

·运动人体科学·

队服颜色影响体育比赛成绩的内稳态研究

李方晖^{1,2}, 刘承宜^{1,2}, 伍人乐¹, 阮昌雄¹, 何丽梅^{1,2}, 黄平^{1,3},
郭红¹, 金花³, 刘颂豪⁴

(1.华南师范大学 激光运动医学实验室, 广东 广州 510006; 2.华南师范大学 生命科学学院,
广东 广州 510631; 3.华南师范大学 教育学院, 广东 广州 510631;
4.华南师范大学 信息光电子科技学院, 广东 广州 510006)

摘 要: 将运动训练的内稳态理论与色觉的植物神经模型相结合, 发现队服颜色对比赛结果的影响依赖于植物神经内稳态(autonomic nervous homeostasis, ANH)。队服的颜色分为红、橙、黄等暖色和绿、蓝、紫等冷色。如果队员始终处于 ANH, 则队服颜色对比赛结果没有影响。如果运动性疲劳引起植物神经偏离 ANH, 在冷暖对抗中冷色不胜的机会大, 彩色与白色的对抗中白色不胜的机会大。

关键词: 体育比赛; 颜色; 植物神经; 内稳态; 综述

中图分类号: G804.7 文献标识码: A 文章编号: 1006-7116(2008)12-0096-05

Homeostatic study of the effects of team uniform colors on sports competition performance

LI Fang-hui^{1,2}, LIU Cheng-yi^{1,2}, WU Ren-le¹, RUAN Chang-xiong¹, HE Li-mei^{1,2},
HUANG Ping^{1,3}, GUO Hong¹, JIN Hua³, LIU Song-hao⁴

(1.Laboratory of Laser Sports Medicine, South China Normal University, Guangzhou 510006, China;
2.School of Life Science, South China Normal University, Guangzhou 510631, China; 3.School of Education,
South China Normal University, Guangzhou 510631, China; 4.School for Information and Optoelectronic Science
and Engineering, South China Normal University, Guangzhou 510006, China)

Abstract: By combining homeostatic theories for sports training with a color sensitive autonomic nerve model, the authors found that the effects of team uniform colors on competition results depend on autonomic nervous homeostasis (ANH). Team uniform colors include such warm colors as red, orange and yellow, as well as such cold colors as green, blue and purple. If team members are in an ANH condition all the time, team uniform colors have no effect on competition results. If autonomic nerve deviates from ANH as a result of kinetic fatigue, chances for a team with cold color uniform not to win in a cold color uniform team vs. warm color uniform team match are great, while chances for a team with white uniform not to win in a colored uniform team vs. white uniform team match are great.

Key words: sports competition; color; autonomic nerve; homeostasis; overview

在刚刚结束的 2008 欧洲杯足球赛决赛中, 西班牙以 1:0 战胜德国, 获得冠军。人们从各种角度分析比赛的影响因素。从场上队员队服颜色来看, 西班牙是红色, 德国是白色。根据 Hill 等^[1]的研究, 红色队服对

西班牙获胜有一定的贡献。Attrill 等^[2]分析了 1947 年以来英国足球比赛情况, 发现红色可以帮助球队获得长期优势。Ilie 等^[3]研究了第一人称射击(first person shooting, FPS)虚拟游戏, 依然发现红队具有优势。这

收稿日期: 2008-07-15

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(60478048 和 60178003)。

作者简介: 李方晖(1983-), 男, 博士研究生, 研究方向: 内稳态理论和光生物调节作用。通讯作者: 刘承宜教授。

里在综述近年来关于队服颜色影响比赛结果研究的基础上, 从内稳态的角度讨论了队服颜色对比赛结果的影响。

1 队服颜色对比赛成绩的影响

颜色影响心理, 心理影响比赛。但真正分析队服颜色对比赛成绩的直接影响是从 Hill 等^[1]开始的。在奥运会的雙人对抗赛中, 拳击、跆拳道、古典式摔跤和自由式摔跤的比赛队服是蓝色和红色, 柔道的比赛队服是蓝色和白色。Hill 等^[1]和 Rowe 等^[4]分别从队服颜色的角度分析了 2004 年雅典奥运会上雙人对抗赛的比赛成绩。Hill 等^[1]发现, 在拳击、跆拳道、古典式摔跤和自由式摔跤的比赛中, 55% 的穿着红色队服的选手取得了最后的胜利; 在实力相当的一对选手中, 穿红色比赛服的选手成绩更加突出, 胜出率达到了 60%。Rowe 等^[4]发现, 柔道比赛中, 穿着蓝色队服夺冠的机会比白色队服多。Hill 等^[1]对 2004 年在葡萄牙举行的欧洲足球锦标赛 5 个参赛队的队服颜色进行研究, 发现穿红色队服的球队总比穿其他颜色(白色或蓝色)队服的球队进球多。Dijkstra 等^[5]对 Rowe 等^[4]的研究进行了进一步的分析, 扣除了两种队服分配的非随机性等因素后, 发现蓝色和白色队服对比赛结果没有影响, 这个结论获得另外的 71 场柔道竞赛结果的支持。

我们运用数理统计方法, 对 2006 年德国世界杯足球赛中 31 支球队 57 场比赛进行实力差异分析(根据主场优势现象, 不考虑德国队参与的比赛), 在此基础上统计穿不同颜色队服对阵的球队胜与不胜(负、打平)比赛场数, 比较分析场上队员队服颜色是否影响比赛成绩^[6-7]。队服颜色各种各样, 为了研究方便, 我们将颜色划分为红色、黄色和橙色等暖色与蓝色和绿色等冷色两类。根据场上运动员所穿的运动衫、运动裤与足球袜颜色, 判断运动员所穿的队服颜色类别, 一共划分为暖色、冷色、冷暖色与白色 4 类。暖色是指运动衫、运动裤与足球袜中出现颜色只有暖色; 冷色是指运动衫、运动裤与足球袜中出现颜色只有冷色; 冷暖色是指运动衫、运动裤与足球袜出现颜色同时有冷色和暖色; 白色指运动衫、运动裤与足球袜都为白色。实力差异根据场上两队的实际技术参数进行评估。根据实力差异的大小分为 4 个等级, 第一等级实力相当, 等级的提高意味着差异的增大。各个差异等级的结果表明, 穿冷色队服与穿暖色队服对阵时, 冷色不占优势; 穿白色队服与穿彩色队服对阵时, 白色不占优势。为了讨论的方便, 将前一个现象称为冷色效应, 后一个现象称为白色效应。蓝色和红色分别属于冷色和暖色。冷色效应与 Hill 等^[1]的结论一致。

2 颜色影响的实验

利用功率自行车研究了观看红绿两种颜色对运动过程和运动成绩的影响^[8]。受试者为体育系非运动训练专业男生 9 名, 身体健康, 年龄(23 ± 2)岁。随机分为对照、红色和绿色 3 组。受试者在功率自行车上做递增负荷运动(运动负荷从 30W 开始, 每 1 min 递增 10 W), 每递增 30 W 记录测试指标。分析每个受试者在各个负荷(0、60、90、120、150、180、210 W)时的心率变异性(heart rate variability, HRV), 找出高频段的功率(power in high frequency, HF.S)和低频段的功率(power in low frequency, LF.S)各自的最高值和最低值时分别对应的运动负荷(作为正式测试时的测试点)。对实验结果的分析发现, HF.S 和 LF.S 各自的最高值和最低值时分别对应的运动负荷分布在 0、60、120 W 3 个负荷。从频域分析结果显示, 递增负荷的运动中, 在力竭之前, 颜色对于心率变异性频域指标的 LF.S、HF.S 和低频段功率与高频段功率的比值(HF.S/LF.S)都产生影响, 其中红色促进运动中 LF.S 的进一步失衡, 而绿色可以恢复 LF.S 的失衡; 绿色会促进运动中 HF.S 的进一步失衡, 而红色可以恢复 HF.S 的失衡。颜色对于频域的其他指标影响不大。

HRV 频域分析法能较好地反映植物神经系统的功能, 高频成分(high frequency, HF)与迷走神经传出有关; 迷走神经切除或副交感神经阻滞剂可消除此高频波。低频成分(low frequency, LF)则与交感和副交感神经均有关。低频段功率与高频段功率比值则反映交感神经与迷走神经间的平衡性, 比值增加反映了交感神经的兴奋性增强。实验研究表明^[8], 红色可以兴奋交感神经, 绿色可以兴奋副交感神经。

Greenlees 等^[9]从足球守门员的角度研究了罚球队员队服颜色对守门员扑救率的影响, 发现守门员认为, 穿红色队服的队员射门命中率高于穿白色队服队员, 守门员对穿白色队服队员罚球的扑救率高于穿红色队服的。

3 植物神经内稳态

内稳态是生物系统利用负反馈机制维持特定功能稳定充分发挥的状态, 更严格地应该称为功能内稳态(function-specific homeostasis, FSH)。专项运动员的 FSH 就是项目内稳态(sport-specific homeostasis, SSH)。根据运动训练的内稳态理论^[10-11], 运动员的系统分为 SSH 必需系统(SSH-essential system, SES)和非必需系统(SSH-non-essential system, SNS)。SSH 要求 SES 必须处于内稳态。SNS 的子系统可以不是都处于内稳态, 但处于内稳态的子系统越多, SSH 的品质越高, 运动

成绩越好。

运动训练的内稳态理论^[10-11]将运动训练分为超常训练(extraordinary training, ET)和常规训练(ordinary training, OT)。ET通过运动强度的提高打破现有SSH,建立新的SESH,表现为延迟性肌肉酸痛和运动性疲劳。OT在维持ET建立的SESH的基础上分为两个阶段,OTA康复运动性疲劳,建立SNSH,并进一步建立新的SSH,进入训练平台;OTB维持新的SSH,享受训练本身。以赛带练的方案在OTB阶段实施,表示为OTB-Competition(OBC)。因此,我们将SSH的一个训练周期设计为ET-OTA-OBC1-OBC2-...-Competition(EC),其中最后一个比赛是参加大型比赛。训练的阶梯为EC1-EC2-...

无论是OTB,还是参加比赛,都会引起运动性疲劳。为了维持运动功能的稳定,SSH的抗疲劳能力是表征SSH品质的一个重要指标之一。Rhea等^[12]的研究表明,运动员与普通人的剂量曲线是不同的,运动员可以有训练平台,运动可以达到稳定的水平;但普通人为倒钟形曲线,超过峰值运动水平会大幅下降。

植物神经属于SNS的子系统之一。Pichot等^[13]的研究表明,ET期间,随着训练时间的增加,交感神经的兴奋性先是逐渐升高,然后是逐渐降低;OT期间,交感神经的兴奋性逐渐降低。OTA的目的之一是建立植物神经内稳态(autonomic nervous homeostasis, ANH)。在EC末期的比赛不会打破ANH。但在OBC期间的比赛会引起运动性疲劳,需要交感神经兴奋来额外提供能量^[14-15],从而打破ANH。运动员恢复ANH的能力较强,表现为较强的抗疲劳能力。植物神经重新恢复ANH的能力越强,SSH的品质越高。运动训练的目的之一是提高植物神经恢复ANH的能力。

4 队服颜色效应的机制

关于队服颜色效应存在多种解释,Hill等^[11, 16]主要从进化的角度解释。在许多动物中,红色与雄性荷尔蒙的睾丸素有强烈关联,它会激发男性特质、力量以及竞争力。在动物世界中,红色能增强雄性动物的统治地位和刺激睾丸激素,在猴子的世界中,具有统治地位的公猴的脸和屁股都比较红;人在生气时也会脸红脖子粗,但是似乎没有研究显示男生的脸会比女生红。Hill等(2005年)首次从这个角度来探讨红色对人类的影响。在激烈的对抗比赛中,红色反映了对手之间的相对主导权,能下意识地威吓对手,从而穿红色队服获胜机会比穿蓝色队服高。但是,Hackney^[17]发现穿红色队服不影响睾酮对运动的响应。值得指出的是,动物的颜色与生理过程直接相关,比赛的队服却是可

以随时更换的。

Rowe等^[4]则从视觉认知的角度进行探讨。他们想到的是队服的颜色会影响对手的可视性,这对闪躲、拦截和预测行为是很重要的。视力会影响运动绩效,如追踪快速移动的物体和进行快速的视觉搜寻。所以队服颜色、颜色的饱和度、亮度和物体(或者对手)的对比,可从背景中凸显出来,这对搏击运动是很重要的因素,有助于侦测场上的选手。在柔道比赛中,白色的柔道服似乎是要比蓝色的亮多了,也与背景有较高的对比。因此穿蓝色的选手取得了视觉上的优势而能看清白色对手的一举一动。Rowe等^[4]认为可视性差异应该也可以解释Hill等^[11, 16]的实验中穿红色队服的选手为什么总能赢。Barton等^[16]认为可视性的解释不太适合用来描述两位选手近距离地站在灯光明亮的比赛场地,在他们所分析的搏击运动中,按照Rowe等^[4]的假设需要穿蓝色队服的选手比穿红色队服的选手更具可视性,但是到目前为止照片上所看到的现象应该都是相反的。Stroop task常拿来研究脑部对颜色的讯息处理。Ioan等^[18]利用自动Stroop task研究了红色对错误选择的影响,研究发现,红色的影响是一种心理效应而不是认知效应。

Elliot等^[19]研究表明,颜色效应是独立于意识的。Hackney^[17]发现穿红色队服不影响睾酮对运动的响应。根据我们开展的实验研究^[8]和我们对世界杯足球比赛的分析^[6-7],认为是植物神经介导了颜色效应^[20]。早在1941年Kravkov^[21]就发现了色觉与植物神经的关联,颜色对视网膜的刺激通过视神经在下丘脑与植物神经发生耦合。当植物神经远离ANH时,色觉会影响植物神经。通过总结颜色心理学和色彩疗法,提出了色觉的植物神经模型(简称色植模型)^[22-23]:暖色兴奋交感神经、冷色兴奋副交感神经。显然色植模型与我们的功率自行车实验研究^[8]是一致的。

按照色植模型,颜色影响比赛结果的前提是运动性疲劳引起植物神经远离ANH。如果比赛过程并不影响ANH,颜色对比赛结果就没有影响。从这个角度可以解释Dijkstra等^[5]的研究结果。柔道和其它运动一样,其疲劳会引起交感神经兴奋^[14-15]。但柔道的对抗性可能没有其它对抗性运动那么强。运动员可以用EC末期的竞技状态参加比赛,并不打破ANH,因此观察不到队服颜色对比赛结果的影响。但在大多数情况下,运动员没有柔道运动员那么幸运,队服颜色会通过植物神经对比赛结果产生影响。

在冷暖对抗中,色植模型表现为冷色效应。运动性疲劳初期启动交感神经兴奋供能,需要兴奋副交感神经康复ANH。根据色植模型,冷色可以兴奋副交感

神经, 有利于植物神经恢复 ANH, 但暖色抑制副交感神经兴奋, 不利于植物神经恢复 ANH。在冷暖对抗中, 疲劳初期冷色有利于对方。对于训练有素的运动员, 比赛产生的疲劳都应该是初期疲劳, 因此, 冷色不胜的可能性大。这与 Hill 等^[1]对奥运会的研究和我们对 2006 年世界杯足球赛的分析^[6-7]是一致的。

在白色与颜色的对抗中, 色植模型表现为白色效应。运动性疲劳初期启动交感神经兴奋供能, 训练有素的运动员的植物神经有较强的抗疲劳能力, 可以自动恢复 ANH。无论是暖色, 还是冷色, 都会通过各自对植物神经的抑制, 阻碍植物神经康复 ANH。白色对植物神经则没有干扰作用。白色与其他颜色的对抗中, 白色有利于对方康复 ANH, 不利于自己。因此, 白色不胜的可能性大。这个与我们对 2006 年世界杯足球赛的分析^[6-7]和 Greenlees 等^[9]对守门员的研究是一致的。

5 讨论

FPS 是以玩家的主观视角来进行射击游戏。玩家们不再像别的游戏一样操纵屏幕中的虚拟人物来进行游戏, 而是在互联网上与别的玩家一起身临其境地体验游戏带来的视觉冲击, 大大增强了游戏的主动性和真实感。Ilie 等^[3]研究了同一虚拟场地上 10 名顶尖高手连续 3 个月的 1 347 场比赛, 发现红队获胜的机会为 54.9%, 显著高于篮队。玩家通常处于交感神经兴奋状态, 蓝色对副交感神经的兴奋有利于恢复 ANH, 减少对认知判断的干扰, 因此, 蓝色对对方有利, 对方获胜的机会较大。

小车车祸与车身颜色之间的关联的研究发现^[23], 除了绿色车身的车祸机会大于白色外, 黄色、蓝色和红色车身的车祸比例小于白色。这种情况刚好与比赛中白色效应相反。司机与运动员的差别在于训练, 运动员的训练目的之一是植物神经的抗疲劳能力; 但司机没有经过类似的训练, 其植物神经的抗疲劳能力很差。Furness 等^[23]的进一步研究发现, 暖色车身的车祸比例低于冷色。Sato 等^[25]对长途卡车司机的研究表明, 司机的副交感神经居于支配地位, 小车的疲劳驾驶也许类似。因此, 暖色对交感神经的兴奋有利于司机植物神经恢复 ANH, 白色车身的车祸比例大于彩色可能说明, 尽管司机的副交感神经占支配地位, 但其功能仍然没有处于正常范围, 因此冷暖两色都可以提高植物神经的兴奋性, 有利于防止车祸的发生。至于绿色车身的车祸比例大于白色, 可能有其它原因。

驾驶属于单调性工作。其它单调性的工作也许有类似的情况。兴奋点缺失也会打破植物神经内稳态, 压抑交感神经的兴奋, 并连带影响副交感神经的兴奋。

需要彩色来重建正常的 ANH, 当然暖色比冷色更好。颜色对基本不动的比赛裁判的影响可能与此类似。从植物神经的角度来看, 裁判最喜欢的可能是暖色, 其次是冷色, 最讨厌的可能是白色。因此, 裁判可能偏爱暖色队, 歧视白色队。

为了避免影响比赛中的队员, 教练、裁判和现场服务人员的服装颜色和运动员宿舍的颜色应该尽量选择白色。教练的服装颜色可以随意选取, 为了避免影响自己的队员, 应该尽量选择白色。

参考文献:

- [1] Hill R A, Barton R A. Psychology: Red enhances human performance in contests [J]. *Nature*, 2005, 435(7040): 293.
- [2] Attrill M J, Gresty K A, Hill R A, et al. Red shirt colour is associated with long-term team success in English football [J]. *J Sports Sci*, 2008, 26(6): 577-582.
- [3] Ilie A, Ioan S, Zagrean L, et al. Better to be red than blue in virtual competition[J]. *Cyberpsychol Behav*, 2008, 11(3): 375-377.
- [4] Rowe C, Harris J M, Roberts S C. Sporting contests: seeing red? Putting sportswear in context[J]. *Nature*, 2005, 437(7063): E10; discussion E10-11.
- [5] Dijkstra P D, Preenen P T. No effect of blue on winning contests in judo[J]. *Proc Biol Sci*. 2008, 275(1639): 1157-1162.
- [6] 何丽梅. 植物神经在服装颜色影响比赛成绩中的作用[D]. 广州: 华南师范大学, 2007.
- [7] He L M, Liu T C Y, Ruan C X, et al. Autonomic nervous system mediated effects of sportswear color on performance [J]. *Lasers Surg Med*, 2008, 40(S20): 77.
- [8] 阮昌雄. 颜色对运动中心率变异性变化的影响[D]. 广州: 华南师范大学, 2008.
- [9] Greenlees I, Leyland A, Thelwell R, et al. Soccer penalty takers' uniform colour and pre-penalty kick gaze affect the impressions formed of them by opposing goalkeepers [J]. *J Sports Sci*, 2008, 26(6): 569-576.
- [10] 刘承宜, 袁建琴, 付德荣, 等. 以赛带练的内稳态研究[J]. *体育学刊*, 2008, 15(5): 81-84.
- [11] 刘承宜, 朱平. 鼻腔内低强度激光治疗[M]. 北京: 人民军医出版社, 2008.
- [12] Rhea M R, Alvar B A, Burkett L N, et al. A meta-analysis to determine the dose response for strength development[J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2003, 35(3): 456-464.

- [13] Pichot V, Busso T, Roche F, et al. Autonomic adaptations to intensive and overload training periods: A laboratory study[J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2002, 34(10): 1660-1666.
- [14] Macor F, Fagard R, Amery A. Power spectral analysis of RR interval and blood pressure short-term variability at rest and during dynamic exercise: comparison between cyclists and controls [J]. *Int J Sports Med*, 1996, 17(3): 175-181.
- [15] Cottin F, Durbin F, Papelier Y. Heart rate variability during cycloergometric exercise or judo wrestling eliciting the same heart rate level[J]. *Eur J Appl Physiol*, 2004, 91(2-3): 177-184.
- [16] Barton R A, Hill R A. Sporting contests-Seeing red? Putting sportswear in context -Reply[J]. *Nature*, 2005, 437: E10-E11.
- [17] Hackney A C. Testosterone and human performance: influence of the color red[J]. *Eur J Appl Physiol*, 2006, 96(3): 330-333.
- [18] Ioan S, Sandulache M, Avramescu S. Red is a distractor for men in competition[J]. *Evolution and Human Behavior*, 2007, 28(4): 285-293.
- [19] Elliot A J, Maier M A, Moller A C, et al. Color and psychological functioning: the effect of red on performance attainment[J]. *J Exp Psychol Gen*, 2007, 136(1): 154-168.
- [20] Huang P, Liu T C Y, Liu J, et al. On the mechanism of the effects of sportswear colour on contest outcome[J]. *Med Sci Sport Exer*, 2006, 38(5S): S227.
- [21] Kravkov S V. Color vision and the autonomic nervous system[J]. *J Opt Soc Am*, 1941, 31(4): 335-337.
- [22] Liu C Y, Liao C J, Liu S H. Theoretical research on color indirect effects[J]. *Proc SPIE*, 1995, 2393: 346-356.
- [23] 刘承宜, 唐勉. 关于中医色光疗法机理的植物神经系统模型[J]. *华南师范大学学报: 自然科学版*, 1998(1): 55-59.
- [24] Furness S, Connor J, Robinson E, et al. Car colour and risk of car crash injury: population based case control study[J]. *BMJ*, 2003, 327(7429): 1455-1456.
- [25] Sato S, Taoda K, Kawamura M, et al. Heart rate variability during long truck driving work[J]. *J Hum Ergol(Tokyo)*, 2001, 30(1-2): 235-240.

[编辑: 郑植友]

后奥运时期中国体育发展走向

2008 年仲夏的北京, 是让世人难忘的北京, 在这个充满东方神韵的国度, 创造了许多令人感叹的奇迹。其中最重要的就是国人高度关注的北京奥运会, 实现了中国竞技体育发展史的重大突破, 从 1984 年洛杉矶奥运会金牌 0 的突破, 到 24 年后以 51 枚金牌雄踞榜首的完美表现。

在北京奥运会后, 中国体育的走向问题是界内专家学者讨论的热点。当然其中对于竞技体育举国体制的讨论是最核心和热门的话题, 可以沿用邓小平同志改革开放的一句名言: “让一部分人先富起来, 先富带动后富, 最终实现共同富裕。” 举国体制是特定时期党和国家的需要, 举国体制与竞技体育的关联也并非偶然, 这符合我国社会主义发展的历史特点, 是时代的产物。作为过国际体育舞台最高层次的奥运会, 是展示国家体育硬实力和软实力的重要窗口, 中国体育当然不会放过这样千载难逢的机遇。

中国体育中的竞技体育也随着经济发展的浪潮和社会

转型, 践行小平同志的话语。但是, 竞技体育只是少数人的体育, 在人民的意识逐渐理性、现实化的今天, 人民对自身健康的关注日益增强, 竞技体育只是中国体育的“象牙”, 其发展基础是全国人民的体质健康。小平同志经济理论折射在体育发展方面应该概括为: 竞技体育优先发展, 以竞技体育带动全民健身和中国体育的整体发展。“后奥运时期”党和国家体育工作的重心应该由“竞技体育”向“全民健身”转移, 让中国更大范围内更多人获得健康, 也只有全民体育健康水平的整体提高, 才可实现竞技体育的可持续发展。对于举国体制, 应该采用“和而不同”的处理方式, 继承和发扬其精华部分, 抛弃其“糟粕”, 并根据我国国情创新和发展, 构建适应中国社会发展需要的新型举国体制体育发展模式, 适应市场发展规则, 使其具有较强自主性和创造力。

(论坛 ID: 李小刚)