

## 笼舍和洞穴两种条件下出生的幼年华南虎警戒行为比较

戴思<sup>1</sup>, 傅文源<sup>2</sup>, 兰作闽<sup>2</sup>, 张永<sup>1</sup>, 鲁长虎<sup>1\*</sup>

(1. 南京林业大学南方现代林业协同创新中心, 南京林业大学生物与环境学院, 南京 210037;

2. 福建梅花山华南虎繁育研究所, 福建龙岩 364225)

**摘要:** 对福建梅花山华南虎繁育研究所分别在笼舍和洞穴环境条件下出生的华南虎 *Panthera tigris amoyensis* 幼虎的警戒行为进行了研究。结果显示: 幼虎的警戒行为多样; 洞穴出生的幼虎警戒性整体高于笼舍出生的幼虎; 在笼舍与半散放区连通的环境中, 2 组幼虎组内在每个测量时间点的警戒距离与逃逸距离差异均有高度统计学意义(警戒距离:  $df=18$ ,  $F=5.690$ ,  $P<0.001$ ; 逃逸距离:  $df=18$ ,  $F=4.875$ ,  $P<0.001$ ), 而 2 组幼虎之间的警戒距离与逃逸距离差异均无统计学意义(警戒距离:  $df=1$ ,  $F=7.461$ ,  $P=0.072$ ; 逃逸距离:  $df=1$ ,  $F=3.288$ ,  $P=0.167$ ); 2 组幼虎的警戒距离与逃逸距离随时间增加分别有不同程度的下降, 2 组幼虎的警戒距离与时间没有显著相关性(笼舍组:  $R^2=0.0820$ ,  $P=0.235$ ,  $n=19$ ; 洞穴组:  $R^2=0.0842$ ,  $P=0.228$ ,  $n=19$ ), 而逃逸距离与时间显著相关(笼舍组:  $R^2=0.3185$ ,  $P=0.012$ ,  $n=19$ ; 洞穴组:  $R^2=0.3049$ ,  $P=0.014$ ,  $n=19$ )。

**关键词:** 华南虎; 笼舍; 人工洞穴; 幼虎; 警戒距离; 警戒行为

**中图分类号:** Q958.11; Q959.838 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-7083(2018)01-0015-07

## Vigilance Behavior Comparison of *Panthera tigris amoyensis* Cubs Bored in Cages and Artificial Caves

DAI Si<sup>1</sup>, FU Wenyuan<sup>2</sup>, LAN Zuomin<sup>2</sup>, ZHANG Yong<sup>1</sup>, LU Changhu<sup>1\*</sup>

(1. College of Biology and Environment, Co-Innovation Center for Sustainable Forestry in Southern China of Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China; 2. Fujian Meihuashan South China Tiger Breeding Research Institute, Longyan, Fujian Province 364225, China)

**Abstract:** South China tiger (*Panthera tigris amoyensis*) cubs usually show a variety of vigilance behaviors. The vigilance behavior of *P. tigris amoyensis* cubs was studied in Fujian Meihuashan South China Tiger Breeding Research Institute. Cubs borned in artificial cave alert more frequently comparing to those borned in cages. When both groups of cubs were present under the condition of cages connecting with free-ranging area, significant differences were detected in alert distance ( $df=18$ ,  $F=5.690$ ,  $P<0.001$ ) and flee distance ( $df=18$ ,  $F=4.875$ ,  $P<0.001$ ) for each cub, however, the alert distance between two groups had no significant difference ( $df=1$ ,  $F=7.461$ ,  $P=0.072$ ), neither the flee distance ( $df=1$ ,  $F=3.288$ ,  $P=0.167$ ). In general, the alert distance and flee distance of both groups showed a declining trend over time but in different degree. There was also no significant correlation between alert distance and time (cage group:  $R^2=0.0820$ ,  $P=0.235$ ,  $n=19$ ; cave group:  $R^2=0.0842$ ,  $P=0.228$ ,  $n=19$ ), but a significant correlation was found between flee distance and time (cage group:  $R^2=0.3185$ ,  $P=0.012$ ,  $n=19$ ; cave group:  $R^2=0.3049$ ,  $P=0.014$ ,  $n=19$ ).

**Keywords:** *Panthera tigris amoyensis*; cage; artificial cave; cub; alert distance; vigilance behavior

警戒行为是动物对群体内或群体外的刺激产生的预警反应, 有利于探测和规避风险, 增加自身与后

代的适合度 (Treves, 2000; Beauchamp, 2001), 在繁育中心或动物园, 动物不再有被捕食的风险, 人类活

收稿日期: 2017-08-23 接受日期: 2017-11-29

基金项目: 国家重点研发计划项目 (2017YFD0501701); 国家林业局公益性项目

\* 通信作者 Corresponding author, E-mail: luchanghu@njfu.com.cn

动干扰取代了捕食者干扰(蒋志刚,2004),因此在许多研究中,人为干扰被认为是一种对动物的捕食风险(Steidl & Anthony,2000;Frid & Dill,2002)。干扰源靠近动物到一定距离时,动物开始出现观望等警戒行为,此时干扰源与动物间的距离称为警戒距离;如果干扰源继续靠近,动物会采取逃逸等规避行为,动物开始逃跑时与干扰源的距离称为逃逸距离;之后动物会停止逃逸,与干扰源保持一定距离,此时的距离称为安全距离。对干扰源的响应距离是动物警戒行为的直接体现(Dill & Houtman,1989),可以反映出动物在面临干扰和威胁时的警戒性,对保护物种自然繁衍以及动物园缓冲带的设置和自然保护区的建设有重要参考价值(Fernández-Juricic *et al.*, 2005;González *et al.*,2006)。警戒行为的研究绝大部分集中于有蹄类和鸟类。对麋鹿 *Elaphurus davidianus* 警戒行为模式及警戒距离的研究表明,夏季麋鹿的观望距离显著大于春季,而走开距离和跑开距离在春季与夏季之间的差异无统计学意义(李春旺等,2006);而麋鹿对于不同强度人为干扰的警戒响应频率各不相同,强干扰的警戒响应频率最大(Li *et al.*,2007)。对上海崇明东滩越冬期白头鹤 *Grus monacha* 和黄河三角洲越冬期丹顶鹤 *Grus japonensis* 警戒行为的研究发现,集群中个体警戒时间和警戒个体比例均随集群增大而显著减小;在人类二次干扰的条件下,其警戒距离显著增加(张佰莲等,2009;陈学涛,2011)。对獐 *Hydropotes inermis* 警戒行为模式和逃跑距离的研究发现,笼养条件下的獐与盐城自然保护区野生獐的逃跑起始距离差异有高度统计学意义(田鑫鑫等,2012)。

华南虎 *Panthera tigris amoyensis* 隶属食肉目 Carnivora 猫科 Felidae 豹属 *Panthera*,也叫中国虎,是中国特有物种,国家 I 级重点保护野生动物,1981 年被列入濒危野生动植物种国际贸易公约(CITES)附录 I,世界自然保护联盟(IUCN)濒危物种红色名录极危(CR)物种(Nyhus,2008),在 2001—2003 年中美合作全国野生华南虎调查后被认定为“野外灭绝”(曹青等,2009)。得益于繁育技术的进步,近 20 年来华南虎数量下降趋势有所缓解,但仍处于濒临灭绝的状态,其圈养种群岌岌可危,截止 2016 年,华南虎圈养种群数量为 164 只。对圈养华南虎的研究目前主要包括华南虎 PAE 编码、行为节律、潜在

栖息地分析(曹青,2008;曹青等,2009)、人工育幼(林开雄,2009)、饲养繁殖及半野化研究(傅文源等,2001,2012;丘云兴等,2001)。对华南虎警戒行为尚无报道。

野化放归一直是华南虎保护工作的重点,观察和记录幼年华南虎的警戒行为有助于分析不同出生和生长环境对华南虎警戒性的影响,对今后野化放归工作有重要参考价值。因此,在福建梅花山华南虎繁育研究所研究幼年华南虎的警戒行为,记录在人为干扰条件下幼年华南虎的警戒距离、逃逸距离和安全距离,并假设洞穴出生的幼虎与笼舍出生的幼虎相比,警戒距离和逃逸距离更大、警戒性更强。

## 1 研究区域概况

梅花山国家级自然保护区成立于 1985 年,位于福建省西南部,地处龙岩市的上杭、连城、新罗三县(区)的交界地带,1988 年经国务院批准升级为国家级森林和野生动物类型自然保护区。保护区总面积 22 168.5  $\text{hm}^2$ ,主要保护对象为中亚热带常绿阔叶林和珍稀濒危野生动物,如南方红豆杉 *Taxus chinensis* var. *mairei*、钟萼木 *Bretschneidera sinensis*、花榈木 *Ormosia henryi* 和华南虎、金钱豹 *Panthera pardus*、大灵猫 *Viverra zibetha* 等。该地区年平均气温 17.4 ~ 19.2  $^{\circ}\text{C}$ ,最高气温 35  $^{\circ}\text{C}$ ,最低气温 -5  $^{\circ}\text{C}$ ,极端低温 -15  $^{\circ}\text{C}$ ,年均降水量 1 750 ~ 2 200 mm(曹青等,2009),相对湿度 70% ~ 90%,是典型的亚热带气候。

福建梅花山华南虎繁育研究所位于保护区西南部(116°52'05.74"E,26°18'11.77"N),主要从事圈养及半散放华南虎的繁育和野化训练工作。1998 年从苏州动物园引进 3 只华南虎(2 ♂ 1 ♀)(林开雄,2009),于 2001 年开始华南虎繁育、物种保护及野化训练工作,目前圈养及半散放饲养华南虎 25 只。

## 2 材料与方法

### 2.1 实验对象

2016 年 8 月 3 日编号 422 的雌虎于笼舍暗笼中自然分娩产下 3 只幼虎,在尽量减少人为干涉的情况下由雌虎自行哺乳抚育,并一直在笼舍中圈养,至 2017 年 3 月 14 日幼虎接近 7 月半龄。2016 年 8 月

5 日编号 360 的雌虎于半散放区人工洞穴中自然分娩产下 2 只幼虎,并在该区域中自行哺乳抚育,至 2017 年 3 月 16 日幼虎接近 7 月半龄。7 月龄左右的幼虎被认为拥有更好的适应能力,可以人工改变生活环境,方便饲养管理及观察。因此,2 组实验幼虎从出生至 7 月半龄生长环境不变(笼养或半散放),7 月半龄后人工选择时间将笼舍与半散放区之间的笼门打开,形成连通环境,使幼虎可以随意出入。将编号 422、编号 360 雌虎生产的幼虎分别编号为 1 组、2 组,并根据花纹及身体特征对组内幼虎进行编号(表 1)。

表 1 幼年华南虎编号及其身份信息  
Table 1 Information of *Panthera tigris amoyensis* cubs

组别	雌虎编号	幼虎编号	幼虎性别	出生日期	出生环境
1	422	1-1	♂	2016. 08. 03	圈养区笼舍
		1-2	♀		
		1-3	♂		
2	360	2-1	♂	2016. 08. 05	半散放区洞穴
		2-2	♂		

## 2.2 警戒行为定义与观察

从 2017 年 3 月 14 日—4 月 2 日,共 19 d,采用直接观察法分别观察记录 2 组幼虎的警戒行为并定义(表 2)。

表 2 幼年华南虎的警戒行为定义  
Table 2 Definition of vigilance behaviors of *Panthera tigris amoyensis* cubs

警戒行为	行为描述
注视	发现干扰源后持续观察以监控对方行为
压脖	在感受到威胁时,压低脖颈并提高警戒
威吓	呲出牙齿,喉部发出较尖细的轻吼以震慑敌人。多伴随耳朵抵起、身体伏低、压脖、后退等动作
低吼	喉部震动持续发出威胁性吼声以警告敌人。多伴随注视、压脖等动作
大吼	感受到强烈威胁时发出巨大吼声以震慑敌人
躲避	因紧张或害怕等向左、右或后方短距离位移
躲藏	因警戒或受惊等寻找隐蔽地点使自身不暴露在其他视线中

除警戒行为外,还记录了其他行为:

(1)打招呼:喉部震动发出短暂的呼噜声,或嘴微张发出气音,用于同伴间短距离呼唤或问候。

(2)轻哼:声带震动发出轻声哼叫,祈求互动或玩耍。

(3)扒笼:两前爪抬起,后腿直立,伸展身体以爪部扒住笼舍大门或围墙。

(4)蹭笼:以头颈部磨蹭笼舍大门或围墙。

## 2.3 响应距离定义与测量

幼虎对干扰接近后的响应距离采用通常的定义:警戒距离是指幼虎开始注意到观察者靠近时,幼虎与观察者之间的距离;逃逸距离是指幼虎开始拉开与观察者的距离时,幼虎与观察者之间的距离(幼虎开始逃逸时,观察者停止移动)。

此次实验的目标组幼虎分别圈养在圈养区的不同笼舍中,每个笼舍中,运动场长 5.4 m、宽 5.1 m,明笼长、宽均为 2.7 m,暗笼长 2.4 m、宽 2.1 m。3 个区域呈直角三角形分布,可活动的最远直线距离约 8.5 m。幼年华南虎体型与獐相近,因此参考田鑫鑫等(2012)在测量獐的警戒距离时采用的方法,在观察期内,每次以每秒 1 步(每步 0.5 m 左右)的速度从笼舍外匀速向幼虎靠近,利用手持激光测距仪(VCHON-H92,浙江)测量并记录幼虎的警戒距离和逃逸距离。每天观察测量 1 次,以平均值  $\pm$  标准差表示。

## 2.4 数据处理

运用 SPSS 23.0 分析并处理数据,非正态分布的数据通过对数转换和平方根转换使其呈正态分布后利用参数检验进行分析。利用重复测量方差分析分别比较 2 组幼虎间警戒距离和逃逸距离的差异;利用线性回归分析分别比较 2 组幼虎的警戒距离、逃逸距离与时间的关系。

## 3 结果

### 3.1 幼年华南虎的警戒行为模式

幼年华南虎的警戒行为模式主要有注视、压脖、威吓、后退、身体伏低、大吼、躲避、躲藏、逃跑等;有时幼虎会出现观察、靠近、嗅闻、打招呼、轻哼、扒笼、蹭笼等行为,此时的警戒性极弱。

通过观察,幼年华南虎的行为模式基本可以描述为:当注意到观察者靠近时,幼虎停下正在进行的动作,抬头或转头注视,当观察者持续靠近至一定距离时,幼虎站起并后退或走开,部分伴随躲避和躲藏的行为;干扰达到一定强度时,幼虎逃逸且通常伴随身体伏低、压脖、威吓等动作(图 1)。

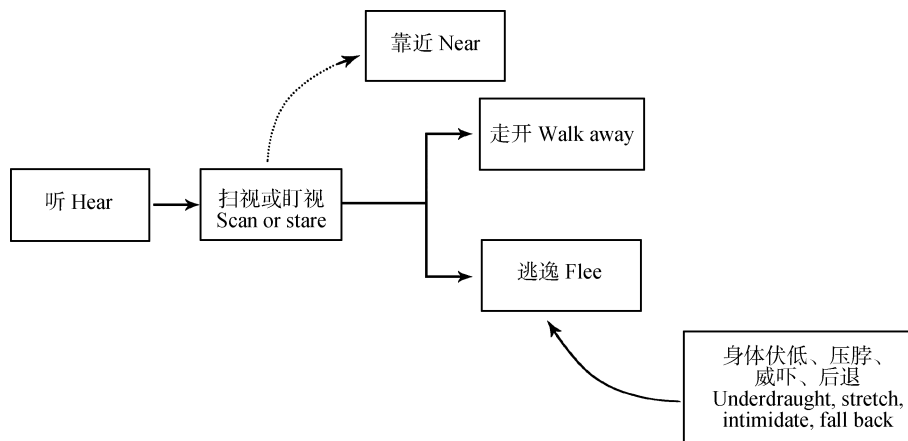


图 1 幼年华南虎警戒行为模式示意图

Fig. 1 General patterns of vigilance behavior in *Panthera tigris amoyensis* cubs

当人类靠近时,1-1 号幼虎出现观察、打招呼、扒笼、轻叫、蹭笼等行为,偶尔出现主动靠近的负警戒行为;1-2 号幼虎多伴于 1-1 号幼虎身侧,前期表现出逃跑、躲避、后退等行为,后期较多为原地观察、打招呼、嗅闻等行为,也出现主动靠近的负警戒行为;1-3 号幼虎多表现出威吓、逃跑、躲藏、持续观察等行为,警戒性较高,但随时间增加,警戒性有所下降,出现打招呼等行为,偶尔出现主动靠近的负警戒行为。洞穴出生的幼虎整体警戒性稍高于笼舍出生的幼虎,但 2 只幼虎表现出不同的警戒性。2-1 号幼虎较多表现出打招呼、原地观察等行为,后期偶尔出现轻叫、蹭笼等行为;2-2 号幼虎长期表现出持续威吓、大吼、后退、逃逸、躲藏等行为,警戒性较强,在一定时间后警戒性有所下降,出现近距离观察、躲避等行为,没有出现主动靠近的负警戒行为。

根据喂食时现场观察的情况,笼舍出生的幼虎基本立即进食,且周围环境对其基本没有影响,进食过程中出现极少量警戒行为。洞穴出生的幼虎在饲养员投放食物时偶尔立即进食,多数时间不会立即进食。在食物周围时,2-1 号幼虎有时立即进食,有时观察周围情况后再进食;2-2 号幼虎每次投喂时均不立即进食,而是躲藏在隐蔽角落观察饲养员。录像表明,在饲养员全部撤出圈养区域一段时间后,2-2 号幼虎才出现进食行为。

### 3.2 2 组幼年华南虎的响应距离

2 组幼虎均处于笼舍与半散放区连通的环境中,笼舍出生幼虎的警戒距离为  $2.87 \text{ m} \pm 1.21 \text{ m}$ ,洞穴出生幼虎的警戒距离为  $4.63 \text{ m} \pm 2.05 \text{ m}$ ;笼舍

出生幼虎的逃逸距离为  $1.96 \text{ m} \pm 0.89 \text{ m}$ ,洞穴出生幼虎的逃逸距离为  $3.52 \text{ m} \pm 1.95 \text{ m}$ 。

2 组幼虎在每个测量时间点的警戒距离与逃逸距离在组内的差异均有高度统计学意义(警戒距离:  $df = 18, F = 5.690, P < 0.001$ ;逃逸距离:  $df = 18, F = 4.875, P < 0.001$ );而组间的差异无统计学意义(警戒距离:  $df = 1, F = 7.461, P = 0.072$ ;逃逸距离:  $df = 1, F = 3.288, P = 0.167$ )。

2 组幼虎的警戒距离均随时间增长而呈现下降趋势,但无显著相关性(笼舍组:  $R^2 = 0.0820, P = 0.235, n = 19$ ;洞穴组:  $R^2 = 0.0842, P = 0.228, n = 19$ ;图 2)。

2 组幼虎的逃逸距离均随时间增长而呈现下降趋势,且显著相关(笼舍组:  $R^2 = 0.3185, P = 0.012, n = 19$ ;洞穴组:  $R^2 = 0.3049, P = 0.014, n = 19$ ;图 3)。

## 4 讨论

华南虎幼虎的警戒行为模式多样,发生顺序为:听,扫视或盯视,走开或逃逸。在发现干扰源时,幼虎会将头抬起或转头,扫视或注视干扰源,当干扰达到一定强度时会走开,或是身体伏低、压脖、威吓、后退并逃逸,压脖和威吓行为与獐的警戒行为模式中的压脖、吼叫(田鑫鑫等,2012)行为类似。有时幼虎在扫视或盯视后会向观察者靠近,出现负警戒行为,这可能与长期的圈养及与人类的频繁接触有关。2 组幼虎的警戒模式中均包含了听、扫视或盯视、走开或逃逸等警戒行为,而负警戒行为仅出现在笼舍

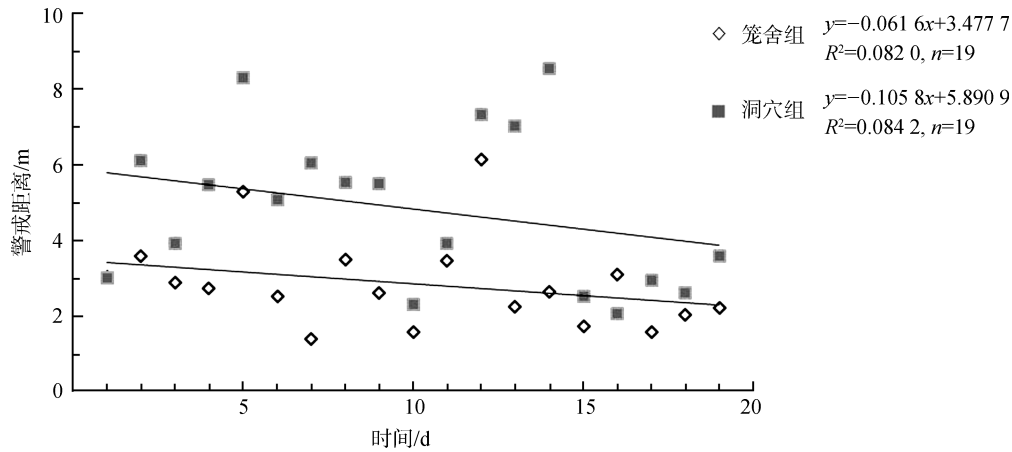


图2 2组幼年华南虎警戒距离与时间的线性回归分析

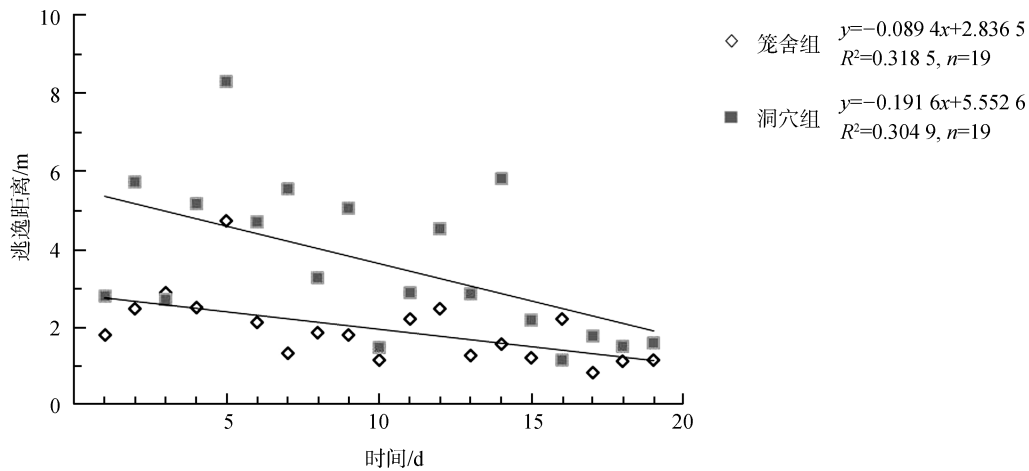
Fig. 2 Linear regression of alert distance and time in 2 groups of *Panthera tigris amoyensis* cubs

图3 2组幼年华南虎逃逸距离与时间的线性回归分析

Fig. 3 Linear regression of flee distance and time in 2 groups of *Panthera tigris amoyensis* cubs

出生的幼虎中。幼虎进食时表现出不同的行为和警戒性则可能与幼虎个体的性格有关 (Phillips & Peck, 2007)。

笼舍出生的2只幼虎在警戒过程中出现同步警戒的现象。同步警戒是基于个体对同伴警戒行为的模仿, 有助于群体成员共同评估风险 (车烨, 李忠秋, 2014)。1-2号幼虎经常伴随在1-1号幼虎身旁, 多数情况下当1-1号幼虎注意到观察者靠近时, 1-2号幼虎随即注意到观察者, 并在后期出现模仿1-1号幼虎的行为。然而同步警戒并不是侦查捕食者的最佳选择 (Pays *et al.*, 2007a, 2007b), 且基于幼虎的年龄限制和与雌虎同笼的情况, 出现这一行为应属于单纯的模仿而非长期以来形成的警戒策略。

在笼舍与半散放区连通的环境中, 笼舍出生幼

虎的警戒距离和逃逸距离整体小于洞穴出生幼虎, 每组幼虎在每个测量时间点的警戒距离与逃逸距离之间的差异均有统计学意义, 但2组幼虎之间的差异无统计学意义。笼舍出生幼虎的警戒距离在第6、10、13日出现较明显减小, 逃逸距离在第6、7日出现较明显减小, 说明实验开始1周左右, 笼舍出生幼虎的警戒性下降较为明显; 洞穴出生幼虎的警戒距离与逃逸距离均在第6、10、15日出现明显减小, 且波动较大, 说明在实验开始1周和2周左右时, 洞穴出生幼虎的警戒性下降极为明显, 警戒性变化较大。2种距离随时间发生变化, 整体均呈现下降趋势, 洞穴出生幼虎比笼舍出生幼虎的逃逸距离整体下降趋势更明显。洞穴出生幼虎的警戒距离和逃逸距离高于笼舍出生幼虎, 2组幼虎警戒距离均

与时间呈负相关,但没有显著相关性;2 组幼虎的逃逸距离均与时间呈显著负相关。这说明洞穴出生幼虎的警戒性整体高于笼舍出生幼虎,但随时间增加,2 组幼虎的警戒性均有所下降,洞穴出生幼虎的警戒距离和逃逸距离的下降趋势比笼舍出生幼虎更明显。在 15 日之后,2 种距离虽有所波动但整体变化不大,2 组幼虎的警戒距离趋近,逃逸距离趋近甚至趋同。实验前的假设在实验前期成立而后期效果不明显。

幼虎的警戒性受时间影响,时间越长,警戒性越低,这表明在圈养与半散放的环境中,幼虎会对单一性的人为干扰逐渐免疫,警戒性下降,不利于野化放归后的独立生存。此次实验中,2 组幼虎分别在各自出生环境中生长 7.5 个月,之后在人为干预下改变生长环境,可以猜测出生后长期生长环境的单一性导致了实验中幼虎警戒性较弱,且随时间增加,警戒性大幅下降的结果。针对这一情况,研究所应对当前幼虎的饲养环境做出相应调整,适当减少幼虎在出生环境中的时间,尝试在其生长至可独立奔跑及躲藏时改变其生长环境,增加笼舍出生的幼虎在半散放区的活动时间,减少无关人员的干预,同时增加半散放区面积,保证幼虎有足够的活动范围以增强警戒性,直至生长至可参与放归实验。

饲养方式改变后,若随时间增加,2 组幼虎在半散放环境下的警戒距离下降趋势有所减缓、持平甚至趋势上升,说明此种环境的改变对幼虎的警戒性有正面影响,此时应根据放归前虎的警戒性和身体状况选择野化放归的对象;若一定时间后 2 组幼虎的警戒性有明显差异,则应考虑选择警戒性较强的虎作为放归实验对象。

**致谢:**感谢福建梅花山华南虎繁育研究所的林开雄副所长、俞清惠、林传荐、林斯财、张敏等在研究工作中的帮助。

## 参考文献:

- 曹青,胡德夫,陆军,等. 2009. 散养条件下华南虎不同年龄组行为节律的比较[J]. 生态学报, 29(6): 2767-2774.
- 曹青. 2008. 散养华南虎行为学及其潜在栖息地的分析[D]. 北京: 北京林业大学.
- 车烨,李忠秋. 2014. 动物的警戒行为——回顾及展望[J].

四川动物, 33(1): 144-150.

- 陈学涛. 2011. 黄河三角洲国家级自然保护区越冬丹顶鹤警戒行为的观察[J]. 山东林业科技, 41(2): 35-37.
- 傅文源, 罗红星, 黄兆峰, 等. 2001. 华南虎繁殖状况分析与探讨[J]. 闽西职业大学学报, (4): 92-94.
- 傅文源, 张文平, 黄楚光, 等. 2012. 福建梅花山圈养华南虎遗传状况分析[J]. 四川动物, 31(3): 337-341.
- 蒋志刚. 2004. 动物行为原理与物种保护方法[M]. 北京: 科学出版社: 327-339.
- 李春旺, 蒋志刚, 汤宋华. 2006. 散放麋鹿的警戒行为模式、警戒距离及其季节差异[J]. 动物学报, 52(5): 942-947.
- 林开雄. 2009. 华南虎人工育幼研究[J]. 福建畜牧兽医, 31(1): 9-10.
- 丘云兴, 罗明锡, 黄兆峰, 等. 2001. 华南虎原野式环境中的饲养管理与部分行为的观察[J]. 畜牧与兽医, 33(4): 16-17.
- 田鑫鑫, 陈珉, 王会, 等. 2012. 獐的警戒行为模式及逃跑起始距离的适应性变化[J]. 动物学杂志, 47(6): 25-30.
- 张佰莲, 田秀华, 刘群秀, 等. 2009. 崇明东滩自然保护区越冬白头鹤警戒行为的观察[J]. 东北林业大学学报, 37(7): 93-95.
- Beauchamp G. 2001. Should vigilance always decrease with group size? [J]. Behavioral Ecology and Sociobiology, 51(1): 47-52.
- Dill LM, Houtman R. 1989. The influence of distance to refuge on flight initiation distance in the gray squirrel *Sciurus carolinensis* [J]. Canadian Journal of Zoology, 67: 233-235.
- Fernández-Juricic E, Venier MP, Renison D, et al. 2005. Sensitivity of wildlife to spatial patterns of recreationist behavior: a critical assessment of minimum approaching distances and buffer areas for grassland birds [J]. Biological Conservation, 125(2): 225-235.
- Frid A, Dill LM. 2002. Human-caused disturbance stimuli as a form of predation risk [J]. Conservation Ecology, 6(1): 11.
- González LM, Arroyo BE, Margalida A, et al. 2006. Effect of human activities on the behaviour of breeding Spanish imperial eagles (*Aquila adalberti*): management implications for the conservation of a threatened species [J]. Animal Conservation, 9(1): 85-93.
- Li C, Jiang Z, Tang S, et al. 2007. Evidence of effects of human disturbance on alert response in Pere David's deer (*Elaphurus davidianus*) [J]. Zoo Biology, 26(6): 461-470.
- Nyhus P. 2008. *Panthera tigris* ssp. *amoyensis* [DB/OL]. (2008-06-30). The IUCN Red List of Threatened Species

- 2008; e. T15965A5334628.
- Pays O, Jarman PJ, Loisel P, *et al.* 2007a. Coordination, independence or synchronization of individual vigilance in the eastern grey kangaroo? [J]. *Animal Behavior*, 73(4): 595-604.
- Pays O, Renaud PC, Loisel P, *et al.* 2007b. Prey synchronize their vigilant behaviour with other group members [J]. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274: 1287-1291.
- Phillips C, Peck D. 2007. The effects of personality of keepers and tigers (*Panthera tigris tigris*) on their behaviour in an interactive zoo exhibit [J]. *Applied Animal Behaviour Science*, 106(4): 244-258.
- Steidl RJ, Anthony RG. 2000. Experimental effects of human activity on breeding bald eagles [J]. *Ecological Applications*, 10: 258-268.
- Treves A. 2000. Theory and method in studies of vigilance and aggregation [J]. *Animal Behaviour*, 60(6): 711-722.

传播科学信息的媒介 开展学术交流的平台

欢迎订阅 2018 年第 37 卷 **四川动物** 杂志

**四川动物** 杂志系四川省动物学会、成都大熊猫繁育研究基金会、四川省野生动植物保护协会和四川大学联合主办,创刊于 1981 年,系国内外公开发行的动物学学术性刊物,主要报道和交流动物学及其分支学科和野生动物保护方面的基础研究、应用基础研究的成果、理论、经验和动态;普及与提高相结合,基础性与应用性并重。先后为《中文核心期刊要目总览(2004 年版、2008 年版、2011 年版、2014 年版)》核心期刊、中国科技核心期刊(中国科技论文统计源期刊),被中国科学引文数据库、中国学术期刊综合评价数据库、中国生物学文摘数据库、中国生物医学文献数据库、中文科技期刊数据库(维普资讯网)、中国学术期刊(光盘版)、中国期刊网(中国知网)、万方数据系统(中国数字化期刊群)、台湾中文电子期刊思博网及英国 Zoological Record 文摘数据库收录。

● **主要栏目:** 研究报告、基础资料、野生动物保护与自然保护区、教学探索、综述。

● **读者对象:** 广大从事动物学、生物学和野生动物保护方面的科研、教学、管理、医卫等科技工作者,有关院校师生和业余爱好者。

● **双月刊,** 大 16 开, 每期 124 页, 精印彩色封面, 逢单月末出版, 2018 年全年 6 期国内定价 300 元(每期 50 元), 国外为每期 20 美元, 全年 120 美元。

● **订阅办法:** 从邮局汇款至本刊编辑部, 写清订阅人姓名、地址、电话、邮编, 附言订阅数量即可。

电话/微信: 028-85410485 15881112385

电子邮件: scdwzz001@163.com scdwzz@vip.163.com

邮局汇款: 四川省成都市望江路 29 号四川大学生命科学学院内《四川动物》编辑部

邮政编码: 610064

银行汇款: 开户银行: 中国工商银行四川分行营业部东大支行(工行成都东大支行营业室)

户名: 四川省动物学会

帐号: 4402298009000012596