

# 汉语发展性阅读障碍儿童的视知觉学习\*

林 欧<sup>1</sup> 王正科<sup>1,2</sup> 孟祥芝<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> 北京大学心理学系, 北京 100871) (<sup>2</sup> 教育部基础教育二司, 北京 100816)

**摘 要** 研究采用知觉学习经典范式中的视觉搜索任务探讨汉语发展性阅读障碍儿童的知觉学习过程。研究考察了阅读障碍儿童与正常儿童在简单搜索任务、复杂搜索任务和限制时间的复杂搜索任务上的知觉学习特点。结果发现, 阅读障碍儿童在复杂搜索任务中初始搜索时间显著长于正常控制组; 在限制时间的复杂搜索任务中更进一步发现阅读障碍儿童的反应正确率显著低于正常控制组儿童; 而且两组儿童视觉搜索任务的正确率与汉语阅读的识字量成绩存在显著相关。上述结果表明, 汉语发展性阅读障碍儿童存在复杂搜索的知觉学习缺陷, 这种缺陷可能在某种程度上与儿童的阅读技能发展有关。

**关键词** 发展性阅读障碍; 知觉学习; 视觉搜索

**分类号** B842; B844

## 1 前言

发展性阅读障碍是指儿童智力表现正常, 但是由于某些先天因素导致其阅读成绩明显低于其年龄应达到水平的现象。研究表明, 汉语儿童发展性阅读障碍的发生率约为 4%~9% (张承芬, 张景焕, 常淑敏, 周晶, 1998)。阅读障碍可能导致儿童在其他认知甚至行为方面也遇到困难 (Amitay, Ben-Yehudah, Banai, & Ahissar, 2002; Heiervang & Hugdahl, 2003; Humphrey & Mullins, 2004; Terras, Thompson, & Minnis, 2009), 所以国内外学术界都十分重视阅读障碍的研究。

对阅读障碍的理论解释可分为两大类型。第一类理论认为, 阅读障碍来源于语言学层次的加工缺陷, 阅读障碍者在言语信息的加工和表征上存在认知加工障碍 (Liberman, 1973; Stanovich, 1988), 比如语音加工障碍、正字法障碍, 但其他的认知能力没有损伤。第二类理论认为, 阅读障碍来源于非语言学层次的加工缺陷, 主要由更基本的视觉、听觉能力发展不完善或损伤造成的, 比如视觉巨细胞缺陷 (Lovegrove, Bowling, Badcock, & Blackwood, 1980)、听觉加工缺陷 (Tallal, 1980)、时间加工缺陷

等。该理论的核心是阅读障碍没有语言特异性, 不局限于语言学层次。以上两个理论是目前关于阅读障碍内在机制的主要观点, 两者并不矛盾, 而在很大程度上是互补的。

在阅读障碍非语言学特性的研究方面, 时间加工缺陷假说是研究者关注较多的一个问题。阅读障碍者在视觉、听觉加工中存在的异常是否反映了一个共同的内在加工机制? 时间加工缺陷假说认为, 语音加工和视觉加工障碍的内在过程, 可能都受到时间加工能力的影响。已有大量研究从时间加工角度对阅读障碍的深层机制进行探讨。研究发现, 阅读障碍者可能有一般的知觉时间控制缺陷, 所以在加工快速呈现的刺激时会出现障碍 (Frith & Frith, 1996); 阅读障碍者很难分辨快速连续呈现的两个声音刺激是否相同, 他们需要比正常被试更长的时间间隔, 才能对不同的声音做出有效的辨别 (Ahissar, Protopapas, Reid, & Merzenich, 2000; Hari & Renvall, 2001; Tallal, 1980, 1996)。此外 Witton 等人 (1998) 发现, 觉察快速变化视觉信号有困难的人同样在觉察快速声音变化上也有问题, 而且这种障碍的严重性与人们的读写能力相关。

上述研究表明, 阅读障碍者在加工基本层次的

收稿日期: 2012-10-11

\* 国家自然科学基金项目 (81171016, 31070917) 资助。

通讯作者: 孟祥芝, E-mail: mengxzh@pku.edu.cn

单个视觉、听觉任务上存在困难,此外,有研究发现阅读障碍者在特定方面的学习进程中也表现出困难。Howard, Howard, Japikse 和 Edend (2006)通过内隐学习任务发现阅读障碍儿童在内隐序列学习中存在困难,而在内隐空间任务中没有表现出困难。Nicolson 和 Fawcett (2007)试图用程序学习困难来解释阅读障碍。李虹(2006)用配对联想学习范式,发现阅读障碍儿童在符号学习和语音学习方面均明显落后于正常儿童,进而提出阅读障碍者可能有学习能力缺陷,但是没有找到一般学习能力困难。

以上研究都是从单次的任务加工或者从高级层次的学习能力进行探讨,那么发展性阅读障碍者是否存在基本层次的学习能力缺陷? 知觉学习是一种较为简单的学习形式,是探讨基本层次学习的一个良好切入口。本研究拟从知觉学习角度考察阅读障碍者是否存在基本层次的学习能力缺陷。

知觉学习是指直接提取信息的能力以及提取信息的效率上的提高,是增加警觉、易化感觉加工的过程(Goldstone, 1998)。以知觉学习的过程作为类比,人们学习并熟练掌握文字阅读的过程伴随着对文字加工的易化。而如果人与人之间的易化能力有强弱之分的话,就可能导致不同的学习速率和学习效果,进而导致阅读水平的差异。知觉学习涉及到很多视觉任务,本研究参照经典的知觉学习范式,主要采用视觉搜索(Visual Search)任务。视觉搜索任务是让被试从干扰刺激中尽快地搜索目标刺激。根据搜索中对注意的依赖程度,可以分为简单搜索和复杂搜索两类(Treisman & Gelade, 1980; Treisman & Gormican, 1988; Treisman & Souther, 1985)。两种搜索的划分充满争议,但研究一致认同简单搜索不需要消耗大量注意资源,一般受干扰项的影响较小。复杂搜索需要消耗较多的注意资源,且受干扰项影响较大。

已有研究发现阅读障碍儿童在复杂搜索任务上的表现差于正常儿童(Casco & Prunetti, 1996; Iles, Walsh, & Richardson, 2000; Sireteanu et al., 2008; Vidyasagar & Pammer, 1999; Wright, Conlon, & Dyck, 2012)。Casco 和 Prunetti (1996)发现阅读困难组在简单搜索任务中与正常组无差异,但在复杂搜索中表现困难。Vidyasagar 和 Pammer (1999)发现障碍组儿童在复杂搜索中(当干扰刺激的数量达到 70 个时)的反应时比正常组长。Iles 等人(2000)发现有巨细胞缺陷的阅读障碍组相对于正常组在一系列复杂搜索任务中表现困难。复杂搜索任务涉及视觉

注意和特征整合两方面的能力(Treisman & Gelade, 1980)。阅读障碍者复杂视觉搜索困难从认知过程上与其视觉空间注意缺陷有关(Gabrieli & Norton, 2012; Facoetti, Corradi, Ruffino, Gori, & Zorzi, 2010; Franceschini, Gori, Ruffino, Pedrolli, & Facoetti, 2012),从神经机制上反映了阅读障碍者双侧顶叶与额叶功能异常(Behrman, Moscovitch, Black, & Mozer, 1990; Eden, VanMeter, Rumsey, Maisog, Woods, & Zeffiro, 1996; Vidyasagar, 2004)。

阅读障碍儿童在进行简单搜索和复杂搜索任务的学习中是否会与正常儿童存在差异? 如果有差异,那么这种差异的特点以及原因是什么? 本研究将通过简单搜索任务、复杂搜索任务,以及限制时间的复杂搜索任务考察阅读障碍儿童在认知负荷逐渐增加的任务中学习进程与阅读正常儿童的异同。

## 2 实验一 简单搜索实验

本实验考察障碍组与正常组儿童在基本搜索能力上有无差异。实验参照经典的简单搜索实验,要求被试搜索绿色小圆中是否有红色小圆。

### 2.1 实验方法

#### 2.1.1 被试

实验被试选自北京市一普通小学三四年级。所有学生均接受标准瑞文推理测验,中文识字量测验和阅读流畅性测验。其中标准瑞文推理测验主要是测量儿童的非语言智力(张厚粲,王晓平,1989)。识字量测验主要用来考察儿童字词水平的阅读能力(孟祥芝,2000; 吴思娜,2004; 李虹,2006)。阅读流畅性测验用来测查儿童阅读理解流畅性(孟祥芝,2000; 吴思娜,2004)。所有测验采用团体施测。

根据测验结果,选出瑞文智力水平在 50%以上(相对于常模的百分等级),中文识字量在该年级一个标准差以下,且阅读流畅性在平均数以下的儿童作为阅读障碍组。选择同样智力水平、年龄水平,但识字量和阅读流畅性均在平均数以上的儿童作为正常对照组。另外,用 DSM-IV 的 ADHD 筛查表,请教师对儿童进行评定,排除有注意缺陷多动的儿童。还对两组被试的家庭经济状况、父母受教育程度以及职业等进行了匹配,排除那些由于特殊的家庭原因导致学习困难的儿童。

正式实验的被试为 18 名,包括 9 名发展性阅读障碍儿童和 9 名正常对照组儿童(表 1)。

2.1.2 实验材料与仪器

材料：参照经典的简单搜索实验，设计绿色小圆中有无红色小圆的刺激图(图 1)。干扰刺激为绿色小圆的数量，分为 1, 4, 8, 16 等 4 个层次。

仪器：奔Ⅳ计算机，CPU 为酷睿双核 2.4 G，内存为 1 G，显存为 256 M。显示器为 17 寸纯平显示器，分辨率 1024×768，刷新频率 85 Hz。

2.1.3 实验程序

刺激呈现过程(图 2)：先呈现 250 ms 注视点(+), 接着空屏 300 ms，然后出现刺激图，请被试搜索是否有目标刺激，最长不超过 10 s，如果搜索完毕，按空格键，刺激消失；接着让被试指出目标所在区域“1-9” (具体操作见下文)。如果没有目标刺激(红色小圆)，就按“0”键。

被试任务是搜索绿色小圆中是否有红色小圆。被试搜索完毕之后迅速按空格键。为了保证被试不

做虚假反应，被试按空格键表示搜索完毕之后，刺激图消失，然后要求被试进行位置判断。在经典的搜索实验中，被试搜索完毕之后，用手指指出目标所在，由实验者记录，其准确性不高，而且操作起来难度较大，需要主试一直跟随被试实验，可能对被试造成干扰(Sireteanu & Rettenbach, 1995)。本实验中研究者设计了目标刺激分区域判断方法。具体方法是，将整个屏幕分为 9 个区域(图 3)，分别对应小键盘上的 9 个数字位置，被试看到在哪个区域就按相应的数字。若没有目标刺激则直接按“0”键，表示该次没有目标刺激。

正式实验前，先进行搜索练习。一般进行 8 个测试的练习，若仍有疑问，可继续练习。确认被试掌握反应方式之后(主要是位置判断方法)，开始正式实验。

正式实验包括 5 个 Session (分 5 天进行)，每个

表 1 实验一被试情况(平均数±标准差)

被试特征	阅读障碍组	正常控制组	<i>F</i>	<i>p</i>
数量	9	9		
男孩	5	4		
年龄(月)	115.6±7.5	116.2±4.4	0.039	0.791
瑞文智商(百分等级)	73.3±15.2	83.3±10.0	2.716	0.118
阅读流畅性	30.1±7.1	40.3±4.1	14.013	<.001
识字量	1102.4±151.9	1888.2±412.7	28.741	<.001

注：瑞文智商计分采用百分等级；阅读流畅性计分采用正确答题的数量；识字量计分采用按正确数计算的标准化加权分数。

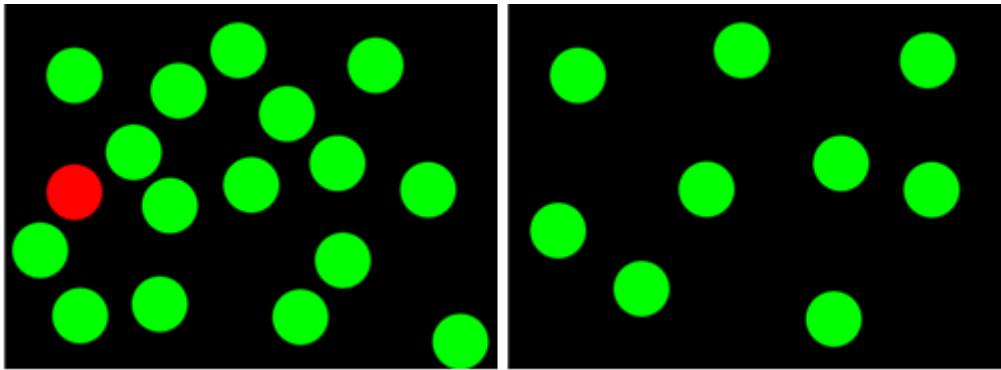


图 1 简单搜索实验刺激材料

注：本图为彩色，请参见电子版

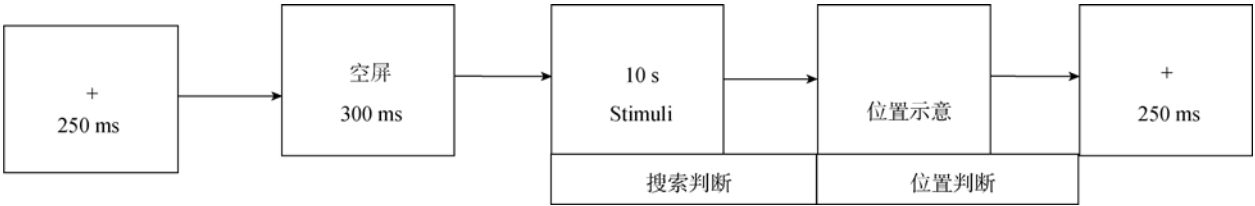


图 2 简单搜索刺激呈现过程

7	8	9
4	5	6
1	1	1

图3 搜索实验的位置判断示意图

Session 包括 4 个 block, 每个 block 包含 36 个测试。每个 Session 从第一个 block 开始, 干扰项目的数量分别以 1, 4, 8, 16 的梯度逐级变化。为了平衡位置效应, 目标刺激在每个位置上出现次数相同。目标有无的测试数相同。每次测试中目标有无及其位置都是随机呈现。每个 block 完成之后, 被试可以自主休息 1~2 分钟。记录被试的反应时和正确反应率。

## 2.2 实验结果与分析

(1) 对两组被试的反应正确率进行方差分析, 结果发现: 阅读障碍组的正确率为 95.76%, 正常控制组为 98.25%, 两组被试的正确率并无显著差异 ( $p=0.125$ )。

(2) 删除反应时低于 150 ms 和大于 3 个标准差的极端数据, 总删除率为 2.7%。对正确反应的反应时进行 2(组间)×4(干扰数量)×5(训练次数)方差分析发现, 组间主效应不显著。阅读障碍组 ( $M=587$ ,  $SD=198$ ) 略高于正常控制组 ( $M=581$ ,  $SD=188$ ), 但并不显著,  $F(1, 320)=0.121$ ,  $p=0.728$ 。

训练次数的主效应显著,  $F(4, 320)=26.37$ ,  $p<0.001$ 。说明即使简单搜索也能够从练习中获益, 速度会随着练习进程变快。组间与训练次数二者之间的交互作用不显著,  $F(4, 320)=0.29$ ,  $p=0.484$ 。两组在训练中的进步模式是一致的。

干扰数量的主效应显著,  $F(3, 320)=6.84$ ,  $p<0.001$ 。说明干扰数量仍对简单搜索有影响。但令人惊讶的是, 干扰项越多, 反应时反而越短。这一结果与通常理解的简单搜索不随干扰项数量的增加而变化不一致, 可能是因为刺激物的设计或者被试特点造成的。从绿色小圆中判断是否有红色小圆, 绿色小圆越多就更能反衬出目标刺激红色小圆, 也更容易确定红色目标小圆的位置, 所以干扰数量多的时候, 反而反应时更短。另外, 这可能也与刺激序列的设计有关, 干扰项的数量变化是 1, 4, 8, 16, 分别以 block 为单位进行, 后面的 block 已经受到了

前面 block 练习的影响, 所以会越来越快。

两组在各个干扰数量上的学习曲线如下(图4)。

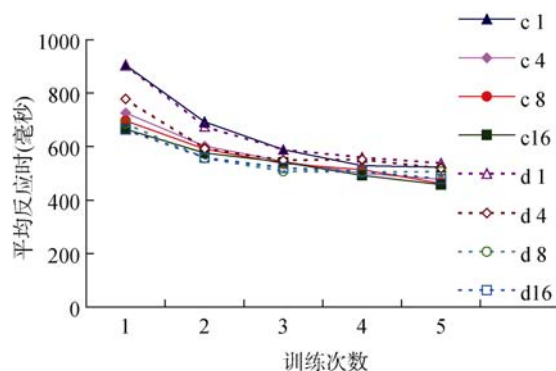


图4 阅读障碍组正常控制组简单搜索学习曲线图

注: d 为阅读障碍组, c 为正常控制组; 1, 4, 8, 16 为干扰项数量

从以上结果可以看出, 两组儿童在简单搜索实验中并不存在显著的差异。由于研究者设计的目标刺激分区域判断方式, 可能存在搜索策略上的学习。被试能够都按顺序快速搜索 9 个区域, 所以两组儿童都能够从五天的学习中获益, 反应速度越来越快。但从两组的学习曲线图可以看出, 随着训练的进行, 干扰数量对反应时间的影响越来越小, 逐渐趋于稳定和集中。这些结果与经典的简单搜索实验的结果是一致的。

这一结果说明阅读障碍儿童在简单搜索方面不存在困难, 即在基本的搜索能力和反应能力方面与正常控制组儿童并无显著差异。于是, 我们设计了复杂搜索实验, 来考察阅读障碍儿童在更为复杂的搜索任务上是否存在缺陷。

## 3 实验二 复杂搜索实验

本实验参照经典的复杂搜索实验(Treisman & Gelade, 1980; Sireteanu & Rettenbach, 1995), 考察阅读障碍儿童与正常儿童在复杂搜索任务中是否有显著差异。

### 3.1 实验方法

#### 3.1.1 被试

被试同实验一。

#### 3.1.2 实验材料和仪器

实验材料为自行设计的白色圆环刺激图, 其中可能有一个目标刺激(图 5)。干扰刺激为大小均等位置随机的白色圆环, 数量分别为 1, 4, 8, 16 等 4

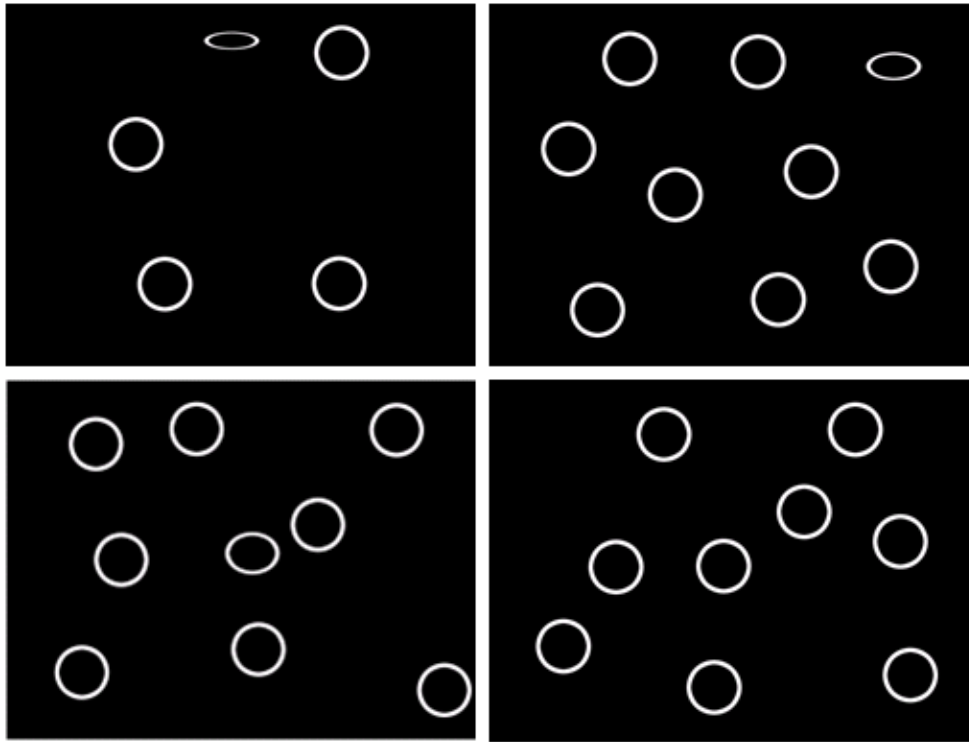


图 5 复杂搜索实验刺激图示意

个层次。目标刺激为变化高度的椭圆，变化高度幅度为干扰刺激圆环高度的  $1/4$ ,  $1/2(2/4)$ ,  $3/4$ ，相似程度依次增加，辨别难度也增加。

仪器及参数同简单搜索实验。

### 3.1.3 实验程序

被试任务是搜索小圆环中是否有非圆环。非圆环可能有 3 种情况，分别为  $1/4$ ,  $1/2(2/4)$ ,  $3/4$  高度的椭圆环。如果有，则只有一个。

正式实验开始前，先用预备实验，请被试熟悉圆环和非圆环。操作过程是，在屏幕上同时出现两个图形(图 6)，请被试判断是不是有一个不是圆环的目标刺激，主要目的是让被试能够辨别。然后进行练习实验，确认被试理解实验含义和反应方式之后，进行正式实验。刺激呈现、反应方式同简单搜索实验。

## 3.2 实验结果与分析

(1)对两组的错误率进行  $2(\text{组间}) \times 5(\text{训练次数})$  的重复测验方差分析发现，错误率的组间主效应不显著， $F(1, 16)=2.22$ ,  $p=0.156$ 。训练次数的主效应不显著， $F(4, 64)=0.77$ ,  $p=0.547$ 。组间和训练次数二者的交互作用不显著， $F(4, 64)=0.14$ ,  $p=0.968$ 。结果说明两组的反应错误率无显著差异。

(2)删除反应时小于 150 ms 和大于 3 个标准差的极端数据，总体删除率为 2.09%。对反应时进行

$2(\text{组间}) \times 4(\text{干扰数量}) \times 3(\text{相似程度}) \times 5(\text{训练次数})$  方差分析发现，反应时组间主效应显著， $F(1, 945)=14.65$ ,  $p<0.001$ 。阅读障碍组的整体平均反应时( $M=826$ ,  $SD=41$ )要显著高于正常控制组( $M=798$ ,  $SD=37$ )的反应时。

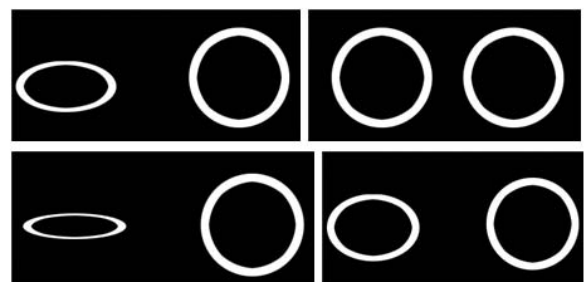


图 6 复杂搜索预备实验圆环辨别刺激示意

训练次数的主效应显著， $F(4, 945)=464.83$ ,  $p<0.001$ 。随着训练次数的进程，整体的搜索反应越来越快。第二次、第三次均有显著的减少( $p<0.001$ )，而第四次、第五次反应时虽有减少，但并不显著( $p>0.1$ )。说明本搜索任务在适当的训练次数后，反应时间就能降到接近简单搜索的水平。可能是由于存在搜索能力和策略的学习，被试可以学会按顺序快速搜索 9 个区域。

组间与训练次数的交互作用显著(图 7)， $F(4,$



945)=11.09,  $p<0.001$ 。进一步比较发现,一开始阅读障碍组的反应时明显长于正常控制组,但随着练习次数的增加,两组越来越趋近一致。阅读障碍组初始搜索时间长于正常控制组,但是能够通过练习逐渐达到正常控制组的水平。

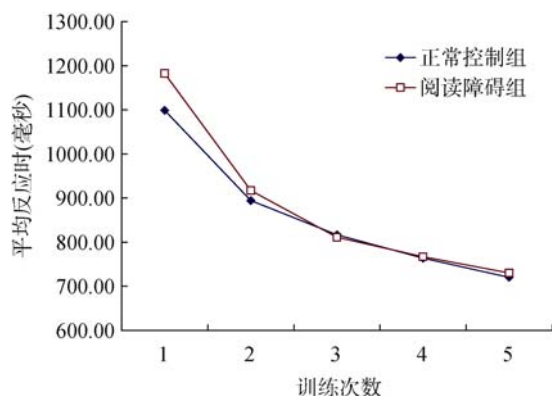


图7 复杂搜索实验组间与训练次数交互作用

阅读障碍儿童虽然在复杂搜索任务中存在困难,但是在本实验中这个困难能够较快弥补。复杂搜索任务涉及到匹配和搜索两个过程。通过简单搜索实验可知,障碍儿童在基本的搜索能力上并不存在缺陷。在复杂搜索任务中的初始困难可能更多的是匹配上的困难。匹配过程涉及到目标刺激和干扰刺激之间的精细辨别。从结果来看,阅读障碍儿童的精细辨别能力要弱于正常儿童,所以他们需要更多的时间才能正确辨别。但由于本实验中只有3种辨别刺激,所以被试很快就能形成目标刺激的模式,之后就主要是进行搜索可以了。所以在3次训练之后,两组儿童的反应时没有显著差异。

干扰数量的主效应显著,  $F(3, 945)=29.40$ ,  $p<0.001$ 。当干扰项为1, 4, 8时,两组的整体反应时并没有显著的变化;而当干扰项变为16个时,反应时就显著增长了。组间与干扰数量的交互作用显著,  $F(3, 945)=4.53$ ,  $p<0.01$ 。进一步比较发现,当干扰数量为1, 4, 8时,阅读障碍组的平均反应时显著长于正常控制组。但当干扰数量增加到16时,两组的反应时就没有显著的差异了。这一结果仍可以说明,阅读障碍组的精细分辨能力比正常控制组要差。但如果干扰数量增加到16时,对于两组来说,搜索难度都十分大,反应时都显著增加,组间差异反而相对缩小了。

干扰程度的主效应显著,  $F(2, 945)=493.94$ ,  $p<$

0.001,说明干扰程度越大,搜索的难度也越大。组间与干扰程度的交互作用不显著,  $F(2, 945)=0.26$ ,  $p=0.774$ 。说明干扰程度对两组的影响方向比较一致。当干扰程度增加时,阅读障碍组和正常控制组的反应时都会相应的延长。

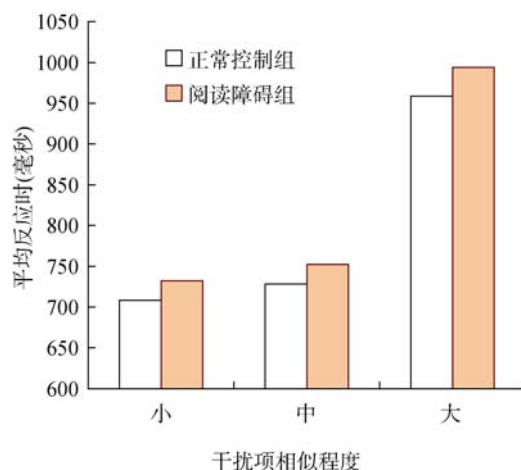


图8 复杂搜索实验组间与干扰程度的交互作用

综上所述可以看出,在复杂搜索任务中,阅读障碍组儿童在反应时上显著长于正常控制组,但阅读障碍组的正确率和正常控制组并无显著差异。说明阅读障碍组要想达到与正常控制组相同的正确率需要更多的反应时间。

在简单搜索中没有表现出差异,而在复杂搜索任务中有差异。这一结果是由于这两种搜索任务的区分造成的。简单搜索中只需要对目标进行有无判断,不需要精细辨别和匹配。而在复杂搜索任务中,则需要首先对可能的目标刺激与干扰刺激之间进行精细辨别和匹配,方能确定目标刺激是否存在。在复杂搜索任务中阅读障碍儿童的加工困难可能是精细加工能力的缺陷导致的。

在本实验中被试有非常充裕的时间进行搜索判断,没有要求被试在一个较短的限定时间内完成,障碍组儿童在正确率上与正常儿童没有差异但在反应时上慢于正常儿童。如果本实验需要被试在较短的限定时间内完成搜索,障碍组儿童是否存在困难呢?已有研究表明,阅读障碍者加工快速呈现的简单视听觉上刺激存在困难(Ahissar et al., 2000; Hari & Renvall, 2001)。基于以上的问题,我们将“复杂搜索实验”改造为“限制时间的复杂搜索”,以便观察在限制时间的情况下,阅读障碍儿童是否存在加工困难。

## 4 实验三 限制时间的复杂搜索实验

本实验的实验程序和实验二相同, 仅对实验二的刺激呈现过程做了改动, 由原来“不限时间的复杂搜索”, 变为“限制时间的复杂搜索”。实验二重点考察反应时, 实验三重点考察错误率。本实验仅做了一次测验, 未进行学习。

### 4.1 实验方法

#### 4.1.1 被试

被试同实验二。

#### 4.1.2 实验材料和仪器

材料与仪器同实验二。

#### 4.1.3 实验程序

先呈现 250 ms 注视点, 空屏 300 ms, 接着出现刺激图, 请被试搜索是否有目标刺激。刺激图呈现时间为 500 ms, 刺激呈现完毕之后, 无需进行搜索按键确认, 直接进入位置示意图, 进行位置判断, 若没有目标刺激则按“0”键。

### 4.2 实验结果与分析

本实验主要关注反应错误率的组间差异。对两组被试的反应错误率进行 2(组间) $\times$ 3(干扰相似度) $\times$ 4(干扰数量)的重复测验方差分析。结果发现, 组间的主效应显著。阅读障碍组儿童( $M=8.33\%$ ,  $SD=3.99\%$ )的反应错误率要显著高于正常控制组儿童( $M=4.17\%$ ,  $SD=2.25\%$ ),  $F(1, 176)=20.83$ ,  $p<0.001$ 。

干扰程度的主效应显著,  $F(2, 176)=35.55$ ,  $p<0.001$ 。组间与干扰程度的交互作用显著,  $F(2, 176)=7.77$ ,  $p<0.01$ 。简单效应分析发现, 当干扰程度较低和较高时( $p<0.01$ ), 两组的正确率有显著差异; 而当干扰程度适中时, 两组的差异反而不明显了( $p>0.1$ )。这可能是与在复杂搜索(实验二)中得到了较充分的训练有关。干扰程度“低”和“中”时, 两组都得到了显著的收益, 尤其是干扰程度中等的时候, 最容易发生训练效果。而干扰程度“高”时, 由于更需要精细辨别和匹配, 所以训练的获益较小。

限制时间的搜索实验要求被试在有限信息的情况下进行搜索判断, 阅读障碍组的错误率显著高于正常控制组, 可能表明在限制时间的系列加工任务中, 阅读障碍儿童存在一定的困难。

## 5 视觉搜索与阅读成绩的关系

为了考察简单搜索成绩与阅读能力的关系, 我们对视觉搜索的反应时、正确率和识字量进行了相

关分析。结果发现简单搜索的反应时与识字量的相关仅为-0.278 ( $p=0.264$ ), 说明简单搜索与阅读能力之间关系并不紧密。另外, 限制时间的复杂搜索任务正确率与识字量的相关 0.618 ( $p<0.01$ ), 表明限制时间的搜索能力与阅读能力相关显著。

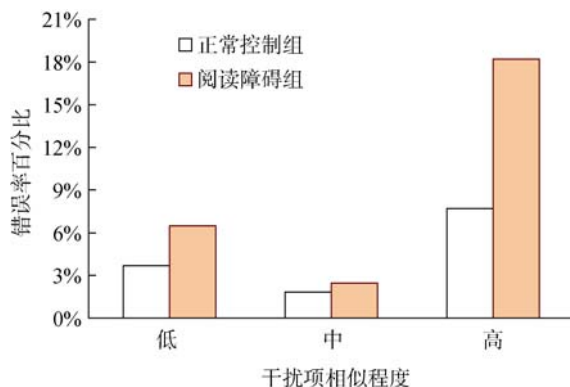


图9 限制时间搜索的组间与干扰程度的交互作用

## 6 综合讨论

通过以上系列实验, 我们发现在简单搜索实验中, 阅读障碍儿童不存在基本搜索加工困难; 在复杂搜索实验中, 阅读障碍儿童反应时显著长于正常控制组儿童, 两组儿童的反应正确率没有显著差异; 但在限制时间的复杂搜索实验中阅读障碍儿童的反应正确率显著低于正常控制组儿童。

在简单搜索的知觉学习过程中, 两组儿童都能够从五天的学习中获益, 反应速度越来越快, 阅读障碍组儿童在简单搜索的知觉学习中不存在困难, 表明其在基本的搜索能力和反应能力方面与正常控制组儿童并无显著差异。在复杂搜索的知觉学习过程中, 阅读障碍组初始搜索时间显著长于正常控制组, 但是能够通过练习逐渐达到正常控制组的水平, 这表明阅读障碍儿童虽然在复杂搜索任务中存在困难, 但是这种困难能通过练习得到较快的弥补。

阅读障碍儿童为什么会在复杂搜索的任务中表现出困难呢?

在简单搜索实验中, 阅读障碍儿童不存在基本搜索加工困难; 在不限时间的复杂搜索实验中, 阅读障碍儿童的反应时显著长于正常组。一方面, 复杂搜索相对于简单搜索, 一个重要的差别是复杂搜索需要被试对目标刺激和干扰刺激进行精细加工, 方能正确匹配。在精细加工任务中, 当目标刺

激出现后, 被试首先觉察到刺激, 然后进行信息累积, 直到累积足够, 被试方能进行正确的辨别。因此在复杂搜索任务的精细加工过程中, 阅读障碍组儿童需要花费更多的时间进行信息积累, 因此反应时间也会更长; 而在简单搜索任务中, 任务不需要精细加工时, 被试只是做基本的认知反应, 阅读障碍组没有表现出困难。另一方面, 在复杂系列搜索任务中, 搜索目标刺激的反应时间会随着干扰物数量的增加而变长, 刺激是系列加工的, 加工过程中需要视觉注意资源进行转移(Ashbridge, Walsh, & Cowey, 1997)。阅读障碍儿童在进行系列搜索任务时, 可能由于不能很好地进行视觉注意资源的整合和转移, 从而导致反应时显著长于正常儿童; 而在简单搜索任务中, 任务是平行加工的, 对视觉注意资源整合和转移的需求较低, 阅读障碍组儿童与正常组在反应时间上没有显著差异。另外, 已有研究表明, 在视觉搜索任务中成绩差的儿童, 在阅读速度、阅读正确率上表现也差, 这可能是视觉注意的缺陷引起的(Casco, Tressoldi, & Dellantonio, 1998)。此外, 在视觉注意与阅读障碍的研究中, 背侧通路缺陷假设(Dorsal Deficit Hypothesis)认为, 背侧通路起到注意引导的功能, 将视觉注意引向重要的视觉刺激, 在阅读过程中, 背侧通路通过将注意资源整合到适当的阅读范围内, 从而将信息有效地反馈给腹侧通路进一步进行精细加工; 阅读障碍者很可能存在由于背侧通路损伤导致的视觉注意加工缺陷(Pammer & Vidyasagar, 2005)。对于阅读障碍而言, 背侧通路上的任意某位置都有可能存在缺陷(Vidyasagar & Pammer, 2010), 并且背侧通路不同位置上的缺陷与阅读不同方面的表现困难相联系(Kevan & Pammer, 2008)。Iles 等人(2000)研究认为, 阅读障碍儿童在复杂搜索任务中加工困难的原因是视觉巨细胞存在缺陷, 引起视觉高级层次的加工困难, 如后侧顶叶的视觉空间注意困难等。Sireteanu 等人(2008)发现阅读障碍组在复杂的系列搜索加工中存在困难, 可能是由于以目标导向的、持续性的视觉注意存在缺陷造成的。Wright 等人(2012)认为阅读障碍组在复杂搜索中存在困难, 其加工困难的原因不是由于视觉巨细胞缺陷引起的, 而是加工速度或视觉空间工作记忆存在缺陷造成的。另外, 已有大量研究表明, 阅读障碍者在视觉空间注意方面表现出困难(Bosse, Tainturier, & Valdois, 2007; Facoetti, Paganoni, Turatto, Marzola, & Mascetti, 2000; Hari, Valt, & Uutela, 1999), 视觉

空间注意在视觉搜索中起到重要的作用。阅读中所涉及的过程与视觉搜索的认知加工过程类似, 通过调节注意的关注点对文字进行系列扫描与搜索(Vidyasagar, 1999; Vidyasagar & Pammer, 1999), 视觉搜索中涉及的注意加工机制和通路也在一定程度上适用于阅读加工过程。另外, 阅读障碍者进行文字识别过程中存在视觉加工缺陷, 并与注意系统的调节有关(Solan, Larson, Shelley-Tremblay, Ficarra, & Silverman, 2001; Whitney & Cornelissen, 2005)。在本研究中, 阅读障碍儿童在简单搜索任务学习中表现正常, 而在复杂搜索任务学习的初始阶段反应时较长, 很可能由于高级视觉皮层或者控制视觉注意、行为决策的皮层损伤引起的, 导致在视觉空间注意的整合、转移方面存在困难。

在限制时间的复杂搜索中, 阅读障碍组与正常组的正确率存在显著差异。复杂搜索任务需要精细分辨, 但由于时间有限, 障碍组儿童缺少足够的时间进行信息积累, 完成精细加工时存在困难, 因而阅读障碍组的反应正确率就会显著低于正常控制组。在本实验中, 可以看出时间是影响阅读障碍儿童认知加工的重要维度。时间加工缺陷假说认为阅读障碍者可能有一般的时间知觉及控制问题, 所以在加工快速呈现的刺激时会出现障碍(Frith & Frith, 1996; Tallal, 1980)。相关方面研究已有很多, 例如 Tallal (1980) 采用听觉判断任务, 发现当两个听觉刺激间的时间间隔(428 ms)较长时, 阅读障碍组与正常组的辨别反应没有显著差异, 但是当两个刺激的时间间隔变短时(8~305 ms), 阅读障碍组的正确率显著低于正常组。此研究结果在其他相似的研究中也得到了印证(De Martino, Espesser, Rey, & Habib, 2001; Reed, 1989; Rey, De Martino, Espesser, & Habib, 2002)。以上研究均表明阅读障碍者对于快速呈现的刺激存在加工困难, 与本研究的结果一致。

本研究的另一个重要发现是复杂视觉搜索学习与汉语阅读之间可能存在某种程度的内在关系。限制时间的复杂搜索任务正确率与识字量的相关显著, 预示着限制时间的搜索能力与阅读能力密切相关, 说明对简单视觉特征的快速搜索和学习能力在一定程度上可能是复杂阅读能力发展的基础。

本研究从理论上首次发现对视觉刺激特征的知觉学习过程与汉语阅读能力发展存在内在联系, 该发现一方面支持了阅读障碍的非言语障碍理论, 另一方面进一步扩展了该理论, 说明基本视觉特征



的加工和学习过程可能在某种程度上是阅读学习的基础。同时, 本研究发现从实践上将对汉语阅读障碍儿童的训练及干预有重要的启发意义。

### 参 考 文 献

- Ahissar, M., Protopapas, A., Reid, M., & Merzenich, M. M. (2000). Auditory processing parallels reading abilities in adults. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 97, 6832–6837.
- Amitay, S., Ben-Yehudah, G., Banai, K., & Ahissar, M. (2002). Disabled readers suffer from visual and auditory impairments but not from a specific magnocellular deficit. *Brain*, 125, 2272–2285.
- Ashbridge, E., Walsh, V., & Cowey, A. (1997). Temporal aspects of visual search studied by transcranial magnetic stimulation. *Neuropsychologia*, 35, 1121–1131.
- Behrman, M., Moscovitch, M., Black, S. E., & Mozer, M. (1990). Perceptual and conceptual mechanisms in neglect dyslexia. *Brain*, 113, 1163–1183.
- Bosse, M. L., Tainturier, M. J., & Valdois, S. (2007). Developmental dyslexia: The visual attention span deficit hypothesis. *Cognition*, 104, 198–230.
- Casco, C., & Prunetti, E. (1996). Visual search of good and poor readers: Effects with targets having single and combined features. *Perceptual and Motor Skills*, 82, 1155–1167.
- Casco, C., Tressoldi, P. E., & Dellantonio, A. (1998). Visual selective attention and reading efficiency are related in children. *Cortex*, 34, 531–546.
- De Martino, S., Espesser, R., Rey, V., & Habib, M. (2001). The ‘Temporal Processing Deficit’ hypothesis in dyslexia: New experimental evidence. *Brain and Cognition*, 46, 104–108.
- Eden, G. F., Van Meter, J. W., Rumsey, J. M., Maisog, J. M., Woods, R. P., & Zeffiro, T. A. (1996). Abnormal processing of visual motion in dyslexia revealed by functional brain imaging. *Nature*, 382, 66–69.
- Facoetti, A., Corradi, N., Ruffino, M., Gori, S., & Zorzi, M. (2010). Visual spatial attention and speech segmentation are both impaired in preschoolers at familial risk for developmental dyslexia. *Dyslexia*, 16, 226–239.
- Facoetti, A., Paganoni, P., Turatto, M., Marzola, V., & Mascetti, G. G. (2000). Visual-spatial attention in developmental dyslexia. *Cortex*, 36, 109–123.
- Franceschini, S., Gori, S., Ruffino, M., Pedrolli, K., & Facoetti, A. (2012). A causal link between visual spatial attention and reading acquisition. *Current Biology*, 22, 814–819.
- Frith C., & Frith, U. (1996). A biological marker for dyslexia. *Nature*, 382, 19–20.
- Gabrieli, J. D. E., & Norton, E. S. (2012). Reading abilities: Importance of visual-spatial attention. *Current Biology*, 22, 298–299.
- Goldstone, R. L. (1998). Perceptual learning. *Annual Review of Psychology*, 49, 585–612.
- Hari, R., & Renvall, H. (2001). Impaired processing of rapid stimulus sequences in dyslexia. *Trends in Cognitive Sciences*, 5, 525–532.
- Hari, R., Valt, M., & Uutela, K. (1999). Prolonged attentional dwell time in dyslexic adults. *Neuroscience Letters*, 271, 202–204.
- Heiervang, E., & Hugdahl, K. (2003). Impaired Visual attention in children with dyslexia. *Journal of Learning Disabilities*, 36, 68–73.
- Howard, J. H., Howard, D. V., Japikse, K. C., & Edend, G. F. (2006). Dyslexics are impaired on implicit higher-order sequence learning, but not on implicit spatial context learning. *Neuropsychologia*, 44, 1131–1144.
- Humphrey, N., & Mullins, P. M. (2004). Self-concept and self-esteem in developmental dyslexia. *Journal of Research in Special Educational Needs*, 2, doi:10.1111/j.1471-3802.2002.00163.x.
- Iles, J., Walsh, V., & Richardson, A. (2000). Visual search performance in dyslexia. *Dyslexia*, 6, 163–177.
- Kevan, A., & Pammer, K. (2008). Visual processing deficits in preliterate children at familial risk for dyslexia. *Vision Research*, 48, 2835–2839.
- Li, H. (2006). *Learning disability of Chinese developmental dyslexia*. Unpublished doctoral dissertation, Beijing Normal University.
- [李虹. (2006). 汉语发展性阅读障碍的学习能力缺陷. 博士学位论文, 北京师范大学.]
- Liberman, I. Y. (1973). Segmentation of the spoken word and reading acquisition. *Bulletin of the Orton Society*, 23, 64–77.
- Lovegrove, W. J., Bowling, A., Badcock, B., & Blackwood, M. (1980). Specific reading disability: Differences in contrast sensitivity as a function of spatial frequency. *Science*, 210, 439–440.
- Meng, X. Z. (2000). *The lexical representation and processing of Chinese speaking developmental dyslexia*. Unpublished doctoral dissertation, Beijing Normal University.
- [孟祥芝. (2000). 汉语发展性阅读障碍儿童的汉字表征与加工. 博士学位论文, 北京师范大学.]
- Nicolson, R. I., & Fawcett, A. J. (2007). Procedural learning difficulties: Reuniting the developmental disorders? *Trends in Neurosciences*, 30, 135–141.
- Pammer, K., & Vidyasagar, T. R. (2005). Integration of the visual and auditory networks in dyslexia: A theoretical perspective. *Journal of Research in Reading*, 28, 320–331.
- Reed, M. A. (1989). Speech perception and the discrimination of brief auditory cues in reading disabled children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 48, 270–292.
- Rey, V., De Martino, S., Espesser, R., & Habib, M. (2002). Temporal processing and phonological impairment in dyslexia: Effect of phoneme lengthening on order judgment of two consonants. *Brain and Language*, 80, 576–591.
- Sireteanu, R., Goebel, C., Goertz, R., Werner, I., Nalewajok, M., & Thiel, A. (2008). Impaired serial visual search in children with developmental dyslexia. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1145, 199–211.
- Sireteanu, R., & Rettenbach, R. (1995). Perceptual learning in visual search: Fast, enduring, but non-specific. *Vision Research*, 35, 2037–2043.
- Solan, H. A., Larson, A., Shelley-Tremblay, J., Ficarra, A., & Silverman, M. (2001). Role of visual attention in cognitive control of oculomotor readiness in students with reading disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 34, 107–118.
- Stanovich, K. E. (1988). Explaining the differences between the dyslexic and the garden-variety poor reader: The phonological-core variable-difference model. *Journal of Learning Disabilities*, 21, 590–604.
- Tallal, P. (1980). Auditory temporal perception, phonics, and reading disabilities in children. *Brain and Language*, 9, 182–198.
- Tallal, P., Miller S. L., Bedi G., Byma G., Wang X., Nagarajan S. S., ... Merzenich M. M. (1996). Language

- comprehension in language-learning impaired children improved with acoustically modified speech. *Science*, 271, 81–84.
- Terras, M. M., Thompson, L. C., & Minnis, H. (2009). Dyslexia and psycho-social functioning: An exploratory study of the role of self-esteem and understanding. *Dyslexia*, 15, 304–327.
- Treisman, A., & Gelade, G. (1980). A feature integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, 12, 97–136.
- Treisman, A., & Gormican, S. (1988). Feature analysis in early vision: Evidence from search asymmetries. *Psychological Review*, 95, 15–48.
- Treisman, A., & Souther, J. (1985). Search asymmetry: A diagnostic for preattentive processing of separable features. *Journal of Experimental Psychology: General*, 114, 285–310.
- Vidyasagar, T. R. (1999). A neuronal model of attentional spotlight: Parietal guiding the temporal. *Brain Research Reviews*, 30, 66–76.
- Vidyasagar, T. R. (2004). Neural underpinnings of dyslexia as a disorder of visuo-spatial attention. *Clinical and Experimental Optometry*, 87, 4–10.
- Vidyasagar, T. R., & Pammer, K. (1999). Impaired visual search in dyslexia relates to the role of the magnocellular pathway in attention. *Neuroreport*, 10, 1283–1287.
- Vidyasagar, T. R., & Pammer, K. (2010). Dyslexia: A deficit in visual-spatial attention, not in phonological processing. *Trends in Cognitive Sciences*, 14, 57–63.
- Whitney, C., & Cornelissen, P. (2005). Letter-position encoding and dyslexia. *Journal of Research in Reading*, 28, 274–301.
- Witton, C., Talcott, J. B., Hansen, P. C., Richardson, A. J., Griffiths, T. D., Rees, A., ...Green, G. G. R. (1998). Sensitivity to dynamic auditory and visual stimuli predicts nonword reading ability in both dyslexic and normal readers. *Current Biology*, 8, 791–797.
- Wright, C. M., Conlon, E. G., & Dyck, M. (2012). Visual search deficits are independent of magnocellular deficits in dyslexia. *Annual of Dyslexia*, 62, 53–69.
- Wu, S. N. (2004). *Research on subtypes of Chinese developmental dyslexia*. Unpublished doctoral dissertation, Beijing Normal University.
- [吴思娜. (2004). 汉语发展性阅读障碍的亚类型研究. 博士学位论文, 北京师范大学.]
- Zhang, C. F., Zhang, J. H., Chang, S. M., & Zhou, J. (1998). A study of cognitive profiles of Chinese learners' learning disability. *Acta Psychologica Sinica*, 30, 50–56.
- [张承芬, 张景焕, 常淑敏, 周晶. (1998). 汉语阅读困难儿童认知特征研究. *心理学报*, 30, 50–56.]
- Zhang, H. C., & Wang, X. P. (1989). Standardization research Raven's Standard Progressive Matrices in China. *Acta Psychologica Sinica*, (2), 113–121.
- [张厚粲, 王晓平. (1989). 瑞文标准推理测验在我国的修订. *心理学报*, (2), 113–121.]

## Visual Perceptual Learning in Chinese Developmental Dyslexia

LIN Ou<sup>1</sup>; WANG Zhengke<sup>1,2</sup>; MENG Xiangzhi<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> Department of Psychology, Peking University, Beijing 100871, China)

(<sup>2</sup> Department of Basic Education II, Ministry of Education, Beijing 100816, China)

### Abstract

As to the origin and mechanisms of developmental dyslexia, nonlinguistic framework proposes that the phonological and other deficits at the linguistic level may stem from more fundamental deficits in sensory information processing, including acoustic-auditory and auditory temporal processing and visual perceptual processing. Previous studies have shown that visual perceptual deficits of dyslexic children may stem from the deficit in processing more basic visual attributes, as basic visual features are fundamental to higher-level visual processing. Perceptual learning is the improvement of perceptual performance as a function of training (Gibson, 1969), which has been found in various visual tasks involving basic visual features. Here, using visual searching tasks, the main purpose of the present study was to investigate to what extent dyslexic children would show deficits in perceptual processing and learning and whether these deficits are related to their performance in linguistic tasks.

Eighteen participants, 9 with dyslexia, 9 chronological age- and nonverbal IQ-matched control children, were screened from a large pool of students in 3, 4, 5 grades with the standardized Chinese written vocabulary test, the reading fluency test and the Raven's Standard Progressive Matrices test. We tested 9 children in dyslexia group and 9 age-matched children in control group with a parallel search task, a serial search task and a

serial search task in restricted time. Study 1 utilized a parallel searching task to examine whether there is a deficit in the basic searching processing and learning in dyslexia group. Study 2 used a serial searching task to explore whether there is a deficit in more complex searching processing and learning. Study 3 adopted a serial searching task with restricted time to investigate whether the ability of serial searching processing will be affected by the restricted time.

The results showed that there was no difference between dyslexics and control children in parallel searching task, however, children with dyslexia had significantly longer reaction time than normal children to retrieve the target stimuli in serial searching processing. In addition, the searching accuracy was significantly lower for children with dyslexia than for control group in serial searching task with restricted time. Moreover, the searching accuracy in the serial searching task with restricted time was significantly correlated with the performance of the standardized written vocabulary test.

These results showed that Chinese developmental dyslexia has deficits in perceptual processing and learning in serial searching process, suggesting that the deficits may underlie the development of Chinese reading skill to some extent.

**Key words** developmental dyslexia; perceptual learning; visual search