

宋梦煜,郭怡君,赵雪榕,等. 探究社会性不同的犬的认知能力是否存在差异 [J]. 中国比较医学杂志, 2024, 34(1): 40-51, 113.
Song MY, Guo YJ, Zhao XR, et al. Cognitive differences among dogs with different sociability [J]. Chin J Comp Med, 2024, 34(1): 40-51, 113.
doi: 10.3969/j.issn.1671-7856.2024.01.005

探究社会性不同的犬的认知能力是否存在差异

宋梦煜,郭怡君,赵雪榕,白静,周子娟,王靖宇*

(大连医科大学,实验动物中心,辽宁 大连 116044)

【摘要】 **目的** 探究社会性不同的拉布拉多犬认知能力是否存在差异。**方法** 参照瑞典工作犬协会(the Swedish Working Dog Association)创建的犬气质评估测试(dog mentality assessment, DMA),使用DMA测试中的社会接触、游戏I、距离游戏、扮鬼和游戏II 5个子测试中的12个行为变量来评估犬的社会性,根据评分标准对中国导盲犬大连培训基地提供的49只拉布拉多犬的社会性行为变量进行评分,使用聚类分析将其分为社会性高分组($n=15$)和低分组($n=34$)。根据Bray等的犬认知发展系列测试(dog cognitive development battery, DCDB)建立了新的犬认知能力测试体系,对犬的社会线索使用、无法解决任务、抑制控制、认知灵活、工作记忆和多步骤解决任务等不同领域的认知能力进行测试,记录犬在测试中的行为表现及持续时长,统计分析社会性不同的犬认知能力是否存在差异。**结果** 社会性高分组与低分组的犬在无法解决任务、抑制控制测试和多步骤解决任务中的行为变量上存在显著差异。在无法解决任务中,社会性高分组的犬注视人时长显著高于社会性低分组的犬($P=0.008$),注视人潜伏时长显著低于社会性低分组的犬($P=0.0001$)。在抑制控制测试中,社会性高分组的犬选择正确率显著高于社会性低分组的犬($P=0.034$),选择时长显著低于社会性低分组的犬($P=0.039$)。在多步骤解决任务中,社会性高分组的犬完成木桩任务数量显著高于社会性低分组的犬($P=0.044$);操作木桩时长占比显著低于社会性低分组的犬($P=0.05$);完成骨头盘任务平均时长显著高于社会性低分组的犬($P=0.037$);操作骨头盘时长占比显著低于社会性低分组的犬($P=0.038$)。涉及可操作仪器的测试中,社会性高分组的犬注视人时长高于社会性低分组的犬,操作仪器时长低于低分组的犬,但经统计无显著差异($P>0.05$)。**结论** 社会性不同的犬的认知能力存在差异。社会性好的拉布拉多犬表现出更强的认知能力,它们在测试时抑制冲动的能力更强,完成多步骤解决任务的能力更强,在遇到无法解决任务时更倾向于转变策略向人寻求新线索而不是执着于操作仪器。

【关键词】 拉布拉多犬;认知;社会性;抑制控制;多步骤解决任务

【中图分类号】 R-33 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1671-7856 (2024) 01-0040-12

Cognitive differences among dogs with different sociability

SONG Mengyu, GUO Yijun, ZHAO Xuerong, BAI Jing, ZHOU Zijuan, WANG Jingyu*

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

【Abstract】 **Objective** Explore differences in the cognitive abilities of socially different Labradors. **Methods** The dog mentality assessment (DMA) test created by the Swedish Working Dog Association was modified to employ 12 behavioral variables from five subtests of the DMA test, social contact, play I, distance-play, ghosts and play II, to assess sociability of the dogs. In accordance with the scoring criteria, 49 labradors provided by the China Guide Dog Training Centre in Dalian were scored on the social behavioral variables and classified into high ($n=15$) and low ($n=34$) sociability groups by cluster analysis. A new system to test canine cognitive ability was developed using the dog cognitive

【基金项目】 国家重点研发计划(2019YFF0303305)。

【作者简介】 宋梦煜(1999—),女,硕士研究生,研究方向:动物行为学。E-mail:2315216490@qq.com

【通信作者】 王靖宇(1964—),男,教授,博士生导师,研究方向:动物行为学。E-mail:wangjingyus@163.com

development battery, which tests various domains of cognitive ability such as social cue use, unsolvable task, inhibitory control, cognitive flexibility, working memory, and multistep problem solving task. The dogs' behavioral performance and duration of the test were also recorded. Statistical analysis was performed to determine assess differences in the cognitive abilities of socially diverse dogs. **Results** Dogs in the high and low social subgroups differed significantly in behavioral variables of the unsolvable task, inhibitory control test, and multistep problem solving task. In the unsolvable task, dogs in the high social group looked at people for significantly longer than dogs in the low social grouping ($P=0.008$) and looked at people with significantly less latency time than dogs in the low social group ($P=0.0001$). In the inhibitory control, dogs in the high social group chose significantly more correctly than dogs in the low social group ($P=0.034$) and chose for significantly less time than dogs in the low social group ($P=0.039$). In the multistep problem solving task, for dogs in the high social group. successfully completed number of stakes was significantly higher than for dogs in the low social group ($P=0.044$). The percentage of operation pale time was significantly lower than for dogs in the low social group ($P=0.05$). The average latency time to solve the bone task was significantly higher than for dogs in the low social group ($P=0.037$). Moreover, the percentage of operation bone time was significantly lower than for dogs in the low social group ($P=0.038$). In tests involving a manipulable apparatus, dogs in the high social group spent more time looking at people than dogs in the low social group and less time manipulating the apparatus than dogs in the low subgroup, but no statistically significant differences were observed ($P>0.05$). **Conclusions** Highly sociable labradors have a greater cognitive ability, they are more able to suppress impulses during tests, more able to complete the multistep problem solving task, and more inclined to change strategies to seek new cues from people rather than obsessing over manipulating the apparatus when they are unable to solve a problem.

[Keywords] labrador retriever; cognitive; sociability; inhibitory control; multistep problem solving task

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

与其他动物相比,犬能更好地适应人类社会环境,更好地运用人类提供的交流线索进行互动,与人类形成密切关系^[1]。正因如此,犬在人类社会中也扮演着各种不同的角色,如搜救犬、伴侣犬、导盲犬、缉毒犬和治疗犬等。现代社会中由于犬的高度社会化,在宠物犬、工作犬中均能观察到其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。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,也就是犬的“性格”。气质特征具有规律性和稳定倾向性的特点,能够持续地决定其在不同环境下的行为特征。在实验中,通常通过动物对惊吓刺激的应激反应^[2]或身处新环境中的行为表现^[3]来衡量其气质特征。Svartberg 等^[4]发现犬存在 5 种气质特征,包括社会性、攻击性、好奇/无畏、游戏性和追逐倾向。有研究表明,社会性良好的犬更容易培训成为工作犬^[5]。幼犬时期经历了良好社会化的犬在成年后很少出现行为问题(如胆小和攻击性等),并且能够积极地与人类建立良好的合作关系。本研究使用瑞典工作犬协会(the Swedish Working Dog Association)建立的犬气质评估测试(dog mentality assessment, DMA)来评估犬的社会性^[4],该测试用于工作犬种的筛选,已被证明可用于多个犬种的气

质特征评估。

认知行为学是由唐纳德·格里芬发起的研究领域,研究动物在正常生活中和自然环境下各种行为时的心理反应^[6]。认知是动物从环境中获取、处理和储存信息的心理过程^[7],包括知觉、记忆、注意、思维和想象等多个领域,不能用“智力”这样的单一结构来解释种内或种间的认知表型变化^[8-9]。目前对动物认知的报道较少,对犬认知能力的研究集中在犬的个体差异比较以及在各认知领域建立有效的测试方法上。有报道发现认知的部分领域也可用于评估和筛选工作犬,在无法解决任务中,注视人时间越长的犬培训成为检测犬的可能性越大^[10]。在多步骤解决任务中,坚持操作仪器的时间越短、完成任务的时间越短的犬培训成为导盲犬的可能性越大^[11]。Bray 等^[11]建立了犬的认知发展系列测试(dog cognitive development battery, DCDB),与其他评估认知单一领域的测试相比,该测试能够从社会线索使用、与人的注视交流、执行能力(抑制控制、认知灵活和工作记忆)和感官知觉(嗅觉、听觉和视觉)等多个领域较为全面的评估犬的认知能力。

有研究认为动物的气质特征与其认知能力有关。Benson-Amram 等^[12]认为小鼠的探索性、胆量

会影响其在认知测试中的行为表现^[13],在解决问题任务中,大胆且探索性强的动物能够积极地进行仪器操作从而有更多解决问题的机会,而过于胆小的动物由于不敢接近仪器,大大降低了成功解决问题的机会。在对小鼠^[14]、大鼠^[15]和人类^[16]的研究中发现攻击性与抑制控制能力较差有关^[17]。在关于犬的研究中也发现了气质对认知能力的影响,与家养的犬相比,统一饲养于犬舍经历较少社会化的犬在面对无法解决任务时,注视人的时间更短且注视人的潜伏时间更长^[18]。Zaine 等^[19]发现统一饲养于犬舍经历较少社会化的犬社会线索使用能力较差。而犬社会性对其他认知能力领域的影响尚未见报道。

本研究对 49 只拉布拉多犬的社会性进行评估,借鉴 Bray 等^[20-21]建立的 DCDB 测试,建立了新的认知行为学测试体系,并分析犬认知能力的不同领域,探究社会性不同的犬的认知能力是否存在差异。

1 材料和方法

1.1 实验对象

中国导盲犬大连培训基地(以下简称基地)提供的 49 只拉布拉多犬,其中雄性 26 只,雌性 23 只。进行 DMA 测试和认知测试时犬的平均月龄为(16±0.2),在认知测试前 3 h 内不进食,以确保测试中犬的积极性。测试中所用的犬通过了中国导盲犬大连培训基地伦理委员会的审查(DLGD-2021006),所有测试均为无创的行为学测试。

1.2 实验场地及设备

DMA 测试场地:12.4 m×4.35 m 的长方形室内场地,29.6 m×6.4 m 的半封闭室外场地,场地内均设置 TL 数字监控摄像头。

认知测试场地:围栏围出的 1.5 m×2 m 的室内场地,场地内均设置 TL 数字监控摄像头。

测试用具:蓝色不透明塑料杯子(9.5 cm×12.5 cm)、黄色立方体物块(5 cm×4 cm×2.5 cm)、黑色不透明挡板(53.5 cm×19.5 cm)、带盖透明塑料立方容器(15.1 cm×10.8 cm×6.9 cm)、亚克力定制透明四面立方体(33 cm×27 cm×27 cm,底座架高 15 cm)、犬益智玩具木桩(23 cm×23 cm×6 cm)、犬益智玩具骨头盘(28 cm×24 cm×6 cm)。滋益巅峰牛肉犬粮、派膳师鸡肉冻干。

1.3 实验方法

1.3.1 社会性测试

本研究采用瑞典工作犬协会建立的 DMA 测试

中的社会接触、游戏 I、距离游戏、扮鬼和游戏 II 共 5 项子测试来评估犬的社会性,测试内容及行为变量如表 1 所示,测试方法及评分标准参照文献^[22]进行。使用 Pearson 相关性检验对两个评分者对犬社会性行为测试的 12 个变量得分进行了相关性分析,评分者间一致性>0.7,结果表明犬社会性的测试评分标准信度较高。

1.3.2 认知测试

本研究选取并改良了 Bray 等^[20]建立的 DCDB 测试中的子测试,包括线索标记选择、手势指向选择、无法解决任务、抑制控制测试、认知灵活测试、工作记忆测试和多步骤解决任务共 7 项子测试 24 个变量。由两名实验人员完成,实验人员 2 号作为固定人员进行测试。测试全程约 45 min 监控摄像进行记录,测试后由实验人员 2 号进行视频分析,记录各行为变量正确率及时长。测试具体内容如下:

(0)熟悉阶段。该阶段为犬建立条件反射:犬使用鼻头或爪子触碰杯子时,可获得倒置的杯子下面放置的零食奖励,从而为后续测试奠定基础。测试场地如图 1 所示,实验人员 1 号(以下简称为 E1)

表 1 犬社会性的子测试及变量

Table 1 Subtests and variables of canine sociability

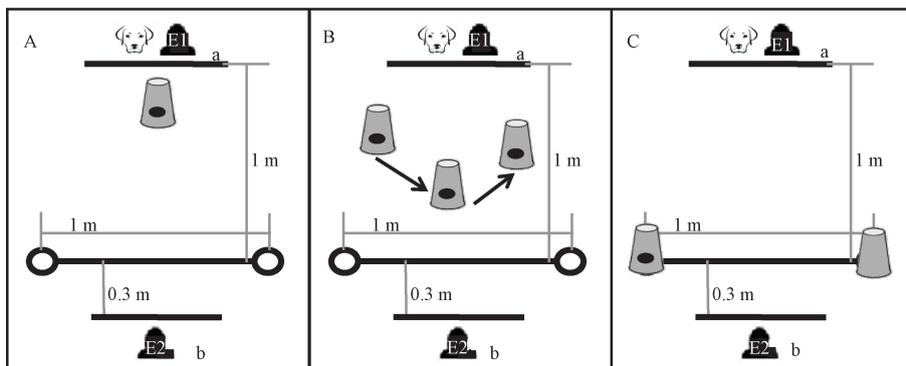
子测试 Subtests	行为变量 Behavior variables
社会接触(social contact),测试了犬对陌生人的反应。 Dog's reaction to a stranger is tested and described.	问候反应 Greetings 合作性 Cooperation 触摸反应 Handing
距离游戏(distance-play),测试了犬对远距离举止古怪的陌生人的反应,及其邀请游戏时犬的行为表现。 Dog's reaction to a play-inviting and oddly behaving unfamiliar person at a distance away from handler is tested and described.	探索行为 Exploration 拔河 Tug-of-war 游戏邀请 Play invitation
游戏 I(play I),测试了犬与陌生人玩耍的兴趣。 Dog's interest to play with a stranger is tested and described.	玩耍 Interest in play 抓取 Grabbing 拔河 Tug-of-war
扮鬼测试(ghosts),测试了犬对慢慢接近它的两个恐怖假人的反应。 Dog's reaction to two slowly approaching persons covered in white sheets (ghosts) is tested and described.	与鬼的接触 Greeting with ghosts
游戏 II(play II),测试了犬与陌生人再次玩耍的兴趣。 Dog's interest to play again with a stranger is tested and described.	玩耍 Interest in play 抓取 Grabbing

牵引犬于 a 点等待,实验人员 2 号(以下简称为 E2)于 b 点进行测试,往后所有测试实验人员和犬的位置均是如此。测试内容为 E2 从身后取出零食吸引犬(向犬展示或让犬闻嗅),然后将零食放于倒置的杯子下方,E2 发出“吃吧!”口令,同时 E1 松开牵引链,当犬用鼻头或爪子触碰杯子时 E2 拿起杯子让犬获得零食。该阶段包括 3 个熟悉任务:①杯子放置于靠近犬的位置,获得 1 次零食(图 1A),②杯子放置于 a~b 点之间任意位置并连续获得零食 3 次(图 1B),③杯子放置于圆圈中(后续测试的位置,图 1C),两侧分别获得 2 次零食。

(1)线索标记选择。为了测试犬使用以交流方式放置的标记物获取线索的能力。如图 2 所示,E1 牵引犬于 a 点等待,E2 在 b 点用零食吸引犬后放入其中一个倒置的杯子下方,此过程用挡板遮挡,然后撤掉挡板把杯子移向两侧圆圈中,E2 向像犬展示标记物后,放入藏有零食的杯子旁,此时 E2 双手背后头自然下垂看向地面(避免与犬目光接触)发出

“吃吧!”口令,同时 E1 松开牵引链,当犬根据标记选择正确后,E2 拿起杯子让犬获得零食,选择错误则回到 A 点。两个杯子内壁均粘有零食作为气味控制,藏零食的杯子进行左右平衡,保证同一个杯子最多连续选择两次。进行 12 次,记录选择正确率以及选择时长。

(2)手势指向选择。为了测试犬使用人的手势来获取信息的能力。如图 3 所示,E1 牵引犬于 a 点等待,E2 在 b 点用零食吸引犬后放入其中一个倒置的杯子下方,此过程用挡板遮挡,然后撤掉挡板把杯子移向两侧圆圈中,E2 一只手指向藏有零食的杯子,另一只手背后头自然下垂看向地面(避免与犬目光接触),发出“吃吧!”口令,同时 E1 松开牵引链,当犬根据手势选择正确后,E2 拿起杯子让犬获得零食,若选择错误则犬直接回到 a 点。两个杯子内壁均粘有零食作为气味控制,藏零食的杯子进行左右平衡,保证同一个杯子最多连续选择两次。进行 12 次,记录选择正确率以及选择时长。



注:A:杯子位置靠近犬;B:一个杯子连续三个位置;C:测试时杯子的位置。

图 1 熟悉阶段示意图

Note. A, Cup near the dog. B, One cup goes three times in a row. C, Test position of cup.

Figure 1 Warm-up trials diagram

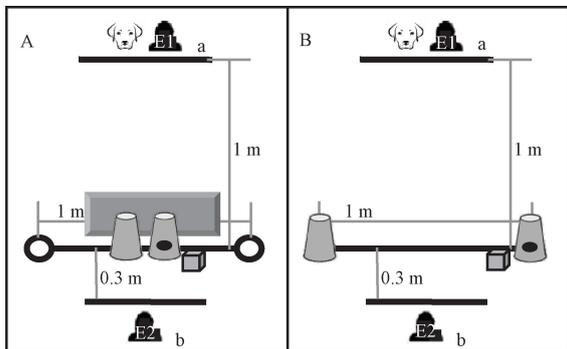
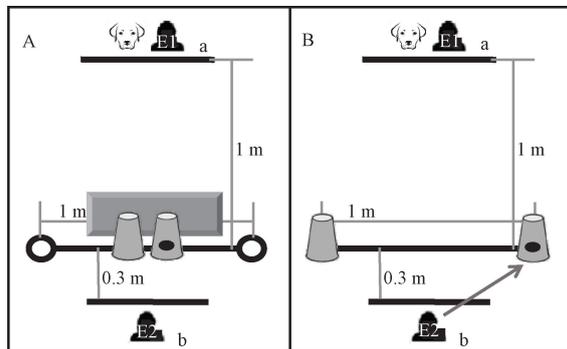


图 2 线索标记选择示意图

Figure 2 Communicative marker diagram



注:箭头表示实验人员 2 号手指指向。

图 3 手势指向选择示意图

Note. Arrow indicates that experimenter 2 points.

Figure 3 Arm pointing diagram

(3) 无法解决任务,为了测试犬在面对无法解决事情时的倾向,是坚持操作仪器还是注视人。

熟悉:如图 4 所示,E1 牵引犬于 a 点等待,E2 在 b 点用零食吸引犬后放入带盖的透明容器中,将盖子挂在容器的边上(0/3 处),此时 E2 发出“吃吧!”口令,同时 E1 松开牵引链,犬移开盖子吃到零食。盖子挂在容器的 1/3、2/3 和 3/3 处同理,共进行 4 次,为了让犬熟悉移开盖子即可获得零食。

测试:E1 牵引犬于 a 点等待,E2 在 b 点用零食吸引犬后放入带盖的透明容器中,用盖子盖紧(不是挂在容器上,此时犬无法移开盖子),E2 发出“吃吧!”口令,同时 E1 松开牵引链,犬自行探索容器 30 s,时间到 E2 打开盖子,犬获得零食。测试 4 次,记录注视人的时长,注视人的潜伏时长,操作容器的时长。

(4) 抑制控制测试,为了测试犬在面对不可为事情时控制自己的能力。

熟悉:如图 5A 所示,为了让犬熟悉从不透明立方体的左右(c、d)两侧均可获得零食。完成两项熟悉任务:①E1 牵引犬于 a 点等待,牵引绳处于自然下垂松弛状态,E2 用零食引诱犬从 a 点走到不透明的立方体一侧(c、d),并引诱犬使其脑袋伸入立方体中,然后 E2 发出“吃吧!”的口令,同时犬获得零食,c、d 两侧各引诱 1 次。②E1 牵引犬于 a 点等待,E2 用零食吸引犬后放入不透明立方体中,发出“吃吧!”的口令,同时 E1 松开牵引绳,犬从立方体的两侧(c、d)均可获得零食。共进行 4 次,E2 将零食放入透明立方体的方向(c、d)进行平衡。

测试:如图 5B 所示,换用透明立方体,E1 牵引犬于 a 点等待,E2 在 b 点用零食吸引犬后放入透明立方体中发出“吃吧!”的口令,同时 E1 松开牵引绳,犬从立方体的两侧(c、d)均可获得零食。此时犬直面立方体里的食物,与熟悉阶段建立从 c、d 两侧获得零食之间产生竞争,所以犬需控制自己直接触碰透明立方体,绕至立方体的两侧(c、d)获得食物。测试 8 次,E2 将零食放入透明立方体的方向(c、d)进行平衡。记录犬选择正确率、选择时长、选择方向偏好和选择错误所触碰的立方体的部位。

(5) 认知灵活测试,为了测试犬的灵活性。如图 6 所示,E1 牵引犬于 a 点等待,E2 在 b 点用零食吸引犬后放入透明立方体中,将上一个测试(抑制控制测试)中犬的选择方向偏好用透明挡板挡住,然后发出“吃吧!”口令,同时 E1 松开牵引链,此时犬无法从偏好方向获得零食,必须灵活转向另一侧

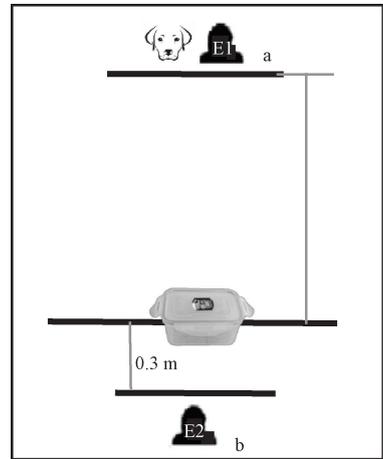
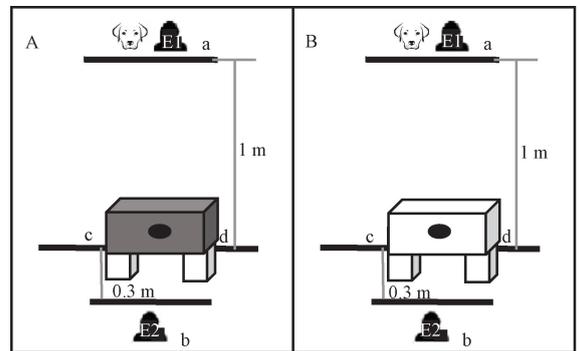


图 4 无法解决任务示意图

Figure 4 Unsolvable task diagram

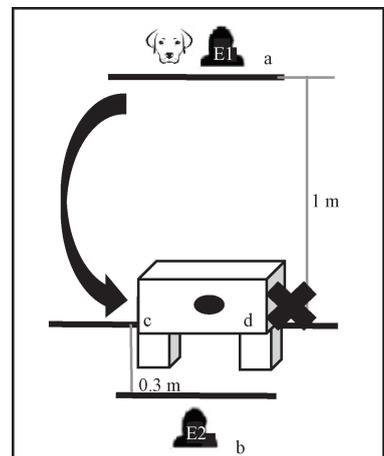


注:A:熟悉阶段不透明立方体;B:测试时透明立方体。四面立方体,没有左右两个侧面。

图 5 抑制控制测试示意图

Note. A, Warm-up phase is opaque cube. B, Test phase is transparent cube. Cube no left and right sides

Figure 5 Inhibitory control diagram



注:立方体右侧面被挡板挡住。

图 6 认知灵活测试示意图

Note. Right side of the cube is blocked.

Figure 6 Cognitive flexibility diagram

获得(偏好方向是立方体的 d 侧,犬需绕至 c 侧获得零食)。测试 8 次, E2 将零食放入透明立方体的方向(c、d)进行平衡。记录选择正确率、首选正确率、迂回选择正确率和选择时长。

(6)工作记忆测试,为了测试犬在不同延迟条件后的记忆。

熟悉:为了让犬熟悉杯子位置以及如何获得零食。如图 7 所示,3 个间隔 0.5 m 的进行气味控制的不透明塑料杯子, E1 牵引犬于 a 点等待, E2 在 b 点用零食吸引犬后放于其中 1 个倒置的杯子下方,然后发出“吃吧!”的口令,同时 E1 松开牵引链,犬用鼻头或爪子触碰杯子来获得零食。3 个杯子各进行 2 次,共 6 次,放零食位置进行平衡,确保同一位置没有连续选择两次。

测试: E1 牵引犬于 a 点等待, E2 在 b 点用零食吸引犬后放于其中 1 个倒置的杯子下方,犬进行 20 s 和 40 s 两个条件的等待, E1 用秒表计时,时间到后松开牵引链犬进行选择,整个过程不进行遮挡,实验人员在延迟等待过程中双手背后头自然下垂看向地面。每个条件分别进行 6 次,放零食的位置进行平衡,确保同一位置没有连续选择两次,记录每个延迟条件的选择正确率。

(7)多步骤解决任务,为了测试犬完成复杂取食任务的能力。

道具一木桩如图 8A 所示,熟悉:9 孔的木桩盘内只摆一个木桩, E1 牵引犬于 a 点等待, E2 在 b 点用零食吸引犬后放入木桩下面,发出“吃吧!”的口令,同时 E1 松开牵引链,犬需移走木桩获得零食,熟悉两次,两次木桩位于不同孔位置。测试:将 9 孔的木桩盘摆满, E1 牵引犬于 a 点等待, E2 在 b 点用

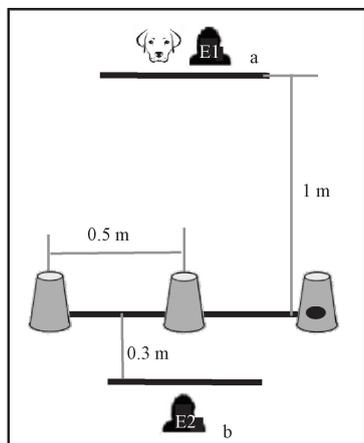
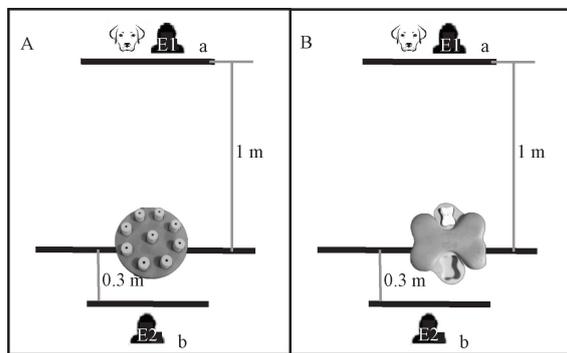


图 7 工作记忆测试示意图

Figure 7 Working memory diagram

零食吸引犬后放入其中 4 个木桩下面,此过程无须遮挡, E2 发出“吃吧!”的口令,同时 E1 松开牵引链,犬需在 2 min 内移走放有零食的木桩,同时获得零食奖励。记录移走正确和错误的木桩数量,完成任务所用时间,操作仪器时长和注视人时长。

道具二骨头盘如图 8B 所示,熟悉:为了让犬熟悉转动盘子或移走骨头可获得零食奖励,犬需完成 2 个熟悉任务: ①E1 牵引犬于 a 点等待, E2 在 b 点用零食吸引犬后放入骨头盘中,转动盘子盖住零食,然后发出“吃吧!”的口令,同时 E1 松开牵引链,犬需转动盘子获得食物,熟悉两次,两次藏食物的位置不同; ②E2 向犬展示零食放入骨头盘中,用骨头盖住零食,说“吃吧!”同时 E1 松开牵引链,犬需移走骨头获得食物,熟悉两次,两次藏食物的位置不同。测试:犬进行以下 3 个不同难度的取食任务, ①E2 向犬展示零食后放入骨头盘中,转动盘子盖住零食,同时用一个骨头卡住零食所在位置的相邻位置,发出“吃吧!”的口令,同时 E1 松开牵引绳,犬独立完成取食任务。 ②E2 向犬展示零食后放入骨头盘中(零食位置与①相同),转动盘子盖住零食,同时用一个骨头卡住零食所在位置的另一个相邻位置(骨头位置与①不同),发出“吃吧!”的口令,同时 E1 松开牵引绳,犬独立完成取食任务。 ③E2 向犬展示零食后放入骨头盘中(零食位置与①相同),转动盘子盖住零食,同时用两个骨头卡住零食所在位置的两个相邻位置(①和②卡骨头的位置),发出“吃吧!”的口令,同时 E1 松开牵引绳,犬独立完成取食任务。3 个任务均需犬在 120 s 内完成,按顺序进行,若出现任务没有完成情况则测试结束。记录犬成功完成任务的数量,完成任务所用时长,操作



注:A,木桩;B,骨头盘。

图 8 多步骤解决任务示意图

Note. A, Pale. B, Bone plate.

Figure 8 Multistep problem-solving task

仪器时长和注视人时长。

1.4 统计学方法

本研究使用 Pearson 相关性分析,将两个评分者对犬社会性行为测试的 12 个变量得分进行了相关性分析,对犬的社会性得分使用聚类分析(cluster analysis),将犬分为社会性高分组和社会性低分组。使用单因素 ANOVA 检验对不同性别犬的社会性、不同性别犬的认知能力以及不同社会性犬的认知能力进行差异性分析, $P < 0.05$ 为具有显著性差异。数据分析采用 SPSS 26.0。

2 结果

2.1 不同性别的犬社会性行为评分的差异性分析

使用单因素方差检验对不同性别的犬进行社会性变量差异性分析,如表 2 所示不同性别的犬在子测试游戏 I 中的玩耍变量得分上存在显著差异,雌性犬的得分显著高于雄性犬($P = 0.023$),其他子测试各变量在不同性别上无显著差异($P > 0.05$),雌性和雄性犬在社会性总得分上无显著差异($P > 0.05$),因此后续分析对社会性的分组不考虑性别因素。

2.2 不同社会性的犬分组结果

使用聚类分析,将 49 只犬根据其社会性得分分成高分组和低分组,如表 3 所示,其中高分组有 15 只,低分组有 34 只。

2.3 不同性别的犬认知能力的差异性分析

使用单因素方差检验对不同性别的犬认知测试各变量进行差异性分析,如表 4 所示,结果表明在工作记忆测试中,雄性犬的熟悉次数显著高于雌性犬($P = 0.04$),其他测试的各变量在不同性别上无显著差异($P > 0.05$)。

2.4 社会性不同的犬的认知能力差异性分析

根据犬的社会性分组将其认知测试各变量进行单因素方差检验,如表 5 所示,社会性不同的犬在无法解决任务中的注视人平均时长变量和注视人平均潜伏时长变量上存在显著差异(图 9A),社会性高分组的犬注视人时长显著高于社会性低分组的犬($P = 0.008$),注视人潜伏时长显著低于社会性低分组的犬($P = 0.0001$)。社会性不同的犬在抑制控制测试中的正确率变量和选择平均时长变量上存在显著差异(图 9B),社会性高分组的犬选择正确率显著高于社会性低分组的犬($P = 0.034$),选择时长显著低于社会性低分组的犬($P = 0.039$)。在多步骤解决任务中的是否完成木桩任务变量、木桩操作仪器时长占比变量(图 9C),骨头盘完成时长变量和骨头盘操作仪器时长占比变量上存在显著差异(图 9D),社会性高分组的犬完成木桩任务数量显著高于低分组的犬($P = 0.044$);操作木桩时长占比显著低于低分组的犬($P = 0.05$);完成骨头盘任务时长显著高于低分组的犬($P = 0.037$);操作骨

表 2 不同性别犬的社会性差异性检验结果

Table 2 Results of social differences tests for dogs of different sexes

行为变量 Behavior variables	全部犬 All puppy	雄性 ($n = 26$) Male	雌性 ($n = 23$) Female	F	P
社会性 Sociability	43.5±0.75	43.7±0.92	43.39±1.24	0.03	0.86
问候反应 Greetings	4.14±0.11	4.12±0.13	4.17±0.20	0.07	0.80
合作性 Cooperation	3.98±0.11	4.15±0.14	3.78±0.15	3.13	0.08
触摸反应 Handing	3.92±0.09	3.92±0.09	3.91±0.15	0.003	0.96
玩耍 I Interest in play I	3.59±0.12	3.35±0.15	3.87±0.17	5.52	0.023*
游戏 I 抓取 Grabbing in play I	4.08±0.10	4.00±0.12	4.17±0.17	0.69	0.41
距离游戏拔河 Tug-of-war in distance-play	3.27±0.17	3.38±0.19	3.13±0.29	0.56	0.46
探索行为 Exploration	4.20±0.15	4.31±0.18	4.09±0.24	0.54	0.46
游戏 I 拔河 Tug-of-war in play I	3.06±0.17	3.04±0.23	3.09±0.27	0.02	0.89
游戏邀请 Play invitation	1.76±0.17	1.73±0.22	1.78±0.27	0.02	0.88
与鬼的接触 Greeting with ghosts	3.71±0.20	3.96±0.24	3.43±0.33	1.76	0.19
玩耍 II Interest in play II	3.61±0.10	3.54±0.14	3.70±0.15	0.61	0.44
游戏 II 抓取 Grabbing in play II	4.20±0.10	4.15±0.14	4.26±0.14	0.28	0.60

注:不同性别犬相比, * $P < 0.05$ 。

Note. Compared between different sexes of dogs, * $P < 0.05$.

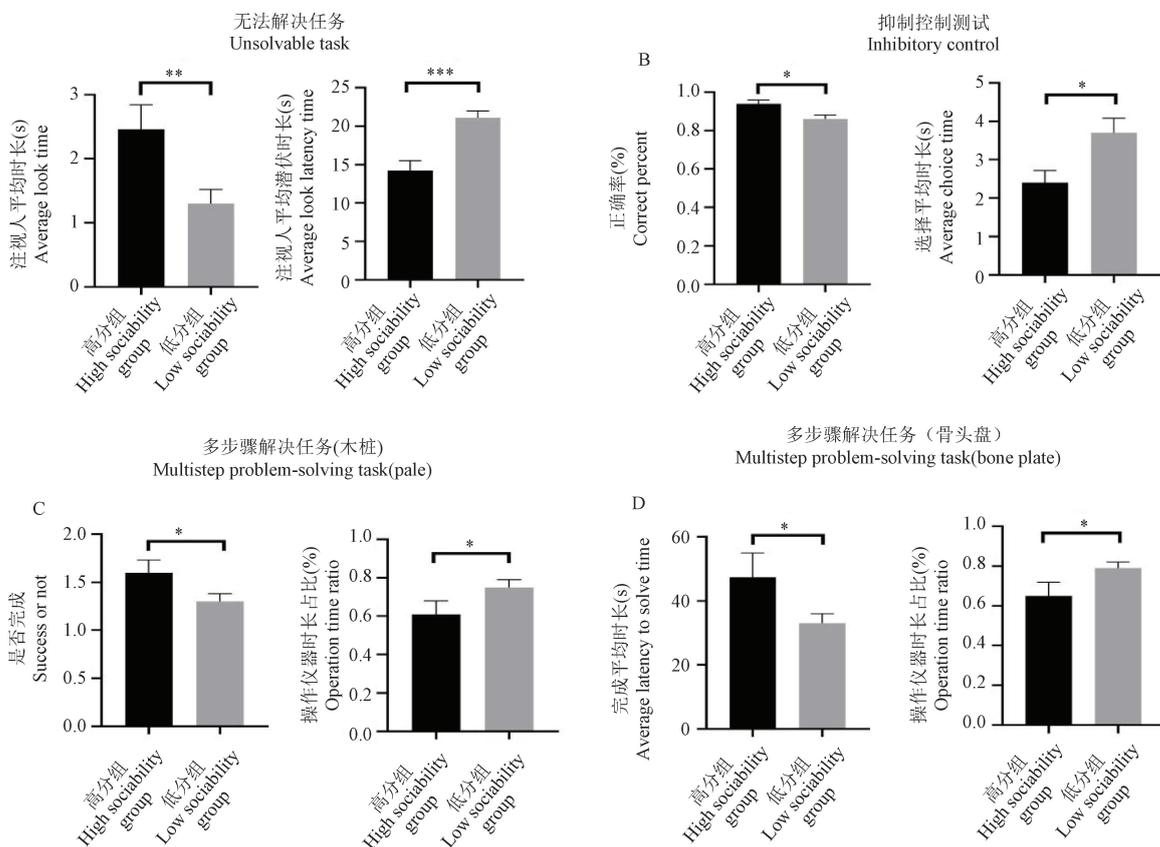
头盘时长占比显著低于低分组的犬 ($P = 0.038$)。除抑制控制测试中的正确率变量外,其他测试中不同社会性犬的正确率较接近;涉及操作仪器的测试

中,存在社会性高的犬操作仪器时长均低于社会性低的犬,注视人时长均高于社会性低的犬的趋势,但经统计无显著差异 ($P > 0.05$)。

表 3 不同社会性的犬的分组结果

Table 3 Grouping results of dogs with different sociability

分组 Group	得分 Score	<i>n</i>	月龄 Age
社会性高分组 High sociability	全部犬 All puppy	49.67±0.63	15
	雄性 Male	49.43±0.95	7
	雌性 Female	49.88±0.90	8
社会性低分组 Low sociability	全部犬 All puppy	40.82±0.62	34
	雄性犬 Male	41.52±0.76	19
	雌性犬 Female	39.93±1.02	15



注:A:无法解决任务;B:抑制控制测试;C:多步骤解决任务(木桩);D:多步骤解决任务(骨头盘)。不同社会性犬相比,* $P < 0.05$,** $P < 0.01$,*** $P < 0.001$ 。

图 9 社会性不同的犬认知测试的差异化检验结果

Note. A, Unsolvable task. B, Inhibitory control. C, Multistep problem-solving task (pale). D, Multistep problem-solving task (bone plate). Compared between different sociability of dogs, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$.

Figure 9 Results of cognitive test differences tests for dogs of different sociability

表 4 不同性别犬的认知测试各变量差异性检验结果

Table 4 Results of cognitive test behavior variables differences tests for dogs of different sexes

子测试 Subtests	行为变量 Behavior variables	全部犬 All puppy	雄性犬 ($n=26$) Male	雌性犬 ($n=23$) Female	F	P
线索标记选择 Communicative marker	正确率 (%) Correct	0.78±0.02	0.81±0.03	0.76±0.04	1.13	0.29
	选择平均时长 (s) Average choice	5.04±0.38	5.13±0.53	4.95±0.55	0.06	0.81
手势指向选择 Arm pointing	正确率 (%) Correct	0.77±0.14	0.74±0.18	0.80±0.02	4.03	0.05
	选择平均时长 (s) Average choice	4.10±0.29	4.01±0.41	4.20±0.42	0.11	0.74
无法解决任务 Unsolvable task	注视人平均时长 (s) Average look	1.66±0.20	1.64±0.31	1.68±0.26	0.01	0.93
	注视人平均潜伏时长 (s) Average look latency	18.99±0.87	19.77±1.28	18.11±1.16	0.91	0.35
	操作仪器平均时长 (s) Average operation	6.49±0.47	6.36±0.69	6.65±0.64	0.10	0.76
	熟悉次数 (n) Familiarization trials	6.77±0.16	7.08±0.23	6.43±0.19	4.64	0.04*
工作记忆测试 Working memory	20 s 正确率 (%) 20 s correct	0.72±0.03	0.74±0.42	0.68±0.04	1.04	0.31
	40 s 正确率 (%) 40 s correct	0.61±0.03	0.65±0.04	0.57±0.05	1.75	0.20
抑制控制测试 Inhibitory control	正确率 (%) Correct	0.89±0.02	0.87±0.03	0.91±0.02	1.39	0.24
	选择平均时长 (s) Average choice	3.26±0.29	3.71±0.51	2.77±0.23	2.69	0.11
认知灵活测试 Cognitive flexibility	正确率 (%) Correct	0.88±0.03	0.87±0.04	0.89±0.04	0.16	0.69
	首选正确率 (%) First side correct	0.54±0.03	0.54±0.05	0.55±0.05	0.02	0.89
	迂回选择正确率 (%) Reversal side correct	0.34±0.03	0.33±0.05	0.35±0.04	0.08	0.78
	选择平均时长 (s) Average choice	6.97±0.44	6.72±0.52	7.25±0.74	0.34	0.56
多步骤解决任务 (木桩) Multistep problem-solving task (pale)	是否完成 Success or not	1.39±0.07	1.27±0.09	1.52±0.11	3.37	0.07
	完成时长 (s) Latency to solve	94.96±3.92	89.96±5.85	100.61±4.96	1.87	0.18
	注视人时长占比 (%) Look time	0.01±0.00	0.01±0.00	0.01±0.00	0.14	0.71
多步骤解决任务 (骨头盘) Multistep problem-solving task (bone plate)	操作仪器时长占比 (%) Operation time	0.71±0.03	0.70±0.05	0.71±0.04	0.05	0.83
	完成任务数量 (n) Successful trials	2.47±0.13	2.46±0.18	2.48±0.19	0.00	0.95
	完成平均时长 (s) Average latency to solve	37.41±3.19	34.49±4.34	40.71±4.70	0.95	0.34
	注视人时长占比 (%) Look time	0.01±0.00	0.01±0.00	0.01±0.00	0.01	0.94
	操作仪器时长占比 (%) Operation time	0.75±0.03	0.76±0.05	0.73±0.04	0.34	0.57

注:不同性别犬相比, * $P<0.05$ 。Note. Compared between different sexes of dogs, * $P<0.05$.

表 5 社会性不同的犬认知测试各变量的差异性检验结果

Table 5 Results of cognitive test behavior variables differences tests for dogs of different sociability

子测试 Subtests	行为变量 Behavior variables	社会性高分组 (<i>n</i> = 15) High sociability	社会性低分组 (<i>n</i> = 34) Low sociability	<i>F</i>	<i>P</i>
线索标记选择 Communicative marker	正确率(%) Correct	0.77±0.04	0.79±0.03	0.25	0.62
	选择平均时长(s) Average choice	4.84±0.71	5.13±0.45	0.12	0.73
手势指向选择 Arm pointing	正确率(%) Correct	0.76±0.24	0.77±0.18	0.06	0.80
	选择平均时长(s) Average choice	4.21±0.63	4.05±0.32	0.07	0.80
无法解决任务 Unsolvable task	注视人平均时长(s) Average look	2.46±0.38	1.3±0.22	7.66	0.008**
	注视人平均潜伏时长(s) Average look latency	14.23±1.28	21.10±0.92	17.92	0.0001***
	操作仪器平均时长(s) Average operation	5.56±0.47	6.91±0.63	1.82	0.18
	熟悉次数(<i>n</i>) Familiarization trials	6.53±0.24	6.90±0.20	1.06	0.30
工作记忆测试 Working memory	20 s 正确率(%) 20 s correct	0.69±0.06	0.72±0.03	0.28	0.60
	40 s 正确率(%) 40 s correct	0.57±0.05	0.64±0.04	1.10	0.30
抑制控制测试 Inhibitory control	正确率(%) Correct	0.94±0.02	0.86±0.02	4.75	0.034*
	选择平均时长(s) Average choice	2.40±0.32	3.70±0.38	4.52	0.039*
认知灵活测试 Cognitive flexibility	正确率(%) Correct	0.84±0.04	0.89±0.03	0.72	0.40
	首选正确率(%) First side correct	0.50±0.06	0.56±0.04	0.59	0.45
	迂回选择正确率(%) Reversal side correct	0.34±0.06	0.34±0.04	0.004	0.95
	选择平均时长(s) Average choice	7.17±0.86	6.90±0.52	0.09	0.77
多步骤解决任务(木桩) Multistep problem-solving task (pale)	是否完成 Success or not	1.60±0.13	1.30±0.08	4.29	0.044*
	完成时长(s) Latency to solve	102.6±6.70	91.59±4.68	1.70	0.20
	注视人时长占比(%) Look time	0.01±0.01	0.00±0.00	1.29	0.26
	操作仪器时长占比(%) Operation time	0.61±0.07	0.75±0.04	4.05	0.05*
多步骤解决任务 (骨头盘) Multistep problem-solving task (bone plate)	完成任务数量(<i>n</i>) Successful trials	2.27±0.27	2.56±0.14	1.12	0.30
	完成平均时长(s) Average latency to solve	47.35±7.61	33.02±2.93	4.61	0.037*
	注视人时长占比(%) Look time	0.01±0.01	0.00±0.00	0.21	0.65
	操作仪器时长占比(%) Operation time	0.65±0.07	0.79±0.03	4.58	0.038*

注:不同社会性犬相比, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$ 。Note. Compared between different sociability of dogs, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$.

3 讨论

本研究用 DMA 行为学测试评估犬的社会性,根据 Bray 等^[20]的 DCDB 测试建立了新的犬认知测试体系。该体系包括线索标记选择、手势指向选择、无法解决任务、抑制控制测试、认知灵活测试、工作记忆测试和多步骤解决任务 7 项子测试。本研究的目的是探究社会性不同的犬的认知能力是否存在差异。结果表明,社会性不同的犬的认知能力存在差异。社会性高的犬在无法解决任务和多步骤解决任务中,注视人的时间更长,操作仪器的时间更短,并且会更快地看向人。这与 D' Aniello 等^[18]的研究一致,家养经历较多社会化的犬比统一饲养于犬舍的犬在面对无法解决任务时,注视人的时间更长且注视人的潜伏时长更短。犬长时间暴露于人类环境下,在与人类进行交流时通过凝视行为理解人类的意图^[23]。本研究认为犬在测试时试图通过看向人来获得解决问题的线索,也有研究认为犬在面对无法解决的事情时,通过看向人来寻求帮助^[24],这些都是犬在遇到困难任务时的一种解决策略。在多步骤解决任务中,社会性高的犬完成用时更长,本研究认为这是对于同一任务,社会性高的犬会花更多时间在注视人上。社会性不同的犬平均可以完成三个骨头盘道具任务中的两个,而社会性高的犬能更好的完成木桩道具的任务,因此我们认为社会性高的犬解决多步骤任务的能力更强。

本研究发现社会性高的犬在测试时可以抑制自己触碰立方体直接获取食物的冲动,转而寻找正确的路径来获得零食奖励,其抑制控制能力更强。有研究表明,社会性与攻击行为呈负相关^[25],而攻击行为与抑制控制能力较低有关^[14-16],因此本研究从侧面验证了两者的推论。大脑与行为可塑性研究的基本假设认为,如果动物行为发生了变化,那么产生行为的神经回路会发生一定的变化。反之,如果神经网络被影响,那么动物的行为也会发生改变^[26]。本研究认为社会化的过程使得犬的大脑神经网络发生改变,从而影响犬控制冲动的能力。同时 Gathercole 等^[27]认为,注意缺陷多动障碍(ADHD)的深层原因是抑制控制能力的缺陷,而患有 ADHD 的儿童或青少年存在社交障碍^[28],并表现出攻击行为。因此社会化的缺失与 ADHD 患者的抑制控制能力较差有关,本研究也发现社会性低的犬抑制控制能力较差。有研究认为工作记忆能力

较差的儿童或青少年表现出更高的攻击行为^[29],而青少年的社会性与攻击行为呈负相关^[30]。认知灵活性差与强迫症(PCD)、自闭症(ASD)等心理障碍有关,ASD 的特征是社交障碍以及存在单一且重复的行为模式^[31]。因此推测社会性低与较差的工作记忆以及缺乏认知灵活有关,但本研究中不同社会性的犬在工作记忆测试和认知灵活测试中均无显著差异,对此我们认为由于本研究对象是导盲犬预备犬,根据《寄养家庭手册》的要求,寄养家庭需在幼犬时期对犬进行特定的社会化训练,因此犬社会性的平均水平较高。这两方面仍需进一步研究对该结果进行验证。此外,我们发现所有实验犬的工作记忆正确率均随着延迟等待的秒数增多而下降,并且多数犬会选择上一次零食所在的位置而导致本次的选择错误。本研究认为这是犬已经在某个固定位置获得零食后,将此位置与零食奖励联系在一起。犬在延迟等待 40 s 条件下的正确率比 20 s 条件下更低,对此结果本研究推测是长时间的延迟等待增大了犬分心的可能性,或是犬对于更短时间内的记忆能力更好,正如导盲犬随着路径的延长错误行为会增加一样^[32]。

线索标记选择和手势指向选择两个测试均反映了犬的社会线索使用能力,Udell 等^[33]发现接受过社会化的犬在手势指向选择测试中能更好地利用手势线索完成任务,本研究与该结果不同,我们发现社会性不同的犬在社会线索使用能力上并没有显著差异。与 Udell 采用的测试方法不同,本研究中实验人员持续地提供手势指向直至犬选择完毕。大部分的犬均能使用手势线索找到藏有零食奖励的杯子,本研究认为此种结果与导盲犬预备犬普遍在幼犬时期学习坐、卧、等待等基本指令有关,寄养家庭对犬进行基本训练时会根据《寄养家庭手册》的要求采用手势指令,这使得本研究中的犬对人的手势普遍具有较好的理解能力。此外,Bary 等^[20]的研究表明犬在发育早期就可以很好地适应人类手势所表达出来的信息,手势指向对犬来说是一种相对容易理解的社会线索。Albuquerque 等^[34]认为犬可以从人的情绪表达中获取相关信息,利用情绪线索完成测试任务,后续在进行社会线索使用能力评估的测试时或可采用人的眼神线索或情感线索进行测试。

综上所述,长期以来人们一直使用特定的测试来独立研究动物的气质特征或认知能力,很少研究

两者之间的关系,而本研究的结果表明犬的认知能力受到气质影响。社会性好的犬其认知能力更好,它们在面对冲动时能更好地控制自己,完成多步骤解决任务的能力更强,在遇到无法解决问题时更倾向于转变策略向人寻求线索而不是执着于操作仪器。因此,幼年时期较好的社会化有助于犬形成更好的认知能力。

参考文献:

[1] MacLean EL, Herrmann E, Suchindran S, et al. Individual differences in cooperative communicative skills are more similar between dogs and humans than chimpanzees [J]. *Animal Behav*, 2017, 126: 41-51.

[2] King T, Hemsworth PH, Coleman GJ. Fear of novel and startling stimuli in domestic dogs [J]. *Appl Animal Behav Sci*, 2003, 82 (1): 45-64.

[3] Brown C, Jones F, Braithwaite V. *In situ* examination of boldness-shyness traits in the tropical poeciliid, *Brachyraphis episcopi* [J]. *Animal Behav*, 2005, 70(5): 1003-1009.

[4] Svartberg K, Forkman B. Personality traits in the domestic dog (*Canis familiaris*) [J]. *Appl Animal Behav Sci*, 2002, 79(2): 133-155.

[5] Batt L, Batt M, Baguley J, et al. The effects of structured Sessions for juvenile training and socialization on guide dog success and puppy-raiser participation [J]. *J Vet Behav*, 2008, 3(5): 199-206.

[6] Ristau CA. Cognitive ethology [J]. *Wiley Interdiscip Rev Cogn Sci*, 2013, 4(5): 493-509.

[7] Shettleworth S. *Fundamentals of comparative cognition 1st ed.* [M]. New York: Oxford University Press; 2013.

[8] MacLean EL, Matthews LJ, Hare BA, et al. How does cognition evolve? Phylogenetic comparative psychology [J]. *Anim Cogn*, 2012, 15(2): 223-238.

[9] Hare B, Brown M, Williamson C, et al. The domestication of social cognition in dogs [J]. *Science*, 2002, 298(5598): 1634-1636.

[10] Lazarowski L, Strassberg LR, Waggoner LP, et al. Persistence and human-directed behavior in detection dogs; Ontogenetic development and relationships to working dog success [J]. *Appl Anim Behav Sci*, 2019, 220: 104860.

[11] Bray EE, Sammel MD, Cheney DL, et al. Effects of maternal investment, temperament, and cognition on guide dog success [J]. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 2017, 114(34): 9128-9133.

[12] Benson-Amram S, Holekamp K. Innovative problem solving by wild spotted hyenas [J]. *Proc Royal Soc B*, 2012, 279: 4087-4095.

[13] Guido JM, Biondi LM, Vasallo AI, et al. Neophobia is negatively related to reversal learning ability in females of a generalist bird of prey, the Chimango *Caracara*, *Milvago chimango* [J]. *Anim Cogn*, 2017, 20(4): 591-602.

[14] Sallinen J, Haapalinna A, Viitamaa T, et al. Adrenergic $\alpha 2C$ -receptors modulate the acoustic startle reflex, prepulse inhibition, and aggression in mice [J]. *J Neurosci*, 1998, 18(8): 3035-3042.

[15] Homberg J, Pattij T, Janssen M, et al. Serotonin transporter deficiency in rats improves inhibitory control but not behavioural flexibility [J]. *Eur J Neurosci*, 2007, 26(7): 2066-2073.

[16] Poland S, Monks C, Tsermentseli S. Cool and hot executive function as predictors of aggression in early childhood: Differentiating between the function and form of aggression [J]. *Br J Dev Psychol*, 2016, 34(2): 181-197.

[17] Foraita M, Howell T, Bennett P. Working memory and inhibition in 7.5-week-old Seeing Eye Dog puppies [J]. *Appl Animal Behav Sci*, 2021, 241: 105394.

[18] D'Aniello B, Scandurra A. Ontogenetic effects on gazing behaviour: a case study of kennel dogs (Labrador Retrievers) in the impossible task paradigm [J]. *Anim Cogn*, 2016, 19(3): 565-570.

[19] Zaine I, Domeniconi C, Wynne CDL. The ontogeny of human point following in dogs: when younger dogs outperform older [J]. *Behav Process*, 2015, 119: 76-85.

[20] Bray EE, Gruen ME, Gnanadesikan GE, et al. Cognitive characteristics of 8- to 10-week-old assistance dog puppies [J]. *Anim Behav*, 2020, 166: 193-206.

[21] Bray EE, Gruen ME, Gnanadesikan GE, et al. Dog cognitive development: a longitudinal study across the first 2years of life [J]. *Anim Cogn*, 2021, 24(2): 311-328.

[22] 李雅婵. 导盲犬培训对犬社会性和胆量的影响研究 [D]. 大连: 大连医科大学, 2017.

Li YC. The influence of guide dog training on the sociality and nerve of dogs [D]. Dalian: Dalian Medical University, 2017.

[23] Nagasawa M, Mitsui S, En S, et al. Social evolution. Oxytocin-gaze positive loop and the coevolution of human-dog bonds [J]. *Science*, 2015, 348(6232): 333-336.

[24] Mendes JWW, Resende B, Savalli C. A review of the unsolvable task in dog communication and cognition: comparing different methodologies [J]. *Anim Cogn*, 2021, 24(5): 907-922.

[25] Appleby D, Bradshaw J, Casey R. Relationship between aggressive and avoidance behaviour by dogs and their experience in the first six months of life [J]. *Vet Rec*, 2002, 150(14): 434-438.

[26] Kolb B. *Brain plasticity and behavior* [M]. Mahwah, N. J.: Lawrence Erlbaum Associates; 1995.

[27] Gathercole SE, Alloway TP, Kirkwood HJ, et al. Attentional and executive function behaviours in children with poor working memory [J]. *Learn Individ Differ*, 2008, 18(2): 214-223.

[28] Klinkeit E, Graham C, Lee P, et al. Children should be seen and heard: self-report of feelings and behaviors in primary-school-age children with ADHD [J]. *J Atten Disord*, 2006, 10(2): 181-191.