

大脑两半球在信息处理上的异同及其他(上)

Differences between Brain's Two Hemispheres in the Information Process

汪云九

(中国科学院生物物理研究所, 研究员 北京 100101)

大脑是统辖人体全部行动和思想的司令部,但是,为什么“上帝”要安排结构功能几乎对称的两个左右半球在同一个颅腔内呢?16世纪笛卡尔曾明确提出过此问题,但是至今还没有找到令人满意的答案。今天,神经科学、心理学和信息科学的发展为探索这一迷案提供了一些新的思路。

一、左右半球在结构和功能上的异同

人的大脑从解剖、形态学角度看,是由左右半球组成(图1),大体上呈镜面对称。许多动物的情况也类似。所以,过去一般认为大脑两半球在形状、大小、结构和功能各方面都是一样的。深入细致的研究发现,如果测量人类尸体的大脑颞平面的大小,在70%的人体中左半球大于右半球,只有11%的

化的结果。左右半球在大小上的差别对于男女性别来说,并无显著差异。

左右半球由胼胝体相联,胼胝体由神经纤维组成。人的胼胝体大约有2亿条神经纤维。大脑两半球通过胼胝体进行频繁的信息交换。

神经生理学和解剖学告诉我们,躯体和四肢的运动由对侧大脑半球的运动区指挥(图2),皮肤感觉(触觉、温度等)也是由对侧感觉投射区感受。脑局部损伤(外伤、脑血管病后遗症等)引起对侧躯体或四肢的运动障碍,医学上称为偏瘫。脑血管病引起的偏瘫在男女性别上似乎有差异,中医诊断中所谓“男左女右”意味着男性患者多发于左侧肢体的运动和感觉障碍,其病灶却在脑的右半球运动区和感觉区。相反,女性患者症状多发于右侧肢体而病源在左半球。

视觉和听觉是人类高度发展的两种感觉系统。视觉和听觉中枢在左右半球都有。但是,视野、视网膜与视中枢之间的对应关系略显复杂些(见图2)。

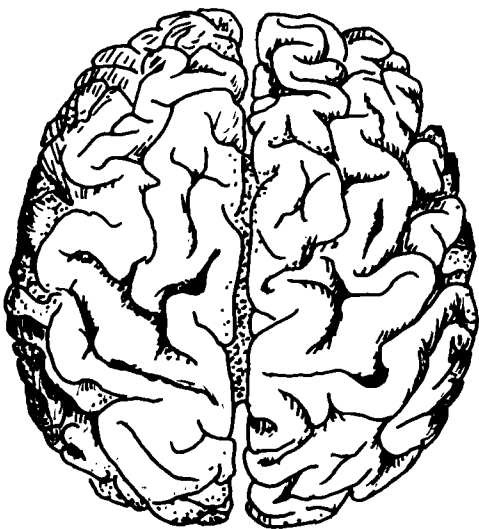


图1 人脑的顶视图,可清楚地看到几乎对称的左右两半球,它们之间由胼胝体相联。

人右半球大于左半球。这一现象在胎儿阶段已经有所表现,看来并不是后天发育的产物,而是长期进

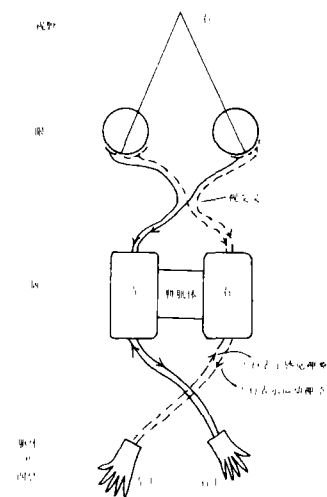


图2 大脑两半球与躯体感觉以及运动控制之间关系的模式图。视野内景物以注视点为界投射到对侧大脑半球上的视中枢。躯体和四肢上的感觉信息也是传送到对侧大脑上的感觉中枢,而皮层上的运动中枢控制对侧躯体和四肢的运动。

每只眼睛的视神经纤维在通向大脑视中枢的过程中分裂成左右两半,其中一束经视交叉到对侧,另一束到同侧视中枢。所以,可以粗略地说,左右两半球上的视中枢各管注视点及对侧视野内的景物。人的眼球可以自由转动,注视点也可转移,所以仅用黑布蒙住一只眼睛,左右两个视中枢基本上仍可观看整个视野内的景物。但是用手术切断视交叉,再蒙住一只眼睛,或者在特殊实验条件下,如速视仪实验中(该实验可保证图象在视野中的呈现时间极短,而且可精确控制),可以只让一个视中枢接受刺激,而另一视中枢看不到东西,从而研究左右半球的认知能力。

正常人大脑两半球之间有胼胝体联系可以互通消息,协调行动。极少数先天性胼胝体缺陷的人,或者为了治疗和缓解癫痫病而施行手术切断胼胝体的人,称为“裂脑”人。在一定实验条件下,他们的行为表现,有力地说明左右半球在功能上的显著差别。美国科学家罗吉·斯佩里(Roge Sperry)精心设计一系列实验,在此领域进行了许多创性研究,取得了许多很重要也很有趣的结果,荣获1981年诺贝尔生理学医学奖。

恩格斯曾经说过:“首先是劳动,然后是语言与劳动一起,成为两个最主要的推动力,在它们的影响下,猿的脑髓就逐渐变成人的脑髓……”。大多数人在使用工具(剪子、笔等)时,偏爱右手(右手受左脑控制),称为右利手。生理学、心理学研究发现,绝大多数人的语言中枢在左半球,恩格斯认为影响人脑进化的两大因素都与大脑左半球有关,但是许多左利手的人的语言中枢也在左半球,语言中枢与利手之间的关系比较复杂(见表1)。

表1 优势半球与惯用手之间的关系

惯用手	优势半球体(%)		
	左	右	双侧
右利手	90	10	0
左利手	64	20	16
左右无差别	60	10	30

引自“人体生理学”徐丰彦、张镜如主编,
人民卫生出版社1987年出版

左脑语言区受损的患者产生严重的语言障碍,而右脑相应部位受损并不产生明显后果。所以,有时把右半球称为“哑脑”。但是,并非说右脑对于语言文字一无所能。实验表明,右脑对简单文字有认知和理解能力,对动名词之类理解有困难,也不能用语言表述思想。左脑语言区受损的幼年患者,能在右脑逐步建立起新的语言中枢,执行正常的语言功能。上海一家医院曾切除一位幼女整个左侧大脑半球,经十几年随访观察,在行为、智能和语言等各

方面都与正常人无显著差别。

二、信息源和信息处理规律上的差别

神经系统是长期进化的产物,中枢神经系统进化而形成的大脑两半球是有机体适应环境的需要。神经系统的主要任务之一是从环境中接受和处理信息。而信息的本性、载体以及处理规律主要有两大类:一类是以空间变量为主体的景物、形体、图形等信息;另一类是以时间变量为主的声音、语言、音乐等信息源。后者,特别是语言信息在人类进化过程中,在形成社会生活的历史中起着极其重要的作用。这两类信息分别以视、听为主要感觉器官,占人的感觉总量的95%以上,这两类信息在本质上、表达形式上以及处理规律上的差别是造成大脑两半球在结构和功能上差别的主要原因。

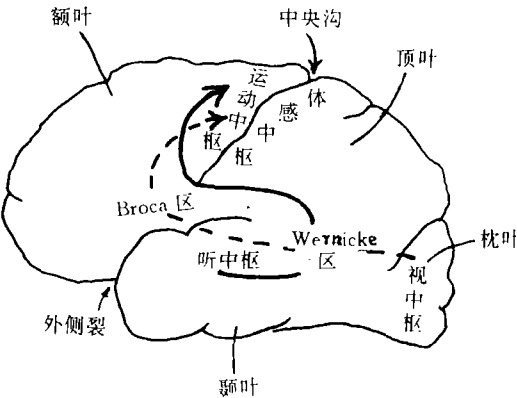


图3 大脑皮层的侧视图。图中表示出皮层的四叶(额叶,顶叶,枕叶以及颞叶),以及视觉中枢、听中枢、运动中枢及体感中枢。图中的Broca(B)区和Wernicke(W)都是语言有关的区域。实线箭头表示人在听到语言后并令其复述一遍时的神经信息的流向。听中枢首先活动,然后W区,再到B区,最后运动中枢活动。虚线箭头表示人在阅读文字时的信息流程,视中枢→W区→B区→运动中枢

语言的理解和对话表现在语言信号在时间进程中的分析过程。以二人对话为例考察这个过程,语音讯号以声音振动波的形式到达外耳,经内耳毛细胞编码成神经信息,通过耳蜗核、上橄榄核到达听觉中枢。颞叶的Wernicke区对语言加以理解,再到Broca区造句遣词,也许还有额叶的某些部位参与,最后通过发音器官做出适当应答。这是一个完整的时间序列上的加工处理过程,一步紧接另一步,不能颠倒也不能缺少。脑区不同部位的损伤引起不同类型的失语症。例如,Broca区受损的患者可以理解听到的语言,但不能说出完整的句子,做出正确的应答。据研究,原因在于患者在句子的语法结构功能上出现障碍。而Wernicke区受损的患者不能很好理解听到的语言,但患者口齿流利,可以说出结构完整的句子,不过满嘴胡言乱语,表现出

语言意义层次上的混乱。

视觉的情况有很大差别。景物的识别,物体距离的判断,以及面孔等复杂图象的认知,几乎是在瞬间完成的。视觉图象落在视网膜上后,分成两个亚系统向中枢传送。一个是小细胞系统,专门传送运动、距离等信息;另一个是大细胞系统,传送形状、颜色等信息。传送速度前者大于后者。人的视网膜细胞有上亿个,形成平行处理信息的高效网络。视神经纤维数达达 10^6 数量级,传送的信息量也是极其巨大的。心理学测试也表明,视觉系统能即时处理巨大量的图象信息。有研究报道,给受试者观看上万张图片,能记住和辨识出其中的 90% 左右。

这二类感觉功能(视、听)不可能完全相互替代和转换。一位失明的盲人难以理解三维世界中的景物和色彩瑰丽的世界。一位失聪的聋子也很难揣摩出电影中角色的对白。有时一目了然的情景却难以用简单的几句话表达清楚。有时用眼睛观察多时,费尽心机猜测的情景,可用一语道破。

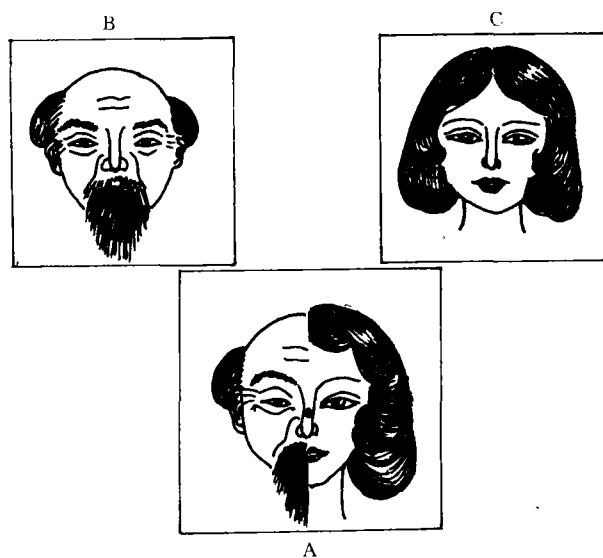


图4 A. 用速示仪呈现给裂脑人观看的图片。该图片是由男女两张相片挤接而成。实验时令裂脑人把视线集中到相片中鼻子上的黑点。B. 观看A图片后,请裂脑人从一堆相片中指出看到的图片,他会指出一张男人的相片。C. 如果用语言询问他并要求用语言回答看到什么相片,他会说是一张女人的相片。

近年来,心理学中信息学派的兴起,为研究大脑两半球在认知功能上的差别提供了许多有力的证据,用速示仪在极短时间内呈现一个图象给裂脑人看,如:her · man,令注视点集中在二者之间的黑点,用语言询问受试者看到什么?回答说是man,因为右视野中的man传送到左脑,通过左脑语言区做出回答。如果让裂脑人用左手指出这组词表中看到的是什么?他会指出her,这时的情况不同,因为左手是右脑控制的,而右脑的视中枢看到的是her词,所以左手指出这个词。

人脑在休息时脑电中 α 节律(8~12周/秒)成分增高。如令受试者(右利手)进行语言活动或数学运算时,发现右侧半球的 α 节律明显增高。用正电子扫描技术或核磁仪等脑活动成像技术,可以无损地检测正常人的进行认知作业时,大脑神经细胞代谢率的高低和兴奋性的水平。一些研究表明,进行视觉作业时,右侧半球的活动明显高于左侧;相反,进行言语活动、逻辑推理或数学演算时,左侧半球的活动增强。徐京华等分析脑电波中的维数,发现正常人在进行心算时,左颞叶部脑电的维数从安静时的 3.4 ± 0.1 上升到 4.6 ± 0.2 ,表明左脑在进行紧张的活动。

在心理物理实验中,专门设计一些认知实验,在左右半球分别执行,观察记录各半球在执行该任务时反应速度的快慢(反应时)以及结果的精确程度,用来鉴别两半球在认知功能上的差别。实验结果发现,右脑对空间结构、图形的整体性质等认知功能良好;对于复杂图形的识别(如人脸的辨别),右脑比左脑的反应平均快 14.5 毫秒,文字的反应快 18.5 毫秒。而左脑对语言的理解和反应较优。

1935 年斯托普(Stoop)报道一种有趣的心理现象,如果令受试者尽快地说出屏幕上显示的一个词的印刷颜色,例如:用红墨水印出的“蓝”字,在词义和颜色之间有矛盾的情况下,常常会出错。在进行一系列这种作业时,常常在开始几次还能正确反应,随后,错误越来越多。这一现象称为斯托普现象。科恩(Cohen)和马丁(Martin)(1975)改进斯托普实验用于听觉,给耳朵听唱词,唱词只有两个:“高”和“低”,但每个词或用高音调唱出,或用低音调唱出,有一半机会,词意与音调相矛盾。为了比较左右半球的功能,实验只对一只耳朵进行,另一只耳朵也不让它闲着,给它听故事,以免分散注意力。实验结果发现,右利手受试者,右耳听音调时,音调与词意相矛盾时的反应时间比相一致时要延长 1/4 秒,而左耳(左脑)在完成此任务时快 100 毫秒。

通过动脉注射巴比妥药物可以抑制一侧半球的活动。实验结果表明,左半球受到抑制后,语言功能几乎丧失殆尽,而右半球受到抑制后,语言功能正常,但复杂的高级视觉功能丧失。

1984 年 5 月在加拿大蒙得利尔大学举行了第六次神经科学国际会议,诺贝尔奖获得者斯佩里、休伯(Hubel)等人出席会议并发表演讲。1986 年出版了该会议的论文专著《两个半球——一个大脑》。此书从解剖学、电生理、动物行为实验、人的神经心理学等几个方面对大脑两半球的功能进行了讨论。斯佩里在该会上的讲演中曾特别讨论了大脑功能“单侧化”与“裂脑人”对人格心理、认知心理、教育社会

(下转第 49 页)

也只能等待统一的解决方案。

其次,在我国目前的情况下,对建设工程的质量实行奖优罚劣的办法是可行的,对工程质量的提高有一定的促进作用。目前福建、山东、新疆等省区已实行这种办法。另有一些省、市、部门则推行了优质优价政策。作为一般工业产品实行优质优价是符合市场经济规律的,但对建设工程这样一个特定的产品而言,科学地衡量优质优价的各种因素和标准却比较困难。因此,在实施现行工程项目质量验评标准的情况下,仍以采用奖优罚劣的经济政策为宜。

(4)制订激励技术进步的经济政策 采用实用有效的新技术是保证工程质量,提高经济效益的主导方向。但当前企业推行新的适用技术,得不到实际的经济利益。因此,应及早制订相应的经济政策,以激励企业推广新技术的积极性。

8. 采取各种有效措施,提高队伍素质

鉴于建设队伍增长过猛,加之原有的技术力量不断老化,使企业素质普遍下降。据1988年抽样统计分析,建筑企业技术与经济专业人员只占职工总数的10%,其中工程技术人员只占6%。在乡镇建筑队伍中则更少,专业人员仅为职工总数的3%,其中工程技术人员只占1.6%。在基层工长一级管理干部中,能看懂图的只占33%。这样的队伍显然无法保证工程质量。为此建议,采取各种可能的培训措施,分期分批进行各类专业知识技艺教育,不断提高队伍技术素质;经过考核合格,颁发上岗证书,实行持证上岗制度。

在政府机构精简以后,应充分发挥协会、学会等社会团体的力量,组织社会专门人才,承担培训任务。

另外,还应合理调整现有队伍的结构,尽可能组织专业队伍,以利较快地提高专业技术力量和技术水平,保证工程质量。

9. 加强建设工作的法制建设,逐步建立依法管理工程质量的法治环境

依靠法律、法规进行工程质量管理,是市场经济条件下必然的管理方式。我国目前还缺乏这方面的经验,应该借鉴国际上已有的好经验。我们在建设领域制订的技术法规已有了相当的基础,但质量管理方面的行政法规相对较少。目前的主要问题是,有法不依,执法不严,因此还起不到有效控制质量的作用。为此建议,除进一步补充和完善技术法规外,应着重抓好行政法规的制订和严肃执法两项工作。要抓紧制订诸如《建设法》、《工程质量法》等法规。在严肃执法方面,要加强执法监督力量,对违法者必须处罚,决不姑息。对产生质量事故并造成人员伤亡和严重经济损失者,应由国家建设行政主管部门会同有关部门进行认真调查,严肃追究责任,做出相应的处理,并将处理结果向社会公布,以利吸取教训,形成法治威慑力量。

再一方面,要完善和严格合同管理制度。通过合同,明确建设各方的质量责任,建立严肃的经济索赔制度和法律责任,逐步形成质量管理的法治环境。

10. 提高质量意识,赶上国际步伐

我国正处于由社会主义计划经济向社会主义市场经济过渡的时期,工程产品进入市场后,工程质量问题的重要性将更为突出。同时还面临建筑业进入国际市场,遵守关贸总协定要求的形势。在这历史转折时期,工程质量不仅应尽快改善,使其恢复到历史最好水平,而且给我们提出了赶上国际步伐,尽快向工业发达国家的工程质量标准水平看齐的更高要求。为此,建设战线的各级领导和广大职工都必须在提高工程质量意识上有一个大的突破,推动建设工程质量的不断提高。

(责任编辑 蔡德诚)

(上接第27页)

方面的影响,指出用手术切断胼胝体虽然能缓解和治疗癫痫病,但周密的实验和观察发现,患者会出现“人格分裂”现象。如果把患者的左右手背放在身后,叫它们互相握住,患者表现出好像握住别人的手的感觉,称为“陌生手现象”。有的裂脑人在行为上表现出相互矛盾的现象,甚至出现完全不同的情绪反应,有时右手把夫人亲昵地拉过来,而左手却粗暴地将她推开。同一种药物对不同的半球也会产生不同情绪反应。例如小剂量巴比妥注入左侧半球,产生抑压感,而注入右侧产生欣快感。看来大脑两半球不仅在认知功能上有差别,而且在感情、人格等更高的精神层次上也有差异。

上面介绍的一系列研究表明,大多数人的语言

中枢在左半球,有相应的神经结构和部位,执行整个语言活动不同阶段的功能。这一种语言功能的单侧化表现是进化过程中适应语言信息的时间特性而发展起来的。右脑也有“低层次”的语言文字理解功能,可是是一个“哑”的半球。右脑的专长是处理空间信息,包括空间定位,图形的整体性质,面容等复杂图形和景物的感知等,右脑的功能带有明显的空间、整体、直观和形象的特色。在正常人身上有2亿条神经纤维无时无刻不在沟通大脑两半球的信息,表现出统一的意志、思想和行动。大脑两半球的功能有分工但不分家,有专长但不专一,有互补而更多的是相互依存。

(责任编辑 蔡德诚)