

THE FIRST SCIENCE VIEW | 第一科学视野

《环球科学》杂志社 编
飞思科普出版中心 监制

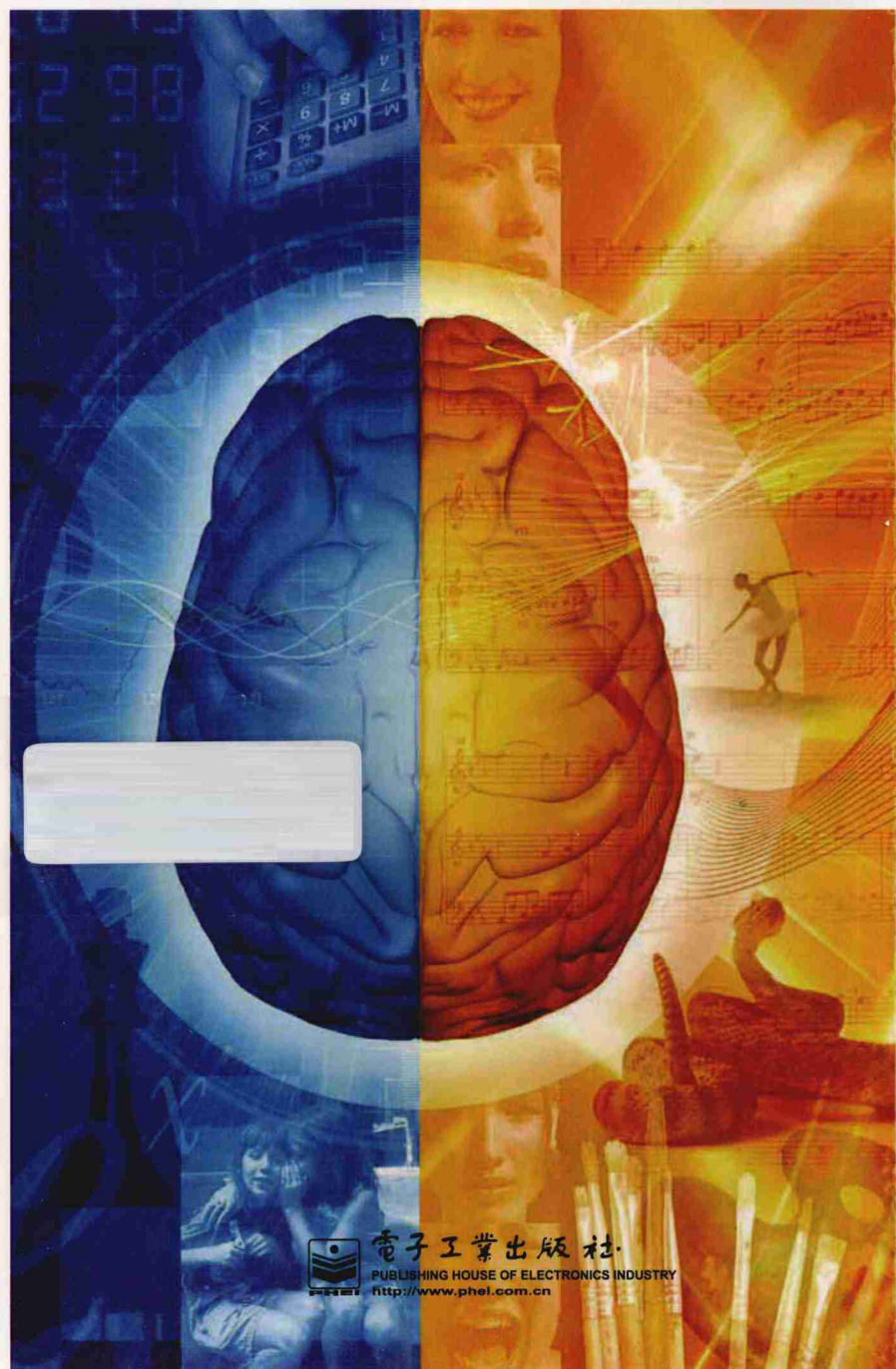


大脑与认知

修订版

全球顶级科普杂志《科学美国人》精选

众多
诺贝尔奖得主及
世界顶级科学家倾力撰写
荟萃从
爱迪生到
比尔·盖茨
都喜欢阅读的
大众科普文章



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

内容简介



为什么那些有着超高IQ的天才看起来却有些呆头呆脑？为什么魔术师能知道你在想什么？为什么我们的判断有时还不如幼儿正确？为什么看到别人挠痒痒，自己也会觉得痒？其实，这一切都与大脑有关，人类的行为都由大脑控制。本书为读者解读关于大脑与人类认知行为之间的关系，不但能告诉你怎样才能使大脑更加聪明，还能为你揭开思维的奥秘。

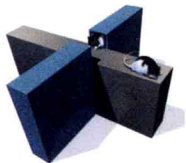
未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书的部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

大脑与认知 / 《环球科学》杂志社编. -- 修订本. -- 北京: 电子工业出版社, 2012.8
(第一科学视野)
ISBN 978-7-121-17281-6

I. ①大… II. ①环… III. ①脑科学—普及读物②认知科学—普及读物 IV.
①R338.2-49②B842.1-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第120816号



责任编辑: 郭晶 彭婕
特约编辑: 赵宁 赵海红
印刷: 北京天宇星印刷厂
装订: 三河市鹏成印业有限公司
出版发行: 电子工业出版社
北京市海淀区万寿路173信箱 邮编: 100036
开本: 889×1194 1/16 印张: 15 字数: 672千字
印次: 2012年8月第1次印刷
定 价: 59.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。
质量投诉请发邮件至zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至dbqq@phei.com.cn。
服务热线: (010) 88258888。

第一科学视野

大脑与认知

(修订版)



《第一科学视野》

丛 书 编 委 会

丛书主编

刘 芳 褚 波

丛书编委 (按姓氏音序排列)

陈宗周 刘 明 龙 晔

罗丽聪 罗 绮 申宁馨

THE FIRST
SCIENCE VIEW

第一科学视野

《环球科学》杂志社 编
飞思科普出版中心 监制



大脑与认知

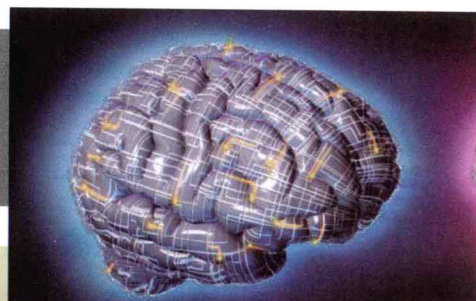
(修订版)

电子工业出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京·BEIJING

目录 CONTENTS

- 006 大脑为何分左右半球
- 014 智力基石：大脑白质
- 022 聪明的脑袋什么样
- 028 不理性的高 IQ
- 032 大脑扫描图误导了我们
- 036 魔术脑科学
- 045 如果“灵魂”可以出窍
- 048 读心术呼之欲出
- 053 拯救新生脑细胞
- 060 科技重塑大脑
- 067 大脑中的精神医生
- 072 大脑里的自画像
- 076 心理疾病的神经根源
- 084 变态人格的脑起源
- 090 建筑能让我们更聪明？
- 096 大脑里的性开关
- 102 遥控大脑
- 110 黑掉你的大脑
- 116 神经元之“舞”

- 122** 一生记不住一张脸
- 126** 开灯，校准你的生物钟
- 130** 用眼睛倾听
- 134** 眼睛泄露你的心灵
- 142** 突破色觉禁区
- 148** 色彩错觉扭曲了世界
- 155** 视网膜上的电影工厂
- 162** 神经语言 老鼠胡须下的秘密
- 171** 预防阿尔茨海默病
- 178** 唤醒植物人
- 184** 破译记忆密码
- 192** 联想、记忆和学习
- 198** 学习“雨人”的记忆方式
- 201** 嘴巴“听”声音
- 202** 为什么我们的判断有时不如幼儿正确
- 208** 直觉的来源不简单
- 214** 大脑如何产生意识
- 223** 天才思维解密
- 230** 做母亲让女人更聪明



大脑为何分左右半球

早在 5 亿年以前，大脑左右半球就已开始分工协作。科学家一度认为这是人类特有的现象，但现在他们发现，在早期脊椎动物上，语言、惯用“右手”、面孔识别、空间关系处理等特殊功能就已经由不同的大脑半球控制了。

撰文/彼得·F·麦克尼利奇 (Peter F. MacNeilage)

莱斯利·J·罗杰斯 (Lesley J. Rogers)

乔治·瓦洛蒂加拉 (Giorgio Vallortigara)

翻译/冯泽君

人类大脑的左右半球各有分工。我们最明显的智力特征——语言能力及右手的灵活性由左脑主管，而对各种物体空间联系的感知，则属于右脑的功能范畴。40 年前，科学界一致认为，除了语言能力以外，使用右手（肢）的习惯和特化出半边大脑去处理物体空间关系的能力也是人类独有的，其他动物完全没有脑半球特化的现象。

这些理念与人类具有特殊进化地位的观点非常吻合。生物学家和行为科学家都认为，人类使用右手的习惯形成于约 250 万年前，是祖先们在学习制造和使用工具的过程中进化出来的。使用右手的习惯也被认为是语言的基础：随着进化的逐步升级，左脑可能会在人类的各种日常手工技巧中，加入一些简单的肢体语言，而后慢慢转变为口头语言；也可能是由于左脑控制肢体动作的能力慢慢扩展到我们的“语音设备”——声带上。不管是哪种情况，语言都是从手工制作工具的能力进化出来的。科学家认为，左脑特化出管理右手使用习惯的功能

后，右脑也进化成物体空间关系的处理中心。

但过去几十年的研究发现，其他动物大脑的左右半球在功能上也有差别。尽管如此，科学界的主流观点仍是“人类与众不同”。很多科学家认为，在非人类动物上发现的大脑半球特化现象，与人类大脑的特化并不是一回事；人类大脑半球的特化是在人类出现后才开始的。

我们提出的一个全然不同的假说，已经得到了越来越多生物学家的支持。我们推测，早在 5 亿年前脊椎动物刚出现在地球上时，大脑两个半球的特化就已初具雏形。大脑半球较新的特化功能都是经过达尔文式的“后代渐变”过程，从原始特化功能进化而成的（达尔文的“后代渐变”过程是指，与古老性状相关的能力经过改变和重新组合发展出了其他的新性状）。我们的假说提出，脊椎动物的左脑最初的特化功能，是操控正常和熟悉情况下的成熟行为模式，而主要负责情绪激发的右脑，最初的功能是检测环境中的意外刺激，并作出相

应反应。

早期脊椎动物中，当某个大脑半球在特定环境下表现出发挥主导作用的趋势，两个大脑半球的分工可能就开始了。我们推测，右脑最初主要在危急情况下发挥作用，这需要动物作出快速反应，比如侦测周围环境中的猎食者。而在非危急情况下，主控权将由左脑接管。换句话说，左脑进化成为自发行为的控制中心，即对行为“自上而下”的控制（我们要强调的是，自发行为不一定是与生俱来的，其实很多自发行为都是后天学会的），而右脑则是环境诱发行为的控制中心，也即“自下而上”的控制。其他特化

大脑半球的分工

- 本文作者提出，大脑的“左右半球”结构早在 500 万年前就形成了。
- “左半球”的功能是控制人类行为模式的形成，“右半球”则负责对外界的意外刺激作出反应。
- 语言能力和使用右手的习惯，都是从控制日常行为的一种特化功能进化而来的。
- 脸部识别和空间关系处理能力可能是从祖先感知猎物方位的能力中进化出来的。



▲人类大脑的左半球主要负责掌管语言，精确操控右手动作，整理归类，以及执行一般的日常行为。右半球则专门负责处理紧急情况，组织空间事物，面孔识别和酝酿情绪。

程度更高的功能，比如语言、工具制作、空间定位及面孔识别，都是从这两种控制能力进化而成的。

大脑左半球

大多数支持我们假说的证据，都不是来自于对大脑的直接观察，而是在观察某一侧身体所“偏好”的行为后发现的。在脊椎动物神经系统中，躯体与大脑间的连接是交叉的——一般说来，从左侧躯体传入或发出的神经，几乎都与右侧脑半球相连，反之亦然。



支持我们假说前半部分（即脊椎动物大脑的左半球专门负责控制日常、自发的行为）的证据，最近越来越多。很多脊椎动物的日常行为都有右侧偏向性，其中就包括捕食。鱼类、爬行动物和蟾蜍在右眼和左脑的指导下，更倾向于捕食位于它们右侧的猎物。鸡、鸽子、鹌鹑、长脚鹬等很多禽类，都更喜欢以右眼所见去指导捕食行为。这种偏向性捕食行为甚至导致动物生理结构出现侧偏——新西兰歪嘴的喙部明显右偏，这些鸟类在河里的小石子下面寻找食物时，右眼就能更好地发挥作用。

哺乳动物中，具有侧偏性捕食行为的最典型动物要数驼背鲸。目前在美国阿拉斯加渔业科学中心（Alaska Fisheries Science Center）工作的菲利普·J·克拉普汉姆（Phillip J. Clapham）和同事发现，75头驼背鲸中，有60头的双颚只有右颚有磨损迹象，另外15头只有左颚出现磨损。这一发现有力地证明，驼背鲸捕食时只喜欢用某一侧的颚，而就目前的数据来看，“右颚鲸”明显占多数。

简单来说，所有五类脊椎动物——鱼类、爬行类、两栖类、禽类和哺乳类，在日常捕食过程中都有右侧偏向性，这种偏向很可能是祖先留下来的。

“右撇子”的起源

这些证据如何解释人类特有的“右撇子”现象呢？禽类和鲸的右侧偏向性似乎与此相关，但还不足以证明这就是人类“右撇子”的雏形。最

◀人类和其他脊椎动物的外周传入和传出神经纤维都与对侧大脑半球相连，因此每侧大脑半球控制的都是对侧身躯。

近，10多项研究显示，人类的近亲——其他灵长类动物也惯用“右手”，这说明人类使用右手的习惯是从更早的灵长类祖先那里继承而来的。

很多猿类研究都是美国耶基斯国家灵长类动物研究中心（Yerkes National Primate Research Center）的威廉·D·霍普金斯（William D. Hopkins）和同事完成的。他们观察研究对象右手偏好性的试验主要有两个：一是双手协调性试验，另一个是在非直立状况下抓取高处食物的试验。研究人员把蜂蜜（猿类特别喜爱的食物）放入一小截塑料管子里，然后再交给猿类动物。要吃到蜂蜜，它们就要用一只手拿起管子，再用另一只手的手指把蜂蜜掏出来。结果发现，用左手拿管子，右手掏蜂蜜的猿类动物两倍于反过来操作的猿类。同样，在抓取高处食物的试验中，它们也倾向于用右手执行任务。

上述发现告诉我们，早期灵长类动物为了获取食物，逐渐进化出各种越来越复杂的技巧，同时“双手”的偏向性也越来越强。我们推测，如果要进行复杂操作，灵长类动物就必须尽可能地把大脑控制信号直接传到更灵活的那只“手”。由于左半球负责日常行为，它还通过神经与躯体右侧相连，因此这使得“右手”使用率越来越高，最终导致非人灵长类更多地用右手来进行复杂的日常操作。

左脑与交流

现在看来，人类右手具有如此高的灵活性，很可能是较高级的灵长类祖先不断改进捕食行为的结果。那么，左脑掌控的语言功能是否也是从捕食行为中产生的呢？实际上，我们并不认为两者有直接联系，而是更倾向于认为，大脑的语言功能是从左脑

的一个不算太原始的“过渡性功能”进化而来的。这个“过渡性功能”就是控制日常交流，包括口头与非口头交流。长期以来，史前人类研究认为，这两种交流方式都是伴随着人类的出现才出现的，但我们的观点与此相反：在人类出现前很久，一些动物的大脑半球就已经特化出交流功能，人类只不过是这些动物那里继承了这一能力。

研究表明，禽类的左脑负责鸣叫功能，海狮、犬类和猴子的左脑负责感知同类的呼唤。本文作者之一罗杰斯和现任职于得克萨斯农工大学的米歇尔·A·胡克-科斯蒂根（Michelle A. Hook-Costigan）发现，普通猕猴友好地召唤同伴时，嘴巴右边咧得比左边大一点。人类说话时，嘴巴右边也会比左边张得略大一点，原因就在于左脑对右脸的激活程度更高。

在自然界，普遍适用的定律极少。一些动物在高度情绪化的情况下，作出的声音反应也与左脑相关，而不是我们认为的那样，与情绪有关的反应都由右脑控制。当一只雄青蛙被对手从背后压住时，通常由左脑控制语音反应；小鼠的左脑负责感知幼鼠发出的求救信号；沙鼠的左脑则在发情期控制求偶信号的发出。这些可能只是特例，因为人类、猴子及大多数动物都用右脑控制高度情绪化的语音反应，左脑只负责日常行为控制。

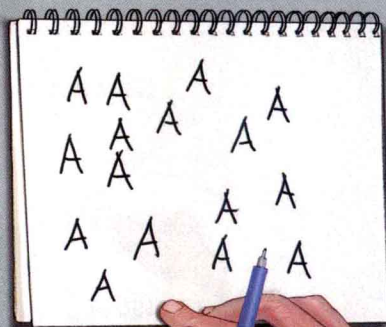
非语言交流也不是人类特有的。黑猩猩不仅习惯用右手把握工具，与同类做肢体交流时也喜欢用右手。大猩猩则喜欢同时使用右手、头和嘴巴，做一些复杂的交流。法国普罗旺斯大学的阿德里安·梅格蒂奇安（Adrien Meguerditchian）和雅克·沃克莱尔（Jacques Vauclair）甚至曾观察到，狒狒也偏爱用右手来沟通（用手拍地）。

人类的大脑

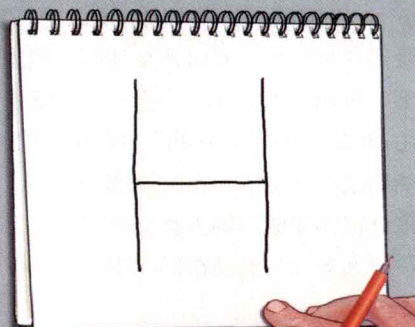
大脑半球的分工



原始图片



右脑损伤的病人能记得原图的细节，但记不清画面的整体布局。



左脑损伤的病人能记得原图的整体布局，但记不清细节。

美国加利福尼亚大学圣迭戈分校的迪安·C·戴利斯（Dean C. Delis）和同事做过一个经典实验：研究人员让脑损伤病人看一幅图，上面有许多字母 A 组成了一个大的 H（左图），然后让他们画出自己看到的图像。右脑损伤（记忆只能依赖左脑）的病人通常会画出一堆散乱分布的 A（左下图），而左脑损伤的病人则会画出一个大的 H，但并不是由一个个字母 A 组成的（右下图）。由此看来，左脑负责记忆外部刺激信号的细节，而右脑负责搭建信息的整体框架。

只要注意到人类也经常用右手做一些交流性手势，你就会明白上述发现在进化学上有多么重大的意义。我们与狒狒拥有共同的侧向性行为说明，使用右手交流的习惯最初可能出现在人类与狒狒的共同祖先中。这些祖先可能生活在 4,000 万年前，远远早于原始人类出现的时间。

语言的进化

仍未解决的一个根本性问题是，

左脑控制的捕食、发声、用右手交流等行为，到底是如何进化成语言的？这个问题非常重要，因为语言的出现，是地球生物进化史上最重大的飞跃之一。

本文作者之一麦克尼利奇曾提出，语言的出现要以音节（即语言的基本组成单位）的进化为前提。典型的音节是元音和辅音有节律地交替（辅音是声带闭合瞬间或几乎闭合时发出的声音；元音是空气自由通过张

本文作者

彼得·F·麦克尼利奇是美国得克萨斯大学奥斯汀分校的心理学教授。目前已经发表了 120 多篇关于复杂动作系统进化的文章。他所写的《语言的起源》一书去年由牛津大学出版社出版。

莱斯利·J·罗杰斯是澳大利亚新英格兰大学神经科学和动物行为学的荣誉教授。当大多数人还认为脑半球功能特化是人脑独有的特征时，她就发现鸡的前脑也有这种特化现象。

乔治·瓦洛蒂加拉是意大利心理/脑科学研究中心和特兰托大学认知科学系的认知神经科学教授。他和罗杰斯一起首次发现了鱼类和两栖类动物脑功能不对称的证据。

由于左半球负责日常行为，它还通过神经与躯体右侧相连，因此这使得“右手”使用率越来越高，最终导致非人灵长类更多地用右手来进行复杂的日常操作。

开的嘴，与声带发生共振时产生的声音)。在咀嚼、吮吸和舔舐时，下颚骨要交替抬起(可以产生辅音)和放下(可以产生元音)，音节可能就是由这些行为的“副产物”进化出来的。嘴唇张合产生的一系列嘴部动作，可能就慢慢变成早期人类交流的手段之一，很多灵长类现在仍在用这些动作交流。

后来，嘴唇的张合和喉咙的发声一起形成了口头上的音节。最初，一个音节可能表征单个概念，于是就形成了单词。再后来，早期人类把表示物体的单词(名词)和表示动作的单词(动词)连在一起使用，就逐渐形成了句子。

大脑右半球

我们假说的后半部分又怎么得到证实呢？有没有足够的证据说明，脊椎动物在进化早期，右脑就特化出了侦测外界意外刺激并作出反应的能力？这些能力是如何进化，又是如何转变的？

科学家研究了各种动物对掠食者的反应，得到的一系列发现为我们的假说提供了重要证据。在远古脊椎动物界，几乎没有其他事件能比致命掠食者的突然出现更能让动物感到意外，更能唤起它们的情绪反应。可以肯定的是，当掠食者从

左脑

日常行为操控

在目前研究过的所有脊椎动物上，几乎都能找到左脑负责日常行为的证据。以捕食这个日常行为为例，下图显示的实验中，研究人员把蚱蜢粘在转盘上，转到蟾蜍视野的左侧或右侧。当蚱蜢从左侧顺时针转到蟾蜍视野右侧的中线上时，蟾蜍会立即捕食蚱蜢。如果反过来转，蟾蜍发动进攻的次数则会显著减少。实验过程中，蚱蜢转入两侧视场(图中未显示)的几率基本相同。

1 蟾蜍忽略了进入视场左边的蚱蜢

2 但当蚱蜢顺时针转入视野右方时，蟾蜍立即发起攻击



旋转式转盘



被激活的左脑

▼ 狒狒和鲸的某些行为也显示出右侧偏向性。法国普罗旺斯大学的阿德里安·梅格蒂奇安和雅克·沃克莱尔曾观察到，狒狒喜欢用右手拍地来相互沟通。美国阿拉斯加渔业科学中心的菲利浦·J·克拉普汉姆则发现，鲸下颚的磨损主要发生在右侧(箭头所示)，说明鲸偏爱用嘴的右侧捕食。



狒狒



鲸

视野左侧(也就是右脑负责的部分)出现时，无论鱼类、两栖类、禽类还是哺乳动物都会作出更为强烈的回避反应。

大脑成像实验结果表明，人类的右脑也负责应激反应。美国华盛顿大学圣路易斯分校的迈克尔·D·福克斯(Michael D. Fox)和同事总结此

类实验时说，人类右脑里有一个“注意系统”，对意外状况或“行为相关的刺激”尤其敏感——换句话说，这些刺激意味着危险就在眼前！注意系统的存在解释了一些看似矛盾的观点：在一些实验中，就连惯用右手的人受到突发攻击时，左手(由右脑控制)的反应也比右手更快。

即使在安全环境中，很多脊椎动物的左眼也会时刻保持警惕，搜寻观察视力范围内的掠食者。右脑对掠食者的警觉性，在很多动物的挑衅行为中也有所体现：蟾蜍、蜥蜴、鸡和狒狒都更喜欢攻击站在自己左边的同类。

在动物中，右脑的注意力表现为比较原始的回避和警觉行为，而在人类中，这些行为就演变成一系列负面情绪。19世纪的医生注意到，左侧癫痫病性瘫痪病人比右侧瘫痪病人更喜欢抱怨。一些证据显示，人类的右脑控制哭、嚎叫等情绪化反应，而左脑控制不带情绪色彩的发声行为。左脑损伤的患者更容易抑郁，而慢性抑郁症病人的右脑比左脑更活跃。

面孔识别

对于早期脊椎动物来说，除了突然出现的掠食者，碰见同类时也需要快速作出反应。鱼类和鸟类的右脑负

责识别群体中的其他个体，并监控需要即刻回应的社交行为。因此，右脑的面孔识别功能肯定是从早期脊椎动物识别其他同类的能力中演变而来的。

在最原始的脊椎动物中，只有几种鱼能识别其他同类，而鸟类基本上都能利用右脑识别其他同类。英国巴布拉汉研究所（Babraham Institute）的基斯·M·肯德里克（Keith M. Kendrick）发现，羊能根据记忆识别其他同类和人类相貌，在这一过程中起主导作用的仍是右脑。美国得克萨斯农工大学的查尔斯·R·汉密尔顿（Charles R. Hamilton）和贝蒂·A·韦尔梅尔（Betty A. Vermeire）发现猴子也有类似能力。

神经科学家最近发现，人类右脑具有专门的面孔识别功能。右脑损伤的人更容易得面容失认症（prosopagnosia），无法辨别他人

模特的左脸

1999年，英国伦敦国家肖像美术馆进行过一项研究，调查模特喜欢偏向哪一侧。

总体来看，模特喜欢稍微右转，向画家显示左脸。研究者认为这是因为左侧由掌管情绪的右脑控制。

不过，男性向右偏的比例比较小，也许是男性希望隐藏情绪的一种表现。

英国皇家协会的科学家肖像没有明显偏向。

面孔。在右脑的帮助下，猴子和人类不仅能识别面孔，还能更准确地判断面部表情所代表的情绪。我们认为，上述能力是右脑一种古老能力的进化形式——凭借这种古老能力，我们的祖先能判断其他个体的身份和熟悉程度，确认以前有没有遇见过眼前的人。

整体和局部

上文中，我们阐述了左右半球的基本差别——左脑控制日常行为，而右脑负责处理异常情况。但是，科学家还指出了两个脑半球在其他方面的差异：右脑负责整体状况，获取环境中的总体信息而不纠缠于细枝末节。这一特征决定了右脑更容易分析物体的空间关系。相反，左脑则关注局部细节。

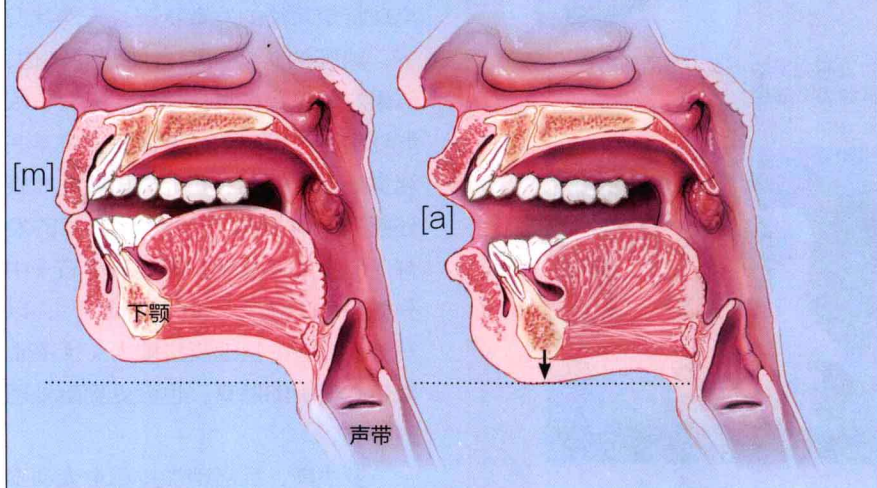
以色列海法大学戴维·纳翁（David Navon）做的一项试验，为这一观点提供了有力证据。他让一些脑损伤病人看一幅画，画面是由20多个大写字母A组成的一个大写H。随后，纳翁让病人凭记忆把看到的画面画出来。结果发现，左脑损伤的病人画出一个大概的H形，但并不是由一个个A组成，而右脑损伤的病人画出的图案没有整体形状，只有很多散落分布的A。

对鸡的研究也有类似发现，说明这种差异早就存在。英国苏塞

语言和左脑

音节是由咀嚼进化而来的吗？

本文作者之一麦克尼利奇提出，语言是从音节的进化发展而来，一个典型的音节由一组元音和辅音交替构成。比如“妈妈”这个词，每个音节都是从辅音[m]开始，以元音[a]结束。如下面剖面图所示，嘴唇闭合时，颌骨（或下颌骨）突然抬起，肺部冲出的气流被阻断，就发出辅音[m]（左下图）。接着下颌放下，气流自由通过声带，就发出元音[a]（右下图）。麦克尼利奇由此推测，两亿年前哺乳动物刚出现时，日常咀嚼功能经过逐步演化，导致了音节的出现。



克斯大学的理查德·J·安德鲁 (Richard J. Andrew) 和本文作者瓦洛蒂加拉发现, 家鸡的右脑和人一样, 也更注意整体空间关系。如果把鸡的右眼遮上, 只有右脑接受外界信息时, 鸡会注意到更多外界刺激, 说明它们变得更注意整体环境。而只有左脑接受信息 (左眼被

蒙上) 输入的鸡, 则更关心特定的、局部的标志性特征。

大脑半球为什么要分工?

为什么脊椎动物要把某些功能专门分给某个大脑半球呢? 为了评估即将遭遇的外界刺激, 生物体必须同时作出两方面的判断: 一要从整体上确

定该刺激的熟悉程度, 如有必要, 则立即作出应激反应 (由右脑负责); 二要判断记忆中是否有相似刺激, 以便随时调用比较熟悉的应急方案 (由左脑负责)。

为了判断一个刺激的熟悉程度, 生物体必须注意它有别于其他刺激的特征。这是右脑的功能, 因为判断刺激的熟悉程度其实与感知空间关系类似, 动物站的位置不同, 刺激的特性看起来也会随之改变。相反, 如果要给一个刺激归类, 就要看它和其他刺激共同的特征, 忽略与众不同之处。这是大脑的重要功能之一, 即选择性注意力, 由左脑主控。

对于同一外界刺激, 把上述两个过程分给左右大脑半球同时处理, 肯定比不分工更有效, 这可能就是促使大脑分工的最初动力。为了验证这一想法, 我们必须想办法比较同一种动物在左右大脑半球分工与不分工的两种情况下, 处理问题的能力是否有差异。如果我们的想法没错, 左右大脑半球同时开工的大脑, 肯定比不分工的大脑处理问题的效率高。

幸运的是, 本文作者之一罗杰斯发现, 在孵育小鸡的过程中, 控制家鸡胚胎的给光条件, 就可以操控大脑半球特定功能的发育状况。天然状况下, 鸡胚的头会在孵育前转向一边, 结果左眼总是被身体挡住, 只有右眼能受到透过蛋壳的光刺激, 促发某些视觉处理功能的发育。如果始终在暗处孵育, 就会阻止该特化功能的发育。罗杰斯还发现, 家鸡从小石子中分检谷物的能力 (由左脑负责), 以及对掠食者的快速反应能力 (主要由右脑负责) 的发育, 也会受到暗处理的影响。

罗杰斯、瓦洛蒂加拉和意大利泰

右脑

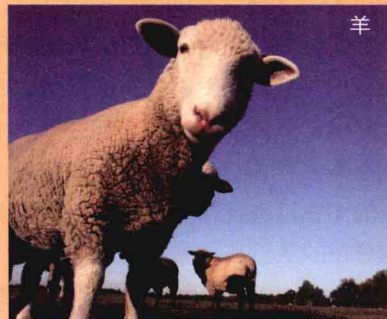
处理意外事件

当掠食者或同类突然出现时, 动物必须立刻作出反应——右脑就专门负责处理这种状况。研究人员用蟾蜍做了另外一组实验, 他们把橡皮蛇头绑在黑色塑料棒的一端, 然后在蟾蜍面前晃悠。蟾蜍一般会对出现在右边的假蛇视而不见, 可是一旦“蛇头”出现在左边, 就会刺激蟾蜍右脑, 促使它即刻跳走。

- 1 “蛇”从右边来时, 蟾蜍视而不见
- 2 “蛇”从左边靠近时, 蟾蜍立刻跳开



▼ 很多脊椎动物都能分辨其他同类。英国巴布拉汉研究所的基斯·M·肯德里克发现, 羊主要靠右脑记住其他同类的相貌。鸟类 (如蓝脚鲣鸟) 的右脑也有类似功能。



羊



蓝脚鲣鸟

双向优势

分工协作的大脑更有效率

本文作者罗杰斯发现，在孵育家鸡的过程中控制给光条件，可以操控家鸡大脑左右半球视觉处理功能的发育状况，也就是说可以控制视觉处理功能是否被特化到某个脑半球。罗杰斯、本文另一位作者瓦洛蒂加拉和意大利泰拉莫大学的保罗·祖卡合作，测试经过光处理的家鸡同时完成两个任务的能力：一个任务是让鸡从小石子堆里挑出谷物（这个任务由左脑负责），另一个任务让它提防头顶上空的模拟掠食者（这是右脑的任务）。结果，没有掠食者干扰时，特化程度低的鸡还能顺利捞出谷物，一旦“老鹰”从头上飞过，它们就变得既不能准确判断老鹰位置，又不能顺利完成挑谷物的任务。简而言之，脑半球功能特化不完全的鸡不能很好地同时完成这两个任务。

拉莫大学（University of Teramo）的保罗·祖卡（Paolo Zucca）合作，测试了经过暗处理的家鸡和正常家鸡完成双重任务的能力。测试要求家鸡一边找散在小石子中的谷物，一边提防头顶上飞来飞去的掠食者。在给光条件下孵育出的家鸡能同时完成这两个任务，在暗处理下孵育出来的家鸡则无法完成。由此可以证明，左右半球分工协作的大脑更有效率。

不对称的群体

左右半球分工合作，确实能提高大脑的工作效率，但无法解释的是，在一个物种中，为什么某种特化功能会占主导地位。为什么大多数动物的左眼（和右脑）对掠食者的警惕性比右眼（和左脑）更高？为什么大多数人惯用右手，而不是“左撇子”和“右撇子”各占一半？

从进化上说，在一个种群中，某个功能的发挥主要依靠某一侧大脑或身体部位的“不对称”现象会不利于该种群的发展，因为掠食者很容易预测猎物的行为，学会从猎物警惕性不高的一侧发起攻击，降低被察觉的概率。尽管存在易被捕食的危险，左右不对称的特化现象还是广泛存在，说明它肯定具有某种优势。罗杰斯和瓦洛蒂加拉认为，对群居动物来说，保

持行为方式一致的好处在于方便理解同类的“想法”。

最近，瓦洛蒂加拉和瑞典德哥尔摩大学及意大利博洛尼亚大学的斯特凡诺·格尔兰达（Stefano Ghirlanda）发现，从数学上来看，如果一个种群付出的成本和得到的收益取决于某一侧大脑和身体部位的使用频率，那么种群中“左型”或“右型”动物占主导的现象就会自然发生。博弈理论认为，个体的最佳行动方案，往往取决于群体内大多数成员会怎么做。根据博弈论，格尔兰达和瓦洛蒂加拉认为，某种功能主要由左脑或右脑主导是出于社会选择的压力——也就是说，个

体的不对称要和群体保持协调。根据这个理论，我们推测鱼群中的个体为了保持整体性，在转向时都会朝着同一方向游动，而“独居”的鱼类在转向时则是随意选择方向，因为它们不必和同类保持一致。实际情况也确实如此。

既然脑功能不对称不是人类独有的特征，有关人脑高级功能的新问题又随之而起：在自我意识、直觉、移情作用、洞察力等高级功能上，左右脑有差别吗？答案尚未可知。但我们已找到的一些证据暗示，就像上文提到的基本功能一样，研究史前人类相应功能的改变历程将有助于回答这些问题。

拓…展…阅…读

Comparative Vertebrate Lateralization. Edited by Lesley J. Rogers and Richard J. Andrew. Cambridge University Press, 2002.

Advantages of Having a Lateralized Brain. Lesley J. Rogers, Paolo Zucca and Giorgio Vallortigara in *Proceedings of the Royal Society B*, Vol. 271, Suppl. 6, pages S420–S422; December 7, 2004.

Survival with an Asymmetrical Brain: Advantages and Disadvantages of Cerebral Lateralization. Giorgio Vallortigara and Lesley J. Rogers in *Behavioral and Brain Sciences*, Vol. 28, No. 4, pages 575–633; August 2005.

The Origin of Speech. Peter F. MacNeilage. Oxford University Press, 2008.

Mechanisms and Functions of Brain and Behavioural Asymmetries. Luca Tommasi in *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, Vol. 364, pages 855–859; April 12, 2009.



智力基石：大脑白质

大脑白质已成为神经科学家密切关注的大脑组织：它的“一举一动”，都可能影响神经功能，导致智力障碍和各种精神疾病！

撰文/R·道格拉斯·菲尔茨 (R. Douglas Fields)
翻译/冯泽君

如果我们能透过头颅直接观察大脑，一眼看出诱发精神分裂症 (schizophrenia) 和诵读困难症 (dyslexia) 的隐性因素，无疑将大大缩短治疗精神疾病的时间。一种新近出现的成像技术，将把这种想法变成现实。科学家刚开始运用这一新技术，就发现了一个惊人的现象：白质 (white matter) 组成的大脑区域影响着我们的智力状况，而且与多种精神疾病紧密相关。

灰质 (gray matter) 是大脑进行计算和储存记忆的地方，它位于大脑表层，由紧密排列的神经元细胞体组成 (细胞体相当于神经元的“大脑”)。灰质下方是白质的基部，人类大脑的一半以上都是由白质组成的，而在其他动物的大脑中，白质所占比例远低于人脑。组成白质的，则是数百万根“通信电缆”——包裹着白色脂质 (即髓磷脂, myelin) 的长轴突。“白色线缆”将不同脑区的神经元连接起来，就像连接全国各地电话的通信线缆。

长期以来，神经科学家没怎么关注大脑白质，在他们眼里，组成白质的“线缆”其实很简单：外表的髓磷脂是绝缘层，里面的轴突只是一条信号传导通道。关于学习、记忆和精神疾病的研究，大多集中在神经元内部的分子机制，以及神经元间的微小接触部位——突触上。但现在，科学家意识到，他们低估了白质作为不同脑区间信号通道的重要性。最新研究表

明，在拥有不同精神感受，或某些精神疾病患者的大脑中，白质分布范围具有显著差异；即使是同一个人，在学习或练习某种技能的过程中 (比如学习弹钢琴)，白质也会发生变化。虽然灰质中的神经元是精神和生理活动的执行主体，但对于学习新知识，掌握社交技巧而言，白质的功能也许同样重要。

●●● 白质的“外衣”

白质表面的白色“外衣”——髓磷脂，具有非常重要的生理作用：调控神经信号的传递。没有这件“外衣”，甚至“衣服”稍有异常，都会导致智力障碍或精神疾病。

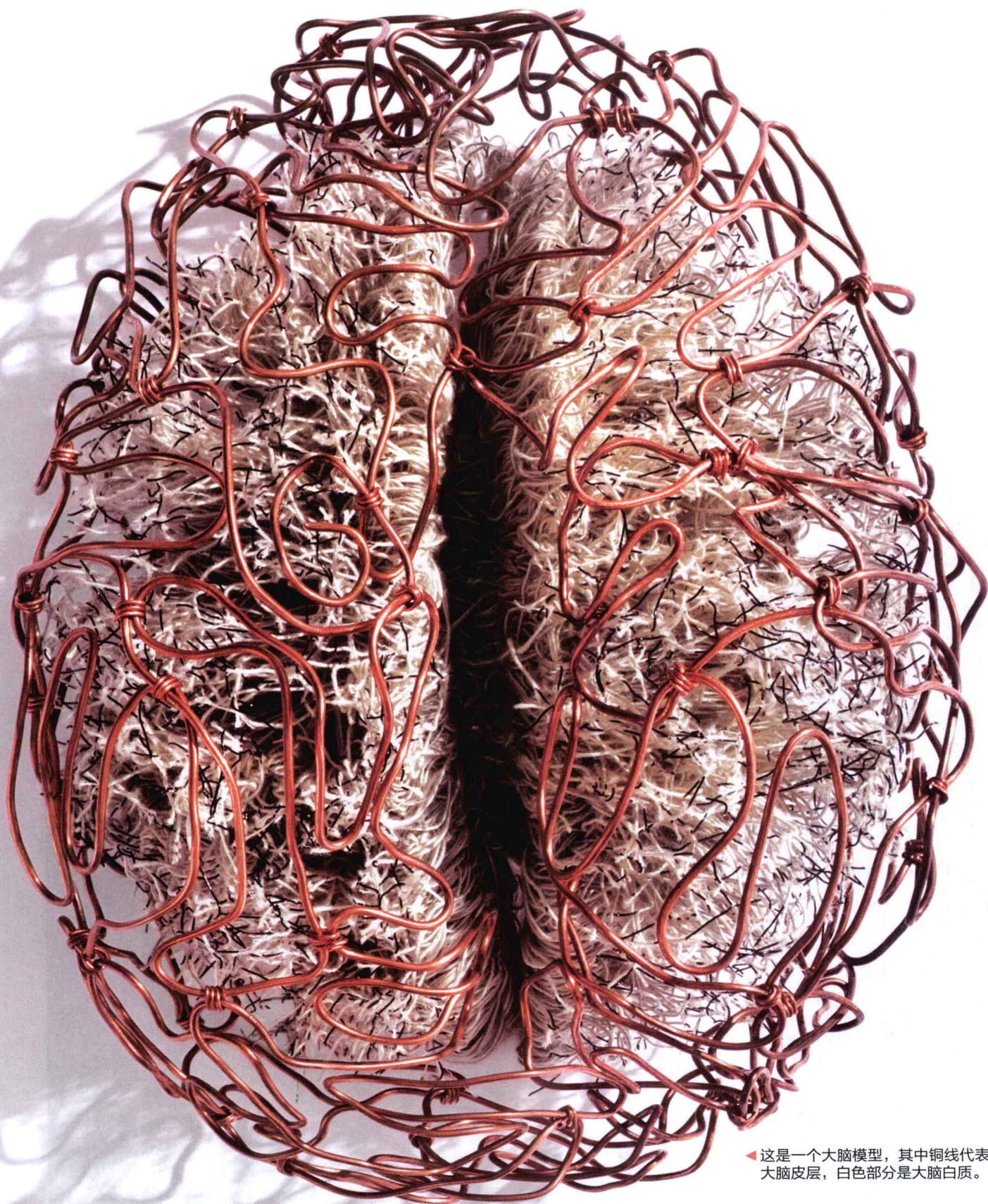
过去一百多年来，白质表层的白色髓磷脂给科学家留下了太多的谜团。在显微镜下，科学家总会看到一根根细长的纤维——轴突，从神经元的细胞体长出，像手指一样伸向邻近神经元。轴突覆盖着一层厚厚的晶状脂质，解剖学家猜测，这

层脂质起着绝缘体的作用，就像包裹在铜线表面的橡胶。奇怪的是，在不少轴突 (尤其是较细的轴突) 表面，并没有髓磷脂，即使是在髓磷脂包裹着的轴突上，每隔几毫米也会出现一个空隙。空隙处裸露出来的轴突部位叫做郎飞结 (nodes of Ranvier)，得名于首次描述这一现象的法国解剖学家路易斯-安东尼·郎飞 (Louis-Antoine Ranvier)。

用现代科技检测后，研究人员发现，在包裹着髓磷脂的轴突中，神经脉冲的传播速度是“裸”轴突的100倍。而且在相邻郎飞结之间，髓磷脂会层层包绕在轴突表面，有些地方甚至厚达150层。这些层状磷脂不是神经元，而由两种胶质细胞产生，它们在大脑和神经系统广泛存在。其中，章鱼状的细胞叫做少突胶质细胞 (oligodendrocyte)，它分泌的髓磷脂主要包裹在中枢神经系统的轴突上；香肠状的细胞叫施旺细胞 (Schwann cell)，专为外周神经系统中的轴突分泌髓磷脂。由于无法穿越

大脑白质

- 科学家曾认为，白质只是一种被动传输神经信号的大脑组织，但最新研究发现，它也可以主动影响学习过程，并与大脑功能失常相关。
- 大脑灰质 (由神经元组成) 负责思维与计算功能，而白质 (由包裹了髓鞘的轴突组成) 负责调控神经信号的传递，协调各脑区间的协作。
- 弥散张量成像技术是一种新型磁共振技术，它首次将白质的活动实时展现在科学家面前，让我们对白质功能有了新的认识。
- 婴儿出生时，大脑内的髓鞘并没有完全形成，这个髓鞘化过程会一直持续到25岁左右。髓鞘化的开始时间和完成程度会影响学习、自控能力 (通常认为年轻人自控能力较差)，还与精神分裂症、自闭症、病态说谎症等精神疾病有关。



◀ 这是一个大脑模型，其中铜线代表大脑皮层，白色部分是大脑白质。