

# 视空间认知与脑血流速度的相关性研究

王文富<sup>1</sup>, 刘诗翔<sup>1</sup>, 梁燕<sup>1</sup>, 汪洪<sup>1</sup>, 李筱媛<sup>2</sup>, 王琳<sup>1</sup>

(1. 成都军区昆明总医院神经内科, 云南 昆明 650032; 2. 云南省第一人民医院风湿免疫科, 云南 昆明 650032)

**【摘要】** 目的: 探讨视觉空间认知活动对脑血流速度(CBFV)的影响及性别和任务完成质量对相对的 CBFV 变化的影响。方法: 在完成视觉空间认知活动时及其先前的休息期, 对 45 个正常的志愿者(右利手)用经颅超声多普勒(TCD)监测其双侧大脑中动脉血流速度的变化。结果: 完成认知任务时与休息时期相比, 所有认知任务的完成均诱导出双侧大脑中动脉血流速度的显著变化( $P < 0.001$ ), 这种变化显示出显著的右侧大脑半球偏侧化( $P < 0.01$ )。性别对认知活动所诱导的脑血流速度未产生显著的影响( $P > 0.05$ ), 任务表现质量(得分)对 CBFV 的变化不产生显著的影响。结论: 视觉空间认知活动可诱导 CBFV 的右侧偏侧化。

**【关键词】** 血流速度; 认知; 神经心理任务; 经颅超声多普勒

中图分类号: R395.9

文献标识码: A

文章编号: 1005-3611(2005)01-0088-03

## A Study of the Correlation between Visual Spatial Cognitive Activities and Cerebral Blood Flow Velocity Changes in Normal Young People

WANG Wen-fu, LIU Shi-xiang, LIANG Yan, WANG Hong, LI Xiao-yuan, WANG Ling

Department of Neurology, Kunming General Hospital of Chengdu Military Area, Kunming, Yunnan 650032, China

**【Abstract】 Objective:** We sought to investigate the effect of CBFV induced by visual spatial Cognitive Activities and to determine the influence of gender, quality of the performance on the relative CBFV changes. **Methods:** Simultaneous bilateral TCD monitoring of CBFV in the middle cerebral arteries (MCAs) was performed in 45 right-handed normal volunteers during 11 verbal and visuospatial tasks and their preceding rest periods. **Results:** All tasks induced a significant bilateral CBFV increase in the MCAs compared with the preceding rest periods and showed a significant lateralized right-hemispheric acceleration ( $P < 0.01$ ). Gender did not show higher relative CBFV changes ( $P > 0.05$ ). Performance quality did not reveal significant effects on CBFV change. **Conclusion:** Visual spatial cognitive activities can induce a significant lateralized right-hemispheric acceleration.

**【Key words】** Blood flow velocity; Cognition; Neuropsychology task; Transcranial ultrasonography Doppler

功能 TCD (functional transcranial Doppler ultrasonography, fTCD) 是研究在智能活动或运动时脑血流速度(Cerebral blood flow velocity, CBFV)的变化。有证据<sup>[1]</sup>支持智能活动和用 TCD 监测的血流速度变化有关的假说, 并且在不同的神经心理刺激时, 较大脑血管的直径并不发生显著的变化。假定基本的脑血管的直径不随时间的变化而变化, 在一系列的心理刺激条件下脑血流速度的变化必定和血流量的变化相关, 所以脑血流的变化反映了脑的新陈代谢的变化, 而这种变化归因为脑的激活。大脑中动脉(MCA)供应近 80% 的脑血流, 并且在大多数人中易于监测, 故本研究选择 MCA 作为观测血管。

本研究选择出 3 个视觉空间认知任务, 观测在完成认知任务的过程中双侧 MCA 血流速度的变化, 以探讨完成认知任务和脑血流偏侧化的关系。

## 1 对象和方法

### 1.1 对象

46 名正常志愿者(男 20 人, 女 26 人, 年龄  $22.64 \pm 1.21$  岁, 20-25 岁), 均为在本院实习的大学本科学生, 无活动性医学疾病, 无心脑血管和精神疾病史, 无服用影响精神状态的药物。要求受试者试验前 12 小时不饮用含咖啡的饮料或食品, 不吸烟。所有受试对象视力正常(或矫正后)。在试验前进行焦虑自评量表<sup>[2]</sup>检查, 有焦虑倾向者(标准分  $> 30$ )不入选本研究。利手检测采用中国人利手量表测量判定<sup>[3]</sup>, 左利手不参加本研究。有 1 个受试者, 因为在颞窗缺乏显著的信号未能完成 TCD 检测, 完成测试共 45 人。

### 1.2 仪器

采用 2-MHZ 脉冲波 TCD 系统(Rimed Ltd 提供的 INTRA-VIEW™ 硬件和软件, 软件版本 17.14), 可持续和同时监测大脑中动脉的血流速度。2 个 2MHZ 的探头安装在探头头架(由 Rimed 公司提供)上, 并且放置于左右颞窗, 发射和接收超声信号, 声波技术的细节、大脑中动脉 M1 段的判定和获得最

好信号的方法参照有关专著<sup>[4]</sup>。探测深度为 42–56mm, 速度频谱的包迹线和平均血流速度的计算由装备在设备上的具有快速傅立叶转换功能的标准运算系统实现, 此 TCD 设备允许记录颅内动脉的连续多普勒信号, 能在线运算平均血流速度(以 cm/秒表示), 并能把所得的频谱和数据保存到硬盘, 以供脱机时分析使用。

### 1.3 步骤

实验安排在一个安静的, 没有声光干扰的房间中进行, 在电脑屏幕前, 受试者坐在一个舒适的椅子上, 戴好固定探头的头架后, 2 个 2-Mhz 的 TCD 探头固定在受试者头部的左右颞区, 调整获得理想信号。经过最初的 6 分钟休息, 受试者面对计算机屏幕, 全部任务均呈现在计算机屏幕上, 任务的顺序根据不同的受试者进行滚动。试验前通过举例向受试者解释完成任务的方法及要求。每个任务激活状态持续 120 秒, 要求受试者对任务尽可能完成准确, 实验速度因人而异, 尽可能发挥个体的最大智能。当受试者给出反应, 则给出下一个条目。为获得一个稳定的测量值仅中间 60 秒(每个 120 秒钟的激活时间)被用来决定该项任务完成时的平均血流速度。每一个激活期后接 120 秒的休息期, 在休息期, 要求受试者看着空白的计算机屏幕, 放松, 规律呼吸。不允许他们说话或活动, 每一个休息期的开始 60 秒作为恢复期, 后 60 秒作为后一个激活相的测量基线。

### 1.4 认知任务

1.4.1 图画填充 呈现在计算机屏幕上, 材料来源于韦氏成人智力量表修订本“图画填充”(龚耀先, 湖南医学院, 1981)。

1.4.2 视觉搜寻<sup>[5]</sup> 要求受试者从由众多的字母符号所组成的图片中找出指定的字母或符号。受试者同时用双手食指指出他的选择。视觉搜寻以找到的正确答案数进行评分, 每正确一个记 1 分。

1.4.3 符号-数字模式测验<sup>[6]</sup> 要求受试者按照所给的图例进行符号到数字的转换, 并小声说出答案。符号-数字模式测验以回答正确的个数进行评分, 每正确 1 个记 1 分。

### 1.5 统计分析

计算每一休息期的后 60 秒和激活期中间 60 秒钟的平均血流速度。因为 TCD 不能分辨由认知任务所诱导的脑血流的增加和由轻微的超声角度变化所引起的差别, 所以我们计算从基线到激活相的相对增长幅度(BFV 激活—BFV 基线/BFV 基线 ×100)作为统计数据进行分析, 偏侧指数(LI)参照 Gregory<sup>[7]</sup>

的方法, 按照下面公式计算  $LI = (V_{\text{左侧相对增长}} - V_{\text{右侧相对增长}}) / (V_{\text{左侧相对增长}} + V_{\text{右侧相对增长}}) \times 100$  所得每一个任务的 LI 用单样本 t 检验(One-Sample T Test, 比较偏侧指数和常数 0 有无差别)进行分析。

## 2 结 果

### 2.1 利手和焦虑状态

所有志愿者均显示出较低焦虑状态, 平均标准分  $20 \pm 5.42$ 。利手测定结果为所有对象为右利手。

### 2.2 认知活动前后血流速度变化

和休息期相比, 完成所有任务时均呈现出双侧脑血流速度显著增加(表 1)。

表 1 休息和激活状态 MCA 平均 BFV

| 任务/左右     | 基线( $\bar{x} \pm s$ ) | 激活( $\bar{x} \pm s$ ) | 相对变化*    | t 值  | P 值*   |
|-----------|-----------------------|-----------------------|----------|------|--------|
| 图画填充      | 左 60.0±2.5            | 65.0±2.3              | 8.4±4.2  | 15.7 | <0.001 |
|           | 右 60.0±3.5            | 68.2±3.2              | 13.7±4.7 | 21.7 | <0.001 |
| 视觉搜寻      | 左 59.3±3.2            | 65.0±2.3              | 9.8±4.7  | 15.4 | <0.001 |
|           | 右 58.0±5.4            | 64.9±6.0              | 11.9±2.8 | 27.2 | <0.001 |
| 符号-数字模式测验 | 左 59.4±2.9            | 65.3±4.1              | 9.8±4.1  | 15.8 | <0.001 |
|           | 右 59.2±3.4            | 66.3±5.3              | 12.1±5.4 | 14.7 | <0.001 |

注: 平均速度单位 cm/s, \*指基线以上相对变化百分比, ☆指休息和激活状态 BFV 的差异。

### 2.3 不同认知任务半球间血流速度的变化

3 个任务所诱导的血流速度变化为右侧较左侧增加显著, 这种增加显示出明显的偏侧化。为评估偏侧化的作用, 我们引入 LI, 结果发现 3 个任务均诱导出显著的右侧偏侧化(表 2)。

表 2 认知任务的偏侧指数(LI)( $\bar{x} \pm s$ )

| 任 务       | 偏侧指数       | t 值   | P 值    |
|-----------|------------|-------|--------|
| 图画填充      | -24.3±24.1 | -6.8  | <0.001 |
| 视觉搜寻      | -12.9±24.4 | -3.53 | <0.01  |
| 符号-数字模式测验 | -9.6±18.1  | -3.6  | <0.01  |

### 2.4 性别对 CBFV 的影响

采用独立样本 t 检验 (Independent-Samples T Test) 统计性别在组间的作用, 在 3 个任务中性别对 CBFV 的影响未达到显著作用。我们把偏侧化分为三种情况: 偏左、偏右和不偏, 然后用  $\chi^2$  检验来分析性别对偏侧化的影响, 发现性别对偏侧化不产生明显影响( $P > 0.05$ )。

### 2.5 任务表现质量对 CBFV 的影响

总的来说, 任务完成质量是高的, 图画填充为  $8.11 \pm 1.39$ , 视觉搜寻为  $8.31 \pm 0.97$ , 符号-数字模式测验为  $36.78 \pm 3.74$ 。用 pearson 相关评估相对 CBFV 变化和任务完成质量之间的相关关系, 取 0.01 为显著程度标准, 我们发现表现质量和左右半球 CBFV 变化不相关。

## 3 讨 论

国外 fTCD 的研究发现言语任务能引出左半球 BFV 显著的偏侧化,而视觉空间任务能引出右半球 CBFV 显著的偏侧化<sup>[1]</sup>,并且 fTCD 检测结果的可靠性被许多研究所证明<sup>[8-15]</sup>。

本研究发现 3 个认知任务均引出双侧 CBFV 的增加,并且和完成任务前的休息期相比有显著统计学意义;计算 LI 发现 3 个视觉空间任务均引出了显著的 CBFV 右侧偏侧化。我们的结果和当前神经心理学认为右利手者,左半球以管理言语方面的功能为主,而右半球和非言语和视空间功能有较密切关系的理论一致,和国外相关 fTCD 研究结果一致<sup>[1]</sup>。

视觉搜寻、符号-数字模式测验和图画填充 3 个任务诱导出的 CBFV 的右半球偏侧化,其中以图画填充引出的偏侧化幅度最大,这可能和该任务需要整体空间感知有关。

大多数以前的研究未能得到或报道关于受试者表现的数据,尽管有表现质量和血流相关的假说<sup>[14]</sup>。我们想评估表现质量和 CBFV 之间的关系和我们相信实验完成后再回答问题不可靠,所以我们在激活时评估我们的受试者表现质量,在视觉搜寻和图画填充任务中,受试者被要求给出双侧的运动反应,以避免单独激活某一侧运动皮质;在符号-数字模式测验任务中,要求受试者小声说出答案,在实验中未发现小声说话干扰可见的多普勒频谱。尽管设法评估实际的表现质量,但没有发现表现质量和 CBFV 变化之间有显著关系。本文的结果和 Vingerhoets<sup>[1]</sup>观测的结果一致。

总的说来,本研究发现和当前的神经心理学的认知功能半球偏侧化的理论和国外功能 TCD 的研究是一致的。需要整体空间感知的任务引出的右半球偏侧化最为显著。性别作为一个独立因素,未对任务所诱导的 CBFV 的变化产生显著影响。此外,我们发现表现质量和 CBFV 变化之间无关联,这提示了试图解决一个特殊任务的过程激活了脑的特殊区域,而不是最终的结果正确与非来激活大脑皮层。

#### 参 考 文 献

- 1 Vingerhoets G, Stroobant N. Lateralization of cerebral blood flow velocity changes during cognitive tasks; a simultaneous bilateral transcranial Doppler study. *Stroke*. 1999, 30 (10):

2152-58

- 2 汪向东,王希林,马弘. 心理卫生评定量表手册. 中国心理卫生杂志社. 1999
- 3 李心天. 中国人的左右利手分布. *心理学报*, 1983, 15 (3): 268-276
- 4 华扬. 实用颈动脉与颅脑血管超声诊断学. 科学出版社, 2002
- 5 Robert J, Sember G. *Cognitive Psychology*. Harcourt Brace College Publishers, 1996. 86-93
- 6 汤慈美,王新德主编. 神经心理学. 人民军医出版社, 2001. 325
- 7 Gregory G, Brown, James R, et al. Cerebral blood flow and neuropsychological asymmetries in unilateral stroke. *Stroke*, 1991, 22: 1384-1388
- 8 Rihs F, Sturzenegger M, Gutbrod K, et al. Determination of language dominance: Wada test confirms functional transcranial Doppler sonography. *Neurology*, 1999, 52: 1591-1596
- 9 Knake S, Haag A, Hamer H.M, et al. Language lateralization in patients with temporal lobe epilepsy: a comparison of functional transcranial Doppler sonography and Wada test. *Neuroimage*, 2003, 19: 1228-1232
- 10 Knecht S, Deppe M, Ebner A. Noninvasive determination of language lateralization by functional transcranial Doppler sonography: a comparison with the Wada test. *Stroke*, 1998, 29: 82-86
- 11 Deppe M, Knecht S, Papke K, et al. Assessment of Hemispheric Language Lateralization: A Comparison Between fMRI and fTCD. *Journal of Cerebral Blood Flow and Metabolism*, 2002, 20: 263-268
- 12 Stroobant N, Vingerhoets G. Test-retest reliability of functional Transcranial Doppler Sonography. *Ultrasound in Med & Biol*, 2001, 27: 509-514
- 13 Vingerhoets G, Stroobant N. Reliability and validity of day-to-day blood flow velocity reactivity in a single subject: an fTCD study. *Ultrasound in Med & Biol*, 2002, 28: 197-202
- 14 Schmidt P, Krings T, Willmes K. et al. Determination of cognitive hemispheric lateralization by "functional" transcranial Doppler cross-validated by functional MRI. *Stroke*, 1999, 30: 939-945
- 15 Silvestrini M, Cupini LM, Matteis M, et al. Bilateral simultaneous assessment of cerebral flow velocity during mental activity. *J Cereb Blood Flow Metab*, 1994, 14: 643-648

(收稿日期: 2004-07-31)

(上接第 95 页)

- 3 陈一心, 焦公凯, 王晨阳, 等. 整合视听连续执行测试对认知功能障碍儿童的测试初探. *临床精神医学杂志*, 2003, 13: 265-267
- 4 Corkum PV, Siegel LS. Is the continuous performance test a valuable research tool for use with children with attention-deficit-hyperactivity disorder? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 1993, 34: 1217-1239

- 5 姜荣环, 王玉凤. 脑电生物反馈治疗对 ADHD 儿童认知功能的影响. *中国心理卫生杂志*, 2002, 16: 462-464
- 6 张风华. 注意缺陷多动障碍的神经生物学研究进展. *中国行为医学科学*, 2001, 10: 629-631
- 7 徐岩, 周晓林, 王玉凤. 注意缺陷多动障碍病因学研究进展. *中国行为医学科学*, 2003, 12: 107-108

(收稿日期: 2004-07-15)