

梨状皮层或苍白球损毁对大鼠空间 认知能力的影响^{1)*}

隋 南 翁旭初 高 扬** 匡培梓

(中国科学院心理研究所, 北京, 100012)

摘 要

在 Morris 迷宫中, 梨状皮层或苍白球损毁大鼠的空间认知作业成绩较显著低于控制组, 搜索目标以趋向式策略为主, 与正常大鼠搜索策略的差异提示: ① 梨状皮层和苍白球参与了空间认知加工; ② 在图认知系统中梨状皮层和苍白球居辅助层次。

关键词 梨状皮层, 苍白球, 图认知, 搜索策略, Morris 迷宫。

1 引 言

近年来的研究倾向于认为, 边缘系统特别是隔-海马系统在图认知加工中起着关键作用, 但其它一些脑结构仍对图认知的行为效应施加不同程度的影响^[1]。这一观点与认知层次理论和泛脑学说是一致的, 在我们先前的实验研究中亦得到初步证实^[2-4]。显然, 脑机能的皮质化是一个漫长的过程, 在这一过程中, 新的脑结构不断分化并逐渐接替低位脑结构的某些功能。但是, 旧的脑结构并不消失, 而是与之并存并逐渐退居从属地位或变成中间驿站。无论是新的或旧的脑结构, 其功能的完善或退化都是一个渐变的演化过程。因而, 了解不同脑结构在图认知中所起的作用, 对于认识脑及其功能的进化演变或图认知加工系统的层次关系和机制无疑是有益的。

梨状皮层(CPYR)与苍白球(GP)分别源于旧皮质和古皮质。随着动物的进化, 古皮质和旧皮质之间的新皮质原基急剧发展为大脑新皮层, 在哺乳类动物 CPYR 和 GP 分别被大脑新皮层挤压到外侧与内侧。在进化早期, 古旧皮质主要接受外环境的感觉信息并调节自身状态以适应环境变化。较低级哺乳类动物 CPYR 主要与上丘脑、下丘脑及枕颞联合纤维联系密切^[6], 它对空间认知能力的影响尚未见报道。GP 主要通过尾-壳核上行纤维与大脑皮质联络, 同时发出下行纤维及侧枝参与锥体外系以控制自身的平衡和协调性^[6]。有人报告, 损毁 GP 大鼠辐射式迷宫作业表现出学习和记忆障碍^[7]; GP 还影响视觉刺激线索的辨别^[8]。

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 ± 20 g, 共 48 只, 随机分为 6 组, 每组 8 只, 学习和记忆作业各 3 组, 实验期内

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, 国家自然科学基金资助项目。

** 陕西师范大学硕士研究生。

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%, 100mg/Kg 体重,腹腔注射。损毁定位参照布瑞希图谱,CPYR 定位: AP 0.0mm, S 4.5mm, V⁻ 8.5mm; GP 定位: AP 1mm, S 3mm, V⁻ 5.8mm。采用直流电阴极损毁法, CPYR 损毁电流强度 1.5mA, 持续时间 10 秒; GP 损毁电流强度 1.5mA, 持续时间 6 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)。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 设置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。监视场内无灰度值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《隔区或皮层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^[2]。

3 结 果

3.1 组织学检查

CPYR 最大损毁面积 2.5mm × 2.5mm,位置如图 1 所示。GP 最大损毁面积 1.5mm × 1.5mm,位置如图 2 所示。凡 CPYR 最大损毁面积大于 2.5mm × 2.5mm 或小于 2.2mm × 2.2mm, GP 大损毁面积大于 1.5mm × 1.5mm 或小于 1.3mm × 1.3mm,最后统计时该动物的数据将被取消。

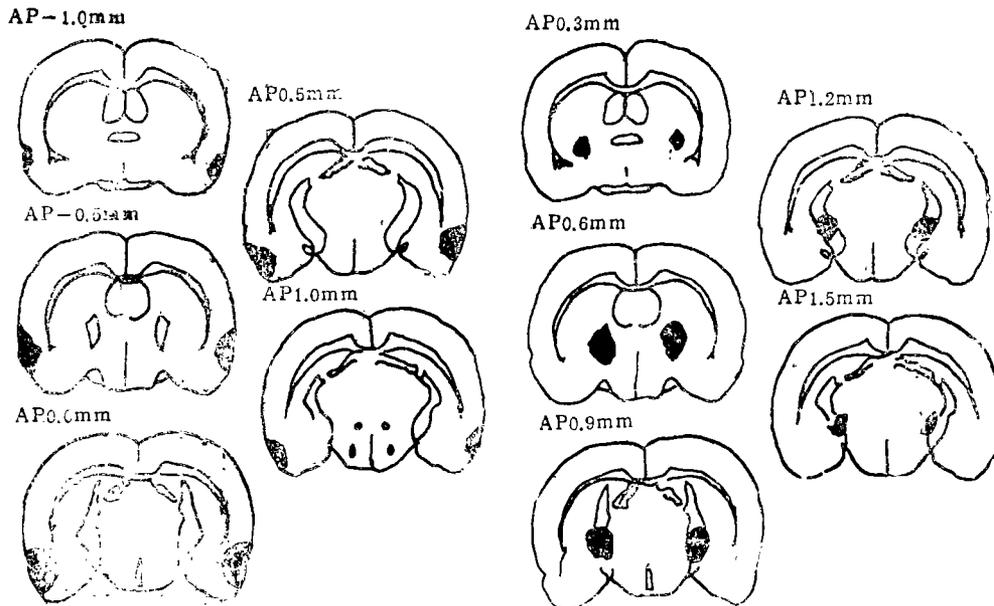


图 1 CPYR 损毁冠状剖面示意图

图 2 GP 损毁冠状剖面示意图

3.2 CPYR 或 GP 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 3A 所示。分析表明：CPYR 组与 GP 组差异不显著， $F(1, 12) = 0.71, p > 0.05$ ；CPYR 组与 CG 组差异较显著， $F(1, 12) = 9.16, p < 0.05$ ；GP 组与 CP(控制组)组差异较显著， $F(1, 12) = 4.92, p < 0.05$ 。

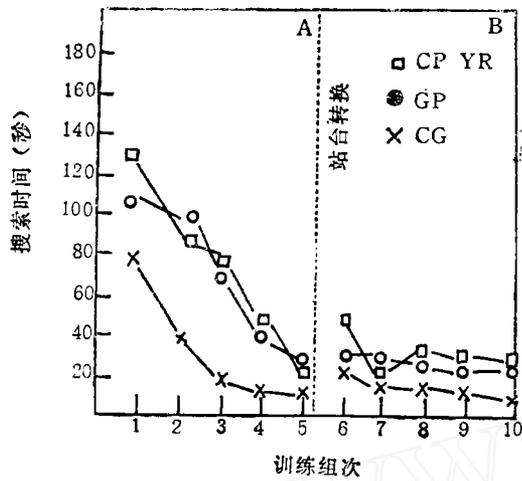


图 3 学习作业各组转换站台前后 10 个训练组次平均搜索时间

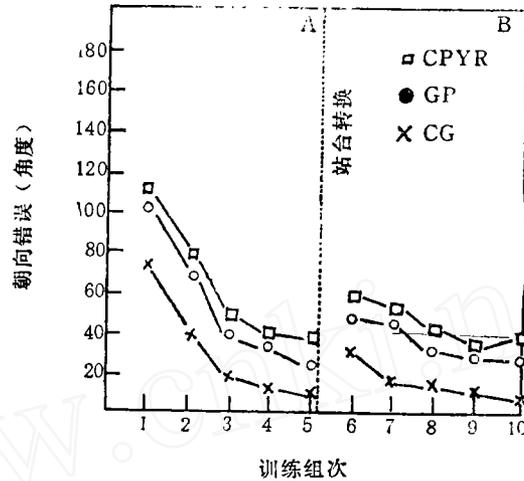


图 4 学习作业各组转换站台前后 10 个训练组次平均朝向错误

转换站台后 5 个训练组次平均搜索时间如图 3B 所示。分析表明：CPYR 组与 GP 组差异不显著， $F(1, 12) = 1.23, p > 0.05$ ；CPYR 组与 CG 组差异较显著， $F(1, 12) = 5.79, p < 0.05$ ；GP 组与 CP 组差异较显著， $F(1, 12) = 4.61, p < 0.05$ 。

3.2.2 朝向错误的比较

转换站台前 5 个训练组次平均朝向错误如图 4A 所示。CPYR 组与 GP 组差异不显著， $F(1, 12) = 3.9, p > 0.05$ ；CPYR 组与 CG 组差异较显著， $F(1, 12) = 8.19, p < 0.05$ ；GP 组与 CP 组差异不显著， $F(1, 12) = 4.14, p > 0.05$ 。

转换站台后 5 个训练组次平均朝向错误如图 4B 所示。分析表明：CPYR 组与 GP 组差异不显著， $F(1, 12) = 3.99, p > 0.05$ ；CPYR 组与 CG 组差异显著， $F(1, 12) = 17.36, p < 0.01$ ；GP 组与 CG 组差异显著， $F(1, 12) = 10.73, p < 0.01$ 。

3.2.3 搜索策略的比较

搜索站台时出现 4 种典型的方式：随机式、边缘式、趋向式和图式。CPYR 和 GP 损毁大鼠以趋向式策略为主。图 5 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。CPYR 组与 GP 组之间无显著差异 ($p > .05$)，但它们与 CG 组在趋向式和图式策略水平上存在着显著差异 ($p < 0.05$)。

3.3 CPYR 或 GP 对记忆的影响

3.3.1 搜索时间的比较

记忆作业各组术后 13 天起 5 个训练组次平均搜索时间如图 6 所示。各组之间均无显著差异 ($p > 0.05$)。

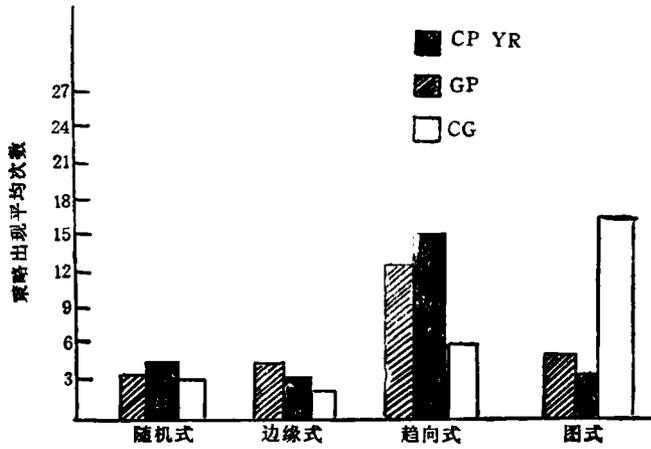


图 5 学习作业中每只大鼠不同策略出现的平均次数

3.3.2 朝向错误的比较

记忆作业各组术后 13 天起 5 个训练组次平均朝向错误角度如图 7 所示。CPYR 组与 GP 组差异不显著, $F(1, 12) = 2.84, p > 0.05$; CPYR 组与 CG 组差异较显著, $F(1, 12) =$

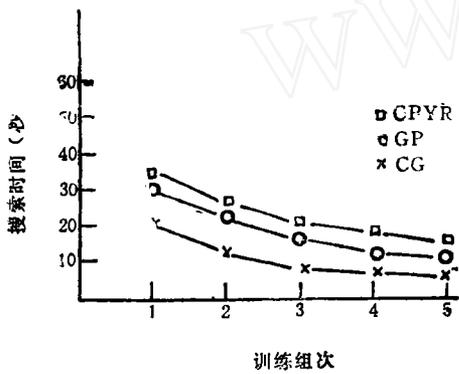


图 6 记忆作业术后 5 个训练组次平均搜索时间

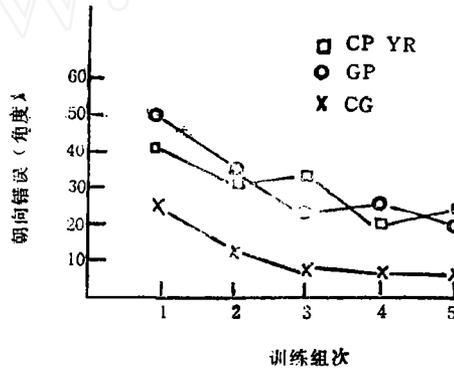


图 7 记忆作业术后 5 个训练组次平均朝向错误

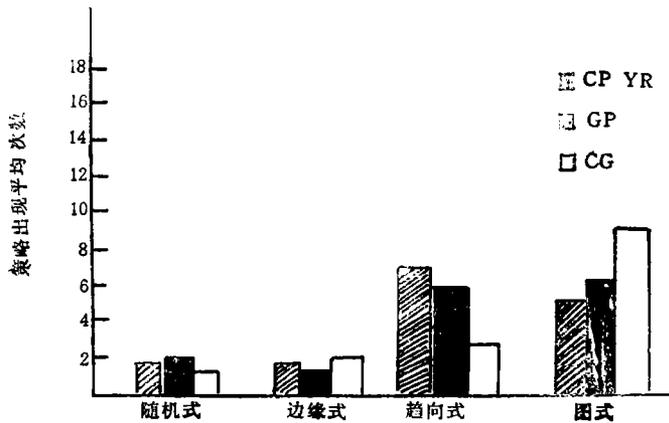


图 8 记忆作业中每只大鼠不同策略出现的平均次数

8.73, $p < 0.05$; GP 组与 GG 组差异较显著, $F(1, 12) = 5.36$ $p < 0.05$ 。

3.3.3 搜索策略的比较

记忆组 CPYR 和 GP 损毁大鼠仍以趋向式策略为主, 但图式策略的出现率较学习组高。图 8 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。分析表明: CPYR 组或 GP 组与 CG 组相比在图式和趋向式策略水平上仍存在较显著差异 ($p < 0.05$)。

4 讨 论

本实验观察到, CPROY 和 GP 损毁大鼠 Morris 迷宫作业表现出学习和记忆障碍, 搜索目标策略以趋向式为主。与对照组相比, 无论是 CPROY 或 GP 组, 转换站台前后搜索目标时间的差异都逐渐减小, 而转换站台前后朝向错误却表现出增大趋势。这种搜索时间和朝向错误的背离, 是趋向式策略的基本特征之一。特征之二, 趋向式策略是以外部线索为参照点 (allocentric) 的认知方式, 本质上仍具有图认知的基本特点, 与盲目的随机式策略和以自我为参照点 (egocentric) 的边缘式策略有质的区别。特征之三, 趋向式是图认知行为过程的中间环节, 正常大鼠搜索目标的策略亦经过随机式→趋向式→图式的策略演变过程, 而 CPROY 或 GP 损毁导致这一过程延长。

CPYR 以往被认为仅和嗅觉有关, 近年来的研究发现, 它具有调制低位视听感觉中枢阈状态的功能, 并通过杏仁核维持局部大脑皮层的兴奋状态^[9]。CPYR 损毁后的空间认知障碍, 可能与整合调制感觉信息的中枢状态抑制有关。GP 内、外侧主要接受来自大脑皮质 6 区、前额叶及扣带回的纤维, 而丘脑内侧及中央正中核纤维亦止于 GP 中部。此外, 中脑被盖及小脑齿状回发出的部分纤维也投射到 GP。GP 的传出纤维主要投射到壳核、丘脑 Forel 氏 H 区和丘脑中央正中核, 形成壳核-GP-中央正中核-壳核的丘脑-基底环路; 另外还发出纤维加入锥体外系参与机体运动的调节。皮层 6 区主要是感知和调节机体自身空间姿势、位置及各部的运动状态; 小脑齿状回主要是传出机体平衡觉的冲动; 中脑被盖的主要功能是维持皮层和机体的觉醒状态; 而丘脑中央正中核主要是参与瞳孔反射及眼肌的调节^[9]。因此, GP 损毁导致空间认知障碍的原因可能包含以下三方面: 其一, 来自大脑皮质、小脑机体运动觉、平衡觉的反馈信息减弱; 其二, 丘脑-基底环路中断, 视觉器官的调节障碍, 使视觉信息的输入受到干扰; 其三, 通过锥体外系对运动系统适应性的调节能力降低。

参 考 文 献

- 1 Weinberger N M, et al. Memory systems of the brain. New York, London: The Guilford Press, 1985: 49—61.
- 2 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.
- 3 隋南,陈双双,匡培梓. 海马结构、前额叶皮质或尾-壳核损毁对大鼠空间认知能力的影响. 心理学报, 1992; 24(4): 415—421.
- 4 隋南,谢东,匡培梓. 杏仁复合体损毁对大鼠空间认知能力的影响. 心理学报, 1995;27(3):311—316.
- 5 周绍慈. 边缘系统与动机及情绪活动, 神经科学纲要. 北京: 北京医科大学和协和医科大学联合出版社, 1993:702—712.
- 6 中国医科大学主编, 人体解剖学. 北京: 人民卫生出版社, 1978:378—572.
- 7 Packard M G. Differential effects of fornix and caudate nucleus lesions on two radial maze tasks: Evidence for multiple memory systems. Journal of Neuroscience, 1989; (9): 1465—1472.
- 8 Faull R L M, et al. The Visual Cortico-striato-nigral pathway in the rat. Neuroscience, 1986, 19: 1119—1132.
- 9 唐仲良等. 神经系统生理学. 上海: 复旦大学出版社, 1991: 184—267.

LESIONS OF CPYR AND GLOBUS PALLIDUS IMPAIR MAPPING COGNITIVE ABILITY IN THE MORRIS MAZE

Sui Nan Weng Xuchu Gao Yang Kuang Peizi

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

Abstract

The effects of CPYR and Globus Pallidus(GP) lesions in rats were investigated in the Morris Maze for the acquisition and retention of spatial cognitive tasks. The results indicated that both subjects with CPYR and GP lesions lead to the spatial cognitive deficits and they usually used taxic strategies which were different from the mapping strategies used by the controlled subjects. The different strategies suggested that CPYR and GP are related to the spatial cognitive system and belong to the auxiliary structure of the system.

Key words CPYR, Globus Pallidus, spatial cognition, cognitive mapping, search strategies, Morris maze.