

## 减量训练对大鼠骨骼肌最大等长收缩力的影响

金雯<sup>1</sup>, 王煜<sup>2</sup>

(1. 江苏大学医学院, 江苏镇江 212001; 2. 西安体育学院, 陕西西安 710068)

**摘 要:**为探讨减量训练对骨骼肌最大等长收缩力的影响。将成年 S. D 雄性大鼠随机分为 2 组, 正常对照组 (NC, 16 只) 和快速力量训练组 (PT, Power training, 36 只)。快速力量训练 6 周后, PT 组又分为训练对照组 (PTC, 12 只)、减量训练 1 组 (PTT<sub>1</sub>, 12 只) 和减量训练 2 组 (PTT<sub>2</sub>, 12 只)。PTC 组继续进行原训练, PTT<sub>1</sub> 组和 PTT<sub>2</sub> 组进行 6 周减量训练。最后测定大鼠右侧后腿腓肠肌最大等长收缩力相对值 ( $F/m$ ), 观察减量训练对其的影响。结果表明, 80% 强度的减量训练后最大等长收缩力相对值呈先下降后回升直至超量恢复的趋势; 50% 强度的减量训练后相对值呈持续下降趋势, 没有再回升。适当的减量训练可以巩固和加强训练效果; 减量过多则会导致训练效果丧失, 出现减量后的不良影响。

**关键词:**快速力量; 减量训练; 大鼠; 骨骼肌; 最大等长收缩力

中图分类号: G804.7 文献标识码: A 文章编号: 1006-7116(2006)02-0066-03

### An experimental study of the effect of intensity reduced training on the maximum isometric contraction strength of skeletal muscle of rats

JIN Wen<sup>1</sup>, WANG Yu<sup>2</sup>

(1. School of Medicine, Jiangsu University, Zhenjiang 212001, China;

2. Xi'an Institute of Physical Education, Xi'an 710068, China)

**Abstract:** To probe into the effect of intensity reduced training on the maximum isometric contraction strength of skeletal muscle, the authors randomly divided S. D. adult male rats into 2 groups, namely, normal control group (NC, 16 rats) and fast power training group (PT, 36 rats). After 6 weeks of fast power training, the PT group was divided into training control group (PTC, 12 rats), intensity reduced training group 1 (PTT<sub>1</sub>, 12 rats), and intensity reduced training group 2 (PTT<sub>2</sub>, 12 rats). The original training continued to be conducted on the PTC group, while 6 weeks of intensity reduced training was conducted on the PTT<sub>1</sub> and PTT<sub>2</sub> groups. At the end of this experiment, the relative value ( $F/m$ ) of the maximum isometric contraction strength of right sural muscle of rear legs of the rats was measured, and the effect of intensity reduced training on such contraction strength was observed. The authors revealed the following findings: After 80% intensity reduced training, the relative value of the maximum isometric contraction strength presented a trend of descending to re-ascending to super compensation; after 50% intensity reduced training, the relative value presented a continuous descending trend without re-ascending; appropriate intensity reduced training could consolidate and reinforce the training effect; intensity overly reduced training would render the training ineffective and result in an adverse effect after the intensity was overly reduced.

**Key words:** fast power; intensity reduced training; rat; skeletal muscle; maximum isometric contraction strength

随着竞技体育的不断发展,对训练方法的要求也越来越高,训练方法的科学与否将直接影响到运动员的体能、运动水平和运动成绩,而每一种新的科学的训练方法都会对竞技体育起到积极的作用。因此,体育界的专家、学者和各级教练员们都在积极地不断探索能够提高运动成绩的新的科学的训练方法。近年来,减量训练方法以及由此而可能产生的生理变化和医学问题已受到广大体育工作者的极大关注<sup>[1-3]</sup>。只有真正地理解减量训练后人体各方面的生理变

化特征,才能做到科学的减量,使减量的负面影响降到最少甚至没有。本研究以大鼠为对象,通过分组实验测定减量训练的效果,为实际训练提供参考。

### 1 材料与方法

#### 1.1 实验对象

2 月龄 Sprague-Dawley 雄性大鼠 52 只(西安交通大学医学院动物实验中心提供),自由饮食,饲养温度 18~20℃,相

对湿度(50±10)%。

### 1.2 动物分组

将 52 只大鼠按体重分层,随机分为两大组,正常对照组(NC,16 只),训练组(PT,36 只)。训练组又分为训练对照组(PTC,12 只),减量训练组(PTT,24 只)。减量组又分为 PTT<sub>1</sub> 组和 PTT<sub>2</sub> 组,各 12 只。分别在第 6、8、10、12 周时采样,测大鼠骨骼肌的最大等长收缩力,动态观察其变化。

### 1.3 训练安排

(1)大鼠训练方法的选择。大鼠训练方式常采用的有 3 种,即动物跑台、游泳和电刺激。根据本实验快速力量训练的特点,并参照前人的研究成果,采用电刺激训练方式,即采用自制电鼠笼(生理刺激器:波形为方波,频率为 50 Hz,电压为 20~50 V),通过电刺激让大鼠进行跳跃训练<sup>[4,5]</sup>。

(2)快速力量训练方案。训练组 36 只大鼠均进行跳跃性快速力量训练,为期 6 周(第 1 周为适应性训练)。运动强度为大鼠体长的 2.3 倍(以大鼠的跳跃高度作为运动强度),每天运动量为 80~100 次,分两组进行,隔天训练 1 次<sup>[4,5]</sup>。(见表 1)

表 1 大鼠训练组快速力量训练安排

时间/周	训练强度(跳跃高度/cm)	训练量/(次·d <sup>-1</sup> )	组间间歇/min
1	31	30×2;40×2	5
2	31	50×2	5
3	37	50×2	5
4~6	42	50×2	5

(3)减量训练方案。快速力量训练 6 周后,训练组分为 3 组:训练对照组(PTC)、减量训练 1 组(PTT<sub>1</sub>)和减量训练 2 组(PTT<sub>2</sub>)。PTC 组仍按原来的训练强度和训练量进行训练,为期 4 周;PTT<sub>1</sub> 组采用原来训练强度的 80% 进行训练(即跳跃高度为 34 cm),其余不变,为期 6 周;PTT<sub>2</sub> 组采用原来训练强度的 50% 进行训练(即跳跃高度为 21 cm),其余不变,为期 6 周<sup>[6-9]</sup>。

### 1.4 肌肉最大等长收缩力相对值的获取

(1)肌肉试件的制备。实验前先测量大鼠的体重,然后用质量分数为 2% 巴比妥钠(100 mL/kg),腹腔皮下注射,将大鼠麻醉后,在生活状态下,将其后肢皮肤剖开至腓肠肌表面,剥离皮肤及其它肌肉,分离出完整的腓肠肌,用断骨钳从距腓肠肌近侧附着点 2 cm 处剪断股骨,从小腿的中部剪断胫腓骨然后放入乐氏液(温度 30℃)。整个过程在 5 min 内完成<sup>[10]</sup>。

(2)腓肠肌最大等长收缩力的测试程序。测试前对记录仪进行标定,然后将制备好的腓肠肌试件固定好。标本放置在肌槽内,肌槽内有 30℃ 的乐氏液;标本的一端固定另一端用细线连接在张力换能器上;张力换能器和四导生理记录仪相连;用生理电刺激仪刺激腓肠肌使之发生强直收缩,记录仪在记录纸上描记出收缩力曲线,最后根据曲线读出力值大小。

(3)最大等长收缩力相对值的计算。

最大等长收缩力的相对值 = 最大等长收缩力/大鼠体质量( $F/m$ )。

## 2 结果

### 2.1 快速力量训练 6 周后的变化

大鼠快速力量训练 6 周后最大等长收缩力相对值增加 18.52%,经检验差异有非常显著性意义。NC 组(0.493 2±0.111 9)、PTC 组(0.605 3±0.108 4), $P<0.01$ 。

### 2.2 减量训练 2 周后的变化

PTT<sub>1</sub> 组和 PTT<sub>2</sub> 组在减量训练 2 周后最大等长收缩力相对值都有所下降,NC 组(0.449 0±0.021 6);PTC 组(0.037 5±0.100 6);PTT<sub>1</sub> 组(0.560 1±0.025 9);PTT<sub>2</sub> 组(0.599 2±0.027 4);PTT<sub>1</sub> 组下降得更多与 PTC 组相比差异有显著性意义;但减量组都比 NC 组高,差异有显著性意义。

### 2.3 减量训练 4 周后的变化

减量训练 4 周后 PTT<sub>1</sub> 组最大等长收缩力相对值开始上升到 PTC 水平,PTT<sub>2</sub> 组继续下降到 NC 组水平。NC 组(0.518 7±0.043 1);PTC 组(0.625 7±0.046 5);PTT<sub>1</sub> 组(0.031 8±0.085 6);PTT<sub>2</sub> 组(0.577 2±0.031 3)。

### 2.4 减量训练 6 周后的变化

减量训练 6 周后 PTT<sub>1</sub> 的最大等长收缩力相对值与第 4 周相比继续增加,与 NC 组和 PTT<sub>2</sub> 组相比差异有非常显著性意义;PTT<sub>2</sub> 组与第 4 周相比继续下降。NC 组(0.386 4±0.065 1),PTT<sub>1</sub> 组(0.700 6±0.038 1);PTT<sub>2</sub> 组(0.514 9±0.110 9)。

## 3 讨论

大多数从事训练学研究的专家一般把肌肉力量定义为:肌肉力量是指人体肌肉工作时依靠肌肉紧张克服或对抗阻力的能力。肌肉力量的分类方法很多,但在一般情况下通常把肌肉力量按能力划分为最大力量、快速力量和力量耐力。联邦德国、美国及前苏联等国的一些研究表明,最大力量是基础,在很大程度上决定着快速力量的能力,对力量耐力也有影响。

影响肌肉力量大小的生理基础有:肌肉肥大、神经调节机能、骨杠杆的机械效率、肌纤维的组成等,其中前两项为主要的。目前已有研究表明肌肉力量的增长主要是神经肌肉的适应和依靠肌肉体积的增大。机体神经肌肉的适应导致肌力增加的原因是:一方面肌肉兴奋时动员的运动单位比例增大;另外是肌肉中氧化供能的速度加快,运动单元同步收缩协调。一般认为初学者力量的增长最初(1~2 个月)主要是神经肌肉适应的结果,然后逐渐肌肉的肥大作用对肌力的增长起主导作用。

如前面的实验结果所示,大鼠快速力量训练 6 周后最大等长收缩力/体质量值增加 18.52%,与对照组相比差异有非常显著意义。结合本实验大鼠训练的特点,大鼠没有经过训练,快速力量的训练时间为 6 周,因此大鼠肌肉力量的增长主要是神经肌肉适应的结果。

在减量训练期间,PTC 组的最大等长收缩力相对值一直

保持训练水平;PTT<sub>1</sub>组呈先下降后回升直至超量恢复的趋势;PTT<sub>2</sub>组则呈持续下降趋势,没有再回升。这说明要保持肌肉力量不下降必须维持一定的训练强度,强度减量过大会使力量大大下降,而适当的减量反而有利于肌肉力量的超量恢复。正如 Gnanes 等的研究发现适宜的减量训练对肌肉力量、爆发力乃至运动成绩不会有有害影响,可能有有利影响。

适当减量后之所以引起肌肉力量的增加可能是当训练强度减小时,训练的负荷小了,完成动作比原来更轻松协调,使神经肌肉的调节能力进一步加强;另一方面,随着训练时间的增加,大鼠骨骼肌的体积逐渐增大,从而使肌肉力量得到提高,因此出现了超量恢复。但是过大地减少训练强度,会引起一系列内在因素的不良改变,如肌肉内 ATPase、LDH、Gn 等的减少,机体供能能力的下降,这些内在因素的变化势必导致肌肉力量的下降。

#### 参考文献:

- [1] 浦钧宗. 停训和减量训练的生理和医学问题[J]. 中国运动医学杂志, 1991, 10(2): 122 - 125.
- [2] 周思红. 停训和减量训练对骨骼肌的影响[J]. 西安体育学院学报, 1998, 15(4): 68 - 72.
- [3] 周思红. 减量训练对大白鼠骨骼肌组织学的影响[J]. 西安体育学院学报, 2002, 19(2): 46 - 48.
- [4] 梅村义久. ほか. ジャソプトレ ニンダがう トの骨形态と强度に及ぼす影响[J]. 体力科学, 1996, 45: 311 - 318.
- [5] 福田礼香. ジャソプの间隔がう トの骨重量に与える影响[J]. 体力科学, 1996, 45(6): 650.
- [6] 约瑟夫. A. 莫马德[美]. 减量训练对耐力运动员成绩的影响[J]. 木森译. 中国体育科技, 1993, 29(3): 42 - 46.
- [7] Chen TC, Hsieh SS. The effects of repeated maximal voluntary isokinetic eccentric exercise on recovery from muscle damage[J]. Res Q Exerc Sport, 2000, 71(3): 260 - 266.
- [8] Matsakas A, Friedel A, Hertrampf T. Short - term endurance training results in a muscle - specific decrease of myostatin mRNA content in the rat[J]. Acta Physiol Scand, 2005, 183(3): 299 - 307.
- [9] Bickel CS, Slade J, Mahoney E. Time course of molecular responses of human skeletal muscle to acute bouts of resistance exercise[J]. Scand J Med Sci Sports, 2005, 15(2): 135 - 136.
- [10] 侯 曼. 大白鼠腓肠肌——骨标本被动拉伸时弹性刚度测定[J]. 中国运动医学杂志, 1997, 16(3): 67 - 68.

[编辑: 郑植友]