

Secrets of the Teenage Brain

Research-Based Strategies for
Reaching & Teaching Today's Adolescents

探索青少年脑的奥秘

——基于脑科学研究的青少年教育方法

【美】Sheryl Feinstein 著

北京师范大学“认知神经科学与学习”国家重点实验室

脑科学与教育应用研究中心 译

译丛总序

近十几年来,随着大脑研究技术的创新,脑与认知神经科学飞速发展,已成为当前科学研究领域最前沿、最重要、最活跃的学科之一。目前,世界发达国家已将脑科学研究纳入国家重点科学发展战略规划,如美国的“脑的十年”计划、欧共体的“EC欧洲脑十年”计划、日本的“脑科学时代”计划等。世界各国著名大学也纷纷建立跨学科、跨领域的认知神经科学研究机构,如牛津大学的认知神经科学中心、MIT的脑与认知科学系、斯坦福大学的认知神经科学实验室、加州大学的认知神经科学中心等。在科学界最权威的刊物《科学》(*Science*)和《自然》(*Nature*)上,几乎每期都可以看到相关最新成果发表。

语言、学习、记忆、思维、情感与社会行为等人脑高级功能是当前认知神经科学研究的重要内容,学习与脑的可塑性则是目前最引人瞩目的领域之一。人脑内的单个神经元如何组织起来,执行复杂的高级功能?日常生活的经验与学习,又如何引起脑结构功能的变化?究竟用什么样的办法可以改善脑的学习、帮助脑更好更快地进行学习?诸如此类的问题,汇聚成为学习与脑可塑性研究的主题,即了解脑与学习的复杂交互作用,解释脑结构与功能随学习所发生的变化,在此基础上为儿童与成人的发展和学习提供科学的依据。1999年,经济合作组织的教育研究与创新中心(OECD - CERI)发起了“学习科学和脑的研究”项目,强调通过学习科学和脑科学研究人员之间的互动,对学习问题开展多学科、深层次的对话与研究。

我国是世界第一人口大国,但整体而言人口素质偏低、高素质人才资源

缺乏，这已成为制约我国社会与经济发 展的瓶颈。为此，党的“十六大”强调“形成全民学习、终身学习的学习型社会，促进人的全面发展”。这一目标的实现必须有坚实的科学基础。我国3亿多儿童青少年的教育与学习质量、效率的提高有赖于对他们大脑认知活动规律的了解。许多研究表明，在我国儿童青少年群体中，阅读障碍的发生率为6%左右，计算障碍的发生率为5%左右，注意缺陷障碍的发生率为7%左右，学习障碍的发生率则可能高达10%。它们正严重地影响着数以千万计的儿童青少年的健康成长，急需我们吸取当前脑与认知神经科学研究的最新成果，提出科学、有效的解决方案。

自20世纪90年代中期以来，在党和国家领导的直接关心下，在科技部和教育部的大力支持下，北京师范大学于2000年、2001年分别建立了“认知科学与学习”教育部重点实验室和教育部“脑与认知科学”网上合作研究中心，并于今年申报获准成为“认知神经科学与学习”国家重点实验室。我本人也主持了国家攀登计划项目、国家杰出青年基金项目、科技部重点国际合作项目、教育部人文社科重大项目等重要课题，组织北京师范大学和国内外有关专家从多学科角度进行联合攻关，并取得了许多重要成果或有所突破。

在脑与认知神经科学研究领域，探索未知奥秘与应用该方面成果解决儿童青少年学习、教育实践中的重大问题，是国家赋予我们重点实验室的两项同等重要的任务。我们的研究和国内外其他相关研究已表明，脑与认知神经科学方面的研究成果对教育、儿童青少年的学习有着极其重要的应用价值。在国外，该方面的成果已经开始得到普及，并正对教育决策和实践产生重要影响。

建立“基于脑、适于脑、促进脑的教育”，根据脑发育与活动规律、根据脑认知活动的规律进行教育教学，在充分了解和认识脑的认知功能、情感功能 and 自我意识等高级功能的前提下建立适应儿童认知能力发展特点的教育教学方法和教学组织策略、教育评价方式方法等，真正奠定教育的科学基础，做到科学地教与学，努力提高教与学的质量和效率，已成为世界各发达国家教

育科学研究和改革的重点之一。

但是，值得注意的是，目前我国广大教育科学研究与实践工作者对脑与认知神经科学方面的新成果还了解不多，对其重要应用价值的认识也不足。鉴于此，我们重点实验室脑与教育应用研究中心决定翻译出版一套《脑科学与教育译丛》，较系统地将当前脑科学研究的最新进展、最重要的研究成果介绍给广大读者，尤其是广大教育科学工作者、决策者与实践者，把国外学者、教育工作者关于脑与教育、脑与学习的一些新的理念与较成功的做法推荐给大家，供大家了解、参考。虽然广大读者不是脑生物学、生理科学与认知科学方面的专家，但我们希望通过对脑科学最新研究成果的学习和思考，有助于大家去探索、认识、发现、实践“基于脑、适于脑、促进脑”的教育和学习，为广大儿童青少年探索出一条更加科学、有效、愉快的学习途径。

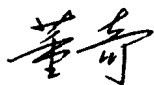
这套丛书的一个最大特点在于，其作者很多的并不是从事脑科学的基础与理论研究的专家、学者，而更多的是对美国本土教育和教育培训有着丰富经验和深刻经历的教育实践者和改革倡导者，他们对美国教育实践中的实际问题有着独特的认识，对如何应对这些问题、改变教育现状有着极大的热情、强烈的责任感与大胆的实践精神。他们对脑科学最新研究进展的钻研和学习不仅体现在对最新研究成果的关注和了解上，而且还更多地体现在他们将自己对于这些研究成果的理解和教育实践结合起来的行动上。正因为如此，他们所阐发的种种认识与观点才更显真实、生动和弥足珍贵，他们所总结的种种具体操作方法与建议才对我们当前的教育实践有着一定的借鉴意义和参考价值。

当然，作为当前科学研究的前沿，脑科学的研究进展日新月异，我们对于人脑的认识每时每刻都在被激动人心的新成果修正和丰富，这些变化是一套译丛无法囊括的。因此，广大读者不应仅仅局限于某些研究结论。同时，由于文化背景和教育制度等方面的差异，读者更应该注意结合我国教育的实际情况，对译丛各书中的观点和做法加以分析并判断其正确性、适用性，并创

造性地思考解决自己所遇到问题的方法与途径。

最后，我要感谢中国轻工业出版社“万千教育”的同志为该套译丛的引进出版所做的大量工作，感谢各书原作者和译者的辛勤工作。同时，我还要借此机会感谢国务院科技领导小组办公室、国家科技部、教育部、自然科学基金委长期以来对脑与认知神经科学方面的基础与应用研究的大力支持。

愿本套译丛对推动我国的素质教育和基础教育课程改革、对提高教育教学质量和促进儿童青少年健康发展有所帮助。



2004年12月16日

于北京师范大学

原著前言

每一位老师和为人父母者都曾经历过青少年时期。我的青少年时期是在20世纪60年代度过的，那时的我，有时会胆小或笨手笨脚，有时会无比兴奋，有时喜欢冒险，有时又狂妄自大，但大多数时候都会因生活而感到非常开心。你可以想像我以不同的身份、虚构的名字去学校，冒充自己是不同年级的学生——那真是一段极其疯狂的日子！当Sheryl Feinstein博士向我推荐这本书时，我感到特别兴奋。在我读完以后，更是激动万分。作为一个从青少年时期走过的人，你将会从这本书中得到很多启示。如果你已经是为人父母了，就更能从这本书中获益匪浅。

当我还是一个青少年时，我一方面仍需要依赖别人，一方面又渴望独立。对于一些冒险的事情，即使是不值得做的，我也仍很渴望去做。对于我喜欢的老师所教的课，我会特别用心，投入很多注意力。例如，我在读初二时，英语老师长得非常漂亮，结果，我不仅仅在英语上学习非常刻苦，还把她作为我的偶像。在毕业之后，我成为了一名中学英语老师。可见，在一个人一生的重要时刻里，榜样的力量是不可小视的。

那么，是什么使青少年和儿童时期的他们有如此大的差别，和成年以后也有那么多的不同呢？我们可以列出很多很多的因素：荷尔蒙、逆反的天性、精力旺盛、单纯、不成熟等等。而所有人都想要知道确切的原因是什么，希望探索青少年的脑这一巨大的秘密！

脑在青春期还继续发育吗？过去科学家一直认为脑在儿童时期就完成了生长过程。然而最新的脑成像技术，尤其是核磁共振技术，使科学家能够观

察到活体脑，终于找到了这个问题的答案。他们惊奇地发现，原来脑在青春期仍处于活跃的生长状态。更令他们震惊的是，脑的发育会一直持续到20岁。

这些发现为教育提供了一个全新的视角。青少年既不是在学习成为成人的大孩子，也不是脑袋比较小的成人。他们怀着不同的兴趣和期待在教室中学习知识。教育者开始将他们视为一个独特的群体。《探索青少年脑的奥秘》是“大脑商城”的第一本探究青少年神经和生理变化的书，它每一章都介绍了有关青少年研究的最新进展和发现，同时向老师推荐了青少年教育中科学的教学策略。

希望每一位读者能从这本书中更好地了解青少年。只要你们了解以后，一定能对他们有一种全新的认识。《探索青少年脑的奥秘》一书也将为我们揭示长期以来一直令教育工作者疑惑的问题。本书的作者Feinstein博士本人也是几个孩子的母亲，在写作本书的过程中，她融入了很多自己的体会。她的亲身经历加上科学知识将会帮助你更好地理解“青少年脑的奥秘”！

Eric Jensen

目 录

第一章	青少年的脑：发育中	1
	从幼虫蜕变为蝴蝶	2
	脑的基本结构	3
	硬件升级	5
	用进废退	7
	信息高速公路	10
	青少年时期：最后的边缘时期	13
第二章	青少年的认知和学习	15
	注意获得机制	16
	森林还是树木？	21
	合理利用传统教学元素	24
	让这个世界变得更好	26
	青少年心智的平台	29
	“你每动一下，你每走一步……”	31
	反馈——学习的奖励品	36
	组织 ≠ 压迫	39
	每个好孩子都做得很好	40
	由学生来当老师的一天	42
第三章	渴望交往的脑	45
	爱源于大脑	46

· II · 探索青少年脑的奥秘

	爱的水平	47
	为什么恋爱的感觉会如此美妙	48
	对自我的感觉	51
	自我的想法	56
	道德和觉悟	58
	男孩始终是男孩.....	61
	女孩始终是女孩.....	62
	阴阳协调	64
	让孩子们在舞会后平静下来	69
第四章	沟通中、未成熟的脑	71
	永远词不达意	72
	谨慎而敏感的青少年	77
	究竟发生了什么?	81
	濒临边缘	85
	消除 Katie 的顾虑	90
第五章	受到打击的自我概念	91
	各就各位, 预备, 青春期开始!	92
	“我穿这条牛仔裤看起来胖吗?”	95
	“我讨厌自己, 我讨厌自己。”	99
	日渐消瘦	102
	“你想来点油炸食品吗?”	104
	睡眠的需求	108
	处理 Eddie 的侵犯行为	112
第六章	危险的脑	115
	危险的事件	116
	为什么好孩子会做傻事?	117

让糟糕的事发生在其他人身上	119
决策, 决策	121
犯罪的青少年	124
群体认同	124
说“不”很困难	127
“致命的快乐”	129
摇晃的地面	129
要克服的顽固习惯	131
骑山地车的 Scott ——第二次骑车	132
第七章 理解、教育今天的青少年——他们是灿烂的明天	135
老师很关键	136
保持学习的热情	137
青少年并不完全是一样的	139
归属感	142
培养良好的道德品质	144
从别人的角度来看	146
伸出援助之手	148
对他们自己	150
有意义的评价	151
友好的成年人	153
准备, 调整与目标	155
总结	159
参考文献	165
作者简介	177
译者后记	179

第一章

青少年的脑：发育中

神经科学研究向我们展现了惊人的事实：青少年的脑是一幅蓝图而不是已经建成的摩天大楼。教育专家过去曾认为青少年的思想是空空的房子，现在他们则将青少年的脑看作是仍需修建墙壁和屋顶的房梁。

你过去知道吗？

- ★ 青少年的脑而非荷尔蒙决定了他们那些无法让人理解的行为；
- ★ 在青少年时期，短时记忆能力提高了约 30%；
- ★ 在青少年时期，人们投入大量时间和经历的活动将影响他们今后的生活；
- ★ 青少年不易受理性控制，容易受到情绪的影响。

一群中学男孩围坐在餐桌前讲笑话。所有的人都哈哈大笑，直到一个男孩突然生气地离开，气氛开始紧张起来。邻桌的一个男孩试图调和这种不友好的气氛。在大家还没有来得及弄明白到底是怎么回事的时候，在场的两个男孩突然打了起来。Kenith老师及时阻止了这场打斗，问他们：“你们为什么要打架？”所有的男孩都回答说：“我不知道。”事实上，他们真的不知道。

从幼虫蜕变为蝴蝶

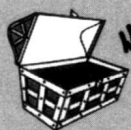
青少年的行为是最不可预测、最不稳定的，也是最让人难以理解的。他们不喜欢在使用电脑的时候别人突然进来，这时他们会立即将窗口最小化。他们会在新年的前夜在大雪中绕着街区玩轮滑。那个曾经看到维多利亚内衣秀就会脸红得把头往枕头里钻的害羞小男孩，在这个年龄却开始评论起电视中的妙龄模特了。

青少年时期被认为是从儿童到成人的一個必经阶段。一些所谓“愤怒激素”、“天生的叛逆者”都意在说明一些青少年的奇特思维方式及在这个年龄段发生的行为。当青少年遭遇到挫折时，老师和父母常常问这样的问题：“为什么他们做事的时候不能像成人那样呢？”答案其实很简单：他们不能像成人那样去思考，所以必然不能像成人那样去做事情。在这一点上，神经科学家证实了我们一直以来的想法——青少年的脑还处于发育中。

青少年的脑处于过渡时期，这一事实所带来的启示既令人兴奋又令人不安。一方面，青少年时期是一个了不起的可塑时期。随着灰质的增加、突触的修剪，青少年的脑不断地发展和改变着。他们在这个时期做出的决定将潜在地影响到脑在未来人生中的状况。另一方面，对老师和父母而言，这一发现又是令人不安的。青少年比幼儿园和小学时期的孩子更有力量，也更有影响力。父母可以尽量不让孩子接触电视、录像、电脑游戏和其他被动的活动；老师可以为学生选择阅读材料、布置任务（学习任务或者是放假时的任务），并设计好适用于每个学生的课程。但是，成人对青少年的影响远不及青少年

之间的影响。在很大程度上，青少年是自己命运的主宰者，决定了脑的发展方向（Spinks, 2002）。

青少年会发现他们现在的兴趣和自己童年时代的兴趣完全不同。一个女孩说：“我现在外出的次数更多，会在外留宿，打电话的时间也更长。”另一个女孩说：“我喜欢逛街、参加聚会、跳舞、听音乐……这些让我感到特别快乐，而且可以和更多的朋友在一起。”一个中学男孩说得更简单：“我只是变酷了。”然而，同样是这些孩子，一年以前，他们可能还在互相追逐、荡秋千、玩过家家游戏，还在让妈妈帮他们挑选自己要穿的衣服。



你知道吗？

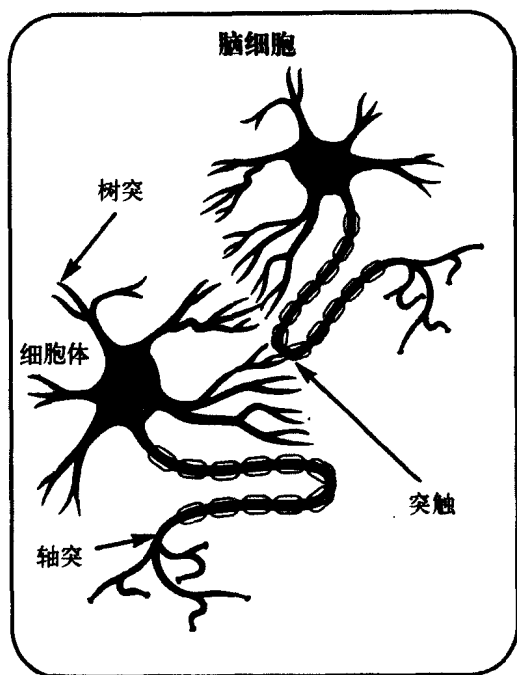
荷尔蒙并不是主要的凶手。青少年的疯狂行为是由于荷尔蒙导致的，这样的观点现在早已经过时了。想一想，在成人的体内，同样有荷尔蒙。但是，他们在晚上有很紧急的约会前，还能够写好备忘录、检查孩子的家庭作业。青少年对性爱、暴力的幻想行为并不是他们血液中的这些化学物质起作用的结果。如果他们在学校总是坐不住，并且不能在学习上集中注意力，那只是因为他们的脑还没有发育完全。美国精神健康研究所的Jay博士已经通过核磁共振的脑扫描证实，从儿童时期的脑到成人时期的脑不是一朝一夕形成的，必须经过在青少年时期不断修剪旧的神经联结，同时形成新的神经联结这个过程。青少年所迎接的不是荷尔蒙的风暴，而是脑发育所带来的狂风暴雨。这个发现的意义非常深远，它将从此改变老师和父母对青少年那些不可思议的行为的看法。

脑的基本结构

要了解青少年时期脑的复杂的生长过程，就需要首先了解脑的结构。脑由两种基本细胞构成——神经元细胞和胶质细胞。胶质细胞像黏合剂一样，将所有脑细胞固定。脑细胞中90%是胶质细胞，余下的10%是和我们的学习

有关的神经元细胞。神经元是机体中的沟通者，不停地在脑内传递各种信息。它们以极快的速度协调人的思维、观念和感觉。我们仿佛可以听到青少年脑内神经元的咆哮和隆隆声，它们不断燃烧、爆发直至发生激烈的行为。

神经元是由细胞体、树突和轴突组成的。树突像分散的树枝一样从细胞



体发出，接受来自其他神经元的
信息。每当个体产生新的体验或
获得新的信息时，就会形成一个
新的联结。我曾经访问过一些初
中和高中生，问他们上个月学习
了哪些内容。他们的回答令我非
常震惊：我开始开车。我学会等
座位。我学会如何提高兴趣。我
学会“jugar”在德文中的含义。天
哪！他们的头脑中形成了如此丰
富的树突。创造树突对教育者而
言是一项令人兴奋的工作。我们
希望学生头脑中形成大量的树突。
树突的受体越多，神经细胞的网
络

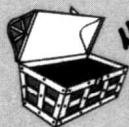
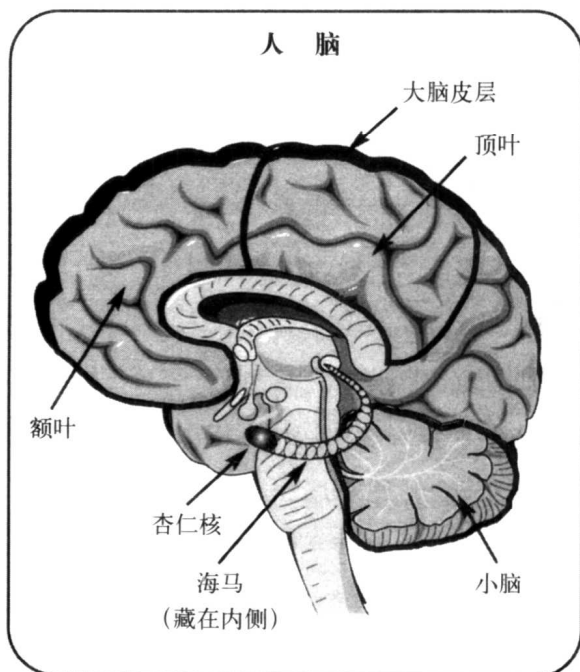
功能越好！而且，神经元之间的空间足够大。平均每个神经元有1000个树突，但是单个的神经元细胞则可以有无多个树突。

此外，神经元之间如果彼此相互独立，学习是不可能完成的。每个细胞都有一个长长的轴突，从细胞体延伸到另一个神经元的树突，传递信息。树突和轴突之间的空隙（信息在神经元之间进行传递的位置）被称为突触。信号通过突触从一个神经元传递到另一个神经元。当学生突然顿悟、脑中灵光闪现时，树突将会欣喜得发狂，此时，神经元在脑内的整个细胞网络中不断喷出激情的火花。

硬件升级

当谈到学习和记忆时，我们首先提到的就是大脑皮层。此外，海马也会参与学习过程。科罗拉多州立大学的一些研究者在“学习”方面的研究结果颇有启发性。他们发现，大脑皮层负责寻找模式，整合信息，并将信息（各种重要的事物）结构化；海马则负责处理事实和细节（机械记忆）。由此，我们

可以认为，海马与记忆有关，而大脑皮层和学习有关（O'Reilly & Rudy, 2000）。和脑的其他部位一样，在青少年时期，海马也会生长出大量的树突和突触，使得短时记忆功能在这个时期得以迅速提高。一般的短时记忆



你知道吗？

还记得在教育心理学中学过的皮亚杰认知理论和信息加工理论吗？皮亚杰认为，学生在进入青少年时期时，其短时记忆能力会有一个质的提高。但是，他没有从根本上解释这是为什么。直到加州大学洛杉矶分校的 Paul Thompson 博士通过对青少年的脑做核磁共振扫描，才从客观上证明，青少年时期脑的大小和功能有显著变化和提。新的灰质、白质、树突和突触的形成使得学生能够记得更多、更牢。现在，教育心理学家们可以用强有力的数据支持皮亚杰的认知理论以及信息加工理论。教师也终于可以对这一现象有更透彻的了解。

容量为5~7个单位,而在这一时期,青少年可以记住7~9个单位(Woolfolk, 2003)。所以,他们可以很快地背下十四行诗,还可以很容易地记住那些数学公式和定理。

另一方面,海马的发育非常缓慢。在三岁以前,几乎看不到一点活动的迹象(这也可以解释为什么我们对于婴儿时期发生的事情毫无印象)。海马和短时记忆有关,帮助我们记住人的名字、电话号码、餐厅的地址等。它好像是短时记忆和长时记忆之间的一个转换开关,并在两者之间不断转换。通过海马和大脑皮层之间的相互作用,使得我们能够掌握从外界接收的信息的意义(Schacter, 1996)。

大脑皮层,或者叫做新皮层,是脑表面所覆盖的褶皱的皮层,人的高级思维和自我意识都产生于这里。作为人类脑发育的最高级部分,大脑皮层负责解决问题、理性思维和决策。“不,我不想喝酒。”“谢谢,给我来支雪茄。”这些都是大脑皮层做出的决策。有的学生说:“我最喜欢学习数学。”有的学生说:“我喜欢地理。”还有的学生说:“我最喜欢上写作课。”这些也都是根据大脑皮层的内容来决定的。

大多数智力活动都需要脑的两个半球共同来完成。胼胝体就是两个半球之间连接的桥梁,它使得两个信息得以从一个脑半球传递到了另一个脑半球。即使是听别人讲笑话、唱歌这样很简单的活动,也不能只依靠单个的脑半球来完成,必须由两个脑半球之间复杂的联系才能协同完成。任务的复杂程度越高,就越需要整个脑的参与才能完成(Weissman & Banisch, 2000)。在青少年时期,胼胝体也不断生长出更多的树突和突触,体积越来越大。当青少年的脑能够完成非常困难的任务时,说明胼胝体已经变得很大、很粗,足以处理复杂的问题了。科学家还惊讶地发现,胼胝体的生长时期非常长,会一直持续到成年早期(Keshavan等, 2002)。

最近的研究揭示了胼胝体与自我意识(能够觉知自己的思维能力)之间的关系。新的脑成像技术使得研究者可以研究人脑中自我意识的过程。研究

者发现，人们对自我的感知主要集中在脑的右半球，而对他人的感知主要集中在脑的左半球 (Platek 等, 2004; Kircher 等, 2001)。不断强大的胼胝体使得青少年能够更好地通过他人来了解自我——随着这种意识从萌芽到逐渐成熟，使得青少年成长为成年人。

用进废退

随着人脑的不断发育，在脑内同时进行着两个重要的过程：首先是神经细胞、树突和突触的不断生长，使得细胞体和树突严重过量，树突和突触在脑内疯狂地繁殖；其次是在这种细胞过度生长的同时进行的修剪过程。在这个修剪过程中，部分适宜的神经元得以存活，其他的逐渐死亡。根据神经元的活动，脑有选择性地强化部分神经元，同时修剪部分神经元。不断持续使用的突触得以存活，而那些极少使用的则被淘汰。这就是“用进废退”原则的体现。

这种神经元、树突和突触的过量生长从人一出生就开始进行，到大约三岁的时候，一个小孩子脑内的突触就会比成人还多。显然，在这个阶段的孩子脑内会产生数量惊人的活动。但是，从出生开始，突触和神经元就开始了修剪。这个过程非常有效，使得脑内重要的、经常被使用的突触得以更好的加强和

