

肌肉运动的生物力学特征对动作速度训练的影响

徐和庆, 林正峰, 王永斌

(福建三明高等专科学校 体育系, 福建 三明 365000)

摘 要:为了探讨人体肌肉作固定工作和远固定工作时明显存在着生物力学特征上的差异对提高动作速度训练效果的影响,选择了上肢前伸的动作速度为实验内容,以肌肉不同固定方式的练习为条件,研究了动作速度训练效果的差异。结果表明,肌肉远近固定方式的组合练习比单一固定方式的练习能更有效地提高动作速度;组合练习在持续训练过程中对提高“中位”速度有着更重要的意义。

关 键 词:动作速度;生物力学;固定工作方式

中图分类号:G804.63 **文献标识码:**A **文章编号:**1006-7116(2001)04-0058-04

Influence of biomechanics upon motion velocity training

XU He-qing, LIN Zheng-feng, WANG Yong-bin

(Department of Physical Education, Sanming College, Sanming 365000, China)

Abstract: In order to probe into biomechanic differences in human muscles while working between the engagement of far fixation and near fixation, to improve the effect of motion velocity training. Therefore, by experimenting on the velocity training of the upper limbs moving straight forward under the condition of different fixed working patterns, have made a study of the different effects from the motion velocity training. The results indicate that the exercise of combination of far and near fixations is more effective than the pure exercise of either far or near fixation in increasing motion velocity. The experiment has meanwhile revealed some significance of the exercise of combinations in the course of continuous training to increase "middle position" velocity.

Key words: motion velocity; biomechanic; fixed working pattern

生物力学特征对动作速度训练效果的影响,在以高度或远度评定运动成绩的竞技运动项目中,运动员无一例外地依靠人体肌肉的快速收缩,使器械脱离人体或人体脱离支撑点时获得最大的即时速度来实现理想的成绩。所以这些项目成绩的优劣,在很大程度上将取决于与运动技术要求相关的肌肉的速度性力量。有鉴于此,各国研究人员对如何提高运动员的动作速度已进行了大量的研究,为提高各项运动成绩作出了很大的贡献。但令人遗憾的是,解剖学和生物力学中早已揭示的事实是:人体肌肉通过关节的起、止点离关节点的距离不同,必然使这些肌肉在作近固定或远固定工作时的作用也不同。然而这一事实,却至今仍未引起人们的重视,也未见肌肉训练中如何利用近(远)固定工作力学特征上的差异来提高训练效果的研究报道。

为此,我们以上肢前伸的动作速度为研究对象,考察了这些伸肌作近(或远)固定工作时其训练效果的差异。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

体育专业男生 20 人,用随机抽样方法分组,实验组和对照组各 10 人。

1.2 研究方法

(1)实验内容联合训练器械上坐姿完成上肢前伸的动作,负荷 10 kg。用电脑计数器测定动作过程中间结束两点的即时速度,即中位速度和末速度每周测 1 次。坐姿推铅球,测推铅球的远度,实验开始和结束各测 1 次。

(2)训练方法。对照组:采用与测定动作方向相同的练习形式,即上肢伸肌作近固定工作。练习强度选择个体最大负荷的 30%,随力量增长每 2 周调整一次负荷。实验组:完成与对照组相同练习形式的练习的一半,另一半进行上肢伸肌的远固定工作(负重俯卧撑和平推肋木),总量与对照组相等。

(3)测试仪器。采用北京青峰仪器厂生产的 muj-HB 型电脑通用计数器。2 个光电阀门分别置于自制的滑槽上。遮光片测距 1 cm,计数器精度为 0.01 ms。

• 收稿日期:2001-02-08

作者简介:徐和庆(1950-),男,浙江绍兴人,副教授,硕士,研究方向:运动生理学与运动心理学。

(4)测试和检验方法。每次均同时测上肢伸的中位和末端的即时速度,测3次的平均值为最后测定值,测定单位为ms/cm,每周六为测定日,共测9周。检验用薛仲三两个样平均数的比较方法^[1]。

2 研究结果

2.1 肌肉反向固定工作练习有利于提高动作速度

在只采用与上肢伸的方向相同的近固定练习组(对照组)和同时采用固定和近固定练习组(实验组)的实验训练

后,实验组的动作速度的提高明显优于对照组(见图1)。对照组经9周训练后,上肢伸的末速度由6.82 ms/cm提高到4.59 ms/cm,升幅为32.69%;而实验组从6.94 ms/cm提高到了4.21 ms/cm,提升幅度达40.5%。动作过程中的中间即时速度发展的情况也与末速度的变化相似。经检验,对照组与实验组的训练效果存在着显著的差异(见表1、2)。由于二个组在实验练习中的负荷总量相当,所以二者之间的差异主要是受反向固定工作参与的组合练习的影响。说明反向固定工作的肌肉练习对提高动作速度具有积极意义。

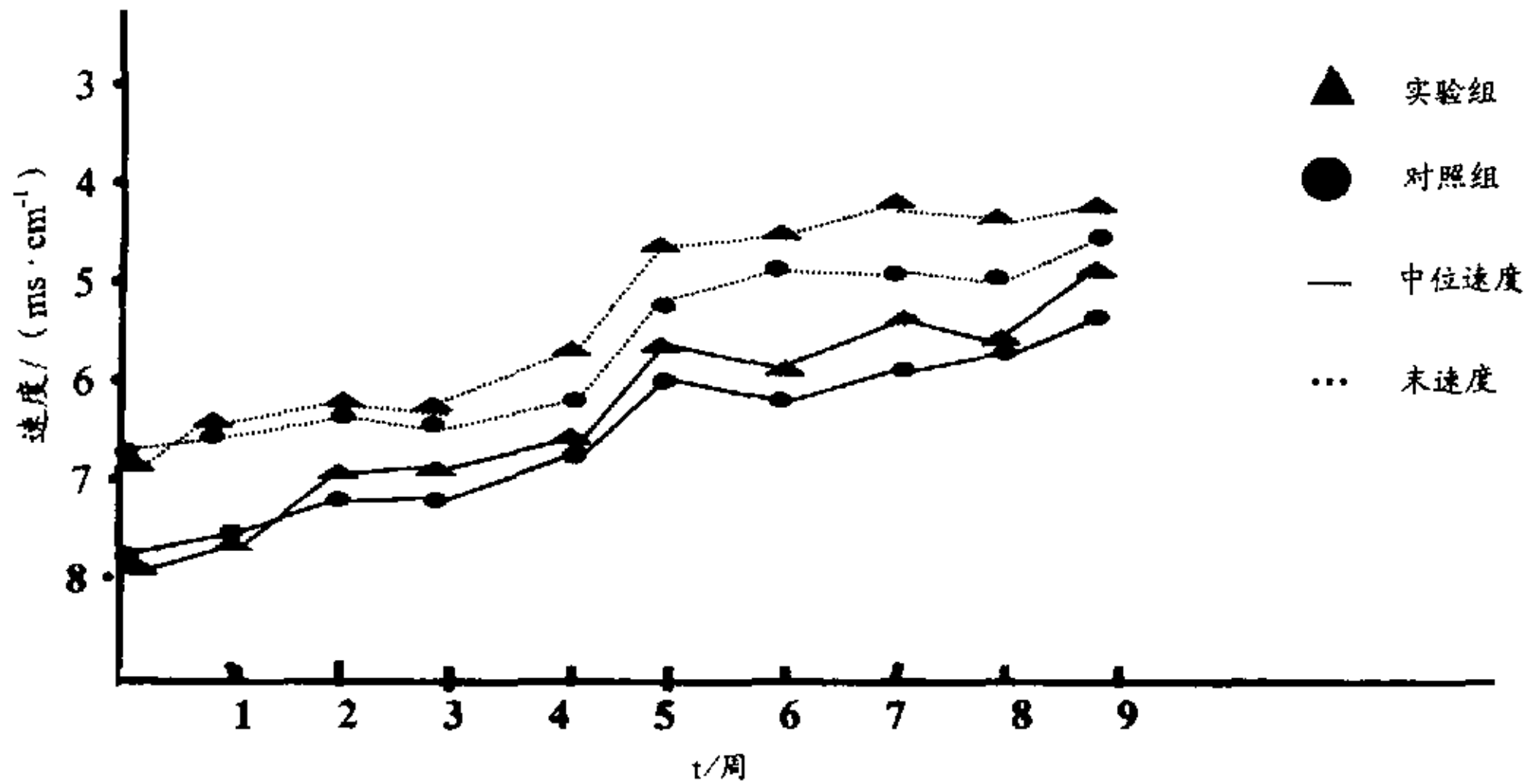


图1 上肢伸肌收缩速度变化曲线

表1 实验前后上肢动作速度变化 ms/cm

组别	中间速度			末速度		
	前	后	升幅/%	前	后	升幅/%
对照组	7.81	5.34	31.6	6.82	4.59	32.7
实验组	7.94	4.91	38.1	6.94	4.12	40.6

表2 上肢动作速度变化的差异检验

中间速度			末速度		
D1/n1(2.03)	D2/n2(4.65)	D1/n1(4.59)	D2/n2(2.08)		
X1(3.04)	X2(2.47)	X1(2.81)	X2(2.23)		
$t = 2.09$			$t = 2.15$		
$P = 0.05$			$P < 0.05$		

表3 坐姿推铅球成绩 m

组别	前	后	升幅/%
对照组	3.39	3.68	8.5
实验组	3.48	4.07	17.0

2.2 肌肉反向固定练习有利于提高中位速度

为了便于研究肌肉反向固定练习对提高动作速度的性质,我们在测定末速度的同时,监测了动作过程中间位置的即时速度,即“中位”速度。

表4 中位速度比末速度慢的百分率¹⁾ %

组别	原始	5周	9周
对照组	12.7	14.3	14.0
实验组	12.6	18.8	15.9

1)数据来源: $\frac{\text{中位速度}-\text{末速度}}{\text{中位速度}} \times 100$

由表4可见,实验组与对照组的中位速度和末速度之间的关系有不同的变化特点。原始数据显示,两组的中位速度比末速度各慢12.6%和12.7%,几乎没有差别;5周训练后,两组的比分别变成了18.8%和14.3%,说明经前5周练习,实验组末速度的提高比对照组更快;9周后中位速度比末速度慢的比例又产生了有趣的变化。实验组由慢18.8%降到15.9%,对照组从14.3%到14.0%,变化不大。这说明后4周,实验组的中位速度提高要比末速度的提高快,而对照组仍按同比例提高。同时,我们研究两组中位速度和末速度提高的幅度也发现相似的结果(见图2)。从图2我们可看到经前5周。

训练,无论是实验组,还是对照组,末速度提高的幅度均大于中位速度的提高,而后4周的训练结果,对照组的中位速度提高了12.6%,明显高于末速度提高的幅度9.5%。而对照组的提高基本相同,这到一定程度上说明了反向固定的

肌肉练习方式在持续训练过程以提高中位速度为主来实现动作速度的提高。

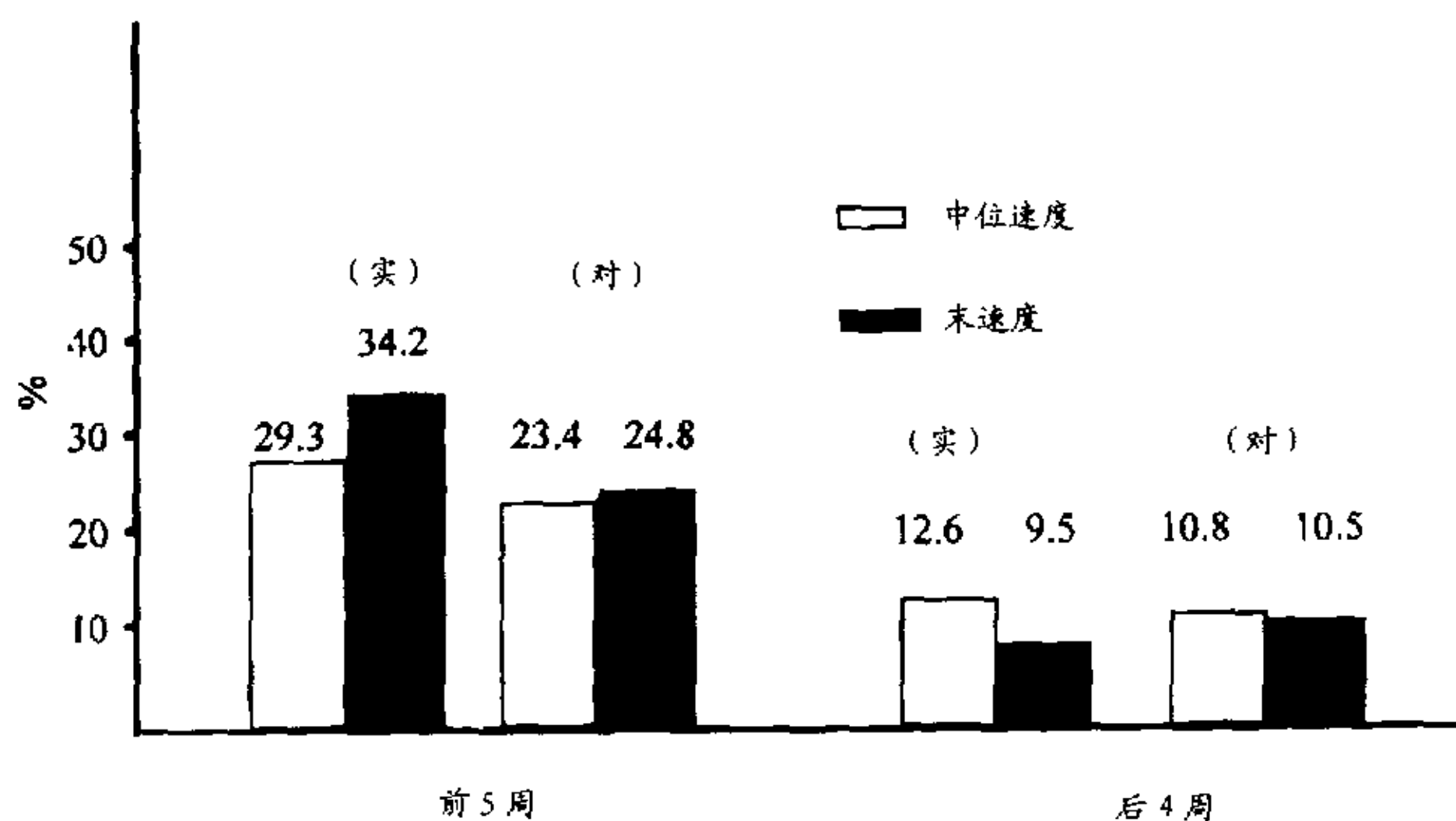


图2 中位和末速度提高的幅度

3 分析和讨论

关于速度性力量和动作速度的训练,历来都受研究人员和教练员的关注。但过去人们更多地注意到了训练负荷对动作速度的影响。如日本金子^[2]用0~100%最大负荷对膝关节伸肌进行训练,发现30%和60%的最大负荷提高速度性力量且效果明显;B·H·普拉托诺夫^[3]则认为,作为速度性力量的一般辅助练习,其负重量可达到可能达到的最大负重量的70%~90%,动作结构和肌肉工作状态与比赛动作相似的练习,其负重量是最大负荷的30%~50%;专项练习应当与比赛没有多大差别。Jamson等^[2]从训练对肌纤维类型转变,募集的影响探索了速度训练的效果。这些工作无疑是非常有益的。问题是我们在借助神经生理、肌肉生理研究训练价值时,不要忽略了解剖的、力学的特征对动作速度训练价值的影响。

我们都知道“肱二头肌(作近固定工作时)的力点远离阻力点,故杠杆臂和力臂都很小,它的拉力角的变化范围却很大,在10~160°之间,非常有利于争取环节运动的速度。而肱桡肌的力点则更靠近阻力点,其杠杆臂明显更大,但其拉力角的变化范围近10°左右,非常有利于发挥力量和节省力量^[4]。同样道理在完成上肢伸的运动中,胸大肌、三角肌前部作近固定工作完成上臂在肩关节处的内收、屈的运动时也非常有利于发挥速度,肢三头肌的情况亦如此。反之若作远固定工作时,这些易于发挥速度的肌肉则固力点、阻力点和拉力角的变化更有利于发挥力量和节省力量。

因此,同一肌肉在上肢完成伸的运动中,由于固定工作的方式(近或远固定)的变化,其发挥的作用也产生了变化,自然在克服阻力的运动过程中的生理应激也产生变化。在近固定条件下,胸大肌、肢三头肌在上肢前伸的过程中,以速度性收缩为其主要特征,训练可提高其神经传导快速冲动的

能力和肌纤维的快速收缩能力。当这些肌肉作远固定工作时则更有利于提高其肌力,从而进一步提高速度效果。

根据这一分析,我们可知道,在上肢伸的动作过程中,反向固定工作的肌肉练习,主要是通过促进胸大肌和肢三头肌的肌力,以及提高肢三头肌的收缩速度,然后再实现整体提高上肢前伸的动作速度。我们的实验所揭示的结果,即在提高上肢伸的动作速度的训练中,近固定和远固定两种方式的组合练习明显地优于只采用近固定练习形式的效果。我们在实验室中进行的上肢前伸的动作速度实验结果和室外推铅球的成绩差异,正好证实了上述的理论分析。

至于反向固定工作参与的组合练习更有利于提高上肢伸的运动的的中位速度,其道理也应该是显而易见的。由于近固定工作时易于发挥力量的肌肉在如屈肩关节的肢三头肌和伸肘关节的肘肌远固定工作时更有利于发挥速度,故可有效提高这部分肌肉的收缩速度。固而也使上肢开始伸的运动时的初始速度提高而影响中位速度。原来有利于发挥速度的肌肉,如胸大肌、三角肌前部和肢三头肌,在作远固定练习时,往往肌力提高明显,这不仅有利于环节启动初期这些肌肉参与程度,也会因为肌力的增加而影响中位速度。环节运动的中位速度,是实现较高末速度的先决条件,所以反向固定工作的练习不仅可直接提高动作的末速度,也可通过提高中位速度实现整个动作速度的提高。

我们的实验结果所显示的(见表4、图2)对照组和实验组经5周的训练,中位速度和末速度的差均呈扩大趋势,这说明这一时期中位速度的提高要慢于末速度提高。

后4周对照组的中位速度与末速度的差依然保持在14%左右,实验组两者的差则从18.的%降到15.9%,这说明在持续训练过程中实验组的中位速度的提高对末速度提高的贡献率在增加。

综上所述,无论是实验结果还是理论分析,符合解剖特

征、生物力学原理的反向固定工作练习对提高动作速度确实有非常明显的效果。但进行这类方式训练时至少还有两个方面的问题应引起我们的注意:首先与原型动作力方向一致的练习仍将占主导地位。因为反向固定工作的练习有可能影响原有技术的动力定型从而影响运动成绩。但对这种影响目前尚缺乏研究。其次,对上、下肢肌肉作反向固定练习的方式相对地少和实施也比较困难,这需研究人员和教练员去认真地设计。

4 结论

(1)肌肉的反向固定工作练习可弥补与原型动作方向一致的练习不足,使原来在近固定条件下易于发挥速度的肌肉的力量更快地提高,也使易于发挥力量的肌肉速度得到更好的发展,从而提高动作速度。

(2)肌肉反向固定工作练习特别有利于提高动作中位速

度,这对拳击的冲拳、足球的踢球、篮球起跳等具有突变可能性的动作训练具有重要的意义。

参考文献:

- [1]薛仲三.医学统计方法和原理[M].北京:北京人民卫生出版社,1978.
- [2]王步标.运动生理学[M].北京:北京高等教育出版社,1993.
- [3]B·H普拉托诺夫.运动训练的理论与方法[M].武汉:武汉体育学院编印,1986.
- [4]程国庆.运动生物力学[M].北京:人民体育出版社,1981.

[编辑:周威]

(上接第57页)粘度对运动性疲劳所致的微细损伤有修复作用。黄芩有清热燥湿、泻火解毒之功效,具有显著的抗氧化作用,是有效的自由基清除剂。丹参有活血化瘀改善外周和内脏微循环障碍的功效,对脑组织心肌缺血有良好的保护作用,使机体组织耐缺氧工作能力明显增强,能减少血清及心肌MDA,提高心肌SOD的活性,是一种重要的自由基清除剂,此外还有养心安神等作用。黄精具有较好的滋阴益肾作用,能促进DNA和RNA及蛋白质合成,从而增加机体恢复功能,黄精补中益气主要表现有益心气而强心,补脾气而增加造血功能,此药有降血糖作用,在本组方中用量不宜过大。枸杞子多用于滋阴益气,扶正固本,有增加机体免疫功能的效果,能提高DNA分子的修复功能,对抗遗传物质的损伤,延缓衰老,有使RBC-GSH-Px和RBC-SOD活性增高、抑制脂质过氧化作用。茯苓有健脾利水、宁心安神等作用,能激活总ATP酶的活性,增强能量和物质代谢过程^[8]。

从实验的结果中可以看出,实验后中药组血色素(Hb)明显高于实验前和对照组,说明本组方具有促进造血功能、延长运动员红细胞寿命的作用,主要体现在熟地、当归、何首乌、黄精均有促进造血机能的作用上。由于刺五加、丹参、枸杞对于提高RBC-SOD活性和RBC-GSH-Px活性有非常良好的效果,两者的活性,实验后比实验前有显著提高,而长时间的训练也能促使它们的活性提高,但实验组提高更明显。血浆MDA含量,RBC-MDA含量,实验组比实验前和对照组有明显降低,说明SOD活性,GSH-Px活性的提高以及黄芩、丹参直接清除自由基能有效地减少细胞脂质过氧化,有利于保护细胞生物膜的结构和功能。从表8中显示实验组在400m跑定量负荷后血乳酸的清除速率明显高于对照组和实验前,说明机体微循环功能、有氧氧化酶活性及肝脏合成功能增强,为血乳酸的清除提供了有利条件。从运动员个体乳酸阈值的跑速和5000m跑最好成绩来看,实验组显著好于对照组。其中省大运会5000m跑冠军、亚军,

10000m跑冠军都出自实验组。充分说明实验组运动员有氧耐力水平及机体耐缺氧、缺血能力有显著提高。

4 结论

运动性疲劳的运动员是机体组织的微细损伤的集合体,并由此观点和有氧耐力的生理学本质进行辩证施治。本组方能有效提高RBC-SOD、RBC-GSH-Px的活性,清除运动产生的自由基,保护组织细胞的结构和功能免受损害,提高机体组织的耐缺氧缺血工作能力,能帮助运动员有效提高个体乳酸阈水平和有氧耐力成绩。

参考文献:

- [1]谢敏豪.对消除运动性疲劳中药评价方法的回顾与思考[J].中国运动医学杂志,1999,18(4):354-347.
- [2]施建蓉.中医药组方抗运动性疲劳的研究与展望[J].中国运动医学杂志,1999,18(4):344-345.
- [3]冯连世.健脾保肝中药对运动员血液生化指标的影响[J].中国运动医学杂志,1999,18(1):73-75.
- [4]Kanter M M. Free radicals, Exercise and Antioxidant supplementation[J]. International Journal of Sport Nutrition, 1994, 4: 205-200.
- [5]Jenkins, R. The relationship of oxygen uptake to superoxide dismutase and catalase activity in human muscle[J]. Int J Sports Med, 1984, 5:11.
- [6]张世明.运动性疲劳的中医分型与诊断研究[J].体育科学,1998, 18(6):59-63.
- [7]万劲.中医补肾药、补脾药对运动员机能状态及运动能力影响的综合观察[J].中国运动医学杂志,1994, 13(4):202.
- [8]沈映君.中药药理学[M].北京:人民卫生出版社,2000.

[编辑:李寿荣]