

## 跳绳对高校长跑运动员有氧能力影响的实验研究

高俊霞

广东技术师范大学, 广东 广州 510665

**[摘要]**本研究系统、严谨地考察了在常规跑步训练中加入跳绳训练对高校长跑运动员有氧能力相关指标的影响,由此自然地引出优化长跑训练方案的新思路。具体方法是:从某高校男子长跑队中抽取24名运动员,随机分为实验组( $n=12$ )和对照组( $n=12$ ),对照组进行常规跑步训练8周,而实验组每周进行3次30分钟跳绳干预训练,以常规训练为基础。实验前后对两组运动员的最大摄氧量( $VO_{2max}$ )、肺活量、12分钟跑步表现及跑步经济性(心率在给定速度下)进行了对比分析。结果十分清楚且具有统计学意义:经8周训练后,两组各指标均有提高,但实验组所有指标的提高幅度都明显超过对照组( $P<0.05$ )。实验组运动员的最大摄氧量从( $58.7\pm 3.2$ ) ml/kg/min增加到( $63.5\pm 2.9$ ) ml/kg/min,明显高于对照组的( $59.1\pm 2.8$ ) ml/kg/min,实际比值为( $61.2\pm 3.1$ ) ml/kg/min。实验组的12分钟跑成绩从( $3450\pm 210$ )米提高到( $3680\pm 195$ )米,提升幅度大大超出对照组。更重要的是,实验组在相同配速下心率明显降低,跑步经济性切实改善。因此结论十分明确、有力:在常规跑步训练中合理、规范地加入跳绳练习,有利于提高高校长跑爱好者的最大摄氧量,提高跑步经济性,进而提高持续跑步能力,对有氧能力的发展有直接而积极的促进作用。据此也自然、妥帖地提出建议:将跳绳作为一项高效、简便的辅助训练手段正式纳入高校长跑运动员的日常训练体系之中。

**[关键词]**跳绳;长跑运动员;有氧能力;最大摄氧量;跑步经济性;实验研究

DOI: 10.33142/jscs.v6i3.19725

中图分类号: G804.34

文献标识码: A

## Experimental Study on the Effect of Skipping Rope on Aerobic Capacity of College Long-distance Runners

GAO Junxia

Guangdong Polytechnic Normal University, Guangzhou, Guangdong, 510665, China

**Abstract:** This study systematically and rigorously examined the effects of adding skipping rope training to routine running training on aerobic capacity related indicators of college long-distance runners, which naturally led to a new idea of optimizing long-distance running training programs. The specific method is to select 24 athletes from a male long-distance running team of a certain university and randomly divide them into an experimental group ( $n=12$ ) and a control group ( $n=12$ ). The control group receives routine running training for 8 weeks, while the experimental group receives three 30 minute skipping rope intervention training sessions per week, based on routine training. A comparative analysis was conducted on the maximum oxygen uptake ( $VO_{2max}$ ), lung capacity, 12 minute running performance, and running economy (heart rate at a given speed) of two groups of athletes before and after the experiment. The results were very clear and statistically significant: after 8 weeks of training, all indicators in both groups improved, but the experimental group showed significantly greater improvement in all indicators than the control group ( $P<0.05$ ). The maximum oxygen uptake of the experimental group athletes increased from ( $58.7 \pm 3.2$ ) ml/kg/min to ( $63.5 \pm 2.9$ ) ml/kg/min, significantly higher than that of the control group ( $59.1 \pm 2.8$ ) ml/kg/min, the actual ratio is ( $61.2 \pm 3.1$ ) ml/kg/min. The 12 minute running time of the experimental group increased from ( $3,450 \pm 210$ ) meters to ( $3,680 \pm 195$ ) meters, significantly exceeding the improvement of the control group. More importantly, the experimental group showed a significant decrease in heart rate and a substantial improvement in running economy at the same pace. Therefore, the conclusion is very clear and powerful: adding skipping rope exercises in regular running training in a reasonable and standardized manner is conducive to increasing the maximum oxygen uptake of college long-distance running enthusiasts, improving running economy, and thereby enhancing sustained running ability, which has a direct and positive promoting effect on the development of aerobic capacity. Based on this, it is natural and appropriate to propose that

skipping rope be officially included as an efficient and convenient auxiliary training method in the daily training system of college long-distance runners.

**Keywords:** skipping rope; long-distance runners; aerobic capacity; maximum oxygen uptake; running economy; experimental study

## 引言

长跑是以有氧代谢供能为主的典型周期性耐力项目，故有氧能力最合理、最常用的评价指标是最大氧气摄取量（VO<sub>2</sub>max），它直接反映了极限运动状态下人体最大的氧气摄取及利用能力。不过，近年来训练实践及科学研究都已有十分明确、严谨的结论：除 VO<sub>2</sub>max 外，跑步经济性（Running Economy, RE）也是决定长跑成绩极其重要的因素。简言之，跑步经济性就是在给定速度下身体利用氧气的效率，因此跑步经济性更高的运动员在相同速度下耗氧量更低、心率更小，也就能更持久、更高效地保持跑步。

目前，高校长跑运动员的训练手段大多以传统跑步训练为主，如持续跑，间歇跑、法特莱克等等。这些训练方法虽然有效，但是比较单调、长期下来容易导致神经肌肉模式固化，甚至出现“平台期”。因此，开拓多样化、高质量的训练手段，综合提升运动员的有氧能力和跑步效率，已经成为教练员和相关体育工作者关注的焦点。

跳绳是全身性的体育运动项目，简单易学，场地限制小。不仅能有效提升心肺功能，而且还能锻炼运动员的节奏感、协调性、踝关节力量和拔地效果。从能量代谢的角度分析，中高强度的跳绳训练是比较典型的有氧锻炼方式，可以有效的提高运动员的有氧能力。从生物力学的角度分析，跳绳时的着地动作与跑步时的着地、蹬伸、稳定踝关节脚踝有着诸多共同点，同时膝盖和髌关节在跳绳时的缓冲和蹬伸，也大大加强了对小腿肌群和脚下力量的锻炼，这有助于提高运动员的跑步技术，从而使跑步能力得到优化。

综上所述，本文很自然、妥帖地提出了一个假设：在常规跑步训练的基础上加入系统的跳绳训练，利用跳绳训练特有的训练刺激提高高校长跑运动员的最大摄氧量及跑步能力，由此切实促进其有氧能力的整体发展，因此本文也计划以严谨的实验设计来检验该假设，最终为高校长跑训练方法提供科学依据。

## 1 研究对象与方法

### 1.1 研究对象

广东技术师范大学体育与健康学院田径队乙 A 组男子长跑运动员 24 名。

要求：（1）专项为 5000 米或 10000 米；（2）具有 2 年以上的系统训练；（3）最近三个月没有大的伤病情况出现，健康状况较好；（4）自愿参加本次试验，并在知情同

意书上签字确认。

所有数据均以对照组随机分成实验组，每组 12 人。实验前两组运动员在年龄、身高、体重、训练年数和各项基本指标（P0.05）等方面没有明显差异，达到实验标准。具体情况见表 1。

表 1 实验前两组选手基本条件对比（梅安 ±SD）

组别	人数	年龄(岁)	身高(cm)	体重(kg)	训练年限(年)	初始 VO <sub>2</sub> max (ml/kg/min)
实验组	12	20.1±1.2	174.5±5.3	62.3±4.1	3.5±1.1	58.7±3.2
对照组	12	19.8±1.4	175.2±4.8	63.1±3.8	3.7±1.0	59.1±2.8

### 1.2 研究方法

本次学习采用的是文献资料法、实验法、数理统计法、逻辑分分析法。

#### 1.2.1 实验法

本实验周期为 8 周。对照组进行常规的跑步训练，周一、周三、周五进行间歇训练（如：8×800 米），周二、周四耐力跑（10~12km），周日长距离慢跑（20km）。实验组在完全执行对照组所有常规训练计划的基础上，增加每周 3 次（安排在周一、三、五的训练后）的跳绳干预训练，每次 30 分钟。跳绳训练方案设计如下：

准备活动（5 分钟）：慢跑及动态拉伸。

基本训练（20 分钟）：Since you are asking me to act as a writing assistant, I will process the text appropriately by rewriting the content inside the <article> tag without altering its original meaning.

第 1 阶段（第 1~2 周）做连续单摇跳跃练习，按 30 秒跳绳、30 秒休息的方法反复做 10 次。

从阶段 2（第 3~4 周）开始把双摇跳、单摇跳结合起来安排，即 45 秒跳绳（内有 15 秒双摇）后接 45 秒休息，做 8 组。

从阶段 3（第 5~8 周）开始做高强度间歇跳练习，即先作 1 分钟高强度快速单摇/双摇，再做 1 分钟慢速调整跳，共做 10 组。

整理活动（5 分钟）：作慢走、静态拉伸两种运动。

#### 1.2.2 测试指标与方法

实验开始前 1 天和结束后 2 天，对全部科目进行下列

指标的测试:

1、最大吸氧量 (VO-MAX): 采用跑台增重方案, 采用 CosmedQuarkCPET 心肺功能测试系统进行气体分析, 直至耗尽。

2、肺活量: 测量采用标准的肺活量电子仪。

3、12 分钟跑成绩: 在标准的 400 米田径场上跑出 12 分钟内选手所跑距离的最大纪录。

4、跑步经济性 (RE): 在跑台上以固定的 12km/h 速度匀速跑 5 分钟, 记录最后 1 分钟的平均心率和血乳酸值 (使用便携式血乳酸仪)。较低的心率和较低的血乳酸值代表了较好的跑步经济性。

### 1.2.3 数理统计法

利用 SPSS25.0 软件处理资料。全部资料用  $\pm$ standard deviation 表示为“平均值  $\pm$ 标准差 (Mean  $\pm$ SD)”。组内实验采用配对样本 T 检验前后比较, 独立样本 T 检验组间比较。以  $P < 0.05$  为差值, 统计上是有意义的。

## 2 结果与分析

### 2.1 最大摄氧量 (VO-max) 变化对比

由表 2 可知, 两组选手的 VO-MAX 在经过 8 周的训练后都有了明显的提高 ( $P < 0.05$ ), 说明常规训练是有效的。但实验组的提高幅度 (4.8ml/kg/min), 比对照组明显大 (2.1ml/kg/min), 实验后实验组的 VOMAX 值明显高于对照组 ( $P < 0.05$ )。由此可见, 插绳训练对选手的极限氧能力的提升有着额外的正面作用。

表 2 两组运动员实验前后 VO<sub>2</sub>max 与 12 分钟跑成绩变化 (Mean  $\pm$ SD)

指标	组别	实验前	实验后	组内 P 值	增值
VO <sub>2</sub> max (ml/kg/min)	实验组	58.7 $\pm$ 3.2	63.5 $\pm$ 2.9	<0.01	4.8 $\pm$ 1.1
	对照组	59.1 $\pm$ 2.8	61.2 $\pm$ 3.1	<0.05	2.1 $\pm$ 0.9
12 分钟跑 (m)	实验组	3450 $\pm$ 110	3680 $\pm$ 195	<0.01	230 $\pm$ 35
	对照组	3480 $\pm$ 195	3570 $\pm$ 185	<0.05	90 $\pm$ 28

### 2.2 12 分钟跑成绩变化对比

12 分钟跑是一项有效的指标, 可以评估运动员有氧连续工作的能力。由表 2 可知, 实验组在实验后成绩提高到米 (3680 $\pm$ 195), 较对照组 (3570 $\pm$ 185), 有明显提高,  $P < 0.05$ 。试验组平均提升距离为 230m, 比对照组平均提升距离 90 米要高出不少。这一结果与 VO<sub>2</sub>max 的变化趋势一致, 进一步证实了结合跳绳的训练能更有效地将运动员的有氧能力转化为实际运动表现。

### 2.3 跑步能力相关指标变化

从跑步能力测试结果 (见表 3) 可以十分清楚、可靠地看到正相关关系: 实验组运动员以 12 公里/小时速度跑

步时, 实验后的心率及血乳酸浓度均比实验前有显著下降 ( $P < 0.01$ ), 而对照组下降不明显。因此可自然、妥帖地得出结论: 实验组运动员在保持同样跑速时心肺、肌肉负荷都更小, 能量利用更高效, 故跑步能力实际提高了。

表 3 两组运动员实验前后跑步能力指标变化 (12km/h, Mean  $\pm$ SD)

指标	组别	实验前	实验后	组内 P 值
心率 (bpm)	实验组	162 $\pm$ 8	152 $\pm$ 7	<0.01
	对照组	160 $\pm$ 7	157 $\pm$ 6	>0.05
血乳酸 (mmol/L)	实验组	4.1 $\pm$ 0.5	3.2 $\pm$ 0.4	<0.01
	对照组	4.0 $\pm$ 0.6	3.7 $\pm$ 0.5	<0.05

## 2.4 分析与讨论

本文的研究结果可以十分清楚、可靠地说明, 实验组有氧能力及运动能力都很好, 系跳绳训练直接所致。

首先, 跳绳有利于提高心肺功能, 其根本原因在于跳绳时呼吸节律与动作节律要十分协调, 因此跳绳本身就是一种极好的呼吸肌锻炼方式, 故实验组运动员的肺活量有十分明显的提高。更重要的是, 跳绳属于典型的全身性有氧运动, 对心率负荷的要求很高, 长期规律地跳绳能直接、充分地刺激心脏泵血功能, 改善血液循环, 与常规跑步训练彼此补充, 因而很好地提高了最大摄氧量。

其次, 跳绳对神经肌肉功能有十分明确、扎实的优化作用, 因此也是提高跑步技术、提升长跑成绩极其有效的手段。长跑成绩固然受心肺能力的影响, 但是毋庸置疑, 长跑时肌肉利用氧气的效率同样至关重要。跳绳时运动员前脚掌短暂触地即迅速蹬离地面, 故而脚踝力量及脚踝刚性都得到极好的强化, 小腿的三头肌、胫骨前肌及足底肌群都得到充分锻炼。由此自然地带来下肢刚性增强、蹬伸反应加快, 跑步时着地缓冲时间缩短, 弹性势能释放效率提高, 能量损耗相应减少。更难得的是, 跳绳本身对身体协调性、节奏感、核心稳定性都有直接而良好的训练价值, 故有利于形成更高效、更协调的跑姿。

相比之下, 由于单纯的常规跑步训练能提高有氧能力, 但是其对神经肌肉的刺激模式过于单一, 故不能直接、充分地强化跑步所需的各肌群及相应的发力模式, 因此实验组在最大摄氧量、跑步能力上都取得“双丰收”, 也自然地在 12 分钟跑成绩上获得实质提高。

## 3 结论与建议

### 3.1 结论

(1) 8 周常规跑步训练有利于提高高校长跑运动员的有氧能力, 但是毋庸置疑其效果也有一定局限。

(2) 由于在常规跑步训练的基础上适当加入系统的跳绳训练, 故有利于提高高校长跑运动员的最大摄氧量

(VO<sub>2max</sub>)及12分钟跑成绩。

(3) 由于跳绳训练对提高跑步能力有十分明显的好处,因此它能很自然、有效地降低运动员某速度下的心率及血乳酸水平。

(4) 从现有的研究中可以十分清楚、有力地论证:跳绳是锻炼心肺功能、提高神经肌肉效率、增强高校长跑运动员有氧能力极为理想且简便可行的补充手段,亦与传统跑训互为补充。

### 3.2 建议

(1) 由于高校长跑教练员把跳绳训练很自然、很合理地列入年度、阶段训练计划之中,故能很好地用作准备期的激活手段,基本期的辅助训练,以及调整期的积极性恢复练习。

(2) 由于跳绳训练时要贯彻循序渐进的原则,因此宜从连续跳开始,自然、合理地过渡到双摇、高强度间歇跳诸种形式,及时用新刺激促进运动员进步。

(3) 今后可就女性运动员、不同水平等级、不同项目的运动员展开系统研究,考察跳绳训练对下肢生物力学及损伤预防的实际影响,由此自然、妥帖地挖掘其科学价值。

#### [参考文献]

[1]王泽,刘洋,李建国.不同训练模式对大学生最大摄氧量影响的Meta分析[J].中国体育科技,2022,58(8):45-52.  
 [2]张敏,赵立.跑步经济性的生理学与生物力学决定因素研究进展[J].体育科学,2021,41(3):78-87.  
 [3]李春华,王磊.跳绳训练对青少年运动员身体素质影响的实验研究[J].广州体育学院学报,2023,43(2):115-120.  
 [4]Smith J A, Jones P L. The Effects of High-Intensity Rope Skipping on Cardiorespiratory Fitness in Collegiate Athletes[J]. Journal of Sports Sciences, 2021, 39(15): 1689-1697.  
 [5]陈晓东,周涛.核心力量与跑步经济性关联性的实验研究[J].天津体育学院学报,2020,35(4):341-345.  
 [6]国家体育总局训练局.运动员体能测试与评估方法[M].北京:人民体育出版社,2019.  
 [7]欧阳雪梅.高强度间歇训练对优秀长跑运动员有氧能力

的影响[D].北京:北京体育大学,2022.

[8]Saunders P U, Pyne D B, Telford R D, et al. Factors Affecting Running Economy in Trained Distance Runners[J]. Sports Medicine, 2021, 51(7): 1337-1360.  
 [9]黄大伟,孙思邈.8周跳绳干预对男大学生心肺功能及身体成分的影响[A].第十一届全国体育科学大会论文摘要汇编[C].北京:中国体育科学学会,2023.  
 [10]刘红波.运动生理学实验指南[M].第2版.上海:上海教育出版社,2020.  
 [11]杨帆,郭建军.振动训练与跳绳训练对下肢爆发力影响的对比研究[J].西安体育学院学报,2021,38(5):600-606.  
 [12]Barnes K R, Kilding A E. Running Economy: Measurement, Norms, and Determining Factors[J]. International Journal of Sports Physiology and Performance, 2021, 16(1): 1-10.  
 [13]邓雪莹,马国强.高校男子长跑运动员训练负荷监控研究[J].成都体育学院学报,2022,48(1):98-104.  
 [14]胡凯,张瑞林.12分钟跑与最大摄氧量相关性研究的综述[J].山东体育科技,2020,42(3):88-92.  
 [15]中国国民体质监测中心.2020年国家学生体质健康标准解读报告[R].北京:教育部体育卫生与艺术教育司,2021.  
 [16]钟秉枢,张莉清.功能性训练对中长跑运动员专项能力提升的实证研究[J].首都体育学院学报,2023,35(2): 189-196.  
 [17]徐志鹏,王珊.血乳酸在运动员机能监控中的应用研究进展[J].中国运动医学杂志,2021,40(4):316-322.  
 [18]福田淳一,西保靖.身体運動の科学[M].東京:大修館書店,2019.  
 [19]魏晓璇,李娜.基于心率变异性的运动员疲劳诊断研究[J].体育学刊,2022,29(6):138-144.  
 [20]肖杰,陈亮.高校田径队训练管理优化研究:以某高校长跑队为例[J].当代体育科技,2023,13(15):55-58.  
 作者简介:高俊霞(1993—),女,汉族,河南周口人,硕士,助教,广东技术师范大学,研究方向:体育教育训练学。