

一次性电击引起大鼠脑内突触结构可塑性变化的定量观察

龚 云

(西北师范大学体育学院 兰州 730070)

摘要 运用电镜,对一次性电击引起大鼠脑内 Gray I 型突触界面某些结构的变化进行了定量观察。在海马 CA₃ 区,突触后膜致密物质显著增厚($P < 0.05$),突触间隙宽度极显著增宽($P < 0.01$);在大脑皮层感觉运动区,突触界面曲率显著变大($P < 0.05$)。突触界面弯曲类型无显著性差异。结果提示:一次性电击可以引起大鼠脑内突触界面结构发生可塑性变化。

关键词 突触结构的可塑性;海马 CA₃ 区;皮层感觉运动区;一次性电击;大鼠

中图分类号 Q955 **文献标识码** A **文章编号** 10250-3263(2000)01-21-04

大量研究证明,突触的结构可随外界刺激或环境因素的影响发生变化。Rees 等^[1]的实验表明,突触后膜是一种可塑性结构,可随突触前神经冲动的作用而改变。Vrensen 等^[2]的研究证明,动物经过视觉训练可引起下丘脑视交叉上核突触后膜致密物质厚度增大,同时突触间隙变窄。近年来,一次性被动回避反应作为研究学习记忆的有用模型,受到广大学者的重视,但此模型中,一次性电击是否会对大鼠脑内突触界面结构产生影响,迄今国内外尚未见报道。本文于 1996 年 5 月至 1997 年 6 月,研究了一次性电击对大鼠脑内突触界面结构的影

响,为该模型在研究学习记忆机制中的应用提供解剖学依据。

1 材料和方法

1.1 实验动物分组及实验方法 用 SD 雌性成年大鼠 12 只,体重 170~260g,随机分为实验组和对照组,每组 6 只。自制成 80cm × 20cm × 45cm 的木质反应箱,箱底安装间隔 1cm 的细铁条。反应箱被木质隔板隔成等长的两

作者简介 龚云,男,28岁,讲师,硕士;

收稿日期:1998-05-26,修回日期:1999-09-15

部。一侧与电源相连,另一侧不连接电源。隔板下缘有一大孔,允许动物自由穿行。实验前,不通电,训练大鼠在箱内自由穿行,以熟悉实验环境。实验时,当实验组大鼠进入有电源的一侧时,施以 50V,0.3mA 交流电刺激 5 秒。即刻在深麻醉下(0.4% 戊巴比妥钠,腹腔注射),经升主动脉快速灌注温生理盐水 100ml,再以 2% 多聚甲醛和 2.5% 戊二醛磷酸缓冲液(pH7.4)400ml 常规灌注。而后剥离其整脑置于上述固定液中再固定 3~4 小时,移入 20% 蔗糖磷酸缓冲液中 4℃ 冰箱过夜。

1.2 取材及电镜观察拍片 每组任选 3 个脑块,于 2% 多聚甲醛-2.5% 戊二醛中再固定一天。参照大鼠脑立体定位图谱^[3],左右侧大脑皮层感觉运动区和海马 CA₃ 区,每个脑块每区各切取 1mm³ 组织 2 块。按透射电镜常规制样要求,漂洗,锇酸固定、包埋,先制成半薄切片,1% 甲苯胺蓝染色,光镜定位后制成超薄切片。每块切两片,共 48 片,经枸橼酸铅及醋酸铀染色,用 JEM-1200EX/S 型透射电镜观察,拍摄

Gray I 型(即兴奋型)突触图像,每片拍二张,共拍片约 96 张。

1.3 定量方法 在 6 万倍电镜照片上,用游标卡尺测量突触界面结构的某些参数。参照 Jones 等^[4]的方法,测量突触界面曲率,用弧长 *a* 与弦长 *b* 之比表示。平直型界面,弧长即是弦长,曲率等于 1;弯曲型界面,用圆规以恒定的角间距从一端测量到另一端,求得弧长 *a*,再测量弦长 *b*(即两端间的直线距离),便可求得比值 *R*(曲率 $R = \text{弧长}/\text{弦长} = a/b$) (图 1)。参照 Güldner^[5]的方法,测量突触界面活性区长度与突触后膜致密物质厚度,突触间隙宽度用多点平均法测定(图 2)。数据均经统计学处理,比较其差异。

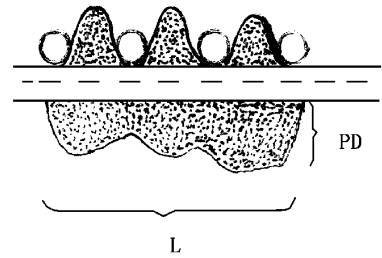


图 2 突触参数测量

O 突触前膜小泡;PD 突触后膜致密物质;
L 突触活性区长度

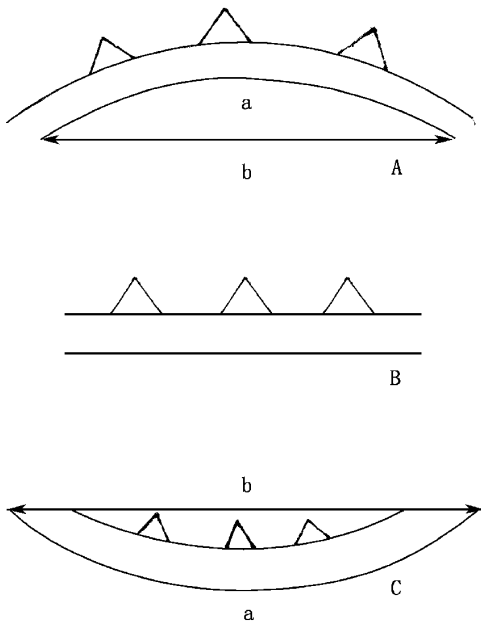


图 1 突触界面

A. 正向弯曲型;B. 平直型;C. 负向弯曲型。a:弧长;b:弦长;△ 突触前膜小泡

2 结果

电镜下观察,两组动物两脑区的 Gray I 型突触,均具有典型的非对称性的突触界面特征;突触后膜有浓密而增厚的电子致密物质;突触囊泡圆形;符合 Uchizond^[6]提出的兴奋性突触的形态特征(图版 I :1,见封 3,下同)。

2.1 突触界面曲率、活性区长度、间隙宽度及突触后膜致密物质厚度 测量结果见表 1。

结果说明:海马 CA₃ 区,一次性电击可引起突触后膜致密物质显著增厚(图版 I :2,3),突触间隙极显著增宽(图版 I :4,5);大脑皮层感觉运动区,一次性电击可引起界面曲率显著变大。

表1 两组动物突触活性区曲率、长度、宽度及厚度($\bar{M} \pm SD$)

组别	海马 CA ₃ 区				大脑皮层感觉运动区			
	曲率	长度 (nm)	间隙宽度 (nm)	厚度 (nm)	曲率	长度 (nm)	间隙宽度 (nm)	厚度 (nm)
实验组	1.048 ± 0.088	275.476 ± 96.502	16.667** ± 2.667	70.670* ± 19.245	1.039* ± 0.054	363.227 ± 91.655	16.328 ± 2.834	64.833 ± 11.167
	(n=25)	(n=25)	(n=25)	(n=24)	(n=24)	(n=24)	(n=24)	(n=24)
	1.027 ± 0.041	291.448 ± 65.333	14.834 ± 2.489	62.478 ± 11.583	1.016 ± 0.029	332.573 ± 125.832	15.447 ± 2.167	61.834 ± 12.659
对照组	(n=24)	(n=24)	(n=24)	(n=24)	(n=23)	(n=23)	(n=23)	(n=23)

注: n=所测突触数目(适用表2) * P<0.05, ** P<0.01

2.2 突触界面弯曲类型 结果见表2

表2 两组动物突触界面弯曲型百分率(%)

组别	海马 CA ₃ 区			大脑皮层感觉运动区		
	正向 弯曲型	平直型	负向 弯曲型	正向 弯曲型	平直型	负向 弯曲型
实验组	40	52	8	41.67	41.67	16.67
	(n=25)	(n=25)	(n=25)	(n=24)	(n=24)	(n=24)
对照组	20.83	54.17	25	21.74	69.57	8.69
	(n=24)	(n=24)	(n=24)	(n=23)	(n=23)	(n=23)

注: n与表1同

表2结果表明,两组动物两脑区各型界面百分率无组间差异。提示一次性电击对突触界面弯曲类型不具明显影响。

3 讨论

许多研究表明,环境刺激等因素可以引起脑内不同区域的突触后膜致密物质(Postsynaptic Density, PSD)变化。Güldner等^[7]报道,持续光照14小时,可引起下丘脑视交叉上核PSD普遍减少;而持续黑暗14小时,则其PSD增厚。罗兰等^[8]研究表明:易化记忆的药物DGAVER(脱昔氨酰胺精氨酸加压素)能引起小鼠脑内大脑皮层躯体感觉运动区和海马CA₃区突触的PSD显著增厚。本实验结果表明:一次性电击使海马CA₃区的PSD显著增厚,但并未引起大脑皮层的PSD增厚。看来,这种变化形式与不同脑区以及刺激种类有关。已知PSD含有微管蛋白、肌动蛋白、神经丝蛋白、受体以及酶分子等多种蛋白质。许多人认为突触功能活动变化时,某些酶及其底物蛋白的磷酸化过

程引起其分子构型的改变,从而表现为致密物质厚度增加或减薄^[9]。总之,突触后膜致密物质的变化可能是机能变化的形态学基础。因此,在蛋白质水平上进一步研究突触后膜致密物质的变化是很有意义的。有资料报道,突触间隙变小,神经冲动传导易于通过,PSD增厚;反之则间隙变宽,PSD变薄。这与本实验海马CA₃区PSD显著增厚而突触间隙变宽相矛盾,其相互间关系及机制有待进一步研究。Jones等^[4]曾在不同条件下观察并证明,突触界面曲率与突触的不同功能状态有关。一次性电击引起大脑皮层感觉运动区突触界面曲率显著上升,提示突触传递功能发生变化。

致谢 本文承蒙兰州医学院解剖教研室冯慎远教授审阅。

参 考 文 献

- [1] Rees, S. Activity dependent plasticity of postsynaptic density structure in the ventral cochlear nucleus in the rats. *Brain Res.*, 1985, **325**: 370~376.
- [2] Vrensen, G., J. Nunes Cardozo. Changes in size and shape of synaptic connection after usual training-An ultrastructural approach of synaptic plasticity. *Brain Res.*, 1981, **218**: 79~97.
- [3] 包新民,舒斯云.大鼠脑立体定位图谱.北京:人民卫生出版社,1991.16~55.
- [4] Jones, D. G., R. M. Devon. An ultrastructural study into the effect of pentobarbiton on synaptic organization. *Brain Res.*, 1978, **147**: 47~63.
- [5] Güldner, F. H. Increase in postsynaptic density material in

- optic target neuron of the rat suprachiasmatic nucleus after bilateral enucleation. *Neurosci Lett.*, 1980, **17**: 27~32.
- [6] Uchizono, K. Characteristics of excitatory and inhibitory synapses in the central nervous system of the rats. *Nature*, 1965, **4997**: 642~645.
- [7] Güldner, F. H. Plasticity in synaptic apposition of optic nerve afferents under different lighting conditions. *Neurosci Lett.*, 1979, **14**: 235~240.
- [8] 罗兰, 陆汉新, 吴馥梅等. 脱甘氨酸胺精氨酸加压素引起小鼠脑内突触结构可塑性变化的定量观察. 解剖学报, 1991, **22**(1): 93~96.
- [9] Cohen, R. S. The structure of postsynaptic densities isolated from dog cerebral cortex. *J. Cell. Biol.*, 1977, **74**: 181~185.

Synaptic Structural Plasticity in the Rat Brain Treated with One-trial Electric Shock

GONG Yun

(College of Physical Education, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, China)

Abstract: The changes of some parameters of Gray I type synaptic interface in the brain of rats treated with one-trial electric shock have been quantitatively analyzed with electronic microscopy. The results are as follows: in hippocampal CA₃ area, the postsynaptic density (PSD) was significantly thicker ($P < 0.05$), the width of synaptic cleft was significantly increased ($P < 0.01$). In the sensorimotor area of cortex, the curvature of synaptic interface was also significantly enlarged ($P < 0.05$). There was no significant difference in the curved type of synaptic interface between the experimental group and control group in above two brains. The results suggest that one-trial electric shock can cause synaptic interface structure in the brain of rats to come into being plasticity changes.

Key words: Synaptic plasticity; CA₃ area of hippocampus; Sensorimotor area of cortex; One-trial electric shock; Rats