

不同运动强度对骨骼肌自由基代谢的影响

邓伟艳¹, 汤长发²

(1. 湖南工业大学体育学院, 湖南 株洲 412007; 2. 湖南师范大学体育学院, 湖南 长沙 410012)

摘要: 采用成年雄性SD大鼠40只, 随机分为安静对照组、小强度组、中等强度组和大强度组。测定骨骼肌中SOD活性、MDA的含量。试验结果是, 小强度运动组较安静组比目鱼肌中SOD活性降低, MDA含量降低; 中等强度运动组较安静组肱二头肌中SOD活性升高, MDA含量降低。通过比较不同强度持续运动对大鼠不同类型骨骼肌自由基代谢的影响, 探讨合理的运动强度, 为健康的健身运动提供科学方法与理论依据。

关键词: 运动; 大鼠; 自由基; 骨骼肌

中图分类号: G804.22

文献标志码: A

文章编号: 1673-9833(2010)06-0102-03

Effect of Different Exercise Intensities on Skeletal Muscle Free Radicals Etabolism

Deng Weiyan¹, Tang Changfa²

(1. School of Physical Education, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412007, China;

2. Physical Education College of Hunan Normal University, Changsha 410012, China)

Abstract: 40 adult male SD rats are randomly divided into sedentary control group, low intensity group, moderate-intensity group and the high intensity group. Their SOD activity and MDA contents in skeletal muscle are measured. The results show that: soleus muscle's SOD activity and MDA content in the low intensity group are lower than those in the quiet small group, biceps SOD activity in the moderate-intensity group are more than that in the quiet small group, but MDA content has decreased. By comparing the effects of different continuous exercises on different skeletal muscle free radicals metabolism, explores reasonable exercise intensity and provides scientific methods and theoretical basis for healthy exercise.

Keywords: exercise; rat; free radical; skeletal muscle

目前, 运动训练与自由基代谢间关系的研究越来越多, 但大部分是研究短时间的急性运动, 不同运动强度持续运动对机体自由基代谢影响的研究较少。骨骼肌代谢与自由基产生及清除的平衡有重大关系^[1-2], 一般认为, 持续的、长时间的有氧运动对骨骼肌自由基清除有效。本研究以成年大鼠为研究对象, 探讨不同强度运动对大鼠骨骼肌中自由基代谢的影响, 为人们选择适宜的运动强度, 合理科学地参加体育锻炼, 从而有效地控制因运动诱发的氧毒性作用, 避免机体受到损害, 预防疾病, 制定健康的运动方案提供科学方法与理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验对象与运动模型

将3月龄健康远交群大鼠(sprague dawley, SD)40只(湖南农业大学提供), 分成4组, 每组10只, 按国家啮齿类动物饲养标准饲养。试验期间保持室温20~25℃, 相对湿度为(50±5)%, 每天光照12h, 自由饮水, 分笼饲养, 1~2d换一次垫料。参照孙晓娟^[3]及Bedford^[4]的运动负荷标准, 采用杭州立泰科技有限公司PT动物实验跑台, 每天以15m/min的速度进行10min适应性跑台练习。1周后将大鼠按体质量分层, 然后

收稿日期: 2010-09-01

基金项目: 湖南省自然科学基金资助项目(10JJ6041)

通信作者: 邓伟艳(1980-), 女, 湖南邵阳人, 湖南工业大学讲师, 主要从事体育教学与运动健身研究,

E-mail: 800315deng@163.com.cn

随机分为安静对照组(A组)、小强度运动组(B组)、中等强度运动组(C组)和大强度运动组(D组), B、C、D组每天运动强度分别为20 m/min × 25 min, 28 m/min × 40 min, 38 m/min × 60 min。按上述负荷训练至8周结束, 将观察和试验结果进行统计和分析。

1.2 取材与样本制作

最后一次运动试验结束24 h后, 每组任选6只, 每只腹腔注射10%水合氯醛2 mL, 麻醉后断头处死。取比目鱼肌和肱二头肌, 用冰生理盐水洗去残留的血迹, 尽可能去掉脂肪组织和结缔组织, 立即放入液氮中冷冻。任取部分比目鱼肌、肱二头肌用生理盐水漂洗后, 滤纸吸干, 准确称取其质量, 按9 mL/mg剂量加入生理盐水, 手工匀浆后制成组织匀浆待测。

1.3 测定方法

超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD)用黄嘌呤氧化酶法测量; 丙二醛(malondialdehyde, MDA)用硫代巴比妥酸法测量; 蛋白质含量用考马斯亮兰法测量。试剂盒均由南京建材生物研究所提供, 严格按照试剂盒说明操作。

本实验在湖南师范大学体育学院实验室完成。

1.4 数据处理方法

所有的数据用平均值和标准差($\bar{x} \pm s$)表示; 各组间显著性差异采用方差分析, 组内显著性差异用双侧 t 检验, 显著性水平为 $\alpha = 0.05$; 所有数据均用SPSS16.0统计学软件进行处理。

2 实验结果

用1.3和1.4节中所述方法, 测得不同运动强度下不同骨骼肌中SOD活性与MDA的含量, 数据见表1~2。

表1 SOD活性比较

Table 1 Comparison of SOD activity U/mgprot

组别	肌 纤 维	
	比目鱼肌	肱二头肌
A	66.578 3 ± 4.702 5	69.156 7 ± 2.676 2
B	62.048 3 ± 4.434 9	84.908 3 ± 1.935 3**
C	53.955 0 ± 2.483 1***	89.236 7 ± 3.004 1***
D	68.908 0 ± 2.483 1***	78.311 7 ± 2.326 5*** [○]

注 与A组相比*表示 $P < 0.05$, **表示 $P < 0.01$;
与B组相比[●]表示 $P < 0.05$, ^{●●}表示 $P < 0.01$;
与C组相比[○]表示 $P < 0.05$, ^{○○}表示 $P < 0.01$ 。

2.1 骨骼肌中SOD活性比较

由表1可知各组中, 比目鱼肌中SOD活性均不相同, 由低到高依次为: C组、B组、A组、D组。C组、D组与A组相比都具有非常显著性差异($P < 0.001$); C组、D组与B组相比也都有非常显著性差异。肱二头肌中SOD活性也均不相同, 由低到高依次为: A组、D组、B组、C组。各组间相比较都有非常显著性差异。

2.2 骨骼肌中MDA含量比较

由表2可知各组中, 比目鱼肌中MDA含量均不相同, 由低到高依次为: B组、C组、D组、A组。B组与A组相比具有非常显著性差异; C组与A组相比具有显著性差异($P < 0.005$); D组与B组相比具有非常显著性差异。肱二头肌中MDA含量也均不相同, 由低到高依次为: C组、A组、D组、B组。D组与A组相比具有显著性差异; C组与B组相比具有显著性差异; D组与C组相比具有非常显著性差异。

表2 MDA含量比较

Table 2 Comparison of MDA content nmol/mgprot

组别	肌 纤 维	
	比目鱼肌	肱二头肌
A	9.548 3 ± 0.630 4	8.810 0 ± 0.269 6
B	7.556 7 ± 1.015 6**	9.928 3 ± 0.731 4
C	8.318 3 ± 1.006 3*	8.146 7 ± 0.222 5 [●]
D	8.616 1 ± 1.140 4 ^{●●}	9.369 2 ± 1.416 0 ^{●○○}

注 同表1。

3 讨论

3.1 运动强度对骨骼肌中SOD活性的影响

SOD是机体抗自由基防御前沿阵地的第一道防线, 它能有效地维持机体自由基的动态平衡。在生物体内, SOD在机体抗衰老、调节免疫、御防肿瘤、调节血脂、抗辐射、美容等方面有重要的作用^[5]。在运动时, 骨骼肌内血流量增加几十倍, 耗氧量急剧增加, 生成了大量的氧自由基, 而骨骼肌是人体组织中抗氧化酶活力水平较低的组织; 但是, 在运动中骨骼肌和机体其他组织比较, 肌肉因运动训练引起的抗氧化能力的改变最为明显, 可能的机制是由于运动中较多自由基的产生, 提高了基础抗氧化酶活力水平。

试验表明, 运动负荷是影响SOD活性改变的重要因素。在运动中, 比目鱼肌中SOD活性大, 强度最高, 肱二头肌中SOD的活性小强度最高, 其可能机制是, 运动后机体内自由基生成增多, 抗氧化系统的功能应激性加强, 抗氧化酶的活性应激性得到提高, 超氧化物歧化酶活性也随着升高, 而长时间系统的运动训练, 由于大鼠机体的抗氧化能力增强, 对运动产生了一定的适应能力, 增强了机体抗氧化酶的活性。国内外专家研究均证实, 大鼠在中等强度运动后总抗氧化能力显著增强, 每日运动持续时间越长或强度越大, 能明显地提高骨骼肌SOD的活性^[6-8]。但是本研究发现不同肌组织类型中SOD的活性随运动强度变化差异较大, 其机制可能是快慢肌纤维类型的不同所致。

3.2 运动强度对骨骼肌中MDA含量的影响

MDA是生物膜中不饱和脂肪酸被自由基攻击后产生的脂质过氧化物, 它在机体中的含量不仅反映出

自由基生成的速度,而且还反映出脂质过氧化对机体的反应程度。目前,MDA含量是细胞氧化损伤的一个重要检测指标。脂质过氧化以及其自身的分解产物具有较强的毒性,可诱发蛋白交联,在内质网上形成斑点状病变,并不断扩大后崩裂内质网,导致一系列酶失活,细胞膜的通透性改变,线粒体代谢失调,最终导致细胞结构和功能的改变。研究发现,自由基含量随着运动强度的增大而增多,直接破坏骨骼肌结构,引起骨骼肌的形态进一步发生改变。

本试验研究发现,长期规律的有氧运动训练,可引起大鼠比目鱼肌中MDA含量减少,在适宜的运动负荷内,随着时间的延长其减少氧自由基损害作用越大;而肱二头肌中MDA含量,小强度运动组和大强度运动组高于安静组,中等强度组略低于安静组。这表明运动对不同类型骨骼肌中MDA含量影响不同。其可能的机制是,由于运动对不同类型骨骼肌MDA的代谢顺序不同而影响其含量变化。试验结果与郭林和徐波的研究一致,郭林等在大鼠跑台运动至力竭的运动模型中发现,骨骼肌红肌匀浆中MDA含量显著升高^[9];徐波用急性力竭运动模型对大鼠骨骼肌白肌、红肌中脂质过氧化水平进行研究,结果表明,运动组红肌中的MDA含量较安静组有显著性升高^[10]。

本试验证明,适宜的运动能加速细胞更新速度,使机体保持较旺盛的代谢状态,大强度运动导致组织中的超氧化物歧化酶的活性降低和脂质过氧化物的含量增加,机体的抗氧化能力下降。

4 结语

本研究结果显示,同一强度运动,不同类型骨骼肌SOD活性、MDA含量不同,可能原因是运动对不同类型骨骼肌自由基的代谢顺序不同。比目鱼肌在小强度运动、肱二头肌在中等强度运动中能加速细胞更新速度,使机体保持较旺盛的代谢状态。以上结论为制定合适的运动健身计划提供一定的理论依据。

参考文献:

- [1] 杨峰,翟元,刘业梅,等. 有氧耐力运动对小鼠肌肉组织自由基损伤的影响[J]. 武汉体育学院学报, 2005, 39(6): 69-71.
Yang Feng, Zhai Yuan, Liu Yemei, et al. Influences of Aerobic Endurance Exercise on Injuries of Free Radicals in Mouse Musculature[J]. Journal of Wuhan Institute of Physical Education, 2005, 39(6): 69-71.
- [2] 武玉元,张军,常波. 运动对衰老的影响[J]. 沈阳体育学院学报, 2006, 25(3): 68-71.
Wu Yuyuan, Zhang Jun, Chang Bo. Effects of Exercise on Senility[J]. Journal of Shenyang Sport University, 2006, 25(3): 68-71.
- [3] 孙晓娟,潘珊珊. 不同强度运动对大鼠心脏降钙素基因相关肽的影响[J]. 中国运动医学杂志, 2006, 25(4): 416-419.
Sun Xiaojuan, Pan Shanshan. Effect of Exercise Intensity on Cardiac Calcitonin Gene-Related Peptide in Rats[J]. Chinese Journal of Sports Medicine, 2006, 25(4): 416-419.
- [4] Bedford T G, Tipton C M, Wilson N C, et al. Maximum Oxygen Consumption of Rats and Its Changes with Various Experimental Procedures[J]. J. Appl. Physiol., 1979, 47(6): 1278-1283.
- [5] 刘晓莉,侯莉娟,喻云梅,等. 间歇性无氧运动对小鼠脑、心肌、骨骼肌抗氧化能力及脂质过氧化损伤的影响[J]. 中国运动医学杂志, 2004, 23(4): 390-394.
Liu Xiaoli, Hou Lijuan, Yu Yunmei, et al. Effects of Interval Anaerobic Training on Antioxidant Capacity and Lipid Peroxidative Damage of Brain, Myocardium and Skeletal Muscle in Mice[J]. Chinese Journal of Sports Medicine, 2004, 23(4): 390-394.
- [6] 李涛. 不同功能状态大鼠骨骼肌抗氧化能力的变化[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2008, 12(24): 4619-4622.
Li Tao. Alterations of Anti-Oxidation Capability of Rat Skeletal Muscles at Different Function States[J]. Journal of Clinical Rehabilitative Tissue Engineering Research, 2008, 12(24): 4619-4622.
- [7] Farombi E O, Ekor M. Curcumin Attenuates Gentamicin-Induced Renal Oxidative Damage in Rats[J]. Food Chem Toxicol, 2006, 44(9): 1443-1448.
- [8] Li X, He D, Zhang L, et al. A Novel Antioxidant Agent, as Tragalos Ides, Prevents Shock Wave-Induced Renal Oxidative Injury in Rabbits[J]. Urol. Res., 2006, 34(4): 277-282.
- [9] 郭林,曲明祥,曹建民,等. 运动性血清酶升高与骨骼肌自由基代谢变化相关性分析[J]. 中国体育科技, 2000, 36(3): 38-39.
Guo Lin, Qu Mingxiang, Cao Jianmin, et al. An Analysis of Correlation between Serum Enzyme Increasing with Free Radical Metabolism Variation Cased by Exercise[J]. China Sport Science and Technology, 2000, 36(3): 38-39.
- [10] 徐波,许豪文. 急性运动对大鼠骨骼肌中丙二醛和血清肌酸激酶的影响[J]. 中国应用生理学杂志, 1996, 12(1): 65-66.
Xu Bo, Xu Haowen. The Effect of Exhaustive Running on Rat Skeletal muscle MDA Concentration and Serum CK Activity[J]. Chinese Journal of Applied Physiology, 1996, 12(1): 65-66.

(责任编辑:邓光辉)