

大脑半球互动对创造性科学问题提出能力的影响*

王博韬¹ 段海军¹ 韩 琴³ 胡卫平^{1,2}

(1 陕西师范大学现代教学技术教育部重点实验室, 西安 710062) (2 中国基础教育质量监测协同创新中心, 北京 100875)

(3 山西基础教育质量提升协同创新中心, 临汾 041004)

摘要 以 124 名本科生为被试, 通过划分利手程度 (实验一) 与添加眼动刺激 (实验二) 的方法, 系统考察了大脑半球互动对创造性科学问题提出能力的影响作用。结果发现: (1) 与强右利手被试相比, 混合利手被试在创造性科学问题提出能力测验上的得分更高; (2) 与非眼动组被试相比, 眼动组被试在创造性科学问题提出能力测验上的表现更好; (3) 大脑半球互动与问题情境在灵活性品质上存在交互作用, 大脑半球互动对开放性问题的灵活性品质的影响大于封闭性问题。

关键词 半球互动, 利手程度, 双边水平眼动, 创造性科学问题提出能力。

分类号 B842.5

1 引言

大脑半球互动 (*inter-hemispheric interaction*, IHI) 是一项与认知活动密切相关的脑机能指标, 其定义为: 人们在从事各项生理、心理活动时, 大脑左右半球以胼胝体为基础, 为处理和加工各类信息而进行的信息传递、资源组织、脑区协作与关系调节等各种联系的总和 (王博韬, 陈泊蓉, 段海军, 胡卫平, 2015; Christman, 2013, 2014; Christman & Jasper, 2014; Lyle, Chapman, & Hatton, 2013)。大脑半球互动的差异主要体现在半球互动的程度上。程度越高, 则表明两个半球之间的联系越多。通过划分被试利手程度 (Christman, 2013; Prichard, Propper, & Christman, 2013) 与为被试添加双边水平眼动刺激 (Brunyé, Mahoney, Augustyn, & Taylor, 2009; Christman & Butler, 2011) 的方法, 研究者可以有效地区分出被试在大脑半球互动 (高、低程度) 上的差异并用于考察大脑半球互动对认知活动的影响作用。

与传统观念中按照方向 (左、右) 对利手进行区分的方式不同, 以利手程度作为划分个体利手差异的标准时, 并不强调利手的方向性, 而是以双手的协作程度为依据, 将其分为单侧化程度较高的强利手 (强左利手和强右利手) 者与单侧化程度较低

的混合利手者 (Oldfield, 1971)。先前研究表明, 个体利手的单侧化程度越高, 其大脑半球互动的程度就越低, 大脑半球间的联系就越少 (Christman, 2013; Prichard et al., 2013)。混合利手者的大脑半球互动程度较高, 是因为: 1) 中枢神经对手的活动存在对侧化控制的神经机制, 个体双手的协作程度越高, 半球间的信息交流就越多 (王博韬等, 2015); 2) 与强利手被试相比, 混合利手被试拥有更大的胼胝体 (Luders et al., 2010)。这为更多的大脑半球互动提供了可靠的生理基础。作为一项存在于个体间的先天性差异, 利手程度可以从特质 (*trait*) 的角度反映出被试在大脑半球互动程度上的不同 (Shobe, Ross, & Fleck, 2009)。因此, 研究者常通过对比强右手 (低半球互动) 者与混合利手 (高半球互动) 者在任务表现上的差异, 寻找并发现大脑半球互动对认知活动的影响作用 (Brunyé et al., 2009; Christman & Butler, 2011; Lyle & Orsborn, 2011)。

另一种方法则是通过为个体添加双边水平眼动刺激, 对被试原有的大脑半球互动程度进行改变与区分 (Parker, Relph, & Dagnall, 2008)。双边水平眼动能够增加大脑半球之间的互动, 暂时性提高被试原有的大脑半球互动程度, 原因如下: (1) Bakan 和 Svorad (1969) 的研究表明, 左眼或右眼

收稿日期: 2015-10-23

* 基金项目: 国家自然科学基金项目 (31470977)、国家社科基金重大项目 (14ZDB160)、陕西省重点科技创新团队项目 (2014KTC-18) 和教育部人文社会科学一般项目 (16YJC190004)。

通讯作者: 胡卫平, E-mail: weipinghu@163.com。

的单边眼动会激活对侧的大脑半球；(2) 脑电分析结果显示，双边水平眼动能够有效的提高被试大脑半球间的同步化水平 (Propper, Pierce, Geisler, Christman, & Bellorado, 2007)；(3) 来自对快速眼动睡眠 (*Rapid Eye Movement*, REM) 的脑电研究也表明，与基线水平相比，处于快速眼动睡眠期的大脑，在多个脑电频率 (1~4Hz、5~7Hz 以及 8~10Hz) 均出现半球间互动增加的 EEG 相干分析结果 (Barcaro et al., 1989; Dumermuth & Lehmann, 1981)。由于双边水平眼动刺激能够暂时性地改变被试原有的大脑半球互动状态并具有更大的人为性与可操作性 (Shobe et al., 2009)，因而研究者多在采用利手程度分组发现大脑半球互动对认知活动存在影响作用的基础上，再次选用添加双边水平眼动刺激的方法，进一步验证与说明大脑半球互动与认知活动之间的关系 (Brunyé et al., 2009; Christman, Propper, & Dion, 2004)。

通过结合上述两种方法，研究者发现，大脑半球互动与个体的认知灵活性密切相关，并对注意 (Christman, 2001)、记忆 (Lyle & Jacobs, 2010; Lyle, Logan, & Roediger, 2008; Parker & Dagnall, 2007, 2010; Christman, Propper, & Brown, 2006)、决策 (Christman, 2013; Christman & Jasper, 2014) 等多项认知活动发挥着影响作用。

作为另一项与个体认知灵活性密切相关的心理活动，创造力是指个体生成兼具新颖性与适宜性产品或观点的过程 (Sternberg & Lubart, 1999)。几乎所有与创造力相关的理论都将灵活性作为创造力的必要组成部分，并通过测验对其进行专项的评估 (Finke, Ward, & Smith, 1992; Bink & Marsh, 2000; Hu, Shi, Han, Wang, & Adey, 2010)。因此，大脑半球互动与个体创造性活动之间的关系逐步引起了研究者的关注 (Sontam & Christman, 2012; Shobe et al., 2009; Badzakova -Trajkov, Häberling, & Corballis, 2011)。Shobe 等人 (2009) 采用物体多用测验的研究发现，大脑半球互动与被试的创造力表现间存在显著的正性相关；Badzakova-Trajkov 等人 (2011) 的研究也指出，大脑半球互动会对个体新奇想法的产生发挥积极的影响作用。由于创造力存在领域相关性及结构的复杂性，先前研究多以领域一般性的创造性测验 (如物体多用途测验) 作为考察被试创造力的工具而较少的涉及特殊领域内的创造性活动。而创造力的游乐园理论模型 (*the amusement park theoretical*, ATP) 明

确指出，领域一般性 (*domain-general*) 与特殊性 (*domain-specific*) 分属于创造力产生的不同层级、发挥着不同的作用 (Baer & Kaufman, 2005)。因此，大脑半球互动与特殊领域内创造性活动的关系如何，其影响作用发生在创造力结构的哪个层次，成为本研究所关注的焦点。

由此，我们在研究中引入了创造性科学问题提出能力 (*creativity scientific problem finding ability*, CSPFA) 这一因素，该因素是创造力在科学领域的延伸，其定义为：个体根据一定的目的和情景，运用已有知识或经验，在独特地、新颖地、且有价值地 (或恰当地) 提出并表达科学问题的过程中，表现出来的智能品质或能力 (Hu et al., 2010; 胡卫平, 王兴起, 2010; 胡卫平, 周蓓, 2010)。流畅性、灵活性和独创性是它的三个主要品质。此外，创造性科学问题提出活动还包含了两种不同的问题情境 (开放性与封闭性)。研究表明，问题情境对个体创造性科学问题提出活动具有显著的影响作用 (胡卫平, 程丽芳, 贾小娟, 韩蒙, 陈英和, 2015; Han, Hu, Liu, Jia, & Adey, 2013)。个体在封闭性问题流畅性与灵活性品质上的表现更好，而在开放性问题总分与独创性品质上的得分更高 (Hu et al., 2010; 胡卫平, 王兴起, 2010)。可见，创造性科学问题提出能力的引入，能够帮助本研究从创造力的领域性、问题情境性以及品质性三个方面，对大脑半球互动与创造力之间的关系进行系统的研究。

综上，本研究通过两个实验系统考察了大脑半球互动与创造性科学问题提出能力之间的关系：实验一通过划分个体利手程度的方法，将被试分为混合利手 (高半球互动) 组与强右利手 (低半球互动) 组。通过对比两组被试在创造性科学问题提出能力测验上的得分，寻找并发现大脑半球互动对科学领域内创造性活动的影响作用。研究假设：(1) 混合利手被试比强右利手被试的创造性科学问题提出能力更高；实验二则重新选取了一批强右利手被试并将其随机分组 (眼动组与非眼动组)。通过对比眼动 (高半球互动) 组与非眼动 (低半球互动) 组被试在创造性科学问题提出能力测验上的表现，进一步验证与说明大脑半球互动对创造性科学问题提出能力的影响作用与机理。研究假设：(2) 眼动组被试比非眼动组被试在创造性科学问题提出能力测验上的表现更好。此外，针对问题情境的不同，研究还假设：(3) 大脑半球互动与问题情境共同影响创造性科学问题提出能力。

2 实验一：利手程度对创造性科学问题提出能力的影响

2.1 被试

采用改编版爱丁堡利手测试问卷 (*edinburgh handedness inventory*, EHI) (Oldfield, 1971) 对被试的利手程度进行筛选与分组, 最终有 63 名被试参加了本次实验, 年龄范围 18 岁到 25 岁, 平均年龄 20.9 ± 1.26 岁。其中低半球互动的强右利手组被试 33 名; 高半球互动的混合利手组被试 30 人。

2.2 测量工具

2.2.1 利手问卷

改编版爱丁堡利手测试问卷。该问卷由 10 道测试用手习惯的题目组成。测验总分是一个由 -100 (完全左利手) 到 100 (完全右利手) 逐渐过渡的维度。被试在该问卷上所得分数的绝对值大于 80, 则被认为是单一的强利手 (强左利手和强右利手) 被试; 同理, 所得分数的绝对值小于 80 则被认为是混合利手被试。

2.2.2 创造性科学问题提出能力测试

创造性科学问题提出能力测试 (胡卫平, 王兴起, 2010; Hu et al., 2010; Han et al., 2013) 采用纸笔测验的方式对被试进行创造性科学问题提出能力的测量。该测验包含两种不同的指导语。一种是开放式的, 要求被试结合自身的生活经验以及对日常生活的观察, 写出感到好奇的所有科学问题。另外一个种是封闭式的, 要求被试根据题目: “现在假如允许你乘宇宙飞船去太空旅游, 接近一个星球, 也可以绕这个星球转动, 你准备研究哪些与这

个星球有关的科学问题?” 进行提问。测验按流畅性, 灵活性以及独创性评分。流畅性得分是所提问题的个数, 每个问题得 1 分; 灵活性得分是所提问题的类别数, 每一类得 1 分; 独创性得分由提出该问题的人数占总人数的百分比来决定: 小于 5% 得 2 分; 在 5%~10% 之间得 1 分; 在 10% 以上不得分。创造性的科学问题提出能力的总分为流畅性、灵活性和独创性之和。两位评分者对被试试卷进行评分, 开放式问题的评分者信度 (皮尔逊相关系数) 分别为: 0.72 (独创性)、0.78 (灵活性) 和 0.96 (流畅性), 封闭式问题的评分者信度 (皮尔逊相关系数) 分别为: 0.75 (独创性)、0.79 (灵活性) 和 0.97 (流畅性)。

2.3 实验设计

采用 2 (利手程度: 混合利手、强右利手) \times 2 (问题情境: 开放性问题、封闭性问题) 的双因素混合实验设计, 其中问题情境是被试内因素。

2.4 实验程序

第一步, 采用团体施测的方法, 使用爱丁堡利手测试问卷测量被试利手得分。时间 5 分钟; 第二步, 计算被试的利手成绩, 并据此进行分组; 第三步, 采用团体施测的方法, 完成创造性的科学问题提出能力测验, 每道题目限时 8 分钟, 共 16 分钟; 第四步, 采用 SPSS 17.0 for Windows 进行数据管理和分析。

2.5 研究结果

混合利手被试与强右利手被试在创造性科学问题提出测验上的得分, 见表 1。

表 1 混合利手被试与强右利手被试在创造性科学问题提出测验上的得分

		<i>n</i>	流畅性	灵活性	独创性	总分
混合利手	开放性问题	30	10.63 \pm 3.41	4.73 \pm 1.31	7.13 \pm 3.89	22.20 \pm 7.84
	封闭性问题	30	11.43 \pm 4.72	5.83 \pm 1.39	3.77 \pm 2.46	20.90 \pm 7.28
	合计		22.06 \pm 7.12	10.57 \pm 2.42	10.90 \pm 5.72	43.06 \pm 13.08
强右利手	开放性问题	33	8.49 \pm 2.06	3.39 \pm 0.94	6.15 \pm 2.53	18.18 \pm 4.25
	封闭性问题	33	9.33 \pm 2.37	4.73 \pm 1.21	3.39 \pm 1.64	17.45 \pm 3.55
	合计		17.81 \pm 3.04	8.12 \pm 1.34	9.56 \pm 3.34	35.52 \pm 6.14

对混合利手与强右利手被试在创造性科学问题提出测验总体及各维度上的整体表现进行独立样本 *t* 检验发现: 混合利手被试的创造性科学问题提出能力显著高于强右利手被试 ($t(61) = 2.85, p < 0.05$) 并在各维度 (流畅性: $t(61) = 3.13, p < 0.05$;

灵活性: $t(61) = 5.01, p < 0.001$; 独创新: $t(61) = 1.16, p < 0.05$) 的整体得分上均有所体现。

为进一步探讨问题情境、大脑半球互动以及创造性科学问题提出能力三者之间的关系, 分别以两组被试在不同问题情境下的题目总分以及在流畅

性、灵活性与独创性三个品质上的得分为因变量,采用2(利手程度:混合利手、强右利手)×2(问题情境:开放性问题、封闭性问题)的重复测量方差分析。结果显示,从题目总分上看:利手主效应显著, $F(1,61)=8.14, p<0.05$, 问题情境主效应不显著, $F(1,61)=1.93, p>0.05$, 问题情境与利手的交互作用不显著, $F(1,61)=0.15, p>0.05$; 从流畅性维度上看:利手主效应显著, $F(1,61)=9.79, p<0.05$, 问题情境主效应不显著, $F(1,61)=3.13, p>0.05$, 问题情境与利手的交互作用不显著, $F(1,61)=0.03, p>0.05$; 从灵活性维度上看:利手主效应显著, $F(1,61)=25.05, p<0.001$, 问题情境主效应显著, $F(1,61)=42.99, p<0.001$, 问题情境与利手的交互作用不显著, $F(1,61)=0.40, p>0.05$; 从独创性维度上看:利手主效应不显著, $F(1,61)=1.35, p>0.05$, 问题情境主效应显著, $F(1,61)=71.19, p<0.05$, 问题情境与利手的交互作用不显著 $F(1,61)=0.70, p>0.05$ 。

3 实验二: 眼动对创造性科学问题提出能力的影响

3.1 被试

以61名强右利手大学生为被试(与实验一的被试来自同一团体,但均未参加实验一),年龄范围18岁到24岁,平均年龄 20.76 ± 1.21 岁。通过随机化分组,得到高半球互动的眼动组被试31人,低半球互动的非眼动组被试30人。

3.2 研究工具

3.2.1 利手问卷

同研究一。

3.2.2 创造性科学问题提出能力测试

同研究一。

3.2.3 眼动程序

眼动刺激:本实验共使用两种眼动刺激材料。眼动组的双边水平眼动刺激:在电脑屏幕中呈现视角大小约为 4° 的黑色圆点,该圆点以屏幕中点为对称点,按照左、右交替的顺序在屏幕中依次呈现,每次呈现500ms,黑点左右移动的视角范围约为 27° ;非眼动组的参照刺激:在电脑屏幕的中心依次呈现视角约为 4° 的彩色圆点(红、桔、黄、绿、蓝、紫),每500ms进行一次颜色替换(Christman et al., 2006)。所有眼动刺激均持续呈现30s。

3.3 实验设计

采用2(眼动条件:眼动组、非眼动组)×2(问题情境:开放性问题、封闭性问题)的双因素混合实验设计。其中问题情境为被试内变量。

3.4 实验程序

第一步,对被试进行团体测验,通过爱丁堡利手测试问卷测量被试的利手程度,约5分钟;第二步,计算并记录被试的利手成绩并将被试随机分为眼动组(31人)与非眼动组(30人);第三步,采用团体测验的形式为每组被试添加不同类型的眼动刺激。眼动刺激呈现时,要求被试端坐于电脑屏幕前(视觉距离大约70cm),注视屏幕中呈现的圆点,并追随圆点位置的变化移动双眼;第四步,在眼动刺激完成后,即刻使用纸笔完成创造性科学问题提出能力测试。由于眼动刺激只能暂时性的提高被试原有的大脑半球互动程度(Christman et al., 2006; Parker et al., 2008; Shobe et al., 2009; 王博韬等, 2015),为保证眼动刺激所带来的促进效应,实验在被试回答每道题目前,均要求其观看一次眼动刺激;第五步采用SPSS 17.0 for Windows进行数据管理和分析。

3.5 结果与分析

眼动与非眼动组被试在创造性科学问题提出测验上的得分,见表2。

表2 眼动与非眼动组被试在创造性科学问题提出测验上的得分

组别		<i>n</i>	流畅性	灵活性	独创性	总分
非眼动组	开放性问题	30	8.23±1.92	3.30±0.88	5.90±2.29	17.60±4.02
	封闭性问题	30	9.00±2.60	4.83±1.08	3.00±1.97	16.83±4.20
	合计		17.23±3.39	8.13±1.55	8.90±3.06	34.33±6.39
水平眼动组	开放性问题	31	9.96±2.39	4.80±1.33	6.30±2.95	21.06±5.40
	封闭性问题	31	10.00±3.30	5.40±1.41	3.09±1.95	19.09±4.91
	合计		20.16±4.35	10.32±2.48	9.42±4.27	40.16±9.36

对眼动组与非眼动组被试在创造性科学问题提

出能力测验总分及各品质的整体得分进行独立样本 *t*

检验发现：眼动组被试在测验总分 ($t(59) = -2.83, p < 0.05$) 以及流畅性 ($t(59) = -2.93, p < 0.05$) 和灵活性 ($t(59) = -4.12, p < 0.001$) 品质上的得分显著高于非眼动组被试，但两组被试在独创性品质上的得分并没有差异， $t(59) = -0.54, p > 0.05$ 。

分别以两组被试在不同问题情境下的题目总分以及在流畅性、灵活性与独创性三个品质上的得分为因变量，采用 2 (眼动条件：眼动、非眼动) \times 2 (问题情境：开放性问题、封闭性问题) 的重复测量方差分析，结果显示，从测验题目总分上看：眼动主效应显著， $F(1,59) = 7.85, p < 0.05$ ，问题情境主效应显著， $F(1,59) = 4.78, p < 0.05$ ，问题情境与眼动的交互作用不显著， $F(1,59) = 0.92, p > 0.05$ ；从流畅性维度上看：眼动主效应显著， $F(1,59) = 8.68, p < 0.05$ ，问题情境主效应不显著， $F(1,59) = 3.13, p > 0.05$ ，问题情境与眼动的交互作用不显著， $F(1,59) = 0.08, p > 0.05$ ；从灵活性维度上看：眼动主效应显著， $F(1,59) = 16.36, p < 0.001$ ，问题情境主效应显著， $F(1,59) = 53.46, p < 0.001$ ，问题情境与眼动的交互作用显著， $F(1,59) = 8.01, p < 0.05$ ；从独创性维度上看：眼动主效应不显著， $F(1,59) = 0.29, p > 0.05$ ，问题情境主效应显著， $F(1,59) = 72.73, p < 0.05$ ，问题情境与眼动的交互作用不显著， $F(1,59) = 0.21, p > 0.05$ 。

4 讨论

4.1 大脑半球互动对创造性科学问题提出能力的影响

与研究假设一、二相一致，混合利手被试比强右利手被试拥有更高的创造性科学问题提出能力 (实验一)；眼动组被试比非眼动被试在创造性科学问题提出能力测验上的得分更高 (实验二)。这表明，大脑半球互动对创造性科学问题提出能力存在显著的影响作用，大脑半球互动的程度高，则被试在创造性科学问题提出能力测验上的表现好。该结果支持 Shobe 等人 (2009) 提出大脑半球互动促进创造性活动的观点。此外，通过对创造性科学问题提出能力三种品质 (流畅性、灵活性与独创性) 的分析，可以看出，大脑半球互动对各品质的影响作用较为一致，但存在程度上的差异。其程度大小依次为灵活性、流畅性、独创性。上述研究结果不仅支持大脑半球互动与个体认知灵活性密切相关的观点 (Lyle & Jacobs, 2010; Lyle et al., 2008; Parker & Dagnall, 2007, 2010; Christman et al., 2006)，还

进一步表明，大脑半球互动对三种品质的影响作用或由灵活性品质所主导。也就是说，大脑半球互动主要通过对灵活性品质的影响，促进个体从多个思维角度进行思考并提出创造性科学问题，进而增加他们在流畅性与独创性品质上的表现。由于强左利手个体在人群中的分布较少，本研究中未包含强左利手被试。但从划分利手程度的客观指标上看，强左利手者与强右利手者均为利手单侧化程度较高的强利手者，二者均反映了个体较低的大脑半球互动程度 (Brunyé et al., 2009; Christman & Butler, 2011; Lyle & Orsborn, 2011; Badzakova-Trajkov et al., 2011)。因而，本研究认为，以强右利手被试得到的研究结果，能够较为客观、稳定的反映出大脑半球互动与创造性科学问题提出能力之间的关系。

4.2 问题情境对创造性科学问题提出能力的影响

研究结果表明，问题情境对创造性科学问题提出能力存在显著的影响作用。被试在封闭性问题情境下的灵活性品质更好，而在开放性问题情境下的总分与独创性品质更佳。该结果与先前有关创造性科学问题提出能力的研究结果相一致 (Hu et al., 2010)。造成这一差异的原因可能在于封闭性问题限定了被试所要进行提问的范围 (胡卫平, 王兴起, 2010)。因此，被试可以从多个角度对当前所要完成的任务进行聚焦，因而灵活性的品质更好；而开放性问题并没有对问题的内容进行限定，被试可以从更广阔的思维空间里搜寻所要提出的问题，因而独创性更好。上述结果表明，问题情境对创造性问题提出能力的三个品质存在差异性的影响。

4.3 大脑半球互动与问题情境对创造性科学问题提出能力的影响

通过分析高、低大脑半球互动被试在开放、封闭问题情境下的表现，可以看出，虽然大脑半球互动对两类问题情境产生了较为一致的影响，即在题目总分以及流畅性、灵活性品质上均出现了较为一致的利手主效应 (实验一) 与眼动主效应 (实验二)。但由于灵活性品质还会受到问题情境的影响 (灵活性品质的问题情境主效应显著)，因而，大脑半球互动对两类问题情境作用的表现形式也会略有不同。具体表现为，当实验二采用添加眼动刺激的方法，暂时性的提高了眼动组被试原有的大脑半球互动程度后，眼动条件与问题情境在灵活性品质上出现了显著的交互作用。与封闭性情境相比，开放性情境的灵活性品质得到了更大的提升。这表明，大脑半球互动对灵活性品质的促进作用受到问题情

境的调节, 大脑半球互动与问题情境共同影响创造性科学问题提出能力 (研究假设三)。

根据创造力的游乐园理论模型 (Baer & Kaufman, 2005), 创造性思维的结构由初级要求、一般主体、领域和微观领域四个水平所组成。水平越低, 则对创造性思维发挥着越为一般性的作用。通过与 Shobe 等人 (2009) 选用一般领域内创造性活动所开展的研究进行比较, 可以看出, 大脑半球互动对一般与特殊领域的创造性活动产生了较为一致的影响作用, 因而大脑半球互动或处于模型中“初级要求”的水平。但问题情境则因存在明显的差异而处于模型中较高的水平之中。因此, 两种问题情境会在共同受到大脑半球互动的影下, 结合自身特点, 对创造性科学问题提出活动产生更为具体与多样化的影响作用。

5 结论

(1) 大脑半球互动程度较高 (混合利手与眼动组) 的被试比大脑半球互动程度较低 (强右利手与非眼动组) 的被试拥有更好的创造性科学问题提出能力。(2) 通过提高强右利手被试原有的大脑半球互动程度, 可以显著的提高其在创造性科学问题提出能力测验中的表现。(3) 大脑半球互动与问题情境共同影响创造性科学问题提出能力。

参 考 文 献

- 胡卫平, 程丽芳, 贾小娟, 韩蒙, 陈英和. (2015). 认知抑制对创造性科学问题提出的影响: 认知风格的中介作用. *心理与行为研究*, 13 (6), 721-728.
- 胡卫平, 王兴起. (2010). 情绪对创造性科学问题提出能力的影响. *心理科学*, 33 (3), 608-611.
- 胡卫平, 周蓓. (2010). 动机对高一学生创造性的科学问题提出能力的影响. *心理发展与教育*, 36, 31-36.
- 王博韬, 陈泊蓉, 段海军, 胡卫平. (2015). 大脑半球互动: 一个影响认知活动的因素. *心理科学进展*, 23 (7), 1181-1186.
- Baer, J., & Kaufman, J. C. (2005). Bridging generality and specificity: The Amusement Park Theoretical (APT) model of creativity. *Roeper Review*, 27 (3), 158-163.
- Badzakova-Trajkov, G., Häberling, I. S., & Corballis, M. C. (2011). Magical ideation, creativity, handedness, and cerebral asymmetries: A combined behavioural and fMRI study. *Neuropsychologia*, 49 (10), 2896-2903.
- Bakan, P., & Svorad, D. (1969). Resting EEG alpha and asymmetry of reflective lateral eye movements. *Nature*, 223 (5209), 975-976.
- Barcaro, U., Bonanni, E., Denoth, F., Murri, L., Navona, C., & Stefanini, A. (1989). A study of the interhemispheric correlation during sleep in elderly subjects. *Journal of Clinical Neurophysiology: Official Publication of the American Electroencephalographic Society*, 6 (2), 191-199.
- Bink, M. L., & Marsh, R. L. (2000). Cognitive regularities in creative activity. *Review of General Psychology*, 4 (1), 59.
- Brunyé, T. T., Mahoney, C. R., Augustyn, J. S., & Taylor, H. A. (2009). Horizontal saccadic eye movements enhance the retrieval of landmark shape and location information. *Brain and Cognition*, 70, 279-288.
- Christman, S. D. (2001). Individual differences in stroop and local-global processing: A possible role of interhemispheric interaction. *Brain and Cognition*, 45 (1), 97-118.
- Christman, S. D. (2013). Handedness and 'open-earedness': Strong right-handers are less likely to prefer less popular musical genres. *Psychology of Music*, 41 (1), 89-96.
- Christman, S. D. (2014). Individual differences in personality as a function of degree of handedness: Consistent-handers are less sensation seeking, more authoritarian, and more sensitive to disgust. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 19 (3), 354-367.
- Christman, S. D., & Butler, M. (2011). Mixed-handedness advantages in episodic memory obtained under conditions of intentional learning extend to incidental learning. *Brain and Cognition*, 77 (1), 17-22.
- Christman, S. D., & Jasper, J. D. (2014). "All-or-none" versus "most-or-some" options in risky choice: Effects of domain and handedness. *Journal of Behavioral Decision Making* 27 (4), 378-385.
- Christman, S. D., Propper, R. E., & Brown, T. J. (2006). Increased interhemispheric interaction is associated with earlier offset of childhood amnesia. *Neuropsychology*, 20 (3), 336-345.
- Christman, S. D., Propper, R. E., & Dion, A. (2004). Increased interhemispheric interaction is associated with decreased false memories in a verbal converging semantic associates paradigm. *Brain and Cognition*, 56 (3), 313-319.
- Dumermuth, G., & Lehmann, D. (1981). EEG power and coherence during non-REM and REM phases in humans in all-night sleep analyses. *European Neurology*, 20 (6), 429-434.
- Finke, R. A., Ward, T. B., & Smith, S. M. (1992). *Creative cognition: Theory, research, and applications*. MIT Press.
- Han, Q., Hu, W., Liu, J., Jia, X., & Adey, P. (2013). The influence of peer interaction on students' creative problem-finding ability. *Creativity Research Journal*, 25 (3), 248-258.

- Hu, W.P., Shi, Q. Z., Han, Q., Wang, X. Q., & Adey, P. (2010) . Creative Scientific Problem Finding and Its Developmental Trend. *Creativity Research Journal*, 22 (1) , 1-7.
- Luders, E., Cherbuin, N., Thompson, P. M., Gutman, B. A., Kaarin, J., Sachdev, P., & Toga, A. W. (2010) . When more is less: Associations between corpus callosum size and handedness lateralization. *NeuroImage*, 52 (1) , 43-49.
- Lyle, K. B., Chapman, L. K., & Hatton, J. M. (2013) . Is handedness related to anxiety? New answers to an old question. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 18 (5) , 520-535.
- Lyle, K. B., & Jacobs, N. E. (2010) . Is saccade-induced retrieval enhancement a potential means of improving eyewitness evidence? *Memory*, 18 (6) , 581-594.
- Lyle, K. B., Logan, J. M., & Roediger, H. L. (2008) . Eye movements enhance memory for individuals who are strongly right-handed and harm it for individuals who are not. *Psychonomic Bulletin & Review*, 15 (3) , 515-520.
- Lyle, K. B., & Orsborn, A. E. (2011) . Inconsistent handedness and saccade execution benefit face memory without affecting inter-hemispheric interaction. *Memory*, 19 (6) , 613-624.
- Oldfield, R. C. (1971) . The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9 (1) , 97-113.
- Parker, A., & Dagnall, N. (2007) . Effects of bilateral eye movements on gist based false recognition in the DRM paradigm. *Brain and Cognition*, 63 (3) , 221-225.
- Parker, A., & Dagnall, N. (2010) . Effects of handedness and saccadic bilateral eye movements on components of autobiographical recollection. *Brain and Cognition*, 73 (2) , 93-101.
- Parker, A., Relph, S., & Dagnall, N. (2008) . Effects of bilateral eye movements on the retrieval of item, associative, and contextual information. *Neuropsychology*, 22 (1) , 136-145.
- Propper, R. E., Pierce, J., Geisler, M. W., Christman, S. D., & Bellorado, N. (2007) . Effect of bilateral eye movements on frontal interhemispheric gamma EEG coherence: Implications for EMDR therapy. *The Journal of Nervous and Mental Disease*, 195 (9) , 785-788.
- Prichard, E., Propper, R. E., & Christman, S. D. (2013) . Degree of handedness, but not direction, is a systematic predictor of cognitive performance. *Frontiers in Psychology [electronic resource]* , 4, 9.
- Shobe, E. R., Ross, N. M., & Fleck, J. I. (2009) . Influence of handedness and bilateral eye movements on creativity. *Brain and Cognition*, 71 (3) , 204-214.
- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1999) . The concept of creativity: Prospects and paradigms. In R. J. Sternberg (Ed.) , *Handbook of creativity* (pp. 3-15) . New York: Cambridge University Press.
- Sontam, V., & Christman, S. D. (2012) . Semantic organisation and handedness: Mixed-handedness is associated with more diffuse activation of ambiguous word associates. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 17 (1) , 38-50.

The Influence of Inter-Hemispheric Interaction on Creative Scientific Problem Finding Ability

Wang Botao¹, Duan Haijun¹, Han Qin³, Hu Weiping^{1,2}

(1 MOE Key Laboratory of Modern Teaching Technology, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062; 2 Collaborative Innovation Center of Assessment toward Basic Education Quality, Beijing 100875; 3 Collaborative Innovation Center of Shanxi basic education quality improvement, Linfen 041004)

Abstract

Creative scientific problem finding ability is an important part of scientific creativity. This research aims to assess the relationship between IHI level and CSPFA through comparing the subjects' performance on the CSPEA of different IHI levels. Experiment 1: Adopts a mixed experiment design, which is 2 (mixed-hander, strong right-handed) \times 2 (question type: open-ended questions, closed-ended questions) , to inspect the influence of handedness on CSPFA. The result demonstrates: The CSPFA of mixed-hander is much stronger, and is coincident with different questions. Experiment 2: Adopts a mixed experiment design, which is 2 (question type: open-ended questions, closed-ended questions) \times 2 (eye movement level: control group, horizontal eye movements group) , to investigate the influence of eye movement on CSPFA. The result shows: Compared with control group, horizontal eye movements are more conducive to the subjects' performance in their creative scientific problem finding task. Conclusion: IHI level influences individual CSPEA by promoting its flexibility, and the path way for this is different with the question types.

Key words inter-hemispheric interaction, handedness, bilateral eye movements, creative scientific problem finding ability.