

# An Overview of the Influencing Factors of Shooting Sports Performance

Yuan Hu, Chunmei Cao\*, Keying Zhang, Yu Zhang

Department of Physical Education, Tsinghua University, Beijing  
Email: \*hy18@mails.tsinghua.edu.cn

Received: May 19<sup>th</sup>, 2020; accepted: Jun. 10<sup>th</sup>, 2020; published: Jun. 17<sup>th</sup>, 2020

---

## Abstract

The shooting event is the key item for our country to win gold medal in the Olympic Games. For many years, there is rare research on shooting event, which is an important factor restricting the development of shooting event in China. In this study, literature method was used to review the relevant studies on shooting events in recent years, and the factors affecting shooting performance were summarized from the aspects of biomechanics, physiology and psychology. In terms of biomechanics, when choosing a shooting posture, athletes should play at a 15° standing angle rather than traditional postures based on preference. In terms of physiology, low-rate and smooth breathing helps improve the shooter's athletic performance, but a lot of practice should be carried out for a long time, so that it can be used in the game. In terms of psychology, the coach should design corresponding psychological intervention according to the characteristics of the team members to improve the athlete's psychological regulation ability, so as to maintain the best competitive state in the game and obtain better results.

## Keywords

Shooting Event, Sports Performance, Biomechanical Factor, Physiological Factor, Psychological Factor

---

# 射击项目运动成绩影响因素的综述

胡 媛, 曹春梅\*, 张可盈, 张 誉

清华大学体育部, 北京

\*通讯作者。

Email: \*hy18@mails.tsinghua.edu.cn

收稿日期: 2020年5月19日; 录用日期: 2020年6月10日; 发布日期: 2020年6月17日

## 摘要

射击项目是我国在奥运会上夺金的重点项目, 在我国奥运争光计划中占有举足轻重的地位。多年来学者们对射击项目的研究甚少, 是制约我国射击项目发展的重要因素。本研究采用文献资料法梳理了近几年射击项目的相关研究, 并从生物力学、生理学以及心理学等方面对影响射击项目运动成绩的因素进行综述。在生物力学方面, 选择射击的姿势时, 运动员应采用15°站立角度比赛而不是基于喜好的传统姿势。在生理学方面, 低速率平稳的呼吸有助于提高射击者的运动表现, 但应长期进行大量的练习, 从而在比赛中得以应用。在心理学方面, 教练员应根据队员的特点设计相应的心理干预, 提升运动员的心理调控能力, 从而在比赛中保持最佳的竞技状态, 获得较好的成绩。

## 关键词

射击项目, 运动成绩, 生物力学因素, 生理学因素, 心理学因素

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

奥运会射击项目共 15 项, 男子项目包括气手枪、手枪慢射、手枪速射、气步枪、50 米步枪 3 × 40、50 米步枪卧射、多向飞碟、双多向飞碟、双向飞碟; 女子项目包括气手枪、运动手枪、气步枪、50 米步枪 3 × 20、多向飞碟、双向飞碟。无论是步枪项目、手枪项目或是飞碟项目, 运动员大都会经历据枪—瞄准—预压—扣响—开火后停留五个阶段, 比赛成绩是通过具体环数体现的。纵观近两届奥运会射击项目的运动成绩, 我们虽在奖牌总数上和发达国家相近或略胜一筹, 但是金牌数量差距较大。2016 年里约奥运会射击项目获奖牌数排前三的是意大利、中国和德国。其中, 意大利和中国都获得了 7 枚奖牌, 但意大利的奖牌组成包括 4 金 3 银, 而中国是 1 金 2 银 4 铜。在 2012 年伦敦奥运会上, 射击项目奖牌数居前三的国家是中国、韩国和美国。但也出现了金牌数不及另外两个国家的情况[1]。可见, 射击虽然是我国的重点夺金项目, 但在金牌数目上还与其他国家存在一定的差距, 有待进一步的研究。

本文旨在对影响射击项目运动成绩的因素进行综述。包括生物力学、生理学以及心理学三个方面。总体而言, 目前国内外对射击项目的研究还相对较少, 本研究通过对现有的研究进行综述, 得出影响射击项目运动表现的因素, 以期对射击运动员成绩提高提供理论基础。

## 2. 影响射击项目运动成绩的因素

射击项目属于技巧类准确性运动项目。与其他周期性项目相比, 射击比赛对于运动员的精准度和稳定性要求较高。影响射击项目运动成绩的因素可分为内部因素和外部因素。外部因素多为环境影响, 内部因素则和个人素质有关。本文将从内部因素展开分析, 主要包括了生物力学因素、生理学和心理因素[2]-[26]。其中生物力学因素中包含了姿势与平衡[2]-[12], 生理学因素包含了肌肉力量[13] [14]、本体

感觉和神经肌肉控制[2] [15]、呼吸[16] [17] [18] [19]、心率和心率变异性[20] [21] [22] [23]两方面。

## 2.1. 生物力学因素

### 2.1.1. 姿势与平衡

多项研究[2]-[9]表明射击表现与姿势平衡能力有关。Pryimakov 等认为射击准确性取决于身体姿势, 它受身体质心的低频变化和受试者主动控制的影响。直立姿势系统和自主收缩系统有关, 两者会发生交互作用。当机体不适应训练负荷而产生疲劳时, 直立姿势的身体晃动幅度增加, 进而同步收缩增加, 减弱这些变化的能力降低, 射击稳定性下降, 晃动幅度更高, 射击表现水平降低。Kontinen 等[10]研究发现, 与低技能水平的射手相比, 精英射手在前后和中外侧的压力中心摇摆速度都更小。所以, 姿势晃动幅度越小, 射击运动员的运动表现越好。此外, 开始准备位置的姿势稳定性越差, 射击之前的纠正重组越明显; 在准备位置时纠正姿势, 旨在提高稳定性, 降低震颤幅度。Simo 等认为保持稳定性是射击技术最重要的方面, 占射击得分差异的 54%, 姿势平衡通过保持能力直接和间接的影像表现, 其中, 水平保持能力和射击得分改变最相关。这也与 Marko S.等人的研究相一致。Richard 认为站立角度会对气手枪射击运动员的姿势稳定性以及运动表现产生影响。研究表明, 最好的站立角度是 15°和 0°, 与 15°相比, 45°站立角度降低了射击得分, 但和 30°的比较并无明显差异。Ringelberg [11]发现, 一般的站立角度研究认为肩胛骨位置(30°)比 0°时的上臂肌肉激活更少。这些结果都表明气手枪射击者应尝试以 15°站立角度比赛而不是基于喜好的传统姿势。Thomas 等研究认为俯卧位和站立位的射击姿势较好, 这也与 Sattlecker、Buchecker 等人的研究一致。Luchsinger 等[12]的研究表明站立位射击的命中率会比俯卧位射击低。因此, 排名靠前的运动员大多采用俯卧射击的姿势, 这样可以提高运动表现和射击的命中率。

## 2.2. 生理学因素

### 2.2.1. 肌肉力量

力量是任何一个运动项目提高竞技水平必须要发展的素质, 射击项目也不例外。目前, 国内外关于射击项目所需要的力量素质研究较少。此外由于射击在我国起步较晚, 很多专业人士对射击项目的力量训练存在模糊的认识。杨东明[13]认为在手枪慢射中通过腰腹力量来稳定躯干, 下肢进行支撑, 上肢肩带肌肉协同收缩来完成举枪 - 瞄准 - 击发等一系列动作。因此, 射击运动员不仅仅需要上肢力量, 同时也需要练习下肢力量和核心力量。在核心力量训练中, 不稳定状态下的训练效果远高于稳定状态下的训练。这一点也与卢刚[14]的研究相一致。核心力量训练不同于传统的力量训练, 国内外研究表明, 采样瑞士球和平衡球进行核心力量训练, 为最佳训练手段。

### 2.2.2. 本体感觉和神经肌肉控制

国内外关于射击项目的本体感觉和神经肌肉控制研究较少。但这两种素质对于射击运动员的表现非常重要。奥运会比赛中我们可以经常看到射击运动员几轮下来成绩非常稳定, 这和其平时的训练是分不开的。大脑皮层运动中枢严密分工, 使得射手的视觉、触觉、平衡觉, 机体觉、空间知觉、肌肉运动觉必须紧密配合, 密切协作, 特别是运动员的肌肉运动感觉能力高度发达[15]。此外王纯也认为“夜训”和“盲训”可以提高射击运动员的本体感觉能力, 加深肌肉对运动的记忆感, 间接提高了神经肌肉控制能力。Arnold 等[2]研究冬季两项的射击的瞄准过程是决定射击成败的关键因素。运动员必须在 50 米开外的 5 个相邻目标上进行一系列射击。在射击前控制好枪的运动是至关重要的。由于越野滑雪的缘故, 这在前面的负荷之后更难实现。射击的表现显然取决于这个负荷的强度。这对于站立姿势的射击来说也是如此, 握枪的稳定性会受到神经肌肉控制的影响。本体感觉影响了射击的准确性。因此, 本体感觉和

神经肌肉控制对于射击运动员的成绩影响较大,既会影响稳定性,也会影响准确性。

### 2.2.3. 呼吸

呼吸对射击项目的运动表现有很大的影响。运动员要在比赛中保持稳固的呼吸节奏,并与击发的各个环节相配合。研究表明[16][17],低速率呼吸会改善运动员在射击时的姿势控制,提高运动表现,促进恢复,防止赛前焦虑,调节注意力。Gros Lambert 等人[18]的研究认为射击过程中没有呼吸暂停情况,通气量减少可增加机体保持稳定的能力。如图 1 所示,在射击过程中,通气量会减少,但不会出现呼吸暂停。在击发期间专门控制通气量可提高表现。徐亮等人[19]的研究发现运动员无法有效的应用最好的两种呼吸节奏,需进行长期、个性化的练习,掌握将实际呼吸节奏与预期相一致的能力,并用到放松和比赛情境中。目前国内外关于射击项目的呼吸研究的局限性在于样本量较少,并且训练时间短,结果不具有客观性等。因此还需要进一步的研究来获得更重要的结果。

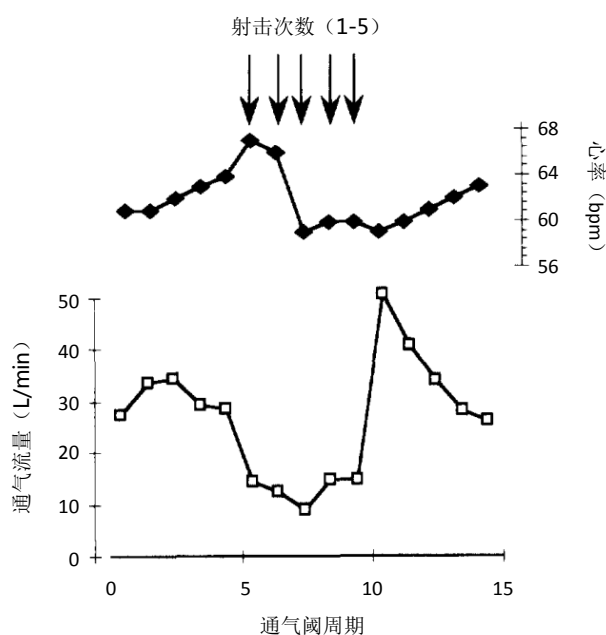


Figure 1. The ventilation threshold cycle of a biathlete shooting [18]

图 1. 冬季两项运动员射击时的通气阈周期[18]

### 2.2.4. 心率和心率变异性

手枪和步枪射击时会产生不同的心血管反应。手枪射击时心率和血压急剧抬升,可能会达到非正常的值,这和损伤表现以及得分相关[20][21];而在步枪射击时则会出现心率下降的现象,无论是优秀的步枪射击手还是低水平的射击手都会发生(如图 2 所示)。只是二者的心率下降幅度不一样。低水平的射击手会比优秀的射击手的心率下降幅度更大[22]。这就表明准备期的心率模式会影响技能相关的表现。生理学家已经报道了心率升高和疲劳会对射击的运动表现有影响。而 Simo 等[8]研究发现运动强度恒定时,即达到 90%的最大心率时,初级水平的冬季两项运动员的射击结果也不会改变。Fenici 等[20]研究发现在国际大赛中优秀运动员的心率可达到 180 次/分。可见,心率升高是否会对射击运动表现有影响还没有定论,有待于进一步的研究。Thompson 等人[21]的研究发现安静时的心率变异性变化幅度小与高水平射击表现显著相关,可用于评估受到威胁情况下的射击效果。安燕等人[23]通过生物反馈训练法评估心率变异性增

强时对射击运动员认知能力的影响。研究发现心率变异性水平显著增强能提高射击运动员的认知水平，降低反应时，进而提高运动成绩。Niilo 等[22]研究表明优秀运动员的平均心率模式变化幅度较小，且比较规律；而非优秀运动员的平均心率模式变化较大(如图 3 所示)。因此，优秀运动员射击时的稳定性更强，而非优秀运动员则较差。

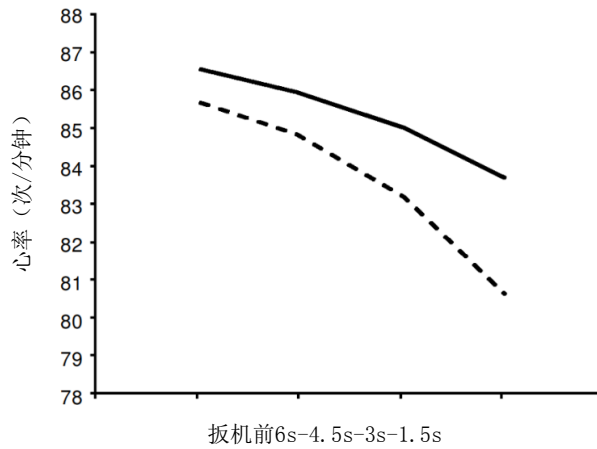
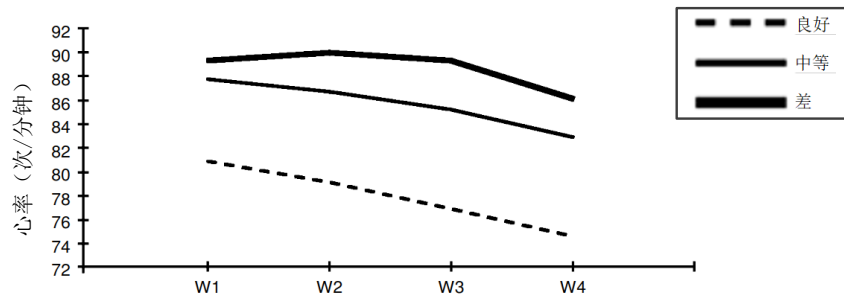
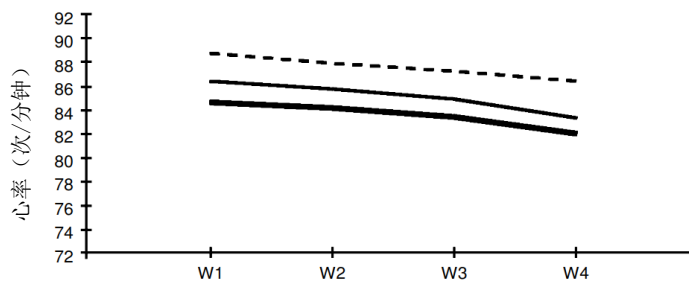


Figure 2. Average heart rate patterns before trigger in elite and non-elite rifle shooters (solid line - elite athletes; Dashed line - not a good athlete) [22]

图 2. 优秀步枪射击运动员和非优秀步枪射击运动员扳机前的平均心率模式(实线—优秀运动员；虚线—非优秀的运动员) [22]



(a) 扳机前6s-4.5s-3s-1.5s



(b) 扳机前6s-4.5s-3s-1.5s

Figure 3. Average heart rate patterns of non-elite athletes (a) and elite athletes (b) [22]

图 3. 非优秀运动员(a)和优秀运动员(b)的平均心率模式[22]



### 2.3. 心理学因素

为提高射击运动员的成绩,除了要强化射击技能,还要进行心理调控能力的训练。Simo 等人[3]的研究发现比赛时心理压力会使心率升高,增加心率会影响姿势平衡,进而会影响保持平衡,并最终会降低射击表现。应该设置一些心理学干预,提升比赛成绩。李冰冰[24]认为教练员应从比赛前、比赛中和比赛后三个环节着手,结合射击运动员的个体特征,探索适宜的心理调控方案,确保他们在整个比赛过程中始终保持最佳竞技状态。Solberg 等[25]表明一个放松的冥想训练项目能够提高射击比赛的表现水平。在单一的个案研究中,认知行为干预能够减少焦虑状态,提高射击比赛的表现[26]。

有研究表明[2],射击和冬季两项运动员采用不同的射击策略。当射击运动员试图控制身体和枪的波动时,冬季两项运动员使用的是符合预期的策略。他们试图尽快对准瞄准目标,并在第一次稳定对准后立即射击。从目标出现在步枪圈到射击的平均持续时间只有大约 100 毫秒。可见,优秀的冬季两项运动员比射击运动员表现出一种更稳定的瞄准模式。Simo 等[3]研究表明从训练到比赛场上时,射击运动员的运动表现会下降( $10.31 \pm 0.13$  vs.  $10.14 \pm 0.17$ ,  $p < 0.05$ ),主要伴随着水平保持能力、目标准确性和姿势平衡的下降。因此,心理干预对运动员来说至关重要,教练员应采取心理训练从而使运动员能够在比赛时保持住训练时的水平。

## 3. 总结与展望

### 3.1. 总结

目前国内外关于射击这个项目的研究还相对较少,尤其是缺乏一些综合性研究和客观量化的研究。本文从生物力学、生理学和心理学三方面对影响射击项目运动成绩的因素进行综述。

在生物力学方面,选择射击的姿势时,运动员应采用  $15^\circ$  站立角度比赛而不是基于喜好的传统姿势,此外,开始的姿势要调整好,提高稳定性,降低震颤幅度。

在生理学方面,低速率平稳的呼吸有助于提高射击者的运动表现,但应长期进行大量的练习,从而在比赛中得以应用。手枪和步枪射击会产生不同的心血管反应,心率变异性增加可提高射击者的认知能力,降低反应时,从而提升运动表现。肌肉力量的练习不仅仅关注上肢,还应该整体看待,加强下肢和核心力量的练习。“盲训”和“夜训”可用来改善射击运动员的本体感觉和神经肌肉控制能力,使得各种感觉密切配合,进而提高射击者的运动成绩。

在心理学方面,教练员应根据队员的特点设计相应的心理干预,提升运动员的心理调控能力,从而在比赛中保持最佳的竞技状态,获得较好的成绩。

### 3.2. 展望

射击作为我国在奥运会上的重点夺金项目,理论研究却比较少。未来应专注于射击项目的综合研究以及量化研究,为我国射击项目的发展提供理论基础,也为运动员和教练员提供科学有效的训练方法。

## 参考文献

- [1] <https://www.issf-sports.org/competitions.ashx>
- [2] Baca, A. and Kornfeind, P. (2012) Stability Analysis of Motion Patterns in Biathlon Shooting. *Human Movement Science*, **31**, 295-302. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2010.05.008>
- [3] Ihalainen, S., Mononen, K., Linnamo, V., et al. (2018) Which Technical Factors Explain Competition Performance in Air Rifle Shooting. *International Journal of Sports Science & Coaching*, **13**, 78-85. <https://doi.org/10.1177/1747954117707481>
- [4] Kayihan, G., Ersoz, G. and Ozkan, A. (2013) Relationship between Efficiency of Pistol Shooting and Selected Physi-

- cal-Physiological Parameters of Police. *An International Journal of Police Strategies & Management*, **36**, 819-832. <https://doi.org/10.1108/PIJPSM-03-2013-0034>
- [5] Hawkins, R.N. (2013) Effects of Stance Angle on Postural Stability and Performance with National-Standard Air Pistol Competitors. *European Journal of Sport Science*, **13**, 483-489. <https://doi.org/10.1080/17461391.2012.755569>
- [6] Maier, T., Meister, D., Trösch, S., et al. (2018) Predicting Biathlon Shooting Performance Using Machine Learning. *Journal of Sports Sciences*, **36**, 2333-2339. <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1455261>
- [7] Pryimakov, A.A., Eider, E. and Omelchuk, E.V. (2015) Stability of Equilibrium in Upright Stance and Voluntary Motion Control in Athletes-Shooters in the Process of Ready Position and Target Shooting. *Physical Education of Students*, **1**, 36-42. <https://doi.org/10.15561/20755279.2015.0106>
- [8] Ihalainen, S., Laaksonen, M.S., Kuitunen, S., et al. (2018) Technical Determinants of Biathlon Standing Shooting Performance before and after Race Simulation. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, **28**, 1700-1707. <https://doi.org/10.1111/sms.13072>
- [9] Ihalainen, S., Kuitunen, S., Mononen, K., et al. (2016) Determinants of Elite-Level Air Rifle Shooting Performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, **26**, 266-274. <https://doi.org/10.1111/sms.12440>
- [10] Kontinen, N., Lyytinen, H. and Era, P. (1999) Brain Slow Potentials and Postural Sway Behavior during Sharp Shooting Performance. *Journal of Motor Behavior*, **31**, 11-20. <https://doi.org/10.1080/00222899909601888>
- [11] Ringelberg, J. (1985) EMG and Force Production of Some Human Shoulder Muscles during Isometric Abduction. *Journal of Biomechanics*, **18**, 939-947. [https://doi.org/10.1016/0021-9290\(85\)90037-5](https://doi.org/10.1016/0021-9290(85)90037-5)
- [12] Luchsinger, H., Kocbach, J., Ettema, G. and Sandbakk, Ø. (2017) Comparison of Performance Levels and Sex on Sprint Race Performance in the Biathlon World Cup. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, **13**, 360-366.
- [13] 杨东明. 专项力量训练对手枪运动员成绩的影响研究[J]. 体育科技, 2016, 37(5): 27-28 + 36.
- [14] 卢刚. 核心区力量训练作为射击项目主要体能训练手段的研究[J]. 广州体育学院学报, 2010, 30(6): 61-63.
- [15] 王纯. “盲训”与射击运动的本体感觉能力[C]//全国时间生物医学学术会议. 苏州, 2006: 161-163.
- [16] Kovalevaa, A., Kasatkinb, V. and Bochaverb, K. (2014) Effects of Respiratory Sinus Arrhythmia Biofeedback Training on Alpha EEG Activity, Heart Rate Variability, Postural Control and Shooting Performance in Young Athletes. *International Journal of Psychophysiology*, **94**, 164. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2014.08.715>
- [17] Solanky, A.S. (2010) Respiration Biofeedback Assisted Controlled Breathing Training to Enhance Shooting Performance. *British Journal of Sports Medicine*, **44**, i27-i28. <https://doi.org/10.1136/bjism.2010.078725.91>
- [18] Gros Lambert, A., Grappe, F., Candau, R., et al. (1998) Cardioventilatory Responses in Biathlon Standing Shooting. *Science & Sports*, **13**, 135-137. [https://doi.org/10.1016/S0765-1597\(98\)80051-8](https://doi.org/10.1016/S0765-1597(98)80051-8)
- [19] 徐亮, 李四化. 飞碟射击运动员呼吸节奏的调查研究[C]//第十一届全国运动心理学学术会议摘要集(会后版). 北京: 2018: 33-34.
- [20] Fenici, R., et al. (1999) Cardiovascular Adaptation during Action Pistol Shooting. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, **39**, 259-266.
- [21] Thompson, A.G., Swain, D.P., Branch, J.D., et al. (2015) Autonomic Response to Tactical Pistol Performance Measured by Heart Rate Variability. *Journal of Strength and Conditioning Research*, **29**, 926-933. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000615>
- [22] Kontinen, N., Lyytinen, H. and Viitasalo, J. (1998) Preparatory Heart Rate Patterns in Competitive Rifle Shooting. *Journal of Sports Sciences*, **16**, 235-242. <https://doi.org/10.1080/026404198366759>
- [23] 安燕, 郑樊慧. 心率变异性增强对射击运动员认知能力的影响[C]//第二十届全国心理学学术会议——心理学与国民心理健康摘要集. 重庆: 2017: 795-796.
- [24] 李冰冰. 提高射击运动员比赛心理调控能力的研究[J]. 成才之路, 2019(2): 47.
- [25] Solberg, E.E., Berglund, K.A., Engen, O., et al. (1996) The Effect of Meditation on Shooting Performance. *British Journal of Sports Medicine*, **30**, 342-346. <https://doi.org/10.1136/bjism.30.4.342>
- [26] Prapavessis, H., Grove, J.R., McNair, P.J., et al. (2016) Self-Regulation Training, State Anxiety, and Sport Performance: A Psychophysiological Case Study. *The Sport Psychologist*, **6**, 213-229. <https://doi.org/10.1123/tsp.6.3.213>