

中华鲮鱼逃逸运动的方向偏好*

彭静, 曹振东, 付世建

(重庆师范大学 进化生理与行为学实验室 动物生物学重点实验室, 重庆 401331)

摘要:为考查中华鲮鱼(*Rhodeus sinensis* Günther)逃逸运动过程中的行为不对称性,将67尾实验鱼单独饲养,然后分别于(20±1.0)℃条件下进行10次T形迷宫实验,以确定实验鱼是否存在方向偏好(朝迷宫同一方向8次及以上则认为该实验鱼有方向偏好行为),并计算具方向偏好个体占全部实验鱼的比例;随后将上述实验在3d后进行一次重复,以考查初次测试中具偏好个体在重复实验中是否仍保持初始方向偏好,并计算保持了初始方向偏好个体占全部实验鱼的比例。结果显示,两次测试中具方向偏好个体分别占全部实验鱼的25.4%和22.4%,其中左、右偏好分别各占9.0%、16.4%和11.9%、10.4%,两次测试之间的相对偏侧指数(Relative lateralization index,LR)没有差异($p>0.05$)且均呈正态分布;经一次跟踪重复测试后,保持了初始方向偏好的个体占全部实验鱼的比例由25.4%显著下降至9.0%($p<0.05$)。研究结果表明,实验鱼种群中存在具运动方向偏好的个体;评估该种鱼逃逸运动方向偏好需要进行跟踪重复测试;具稳定方向偏好的中华鲮鱼比例低于相关文献报道的其他鱼类,因此该种鱼的运动方向偏好可能对它的生存适合度的贡献较小。

关键词:方向偏好;T形迷宫实验;跟踪重复测试;中华鲮鱼

中图分类号:Q958.118

文献标志码:A

文章编号:1672-6693(2014)04-0037-03

有关高等脊椎动物由于大脑两半球功能不对称而引起的行为不对称性现象已有大量的文献报道,这些研究发现哺乳类等的行为不对称多表现在肢体和感觉器官的使用上^[1-3]。近年来国外有研究者对鱼类是否也存在类似的行为不对称现象产生了浓厚的兴趣。研究发现鱼类也具备行为不对称性,并且这种行为不对称性多表现在运动时的转向,即左、右方向偏好^[4]。研究者通过一系列行为测试发现,许多鱼类的自然种群和实验室种群都表现出了一定程度的方向偏好,且种群中左、右偏好个体与非偏好个体数目呈正态分布^[4]。方向偏好的出现使得部分鱼类在特定环境中有了优势,具方向偏好的个体在捕食过程中反应时滞更短^[5],捕食成功率也更高^[6]。尽管有研究发现鱼类的方向偏好具有一定的遗传基础,但是另有研究发现自然种群中部分个体会因为生活经历而发生方向偏好的变化^[7],且同一种鱼的偏好个体所占比例在不同研究间也不尽相同^[5,8]。究竟鱼类方向偏好这种特性的稳定性如何还有待研究。国外相关研究多以鲈科(Cyprinodontidae)鱼类为实验对象,而国内还未见有关鱼类方向偏好的报道。鲈科鱼类体型较小且多生活环境复杂,转向能力可能具有重要的生态意义。因此,本研究选取同样是体型较小的,在国内水库、溪流地区常见的鲤科鱼类(Cyprinidae)——中华鲮鱼(*Rhodeus sinensis* Günther)为研究对象。考查该鱼的行为是否存在方向偏好及其稳定性。

1 材料和方法

1.1 材料来源与驯化

本研究所用的实验鱼于2013年6月在重庆大学城杨家沟水库捕获,将它们置于本实验室规格为1.2 m×0.55 m×0.55 m的自净化循环控温水槽内驯养15 d。然后挑选出67尾体重为(2.64±0.04) g、体长为(4.54±0.03) cm的身体健康且大小相近的实验鱼分别转移至独立的养殖单元(16 cm×11 cm)适应3 d。上述驯养及适应期间,每天以商业颗粒饲料饱足投喂两次,水温控制在(20±1.0)℃,以充气泵不断向水体充入空气使其溶氧量接近饱和,光照周期为光照12 h:黑暗12 h。

1.2 实验方案与数据分析

实验开始前将实验鱼置于迷宫(图1)内适应1 h,在第50 min时于离起始臂末端20 cm处放置挡板^[9],以使实验鱼在电场内。刺激前轻轻地取走挡板,再通过30 ms的电刺激观察实验鱼的逃跑反应,电刺激后实验鱼将

* 收稿日期:2013-11-19 修回日期:2014-01-09 网络出版时间:2014-7-3 23:03

资助项目:国家自然科学基金(No. 31172096);重庆市自然科学基金重点项目(No. 2013jjB20003)

作者简介:彭静,女,研究方向为鱼类生理生态,E-mail:pengjing5689@foxmail.com;通讯作者:付世建,E-mail:shijianfu9@hotmail.com

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/50.1165.N.20140703.2303.008.html>

游向迷宫的左臂或者右臂。每 10 min 重复 1 次上述操作,每尾实验鱼均重复刺激 10 次,并分别记录每次的转向。为了消除环境可能存在的影响,1~5 次刺激时 T 形迷宫位置一致,在第 6~10 次刺激中以 180°调转了 T 形迷宫的方向。计算相对偏侧性指数(Relative lateralization index, LR),公式为 $LR = (\text{转右次数} - \text{转左次数}) / (\text{转右次数} + \text{转左次数}) \times 100$;计算结果分布为 -100~100,其中 -100 表示 10 次迷宫测试均转向左臂,100 表示 10 次迷宫测试均转向右臂。其中 $|LR| \geq 60$ 的为偏好个体(即朝同一个方向转 8 次及以上), $|LR| < 60$ 的为不具偏好个体^[4]。

上述实验操作结束后将实验鱼转移至原单元格内进行驯养,3 d 后进行跟踪重复实验。若实验鱼能在跟踪重复中保持首次测试中的偏好,即两次测试中 LR 值都大于 60(右偏好)或小于 60(左偏好),则认为该尾实验鱼的方向偏好具有稳定性。

实验数据用 WPS 软件进行常规计算,数据统计分析在 SPSS 17.0 软件中进行,其中百分比差异采用卡方检验。统计数值以“平均值±标准误”(Mean±SE)表示,显著性水平为 $p < 0.05$ 。

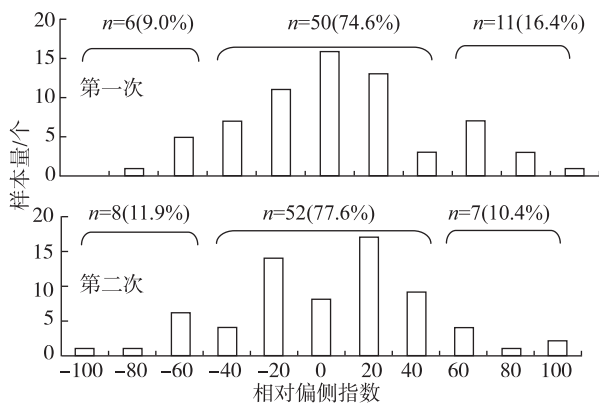
2 结果

2.1 中华鲮相对偏侧指数分布

67 尾中华鲮两次迷宫实验中相对偏侧指数分布如图 2 所示。两次评估中 $|LR| \geq 60$ 的实验鱼所占比例分别为 25.4% 和 22.4%,经卡方检验无显著差异,且两次测试中的偏好个体与非偏好个体数目服从正态分布。

2.2 中华鲮方向偏好的稳定性

由图 3 可见,第一次测试中左、右偏好个体分别为 6 和 11,第二次测试中左、右偏好个体数分别为 8 和 7。其中在第一次测试里的 6 尾左偏好的个体只有 3 尾在第二次测试中也表现出左偏好,第一次测试里的 11 尾右偏好个体也只有 3 尾在第二次测试中表现出右偏好。经卡方检验发现偏好个体所占比例在经过跟踪重复测试后由初始的 25.4% 显著下降到 9.0% ($p < 0.05$)。



注: n 表示样本量,百分数为对应样本量占总样本量的百分比,其中 $LR \leq -60$ 表示左偏, $LR \geq 60$ 表示右偏,其余为不偏)

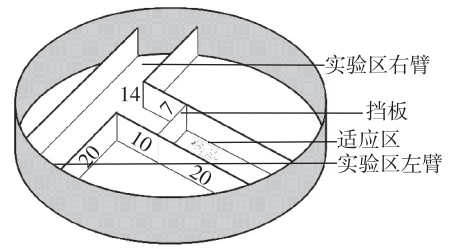
图 2 两次迷宫实验中中华鲮的偏侧指数分布

Fig. 2 LR of *R. sinensis* Günther in 2 series of T-tour trails

3 讨论

3.1 中华鲮的方向偏好

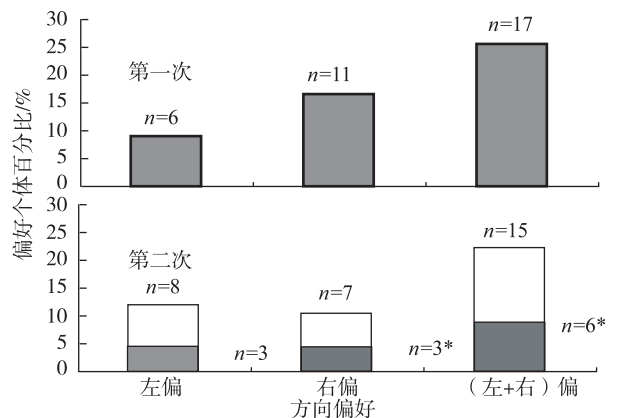
众多的鱼类已经被报道存在方向偏好这种行为不对称性,且这种方向偏好的出现可能是有利有弊的,因此可能并非所有的个体都具有方向偏好。在对 40 尾鲈鱼(*Cymatogaster aggregata*)进行迷宫实验的研究中发现,约 30% 的个体表现出方向偏好,且其中左、右偏好和非偏好个体的数量服从正态分布^[4]。从本研究的结果看,第一、二次测试中分别有 25.4% 和 22.4% 的个体表现出方向偏好,与鲈鱼研究中的偏好比例相比偏低,但左、右偏好和非偏好个体数目也均呈正态分布。在对黑鲈(*Micropterus salmoides*)和虾虎鱼(*Rhinogobius* sp.)捕食-反



注:图中数字单位为 cm。

图 1 实验装置示意图

Fig. 1 The sketch of experiment equipment



注: n 表示样本量,整个柱状数值表示该次测试中偏好个体所占比例,其中阴影部分表示该次测试中保持了第一次测试中的方向偏好个体所占百分比(*表示第二次测定表现为相同方向偏好比例显著低于第一次测试, $p < 0.05$)。

图 3 两次测试中不同方向偏好及总偏好个体的百分比

Fig. 3 The percentage of fish showed left, right and left plus right lateralization during two series of T-tour trails

捕食的研究中发现,虽然两种鱼中均出现了左偏好或者右偏好的个体,但当左偏好的虾虎鱼遇到右偏好的黑鲈时,被捕食的几率更高^[10]。由此可见偏好的出现对鱼类捕食或逃逸反应有一定的影响,这可能就制约着偏好个体的大量出现,因此偏好与非偏好个体数量呈正态分布。

3.2 中华鲮方向偏好的稳定性

在对食蚊鱼种间方向偏好的研究发现不同种间的偏好个体比例存在差异,不同刺激方式下的同种鱼偏好个体比例也存在差异^[11]。本研究通过跟踪测试的方法对中华鲮进行了两次迷宫实验,结果发现第二次测试中偏好个体所占比例显著下降,可见中华鲮方向偏好的稳定性较差,且第二次测试后仅剩 9.0% 的个体存在方向偏好,据此推测,方向偏好的出现对中华鲮适合度的贡献较小。

综上所述,中华鲮种群中存在行为不对称现象,即左、右方向偏好,然而这种方向偏好的稳定性较差,具方向偏好个体所占比例也较小,推测方向偏好的出现对中华鲮的适合度贡献较小。

参考文献:

- [1] 王欣. 关于大脑两半球不对称的研究[J]. 河北师范大学学报:教育科学版,1999,1(2):22-23.
Wang X. Research on the brain hemispheres asymmetry[J]. Journal of Hebei Normal University: Education Science, 1999,1(2):22-23.
- [2] McGrew W C, Marchant L F. Laterality of hand use pays off in foraging success for wild chimpanzees[J]. Primates, 1999,40(3):509-513.
- [3] Robins A, Lippolis G, Bisazza A, et al. Lateralized agonistic responses and hindlimb use in toads[J]. Animal Behaviour, 1998,56(4):875-881.
- [4] Dadda M, Koolhaas W H, Domenici P. Behavioural asymmetry affects escape performance in a teleost fish[J]. Biology Letters, 2010,6(3):414-417.
- [5] Dadda M, Zandona E, Agrillo C, et al. The costs of hemispheric specialization in a fish[J]. Proceedings of the Royal Society B, 2009,276(1677):4399-4407.
- [6] Takeuchi Y, Hori M, Oda Y. Lateralized kinematics of predation behavior in a Lake Tanganyika scale-eating cichlid fish[J]. PLoS One, 2012,7(1):e29272.
- [7] Bisazza A, Sovrano V A, Vallortigara G. Consistency among different tasks of left-right asymmetries in lines of fish originally selected for opposite direction of lateralization in a detour task[J]. Neuropsychologia, 2001,39(10):1077-1085.
- [8] Sovrano V A, Dadda M, Bisazza A. Lateralized fish perform better than nonlateralized fish in spatial reorientation tasks[J]. Behavioural Brain Research, 2005,163(1):122-127.
- [9] Bisazza A, Pignatti R, Vallortigara G. Detour tests reveal task- and stimulus-specific behavioural lateralization in mosquitofish (*Gambusia holbrooki*) [J]. Behavioural Brain Research, 1998,89 (1/2):237-242.
- [10] Yasugi M, Hori M. Lateralized behavior in the attacks of largemouth bass on *Rhinogobius gobies* corresponding to their morphological antisymmetry[J]. The Journal of Experimental Biology, 2012,215(14):2390-2398.
- [11] Bisazza A, Pignatti R, Vallortigara G. Laterality in detour behaviour: interspecific variation in poeciliid fish[J]. Animal Behaviour, 1997,54(5):1273-1281.

Animal Sciences

The Locomotive Lateralization and Its Stability of *Rhodeus sinensis* Günther

PENG Jing, CAO Zhendong, FU Shijian

(Laboratory of Evolutionary Physiology and Behavior, Chongqing Key Laboratory of Animal Biology, Chongqing Normal University, Chongqing 401331, China)

Abstract: To investigate whether the locomotive lateralization exhibited in *Rhodeus sinensis* Günther (evaluated by if the individual fish run to the same direction more than 8 times out of 10 T-detour trails), we selected 67 *Rhodeus sinensis* Günther and reared individually at $(20 \pm 1.0) ^\circ\text{C}$, then we performed 10 detour trails for each individual and scoring of the direction. To investigate the repeatability of locomotive lateralization, we repeated T-detour trails once 3 days later. In the first trail 25.4% individuals exhibited lateralization with either left 9.0% or right 16.4% preference; in the second trail, 22.4% individuals exhibited lateralization with either left 11.9% or right 10.4% preference. Furthermore, there was no significant difference in relative lateralization index (LR) between two series and the LR in both series showed normal distribution. However, after marked repeating, the proportion of individuals keeping initial direction significantly decreased from 25.4% in the first series to 9.0% in the second series ($p < 0.05$). It suggested that locomotive lateralization exhibited in certain individuals of *Rhodeus sinensis* Günther. However, the individuals exhibited stabilized lateralization were much less than other fish species, suggesting that locomotive lateralization may have little contribution to the survival fitness of *Rhodeus sinensis* Günther. Furthermore, the results suggested that marked repeating test was important for assessing the locomotive lateralization.

Key words: lateralized behavior; detour trail; marked repeat test; *Rhodeus sinensis* Günther