

平衡训练对小鼠大脑皮质及平衡功能的影响

刘新¹, 王超懿², 王锐¹, 于敏华¹

[摘要] 目的 观察平衡训练对小鼠大脑皮质及平衡功能的影响。方法 将 45 只 C57BL/6J 雌性小鼠随机分为对照组、训练 2 周组和训练 4 周组各 15 只。复制一种新型的平衡训练模型, 对小鼠进行平衡木测验评估, 测定脑指数、大脑皮质中的脂质过氧化物丙二醛(MDA)的含量及超氧化物歧化酶(SOD)活性。结果 训练 4 周组小鼠通过平衡木的“总时间”与对照组和训练 2 周组比较, 明显缩短($P < 0.01$); 与对照组比较, 训练 2 周组小鼠脑指数增高($P < 0.05$), 训练 4 周组明显增高($P < 0.01$); 与对照组相比, 训练 4 周组小鼠大脑皮质 SOD 活性明显增高($P < 0.01$), MDA 含量降低($P < 0.05$)。结论 平衡训练可以改善小鼠大脑的平衡功能, 提高脑指数, 降低大脑皮质脂质过氧化水平。

[关键词] 小鼠; 平衡训练; 大脑皮质; 超氧化物歧化酶; 丙二醛

Effect of Balance Training on Cerebral Cortex and Balance Function of Mouse LIU Xin, WANG Chao-yi, WANG Rui, et al. The Department of Neurology Rehabilitation, China-Japan Union Hospital of Jilin University, Changchun 130033, Jilin, China

Abstract: **Objective** To observe the effect of balance training on cerebral cortex and balance function of mouse. **Methods** Forty-five C57BL/6J female mice were randomly divided into the control group, two week training group and four week training group with 15 animals in each group. An new model of balance function training was copied. The balance function, brain index, and the content of malondialdehyde (MDA) and activity of superoxide dismutase (SOD) in the mouse cerebral cortex were tested after training. **Results** The total time passing balance beam of the four week training group significantly shorten compared with the control group and two week training group ($P < 0.01$). Compared with the control group, the brain index of two week training group increased ($P < 0.05$), and four week training group also increased significantly ($P < 0.01$). Compared with the control group, the SOD activity of cerebral cortex significantly increased ($P < 0.01$), and MDA decreased ($P < 0.05$) in the four week training group. **Conclusion** This new balance training can improve balance function, increase the brain index and decrease lipid peroxidation level in the cerebral cortex of the mice.

Key words: mouse; balance training; cerebral cortex; superoxide dismutase (SOD); malondialdehyde (MDA)

[中图分类号] R338.2 [文献标识码] A [文章编号] 1006-9771(2006)12-1058-02

[本文著录格式] 刘新, 王超懿, 王锐, 等. 平衡训练对小鼠大脑皮质及平衡功能的影响[J]. 中国康复理论与实践, 2006, 12(12): 1058—1059.

平衡功能是人体运动的一项重要功能, 日常生活中各种功能运动如站立、行走等都依赖有效的平衡功能。维持正常的平衡功能需要健全的骨骼系统、良好的肌张力、协调的肌力和正确的姿势反射系统包括小脑、前庭系统、脑干网状结构、本体感觉、大脑平衡反射调节、视觉代偿调节等^[1]。大脑皮质在平衡功能中的整合作用非常重要^[2-4], 但相关的研究极少。本实验通过复制一种新的平衡训练模型, 对小鼠进行平衡功能训练, 通过行为学、脑指数、大脑皮质中的脂质过氧化物丙二醛(malondialdehyde, MDA)的含量及超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD)活性, 观察平衡训练对小鼠大脑皮质及平衡功能的影响。

1 材料与方法

1.1 实验动物与主要材料 雌性 12 周龄 C57BL/6J 小鼠 45 只, 由吉林大学实验动物中心提供, 体重(25.46 ± 2.42) g。训练器材采用自制旋转平衡训练器, 内壁装有固定的手柄供小鼠抓握, 保证小鼠在整体旋转的平衡训练中对头、颈、躯干及四肢进行适当的控制。平衡木长 2 m, 宽 4 mm, 平放在距地面 7 cm 处, 可让小鼠在上面行走, 以评估小鼠的平衡功能。

仪器与主要试剂: ES-60J 电子分析天平(沈阳龙腾电子称

量仪器有限公司); 可见光分光光度计; 恒温水箱; TGL-16B 低温离心机(中国上海安婷科学仪器厂生产); SOD 试剂盒(由南京建成生物公司提供); MDA 试剂盒(由南京建成生物公司提供)。

1.2 动物模型复制 45 只小鼠随机分为对照组、训练 2 周组和训练 4 周组各 15 只。训练 2 周组采用旋转平衡训练器训练, 左右旋转各 1 圈交替进行, 旋转速度为 5 r/min; 第 1 天训练 10 min, 以后每天增加 10 min, 直至每天训练 30 min; 每周训练 6 d, 总训练时间为 2 周。训练 4 周组方法同上, 总训练时间为 4 周。对照组除不接受平衡运动训练外, 饲养条件同以上两组一样均为常规饲养。

分别于 2 周后和 4 周后对小鼠进行平衡功能评测、脑指数测定、大脑皮质 MDA 含量检测和 SOD 活性检测。

1.3 平衡功能评测 参考 Drucker 等的平衡木试验方法^[5], 修订用于小鼠。具体如下: 将长 2 m、宽 4 mm 的平衡木两端各置一铁架固定, 记录小鼠从始端“走到”末端的“总时间”。

1.4 脑指数测定 先称小鼠体重, 然后断头处死, 立即开颅取出大脑称重, 脑重/体重(%)为脑指数。

1.5 蛋白含量测定 将称重后的小鼠大脑置于冰台上, 迅速剥离大脑皮质, 放入预冷的生理盐水中, 洗净残血, 用预冷的 pH 7.4 Tris-HCL 在冰浴条件下将脑组织制成 5% 的匀浆液待用。用考马斯亮兰 G-250 染色法测定样品的蛋白含量。

1.6 SOD 活性测定 参照邻苯三酚自氧化法^[6], 采用 SOD 试剂盒按说明书进行测定。

作者单位: 1. 吉林大学中日联谊医院神经康复科, 吉林长春市 130033; 2. 北京体育大学运动人体科学学院, 北京市 100084。作者简介: 刘新(1979-), 女, 吉林图们市人, 硕士研究生, 主要研究方向: 大脑可塑性。通讯作者: 于敏华。

1.7 MDA 含量测定 用 TBA 法(硫代巴比妥酸荧光法)测定 MDA 含量。

1.8 统计学处理 所有数据均以($\bar{x} \pm s$)表示,采用 SPSS 软件进行两样本均数的 t 检验。

2 结果

2.1 平衡功能评测 训练 4 周组小鼠通过平衡木的“总时间”较对照组和训练 2 周组明显缩短($P < 0.01$),见表 1。

2.2 脑指数测定 与对照组比较,训练 2 周组小鼠脑指数增高($P < 0.05$),训练 4 周组明显增高($P < 0.01$),见表 1。

表 1 平衡器训练对小鼠大脑平衡功能及脑指数的影响($\bar{x} \pm s$)

组别	n	通过平衡木时间(s)	脑指数(%)
对照组	15	45.00 \pm 9.65	1.54 \pm 0.11
训练 2 周组	15	44.13 \pm 13.43	1.73 \pm 0.22 ^a
训练 4 周组	15	29.12 \pm 5.73 ^{b,c}	1.79 \pm 0.14 ^b

注:a.与对照组比较, $P < 0.05$;b.与对照组比较, $P < 0.01$;c.与训练 2 周组比较, $P < 0.01$ 。

2.3 大脑皮质 SOD 活性及 MDA 含量 训练 4 周组小鼠的大脑皮质 SOD 活性较训练 2 周组增高($P < 0.05$),较对照组明显增高($P < 0.01$),MDA 含量较对照组降低($P < 0.05$),与训练 2 周组差异无显著性意义($P > 0.05$),见表 2。

表 2 平衡功能训练后各组小鼠大脑皮质 SOD 活性、MDA 含量比较($\bar{x} \pm s$)

组别	n	SOD	MDA
		(NU/ mg prot)	(nmol/100 mg prot)
对照组	15	23.59 \pm 15.24	5.99 \pm 2.41
训练 2 周组	15	34.03 \pm 18.82	4.98 \pm 3.19
训练 4 周组	15	51.52 \pm 13.77 ^{b,c}	3.12 \pm 1.53 ^a

注:a.与对照组比较, $P < 0.05$;b.与对照组比较, $P < 0.01$;c.与训练 2 周组比较, $P < 0.05$ 。

3 讨论

平衡是人类的基本运动技能,是指人体无论处于什么位置,当运动或受到外力作用时能自动调整并维持姿势的能力^[7]。平衡功能对维持日常生活中各种姿势、进行各种活动以及对外界干扰产生适宜的反应尤其重要^[8]。本实验采用自制旋转平衡训练器,模拟太极拳运动中的腰脊运动和宇航员平衡训练的方法对小鼠进行平衡功能训练,并进行平衡功能评定。平衡木测验是评定小鼠运动协调与中枢神经系统整合能力的重要指标。结果显示,与对照组比较,训练 4 周组小鼠通过平衡木的“总时间”明显缩短($P < 0.01$),表明平衡训练可以改善小鼠的协调整合功能,提高平衡功能,使小鼠大脑出现适应性变化,其机制可能是长期平衡训练加强了大脑皮质神经元之间的专门化知觉网络连接,提高大脑的整合能力,改善感觉输入和增加运动控制,并能够促进神经元的侧枝抽芽和新突触联系的建立^[9,10]。因此,要提高平衡能力,应坚持长期的平衡训练。

本实验结果显示,小鼠经过一定时间和适当强度的平衡训练后脑指数增加,训练 4 周组尤为明显($P < 0.01$),表明长期适量的平衡训练可增加大脑重量,其机制可能是由于小鼠大脑受到平衡训练的刺激,增强了神经元之间的相互联系,使突触的数量、树突、轴突的长度和分支以及胶质细胞数量等增加,从而增加了大脑的重量。陈运才报道,运动可以促进神经元树突

可塑性增生及皮质胆碱能纤维增生^[9],本实验结果与其相一致。

正常情况下,机体有完善的自由基清除系统,使体内自由基的产生与清除处于动态平衡^[11]。测试 MDA 的含量可以反映机体内的脂质过氧化程度,间接反映脑细胞损伤的程度。研究显示,长期适量的运动可以降低组织中 MDA 的生成^[12,13]。本研究结果也显示,长期适量的平衡训练能明显降低大脑皮质 MDA 的含量,减少自由基的生成。

SOD 活性的高低间接反映机体清除氧自由基的能力。有报道,运动训练可以提高 SOD 活性^[12,14,15],因为运动时机体耗氧量增加,自由基的生成增多,导致体内抗氧化酶水平产生急性适应性变化,而长期运动必将引起机体抗氧化水平产生慢性适应性变化。本实验结果与之相同,显示长期适量的平衡训练可以增强大脑皮质 SOD 的活性,提高大脑皮质抗脂质过氧化的能力,其机制为在整个训练阶段负荷强度的刺激都较适宜,脑血流量供应充足,虽然由于线粒体氧利用率加强,介导自由基的潜在损害,但随着训练时间的增加,大脑皮质 SOD 的活性被激活,对抗机体内产生的自由基。另外,适宜的训练使机体其他组织和器官保持良好的机能状态也会补充脑内 SOD 的损失^[16]。因此,虽然自由基的产生消耗了一定的 SOD,但通过训练产生和补充的 SOD 远超过消耗的水平,使大脑皮质抗脂质过氧化和清除自由基的能力提高。

综上所述,平衡训练可以改善大脑的平衡功能,增加脑指数,并降低大脑皮质的脂质过氧化水平。

[参考文献]

- [1] 陈少贞,黄东峰,丁建新,等. 认知训练对脑卒中患者平衡功能的影响[J]. 中国临床康复, 2004, 8(1): 10—11.
- [2] 刘梅香,隋满丽,万爱玉. 躯干肌训练对偏瘫患者平衡功能的影响[J]. 现代康复, 2001, 5(9): 144—145.
- [3] 宋林琳,万琪,王津存,等. 神经衰弱患者的重心平衡功能障碍与氟桂利嗪的治疗作用[J]. 中国临床康复, 2003, 7(22): 3102—3103.
- [4] Balanubramanian R, Wing AM. The dynamics of standing balance[J]. Trends Cog Sci, 2002, 6(12): 531—536.
- [5] Drucker Colin R, Garcia Hernandez F. A new motor test sensitive to aging and dopaminergic function[J]. Neurosci Meth, 1991, 39: 153.
- [6] 姚宝元,许可,邓树勋. 两种训练方式对男大学生 STI 的影响[J]. 体育学刊, 2002, 9(3): 36—37.
- [7] Salton SR. Neurotrophins, growth factor-regulated genes. And the control of energy blance[J]. Mt Sinai J Med, 2003, 70(2): 93—100.
- [8] 金东梅,燕铁斌. 平衡功能临床评定研究进展[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2002, 24(3): 187—189.
- [9] 陈运才. 运动对小鼠脊髓前角运动神经树突结构可塑性的影响[J]. 广州解剖学通报, 1993, 15(1): 28.
- [10] Chang FF, Greenough WT. Lateralized effects of monocular training on dendritic branching in adult split-brain rats[J]. Brain Res, 1982, 232: 253.
- [11] 康凯. 天然抗氧化剂在体育运动中的运用及展望[J]. 山东体育科技, 2005, 27(2): 19—21.
- [12] 金花. 耐力训练对大鼠大脑、小脑、心肌抗氧化酶及脂褐素含量的影响[J]. 中国运动医学杂志, 1995, 14(2): 1666—1692.
- [13] 张钧,郭勇力,黄叔怀. 运动训练对大鼠大脑、心肌脂褐素含量及自由基代谢的影响[J]. 山东体育学院学报, 1998, 14(4): 49—52.
- [14] Jenkins RR. Lipid peroxidative in skeletal muscle during Atrophy and acute exercise[J]. Med Sci Sports Exer, 1983, 15: 93—94.
- [15] 曹国华,陈吉棣. 游泳训练对小鼠体内自由基生成与清除的影响[J]. 中国运动医学杂志, 1991, 10(2): 65—67.
- [16] 姚军成,赵志伟,宗有智. 不同负荷游泳对大鼠大脑及小脑皮质 SOD 含量的影响[J]. 西安体育学院学报, 2005, 22(2): 68—72.

(收稿日期: 2006-04-26)