

儿童执行功能与情绪调节

周 玫 周晓林

(北京大学心理系, 北京 100871)

摘 要 大脑执行功能是一种调节、控制、综合、分析个体心理过程和外显行为的认知神经机制。儿童的高级认知活动、社会性行为(同伴交往、攻击性行为)都受到执行功能发展水平的制约。研究者希望通过儿童执行功能的发展,了解整个执行系统的发展成熟过程,揭示执行控制机能的内在机制。同时,有研究者把执行控制这种认知神经机制和儿童的社会性行为包括自我控制、情绪调控等方面的发展结合起来研究,从中发现二者的联系。该文就这方面的核心问题以及研究成果进行了综述。

关键词 情绪调控,抑制系统,前额叶,执行功能。

分类号 B845.1

在个体的脑发育过程中,前额叶属于发展较晚的皮层。前额叶和其它的新皮层共同完成对信息的加工、整合以及协调、控制复杂的认知活动。大脑的这种调节控制能力即执行功能^[1]。总体而言,执行功能系统就是一种调节、控制、综合、分析个体心理过程和外显行为的监控系统^[2]。具体地讲,执行功能主要包括整合多通道的感觉输入,产生多个不同反应,保持定势,完成目标指引下的行为,适应已改变的环境,制定计划及进行自我评价^[3]。额叶的损伤,不仅会妨碍上述各种功能正常发挥作用,严重的话,甚至会导致一般认知过程的变化,引起外显行为的改变。执行控制系统,功能如此复杂、强大,它们是如何发展完善的呢?在发展过程中,个体的认知、情绪以及社会行为会受到何种影响呢?要回答这些问题,就需要沿着执行控制系统的发展足迹,了解执行控制的发展情况。而儿童的执行功能发展,恰好为研究者提供了这样一个窗口。

1 儿童执行抑制功能发展的研究

目前已经得到普遍认可的执行功能系统,主要包括以下几个方面:(1)注意和抑制,注意有关的信息,抑制无关信息;(2)任务管理,即在完成复杂任务时,在不同任务之间切换注意;(3)工作记忆,对

信息进行暂时的存储和操纵;(4)计划,规划目标行为的加工序列;(5)监控,更新、检查工作记忆的内容,决定下一步的加工序列^[4]。其中抑制机能的发展是执行系统发展的重要环节。

随着年龄的增长,儿童逐渐学会主动控制自己的行为,特别是灵活、主动地抑制某些反应的能力,会不断增强^[5]。目前,我们可以通过脑成像技术直接观察认知发展过程中脑内部的活动情况。行为实验的结果已经表明^[6],从幼儿期到青少年期个体逐步学会了抑制优势反应;而从脑功能成像的结果看,和幼儿期相比,青少年期的儿童在完成抑制反应时,额叶、顶叶、丘脑都有活动增强的现象,特别是额叶活动增强的情况更为明显。尽管已经有研究发现儿童的神经生理成熟是其抑制机能发展的重要原因,但对儿童执行抑制的具体过程仍有很多不同的理论。

1.1 执行功能中抑制的理论发展

主动抑制无关刺激是执行功能的重要方面。这种抑制又可以大致划分为3个方面^[6]:(1)阻止已经激活的无关信息,即干扰信息;(2)抑制正在进行的反应;(3)抑制不再有关的信息的激活,即认知定势的转移。最后这层含义体现了个体认知的灵活性。Harnishfeger^[7]认为,抑制是一个主动的压抑过程,

收稿日期:2002-11-12

作者简介:周玫,女,北京大学心理学系硕士生。

周晓林,男,北京大学心理学系教授,博士生导师。

它能防止无关信息进入并保存在工作记忆中,进而保证认知过程的完整性。在此基础上, Bjorklund 和 Harnishfeger^[8]提出了低效抑制(inefficient inhibition)模型。这一模型认为,随着儿童年龄的增长,主动抑制能力的增强,抑制过程会变的更有效率,儿童能够逐步减少进入工作记忆的无关信息量,进而提高工作记忆的容量。许多实验范式的研究,如选择性注意任务、记忆任务、运动反应抑制的 go/no go (对某些特定类型的目标刺激做反应,对另外类型的刺激不做反应)及皮亚杰的 A-not-B 任务等都证实了抑制效率的发展性变化。有的学者认为,加工效率和抑制的发展性变化与神经系统的成熟——髓鞘化的形成有关。髓鞘化会增加神经细胞团之间的线性传递,同时减少侧传递。线性传递速度的提高和其他细胞团之间干扰的减少,可增进短时记忆储存信息、执行策略任务的能力。Dempster 在研究中发现^[9],额叶是涉及干扰敏感性任务的重要脑区,额叶损伤的儿童完成干扰敏感性任务有明显的缺陷。因此,Dempster 把抑制概括为不同的操作过程:抑制的许多操作特征可在时间维度(前摄抑制、抑制同时激活的干扰刺激、倒摄抑制),形式维度(运动、知觉、言语)和空间维度(内部和外部)上变化。Dempster 基于这一假设,提出了干扰易感性(susceptibility to interference)模型:即不同的抑制过程有不同的发展曲线,儿童的干扰敏感性发展因而呈现阶段性变化的特点,儿童的抑制水平的发展,也就随之呈现不平衡的状态,进而影响儿童的情绪调控能力。

上面介绍的两种理论,或是从工作记忆的发展入手,或是考虑抑制本身的不同成分,都从执行抑制功能发展的生理基础角度,提出工作记忆、神经系统的髓鞘化决定了儿童执行抑制的发展。

1.2 儿童执行功能的临床研究

对儿童执行功能的研究,最早始于脑损伤病人的临床诊断。早期的临床研究发现,很多额叶损伤的儿童,出现了不同程度的执行功能控制障碍。例如,行为抑制不能,情绪暴躁、易怒以及注意系统障碍。还有一些早期临床诊断发现:额叶损伤的患者,主动利用不同策略应对不同情境的水平降低。临床研究表明,由于额叶损伤引起抑制功能障碍的儿童,完成 Stroop 任务的成绩,明显比正常儿童差,他们很难抑制自动产生的反应倾向^[10]。

近年来,随着研究的不断深入,大家逐渐开始

关注儿童的执行控制系统是如何发展完善的以及额叶的损伤如何影响儿童的执行控制活动。ADHD (attention-deficit hyperactivity disorder) 儿童,又称注意缺陷障碍儿童,一直是研究者普遍关心的一个特殊儿童群体,这些儿童临床表现为不能集中注意、多动和冲动。研究者普遍认为,ADHD 儿童的额叶有不同程度的器质性病变。各种亚型的 ADHD 儿童,比如多动冲动、注意缺陷等,都存在执行功能障碍。近期很多相关研究发现,这些儿童表现出来的注意缺陷可能与他们无法抑制某些反应的冲动有关。

有研究者^[10]比较正常儿童和 ADHD 儿童的额叶、颞叶功能时发现:两组儿童的记忆成绩没有显著的差异;但是在完成 go/no go、stop signal (当没有停止信号的时候,正常反应,见到规定的停止信号就不做反应)等任务的时候,ADHD 儿童的成绩明显低于正常儿童。这些研究初步证明,ADHD 儿童不能很有效地抑制自己正在进行的某种反应,他们在两种不同反应方式的切换上,也有一些障碍。为研究 ADHD 儿童的运动控制障碍,是否由执行功能系统的损伤引起的,研究者比较 ADHD 儿童和健康儿童,完成相同的 go/no go 测验的成绩。结果表明,在唤醒水平上,两组儿童没有差异,同时两种刺激呈现的方式没有影响抑制的水平 and 反应。患病儿童在做 go 反应的时候,动作激活比正常儿童慢。而在完成 no go 任务的时候,ADHD 儿童的错误率高于正常儿童,说明他们的反应抑制过程受到了损伤^[11]。

临床的研究还发现,额叶损伤的儿童,无法制订最优化的计划并按计划完成任务,但经过一段时间的锻炼,儿童的某些执行功能有恢复的迹象。由此可见,儿童执行功能系统发展和其自身认知和社会性的成熟发展密不可分。

1.3 儿童执行抑制发展的阶段性

儿童的执行抑制系统是随着额叶皮层的发展成熟逐步发展起来的。有研究发现,儿童在完成经典的 Stroop 任务时,年龄大的成绩好。在完成 Stroop 任务的各种变式:如对大小不同的数字、图片命名或判断,也存在明显的年龄差异。Luciana & Nelson 在研究 4 岁、8 岁和 14 岁儿童的记忆和执行抑制功能时,发现 4 岁儿童不能完成河内塔这样需要组织并按计划逐步完成预先计划的复杂执行控制任务;8 岁的儿童可以完成同样的任务,只是和青少年的成

绩还存在明显差异；而完成简单的 go/no go 任务，8 岁儿童和 10 岁的儿童正确率没有显著差异^[6]。这说明儿童反应抑制能力发展的比较早，计划能力、问题分步完成的能力发展得比较晚。

Welsh、Pennington 和 Groissier 总结了多年来儿童执行功能障碍的研究成果。指出，儿童执行功能发展至少经过了 3 个阶段：6 岁、10 岁和青春期。6 岁的儿童已经具备了成年人的简单计划能力和视觉搜索的组织能力；10 岁的儿童具备了验证假设、注意保持、抑制控制，完成 WCST (Wisconsin Card Sorting Test) 等复杂测验任务的能力；青春期是各种能力趋于完善的关键时期^[2]。有研究发现，儿童完成 WCST 测验的成绩受到工作记忆发展的限制，这些测验的成绩，也很可能是工作记忆能力发展水平的一种体现^[1]。有研究者提出，儿童运动保持成绩在 5~7 岁之间有明显的提高^[2]。由于执行功能参与动作反应的抑制等较复杂的运动过程，他们推测，也许在这个年龄段，儿童的执行功能也有较大发展。Becker 等人的研究发现，在 6~8 岁之间，儿童的动作控制能力有很大发展，但是复杂动作的控制能力要到青春期才能接近成年人的水平^[2]。这些研究成果提醒人们，儿童的一些复杂的计划、调节能力，认知定势转化的能力要在 7~8 岁甚至青春期才能逐步完善。

不仅儿童的认知活动受到执行系统的调控，他们的社会交往、情绪调控能力的发展同样受到执行功能的影响。

2 儿童情绪调控的研究

儿童的行为和情绪调控也受到前额叶神经系统的控制。情绪控制是一种与情感有关的情绪产生、保持、模式化的心理过程；也是个体内部情绪体验的强度、持续时间等特征的生理学过程^[12]。Masters 认为，情绪控制的过程既包括情绪的唤醒和获得，也包括情绪的抑制和缓冲^[13]。我们希望了解前额叶执行功能系统对情绪的控制和调节的影响。情绪控制（管理）包括对自己情绪调控策略的控制，以及对外界环境因素导致的情绪变化的调节。在临床上，具有执行功能障碍的抑郁症儿童和孤独症儿童，也存在很多情绪控制的问题。

2.1 儿童情绪调控的临床研究

对儿童情绪调控的临床研究，内容很丰富。首先研究母亲用药、情绪情感障碍对孩子的情绪调控

的影响。有的临床研究发现^[14,15]，若母亲在孕期服用可卡因等药物，这些婴儿出生后会出现不同程度的特异性情绪表达障碍。还有研究发现^[16]，有些母亲有较高水平的抑郁症状，她们的孩子比母亲没有抑郁症状的儿童表现出更多的负性情绪。其次，家庭教养方式也会影响儿童的情绪情感表达。有研究表明，受到父母虐待的儿童，很难建立良好的情绪表达模式^[17]；即使建立了情绪表达的模式，这些儿童在碰到冲突情境的时候，通常会抑制自己的情绪表达，或者无法充分表达自己的情绪体验^[18]。有研究发现^[19]，OFC（嗅额皮层）、ACC（前扣带回）和杏仁核都参与情绪调控，当儿童生气或有其他负性情绪的时候，上述 3 个区域都会激活。因此，这些区域受损的儿童，比正常儿童表现出更多的攻击性行为，且容易发怒。

额叶受损会造成情绪调节能力的下降。有研究者在对两个脑外伤儿童的跟踪研究中发现^[2]，虽然由于幼年受脑外伤，引起额叶发育迟缓，进而导致相关的执行功能损伤。在情绪上变得易怒、易冲动，攻击性行为也有显著增加，但是其中一个病人的情绪障碍，由于学校的合理培养，逐渐缓解，学习成绩也有提高；另一个病人的症状则基本没有变化。

综上所述，生理成熟程度^[20]、认知发展水平^[21]、与抚养者的关系^[22]、社会文化背景和个体经验^[23]在情绪控制中都占有重要地位。情绪的调节是功能性的，情绪控制抑制在不同程度地参与我们的目的行为，而这种参与也随年龄有所变化。因此，还需要了解情绪调控系统是如何发展变化的。

2.2 儿童情绪调控发展的研究

情绪调节主要是对个体外部和内部的情感反应，特别是一些暂时性的、比较强烈的情绪反应，进行监控、评价和修正的动态过程，以协助个体达到预期的目标^[24]。Thompson 指出：情绪调控的实现需要很多子系统的协同工作才能完成，包括神经生理反应，注意过程，归因或评价，情绪体验的表达，由情绪体验导致的反应或具体行为^[25]。Eisenberg^[26,27]提出情绪管理有三个过程：情绪调控（情绪调控的策略、认知结构的重组）；与情绪有关的行为调控（情绪的可表达性）；对引发情绪的情境的调控（计划、直接解决问题）。

在研究个体的情绪调控的时候，气质一直是一个非常重要的概念。对儿童控制自身情绪的研究很多是从婴儿的气质类型着手。近年来，随着生物医

学技术的发展和认知神经科学的飞速发展,研究者可以从神经生理学的角度重新审视各种情绪控制问题的内在生理基础^[28]。

有研究表明^[29],4个月大的儿童已经表现出可能影响行为抑制的气质类型,包括行为反应和负性情感的表达。研究者纪录婴儿的脑电,发现抑制型的儿童左侧额叶 EEG 和右侧有显著差异;而如果儿童4个月的时候是抑制型,到9个月的时候变成非抑制的类型,他们的 EEG 原来的单侧化的现象也会随之消失。进一步的跟踪研究表明,此后2年中,不同气质类型的婴儿,行为抑制情况也存在显著差异。Geraldine 和 Dawson 综合自己实验室的 EEG 研究成果发现^[30],各种情绪的表达都会引起双侧额叶激活,但某一侧的额叶会与特定的情绪表达和控制策略密切相关。比如左侧额叶主要和获得、保持与外界环境相关的以及正在进行的行为控制有关;而右侧额叶则主要涉及干扰刺激的调控。这种控制情绪情感的能力,会随着婴儿年龄的增长,逐渐被纳入自我控制系统^[27]。

从上面的研究结果看,情绪情感的调节过程受到双侧额叶的控制,那么在哪些情绪行为、反应中,执行控制扮演了什么角色呢?要回答这个问题,就要从执行抑制与情绪调控的相互关系入手,发掘二者的内在联系。

3 儿童执行功能系统对其情绪控制影响的研究

临床研究发现,一些额叶损伤的儿童,执行功能受损后,伴有明显的情绪控制异常现象:攻击性行为,脾气暴躁、倔强^[11]。有些 ADHD 儿童不仅存在执行功能障碍,同时会出现情绪不稳定、攻击性行为增多和易怒等情绪控制不良的现象。同时,这些研究都向我们展示了执行抑制功能可能与情绪的调控存在某种联系。

有研究者认为,个体控制情绪的过程涉及情感系统、注意系统和自律系统的环节。在整个功能系统中,注意控制对情感的整个发生和表达反馈的过程,有很重要的作用^[20]。他们通过实验证明,儿童的自我控制能力,其中包括情绪的自我控制成绩,与注意系统作业,有很高的相关^[20]。还有研究者比较不同压抑水平、冲动性的儿童完成侧抑制和 Stroop 等执行抑制测验的成绩。结果发现,压抑水平低、不易冲动、适应性强的儿童,注意抑制、反

应抑制测验的成绩很好;相反,冲动型的儿童,维持注意、抑制无关刺激的能力比较差^[28]。这些实验结果提醒人们:注意系统的发展是执行控制和情绪控制之间的一座桥梁,反映他们情绪调控的特点。

虽然已经有大量研究表明,执行抑制功能和情绪调控的能力存在相关,随着儿童年龄的增长,执行抑制对情绪调控的作用会发生变化,但具体是如何变化的,目前的研究还没得出一致的结论。

4 目前研究中存在的问题

对儿童的情绪和行为控制进行研究主要有两种思路:社会性发展和生理心理及认知神经科学的研究。尽管已有的生理心理方面的研究成果为儿童的异常社会性行为提供了有益的科学解释,但大多数研究仅仅集中在社会性行为或者生理结构神经机理某一个方面;虽然研究结果上可以相互印证,但似乎缺少一座将其连接的桥梁。

在研究方法上,近年来认知神经科学为我们研究执行功能提供了很多先进的手段,而对儿童外显情绪行为的研究手段还很有限。如何利用两类不同的研究方法获得的数据,对同一组儿童的社会性行为、认知作业能力的成绩进行综合比较,进一步探讨高相关背后的内容,仍是一个需要深入研究的问题。

综合近年来的研究,目前研究者对额叶执行功能系统的具体作用,有几个共识。首先,额叶的执行控制系统参与自我意识和内省的发展。其次,儿童整个婴幼儿期和青少年期的发展同额叶的自我控制系统功能的发展密不可分。不仅仅是高级认知活动过程的发展受到执行系统功能水平的制约,儿童的社会性行为(同伴交往、攻击性行为)也会受到自我控制能力的影响。最后,对自我意识、心理理论的研究也离不开对执行功能的研究^[2]。从研究结果上看,目前的研究比较零散,不系统。个别的任务和研究结论无法揭示执行功能与社会性发展之间的内在关系。

总结目前的研究成果发现,儿童的情绪调控和其执行控制系统的发展成熟,有密切的关系。执行控制系统作为儿童认知和社会性发展重要基础,参与了儿童各个方面的发展的全过程。研究儿童的执行控制发展对揭示其社会性发展及成熟有重要意义。进一步研究儿童执行控制与情绪调控等社会性行为内在联系,将有助于人们深入、全面地了解个体发展的内在机制。

参 考 文 献

- 1 Nigg J T. Is ADHD a disinhibitory disorder? *Psychological Bulletin*, 2001, 127(5): 571-598
- 2 Temple C M. *Developmental Cognitive Neuropsychology*. Printed by Psychology Press Ltd. 1998, 287-315
- 3 Stuss D T, Benson D F. *The Frontal Lobes*. New York: Raven Press, 1986, 190-258
- 4 王勇慧, 周晓林, 王玉凤, 杨炯炯. 执行功能与注意缺陷多动障碍. *中华神经科杂志*, 2002, 35(4): 245-247
- 5 Luna B, Thulborns K R. Maturation of widely distributed brain function subserves cognitive development. *Neuroimage*, 2001, 13(5): 786-793,
- 6 Smith E E, Jonides J. Neuroimaging analyses of human working memory. *Proceeding National Academic Science*, 1998, 95(21): 12061-12068
- 7 Harnishfeger K K. The Development of Cognitive Inhibition, Theories, Definitions and Research Evidence. In: Dempster FN, Brainerd CJ. (Eds). *Interference and Inhibition In Cognition*, 1995, 175-204
- 8 Bjorklund D F, Harnishfeger K K. The resources construct in cognitive development: diverse sources of evidence and theory of inefficient inhibition. *Development Review*, 1990, 10: 48-71
- 9 Dempster F N. Resistance to interference: developmental changes in a basic processing mechanism. New York: *Emerging Themes in Cognitive Development: Foundations*, 1993, 3-27
- 10 Berger N, Meere J. Motor control and state regulation in children with ADHD: a cardiac response study. *Biological Psychology*, 2000, 51(2-3): 247-267
- 11 Luciana M, Nelson C. The functional emergence of prefrontally-guided working systems in four to eight years old children. *Neuropsychologia*, 1998, 36(3): 273-293
- 12 Lehto J. Are executive function tests dependent on working memory capacity. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1996, 49A(1): 29-50
- 13 Masters J C. *Strategies and mechanisms for the personal and social control of emotion. The development of emotional regulation and dysregulation*. Cambridge University Press, 1991, 1-50
- 14 Southam G M, Kendall P C. Emotion regulation and understanding Implications for child psychopathology and therapy. *Clinical Psychology Review*, 2002, 22(2): 189-222
- 15 Alessandri S M, Lewis M. Differences in pride and shame in maltreated and nonmaltreated preschoolers. *Child Development*, 1996, 67(4): 1857-1864
- 16 Lundy B, Field T, Pickens J. Newborns of mothers with depressive symptoms are less expressive. *Infant Behavior and Development*, 1996, 19(3), 419-424
- 17 Camras L A, Ribordy S, Hill J. Recognition and posing of emotional expressions by abused children and their mothers. *Developmental Psychology*, 1988, 24(6): 776-781
- 18 Camras L A, Rappaport S. Conflict behaviors of maltreated and nonmaltreated children. *Child Abuse and Neglect*, 1993, 17(5): 455-464
- 19 Davidson R J, Putnam K M, Larson C L. Dysfunction in the neural circuitry of emotion regulation—a Possible Prelude to Violence. *Science*, 2000, 289(28): 591-594
- 20 Kokkonen M, Rosenstiel L P. Self-Regulation, Self-Control, and management training transfer. *International Journal of Educational research*, 1999, 31(6): 487-489
- 21 Derryberry D, Reed M A. Temperament and the self-organization of personality. *Development and Psychopathology*, 1994, 28(6): 533-576
- 22 Kopp C B. Regulation of distress and negative emotions: a developmental view. *Developmental Psychology*, 1989, 25(3): 343-354
- 23 Fox N A, Calkins S D, Bell M A. Neural plasticity and development in the first two years of life: evidence from cognitive and socioemotional domains of research. *Development and Psychopathology*, 1994, 28(6): 677-696
- 24 Campos J J, Campos R G, Barrett K C. Emergent themes in the study of emotional development and emotion regulation. *Developmental Psychology*, 1989, 25(3): 394-402
- 25 Thompson R A. Emotion Regulation: A theme in search of definition. *Monographs of the society for research in child development*, 1994, 59(2-3): 24-52
- 26 Eisenberg N, Cumberland A, Spinrad T L. Parental socialization of emotion. *Psychological Inquiry*, 1998, 9(2): 241-273.
- 27 Eisenberg N, Fabes R A, Shepard S A. Contemporaneous and longitudinal prediction of children's social functioning from regulation and emotionality. *Child Development*, 1997, 68(4): 642-664
- 28 王争艳, 王莉, 陈会昌, 王京生. 杰罗姆凯根的气质理论及研究进展. *心理学动态*, 2000, 8(2): 33-38
- 29 Fox N A, Henderson H A, Rubin K H. Continuity and Discontinuity of Behavioral Inhibition and Exuberance: Psychophysiological and Behavioral Influences across the First Four Years of

Life. Child Development, 2001, 72(1): 1~21
30 Nathan A. Fox. The Development of Emotion Regulation: Biolog-

ical and Behavioral Consideration, the Society for Research in
Child Development, Inc. 1994, 5~35

THE EXECUTIVE FUNCTION AND EMOTION REGULATION OF CHILDREN

Zhou Mei, Zhou Xiaolin

(Department of Psychology, Peking University, Beijing 100871)

Abstract

The executive function system can control and regulate person's psychological processes and behaviors. Children's cognitive processes and their emotion and behaviors are also influenced by their executive function. So the development of executive function becomes a focus of developmental psychology. Nowadays, many psychologists try to find out how the children's executive system development and work. They think that we can know more about our brain through this kind of research. For some researchers argue that the executive function will also regulate children's social behaviors, more and more researchers try to integrate children's social behaviors such as self-control and emotion regulation with the executive function. They want to reveal the relation between executive function and emotion regulation. This article summarizes some important productions in this filed.

Key Words executive function, emotion regulation, prefrontal, inhibitive system.

(上接第 180 页)

THE DEVELOPMENT OF SHANGHAI COLLEGE STUDENTS' COMMON PSYCHOLOGICAL PROBLEMS SCALE

Nie Jing, Fu Anqiu

(Department of Psychology, East China Normal University, Shanghai 200062; Department of Applied Psychology, Shanghai Teacher's University, Shanghai 200234)

Abstract

In terms of the common characters of psychological problems, this article focuses on ten kinds of mental blocks, including mental fatigue, worry for no reason, distraction, inanity, inferiority, melancholy, depression, rage, cowardice and hostility. This research results in a scale which is proved to have a good reliability and validity. According to the scale, a further research was made on Shanghai college students' psychological problems.

Key words common psychological problems, scale, reliability, validity, norm.