

跑台运动后徒手被动牵张对大鼠腓肠肌组织学的影响*

王海涛¹ 刘玉倩¹ 赵焕彬^{1,2}

摘要 目的:研究跑台运动后徒手被动牵张对骨骼肌形态结构的影响。方法:36只SD雄性大鼠,随机分为牵张组、运动对照组和安静对照组,进行连续跑台训练,牵张组在每次运动后进行徒手被动牵张练习。结果:光镜和透射电镜结果表明,运动对照组骨骼肌横截面积增大,肌丝排列紊乱,Z线扭曲。牵张组腓肠肌的肌纤维排列、Z线和线粒体结构明显好于运动对照组,肌纤维横截面积小于运动对照组($P<0.05$)。结论:运动后徒手被动牵张可改善腓肠肌超微结构,延缓骨骼肌横截面积的增加,从而有效防止骨骼肌过分粗大,减少运动损伤的发生。

关键词 跑台; 运动训练; 牵张运动; 组织学; 骨骼肌; 大鼠

中图分类号:R493,R873 文献标识码:B 文章编号:1001-1242(2007)-02-0153-02

力量素质对运动员取得优异成绩起着至关重要的作用,但力量训练往往会造成运动员下肢过分粗大,使相关环节摆动时转动惯量过大,结果运动能力并没有得到明显的改善,影响运动成绩的发挥,而且容易发生运动损伤^[1]。牵张运动最早应用于医疗领域,又称“伸展运动”或“伸展疗法”,是用被动或主动的强制性动作完成的一种康复运动。牵张力可以由治疗师采用的手法、通过机械装置施加或由患者利用拮抗肌群的收缩施加来产生,从而拉长关节周围软组织、肌腱或缩短的肌肉,主要适用于软组织弹性丧失而引起的活动度范围受阻的病例。近年来,牵张运动应用范围已逐渐扩展到竞技体育、全民健身和军队训练等领域。本研究旨在探讨运动后徒手被动牵张对骨骼肌组织学的长期影响,为合理训练和科学地指导全民健身活动提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 实验材料

1.1.1 实验动物与分组

雄性SD大鼠36只,体重130—150g(河北医科大学动物实验中心提供),常规配套饲料喂养,自由饮水,温度 $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。随机分成3组:牵张组(跑台训练后进行牵张练习)、运动对照组(只进行跑台训练)、安静对照组,每组12只。

1.2 实验方法

1.2.1 跑台训练及牵张练习:牵张组和运动对照组大鼠5—10min适应性跑台训练后,进行递增负荷跑台训练,坡度为 0° ,每周5d,20min/d。第1—5周的每周末,分别达到15m/min、22m/min、27m/min、31m/min、35m/min的目标速度^[2]。每天训练后即刻对牵张组大鼠的双侧后肢进行徒手被动牵张练习:令大鼠钻进固定器中,露出后肢,将大鼠仰卧,缓慢将其后肢髋关节伸直约 180° 、膝关节伸直约 180° 、踝关节背伸约 90° ,主要牵拉腓肠肌。每次牵张1min^[3],休息1min,重复牵张3次,由固定人员操作。

1.2.2 光镜观察:分别于3周和5周末取材。每组取6只动物,采用股动脉放血法处死大鼠。在左后肢相同部位取一个腓肠肌组织块(0.8cm \times 0.5cm \times 0.5cm),制作常规冷冻切片。每个组织块随机选取5张切片,常规HE染色后进行肌纤维横截面积统计。

肌纤维横截面积的统计:利用北航图像分析软件,亮度:169,对比度:255,色度:140,饱和度:111,复合视频输入,像素:752 \times 560。放大倍数为10 \times 3.3。光密度定标和尺寸定标后,利用选取“生长目标”的分割方法在每个视野内随机选取30个肌细胞,统计其平均面积。

1.2.3 电镜观察:每组取2只动物,称重后采用股动脉放血法处死大鼠。于左后肢相同部位取出腓肠肌组织块,切成1mm \times 1mm \times 3mm长条,投入4%戊二醛磷酸缓冲液中 4°C 固定,1%锇酸 4°C 后固定,梯度丙酮脱水,环氧树脂815包埋后,LKB超薄切片仪切片,醋酸铀及硝酸铅染色后进行观察。

1.3 统计学分析

所有实验数据用SPSS11.0统计软件进行单因素方差分析,多重比较选用SNK法。

2 结 果

2.1 肌纤维横截面积

3周末运动对照组腓肠肌肌纤维横截面积大于安静对照组($P<0.05$),5周末运动对照组大于安静对照组($P<0.01$),说明跑台训练可以使腓肠肌肌纤维横截面积增加。3周末徒手被动牵张组与安静对照组相比没有明显变化。5周末牵张组则小于运动对照组($P<0.05$),说明徒手被动牵张可减缓横截面积的增加(表1)。

2.2 肌纤维结构变化

表1 各组腓肠肌肌纤维横截面积 ($\bar{x}\pm s, \mu\text{m}^2$)

组别	3周末	5周末
安静对照组	1014.70 \pm 198.72	1318.04 \pm 63.09 ^③
运动对照组	1529.50 \pm 253.08 ^①	1909.28 \pm 226.40 ^④
牵张组	1171.03 \pm 229.52 ^②	1672.55 \pm 157.33 ^{④⑤}

与安静对照组3周末比较^① $P<0.05$;与运动对照组3周末比较^② $P<0.05$,^③ $P<0.01$;与安静对照组5周末比较^④ $P<0.01$;与运动对照组5周末比较^⑤ $P<0.05$ 。

* 基金项目:河北师范大学科研基金资助项目(L2001Y16)

1 河北师范大学体育学院,石家庄,050016

2 通讯作者:赵焕彬(河北师范大学体育学院,石家庄,050016)

作者简介:王海涛,男,博士生,实验师

收稿日期:2006-04-24

安静对照组:肌丝排列规则,一般无A、I带变化或肌丝扭曲现象,Z线清晰。线粒体完好,嵴未发现断裂(图1)。

运动对照组:3周末肌丝排列较紊乱,部分线粒体嵴断裂,甚至形成空泡。5周末肌丝排列紊乱程度加剧,Z线模糊,

线粒体肿胀,部分嵴断裂,甚至膜破裂(图2)。

牵张组(S):3周末肌丝排列较整齐,Z线较清晰,线粒体肿胀,部分嵴断裂。5周末肌丝排列整齐,Z线清晰,线粒体完整(图3)。

图1 安静对照组示Z线、肌丝、线粒体
(×1000)

图2 运动对照组示Z线、肌丝
(×1000)

图3 牵张组示Z线、肌丝、线粒体
(×1000)

3 讨论

3.1 运动后大鼠徒手被动牵张模型的建立

根据大鼠解剖生理特点模拟人体徒手被动牵张的动作,设计了一种大鼠徒手被动牵张的模型。在徒手被动牵张过程中,大鼠腓肠肌的硬度增加,说明受到一定程度的牵拉。5周末牵拉组肌丝排列、Z线和线粒体均好于运动对照组,达到了牵张的效果,而且没有造成损伤,说明这种模型是成功的。

3.2 跑台训练对大鼠腓肠肌的影响

大鼠跑台训练时由于四肢要支撑体重,腓肠肌得到了有效的锻炼,表现为横截面积增加^[4-7]。但跑台训练后肌丝排列紊乱,Z线扭曲,随着训练强度的提高,肌丝紊乱程度加剧。

跑台训练虽然可以使骨骼肌的弹性刚度显著增加,但骨骼肌的变形能力降低,结果将导致在收缩过程中肌肉内部承受更大的张力,关节活动范围减小,增加骨骼肌在运动过程中被拉伤的可能性^[8]。

3.3 运动后徒手被动牵张训练对大鼠腓肠肌的影响

运动后徒手被动牵张训练使骨骼肌肌纤维排列、Z线和线粒体结构明显好于运动对照组,牵张组腓肠肌的肌纤维横截面积小于运动对照组($P<0.05$)。运动对照组可能由于肌丝排列紊乱、扭曲而导致横截面积大于牵张组,但其生理功能并不比牵张组强,甚至低于牵张组。骨骼肌收缩力量的大小与横截面积的大小有关,但也与肌纤维的微观结构、有氧代谢能力、神经动员的骨骼肌横桥数目等因素有关。骨骼肌的收缩力量在一定限度内与横截面积成正比,若横截面积过大,虽然力量有所增加,但也给运动带来额外的负担,运动成绩不但不能提高,反而会下降。在长期的运动训练中经常追求外部形态的变化,如各围度的变化,但是关注外部形态变化的同时还应考虑显微结构的变化^[9-10]。

4 结论

大鼠徒手被动牵张时各关节角度适合,组织学观察和生物力学测试结果表明达到了牵张的效果,而且没有造成肌肉

损伤,成功制作了大鼠运动后徒手被动牵张模型。

跑台运动使大鼠骨骼肌横截面积增大,但会造成肌丝排列紊乱,Z线扭曲,易造成运动损伤。

运动后徒手被动牵张可改善骨骼肌超微结构,延缓骨骼肌横截面积的增加,从而有效防止骨骼肌过分粗大,减少运动损伤的发生。

参考文献

- [1] 曲绵域,陈吉棣,高云秋,等.实用运动医学[M].第1版.北京:北京科学技术出版社,1996.561—562.
- [2] 赵中应,冯连世,宗丕芳.运动后恢复过程中大鼠骨骼肌 α 肌动蛋白基因的表达[J].中国应用生理学杂志,2000,16(1):57—59.
- [3] 张志胜.静力拉伸法发展柔韧性的最佳拉伸时间[J].体育学刊,1997,4(2):119—120.
- [4] Duncan ND, Williams DA, Lynch GS. Adaptations in rat skeletal muscle following long-term resistance exercise training [J]. Eur J Appl Physiol Occup Physiol, 1998,77(4):372—378.
- [5] Larsen R, Lund H, Christensen R, et al. Effect of static stretching of quadriceps and hamstring muscles on knee joint position sense [J]. Br J Sports Med, 2005, 39(1):43—46.
- [6] Wu H, Gallardo T, Olson EN, et al. Transcriptional analysis of mouse skeletal myofiber diversity and adaptation to endurance exercise [J]. J Muscle Res Cell Motil, 2003,24(8):587—592.
- [7] Sakakima H, Yoshida Y, Sakae K, et al. Different frequency treadmill running in immobilization-induced muscle atrophy and ankle joint contracture of rats [J]. Scand J Med Sci Sports, 2004,14(3):186—192.
- [8] 王海涛,赵焕彬.运动后静力牵张对大鼠骨骼肌的生物力学影响[J].北京体育大学学报,2004,27(4):492—493.
- [9] 申毓军,施洪飞.运动对肌内三酰甘油代谢的影响[J].中国康复医学杂志,2006,21(6):569—570.
- [10] 郑德采.有氧运动的运动量-效应关系:运动科学的角度的分析[J].中国康复医学杂志,2006,21(8):763—764.