

长期大运动量耐力训练对大鼠肾动脉形态学影响的研究

阮宜杰,李 元

(淮南师范学院 体育系,安徽 淮南 232001)

摘 要:通过对耐力训练大鼠肾动脉的零应力状态下的张开角、形态学的变化研究,探讨耐力训练对肾动脉的张开角和形态结构的影响。结果表明耐力训练组大鼠肾动脉张开角与对照组相比明显减小($P<0.05$);血管中膜、内膜厚度变化不显著($P>0.05$);中膜面积显著减小($P<0.05$),血管内径显著减小($P<0.001$);而中膜/内径无显著变化($P>0.05$)。因此,长期耐力训练后,肾动脉的生物力学特性和形态学结构出现了适应性变化。

关键词:耐力训练;血管重建;肾动脉;血管张开角;形态学

中图分类号:G804.4

文献标识码:A

文章编号:1672-447X(2009)05-0087-03

1 前 言

体育运动运动过程中,肾动脉收缩,通过肾动脉供应肾脏的血流减少,管腔缩小,血管中的血流状况发生了变化,改变了血管壁上所受的应力,可能会导致肾动脉的重建。本实验以研究耐力训练对肾动脉重建的影响为目的建立耐力训练模型。研究在耐力训练过程中,由于肾动脉内的血流动力学发生改变,肾动脉为适应新的力学环境而产生的形态学变化。观察耐力训练对大鼠肾动脉零应力状态下的张开角、形态结构的影响。在实验中,分别测定了耐力训练组大鼠和安静对照组大鼠的肾动脉零应力状态下的张开角的变化,内膜厚度、中膜厚度、内径等生物力学指标和形态学指标。利用上述测得值分别计算中膜厚/内径探讨耐力训练对大鼠肾动脉结构的影响,为体育运动与锻炼提供理论参考。运动模型的建立,排除了外科手术和药物作用的影响,能确保引起血管重建的血流动力学改变是由耐力训练引起的。

2 材料与方法

2.1 动物与分组

2 月龄 SD 大鼠 30 只,体重 180~200 克。国家标准啮齿动物饲料,专人饲养,足量投食,自由进水。大鼠随机分为安静对照组和耐力训练组。每组 15 只,称量体重后编号,动物每 5 只一笼,12:12 小时光照/黑暗。室温 23℃~25℃。耐力训练组进行电动跑台训练,训练方法参照 Bedford 训练方法,每天 2 次,5 天/周,训练模式如附表 1 所示。

表 1 大鼠耐力训练方案表

训练时间	跑台速度	每次持续时间	跑台坡度
1 周	15m/min	40min	5°
2 周	25m/min	40min	5°
3 周	28m/min	43min	10°
4 周	32m/min	45min	10°
5 周	33m/min	53min	10°
6 周	35m/min	56min	10°
7~18 周	35m/min	63min	10°

收稿日期:2009-06-12

基金项目:安徽省高校青年教师基金资助(2005jq1233)

作者简介:阮宜杰(1975-),安徽安庆人,淮南师范学院体育系讲师,硕士,研究方向为运动训练学。

2.2 实验方法与步骤

2.2.1 大鼠肾动脉零应力状态下的张开角的测量

大鼠断头处死,迅速下肾动脉置于室温下的生理盐水中。沿着与肾动脉长轴向垂直的横切面连续横切成一系列的短圆柱状的连续的血管环,各血管环的长度约为血管直径的 1/2-1/4。然后将血管环沿径向剪开,血管环剪开后置于室温下的生理盐水中,使血管悬浮于生理盐水中,剪开后的血管环迅速张开成扇形,约 20 分钟左右,光镜下使用光学图像采集系统采集图像,记录血管的零应力状态,并用计算机图像分析软件进行测量和分析肾动脉的零应力状态下的张开角。

2.2.2 大鼠肾动脉的形态学实验与测量

10% 甲醛溶液中固定 24 小时后常规石蜡包埋切片,片厚 5 微米。连续切片,随机取片,切片的染色标本在光镜下用图像采集系统采集记录图像,并用计算机图像处理软件测量和分析血管的中膜厚度、内膜厚度、血管环内周长。

2.3 统计学分析

血管的部分数据由测量数据计算获得。血管的内径由等效公式: $d=c/\pi$,其中 c 为血管内周长,中膜面积 $=\pi \times [(内径+中膜厚度+内膜厚度)^2-(内径+内膜厚度)^2]$ 来计算。实验数据采用 SPSS10.0 统计软件进行统计处理。结果用平均数 $\pm$ 标准差 (mean $\pm$ SE)表示,用独立样本 t 检验进行显著性分析, $P<0.05$ 为差异显著。

3 实验结果

3.1 大鼠肾动脉零应力状态下的张开角

耐力训练组大鼠的肾动脉的张开角 ($70.12^\circ \pm 5.83^\circ$) 与对照组 ($79.47^\circ \pm 6.89^\circ$) 相比显著减小 ($P<0.05$)。

3.2 大鼠肾动脉的几何形态学实验结果

大鼠肾动脉的内径、中膜厚度、内膜厚度和中膜面积对比如下。

3.2.1 内径

结果表明,在训练 18 周后,耐力训练大鼠内径明显小于对照组 (681.87 ± 8.79 vs 799.49 ± 32.07 , $p<0.001$)。说明训练组大鼠的内径减小。

3.2.2 中膜、中膜/内径、内膜厚度和中膜面积

训练组与对照组相比,训练组大鼠肾动脉的中膜厚度虽然比对照组大鼠减少了 10%,然而,并没

有统计学上的显著性差异 ($P=0.11$)。中膜厚/内径也没有显著的变化 ($p=0.525$)。同样的结果是训练组的内膜厚度与对照组也没有出现显著差异 ($p>0.05$)。与两组大鼠壁厚的变化相比,训练组大鼠的中膜面积与对照组相比显著减小 ($p<0.05$)。

表 2 训练组和对照组肾动脉形态学变化(mean $\pm$ se)

	训练组	对照组	
内径(微米)	681.9 $\pm$ 8.79	799.5 $\pm$ 32.07***	$P<0.001$
中膜厚(微米)	39 $\pm$ 2.13	43.2 $\pm$ 1.39	$p>0.05$
中膜厚/内径	0.114 $\pm$ 0.003	0.108 $\pm$ 0.003	$p>0.05$
内膜厚(微米)	4.09 $\pm$ 0.12	4.17 $\pm$ 0.07	$p>0.05$
中膜面积(微米 ²)	88147 $\pm$ 4938	113271 $\pm$ 6034*	$p<0.05$

*表示 $P<0.05$ **表示 $P<0.01$ ***表示 $P<0.001$

4 讨论

4.1 肾动脉生长与张开角变化的关系

Fung 提出的应力-生长法则^[12]表明包括细胞和细胞外间质的生长和消蚀在内的血管重建过程与血管中的应力状态密切相关。在耐力训练期间,血管内血流动力学状况发生改变,肾动脉内的应力和生长的这种平衡关系被打破,应力减小,血管的生长率减小,张开角的减少就体现了血管壁组织内部的残余应力的变化。因此,在动脉生长、重建过程中,血管壁材料的特性,使壁应力均匀地分布于血管壁,当外部的应力改变时将会促进血管的生长,动脉的生长、重建与应力紧密联系。

4.2 长期耐力训练对肾动脉中膜厚度的影响

血压的持续升高,使血管管壁上的正应力增大,血管为适应这种应力环境,增加血管壁的厚度,血管半径减小,从而增加了血管壁内的残余应力。耐力训练模型中,股动脉和腋动脉壁面积和壁质量均增加,中膜厚度也增加了,说明耐力训练过程中,这些动脉中正应力增大。而实验中,肾动脉血管壁中膜厚度未见显著的改变,肾动脉壁所受到的与血压有关的正切壁应力可能在耐力训练期间通过血管本身的调节而恢复了正常水平。这种情况将在于维持安静时和运动时的肾动脉的功能。

4.3 长期耐力训练对肾动脉内径的影响

在耐力训练期间,从肾脏到运动器官的血流会重新分配,血流优先供应大脑和运动器官。训练组的肾动脉的内径显著减小,说明耐力训练时,肾动脉内的血流减少,壁的剪切应力减小,通过血管的收缩,减小内径来维持正常的剪切应力。耐力训练

对于肾动脉重建的作用,主要是血流变化所引起的壁的剪切应力的变化而产生。血压的变化对于血管重建的作用并不明显,或者是血压引起的血管重建作用还没有达到出现显著性变化的阈值。而长期的耐力训练中,则使肾动脉产生了适应性的变化。

4.4 耐力训练对肾动脉中膜厚度和面积的影响

姜宗来等^[9]在高血压动物模型实验中发现,随着动脉血压的升高,大鼠主动脉壁发生了正向的生长,血管壁厚度,尤其是中膜厚度和中膜面积增加尤为明显,说明在血压变化时,血管适应性重建主要发生在血管中膜,而血管中膜的形态结构是对血管的力学条件变化产生适应的主要结构。在本实验中发现,长期耐力训练后,大鼠肾动脉的中膜厚度减小了,但是没有显著性改变,而中膜面积显著减小。说明在训练中,肾动脉中膜是负生长。血管内应力减小是发生上述变化的主要原因。

4.5 肾动脉张开角与中膜/内径的关系密切

中膜厚/内径的比值是血管壁应力分布分析的重要参数,它的变化与动脉壁内的应力分布有关。^[4]高血压中,内壁和外壁应力分布不均匀,内外壁生长的速度不均匀,内壁生长速率快于外壁生长速率,管壁增厚,管腔直径减小,中膜厚/内径增大,内壁的应力增大,并且内壁的应力大于外壁,从而使张开角增大。而耐力训练大鼠的肾动脉张开角减小,表明长期耐力训练后,肾动脉中的残余应力和应变减小了。这个结果与高血压模型中所得到的结果不同。并且在本实验中,肾动脉中膜/内径没有显著的

差别。说明耐力训练引起的动脉张开角的变化机制与高血压引起的动脉张开角的变化机制是不完全相同的。

5 结 论

1.耐力训练促使肾动脉零应力状态下的张开角减小,肾动脉内的残余应力和应变减小。

2.耐力训练使肾动脉形态结构发生了改变,在血管应力减小的情况下,使血管内径、中膜面积减小,以适应新的应力环境。

3.血管的适应性变化可能还与血管组织结构的变化相关。其具体变化及其与张开角变化关系还有待研究。

参考文献:

- [1]Chuong, C.J. Fung, Y.C. Three-dimensional stress distribution in arteries [J]. Journal of Biomechanical Engineering, 1983, 105:268-272.
- [2]Fung, Y. C. Biomechanics, motion, flow, stress and growth [M]. New York, springer-verlag, 1990:499.
- [3]姜宗来,杨向群,冀凯宏,等.高血压大鼠动脉的零应力状态与内皮素的关系[J].中国生物医学工程学报,2000,(4):289-291.
- [4]Zonglai, J. Kaihong, J. Xiangqun, Y. Jiangnliang, I. Remodeling and biomechanical properties of thoratic aorta in spontaneously hypertensive rats [J]. Journal of Biomedical engineering, 2000, 17: 66-70.

责任编辑:胡德明

A Study on the Effects of Long-term Heavy Load Endurance Training on Renal Artery Morphology of Rats

Ruan Yijie, Li Yuan

(Department of Physical Education, Huainan Normal College, Huainan 232001, China)

Abstract: The study aims to discuss the influence of endurance training on the opening angle and morphology of renal artery through a study on the changes in the opening angle and morphology of renal artery of rats under zero stress state caused by endurance training. The result shows that compared with the control group, the opening angle of renal artery of the rats which receive the long-term heavy load endurance training has reduced greatly ($P < 0.05$); changes in the thickness of the tunicae media and intima vasorum haven't been significant ($P > 0.05$); the area of the tunicae media vasorum has decreased dramatically ($P < 0.05$) and the blood vessel diameter has become significantly smaller ($P < 0.001$). However, no distinctive changes have been found in the tunicae media vasorum diameter ($P > 0.05$). Therefore, the biomechanics characteristic and morphology of renal artery appear adaptable changes over a long time of endurance training.

Key words: endurance training; vascular remodeling; renal artery; opening angle; morphology

长期大运动量耐力训练对大鼠肾动脉形态学影响的研究

作者: [阮宜杰](#), [李元](#)
作者单位: [淮南师范学院体育系, 安徽淮南, 232001](#)
刊名: [黄山学院学报](#)
英文刊名: [JOURNAL OF HUANGSHAN UNIVERSITY](#)
年, 卷(期): 2009, 11(5)
引用次数: 0次

参考文献(4条)

1. Chuong, C. J. Fung, Y. C. Three-dimensional stress distribution in arteries[J]. Journal of Biomechanical Engineering, 1983, 105: 268-272.
2. Fung, Y. C. Biomechanics, motion, flow, atresia and growth[M]. New York, Springer-Verlag, 1990: 499.
3. 姜宗来, 杨向群, 冀凯宏, 等. 高血压大鼠动脉的零应力状态与内皮素的关系[J]. 中国生物医学工程学报, 2000, (4): 289-291.
4. Zonglai, J. Kaihong, J. Xiangqun, Y. Jiangnliang, I. Remodeling and biomechanical properties of thoracic aorta in spontaneously hypertensive rats[J]. Journal of Biomedical Engineering, 2000, 17: 616-70.

相似文献(1条)

1. 期刊论文 [危小焰](#). [龚文辉](#). [孙元刚](#). [WEI Xiao-yan](#). [GONG Wen-hui](#). [SUN Yuan-gang](#) 耐力训练SD大鼠胸主动脉零应力状态的重建 - 上海体育学院学报 2007, 31(3)

将SD大鼠随机分成训练组和对照组, 参照Bedford大鼠耐力训练模型对训练组进行电动跑台训练, 16周后将SD大鼠断头处死, 将胸主动脉取出, 使用计算机图像采集及分析系统测量血管环的张开角、壁厚、内径并计算壁厚/内径. 结果表明: 在零应力状态下测定张开角发现, 训练组的张开角比对照组减小, 而血管的壁厚却无明显差异; 在血管的管径方面, 训练组较对照组明显增大. 表明耐力运动可以造成SD大鼠胸主动脉零应力状态及几何形态学的重建.

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_hsxxyb200905024.aspx

下载时间: 2010年3月22日