

拉布拉多犬的母性行为水平对幼犬胆量的影响

白静 赵雪榕 宋梦煜 郭怡君 周子娟 王靖宇*

大连医科大学实验动物中心 大连 116044

摘要: 母性行为是动物以维持幼崽的生存及生理健康为主要目的的一种基本行为, 母性行为作为重要的早期经历对动物的个体发展有深远影响。动物的行为在时间和环境中具有一致性, 多个行为特征的一致性加权被称为气质特征, 气质特征的差异是犬 (*Canis lupus familiaris*) 能否顺利通过培训成为导盲犬的决定性因素。其中, 胆量是决定导盲犬培训成功与否的重要气质特征。本研究以中国导盲犬大连培训基地的拉布拉多种犬及幼犬为研究对象, 探究母性行为水平对幼犬胆量的影响。本研究通过视频观察记录拉布拉多犬哺乳期前 21 d 的母性行为变量时长, 对在哺乳区内、身体接触、哺乳和舔舐幼犬 4 项变量进行主成分分析后将 7 只实验犬分为母性行为高水平与低水平两组。对两组犬生产的共 54 只幼犬于 6~8 周龄时进行幼犬胆量行为测试, 根据胆量行为测试的评分标准对幼犬的行为表现进行评分, 统计分析母性行为高水平组与低水平组其幼犬的胆量是否存在差异。本研究结果表明, 母性行为低水平组的幼犬在胆量测试中面对陌生环境、突然出现的响声刺激、突然打开的雨伞刺激以及陌生人的游戏邀请时均表现出更大的胆量。在被动测试中, 母性行为低水平组幼犬的探索潜伏时长显著短于母性行为高水平组幼犬 ($P < 0.05$), 探索范围显著大于母性行为高水平组幼犬 ($P < 0.05$), 紧张程度极显著低于母性行为高水平组幼犬 ($P < 0.01$); 在金属响声测试中, 母性行为低水平组幼犬的惊吓反应 ($P < 0.01$) 和紧张程度 ($P < 0.01$) 均极显著低于母性行为高水平组幼犬; 在雨伞测试中, 母性行为低水平组幼犬的紧张程度显著低于母性行为高水平组幼犬 ($P < 0.05$); 在玩具测试中, 母性行为低水平组幼犬的玩耍兴趣显著高于母性行为高水平组幼犬 ($P < 0.05$), 紧张程度显著低于母性行为高水平组幼犬 ($P < 0.05$); 在斜坡隧道测试中, 母性行为低水平组幼犬的紧张程度显著低于母性行为高水平组幼犬 ($P < 0.05$), 通过斜坡的用时短于母性行为高水平组幼犬, 但经统计检验无显著差异 ($P > 0.05$)。本研究的结论为低母性行为水平带给幼犬强度适当的早期生活压力, 使幼犬面对新环境刺激时表现出更好的适应能力和较大的胆量。本研究为工作犬种犬的筛选提出新的建议: 母性行为水平低的种犬对幼犬胆量的发展有更好的影响。

关键词: 拉布拉多犬; 母性行为; 胆量

中图分类号: Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2024) 02-199-11

基金项目 国家重点研发计划项目 (No. 2019YFF0303305);

* 通讯作者, E-mail: wangjingyus@163.com;

第一作者介绍 白静, 女, 博士研究生; 研究方向: 动物行为学; E-mail: baijing0526@aliyun.com。

收稿日期: 2022-12-08, 修回日期: 2023-10-02 DOI: 10.13859/j.cjz.202422311

Effect of Maternal Care Level on Offspring Boldness of Labrador Retrievers

BAI Jing ZHAO Xue-Rong SONG Meng-Yu GUO Yi-Jun
ZHOU Zi-Juan WANG Jing-Yu*

Laboratory Animal Center, Dalian Medical University, Dalian 116044, China

Abstract: **[Objectives]** The present study aims to test the effect of maternal care level on offspring boldness of Labrador Retrievers. **[Methods]** Behaviors of seven litters of Labrador Retrievers (total of 54 puppies) and their mothers living in standardized rearing conditions in China Guide Dog Training Centre (Dalian) were studied. Maternal care behavior of seven female dogs was recorded continuously from day 1 to 21 after birth with a surveillance camera, and video files were stored for later scoring and analysis. 90 min (comprised of 6 different periods of 15 min, selected from 7:00 - 8:00, 9:00 - 10:00, 12:00 - 13:00, 15:00 - 16:00, 18:00 - 19:00, and 20:00 - 21:00) video of each day was scoring for maternal behavior variables. The variables recorded were: contact with the puppy, stay in the nursing box, nursing the puppy, and licking the puppy. A principal component analysis (PCA) was performed on the four variables and PC-scores were assigned to each mother. To assess the boldness of puppies, each puppy was subjected puppy tests consisting of passive test, metallic sound test, umbrella test, toy test, ramp and tunnel test at 6 - 8 weeks of age (Fig. 1). The Mann-Whitney *U* test was conducted to contrast the boldness scores of puppies between high PC-scores group and low PC-scores group, and between genders. **[Results]** The principal component analysis of the maternal care data revealed that just one factor with eigenvalues greater than one (Table 2). The puppies were divided into two groups based on PC-scores of female dogs: high level of maternal care ($n = 24$) and low level of maternal care ($n = 30$) (Table 3). Pearson correlation analysis was used to analyze the scores of 13 behavioral variables in the puppy test by two raters, and the inter-rater reliability was higher than 0.8 (Table 4). Mann-Whitney *U* test results showed that there was no significant difference ($P > 0.05$) in scores of other behavioral variables between male and female puppies except for the startle of metallic sound test and tension of metallic sound test. 4 (Table 5), and different maternal levels had significant impacts on 9 behavioral variable scores out of 13 ($P < 0.05$) (Fig. 2). Among them, the puppies with low level of maternal care had lower tension scores in all the puppy sub-tests than those with high level of maternal care. **[Conclusion]** In conclusion, low maternal care brings intermittent and appropriate intensity of early life stress to puppies, which makes them show better adaptability and greater boldness when facing new environmental stimulation. There is a new suggestion that breeding dogs with low levels of maternal care have a better influence on the boldness development of offspring. However, how to define the level of maternal care to ensure the physically healthy development of puppies while providing moderate early stress to promote the development of puppies' boldness still needs more research.

Key words: Labrador Retriever; Maternal care; Boldness

动物的早期环境经历对其行为发展有着深刻且持久的影响，哺乳期是重要的早期环境经历。哺乳动物中幼崽在哺乳期获得的亲代抚育（parental care）多数由雌性完成，称为母性行为（maternal care）。母性行为是动物的基本行为之一，是一种以维持幼崽的生存及生理健康为主要目的的利他行为，包括为幼崽提供保护、维持体温及哺乳喂食等。母性行为对后代的个体发展有深远影响，在灵长类动物中母性行为的缺失与后代的压力反应及认知能力损伤相关（Pryce et al. 2005, Parker et al. 2011），啮齿类动物中母性行为的缺失对后代成年后的情绪发展以及下丘脑-垂体-肾上腺轴（hypothalamic-pituitary-adrenal axis, HPA）的功能水平变化和恐惧刺激的反射行为有负面影响（Parker et al. 2004, Wearer et al. 2004, Kosten et al. 2006, Aisa et al. 2008）。然而，大部分的研究集中在母性缺失的动物模型上，对动物自然的母性行为水平的相关研究较少。与啮齿动物相比，同人类情感更相通的犬（*Canis lupus familiaris*）在母性行为对后代的性格影响上能够提供更具参考性的结果，而对犬的母性行为研究目前并不深入（Czerwinski et al. 2016, Bray et al. 2017a, b）。

导盲犬是引领视障人士安全出行的工作犬（郑雪莹等 2018），是无障碍环境建设的重要组成部分之一。由于对犬身体健康及气质特征（包括攻击性、胆量、工作意愿性和集中注意力能力等）的高要求，导盲犬的培训成功率低。培训成功率低和培训成本高一直是导盲犬在我国普及较慢的主要原因（王靖宇 2011），因此导盲犬的早期筛选工作十分重要。动物的行为在时间和环境中具有一致性，多个行为特征的一致性加权被称为气质特征，由于现代社会中犬的高度社会化，在宠物犬或工作犬中均能观察到犬丰富的情绪变化及鲜明的气质特征，且存在明显的个体差异，这种差异是犬能否顺利通过培训成为导盲犬的决定性因素。其中，胆量是决定导盲犬培训成功与否的重要气质特

征。根据对中国导盲犬大连培训基地的导盲犬培训记录信息统计，因胆量小而淘汰的犬占比 67%。胆量的形成受到遗传因素和环境因素的共同影响，导盲犬种犬的筛选具有系统流程，无攻击性和胆量大等气质特征是其筛选的重要指标。因此，本研究以导盲犬种犬及其幼犬为研究对象，希望以此来减弱遗传因素可能对研究结果造成的影响，探究母性行为水平作为犬的早期环境经历对幼犬胆量的形成是否产生影响。

幼犬测试（puppy test）通过特定环境刺激突显幼犬在不同情景下的应激反应，对幼犬行为分析的结果可以评估其气质特征。幼犬测试的测试可重复性、评分一致性高且应用广泛（Harvey et al. 2016, Alberghina et al. 2020），测试方法根据研究目的的不同在各研究中也并不尽相同。本研究中的测试引自幼犬评估测试（puppy profiling assessment, PPA）（Asher et al. 2013），该测试源自幼犬测试（puppy aptitude test, PAT）（Campbell 1972, Volhard et al. 2007），已被证明对幼犬成年后的行为表现有一定的预测性。以幼犬胆量的评估为主要目的，我们选用并改良了以下测试：被动测试用于观察幼犬对陌生环境的探索欲及紧张程度，金属响声测试用于观察幼犬对突然出现的巨大声响的惊吓反应及对声源的紧张程度，雨伞测试用于观察幼犬对突然出现的巨大物体的惊吓反应及对物体的紧张程度，玩具测试用于观察幼犬在连续刺激后是否愿意进行游戏互动并从动物福利的角度对幼犬进行情绪安抚，斜坡隧道测试用于观察幼犬能否勇敢地通过特殊路径。

本研究对拉布拉多犬的母性行为水平进行分析，对其生产的幼犬的胆量进行评估，旨在探究母性行为水平对后代胆量的形成是否产生影响，为哺乳动物母性行为的相关研究提供参考，为工作犬种犬的筛选提供科学建议。

1 材料与方法

1.1 实验动物

实验动物为中国导盲犬大连培训基地的 7

只拉布拉多种犬及 57 只幼犬。7 只种犬生产时的平均月龄为 37.1 ± 23.1 ，其中 3 只为经产，4 只为初产。其生产的 7 窝幼犬共 57 只，其中 54 只幼犬参加了幼犬测试，25 只为雄性，29 只为雌性，测试时幼犬的平均周龄为 7.2 ± 0.8 。种犬于预产期前两周直至哺乳期结束均饲养于专用繁育室，每日 8:00 时和 16:00 时定量喂食，按照哺乳期营养需求添加营养品，全天供应饮用水，繁育室长期保持室温 25 °C，每日早上、中午、傍晚和夜间 4 次由工作人员带犬外出散步，每次 15 min 左右。

实验期间的专用繁育室，用围栏在室内间隔出尺寸为 2 m × 1.5 m 的独立区域，其中哺乳区 1 m × 1.5 m，非哺乳区 1 m × 1.5 m，母犬可在两个区域间自由活动，但幼犬只能在哺乳区活动。TP-LINK 数字监控摄像头（普联 TL-IPC534EP）固定于围栏上方。行为学实验室包括指挥室、等待室和测试室，所有房间均

设置摄像头。

1.2 实验方法

1.2.1 种犬母性行为观察记录 通过监控摄像头全天记录犬生产后第 1~21 天的行为表现。采用所有事件取样法 (all occurrence sampling) 汇总犬的母性行为谱，于每日 7:00~8:00 时、9:00~10:00 时、12:00~13:00 时、15:00~16:00 时、18:00~19:00 时及 20:00~21:00 时 6 个时间段分别选取连续的 15 min，一般为该时间段的前 15 min，遇到有人干扰或犬进食、进水等特殊情况，则向后顺延 5 min，记录犬的母性行为变量时长，提取对母性水平有代表性的 4 个变量，即在哺乳区内、身体接触、哺乳幼犬和舔舐幼犬，用于主成分分析。

1.2.2 幼犬胆量测试 幼犬胆量测试包括被动测试、金属响声测试、雨伞测试、玩具测试和斜坡隧道测试共 5 项子测试 13 个行为变量 (图 1)，测试全程约 10 min，由 3 名固定实验

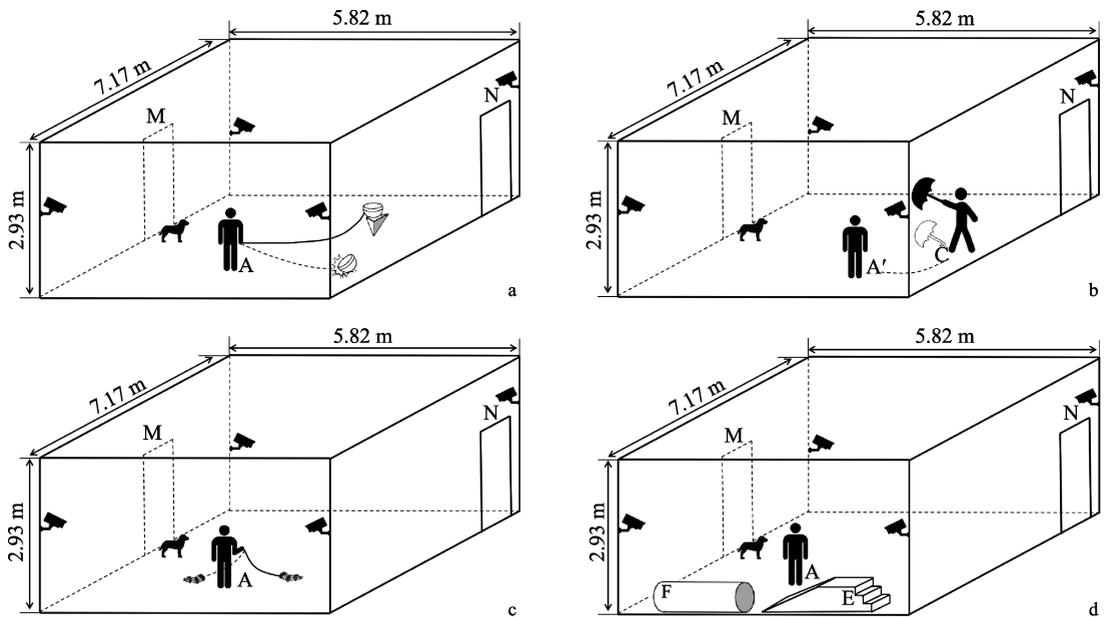


图 1 幼犬测试示意图

Fig. 1 Puppy test diagram

a. 金属响声测试; b. 雨伞测试; c. 玩具测试; d. 斜坡隧道测试。A、A'。实验人员站立点; C. 雨伞放置点; E. 台阶斜坡; F. 隧道; M. 幼犬出入口; N. 实验人员出入口

a. Metallic sound test; b. Umbrella test; c. Toy test; d. Ramp and tunnel test. A, A'. The standing spot for the tester; C. The landing spot for the umbrella; E. The ramp and stairs; F. The tunnel; M. The access door for the puppy; N. The access door for the tester

人员（均为女性）在幼犬 6 ~ 8 周龄时对其进行测试，视频记录。之后根据幼犬测试评分标准进行行为变量评分。随机提取 20% 视频数据由两位评分者进行评分，并使用 Pearson 相关性分析计算评分者间信度。子测试的测试方法及行为变量的评分标准如下。

1.2.2.1 被动测试 实验人员 1 于测试室 A 点站立，全程保持被动状态不与犬互动，实验人员 2 将犬放入测试室，让犬自由活动 2 min。

探索潜伏时长（s）：犬完全进入房间起至其开始探索（走动、嗅闻等）的用时。

探索环境时长（s）：犬在房间内进行探索（走动、嗅闻）的时长。

探索范围（1 ~ 5 分）：1 分为犬只在房间入口探索，5 分为犬在整个房间内探索。

紧张程度（1 ~ 5 分）：1 分为犬在房间内行动自如（尾巴上扬、身体放松等），5 分为犬在房间内感到焦虑（尾巴内夹、身体下压等），坐在门口不动，扒门想离开房间。

1.2.2.2 金属响声测试 实验人员 1 将金属装置，即密封的金属碗内含金属链条，置于高于地面 1.5 m 的固定点上，手持金属碗的连接线，双手背后站立于实验室 A 点，并全程保持被动状态，实验人员 2 将犬放入测试室，在犬向实验人员 1 的方向靠近时实验人员 1 拉动连接线使金属碗落地发出响声，金属碗落地后 45 s 实验结束，犬全程可以自由活动。

惊吓反应（1 ~ 5 分）：1 分为犬未出现明显的应激反应，行动自如，5 分为犬出现强烈的应激反应，身体下压，立刻后退，想离开房间。

紧张程度（1 ~ 5 分）：1 分为犬在房间内行动自如（尾巴上扬、身体放松等）并主动靠近金属碗进行探索，5 分为犬几乎无法行动，不能向金属碗方向靠近。

1.2.2.3 雨伞测试 实验人员 1 手持黑色一键打开式雨伞站立于测试室 C 点，实验人员 2 将犬放入测试室，在犬向实验人员 1 的方向靠近时实验人员 1 打开雨伞将伞放置于地面，实验

人员 1 退至 A' 点保持被动状态，雨伞落地后 45 s 实验结束，犬全程可以自由活动。

惊吓反应（1 ~ 5 分）：1 分为犬未出现明显的应激反应，行动自如，5 分为犬出现强烈的应激反应，身体下压，立刻后退，想离开房间。

紧张程度（1 ~ 5 分）：1 分为犬在房间内行动自如（尾巴上扬、身体放松等）并主动靠近雨伞进行探索，5 分为犬几乎无法行动，不能向雨伞方向靠近。

1.2.2.4 玩具测试 实验人员 1 手持狐狸尾巴玩具的连接线站立于测试室 A 点，实验人员 2 将犬放入测试室，实验人员 1 拉动玩具在地面上以半圆的弧线移动吸引犬的注意，犬靠近则与其拔河玩耍，犬靠近玩具后 45 s 实验结束，若犬不靠近玩具则持续吸引犬 1 min 后实验结束。

玩耍兴趣（1 ~ 5 分）：1 分为犬对玩具不感兴趣、不接触，5 分为犬玩耍兴趣强烈，用力追、扑、咬玩具并甩头。

紧张程度（1 ~ 5 分）：1 分为犬在房间内行动自如（尾巴上扬、身体放松等）并主动靠近玩具进行玩耍，5 分为犬几乎无法行动，不能向玩具方向靠近。

1.2.2.5 斜坡隧道测试 第一阶段，实验人员 2 将犬放入测试室，实验人员 1 于 A 点蹲下拍手呼唤犬过来，持续多次更换呼唤位置引导犬靠近人的掌声，此过程不超过 30 s。实验人员 1 将犬抱至测试室中的斜坡平台上，使犬面向斜坡方向，实验人员 1 于斜坡底部拍手呼唤犬下来，持续呼唤 60 s，60 s 犬仍不敢走下斜坡则用发声玩具吸引犬，继续呼唤 30 s，犬走下斜坡或持续 90 s 仍不能下坡则第一阶段实验结束。第二阶段，实验人员 2 将犬放于隧道入口，于隧道出口拍手呼唤犬，与第一阶段相同，犬走出隧道或持续 90 s 仍不能通过隧道则第二阶段实验结束。

紧张程度（1 ~ 5 分）：1 分为犬在房间内行动自如（尾巴上扬、身体放松等）并主动靠

近玩具进行玩耍，5 分为犬几乎无法行动，不能向实验人员 1 拍手呼唤的方向靠近。

斜坡用时 (s)：犬站在平台起至走到斜坡底下的用时。

隧道用时 (s)：犬站在隧道入口起至通过隧道的用时。

1.3 数据分析

对犬的母性行为变量数据使用主成分分析 (principal component analysis, PCA)，采用 Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) 抽样适合性检验和 Bartlett 球形度检验进行数据适合度分析，其中，KMO 统计量值大于 0.5 时可以进行主成分分析，值越接近 1 时数据适合度越高，Bartlett 球形度检验显著性水平小于等于 0.01 时数据适合进行主成分分析。由于在视频中难以分辨幼犬不同个体，我们假设同窝幼犬获得的母性关怀不存在个体差异 (Champagne et al. 2003)，将每只犬的母性行为变量时长除以产仔数后用

于计算。为统一变量数据量度，在计算中采用零均值标准化 (zero-mean normalization) 得到标准化数据，进而计算母性水平的综合得分，依据综合得分将得分大于 0 的犬归为母性高水平组，得分小于 0 的犬归为母性低水平组。使用 Pearson 相关性分析对幼犬胆量测试的得分进行评分者间的信度分析。使用 Shapiro-Wilk 检验对各组数据进行正态分布检验，使用 Kruskal-Wallis 检验对犬母性水平得分进行个体差异性分析，对不同组的幼犬测试变量得分使用 Mann-Whitney *U* 检验。全部数据分析均采用 SPSS 22.0。

2 结果

2.1 母性行为观察及母性行为水平分组

根据视频记录提取出 9 种常规母性行为及 4 种个体特征行为 (表 1)，从中提取出的 4 种反映母性关怀水平的主要变量为，在哺乳区内

表 1 拉布拉多犬哺乳期母性行为谱及观察定义

Table 1 Maternal behavior variables of Labrador Retrievers and the definition

母性行为变量 Maternal behavior variables	观察定义 Definition
垂直哺乳 Vertical nursing	母犬以坐姿或站姿哺乳至少一只幼犬，幼犬吮吸难度较大 Mother nursing (at least one puppy suckling) while standing or sitting in the nursing box, which is more labor-intensive for puppies
俯卧式哺乳 Ventral nursing	母犬以俯卧姿势哺乳至少一只幼犬，母犬的前肢保持俯卧状态，腹部部分与地面接触，仅暴露一侧的乳头，幼犬吮吸难度适中 Mother nursing (at least one puppy suckling) while lying on her stomach, so that half of her nipples are exposed, which is moderate labor-intensive for puppies
侧卧式哺乳 Lateral nursing	母犬以侧卧姿势哺乳至少一只幼犬，犬的一侧完全与地面接触，腹部暴露全部乳头，幼犬吮吸难度最低 Mother nursing (at least one puppy suckling) while lying on her side, so that all of her nipples are exposed, which is less labor-intensive for puppies
舔舐、衔取幼崽 Licking, carrying in mouth	母犬舔舐幼犬的肢体、肛门，衔取幼犬移动 Mother licking and grooming her puppies, carrying the puppies in mouth
哺乳区内独处 Stay in the box contactless	母犬在哺乳区内主动选择远离幼犬的位置休息，幼犬可靠近母犬 Mother stays in the nursing box but was contactless with the puppies until the puppies came to her
哺乳区外独处 Stay outside the box	母犬主动离开哺乳区在隔离区内休息，幼犬不可靠近母犬 Mother stays outside the nursing box, separated from the puppies
身体接触 Contact with puppy	母犬与至少一只幼犬有身体接触，为幼犬提供温暖 Mother lying near one or more of her puppies so that the puppies' bodies stay warm
中断哺乳 Break off nursing	在哺乳过程中母犬主动离开，中断此次哺乳 Mother left the puppies during the nursing process to rest
做窝、拒绝哺乳、仰卧哺乳 Nesting, rejection of the offspring, supine nursing	母犬用前爪挠地、将垫褥堆叠成窝等做窝行为；母犬在隔离区观察幼犬出声求哺乳但不进入哺乳区；母犬仰卧在哺乳区中进行哺乳；均为少见的个体特性行为 Mother makes nests by scratching the ground with her front paws and stacking the cushion/quilt; Mother neglects puppies and stays outside the box; Mother nursing while lying on her back. These are rare individual behaviors

(为总时长与母犬在哺乳区外独处时长的差值)、身体接触、哺乳(为垂直哺乳、俯卧哺乳与侧卧哺乳的时长总和)及舔舐幼崽的时长。数据适合度检验结果表明,这4个变量满足主成分分析的数据要求,KMO检验系数为0.614,Bartlett球形度检验近似卡方值为38.3,显著性结果为 $P < 0.001$ 。根据主成分分析结果可将这4个变量归为1个主成分,其特征值大于1,总方差解释为90.6%,4个变量在该成分上有较高的正载荷(表2)。根据主成分的方差贡献率及特征向量,结合主成分得分计算公式,得到母性水平得分的表达式: $P_C = 0.91(0.55S + 0.55C + 0.53N + 0.47L)$,式中, P_C 为母性水平得分, S 、 C 、 N 、 L 分别为在哺乳区内时长、身体接触时长、哺乳时长及舔舐幼崽时长的

表2 母性行为主成分载荷系数

Table 2 Results of the principal component analysis of the maternal care behavior

母性行为变量 Maternal behavior variables	载荷系数 Load coefficients
身体接触 Contact with puppy	0.994
在哺乳区内 Stay in the nursing box	0.989
哺乳 Nursing the puppy	0.962
舔舐幼崽 Licking the puppy	0.856

表3 种犬生产月龄、胎次、产仔数及其主成分分组

Table 3 The parturition month of age, parity, litter size and principal component score of different group of females

分组 Group	母犬姓名 Name of female	母性水平主 成分得分 Maternal care score, P_C	生产月龄 Parturition month of age	胎次 Parity	产仔数 Litter size (ind)
高分组 High level of maternal care	芭芭拉 Babala	0.23	17	1	8
	小黄蜂 Xiaohuangfeng	0.74	26	2	5
	太平 Taiping	0.36	23	1	9
	安妮 Anine	3.10	31	1	5
	平均值 ± 标准差 Mean ± SD		24.3 ± 5.9	1.3 ± 0.5	6.8 ± 2.1
低分组 Low level of maternal care	平阳 Pingyang	-0.71	31	1	11
	诺亚 Noah	-0.84	47	2	8
	VIVI	-2.89	85	6	11
	平均值 ± 标准差 Mean ± SD		54.3 ± 27.7	3.0 ± 2.7	10.0 ± 1.7

标准化数值。

根据表达式计算种犬的母性水平得分,并进行 Kruskal-Wallis 检验,个体间母性水平差异显著($\chi^2 = 13.89$, $P < 0.05$)。将7只种犬的母性水平得分分为高(4只)和低(3只)两组,高母性水平分组幼犬共24只,其中,雄性13只,雌性11只;低母性水平分组幼犬共30只,其中,雄性12只,雌性18只。母性水平高分组及低分组种犬的生产月龄、胎次、产仔数及主成分得分见表3。

2.2 幼犬胆量测试评分者间信度分析

本研究使用 Pearson 相关性分析对两位评分者对幼犬胆量测试的13个行为变量得分进行了相关性分析,二评分者间一致性高于0.8(表4),表明幼犬胆量测试的评分标准信度较高。

2.3 幼犬胆量测试评分结果及性别差异分析

Shapiro-Wilk 检验不同性别分组的幼犬胆量测试评分,均不符合正态分布($P < 0.05$),因而本研究使用 Mann-Whitney U 检验对不同性别的幼犬胆量测试行为变量评分进行差异性分析(表5)。金属响声测试的紧张程度变量得分雌雄幼犬差异显著,其他行为变量得分在不同性别间均无显著差异($P > 0.05$)。

表 4 幼犬胆量测试评分者间的一致性分析

Table 4 The consistency of scores between observers

子测试 Sub-tests	行为变量 Behavior variables	相关系数 <i>r</i> Pearson correlation coefficient	<i>P</i>
被动测试 Passive test	探索潜伏时长 Exploration latency	0.90	0.002
	探索范围 Exploration scope	0.84	0.030
	紧张程度 Tension	0.85	0.004
	探索环境时长 Exploration duration	0.99	0.005
金属响声测试 Metallic noise test	惊吓反应 Startle	0.82	0.030
	紧张程度 Tension	0.89	0.004
雨伞测试 Umbrella test	惊吓反应 Startle	0.88	0.003
	紧张程度 Tension	0.89	0.002
玩具测试 Toy test	玩耍兴趣 Interest in play	0.80	0.020
	紧张程度 Tension	0.89	0.004
斜坡隧道测试 Ramp and tunnel test	紧张程度 Tension	0.84	0.010
	斜坡用时 Duration of down ramp	0.99	< 0.001
	隧道用时 Duration of tunnel	0.98	0.003

表 5 不同性别幼犬胆量测试评分差异

Table 5 Sexual difference of behavior variables scores in puppy test

子测试 Sub-tests	行为变量 Behavior variables	全部犬 All puppy (<i>n</i> = 54)	雄性犬 Male (<i>n</i> = 25)	雌性犬 Female (<i>n</i> = 29)	<i>Z</i>	<i>P</i>
被动测试 Passive test	探索潜伏时长 Exploration latency	9.19 ± 1.23	12.08 ± 4.83	6.69 ± 1.74	0.41	0.68
	探索范围 Exploration scope	2.74 ± 0.17	2.68 ± 0.15	2.79 ± 0.15	0.39	0.70
	紧张程度 Tension	3.31 ± 0.22	3.56 ± 0.20	3.10 ± 0.25	1.42	0.16
	探索环境时长 Exploration duration	38.46 ± 6.04	43.08 ± 6.0	34.48 ± 4.38	1.10	0.27
金属响声测试 Metallic noise test	惊吓反应 Startle	3.31 ± 0.23	3.56 ± 0.25	3.10 ± 0.19	1.95	0.05
	紧张程度 Tension	3.57 ± 0.18	3.92 ± 0.18	3.28 ± 0.23	2.19	0.03
雨伞测试 Umbrella test	惊吓反应 Startle	2.69 ± 0.22	2.72 ± 0.23	2.66 ± 0.20	0.27	0.79
	紧张程度 Tension	2.48 ± 0.20	2.60 ± 0.27	2.38 ± 0.23	0.56	0.57
玩具测试 Toy test	玩耍兴趣 Interest in play	2.69 ± 0.24	2.44 ± 0.25	2.90 ± 0.21	1.35	0.18
	紧张程度 Tension	2.52 ± 0.21	2.76 ± 0.29	2.31 ± 0.22	1.06	0.29
斜坡隧道测试 Ramp and tunnel test	紧张程度 Tension	2.06 ± 0.19	2.40 ± 0.31	1.76 ± 0.20	1.39	0.16
	斜坡用时 Duration of down ramp	23.26 ± 4.77	21.21 ± 4.74	24.97 ± 4.63	0.33	0.74
	隧道用时 Duration of tunnel	17.26 ± 2.27	14.46 ± 3.55	19.59 ± 4.60	0.21	0.84

2.4 母性水平对幼犬胆量的影响分析

Shapiro-Wilk 检验高和低母性水平组不同幼犬的胆量测试评分, 均不符合正态分布 ($P < 0.05$), 根据种犬母性水平分组将幼犬的胆量测试评分进行 Mann-Whitney *U* 检验, 母性水平不同的幼犬在与胆量相关的 13 个行为变量中 9

个变量得分存在显著性差异 ($P < 0.05$) (图 2), 其中母性水平低分组的幼犬在胆量测试中所有子测试的紧张程度得分均低于母性水平高分组幼犬。

此外, 因在金属响声测试中, 雌性幼犬的惊吓反应和紧张程度都显著低于雄性幼犬, 为

排除性别导致的结果偏差，对性别分组进行了进一步分析。在和高和低母性行为水平组之间，雄性犬中金属响声惊吓反应 ($Z = 2.43, P < 0.05$) 和金属响声紧张程度 ($Z = 3.11, P < 0.01$)

上均存在显著差异，而雌性犬中金属响声惊吓反应 ($Z = 1.33, P > 0.05$) 和金属响声紧张程度 ($Z = 1.90, P > 0.05$) 均无显著差异。证明金属响声测试的结果差异主要存在于雄性犬中。

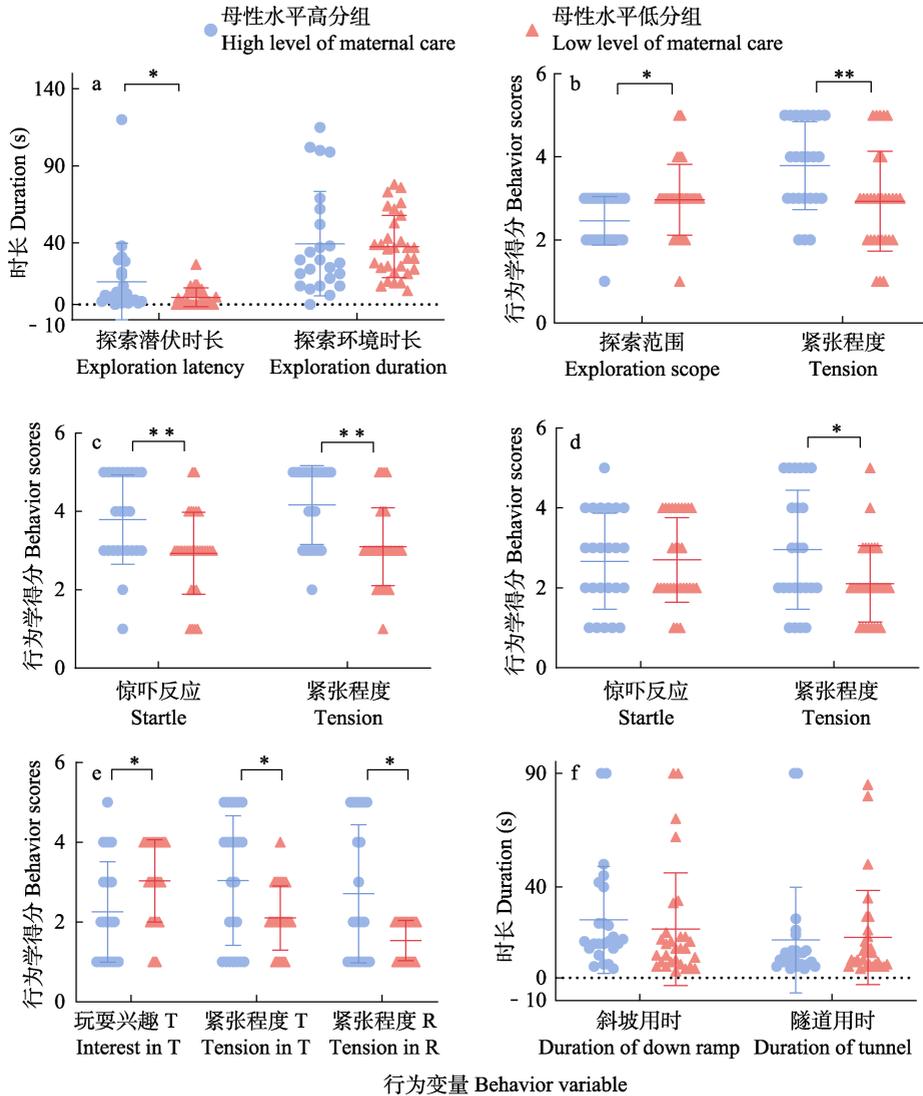


图 2 母性水平不同的幼犬胆量测试评分的差异性检验结果

Fig. 2 Mann-Whitney *U* test results of boldness of puppies with different maternal care

a, b. 被动测试; c. 金属响声测试; d. 雨伞测试; e. 玩具及斜坡隧道测试; f. 斜坡隧道测试。玩耍兴趣 T. 玩具测试中犬的玩耍兴趣; 紧张程度 T. 玩具测试中犬的紧张程度; 紧张程度 R. 斜坡隧道测试中犬的紧张程度。行为学得分为行为变量的评分(1~5分)。* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$ 。

a, b. Passive test; c. Metallic noise test; d. Umbrella test; e. Toy test and ramp and tunnel test; f. Ramp and tunnel test. Interest in T. Interest in play of toy test; Tension in T. Tension in toy test; Tension in R. Tension in ramp and tunnel test. The behavior scores of y-axis are the scores of behavior variables (1 to 5 points).

3 讨论

在对拉布拉多犬母性行为的过程中发现,与啮齿类动物相同(Liu et al. 2000, Fish et al. 2004),犬的母性行为水平存在个体差异,几乎每只犬都存在个性化的母性行为,母性水平较低的犬会出现在哺乳区外长时间站着看幼犬、在幼犬旁长时间保持坐姿或卧姿但不与幼犬接触、身体接触时并不拒绝但幼犬开始吮吸母乳时便起身离开哺乳区的行为,母性水平较高的犬会出现工作人员带犬外出散步时拒绝离开哺乳区、外出返回时第一时间去幼犬旁边而不是在非哺乳区等待工作人员的互动等行为。因本研究观察仅 1 种犬,未能对其多样化的行为进一步分析。但本研究中与犬母性关怀水平相关的主要行为的主成分得分个体之间存在显著差异。在一些研究中母性行为水平与犬是否为初产及产仔数有关(Guardini et al. 2015, Bray et al. 2017a),本研究母性水平高分组中种犬为初产的比例(3/4)高于低分组(1/3),但因分组中的种犬数量较少,未能进行进一步分析。

本研究的结果表明,母性行为水平作为幼犬重要的早期经历对幼犬胆量形成有明显的影 响。基于大量关于母性行为缺失的研究结果以及一项通过调查问卷对犬母性水平和幼犬性格进行评估的研究结果(Tiira et al. 2015),我们预期经历了低水平母性行为的幼犬在测试中更胆小,但本研究结果与我们的预期恰恰相反。与高母性行为水平的幼犬相比,经历了更低母性行为水平的幼犬在 6~8 周龄的行为测试中,更快进行陌生环境探索(而不是在入口处不敢行动),并敢于探索房间里更远的位置,面对突然出现的金属响声和撑开的雨伞更能行动自如、大胆地靠近实验道具,受到陌生人的玩耍邀请能大胆靠近、积极玩耍,在不同的测试项目中均一致地表现出更大的胆量,在斜坡隧道测试中肢体状态(如身体是否下压、尾巴是否内夹等)更自如,但经过斜坡隧道的用时两组

幼犬没有明显差异。对以上结果我们认为,与长时间的母性缺失不同,低母性行为水平对幼犬来说是一种适当的早期生活压力,适当的早期生活压力和独处可以增加幼犬在面对陌生环境刺激时的适应性。对人(Gunnar et al. 2009)和猴(Lyons et al. 2009)的研究认为,早期生活压力会触发动物适应性功能的多领域发展级联效应,为了应对早期生活压力会诱发大脑前额叶髓鞘的形成和皮层的扩张,从而支持行为的认知、动机和情绪方面产生特征转变,促进个体适应能力的发展,在面对刺激时表现出更强的接受和适应能力(Ellis et al. 2005)。本研究结果侧面验证了早期生活压力与个体的后续发展并不是线性关系,而是二次函数关系(Parker et al. 2011),即高水平母性行为与母性行为的缺失一样会对后代发展产生负面影响。与这两种极端情况相比,低水平母性行为营造的适当压力更有助于其后代的成长。

这些结果表明,在实际饲养工作中,对于母性行为水平较高的母犬,人为增加母幼分离的时间更有利于幼犬的气质发展,但母性行为水平的界定以及人为干涉的尺度仍需更多的研究进行讨论。另外,犬的母性行为水平偏高往往是由于应激水平高、长时间保持紧张状态,通过缓解母犬的应激状态或能降低其自发的母性行为,后续我们将在此方面进行进一步研究。

综上所述,低母性行为带给幼犬间歇性的、强度适当的生活压力,使其面对新环境刺激时表现出更好的适应能力和较大的胆量。现阶段工作犬和宠物犬的育种中,对犬母性行为水平的关注主要集中在哺乳行为能否满足幼犬的需要(黄为国等 2002),倾向于筛选高母性行为水平的种犬,而本研究认为,从幼犬的气质特征形成(例如胆量)的角度考虑,母性行为水平低的种犬对后代的发展有更好的影响。根据本研究的结果,在保障幼犬健康成长的同时,应为幼犬营造适当的独处时间,提供适当的早期压力,可以促进幼犬的胆量形成。

参 考 文 献

- Aisa B, Tordera R, Lasheras B, et al. 2008. Effects of maternal separation on hypothalamic-pituitary-adrenal responses, cognition and vulnerability to stress in adult female rats. *Neuroscience*, 154(4): 1218–1226.
- Alberghina D, Giunta F, Gioè M, et al. 2020. Behavior test for seven-week old puppies (*Canis familiaris*): inter-rater reliability and factors associated with test performance. *PLoS ONE*, 15(7): e0236271.
- Asher L, Blythe S, Roberts R, et al. 2013. A standardized behavior test for potential guide dog puppies: methods and association with subsequent success in guide dog training. *Journal of Veterinary Behavior*, 8(6): 431–438.
- Bray E E, Sammel M D, Cheney D L, et al. 2017a. Characterizing early maternal style in a population of guide dogs. *Frontiers in Psychology*, 8: 175.
- Bray E E, Sammel M D, Cheney D L, et al. 2017b. Effects of maternal investment, temperament, and cognition on guide dog success. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114(34): 9128–9133.
- Campbell W. 1972. A behavior test for puppy selection. *Modern Veterinary Practice*, 12: 29–33.
- Champagne F A, Francis D D, Mar A, et al. 2003. Variations in maternal care in the rat as a mediating influence for the effects of environment on development. *Physiology & Behavior*, 79(3): 359–371.
- Czerwinski V H, Smith B P, Hynd P I, et al. 2016. The influence of maternal care on stress-related behaviors in domestic dogs: what can we learn from the rodent literature? *Journal of Veterinary Behavior*, 14: 52–59.
- Ellis B J, Essex M J, Boyce W T. 2005. Biological sensitivity to context: II. Empirical explorations of an evolutionary-developmental theory. *Development and Psychopathology*, 17(2): 303–328.
- Fish E W, Shahrokh D, Bagot R, et al. 2004. Epigenetic programming of stress responses through variations in maternal care. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1036: 167–180.
- Guardini G, Bowen J, Raviglione S, et al. 2015. Maternal behaviour in domestic dogs: a comparison between primiparous and multiparous dogs. *Dog Behavior*, 1(1): 23–33.
- Gunnar M R, Frenn K, Wewerka S S, et al. 2009. Moderate versus severe early life stress: associations with stress reactivity and regulation in 10–12-year-old children. *Psychoneuroendocrinology*, 34(1): 62–75.
- Harvey N D, Craigon P J, Sommerville R, et al. 2016. Test-retest reliability and predictive validity of a juvenile guide dog behavior test. *Journal of Veterinary Behavior*, 11: 65–76.
- Kosten T A, Lee H J, Kim J J. 2006. Early life stress impairs fear conditioning in adult male and female rats. *Brain Research*, 1087(1): 142–150.
- Liu D, Diorio J, Day J C, et al. 2000. Maternal care, hippocampal synaptogenesis and cognitive development in rats. *Nature Neuroscience*, 3(8): 799–806.
- Lyons D M, Parker K J, Katz M, et al. 2009. Developmental cascades linking stress inoculation, arousal regulation, and resilience. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 3: 32.
- Parker K J, Buckmaster C L, Schatzberg A F, et al. 2004. Prospective investigation of stress inoculation in young monkeys. *Archives of General Psychiatry*, 61(9): 933–941.
- Parker K J, Maestriperi D. 2011. Identifying key features of early stressful experiences that produce stress vulnerability and resilience in Primates. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 35(7): 1466–1483.
- Pryce C R, Dettling A, Spengler M, et al. 2004. Evidence for altered monoamine activity and emotional and cognitive disturbance in marmoset monkeys exposed to early life stress. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1032: 245–249.
- Tiira K, Lohi H. 2015. Early life experiences and exercise associate with canine anxieties. *PLoS ONE*, 10(11): e0141907.
- Volhard J, Vollhard W. 2007. Choosing your puppy (PAT). [OB/OL] <https://www.volhard.com>.
- Weaver I C G, Cervoni N, Champagne F A, et al. 2004. Epigenetic programming by maternal behavior. *Nature Neuroscience*, 7: 847–854.
- 黄为国, 潘寿文. 2002. 拉布拉多犬产前、产后营养及繁殖特点. *警犬*, (2): 14–15.
- 王靖宇. 2011. 我国应用行为学原理培育导盲犬存在问题分析. 中国北方实验动物科技年会.
- 郑雪莹, 韦海涛, 邓柏林, 等. 2018. GB/T 36186 - 2018 《导盲犬》解读. *标准生活*, (10): 38–41.