

解生彬, 郜志鹏, 杨禹治, 等. 不同性别和季节麋鹿血浆性激素水平的变化 [J]. 畜牧与兽医, 2018, 50 (8): 25-29.

Xie S B, Gao Z P, Yang Y Z, et al. Fluctuations of blood hormone in Père David's deer of different sexes in different seasons [J]. Animal Husbandry & Veterinary Medicine, 2018, 50 (8): 25-29.

不同性别和季节麋鹿血浆性激素水平的变化

解生彬¹, 郜志鹏¹, 杨禹治¹, 沈华², 孙大明², 原宝东^{3*}

(1. 盐城市麋鹿研究所, 江苏 盐城 224136;

2. 江苏省大丰麋鹿国家级自然保护区管理处, 江苏 盐城 224136;

3. 商丘师范学院生物与食品学院, 河南 商丘 476000)

摘要: 旨在研究麋鹿 (*Elaphurus davidianus*) 血浆激素水平的季节性变化。2016年4月至2017年3月对江苏省大丰麋鹿国家级自然保护区的96头麋鹿(48雄、48雌)采集血液样本,用放射性免疫分析(RIA)测定了麋鹿血浆激素水平。结果表明,雄性麋鹿促卵泡素(FSH)、促黄体素(LH)和促乳素(Pr)数值均较低,睾酮(T)数值在6月份明显大于其他月份;雌性麋鹿Pr数值4月份最高,7月份最低,雌二醇(E2)数值从6月份开始升高,孕酮(P4)数值从7月开始升高,T数值都较低;经Mann-Whitney-U检验雌、雄麋鹿,P4、E2和T水平存在显著差异($P < 0.01$);E2呈现显著正相关($P < 0.01$),P4和T水平呈现显著负相关($P < 0.01$);雄性麋鹿6项性激素指标两两比较,相关性均不显著($P > 0.05$),但E2和T水平与其他4项激素水平都存在负相关;雌性麋鹿6项性激素指标之间比较,相关性都不显著($P > 0.05$),但Pr和T水平与其他4项激素水平都存在负相关。试验结果为麋鹿生殖生理研究与利用提供了基础资料。

关键词: 麋鹿; 性激素; 季节; 大丰保护区

中图分类号: S829.9

文献标志码: A

文章编号: 0529-5130(2018)08-0025-05

Fluctuations of blood hormone in Père David's deer of different sexes in different seasons

XIE Shengbin¹, GAO Zhipeng¹, YANG Yuzhi¹, SHEN Hua², SUN Daming², YUAN Baodong^{3*}

(1. Yancheng Milu Institute, Yancheng 224136, China;

2. Jiangsu Dafeng Milu National Nature Reserve, Yancheng 224136, China;

3. College of Biology and Food, Shangqiu Normal University, Shangqiu 476000, China)

Abstract: This study was to investigate changes in reproductive hormone levels of Père David's deer of different sexes in different seasons. Blood samples were obtained from 96 individual deer (48 Males and 48 females) in the period of time from March 2016 to October 2017. Then, the blood steroid concentrations (including FSH, HLH, Pr, E2, P4 and T) were analyzed using the radio-immunoassay method. The results were: The FSH, LH and Pr concentrations were low in the blood hormone of the male deer. The E2 concentration was significantly higher in June than in the other months. The PR concentration began to rise in March but its minimal value appeared in July, and the E2 concentration began to increase from June. The P4 concentration began to increase from July in the blood hormone of the female deer. The hormone levels were analyzed by Mann-Whitney-U test between male and female *Elaphurus davidianus*, producing the following results: There were significant differences in E2 and T concentrations ($P < 0.01$). The correlation analysis of E2 concentration between males and females in different months had a significant positive correlation ($P < 0.01$), but the other five hormone parameters had no significant correlation ($P > 0.05$). The P4 and T concentrations had a negative correlation between the males and females. The E2 and T concentrations had a negative correlation with the other four parameters in the males. The correlation between the six parameters had not significant difference in the females ($P > 0.05$). The Pr and T concentrations had a negative correlation with the other four parameters. This study provides data re-

收稿日期: 2017-12-08; 修回日期: 2018-06-07

基金项目: 江苏林业三新工程项目 (LYSX [2016] 41); 江苏省博士后科研资助计划项目 (1601112C); 河南省科技攻关立项项目 (172102310443)

作者简介: 解生彬 (1978-), 男, 畜牧师, 主要从事动物生态学方面的研究, E-mail: 15861957508@163.com

* 通信作者: 原宝东, 博士, 副教授, 主要从事动物生理疾病方面的研究, E-mail: yuanbao365@163.com。

sources for research on reproductive physiology of Père David's deer.

Key words: *Elaphurus davidianus*; hormone; season; Dafeng Milu Nature reserve

麋鹿 (*Elaphurus davidianus*) 是我国特有的鹿科动物, 国家 I 级重点保护动物, 被世界自然保护联盟 IUCN 红皮书列为野外灭绝物种, 是世界物种重引进项目的成功范例。国外学者对圈养麋鹿种群的生物学、生态学、生理学、遗传学、繁殖学、饲养学、行为学、栖息地恢复等方面进行了研究^[1-2]; 国内对麋鹿的研究起于 20 世纪 70 年代, 虽起步较晚, 亦取得了丰硕的成果: 宏观包括种群动态、发情期昼间活动时间分配、行为谱、濒危机制、交配计策、生境与行为、栖息地退化、记忆、灭绝风险、潜在生境评价等, 微观方面包括遗传多样性、组织解剖学、细胞生物学、疾病诊治和生理生化等方面已有报道^[3-7]。

江苏省大丰麋鹿国家级保护区位于江苏省东部大丰市境内的黄海之滨, 东南与东台市滩涂蹲门口接

壤, 南边与江苏省新曹农场毗邻, 西边和大丰林场及上海市川东农场相连, 北边 (东北) 是浩瀚的大海, 地理位置 E120°46'44.66"—120°53'26.6", N32°58'31.67"—33°03'27.6", 总面积 2.67 km²。气候处于亚热带向暖温带过渡区域, 年均气温 14.1 C, 1 月最低气温 -12 C, 7 月平均气温 26.8 C, 相对湿度 80% 左右, 年均降水量 1 068 mm, 无霜期 217.1 d。保护区以保护麋鹿 (*Elaphurus davidianus*)、丹顶鹤 (*Grus japonensis*) 及湿地生态系统为对象。截止到 2017 年, 大丰麋鹿由 1986 年的 39 头发展到现在的 4 101 头, 其中野生麋鹿达 327 头, 约占世界麋鹿种群的 60%。保护区于 2002 年被列入国际重要湿地名录, 是我国第二批获得湿地公约认可的国际重要湿地 (图 1)。

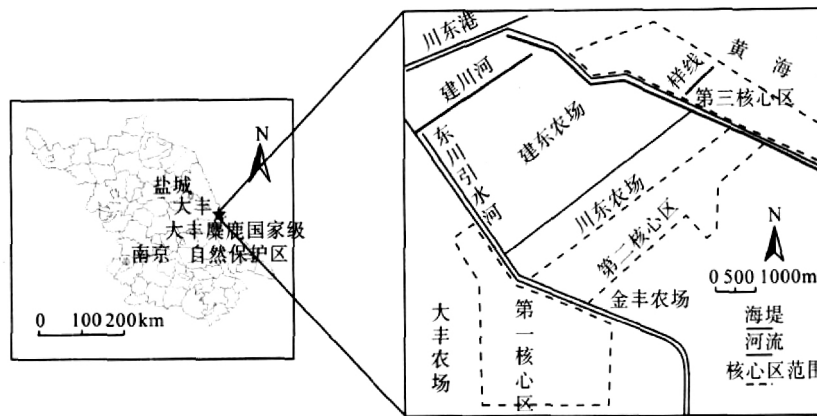


图 1 江苏省大丰麋鹿自然保护区位置示意图

血浆性激素水平是重要的动物生理生化指标, 对麋鹿的保护、管理、科学研究以及疾病诊疗也具有重要的意义^[8-11]。由于麋鹿生活环境差异大, 项目测定难度大、范围有限, 以及多年来有关临床血液检测技术的不断改进, 以前的测定值虽有一定参考价值, 但代表性不足, 特别是针对大丰麋鹿保护区种群密度过大、资源竞争剧烈这一现象, 通过对麋鹿血液激素水平进行测定, 以此来评判麋鹿群体的健康状况, 指导疾病诊断和治疗。性别因素和季节因素会影响麋鹿的性激素水平的变化, 通过比较雌、雄麋鹿血液中的性激素水平的季节变化, 阐明雌性麋鹿与雄性麋鹿血液性激素水平的相关性, 进而对麋鹿的生殖生理有更深入的了解, 为麋鹿的野外回归提供更充分的数据支持, 从而对麋鹿的科学管理和保护、扩大种群数量提供理论依据, 对其他保护物种的研究提供一个的范例。

1 材料与方法

1.1 血液采集

全年共分为 12 个月采血, 春、秋和冬季在上午 9: 00, 夏季在上午 8: 00 采血, 利用吹管法注射鹿眠灵 2.0 mL 对测试麋鹿进行麻醉保定, 待动物完全进入麻醉状态后用专用真空添加抗凝素的采血管颈静脉采集血液, 每只采集 3 管, 每管 5.0 mL。采血后每头麋鹿肌肉注射鹿醒灵 2.0 mL 催醒。每月测定 8 头 (4♂: 4♀), 分别测定性激素水平。

1.2 仪器及测定方法

鹿眠宁、鹿醒灵, 由吉林省华牧动物保健品有限公司生产; 所有血样在采集后立即送往大丰和盐城市妇幼保健院血液检验中心。生化值用离子电极法 (CleanGrow 多参数离子检测仪) 测定, 用放射免疫分析法 (radioimmunoassay) (SN-697 全自动双探头

放射免疫 γ 计数器) 和饱和分析法测定血液性激素的含量。测定的指标含有 6 个指标: 促卵泡素 (FSH, mIU/mL)、促黄体素 (LH, mIU/mL)、促乳素 (Pr, ng/mL)、雌二醇 (E2, pg/mL)、孕酮 (P4, ng/mL) 和睾酮 (T, ng/mL) 等, 批内变异分别为 $CV_w < 7.3\%$ 和 $CV_w < 8.8\%$; 批间变异分别为 $CV_b < 10.3\%$ 和 $CV_b < 12.1\%$ 。

1.3 数据处理

用 SPSS21.1 for windows 统计软件进行统计分析, 计算测量值范围、平均值及标准差, 以 Kruskal-Wallis test 检验各行为变量的采集月间差异, 并检验各激素浓度在采集日间的差异, 以 Mann-Whitney test 进行各月间变量的两两比较, 以 Origin75 软件作图。 $P < 0.05$ 表示差异显著, $P < 0.01$ 表示差异极显著。

2 结果

2.1 不同月份雄性麋鹿性激素水平

雄性麋鹿激素水平卵 FSH、LH 和 Pr 数值都较低, E2 数值从 3 月份开始升高, P4 数值从 6 月份开始升高, T 数值在 6 月份明显大于其他月份 (图 2)。

2.2 不同月份雌性麋鹿性激素水平

雌性麋鹿激素水平 FSH 数值 1 月份较高, LH 数值在 4 月份和 11 月份较高, Pr 数值 3 月份开始升高, 7 月份数值最低, E2 数值从 6 月份开始升高, P4 数值从 7 月开始升高, T 数值、都较低, 10 月份数值较高 (图 3)。

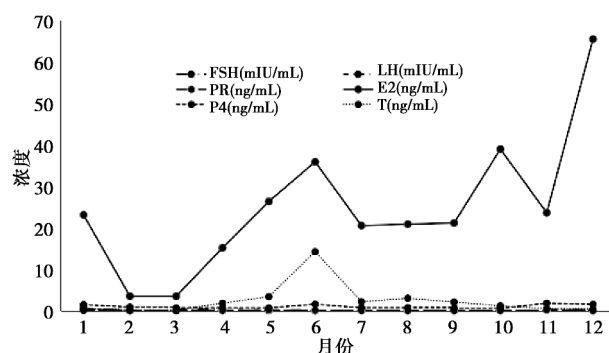


图 2 不同月份雄性麋鹿性激素水平

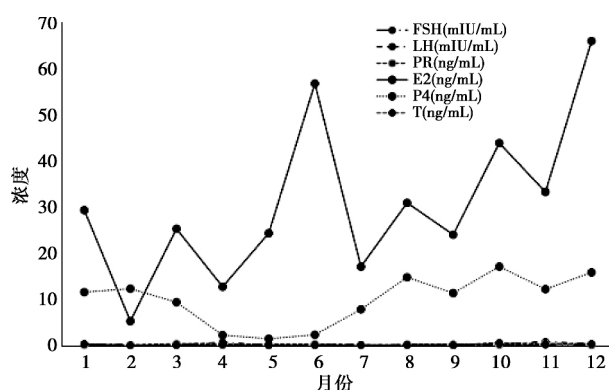


图 3 不同月份雌性麋鹿性激素水平

2.3 雌雄麋鹿性激素水平差异性

经 Mann-Whitney-U 检验雌雄麋鹿性激素水平差异性分析, 雌雄麋鹿 P4、E2 和 T 水平存在显著差异 ($P < 0.01$, 表 1)。

表 1 雌雄麋鹿性激素水平差异性

参数	雄性 (n=48)		雌性 (n=48)		Z 值	P 值
	均值	标准误	均值	标准误		
促卵泡素	0.029	0.009	0.071	0.025	1.588	0.117
促黄体素	0.076	0.015	0.112	0.027	-1.191	0.237
促乳素	0.229	0.064	0.149	0.032	-1.398	0.271
雌二醇	25.931	2.566	27.492	2.393	0.445	0.047*
孕酮	1.045	0.101	9.193	1.02	7.951	0.001**
睾酮	2.376	0.552	0.221	0.035	-3.899	0.001**

注: ** 在 0.01 水平 (双侧) 极显著相关, * 在 0.05 水平 (双侧) 显著相关。下同

2.4 不同月份雌雄麋鹿性激素水平相关性

不同月份雌雄麋鹿性激素水平相关性分析表明: E2 呈现显著正相关 ($P < 0.01$), 其他 5 项激素指标无显著相关性 ($P > 0.05$), 雌雄麋鹿 P4 和 T 水平存在负相关 (表 2)。

2.5 不同月份同性别麋鹿性激素水平相关性

雄性麋鹿 6 项性激素指标两两比较, 相关性都不显著 ($P > 0.05$), E2 和 T 水平与其他 4 项激素水平都存在负相关; 雌性麋鹿 6 项性激素指标两两比较, 相关性都不显著 ($P > 0.05$), Pr 和 T 水平与其他 4 项激素水平都存在负相关 (表 3)。

表 2 不同月份雌雄麋鹿性激素水平相关性分析

参数	促卵泡素	促黄体素	促乳素	雌二醇	孕酮	睾酮
Pearson 相关性	0.341	0.204	0.018	0.831**	-0.151	-0.295
显著性 (双侧)	0.279	0.526	0.956	0.001	0.639	0.353

表 3 不同月份雄 (对角线上方)、雌 (对角线下方) 麋鹿性激素水平相关性

参数		促卵泡素 (FSH)	促黄体素 (LH)	促乳素 (Pr)	雌二醇 (E2)	孕酮 (P4)	睾酮 (T)
促卵泡素	Pearson 相关性	1.000	0.009	0.173	-0.098	0.476	-0.192
	显著性 (双侧)		0.978	0.591	0.763	0.118	0.551
促黄体素	Pearson 相关性	0.049	1.000	-0.035	-0.199	0.078	-0.147
	显著性 (双侧)	0.881		0.915	0.535	0.809	0.650
促乳素	Pearson 相关性	-0.333	0.466	1.000	-0.079	0.301	-0.255
	显著性 (双侧)	0.290	0.127		0.808	0.341	0.424
雌二醇	Pearson 相关性	0.092	0.437	-0.090	1.000	0.450	-0.474
	显著性 (双侧)	0.777	0.155	0.781		0.143	0.120
孕酮	Pearson 相关性	0.324	0.253	-0.510	0.385	1.000	-0.111
	显著性 (双侧)	0.304	0.427	0.090	0.217		0.732
睾酮	睾酮 (TESTO)	-0.532	-0.215	-0.408	-0.125	-0.147	1.000
	显著性 (双侧)	0.075	0.503	0.188	0.698	0.648	

3 讨论

3.1 雌雄麋鹿性激素水平的变化

有蹄类的周期性繁殖中性激素扮演着重要角色。雄激素中 T 最具代表性，主要由睾丸间质细胞产生，其生物功能主要是刺激雄性生殖器发育成熟、维持第二性征、促进精子发生与成熟、促进蛋白合成与刺激细胞产生及产生性冲动，并与雄性繁殖活动相关^[12]。

雌激素主要成分是 E2，其作用是促进生殖系统的生长发育和维持生育能力，维持第二性征和正常性腺功能，在整个发情周期中都受到 FSH 和 LH 的调控，在排卵期会出现 LH 峰值的升高，刺激 FSH 的产生，E2 含量在排卵前的几个月开始增长，一直到排卵能结束^[13]，通过添加促性腺激素释放激素 (Gn-RH)，可以明显提高 FSH 的含量，能够有效刺激排卵^[14]。

雌性麋鹿的 E2 和 P4 水平远高于雄性，T 水平低于雄性，雌雄麋鹿的性激素水平的差异具有典型的性状现象，并且 E2 和 P4 水平变化与其繁殖行为的变化有关^[13]，还与其他社会行为密切相关^[15]。研究繁殖行为对策与行为的内分泌调节机制关系能使我们了解动物是如何适应环境变迁的，这为进一步了解动物进化的环境动力，推测物种存活的前景，并为物种保护提供合理的建议奠定基础^[16]。

3.2 季节波动对麋鹿性激素水平变化的影响

以往对驯鹿 (*Rangif ertarandus*)、白尾鹿 (*Odocoileus leucurus*)、普度鹿 (*Pudu pudu*)、豚鹿 (*Axis axis*)、海南坡鹿 (*Cervus eldii*) 和马鹿 (*C. elaphus songaricus*) 等偶蹄目动物研究表明，T 分泌的季节在发情期，并与发情特点的攻击行为、求偶行为和性行为相关^[17-19]。研究结果表明，繁殖季节血浆睾酮水平明显高于非繁殖季节，性行为也集中在发情期，雄麋鹿粪样睾酮水平季节变化显著，6 月份达到最高，很可能与与交配行为密切相关，二者具有一致性。

哺乳动物雌激素水平与雌性繁殖活动相关，对雌性母羊血液性激素水平研究发现，E2 和 P4 水平在孕期逐渐增加，分娩前孕酮陡然下降，E2 继续上升，这些变化引起母羊进入新一轮繁殖周期^[19]；马鹿的繁殖行为与性激素水平存在密切相关^[19]，麋鹿血浆孕酮水平在繁殖周期中的变化显著，并引起 LH 的变化^[12]，P4 水平可能在排卵的过程中发挥重要作用，在卵泡生成期早期，P4 量很低，排卵期略有提高，卵泡生成期后期，P4 量很高，具有明显的季节性变化^[15]。本研究的结果指出，麋鹿血液中 E2 和 P4 水平变化与母羊及马鹿的变化相一致。

食物资源的可获得性影响激素水平的高低，食物资源短缺会延长育幼行为的时间，当动物营养不良时

就不再发情,降低P4激素水平^[19]。

雄性和雌性麋鹿血液性激素水平存在差异,并随着季节的改变发生周期性的变化;麋鹿的社会等级地位、食物资源和干扰因素可能是影响麋鹿血液性激素水平变化的主要因素。

致谢:在本研究过程中,保护区管理处俞晓鹏、卢兴保和季荣不辞辛苦协助收集了大量数据,对他们的无私帮助在此一并致谢!

参考文献:

- [1] Wemmer C, Halverson T. The reproductive biology of female Pere David's deer (*Elaphurus davidianus*) [J]. Zoo Biol, 1989, 8: 49-55.
- [2] Marco F B, Mathieu D, Gaillard J M, et al. Successes and challenges of long-term field studies of marked ungulates [J]. J Mam, 2017, 98 (3): 612-620.
- [3] Shi X L, Li Z Q. Do social rank and food supplementation affect grooming behavior? A test in Père David's deer [J]. Acta Theriologica Sinica, 2017, 37 (1): 53-58.
- [4] Bukombe J, Senzota R B, Fryxell J M, et al. Do animal size, seasons and vegetation type influence detection probability and density estimates of Serengeti ungulates [J]. African J Eco, 2015, DOI: 10.1111/aje.12255.
- [5] Han Q H, Guo C, Zhang M. Density-dependent effect on reproduction of rodents: a review [J]. Acta Ecologica, 2013, 33 (19): 5981-5989.
- [6] Ulrika A B, Lars J, Petter K. The use of box-traps for wild roe deer: behaviour, injuries and recaptures [J]. Euro J Wildl Res, 2017, 63 (4): 64-67.
- [7] 蒋志刚,李春旺,曾岩. 麋鹿的配偶制度、交配计策与有效种群 [J]. 生态学报, 2006, 26 (7): 2255-2260.
- [8] Jones C, Beck B, Wemmer C. The biology and management of an extinct species Pere David's deer [J]. J Mammal, 1984, 65 (1): 176.
- [9] 孙大明,薛春林,王伯高,等. 麋鹿血液生理指标和血清化学成分指标的研究 [J]. 畜牧与兽医, 1994, 26 (3): 106-109.
- [10] 钟震宇,张林源,张智,等. 北京南海子麋鹿血液生理生化指标的测定 [J]. 动物医学进展, 2009, 30 (12): 21-25.
- [11] 李俊芳,单云芳,钟震宇,等. 健康麋鹿血液生理生化指标参考值的建立 [J]. 黑龙江畜牧兽医, 2017, 50 (1): 235-238.
- [12] Bonardi A, Corlatti L, Bragalantini N, et al. The role of weather and density dependence on population dynamics of Alpine-dwelling red deer [J]. Integrative Zoo, 2017, 12: 61-76.
- [13] Reiter, R J. The pineal and its hormones in the control of reproduction in mammals [J]. Endocrin Rev, 1980, 1: 109-131.
- [14] Curlewis J D, McLeod B J, Loudon A S I. LH secretion and response to GnRH during seasonal anoestrus of Père David's deer hind [J]. Reprod Fertil, 1991, 91, 131-138.
- [15] Beymer M, Henningsen J, Bahoune T, et al. The role of kiss peptin and RFRP in the circadian control of female reproduction [J]. Mol Cellular Endocrinol, 2016, 438 (19): 89-99.
- [16] 李春旺,蒋志刚,房继明,等. 麋鹿繁殖行为和粪样激素水平变化的关系 [J]. 兽类学报, 2000, 20 (2): 88-100.
- [17] Schaller G B, Hamer A. Rutting behavior of Pere David's deer (*Elaphurus davidianus*) [J]. Der Zool Garten, 1978, 48: 1-15.
- [18] 刁晓平,梁宁,杜世川. 圈养海南坡鹿的繁殖行为与粪样中孕酮含量的关系 [J]. 家畜生态学报, 2005, 26 (4): 72-74.
- [19] 李淑玲,马建章,包军. 马鹿的圈养种群粪样中性激素水平与繁殖行为的关联 [J]. 动物学杂志, 2008, 43 (4): 59-66.