

# 阅读困难儿童工作记忆研究的新进展

王恩国<sup>1,2</sup>, 刘 昌<sup>2</sup>

(1.河南大学教科院,河南 开封 475001;2.南京师范大学心理研究所,江苏 南京 210097)

【摘 要】工作记忆是一种对信息进行暂时加工和贮存的能量有限的记忆系统,在许多复杂的认知活动中起重要作用。研究表明,阅读困难与工作记忆缺陷密切相关,阅读困难儿童都存在语音回路功能缺陷以及中央执行器功能等方面的缺陷。今后研究将以整体的、发展的视角,不断改进研究方法,将行为研究和神经加工机制研究相结合,进一步探明阅读困难工作记忆缺陷的深层原因。

【关键词】工作记忆;阅读困难;语音回路;视空间模板;中央执行功能

中图分类号: B844.1 文献标识码: A 文章编号: 1005-3611(2005)01-0118-04

## Progress in Studies on Working Memory in Children with Reading Disabilities

WANG En-guo, LIU Chang

Education Research Institute, Henan University, Kaifeng 475001, China

【Abstract】Studies on working memory in learning disabilities indicated that, children with reading disabilities suffer deficits related to the phonological loop (i.e., the inefficient accessing of phonological representation), and the central executive (i.e., capacity limitations in controlled attention processing). In other words, working memory deficits are fundamental problems of children and adults with learning disabilities. Combining with multi-approaches, future research seems to further explore why these working memory deficits result in learning disabilities.

【Key words】Working memory; Reading disabilities; Phonological loop; Visuospatial sketchpad; Central executive

阅读困难是一类异质性障碍,引起阅读困难的原因是多种多样的,既可能是语言学层面上的障碍导致,也可能属于知觉原因。按照认知心理学的观点,阅读过程是一个复杂的信息加工过程,这个过程的任何环节出现问题,都可能导致阅读困难。大量研究证明,工作记忆与早期阅读能力存在密切关系,字词解码是一个缓慢而又需要意志努力的过程,低龄儿童形音转换远没有达到自动化的程度,需要消耗一定的心理资源,字词中每一个细节的形音转换规则必须储存于记忆中,同时又保持对这些细节进行加工。因此,工作记忆的缺陷可能导致阅读发展的迟缓<sup>[1]</sup>。

工作记忆 (working memory) 的概念最初由 Baddeley 和 Hitch 在研究短时记忆的基础上于 1974 年提出,它是一种对信息进行暂时加工和贮存的能量有限的记忆系统。该模型认为工作记忆由三个部分组成,即视觉空间模板、语音回路和中央执行系统。工作记忆是一个位于知觉、记忆与计划交界面上的重要系统,对于学习、运算、推理、语言理解等复杂的认知活动起关键作用。许多研究表明,阅读困难与工作记忆缺陷有关。对于阅读困难儿童工作记忆研究的经典范式是阅读广度测验<sup>[2]</sup>。该范式要求被试阅读一系列句子(加工成分),同时记住每个句子最后一个词(储存)。在呈现完一系列的句子后,要求被试按呈现的顺序回忆出句子的最后一个单词。这种范式发展为各种各样的变式,比如听、计数和计算等。

## 1 工作记忆容量与阅读困难

工作记忆容量多以工作记忆广度指标表示。许多研究证明,工作记忆容量不足可能是造成阅读困难的根本原因。

【基金项目】高等学校全国优秀博士学位论文专项资金(项目编号:200006)和国家自然科学基金(项目编号:30200082)资助

Tunmer 和 Hoover 研究发现,工作记忆容量会影响元言语能力的发展,特别是语音意识,通常被认为是早期阅读获得的决定因素,可能是导致阅读困难的一个重要原因。Wagner 和 Torgesen 等研究发现<sup>[3]</sup>,在各种音位意识任务中,工作记忆比短时记忆具有更重要的作用。研究还发现,语言信息的工作记忆容量不足,限制了儿童词汇发展和早期阅读技能的获得,这种不足有一定的遗传基础。此外,语音记忆容量影响词汇获得,学习一个新单词并把它纳入词汇需要进入长时记忆,同时要建立一个新的语音序列,当单词声音和与它相联系的概念在记忆中被激活,二者就会联结在一起使用,如果语音信息在记忆中消退,新单词就不能联结成相应的概念,一个记忆的新异声音就不能唤起与它相联结的新概念。

Just 和 Carpenter 等研究发现<sup>[4,5]</sup>,阅读困难儿童的听觉广度(反映言语领域)和计数广度(反映数字领域)都低于正常儿童。由于此项研究中的大多数阅读困难儿童同时存在数学问题,因此,他们在计数方面差的原因可以归因于数学学习困难。然而,在他们随后的研究中发现,在剔除数学困难组儿童外,仍然表现出两类复杂广度测验中的低成就倾向。因此,他们认为阅读困难儿童的工作记忆容量缺陷不仅与言语广度有关,而且与数字广度有关。Engle 及其同事<sup>[6]</sup>,在大量研究的基础上,提出了工作记忆的一般容量假说,该假说认为,阅读困难儿童和正常组在工作记忆容量上的差异,反映了二者对信息储存和加工的一般能力差异,这种差异不依赖于任务测量的类型,也就是说,工作记忆容量是跨领域的,且它不受加工效率的影响。Turner 和 Engle 的研究验证了上述假设,他们发现,操作广度(复杂数字广度测验)与阅读理解的相关和阅读广度与阅读理解的相关是相似的。他们在随后的另一项

研究中,采用测量操作任务的同时,记录加工时间,结果发现在加工时间的影响控制之后,阅读广度与阅读理解的相关以及与操作广度的相关依然显著,说明复杂广度成绩是不依赖于加工效率的。

运用提示程序提高被试成绩的方法,可以用来观察各种因素对阅读困难儿童工作记忆缺陷的负荷,这种程序的设计思路是:如果为阅读困难儿童提供帮助使其尽可能地回忆呈现过的项目,那么,阅读困难儿童和正常儿童的差异应归因于工作记忆中存储的不足。这一假设在个体差异与工作记忆的研究中得到了证实。Cantor 和 Engle 发现<sup>[7]</sup>,工作记忆中的内容就是长时记忆中达到一定激活水平的信息,当有关概念的激活水平增加了,它的可通达性也随之提高了。提示程序能增加已存储信息的激活水平,但这种激活是受到工作记忆的容量所限制的。个体存在差异的是长时记忆中达到激活水平的信息总量,这种差异在任何一种需要中等程度激活水平的认知测量中都能体现出来。工作记忆容量的大小,是由工作记忆的广度来标志的,实际上就是激活水平上存在差异。运用提示程序模式研究发现,阅读困难儿童记忆失败是由于存储能力造成的。Swanson<sup>[8]</sup>运用上述方法,发现阅读困难儿童在两种条件下(有无提示)的成绩都低于正常组儿童,阅读困难儿童和数学困难儿童的缺陷反映了一般工作记忆容量的限制。Peter 通过对加工速度、短时记忆和工作记忆容量的对比研究也发现了类似的结果。

工作记忆容量影响学生的阅读水平,这意味着工作记忆容量低的儿童在学习过程中处于不利地位<sup>[9]</sup>。任何学习任务都会对工作记忆产生一定的负荷,需要消耗工作记忆的资源,相同的学习任务所产生的认知负荷对不同个体的影响可能不同。对工作记忆容量大的个体来说,由于没有超出其工作记忆能力所能承受的限度,有足够的资源对学习任务进行加工,因而会取得良好的学习效果;对于工作记忆容量小的个体来说,由于学习任务所产生的认知负荷超出了其工作记忆能力所能承受的限度,导致资源不足,不能对学习任务进行有效的加工,从而对学习产生不利影响。

## 2 语音回路与阅读困难

语音回路是工作记忆中研究得较早、较多的部分,它与语言学习有密切关系,语音回路的缺陷会导致语言学习方面的困难。近来许多研究证明,阅读困难儿童比正常儿童的储存和复述能力差、数字广度小。另外,许多研究还发现,语音系统通过语音回路影响阅读者的记忆能力,从而影响理解。例如,阅读模型认为,语音编码用于单词识别和信息保持,语音编码的自动激活可能有利于工作记忆的提高,这些自由的资源可用于其它阅读加工。

研究表明<sup>[10]</sup>,阅读困难者存在语音表征缺陷,词汇学习困难源于语音回路缺陷。阅读困难儿童对不熟悉或无意义词的发音能力不如正常儿童,这与他们发音控制过程中的语音编码能力缺陷有关;词汇辨别成绩差与他们操纵语音回路的效率低有关。另外,在比较阅读困难儿童与正常儿童的词语短

时记忆和词语工作记忆特点后发现<sup>[5]</sup>,阅读困难儿童的词语短时记忆和词语工作记忆任务的成绩都比正常儿童差,发音速度(articulation rates)慢,但阅读困难儿童同正常儿童的词语短时记忆及词语工作记忆的差别与发音速度无关,因为在控制发音速度的影响后,他们之间的差别仍然存在。Connie 和 Daphne 采用问卷测量法研究语音回路与阅读理解的关系,结果发现,中文阅读困难儿童和英文阅读困难儿童一样,也存在命名困难(naming-speed deficits)和语音记忆障碍(phonological memory deficits)。Swanson 等<sup>[11,12,13]</sup>直接对工作记忆中的语音回路在阅读理解中的作用进行了考察,相关分析与回归分析结果都表明,语音回路和中央执行器都与阅读理解关系密切。随后他们对比了阅读困难儿童和正常组句子理解成绩的差异,结果发现:阅读困难儿童对长句子的理解成绩明显低于对短句子的理解成绩;阅读困难儿童对长、短句子的理解成绩都低于正常组。他们对这一结果的解释是:阅读困难儿童的句子理解成绩较差,原因在于他们的语言工作记忆(verbal working memory)存在缺陷,其协调储存和加工两种认知活动的能力较差。

## 3 视空间模板与阅读困难

视空间模板负责加工和贮存视觉材料或可编码为表象的词语材料,对于阅读困难者的视空间短时记忆和视空间工作记忆是否存在缺陷,情况比较复杂,研究得出的结论也不太一致。早期研究认为<sup>[14]</sup>,阅读困难儿童的视空间短时记忆是正常的,视空间工作记忆不如正常儿童。Swanson<sup>[15]</sup>证实了阅读困难者存在视空间工作记忆缺陷,在控制词语智力的影响后所进行的回归分析表明,阅读困难组比正常组的视空间工作记忆和词语工作记忆成绩都差。但是,其它研究<sup>[16]</sup>却表明阅读困难者存在视空间短时记忆的缺陷。Catherine<sup>[17]</sup>则提出了一种折衷观点,通过对阅读困难者加工信息的特点进行研究,他发现可能存在三种类型的阅读困难者:语音加工困难者(I型);视觉加工困难者(II型);视觉加工困难兼语音加工困难者(III型)。研究还发现<sup>[18]</sup>,对同时存在词语工作记忆和视空间工作记忆能力缺陷的阅读困难者而言,阅读困难者的词语工作记忆能力与视空间工作记忆能力同样差,且当任务的加工要求较高时,阅读困难者还表现出中央执行功能缺陷。由此可见,阅读困难儿童在视空间模板方面的研究存在相当多的分歧。

## 4 中央执行功能与阅读困难

中央执行功能在工作记忆中起监控、协调和抑制无关信息等作用,有大量的认知活动分配到中央执行功能,包括协调工作记忆的辅助系统,编码和策略的提取与控制,保持与语言和视空间模板有关的注意分配和知识从长时记忆的提取。与正常儿童相比,阅读困难儿童存在较多的注意问题,如注意力不集中,容易分心,不能很好抑制无关刺激的干扰等<sup>[19]</sup>。

Swanson<sup>[20]</sup>在一项双任务研究中,要求被试记忆数字串(例如,9,4,1,7,5,2),同时挑选空白卡片与图形卡片,并要求对图形卡片按意义分类(例如,车子:卡车、公共汽车、小轿

车;服装;衣服、袜子和裙子)。通过数字串的长短(3或6个数字串)和挑选的要求(图形或空白卡片)来操纵中央执行器的负荷。结果发现,执行低负荷的任务时,阅读困难组与正常组的成绩没有统计上的显著差异;但当执行高负荷任务时,正常组的成绩明显好于阅读困难组。同样,在包含3个数字串的词语和视觉空间分类条件(低负荷)中,阅读困难者的成绩与正常组差异不显著,但当数字串增加到6(高负荷),双任务间的协调变得困难时,两组成绩有显著差异。这表明,当任务难度较高时,阅读困难者存在心理资源分配和任务协调的困难。其它研究<sup>[21]</sup>也证明阅读困难者的中央执行器的功能存在缺陷。

Swanson 运用双耳分听实验<sup>[22]</sup>也得到了类似的结果。在不同的实验条件下,阅读困难组选择性注意的分数都低于正常组,说明正常组比阅读困难组抗干扰能力更强,能够在资源竞争的条件中忽视无关信息;而阅读困难者在选择相关刺激而抑制无关刺激时有困难,表现为与注意资源的监控有关的中央执行功能缺陷。另外,在对不同年龄组阅读困难者的工作记忆进行研究时发现,6岁到49岁年龄段的阅读困难者都存在工作记忆缺陷,其工作记忆能力随年龄增长而下降,这种下降也是由于中央执行器的注意控制能力下降所引起的。从实验文献得出的结论是:当个体的智力在平均或平均以上时,个体工作记忆的差异与成绩有直接相关<sup>[2]</sup>。因此,儿童和成人在正常智力范围内执行加工的困难,不是由于智力低下的原因引起的。

抑制控制被普遍认为是一项重要的中央执行功能,通过提示或直接指导来加强加工效率的方法,可以提高阅读困难儿童在一系列认知任务中的成绩。然而,在有提示的任务中阅读困难儿童与正常组仍存在差异,Hasher等研究者<sup>[23,24,25]</sup>认为,抑制机制的不足可能是造成阅读困难的另一个主要原因,这种抑制机制与中央执行功能有关。

## 5 当前研究存在的问题及展望

以上这些研究从不同侧面探讨了阅读困难与工作记忆的关系,总的来说,到目前为止,有关阅读困难的工作记忆研究十分有限,而且得出的结论不尽相同。许多工作记忆测量缺乏基本的测量信息,很少报告测量的信度和效度,这无疑影响了研究结果的可靠程度。此外,对工作记忆各部分的研究不均衡,阅读困难的研究大部分集中在工作记忆的语音回路,其他部分相对较少。今后,阅读困难者的工作记忆研究将呈现如下趋势:

首先,对阅读困难儿童进行分类研究。从目前研究阅读困难的文献不难看出,许多研究都是把阅读困难作为一个聚类群体,从某一角度用同一种方法去研究。然而,阅读困难是一类异质性障碍,引起阅读困难的原因既可能是语言层面上的障碍导致,也可能属于知觉原因;既可能是字母、字或词汇方面的缺陷,也可能是在句子、段落或整篇文章的理解上有障碍。不同类型的阅读困难的认知加工机制存在差异,这可能是导致许多研究结论不一致的主要原因,因此,对阅读困难儿童进行分类研究将是今后研究的发展趋势。

其次,以系统的、整体的视角考察阅读困难儿童的工作记忆。从以上文献不难看出,以前的研究无一例外地依赖于单一的工作记忆测量。在某些研究中,阅读困难特定部分的缺陷仅仅是单个任务的“人工制品”,因为孤立的工作记忆测量提供了任务的唯一变量。因此,在评估工作记忆时,有必要用一些反映一系列情境的工作记忆测量。通过多指标测量分析,就可以为工作记忆和阅读成绩的个别差异提供更可信、更一般化的指标。

第三,研究方法的改进。许多研究表明,中央执行功能在阅读认知中扮演着重要角色,因此,应开展关于“纯”干扰中央执行功能的任务对阅读困难影响的研究。如 Rammelaere 在研究中选用“自由间隔产生任务”(random interval generation)和“自由间隔决定任务”(random interval decision),该研究属于“纯”干扰中央执行任务。由于这两种任务只对中央执行功能产生干扰,对其它两个子系统不产生影响,因而能有效地分离工作记忆各子系统的功能,使研究更有效。随着工作记忆结构研究的深入,越来越多的研究者认为工作记忆的中央执行功能是可以分离的,它包括抑制、记忆更新、计划和任务转换等功能。因此,在今后研究中,通过不断改进工作记忆的研究方法,就会逐渐探明中央执行功能的哪一部分对阅读困难儿童的影响是最重要的。

第四,行为探讨和神经加工机制相结合。以往研究侧重于行为探讨,而对神经加工机制研究不足,神经加工机制研究能够发现阅读困难背后潜在的认知缺陷,并将这些缺陷与特定的神经心理障碍或特定脑区联系起来。因此,将行为研究与神经机制研究(如,ERP)结合起来,相互印证,可能会成为今后阅读困难研究的新趋势。

## 参 考 文 献

- 1 Torgesen JK, Wagner RK, Rashotte CA. Preventing reading failure in young children with phonological processing disabilities: Group and individual responses to instruction. *Journal of Educational Psychology*, 1999, 91: 579-594
- 2 Daneman M, Carpenter PA. Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 1980, 19: 450-466
- 3 Wagner RK, Torgesen JK, Laughon P, et al. Development of young readers' phonological processing abilities. *Journal of Educational psychology*, 1993, 85(1): 83-103
- 4 Just MA, Carpenter PA. A capacity theory of comprehension: individual differences in working memory. *Psychological Review*, 1992, 99: 122-149
- 5 Siegel LS, Ryan EB. The development of working memory in normally achieving and subtypes of learning disabled. *Child Development*, 1989, 60: 973-980
- 6 Engle RW, Tuholski SW, Laughlin JE, et al. Working memory, short-term memory, and fluid intelligence: A latent variable approach. *Journal of Experimental Psychology: General*, 1999, 128: 309-331
- 7 Cantor J, Engle RW, Hamilton G. Short-term memory,



- working memory, and verbal abilities: How do they relate? *Intelligence*, 1991, 15: 229–246
- 8 Swanson HL. Working memory in learning disability subgroups. *Journal of Experimental Child Psychology*, 1993, 56: 87–114
  - 9 李晓东, 聂尤彦, 庞爱莲, 等. 工作记忆对小学三年级学生解决比较问题的影响. *心理发展与教育*, 2003, 3: 41–45
  - 10 程灶火, 龚耀先. 学习障碍儿童记忆的比较研究. *中国临床心理学杂志*, 1998, 6(3): 129–135
  - 11 Swanson HL. Individual and age-related differences in children's working memory. *Memory & Cognition*, 1996, 24: 70–82
  - 12 Janet EM, Hitch GJ. Working memory impairments in children with specific Arithmetic Learning Difficulties. *Journal of Experimental child Psychology*, 1999, 74: 240–260
  - 13 Swanson HL. Working memory in learning disability subgroups. *Journal of Experimental child Psychology*, 1993, 56: 87–114
  - 14 Jorm AF. Specific reading retardation and working memory: A review. *British Journal of Psychology*, 1983, 74: 311–342
  - 15 Swanson HL, Mink J, Bocian KM. Cognitive processing deficits in poor readers with symptoms of reading disabilities and ADHD: More alike than different? *Journal of Educational Psychology*, 1999, 91: 321–333
  - 16 Catherine B, Darlene AB. Visual processing of verbal and nonverbal stimuli in adolescents with reading disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 1999, 32: 58–71
  - 17 Catherine W, Dale MW. Information-processing patterns in specific reading disability. *Journal of Learning Disabilities*, 1995, 28: 226–234
  - 18 Swanson HL. Individual and age-related differences in children's working memory. *Memory & Cognition*, 1996, 24: 70–82
  - 19 朱冽烈, 许政援, 孔瑞芳. 学习困难儿童的注意、行为特性及同伴关系的研究. *心理科学*, 2000, 23(5): 556–559
  - 20 Swanson HL. Executive processing in learning disabled readers. *Intelligence*, 1993, 17: 117–149
  - 21 Swanson HL. Are working memory deficits in readers with learning disabilities hard to change? *Journal of Learning Disabilities*, 2000, 33: 551–566
  - 22 Swanson HL, Cochran K. Learning disabilities, distinctive encoding, and hemispheric resources. *Brain and Language*, 1991, 40: 202–230
  - 23 Hashe L, Zacks RT. Age and inhibition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, 1999, 17: 163–169
  - 24 Fuchs LS, Prentice K. Explicitly teaching for transfer: Effects on third-grade students' mathematical problem solving. *Journal of Educational Psychology*, 2003, 95: 293–304
  - 25 Compton DL, DeFries JC, Olson RK. Are RAN and phonological awareness deficits additive in children with reading disabilities? *Dyslexia*, 2001, 7: 125–149

(收稿日期: 2004-06-24)

(上接第 117 页)

- 6 Tarvydas VM, Leahy MJ. Licensure in rehabilitation counseling: A critical incident in professionalization. *Rehabilitation Counseling Bulletin*, 1993, 37(2): 92–108
- 7 American Psychological Association. Guidelines and Principles for accreditation of programs in professional psychology. Committee on Accreditation c/o Office of Program consultation and Accreditation Education Directorate, 2002
- 8 Alcorn J, Murdock NL, Heesacker M, et al. Model training program in counseling psychology. *The Counseling Psychologist*, 1998, 26(4): 658–671
- 9 Committee on Accreditation, American Psychological Association. Office of Program Consultation and Accreditation Education Directorate, 2002
- 10 Committee on Accreditation, American Psychological Association. Changes to Accreditation Operating Procedures, 2004. Retrieved March 31, 2004 from <http://www.apa.org/ed/accreditation/gandpchanges.html>
- 11 Altekruse, MK. The doctorate in counselor education and counseling psychology, *Counselor Education & Supervision*, 1991, 30(3): 178–182
- 12 CACREP. CACREP Accreditation Manual (first edition). 2001
- 13 ASPPB. Requirements in General, 2004. Retrieved March 31, 2004 from <http://www.asppb.org/exam/req.asp>
- 14 California Board Of Psychology. An overview of licensure as psychologist. 2003. Retrieved March 31, 2004 from <http://www.psychboard.ca.gov/licensing/license.html>
- 15 Bradley, LJ. Certification and licensure issues. *Journal of Counseling & Development*, 1995, 74(2): 185–186
- 16 NBCC. NBCC. 2004. Retrieved March 31, 2004 from <http://www.nbcc.org>
- 17 台湾《心理师法》, (2002). Retrieved March 25, 2004 from <http://www.6law.idv.tw/law%5C%E5%BF%83%E7%90%86%E5%B8%AB%E6%B3%95>
- 18 中华人民共和国劳动与社会保障部. 心理咨询师国家职业标准. 2002. Retrieved March 31, 2004 from <http://qmjx.51.net/sd/qmjx/zxbz2.htm>
- 19 王丽雯. 全美咨商学会年会. *科学发展月刊*, 2001, 29(7): 531–534

(收稿日期: 2004-08-31)