



全民科学素质行动
科学教育专栏

[脑科学与科学教育]

脑的功能回路举例 (2)

——记忆

文_韦 钰

韦钰，电子学专家，教育家，中国工程院院士，中国少数民族教育学会理事长，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。



2011年4月，在纽约科学院召开的“记忆和心智：改善记忆和课业成绩”学术会议上，诺贝尔医学或心理学奖获得者康德尔 (Eric R. Kandel) 说：“学习是如何去获取知识；记忆是如何去储存这些知识；教育则是如何去促进学习；神经科学研究力图去了解学习和记忆是如何发生的。记忆是将我们精神生活维系在一起的黏合剂”^[1]。

在研究学习和记忆时，我们需要回答4个问题：①记忆的过程和机理是什么？记忆过程包括内容的编码、加固和提取；②记忆有哪些类型？③对应这些不同记忆过程的脑区和回路是什么？④如何改善和加固记忆，包括如何对记忆能力受到损坏的人群，以及在逐渐变老过程中记忆衰退的人群，进行治疗和帮助。关于长时记忆和短时记忆的分类，以及形成长时记忆的分子机理，已经在前几期的评论中介绍过了。本文将着重介绍长时记忆的类型和形成长时记忆对应的脑回路。

人的学习并不是只有一种形式。认知科学家对正常人的认知过程进行研究，把学习分成两类，明晰性学习和不明晰的内隐学习。对应于明晰性学习的记忆，称为陈述性记忆 (或明晰性记忆)。在这一类记忆里又可以分成情景记忆和

语义记忆两类。情景记忆指我们记忆中的保存的亲身经历的事件，如难忘的分离、喜庆的过程等。情景记忆中记忆的是时间、位置、人物；而语义记忆是指我们获得的有关个人和周围世界的知识，它并不一定是我们亲身经历的。例如我们在学生学习过程中强调的识字、学习计算规则、学习外语生词和学习科学概念与定律等，都属于这一类。进行明晰性学习时，我们是在有意识的情况下获得知识。获得的知识是可以语言表达的、可陈述的，再提取这些记忆的时候，也是有意识地在进行提取。

认知心理科学家经过研究还确认了另一种学习方式，即不明晰的内隐学习。这种学习往往是在不知不觉，潜移默化中无意识地进行，像我们学习骑自行车、学习母语的文法、习得讲话的自然姿势、知觉启动、情绪反应等都属于这一类。陈述性记忆重现时是有意识的提取；而提取非陈述性记忆往往是无意识进行的。例如我们在说母语时，并不需要去刻意考虑按文法组织语句，而是主要考虑的讲话内容，这就是在提取非陈述性记忆，所谓母语水平主要是表现在达到文法的无意识提取水平。图1中给出两类长时记忆的分类^[2]。

神经科学家通过对部分脑区被切除

的病人进行行为研究；对动物活体脑的研究；以及运用先进的脑功能成像技术对正常人的研究，发现了与不同类型记忆相对应的脑区，进一步确认了脑中存在着两大类不同的记忆系统。首先发现新的陈述性记忆是在海马以及海马附近的副海马区形成的。这个在神经科学研究上具有里程碑意义的发现，归功于一位患者 H.M. (Henry Molaison) 先生。1953年，因为他患有严重的癫痫病，为了治疗他的疾病，医生用手术去除了他脑中的海马体和邻近脑区的有些部位。手术以后，他仍然具有短时记忆的能力，如能记住听到以后需要立即记住的电话号码；他也具有形成新的非陈述性记忆的能力，但是却失去了形成新的长时陈述性记忆的能力。即使是经常负责治疗他的医生，在与他交谈以后，再进入时，他已经不记得她了。H.M. 的行为证实了记忆的确有不同的类型，海

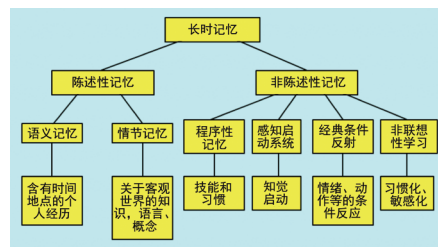


图1 长时记忆的分类

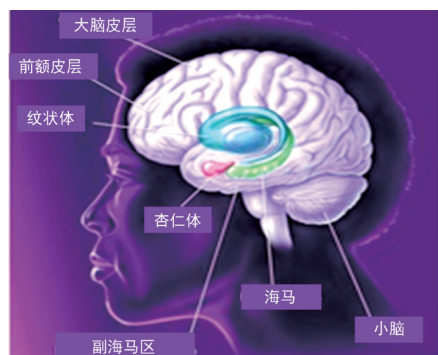


图2 涉及长时记忆的主要脑区

马是形成新的陈述性记忆的关键脑区。

海马区域是产生陈述性长期记忆的脑区，但是在编码后生成的长期记忆的痕迹，会储存在另外的脑皮层区中，特别是前额皮层的部位。对非陈述性记忆来说，产生与情绪有关记忆的关键部位是位于边缘系统中的杏仁体；而属于程序性和习惯性的记忆主要涉及的脑区是纹状体和小脑（图2^[3]）。

就像所有的功能一样，记忆虽然涉及了一些关键的脑区，但这些关键的脑区绝不是孤立存在的，它们只是复杂回路中的一些关键环节。在陈述性记忆和非陈述性记忆回路之间也有许多相互的连接和互动。20世纪50年代，美国的神经科学家培珀（Paper）提出了海马体的工作回路。主要的信息输入来自海马结构的内嗅皮层，在Paper回路（图3^[3]中粗线表示的内层回路）中形成长时记忆。Paper回路中的任何一个结构被损坏，都会使人丧失形成长时陈述性记忆的能力。新的神经科学研究为我们提供了有关记忆功能更为错综复杂的图像，发现形成长时陈述性记忆的回路要比Paper回路复杂得多，至少需要加入了图3^[3]中外层用细线表示的脑部位，包括前额皮层、联合皮层、杏仁体和下丘脑。

处于颞叶的海马以及与它相连的边缘结构对于长时记忆的巩固都是必不可少的。海马促进了皮层不同部分信息的组合，例如说当你参加一个宴会时，你会同时接收到许多来自不同感官的信息，听到的音乐、谈话甚至噪音，看到不同的面孔和场

景，许多信息进入人的感知系统以后会衰退，否则我们的脑将会被许多杂乱的信息填满。那么什么样的信息会被联合而加强，甚至形成长时记忆呢？这在很大程度上取决于发生在边缘系统的过程：你是否对这些内容感到兴趣、是否引起你情绪的改变，不管是仇恨、恐惧或是欢愉。这再一次说明，脑既是一个高度特定化的组织，又是一个各个部分相互联系紧密，相互不断互动的器官。

在以前的评论里我们已经介绍过，幼儿在5岁以前情节记忆的能力是很差的，他们主要的学习方式是观察和模仿，会形成许多非陈述性记忆。即使在5岁以后，在以后的发育过程中，随着年龄变化记忆主要涉及的脑区会变化，不同类型的记忆能力也会变化。相对于幼儿来说，成年人将短时记忆转化成长时记忆时，不仅激励了内侧颞叶的海马区和与其相邻的脑区，还会激励前额皮层区。

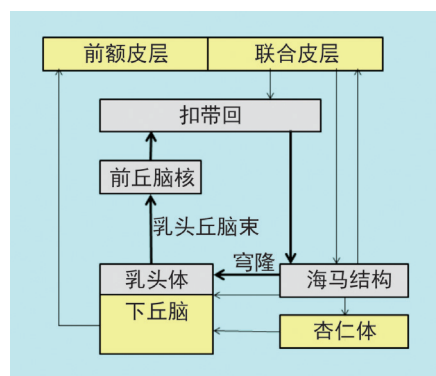


图3 Paper回路及其扩展

这是因为随着年龄的增长，记忆的细节更为丰富。人脑从8岁到20岁，储存面部信息的视皮层梭状区和对空间位置反应的副海马区几乎要增加3倍，而对应于记忆物体的外侧枕叶皮层变化就很小。什么地方脑区增大了，对应的记忆能力一般也就会增强，儿童会具有越来越好的面部和对位置的记忆能力，但是对物体的记忆能力变化不大。

记忆和学习过程密不可分，教育的过程就是改变脑的过程。教育者和家长需要了解记忆的类型和发育过程，以及影响记忆的因素。现在大多数的家长和

教师只关心陈述性记忆，忽略了内隐学习和社会情绪能力的培养。在陈述性学习中也往往会忽视随年龄不同，学生整体和个体的差别。这些都会对我们的教育效果产生很大的影响。

例如说，儿童在10岁或12岁以前，如果有条件学习第二外语，可以达到母语的水平。这是指在第二外语语法掌握上，如果有合适的学习条件，这些儿童也可以像掌握母语语法一样，形成无意识提取的程序性记忆。但是，这需要特殊提供的环境和学习过程。例如在家庭里共同生活的父母可以分别讲两种语言，或是孩子有机会能够上较好的具有真正双语环境的学校。美国有的学校正在进行试验，在一天中保证使用外语的时间不少于150分钟的环境中，看学生是否能掌握第二外语达到母语水平。我国在实施新教改以后，要求有条件的学生从小学一年级开始学习英语，一个星期两，三节课，常常只是在记忆单词。因此，自本世纪初实施新教改英语课程以来，已经十几年了，实际结果证明，当初入学从一年级就开始学习英语的学生，没有达到预定的母语水平。因为对单词的记忆属于陈述性记忆，它在进入青春期以后的青少年时期才最为有效，而不是发生在儿童时代。成人以后人的一生中都可以进行外语的学习，学到的单词不去经常使用就会忘记，而对母语式的文法习得，却是一生可以保存的非陈述性记忆。

该文章获2011年度教育部人文社会专项项目（《基础教育阶段技术和设计教育的国际比较研究》项目批准号：11JJDGC026）支持。

主要参考资料

- [1] Sherman, C. Improving memory to improve academic performance, April 21, 2011, <http://dana.org/news/features/detail.aspx?id=32166>
- [2] The Open-Access Neuroscience Electronic Textbook, Utah University, <http://neuroscience.uth.tmc.edu/>
- [3] Different Facets of Memory, BrainFacts.org. Society for Neuroscience, 2012, <http://www.brainfacts.org/sensing-thinking-behaving/learning-and-memory/articles/2012/different-facets-of-memory/>