

实施不育后高原鼠兔攻击行为及 激素水平变化的研究*

魏万红¹ 樊乃昌² 周文扬¹ 杨生妹¹ 景增春¹ 曹伊凡¹

(¹中国科学院西北高原生物研究所, 西宁, 810001)

(²浙江师范大学生物系, 金华, 321004)

摘要 在高原鼠兔的繁殖盛期选定怀孕雌鼠和发情雄鼠各 20 只, 采用所选雌性不育剂和雄性不育剂的半不育剂量分别对 10 只雌鼠和 10 只雄鼠进行处理, 通过室内雌雌、雌雄、雄雄配对实验对 20 只处理个体和 20 只对照个体的攻击行为进行了研究, 同时对其生殖激素的水平进行了测定。结果表明: (1) 不育处理后, 雌雄动物的活动性降低, 亲昵行为持续的时间增加, 攻击行为及防御行为持续的时间和发生频次明显低于对照组个体; (2) 在各组内, 雌雄动物均具有相同的攻击水平; 同性动物之间的攻击性明显高于异性动物之间; (3) 当动物相遇后, 首先表现出高的攻击性和防御性, 而相互熟悉后, 对照组内个体的攻击性和防御性又有增加, 而处理组内个体以亲昵为主; (4) 在攻击行为中, 对照组个体以进攻为主, 首次相遇以进攻和追逐成分最多, 而后转变为进攻姿态; 处理组个体以进攻或进攻姿态为主, 首次相遇则同时表现出高的进攻、进攻姿态和追逐, 尔后三种成分均有降低; (5) 处理组内雌雄动物体重下降, 但卵巢重和睾丸重与对照组个体比较没有差异, 雄性处理个体睾丸组织中睾酮含量明显下降, 而血液中睾酮、雌二醇及孕酮含量与对照个体基本相同; 雌性处理个体血液中睾酮、雌二醇及孕酮含量均低于对照个体。以上结果表明, 对高原鼠兔实施不育处理后, 激素水平的变化可能引起攻击行为的变化, 而攻击行为的变化可能使等级、社群结构和婚配制发生变化, 从而影响动物的繁殖状态。

关键词: 高原鼠兔; 攻击行为; 激素; 不育控制

分类号: Q 958.12, Q 959.05 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1050 (1999) 02-0119-13

种群内个体间的相互攻击将导致个体的死亡、种群扩散和生殖功能发生障碍等, 它在啮齿类的社群结构和空间分布的形成中起着重要作用^[1~2], 同时攻击行为也决定着动物的婚配制^[3~4], 因此对野外种群实施不育控制时, 攻击行为的变化将极大地影响其控制效率。已有的研究表明, 不育控制后由于攻击行为的变化使种群内等级关系发生改变, 从而影响交配关系及种群的繁殖策略^[5], 在雄性不育个体存在时, 无繁殖经验的雌鼠行为会发生变化^[6], 同时, 不育雄体在繁殖期由于继续参与繁殖而使雌鼠形成假孕或流产, 降低了种群的实际繁殖力^[7]。国内应用不育技术防治啮齿动物的研究尚属起步阶段^[8~10], 对实施不育后个体行为的变化尚无报道。本文采用筛选的复合不育剂中雌性

* 国家自然科学基金 (No. 39570484), 农牧业鼠虫害综合治理国家重点开放实验室和国家“九五”科技攻关资助项目 (96-016-01-01)

作者简介: 魏万红, 男, 1963 年 7 月生, 副研究员, 主要从事动物生态、动物行为和有害动物防治研究

收稿日期: 1998-09-10, 修回日期: 1998-12-07

不育剂和雄性不育剂分别对雌雄高原鼠兔 (*Ochotona curzoniae*) 进行处理, 观察处理组个体与对照组个体攻击行为的变化并对激素水平进行比较, 确定处理组个体的行为学变化, 探讨野外实施不育控制后不育个体的竞争性繁殖干扰作用, 提出应用不育技术调控害鼠种群的生态学依据。

1 材料和方法

1.1 实验动物

高原鼠兔捕于青海湖刚察县年诺索玛地区。将试验动物带回西宁后, 单只饲养于 45 × 50 × 60 cm 的养鼠池内, 室内温度 15 ~ 20 ℃, 自然光照。每天 08: 30 供给食物。饲养一周后, 选择健康的雌雄成体各 20 只, 将其分为两组, 每组雌雄动物各 10 只, 其中一组动物采用雌性不育剂和雄性不育剂的半不育剂量通过灌胃法分别对雌雄动物实施不育处理, 另一组动物作为对照组。本研究中所选定的雄性不育剂为已淘汰的人类避孕药, 它是直接作用于睾丸生殖细胞的抗精药物, 而雌性不育剂是多年研究过程中所发现的有明显致流产作用的抗凝血类化合物。室内研究表明, 雌性不育剂对雌性动物的半不育剂量为 2.11 mg/kg, 雄性不育剂对雄性动物的半不育剂量为 43.69 mg/kg。高原鼠兔在灌服不育剂第 5 天后即表现出不育效应, 因此在实施不育后的第 5 天开始攻击行为的观察, 全部实验在高原鼠兔的繁殖盛期 (5 月份) 完成。

1.2 实验装置

实验装置包括观察池和红外摄像监测系统。观察池大小为 45 × 50 × 60 cm, 每次实验时将观察池用不透明隔板分为相等的两部分, 在每一部分放入一只动物, 使动物各自适应环境 10 min, 尔后抽去隔板, 通过红外摄像监测系统连续记录每个动物的各种行为, 将各种行为发生的频次和持续时间采用自编程序同步输入计算机。由于观察时间越长, 所记录的行为就越全面, 因此每次实验记录 30 min。数据分析时计算每 10 min 内各种行为持续的时间和发生的频次, 对不同时期和组间的数据进行 t-检验。每次实验结束后, 清洗观察池, 并开始另一组实验。根据高原鼠兔的活动高峰, 实验于每天 09: 00 开始, 11: 00 结束。实验中将每组动物分为三个实验小组, 即雌雌组、雌雄组和雄雄组。每只动物在同一天只供试一次, 整个实验期每只动物供试三次。

1.3 行为变量

高原鼠兔的行为变量主要包括攻击行为 (Aggressive behavior)、防御行为 (Defensive behavior)、亲昵行为 (Amicable behaviour)、休息 (Rest) 和其它行为 (Other)。根据已有的行为分类^[11~12]和我们对高原鼠兔的观察结果, 将攻击行为又分为进攻 (Attack)、追逐 (Chase) 和进攻姿态 (Offensive position), 防御行为又分为退却 (Retreat) 和防御姿态 (Defensive position), 亲昵行为主要包括动物之间的相互修饰 (Allogroom) 和接触 (Contact), 其它行为包括移动 (Locomotion)、取食 (Feed) 和自身修饰 (Selfgroom) 等。

1.4 激素含量测定

实验结束后每只动物从颈动脉取血, 注入含有肝素纳抗凝剂的离心管中, 充分摇

匀, 以 3 000 r/min 转速离心 15 min 后取血浆, 在液氮内速冻, 存于 -30 的冰箱。同时取睾丸和卵巢组织称重后放入液氮内速冻, 保存于 -30 的冰箱内。血浆和性腺组织内睾酮、雌二醇及孕酮含量用 ^{125}I 放射免疫法测定, ^{125}I 睾酮、 ^{125}I 雌二醇及 ^{125}I 孕酮药盒购自天津九鼎鑫公司。-射线测定仪型号为 SN-682B。

2 结果

2.1 处理组个体与对照组个体行为的比较

将处理组个体与对照组个体各种行为持续的时间和发生的频次进行统计 (表 1),

表 1 高原鼠兔的行为比较

Table 1 Behavioral comparison of plateau pika

行为 Behaviour	性别 Sex	处理组 Treatment group		对照组 Control group	
		T	F	T	F
攻击行为 Aggressive		73.07	8.60	159.24	23.96
		71.43	9.20	151.00	24.55
防御行为 Defensive		51.53	7.03	137.96	12.56
		44.87	7.37	77.55	8.70
亲昵行为 Amicable		119.87	4.23	74.56	4.36
		271.90	6.17	101.65	4.20
休息 Rest		789.30	9.37	504.36	12.00
		736.90	8.57	582.45	28.00
其它行为 Other		766.23	15.17	923.88	37.92
		674.90	12.63	887.35	40.30

T: 时间 (秒) Time (s); F: 频次 Frequency

结果表明, 在对照组内雌雄动物的行为分布基本相同, 在处理组内雌雄动物的行为分布也有同样的结果。在处理组内防御行为所占时间最少, 雌性个体约占 2.86%, 雄性个体约占 2.49%, 休息所占时间最多, 雌性个体为 43.85%, 雄性个体为 40.94%; 在对照组个体中, 雌性动物亲昵行为所占时间最少 (4.14%), 其它行为所占时间最多 (51.33%), 雄性动物防御行为所占时间最少 (4.31%), 其它行为所占时间最多 (49.30%)。将处理组个体和对照组个体的行为进行比较, 处理组个体攻击行为持续的时间和发生的频次极显著地低于对照组个体 ($P < 0.001$), 雌性处理个体防御行为持续的时间也极显著地低于雌性对照个体 ($P < 0.001$), 雌性处理个体防御行为发生的频次和雄性处理个体防御行为持续的时间和发生的频次与对照个体比较均有减少, 但未达显著水平 ($P > 0.05$)。处理个体亲昵行为和休息成分相对增加, 而其它行为成分所占时间和发生频次均有减少, 其中雄性处理个体其它行为持续时间和发生频次明显低于雄性对照个体 ($P < 0.05$)。以上结果说明, 对高原鼠兔实施不育处理后, 无论雌雄个体, 其攻击性及防御性明显减弱, 亲昵性及相互的容忍性增加, 活动性也有所降低。对处理组个体和对照组个体的各种行为进行组间比较 (表 2), 在处理组内和对照组内, 雌雌组中雌性动物的攻击性与雄雄组中雄性动物的攻击性一致, 雌雄组雌雄动物的攻击性基本相同, 同时雌雌组中雌性动物和雄雄组中雄性动物的攻击性均高于雌雄组中雌雄动物

的攻击性,而且每一组中对照个体的攻击性均高于处理个体的攻击性,说明同性个体间的攻击性明显高于异性个体间的攻击性。在处理组内,组间动物的防御行为持续时间和发生频次没有显著差异,而对照组内雌性动物的防御性高于雄性动物,说明正常怀孕雌鼠防御能力强而实施不育使雌体的防御性降低;对照组内同性动物间的亲昵行为低于异性动物之间,而不育处理后雌雌组中雌性动物的亲昵行为仍然维持在较低水平,雄雄组中雄性动物的亲昵行为所占时间明显高于对照组各组内的动物,休息所占时间亦高于对照组个体,其它行为所占时间和频次低于对照组各组内的动物。

表 2 处理组与对照组的比较

Table 2 Behavioral comparison between treatment and control group

行为 Behaviour	动物 Animal	处理组 Treatment group		对照组 Control group		t-检验 t-test	
		T	F	T	F	T	F
攻击行为 Aggressive	FFF	88.60	8.80	193.82	26.60	***	***
	FMF	42.00	8.30	85.75	18.38	ns	ns
	FMM	47.10	7.90	99.25	24.88	ns	*
	MMM	83.60	9.90	185.60	24.30	**	**
防御行为 Defensive	FFF	59.70	6.75	139.47	10.59	ns	ns
	FMF	37.20	7.60	134.75	16.75	ns	ns
	FMM	42.10	6.90	51.50	6.13	ns	ns
	MMM	46.25	7.60	94.12	10.42	ns	ns
亲昵行为 Amicable	FFF	38.05	4.45	47.24	3.53	ns	ns
	FMF	268.30	3.80	132.63	6.13	ns	ns
	FMM	203.70	3.20	142.13	6.25	ns	ns
	MMM	306.00	7.65	74.67	2.83	ns	ns
休息 Rest	FFF	853.30	10.30	428.59	11.76	***	ns
	FMF	661.30	7.50	664.88	12.50	ns	ns
	FMM	765.00	8.90	639.88	57.25	ns	ns
	MMM	722.85	8.40	618.66	8.50	ns	ns
其它 Other	FFF	753.75	15.85	990.88	40.77	*	***
	FMF	791.20	13.80	781.88	31.88	ns	ns
	FMM	562.10	11.60	867.24	40.63	ns	***
	MMM	641.30	13.15	826.25	40.08	ns	**

T: 时间 (秒) Time (s); F: 频次 Frequency; ns: $P > 0.05$; *: $P < 0.05$; **: $P < 0.01$; ***: $P < 0.001$; FFF: 雌雌组中雌性动物 Female between females; FMF: 雌雄组中雌性动物 Female between male and female; FMM: 雌雄组中雄性动物 Male between male and female; MMM: 雄雄组中雄性动物 Male between males

2.2 处理组个体与对照组个体行为在不同时期的分配

将每次实验期 30 min 分为三个阶段,每一阶段 10 min,处理个体与对照个体各种行为持续的时间和发生频次在三个阶段的分布如表 3 所示。在雌雌组中及雌雄组中处理个体的攻击行为均随相处时间的增加而减弱,在雄雄组中处理个体的攻击性在第二个 10 min 最低,第三个 10 min 最高,而雌雌组中对照个体的攻击行为亦随相处时间的增加而减弱,其它组中对照个体的攻击性在第一个 10 min 最高,第二个 10 min 降低,第三个 10 min 又高于第二个 10 min。处理个体的防御行为各组中动物均表现出随时间增加而降低的趋势,而对照个体的防御行为无论雌性动物还是雌雄组中的雄性动物均表现为第一阶段有高的防御性,随后降低,当动物个体相互熟悉后又表现出高的防御性,而

雄组中雄性动物一致表现出高的防御性。雌组中对照个体的亲昵行为主要发生于第二阶段, 处理个体的亲昵行为随时间的增加而减少, 在其它各组中, 对照个体的亲昵行

表 3 高原鼠兔的行为在不同时期的分布

Table 3 Behavioral distribution of plateau pika in three periods

行为 Behaviour	动物 Animal	时期 Period	处理组 Treatment group		对照组 Control group		t-检验 t-test		
			T	F	T	F	T	F	
攻击行为 Aggressive	FFF	F1M	59.10	5.25	85.53	13.09	ns	* * *	
		S1M	15.20	1.95	67.47	10.41	* * *	* * *	
		T1M	14.30	1.55	40.82	3.18	ns	ns	
	FMF	F1M	25.60	4.70	42.38	10.13	ns	ns	
		S1M	13.20	2.60	18.38	3.13	ns	ns	
		T1M	3.20	1.00	25.00	5.38	*	ns	
	FMM	F1M	30.10	4.30	58.13	14.13	ns	ns	
		S1M	12.00	2.50	18.38	4.25	ns	ns	
		T1M	5.00	1.10	27.75	6.50	*	*	
	MMM	F1M	29.30	4.70	67.18	9.41	*	*	
		S1M	19.55	3.45	54.42	9.75	* *	*	
		T1M	34.75	1.70	55.08	5.17	ns	* *	
	防御行为 Defensive	FFF	F1M	26.46	3.75	31.82	5.00	ns	ns
			S1M	16.25	1.80	32.47	4.12	ns	ns
			T1M	16.00	1.20	67.12	1.29	ns	ns
		FMF	F1M	19.70	4.10	56.38	10.75	ns	ns
			S1M	10.30	2.50	21.50	3.50	ns	ns
			T1M	7.20	1.00	44.38	4.38	ns	ns
FMM		F1M	18.50	3.60	16.50	3.00	ns	ns	
		S1M	13.40	2.30	8.50	1.13	ns	ns	
		T1M	10.20	1.00	26.50	2.00	ns	ns	
MMM		F1M	19.20	2.75	32.42	4.50	ns	ns	
		S1M	15.30	3.15	34.25	3.83	ns	ns	
		T1M	11.75	1.70	28.35	2.08	ns	ns	
亲昵行为 Amicable		FFF	F1M	15.00	2.00	11.24	1.06	ns	ns
			S1M	12.75	1.15	21.12	1.41	ns	ns
			T1M	10.30	1.30	15.91	1.06	ns	ns
		FMF	F1M	51.50	1.60	8.88	1.38	ns	ns
			S1M	43.00	1.10	51.00	1.88	ns	ns
			T1M	173.80	1.10	72.75	2.88	ns	ns
	FMM	F1M	51.50	1.50	8.75	1.38	ns	ns	
		S1M	5.70	0.70	58.75	2.00	ns	ns	
		T1M	146.50	1.00	70.13	2.88	ns	ns	
	MMM	F1M	91.50	3.55	0.00	0.00	* *	* *	
		S1M	32.45	3.45	22.25	1.33	ns	ns	
		T1M	182.05	0.65	52.42	1.33	ns	ns	

续表3 Continued from table 3

休息 Rest	FFF	FTM	82.50	2.90	92.65	3.71	ns	ns
		STM	350.55	4.10	138.55	4.88	* * *	ns
		TIM	428.90	3.30	190.53	3.24	ns	ns
	FMF	FTM	234.80	2.90	139.13	3.25	* *	ns
		STM	132.60	2.30	170.75	3.75	ns	ns
		TIM	246.90	2.30	355.00	15.50	ns	ns
	FMM	FTM	207.10	3.20	179.50	3.38	ns	ns
		STM	243.60	2.70	255.75	4.75	ns	ns
		TIM	314.30	3.00	319.13	3.75	ns	ns
MMM	FTM	179.70	3.30	158.33	3.42	ns	ns	
	STM	276.15	2.65	190.33	2.92	ns	ns	
	TIM	269.25	2.45	195.50	2.17	ns	ns	
其它 Other	FFF	FTM	285.55	7.40	350.35	16.83	ns	* * *
		STM	241.75	4.90	319.82	14.82	ns	* * *
		TIM	223.45	3.55	325.29	9.12	ns	* * *
	FMF	FTM	213.60	6.00	255.25	10.00	ns	ns
		STM	217.20	4.40	268.63	10.76	ns	ns
		TIM	360.40	3.40	168.25	10.12	ns	ns
	FMM	FTM	140.60	4.20	281.00	16.87	*	* *
		STM	124.50	3.80	260.25	11.38	*	* *
		TIM	297.000	3.60	207.63	12.38	ns	* *
	MMM	FTM	186.15	6.30	278.00	15.17	ns	* *
		STM	157.15	4.20	260.17	14.25	*	* * *
		TIM	298.01	2.65	288.08	10.67	ns	* * *

T: 时间 (秒) Time (s); F: 频次 Frequency; ns: $P > 0.05$; *: $P < 0.05$; * *: $P < 0.01$; * * *: $P < 0.001$; FFF: 雌雌组中雌性动物 Female between females; FMF: 雌雄组中雌性动物 Female between male and female; FMM: 雌雄组中雄性动物 Male between male and female; MMM: 雄雄组中雄性动物 Male between males; FTM: 第一个 10 min The first ten minutes; STM: 第二个 10 min The second ten minutes; TIM: 第三个 10 min The third ten minutes

为随时间的增加而增加, 处理个体的亲昵行为主要发生于第三个阶段, 第二阶段所占时间最少。处理个体与对照个体休息的时间分布也主要在第三个阶段; 雌雌组中处理个体和对照个体其它行为持续的时间和发生频次在第一个 10 min 最高, 之后基本相同, 雌雄组中处理个体的其它行为在开始两个阶段没有显著变化, 在第三个阶段明显增加, 而对照个体在开始两个阶段其它行为所占时间明显高于第三个阶段; 在雄雄组中, 处理个体与对照个体的其它行为主要发生于第三阶段, 其次为第一个阶段, 第二阶段所占时间最少。以上结果表明, 当动物首次相遇后, 首先表现出高的攻击性和防御性, 相互熟悉后, 对照组内个体的攻击性和防御性又有增加, 而处理组内个体以亲昵行为为主。

2.3 处理组个体与对照组个体攻击成分的比较

将攻击行为中进攻、进攻姿态和追逐持续的时间和发生频次在第三个时期的分布进行统计 (表 4), 雌雌组中, 处理个体的进攻姿态、进攻和追逐所占时间分别为 41.38 s、21.75 s 和 23.75 s, 以进攻最高, 其它两个成分相同, 而对照个体三种成分所占时间分别为 93.00 s、56.99 s 和 43.83 s, 同样以进攻所占时间最高, 其它两个成分所占

表4 高原鼠兔攻击行为在不同时期的分布

Table 4 Aggressive behavioral distribution of plateau pika in three periods

行为 Behaviour	动物 Animal	时期 Period	处理组 Treatment group		对照组 Control group		t-检验 t-test	
			T	F	T	F	T	F
进攻姿态 Offensive Position	FFF	F1M	10.15	1.65	10.94	1.65	ns	ns
		S1M	6.40	0.90	23.29	2.35	**	**
		T1M	5.20	0.80	22.76	1.59	ns	ns
	FMF	F1M	4.40	1.20	12.50	2.75	ns	ns
		S1M	2.50	0.70	6.63	1.00	ns	ns
		T1M	0.20	0.10	13.50	2.00	*	*
	FMM	F1M	5.80	1.20	12.13	2.50	ns	ns
		S1M	2.50	0.70	3.75	0.75	ns	ns
		T1M	0.20	0.10	10.25	1.75	**	*
	MMM	F1M	5.20	1.20	15.27	1.91	ns	ns
		S1M	8.30	1.05	19.82	3.09	ns	**
		T1M	30.85	1.30	10.00	1.18	ns	ns
进攻 Attack	FFF	F2M	29.40	5.30	51.94	7.47	*	ns
		S2M	5.53	1.20	32.46	5.35	***	***
		T2M	6.45	1.50	8.59	1.06	ns	ns
	FMF	F2M	19.60	4.40	22.13	5.50	ns	ns
		S2M	7.20	2.30	10.38	1.88	ns	ns
		T2M	2.70	1.10	9.13	2.63	ns	ns
	FMM	F2M	18.80	4.30	22.38	5.58	ns	ns
		S2M	8.40	2.40	4.50	1.88	ns	ns
		T2M	3.10	1.10	9.13	2.63	ns	ns
	MMM	F2M	19.70	4.45	30.91	4.46	ns	ns
		S2M	7.10	1.95	21.00	4.36	**	ns
		T2M	2.70	0.70	34.82	2.64	**	**
追逐 Chase	FFF	F3M	17.95	2.45	22.65	3.88	ns	ns
		S3M	3.15	0.70	11.71	2.71	**	**
		T3M	2.65	0.55	9.47	0.53	ns	ns
	FMF	F3M	2.60	1.00	8.13	2.00	*	ns
		S3M	2.50	0.90	1.38	0.25	ns	ns
		T3M	0.30	0.20	2.38	1.00	ns	ns
	FMM	F3M	5.60	2.50	23.63	61.3	ns	ns
		S3M	1.40	0.50	5.13	1.63	*	*
		T3M	1.70	1.80	8.38	2.13	*	ns
	MMM	F3M	4.40	1.45	25.54	3.82	ns	ns
		S3M	4.35	1.90	16.46	2.73	ns	ns
		T3M	1.00	0.35	5.00	1.18	ns	ns

T: 时间 (秒) Time (s); F: 频次 Frequency; ns: $P > 0.05$; *: $P < 0.05$; **: $P < 0.01$; ***: $P < 0.001$; FFF: 雌雌组中雌性动物 Female between females; FMF: 雌雄组中雌性动物 Female between male and female; FMM: 雌雄组中雄性动物 Male between male and female; MMM: 雄雄组中雄性动物 Male between males; F1M: 第一个 10 min The first ten minutes; S1M: 第二个 10 min The second ten minutes; T1M: 第三个 10 min The third ten minutes

时间较少, 其中对照个体的进攻姿态主要发生于第二个阶段和第三个阶段, 而对照个

体的进攻和追逐以及处理个体的进攻姿态、进攻和追逐所占时间均主要发生于第一个阶段，其后随时间增加而减弱。在雌雄组中，雌性处理个体的进攻姿态、进攻及追逐所占时间分别为 29.50 s、7.10 s 和 5.40 s，雌性对照个体所占时间分别为 41.64 s、32.63 s 和 11.88 s，同样以攻进所占时间较多，其中雌性对照个体的进攻姿态主要发生于第一个阶段和第三个阶段，而进攻和追逐以及雌性处理个体的进攻姿态、进攻和追逐则随时间增加而逐渐减少。在雌雄组中，雄性处理个体三种成分所占时间分别为 30.30 s、8.50 s 和 8.70 s，雄性对照个体三种成分所占时间分别为 36.01 s、26.13 s 和 37.14 s，雄性处理个体的攻击行为中以进攻所占时间最高，而进攻姿态和追逐所占时间相同，而雄性对照个体的攻击行为中以进攻姿态所占时间最少，而进攻和追逐所占时间相同，其中处理个体的进攻姿态、进攻和追逐主要发生于第一个阶段，随后逐渐降低，而对照个体的进攻姿态主要发生于不熟悉的第一阶段和相互熟悉后的第三阶段，其进攻和追逐主要发生于第一个阶段，尔后逐渐降低。在雄雄组，处理个体三种成分所占时间分别为 29.5 s、44.35 s 和 9.75 s，对照个体三种成分所占时间分别为 86.73 s、45.09 s 和 47.00 s，处理个体的攻击行为中以进攻姿态为主，对照个体的攻击行为中以进攻所占时间最多，其中处理个体中进攻姿态主要发生于第三个阶段，而进攻和追逐主要发生于第一阶段，对照个体中进攻姿态主要发生于第二个阶段，进攻主要发生于第一个阶段和第三阶段，追逐主要发生于第一个阶段，其后持续时间逐渐减弱。从以上结果可以看出，不同组中动物的攻击行为以进攻所占时间最多，在首次相遇时，动物以进攻和追逐为主，在动物相互熟悉后以进攻姿态为主。

2.4 处理组个体与对照组个体体重、性腺重和激素水平的比较

对雌雄个体实施不育处理后，雄性个体体重与对照组个体比较明显降低 ($t = 2.872$, $df = 18$, $P < 0.05$) (表 5)，而雌性个体体重与对照组个体比较略有降低，但无

表 5 不育个体与生育个体激素水平的比较

Table 5 The hormonal comparison of plateau pika between treatment and control group

项目 Items	性别 Sex	处理组 Treatment group	对照组 Control group
体重		127.40	141.60
Body weight (g)		121.00	126.20
睾丸重		2.51	2.45
Testicle weight (g)			
卵巢重		0.09	0.08
Ovary weight (g)			
血液中睾酮		35.79	38.05
Testosterone of blood (ng/ml)		7.86	15.97
组织中睾酮		411.45	615.38
Testosterone of tissue			
血液中雌二醇		44.94	42.50
Estradiol of blood (ng/ml)		41.74	59.36
血液中孕酮		0.23	0.38
Progesterone of blood (ng/ml)		0.30	0.79
组织中孕酮		1.02	0.10
Progesterone of tissue (ng/ml)		0.10	3.16

显著的差异 ($t = 1.102$, $df = 18$, $P > 0.05$)。雄性处理个体的睾丸或在腹腔 (约占

27.27%) 或在阴囊 (约占 72.73%)，其弹性差，色泽略红，而对照个体的睾丸全部位于阴囊，其弹性好，色泽白，将其睾丸重量进行比较，处理个体与对照个体间无差异 ($t = 0.339$, $df = 18$, $P > 0.05$)，处理雌体与对照雌体的卵巢重量间也无显著差异 ($t = 1.184$, $df = 18$, $P > 0.05$)。从表 5 中还可以看出雄性处理个体血液中雌二醇含量基本相同于雄性对照个体，睾酮及孕酮的含量均低于对照个体，且睾丸中睾酮的含量显著低于对照个体 ($t = 2.540$, $df = 18$, $P < 0.05$)。同时雌性处理个体血液中睾酮、雌二醇及孕酮也低于雌性对照个体，且卵巢中孕酮的含量明显低于对照个体。

3 讨论

3.1 攻击行为在社群中的作用

攻击性强的个体占有较高的社群等级，能够更好地保护巢区和食物资源，寻找与多个异性个体交配的机会，获得足够的食物和找到比较安全的避护所使其成活率增加，这将有利于增加个体的适合度^[13-15]。本文研究结果表明，雌雄高原鼠兔在繁殖期均有较高的攻击性，这与家鼠有相同的结果^[3]。对于高原鼠兔的社群等级虽无专门的研究报道，但从高原鼠兔的家庭结构和领域行为等可以看出，高原鼠兔具有一定的等级关系^[16-18]。高原鼠兔雌雄个体攻击性基本相同，这表明雌雄动物在寻找食物资源和配偶过程中均有主动性，均有占据优势等级的趋动力，这也是高原鼠兔种群内多种婚配制并存的主要原因。但是雌雄动物攻击模式的不同是自然种群内仍然以一夫多妻制为主。实验还表明，高原鼠兔雄性个体对同性个体有高的攻击性，这意味着在自然种群内入侵的同性个体将要承受致命的风险，雄性个体为了与雌体实现交配将要依赖攻击行为建立和维护领域，保护在社群中的优势地位，而为了实现与雌体交配，允许雌体进入其领域，由此使雌雄个体间的攻击性相对降低。雌性个体对同性个体亦表现出高的攻击性，这可能与繁殖有关。雌性个体在繁殖活动中将要投资大量的时间，攻击性的增加是为了接近雄体并与其实现交配并在哺乳幼体的活动中能够成功的使其基因传给后代^[19]。在一个种群内，相互熟悉个体间的攻击性减弱，这也许是高原鼠兔形成社群的一个主要原因，其目的是减少能量的消耗、避免个体间死亡性伤害和保证繁殖的成功率^[20]。我们的研究结果也显示出动物在首次相遇时表现出高的攻击性，并以进攻和追逐等伤害性的行为攻击对方，而在相互熟悉后，动物的亲昵行为增加，所表现出的攻击性也多以进攻姿态等相对缓和的形式发生。

对高原鼠兔实施不育处理后，雌雄个体的活动降低，其攻击行为和防御行为持续的时间和发生频次明显低于对照组个体，而亲昵行为相对增加，这种行为的变化有可能导致高原鼠兔等级结构和婚配制的变化^[5]。在对照组个体中，动物相互熟悉后攻击性增加，而处理组个体中动物相互熟悉后攻击性继续减弱，这将使已经怀孕的个体因第二次交配使其胚胎流产和吸收，而第二次交配由于不育剂的不育作用使其怀孕的可能性大大降低，这将直接和间接地降低种群的出生率，从而降低种群的数量。

3.2 攻击性与激素水平的关系

种群内动物的优势等级由个体的攻击能力及占据的资源所决定，而攻击能力受个体

大小、体重、年龄及性别等方面的影响^[21~23]。将高原鼠兔的体重与攻击行为持续的时间做相关性分析,结果表明无论对对照组个体还是处理组个体均无显著相关性,同时雌雄动物的攻击水平基本相同(表5),说明在高原鼠兔的繁殖期体重及性别不是影响攻击水平的主要因素。许多研究表明,激素水平的变化可引起动物行为的改变^[24~25]。睾酮能够增加攻击行为的频次和强度^[26~29],同时睾酮能增加个体在社群中的优势地位^[30~31]。对高原鼠兔实施不育后,虽然雌性处理个体的卵巢重和雄性处理个体的睾丸重分别与雌雄对照个体比较没有变化,但激素水平有很大的变化(表5)。由于本文所采用的雄性不育剂其作用最敏感的部位是睾丸,在实施不育后由于时滞作用使雄性动物血液中睾酮的含量与雄性对照个体比较变化不大,但睾丸中睾酮的含量明显低于对照个体,说明睾酮可能决定着高原鼠兔的攻击行为。雌二醇在雌性动物中主要由卵巢分泌,它的主要作用是刺激子宫内膜的增生,并且以一个复杂的反馈途径控制促黄体激素和促卵泡激素的分泌,从而刺激卵巢中滤泡的生长并引起排卵,而孕激素的作用是在雌二醇的协同下使子宫内膜转化成一种分泌型的内膜。对高原鼠兔实施不育后,雌性动物血液中雌二醇及孕酮含量低于对照个体,且卵巢组织中孕酮含量显著低于对照个体,各种激素水平的变化可能会引起滤泡生长及排卵等发生障碍,也可能引起已怀孕个体的胚胎吸收和流产,由此降低种群的繁殖力。国外许多不育控制研究中所筛选的不育剂即为激素类化合物,通过激素水平的改变而阻碍正常的生殖过程,从而达到控制生育的目的^[32~34]。从以上分析可以看出,对高原鼠兔实施不育后,激素水平的变化导致攻击行为的变化,从而有可能引起优势等级及社群结构的变化,由此影响高原鼠兔的繁殖策略。同时激素水平的变化也将阻碍雌性个体的繁殖过程,从而影响高原鼠兔的繁殖力。

参 考 文 献

- [1] Brown J L. The evolution of behavior [M]. W. Norton, New York. 1975.
- [2] Wittenberger J F. Animal social behavior [M]. Boston: Duxbury Press, 1981.
- [3] Palanza P, Mainardi L, Re D, Brain P F, Parmigiani S. Male and female competitive strategies of wild house mice pairs (*Mus musculus domesticus*) confronted with intruders of different sex and age in artificial territories [J]. Behavior, 1996, 133: 863~882.
- [4] Benus R F, denDass S, Koolhaas J M, van Oortmerssen G A. Routine formation and flexibility in social and non-social behaviour of aggressive and non-aggressive male mice [J]. Behaviour, 1990, 112: 176~193.
- [5] Caughley G, Pech R, Grice D. Effect of fertility control on a population's productivity [J]. Wildl Res, 1992, 19 (6): 623~627.
- [6] Albert D J, Jonik R H, Tanco S A, Walsh M L. Cohabitation with a sterile male facilitates the development of retrieval behavior in nulliparous female rats exposed to pups [J]. Physiol Behav, 1992, 52 (4): 727~729.
- [7] 张知彬. 鼠类不育控制的生态学基础 [J]. 兽类学报, 1995, 15 (3): 229~234.
- [8] 林统先, 曾缙祥. 醋酸棉酚对褐家鼠抗生育作用的研究 [J]. 兽类学报, 1988, 8 (3): 208~214.
- [9] 赵日良, 张春美, 张景福, 张来, 于波, 倪田雨. 应用植物不育剂控制森林害鼠种群密度的研究. 中国动物学会成立60周年纪念论文集 [C]. 中国科学技术出版社出版, 1994. 421~422.
- [10] 张知彬, 王淑卿, 郝守身, 王福生, 曹小平. -氯代醇对雄性大仓鼠的不育效果观察 [J]. 兽类学报, 1997,

- 17 (3): 232~233.
- [11] Eklund A. The effects of inbreeding on aggression in wild male house mice (*Mus domesticus*) [J]. *Behaviour*, 1996, 133: 883~901.
- [12] 房继明, Jane Hurst, Chris Barnard. 野生雄性成年小家鼠行为 [J]. *兽类学报*, 1994, 14 (3): 221~233.
- [13] Baker A E M. Gene flow in house mice: behavior in a population cage [J]. *Behav Ecol Sociobiol*, 1981, 8: 83~90.
- [14] Defries J C, McClearn G E. Social dominance and Darwinian fitness in the laboratory mouse [J]. *Am Nat*, 1970, 104: 408~411.
- [15] Newsome A E. A population study of house-mice permanently inhabiting a reed-bed in south Australia [J]. *J Anim Ecol*, 1969, 38: 361~377.
- [16] 王学高, Smith A T. 高原鼠兔交配关系的研究 [J]. *兽类学报*, 1989, 9 (3): 210~215.
- [17] 王学高, 戴克华. 高原鼠兔的繁殖空间及其护域行为的研究 [J]. *兽类学报*, 1990, 10 (3): 203~209.
- [18] 梁杰荣. 高原鼠兔的家庭结构 [J]. *兽类学报*, 1981, 1 (2): 159~165.
- [19] Bronson F H. The reproductive ecology of the house mouse [J]. *Quart Rev Biol*, 1979, 54: 265~299.
- [20] Fisher J. Evolution and bird sociality. In: *Evolution as a process* [C]. Huxley J, Hardy A C, Ford E B Eds. London: Allen and Unwin, 1954. 71~83.
- [21] Dhondt A A, Schillemans R. Reproductive success of the great tit in relation to its territorial status [J]. *Anim Behav*, 1983, 31: 902~912.
- [22] Garnett M C. Body size, its heritability and influence on juvenile survival among great tits, *Parus major* [J]. *Ibis*, 1981, 123: 31~41.
- [23] Sandell M, Smith H G. Dominance, prior occupancy, and winter residency in the great tit (*Parus major*) [J]. *Behav Ecol Sociobiol*, 1991, 29: 147~152.
- [24] Wai E H, Hoar W S. The secondary sex characters and reproductive behaviour of gonadectomised sticklebacks treated with methyl testosterone [J]. *Can J Zool*, 1963, 41: 611~628.
- [25] Wootton R J. *The biology of the sticklebacks* [M]. Croom, London, 1976.
- [26] Adkins E K, Pniwski E E. Control of reproduction by sex steroids in male quail [J]. *J Comp Physiol*, 1978, 92: 1169~1179.
- [27] Adkins-Regan E. Effect of sex steroids on the reproduction of castrated male ring doves (*Streptopelia* sp.) [J]. *Physiol Behav*, 1981, 26: 561~565.
- [28] Archawaranon, Wiley R H. Control of aggression and dominance in white-throated sparrows by testosterone and its metabolites [J]. *Horm Behav*, 1988, 22: 497~517.
- [29] Harding W M J, Collado D, Sheridan K. Hormonal specificity and activation of social behavior in male red-winged blackbirds [J]. *Horm Behav*, 1988, 22: 402~418.
- [30] Moss R, Kolb H H, Marquiss M, Warson A, Treca B, Watt D, Glennine W. Aggressiveness and dominance in captive cock red grouse [J]. *Aggressive Behav*, 1979, 5: 59~84.
- [31] Searcy W A, Wingfield J C. The effect of androgen and anti-androgen on dominance and aggressiveness in male red-winged blackbirds [J]. *Horm Behav*, 1980, 14: 126~135.
- [32] Brooks J E, Bowerman A M. Estrogenic steroid used to inhibit reproduction in wild Norway rats [J]. *J Wildl Manage*, 1971, 35: 444~449.
- [33] Howard W E, Marsh R E. Mestranol as a reproductive inhibitor in rat and voles [J]. *J Wildl Manage*, 1969, 33: 403~408.
- [34] Marsh R E, Howard W E. Evaluation of mestranol as a reproductive inhibitor of Norway rats in garbage dumps [J]. *J Wildl Manage*, 1969, 33: 133~138.

THE CHANGE OF AGGRESSIVE BEHAVIOUR AND HORMONE CHANGE OF PLATEAU PIKA AFTER CONTRACEPTION CONTROL

WEI Wanhong¹ FAN Naichang² ZHOU Wenyang¹ YANG Shengmei¹
JING Zengchun¹ CAO Yifan¹

(¹ Northwest Plateau Institute of Biology, the Chinese Academy of Sciences, Xining, 810001)

(² Department of Biology, Zhejiang Normal University, Jinhua, 321004)

Abstract Forty individuals (male for 20 and female for 20) were selected to study in reproductive period of plateau pika. Ten males and ten females were treated with male sterilant and female sterilant, respectively. Through comparison between female-female, female-male and male-male within treatment group and within control group, the aggressive behaviour was studied and hormonal level was determined. The results showed that: 1) After treatment with sterilants, both male and female increased their rest time and decreased their active time, their amicable time increased and aggressive and defensive time decreased, this increased tolerance each other compared with individuals of control group; 2) Within treatment group and with control group, females and males had same aggressive intensity. Intersexual aggression was significantly lower than intrasexual; 3) When firstly meeting, every individual displayed high aggression and defense when knowing each other, individual within treatment group again increased aggression and defense, but individual with control group displayed high amicable behaviour; 4) Among aggressive behaviour, individual within control group had high attack component, firstly used the attack and chase when met each other, then changed for offensive position, and individual with treatment group had high attack or offensive position, firstly used attack, chase and offensive position when met each other, then significantly decreased these three aggressive components; 5) After treatment with sterilants, the weight of individuals decreased, but the weights of ovary and testicle had no difference compared with individuals of control group. Within treatment group, the testosterone of testicle tissue for male significantly decreased, but the testosterone, estradiol and progesterone of blood were same as male within control group; all of testosterone, estradiol and progesterone of blood for female were lower than that of female within control group,

meanwhile the progesterone of ovary tissue was significantly lower than that female within control group. These indicated that the hormone change of plateau pika after treatment with sterilants could result in the change of aggressive behaviour, then made its dominant system and social structure change, this could affect pika's reproductive status and fitness. Meanwhile the change of hormone could block reproductive process, this also affect pika's reproduction.

Key words: Plateau pika (*Ochotona curzoniae*); Aggressive behaviour; Hormone; Contraception control

(上接第 159 页)

3 讨论

影响动物种群数量变动是多种因素的综合作用。不同鼠类及同种鼠类在不同的时间和环境, 影响种群数量动态的主要因素是不同的。以往研究的结果表明, 鼠类种群密度对其繁殖力影响较大, 雌鼠的怀孕率、胎仔数, 雄鼠的贮精囊膨大率以及种群的性比, 成亚比等均受密度制约。甘肃鼯鼠作为一种营地下生活的鼠类, 与以往研究过的地面活动鼠类有所不同, 其种群数量变动受气候条件的影响较大, 尤其是气温和降水。至于其它地下活动鼠种, 例如高原鼯鼠的种群密度主要受土壤和食物资源的影响, 鼯鼠的种群波动首先受食物资源的调节, 而捕食、疾病和非密度制约因子等对其影响较小, 这一点从根本上讲与我们的研究基本一致。虽然, 食物条件对甘肃鼯鼠种群数量产生影响, 但其食物条件直接受气候因素的影响。适量的降水可以改善鼯鼠的食物条件; 降水稀少, 造成鼯鼠的食物条件恶化, 则间接地引起鼯鼠种群鼠类的波动。另一方面, 降水过多或过少, 还会直接导致甘肃鼯鼠的死亡率增高。气温和降水与甘肃鼯鼠密度的正相关、成亚比与密度的正相关及性比与密度的负相关等是否说明, 气温和降水对甘肃鼯鼠的种群成亚比、性比也产生直接或间接的效应, 而最终影响其种群数量变动, 这一点还有待于进一步的工作去证明。

李金钢 王廷正 (陕西师范大学生命科学院, 西安, 710062)

LI Jingang WANG Tingzheng (College of Life Sciences,
Shaanxi Normal University, Xi an, 710062)

李金铭 (河南省计算中心)

LI Jinming (Computer Centre of Henan Province)

赵亚军 (中国科学院西北高原生物研究所)

ZHAO Yajun (Northwest Plateau Institute of Biology, the
Chinese Academy of Sciences)