

大脑半球互动：一个影响认知活动的因素*

王博韬¹ 陈泊蓉³ 段海军¹ 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、教师专业能力发展中心, 西安 710062)

(² 中国基础教育质量监测协同创新中心, 北京 100875) (³ 陕西师范大学教育学院, 西安 710062)

摘要 大脑半球互动是一项衡量大脑机能的重要指标, 其生理基础是连接左右两侧大脑半球的胼胝体。通过划分个体的利手程度, 研究者可以评估出被试已有的大脑半球互动水平; 通过为个体添加眼动刺激, 研究者可以暂时性地提高被试的大脑半球互动水平。因此, 可将大脑半球互动作为一项实验自变量, 来研究其对认知活动产生的影响。相关研究结果表明, 大脑半球互动对认知控制、记忆、决策等多项认知活动存在显著的影响作用。

关键词 大脑半球互动; 利手程度; 眼动刺激; 认知活动

分类号 B845

来自脑电 EEG (Nielsen, Abel, Lorrain, & Montplaisir, 1990; Propper, Pierce, Geisler, Christman, & Bellorado, 2012)与裂脑人(Sperry, 1984; Teng & Sperry, 1973)的研究同时表明: 认知过程与心理活动的产生是大脑左右两侧半球相互交流、共同协作的结果。很多研究者(Christman, 2013, 2014; Christman & Butler, 2011; Christman & Jasper, 2014; Lyle, Chapman, & Hatton, 2013; Lyle & Jacobs, 2010; Parker & Dagnall, 2007, 2010; Shobe, Ross, & Fleck, 2009)都认为大脑半球互动(inter-hemispheric interaction, IHI)可作为一项衡量大脑机能的重要指标。他们按照被试在大脑半球互动程度上的不同将其分组, 并对比各组被试在完成各项认知活动时所表现出的差异, 以此来明确大脑半球间的信息交流模式与心理活动之间的关系。本文对近十年来该领域研究的新进展进行了梳理, 系统阐述了大脑半球互动的概念、评估个体大脑半球互动程度的方法, 并对大脑半球互动影响认知活动的相关实证研究进行了分析和总结, 对未来的研究方向进行了展望。

1 大脑半球互动的概念

大脑半球互动概念的产生, 经历了一个逐步深化的过程。这一概念最早由生理学家提出, 他们认为大脑半球互动就是运动、感觉信息在大脑半球之间进行传递与加工。他们还为大两个半球间的信息传递与加工寻找到生理基础—胼胝体(corpus callosum)。之后, Sperry (1984)对裂脑人的研究, 逐步加深了人们对大脑半球互动概念的理解。他指出大脑半球间的互动过程不仅仅是运动、感觉信息在大脑半球之间的传递与加工, 同时还包括大脑两个半球在处理高级认知活动时, 彼此间相互协作与调节的作用。近年来, 随着实验方法的改进及人们对大脑半球互动认识的不断深化, 一些研究者(Henshall, Sergejew, Rance, McKay, & Copolov, 2013; Sankari, Adeli, & Adeli, 2011)开始在实验中将大脑半球互动作为一项因变量, 以期寻找并描述出大脑在完成认知活动时机能的变化。采用 EEG 相干分析的方法(通过计算 EEG 信号在各个脑区之间信息传递的线性依存关系, 来揭示各种认知加工过程中不同功能网络的协同工作方式(王琳, 张清芳, 杨玉芳, 2007。))他们发现: 与基线水平相比, 个体在完成认知活动时, 半球间的脑电同步性会明显增加(Kaiser & Lutzenberger, 2005); 而与正常个体相比, 具有幻听症状的精神分裂症患者听觉皮层上存在半球间互动减少的

收稿日期: 2014-09-15

* 国家自然科学基金项目(31470977, 31271110); 中央高校基本科研业务费项目(GK201102011)。

通讯作者: 胡卫平, E-mail: weipinghu@163.com

现象(Henshall et al., 2013)。而更为重要的是,另一些研究者(Christman, Henning, Geers, Propper, & Niebauer, 2008; Christman, Propper, & Dion, 2004; Propper, Christman, & Phaneuf, 2005)通过区分正常个体在大脑半球互动程度上存在的先天差异,或者在实验室条件下,人为地操纵被试的大脑半球互动水平,将大脑半球互动作为实验的自变量,来探讨其对高级认知活动的影响。这样便在大脑活动与心理机能之间架起了新的桥梁。基于大量的研究成果,人们普遍认为,大脑半球互动是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。

2 大脑半球互动水平的测量

大脑半球互动的差异主要体现在半球互动的水平上,半球互动的水平越高则表明半球间的信息交流越多;反之,则越少。当前,可以通过两种有效的操作方法,在实验室中区分出个体不同的大脑半球互动水平:一种是通过评估被试的利手程度来衡量他们已有的大脑半球互动水平;另外一种是在实验中通过为被试添加眼动刺激的方法,人为地促进大脑半球互动,暂时性地提高他们的大脑半球互动水平。

利手程度之所以能够用来衡量被试的大脑半球互动水平,是由于中枢神经对手的活动存在对侧化控制的神经机制,双手的协调使用以大脑半球互动为基础,因此大脑半球互动水平与被试利手单侧化程度存在反比关系。利手单侧化程度越高,则表明大脑半球互动水平越低;反之,则越高(Christman, 2013; Prichard, Propper, & Christman, 2013)。虽然在传统的观念中,人们只是简单地按照方向将个体利手倾向划分为左利手者和右利手者。但许多研究(Oldfield, 1971; Luders et al., 2010; Lyle & Orsborn, 2011; Propper et al., 2012; Prichard et al., 2013)均表明:个体的利手差异并不只是非左即右的状态,而是存在一个方向的维度,左利手和右利手位于这一维度的两个极端,而每一个个体的利手程度事实上处于这一维度的某一位置,也就是说,个体的利手差异其实是一种程度差异。使用改编版的爱丁堡利手问卷(Oldfield, 1971),根据被试在利手问卷上

的得分,可将其划分为强右利手者(测验得分80)、混合利手者(-80<测验得分<80)以及强左利手者(测验得分<-80),强利手者(强左利手者与强右利手者)的大脑半球互动水平低于混合利手者。下列研究为此观点提供了有力的认知神经科学证据:首先,胼胝体是大脑半球互动的生理基础,胼胝体的体积大小反映了大脑半球互动水平的高低;胼胝体越大,横行纤维越多,大脑的半球互动水平越高。Clarke和Zaidel(1994)的研究表明,个体的胼胝体大小与利手使用程度间存在紧密的联系,具体表现为右利手者的胼胝体体积小于非右利手者。Luders等人(2010)的研究也指出,被试的利手程度越高,其胼胝体的体积越小。其次,Nielsen等人(1990)通过EEG相干分析发现,在清醒与快速眼动睡眠状态下,左利手者的大脑比右利手者存在更多的半球互动。Propper等人(2012)研究证实,较高的利手程度会降低大脑右侧半球的激活水平。此外,大量的行为研究也表明:依赖于较高的半球互动水平,混合利手的被试在情景记忆(Brunyé, Mahoney, Augustyn, & Taylor, 2009; Christman & Butler, 2011)、面孔记忆(Lyle & Orsborn, 2011)、语义组织(Sontam & Christman, 2012)、信念的更新(Christman et al., 2008)、新奇想法产生(Badzakova-Trajkov, Häberling, & Corballis, 2011)以及创造性思维产生(Shobe et al., 2009)等实验任务中表现更佳。

按照为个体添加眼动刺激的方法,可以在实验中人为地改变被试的大脑半球互动水平(Parker, Relph, & Dagnall, 2008)。具体实验操作程序是:首先要求被试静坐并将注意集中于面前的显示屏;当实验正式开始后,屏幕会呈现出一个以固定的视角,按照一定的方向进行运动的圆点刺激,被试的任务是让双眼追随圆点刺激进行相同的运动,时间大约持续30秒。若眼动刺激能引起被试双眼的有效运动,那么被试的大脑半球互动将会增加,半球互动水平也会得到暂时性的提高(Brunyé et al., 2009; Christman & Butler, 2011),原因如下:首先,从眼动的生理机制来看,双眼眼动的产生需要依靠眼球外部三对眼外肌的调节,它们分别受到动眼神经、滑车神经以及外展神经的支配,且运动神经的传导具有对向投射性,因此,要想双眼达到统一协调的运动,大脑两个半球必须协同作用。不仅如此,由于眼球网膜所采集的视觉

信息需要经过颅内交叉的视神经(视交叉)投射至大脑的初级视觉皮层,因此,视觉信息的感知过程也是大脑两个半球间相互联系的过程。其次,有关眼动能够增加大脑半球互动的观点还得到了以下认知神经科学研究的有力支持: Bakan 和 Svorad (1969)的研究表明,左眼或右眼的单边眼动会激活对侧的大脑半球,这从某种程度上证实了双边的眼动可以增加大脑半球的互动; Propper, Pierce, Geisler, Christman 和 Bellorado (2007)通过对比眼动组与非眼动组被试在脑电信号 Gamma 频段(35~54 Hz)的相干分析结果,发现眼动组被试大脑半球的同步化趋势更加明显。由于 EEG 信号中 Gamma 频段(30 Hz)的相干分析结果,常被认为是大脑在认知活动中,半球与脑区间激活模式与互动水平高低的客观反映(Babiloni et al., 2004; Herrmann, Munk, & Engel, 2004),因此两组被试的差异性结果很可能是由眼动对大脑半球互动的改变而造成的;来自对快速眼动睡眠(REM)的脑电研究也证实了眼动对半球互动具有增益作用: Barcaro 等人(1989)与 Dumermuth 和 Lehmann (1981)的研究均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(1~4 Hz、5~7 Hz 以及 8~10 Hz)均出现半球间互动增加的 EEG 相干分析结果。同时,行为实验结果也证实:眼动通过提高大脑半球互动水平的方式对情景记忆(Brunyé et al., 2009; Christman & Butler, 2011)、信息的检索(Parker et al., 2008)以及创造性活动(Shobe et al., 2009)有促进作用。但需要特别指出的是,眼动刺激对于大脑半球互动的促进作用具有时限性,是一种短暂的激活作用。

3 大脑半球互动对认知活动影响的研究范式

大脑半球互动对认知活动影响作用的研究,已逐步形成了较为成熟且被广泛认可的实验范式。这类研究会将划分利手程度与添加眼动刺激相结合。在研究某一项具体认知活动时,多采用双实验设计,以期从先天、后天两个角度综合、全面地考察大脑半球互动的影响作用。具体做法如下:实验一中,研究者会通过测量个体先天的利手程度差异,将被试划分为 IHI 高水平组(混合利手组)与 IHI 低水平组(强利手组:强左利手组+强右利手组),并要求两组被试完成相同的认知任

务,对任务完成的绩效进行差异性检验,通过先天的差异来发现与描述大脑半球互动是否对认知任务存在显著的影响。实验假设为:若该项认知活动受到大脑半球互动的影响,则混合利手被试与强利手被试在该项认知活动上的表现存在显著差异。若实验一的结果证实存在差异,则进行实验二。实验二将重新选取一批 IHI 低水平(强右利手)被试,并将其随机分组,通过人为操作的方式,为每组添加不同的眼动刺激(至少包括无眼动对照组与水平眼动组,详见 Christman 等人(2004)的研究),在被试完成眼动活动后,立刻进行认知任务的测试,再对比不同眼动刺激组下被试的认知活动得分。实验假设为:水平双眼眼动会短暂性地提高被试的大脑半球互动水平,若水平双眼眼动组被试的成绩与实验控制组之间存在差异,则表明大脑半球互动影响该认知活动。以下,将对采用此类范式的研究成果进行梳理。

4 大脑半球互动的相关研究成果

4.1 对认知控制的影响

认知控制(cognitive control)是指个体在信息加工过程中,根据当前任务目标,自上而下地对相关信息进行储存、计划和操控的过程(刘勋,南威治,王凯,李琦,2013)。在认知控制的作用下,个体会按照任务的需求,选择相关信息进行加工,同时抑制那些无关的信息。Christman (2014)在最近的一项研究中发现,受到认知控制的调节,IHI 高水平被试在对环境中相关信息的选择与收集过程中表现得更加积极与主动;而采用经典的 Stroop 任务与 globe-local 任务对个体无关信息抑制能力考察的实验结果也表明,不同 IHI 水平的被试在无关信息抑制能力上也存在显著差异。这两类任务的共同点在于,任务中所使用的刺激均同时具有两种属性(Stroop 任务为颜色和字义、globe-local 任务为整体与部分),而实验中只要求被试对其中的一种属性进行关注,与实验无关的属性将被抑制。通过结果比较,Christman (2001)发现 IHI 高水平被试在两类任务中的表现均差于 IHI 低水平被试,具体表现为干扰效应更大、反应时更长以及错误率更高。这反映出 IHI 高水平被试对无关信息的抑制能力更低。

4.2 对情景记忆的影响

情景记忆即以时间和空间为坐标对个人亲身

经历的、发生在一定时间和地点的事件(情景)的记忆。最早将大脑半球互动与情景记忆相互联系的观点,来源于创伤后应激障碍(PTSD)的眼动治疗技术。研究者观察到,当经过眼动治疗的干预,患者的闪回症状与情绪问题可以得到有效的改善。已有大量研究证实(Lyle & Jacobs, 2010; Lyle, Logan, & Roediger, 2008; Christman, Propper, & Brown, 2006), IHI 高水平被试在记忆任务,尤其是情景性记忆任务上的表现要好于 IHI 低水平被试(Parker & Dagnall, 2007, 2010; Parker et al., 2008),且情景记忆内容在 IHI 高水平被试的工作记忆中占有较高的比重(Kempe, Brooks, & Christman, 2009)。Christman 和 Butler (2011)在实验中对情景记忆的来源与编码方式进行了控制,要求不同 IHI 水平的被试均完成有意识记(结构编码、语音编码和语义编码)与无意识记(无意编码)任务,以探讨差异产生的内在机制。结果表明:IHI 高水平被试在情景记忆检索中的良好表现,可能源于他们对记忆材料更为精细的语义编码加工。Lyle, McCabe 和 Roediger (2008)对 IHI 水平影响情景记忆的年龄差异进行了研究,通过对比中年组与老年组在任务上的表现,发现高 IHI 水平对情景记忆的促进作用随着年龄的增加而不断减弱。

4.3 对创造性活动的影响

在一项有关语义灵活性的研究中,Sontam 和 Christman (2012)要求被试尽可能多地说出他们知道的动物名称,结果发现:IHI 高水平被试更倾向于在概念的子类别之间进行转换;Shobe 等人(2009)选用物品多用途测试作为考察被试创造力的工具,通过对比不同 IHI 水平被试的创造力表现,发现 IHI 高水平被试具有更高的创造性倾向与创造力表现。这种优势性差异不仅存在于创造力任务的总分,在新颖性、流畅性与灵活性维度上均有所体现。Badzakova-Trajkov 等人(2011)的研究显示,从行为数据上看,IHI 高水平被试在创造力与新奇想法产生任务中的表现更好,但 fMRI 的结果尚不能为行为学上的差异提供有力的神经生理学证据。

4.4 对决策偏好的影响

在音乐偏好的研究中 Christman (2013)发现,与 IHI 高水平被试相比,IHI 低水平被试对流行音乐的整体喜爱程度较低,具体表现为:兰草(bluegrass)与雷鬼(reggae)两种音乐类型最低,而

针对主流音乐排行榜中的音乐材料则无显著差异。作者认为这种选择偏好的差异可能源于被试不同的认知灵活性。Westfall, Jasper 和 Christman (2012)指出,在完成经济决策任务时,随着投资任务中对损失的厌恶感不断增加,IHI 高水平者会表现出更强的不作为惯性与更大的成本效应。Christman 和 Jasper (2014)的研究表明,面对经济决策时,IHI 低水平被试倾向于采用“全或无”的风险选择原则;而 IHI 高水平被试倾向于选择“较多或较少”的风险选择原则。

5 未来与展望

当前,有关大脑半球互动的研究还在不断地展开,尤其体现在研究内容的扩展与研究方法的创新上。研究内容已由对人类智力活动影响作用的研究,逐渐深入到对焦虑(Lyle et al., 2013)、人格(Christman, 2014)等非智力因素影响作用的研究。研究方法出现了对于划分 IHI 水平新指标的讨论,如 Nieuwenhuis 等人(2013)基于多种运动、感觉通路存在对侧中枢皮层投射的生理基础,开展了采用听觉、体感触觉等指标来干预大脑半球互动水平的尝试性研究。

不难看出,大脑半球互动是一项重要的大脑生理指标,与多种认知活动存在密切的关系。因其客观、有效且兼具良好的可操作性,研究者可在实验中,以不同方式加入大脑半球互动变量:第一,将其作为因变量。通过 EEG 相干分析,研究者可以观察到大脑在进行各项心理活动时,半球间互动模式与水平的改变,并基于全脑的角度,更加全面的探寻心理活动发生时的动态脑机制。第二,将其作为自变量。采用划分利手程度与为被试添加眼动刺激的方法,可以将个体已有的大脑半球互动差异与实验室控制下的人为改变相结合。按照“发现-描述-分析-验证”的实验思路,研究者不仅可以完整揭示出大脑半球互动对因变量所产生的影响;还可以与以往只采用右利手被试开展的相关研究结果进行比较,不断丰富与深化人们对现有理论成果的理解;更能在方法学上提高研究者对于大脑机能探索的主动性。

因此,在研究者聚焦于心理活动大脑半球偏侧化优势与脑机能定位研究的热潮中,大脑半球互动变量的加入,能为未来研究提供更加丰富的视角。

参考文献

- 刘勋, 南威治, 王凯, 李琦. (2013). 认知控制的模块化组织. *心理科学进展*, 21(12), 2091–2102.
- 王琳, 张清芳, 杨玉芳. (2007). EEG 相干分析在语言理解研究中的应用. *心理科学进展*, 15(6), 865–871.
- Babiloni, C., Babiloni, F., Carducci, F., Cappa, S., Cincotti, F., Del Percio, C., Rossini, P. M. (2004). Human cortical EEG rhythms during long-term episodic memory task. A high-resolution EEG study of the HERA model. *NeuroImage*, 21(4), 1576–1584.
- 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.
- 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(3), 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., Henning, B. R., Geers, A. L., Propper, R. E., & Niebauer, C. L. (2008). Mixed-handed persons are more easily persuaded and are more gullible: Interhemispheric interaction and belief updating. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 13(5), 403–426.
- 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.
- Clarke, J. M., & Zaidel, E. (1994). Anatomical-behavioral relationships: Corpus callosum morphometry and hemispheric specialization. *Behavioural Brain Research*, 64(1-2), 185–202.
- 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.
- Henshall, K. R., Sergejew, A. A., Rance, G., McKay, C. M., & Copolov, D. L. (2013). Interhemispheric EEG coherence is reduced in auditory cortical regions in schizophrenia patients with auditory hallucinations. *International Journal of Psychophysiology*, 89(1), 63–71.
- Herrmann, C. S., Munk, M. H. J., & Engel, A. K. (2004). Cognitive functions of gamma-band activity: Memory match and utilization. *Trends in Cognitive Sciences*, 8(8), 347–355.
- Kaiser, J., & Lutzenberger, W. (2005). Human gamma-band activity: A window to cognitive processing. *Neuroreport*, 16(3), 207–211.
- Kempe, V., Brooks, P. J., & Christman, S. D. (2009). Inconsistent handedness is linked to more successful foreign language vocabulary learning. *Psychonomic Bulletin & Review*, 16(3), 480–485.
- 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., McCabe, D. P., & Roediger, H. L. (2008). Handedness is related to memory via hemispheric interaction: Evidence from paired associate recall and

- source memory tasks. *Neuropsychology*, 22(4), 523–530.
- Lyle, K. B., & Orsborn, A. E. (2011). Inconsistent handedness and saccade execution benefit face memory without affecting interhemispheric interaction. *Memory*, 19(6), 613–624.
- Nielsen, T., Abel, A., Lorrain, D., & Montplaisir, J. (1990). Interhemispheric EEG coherence during sleep and wakefulness in left- and right-handed subjects. *Brain and Cognition*, 14(1), 113–125.
- Nieuwenhuis, S., Elzinga, B. M., Ras, P. H., Berends, F., Duijs, P., Peter, S. Z., & Slagter, H. A. (2013). Bilateral saccadic eye movements and tactile stimulation, but not auditory stimulation, enhance memory retrieval. *Brain and Cognition*, 81(1), 52–56.
- 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.
- 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. doi: 10.3389/fpsyg.2013.00009
- Propper, R. E., Christman, S. D., & Phaneuf, K. A. (2005). A mixed-handed advantage in episodic memory: A possible role of interhemispheric interaction. *Memory & Cognition*, 33(4), 751–757.
- 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.
- Propper, R. E., Pierce, J., Geisler, M. W., Christman, S. D., & Bellorado, N. (2012). Asymmetry in resting alpha activity: Effects of handedness. *Open Journal of Medical Psychology*, 1, 86–90.
- Sankari, Z., Adeli, H., & Adeli, A. (2011). Intrahemispheric, interhemispheric, and distal EEG coherence in Alzheimer's disease. *Clinical Neurophysiology: Official Journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, 122(5), 897–906.
- 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.
- 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.
- Sperry, R. (1984). Consciousness, personal identity and the divided brain. *Neuropsychologia*, 22(6), 661–673.
- Teng, E. L., & Sperry, R. W. (1973). Interhemispheric interaction during simultaneous bilateral presentation of letters or digits in commissurotomy patients. *Neuropsychologia*, 11(2), 131–140.
- Westfall, J. E., Jasper, J. D., & Christman, S. D. (2012). Inaction inertia, the sunk cost effect, and handedness: Avoiding the losses of past decisions. *Brain and Cognition*, 80(2), 192–200.

Inter-hemispheric Interaction: A Factor of Impacting Cognitive Activities

WANG Botao¹; CHEN Borong³; DUAN Haijun¹; HU Weiping^{1,2}

⁽¹⁾ MOE Key Laboratory of Modern Teaching Technology, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China)

⁽²⁾ National Innovation Center for Assessment and Improvement of Basic Education Quality, Beijing 100875, China)

⁽³⁾ School of Education, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China)

Abstract: Inter-hemispheric interaction is an objective index of reflecting brain function on the physiological basis of corpus callosum connecting the two brain hemispheres. The degree of handedness can show participants' levels of inter-hemispheric interaction and the stimuli of eye movement can for the moment facilitate participants' levels of inter-hemispheric interaction. So, inter-hemispheric interaction could be used as an independent variable to investigate its effect on cognitive activities. The related researches indicate that inter-hemispheric interaction has a significant impact on such cognitive activities as cognitive control, memory and decision making.

Key words: inter-hemispheric interaction; handedness; eye movement stimuli; cognitive activities