

# 认知过程中大脑两半球的协同活动

## ——若干实验结果的分析 and 再分析<sup>1)</sup>\*

郭念锋 李世强

中国科学院心理研究所,北京,100012

### 摘要

本文对以往裂脑患者、右半球摘除患者和正常被试的若干实验结果进行了综合性的二次分析;同时对双脑协同活动的机制进行了讨论。依据实验资料提出双脑协同活动的两种可能的模式:〈1〉双脑互补模式;〈2〉双脑互扰模式。

统览以往文献,觉得把实验数据的算术平均数或某些概率运算的结果作为大脑一侧优势的指标可能是欠妥当的,因为它忽略了数据本身的性质。依据从三种视野所分别获得的数据可能具有向量性质,故建议:

〈1〉用左、右视野所获数据的向量差作为双脑协同活动中协同程度或协同水平的指标;

〈2〉把三组数据放在平面直角坐标系中分析,把左、右视野数据与中间视野数据之间的夹角差数作为单侧视野相对认知优势的指标。

**关键词:** 脑功能一侧化,双脑协同活动,割裂脑,优势半球,向量

自上世纪六十年代法国神经科学家 Broca 提出左额下回损伤可导致运动性失语以后,大脑功能一侧化优势问题便成了神经科学家和心理学家所关注的重要课题<sup>[1-3]</sup>。本世纪六十年代后,美国神经科学家 R. W. Sperry 利用裂脑手术患者进行了神经心理学的研究,他用实验的方法阐明左、右半球在认知功能方面的严格分工<sup>[4-6]</sup>。七十年代初,Levy 用一篇总结性的文章肯定了 Sperry 的工作<sup>[7]</sup>,自此以后,左、右两半球功能一侧化和功能专门化的问题终成定论。

然而,几乎与 Broca 同一时代,就曾有作者提出,语言活动并不完全是一侧半球的专门化功能<sup>[8]</sup>。这种论点在当时虽未引起充分重视,但后来的临床观察和实验研究的大量资料却不断提示,两半球的功能一侧化和所谓功能优势概念都只有相对意义。实际上,任何一种心理活动都是双脑协同活动的结果<sup>[9-12]</sup>。即便在情绪调节方面,当维持正常情绪过程的双脑协同活动蒙受障碍时,协同的失调将导致精神疾病<sup>[13]</sup>。

双脑协同活动的概念与功能一侧化概念并不绝对对立。在不同认知条件下(如不同信噪比条件下)进行实验的结果表明,两半球在认知过程中,机能的分工与协调之间有着很复杂的关系<sup>[14]</sup>。另外,还有一些研究提示,认知活动中左、右视野的优势有一个个体发

1) 本文于1992年2月21日收到。

\* 国家自然科学基金会资助项目

育过程,在个体认知发育的不同阶段上,左、右半球分工与协调水平以及认知策略是很不相同的<sup>[15,16]</sup>。

以往,按传统的科学思维,把整体分为部份,如把大脑分为左、右两半球分别给以精细的研究,这诚然是十分重要和卓有成效的。然而,任何心理活动都不是两半球功能的机械相加,这也是事实。因此,当我们深入地讨论脑和心理的关系时,对心理的脑机制做整体性的考虑,突出双脑的协调关系,这绝不是对格士塔原理的简单重复,而是使我们在考虑研究路线和分析结果时更接近当代的科学思维,这便是我们进行如下综合分析的目的和缘由。

## 一、临床观察、实验结果的分析

表 1 中所列出的是右半球全摘除患者的认知实验结果及其与对照组的比较。

表 1 右半球全摘除患者与对照组被试认知结果比较

实验项目	右半球全摘除患者 认知错误率%	对照组被试 认知错误率%
1. 汉字认知 (右视野)	20	1.5
2. 几何图形认知 (右视野)	35	0
3. 普通话元音辨认 (右耳)	4	5
4. 普通话辅音辨认 (右耳)	10	0
5. 音乐节奏辨认	33	36

实验结果的第 1、2、4 项表明,失去右脑的支持与协同之后,左脑单独认知汉字、辨认普通话声母和认知几何图形的能力都比对照组困难,错误率较高。结果的第 3、5 两项表明,左脑对普通话韵母和音乐节奏辨认时,成绩却不比对照组差,甚至其认知正确率略有升高。虽然这种升高很可能不太显著,但作为一种趋势仍能引起我们的注意。当我们把这种实验结果与有关文献<sup>[18]</sup>比较时,立刻形成一种深刻的印象,似乎右半球切除后,使左半球的某些功能活动显示出抑制现象。我们把这种印象再与本文表 3 中的实验结果(中间视野正确认知的百分率随左视野认知成绩的急速下降而降低)联系起来考虑时,使我们比较确信,在某些认知活动中,右脑可能对左脑有某些抑控作用。

依如上分析,我们似乎可以认为,左、右半球在认知活动中的协同方式(或模式)至少有如下两种:(1)互补性的协同;和(2)相互抑控性的协同。

因顽固性癫痫而施胼胝体局部切断术的病例为我们研究两半球协同活动提供了良好机会。使我们可以反证两半球协同活动的重要性和规律性。

患者 I,男,20 岁,小学文化水平,因癫痫频繁发作而接受胼胝体切断术,手术记录记载:自胼胝体中点向前切断 15mm,向后切断 15mm。该部份约为胼胝体体部中三分之一处。

患者 II,男,19 岁,小学文化水平,因癫痫频繁发作接受胼胝体局部切断手术。手术记

录记载:自胼胝体中点向前切断 15mm,向后切断 20mm。该切断部位约为胼胝体体部中三分之一和体部后三分之一的一部份。

	A 1986.6	B 1986.11
1	王 山 十 大 日 上 工 人 王	王 山 十 大 日 上 工 人 王
2	王 人 日 工 上 大 王 山 十	王 人 日 工 上 大 王 山 十
3	王 主 日 人 大 十 上 工 人 王	王 主 日 人 大 十 上 工 人 王
4	王 人 大 十 上 工 人 王	王 人 大 十 上 工 人 王 (人)(大) (上)(工) (山)

图 1 患者 I, 右利, 术前和术后书写汉字比较图

A: 术前; B: 术后; 1. 右手默写(视觉参予); 2. 左手默写(视觉参予); 3. 右手默写(排除视觉); 4. 左手默写(排除视觉)。

实验结果似乎符合以上作者的看法。由于左右连合纤维部份切断使两脑间信息沟通蒙受影响,以至被试在书写、触摸和图形构筑方面都受到不同程度的影响(见图 1—图 4)。

Sunderland (1940) 依解剖学确定, 体部中三分之一是由额叶的部份纤维和顶、颞叶纤维组成, 后三分之一除顶、颞纤维外, 尚有枕叶纤维包含在内。Ettlinger (1965) 和 Sperry (1965) 都曾指出, 后部主要与传递视觉信息有关, 而 Hoff (1953) 和 Gloning (1969) 提出, 胼胝体体部的后三分之一具有信息整合功能, 可使两半球协同活动<sup>[17]</sup>。在本文的图 1、图 2、图 3 和图 4 中所列出的

	A 1986.6	B 1986.11
1	王 大 十 山 工 日 人 上	王 大 十 山 工 日 人 上
2	王 大 十 山 王 工 日 人 上	王 大 十 山 王 工 日 人 上
3	王 大 十 山 工 日 人 上	王 大 十 山 工 日 人 上
4	王 大 十 山 王 工 日 人 上	王 大 十 山 王 工 日 人 上

图 2 患者 I, 左利, 术前和术后书写汉字比较图

A: 术前; B: 术后; 1. 右手默写(视觉参予); 2. 左手默写(视觉参予); 3. 右手默写(排除视觉); 4. 左手默写(排除视觉)。

从以上对两名胼胝体局部切断的患者进行术前、术后认知操作实验的结果看, 尽管两名患者的主管空间结构、触摸认知和图形构筑的皮质中枢在术前和术后均未遭到破坏, 但术后在书写和触摸认知方面的能力下降足可说明在完成上述操作任务时, 不单需要皮质中枢的完整, 而且需要两半球有关皮质之间的沟通与协调。特别在图形构筑实验中, 患者 I 没有伤及胼胝体体部后三分之一, 即视觉皮质的左、右沟通保持依旧, 所以图形构筑能力保持完整, 而患者 II 则在构筑三角形、菱形和梯形的实验中出现部份障碍, 这说明在该项操作中视觉信息的左、右沟通是重要因素之一。如是, 认知操作对双脑协同的依存性在

	A 1986.6	B 1986.11
1		
2		
3		
4		

图3 裂脑患者 I 和 II,术前和术后触摸认知结果比较图。

A:术前;B:术后; 1.目标图形;2.患者 I,右利,右手触认结果;3.目标图形;  
4.患者 II,左利,左手触认结果。

标准图形	患者 I (右利) 拼构结果		患者 II (右利) 拼构结果	
	术前1986.6	术后1986.11	术前1986.6	术后1986.11
				三拼一 四拼一 不能 不能
				四拼一 不能
				四拼一 不能

图4 裂脑患者术前和术后图形构筑实验结果

这里再次获得证实。

## 二、实验神经心理学的某些研究结果的分析

在以探索两半球机能分工与协调机制为目的、采用三视野速示法对正常人进行的若

关于汉字认知、图形辨认和注意广度等实验中,实验结果屡屡向我们提示认知活动中大脑一侧优势的相对性和双脑协同的重要性。如下,列出两种较典型的实验结果以资说明。

表2 五十四名被试三视野注意广度实验结果  
(刺激时间: 100ms; 视角: 左、右侧5°)

	注意广度
左视野	4.90
右视野	4.69
中间视野	8.22

左、右视野注意广度差异显著  $t = 2.486$   $P < 0.05$

注意广度实验中的刺激物是在空间上无规则排列的若干黑点,要求被试在透视条件下认出其数目,对于这类既有空间特性又有数量特性的刺激作应答,从理论上说应视为既需左脑的计算又需右脑的空间组织能力,所以中间视野呈现刺激,使信息同时进入双脑应是最佳刺激条件,因为它有利于双脑协同。实验结果正好与这种假设一致。有趣的是,这类最需要双脑协同的认知任务,如果在单侧视野呈现时其认知成绩只相当中间视野的一半,这可能是认知活动中两半球互补协同的接近极端的一个实例。

不同认知条件可以产生不同认知结果,这是公认的。但随着认知条件的变化,不同认知结果的产生其内在原因,可能是认知策略(其中包括双脑协同方式)的变化。在不同信噪比条件下对汉字认知的实验,对这一问题给出了某种回答。

表3 不同信噪比条件下, 20名被试的汉字认知正确率(%)  
(呈现时间: 60ms; 视角: 左、右3.5°)

信噪比	$\infty$	6.66	4	2.85
左视野	100	97.50	82.50	77.50
右视野	100	99.37	90.62	88.20
中间视野	100	98.76	90.00	81.25

表中列出了20名被试对35个汉字的认知结果。当信噪比为 $\infty$ 和6.66时,三个视野的认知正确率几乎没有差别,信噪比在4和2.85时,认知结果差异显著( $0.01 < P < 0.05$ )。最有趣的是,中间视野的认知成绩随左视野认知成绩的急速下降而降低。这说明随着信噪比的下降认知活动的策略逐渐转向以右视野为主,并且左视野接受信息后的加工活动对双脑协同加工有干扰作用,以致使双脑同时接受信息后的加工水平还不如左脑先接受信息的加工水平。我们曾在右半球全摘除患者身上观察到的左半球活动的去抑制现象,在本项实验中又从正面得到印证。

### 三、关于大脑一侧优势和双脑协同活动的 数学表达方式问题

直到本世纪七十年代,人们仍然惯于使用左、右视野测定数据的算术运算来描述一侧

认知优势, 常见的公式为:  $LC = \frac{R-L}{R+L}$  [18]

式中  $R$  为右视野(或右耳)认知数据的平均值,  $L$  为左视野(或左耳)认知数据的平均值;  $LC$  为两组平均数的差与和的比值, 以此标明视野的优势程度。

Marshall(1975)提出, 以上的计算公式太简单, 不能全面地说明问题, 他提出用三种数值标定一侧优势水平, 即:  $ADS = R_o - L_o$ 。

$$POC = R_o / (R_o + L_o)$$

$$POE = L_o / (R_o + L_o)$$

$ADS$  为两半球认知的绝对差异,  $R_o$  和  $L_o$  分别为右视野和左视野正确认知的百分数;  $POC$  为右视野比左视野正确认知的程度;  $POE$  为左视野比右视野错误认知的程度,  $L_o$  和  $R_o$  分别为左视野和右视野错误认知的百分数 [19]。

Levy(1977)等人不满意以上的计算方法并提出另一种计算方法, 即:

$$\Phi = \frac{R-L}{\{(R+L)[2T-(R+L)]\}^{\frac{1}{2}}}$$

式中  $R$  和  $L$  分别为右视野和左视野认知数据的均值;  $T$  为实验的次数,  $\Phi$  为右视野在认知中的优势程度 [20]。

Bryden(1981)等人面对各式各样的计算方法深感混乱, 他们建议使用概率计算方法来表达一侧优势问题: 右侧优势 =  $P_R / (1 - P_R)$ ; 左侧优势 =  $P_L / (1 - P_L)$ 。  $P_R$  和  $P_L$  分别为右视野和左视野正确认知的概率值。 [21]

上述计算方法尽管在形式上有所差别, 但有两点却是共同的: (1) 进行数据处理时忽略了数据本身的内在性质; (2) 从运算本身虽然可以理解到一侧优势程度, 但却无法看出或未能反映出两半球协同活动的水平。应当知道, 数据虽然是由刺激一侧视野获得的, 但它们却都是双脑协同活动的结果。

事实上, 左视野呈现刺激时, 信息先进入右脑, 而后经胼胝体或其它连合纤维传入左脑, 最后经双脑协同活动给出应答; 而右视野呈现刺激时, 最终也是双脑协同给出应答, 只是信息传递的方向相反; 中间视野呈现刺激时, 信息是同时进入两半球并经协同活动给出应答。为此, 三组数据本身不单有量值, 而且有方向性质。考虑到数据自身的这种特性, 我们不得不认为, 对它们的绝对值进行算术运算并由此标定脑的一侧优势是欠妥的。由于从三个视野获取的数据都是不同条件下双脑协同活动的结果, 所以这三组数据之间有密切的关联, 它们是三组密切相关的有方向性的量值, 为此, 可以把它们放在平面直角坐标系中进行分析。

如图 5 所示, 如果我们把中间视野获得的量值作为标准向量与  $y$  轴重合起来, 那么由左视野所获取的种种数据  $A_1, B_1, \dots$  等, 便将作为自由向量分别落在坐标系的第 II 象限之内, 而从右视野获取的种种数据  $A_r, B_r, \dots$  等便将落在第 I 象限内。它们与坐标系的  $O$  点之间的距离表示量值, 与  $y$  轴的夹角  $\angle\alpha$  和  $\angle\beta$  表示它们的方向性质。由于它们同处在平面直角坐标系中, 所以可依从如同位移所依从的加法律, 为此可把它们当作真正的向量并按矢量代数的方法进行运算。

若以矢量代数的方法对三组数据进行运算, 它们之间的关系正符合余弦定理。

设:  $OB_1$  为  $\vec{a}$ ,  $OB_r$  为  $\vec{b}$ ,  $OB$  为  $\vec{c}$ 。

那么:  $c^2 = a^2 + b^2 - 2ab\cos C$ ,

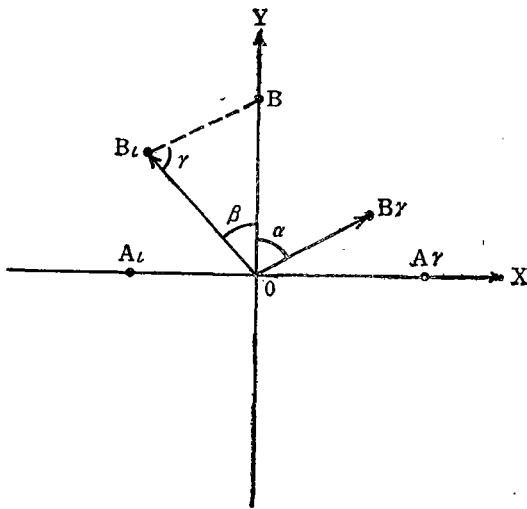


图 5

式中角  $C$  即是  $\angle \gamma$ 。

由于:  $a$ ,  $b$  和  $c$  是已知的测量数据, 所以:  $\angle \alpha$ ,  $\angle \beta$  和  $\angle \gamma$  可求。

$OB_1$  和  $OB_r$  的方向可以确定。

从图 5 中可以看到, 随着认知任务的不同,  $\angle \beta$  和  $\angle \alpha$  将不断变化。而且,  $\angle \beta$  和  $\angle \alpha$  愈小, 表明  $B_1$  和  $B_r$  愈逼近  $y$  轴, 说明单侧视野在某一认知任务中单独操作的能力越小, 或该项认知任务越依赖双脑协同。

另外, 还可以看到,  $B_1$  和  $B_r$  之间的距离, 即  $OB_1$  和  $OB_r$  的向量差, 可表明在某一认知任务中的双脑协同活动水平。这一差值越大, 说明认知活动越倾向单视野独立操作。当:  $\angle \beta + \angle \alpha = 180^\circ$  时, 差值达到

最大值。这便是完全割裂脑的实验所显示的情况, 双脑协同的值为零。当:  $\angle \beta + \angle \alpha = 0^\circ$  时,  $B_1$  和  $B_r$  都落在  $y$  轴上, 此时  $OB$  的值等于  $OB_1$  和  $OB_r$  的绝对值之和, 说明该类认知任务的最佳状态绝对依赖双脑协同。

如是, 按以上分析, 我们可以有以下结论:

(1)  $\angle \alpha$  和  $\angle \beta$  的差值可以标定一侧视野在某种认知任务中的相对优势;

(2)  $OB_1$  和  $OB_r$  之间的向量差, 即  $VD = \vec{a} - \vec{b}$ , 可以说明在某种认知任务中两半球协同活动的协同程度或协同水平。

诚然, 以上结论也可以被看作一种假设, 它将经受未来的实验资料的进一步验证。

### 参 考 文 献

- [1] Guo Nianfeng, Some Studies of Lateralization of Chinese Language Function, in the book "Chinese Language Psychology" edited by H. S. R. Kao and Cheng, Wen Hoe Book Company, H.K. 1983, pp 1-7.
- [2] A. Beaton, Left Side, Right Side, A Review of Laterality Research, Yale University Press, New Haven and London. 1985, pp 1-5.
- [3] Kimura, D, Cerebral Dominance and the Perception of Verbal Stimuli, Canadian Journal of Psychology, 1961, 15, 156-165.
- [4] R. W, Sperry, Split-Brain Approach to Learning Problems, Journal of Neuroscience, 1967, 5, 714-722.
- [5] J, L, Braodshaw, Right Hemisphere Language: A Review of Interrelated issues, Journal of Brain and Language, 1980, 10, 127-188.
- [6] R. W, Sperry, Lateral Special zation in the Surgically Separated Hemispheres, in the Neuroscience: 3d Study Program. (Eds.) Schmitt, F. D, and Worden, F, G, Cambridge, Massachusetts, MIT Press, 1974, pp 5-19.
- [7] J, Levy, Cerebral Asymmetries as Manifested in Split-Brain Man, In Hemispheric Disconnection and Cerebral Function. Eds. Kinsbourne M, and Smith, W, L, 1974, p 165-183.
- [8] J, H, Jackson (1874), On the Duality of the Brain, In Selected Writings of John

- Hughlings Jackson (Ed.) Taylor, J. Vol. 11, 1932. London, 129—145.
- [9] 李心天等, 裂脑患者的大脑两半球协同活动, 中华神经精神科杂志, 1988, 21 卷, 第 4 期, 196—199.
- [10] 李心天等, 大脑两半球协同活动; 右半球切除十四年后某些高级功能的观察, 心理学报, 1980, 2, 217—225.
- [11] 张达人等, 胼胝体分步切断病人左右侧命名的不对称, 心理学报, 1991, 3, 285—291.
- [12] Л. Я. Балапов, Служ и Речь, Доминантного и Недоминантного Полушария, стр. 176—182, Ленинград. 1975г.
- [13] М. О. Шуаре, К вопросу о нарушении интеллектуальной деятельности при поражениях левого и правого полушарий мозга, в книге: Нейропсихологический анализ межполушарной асимметрии мозга, стр. 215—223. Москва, Наука. 1986г.
- [14] 郭念锋等, 汉字认知过程中大脑两半球机能不对称性的实验研究, 心理学报, 1986, 2, 203—209.
- [15] 胡碧媛、许世彤, 中国儿童、少年在表意和表音文字辨认中大脑两半球的机能特点, 心理学报, 1989, 2, 176—182.
- [16] R. Silverberg, H. W. Gordon, S. Pollask, and S. Bentin, Shift of Visual Field Preference for Hebrew Words in Native Speakers Learning to Read, Brain and Language, 1980, 11, 99—150.
- [17] K. W. Wolsh, 《神经心理学》汤慈美等译, 科学出版社, 1984, , p 53—55.
- [18] R. A. Harshman, R. Remington and S. D. Krahen, Sex, Language and Brain; Adult Sex Differences in Lateralization, Paper presented at conference on Human Brain Function, 1974. Los Angeles.
- [19] J. Marshall, D. Caplan, and J. M. Holmes, The Measure of Laterality, Neuropsychologia, 1975, 13, 315—321.
- [20] J. Levy, The correlation of the Function of the Difference score with Performance, Cortex, 1977, 13, 458—464.
- [21] M. P. Bryden, and F. Allard, Do auditory perceptual asymmetries develop? Cortex, 1981, 1, 313—318.

## COORDINATE ACTIVITIES OF THE TWO HEMISPHERES IN THE RECOGNIZING PROCESS: ANALYSES AND RE-ANALYSIS ON SOME EXPEREMENTAL RESULTS

Guo Nianfeng    Li Shiqiang

*Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences*

### Abstract

Some results acquired in the past in experiments on cases of Split-Brain, Right-Hemispherectomy and normal subjects were analysed and re-analysed in this paper. Simultaneously, the problem with the mechanism of the coordination activities between the two hemispheres was also discussed.

On the basis of our experimental data, we also attempted to suggest that there may be two possible models of the coordination activities in the brain. (1) Two hemispheres work in coordination; (2) Two hemispheres work in interference.

After conscientiously reading a large number of literature, we sensed that it is inappropriate to take the arithmetic mean of the experimental data as the indication of the lateral dominance of the brain.



According to the ectorial nature of experemental data obtained through unilateral visual field, we propose that,

(1) To make the vector difference of the data from both left and right visual fields as the indication of the coordinate level between the two hemispheres.

(2) To make the angular difference between the vector value from LVF and RVF as the indication of the relative domination of the right or left visual field in a recognizing activity.

**Key words:** functional lateralization of the brain, coordinational activity between the two hemispheres, split-brain, dominant hemisphere, vector



## 欢迎订阅《心理学动态》

《心理学动态》是中国科学院心理研究所主办的综合性学术刊物,主要报道普通心理学、发生发展心理学、生理心理学、医学心理学、工业心理学、教育心理学、社会心理学、兼其它领域的心理学文章,主要反映国内外心理学各领域研究的新进展、新动向、新成果。

阅读对象为心理学、生理学、医学、工业技术、哲学等领域专业人员及教育工作者和管理部门等有关社会阶层阅读,尤其适宜各大专院校、中等技术、师范学校图书馆订购。

《心理学动态》为季刊,每年2、5、8、11月出版,每期2.8元,全年11元(包括平邮票),欲订阅者,请向本刊编辑部索取订单。订阅办法:邮汇,100086北京北三环西路45号甲中国科学院心理所《心理学动态》编辑部;信汇,北京中国工商银行北京市新街口分理处,帐号:881016—72

我们竭诚希望读者踊跃订阅。谢谢。

《心理学动态》编辑部

1993.2.