

不同阅读水平儿童中央执行系统比较研究*

姜 华^{1,2} 卢春明¹ 彭聃龄¹ 郭桃梅¹

(1 北京师范大学认知神经科学与学习国家重点实验室, 北京 100875) (2 北京师范大学心理学院, 北京 100875)

摘 要 本研究通过两部分实验探讨汉语发展性阅读障碍儿童与正常儿童中央执行系统的容量差异和这种差异的性质。通过比较匹配生理年龄的不同阅读水平儿童在自定步速和固定步速的复杂阅读广度测验中的成绩, 发现发展性阅读障碍儿童在两种阅读广度测验中都表现出中央执行系统容量的缺陷, 这种缺陷既不能用加工效率理论, 也不能用资源分配理论来解释, 而符合一般容量假设。因此, 本研究支持发展性阅读障碍儿童存在实时加工和存储信息的一般容量缺陷。

关键词 汉语发展性阅读障碍, 中央执行系统, 复杂阅读广度测验。

分类号 B842.1

1 前言

患有发展性阅读障碍的儿童虽然具有正常的智力和受教育机会, 没有明显的神经或器质上的缺陷, 但是他们的阅读成绩却明显落后于其年龄所应达到的水平。由于阅读能力的发展是一个涉及到语法、语音和工作记忆的复杂过程, 所以患有发展性阅读障碍的儿童在这些方面都表现出缺陷^[1-3]。

近年来, 工作记忆缺陷在发展性阅读障碍中的作用引起了研究者的广泛注意。以往关于工作记忆缺陷的研究主要集中于中央执行系统 (central executive)、语音回路 (phonological loop) 和视—空间面板 (visual-spatial sketchpad) 三个方面^[4]。围绕发展性阅读障碍儿童工作记忆中的语音回路和视—空间面板两方面的缺陷已经开展了大量的研究。有很多证据显示, 发展性阅读障碍儿童表现出短时存储障碍^[5-7], 而且, 记忆广度缺陷是其最普遍的特征^[8]。但是中央执行系统作为工作记忆中最重要的一部分, 并没有得到相应的关注和研究, 对其在汉语发展性阅读障碍中的作用更是知之甚少。

在 Baddeley 和 Hitch 的模型中, 中央执行系统是指在对信息同时进行存储和加工的过程中所表现出来的记忆容量^[4]。研究者们一般认为, 中央执行系统的容量与复杂认知能力, 如阅读理解^[9]等, 有

关。其在早期获得语言能力的过程中, 特别是在获得单词编码技巧的过程中起着非常重要的作用^[10]。此外, 形音转换过程的结果——音素也要存储在记忆中并最终被整合以形成单词表征。因此, 早期阅读似乎同时依赖于语音信息的存储和加工两个方面。中央执行系统容量的缺陷可能导致阅读获得的延迟。而早期不能顺利获得阅读能力则是发展性阅读障碍产生的主要原因。此外, 中央执行系统的容量还会影响心理语言能力的发展^[11]。

围绕中央执行系统容量与发展性阅读障碍的关系, 研究者们提出了各种假设, 其中主要的有: 特定任务假设、一般加工假设、策略分配假设和一般容量假设。

特定任务假设 (task specific hypothesis) 认为, 信息的加工和存储共同争夺有限的资源, 中央执行系统的容量有赖于在特定任务中的加工效率^[12,13]。根据这个假设, 发展性阅读障碍儿童只会在某些特殊的任务中表现出中央执行系统容量缺陷。如果加工任务对发展性阅读障碍儿童和正常儿童难度相当, 如简单计数, 则他们的中央执行系统容量将不会出现差异。这一假设遭到大部分研究者的质疑, 而且大部分实验都不支持这个假设^[14]。

根据一般加工假设 (general processing hypothesis), 发展性阅读障碍儿童的中央执行系统容量缺陷

收稿日期: 2007-1-3

* 本研究得到攀登计划 95-专-09 项目的资助。

作者简介: 姜 华, 女, 北京师范大学心理学院硕士。

通讯作者: 彭聃龄, 男, 北京师范大学认知神经科学与学习国家重点实验室教授, 博士生导师。Email: pdl3507@bnu.edu.cn。

来源于一般加工缺陷, 复杂阅读广度测验与阅读的关系不受复杂任务加工成分所属领域的影响^[15]。而且, 它预期, 如果发展性阅读障碍与正常儿童的加工要求相同, 他们在复杂广度任务中的差异将消失。这一假设得到了一些研究的支持^[16,17], 不过, 另外一些研究却得出了与之相反的结果^[18,19]。

策略分配假设 (strategic allocation hypothesis) 认为, 中央执行系统容量与高级认知任务, 如阅读理解, 的关系受到被试在认知任务中使用的策略的影响^[20]。因此, 阅读能力正常的儿童在广度测验中表现出更大的记忆广度可能是因为他们加工和存储过程中优化配置了资源。而阅读正常儿童与发展性阅读障碍儿童的工作记忆广度差异可能是源于资源分配技巧, 而不是更多的记忆资源。

另外一些研究者则提出了一般容量假设 (general capacity hypothesis)^[20]。这种观点认为, 中央执行系统容量的个体差异反映了同时存储和加工信息的一般能力, 阅读能力高的读者因为拥有更大的中央执行系统容量, 所以在工作记忆任务中的成绩更好, 这与任务本身的性质无关。因此, 中央执行系统容量可以预测个体在依赖于工作记忆的更高级的任务中的表现, 而无论使用何种形式的背景任务。这一假设也得到了一些研究的支持^[21-23]。

总之, 关于中央执行系统在发展性阅读障碍中的作用的研究还没有得出确切的结论。在关于中央执行系统与发展性阅读障碍的关系的四种主要假设中, 争论主要存在于一般容量假设和策略分配假设之间。

本研究拟通过两部分实验探讨汉语发展性阅读障碍儿童与正常儿童在中央执行系统容量上是否存在差异, 以及—如果存在差异—这种差异的性质。本研究对发展性阅读障碍的操作定义采用低成就定义, 即如果儿童在标准阅读测验上的成绩低于所处年级或年龄阅读成绩的两个标准差, 又无智力落后的情况, 就被鉴别为发展性阅读障碍儿童。根据这个定义, 并结合教师的评定, 我们挑选汉字识字测验中成绩处于下方两个标准差之外的学生作为发展性阅读障碍组被试, 挑选处于上方一个标准差之外的学生作为高阅读水平对照组^[24], 并以瑞文标准推理测验剔除智力落后的儿童。实验一采用移动窗口技术模拟正常的阅读模式, 在自定步速的复杂阅读广度测验中, 考察不同阅读水平儿童的中央执行系统容量的差异。实验二采用固定步速呈现操作任务, 以排除资源分配策略的影响, 并通过比较不同

阅读水平儿童在复杂阅读广度测验中的成绩差异, 进一步考察两种儿童中央执行系统容量的差异和这种差异的性质。如果两种被试在自定步速的复杂阅读广度测验中表现出操作成绩及阅读速度上的显著差异, 那么这种差异既可以解释为一般的容量差异, 也可以解释为资源分配策略的差异。采用固定步速可以排除被试运用资源分配的策略, 在这种条件下, 如果两种阅读水平儿童的测验成绩仍然存在显著差异, 那么就说明这种差异是由发展性阅读障碍儿童中央执行系统的容量存在缺陷造成的, 从而支持了一般容量假设; 如果没有差异, 则说明发展性阅读障碍儿童没有优化资源分配, 结果导致与正常儿童在操作成绩上的差异, 从而可能支持策略分配假设。

2 实验一 (a)

实验一分成两部分。第一部分通过有识记任务的自定步速复杂阅读广度测验, 考察发展性阅读障碍儿童与正常儿童的中央执行系统容量是否存在差异。

2.1 研究方法

2.1.1 被试

在北京市某小学 5 年级 (已完成 5 年级课程) 共 98 名学生中挑选出发展性阅读障碍儿童 9 名, 同年级优秀读者 10 名。基本资料见表 1。

表 1 某小学阅读障碍儿童与同年级优秀读者基本资料

	阅读障碍儿童	优秀读者
识字测验成绩 (字)	1879	3087
百分等级 (%)	9	90
瑞文标准推理测验 (%)	>75 (50-90)	>75 (50-90)
生理年龄 (年)	11.45 (0.69)	11.52 (0.62)

2.1.2 材料与设计

采用 2 (阅读水平) \times 4 (词语位置) 的两因素混和设计, 其中阅读水平是被试间因素, 词语位置是被试内因素。

从小学语文课本中选择 60 个简单句子进行改写, 使之由 4 个双字词组成, 并且结构相似, 每个句子后跟随一个与句子内容无关的高频字。将这 60 个句子随机分为 3 个大组, 每个大组 20 个句子。为防止被试猜测句子的个数, 再把每个大组的 20 个句子分为 5 个小组, 每个小组分别有 2~6 个句子。每个小组的句子后面还有一个与某一个句子相关并要求被试根据前面相关句子做判断的问题,

以检查被试是否注意了前面的句子。

实验过程中, 三个大组的句子在被试间随机, 每个大组内的 5 个小组句子在被试内随机。要求被试记忆每个小组的每个句子后面的无关高频字, 并要求被试回答每个小组后面与某个句子 (随机) 相关的问题。

材料举例: (句子和无关高频字)

小狗\跟随\主人\进来	高	
汽车\沿着\公路\行驶	红	请回忆
蜜蜂\围绕\花丛\舞蹈	可	
我的\童年\幸福\快乐	心	
老人\沿着\河边\行走	民	请回忆

2.1.3 实验程序

用移动窗口技术呈现刺激, 按照一个句子的正常位置, 每次呈现一个词。被试自定步速按键, 每次按键, 屏幕上的词消失并出现句子中的下一个词, 被试在看到词时大声朗读, 每个句子后有一个与句子意义无关的高频字, 呈现 800 毫秒后自动消失。每组句子结束后自由回忆句子后的字, 鼓励猜测。要求被试尽可能快的按键和做反应, 计算机自动记录被试在每个词上停留的时间, 即被试在每个词上的反应时。为了确保被试注意前面的句子, 每组句子后出现一个与某一个句子相关的问题要求被试判断。不同句子数的组随机呈现以防止被试猜测每组句子的个数, 能够正确回忆 2 组以上的最大数量水平 (正确回忆的句子组的个数) 作为被试的工作记忆广度指标。

2.2 结果与初步讨论

对阅读广度进行 Mann-Whitney U 两个独立样本检验, 发现 $p < 0.001$, 发展性阅读障碍儿童的阅读广度明显落后于阅读正常儿童。因此, 不能说明高阅读水平儿童在复杂阅读广度测验中有更好的成绩是因为将更多的资源分配给记忆, 而留给加工的资源较少, 所以不支持策略分配假设。

为了考察被试在实验过程中是否使用了不同的阅读策略, 需要对被试在每个句子的每个位置出现的词的反应时进行分析。对实验中所用句子的词进行如下编码: 每组句子中第一个句子的第一个词编码为 0, 每组句子中除第一个句子之外, 其余句子的第一个词编码为 1。所有句子的第二个词编码为

2, 第三个词编码为 3, 第四个词编码为 4。这样编码的理由是: 每组第一个句子的第一个词在加工性质上不同于其它句子的第一个词, 所以编码为 0, 以与其它句子的第一个词 (编码为 1) 相区别。而每组第一个句子的第二、三和四个词与每组除第一个句子之外的其它句子的第二、三和四个词在加工性质上类似, 所以统一并依次编码为 2、3 和 4。

表 2 有识记任务时不同阅读水平儿童工作记忆广度平均值

阅读广度 (句子组)	阅读水平	
	高阅读水平儿童	发展性阅读障碍儿童
	3.73	1.25

表 3 有识记任务时不同阅读水平儿童

平均反应时 (ms) 和标准差

位置	阅读水平			
	正常儿童		发展性阅读障碍儿童	
	平均反应时	标准差	平均反应时	标准差
0	977	226	1647	375
1	1267	342	1983	533
2	697	136	1247	332
3	708	111	1440	566
4	710	141	1343	546

对被试在每个位置上的平均反应时进行 2×5 方差分析发现, 阅读水平的主效应显著, $F(1, 470) = 635.381$, $p < 0.001$, 发展性阅读障碍儿童在每个词上的阅读速度明显落后于正常儿童。词语位置主效应显著, $F(4, 470) = 32.381$, $p < 0.001$ 。词语出现的位置不同, 阅读速度明显不同。LSD 多重比较发现, 被试阅读位置 1 出现的词的时间明显长于阅读位置 0、2、3、4 出现的词的时间。对位置 0 的反应时明显长于位置 2、3、4。位置 2、3、4 间无显著差异。没有发现阅读水平与词语出现位置的交互作用。加入问题的目的只是为了使被试认真阅读, 所以这里不对回答正确率进行分析。

从实验结果中看到, 两种阅读水平儿童在每句第一个词上花费的时间都明显多于其余位置的词。那么, 这种现象是儿童的阅读习惯还是因为记忆任务使得儿童在阅读中运用了策略? 如果发展性阅读障碍儿童和高阅读水平儿童在无记忆任务时的阅读加工时间差异模式与有记忆任务时的情况相似, 则可以更加有力的排除策略分配假设成立的可能。为

此进行了实验一的第二部分，考察在无记忆任务条件下两组儿童的阅读时间模式。

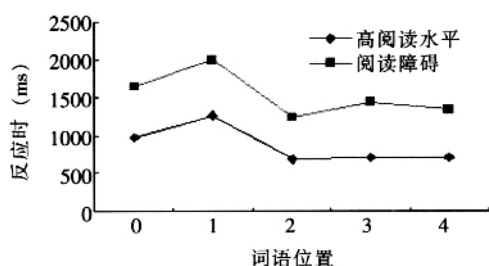


图1 不同阅读水平儿童的平均反应时

3 实验一 (b)

实验一的第二部分实验通过无识记任务的自定步速复杂阅读广度测验，进一步考察发展性阅读障碍儿童的中央执行系统容量与正常儿童相比是否存在显著差异。如果发现两种阅读水平的儿童在有和没有识记任务时表现出相同的阅读策略，并且，两种阅读水平的儿童在无记忆任务时仍然存在阅读时间上的显著差异，那么就可以排除由识记任务造成两种阅读水平儿童差异的可能性，从而支持发展性阅读障碍儿童存在中央执行系统容量缺陷的结论。

3.1 研究方法

3.1.1 被试

同实验一第一部分。

3.1.2 实验材料

从小学语文课本中选择 20 个简单句子进行改写，使之由 4 个双字词组成，并且结构相似，但是与第一部分实验所用材料的区别是句子后面没有要求被试识记的无关高频字。并且，由于不需要考察记忆容量，只是为了考察阅读时间，所以材料不分组。

材料举例：

小狗 \ 跟随 \ 主人 \ 进来

汽车 \ 沿着 \ 公路 \ 行驶

3.1.3 实验程序

所有句子随机出现，被试自定步速按键，每次按键，屏幕上的词消失并出现句子中的下一个词，被试在看到词时大声朗读，由计算机记录两次按键之间的时间间隔，即被试阅读每个词时所用的反应时间。为确保儿童认真阅读并理解句子含义，句子后随机出现问题，要求被试说出刚才看到的句子内容。

3.2 结果与初步讨论

结果发现，没有记忆任务时，两种阅读水平儿童的阅读时间仍然存在显著差异，发展性阅读障碍儿童的阅读时间显著长于高阅读水平儿童。词语位置主效应不显著， $F(3,152) = 2.319$, $p > 0.05$ ，表明词语的出现位置对阅读速度没有影响。如图 2 所示，两种儿童的阅读模式很类似。由此可以推论，在实验一的第一部分中，确实是识记任务导致了阅读第一个词的时间显著增加，两种儿童都在复杂阅读广度任务中运用了资源分配策略，阅读每句第一词时将更多的资源用于复述刚识记过的无关高频字。

表 4 无记忆任务时不同阅读水平儿童的阅读平均反应时 (ms) 和标准差

位置	阅读水平			
	高阅读水平儿童		发展性阅读障碍儿童	
	平均反应时	标准差	平均反应时	标准差
1	685	117	1100	280
2	635	151	1050	383
3	601	108	1103	245
4	702	126	1241	354

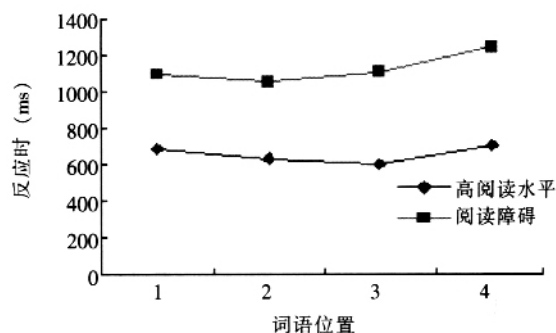


图2 无记忆任务时不同阅读水平儿童的平均反应时

通过把实验一两部分实验的数据进行合并，可以对不同记忆负荷下不同阅读水平儿童的反应时（无记忆负荷时无位置 0，因此比较时不予考虑）进行综合分析。结果发现，阅读水平、记忆负荷、词语出现位置主效应都显著， $p < 0.001$ 。记忆负荷与词语位置交互作用显著， $F(1,444) = 20.168$, $p < 0.001$ ，记忆负荷与阅读水平交互作用显著， $F(1,444) = 8.167$, $p < 0.01$ 。阅读水平与词语位置无交互作用。没有发现三个因素的三次交互作用。

记忆负荷与词语位置简单效应分析发现，记忆负荷增加导致位置 1 的加工时间显著增加， $F(1,98) = 55.396$, $p < 0.001$ ，其余位置加工时间与无

记忆负荷时无明显差异, 位置 2 的 $F(1,118) = 5.285$, $p > 0.05$, 位置 3 的 $F(1,118) = 5.617$, $p > 0.01$, 位置 4 的 $F(1,118) = 0.373$, $p > 0.05$, 如图 3 所示。

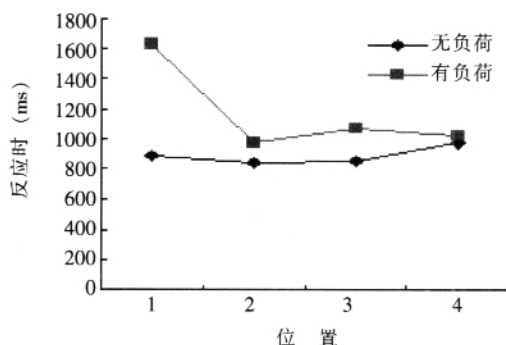


图3 不同记忆负荷下不同位置的平均反应时

记忆负荷与阅读水平简单效应分析显示, 无论是高阅读水平儿童还是发展性阅读障碍儿童, 记忆负荷都带来了阅读时间的显著增加, $F_{高}(1,98) = 26.002$, $p < 0.001$, $F_{低}(1,98) = 21.742$, $p < 0.001$ 。但这种增加在阅读水平低的儿童中远远大于阅读水平高的儿童, 如图 4 所示。

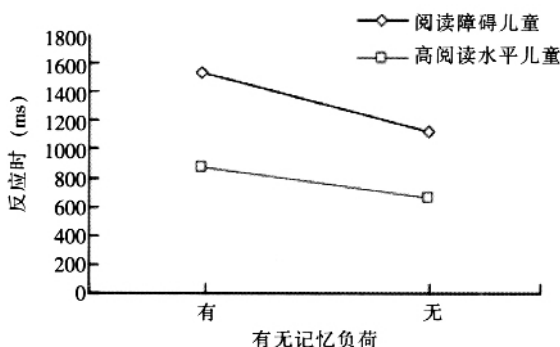


图4 有无记忆负荷对不同阅读水平儿童的影响

3.3 实验一综合讨论

实验 1 的两个实验考察了在不同记忆负荷下发展性阅读障碍儿童和高阅读水平儿童在中央执行系统容量方面的差异。发现不同阅读水平的儿童在复杂阅读广度测验中的成绩存在显著差异, 即高阅读水平儿童的中央执行系统容量明显高于发展性阅读障碍儿童; 而且, 两组儿童都在复杂阅读广度任务中运用了资源分配策略。当有记忆负荷时, 两组儿童的阅读时间都有显著增加, 但是在发展性阅读障碍儿童中阅读时间的增长要大于高阅读水平儿童。当要求记忆时, 阅读水平低的儿童完成加工任务的

效率明显降低, 表现为阅读时间的显著增加。一般容量理论可以很好地解释这个结果^[16,17,20]。发展性阅读障碍儿童与高阅读水平儿童在复杂阅读广度测验中反应出来的差异是因为发展性阅读障碍儿童可用于加工和存储信息的一般容量有缺陷, 即中央执行系统容量存在缺陷。发展性阅读障碍儿童在进行没有记忆负荷的阅读时在反应时间上表现出的与正常儿童的明显差异是因为他们加工信息的能力较差。当加工过程中加入记忆要求后, 假设相同难度的记忆任务占用相同的中央执行系统资源, 那么阅读障碍儿童可用于加工的工作记忆资源与正常儿童相比比例更少, 因此两种儿童的加工效率比没有记忆任务时差异更大, 出现如图 3 所示的情况。

通过比较有和没有记忆任务的实验结果, 发现当同时要求加工和记忆时, 儿童的阅读时间明显增加。这主要由每个句子第一个词阅读时间的明显增加导致。不同阅读水平的儿童加工第一个词花费的时间都显著增加, 并明显高于其余位置的词 (包括没有记忆负荷的各组第一个句子的第一个词)。这种增加不能用加工难度或对词语的加工效率来解释。其余位置 (2、3、4) 的加工时间与没有记忆负荷时无明显差异。这与 Engle 等的结果部分一致: 高阅读广度的读者与低阅读广度的读者在加工任务的各个部分上无明显差异, 而只在加工第一个词和需记忆的单词上高阅读广度读者花费了更多的时间^[12,13]。本实验与 Engle 等人的实验不同。在本实验中, 句子后的字固定呈现 800 毫秒, 并且不是由被试自己控制。这样设计的目的在于尽量排除被试为了加强记忆而花费太多时间复述句末高频字, 800 毫秒可以保证被试通达高频字的形、音、义, 并把它存放在工作记忆中, 又可以比较好地防止被试对其进行复述。这可以部分解释第一个词与其它位置词的加工时间的显著差异: 被试在阅读句子第一个词的同时试图复述刚刚消失的高频字, 损害对第一个词的阅读加工, 从而导致了阅读时间的增加。

只有句子第一词的加工时间显著增加这种情况说明被试运用了分配策略, 在阅读第一个词的时候将更多的资源分配给对信息的复述和记忆, 而将很少的一部分资源用来阅读, 似乎支持了策略分配假设, 但这种假设只能解释记忆负荷带来的阅读时间变化, 不能解释无记忆负荷情况下阅读时间的差异。而且, 不同阅读水平儿童的加工模式很相似, 似乎是运用了同样的策略。这种情况用策略分配假

设难以解释。因此,实验不支持策略分配假设对发展性阅读障碍的解释:复杂阅读广度测验所体现出来的发展性阅读障碍儿童中央执行系统容量缺陷源于不良的工作记忆资源分配策略。

虽然实验 1 的结果似乎不支持策略分配理论,但自定步速的实验方式并不能完全排除使用策略的可能性。如果采用固定步速复杂阅读广度测验,就可以排除被试通过调节阅读时间而实现的资源分配策略的影响,考察被试一般容量的差异,并通过比较被试在自定步速和固定步速两种情况下的复杂阅读广度测验成绩,进一步确定不同阅读水平儿童中央执行系统容量的差异是因为一般容量缺陷还是资源分配策略的使用,从而了解不同阅读水平儿童中央执行系统容量差异的性质。

4 实验二

实验二拟通过有识记任务的固定步速复杂阅读广度测验,进一步考察发展性阅读障碍儿童与正常儿童在中央执行系统容量上的差异是由于一般容量缺陷造成的还是由于其与正常儿童之间不同的资源分配策略造成的。由于固定步速的呈现方式可以控制两种阅读水平儿童在每个词上的阅读时间,避免被试使用策略,从而排除策略因素对实验结果的可能影响。通过把实验一和实验二进行对照,可以更清楚的揭示出发展性阅读障碍儿童中央执行系统容量缺陷的性质。

4.1 研究方法

4.1.1 被试

被试为小学 5、6 年级(分别完成 5、6 年级上学年课程)共 605 名学生中选出发展性阅读障碍儿童 31 名、高阅读水平儿童 31 名。基本资料见表 5。

发展性阅读障碍组与高阅读水平组之间的生理年龄和智力没有差异,均无情感障碍和器质性损伤。但在汉字识别测验上有显著差异,与教师评定一致。而且,发展性阅读障碍组儿童的汉字识别处于两个标准差之外,符合发展性阅读障碍的操作定义。

表 5 发展性阅读障碍儿童与同年级优秀读者基本资料

	发展性阅读障碍儿童	优秀读者
识字测验成绩(字)	1998	2965
百分等级(%)	5	90
瑞文标准推理测验(%)	78.18	73.23
生理年龄(年)	12.8	12.2

4.1.2 材料与设计

本实验是只有阅读水平一个因素的单因素被试间设计。使用与实验一第一部分相同的材料,只是将自定步速呈现改为固定步速(800 毫秒/词)呈现,要求记忆的高频字呈现时间不变,仍为 800 毫秒。

4.1.3 实验程序

用移动窗口技术呈现刺激,按照一个句子的正常位置,每次呈现一个词。屏幕上的词固定步速呈现,被试在看到词时大声朗读,每个句子后有一个与句子意义无关的高频字,呈现 800 毫秒后自动消失。每组句子结束后自由回忆句子后的无关高频字,鼓励猜测。能够正确回忆 2 组以上的最大数量水平(正确回忆的句子组的个数)作为被试的工作记忆广度指标。

表 6 不同阅读水平儿童阅读广度平均值

	阅读水平	
	高阅读水平儿童	发展性阅读障碍儿童
阅读广度(句子组)	3.55	1.84

4.2 结果

单因素方差分析得到与实验 1 相同的结果,发展性阅读障碍儿童的阅读广度明显落后于高阅读水平儿童, $F(1,60) = 43.936, p < 0.001$ 。

4.3 讨论

固定步速的复杂阅读广度测验排除了被试在阅读时将大部分资源用于复述的策略,实验结果显示发展性阅读障碍儿童的工作记忆广度仍然显著低于高阅读水平儿童。这种差异不能用策略分配假设来解释,发展性阅读障碍儿童可能存在加工和记忆的一般容量缺陷,也就是中央执行系统容量的缺陷。

5 综合讨论

本研究的目的是通过比较发展性阅读障碍儿童与正常儿童在复杂阅读广度测验中的成绩,探讨两种儿童中央执行系统容量的差异及这种差异的性质。结果显示,发展性阅读障碍儿童的阅读速度明显低于高阅读水平儿童,在没有记忆任务时阅读时间不受词语出现位置的影响。加入记忆任务后,两种儿童的阅读策略都发生变化,表现为句首词语的阅读时间明显增加,其余位置的词语与没有记忆任务时无差别。两种儿童阅读时间的显著差异依然存在。实验还发现发展性阅读障碍儿童在复杂阅读广度测验中的成绩明显低于高阅读水平儿童,这种工

作记忆缺陷不能归因于加工效率和策略分配方面的问题,而是反映了对语言信息的实时加工和存储的一般能力的缺失,支持了一般容量理论。

一般加工理论认为^[15],发展性阅读障碍儿童中央执行系统容量的缺陷是一般加工缺陷所导致的结果,可以归于加工效率的问题。根据其假设,如果不同阅读水平儿童的加工要求相同,他们在复杂阅读广度测验中的差异将消失。一般加工假设还认为,高效率的加工占用较少资源,可以将更多的空间用于存储。加工时间的长短是加工效率的直接体现。如果排除加工时间因素后,两种儿童的差异依然存在,说明造成差异的原因不是加工效率。实验二限定了加工时间,两种儿童的差异依然存在,不支持一般加工假设。这与以往的研究结论相一致^[18,19]。

本实验的结果也不支持策略分配假设。根据这个假设,高阅读水平儿童的阅读(加工)时间应该大于发展性阅读障碍儿童,因为高阅读水平儿童将资源更多地分配给了记忆而只留给加工很少的资源^[20]。实验得到了相反结果,高阅读水平儿童的阅读时间明显少于发展性阅读障碍儿童。两种儿童阅读句首词语的时间都显著大于阅读其余位置出现的词,说明两种儿童都运用了策略,将资源分配给记忆而不是加工。但这种策略不能解释两种儿童的工作记忆广度差异。而且,两种儿童的反应时模式基本相同,说明他们所运用的策略类似。固定步速的复杂广度实验阻止了被试的策略运用,不同阅读水平儿童的显著差异依然存在,提示不是策略分配而是中央执行系统容量的差异导致了工作记忆广度的差异。这个结果与Engle等人的实验结果相一致^[25]。

总之,本实验的结果符合一般容量假设。中央执行系统容量缺陷不是由加工效率导致的,而是反映了中央执行系统的一般容量缺陷。发展性阅读障碍儿童中央执行系统容量的缺陷反映了其同时加工和存储信息的一般能力的缺失。

6 结论

(1) 汉语发展性阅读障碍儿童与高阅读水平儿童的中央执行系统容量在语言层面存在显著差异。

(2) 这种差异是因为发展性阅读障碍儿童存在一般的中央执行系统容量缺陷。

参 考 文 献

1 Lee J R, Hung D L, Tzeng O J. Cross-linguistic analysis of de-

- velopmental dyslexia- does phonology matter in learning to read Chinese? *Language and Linguistics*, 2006, 7 (3) : 573-594
- 2 Leikin M. Processing syntactic functions of words in normal and dyslexic readers *Journal of Psycholinguistic Research*, 2002, 31 (2) : 145-163
- 3 McLoughlin D, et al. The adult dyslexic. Interventions and Outcomes. London: Whurr, 2002
- 4 Baddeley A D. Working Memory. Oxford: Clarendon Press. 1986
- 5 Poblano A, Valadéz-Tepec T, Arias M L, et al. Phonological and visuo-spatial working memory alterations in dyslexic children. *Archives of Medical Research*, 2000, 31 (5) : 493-496
- 6 丁锦红, 王丽燕. 语音回路与阅读理解关系的眼动研究. *心理学报*, 2006, 38 (5) : 694-701
- 7 D Amico A, Guarnera M. Exploring working memory in children with low arithmetical achievement. *Learning and Individual Differences*, 2005, 15 (3) : 189-202
- 8 姚彬, 吴汉荣. 汉语阅读障碍认知神经机制研究进展. *疾病控制杂志*, 2003, 5: 438-442
- 9 Swanson H L, Howell M. Working memory, short-term memory, and speech rate as predictors of children's reading performance at different ages *Journal of Educational Psychology*, 2001, 93 (4) : 720-734
- 10 McCallum R S, Bell S M, Wood M S, et al. What is the role of working memory in reading relative to the big three processing variables (orthography, phonology, and rapid naming)? *Journal of Psychoeducational Assessment*, 2006, 24 (3) : 243-259
- 11 Smith S M. In two minds about grammar: On the interaction of linguistic and metalinguistic knowledge in performance. *Transactions of the Philological Society*, 2004, 102 (2) : 255-280
- 12 Taylor M J, Keenan N K. Event-related potentials to visual and language stimuli in normal and dyslexic children. *Psychophysiology*, 1990, 27: 318-327
- 13 Taylor M J, Keenan N K. ERPs to orthographic, phonological and semantic classification tasks in normal and dyslexic children. *Developmental Neuropsychology*, 1999, 15: 307-326
- 14 Banai K, Ahissar M. Auditory processing deficits in dyslexia: Task or stimulus related? *Cerebral Cortex*, 2006, 16 (12) : 1718-1728
- 15 Engle R W, Cantor J, Carullo J J. Individual differences in working memory and comprehension: A test of four hypotheses *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory, and Cognition*, 1992, 18: 972-992
- 16 Mieke V I, Astrid V W, Jan W, et al. Psychophysical evidence for a general temporal processing deficit in children with dyslexia. *Neuroreport*, 2001, 12 (16) : 3603-3607
- 17 Franck R D. Developmental dyslexia: Specific phonological deficit or general sensorimotor dysfunction? *Current Opinion in*

- Neurobiology, 2003, 13 (2) : 212-218
- 18 DeJong P F. Working memory deficits of reading disabled children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 1998, 70: 75-96
- 19 Conway A R, Engle R W. Individual differences in working memory capacity: More evidence for a general capacity theory. *Memory*, 1996, 4: 577-590
- 20 Rice M, Brooks G. Developmental dyslexia in adults: A research review. *National Research and Development Centre for Adult Literacy and Numeracy*, 2004
- 21 Swanson H L, Alexander J E. Cognitive processes as predictors of word recognition and reading comprehension in learning-disabled and skilled readers: Revisiting the specificity hypothesis. *Journal of Educational Psychology*, 1997, 89: 128-158
- 22 Swanson H L. Age-related differences in learning disabled and skilled readers working memory. *Journal of Experimental Child Psychology*, 2003, 85 (1) : 1-31
- 23 Sabatini J P. Efficiency in word reading of adults: Ability group comparisons. *Scientific Studies of Reading*, 2002, 6 (3) : 267-298
- 24 王孝玲, 陶保平. 小学生识字量测试题库及评价量表. 上海: 上海教育出版社, 1996
- 25 Engle R W, Cantor J, Cardillo J J. Individual differences in working memory and comprehension: A test of four hypotheses. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 1992, 18: 972-992

THE CENTRAL EXECUTIVE SYSTEM OF CHILDREN WITH DIFFERENT READING ABILITIES

Jiang Hua^{1,2}, Lu Chunming¹, Peng Danling¹, Guo Taomei¹

(1 The State Key Laboratory of Cognitive Neuroscience and Learning, Beijing Normal University, Beijing 100875; 2 School of Psychology, Beijing Normal University, Beijing 100875)

Abstract

Two experiments were conducted to explore the difference of the central executive capacity between dyslexic children and normal controls. The nature of this difference was also examined. The performance in self-paced and fixed-paced complex reading span test was compared between the participants with different reading ability but matched chronological age. The results suggest that dyslexic children were impaired in central executive capacity when performing both of the two kind tests, which was consistent with the general capacity hypothesis. Thus, the present study provides supports for the conclusion that dyslexic children were impaired in the central executive general capacity of on-line processing and information storage.

Key words Chinese developmental dyslexia, central executive system, complex reading span test.

(上接第 10 页)

EYE MOVEMENT STUDY ON BILINGUAL MATERIALS READING OF ENGLISH MAJOR UNDERGRADUATES

Bai Xuejun, Li Xin, Yan Guoli

(Academy of Psychology and Behavior in Tianjin Normal University, Tianjin 300074)

Abstract

In the present study, the Eyelink eye tracker was used to record the eye movements of 23 Chinese college students who major in English. They were asked to read Chinese-English materials. The results showed: 1) When the participants were reading bilingual materials, there was no significant difference between two languages in the performance of reading comprehension. But in the variables such as the reading rate, the reading time and the reading efficiency, the Chinese materials were significantly better than that of English materials. 2) In the variables such as the numbers of fixation, average fixation time, fixation frequency, average saccade amplitude and the numbers of regression, the reading of Chinese materials were significantly better than that of English materials. 3) For the Chinese-English synonymous target words which had the same pixels, it is more difficult to process the Chinese words than the English words.

Key words Chinese-English materials, the processing of reading, the characteristics of eye movement.