.4	3.5 ± 1.5	33.5 ± 5.3

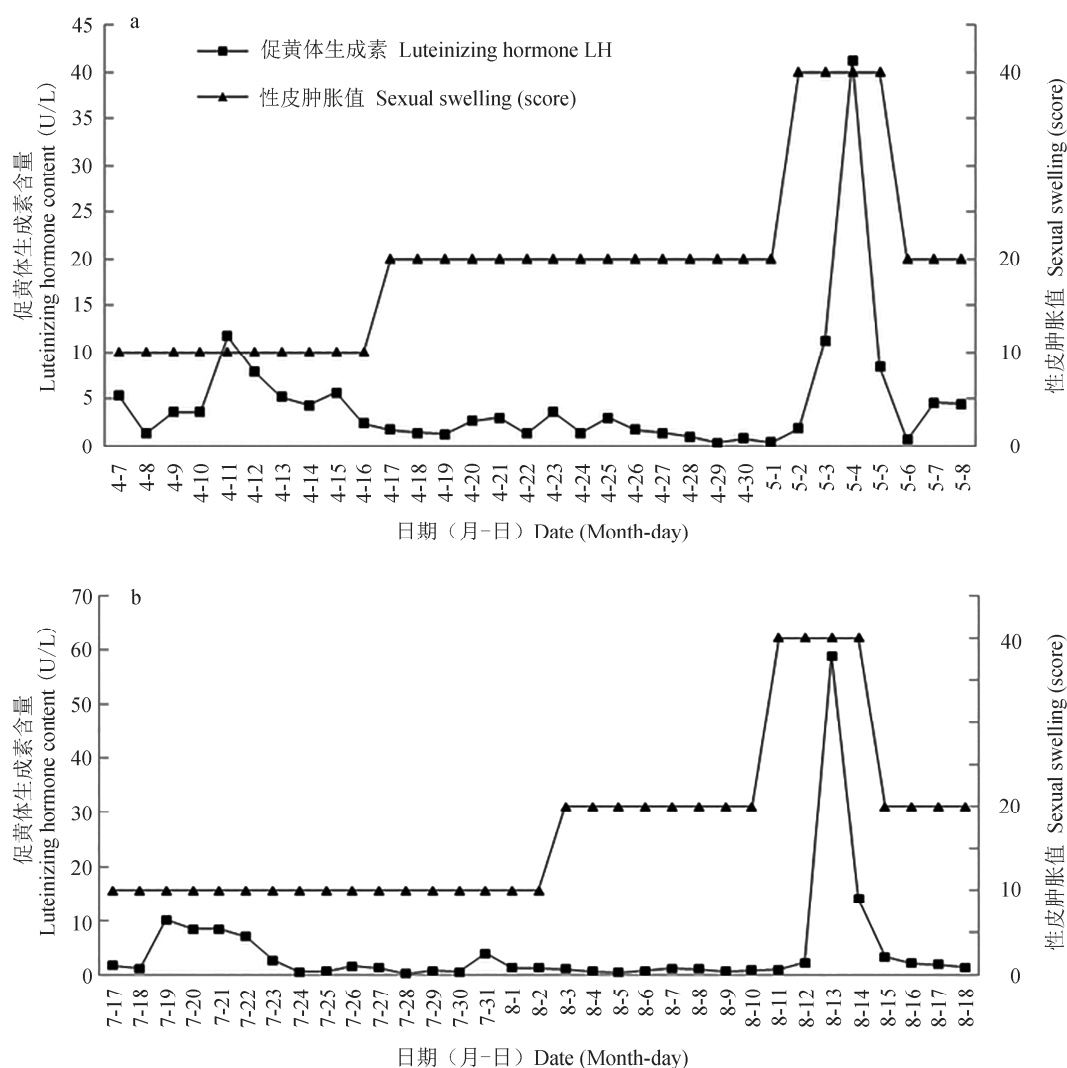


图2 尿液中促黄体生成素含量和性皮肿胀对照曲线图

Fig. 2 The chart of luteinizing hormone content and sexual swelling

a. 黑猩猩讷讷; b. 黑猩猩妮妮。a. Nene; b. Nini.

胎儿), 2次产双胎(一次妊娠生下2个胎儿)。妊娠期平均为 (226.9 ± 17.3) d, 产单胎的妊娠期为 (230.6 ± 13.0) d ($n = 19$), 产双胎的妊娠期为 (191.0 ± 8.5) d ($n = 2$), 产单胎和双胎的妊娠期有极显著差异。首次妊娠的雌性最小年龄为9岁。

对产单胎和产双胎的妊娠期的两组数据进行方差齐性检验(Levene 检验), $F = 0.350$, $P = 0.561$, 两组数据方差差异不显著, 说明方差齐性。 $t = 4.160$, $df = 19$, $P = 0.001$, 可以认为

产仔的个数对于妊娠期的影响达到极显著水平, 即产二仔的妊娠期极显著小于产一仔的妊娠期。

3 讨论

准确地记录雌性黑猩猩的月经周期在黑猩猩的饲养管理中是非常重要的, 不仅可以为怀孕黑猩猩调整好饲料, 添加必要的叶酸、维生素E等添加剂, 预防早期流产, 也可以较准确地推算出预产期, 为黑猩猩生产做好准备。一

般情况下，日常记录比较主观，仅靠肉眼观察记录，因此要安排同一人记录，以保证记录的连续性及统一性。

雌性黑猩猩经期平均为 (1.6 ± 1.1) d，对上海动物园 8 个个体的数据进行统计后也发现不是每次月经周期都能记录到有月经，与黎绘宏等（2011）和 Lacreuse 等（2008）有观察不到黑猩猩来月经的情况相符，也与黑猩猩经期时间较短且量较少有关。

月经周期最长和最短的观测值均出现在黑猩猩艾斯身上，可能与此个体因无法融入群体，较长一段时间单独饲养有关。Machatschke 等（2006）认为，与雄性黑猩猩饲养在一起的雌性，相比单独饲养的雌性会有较规律的周期。Garcia 等（2008）在对橄榄狒狒（*Papio anubis*）的研究中发现，不规律的周期多发生在地位比较低的雌性。但是否黑猩猩也存在这种情况，或群体数量对周期是否有影响等，以后可以进一步研究。产后第一次出现性皮肿胀的间隔时间差异也较大，可能部分原因与年龄和社会地位有关（Anderson 2006）。

雌性动物体内含有微量的促黄体生成素（LH）、卵泡刺激素（follicle-stimulation hormone, FSH）等一些激素，FSH 刺激卵泡发育，LH 则促进卵泡的成熟和雌激素的产生（Gharib et al. 1990），LH 峰值后 12~24 h 发生排卵（徐仙等 1998），此段时间最易受孕。因此，通过检测 LH 的峰值水平准确地推算出排卵时间，不仅可以把握受孕的最佳时机，为人工授精打下基础，而且可以较准确地推算出动物的分娩时间，及早、及时做好准备。动物的血液、尿液中都含有这些激素，但对黑猩猩来讲尿液较易采集，因此通过检测黑猩猩尿液中 LH 峰值水平，可以推算出排卵时间。并且 LH 可以预测自然月经周期排卵的结果外，还可作为不孕筛查指标（王丹瑾等 2016），自然月经周期中 LH 水平降低，可能将导致受孕率下降及流产率的增加（陈苹 2016），因此在以后也可对不孕或经常流产的雌性黑猩猩 LH 水平进

行进一步检测。

魏迎涛（2005）曾对黑猩猩性皮肿胀峰值出现前后 5 d 的尿液样本利用放射免疫测定法测定尿液中 LH 含量，得出黑猩猩的排卵时间在后一个经期的前 18 d 左右，但样本量较少。本研究测定了 2 只黑猩猩共 60 个尿液样本的 LH 含量，结果与金丹等（2012）LH 量达到峰值时黑猩猩性皮肿胀程度也达到最大的结果一致，与黑猩猩排卵发生在性皮最大肿胀期最后几天的结果也相符（Graham 1981, Deschner et al. 2003, Matsumoto-Oda et al. 2007），但与黎绘宏等（2011）认为，LH 峰值的出现与性皮肿胀达到最大值的开始时间无关的结论不尽相同，这可能和其研究对象 4 次月经周期不规律有关。月经周期的长短、性皮最大肿胀时期的天数与年龄有关（Videan et al. 2006），但 LH 峰值的出现意味着即将排卵，并且在川金丝猴（*Rhinopithecus roxellana*）（戚汉君等 1995）和猕猴（*Macaca mulatta*）（陈学进等 2004）这些非人灵长类的研究中也具有相同结果。

妊娠诊断的方法多种多样，在非人灵长类中，如在猕猴早期妊娠诊断中采用 B 超技术、人工直肠指检进行妊娠诊断（李志雄等 2011）。超声波对诊断动物妊娠具有安全、准确、简便、快速等优点（林峰等 2001），但在大型的类人猿应用此法需对动物进行行为训练，因此不是特别方便。而早早孕测试纸在测试人妊娠的应用已非常广泛和成熟（倪永圣等 2013），此方法同样在黑猩猩妊娠测试的试验中是成功的，并且非常方便快捷。

黑猩猩妊娠期平均为 (226.9 ± 17.3) d，产单胎妊娠期显著长于产双胎的妊娠期。人产双胎孕周数也明显低于产单胎的孕周数（杨蕾 2016）。因此在确认雌性黑猩猩怀双胎后，要提前做好准备，包括准备好人工育幼所需物品。首次妊娠年龄最小为 9 岁，与 Littleton（2010）得出黑猩猩首次生育年龄最早 9.8 岁相一致，相对野外要早 1~4.8 年，这可能与人工圈养条件下食物充足有关。

参 考 文 献

- Anderson D P, Nordheim E V, Boesch C. 2006. Environmental factors influencing the seasonality of estrus in chimpanzees. *Primates*, 47(1): 43–50.
- Deschner T, Heistermann M, Hodges K, et al. 2003. Timing and probability of ovulation in relation to sex skin swelling in wild West African chimpanzees, *Pan troglodytes verus*. *Animal Behaviour*, 66(3): 551–560.
- Garcia C, Lee P C, Rosetta L. 2008. Impact of social environment on variation in menstrual cycle length in captive female olive baboons (*Papio anubis*). *Reproduction*, 135(1): 89–97.
- Gharib S D, Wierman M E, Shupnik M A, et al. 1990. Molecular biology of the pituitary gonadotropins. *Endocrine Reviews*, 11(1): 177–194.
- Graham C. 1981. Menstrual cycle physiology of the great apes // Graham C E. *Reproductive Biology of the Great Apes*. New York: Academic Press, 286–303.
- Kusunoki H, Daimaru H, Minami S, et al. 2001. Birth of a chimpanzee (*Pan troglodytes*) after artificial insemination with cryopreserved epididymal spermatozoa collected postmortem. *Zoo Biology*, 20(3): 135–143.
- Lacreuse A, Chennareddi L, Gould K G, et al. 2008. Menstrual cycles continue into advanced old age in the common chimpanzee (*Pan troglodytes*). *Biology of Reproduction*, 79(3): 407–412.
- Littleton J. 2010. Fifty years of chimpanzee demography at Taronga Park Zoo. *American Journal of Primatology*, 67(3): 281–298.
- Machatschke I H, Wallner B, Dittami J. 2006. Impact of social environment on female chimpanzee reproductive cycles. *Hormones and Behavior*, 50(1): 126–131.
- Matsumoto-Oda A, Hamai M, Hayaki H, et al. 2007. Estrus cycle asynchrony in wild female chimpanzees, *Pan troglodytes schweinfurthii*. *Behavioral Ecology & Sociobiology*, 61(5): 661–668.
- Nakamura M, Hosaka K, Itoh N, et al. 2015. *Mahale Chimpanzees*. United Kingdom: Cambridge University Press, 679.
- Videan E N, Fritz J, Heward C B, et al. 2006. The effects of aging on hormone and reproductive cycles in female chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Comparative Medicine*, 56(4): 291–299.
- 陈苹. 2016. 不同水平黄体生成素对自然排卵周期激素水平及卵泡发育的影响. 北京: 首都医科大学硕士学位论文, 25.
- 陈学进, 陈永昌, 陈丽华, 等. 2004. 雌性猕猴尿中生殖激素的变化. *东北林业大学学报*, 32(3): 59–60.
- 金丹, 刘畅, 王俊峰, 等. 2012. 黑猩猩发情周期观察和促黄体生成素测定. *经济动物学报*, 16(4): 198–201.
- 黎绘宏, 李婉萍, 黄志宏, 等. 2011. 黑猩猩月经周期与尿液促黄体生成素的检测. *野生动物*, 32(2): 73–74, 79.
- 李志雄, 范春梅, 周建华. 2011. 实验猕猴早早孕诊断. *福建畜牧兽医*, 33(1): 23–24.
- 林峰, 宋冰春. 2001. 超声波在动物早期妊娠诊断中的应用. *郑州牧业工程高等专科学校学报*, 21(2): 115–116.
- 刘思怡, 罗梅, 吴钟瑜. 2001. B 超探讨排卵期及受孕时间与月经周期的关系. *中国医学影像技术*, 17(12): 1218–1219.
- 倪永圣, 曾令恒, 曾庆洋, 等. 2013. 早早孕试纸在半定量检测人绒毛膜促性腺激素中的应用. *中华全科医学*, 11(2): 293–294+333.
- 戚汉君, 梁冰, 鲍文永, 等. 1995. 雌性川金丝猴尿中生殖激素变化的研究. *兽类学报*, 15(2): 106–112.
- 王丹瑾, 马成斌, 糜茵, 等. 2016. 基础 FSH/LH 在预测年轻不孕女性卵巢储备功能及自然周期排卵率中的价值. *检验医学与临床*, (1): 124–126.
- 魏迎涛. 2005. 黑猩猩排卵时间的确定 // 上海市动物学会. 2005 年上海市动物学会学术会议论文集. 上海市动物学会: 3.
- 徐仙, 乔京萍, 朱建玲, 等. 1998. 尿 LH 酶联免疫法在月经周期中监测排卵的价值. *宁夏医学杂志*, (1): 4–5.
- 杨蕾. 2016. 单胎妊娠和活产双胎妊娠的分娩孕周和早产效果对比. *世界最新医学信息文摘*, (20): 64–65.
- 余振富. 1982. 黑猩猩的繁殖生态. *野生动物*, (2): 35–40.
- 张鹏. 2015. *猿猴家书*. 北京: 商务印书馆, 130.