

音乐在黑猩猩采血训练中的应用初探

张亚兰^① 汪丽芬^① 应志豪^① 龚利洋^① 楼毅^① 潘扬^{②③*}

① 杭州动物园 杭州 310008; ② 安庆师范大学生命科学学院 安庆 246133; ③ 生态环境部南京环境科学研究所 南京 210042

摘要: 正强化采血训练后可在动物没有物理或化学保定的条件下获取其血液样品, 最大限度减少因应激对动物带来的伤害。常规的正强化采血训练中, 动作的保持主要靠食物作为强化物, 用非固定强化的方法进行。本研究在使用非固定强化的方法对 3 只黑猩猩 (*Pan troglodytes*) 进行采血训练失败后, 根据黑猩猩喜爱音乐并能识别音乐旋律的特征, 将音乐加入到采血训练中, 起到了连续正强化物和计时的作用。结果发现, 使用音乐进行采血训练时, 3 只黑猩猩的动作保持时间极显著高于非固定强化方法(无音乐)的动作保持时间。3 只黑猩猩完成训练的次数, 即达到训练效果所需的最少次数有所不同, 个体贝贝的训练次数最多(177 次), 训练难点是尖针脱敏 4 min; 其次是个体亚亚(69 次), 训练难点是动作保持 4 min; 个体明明的训练次数最少(42 次)。训练完成后, 3 只黑猩猩均可以在 4 min 的音乐播放中完成采血, 中途不用饲喂任何食物。结果表明, 音乐可以延长黑猩猩在采血训练中的动作保持时间, 增加训练的稳定性。本研究的方法与结果可为同行业的相关工作者提供参考和借鉴。

关键词: 黑猩猩; 音乐; 采血训练

中图分类号: Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2023) 03-402-07

A Preliminary Exploration on the Application of Music in the Blood Collection Training of Chimpanzee *Pan troglodytes*

ZHANG Ya-Lan^① WANG Li-Fen^① YING Zhi-Hao^① GONG Li-Yang^①
LOU Yi^① PAN Yang^{②③*}

① Hangzhou Zoo, Hangzhou 310008; ② College of Life Sciences, Anqing Normal University, Anqing 246133;

③ Nanjing Institute of Environmental Sciences, Ministry of Environmental Protection of the People's Republic of China, Nanjing 210042, China

Abstract: [Objectives] Positive reinforcement blood collection training allows to collect blood samples from animals without physical or chemical bonding, minimizing injuries due to stress. In conventional positive reinforcement blood collection training, non-fixed reinforcement, mainly food, is used as a reinforcer to maintain the movement. In this study, after failing to train three chimpanzees in blood collection using non-fixed reinforcement, music was added to the blood collection training as a continuous positive reinforce and timer for the first time, based on the characteristic that chimpanzees love music and can recognize musical

基金项目 安徽省高校科研计划项目 (2022AH051052), 江苏省博士后基金项目 (No. 2018K064B);

* 通讯作者, E-mail: panyang29@126.com;

第一作者介绍 张亚兰, 女, 硕士研究生; 研究方向: 行为学; E-mail: 295100081@qq.com。

收稿日期: 2022-07-05, 修回日期: 2023-02-06 DOI: 10.13859/j.cjz.202303009

melodies. **[Methods]** The retention time of blood collection action of each chimpanzee during training without music and with music was recorded respectively. SPSS Statistics (version 20.0) was used for statistical analysis. First, Shapior-Wilk test was used for normality test. For data conforming to normal distribution, paired sample *t*-test was used for testing. Conversely, Wilcoxon signed-rank test was used for data that are not normally distributed. **[Results]** When using music for blood collection training, the movement retention time of the three chimpanzees was significantly higher than that of the non-fixed reinforcement method (without music) (Table 1). The number of times each chimpanzee completed the training, that is, the minimum number of times required to achieve the required training effect varies. Beibei had the most training sessions (177 times) and the training difficulty was sharp needle desensitization for 4 min, followed by Yaya (69 times) and the training difficulty was holding the movement for 4 min. Mingming had the fewest training sessions (42 times) (Table 2). **[Conclusion]** Upon completion of training, all three chimpanzees were able to complete blood collection during 4 min of music playing, without feeding any food in the middle of the session. That is, music can prolong the movement retention time of chimpanzees during blood collection training and increase the stability of training. The methods and study can provide a sound reference and approach for related workers in the same industry.

Key words: *Pan troglodytes*; Music; Blood collection training

黑猩猩 (*Pan troglodytes*) 属灵长目人科黑猩猩属。野生黑猩猩主要分布在非洲中部和西部的热带雨林中 (Goodall 1983)。由于伐木、开垦等原因, 黑猩猩的栖息地在不断丧失, 种群数量也在逐渐下降。动物园作为迁地保护的重要场所, 有责任也有更多机会参与对黑猩猩的疾病防治和营养管理。血液生理生化值可反映机体的健康状况, 在疾病的诊断、监测过程中常以此作为衡量的指标之一 (Alemede et al. 2010, Etim et al. 2014)。通过正强化训练可让动物在没有物理或化学保定的条件下获取血液样品, 最大限度减少因应激所带来的伤害 (何绍纯等 2011, 刘赫等 2014)。

在训练中, 强化方式分为连续和间歇强化, 连续强化即持续给予强化物。间歇强化分为固定强化和非固定强化。固定强化是指以反应的数量 (定比强化) 或时间 (定时强化) 为单位来实施强化; 非固定强化是指安排强化的反应次数或时间间隔不以固定标准出现 (郭志宏 2005)。动物园开展的正强化行为训练中, 一般以食物作为正强化物, 使用的方法主要有定时强化和非固定强化。定时强化用读数的方式进

行 (祝朝怡等 2019)。对于采血这类动作保持时间较长的训练, 通常采用非固定强化的方式 (雷钧等 2019), 将采血过程分为握住采血架、酒精消毒、针刺、采血等几个小步骤, 完成每个小步骤后, 再给予食物奖励 (成世清等 2013, 李梅荣等 2014, 刘义坡 2019, 王聪等 2021)。

杭州动物园自 2019 年 6 月陆续用非固定强化的方法对 3 只黑猩猩开展采血训练, 握住采血架和按压寻找血管这两个步骤都进行得比较顺利, 但 3 只黑猩猩的动作保持时间无法达到采血时长要求, 会在采血未完成时自行收回手臂, 导致训练失败。音乐作为提高动物福利的有效手段, 可改善动物的行为和精神状态 (闫红 2021)。研究表明, 音乐播放期间等待挤奶的奶牛数量明显增加 (Uetake et al. 1997); 音乐环境中鹌鹑 (*Coturnix japonica*) 的进食习惯明显改善且攻击性减弱 (Cabral et al. 2017); 音乐能减少黑猩猩的攻击次数, 缓解其不安情绪 (Howell et al. 2003, Videan et al. 2007)。本研究将音乐加入到采血训练中, 除了作为持续的正强化物, 还根据黑猩猩能识别音乐旋律的特征 (Mingle et al. 2014), 将其作为一种计时

工具,进行定时强化训练。目前,3只黑猩猩均可以在4 min的音乐播放中完成采血的全部过程,中途不用饲喂任何食物。本文对此方法进行了总结和探讨,以期为同行业的相关工作者提供参考和借鉴。

1 研究对象及器材

1.1 研究对象

3只黑猩猩呼名分别为贝贝、亚亚和明明,都具有一定的训练基础,能够应答响片和食物的桥连接。

黑猩猩贝贝,雌性,2009年出生。自2019年6月开始进行采血训练,2周后,可根据指令握住采血架,完成酒精消毒。用去掉尖头的钝采血针刺刺激手臂时表现得也很稳定,但对尖针敏感,看到针刺入血管,就发出恐惧的尖叫声,同时迅速收回手臂。有时还会出现应激反应,看到尖针便不愿意靠近采血架,或对训练员吐口水。尖针脱敏训练进行了5个月仍未能成功。

黑猩猩亚亚,雌性,2006年出生。可根据指令做简单的胸腹定位、手脚展示、口腔检查。但稳定性差,动作保持时间较短,常在训练中发出尖叫,并自行中断训练,对人信任度一般,训练中偶尔出现攻击行为。

黑猩猩明明,雌性,2000年出生。有一定的训练基础,对人信任度高,稳定性较好,未出现过攻击行为。

1.2 训练器材

杭州动物园黑猩猩活动场分为内、外展厅和内室,其中,内室不对外展出,有数十个笼舍,晚上黑猩猩会单独在固定的笼舍休息。采血训练在傍晚黑猩猩收回内室之后进行,训练人员由兽医和训练员组成,为了与黑猩猩建立信任,训练过程中不更换人员。

采血架设在干扰较低且黑猩猩更有安全感的内室笼舍中。黑猩猩是半树栖的灵长类,在地面活动时,四肢着地,以弯曲的指节作为支撑,很少站姿行走(Nishida 2010),所以,使

黑猩猩以舒适的坐姿进行训练,更容易保持训练的动作。对黑猩猩躯体高度进行测量,将采血架的开口高度定为离地55 cm,笼舍开口处连接用PVC管制成的采血架(图1)。黑猩猩攻击性较强,且反应速度极快,为防止其手掌从采血位置中伸出,PVC管开18 cm长×3 cm宽的竖向小口,降低了训练者被拖拽和抓伤的风险。笼子和采血架的连接处设有缝隙,缝隙处放有可上锁的抽拉门,不采血时锁上,以免黑猩猩手臂伸出。

训练器材有响片、目标棒、钝针和尖针等。训练所用的音乐为旋律不同的3段音乐,时长分别为30 s、1 min和4 min,最终目标是4 min。完成训练后的奖励是平常饲料中没有的食物,如橙汁、猕猴桃和酸奶等。



图1 PVC采血架

Fig. 1 PVC blood collection equipment

2 训练方法

分别记录无音乐和用音乐进行采血训练时,每只黑猩猩的动作保持时间。

2.1 训练音乐的选择

研究表明,黑猩猩更偏好非洲或印度音乐的音调旋律(Mingle et al. 2014),并可随着音乐节奏摇摆身体(Yuko et al. 2020)。但采血过程需要黑猩猩保持平静、稳定的状态,要避免摇滚乐等容易使黑猩猩情绪激动的类型,因此本研究选择了旋律舒缓的音乐,既能够吸引黑猩猩,让其放松情绪,又不至于太过兴奋,做

出大幅度动作影响训练。

2.2 训练步骤

采血时, 黑猩猩先掌心朝上伸出手臂, 根据指令握紧采血架, 由于其前臂被毛, 血管不易寻找, 需要兽医在手臂上端轻轻按压, 使静脉隆起, 触摸找到前臂静脉, 才可进行采血, 整个过程时长约 2~4 min, 所以最终动作保持时间设为 4 min。训练的目标是黑猩猩握住采血架后便开始播放 4 min 的音乐, 期间兽医进行采血, 动物保持手握采血架的姿势直至音乐结束, 整个采血过程中仅以音乐作为正强化物, 采血成功且音乐结束后再给予食物奖励。

在训练开展之前, 兽医、训练员均与训练目标个体相互熟悉, 建立初步信任。

根据目标行为, 将采血训练拆分成如下五个步骤。训练时, 给予口令, 当黑猩猩做出正确的动作时, 按下响片, 对其行为进行强化。每个步骤连续 3 次正确后, 即为训练成功。一个步骤训练成功后, 再开展下一步骤的训练。若新步骤训练过程中黑猩猩反复出错, 则回到上一步骤的训练。最后一个步骤训练成功后, 即为采血训练完成。

手定位: 发出口令“手”, 并用目标棒进行指示, 黑猩猩手可随目标棒移动。本研究中 3 只黑猩猩均有一定的训练基础, 可以完成手定位, 所以本步骤只重复 3 次, 就开始下一步骤的训练。

握住采血架: 发出口令“握”, 黑猩猩手握住采血架指定位置, 露出手臂。

动作保持训练: 建立桥连接——用食物作为初级强化物, 响片和 30 s 音乐作为次级强化物。在黑猩猩平静状态下, 播放 30 s 音乐, 音乐结束后按下响片, 并给予食物奖励。多次重复, 直到黑猩猩明白音乐结束后便能得到食物奖励, 代表桥连接已成功建立, 再开展训练。以往用非固定强化的方法进行动作保持训练时, 先使用了不定频率的方法, 即训练次数不等, 发现 3 只黑猩猩均在 2 次训练后失去耐心, 不愿配合。故将训练次数定为 2 次/d, 再使用

不定时间的方法, 仍然失败。为了恢复黑猩猩对采血训练的信心, 将动作保持训练的次数定为 1 次/d, 使用音乐进行定时强化。训练方法: 黑猩猩握住采血架后, 播放 30 s 音乐, 并发出口令“保持”, 黑猩猩保持握住采血架的姿势直至音乐结束, 按下响片, 并给予食物奖励。动作保持 30 s 的训练稳定后, 用 1 min 音乐进行建立桥连接及动作保持训练, 方法同上。动作保持 1 min 的训练稳定后, 用 4 min 音乐进行建立桥连接及动作保持训练, 方法同上。

钝针脱敏: 钝针脱敏的次数定为 1 次/d, 黑猩猩握住采血架后, 播放 4 min 音乐, 并发出口令“钝针”, 用钝针在手臂血管位置做疼痛刺激, 黑猩猩保持握住采血架的姿势直至音乐结束, 按下响片, 并给予食物奖励。

尖针脱敏: 尖针脱敏的次数定为 1 次/d, 黑猩猩握住采血架后, 播放 4 min 音乐, 并发出口令“针”, 兽医进行采血, 黑猩猩保持握住采血架的姿势直至音乐结束, 按下响片, 并给予食物奖励。

2.3 数据统计分析

对播放音乐和无音乐(非固定强化)情况下, 每只黑猩猩的动作保持时间, 首先采用 Shapiro-Wilk 检验进行正态性检验, 符合正态分布采用配对样本 t 检验比较差异的显著性; 反之, 采用 Wilcoxon 符号秩检验。对用音乐进行采血训练的方法进行描述性报告, 并记录 3 只黑猩猩各步骤的训练次数。

全部数据统计分析使用 SPSS Statistics 20.0 完成。显著性标准为 0.05, 极显著标准为 0.01, 双尾检验。

3 结果

3.1 不同方法的动作保持时间差异

用播放音乐和无音乐(非固定强化)两种方法进行训练时, 3 只黑猩猩的动作保持时间差值经 Shapiro-Wilk 检验, 均符合正态分布。经配对样本 t 检验, 使用音乐训练时, 3 只黑猩猩的动作保持时间均极显著高于无音乐时

的动作保持时间（表 1）。并且使用音乐做定时强化训练时，3 只黑猩猩的动作保持时间均为 4 min，极为稳定。结果表明，音乐可以延长黑猩猩在采血训练中的动作保持时间，并增加训练的稳定性。

3.2 黑猩猩的训练次数

完成训练的次数可反映出个体的训练难度，3 只黑猩猩中，最难训练的是贝贝，共进行了 177 次训练后才达到训练标准，其次是亚亚，经 69 次训练后达到训练标准，而明明只进行了 42 次训练就达到了训练标准（表 2）。

贝贝的训练难点是 4 min 尖针脱敏，贝贝对针刺这一行为极其恐惧，所以在此步骤耗费的时间较长。亚亚的训练难点是动作保持 4 min，在平时的训练中，亚亚的性格也相对急躁，所以在此步骤耗费的时间较长。而明明的各步骤

训练次数相对平均。

在采血训练完成后，杭州动物园每月对黑猩猩进行采血，监测其健康状况，目前 3 只黑猩猩均未出现采血失败的情况。

4 讨论

4.1 强化方法的选择

在黑猩猩的采血训练中，使其长时间保持一个姿势不动，是训练中的难点。

最初，选择了不定时间强化（非固定强化）的方法，即动作保持的时间长短不固定，训练员随机在动作保持几秒到几分钟时按下响片，并给予食物奖励。但黑猩猩性格好动，容易对训练失去兴趣。本研究 3 只黑猩猩均在动作保持 0.5 min 后稳定性变差，自主收回手臂，导致训练失败。

表 1 动作保持时间的差异

Table 1 Differences in movement retention time				
研究对象 Research target	无音乐 Without music (s) <i>n</i> = 10	有音乐 With music (min) <i>n</i> = 10	<i>t</i>	<i>P</i>
贝贝 Beibei	84.90 ± 40.81 (29 ~ 138)	4	12.018	< 0.001
亚亚 Yaya	60.50 ± 9.56 (49 ~ 77)	4	59.377	< 0.001
明明 Mingming	84.60 ± 17.74 (55 ~ 118)	4	27.701	< 0.001
优劣势 Advantages and Disadvantages	方法相对简单 Method is relatively simple	需要建立食物、响片和音乐的桥连接 Need to establish a connection between food, marker training, and music		/
适用场景 Application Scenario	适用于动作保持时间较短的训练 Suitable for training with a short hold time	适用于动作保持时间较长的训练 Suitable for training with a long hold time		/

表 2 黑猩猩的训练次数

Table 2 Number of training sessions for Chimpanzees			
目标行为 Behavior	训练次数 Number of training sessions		
	贝贝 Beibei	亚亚 Yaya	明明 Mingming
手定位 Hand positioning	3	3	3
握住采血架 Hold the blood collection equipment	7	15	3
动作保持 30 s Hold the movement for 30 s	35	11	14
动作保持 1 min Hold the movement for 1 min	18	8	9
动作保持 4 min Hold the movement for 4 min	32	20	7
4 min 钝针脱敏 Blunt needle desensitization for 4 min	14	7	3
4 min 尖针脱敏 Sharp needle desensitization for 4 min	68	5	3
总计 Total	177	69	42

其次，为了延长动作保持的时间，使用食物进行连续强化，即在黑猩猩握住采血架后不断饲喂食物。但其智商较高，经过数次训练，就会在针即将刺入皮肤时收回手臂，针拿开后又主动握住采血架，以此获取食物奖励，导致训练失败。

再次，尝试用沙漏进行定时强化，训练开始时将沙漏倒置，沙子全部流到下半部分玻璃罩后就结束训练，让黑猩猩可以感知训练结束的时间，增加稳定性。但训练中黑猩猩的注意力主要集中在兽医和训练员身上，沙漏无法起到计时的效果，导致训练失败。

最终，根据黑猩猩能够区分音乐旋律的特征 (Mingle et al. 2014)，使用固定的音乐作为计时器，使黑猩猩在关注兽医和训练员的同时，可以根据旋律感知训练结束的时间，有效增加了稳定性，延长了动作保持的时间。

4.2 音乐的作用

杭州动物园的黑猩猩均对音乐极其感兴趣，每次播放音乐时，它们都会停止其他活动，凑近倾听，有时还会随之晃动身体。将音乐加入到训练中，起到了连续正强化物的作用，吸引了黑猩猩注意力，使其愿意主动受训。

采用不定时间强化的方法训练时发现，有几次贝贝的注意力被其他事物吸引，未察觉尖针已刺入血管，便仍旧保持握住采血架的姿势，但当其发现手臂中的采血针后，情绪立刻激动起来，发出尖叫，并迅速收回手臂。静脉采血只在针刺入血管的瞬间有一定的刺痛感，采血的过程中一般不会感到疼痛。这表明贝贝抗拒针刺并不完全是因为疼痛，可能是由于其对采血过程不了解，且性格较敏感，对针刺入血管的后续行为产生恐惧，因此一直无法对尖针脱敏。与不定时间的强化方法相比，利用固定的音乐进行定时强化，使其根据旋律感知训练结束的时间，可逐渐消除恐惧，更容易坚持到采血结束。

以往的正强化行为训练中，正强化物主要依靠食物，对于采血等训练，常使用非固定强

化的方法。本研究将音乐加入到采血训练中，取得了明显成效。之后对黑猩猩开展胎心、B超监测等同样需要长时间保持稳定的训练时，也可以尝试将音乐加入其中。

4.3 训练中的个体差异

动物性格对行为训练的效果有重要的影响。同一个物种中，有些个体乐于与人接触，而另一些个体则惧怕与人接触，或表现出攻击行为。性格的差异必然导致行为训练的结果差异，即有些个体相对容易训练，有些个体训练起来则比较困难。在针对猕猴 (*Macaca mulatta*) 的研究中，那些在探索性、温和性因素值高的个体比较容易学会训练动作，而那些性格压抑的个体则较难学会 (Coleman et al. 2005, Coleman 2012)。杭州动物园的黑猩猩中，个体明明对人信任度高，因此短时间的系统训练，便能顺利完成采血。而训练时间最长的贝贝，性格极其敏感，有陌生的声音或人出现时，便会躲在角落里不敢靠近。但最终，3 只黑猩猩均能在 4 min 的音乐中保持手握采血架的姿势不动，配合兽医进行采血，中途不需要食物奖励。所以，尽管有些个体训练起来比较困难，训练人员仍要始终坚持。对于那些性格敏感或是攻击性较强的个体，可以采用一些特殊的方法，来吸引其注意力、消除恐惧，以达到训练目的。

参 考 文 献

- Alemede I C, Adama J Y, Ogunbajo S A, et al. 2010. Haematological parameters of Savanna Brown does fed varying dietary levels of flamboyant tree seed meal. *Pakistan Journal of Nutrition*, 9(2): 167–170.
- Cabral N C, Untalan H, Rieta P C. 2017. Type of music on the growth a laying performance, behavior and marketability of Quails. *Open Science Journal*, 2(4): 1–15.
- Coleman K. 2012. Individual differences in temperament and behavioral management practices for nonhuman primates. *Applied Animal Behaviour Science*, 137(3-4): 106–113.
- Coleman K, Tully L A, Mcmillan J L. 2005. Temperament correlates with training success in adult rhesus macaques. *American*

- Journal of Primatology, 65(1): 63–71.
- Etim N N, Williams M E, Akpabio U, et al. 2014. Haematological parameters and factors affecting their values. *Scientia Agricola*, 2(1): 37–47.
- Goodall J. 1983. Population dynamics during a 15 year period in one community of free-living Chimpanzees in the Gombe National Park, Tanzania. *Ethology*, 61(1): 1–60.
- Howell S, Schwandt M, Fritz J et al. 2003. A stereo music system as environmental enrichment for captive Chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Lab Animal*, 32(10): 31–36.
- Mingle M E, Eppley T M, Campbell M W. 2014. Chimpanzees prefer African and Indian music over silence. *Journal of Experimental Psychology: Animal Learning and Cognition*, 40(4): 502–505.
- Nishida T. 2010. Chimpanzee Behavior in the wild: An Audio-Visual Encyclopedia. Tokyo: Springer Tokyo, 22–23.
- Uetake K, Hurnik J F, Johnson L. 1997. Effect of music on voluntary approach of dairy cows to an automatic milking system. *Applied Animal Behaviour Science*, 53(3): 175–182.
- Videan E N, Fritz J, Howell S, et al. 2007. Effects of two types and two genre of music on social behavior in captive Chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*, 46(1): 66–70.
- Yuko H, Masaki T. 2020. Rhythmic swaying induced by sound in Chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 117(12): 936–942.
- 成世清, 陈武, 杨艳姬, 等. 2013. 幼龄黑猩猩的医疗管理训练. *野生动物*, 34(4): 187–189.
- 郭志宏. 2005. 经典性条件反射与操作性条件反射的比较. *内蒙古科技与经济*, 9(2): 101–103.
- 何绍纯, 刘学锋, 张轶卓, 等. 2011. 圈养大熊猫的行为训练. *野生动物*, 32(5): 282–284.
- 雷钧, 卫泽珍, 刘珑, 等. 2019. 黑猩猩正强化行为训练探讨. *野生动物学报*, 40(1): 182–186.
- 李梅荣, 窦海静, 李俊嫻. 2014. 圈养猩猩的行为训练. *野生动物学报*, 35(1): 62–65.
- 刘赫, 张金国, 王泽重, 等. 2014. 动物行为训练的意义和方法. *中国动物保健*, 16(1): 20–22.
- 刘义坡. 2019. 白颊长臂猿的采血训练. *养殖与饲料*, 18(3): 45–46.
- 王聪, 俞锦华, 张卫平, 等. 2021. 黑猩猩的医疗行为训练及展示. *野生动物学报*, 42(3): 825–830.
- 闫红. 2021. 音乐对动物行为和生理活动的影响研究进展. *畜牧与饲料科学*, 42(6): 46–49.
- 祝朝怡, 马晓萍, 钱程, 等. 2019. 圈养大熊猫的部分行为训练. *野生动物学报*, 40(2): 463–466.