

# 力竭运动后大鼠皮层中 Gray - I 型突触形态的变化

张丽玉, 吴燕波, 陈喜福, 王晓东, 吴婵清, 杨 阳, 陈静依

(韩山师范学院 体育系, 广东 潮州 521041)

**摘 要:**通过力竭运动模型,对大鼠力竭后即刻、力竭后 6、24 h 皮层内突触界面不同曲度类型进行了计数统计。结果表明:与对照实验动物比较,只有力竭后 6 h 时突触界面曲度类型发生明显的变化。初步认为力竭运动可以影响到皮层突触形态结构。

**关键词:**力竭运动; 皮层; 突触界面曲度; 大鼠

**中图分类号:**G804.7 **文献标识码:**A **文章编号:**1006-7116(2003)06-0057-02

## On the transformation of Gray - I type synaptic structure in rat's cortex after exhaustive exercise

ZHANG Li-yu, WU Yan-bo, CHENG Xi-fu, WANG Xiao-dong

WU Chan-qing, YANG Yang, CHEN Jin-nong

(Department of Physical Education, Hanshan Teacher College, Chaozhou 521041, China)

**Abstract:** The curvature of synaptic interface have been studied in the after exhaustive exercise group, 6 hour after exhaustive exercise group and 24 hour after exhaustive exercise group by counting. The result shows that it is obviously different in the 6 hour after exhaustive exercise from the control rats, and this paper gives a preliminary perspective to the relationship of the fatigue with the synaptic structure.

**Key words:** exhaustive exercise; cortex; curvature of synaptic interface; rat

运动性中枢疲劳的机制复杂多样,一些研究表明中枢神经组织中抑制性神经递质及调质的明显变化与中枢性疲劳密切相关,但有关神经传递结构单位的突触在运动中及运动后的研究非常少<sup>[1-3]</sup>。疲劳是否与中枢神经突触形态结构上的变化有关是一个值得注意的问题,本文通过力竭运动模型,以突触界面曲度<sup>[4,5]</sup>作为指标初步探讨了力竭运动后 24 h 内 Gray - I 型突触形态结构的变化情况。

## 1 材料和方法

### 1.1 实验动物和力竭运动模型

健康 Wistar 大鼠 24 只,体重 200 ~ 250 g,由中山医科大学动物中心提供,分笼饲养,自由饮食。室温 22 ~ 26℃,湿度 60% ~ 70%,自然光照。

大鼠随机分为安静对照组(6 只)、运动后即刻组(6 只)、运动后 6 h 组(6 只)和运动后 24 h 组(6 只)。

实验前 1 d,力竭运动的大鼠进行 5 min 的适应性平板跑台运动,速度 5 m/min,坡度为 5°。力竭运动模型采用 5 级负荷程序运动到力竭<sup>[6]</sup>:(1)6 m/min, 10 min; (2)15 m/min, 15 min; (3)20 m/min, 15 min; (4)24 m/min, 15 min; (5)28 m/min, 运动到力竭水平。运动时间为(90.86 ± 28.92)min,各

实验组间运动时间无显著差异。运动时使用毛刷或木条刺激动物尾部,促使大鼠能真正达到力竭水平。

力竭标准:动物在第 5 级负荷运动中,不能坚持随传送带跑动,刺激驱赶无效;行为特征为腹部着地、呼吸深急,且颤抖明显。

### 1.2 取材和电镜观察

安静组动物和力竭运动动物在规定时间内,以质量分数 0.3% 戊巴比妥钠进行腹腔注射麻醉,后迅速断头,按照图谱<sup>[7]</sup>取出顶叶皮层,放入 4℃ 质量分数 2% 多聚甲醛和质量分数 1.25% 戊二醛(pH = 7.0)混合液的玻璃载片上,在解剖镜下切出 1 mm<sup>3</sup> 的组织块,迅速放入 4℃ 质量分数 2.5% 戊二醛中固定,每组动物各选 2 只,在同一位置取材,每只动物同一部位各取 2 个组织块固定。制备包埋块和电镜切片按常规的程序进行(在广州中山大学电镜室完成),然后在 CM10, PHILIPS 透射电镜上观察计数。

在电镜下随机选择 Gray - I 型兴奋性突触<sup>[8]</sup>观察,根据突触界面曲度<sup>[4,5]</sup>计数各类型(笑型、直型、愁型)所占百分比。

### 1.3 统计处理

对所得的百分数用双侧 U 检验方法进行统计学处理。

$P < 0.05$ , 具有显著性差异。

## 2 结果与讨论

研究表明:在力竭运动后 24 h 内, Gray-I 型突触类型比例出现明显的变化, 但只有在力竭运动后 6 h 左右。在力竭运动后即刻时突触界面曲度类型比例没有出现明显的变化, 只是笑型突触比例的减少, 而愁型突触比例增加, 这显示突触形态结构的显著变化主要发生在运动疲劳后恢复阶段。在运动后 24 h 时愁型突触比例高于实验对照组, 但没有显著意义。本实验结果显示突触可塑性与运动性中枢疲劳有密切的相关(见表 1)。

表 1 力竭运动后大鼠皮层突触形态类型比例变化 个(%)

组别	n/个	笑型突触	平直突触	愁型突触
安静组	86	6(7.0)	77(89.5)	3(3.5)
力竭即刻	82	3(3.7)	71(86.6)	8(9.8)
力竭后 6 h	64	7(10.9)	43(67.2) <sup>1)2)</sup>	14(21.9) <sup>1)2)</sup>
力竭后 24 h	81	7(8.6)	68(84.0)	6(7.4)

1)与安静对照组比较,  $P < 0.05$ ; 2)与力竭即刻组比较,  $P < 0.05$

突触是神经联系的基本结构单位, 突触传递效力的改变直接影响到中枢的兴奋性, 现代脑科学研究表明在生长发育期, 学习记忆过程以及外界刺激过程和应激中都会在突触传递能力、突触数量、形态结构等方面发生明显的变化<sup>[5,8-10]</sup>。一些研究也表明在中枢组织中存在运动依赖性结构上的可塑性<sup>[11-14]</sup>。突触界面曲度的变化直接影响到突触传递效力。Gray-I 型突触是兴奋型突触, 有一个非常明显的特征就是突触后膜的致密斑, 是区别突触前后膜以及类型的重要标志, 根据突触前膜和后膜曲度变化, 一般将 Gray-I 型突触分成 3 类<sup>[4,5]</sup>: 突触前膜向突触后膜凸起的类型称为笑型; 突触后膜向突触前膜凸起的类型称为愁型; 而突触前后膜都比较平直的类型称为平直型。现在对突触界面曲度的理解倾向于界面曲度的增加增大了突触信息传递的有效力<sup>[4,5,8]</sup>。

有研究表明, 大脑中不同区域中突触界面曲度比例以及变化情况不同, 海马内突触类型在学习记忆过程中趋向笑型比例增加, 而大脑皮层中突触在应激等过程中趋向愁型比例增加<sup>[4,15]</sup>。本文研究结果与之相一致, 提示大脑皮层中的突触类型比例在运动前后发生向愁型增加的现象。另外资料表明运动能引起大脑皮层中树棘突触数量的增加, 树棘突触数量在动物成年过程中变化最为明显。树棘突触在大脑皮层中主要是愁型类型<sup>[9,10]</sup>, 这与本研究结果基本相一致。

突触可塑性方面的研究一直是现代脑科学研究的热点, 有关突触可塑性的内容有许多方面, 本实验只是从突触界面曲度角度进行了初步的研究, 为以后的深入和量化研究提供

帮助。在运动性疲劳中, 不同脑区内突触数量以及形态结构是否不同, 在大脑皮层不同分层中的突触形态结构是否发生不同的变化, 是否与学习记忆中一样出现穿孔性突触<sup>[15]</sup>等问题值得深入研究。

## 参考文献:

- [1] 王 斌. 力竭运动对大鼠纹状体、中脑及下丘脑单胺类神经递质含量的影响[J]. 中国运动医学杂志, 2002, 21(3): 48-52.
- [2] 季 浏. 运动中心理变化的某些生化基础[J]. 体育与科学, 1998, 19(1): 56-8.
- [3] Guezennec CY. Effects of prolonged exercise on brain ammonia and amino acid[J]. Int J Sports Med, 1998, 44(7): 323-7.
- [4] Markus EJ. Synaptic structural plasticity: Role of synaptic shape[J]. Synapse, 1989, 3: 1-11.
- [5] 吴馥梅. 突触界面曲率及其生理意义[J]. 神经解剖学杂志, 1994, 10(1): 89-92.
- [6] 王晓东. 运动恢复期间大鼠不同脑组织中 NO 和 MDA 代谢水平的研究[J]. 广州体育学院学报, 2002, 22(2): 31-34.
- [7] 王宇平. 大鼠中枢神经系统解剖学基础[M]. 北京: 北京人民卫生出版社, 1986: 89.
- [8] 韩济生. 神经科学纲要[M]. 北京: 北京医科大学, 中国协和医科大学联合出版社, 1993: 500-620.
- [9] 曹新志. 运动训练对中枢神经系统的影响[J]. 咸阳师范学院学报, 2001, 16(4): 68-71.
- [10] Chang FF. Lateralized effect of monocular training on dendritic branching in adult split-brain rats[J]. Brain Res, 1982, 232: 283.
- [11] Kleim JA. Selective synaptic plasticity within the cerebellar cortex following complex motor skill learning[J]. Neurobiol Learning Mem, 1998, 69(3): 274-89.
- [12] Jones TA. Motor skills training enhances lesion-inducing structural plasticity in the motor cortex of adult rats[J]. J Neurosci, 1999, 19(22): 10153-63.
- [13] Chu CJ. Experience-dependent structural plasticity in cortex heterotopic to focal sensorimotor cortical damage[J]. Exp Neurol, 2000, 166(2): 403-14.
- [14] Enoka RM. The contribution of neuroscience to exercise studies[J]. Fed Proc, 1985, 44(7): 2279-85.
- [15] 韩太真. 视皮层 LTP 形成后的突触形态特征[J]. 神经科学杂志, 1995, 2(4): 150-154.

[编辑: 郑植友]