

小学二年级学生汉语阅读知觉广度的眼动研究*

闫国利 **1,2 李赛男 1,2 王亚丽 1,2 刘 敏 1,2 王丽红 2

(¹教育部人文社会科学重点研究基地天津师范大学心理与行为研究院, 天津, 300074)

(²天津师范大学教育科学学院, 天津, 300074)

摘 要 小学生阅读知觉广度是阅读发展心理学中的一个基本问题。本研究以 Eyelink 1000 plus 眼动仪为工具, 采用 2 (被试类型: 大学生、二年级小学生) × 5 (窗口条件: NP, L1R1, L2R2, L3R3, FL) 的两因素混合实验设计, 考察小学二年级学生汉语阅读的知觉广度。结果显示, 二年级学生的知觉广度为右侧 1-2 个汉字。二年级小学生快慢读者在眼动指标上存在差异, 但未发现在知觉广度上存在差异。

关键词 小学二年级 知觉广度 移动窗口 眼动

1 引言

阅读知觉广度是指读者一次注视中所能获取信息的范围 (McConkie & Rayner, 1975)。通常使用移动窗口范式 (McConkie & Rayner, 1975) 对知觉广度进行测量。在拼音文字中, 成人阅读知觉广度的范围是注视点右侧 14-15 个字符空间 (Rayner, 2009), 且知觉广度呈不对称的特点。

国外很多学者对小学生阅读拼音文字时的知觉广度进行了研究。Rayner (1986) 以小学 2、4、6 年级学生和成人为被试, 结果发现低年级读者的知觉广度小于高年级读者。Häikiö, Bertram, Hyönä 和 Niemi (2009) 的研究发现, 芬兰儿童的知觉广度随着年级的增加而增加。Sperlich, Schad 和 Laubrock (2015) 通过横向对比来考察德语儿童阅读知觉广度的大小, 结果发现, 2 至 3 年级的知觉广度开始发展起来。Sperlich, Meixner 和 Laubrock (2016) 的追踪研究也发现, 知觉广度在 2 年级至 3 年级的发展速度迅速。

书写系统的特点会影响知觉广度的大小 (Rayner, 2009)。汉语成人读者的知觉广度为注视点左侧 1 个字至右侧 3-4 个字 (Chen & Tang, 1998; Inhoff & Liu, 1998; Pan, Yan, & Laubrock, 2017; Yan, Zhou, Shu, & Kliegl, 2015)。研究者对小学生的阅读知觉广度进行了研究, 发现三年级学生知觉广度为右侧 1-2 个字, 5

年级学生接近成人大学生 (白学军, 沈德立, 1995; 熊建萍, 闫国利, 白学军, 2009; 闫国利, 王丽红, 巫金根, 白学军, 2011; 闫国利, 张巧明, 白学军, 2013)。与拼音文字相比, 汉字具有信息密度大且缺乏词空格信息的特点, 这使得汉语阅读知觉广度变小 (Hoosain, 1991)。汉字的正字法深度更高, 形 - 音对应模糊, 相比于拼音文字, 儿童要经过大量的练习才能达到流畅阅读 (McBride, 2016), 因此拼音文字中阅读知觉广度的结果不一定能直接应用到汉语。

目前尚没有研究考察小学二年级学生汉语阅读的知觉广度。那么考察是否具有可行性? 在汉语阅读发展过程中, 小学二年级是阅读发展的一个关键时期。他们虽处于学会阅读的阶段, 但已掌握简单词汇 (张厚粲等, 2016), 且研究发现, 相比一年级学生 (识字量为 562 个字), 二年级是学生识字量 (1512 个字) 迅速发展的时期 (朱智贤, 1990), 这为二年级学生进行句子阅读奠定了基础。经过一年级的学习, 二年级学生的句法意识已经发展起来, 且研究发现二年级学生的句法意识可以预测词汇理解与句子理解的成绩 (陈宝国, 陈雅丽, 2008; Chen, Lau, & Yung, 1993)。有研究表明, 只要选材得当, 小学二年级汉语儿童便已具备完成篇章朗读流畅测验的能力, 其成绩随着年级的升高而显著提高 (张厚粲等, 2016)。因此, 可以使用简单的句子考察其阅读知觉

* 本研究得到了教育部人文社会科学重点研究基地重大项目 (15JJD190003) 和天津市哲学社会科学规划课题一般项目 (TJXX15-018) 的资助。

** 通讯作者: 闫国利。E-mail: psyyl@163.com

DOI:10.16719/j.cnki.1671-6981.20180413

广度。

本研究采用眼动追踪技术,在自然阅读状态下,考察小学二年级学生阅读知觉广度的大小,同时将大学生的知觉广度作为对比条件。在阅读材料上,参考国外的相关研究(Häikiö, Bertram, Hyönä, & Niemi, 2009; Sperlich, Schad, & Laubrock, 2015),采用与年级相匹配的故事作为材料,这样既保证了阅读材料的难度与儿童的阅读能力相匹配,同时使研究具有较好的生态效度。

2 方法

2.1 被试

从天津市某小学二年级随机抽取一个班进行实验,人数为30人(女生18人,男生12人),平均年龄7.9岁,标准差为0.58岁。从天津市某大学选取25名大学生作为被试,平均年龄19.3岁,标准差为1.49岁。所有被试视力或者矫正视力均正常。被试在实验结束后获得一份礼品。

2.2 材料

被试使用的教材是人民教育出版社教材。从江苏教育出版社与北京师范大学出版社发行的二年级课本中选取动物主题的故事19篇。请小学二年级语文老师对句子的难度与故事的主题熟悉性进行5点量表的评定,分值越高表示句子难度越大,分值越大表明对主题越不熟悉,同时要求老师找出材料中的生字词。根据评定结果,最终选取8个短篇故事,共60句话作为正式实验材料,教师对这些材料的主题熟悉性为3.6,对句子的难度评定为1.7。

采用拉丁方对实验材料与窗口顺序进行了平衡。将60句实验句分成5个Block,每个Block中均有5个窗口条件,每个窗口条件均有12句话。在每个故事后面设置两个问题让被试做“是否”反应,从而保证被试能够认真阅读。此外,随机选取一个故事作为实验前的练习,该故事由10句话组成,每种窗口条件下有2句话。大学生与小学生均阅读二年级水平的材料。使用“※”作为掩蔽符号。

2.3 实验仪器

采用由加拿大SR公司生产的Eyelink 1000 plus眼动仪,采样率为1000Hz。刺激在22英寸的CRT显示器上呈现,屏幕刷新率为120Hz,屏幕分辨率为1024×768。显示器屏幕距被试眼睛的距离为65cm,实验材料使用宋体呈现,每个汉字在屏幕上的大小为29×29像素,每个汉字所对应的视角为1°。

2.4 实验设计与程序

2.4.1 实验设计

实验采用2(被试类型:大学生、二年级小学生)×5(窗口条件:L1R1, L2R2, L3R3, NP, FL)两因素混合实验设计。其中被试类型为被试间变量,窗口条件为被试内变量。

参照以往的研究(白学军,高晓雷,高蕾,王永胜, 2017; Häikiö et al., 2009; Rayner, 1986; Sperlich, Schad, & Laubrock, 2015),设定的窗口为4种对称窗口:L1R1、L2R2、L3R3、NP。NP为无预视条件,即只有当前被注视的字;L1R1为注视点左右各1个字,即在注视过程中可以看到3个字;L2R2为注视点左右各2个字,即在注视过程中可以看到5个字;L3R3为注视点左右各3个字,即在注视过程中可以看到7个字;FL为整行条件(控制条件),即无窗口限制,句子完整的呈现给被试。

2.4.2 实验程序

对每个被试单独施测。被试进入实验室后先熟悉环境,之后坐在显示屏前,主试给被试说明指导语。实验使用下巴托以减少被试在实验过程中头动。最后对被试眼睛进行三点校准。在正式实验之前,先进行短暂的练习实验,让被试熟悉实验流程。实验过程中,必要时会对被试进行再次校准。每个被试完成整个实验大约需要25分钟。

2.5 分析指标

参考前人的研究(Rayner, 1986; Häikiö et al., 2009),选取阅读速度、平均注视时间、向右眼跳距离作为眼动分析指标。阅读速度被认为是测量知觉广度最敏感的指标,阅读速度受到了注视时间与眼跳距离的影响。而平均注视时间反映中央凹处词汇加工情况,向右眼跳距离与副中央凹处的注意分配有关(Bélanger, Slattery, Mayberry, & Rayner, 2012)。

3 结果

根据以下标准(Rayner, 1986)对数据进行删除:

- (1) 眼动追踪失败(由于实验过程中被试头动所致);
- (2) 注视时间低于80ms或高于1200ms;
- (3) 平均数在±3个标准差之外的数据。剔除的数据占总数据的12%。被试回答问题正确率均在80%以上,说明被试认真阅读并理解了句子。

实验数据使用SPSS 22.0进行处理。与Häikiö, Bertram, Hyönä与Niemi(2009)处理方法相一致,当窗口与被试类型之间的交互作用显著时,采用LSD

方法进行事后检验，将 FL 与各个窗口条件进行逐一比较，从而确定知觉广度。

3.1 成人与儿童知觉广度比较

(1) 阅读速度

对不同窗口条件与被试类型两个因素进行重复测量的方差分析，结果如表 1 所示。年龄的主效应

显著 [$F_1(1,53) = 81.69, p < .001, \eta_p^2 = .607$; $F_2(1,118) = 1202.24, p < .001, \eta_p^2 = .911$]; 窗口的主效应显著 [$F_1(4,212) = 90.77, p < .001, \eta_p^2 = .631$; $F_2(4,472) = 151.63, p < .001, \eta_p^2 = .562$], 年龄与窗口的交互作用显著 [$F_1(4,212) = 40.4, p < .001, \eta_p^2 = .433$; $F_2(4,472) = 66.48, p < .001, \eta_p^2 = .36$].

表 1 各种窗口条件阅读速度的平均数与标准差 (字 / 分钟)

	窗口条件				
	NP	L1R1	L2R2	L3R3	FL
成人	132.4(42.8)	303.7(93.7)	373.4(136.3)	406(185.4)	440(183.2)
儿童	74.9(24)	137.8(41)	141.9(49.7)	134.5(47.3)	134.2(40.1)

简单效应检验发现，儿童与成人在所有窗口条件下的阅读速度差异均达到显著 ($ps < .05$); 对于成人被试来说，所有窗口条件下的阅读速度与 FL 均达到显著性差异 ($ps < .05$), 即成人在 FL 条件下的阅读速度均快于其他窗口条件; 对于儿童被试来说，在 NP 条件下的阅读速度与 FL 条件下差异显著 ($p = .005$), 而在其余窗口条件下的阅读速度与 FL 条件差异不显著 ($ps > .05$).

(2) 平均注视时间与向右眼跳距离

本研究对各窗口条件下的平均注视时间与向右眼跳距离进行了方差分析，结果如表 2 所示。①平均注视时间。年龄的主效应显著 [$F_1(1, 53) = 36.88$,

$p < .001, \eta_p^2 = .41$; $F_2(1, 118) = 749.66, p < .001, \eta_p^2 = .864$], 窗口的主效应显著 [$F_1(4, 212) = 258.32, p < .001, \eta_p^2 = .83$; $F_2(4, 472) = 916.25, p < .001, \eta_p^2 = .886$], 年龄与窗口的交互作用显著 [$F_1(4, 212) = 5.61, p < .001, \eta_p^2 = .096$; $F_2(4, 472) = 18.94, p < .001, \eta_p^2 = .138$]. ②向右眼跳距离。年龄的主效应显著 [$F_1(1, 53) = 77.53, p < .05, \eta_p^2 = .594$; $F_2(1, 118) = 1427.32, p < .001, \eta_p^2 = .924$], 窗口的主效应显著 [$F_1(4, 212) = 216.12, p < .05, \eta_p^2 = .803$; $F_2(4, 472) = 301.2, p < .001, \eta_p^2 = .719$], 年龄与窗口的交互作用显著 [$F_1(4, 212) = 29.21, p < .05, \eta_p^2 = .355$; $F_2(4, 472) = 49.56, p < .001, \eta_p^2 = .296$].

表 2 各窗口条件下眼动指标的平均数与标准差

		窗口条件				
		NP	L1R1	L2R2	L3R3	FL
平均注视时间(ms)	成人	349(47)	246(36)	230(37)	221(37)	219(41)
	儿童	388(46)	281(31)	281(33)	286(33)	286(29)
向右眼跳距离(字数)	成人	1.3(.4)	1.8(.3)	2.2(.4)	2.4(.4)	2.5(.4)
	儿童	1.1(.1)	1.3(.2)	1.6(.3)	1.6(.3)	1.6(.4)

在平均注视时间上，经简单效应分析发现，儿童与成人在所有窗口条件下的差异均显著 ($ps < .05$); 对于成人被试来说，只有在 L3R3 条件下的注视时间与 FL 条件下差异不显著 ($p = .546$); 对于儿童被试来说，只有在 NP 条件下的注视时间与 FL 条件下差异显著 ($p < .001$).

在向右眼跳距离上，经简单效应分析发现，在所有的窗口条件下，儿童与成人均达到显著性差异 ($ps < .05$); 对于成人被试来说，所有窗口条件与 FL 条件下的眼跳距离均存在显著性差异 ($ps < .05$); 对于儿童被试来说，在 L2R2 以及更大窗口下的眼跳距离与 FL 条件下的眼跳距离没有显著差异 ($p = .361$).

3.2 二年级快速与慢速阅读者知觉广度的比较

(1) 阅读速度

根据以往研究 (Rayner, Slattery, & Bélanger, 2010; Häikiö, Bertram, Hyönä, & Niemi, 2009), 使用中位数分割法，据整行条件下的阅读速度把读者分为快慢读者 (快速读者的阅读速度超过 120 字 / 分钟，平均阅读速度为 163.8 字 / 分钟; 慢速读者的阅读速度低于 118 字 / 分钟，平均阅读速度为 104.4 字 / 分钟。经独立样本 t 检验，快慢读者的阅读速度存在显著差异， $t(28) = 6.04, p < .001$), 然后进行 2(快慢读者) \times 5(窗口) 重复测量方差分析，结果如表 3 所示。

快慢读者的主效应显著 $F_1(1, 28) = 14, p = .001, \eta_p^2 = .334$; $F_2(1, 118) = 50.08, p < .001, \eta_p^2 = .298$], 窗口的主效应显著 [$F_1(4, 112) = 35.8, p < .001, \eta_p^2 =$

表3 快慢读者在各窗口条件下的阅读速度对比(字/分钟)

	窗口条件				
	NP	L1R1	L2R2	L3R3	FL
快速读者	78.1(21.3)	150.6(42.6)	167.3(48.7)	153.5(49.3)	162.0(36.6)
慢速读者	71.6(26.6)	122.2(35.4)	115.3(36.3)	111.6(26.6)	104.5(10.1)

.561; $F_2(4, 472) = 70.25, p < .001, \eta_p^2 = .373$], 窗口与快慢读者的交互作用显著 [$F_1(4, 112) = 4.93, p = .001, \eta_p^2 = .15$; $F_2(4, 472) = 10.35, p < .001, \eta_p^2 = .081$]. 经简单效应分析发现, 当窗口为 NP、L1R1 时, 快速读者与慢速读者的差异不显著 ($ps > .05$), 而在其余窗口条件下, 快慢读者的阅读速度差异显著 ($ps < .05$); 对于快速读者来说, 当窗口为 NP 时, 与 FL 条件下的阅读速度差异显著 ($p < .001$), 而在 L1R1、L2R2、L3R3 窗口条件时, 与 FL 条件下的阅读速度差异均不显著 ($ps > .05$); 对于慢速读者来说, 当窗口为 NP 时, 与 FL 条件下的阅读速度差异显著 ($p = .002$), 而在 L1R1、L2R2 及 L3R3 窗口条件时, 与 FL 条件下的阅读速度差异均不显著 ($ps > .05$).

(2) 平均注视时间与向右眼跳距离

对快慢读者的眼动指标进行了重复测量方差分析, 结果如下表 4 所示。①平均注视时间。窗口的主效应显著 [$F_1(4, 112) = 127.21, p < .001, \eta_p^2 = .82$; $F_2(4, 472) = 232.96, p < .001, \eta_p^2 = .664$], 随着窗口的增大, 注视时间逐渐缩短; 快慢读者的主效应不显著 [$F_1(1, 28) = 1.6, p = .217, \eta_p^2 = .054$; $F_2(1, 118) = 15.91, p < .001, \eta_p^2 = .119$]; 快慢读者与窗口的交互作用不显

著 [$F_1(4, 112) = 1.79, p = .136, \eta_p^2 = .06$; $F_2(4, 472) = 6.01, p < .001, \eta_p^2 = .048$]. ②向右眼跳距离。快慢读者的主效应显著 [$F_1(1, 28) = 4.58, p < .05, \eta_p^2 = .141$; $F_2(1, 118) = 100.34, p < .001, \eta_p^2 = .46$]; 窗口的主效应显著 [$F_1(4, 112) = 61.13, p < .05, \eta_p^2 = .686$; $F_2(4, 472) = 143.31, p < .001, \eta_p^2 = .548$]; 快慢读者与窗口的交互作用显著 [$F_1(4, 112) = 2.53, p < .05, \eta_p^2 = .083$; $F_2(4, 472) = 7.16, p < .001, \eta_p^2 = .057$], 经简单效应分析发现, 当窗口为 NP 时, 快慢读者的差异不显著 ($p = .912$), 而在 L1R1、L2R2、L3R3、FL 条件下的向右眼跳距离, 快慢读者的差异显著 ($ps < .05$); 对于快速读者来说, 当窗口为 NP、L1R1 时, 与 FL 条件下的向右眼跳距离差异均显著 ($ps < .05$), 而在 L2R2 与 L3R3 条件下, 眼跳距离与 FL 条件下的差异不显著 ($ps > .05$); 对于慢速读者来说, 当窗口为 NP、L1R1 时, 与 FL 条件下的向右眼跳距离差异显著 ($ps < .05$), 而在 L2R2 与 L3R3 条件时, 眼跳距离与 FL 条件下的差异均不显著 ($ps > .05$).

4 讨论

表4 快慢读者在各窗口条件下的眼动指标对比

		窗口条件				
		NP	L1R1	L2R2	L3R3	FL
平均注视时间(ms)	快速读者	390(40)	277(36)	270(36)	276(40)	277(33)
	慢速读者	386(53)	284(27)	292(26)	296(23)	296(22)
向右眼跳距离(字数)	快速读者	1.1(.1)	1.4(.2)	1.7(.3)	1.7(.4)	1.7(.4)
	慢速读者	1.1(.1)	1.2(.1)	1.5(.2)	1.5(.3)	1.5(.3)

本研究探讨了小学二年级学生知觉广度的发展情况。成人在阅读速度、向右眼跳距离指标上, 均未达到知觉广度的最大窗口, 而在平均注视时间支持右侧 3 个字。对于小学生来说, 阅读速度与平均注视时间支持 1 个字, 而向右眼跳距离支持 2 个字。综合以上指标发现, 二年级学生的知觉广度为右侧 1~2 个字, 成人读者知觉广度至少为右侧 3 个字。根据中央凹负荷假说 (Henderson & Ferreira, 1990; Schad & Engbert, 2012), 对于初读者来说, 词汇编码难度较大, 中央凹处的信息加工较难, 所以在中央凹处所使用资源较多, 使得副中央凹处获得的资源减少, 从而

导致小学生的知觉广度低于成人读者。

在阅读速度上, 除了 NP 条件, 成人在所有窗口上的数据均低于 FL。但是, 除了 NP 条件, 儿童在所有窗口上的数据均高于 FL。为什么会呈现出两种完全相反的数据模式呢? 儿童的这一研究结果与 Häikiö, Bertram, Hyönä 与 Niemi (2009) 的研究结果相似。出现这种情况的原因可能是, 在有窗口条件的下阅读, 会使儿童在心理上产生时间压力, 使儿童在有窗口条件下的阅读速度快于自然阅读下的阅读速度。在相关的研究 (白学军, 高晓雷, 高蕾, 王永胜, 2017; 闫国利, 宋子明, 刘璐, 孟珠, 2017; 闫国

利, 孙莎莎, 张巧明, 白学军, 2014; Bélanger, Slattery, Mayberry, & Rayner, 2012) 中发现, 当成人阅读适当难度的材料时, 在 FL 条件下的阅读速度也会出现慢于某些窗口条件下的阅读速度的情况, 而本研究出现的成人被试在各种窗口条件下的阅读速度没有快于 FL 条件, 可能是由于阅读材料水平过于简单。

此外, 本研究的结果发现, 虽然快慢速读者在知觉广度上不存在差异, 但在眼动指标上, 与慢速读者相比, 快速读者表现出了注视时间更短, 眼跳距离更长, 这说明快速读者在阅读过程中能将更多的注意资源分配到副中央凹区域, 快速读者利用已有的知识来整合文本信息的效率可能要高于慢速读者。这个结果与国外的一些研究结果相同 (Jackson & McClelland, 1975; Underwood & Zola, 1986)。从本研究阅读速度指标上可以看出, 二年级快速读者在 L2R2 窗口下的阅读速度达到最大, 而慢速读者的阅读速度在 L1R1 窗口达到最大, 之后阅读速度便不会随着窗口的增大而增大, 说明虽然快慢读者的知觉广度不存在差异, 但快速读者对注视词的解码能力要好于慢速读者, 同时快速读者在副中央凹信息的获取效率上要快于慢速读者。与 FL 条件下的阅读速度相比, 快速读者在 NP 条件下的阅读速度降低了 52.3%, 而慢速读者降低了 31.5%。也就是说慢速读者受到小窗口的影响小, 这表明与二年级快速读者相比, 慢速读者的词汇解码过程不熟练。

本研究的结果对于构建汉语儿童阅读发展的眼动模型具有一定的理论价值。构建任何一个阅读的眼动模型, 都需要建立在了解读者阅读知觉广度的基础之上。目前解释拼音文字有两个著名的阅读眼动模型, 一个是 E-Z 读者模型 (Rayner, Li, & Pollatsek, 2007; Reichle, Pollatsek, & Rayner, 2006), 一个是 SWIFT 模型 (Engbert, Longtin, & Kliegl, 2002)。这两个模型都涉及到在对文本进行加工时, 读者能够在多大视觉范围内对文本进行加工的问题, 即知觉广度的问题。比如, SWIFT 模型认为, 在阅读过程中, 词汇加工是分布式的, 在知觉广度范围内的, 个体可以平行地加工若干个单词 (Engbert, Nuthmann, Richter, & Kliegl, 2005)。近年来, 拼音文字儿童阅读知觉广度得到了广泛地研究, 有学者已经开始构建拼音文字儿童阅读发展的眼动模型 (Reichle, Liversedge, Drieghe, Blythe, Joseph, White, & Rayner, 2013)。我国学者在构建汉语成人的阅读的眼动模型方面也进行了有益的探索 (Li, Bicknell,

Liu, Wei, & Rayner, 2014; Li, Gu, Liu, & Rayner, 2013; Lin, Angele, Hua, Shen, Zhou, & Li, 2017)。但是, 目前很少有研究探讨汉语儿童阅读知觉广度。因此, 本研究的成果对于构建汉语儿童阅读发展的眼动模型具有一定的参考价值。

5 结论

(1) 二年级小学生的知觉广度要小于成人, 即二年级小学生的知觉广度为右侧 1~2 个汉字。

(2) 二年级快慢读者的知觉广度均为右侧 1~2 个汉字。

参考文献

- 白学军, 高晓雷, 高蕾, 王永胜. (2017). 藏语阅读知觉广度的眼动研究. *心理学报*, 49(5), 569-576.
- 白学军, 沈德立. (1995). 初学读者和熟练读者阅读课文时眼动特征的比较研究. *心理发展与教育*, 2, 1-7.
- 陈宝国, 陈雅丽. (2008). 小学儿童句法意识、语音意识与阅读理解成绩的关系. *心理科学*, 31(4), 892-895.
- 熊建萍, 闫国利, 白学军. (2009). 不同年级学生汉语阅读知觉广度的眼动研究. *心理科学*, 32(3), 584-587.
- 闫国利, 宋子明, 刘璐, 孟珠. (2017). 绕口令效应应对汉语阅读影响的眼动研究. *心理科学*, 40(2), 290-295.
- 闫国利, 孙莎莎, 张巧明, 白学军. (2014). 自然阅读与校对阅读的知觉广度研究. *心理科学*, 37(2), 298-302.
- 闫国利, 王丽红, 巫金根, 白学军. (2011). 不同年级学生阅读知觉广度及预视效益的眼动研究. *心理学报*, 43(3), 249-263.
- 闫国利, 张巧明, 白学军. (2013). 中文阅读知觉广度的影响因素研究. *心理发展与教育*, 2, 121-130.
- 张厚粲, 李文玲, 舒华. (2016). *儿童阅读的世界. III, 让孩子学会阅读的教育理论研究*. 北京: 北京师范大学出版社.
- 朱智贤. (1990). *中国儿童青少年心理发展与教育*. 北京: 中国卓越出版公司.
- Bélanger, N. N., Slattery, T. J., Mayberry, R. L., & Rayner, K. (2012). Skilled deaf readers have an enhanced perceptual span in reading. *Psychological Science*, 23(7), 816-823.
- Chen, H., Tang, C. (1998). The effective visual field in reading Chinese. *Reading and Writing*, 10, 245-254.
- Chen, M. J., Lau, L. L., Yung Y. F. (1993). Development of component skills in reading Chinese. *International Journal of Psychology*, 28(4), 481-507.
- Engbert, R., Longtin, A., & Kliegl, R. (2002). A dynamical model of saccade generation in reading based on spatially distributed lexical processing. *Vision Research*, 42(5), 621-636.
- Engbert, R., Nuthmann, A., Richter, E. M., & Kliegl, R. (2005). Swift: A dynamical model of saccade generation during reading. *Psychological Review*, 112(4), 777-813.
- Häikiö, T., Bertram, R., Hyönä, J., & Niemi, P. (2009). Development of the Letter identity span in reading: Evidence from the eye movement moving window paradigm. *Journal of Experimental Child Psychology*, 102, 167-181.
- Henderson, J. M., & Ferreira, F. (1990). Effects of foveal processing difficulty on

- the perceptual span in reading: Implications for attention and eye movement control. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 16, 417–429.
- Hoosain, R. (1991). *Psycholinguistic implications for linguistic relativity: A case study of Chinese*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Inhoff, A. W., & Liu, W. (1998). The perceptual span and oculomotor activity during the reading of Chinese sentences. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24, 20–34.
- Jackson, M. D., & McClelland, J. L. (1975). Sensory and cognitive determinants of reading speed. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19, 565–574.
- Li, X., Bicknell, K., Liu, P., Wei, W., & Rayner, K. (2014). Reading is fundamentally similar across disparate writing systems: A systematic characterization of how words and characters influence eye movements in Chinese reading. *Journal of Experimental Psychology General*, 143(2), 895.
- Li, X., Gu, J., Liu, P., & Rayner, K. (2013). The advantage of word-based processing in Chinese reading: Evidence from eye movements. *Journal of Experimental Psychology Learning Memory and Cognition*, 39(3), 879.
- Lin, N., Angele, B., Hua, H., Shen, W., Zhou, J., & Li, X. (2017). Skipping of Chinese characters does not rely on word-based processing. *Attention Perception and Psychophysics*, 6, 1–8.
- McBride, C. (2016). *Children's literacy development: A cross-cultural perspective on learning to read and write (2nd edition)*. New York: Routledge.
- McConkie, G. W., Rayner, K. (1975). The span of the effective stimulus during a fixation in reading. *Perception and Psychophysics*, 17, 578–586.
- Pan, J., Yan, M., & Laubrock, J. (2017). Perceptual span in oral reading: The case of Chinese. *Scientific Studies of Reading*, 21(3), 254–263.
- Rayner, K. (1986). Eye movements and the perceptual span in beginning and skilled readers. *Journal of Experimental Child Psychology*, 41, 211–236.
- Rayner, K. (2009). Eye movements and attention in reading, scene perception, and visual search. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62, 1457–1506.
- Rayner, K., Li, X., & Pollatsek, A. (2007). Extending the E-Z reader model of eye movement control to Chinese readers. *Cognitive Science*, 31(6), 1021–1033.
- Rayner, K., Slattery, T. J., & Bélanger, N. N. (2010). Eye movements, the perceptual span, and reading speed. *Psychonomic Bulletin and Review*, 17, 834–839.
- Reichle, E. D., Livergood, S. P., Drieghe, D., Blythe, H.I., Joseph, H. S. S. L., White, S. J., & Rayner, K. (2013). Using E-Z Reader to examine the concurrent development of eye-movement control and reading skill. *Developmental Review*, 33, 110–149.
- Reichle, E. D., Pollatsek, A., & Rayner, K. (2006). E-Z Reader: A cognitive-control, serial-attention model of eye-movement behavior during reading. *Cognitive Systems Research*, 7, 4–22.
- Schad, D. J., & Engbert, R. (2012). The zoom lens of attention: Simulating shuffled versus normal text reading using the SWIFT model. *Visual Cognition*, 20, 391–421.
- Sperlich, A., Meixner, J., Laubrock, J. (2016). Development of the perceptual span in reading: A longitudinal study. *Journal of Experimental Child Psychology*, 146, 181–201.
- Sperlich, A., Schad, D. J., Laubrock, J. (2015). When preview starts to matter: Development of the perceptual span in German beginning readers. *Journal of Cognitive Psychology*, 27(5), 511–530.
- Underwood, N. R., & Zola, D. (1986). The span of letter recognition of good and poor readers. *Reading Research Quarterly*, 21, 6–19.
- Yan, M., Zhou, W., Shu, H., & Kliegl, R. (2015). Perceptual span depends on font size during the reading of Chinese sentences. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 41, 209–219.

The Perceptual Span of Chinese Second Graders

Yan Guoli^{1,2}, Li Sainan^{1,2}, Wang Yali^{1,2}, Liu Min^{1,2}, Wang Lihong²

(¹ Academy of Psychology and Behavior, Tianjin Normal University, Key Research Base of Humanities and Social Sciences of the Ministry of Education, Tianjin, 300074)(² Tianjin Normal University, Tianjin, 300387)

Abstract Perceptual span, which refers to the amount of information that can be acquired during a single fixation in reading (McConkie & Rayner, 1975), provides robust evidence of the efficiency concerning using of the parafoveal information in alphabetical languages. There are more and more studies to investigate the perceptual span of the primary school students. Chinese is a logographic language. There were studies which investigated the adults' perceptual span of Chinese readers (Inhoff & Liu 1998; Pan, Yan, & Laubrock, 2017). There has been few studies to investigate the perceptual span of the second graders in Chinese primary school so far. The second grade is at the stage when the students are learning to read, which is a critical period in reading development. The present study aimed to provide the basic data to construct the children's eye movement reading model.

The present study adopted a mixed experiment design. The Grade was between-participants factor, while the window size was within-participants factor. Moving-window paradigm was used in this experiment. Participants were composed of 30 second graders recruited from an elementary school and 25 undergraduates from a university in Tianjin. The stimuli were six stories. There were 60 sentences in total. They were chosen from different versions of Chinese textbook for grade 2. Both the second graders and adult participants were asked to read the same materials. Eyelink 1000 plus with a sampling rate of 1000 Hz was used to record eye movement. To analyze the data, we used the following eye movement measures: reading rate, average fixation duration and rightward saccade amplitude. The result showed that compared to adults, second graders had slower reading speed and they had shorter saccade amplitude and longer fixation duration. The perceptual span for grade 2 was 1~2 characters to the right of fixation.

We used the median-split procedure to divide the primary students into fast readers ($M=118$ characters/minute) and slow readers ($M=104$ characters/minute) according to their reading speed in FL condition, then we hoped to explore what the perceptual spans were for the slow readers and fast readers. There was a significant difference between the two groups in terms of reading speed ($t=6.042, p<.001$). The result showed that the perceptual span for both groups was 1~2 characters to the right of fixation.

In conclusion, the perceptual span for second graders was 1~2 characters to the right of the fixated, while the perceptual span for the adult was larger than three characters, indicating that children may not take advantage of the parafoveal information as efficiently as the adults do. Both the fast and slow readers had the same perceptual span, but there were significant differences for the two groups in terms of reading speed and rightward saccade amplitude. This may be the case that fast and slow readers could take in equal amount of information from the same region, but faster readers could process the information more efficiently.

Key words second graders, perceptual span, moving-window paradigm, eye movements