

自变频气动加载振动力量耐力训练对 男子游泳运动员力量水平的影响

李晓浦

(华南理工大学 体育学院, 广东 广州 510640)

摘 要: 运用获专利的新型自变频气动加载振动力量训练器, 对 12 名 1 级男子游泳运动员进行了 8 周的振动和气动加载动态力量耐力训练, 通过与训练方式相同的测量获得了实验前后动作最大速度、最大动态力(1RM)、最大力量功率、动态力量耐力(nRM)和最大等长力量以及上臂围度指标。结果表明: 振动与传统力量(气动加载)训练方法均可提高动态力量耐力, 效果相当; 相比传统的力量训练, 振动力量训练的优势在于发展最大动态力量、快速力量和动作速度。

关 键 词: 训练与竞赛; 耐力训练; 自变频; 振动; 气动; 游泳运动员

中图分类号: G861.1 文献标识码: A 文章编号: 1006-7116(2012)05-0113-05

Effects of endurance training with vibrating strength pneumatically loaded by automatic frequency conversion on the strength level of male swimmers

LI Xiao-pu

(School of Physical Education, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract: By using a patented new training device with vibrating strength pneumatically loaded by automatic frequency conversion, the author carried out 8-week vibrating and pneumatically loaded dynamic strength training on 12 class 1 male swimmers, acquired such indexes as maximum moving speed, maximum dynamic strength (1RM), maximum strength power, dynamic strength endurance (nRM) and maximum isometric strength and upper arm circumference before and after the experiment by means of measurements identical to training modes, and drew the following conclusions by analyzing the results: both vibrating and traditional strength training methods can enhance dynamic strength endurance, and their effects are equivalent; as compared with traditional strength training, vibrating strength training is better in developing maximum dynamic strength, quick strength and moving speed.

Key words: training and competition; endurance training; automatic frequency conversion; pneumatic; swimmer

俄国教练Nazarov等^[1]1987年首次运用振动法辅助运动员进行静力性和柔韧性的练习,发现振动训练可使柔韧性迅速提高,1994年以来许多专家研究发现振动训练不仅可以迅速提高人体柔韧性而且可以在较短的时间内较大幅度地提高肌肉最大等长力量^[2-3]、最大动态力量(1RM)^[2, 4]、快速力量^[3, 5-6]和爆发力量^[5-9],不仅体现在未经力量训练的男女年轻人中^[6, 8, 10],同样对一些专项运动员也有效,如柔道、摔跤、举重、体操、田径、拳击、排球^[3, 5-6, 11-13],甚至在老年人中也表现出力量的增长效果^[9]。Schlumberger^[14]认为振动可以用

次大负荷强度在相对较短的时间内获得最大力量和快速力量的提高。但研究文献中对力量耐力训练的报道较少。Samuelson^[9]发现振动与非振动训练后,两者最大等长蹬伸力量相同,而振动的最大等长力量的持续时间在降低,暗示着振动力量训练不利于力量耐力的发展。另一方面,航天医学的研究结果显示,振动力量训练可以防止人体因失重引起的力量损失,原因是长时间失重下产生肌肉萎缩,血流速度减小,血流量减少,肌肉从I型肌纤维向II型纤维转化,肌纤维类型构成比发生变化^[15-16],反向思维,振动则可对I

型肌纤维产生良好的作用。研究显示振动可以提高心血管机能以及肌肉的血流速率、血流量^[17],表明振动对力量耐力具有潜在的训练效果。由上述文献可见振动力量耐力研究结果存在着矛盾之处,因此本研究采用获专利的新型自变频气动加载振动力量训练器对男子游泳运动员进行为期8周的动态力量耐力训练,试图探究振动力量耐力训练对动态力量耐力(nRM)、最大等长力量、最大动态力量等指标的影响,充实振动力量训练方法学的理论,为振动力量训练安全有效使用提供参考。

1 研究对象和方法

1.1 研究对象及分组

我国12名男子游泳运动员自愿参加本实验。其中运动健将1名,1级运动员9名,2级2名。根据最大动态力,将每个数据从大到小依次排列,以蛇形分布法(第1、4、5、8、9和12位数分为一组,其余为一组)将12名队员分为两组,再将两组随机分配到自变频振动力量耐力训练组(简称振动组)和气动加载力量耐力训练组或称传统力量训练组(简称气动组)。两组在平均年龄、身高、体重、专业训练年限的差异无显著性意义。

1.2 自变频气动加载振动力量训练器特点及标定

1)自变频气动加载振动力量训练器的特点。该训练器由已获得专利的自激高频交变负荷发生器^[18]、气动方式的加载和符合水上运动员力量训练动作结构的机械构件3部分构成。相比强迫式振动训练器具有节能、操作简单、安全性良好的特点,具有可自我调节、自我适应功能,可产生自变频的力量刺激,即力量刺激频率随动作速度变化而变化,同时,可输出恒定气动加载力和交变加载力。

2)训练器上附带力量传感器可准确反映某种方式下发展的肌肉力量。根据动态适应性原则及不同力量训练方式对肌肉力量的影响具有特异性规律^[19]可知,在参与的肌肉群、活动模式和肌肉收缩模式、关节活动范围、速度和力量等方面,以什么方式锻炼,就发展什么类型的肌肉力量,以同样的方式测量就可获得由于神经肌肉对该方式的适应所发展的肌肉力量。

3)训练器的标定。标定结果:气缸表值为 1 kg/cm^2 =静态加载13 kg力值,即气缸表值为 1 kg/cm^2 时,对外提供的负载为13 kg力,如为 2 kg/cm^2 时,则为26 kg力。本次研究将振动力量训练器振幅设定为4级,相当于振幅为25~30 kg力,源于每次肌肉输出功率和速度的不同而有所不同。

4)各类力量值测定时重复性动作运动节奏频率的选定。根据运动员身高臂长的不同,选择确定视频音

频器适宜的中心频率(56、61、68次/min),一经选定,测试和训练时均采用该频率。

测试和训练时动作要求:放松时,受试者上臂肘伸 180° ,双手紧握训练器拉手,躯干直立,坐于力量训练器横梁座椅垫上,调整座椅位置;胸紧贴于座椅胸靠,用绷带将受试者的躯干与座椅胸靠紧扣,以不影响受试者呼吸为宜,大腿平行地面,脚全掌落于地面或训练器的脚踏上;屈臂收缩时,肘关节小于 90° 上臂自然垂下外展不超过 15° ,用力过程中不可伸髋,躯干后仰。

1.3 指标的测定方法

1)力量动态指标:(1)最大功率的评定。选择包括1RM的气缸指针5点加载值,要求受试者在每个点值以其最大速度完成1~2次练习,每个点值间隔5 min。计算各点值的平均速度和平均动态力。拟合功率-速度曲线,获取最大功率值。(2)动作最大速度。选定气缸指针为 1 kg/cm^2 以最大速度完成屈臂3~5次后计算平均值。(3)最大动态力量(1RM)的评定。完成1~2次1RM屈臂,间隔时间5~10 min,计算其速度和最大动态力值。

2)最大等长力量的测定:动作要求如上所述,上臂和前臂夹角为 90° ,前臂基本水平,屈肌收缩对抗沿前臂纵轴的加载,在主试者高声激励下,受试者屈肌收缩持续时间5 s,测试2次,间隔10 min,选2次中较大的力值,取其5 s内2.56 s的平均值为最大等长力量的评定值。

3)动态力量耐力的评定方法:在规定动作频率和实验前40% 1RM的强度下,以完成重复动作的最大次数(n)为评定标准。根据受试者的身高、臂长确定气动振动力量训练器座椅与拉手的距离,同时选择相应的动作频率,该频率通过视频和音频的方式显示在监视器上,以利于受试者对特定频率的掌握和适应。确定这两项的目的就是控制受试者练习时的速度,在特定速度下完成相应的动态力量耐力练习。训练器座梁上标有耐力计数标记,在主试者高声激励下进行耐力测定,要求受试者拉动负载触及标记,只要触及或超过标记就计数,否则不计数,连续3次不过或触及标记者,测试结束。

4)上臂围度的测量:按照测量学要求,分别测量上臂的紧张围度和放松围度,在上臂肌肉收缩时用毫米级皮尺测量最大的围度,放松时在同一位置测量放松围度。

1.4 实验方案和运动负荷及指标测定安排

1)气动组训练方案。由于力量训练促使肌肉形态改变需8周以上时间^[20-21],所以本研究制定了8周力

量耐力训练方案, 每周训练3次共22课次, 第13课次进行中期最大等长力量和动态力量耐力的测试, 第24和25课次分别进行最大等长力量、动态力量耐力以及力量动态指标测试。运动量: 1~6课次, 6组×20; 7~12课次, 14~18课次, 22~23课次, 6组×30; 19~21课次, 7组×30。每组间隔3min, 强度为实验前40%1RM。

2) 振动组训练方案。振动力量训练器提供交变力平均值等于实验前40%1RM负载, 与气动加载力量负

荷强度相等, 其余方案与气动训练组相同。

1.5 数据处理

运用SPSS17.0软件, 对训练前后各项指标数据进行统计处理以及独立样本 t 检验。

2 结果与分析

2.1 实验前振动与气动组各项力量指标测试结果

分组结果显示见表1, 振动组和气动组在实验前各项力量指标差异均无显著性。

表1 实验前振动与气动组各力量指标($\bar{x} \pm s$)对比

组别	n/人	最大速度/(m·s ⁻¹)	最大动态力(1RM)/N	最大功率/W	动态力量耐力/次	最大等长力量/N
振动	6	0.999±0.142	1 005.5±172.9	648.3±133.5	23.2±3.3	948.3±97.5
气动	6	1.066±0.126	1 019.7±160.7	697.5±143.1	24.2±2.2	926.5±142.8
<i>P</i>		0.407	0.866	0.552	0.486	0.763

2.2 实验后振动与气动组各项力量指标测试结果

1) 力量动态指标增长率比较。

经过自变频振动力量耐力训练和气动加载力量耐力训练后, 振动与气动组最大速度在原基础数值上均上涨, 上涨幅度高达20%以上, 两者之间无统计意义差别(见表2), 说明经过小强度40%1RM的力量耐力

训练, 速度大幅提高, 这符合力量训练理论, 其与方法的选择无关; 最大动态力(1RM)指标在原基础上均上涨, 振动与气动之间相比具有显著性差异, 表明振动力量耐力训练促使1RM提高; 振动与气动组最大功率值也均上涨, 两者之间相比具有显著性差异, 说明振动的优势是提高快速力量和动作速度。

表2 实验后振动和气动组力量动态指标和上臂围度增长率($\bar{x} \pm s$)

组别	n/人	力量动态指标			上臂围度		%
		最大速度	最大动态力(1RM)	最大功率	紧张围	放松围	
振动	6	31.6±15.5	17.0±5.8	34.6±17.9	0.72±1.48	1.35±2.67	
气动	6	21.6±14.9	5.7±7.5	11.0±17.4	0.009±1.07	2.79±3.13	
<i>P</i>		0.28	0.017	0.044	0.403	0.510	

2) 最大等长力量增长率比较。

由表3可知, 振动和气动加载方法均可使最大等长力量增加, 相比气动加载, 振动在前12课次最大等

长力量增长得较快(P 值较小), 13~22课次较慢, 差异无统计学意义, 说明振动力量耐力训练在短时间内提高最大等长力量的效果好于气动加载力量耐力训练。

表3 实验后振动和气动组最大等长力量和最大力量耐力各时段增长率($\bar{x} \pm s$)

力量	组别	n/人	%		
			0~12课次	13~23课次	0~23课次
最大等长力量	振动	6	15.8±12.7	4.5±6.1	21.1±15.0
	气动	6	8.5±7.8	6.1±4.0	15.0±5.6
	<i>P</i>		0.260	0.606	0.378
动态力量耐力	振动	6	74.4±29.8	14.3±12.9	96.6±24.2
	气动	6	54.0±34.0	22.2±12.3	87.6±40.6
	<i>P</i>		0.296	0.297	0.651

3) 动态力量耐力增长率比较。

由表3可知, 振动和气动训练方法均可提高动态

力量耐力, 前4周时间内振动组的力量耐力增长百分率大于气动组, 后4周气动组大于振动组, 8周后两

者的力量耐力增长趋同。数据表明,振动力量耐力训练在短时间内提高动态力量耐力强于气动加载,长时间则无差别。

4)形态指标增长率比较。

表2显示,8周力量耐力训练没有使上臂紧张和放松围增加,气动加载训练使上臂放松围变化较大,运动员由于训练年限较长,力量增加幅度再提高程度有限。根据力量训练理论,肌肉体积的增加有赖于低速训练,气动加载相比振动速度较低,所以上臂放松围增加量较多。

3 讨论

1)振动力量训练依然遵循力量训练理论和神经肌肉适应规律。肌力增加主要表现在神经适应和肌肉增大两方面。想象训练可以增加力量^[22-23],得益于神经功能的改善,多组多次重复次强度(60%~80%最大等长力量),先慢后快直至肌肉疲劳主要使肌肉体积增大^[24],快速等长力量训练同样可以增加快速力量^[25-26],源于肌肉内部肌纤维长度的变化,因而肌肉力量类型的发展受制于运动负荷的内涵和构成,而不是负荷形式,为了有利于对振动负荷内涵和构成的分析,本文以振动连续的交变力的特征值和特征过程为标准,假设振动训练为4个强度的力量训练,分别是交变力峰值、平均值和谷值的力量训练,以及负荷刺激由小到大再变小的力量训练。

本实验结果表明振动动态力量耐力训练效果的迁移,主要表现为力量,其次为速度。理论上而言,力量训练提高的是肌肉功率,功率包括速度和力量,根据希尔方程可知,力量与速度为单调减少的倒数函数关系,40% 1RM的强度更接近于小力量,训练后的效果主要迁移方向应该是速度,而不是最大动态力(1RM),原因主要是振动训练40%的1RM强度代表交变力平均值。本实验中振动训练峰值强度为60%1RM左右,所以训练效果迁移在最大动态力成分相对较多,同时,也是因为峰值强度,振动提高最大等长力的效果好于气动,但无统计学意义,这可能是动态的训练,静态指标测定所致。由于40%1RM平均值在力量训练中属于小强度,则振动和气动组的最大速度增长百分率幅度大于最大动态力的涨幅,振动中又含有强度更小的谷值,所以振动组的最大速度提升幅度相对较大。

振动训练中含有运动强度是交变力平均值的力量训练,表明它就是该强度下的传统力量训练,效果理应与传统力量耐力方法相当,本实验结果也印证了这一观点,即振动方法是提高力量耐力的有效手段。

急性^[7]和长期振动力量训练^[6, 8]后,CMJ(下蹲跳)高

度的增加,被认为是振动中存在SSC(牵张-缩短循环)肌肉收缩方式的依据,也就是表明振动中包含负荷刺激由小到大再变小的力量训练,振动过程中肌肉收缩之前被预先激活和弹性势能增加,从而使肌肉功能改善力量增加,特别是反应力量的提高。

2)振动力量训练可能解决专向力量耐力与力量训练之间的矛盾,力量训练中,强度较大将影响专向力量耐力的训练效果,强度太小又不利力量的发展。振动力量恰好是大小强度兼而有之的加载方式,既提高了力量训练的强度,又可在训练中提取原固有力量强度下形成的稳定技术动作的记忆痕迹点,相比加阻训练可能是振动训练的优势。加阻训练是指在原力量强度的基础上,增加少量的阻力,进行同样技术的训练。技术的形成多依赖于力量素质的大小,一定力量素质下形成其最佳的技术定型,不同的力量素质具有不同的技术特点,力量素质的改变就伴随着技术的改变。技术处于最佳时,需要的是力量素质的提高,技术的保留,阻力训练中阻力增加量过大就可能造成专项技术的变型,若小,虽然技术保持了稳定,而对力量的提高不利,毕竟力量素质是技术强有力的保障,特别是耐力性运动项目。

3)振动力量训练可在监控下以静态形式提高快速力量。目前振动训练多以全身振动、无负荷,用某种静态姿势使肌肉处于等长工作状态进行力量训练,其应属于快速力量的训练手段,由于运动负荷始终处于快速的变化之中;以往认识中,静态姿势下进行的力量训练主要发展等长力量,虽然也利用等长方式训练爆发力,训练效果并不尽人意,一般不多采用。振动训练中形式上以静态的姿势进行力量训练,外负荷为快速变化形式,肌肉长度是否也随之变化尚无得到证明,而肌肉收缩产生的力量快速变化却可以肯定,因而训练产生的效果就是快速力量得到了发展。有一种力量训练称作快速等长力量训练法,即在等长工作条件下,通过肌肉快速收缩训练发展快速力量,对于教练员而言,并不知晓在训练过程中受训者是否真正与其积极配合,运用振动力量训练方法的静态方式发展快速力量,则可对运动强度和运动量控制,保障了训练在可监控状态下进行,从而使训练更能够达到所期望的结果。

参考文献:

- [1] Nazarov V, Spivak G. Development of athlete's strength abilities by mean of biomechanical stimulation method[J]. Theory and Physical Culture(Moscow), 1987, 12: 37-39.

- [2] Issurin V B, Liebermann D G, Tenenbaum G. Effect of vibratory stimulation training on maximal force and flexibility[J]. *Journal of Sport Science*, 1994, 12: 561-566
- [3] Issurin V B, Tenenbaum G. Acute and residual effects of vibratory stimulation explosive strength in elite and amateur athletes[J]. *J Sports Sci*, 1999, 17: 177-182.
- [4] Weber R. Muskelstimulation durch Vibration[J]. *Leistungssport*, 1997, 1: 53-57.
- [5] Bosco C, Cardinale M, Tsarpela O, et al. The influence of whole body vibration on jumping performance[J]. *Biol Sport*, 1998, 15(3): 157-164.
- [6] Delecluse C, Roelants M, Verschueren S. Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training[J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2003, 35(6): 1033-1041
- [7] Bosco C, Lacovelli M, Tsarpela O, et al. Hormonal responses to whole-body vibration in men[J]. *Eur J Appl Physiol*, 2000(81): 449-454.
- [8] Torvinen S, Kannus P, Sievanen H, et al. Effect of four-month vertical whole body vibration on performance and balance[J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2002, 34(9): 1523-1528.
- [9] Verschueren S, Roelants M, Delecluse C, et al. Effect of 6-month whole body vibration training on hip density, muscle strength, and postural control in postmenopausal women: a randomized controlled pilot study [J]. *Journal of Bone and Mineral Research*, 2004, 19(3): 352-359.
- [10] Roelants M, Delecluse C, Verschueren S. Effect of 24 weeks of whole body vibration training on body composition and muscle strength in untrained females[J]. *Int J Sports Med*, 2004, 25: 1-5.
- [11] Bosco C, Colli R, Intorini E. Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure[J]. *Clinical Physiology*, 1999, 19: 183-187.
- [12] Cardinale M, Lim J. Electromyography activity of vastus lateralis muscle during whole-body vibrations of different frequencies[J]. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2003, 17(3): 621-624.
- [13] Bosco C, Cardinale M, Tsarpela O. Influence of vibration on mechanical power and electromyogram activity in human arm flexor muscles[J]. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 1999, 79(4): 306-311.
- [14] Schlumberger A, Salin D, Schmidtbleicher D. Krafttraining unter Vibrationseinwirkung[J]. *Sportverletz Sportschaden*, 2001, 15: 1-7.
- [15] Falempin M. Influence of brief daily tendon vibration on rat soleus muscle non-weight bearing situation[J]. *J Appl Physiol*, 1999, 87(1): 3-9.
- [16] Roy R R, Bodine S C, Pierotti D J, et al. Fiber size and myosin phenotypes of selected rhesus hindlimb muscles after a 14-day spaceflight[J]. *J Gravit Physiol*, 1999, 6(2): 55-56.
- [17] Kerschan-Schindi K, Grampp S, Henk C. et al. Whole-body vibration exercise leads to alterations in muscle blood volume[J]. *Clinical Physiology*, 2001, 21(3): 377-382.
- [18] 魏文仪, 李晓浦. 自激高频交变负荷发生器[P]. 中国: ZL200420037332.9, 2005-12-14.
- [19] 田野. 运动生理学高级教程[M]. 北京: 高等教育出版社, 2003: 321-322.
- [20] Akima H, Takahashi H, Kuno S Y, et al. Early phase adaptations of muscle use and strength to isokinetic training[J]. *Med Sci Sports Exerc*, 1999, 31: 588-594.
- [21] Narici M V, Roi G S, Landoni L, et al. Changes in force, cross-sectional area and neural activation during strength training and detraining of the human quadriceps[J]. *Eur J Appl Physiol*, 1989, 59: 310-319.
- [22] David A Gabriel, Gary Kamen, Gail Frost. Neural adaptation to resistive exercise—mechanism and recommendations for training practices[J]. *Sports Med*, 2006, 36(2): 133-149.
- [23] Zidewind I, Toering S, Bessm B, et al. Effects of imagery motor training on torque production on ankle plantar flexor muscles[J]. *Muscle Nerve*, 2003, 28: 168-173.
- [24] 帕沃·V·科米[芬]. 体育运动中的力量与快速力量[M]. 北京: 人民体育出版社, 2004: 370-384.
- [25] Behm D G, Sale D G. Intended rather than actual movement velocity determines velocity specific training response [J]. *J Appl Physiol*, 1993, 74: 359-368.
- [26] Aagaard P, Simonsen E B, Andersen J L, et al. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance exercise[J]. *J Appl Physiol*, 2002, 93: 1318-1326.