



全民科学素质行动  
科学教育专栏

## [脑科学与科学教育]

# 脑的功能回路 (7)

## ——情绪脑

文\_韦钰

韦钰，电子学专家，教育家，中国工程院院士，儿童发展与学习科学教育部重点实验室学术委员会主任，国家教育咨询委员会委员。曾任教育部副部长、中国科协副主席。



归根结底，研究脑是为了探索与人的行为（内在的和外显的）相对应的心智过程，阐明在脑中发生的心智过程的生物基础和机理，以为医疗、健康和人的发展服务。相关的研究成果也可用于为人类服务系统的改善和创新。我们尝试概括地把人的行为，也就是通常说的人的素质和能力，用图1所示的简图来概括。在人的行为中，有的相对来说比较简单，如感知和动作；有的我们一生中经常需要运用的语言能力、社会情绪能力和执行功能。我们一生都在学习，除了学习外在自然界的客观规律和数学以外，我们必须要了解社会和别人的心智，这就是社会认知。图中最上层是决策、创新，以及伦理和道德的基础。如红色箭头所示，越是往上层，标示的行为越是复杂。这些不同的行为之间又会互相影响。一般来说，上层标出的行为需要建立在下层行为的基础上，需要涉及更大范围的脑区和更为复杂的回路。这里需要强调，心智是心智，脑是脑，它们之间有紧密的联系，但二者并不等同。我们给出的有关脑区，只是反映当前科学界对这个问题的认识，并不是终极的结论。就现在的研究水平来

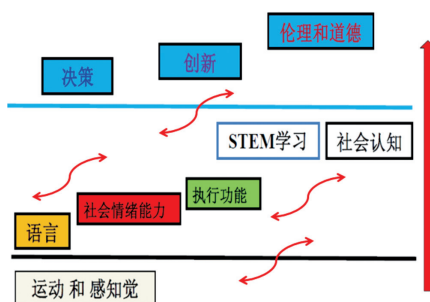


图1 人的素质和能力

看，不管是对较简单的行为，还是对较复杂的行为，没有一种行为可以说是完全研究清楚了，都还在不断的探索之中。同时需要指出，并不是说给出的这些脑区激活了，相应的功能就能实现，而是说列出的脑区与对应的功能特别有关，它们在与这些功能有关的复杂网络中，起到重要的作用。

在本专栏前面已经发表的文章中，至少已经有3篇介绍过有关情绪脑的问题：《儿童情感能力的培养（一）》、《儿童情感能力的培养（二）》，以及《脑的功能回路举例（3）——恐惧情绪》，在这里再对情绪脑作一些补充介绍。

与基本情感心智表象有关的核心脑区如图2所示，大致可以分成2条不

同的通路：腹侧系统和背侧系统。腹侧系统又可以分成感觉系统和内脏运动系统。在眶前额皮层（OFC）处，腹侧通路中的感觉系统和内脏运动系统相互间紧密连接。感觉系统包含了眶前额皮层的外侧（a、c图中紫色标示的部位）——前脑岛（d图的黄色部位）——杏仁体的基核（d图玫瑰色部位），这个回路的运作属无意识的反应。其中脑岛会被来自身体内部的情感感受所激活，特别是负面情绪。内脏运动回路包括位于眶前额皮层中间部位的腹正中前额皮层（VMPFC）的下部（a、b、c图中蓝色部位）——杏仁体中核（d图玫瑰色部位）——前扣带回（ACC，b图中古铜色和棕黄色部位）。内脏运动回路也会无意识地产生身体反应，如在危险到来时出汗，调节自动神经系统中的副交感系统等。

背侧系统是和当时的心智状态有关的，也就是是在有意识状况下运作的。它包括腹正中前额皮层的背侧（b图褐紫色）、前扣带回（ACC，桃色）和背中侧前额皮层（DMPFC）（a、b图中绿色）。在与别人交往时了解别人的情感，预测自己和关系密切他人之间社

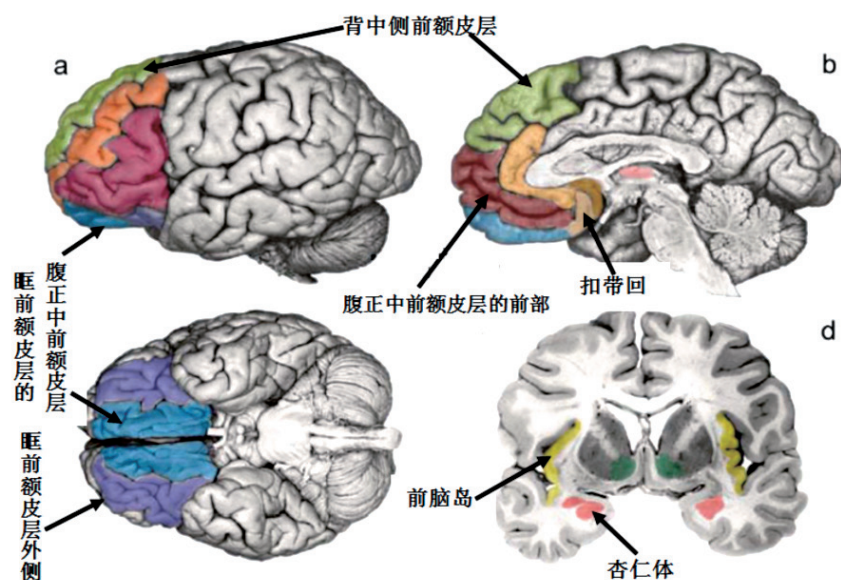


图2 与基本情感心智表象有关的核心脑区<sup>[1]</sup>

会互作用需要的情感输出,判断心理和情绪的品质和特征,揣摩其他人的心智状态中,这条通路的激活是重要的。

下面借有关恐惧情绪的研究为例,说明对这些高级功能研究的困难,以及它与研究者所持哲学观点的紧密联系。

恐惧是比较普遍和比较清晰的情绪感受,美国的神经科学家勒多克斯(Joseph E. LeDoux)是研究恐惧情绪的权威学者,特别是他对动物恐惧情绪回路的研究,几乎是这一研究方向上依据的最重要的研究基础。我们在前面发表的有关恐惧情绪功能回路的文章中,主要介绍了他的工作。他在2002年出版了一本著名的著作《突触描述的自我——我们的脑如何造就了我们自己》<sup>[2]</sup>。翻开这本书的前言,第一句话就是:你是你的突触(You are your synapses),这句话成了近年来哲学上有关心智和脑关系一元论倾向的名句。

10年以后,在今年1月,勒多克斯在PNAS上发表了一篇重要的文章《有关恐惧术语的讨论》<sup>[3]</sup>,明确地对他2003年书中的观点作了重要的补充。他在文中指出:他所研究的恐惧回路,或称脑中的恐惧系统,是动物面对有

致命的威胁时,为存活而启动的神经回路。它可以通过巴甫洛夫条件反射这类学习过程来获得,是在脑中和身体中快速启动的无意识过程,一种对外来威胁的初始自卫反应。但是,精神病医生、心理学家和大部分市民则用“恐惧”来描述他们遇到不喜欢事件时的有意识的体验。虽然前者无意识的过程会对有意识的情感控制发生间接的影响,但两种过程是有区别的:一种是因威胁而引起的无意识机制启动的,而另一种是有意识的恐惧感受。后者会涉及更为广泛的脑区和脑回路。语言、认知、文化背景都会参与有意识的恐惧感受。这两种过程所涉及的基因、机制、脑回路和行为模式都是不同的。他这样的见解是对近10年来新研究成果的概括,也对许多类似的高级功能研究有示例的作用。例如,以后将会介绍的社会认知和决策过程等,都会有直觉的快过程和基于概念的、有意识参与的慢过程<sup>[3]</sup>。

勒多克斯进一步用一个生动的例子说明我们通常所指的恐惧是如何生成的。他写到:在意识中从各种成分中组合出现的恐惧,就像从一些原材料中混出来的汤一样。原材料可能是自然界存

在的物质,如洋葱、盐、胡萝卜、鸡肉等,再加点芡粉会煮成浓汤,加点咖喱会烧成一锅咖喱味的汤,即使有相同的原材料入锅,可能会变成和原来成分不同的味道和特性。同样的,情绪也可能会因为并非属于情绪的成分加入,而涌现出新的特性。存在脑中的事件和身体,包括为求生进化保留的回路、脑的激励状态、身体的反应和反馈、记忆、思想、期望,其中没有一种成分可以被确定为对涌现最终恐惧感受来讲是关键的。各种成分的种类和量决定了你是否有恐惧的感受,也决定了你所感受到的恐惧的类型。他用了“涌现”这个词,实际上包含无意识过程和有意识过程之间的非线性动力学的作用过程。

勒多克斯还认为:我们的经验部分取决于我们具有语言的能力,以及其他的认知能力。语言和文化会对我们的经验产生重大的影响,包括情绪。在英文里就有30多种描述和恐惧有关感受的不同的词。动物没有语言和文化,他们不会以我们的方式来体验世界。它们的感受,即使有的话,也不可能和我们的一样。因为动物的脑不具有人脑的威力,不能将它们获得的感受概念化、加以分类、标示和解释,以及用内省的过程将我们内部和外部的世界变成有意识的经验。他认为,我们不知道是否其他生物也有恐惧的感受,或者其他的意识状态。在他最后的这些叙述里,我们嗅到了两元论的悲观。

以上有关恐惧的一些讨论对我们研究高级功能具有重要示例作用。它告诉我们,脑和心智的研究还处于探索的阶段,而这种探索需要哲学观点的指引和谨慎的科学态度。

### 主要参考资料

- [1] Lisa Feldman Barrett et al., The Experience of Emotion, *Annu Rev Psychol.* 2007; 58: 373-403.
- [2] Joseph LeDoux, *Synaptic Self - How our Brains Become Who We Are*, 2002 ISBN 0-670-03028-7
- [3] Joseph E. LeDoux, Coming to terms with fear, *www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1400335111*