



度对...
要...的

2 ...力

对...K

分...身

相...行

经成...
proce...

信...己
zC...tte和

1 抑制与

抑制...
务无...

抑...个执行

抑...的系

抑...成份

抑...功能相似

抑...由来

抑...成心

抑...活。

抑...前的婴

抑...不...下

抑...日

抑...元

...? 近些年来... 人各...
...。本文将...

... dual-t... 还有一... 我们将...

... 有些不同的... 我们将...

... 功能子系统与... 我们将...

... 抑制分... 再相关...

... 任务... 任务... 任务...

... 抑制控制多... 重要的地... 验证...

... 抑制... 抑制... 抑制...

... 的“期... 的“期... 的“期...

... 的“期... 的“期... 的“期...

... 的“期... 的“期... 的“期...

... 的“期... 的“期... 的“期...

交叉。

地

原

示

位

2

分

不相

7

in

子区分时，相应的抑制效应比较大， Garner 和 Stroop 效应
明操作可区分，对抑制的水平，从而改变 Garner 和 Stroop 效
前认为数量

，自

参与，可以对激活的性

一

重要部分，是一种在指导语指引下的、内源性的注意控制机

手

其实，刷新作为一种很重要的功能，体现了人们不断对记忆中内容进行修正的能力，而刷新功能相对而言比较成熟的研究方法，本身也可以拿来研究数量加工机制，未来在这方面应该会涌现更多的研究成果。

3 研究趋势

以上把执行功能拆成不同的子成分,分别探讨了这些子成分与数量加工的关系。下面我们谈谈对这个方面研究发展趋势的看法。

3.1 从相关研究到因果研究

由于执行功能和数量加工都随年龄增长有较大的变化,特别是最初的发展期和后来衰老期。因此,这个研究领域有着浓厚的发展观。早期的研究多半采用儿童或老年被试。先用一些筛查方法选取数量加工困难的被试,然后测量其执行控制能力,看数量加工困难被试是否在执行功能方面与正常被试有差距;或者反过来,采用执行能力高低不同的被试,比较其数量加工能力是否有差异。

这是一种相关关系的研究方法,相应的研究成果有很多,如 Geary 发现较差的注意分配与协调能力是造成数量加工困难儿童较差计算技能的因素之一^[28];执行功能上的差异不但可以作为结果来进行比较,也可以用来预测数量作业成绩,如 Bull 和 Roy 发现用执行功能的测查能很好地预测是否为儿童在数学上是否存在困难^[29]。

相关关系的研究比较容易设计,比较容易施行。但这种研究的弊病也很多,我们不知道两个相关很高的变量之间有没有中介变量在起作用。随着统计学的发展,近年来,在这个领域里开始用一些高级统计技术来进一步挖掘数据。如 Bull 和 Scerif 用多元回归发现对数学困难儿童而言,最重要的是抑制能力,其次是转换和刷新,双任务协调能力贡献很小^[15]。可以推测,在未来的研究中,会有更多的研究者使用更高级的统计方法如路径分析,结构方程建模等在统计上模拟因果关系,以及全面地探讨执行功能与数量加工之间的关系。

3.2 从单纯的认知层面扩展到脑机制的研究

由于数量加工的易操作性,很多执行功能测验都采用数量加工的成绩作为指标。这对研究执行功能与数量加工的关系造成一定的困难。而认知神经方面的研究随着近些年来成像技术的飞速发展而有了长足的进步。从单纯的认知层面扩展到脑机制的研究是这个领域一个明显的发展趋势。

众所周知,执行功能的调节脑区主要是前额叶皮层。而通常认为成人的数量加工区主要是两半球的下顶叶。前额叶皮层在整个认知活动起调节作用,对下顶叶的活动产生影响。但具体如何影响,目前的研究不多。通常,如果执行功能涉及到数量加工,前额叶和顶叶会同时激活。Sohn 等的用事件相关 fMRI 的方法进行任务转换实验^[30],其任务为简单区分字母(元音/辅音)或区分数字(奇数/偶数)。任务刺激由一个字母和一个数字组成,刺激的颜色提示将要去完成的任务。实验有 3 种条件:预先知道且重复的任务(无转换);预先知道且要转换的任务;预先不可知(任务重复和任务转换混杂)。实验结果表明,与内源性准备有关的脑区是外侧前额皮层(BA46/45)和后顶叶皮层(BA40);而与外源性调整有关的脑区为右上前额(BA8),左后顶(BA39/40),后扣带回(BA31)及右枕皮层(BA19)。内源性准备和外源性调整是具有不同的脑机制的独立过程。

前额叶的执行功能活动对顶叶的数量加工有影响的理解是因为执行功能的调节作用,

还是因为数量加工本身就与额叶有交互作用?运用 fMRI 等成像方法的结果通常支持前者,而有关数量加工的细胞基础方面的研究表明,数量加工并不一定依赖下顶叶完成。Nieder 等以短尾猴为研究对象,发现数字神经元主要位于前额叶皮层^[31]。但 Sawamura 等人的研究认为 31%的数字神经元位于顶叶皮层,而只有 14%的数字神经元位于前额叶皮层^[32]。未来还需要更多的研究来解决矛盾的发现。

3.3 从普通被试扩展到特殊被试

以往在执行功能与数量加工关系的研究中,被试大多是普通的正常人,比如认知机能正常的儿童和成年人,后来慢慢扩展到研究认知上有些困难的被试,比如数学困难儿童。Mclean 和 Hitch 采用分级数学测试(GAM)筛选出 12 名数学困难儿童作为实验组^[33],并另外设立两个对照组,组一为年龄匹配组,组二为能力匹配组,即除数学能力外,智力、阅读能力均与数学困难组匹配。三组比较发现,数学困难组执行过程的某些方面受损。

从普通被试到数学困难被试的扩展,使我们有机会了解执行功能的哪些子成分受损有可能与数学困难有关系。然而,想在更深的层面了解执行功能与数量加工的关系,采用脑损伤病人作为被试取得的结果会更有说服力。例如,Gerstmann 报道了同时发生失写症、计算不能、手指失认症以及左右侧认识不能的顶叶损伤病例(古茨曼综合征)。此类病人完全能够理解并说出各种形式的数字,但是数量加工能力受损严重。如果以这种病人做被试,研究其执行功能的状况,看看哪能子成分功能完好,哪些受损,应该能很好地说明执行功能与数量加工之间的关系。同样,找到执行功能受损的额叶损伤患者,研究其数量加工的特点,也会很有意义。

总而言之,执行功能和数量加工都是最重要的认知机能,它们之间有着密切又错综复杂的联系。采用更适当精巧的实验和统计方法,多关注特殊人群,会得到更多有益的结论,并产生一定的应用意义。

参考文献

- [1] 刘昌,李德明.心算活动机制的研究.心理学报,1999,31(1):111~117
- [2] 陈英和,耿柳娜.儿童数学认知策略研究新进展.北京师范大学学报(社会科学版),2003,(1):38~44
- [3] 耿柳娜,陈英和.数学认知模型评介—加法事实存储与提取.心理科学,2003,26(2):224~227
- [4] 陈英和,耿柳娜.工作记忆与算术认知的研究现状与前瞻.北京师范大学学报(社会科学版),2004,(1):40~44
- [5] 南云,罗跃嘉.数字加工的认知神经基础.心理科学进展,2003,11(3):289~295
- [6] Funahashi S. Neuronal mechanisms of executive control by the prefrontal cortex. Neurosci Res, 2001, 39: 147~165
- [7] Geary D C, Brown S C, Samaranayake V A. Cognitive addition: A short longitudinal study of strategy choice and speed-of-processing differences in normal and mathematically disabled children. Developmental Psychology, 1991, 27: 787~797
- [8] Miyake A, Friedman N P, Emerson M T, Witzki A H, Howerter A. The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex 'frontal lobe' tasks: a latent variable analysis. Cognitive Psychology, 2000,41: 49~100
- [9] Collette F, Van der Linden M. Brain imaging of the central executive component of working memory. Neuroscience and Biobehavioral Reviews, 2002, 26: 105~125
- [10] Morris N, Jones D M. Memory updating in working memory: The role of the central executive. British Journal of Psychology, 1990, 81: 111~121

- [11] Rabbitt P. Introduction: methodologies and models in the study of executive function. In: Rabbitt, P. (Ed.), *Methodology of frontal and executive function*. Psychology Press, Hove, East Sussex, UK, 1997. 1~38
- [12] Dehaene S, Bossini S, Giraux P. The mental representation of parity and number magnitude. *Journal of Experimental Psychology:General*, 1993, 122: 371~396
- [13] Gallistel C R, Gelman R. Preverbal and verbal counting and computation. *Cognition*, 1992, 44: 43~74
- [14] Wynn K. Addition and subtraction by human infants. *Nature*, 1992, 358(6389): 749~750
- [15] Bull R, Scerif G. Executive Functioning as a Predictor of Children's Mathematics Ability: Inhibition, Switching, and Working Memory. *Developmental Neuropsychology*, 2001, 19(3): 273~293
- [16] Girelli L, Lucangeli D, Butterworth B. The Development of Automaticity in accessing Number Magnitude. *Journal of Experimental Child Psychology*, 2000, 76: 104~122
- [17] Pansky A, Algom D. Stroop and Garner Effects in Comparative Judgment of Numerals: The Role of Attention. *Journal of Experimental Psychology*, 1999, Vol 25, NO.1: 39~58
- [18] Kaufman E L, Lord M W, Reese T. The discrimination of visual number. *American Journal of Psychology*, 1949, 62: 498 ~ 525
- [19] Trick L M, Pylyshyn Z W. Why are small and large numbers enumerated differently a limited capacity preattentive stage in vision. *Psychological Review*, 1994, 101 (1) : 80 ~ 102
- [20] Rourke B P. Arithmetic disabilities, specific and otherwise: Aneuropsychological perspective. *Journal of Learning Disabilities*, 1993, 26, 214~226
- [21] Sophie van der Sluis, Peter F. de Jong, Aryan van der Leij. Inhibition and shifting in children with learning deficits in arithmetic and reading. *J. Experimental Child Psychology*, 2004, 87: 239~266
- [22] Fischer M H, Castel A D, Dodd M D. Perceiving numbers causes spatial shifts of attention. *Nature Neuroscience*, 2003, 6(6) : 555~556
- [23] Bachtold D, Baumuller M, Brugger P. Stimulus response compatibility in representational space. *Neuropsychologia*, 1998: 731-735
- [24] Kiss I, Pisio C, Francois A, Schopflocher D. Central executive function in working memory : event-related brain potential studies. *Cognitive Brain Research*, 1998, 6: 235~247
- [25] Logie R H, Gilhooly K J, Wynn V. Counting on working memory in arithmetic problem solving. *Memory and Cognition*, 1994, 22: 395~410
- [26] Kyoung-Min Lee, So-Young Kang. Arithmetic operation and working memory:differential suppression in dual tasks *Cognition*, 2002, 83: B63~B68
- [27] Andr s P, Van der Linden M. Are central executive functions working in patients with focal frontal lesions. *Neuropsychologia*, 2002, 40: 835~845
- [28] Geary D C. Mathematical disabilities: Cognitive, neuropsychological, and genetic components. *Psychological Bulletin*, 1993, 114: 345~362
- [29] Bull R, Johnston R S, Roy J A. Exploring the roles of the visual-spatial sketch pad and central executive in children's arithmetical skills: Views from cognition and developmental neuropsychology. *Developmental Neuropsychology*, 1999, 15: 421~442
- [30] Sohn M, Ursu S, Anderson J R, Stenger V A, Carter C S. The role of prefrontal cortex and posterior parietal cortex in task switching. *PNAS*, 2000, 97(24): 13448~13453
- [31] Nieder A, Freedman D J, Miller E K. Representation of the quantity of visual items in the primate prefrontal cortex. *Science*, 2002, 297(5587): 1708~1711
- [32] Sawamura H, Shima K, Tanji J. Numerical representation for action in the parietal cortex of the monkey. *Nature*, 2002, 415(6874): 918~922
- [33] McLean J F, Hitch G J. Working memory impairments in children with specific arithmetic learning difficulties. *Journal of Experimental Child Psychology*, 1999, 74: 240~260

