

杏仁复合体损毁对大鼠空间 认知能力的影响^{1)*}

隋南 谢东 匡培梓

(中国科学院心理研究所,北京,100012)

摘 要

杏仁复合体损毁大鼠Morris 迷宫作业学习成绩显著低于控制组,记忆成绩较显著低于控制组。其搜索目标时主要采用与控制组的图式策略相异的趋向式策略。策略差异提示:杏仁复合体参与大鼠空间认知的辅助加工。

关键词 杏仁复合体,空间认知,图认知,搜索策略, Morris迷宫。

1 引 言

杏仁复合体(AE)归属于边缘系统的范畴,是由嗅脑基底节和古纹状体发展而来,纹状体在低等动物是调节躯体、内脏活动并接受感觉信息以完成对环境作本能适应的高级中枢。随着脑的进化,低位脑功能趋于上移,但旧的脑结构并没有消失,尽管其某些功能逐渐退居从属地位,可在一定的进化阶段上仍起着相当重要的作用。AE在脑机能皮质化倾向过程中,依然保持着与边缘环路及许多亚皮质核团的紧密联系,并与大脑新皮层感觉整合区建立起新的广泛联络。近来有人报道,AE对上传的痛觉、听觉、触觉及视觉信息具有明显的调制作用^[1]。Miskin 等人证实,接受视觉、听觉及躯体感觉传入的后颞区、上颞区以及后顶区的部分联合区,都有纤维投射至AE,一些 AE 神经元对多种感觉刺激发生反应^[2]。有实验表明,AE 影响大鼠和猴对环境关系的学习和记忆^[3]; AE 损毁使实验动物对同时呈现的空间线索的辨别发生障碍,随着线索复杂性增加,它们的辨别能力下降越明显^[4]。近年来还有许多实验资料提示,AE 与学习、记忆、情绪及行为密切相关。基于我们以往的研究,进一步探索 AE 在空间认知加工系统中的作用,无疑有益于深入认识大脑空间认知加工系统及其层次关系。

2 方法与材料

2.1 实验动物 成年雄性 Wistar 大白鼠(中国科学院生物物理所动物房提供),实验起始体重 $200 \pm 20\text{g}$,共 32只,随机分为 4 组,每组 8 只,学习和记忆作业各 2 组,实验期内摄食饮水自由。全部行为训练均在上午 10:00 至下午 5:00 之间完成。

2.2 手术及定位方法 均以异戊巴妥钠(上海试剂二厂)麻醉,浓度 10%,100 mg/kg 体重,腹腔注射。损毁定位参照布瑞希图谱,AP 1mm, S 3.5mm, V-7.5mm;采用直流电

1) 本文修改稿于1995年3月22日收到。

* 中国科学院重大项目子课题。

阴极损毁法, 电流强度 1.5mA, 持续时间 7 秒。术后无感染及明显行为异常。

2.3 实验装置 Morris 迷宫图像自动监视处理系统(Morris Maze Experimental Assistant System, 简称MMEAS)。MMEAS以图像采集卡、摄像机、图像监视器等为主要扩展硬件, 利用图像软件包提供的各层次库函数, 完成数据采集(包括搜索时间, 朝向角度、运动轨迹、搜索策略和入水位置等)和数据处理。

2.4 实验环境 相对固定的迷宫外视觉线索; 进入摄像机视场的背景环境为乳白色, 大鼠标记点(黑色)直径不小于 1cm。监视场内没有与标记点灰度值相近的其它点。

2.5 其它 有关具体的迷宫装置、行为程序和组织学检查, 详见《隔区或皮质顶叶对大鼠空间认知能力的影响及大鼠搜索策略差异的研究》一文^[6]。

3 结 果

3.1 组织学检查

AE最大损毁面积 1.6mm × 1.6mm 左右, 位置如图 1 所示。凡最大损毁面积大于 1.6mm × 1.6mm 或小于 1.3mm × 1.3mm, 统计时该动物的数据将被取消。

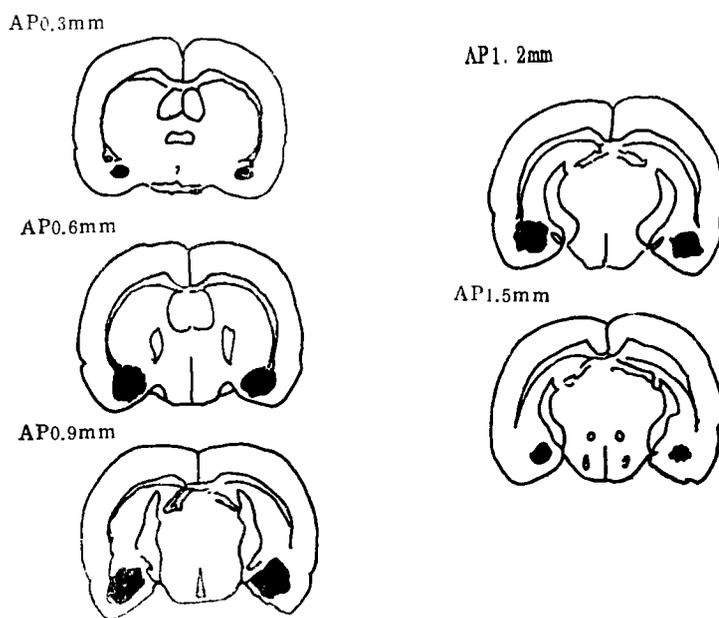


图1 AE 损毁冠状切面示意图

3.2 AE 损毁对学习的影响

3.2.1 搜索时间的比较

转换站台前 5 个训练组次平均搜索时间如图 2A 所示。分析表明: AE 组与 CG 组(控制组)差异显著, $F(1, 12) = 28.13, P < 0.01$; 交互作用不显著, $F(4, 48) = 2.0, P > 0.05$; 转换站台后 5 个训练组次平均搜索时间如图 2B 所示。结果表明, AE 组与 CG 组差异较显著, $F(1, 12) = 6.6, P < 0.05$, 交互作用不显著, $F(4, 48) = 1.07, P > 0.05$ 。

上述结果提示: AE 组与 CG 组成绩随着训练次数增加, 差异有逐渐减少的趋势。

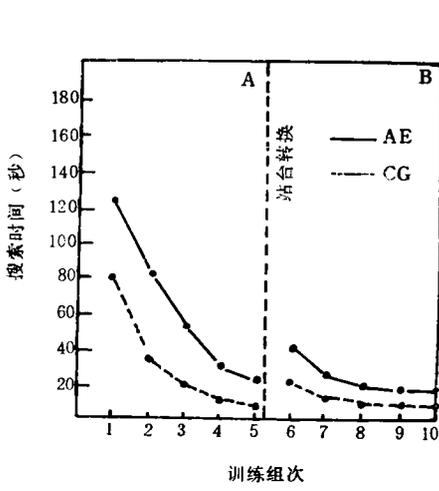


图2 学习作业各组转换站台前后 10个训练组次平均搜索时间

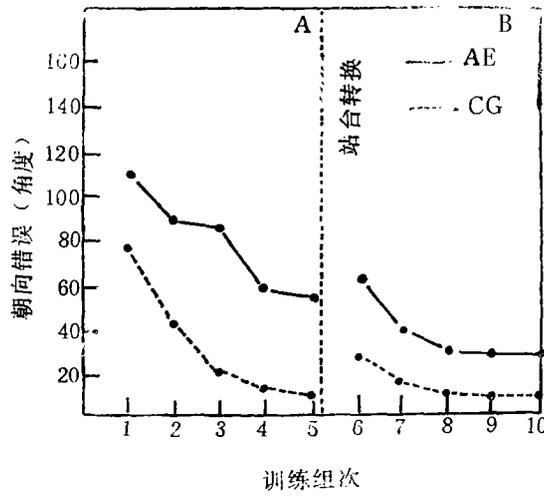


图3 学习作业各组转换站台前后 10个训练组次平均朝向错误

3.2.2 朝向错误比较

转换站台前 5 个训练组次平均朝向错误如图 3A 所示。AE 组与 CG 组差异显著, $F(1,12) = 36.41, P < 0.01$, 转换站台后 5 个训练组次朝向错误如图 3B 所示。分析表明差异显著, $F(1,12) = 12.36, P < 0.01$ 。

上述结果提示: 与平均搜索时间相比, 朝向错误随训练次数增加 AE 组与 CG 组成绩差异的变化不明显, 说明朝向错误作为指标能更敏感地反应 AE 损毁大鼠空间认知能力的降低。

3.2.3 搜索策略的比较

搜索站台时仍出现 4 种典型的方式^[6]: 随机式、边缘式、趋向式和图式。AE 损毁大鼠搜索站台以趋向式策略为主。图 4 列出了各组在训练中不同策略出现的平均次数, 可以直观地比较它们之间的差别。方差分析表明: 两组之间在图式和趋向式策略水平上存在显著差异 ($P < 0.01$)。

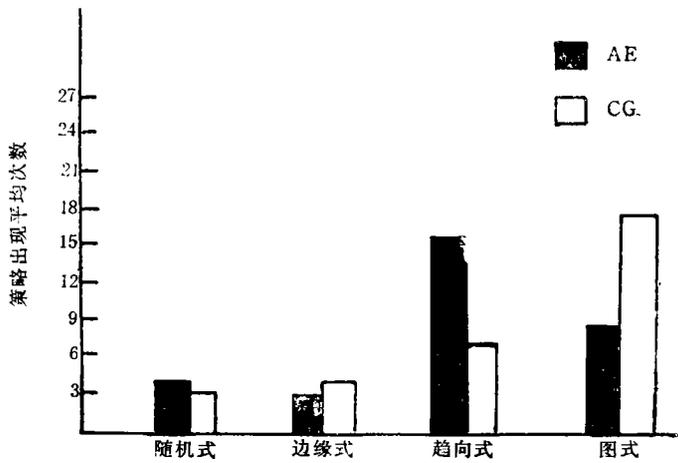


图4 学习作业中每只大鼠不同策略出现的平均次数

3.3 AE对记忆的影响

3.3.1 搜索时间的比较

记忆作业各组术后5个训练组次平均搜索时间如图5所示。AE组与CG组成绩差异不显著, $F(1,12) = 4.17, P > 0.05$ 。

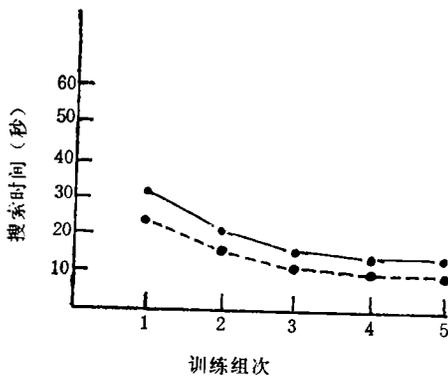


图5 记忆作业术后5个训练组次平均搜索时间

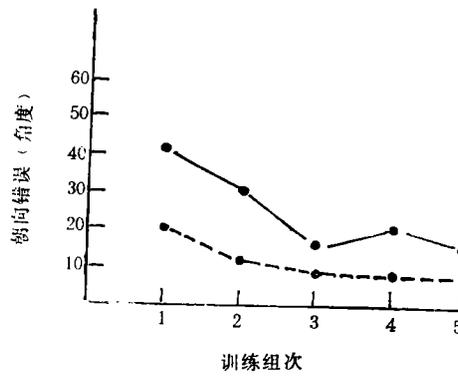


图6 记忆作业术后5个训练组次平均朝向错误

3.3.2 朝向错误的比较

记忆作业各种术后5个训练组次平均朝向错误如图6所示。AE组与CG组成绩差异显著, $F(1,12) = 7.37, P < 0.05$ 。

3.3.3 搜索策略的比较

记忆组AE损毁大鼠仍以趋向式策略为主,但图式策略出现率较学习组高。图7列出了各组在记忆作业中每只大鼠不同策略出现的平均次数。方差分析表明:AE组与CG组在图式和趋向式策略水平上仍存在较显著差异($P < 0.05$)。

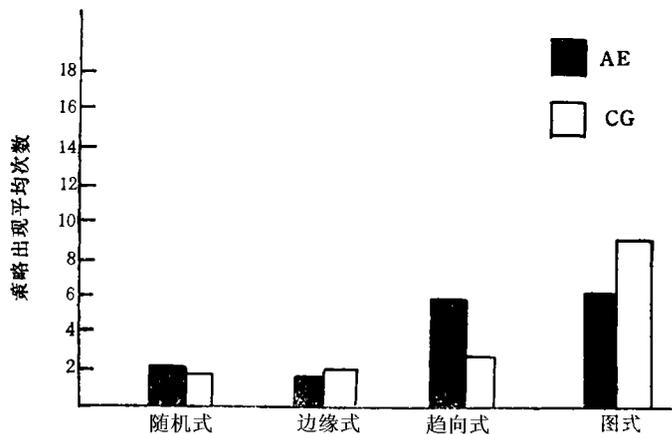


图7 记忆作业中每只大鼠不同策略出现的平均次数

4 讨 论

本研究中,AE损毁大鼠主要表现出空间认知获得障碍,同时其习得行为的保持亦有弱化倾向。更值得注意的是,AE损毁大鼠搜索目标时主要采用趋向式搜索策略,而没有

隔区或海马受损时频繁出现的随机式或边缘式策略^[6,6],亦非如正常大鼠运用高精确度的图式策略。图认知理论认为:正常大鼠在完成空间学习或记忆任务时,必定运用认知图修正性地选择目标,损毁图认知系统一定会表现出选择精确性的损害^[7]。基于以上假设和实验结果,可以推断 AE 参与了图认知加工系统,但显然是起辅助作用。AE 损毁大鼠趋向式为主的搜索策略提示其图认知能力精确性受损。根据有二:其一,趋向式策略表现出对目标位置及方向判断的基本正确,与盲目的随机式和以自我为参照点的边缘式有本质的区别;其二,训练中,正常大鼠亦经过趋向式过渡到图式策略的演变过程,AE 损毁导致这一过程延长。

AE 由古纹状体(*archistriatum*)的部分结构发展而来,在哺乳类动物其分化成 7 个亚核组成的核群。其中主要核团有中央核、基底核、闰核及外侧核等。它们与边缘系统特别是隔区、海马、乳头体及下丘脑等重要结构有密切的往返纤维联系,并接受新皮层多种感觉传入纤维,以完成感觉信息与躯体平衡觉的整合。AE 不同的亚核兴奋可明显抑制或易化外侧膝状体神经元视觉反应活动,增强丘脑视神经元感觉野的对比度^[8]。猕猴 AE 中一些神经元对不同的人面形象刺激表现出一种选择性反应,与前额叶联合皮层的某些神经元相似^[9]。AE 损毁减弱探究反射,被称为杏仁性昏倦症。近年来的研究倾向于认为,AE 是通过调制感觉信息影响行为的。本实验中 AE 损毁大鼠表现出的空间认知获得障碍,我们认为原因主要有三种可能性:第一,杏仁-皮层-丘脑环路中断,AE 的感觉信息调制整合功能受损;第二,AE 调制整合功能受损,弱化隔-海马-乳头体边缘环路的空间认知功能;第三,刺激 AE 腹侧可引起大脑皮层同步化脑电波型,AE 损毁可能导致皮层抑制,使注意力降低,从而影响认知能力。

AE 与大脑皮层及亚皮质核团联系广泛,递质种类也十分复杂,除了隔-海马系统丰富的 Ach 能往返纤维外,其内部还有大量的阿片肽类物质以及 DA 能、5-HT 能和 NE 能纤维末梢。因而要了解 AE 影响空间认知加工的机制,必然要经历一个艰难的探索过程。

参 考 文 献

- 1 周绍慈. 边缘系统与动机及情绪活动. 神经科学纲要,北京:北京医科大学中国协和医科大学联合出版社,1993,702—712.
- 2 Mishkin M, et al. A multiple functional contributions of the amygdala in the monkey. *The Amygdaloid Complex*. Amsterdam: Elsevier 1981, 409—420.
- 3 Zola-Morgan S, et al. Lesions of perirhinal and parahippocampal cortex that spare the amygdala and hippocampal formation produce severe memory impairment. *Journal of Neuroscience*, 1989(9): 4355—4370.
- 4 Wible C G, et al. Hippocampus, Fimbria-Fimbria-Fornix, Amygdala, and Memory: Object Discrimination in Rats. *Behavioral Neuroscience*, 1992. (5): 751—761.
- 5 隋南,匡培梓. 隔区或皮质顶叶损毁对大鼠空间认知能力的影响及大鼠搜索策略差异的研究. *心理学报*, 1992, 24(1): 76—84.
- 6 隋南,陈双双,匡培梓. 海马结构或前额叶皮质损毁对大鼠空间认知能力的影响. *心理学报*, 1992, 24(4): 415—421.
- 7 O'Keef J, et al. *The hippocampus as a cognitive map*. London: Oxford University Press, 1978.
- 8 Mishkin M. Memory in monkey severely impaired by combined but not by separated removal of amygdala and hippocampus. *Nature*, 1978, 273: 297—298.
- 9 Bachevalier J, et al. Visual recognition in monkeys: Effects of separate vs. combined

transection of the fornix and amygdalofugal pathways. *Experimental Brain Research*, 1985, 57: 547—553.

EFFECT OF AMYGADALAE LESSION ON SPATIAL COGNITIVE ABILITY IN RATS

Sui Nan Xie Dong Kuang Peizi

(*Institute of Psychology, Academia Sinica, Beijing 100012*)

Abstract

The effects of amygdalae(AE) lesion in rats were tested for the acquisition and retention of spatial cognitive tasks in the Morris maze. The results indicated that subjects with AE Lesion produced spatial cognitive deficits and they usually used taxic strategies which were different from the mapping strategies used by the control subjects. The different strategies suggest that AE is related to the spatial cognitive system and belong to the auxiliary structure of the systme.

Key words amygdalae, spatial cognitive, cognitive mapping, search strategies, Morris maze.