

## 同期耐力与力量训练对长跑运动员跑步经济性的影响

韩征强

河南科技大学应用工程学院, 河南 三门峡 472000

**[摘要]** 此研究首先对目前有关跑步经济性、同期训练和力量训练的相关文献进行回顾, 解释了关于提升最大力量和功率输出的抗阻训练是如何影响跑步经济性的, 而跑步经济性是长跑的关键指标。因此, 大多数针对运动员运动表现提升的实验都将重点放在跑步经济性上, 跑步经济性可能是运动表现产生积极及有意义的变化的关键指标。研究表明: 在耐力训练期间实施最大力量、爆发力及混合力量训练能对跑步经济性的改善产生积极作用, 但这种跑步经济性的改善更容易使高水平长跑运动员的成绩提高。其中抗阻训练持续 10~13 周、训练频率 3~4 次/周、以大重量训练替代低强度多次数的力量耐力训练, 则更有利于获得跑步经济性的促进效益。为避免同期耐力与力量训练间不兼容性的发生, 要求最大力量训练与高强度持续跑训练至少间隔 24 小时, 但应注意保持耐力训练的强度, 否则会有损害最大有氧代谢水平的风险。

**[关键词]** 同期训练; 力量训练; 跑步经济性; 长跑运动员; 影响研究

DOI: 10.33142/fme.v3i1.5465

中图分类号: G808.12

文献标识码: A

### Effects of Simultaneous Endurance and Strength Training on Running Economy of Long-distance Runners

HAN Zhengqiang

School of Applied Engineering, He'nan University of Science and Technology, Sanmenxia, He'nan, 472000, China

**Abstract:** Firstly, this study reviews the relevant literature on running economy, simultaneous training and strength training, and explains how resistance training to improve maximum strength and power output affects running economy, and running economy is the key index of long-distance running. Therefore, most experiments on the improvement of athletes' sports performance focus on running economy, which may be the key index for positive and meaningful changes in sports performance. The research shows that the implementation of maximum strength, explosive power and mixed strength training during endurance training can have a positive effect on the improvement of running economy, but this improvement of running economy is easier to improve the performance of high-level long-distance runners. Among them, resistance training lasts for 10 ~ 13 weeks, training frequency is 3 ~ 4 times / week, and high-weight training replaces low-intensity strength endurance training for many times, which is more conducive to obtain the economic promotion benefits of running. In order to avoid the incompatibility between endurance and strength training in the same period, the interval between maximum strength training and high-intensity continuous running training is required to be at least 24 hours, but attention should be paid to maintaining the intensity of endurance training, otherwise there will be a risk of damaging the maximum aerobic metabolism level.

**Keywords:** simultaneous training; strength training; running economy; long distance runners; impact study

#### 引言

目前提高跑步经济性的训练方法有很多, 比较典型的如长距离跑训练、法特莱特训练、低氧训练、变速跑训练以及抗阻训练等方法。尽管长距离跑训练和低氧训练, 能明显改善跑步经济性, 但训练周期一般较长, 一般需 14~20 周才能明显观测到运动员 RE 的改善, 比较而言, 抗阻训练能有效提高神经肌肉功能和运动单位募集的水平, 强化肌肉和肌腱的强度, 且实施简单, 收效时间也相对较短, 且研究表明, 力量训练与耐力训练同期进行对长跑运动员跑步经济性具有多方面的益处。因此, 更具应用前景。然而, 由于缺乏相关知识或者由于存在某些误解, 很多跑动运动员并没有在其训练中采用同期训练的方式。本文主要针对

参加 1000 米至马拉松距离的运动员, 业余长跑者和竞技短跑运动员的训练计划设计不在本文的探讨范围值之内。

#### 1 概念界定

同期训练是指在同一个人训练周期内同时进行抗阻和耐力训练, 是提升高水平长跑运动员表现的有效工具<sup>[1]</sup>。

跑步经济性定义为在给定速度下的代谢成本或能量需求<sup>[2]</sup>, 在给定速度下需要更低的最大摄氧量跑者具有更好的经济性。提升跑步经济性可以让运动员减少耗氧量, 在给定的距离内跑得更快, 或者在特定速度下持续更长的时间<sup>[3]</sup>。

#### 2 同期耐力与力量训练对长跑运动员跑步经济性的影响

作者查阅中国知网、万方数据库、河南科技大学图书

馆对有关跑步经济性、同期力量和耐力训练的相关文献和资料进行回顾发现大部分研究者就同一时期进行抗阻训练对运动员的最大摄氧量以及有氧能力的影响还没有形成较为统一的观点,但大部分学者通过研究发现,抗阻训练对跑步经济性的改善有着积极的促进作用。因此更为高效、科学、系统的抗阻训练方案,自然成为了深化研究的切入点。最近的一篇文献综述提出,中距离跑,长距离跑,铁人三项运动员同期进行大负荷抗阻训练(>80%1RM或60-90%1RM等长训练)之后,跑步经济性提升2-8%,效应量为0.14-3.22,作者指出,跑步经济性的典型测量误差范围为1.6至2%,最小有意义变化约为2%,认为2%的改善代表了真正的改善,而不是由于测量方法的误差造成的。通过同期训练跑步经济性提升2-8%意味着这样的提升是一个有意义的变化<sup>[4]</sup>

长跑运动员在大周期训练期间将抗阻和耐力训练安排在同一周期进行,运动员机体会对抗阻与耐力训练产生的适应存在着本质的不同及交互的影响,在耐力训练期间,运动员采用循环训练法、间歇训练法实施最大力量、爆发力、快速力量以及混合力量练习,虽然不会提高运动员最大摄氧量,但对跑步经济性的改善产生积极影响<sup>[5]</sup>。

storen等人发现,17名具有良好训练经验的男性和女性长跑运动员通过18周的力量训练后跑步经济性(RunE)得到了提升,但是其体重和最大摄氧量没有变化。本实验中,跑步训练照常进行,实验组额外进行每周3次的4RMx4组,间歇时间为3分钟的自由重量深蹲训练<sup>[6]</sup>,最大重复次数(RM)定义为通过适当的技术仅可重复一次或指定次数下举起的最大重量<sup>[7]</sup>由Sedano等人对18位训练有素的男性跑者进行的另一项研究,研究了12周高负荷抗阻训练加爆发力训练(3组x7次,70%1RM)、低负荷抗阻训练(3组x20次,40%1RM)和极低负荷抗阻训练(3组x25次,弹力带训练)之后跑步经济性的变化。作者发现,与极低负荷抗阻训练组相比,高负荷训练组和低负荷训练组的跑步经济性,峰值速度和主观劳累程度均得到了更大的改善,而各组的体重均未发生变化。<sup>[8]</sup>

力量训练,传统上定义为抗阻训练,训练负荷大于或者等于85%1RM,每组2-6次,组间间歇至少2分钟,以发展最大力量为目标,这样的训练提高了发力率和肌腱刚性,<sup>[9]</sup>而这可以减少肌肉收缩时的能量消耗进而提升跑步经济性,爆发力训练可以提高跑步经济性,最大力量和峰值功率等一系列指标已经在研究中得到了充分的证实,此研究中的把爆发力训练描述为中至大强度(75-95%1RM)的高速增强式训练<sup>[10]</sup>,此外,研究还表明反应力量训练(如低负荷高速度的增强式训练)可以通过提高对牵张缩短循

环的利用能力和腿部肌肉肌腱刚性来提升发力率。总之,短时间的传统力量训练可以提高训练良好的跑步者的RE,但这种改善取决于力量训练的特点。

### 3 同期训练中力量训练方案的设计

#### 3.1 训练类型

运动肌肉横截面积的大小及运动神经元募集能力的强弱是影响力量素质的两个重要指标<sup>[11]</sup>。从训练效应上讲,大重量训练以及爆发力训练,两者都可以强化运动单位的激活,提高运动神经的募集程度<sup>[12]</sup>。不同的是,大重量训练主要通过募集更多高阈值的运动单位,提高运动神经元募集的频率,进而更大程度地提高跑动中储存和释放弹性能量的能力。最大力量训练,可改变不同类型运动肌纤维的比例,其中可以使II型肌纤维中的IIA型提高,II型肌纤维下降。根据目前的研究结果表明,对比其他类型的力量训练,大重量训练的损伤风险更小,且更易在短期内收到较好的训练效益;把爆发力训练描述为中至大强度(75-95%1RM)的高速增强式训练也可以提高跑步的经济性,综合上述2种训练优点的混合力量训练可能更具前景。

#### 3.2 训练动作的选择

同期训练的训练动作选择和训练计划安排必须符合长跑运动员的特殊需求,许多研究表明采用高负荷和低负荷抗阻训练(通常被称为力量训练和爆发力训练)来促进跑步经济性的改善。与过时的力量耐力(低重量、高重复次数和短间歇的抗阻训练相反,大重量和爆发力训练可为耐力运动员带来更大的好处),跑步经济性具有重大影响的训练变量包括:多关节自由重量相对于单关节器械训练,所选练习是否是渐进式超负荷训练,所选练习是否对跑步具有专项性,以及抗阻训练频率的增加。<sup>[13]</sup>

#### 3.3 训练周期

机体对力量训练产生的适应,随训练持续周期的不同而不同。在最大力量训练的前4-8周,力量的增长主要与运动单位募集的数量、频率以及同步性等的改善有关,而之后则主要得益于肌纤维生理横断面的增加<sup>[14]</sup>结果表明,即使对训练负荷不断做出调整,力量素质在经历4-8周快速发展后,也很难再出现显著的增长。通常低于8周的力量训练,其适应主要表现为神经激活功能的提高、II型肌纤维募集比例的减少以及协同性的增强,而这些适应均有助于RE的提高,8周后,肌肉肥大及肌-腱联合体硬度的增加,则成为适应的主要表现形式<sup>[15]</sup>。

#### 3.4 训练量与强度

以最大力量发展为目标的同时抗阻训练最常见的强度或训练负荷是在负荷大于70%1RM的情况下,每次训练2-6组,3-10次重复.根据训练原则,建议教练员有规律

的对运动员的 1RM 进行评估,以防止出现过度训练.并确定负荷进展以达到最佳收益的标准,及训练量对长跑运动员而言,4~5次/周的训练效果优于3次/周,3次/周又优于1~2次/周;有些专业举重运动员为获得更强的训练效果,训练频率最高甚至可达18次/周,表现出训练频率越高,训练效果越好的规律<sup>[16]</sup>。

### 3.5 两次课之间的恢复

Doma 等(2013)认为,为了使训练得到最大收益,一天训练中训练的顺序也是一个重要因素,在这项研究中发现:在长跑运动员实施耐力训练期间,安排力量训练,如果在耐力训练后6个小时内,即使安排中等负荷的力量训练,也会影响RE表现<sup>[17]</sup>;恢复时间小于24小时,会影响运动至力竭的持续时间。因此在耐力训练期间,如果频繁的进行力量训练,会对长跑运动员产生负面影响,结合Doma等的研究结果,要求最大力量训练与高强度持续跑训练至少间隔24h。

综上所述,大重量、爆发力以及这两种混合力量训练,持续10~13周、训练频率3~4次/周,则更有利于促进跑步的经济性。根据对大量文献的回顾,有理由认为每周4次,每次不超过30min,共持续6周的4RM(共4组)负重半蹲最大力量训练方案,可有效促进RE的改善,提高了力量训练的实效性。

## 4 结论与展望

在耐力训练期间实施最大力量、爆发力及混合力量训练能对跑步经济性的改善产生积极作用,但这种跑步经济性的改善更容易使高水平长跑运动员的成绩提高。其中抗阻训练持续10~13周、训练频率3~4次/周、以大重量训练替代低强度多次数的力量耐力训练,则更有利于获得跑步经济性的促进效益。由于对跑步经济性(RunE)具有积极的效果,因此推荐竞技长跑运动员进行同期训练增加抗阻训练后,身体成分的变化可以忽略不计。高负荷抗阻训练、爆发力和反应力量训练会最大化跑步经济性(RunE)提升。在竞技长跑运动员中同期训练的实施应进行科学化的进行,需要应考虑到训练周期、练习动作选择、疲劳、当前训练状态以及本文中记录的其他训练变量。

### [参考文献]

[1]Taipale R S et al. Strength training in endurance runners[J]. International journal of sports medicine, 2010, 31(7): 468-76.  
[2]Yamamoto Linda M et al. The effects of resistance training on endurance distance running performance among highly trained runners: a systematic review[J]. Journal of strength and conditioning research, 2008, 22(6): 2036-2044.  
[3]Støren Oyvind et al. Maximal strength training

improves running economy in distance runners[J]. Medicine and science in sports and exercise, 2008, 40(6): 1087-1092.

[4]Barnes Kyle R and Kilding Andrew E. Strategies to improve running economy[J]. Sports medicine (Auckland, N. Z.), 2015, 45(1): 37-56.

[5]Sedano Silvia et al. Concurrent training in elite male runners: the influence of strength versus muscular endurance training on performance outcomes[J]. Journal of strength and conditioning research, 2013, 27(9): 2433-2443.

[6]Wilson Jacob M et al. Concurrent training: a meta-analysis examining interference of aerobic and resistance exercises[J]. Journal of strength and conditioning research, 2012, 26(8): 2293-307.

[7]Lima-Silva Adriano E et al. Effect of performance level on pacing strategy during a 10-km running race[J]. European journal of applied physiology, 2010, 108(5): 1045-1053.

[8]Wilson Jacob M et al. Concurrent training: a meta-analysis examining interference of aerobic and resistance exercises[J]. Journal of strength and conditioning research, 2012, 26(8): 2293-307.

[9]de Souza E O et al. Molecular adaptations to concurrent training[J]. International journal of sports medicine, 2013, 34(3): 207-13.

[10]Taipale R S et al. Neuromuscular adaptations during combined strength and endurance training in endurance runners: maximal versus explosive strength training or a mix of both[J]. European journal of applied physiology, 2013, 113(2): 325-352.

[11]Kris Beattie et al. The Effect of Strength Training on Performance Indicators in Distance Runners[J]. Journal of Strength and Conditioning Research, 2017, 31(1): 9-23.

[12]Taipale R S et al. Neuromuscular adaptations during combined strength and endurance training in endurance runners: maximal versus explosive strength training or a mix of both[J]. European journal of applied physiology, 2013, 113(2): 325-335.

[13]Danny Lum. Effects of Performing Endurance and Strength or Plyometric Training Concurrently on Running Economy and Performance[J]. Strength and Conditioning Journal, 2016, 38(3): 26-35.

[14]薛锋,陈庆果,张健.长跑运动员最大力量训练的设计及其对跑步经济性的影响[J].中国体育科技, 2014, 50(3): 3-12.

[15] Jianhua Cui. Study on Effect of Field Explosive Force Training on Ankle Joint Injury[J]. International Journal of Physical Education and Sports, 2018, 4(1): 5.

[16] 郜卫峰, 冯鑫, 顾大成. 同期耐力与力量训练对长跑运动员跑步经济性及相关指标影响的 Meta 分析[J]. 体育科学, 2019, 39(9): 68-81.

[17] Doma Kenji and Deakin Glen Bede. The effects of

strength training and endurance training order on running economy and performance[J]. Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme, 2013, 38(6): 651-656.

作者简介: 韩征强(1989-)男, 汉族, 河南科技大学应用工程学院, 河南郑州人, 主要研究方向: 体育教育与训练理论研究。