

## 听觉、时间加工能力与发展性阅读障碍\*

赛晓光 周晓林 孟祥芝

(教育部人文社会科学天津师范大学重点研究基地,天津,300074,  
北京大学心理学系发展与教育心理学教研室,北京,100871)

**摘要** 近年来阅读障碍者的知觉加工越来越受到重视,本文介绍了近期国外关于阅读障碍者的听觉加工能力、时间加工能力的最新研究进展。快速听觉加工能力的缺失在阅读障碍者身上普遍存在,并被认为是阅读障碍产生的主要原因;有研究者提出“时间控制障碍”假说,认为阅读障碍源自一种普遍性的时间知觉障碍,不具有通道特异性。除此之外,还发现阅读障碍者对声音频率、响度等非时间特征也出现了觉察困难。通过这些研究我们可以看到,听觉加工能力、快速时间加工能力与阅读能力之间可能有着密切的关系,但这几种能力如何具体作用于阅读发展,它们之间如何相互作用、相互影响仍需进一步探讨。

**关键词** 阅读障碍 听觉加工 听觉快速加工 时间控制障碍

**中图分类号**:B842 **文献标识码**:A **文章编号**:1006-6020(2002)-02-0053-05

### 1 引言

发展性阅读障碍的产生会影响儿童认知、情感以及社会交往等各方面的发展,因而日益受到研究者的重视。目前国外对阅读障碍的认知研究主要是从语言学和非语言知觉两个层次探讨发展性阅读障碍的特征和本质的。在语言学层面上的研究结果比较统一。研究者普遍认为,阅读障碍者言语信息的表征和加工存在障碍,特别是语音加工能力有缺陷。这种缺失的主要表现形式为无法掌握形音对应规则,对语

音结构认识不清,押韵判断能力差以及假词阅读成绩低下等。

在非语言知觉研究领域,研究者认为阅读障碍是由更深层、更基本的听觉与视觉障碍造成的,非语言的听觉和视觉能力的损伤以及发展不完善导致了阅读障碍的产生。目前非语言知觉研究领域仍存在很多争议,尚未达成共识。听觉快速时间加工能力缺陷假说是这一领域中占主导地位的观点之一。本文将分三个层次,分别围绕阅读障碍者的听觉加工能力、听觉快速时间加工能力、一般性时间控制能力与阅读水平之间的关系进行介绍与讨论。

\* 本研究得到国家攀登计划(批准号:95-专-09)、国家自然科学基金(30070260)、教育部人文社会科学重点研究基地重大项目基金和面上基金(01JAXLX015),以及教育部科学技术重点项目基金(01002)的资助。

## 2 听觉加工能力缺失假说

听觉加工障碍观点认为,阅读障碍是由非语言、快速听觉加工能力的损伤所造成的。听觉系统对声音信息随时间变化的精确加工是语音技能发展的重要条件。语音分析依靠对声音的听觉表征,语音的差异由声音频率和波幅的变化来表示,因而语言能力与听觉系统的关系不言而喻。由于发展性阅读障碍者加工快速变化听觉信号的能力受到了损伤,以致阅读障碍者无法精确地分辨进入听觉神经系统的快速、连续变化的声音信号,而这种精确、快速分辨声音信号能力的缺失在一定程度上影响了语音加工能力的发展,语音加工能力的发展滞后则进而会导致整体语言能力出现缺损,随之产生阅读能力低下、语言理解能力落后等一系列状况。

需要指出的是,这种听觉加工的缺失并不是指普通意义上的听觉能力的损伤,尽管这些听觉能力的损伤的确会妨碍很多语言技能的发展。这里讨论的听觉加工的缺失是指不能精确辨别声音之间的差异,其内在神经机制反应了大脑听觉皮层神经核团的异常,而不是内耳等外周神经系统的异常。

目前阅读障碍者听觉加工能力的研究主要集中在两个方面。一个方面的研究将重点放在检验阅读障碍者对听觉信号的快速时间加工能力上。如 McCroskey 和 Kidder (1980) 采用间隙觉察任务发现,阅读困难被试比正常被试需要更长的时间间隔,才能对不同的声音进行有效辨别,Tallal (1980) 采用声音时间顺序辨别任务,发现较之阅读能力正常的被试,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<sup>[1]</sup>。另一个方面的研究着重检验阅读障碍者对听觉信号的非时间特性,如频率、幅度变化的加工能力,发现阅读障碍者对声音幅度、频率的变化也不如正常人敏感。此外,一些研究者还发现阅读障碍者从噪音背景中觉察非言语的目标声音有困难。

### 2.1 听觉快速时间加工研究

阅读障碍者对快速呈现的声音信号的辨别能力是很多研究者所关注的主要问题。Martino

(2001) 采用时间序列判断任务,对 10~13 岁阅读障碍儿童的听觉加工能力进行了测试。声音序列判断任务是被广泛用来研究阅读障碍者听觉快速时间加工能力的一种实验范式。在实验过程中,要求被试对快速呈现的一组声音信号进行序列辨识,例如,在实验前的训练过程中,被试学会将 800Hz 的声音标注为“低”,1200Hz 纯音标注为“高”。正式实验时,每次随机呈现几个声音刺激,要求被试用“高”“低”依次标注它们的顺序。实验结果显示,在同等实验条件下,阅读障碍被试辨识声音呈现顺序的成绩比正常被试显著落后。Martino 改变声音信号的呈现时间以及前后两个声音信号的时间间隔,发现阅读障碍被试的成绩随着声音信号呈现时间的加长而得到很大的提高,达到了正常被试的水平;而改变前后两个声音信号的时间间隔并不能提高阅读障碍被试的成绩。在声音信号的呈现时间加长的情况下,阅读障碍者时间顺序判断的成绩与完成语音任务的成绩呈显著相关<sup>[2]</sup>。

Merav (2000) 等人对幼年时期有过阅读障碍病史的成年人进行了听觉加工能力研究。研究者发现,在一系列听觉测验任务上,有阅读困难病史的成年被试的成绩都比正常被试要差,即使在很简单的纯音频率差异辨别任务中,这种差别也非常明显。当声音刺激以快速、连续的形式呈现时,阅读困难者的成绩最差。这一发现支持了听觉加工能力与阅读能力之间存在一定联系这一观点。研究者推断,阅读障碍者听觉加工能力的缺失可能从幼年期就一直存在,并在被试成长过程中影响其阅读能力的发展<sup>[3]</sup>。

利用脑磁成像的方法,研究者发现阅读障碍者在分辨快速呈现的声音信号时大脑活动出现异常。Nagarajan (1999) 通过脑磁图纪录阅读障碍者在进行纯音序列判断时的脑磁信号,发现阅读障碍者与正常人相比,左侧颞叶区的脑磁信号有显著差别;尤其在纯音间隔较短时,阅读障碍被试的脑磁信号明显弱于正常被试<sup>[4]</sup>。以上结果表明,阅读障碍者的阅读异常与负责加工快速变化声音信号的神经机制的变异有着显著的相关。

有研究者还发现,听觉时间加工能力与阅读能力的相关性并不仅仅存在于阅读障碍者中。Agnes 和 Lovegrove (2001) 以 18 ~ 22 岁的大学为被试,按阅读测验成绩将被试划分为阅读能力一般和阅读能力出众两组,比较两组被试的听觉快速时间加工能力的差异。结果发现,阅读能力出众组被试的听觉时间加工能力要显著强于阅读能力一般组被试。该研究表明听觉时间加工能力与阅读能力的相关是广泛存在的,对于正常被试来说,其阅读能力的高低与听觉快速时间加工能力存在着很紧密的关系<sup>[5]</sup>。

此外,一些训练研究也表明了阅读障碍与听觉能力的关系。Tallal (1998) 发现,适当的听觉和言语训练能有效地提高阅读障碍者的语音加工、语言理解能力<sup>[6]</sup>。音乐训练被认为是提高被试听觉精确加工能力的有效手段,Overy (2000) 发现,通过音乐训练,被试的听觉快速时间加工能力、语音意识以及阅读能力有显著提高<sup>[7]</sup>。

但并不是所有的阅读障碍者都出现听觉快速时间加工能力的缺失。Heath (1999) 比较了口语迟缓 (oral language delay) 与口语能力正常的两种阅读障碍者的听觉快速时间加工,发现伴随有口语迟缓特征的阅读障碍被试的成绩显著差于正常被试,而口语能力正常的阅读障碍被试的成绩与正常被试相当<sup>[8]</sup>。这一结果表明,阅读障碍群体内部存在着很大的变异性,阅读障碍产生的原因和特点不尽相同,听觉快速加工能力的缺失只在具有口语延迟特点的阅读障碍被试身上才有体现。这也说明,听觉时间快速加工能力的缺失并不是造成阅读障碍者语音加工能力缺失的唯一原因。

## 2.2 听觉非时间特性加工能力研究

相对于听觉快速时间加工能力方面的研究而言,阅读障碍者的非时间听觉能力,如对声音信号的频率、幅度变化的感知能力等较少受到关注。有研究者认为,阅读障碍者阅读能力的低下是由其听觉频率辨别能力的缺陷造成的,与听觉快速加工能力无关。Watson 和 Miller (1993) 通过一系列听觉、阅读能力测试,系统研究了阅读障碍被试、正常被试的听觉加工能力、

语音加工能力与阅读能力之间的关系。在这个研究中,Watson 分别用言语重复、频率辨别、听觉快速时间判断等任务来测试被试的听觉加工能力。实验结果显示:言语重复、频率辨别任务的成绩与语音加工能力显著相关,而听觉快速时间判断任务与语音加工任务的成绩没有出现显著相关。以上结果似乎表明,阅读障碍被试与正常被试语音加工能力差异的形成与非时间特性听觉能力有关,而与听觉快速时间加工能力关系不大。

Nittrouer (1999) 的研究结果也支持以上观点。Nittrouer 按照阅读成绩将儿童被试分为两组,分别对其语音意识、听觉快速时间加工能力进行检测,结果发现阅读成绩差的被试的语音意识也差于正常被试,但他们完成听觉快速时间加工任务的成绩则是正常的,没有出现特殊的困难<sup>[9]</sup>。

Baldeweg (1999) 运用事件相关电位技术研究了阅读障碍者在进行频率辨别任务时大脑活动的变化。研究者以失匹配负波 (mismatch negativity) 作为指标,记录了阅读障碍被试与正常被试在纯音频率和呈现时间发生变化时大脑电位的变化。研究发现,与正常被试相比,当声音的频率发生变化时,阅读障碍被试的 MMN 出现异常,而当声音的呈现时间发生变化时,没有出现这种异常。研究还发现,这种 MMN 的变化与阅读障碍被试语音加工能力的损伤程度呈显著相关。研究者进一步推论说,对声音频率的感知觉加工能力的缺失导致了阅读障碍者不能建立清晰的语言信号的表征,进而影响了语音加工技能的发展<sup>[10]</sup>。

还有研究发现,阅读障碍者在根据频率等特性对声音信号进行分类上存在困难。Sutter 及同事 (2000) 系统测查了 18 ~ 32 岁的成年阅读障碍者的听觉能力,发现阅读障碍者在知觉声音的频率以及呈现速度方面出现了缺失,这些阅读障碍者不能根据声音的以上两种特征对声音材料进行有效的提取和分类<sup>[11]</sup>。研究者推断,这一缺失将导致阅读障碍者在知觉复杂的语音信号时出现困难。

Witton (1998) 研究发现,阅读障碍者朗读非词的能力与频率最小差异辨别的阈限之间存在

某种程度的相关,有大约一半的阅读障碍被试频率辨别的成绩显著落后于正常被试。实验同时发现,被试对频率的觉察能力与视觉一致性运动觉察阈限之间存在一定程度的相关<sup>[12]</sup>。除此之外,研究者还在多种感觉通道发现阅读障碍者知觉能力异常。Grant(1999)在触觉通道中也发现了类似的时间加工能力缺失现象:阅读障碍者对摩擦度辨别的成绩要显著落后于正常被试,其触觉辨别能力的平均阈限值是正常被试的两倍<sup>[13]</sup>。

### 3 时间控制障碍假说

Lovegrove(1994)指出,阅读障碍者在不止一个感觉通道中加工快速呈现刺激时的成绩低下,可能反映了阅读障碍有一般性的时间控制问题<sup>[14]</sup>。

Witton(1998)研究发现,阅读障碍者的快速听觉加工能力以及快速视觉加工能力都落后于正常被试;不论是阅读障碍者还是正常人,听觉快速加工能力差的被试视觉快速加工能力也差<sup>[12]</sup>。这一发现支持了阅读障碍者具有一般性的时间控制问题的假说。

研究者采用了脑成像以及事件相关电位技术,对一般性时间控制能力的神经机制进行了研究。Casini(1993)采用电生理方法,观察正常人在进行时间顺序判断任务时脑区的激活情况,发现大脑前额叶参与了快速时间加工这一任务。小脑被认为是与人类运动时间控制关系最为紧密的神经组织之一,Penhune(1998)采用PET成像技术,研究了被试在进行有节律的运动任务时脑区的激活情况,发现小脑以及基底神经节组织在进行时间控制任务时显著激活<sup>[15]</sup>。英国学者 Nicolson 和 Fawcett 长期关注小脑在阅读障碍中的功能,他们认为小脑损伤是阅读障碍者出现时间控制能力缺陷的主要原因。他们发现阅读障碍者在声音的时间估计和响度估计上存在分离现象,即时间估计存在障碍,而响度估计完好无损<sup>[16]</sup>。这种分离现象在小脑受损的病人身上也出现过。阅读障碍者对声音的时间估计出现的问题可能反映了一般性时间控制能力的低下,而与之相对应的神经机

制可能是小脑。在行为实验基础上,Nicolson 和 Fawcett 使用 PET 技术直接探测了阅读障碍者在进行已经习得和新习得的手指顺序运动过程中小脑的激活情况。结果发现,阅读障碍者在上述两种任务中右半球小脑激活水平都低于控制组。由于他们的行为实验和 PET 实验使用的是同一组被试,因此,这一研究为说明阅读障碍者具有一般性的时间加工障碍和小脑活动异常提供了直接的生理学证据。

时间控制障碍假设反映了阅读障碍领域不同研究发现和观点走向融合的趋势,研究者不再以孤立的模块化观点看待阅读和阅读障碍,而是把它们看成与其他认知功能相互联系的加工过程。但时间控制假设目前还只是一种尝试性的理论,并不是所有的研究都支持这一假设。Heim(2000)研究了发展性阅读障碍者的听觉、视觉时间加工能力之间的关系。发现阅读障碍被试的听觉时间加工能力比正常被试要差,而视觉快速时间加工能力却是正常的<sup>[17]</sup>。因此,时间控制障碍假设仍有待我们进一步完善。

### 4 小 结

以上介绍了国外近期对听觉加工、时间快速加工与阅读能力之间关系的研究进展。通过这些研究我们可以看到,听觉加工能力、快速时间加工能力与阅读能力之间可能有着密切的关系,但另一方面,这几种能力如何具体作用于阅读发展,以及它们之间如何相互作用、相互影响仍没有得到共识,实验结果也不完全一致。汉语语言和文字系统有其自身的特点,阅读障碍表现也不尽相同。借鉴本文介绍的思路和方法,可能有助于我们加深对汉语发展性阅读障碍的理解。

### 参考文献

- [1] Stuart R S. Language disorders: a problem with auditory processing? *Current Biology*, 1999, 9: 698 ~ 700
- [2] Martino D S, Espesser R. The "temporal processing deficit" hypothesis in dyslexia: new ex-

- perimental evidence. *Brain and Cognition* ,2001 , 46 :104 ~ 108
- [3] Merav A , Athanassios P. Auditory processing parallels reading abilities in adults. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* ,2000 ,308 :91 ~ 96
- [4] Nagarajan S. Cortical auditory signal processing in poor readers. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* ,1999 ,96 :6483 ~ 6488
- [5] Lovegrove A. Temporal processing ability in above average and average readers. *Perception and Psychophysics* ,2001 ,63 :148 ~ 155
- [6] Tallal P. Language comprehension in language-learning impaired children improved with acoustically modified speech. *Science* ,1996 ,271 :81 ~ 84
- [7] Overy K. Dyslexia ,temporal processing and music :the potential of music as an early learning aid for dyslexic children. *Psychology of Music* , 2000 ,28(2) :218 ~ 229
- [8] Heath H. Auditory temporal processing in disabled readers with and without oral language delay. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines* ,1999 ,40 :637 ~ 647
- [9] Nittrouer S. Do temporal processing deficits cause phonological processing problems ? *Journal of Speech Language and Hearing Research* , 1999 ,42 :925 ~ 942
- [10] Baldeweg R. Impaired auditory frequency discrimination in dyslexia detected with mismatch evoked potentials. *Annals of Neurology* ,1999 , 45 :495 ~ 503
- [11] Sutter M . Auditory scene analysis in dyslexics. *Neuroreport* ,2000 ,11(9) :1967 ~ 1971
- [12] Witton C. Sensitivity to dynamic auditory and visual stimuli predicts nonword reading ability in both dyslexic and normal readers. *Current Biology* ,1998 ,8 :791 ~ 797
- [13] Grant Z. Tactile perception in developmental dyslexia :a psychophysical study using gratings. *Neuropsychologia* ,1999 ,37 :1201 ~ 1211
- [14] Lovegrove W. Visual deficits in dyslexia :evidence and implications. In : Fawcett , Nicolson , eds. *Dyslexia in children : multidisciplinary perspectives*. Harvester Wheatsheaf ,1994. 113 ~ 135
- [15] Penhune Z. Cerebellar contributions to motor timing: a PET study of auditory and visual rhythm reproduction. *Journal of Cognitive Neuroscience* ,1998 ,1 :752 ~ 766
- [16] Nicolson R I. Association of abnormal cerebellar activation with motor learning difficulties in dyslexic adults. *Lancet* ,1999 ,353 :1662 ~ 1667
- [17] Heim S. Auditory temporal processing deficit in dyslexia is associated with enhanced sensitivity in the visual modality. *Neuroreport* , 2001 , 12 (3) :507 ~ 510

## Auditory and Temporal Processing and Developmental Dyslexia

SAI Xiao-guang ZHOU Xiao-lin MENG Xiang-zhi

(The Research Center of Psychology and Behavior ,Tianjin Normal University ,Tianjin ,300074 , and Department of Psychology ,Peking University ,Beijing ,100871)

### Abstract

Developmental dyslexia is increasingly recognized to be related to the deficits of sensory processing. This paper reviews current studies of the relationship between auditory and temporal processing and developmental dyslexia. It points out that these studies were guided by the two dominant but not exclusive views: the hypothesis of auditory processing

deficits in dyslexia and the hypothesis of general temporal processing deficit across different modalities. Experimental evidences gathered so far are divergent and further studies are needed ,especially for non-alphabetic scripts like Chinese.

**Key words :** developmental dyslexia , auditory processing , temporal processing