

## 足球运动员自我控制能力的特征

李志伟, 吴应广

(湖南商学院 体育教研部, 湖南 长沙 410205)

**摘要:** 为探讨足球运动员执行控制能力以及有氧能力在其中的作用。招募15名足球运动员和15名同龄非运动员采用不具有运动特殊性的停止信号作业,在实验室环境测量其抑制控制能力。再以PACER测试评估所有受试者的有氧能力。研究发现足球运动员比非运动员有较短的停止信号反应时间,但动作反应时间、错误率、失败抑制的反应时间均没有呈现组间差异。研究认为即使抽离相关运动场景,足球运动员仍有较好的抑制控制功能,组间的效果差异主要是有氧能力的调节。

**关键词:** 运动心理学; 执行控制能力; 有氧能力; 足球运动员

中图分类号: G804.8 文献标志码: A 文章编号: 1006-7116(2017)06-0061-06

### Characteristics of football player's self control ability

LI Zhi-wei, WU Ying-guang

(School of Physical Education, Hunan University of Commerce, Changsha 410205, China)

**Abstract:** In order to probe into football player's self control ability and the role played by aerobic ability in such an ability, the authors recruited 15 football players and 15 non-athlete persons of the same age, used a non-sports characteristic stop signal for operation, measured their inhibitory control ability in a laboratory environment, then evaluated the aerobic ability of all the testees by means of PACER test, and found that the football players had a stop signal reaction time shorter than that of the non-athlete persons, but action reaction time, error rate and failure inhibition reaction time did not show group differences. The authors drew the following conclusions: even being taken away from the related sports scene, the football players still had a better inhibitory control function; group effect differences were mainly due to the adjustment of aerobic ability.

**Key words:** sports psychology; executive control ability; aerobic ability; football player

执行控制能力、行动控制能力等高阶基础认知过程被心理学家认为是“运动智力”<sup>[1]</sup>。有研究发现运动水平较高的足球运动员在执行控制功能(包括创造力、抑制控制、认知弹性)明显优于运动水平较低的足球运动员,更为重要的是执行控制能力与两个赛季后的运动表现显著相关。该发现表明执行控制能力等高阶基础认知功能可能可以用来预测足球运动员的未来表现<sup>[2]</sup>。Yarrow<sup>[3]</sup>的研究发现优秀运动员在知觉能力、预期能力及决策能力上比非运动员更好。Shim、Kida等<sup>[4-5]</sup>的研究结果也对此观点予以证实。但是这些研究均采用模拟运动情境认知作业,因此仅可以证实有运动特殊性

的情境下运动员的执行控制能力优于非运动员,不能证明在一般情境下,运动员的执行控制能力优于非运动员。Pesce等<sup>[6]</sup>通过行为与事件相关电位法研究发现,在执行控制能力测试中,反应时间和脑电波的结果,运动员与非运动员没有显著差别。Nakamoto等<sup>[7]</sup>也从行为和脑电波的结果中发现,在不具有运动特殊性的场景下,运动员与非运动员的反应抑制能力基本相同。但目前有关运动员基础认知能力的相关研究较少,运动训练是否对于不具有运动特殊性的认知功能有促进作用尚需进一步探讨。近期有研究发现高有氧能力的年轻运动员,在反应抑制决策的表现比高有氧适能的

收稿日期: 2016-09-29

基金项目: 湖南省社科规划基金项目“传统文化与社会主义核心价值观的契合机制研究”(2016WTC09)。

作者简介: 李志伟(1974-),男,副教授,研究方向: 体育教育训练学、体育产业。E-mail: 13077317663@163.com

非年轻运动员更佳,但在中等有氧适能的年轻运动员则没类似的效果,有氧适能可能对年轻运动员的认知表现有某些程度上的影响<sup>[8]</sup>,Kamijo、Hung 等<sup>[9-10]</sup>进行类似研究,也得到相似结论。因此许多学者建议未来把有氧能力纳入运动员认知能力研究的范畴。但由于发现有氧能力与反应抑制能力时间较晚,目前相关机制的探讨、证实亦不深入。Logan 等<sup>[11]</sup>认为执行控制功能的好坏决定于是否能正确地执行反应与适时的抑制反应,其功能为抑制正在进行或计划进行但已不适于当下情境的想法或动作。Pesce 等<sup>[6]</sup>认为足球运动员有较好的注意力表现,Shim 研究发现执行控制的能力与足球运动员的竞技表现有关。本研究预期在非具运动特殊性的停止信号作业中,足球运动员会表现得较非运动员更好。本研究采用停止信号作业探讨足球运动员是否在不具有运动特殊性的执行控制功能表现亦优于非运动员。所采用方法已被证实可以有效评估受试者的执行抑制控制能力<sup>[12-13]</sup>。本研究目的有二,一是探讨足球运动员是否在不具有运动特殊性的抑制控制功能较非运动员佳。二是探讨足球运动员与非运动员在抑制控制的差异是否会受到有氧适能的调节。

表 1 受试者基本情况 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	年龄/岁	身高/m	体质量/kg	BMI/(kg·m <sup>-2</sup> )	消耗热量/kJ	Pacer/次	VO <sub>max</sub> /(mL·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )
实验组	22.13±1.64	1.72±0.06	67.33±6.75	22.80±1.42	14 050.40±1 458.95	104.41±6.09	59.66±3.77
对照组	21.13±2.10	1.73±0.08	66.97±10.09	22.39±3.52	9 461.92±2 936.62	47.67±4.59	44.17±2.35
<i>t</i> 值	1.45	-0.64	0.12	0.42	7.36	12.54	13.52
<i>P</i> 值	0.15	0.52	0.90	0.68	0.00	0.00	0.00

## 2) 《七日身体活动回忆问卷》调查。

本研究对所有受试者发放由 Sallis 设计《七日身体活动回忆问卷》,以量化受试者的身体活动量问卷。此问卷调查结果用于筛选无规律运动习惯的对照组,筛选标准为每周进行中强度运动不足 1 h。

## 1.2 最大吸氧量测试

本研究利用 PACER(progressive aerobic cardiovascular endurance run)测验<sup>[14]</sup>对有氧能力进行评估。PACER 测验是指 20 m 折返跑,速度跟随音乐的节奏变化,音乐节奏起始较慢,每 30 s 音乐节奏递增。测试开始,受试者听到哨音后起跑,从起点跑到终点并用脚触及终点线;当再次听到哨音时跑回起点。持续以该方式测试,当受试者第 2 次不能在指定时间内到达折返点时测试停止。最后记录受试者折返次数。此测试检验最大摄氧量参照标准的有效性以评估出受试者最大摄氧量。

本研究的 PACER 测验在停止信号测试实验前 1 周内进行,实验中有监督员监督每位受试者,以保证该受

## 1 试验方法

### 1.1 受试者筛选

#### 1) 受试者基本情况。

本研究从湖南师范大学运动训练专业足球专项班招募 20 名男生,同时进行运动背景和日均身体活动量度问卷调查,剔除 2 名运动经历有过 1 年以上中断和 3 名受专业足球训练年限少于 7 年的足球专业男生,剩余 15 名足球专业男生为实验组,其中平均年龄(22.13±1.64)岁,接受足球训练约(10.27±3.45)年、运动员等级均为国家 2 级。从湖南商学院招募 22 名非体育专业男生,并进行运动背景和日均身体活动量度问卷调查,剔除 5 名有健身习惯和 2 名受过专业运动训练的男生,剩余 15 名未接受过任何专业运动训练且无规律运动习惯的男生(平均年龄(21.13±2.10)岁)为对照组(见表 1)。所有受试者皆右侧肢体为惯用肢体,并且无心、脑、神经相关病史,近 3 个月内未服用任何会刺激神经系统的药物。实验过程中每位受试者的视力正常,并确认可看清 LED 屏内所呈现的刺激图案。

试者在指示的时间内达到折返点,当第 2 次失败时,立即告知结束测试,并记录当时所完成的折返次数。

### 1.3 “停止信号测试”实验

#### 1) “停止信号测试”实验测试方法。

本研究所采用的停止信号测试主要包含动作反应测试、停止动作测试。

**动作反应测试:**每次测试从 500 ms 的正中央凝视点开始,之后会在距凝视点左或右侧视角约为 9° 处出现亮点,即动作反应的信号,此时受试者必须针对目标物的位置做按键反应,即亮点出现在凝视点的右边右手按键,反之左手按键(见图 1)。

**停止动作反应测试:**该测试 75% 的测试为动作反应,受试者需要按照反应信号的出现位置进行按键;25% 的测试中,停止信号会立即出现在反应信号后,此时受试者则停止即将进行的动作反应<sup>[8, 13]</sup>(见图 1)。

停止信号延迟时间(stop signal delay, SSD)是指停止信号与反应信号出现的时间差(见图 1)。当 SSD 越长时,则受试者越难成功抑制;反之,当 SSD 越短时,

受试者则比较容易成功抑制，该变量主要用以控制抑制难度。其次，当停止信号出现但却未成功抑制时，则该尝试会被记录为错误反应。依照不同的难度所测量到的错误率，反映出受试者在停止信号作业的抑制控制表现。最终，通过动作反应时间失败抑制率和不

同延迟时间的失败抑制率，可推算出停止信号反应时间。停止信号反应时间为该作业最重要的指标，当受试者的停止信号反应时间越长时，代表成功抑制动作反应所需要的时间越长，显示较差的抑制控制能力。

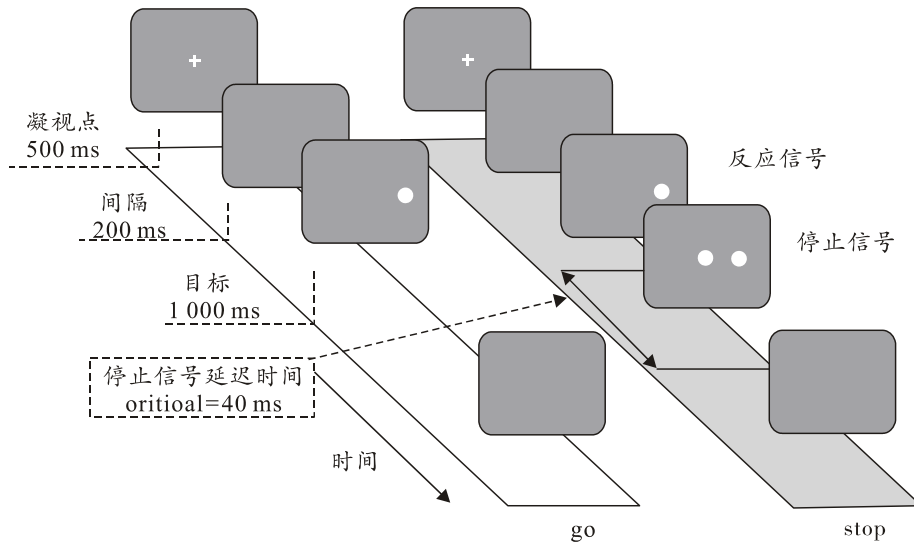


图1 停止信号测试E-prime 软件界面图

## 2)实验场地布置。

本研究中停止信号在无噪音且温度、湿度、光线舒适的环境中进行，并距离60 cm的LED显示屏。测验过程中左手、右手的食指置于机械键盘的“X键”与“M键”上，以执行按键反应。本研究的认知测试是以E-prime软件编程，所有的刺激皆呈现在34英寸LED显示屏上，垂直扫描频率为100 Hz。在正式施测前，研究者清楚告知受试者作业规则，在受试者完全理解整个作业过程后，双眼直视LED屏幕中央，进行10次的练习，以保证受试者对流程熟悉和实验数据可靠性。

## 3)实验步骤。

### (1)测量动作反应时。

每位受试者进行50次选择反应时间测试(choice reaction time task)。测试中，受试者被要求在正确执行操作前提下，最快速度按键。本测试可测得受试者平均反应时间。在本研究中，反应时间是指刺激出现至动作反应结束的整体反应时间。

### (2)取得SSD(停止信号延迟时间)。

受试者最大反应时间限制为平均反应时间再加上2倍标准差。当受试者的按键时间超出该范围，则视为按键反应错误，同时会有声音警告。此设置可有效限制受试者策略性行为。测试开始前，每位受试者进行24个动作反应信号和8个停止信号的试测，以适应练习，用以熟悉SSD的流程。SSD起始值为170 ms，此SSD值随受试者抑制停止信号的成功或失败而变

化，当按键能成功抑制50%的停止信号，且反应信号正确率75%以上，则SSD会增加40 ms；若未达到此标准则SSD会减少40 ms。当受试者的成功抑制率为50%时，则此时的SSD为该受试者的关键停止信号延迟时间(critical SSD)，正式测验中将会有以critical SSD为基础，变化出的3种SSD。通常此阶段的测验会在500测试次内完成。

### (3)正式测验。

在完成步骤(1)、(2)后，受试者进行5 min休息后开始正式测验。在正式测验中将会有3个不同的SSD：critical SSD、critical SSD+40、critical SSD-40。即受试者critical SSD为170 ms，则他在执行测试的SSD将会是130 ms(170-40)、170 ms和210 ms(170+40)。测验共分5组，每组测试有48个尝试，其中36个为反应信号尝试、12个为停止信号尝试，随机出现。

## 1.4 数据筛选与分析

### 1)动作反应时间。

本研究为保证实验数据可靠，制定以下剔除标准：没有反应的测试、错误按键反应、在动作反应时间2倍标准差以外的按键反应。凡符合任一剔除标准的数据均予以剔除。

### 2)停止信号反应时间。

本研究使用整合法以取得每一个停止信号所需要的停止信号反应时间，其后再将个别得到的数值平均，以求取平均停止信号反应时间。每一个延迟时间的停



止信号反应时间是以 Logan 等<sup>[11]</sup>所提出的方法计算。如某受试者个体 SSD 的错误率为  $x$ , 则该抑制的过程将落在在动作反应时间分布的时间点  $x$ , 而此时间点的反应时间再减 SSD, 即算出停止信号反应时间。例如, SSD = 170 ms, 错误率=40%, 而落在在动作反应时间分布 40%, 其反应时间为 425 ms 时, 则可推算出停止信号反应时间  $425 \text{ ms} - 170 \text{ ms} = 255 \text{ ms}$ 。最后, 再将个别 SSD 下的停止信号反应时间平均加总, 即为该受试者的停止信号反应时<sup>[11]</sup>。

### 1.5 统计分析

本研究使用 SPSS17.0、Amos 18.0 统计分析软件。利用独立样本  $T$  检验对受试者在年龄、身高、体重、BMI、身体活动量、PACER、 $\text{VO}_{2\text{max}}$ 、选择反应时间表现、停止信号作业下的动作反应时间、失败抑制的动作反应时间、停止信号反应时间和总错误率的表现组间差异进行分析。上述统计显著性均转换成 Cohen's  $d$  系数, 用以评价实验的效果量, 效果量绝对值  $< 0.2$  者为小效果;  $0.2 < \text{效果量绝对值} < 0.5$  者为中效果; 效果量绝对值  $> 0.5$  为大效果。

## 2 研究结果与讨论

### 2.1 受试者基本信息测试结果

实验组与对照组在每日能力消耗、 $\text{VO}_{2\text{max}}$  等项目具

有显著性差异 ( $P < 0.05$ ); 年龄、身高、体重、BMI 指数无显著性差异 ( $P > 0.05$ ) (见表 1)。

### 2.2 停止信号作业表现

1) 选择反应时间表现、在停止信号作业下的动作反应时间。

如表 2 所示, 单纯选择性反应时间实验组为  $(307.47 \pm 30.01) \text{ ms}$ 、对照组  $(308.47 \pm 45.54) \text{ ms}$ , 经独立样本  $T$  检验  $P > 0.05$ , 两组单纯反应时间没有显著性差异; 停止信号作业下的动作反应时间, 实验组为  $(319.27 \pm 21.62) \text{ ms}$ 、对照组为  $(326.21 \pm 24.06) \text{ ms}$ , 经独立样本  $T$  检验,  $P > 0.05$ , 两组停止信号作业下的动作反应时间没有显著性差异。

2) 在停止信号作业下的抑制失败的动作反应时间、停止信号反应时间。

如表 2 所示, 停止信号测试中抑制失败动作的反应时间, 实验组为  $(305.53 \pm 20.40) \text{ ms}$ , 对照组  $(303.81 \pm 25.30) \text{ ms}$ , 经独立样本  $T$  检验,  $P > 0.05$ , 两组停止信号作业下的抑制失败的动作反应时间没有显著性差异; 平均停止信号反应时间, 实验组  $(195.53 \pm 18.83) \text{ ms}$ 、对照组  $(225.93 \pm 15.55) \text{ ms}$ , 经独立样本  $T$  检验,  $P < 0.05$ , 两组具有显著性差异, Cohen's  $d$  系数  $> 0.5$ , 属于大效果。

表 2 停止信号作业参数<sup>1)</sup>

组别	$t_1/\text{ms}$	$t_2/\text{ms}$	$t_3/\text{ms}$	$t_4/\text{ms}$	平均总错误率/%
实验组	$307.47 \pm 30.01$	$319.27 \pm 21.62$	$305.53 \pm 20.40$	$195.53 \pm 18.83$	$53.78 \pm 9.18$
对照组	$308.47 \pm 45.54$	$326.21 \pm 24.06$	$303.81 \pm 25.30$	$225.93 \pm 15.55$	$52.13 \pm 14.32$
$P$ 值	$> 0.05$	$> 0.05$	$> 0.05$	$< 0.05$	$> 0.05$
Cohen's $d$				-1.76	

1) 设  $t_1$  为单纯选择性反应时间;  $t_2$  为停止信号作业下的动作反应时间;  $t_3$  为停止信号作业下的抑制失败动作反应时间;  $t_4$  为平均停止信号反应时间

3) 停止信号反应时间与有氧能力相关分析。

根据双变量分析的结果显示, 停止信号反应时间与有氧能力具有高度负相关关系 (Pearson  $r = -0.74$ ,  $P < 0.05$ ; Spearman  $r = -0.69$ ,  $P < 0.05$ ); 根据双变量分析的结果显示, 停止信号反应时间与组别 (实验或对照组) 具有高度相关关系 (Pearson  $r = -0.67$ ,  $P < 0.05$ ; Spearman  $r = -0.71$ ,  $P < 0.05$ ); 有氧能力与组别 (实验组或对照组) 则呈显著性正相关 (Pearson  $r = 0.93$ ,  $P < 0.05$ ; Spearman  $r = 0.88$ ,  $P < 0.05$ )。

### 2.3 足球运动员与非运动员在抑制控制的表现差异

本研究发现: 在非运动特殊性认知情境中, 足球运动员比非运动员的停止信号反应时短, 这表明其抑制错误反应所需时间也较短, 即具有更好的抑制控制能力; 在动作反应时间、错误率、失败抑制的反应时

间等因变量上, 足球运动员与非运动员组间未呈现显著性差异, 该结果表明足球运动员与非运动员在单纯动作反应和判断表现上没有显著性差异。这与 Di Russo<sup>[15]</sup>先前进行的非特殊运动情境下运动员与非运动员的抑制控制作业的研究结论相似。Kida 等<sup>[16]</sup>研究发现, 棒球运动员在进行需要抑制控制的测试中, 表现优于非运动员, 可能是棒球训练会促进运动员的执行与抑制决策力。Helgerud 等<sup>[17]</sup>认为运动员的抑制控制能力优势仅局限在具运动特殊性的情境。但本研究结果却与先前大部分研究结果相左。本研究认为, 测试的运动特殊性可能不是唯一的影响运动员抑制控制能力的因素。运动员在运动中经常需要抑制不当动作反应, 并转换至新动作反应, 因而改善反应抑制相关认知过程, 并迁移至非运动特殊性情境<sup>[15]</sup>。本研究中

实验组受试者为足球运动员,在足球运动中,假动作出现频率极高,这就要求不论是实施假动作的进攻队员还是要识破假动作的防守队员,都要经常进行抑制不适当的动作反应,然后衔接下一个动作。所以认为足球等同场对抗类项目,可以促进运动员抑制控制能力。而一些不需要经常抑制不适当动作反应的运动,可能不会促进非运动特殊性情境下运动员抑制控制能力。

#### 2.4 有氧能力对运动员与非运动员在抑制控制的表现差异

目前有关控制表现的影响对运动员与抑制控制能力的研究结论不一,Chan等<sup>[8]</sup>认为这种情况可能除作业特性的影响之外,还与有氧能力有关。Albinet等比较有氧运动与伸展运动对执行功能的影响,结果显示有氧训练对执行功能有正面的效益。Marmeleira等研究发现进行认知与有氧运动的实验干预对受试者在反应时间、注意力有显著的改善。Barella等研究发现接受有氧训练可减缓认知功能的退化。这些研究都证实非运动员人群有氧能力对动作抑制和动作执行方面的重要作用。近期研究中,Chan等<sup>[8]</sup>发现高有氧能力的击剑运动员的错误率显著低于高有氧能力的非运动员,然而,其它组别间则未发现显著性的差异。基于此,研究者们认为运动对认知控制的效益会在结合技能与有氧能力时较大。先前的研究皆未控制受试者间的有氧能力,也许是影响研究结论的重要因素。本研究发现有氧能力对运动员的抑制控制能力的重要性。虽然足球运动员在抑制错误动作反应所需的时间较非运动员短,表现出较佳的抑制控制功能。然而,当考虑到有氧能力因素后,则不存在组间的差异性,表现出有氧能力调节抑制控制功能的效果多于运动经验效果,这表明有氧能力可能是造成组间差异的最主要因素。守门员是足球运动员中最需要作出快速反应和抑制错误动作的球员,在比赛中,经常出现守门员判断失误或者球碰到其他球员身体球路突然发生改变时,抑制先前错误动作,马上衔接下一个扑救动作的场景。有研究发现,在法国足球甲级联赛中,YO-YO有氧能力测试的得分与其扑救成功率呈显著相关。该研究结论可以有力支持本研究结果。但目前对于有氧能力与抑制控制功能关系的相关研究很少,在生理和心理机制尚无相关解释。

#### 2.5 运动员与非运动员在其它测量指标的差异

除了本研究中止信号反应时间之外,其它的因变量如动作反应时间、错误率等组间均无显著性差异。首先,从动作反应时间来看,本研究的结果与Di Russo等<sup>[15]</sup>的研究结果相似,即在动作反应时间看不到运动员与非运动员的差异。此结果也符合Kramer有氧能

力选择性地促进执行控制功能的假说,即有氧能力对认知功能的的效果只会选择性地出现在涵盖高阶认知功能(如抑制控制)的情境<sup>[18-19]</sup>。另外,由于停止信号反应时间是依据动作反应时间的分布推算出的,因此本研究的发现也代表足球运动员较短的停止信号反应时间,并非动作反应的效果所致。运动训练或有氧能力对动作执行及反应抑制的促进机制似乎有所不同,值得后续研究进一步探讨。另一方面,从错误率的表现来看,并没有呈现组间差异,这可能是在取得关键停止信号延迟时间的步骤时,为了避免研究参与者的策略行为,会个别控制他们的难度在错误率50%。因此,错误率表现可能会受作业设计的限制而比较不容易观察到各组间的差异,同时这印证本研究对于每一个研究参与者在作业难度上控制适宜。

### 3 结论

1)在非运动特殊性的认知情境中,足球运动员与非运动员组间未呈现显著性差异,在单纯动作反应及作业判断的表现上,足球运动员与非运动员间基本无异。但是足球运动员的停止信号反应时间较短,具有更好的抑制控制能力,即足球运动训练对认知功能的效益可转移至非运动相关的情境。

2)作业的运动特殊性可能不是唯一影响运动员抑制控制能力的因素。有氧能力的差异可能是造成足球运动员与非运动员动作控制能力间差异的重要因素,但有氧能力对认知功能的的效果可能只会选择性地出现在涵盖高阶认知功能。

### 参考文献:

- [1] VOSS M W, KRAMER A F, BASAK C, et al. Are expert athletes 'expert' in the cognitive laboratory? A meta-analytic review of cognition and sport expertise[J]. *Applied Cognitive Psychology*, 2010, 24(6): 812-826.
- [2] VESTBERG T, GUSTAFSON R, MAUREX L, et al. Executive functions predict the success of top-football players[J]. *PLoS ONE*, 2012, 7(4): 347-351.
- [3] YARROW K J, BROWN P N, KRAKAUER P K. Inside the brain of an elite athlete: The neural processes that support high achievement in sports[J]. *Nature Reviews Neuroscience*, 2009, 10(8): 585-596.
- [4] SHIM J, CARLTON L G, CHOW J W, et al. The use of anticipatory visual cues by highly skilled tennis players[J]. *Journal of Motor Behavior*, 2005, 37(2): 164-175.
- [5] KIDA N, ODA S, MATSUMURA M. Intensive baseball practice improves the Go/Nogo reaction time,

- but not the simple reaction time[J]. *Cognitive Brain Research*, 2005, 22(2): 257-264.
- [6] PESCE C, TESSITORE A, CASELLA R, et al. Focusing of visual attention at rest and during physical exercise in football players[J]. *Journal of Sports Sciences*, 2007, 25(11): 1259-1270.
- [7] NAKAMOTO H, MORI S. Effects of stimulus response compatibility in mediating expert performance in baseball players[J]. *Brain Research*, 2005, 16(7): 183-188.
- [8] CHAN J S Y, WONG A N C, LIU Y, et al. Fencing expertise and physical fitness enhance action inhibition[J]. *Psychology of Sport and Exercise*, 2011, 12(5): 509-514.
- [9] KAMIJO K, TAKEDA Y. Regular physical activity improves executive function during task switching in young adults[J]. *International Journal of Psychophysiology*, 2010, 75(3): 304-311.
- [10] HUNG T M., HUNG C L, FONG D Y, et al. The effects of uncertainty on attention in table-tennis players and nonathletes[J]. *Bulletin of Sport and Exercise Psychology of Taiwan*, 2003, 26(3): 97-110.
- [11] LOGAN G D, VAN Z T, VERBRUGGEN F, et al. On the ability to inhibit thought and action: general and special theories of an act of control[J]. *Psychological Review*, 1984, 91(3): 295-327.
- [12] BAND G P, VAN M W, LOGAN G D. Horse-race model simulations of the stop-signal procedure[J]. *Acta Psychologica*, 2003, 112(2): 105-142.
- [13] HSU T Y, TSENG L Y, YU J X, et al. Modulating inhibitory control with direct current stimulation of the superior medial frontal cortex[J]. *Neuroimage*, 2011, 56(4): 2249-2257.
- [14] MATSUZAKA A, TAKAHASHI Y, YAMAZOE M, et al. Validity of the multistage 20-m shuttle-run test for Japanese children, adolescents, and adults[J]. *Pediatric Exercise Science*, 2004, 16(2): 113-125.
- [15] DI RUSSO F, TADDEI F, APNILE T, et al. Neural correlates of fast stimulus discrimination and response selection in top-level fencers[J]. *Neuroscience Letters*, 2004, 408(2): 113-118.
- [16] KIDA N, ODA S, MATSUMURA M. Intensive baseball practice improves the Go/Nogo reaction time, but not the simple reaction time[J]. *Cognitive Brain Research*, 2002, 22(2): 257-264.
- [17] HELGERUD J, ENGEN L C, WISLOFF U, et al. Aerobic endurance training improves soccer performance[J]. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 2004, 33(11): 1925-1931.
- [18] BKRAMER A F, HAHN S, COHEN N J, et al. Ageing, fitness and neurocognitive function[J]. *Nature*, 2004, 400(6743): 418-419.
- [19] CHEN C Y, MUGGLETON N G, JUAN C H, et al. Time pressure leads to inhibitory control deficits in impulsive violent offenders[J]. *Behavioural Brain Research*, 2008, 187(2): 483-488.

