

水貂自咬行为特点及其对管理应激的反应

孙得发^{1a}, 王建华^{1b}, 徐秀容^{1a}, 张志民²

(1 西北农林科技大学 a 动物科技学院, b 动物医学院, 陕西 杨凌 712100; 2 辽宁大连金州珍贵毛皮动物公司, 辽宁 大连 116100)

[摘要] **【目的】**观察水貂自咬行为的特点及发生规律,明确捕捉和转群等管理应激措施对水貂自咬频率和行为呆板症发生率的影响,为水貂自咬症和行为呆板症的发生机制研究提供依据。**【方法】**随机选择当年断奶的自咬症水貂和临床健康水貂各 60 只,每组 3 个重复,每重复 20 只,公母各半,观察水貂自咬行为的特点及发生规律;通过转群以及连续 3 d 的模拟捕捉和注射试验,观察管理应激对自咬症水貂和临床健康水貂自咬频率及行为呆板症发生率的影响。**【结果】**水貂自咬行为呈间歇性发作,发病时间主要集中在夜间和投喂食物前后,每年的 7 月和 9 月是自咬症的高发期,自咬频率在该时段也较高。水貂自咬主要发生在尾部。自咬症水貂和临床健康水貂的行为呆板症发生率分别为 19.44% 和 11.67%,差异极显著($P < 0.01$)。转群及连续 3 d 的捕捉和注射会刺激自咬症水貂,使水貂自咬频率显著升高,但在随后的第 6 天和第 9 天呈线性下降趋势,水貂行为呆板症的发生规律与之类似。**【结论】**水貂自咬行为是一种呈间歇性发作的神经行为疾病,行为呆板症在健康水貂和自咬症水貂群体中都有发生,转群及捕捉、注射等管理应激会刺激水貂自咬行为和行为呆板症的发生。

[关键词] 水貂;自咬症;行为呆板症;自咬频率

[中图分类号] S858.926.9

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2011)04-0035-06

Rules of self-biting behavior and the effect of management stress on self-biting and stereotypical behavior in farmed mink

SUN De-fa^{1a}, WANG Jian-hua^{1b}, XU Xiu-rong^{1a}, ZHANG Zhi-min²

(1 a College of Animal Science, b College of Veterinary Medicine, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 Liaoning Dalian Jinzhou Rare Fur Animal Feeding Company, Dalian, Liaoning 116100, China)

Abstract: **【Objective】** The study observed the characteristics and occurrence of self-biting behavior in mink, and investigated the effect of managing stress on self-biting frequency and stereotypical behavior in mink by catching and moving cage frequently. This research was to provide basic research evidence for self-biting behavior in mink. **【Method】** 60 self-biting minks and 60 clinical healthy minks were chosen from weaned minks in current year, each group 3 repeats and 20 minks (half male and half female), to investigate the self-biting behavior regularity. By moving mink house, catching and injecting within 3 day to research the effect of managing stress on self-biting frequency and stereotypical behavior in minks. **【Result】** Self-biting behavior was intermittent. Self-biting was centered at night and before feeding. July and September was the peak time of self-biting behavior, and self-biting frequency also reached the peak. Both self-biting group and clinical health group had stereotypical behavior. The rate of incidence of stereotypical behavior was 19.44% and 11.67%, respectively ($P < 0.01$). Moving mink house, catching and injecting within 3 day increased the self-biting frequency significantly, but it showed down trend in day 6 and 9. This managing stress also increased stereotypical behavior rate in healthy and self-biting minks. It has the same trend with

* [收稿日期] 2010-12-06

[基金项目] 西北农林科技大学博士启动基金项目(08080261)

[作者简介] 孙得发(1969—),男,甘肃景泰人,讲师,在读博士,主要从事经济动物研究。E-mail: sun_brn@yahoo.com

[通信作者] 徐秀容(1969—),女,湖北英山人,副教授,主要从事经济动物遗传研究。E-mail: xiurong_xu@yahoo.com.cn

self-biting frequency. 【Conclusion】 Self-biting behavior is intermittent occurrence neurologic behavioral disease. Stereotypical behavior happens both in self-biting and healthy minks. Moving house, catching and injecting stimulated the incidence of self-biting and stereotypical behavior.

Key words: mink; self-biting behavior; stereotypical behavior; self-biting frequency

肉食毛皮动物自咬症是一种以间歇性反复自咬后躯为特征的行为疾病,在水貂和北极狐中发病率较高,水貂自咬症的发病率为 5%~20%^[1-2]。自咬症会导致毛皮动物皮张损坏和销售等级下降,给我国的毛皮动物饲养业造成了严重的经济损失。因此,研究水貂自咬行为学规律,对于探讨肉食性毛皮动物自咬症发生机制具有重要意义。

国内目前关于水貂自咬症行为的研究尚较浅显,如有报道将水貂等毛皮动物的自咬症称作咬尾症(Tail-biting behavior, tail chewing behavior)和咬毛症(Fur chewing behavior),但这并不能准确反映自咬症的特征,因为虽然肉食性毛皮动物自咬症绝大多数发生在尾部,但也有发生在后肢和颈部的^[3];咬毛症则是与食毛症相似的概念。也有将自咬症和行为呆板症(Stereotype behavior)混淆在一起的^[4]。但实际上这些行为有明显的区别,行为呆板症是指一些动物的无目的的固定行为模式,在笼养毛皮动物中发生率很高^[2],如笼养貉的摆头行为,这种行为可能维持 1~2 h。行为呆板症没有身体的实质性损伤,而自咬症则有明显损伤自身身体的破坏性行为。本研

究通过模拟捕捉、注射试验和转群试验,观察了自咬症水貂和临床健康水貂的自咬行为,试图揭示水貂自咬症的发病规律,探讨自咬症与行为呆板症的相关性,为肉食性毛皮动物自咬症研究提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验动物分组及管理

试验于 2007-06-12 在辽宁大连金州某大型毛皮动物饲养场进行,随机抽取当年繁殖的有自咬行为 and 临床健康的标准色水貂各 60 只,公母各半,每组 3 个重复,每重复 20 只。试验水貂饲养在同一排养殖笼舍内,每 20 只自咬症水貂笼舍之间放 20 只临床健康水貂;饲养笼舍大小规格均为 90 cm×30 cm×45 cm(长×宽×高),小室 25 cm×32 cm×45 cm,笼舍网眼大小为 2.5 cm×2.5 cm。饲养人员保持不变,饲料与其他水貂相同,饲养方式一致。

1.2 自咬症水貂与临床健康水貂的判定

自咬症水貂为尾部有明显自咬伤口且伤口未愈合的个体(图 1A),临床健康水貂为尾部和后躯部被毛完整、无伤痕的个体(图 1B)。

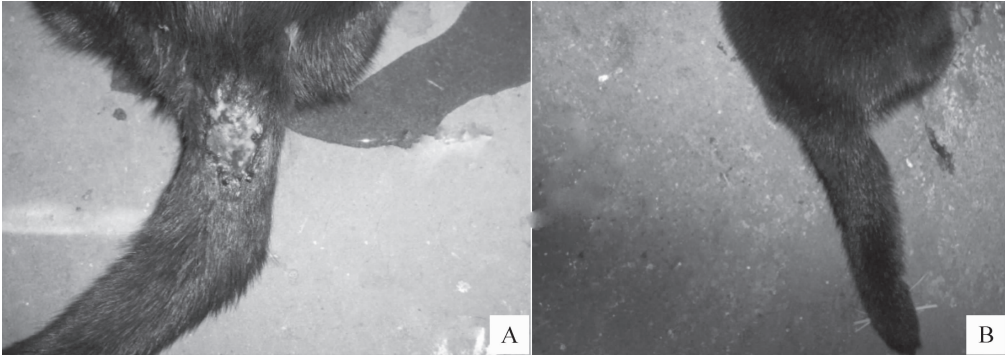


图 1 自咬症水貂与临床健康水貂的判定
A. 自咬症水貂;B. 临床健康水貂

Fig. 1 Difference of self-biting behavior mink and clinical healthy mink
A. Self-biting behavior mink; B. Clinical healthy mink

1.3 水貂行为呆板症的判定

出现 5 min 以上无目的的单一行为,如连续不停地在笼内旋转、摆头、出入窝箱等,即判断该水貂患有行为呆板症。

1.4 研究方法

1.4.1 自咬行为发生的日变化试验 于每天

04:00,08:00,12:00,16:00,20:00 和 24:00,用木棍引诱水貂出窝箱,观察伤口的大小和新旧程度,并拍照记录。若水貂自咬部位的伤口新鲜,没有愈合痕迹,有出血或伤口扩大现象,判定为在该时间段发生了自咬行为;若水貂自咬部位伤口有结痂,则判断该时间段内未发生自咬行为。试验共进行 8 d。

1.4.2 自咬频率和自咬部位随季节的变化 从水貂断奶(6 月末)到打皮期(11 月中旬),观察水貂的自咬行为等变化,比较其与临床健康水貂的行为差异。分别统计自咬症水貂在 7、9、11 月份连续 6 d 自咬行为出现的频率和部位,以明确水貂在不同季节自咬行为的发生频率和部位规律。

1.4.3 模拟捕捉、注射试验 于每天 14:00,将所有供试水貂用专用手套捕捉 1 次,并在后腿肌肉注射生理盐水 1 mL/只,再放回原笼舍,连续 3 d,观测自咬行为和行为呆板症的发生率。

1.4.4 模拟转群试验 将所有供试水貂捕捉出原笼舍,用运输笼从养殖场东边转移到养殖场西边,按照原来顺序放到新笼舍,食盆和饮水器都换用新设备,每天转群 1 次,连续重复 3 次,观测自咬症水貂和临床健康水貂行为呆板症的发生率和自咬频率。

1.5 数据处理

试验数据用 SPSS 分析软件进行独立 t 检验。

2 结果与分析

2.1 水貂自咬行为的行为学观察

2.1.1 日常行为特征 自咬症水貂与临床健康水貂除有自咬伤痕的区别外,在外形方面并无差异,自咬行为发作前没有任何征兆,仍然自由活动,采食和饮水也正常。但是有 30%左右的自咬症水貂在饲养人员站在笼前时在窝箱里不出来,这种现象在健康水貂中只有 10%左右的个体出现。

2.1.2 发病前的行为特征 水貂的自咬行为多数集中在清晨、傍晚和投料期间。发生自咬行为之前表现出兴奋、在笼内来回张望、采食过程中大口吞咽、目光呆滞、尖叫和食欲减退等现象,对外界反应敏感,偶尔追咬尾巴,但并不进行破坏性自咬,也没

有出现持续的自咬行为。

2.1.3 自咬行为特征 水貂在出现发病症状之后的 1~10 min 会发生自咬行为。自咬症水貂的自咬行为呈间歇性发作,发病时,水貂会忽然回头追咬自己的尾巴或者后躯,并发出尖叫声,在自咬时身体几乎成为一个圆圈,不停地旋转;而且这种行为非常固定,在供试的 60 只自咬症水貂中,自咬位置一旦确定一般不再改变,每次自咬都会是同一个方向和同一个位置。每次自咬行为的持续时间为 5~30 min,在此期间自咬症水貂对饲养员的出现没有任何反应,有时水貂已经表现出力竭,但是仍然尖叫和自咬。

2.1.4 发病后的行为特征 在持续的自咬行为后,水貂逐渐表现平静,但有个别水貂仍然会偶尔追咬后躯,这个过程一般持续 10 s 左右。自咬行为结束后,水貂表现疲惫,呼吸频率较快,蜷缩成团。10~20 min 后,自咬水貂行为恢复正常。

2.2 水貂自咬症发生的季节性和日变化规律

2.2.1 季节性规律 图 2 为某大型毛皮动物饲养场中水貂养殖场的某一个场区发病水貂数随季节更替的变化情况。由图 2 可以看出,从断奶开始,水貂自咬症发生具有一定的季节性,在断奶后的 7 月份达到最高,8 月份有所回落,但到 9 月份(换毛期)又有所上升,至冬毛成熟期逐渐下降。

水貂自咬行为的发生频率反映了自咬症的严重程度。由图 3 可以看出,水貂自咬行为的发生频率存在明显的季节差异,11 月份自咬行为每天只有 0.36 次,但是在 7 月和 9 月自咬症发病高峰期,每天的自咬频率分别为 0.58 和 0.54 次,极显著高于 11 月份($P<0.01$)。该结果表明,在水貂断奶后(7 月份)和换毛期(9 月份),自咬症的发生频率较高。

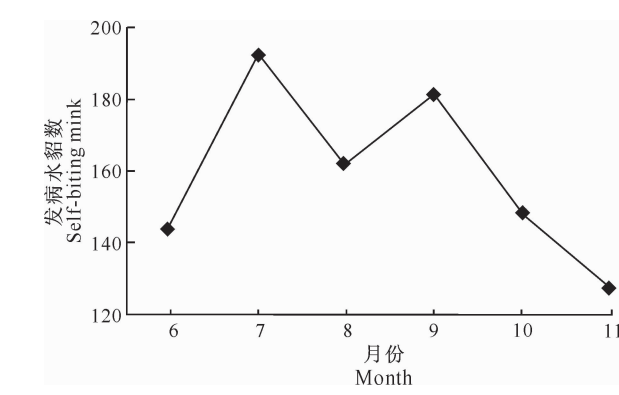


图 2 水貂自咬症发生的季节性规律

Fig. 2 Self-biting behavior incidence rate in different seasons

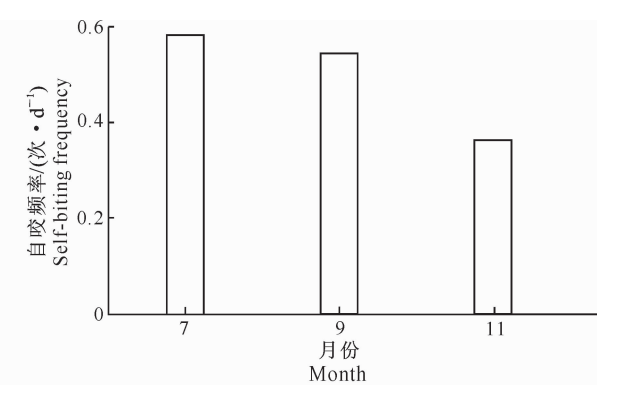


图 3 水貂自咬行为发生频率的季节性规律

Fig. 3 Self-biting time frequency in different seasons

2.2.2 日变化规律 图 4 描述了水貂自咬症发生

的日变化规律,反映了水貂自咬行为在一天中发生

的时间分布。由图 4 可见,自咬症水貂在每个时间段都有自咬行为发生,只是发生次数不同,具体变化趋势见图 5。由图 4 和图 5 可以看出,水貂自咬主要发生在夜间,白天也有发生,但是每天的发生情况存在一定差异。夜间 20:00 至翌日 04:00,是自咬行为的高发期;04:00—08:00 与 16:00—20:00,水

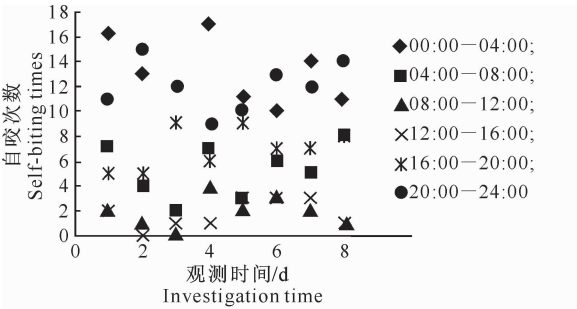


图 4 水貂自咬行为发生的时间分布

Fig. 4 Daily regularity of self-biting behavior variations

2.2.3 不同季节自咬行为发生的部位规律 由表 1 可以看出,水貂自咬部位有明显的规律,41.53% 的自咬伤痕出现在尾根部;尾中部和尾尖发生的几率也较高,分别达到 26.84%和 20.62%;而后躯部

貂的自咬行为主要出现在 08:00 和 16:00 左右投喂饲料前,但该时间段自咬行为的发生总数不高,其他时间水貂多在休息,因此水貂自咬行为的发生次数明显减少,说明自咬行为主要出现在水貂活动的活跃期。

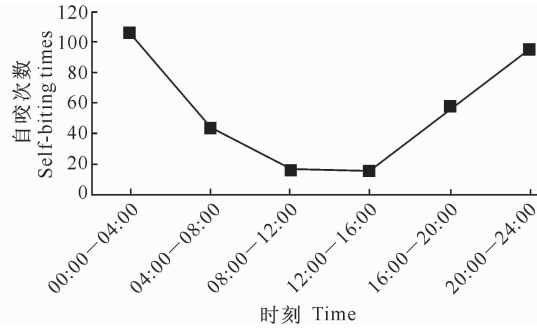


图 5 水貂自咬行为发生的日变化趋势

Fig. 5 Daily trend of self-biting behavior

和颈部发生自咬的几率较低。由此可以判定,水貂自咬症主要发生在尾部。在 7,9 和 11 月份,水貂各个部位的自咬发生率差别不大,说明自咬发生部位及比例与季节没有直接的关系。

表 1 不同季节水貂自咬部位的变化规律

Table 1 Rule of self-biting position of mink in different seasons %

调查月份 Month of investigation	尾尖 Tip of tail	尾中部 Middle of tail	尾根部 Root of tail	后躯部 Hindquarter	颈部 Neck
7	23.24	25.35	41.56	7.75	2.11
9	19.08	28.24	40.46	9.16	3.05
11	18.52	27.16	43.21	9.88	1.23
平均 Mean	20.62	26.84	41.53	8.76	2.26

2.3 水貂自咬症与行为呆板症的关系

行为呆板症在笼养的毛皮动物中经常发生,本研究发现,无论是自咬症水貂还是临床健康水貂,都有行为呆板症的发生,自咬症水貂行为呆板症的发生率非常高,达 19.44%,极显著高于健康水貂(11.67%)。说明行为呆板症在笼养水貂中的发生

是比较普遍的。

2.4 捕捉、注射及转群对水貂自咬频率及行为呆板症发生率的影响

2.4.1 自咬频率 捕捉、注射和转群是水貂养殖管理中经常遇到的问题,这些管理措施都会增加水貂的应激。

表 2 捕捉、注射及转群对自咬症水貂自咬频率的影响

Table 2 Effect of catching,injecting and moving house on the self-biting frequency in self-biting mink 次/d

处 理 Treatment	处理前 Before treatment	处理后 3 d 3 d after treatment	处理后 6 d 6 d after treatment	处理后 9 d 9 d after treatment
捕捉和注射 Catching and injecting	0.54±0.03	0.78±0.06 *	0.60±0.06	0.36±0.04 * *
转群 Moving house	0.57±0.09	0.76±0.04 *	0.64±0.07	0.47±0.08

注:与处理前相比,*表示差异显著,**表示差异极显著。下表同。
Note:Compared with before treatment,* means $P<0.05$,** means $P<0.01$. The same bellow.

由表 2 可以看出,捕捉、注射刺激后 3 d,自咬症的发生频率显著升高($P<0.05$),从原来的 0.54 次/d 升高到 0.78 次/d,之后逐渐下降,到第 9 天,自咬频率极显著低于处理前水平($P<0.01$)。转群

应激对自咬症水貂自咬频率的影响与捕捉、注射相似,在转群后的第 3 天显著上升($P<0.05$),之后下降,但与转群前差异不显著。

2.4.2 行为呆板症发生率 由表 3 可以看出,与自

咬频率的变化规律相似,经过模拟捕捉、注射和转群的水貂,无论是自咬症个体还是健康个体,在捕捉后第 3 天,行为呆板症的发生率均显著升高,之后逐渐

下降;其中自咬症组水貂转群后 9 d 的行为呆板症发生率显著低于转群前($P<0.05$)。

表 3 捕捉、注射及转群对水貂行为呆板症发生率的影响

Table 3 Effect of catching,injecting and moving house on stereotypical behavior incidence in mink %

处理 Treatment	组别 Group	处理前 Before treatment	处理后 3 d 3 d after treatment	处理后 6 d 6 d after treatment	处理后 9 d 9 d after treatment
捕捉和注射 Catching and injecting	自咬症水貂 Self-biting group	19.44±5.36	33.33±5.00*	24.44±3.47	21.11±2.55
	健康水貂 Health group	11.67±4.41	24.44±5.36*	19.44±6.74	10.00±3.33
转群 Moving house	自咬症水貂 Self-biting group	24.44±3.47	42.78±5.85*	30.56±1.92	18.89±2.55*
	健康水貂 Health group	14.44±3.47	29.44±3.47*	21.11±5.09	12.78±3.47

3 讨 论

3.1 水貂自咬症发生的行为及部位特点

行为学观察发现,水貂发生自咬行为是无意识的,且有规律性,表现为僵直呆板,呈间歇性发作,发作前后无特殊的行为表现,这与人类的癫痫发病规律具有相似性,但与动物出现皮肤寄生虫及水貂臭腺堵塞没有关系,因为皮肤寄生虫和臭腺堵塞都不会出现这种有规律但无意识的行为^[5]。自咬症水貂的神经系统病理研究表明,自咬症水貂大脑和小脑神经细胞存在广泛的膨胀变形和神经髓鞘消溶现象^[6]。从行为学及病理组织学角度判断,水貂自咬症可能与大脑神经系统的病变有关。有研究指出,动物的自咬行为与大脑神经细胞钙离子异常内流有关^[7];Kasim 等^[8]研究发现,用 L 型钙离子通道激活剂诱导的小鼠自咬症模型出现了固定部位的自咬,这种行为与钙离子通道激活剂导致的神经细胞多巴胺释放有关,但未见水貂和北极狐自咬症的相关研究。

本试验结果表明,自咬症水貂的自咬部位大多发生在后躯体和尾部,在脖颈部也有发生,且自咬的位置相对固定,说明水貂的自咬症与臭腺堵塞没有关系,因为水貂的自咬部位都在尾巴外侧,与位于尾部的臭腺还有一定距离。由此判断,水貂的自咬行为是一种神经兴奋的固定行为,且具有破坏性。

3.2 水貂自咬行为发生的季节性规律

Malmkvist 等^[3]研究表明,水貂自咬症发病率在断奶后(7 月份)和换毛季节(9 月份)出现 2 个高峰,之后有所回落,在冬季又开始上升,这与本研究水貂在冬季自咬症发生率下降的结果有所不同,可能与不同养殖场的饲养管理水平不同有关。有研究表明,水貂断奶时间的早晚会影响自咬症与行为呆板症的发生率^[9-10];2 只同窝的断奶水貂饲养在同一笼内,自咬症的发病率明显降低,因此认为,7 月份自咬症发病率的升高与断奶导致的应激有

关^[9,11],但是该观点很难解释换毛期(9 月份)水貂自咬症发病率升高的现象。有研究认为,自咬症与神经系统的脂质过氧化有关^[5],7 月份气温较高,水貂采食的动物性饲料容易氧化,进而导致水貂机体氧化平衡被破坏,最终使机体脂质过氧化,由于大脑等神经组织脂肪含量很高,容易受到自由基的攻击,因此脂质过氧化会造成神经细胞膜的变性和功能障碍。体内脂质过氧化会导致神经细胞膜结构的破坏,使神经传导受到影响,但现在尚无直接证据证明。胱氨酸和蛋氨酸都是合成谷胱甘肽(GSH)的前体物质。水貂缺乏含硫氨基酸时,体内抗氧化物质谷胱甘肽的合成量下降,可能会使机体抗氧化能力下降^[5]。9 月份正值水貂的换毛季节,水貂体内氮代谢的 60%左右沉积在被毛中,这个时期对含硫氨基酸的需求量很大^[12]。实际生产中,在毛皮动物换毛期,可以在日粮中添加羽毛粉和维生素 E 来预防换毛期水貂自咬症的发生^[13]。

3.3 水貂自咬行为发生的时间规律

本研究发现,水貂自咬具有明显的昼夜规律性,夜间是发生自咬行为的高峰期;在白天 08:00 和 16:00 左右的饲喂时间,水貂表现得比较兴奋,自咬行为的发生率相对较高,而在白天其他时段水貂多在休息,自咬行为明显减少。由此可以看出,水貂的自咬行为主要出现在每天的活动活跃期。动物的自咬行为属于异常兴奋性行为,该行为与兴奋型神经递质的分泌及 Ca^{2+} 通道的激活和功能障碍有关^[8]。前期研究发现,自咬症水貂的神经系统出现了广泛的神经细胞膜和髓鞘的损伤^[6],这种损伤有可能导致细胞膜功能的障碍。当水貂出现正常的兴奋性行为时,细胞外的钙离子大量内流,但由于细胞膜功能的障碍而不能被快速泵出胞外,致使细胞内钙滞留,产生异常行为^[8]。

3.4 水貂自咬症与行为呆板症的关系

行为呆板症有 3 个特点:行为相同、有规律的重

复、行为没有明显的目的性^[14]。动物行为呆板症常见于笼养和圈养中定期饲喂和限饲的动物以及分群后的群居动物^[15-17],各种能够导致动物惊吓和应激的外界因素均可能造成行为呆板症^[18]。由于行为呆板症在自然界中很少发生,因此人们认为,其是由环境过于单一和应激造成的^[14]。人工饲养的水貂行为呆板症的发生率较高,但在不同饲养场的发生率差别较大。Jeppesen 等^[10]认为,晚于 6 周断奶、断奶后生长期水貂成对饲养及增大饲养笼等措施^[19-20],均能有效减少水貂行为呆板症的发生。本研究发现,自咬症水貂个体的行为呆板症发生率极显著高于健康水貂,说明自咬症水貂对饲养环境更为敏感,但不能由此判断自咬症与行为呆板症存在相关性。从行为特征来看,自咬行为也是一种固定行为模式,只是这种行为能够导致动物的自身损伤;而行为呆板症是反映动物福利的一个重要指标,在养殖环境不良、单一无趣、外界干扰等条件下,水貂容易发生行为呆板症。本研究供试水貂发生行为呆板症的比例较高,可能与试验分组及经常观察等干扰行为有关。

3.5 模拟捕捉、注射和转群对水貂自咬行为和行为呆板症发生率的影响

捕捉、注射和转群是水貂日常管理过程中经常要做的工作,但这些措施均会导致水貂产生应激。本研究发现,模拟捕捉、注射和转群后,自咬症水貂的自咬频率显著上升,但在 3 d 后逐渐下降,说明这些操作过程对水貂产生了较大的应激,致使水貂的异常兴奋行为加重;无论是自咬症水貂还是健康水貂,捕捉和转群刺激都会导致其行为呆板症发生率极显著升高,且呈现出与自咬频率相似的变化规律。研究证明,水貂的行为呆板症与饲养环境的单一及过早断奶有关^[10,20],但并未见转群和捕捉刺激对水貂行为呆板症发生率影响的报道。本研究结果表明,饲养管理过程中的应激会导致水貂自咬行为的加重和行为呆板症发生率的升高。水貂的驯化程度不高时,其对外界应激的反应会较强烈,因此在水貂的饲养管理过程中,应尽量减少应激。

[参考文献]

[1] 李玉梅,白秀娟. 水貂自咬症的研究进展 [J]. 经济动物学报, 2007,11(3):165-167.
Li Y M, Bai X J. Advances on mink self-biting disease [J]. Journal of Economic Animal, 2007, 11(3): 165-167. (in Chinese)
[2] Bildsoe M, Heller K E, Jeppesen L L. Stereotypies in adult ranch

mink [J]. Scientifur, 1990(14): 169-177.
[3] Malmkvist J, Hansen S W. The welfare of farmed mink (*Mustela vison*) in relation to behavioural selection: A review [J]. Animal Welfare, 2001, 10(1): 41-52.
[4] Vinke C M, Eenkhoorn N C, Netto W J, et al. Stereotypic behaviour and tail biting in farmed mink (*Mustela vison*) in a new housing system [J]. Animal Welfare, 2002, 11(2): 231-245.
[5] 孙得发,贾康胜,王建华,等. 毛皮动物自咬症与大脑神经细胞脂质过氧化关系初步分析 [J]. 经济动物学报, 2006(4): 242-247.
Sun D F, Jia K S, Wang J H, et al. The first discussion on the relationship of self-biting behavior with lipid peroxidation of nerve cell in brain in fur carnivore [J]. Journal of Economic Animal, 2006(4): 242-247. (in Chinese)
[6] 孙得发,王建华,徐秀容,等. 自咬症水貂神经系统病理组织学研究 [J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2010, 38(9): 25-31.
Sun D F, Wang J H, Xu X R, et al. Histopathological study on nervous system in self-injurious mink [J]. Journal of Northwest A&F University: Nat Sci Ed, 2010, 38(9): 25-31. (in Chinese)
[7] Jinnah H A, Yitta S, Drew T, et al. Calcium channel activation and self-biting in mice [J]. Proc Natl Acad Sci, 1999 (96): 15228-15232.
[8] Kasim S, Jinnah H A. Self-biting induced by activation of L-type calcium channels in mice: Dopaminergic influences [J]. Developmental Neuroscience, 2003(25): 20-25.
[9] Mason G J. Tail-biting in mink (*Mustela vison*) is influenced by age at removal from the mother [J]. Animal Welfare, 1995, 3(4): 305-311.
[10] Jeppesen L L, Heller K E, Dalsgaard T. Effects of early weaning and housing conditions on the development of stereotypies in farmed mink [J]. Appl Anim Behav Sci, 2000(68): 85-92.
[11] Mason G J, Cooper C, Clarebrough C. The welfare of fur-farmed mink [J]. Nature, 2001(410): 35-36.
[12] Glem-Hansen N. The requirements for sulphur containing amino acids of mink during the growth period [J]. Acta Agricultura Scandinavica: Section A, Animal Science, 1980(30): 349-356.
[13] 狄树波,殷丽华,胡彦辉. 毛皮动物自咬症的治疗 [J]. 特种动物, 2005(6): 42.
Di S B, Yin L H, Hu Y H. Treatment of self-biting syndrome in fur animal [J]. Special Animal, 2005(6): 42. (in Chinese)
[14] Mason G J. Stereotypy: A critical review [J]. Animal Behavior, 1991(41): 1015-1038.
[15] Falk J L. The nature and determinants of adjunctive behavior [J]. Physiol Behav, 1971(6): 577-588.
[16] Lawrence A B, Terlow E M C. A review of behavioral factors involved in the development and continued performance of stereotypic behaviors in pigs [J]. Journal of Animal Science, 1993(71): 2815-2825.