

胼胝体体部切断裂脑人大脑两半球 协同活动的变化¹⁾

龙迪

李心天

李鸣皋

中国医科大学医学心理教研室 中国科学院心理研究所 中国医科大学医学心理教研室

摘要

本文采用手势模仿和摸物命名两个实验,对九名接受胼胝体体部切断术后1—3年的病人进行了较精细的反应时研究。结果表明:胼胝体体部切断的病人尽管没有表现出明显的认知操作障碍,但交叉模仿平均反应时长于单手模仿平均反应时,左手(平均)命名反应时长于右手(平均)命名反应时,差异非常显著。与正常人形成鲜明的对照。提示:未被损伤的胼胝体纤维代偿功能能够渐渐地补偿两个半球协同活动的缺陷;但是如果用更精细的实验检查,大脑机能缺陷仍会表现出来。说明胼胝体体部的损伤确实影响了两个大脑半球的协同活动。

前言

人类两个大脑半球存在着机能不对称性,这一结论已被大量的神经心理学研究所证实。Levy总结了脑机能不对称性的证据并指出:左、右两个半球好象两套不同类型的信息加工系统,它们相互补充、相互代偿、相互制约、相互协作,才能完成人类高度完整的心理机能。

以往的裂脑研究表明:在人类,完全切断胼胝体后,左、右大脑半球各自独立地执行自己的功能,好象两个毫不相干的个体^[1]。裂脑人在需要两个半球协同活动的作业中表现出明显的两半球机能分离现象^[2-7]。证实了在大脑协同活动中,胼胝体起着至关重要的作用。

七十年代后,一些学者对胼胝体部分切断的病人进行神经心理学的研究,结果表明:胼胝体的不同部位在不同的感觉通道中,选择性地参与大脑半球的协同活动。胼胝体不同部位的损伤,会出现相应的大脑机能缺陷^[7-14]。然而,也有研究发现:随着术后时间的延长,胼胝体部分切断的病人大脑协同活动的缺陷逐渐消失^[14-16]。似乎脑内代偿调节机制弥补了由左、右两半球分离所造成的缺陷^[15]。然而,这种代偿调节是否能够完全消除由胼胝体损伤所致两半球协同活动的缺陷,尚是一个悬而未决的问题。国外尚未见文献报道。国内只有一篇相关的报道^[17]。

1) 本文于1990年2月21日收到。

本文拟采用经修改的手势模仿和摸物命名两个实验,对九例接受胼胝体体部切断术后1—3年,没有明显半球机能分离现象的裂脑人,进行较精细的反应时研究,探讨术后1—3年胼胝体体部切断的裂脑人左、右半球协同活动的变化,以期为上述问题提供新的论据。

实 验 对 象

实验组九名被试均为曾接受胼胝体体部切断术的病人。其中男七人,女二人。经利手调查表检查均为右利^[18]。术前经临床医生检查及脑电图描记等,九名被试均被诊断为顽固性癫痫。CT扫描未发现双侧半球大块病灶(直径均在2 mm以下)。术中切断胼胝体可见其下方的室管膜,以此作为判断完全切断胼胝体的标准。术后均一期愈合,无再出血、脑内脓肿等破坏胼胝体及脑实质的合并症。实验前经检查,九名被试精神、智能及言语正常,无肢体瘫痪及各种感觉障碍。详细情况见表1。

组成对照组的十名正常被试均取自沈阳市第四建筑公司沈阳籍工人。其中男八人,女二人,年龄为24—27(岁),平均年龄为 32.6 ± 6.82 (岁)。既往均无神经系统疾病史。右利手。职业及文化程度与实验组相当。

实验方法及结果

实验一 手势模仿

一、材料: 电子计时器

二、方法: 排除视觉参与,将被试一只手摆成特定的姿势。要求被试用同一只手模仿,是为单手手势模仿;或要求被试用另一只手模仿,是为交叉手势模仿。每个被试共有四种手的组合,即:左—左,右—右,左—右,右—左;每种手的组合有二十四种手势。其中十二个手势的实验顺序为:左—左,左—右,右—左,右—右;另外十二个手势的顺序为:右—右,右—左,左—右,左—左。手势随机呈现。记录每次模仿的反应时及反应正误。(指导语略)。

表1 九名裂脑被试基本情况一览表

被试	性别	年龄 (岁)	文化 程度	手术日期 (日/月—年)	术前 CT 所 见	切断胼胝体体部 的长度(cm)
1	男	31	初中	22/3—88	正 常	5
2	男	26	初中	18/5—87	正 常	4
8	男	33	高中	1/2—86	双侧苍白球钙化	6
4	男	30	高中	17/5—86	正 常	4
5	男	34	高中	2/7—87	正 常	6
6	女	34	高中	3/8—87	正 常	6
7	女	26	高中	13/8—87	右脑深部高密度小钙化点	4
8	男	34	高中	30/12—87	右额顶深部高密度小钙化点	6
9	男	30	高中	11/9—86	正 常	6
\bar{x}		30.89		*24(月)		5.22
s		3.22		6.56(月)		0.97

* 手术到本实验的时间间隔;

注: 九名被试接受实验时间为89年5月。

三、结果:

(一) 平均反应时(RT)的比较

1. 实验组交叉模仿平均反应时长于单手模仿平均反应时, 经检验, 差异非常显著($T=0, P<0.01$)。

2. 对照组交叉模仿平均反应时长于单手模仿平均反应时, 经检验, 差异非常显著($T=0, P<0.01$)。

3. 实验组交叉模仿与单手模仿平均反应时差值长于对照组, 经检验, 差异非常显著。 $(T_1=57, T_2=153, P<0.01)$ 。

见表2、表3。

4. 实验组每一被试交叉模仿平均反应时均明显地长于单手模仿平均反应时。经检验, 差异非常显著。

表2 手势模仿平均反应时(RT)比较

组别	n	RT ± SD(S)		显著性
		交叉模仿	单手模仿	
实验组	9	5.92 ± 8.68	2.20 ± 2.82	P < 0.01
对照组	10	0.78 ± 0.14	0.52 ± 0.15	P < 0.01

配对秩和检验。

表3 实验组与对照组交叉模仿和单手模仿平均反应时差值比较

$\Delta RT_1 \pm SD(S)$	$\Delta RT_2 \pm SD(S)$	显著性
3.72 ± 5.87	0.26 ± 0.11	P < 0.01

Wilcoxon 检验

注: $\Delta RT_1 = \overline{RT}_{交叉} - \overline{RT}_{单手}$ (实验组)

$\Delta RT_2 = \overline{RT}_{交叉} - \overline{RT}_{单手}$ (对照组)

(二) 模仿错误率的比较

1. 实验组四名被试(被试1, 4, 7, 8)未出现模仿错误, 其余五名出现了模仿错误, 交叉模仿错误率大于单手模仿错误率, 经检验, 无显著性差异($\chi^2=1.87, P>0.1$)。

见表4。

2. 对照组十名被试未出现任何模仿错误。

表4 五例裂脑人手势模仿错误率比较

被试	交叉				单手				显著性
	错误数	正确数	合计	错误率	错误数	正确数	合计	错误率	
2	3	45	48	6.25%	0	48	48	0	P > 0.05
8	10	38	48	20.85%	4	44	48	2.33%	P > 0.05
5	2	46	48	4.17%	1	47	48	2.08%	P > 0.05
6	4	44	48	8.83%	0	48	48	0	P > 0.05
9	18	30	48	37.5%	11	37	48	22.92%	P > 0.05
平均	7.4	40.6	48	15.42%	3.2	44.8	48	6.67%	P > 0.05

χ^2 —检验

实验二、摸物命名

一、材料：十种常用物(略)，电子计时器。

二、方法：排除视觉参与，给被试一只手内放置一个刺激物，要求其立即说出该物的名称，是为单手摸物命名；或给被试双手同时各放置一个刺激物，要求其尽快分别说出物品的名称，报告顺序不做规定，是为双手同时摸物命名。手的实验顺序为：左、右、双、双、右、左。每一种实验条件下，给被试每只手呈现十个刺激物，呈现顺序是随机的。记录每次命名的反应时及反应正误。(指导语略)。

三、结果：

(一)平均命名反应时 (\overline{RT}) 比较

1. 单手摸物命名：

(1) 实验组左手平均命名反应时长于右手，差异非常显著。(T = 0, P < 0.01)。见表5。

(2) 对照组左手平均命名反应时长于右手，经检验，无显著性差异(T = 23 > 10, P > 0.05)。见表5。

(3) 实验组每一被试均表现为左手平均命名反应时长于右手，经检验，差异均非常显著。(表略)

表5 单手摸物命名左-右手平均命名反应时间 (\overline{RT}) 比较

组 别	n	$\overline{RT} \pm SD(S)$		显 著 性
		左 手	右 手	
实验组	9	3.96 ± 0.48	1.63 ± 0.86	P < 0.01
对照组	10	0.95 ± 0.23	0.94 ± 0.20	P > 0.05

配对秩和检验。

2. 双手同时摸物命名：

(1) 实验组左手平均命名反应时长于右手平均命名反应时，经检验，差异非常显著。(T = 0, P < 0.01)。见表6。

(2) 对照组左手平均命名反应时长于右手平均命名反应时，经检验，差异非常显著。(T = 0, P < 0.01)。见表6。

(3) 实验组左、右手平均命名反应时差值长于对照组，经检验，两者无显著性差异。见表7。

(4) 实验组中每一被试左手平均命名反应时均长于右手平均命名反应时，经检验，差异非常显著。(表略)

表6 双手同时摸物命名平均反应时 \overline{RT} 比较

组 别	n	$\overline{RT} \pm SD(S)$		显 著 性
		左 手	右 手	
实验组	9	4.33 ± 3.83	2.61 ± 1.52	P < 0.01
对照组	10	1.75 ± 0.60	1.30 ± 0.35	P < 0.01

配对秩和检验。

表 7 双手同时摸物命名反应时差值比较

$\Delta\overline{RT}_1 \pm SD(S)$	$\Delta\overline{RT}_2 \pm SD(S)$	显著性
1.72 ± 2.91	0.45 ± 0.46	P > 0.05

注: (1) Wilcoxon 检验

(2) $\Delta\overline{RT}_1$: 实验组双手同时摸物左、右手命名反应时平均差值;

$\Delta\overline{RT}_2$: 对照组双手同时摸物左、右手命名反应时平均差值;

(二) 平均命名错误率比较

实验组有八人未出现命名错误。仅被试 1 左手出现命名错误, 错误率为 25%, 右手未出现命名错误。经 χ^2 检验, 差异显著。($\chi^2 = 5.70, 0.01 < P < 0.05$)。

对照组十名正常被试左—右手均未出现命名错误。

讨 论

在灵长类动物, 从一只手传入的手势信息到达对侧半球中央后回初级感觉区 (SI 区) 后, 必须在后顶叶联合区经过加工、整合, 才能形成肢体的位置知觉。在后顶叶形成的位置知觉信息一方面经皮质内联络纤维传递到该侧的运动中枢——中央前回, 支配被刺激手完成单手内手势模仿, 另一方面, 通过胼胝体纤维传递到对侧后顶叶, 经该侧半球内联络纤维传递到运动中枢, 支配对侧手完成交叉手势模仿。可见, 必须通过胼胝体的信息传导, 保证两个大脑半球的协同活动, 才能很好地完成交叉手势模仿。

Sperry 的早期研究结果表明: 胼胝体完全离断的病人能够完成单手内手势模仿, 却不能完成交叉手势模仿^[1]。证实了胼胝体在半球间信息沟通中的作用。然而, 在胼胝体部分切断术后十二个月的病人检查中, 却没有出现交叉模仿错误。Sperry 推测: 这种现象可能一部分要归因于人脑具有一种潜在的高级功能, 它能使用尚未损伤的胼胝体纤维代偿或消除离断缺陷 (disconnection deficits); 但尚缺乏直接的论据^[15]。本文实验组四名被试未出现模仿错误; 其它出现模仿错误的五人, 虽交叉模仿错误率多于单手模仿错误率, 但两者无显著性差异, 说明胼胝体部损伤后, 经过一段时间后, 胼胝体其它完好的纤维能够代偿性地执行功能, 弥补了由于胼胝体损伤造成的两半球协同活动的缺陷, 因而病人没有表现出明显的操作障碍。但是, 如果对病人作进一步的反应时分析, 我们发现, 实验组交叉模仿平均反应时是单手模仿平均反应时的 2.65 倍; 在正常人对照组中没有见到这种现象。说明胼胝体部离断后, 尽管渐渐看到了代偿作用, 但由于一侧半球不能从另一侧半球得到充足的信息, 因而影响着大脑两半球的协同活动。

摸物命名作业涉及形状知觉和言语反应两种认知功能。前者以右半球为优势脑, 后者以左半球为优势脑。右手摸物时, 右手的触摸刺激 → 左半球顶叶形成形状知觉 → 左缘上回 → 左 Broca 区做出命名反应; 而左手摸物时, 左手触摸刺激 → 右顶叶形成形状知觉 → 右缘上回 → 经胼胝体传递到左缘上回 → 左 Broca 区做出命名反应。

本文实验组左手平均命名反应时大大地长于右手, 与正常人形成鲜明的对照。说明胼胝体部损伤破坏了两个半球间的信息沟通, 右半球形成的形状知觉不能通过胼胝体迅速地传递给左半球, 病人不能对左手持物迅速地做出命名反应。可见, 右半球失去了左半球的支持, 就不能圆满地完成有言语机能参与的作业。实验组左、右手摸物命名均较对

照组相应的手缓慢,说明胼胝体损伤后,右(左)半球从左(右)半球得到的支持减少,大脑协同活动水平下降。

双手同时摸物命名时,两个半球同时操作不同的作业,一侧半球从另一侧半球获得的支持减少,大脑协同活动水平下降,因而,被试不能很好地完成摸物命名作业。本文实验组及对照组中均可看到:双手同时摸物命名时,左右手平均命名反应时较单手摸物命名相应地延长,且左手命名平均反应时明显地长于右手。只是在胼胝体损伤的实验组,这种现象更为明显。在这项作业中,即使不对左、右手持物命名顺序做硬性规定,病人也总是先命名右手所持物品。这种现象在正常人中也能看到。实验结束后,许多被试主动报告说,有时他想先命名左手的物品,但总是情不自禁地先说出右手的。

Levy认为:两个半球同时工作时,中枢将根据作业的性质不同,以及被试对反应方式的主观期望,选择性地激活有关的一侧半球,使之做好准备,处理感觉信息,作出行为反应。在与语言加工有关的作业中,左半球优先被激活,右手—左半球系统总是以强有力的方式处于主导地位。这个观点在本实验中得到支持。

国内学者曾对一例胼胝体体部切断的病人进行摸物命名的追踪研究。发现病人术后90天左手摸物命名的正确比为1:5,而右手摸物命名的正确比为5:5;术后150天及250天,左、右手摸物命名完全正确^[10]。国外学者研究也发现胼胝体部分切断术后12个月的病人两手摸物命名完全正确^[15]。本文选用的九名裂脑被试为术后15.5—36(月),平均 24 ± 6.56 (月);其中八人在二十次摸物命名作业中,命名全部正确,这与前人的实验结果是一致的。

以往的临床报告以及以猴为对象的实验研究表明:胼胝体体部特异性地传递半球间的触觉信息。但是,这种特异性不是绝对的。Geffen Gina总结了前人的研究^[19,20]指出:当受损的胼胝体体部不能在半球间传递触觉信息时,经过一段时间后,胼胝体其他尚未损伤的纤维能够代偿性地执行半球间的传递功能^[8]。因此,经过术后较长时间,代偿机能掩盖了半球间的协同活动的缺陷。这一现象也出现在本实验中:实验组大多数切断胼胝体体部的裂脑人摸物命名全部正确。但如果选用反应时作精细的比较、分析,这种缺陷仍能表现出来。被试1左手摸物命名错误明显地多于右手,可能是由于建立代偿所需时间存在个体差异。对此,尚需作进一步的研究。

从上述结果可以看到:胼胝体体部切断的裂脑人保留的联络纤维经过一段时间后能够代偿性地执行传递功能,从而掩盖了因胼胝体体部损伤造成的大脑半球协同活动的缺陷。但是,如果选用更精细的反应时实验,就会发现因大脑两半球分离引起的大脑机能缺陷仍会显露出来;表明:这种代偿机能是不完全的。证明了高级大脑机能需要两个大脑半球协同活动才能圆满地完成。在此,胼胝体起着至关重要的作用。同时,本研究也为今后的裂脑研究提供了一个方法学上的考虑。

参 考 文 献

- [1] Sperry R. W., Consciousness, Personal identity and divided brain, *Neuropsychologia* 1984, 22, 6, 661—673.
- [2] Norman Geschwind, Disconnection syndromes in animals and man, *Brain* 1965, 88, 237—294.
- [3] Sperry R. W., Gazzaniga M. S. and Bogen J. E., Interhemispheric relationship; The neocortical commissures, syndromes of hemispheric disconnection. In *Handbook of Clinical Neurology*, P. J. Vinken and B. W. Bruyn (ed.) vol. 4 North-Holland, Amsterdam.
- [4] Gazzaniga M. S. et al. (ED.), *The integrated mind*. Plenum press, New York and London, 1978.
- [5] Sperry S. W., Hemispheric desconnection and unity in conscious awareness, *American Psychologist* 1968, 23, 723—733.
- [6] Bogen J., The callosal syndromes, In *Clinical neopsychology*, Heilman M. D. and Valenstein M. D. (ed.) Oxford University Press, New York Oxford, 1985, 295—338.
- [7] Gazzaniga M. S., Bogen J. E. and Sperry R. W., Observation on visual perception after disconnection of the cerebral hemispheres in man, *Brain* 1965, 88, 221.
- [8] Geffen Gina et al., The effect of lesions of the corpus callosum on finger localization, *Neuropsychologia* 1985, 23, 4, 497—514.
- [9] Gazzaniga M. S. and Freedman H., Observations on visual processes after posterior callosal section, *Neurology* 1973, 23, 1123—1130.
- [10] Springer S. P., Split-Brain Research. In *Left Brain, Right Brain*, Springer S. P. and George Deutsch (ed.) W. H., Freedman and Company. New York, 1984, 25—69.
- [11] Gazzaniga M. S., Risse G. L., Springer S. P., Clark E. and Wilson D. H., Psychologic and complete cerebral commissurotomy, *Neurology* 1975, 25, 10—15.
- [12] Jeeves M. A., Simpson D. A. and Geffen G, Functional consequences of the transcalsal removal of intraventricular tumors, *Journal of Neurology, Neurosurgery and psychiatry* 1979, 42, 134—142.
- [13] Shloms Bentin and Avraham Salar, Intermanual information transfer in patients with lesions of the trunk of the corpus callosum, *Neuropsychologia* 1984, 22, 5, 601—606.
- [14] Dimond S. J., Scannell R. E. and Browwers E. Y. M., Functionals of the center section trunk of the corpus callosum in man, *Brain* 1977, 100, 543—562.
- [15] Gordon H. W., Bogen J. E., and Sperry R. W., Absence of disconnection syndrom in two patients with partial section of the neocommissures, *Brain* 1971, 94, 327—336.
- [16] 李鸣皋、陈久荣等, 对裂脑人手术前后心理活动变化的研究, *中国医科大学学报*, 1985, 14, 1, 23—28.
- [17] 李心天、陈久荣等, 裂脑患者大脑两半球协同活动, *中华神经精神科杂志*, 1988, 21, 4, 196—200.
- [18] 李心天等, 中国人的左、右利手分布, *心理学报*, 1983, 15, 268—275.
- [19] Sidits J., Volp B. Holtzman J. Wilson D. and Gazzaniga M. S., Cognitive interaction after staged callosal section: evidence for transfer of semantic activation, *Science* 1981, 212, 344—346.
- [20] Fried I. Mateer C. Ojemann G. Wohns R. and Fedio P., Organization of visuospatial function in human cortex: evidence from electrical stimulation, *Brain* 1982, 105, 349—371.

THE HEMISPHERIC COOPERATION IN MAN AFTER CALLOSOTOMY OF THE TRUNK OF THE CORPUS COLLOSUM

Long Di

China Medical University

Li Xintian

Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences

Li Minggao

China Medical University