

词切分对初学者句子阅读影响的眼动研究*

沈德立¹ 白学军¹ 臧传丽¹ 闫国利¹ 冯本才² 范晓红²

(¹天津师范大学心理与行为研究院, 天津 300074) (²天津师范大学附属小学, 天津 300074)

摘要 采用 EyeLink II 眼动仪, 以 72 名小学三年级学生为被试, 通过三个实验来探讨词切分对初学者汉语句子阅读的影响。实验一设置四种空格呈现条件: 正常的无空格条件、字间空格条件、词间空格条件和非词空格条件。实验二采用灰条标记作为字、词或非词的边界, 使不同条件下句子的空间分布是一致的。实验三进一步操纵了学生的阅读技能。结果发现三个实验的结果趋势是一致的。小学三年级学生在阅读有词间空格的文本和正常的无空格文本一样容易。尽管词切分文本对阅读技能高和阅读技能低的学生来说一样容易, 但非词空格呈现条件会对阅读技能低的学生产生更大的干扰作用。阅读技能低的学生在阅读过程中更依赖于文本的低水平视觉线索。文章最后讨论了词切分对建构中文阅读眼动控制模型的启示。

关键词 词切分; 初学者; 阅读; 眼动

分类号 B842.5; G44

1 引言

在拼音文字的书写系统(如英文)中, 词与词之间存在明显的空格信息, 空格能清楚地标记出词的边界, 使读者很容易地识别单词。有研究发现, 在英文阅读中, 当空格信息被消除后, 阅读速度会显著下降(Rayner, Fischer & Pollatsek, 1998)。研究者认为, 英文文本中的词间空格可以提高词汇的搜索速度(Inhoff, Radach, & Heller, 2000), 还可以帮助阅读者把下一个注视点定位在单词的最佳注视位置上(Radach & McConkie, 1998)。Rayner 等人(1998)还发现, 空格不仅促进单词识别, 还有助于眼跳计划。即计划眼跳在“何时”(when)开始启动以及下一次眼跳在“何处”(where)到达等。

与英文不同, 中文是由一个一个的汉字组成的。汉字是记录汉语的一种符号系统, 由“点、横、竖、撇、捺、折”等基本的笔画组成, 本身并不代表什么意义。只有当它运用在语言中的时候, 才具有意义。而这个时候, 它就称为词了。不过汉字是单个的, 而大多数词由两个汉字构成, 有些词只由一

个汉字构成, 有些词由三个或更多的汉字构成。因此, 研究者指出, “字”是最小又最自由的文字单位, 是一种视觉形式。“词”是既有内容又有形式的实体单位, 是最小的能够独立运用的语言单位(彭泽润, 李葆嘉, 2002)。在汉语书面或印刷文本中, 词与词之间没有明显的边界标记, 缺少明显的视觉空间线索。在这种书写系统中, 读者怎样计划眼跳和识别单词。对该问题的研究有助于理解中文阅读中的眼跳计划和词汇识别, 有助于中文阅读的眼动控制模型的建构。

以往研究者通过人为地在汉语文本中插入空格, 作为词边界的标记, 从而探讨词切分对单词识别和汉语阅读的影响。Liu 等人最初采用速示器测量识别阈限的方法, 要求被试阅读在两个连续的词之间插入空格的汉语文本(Liu, Yeh, Wang, & Chang, 1974)。研究者推测缺乏词边界信息会造成单词识别困难, 而人为插入词间空格能够促进单词识别和阅读。但是结果和他们的预期恰恰相反。在插入空格条件下, 被试的阅读速度比无空格条件下要慢。他们认为, 被试的母语是汉语, 他们已适应中文文

收稿日期: 2008-07-27

* 国家自然科学基金项目(30870781)、教育部新世纪优秀人才支持计划项目(NCET-06-0254)和全国教育科学规划“十一五”重点项目(DBA090290)资助。

通讯作者: 白学军, E-mail: psy-bxj@mail.tjnu.edu.cn; 臧传丽, E-mail: zangchuanli@163.com

本呈现方式,而在句子中人为地加入词间空格改变了阅读的视觉环境,破坏被试已有阅读习惯。Liu 等人指出,也有可能是测量方法干扰了被试阅读,造成被试的阅读速度降低。

Hsu 等人采用反应时记录法,要求被试在计算机屏幕上阅读以传统方式排列的文本或插入了词边界的文本(Hsu & Huang, 2000)。实验操纵了词间空间条件(传统无空格文本,半角空格,全角空格),因变量为被试的阅读速度和回答问题的正确率。结果显示,词间空格并不会影响阅读理解的正确率,但会显著地减少阅读时间。文本难度和词间空间水平存在交互作用。研究者认为,当文章较难时,被试不熟悉文章的词汇句法结构,而空格的插入能够将词作为一个知觉单位和意义加工单元明确的独立出来,便于被试阅读。

高珊(2004)采用反应时记录法,以日韩留学生为被试进行研究。发现日韩留学生阅读无词切分(即标准汉语句子)和有词切分(即词间加空格)句子时的阅读速度没有显著差异;不同的视觉空间呈现条件对不同汉语水平者的阅读产生了相似的影响。对于初、中、高级汉语水平读者,词切分并未提高句子阅读速度,但任意切分明显降低句子阅读速度。在另一项研究(高珊,2006)中发现,母语为拼音文字的留学生在阅读有词切分句子的时间更短。研究者认为这些被试习惯了有空格标记词边界的书写形式,形成了相应的阅读策略。因此插入空格促进词的识别。

以上研究结果的不同,可能因为不同研究者采用不同的材料呈现方法(速示器或者计算机屏幕)、不同的测量指标(阅读速度或理解正确率)、不同的被试(中国成人或外国留学生)等,因此结果很难比较。后来,有些研究者尝试采用能实时地记录阅读中眼动特征的眼动仪来探讨词边界信息对阅读的影响。

Inhoff 等人考察了汉语母语者在三种呈现条件(正常无空格、词间空格和随机空格)下句子阅读的眼动情况(Inhoff, Liu, Wang, & Fu, 1997)。结果显示在总注视时间、平均注视时间、平均眼跳幅度等所有眼动指标上没有出现呈现条件的主效应。研究者认为该研究所使用的眼动仪空间分辨率和采样率(50Hz)均较低,无法采集到可靠数据。而且,空格的操纵也可能存在问题,插入空格过小,使该效应太弱。

Bai 等人采用精度较高的眼动仪并设计更为精

细的两个实验,考察读者阅读有词边界信息和无词边界信息的句子时的眼动特征(Bai, Yan, Liversedge, Zang, & Rayner, 2008)。结果显示,词之间插入空格(或者采用灰条标记词)没有促进阅读,但也没有对阅读产生任何程度上的干扰。相反,字间空格条件和非词空格条件(或者采用灰条标记字和非词)对阅读产生破坏。Bai 等人认为,文本呈现方式的熟悉性以及有无词边界信息所产生的促进和干扰效应存在权衡。对成人而言,被试对正常条件下的文本极其熟悉,但由于词之间没有切分,因而使词识别变得更为困难。相反,词间空格(或采用灰条标记词)形式的文本,虽然读者不熟悉,但是由于良好的词切分,使词识别更为容易。因此,文本呈现方式的熟悉性以及有无词切分会影响文本加工的难度。

与成人相比,汉语初学者阅读汉语的经验相对有限,他们对有词切分和无词切分文本的熟悉度接近。因而,以初学者为被试,可很好地控制文本呈现方式的熟悉性对其阅读的影响。另外,由于初学者的词汇量有限,他们在阅读过程中如果不能正确地切分词,会造成阅读上的困难。因此,我们推测,如果人为地在汉语文本的词之间插入空格,将有利于初学者的汉语阅读。这种促进作用将表现在总的句子阅读时间、总注视次数等反映总体加工难度的眼动指标上。具体为,与无词切分文本相比,初学者在有词切分文本中的阅读时间更短、注视次数更少。

2 实验一

2.1 被试

来自天津师范大学附属小学的 16 名三年级学生参加了实验。年龄在 8~9 岁。母语均为汉语,视力或矫正视力正常。他们都不知道该实验的目的。

2.2 实验材料的编制

第一步:先编制 300 个句子。所有句子由两名三年级语文老师 and 五名不参加正式实验的三年级学生认真阅读,并标出三年级学生可能不认识的字、词或者理解有困难的句子。所有做标记的句子都被删除。

第二步:依据现代汉语辞典(第五版,2005)和中华人民共和国教育部国家语言文字工作委员会发布的汉字应用水平等级及测试大纲(2006),对词进行切分。如果有些词的切分仍存在歧义,该句子将删除。

第三步:根据第一步和第二步的结果,最后产生了 60 个正式实验句子。句子长度为 15-17 个字(平

均为 15.8 ± 0.8 个字)。14 名不参加正式眼动实验的大学生在 7 点量表上对句子的合理性进行了评定, 评分结果为 6.69(1=非常不通顺, 7=非常通顺)。

第四步: 为确定读者对词划分的一致性, 由 12 名不参加正式实验的大学生被试对句子中词边界的划分进行评定, 结果显示一致性百分数达到 91%。

2.3 实验设计

实验为单因素被试内设计, 共有四种不同的空格呈现条件: (1) 正常的无空格条件, 句子以正常的无空格的形式呈现, 每一个字与其相邻的字紧密相连; (2) 字间空格条件, 在每一个字之间插入空格; (3) 词间空格条件, 每一个词之间插入空格;

(4) 非词空格条件, 在不同的字之间随机插入空格, 使相邻的字形成非词。空格均为全角形式。

实验材料举例见表 1。

(5) 材料呈现

实验共有 4 组材料, 每一组包括 60 个正式实验句子。每种条件下有 15 个句子, 实验条件按照拉丁方顺序进行轮组。在每一组内句子随机呈现。

正式实验前, 有 12 个练习句子供被试练习, 每种空格条件下有 3 个练习句子。

另外, 根据实验句子的内容设置了 16 个阅读理解问题, 要求被试做出“是或否”的回答。其中 8 题的答案为“是”, 8 题的答案为“否”。每个被试总共需要阅读 72 个句子。

表 1 实验材料举例

(1) 正常的无空格条件
我们可以通过电视或网络了解国家大事。
(2) 字间空格条件
我 们 可 以 通 过 电 视 或 网 络 了 解 国 家 大 事。
(3) 词间空格条件
我 们 可 以 通 过 电 视 或 网 络 了 解 国 家 大 事。
(4) 非词空格条件
我 们 可 以 通 过 电 视 或 网 络 了 解 国 家 大 事。

2.4 仪器

利用 SR Research EyeLink II eyetracker 记录被试的眼动轨迹。该仪器的取样率为 500Hz, 即每两毫秒记录一次眼动位置。刺激在一个 19 英寸的 DELL 显示器上呈现, 刷新率为 1024×768。被试眼睛与屏幕之间的距离为 75cm。刺激以宋体形式呈现, 每个汉字的大小为 21×21 像素(在正常的无空格条件下字间距为 1 像素)。每个汉字成 0.63° 视角。

2.5 程序

(1) 每个被试单独施测。(2) 被试进入实验室, 熟悉环境, 然后坐在距眼动仪 75cm 处, 将下颌放在下颌托上, 并告知被试在实验过程中尽量保持不动。(3) 眼校准, 以保证被试眼动轨迹记录的精确性。(4) 眼校准成功后, 开始实验。向被试呈现指导语: “下面你将要阅读一些句子, 请你认真阅读, 并尽可能理解句子的意思, 在有些句子呈现之后会随机出现一个阅读理解题, 要求被试努力做出正确判断, 并口头报告回答结果, 由实验者记录回答结果”。被试理解了指导语后, 按手柄键上的按钮翻页, 在屏幕中央左侧(提示下一句呈现的位置)出现一个黑色圆点, 要求被试注视黑色圆点的同时按手柄键, 继续下一句阅读。(5) 在正式实验前, 先进行练习,

以便被试熟悉实验过程和要求。(6) 练习结束后进入正式实验。实验大约持续 30min。

2.6 数据处理

使用 SPSS 13.0 for Windows 对数据进行统计处理。所有变量进行被试分析(F_1)和项目分析(F_2)。所有数据进行重复测量的方差分析。

2.7 结果

16 名被试在阅读理解题中的总正确率为 90%, 表明被试认真阅读并理解了实验句子。根据以下标准(Rayner, Liversedge, & White, 2006; Bai et al, 2008)对有效项目进行筛选: (1) 被试过早按键或错误按键导致句子呈现中断; (2) 追踪丢失(实验中因被试头动等偶然因素导致眼动仪记录数据丢失); (3) 注视时间小于 80ms 或大于 1200ms; (4) 平均数大于或小于三个标准差。总共剔除无效数据占总数据的 6.5%。

2.7.1 总体分析 总体分析是指对落在每一个句子上所有注视点的眼动行为进行分析, 即以整个句子为单位进行分析。

采用的具体指标为: 平均注视时间, 指落在句子上所有注视点的平均持续时间; 平均眼跳距离指落在句子上所有从当前注视点跳到下一个注视点

的眼跳幅度的平均值;向前眼跳次数指从左向右的眼跳发生的次数;总注视次数指落在句子上所有注视点的个数;回视眼跳次数指从右向左的眼跳发生的次数;总的句子阅读时间指落在句子上所有注视

点的持续时间以及眼跳时间的总和;句子阅读时间校正指总的句子阅读时间减去眼跳时间,即落在句子上所有注视点的持续时间的总和。总体分析的结果见表 2。

表 2 四种空格呈现条件下的总体眼动特征

眼动特征	空格呈现条件			
	正常无空格	字间空格	词间空格	非词空格
平均注视时间(ms)	291(38)	249(30)	269(39)	278(36)
平均眼跳距离(字)	2.1(0.4)	3.4(0.8)	3.0 (0.6)	2.6(0.5)
向前眼跳次数	7.4(1.8)	10.9(2.1)	9.1 (1.7)	10.1(1.4)
总注视次数	14.3(3.6)	17.2(3.7)	15.0(3.1)	17.5(3.1)
回视眼跳次数	3.0(1.3)	3.6(1.4)	3.3(1.3)	3.7(1.0)
总的句子阅读时间(ms)	4852(1571)	5129(1490)	4831(1359)	5705(1408)
句子阅读时间校正(ms)	4206(1351)	4435(1423)	4120(1187)	5047(1475)

注:括号内为标准差,以下同。

(1) 平均注视时间

空格呈现条件的主效应显著, $F_1(3,45)=35.5$, $p_1<0.001$; $F_2(3,177)=45.2$, $p_2<0.001$ 。

Tukey' HSD 检验表明,每两种条件下的平均注视时间均存在显著差异, $p_s<0.05$ 。其中,正常无空格条件下的平均注视时间最长,显著长于其他三种条件。平均注视时间与不同条件下汉字的信息密度有关,正常无空格条件下汉字的信息密度最大,因此其平均注视时间最长。此外, Liversedge 等人认为,注视时间的延长意味着加工难度的增大(Liversedge, & Findlay, 2000)。然而,从表 2 还可以看出,平均注视时间和总注视次数存在权衡。被试在正常无空格条件下的平均注视时间更长,然而注视次数也更少。因此,结合总的句子阅读时间指标更有利于理解该问题。

(2) 平均眼跳距离

空格呈现条件的主效应显著, $F_1(3,45)=81.4$, $p_1<0.001$; $F_2(3,177)=73.5$, $p_2<0.001$ 。

Tukey' HSD 检验表明,每两种条件下的平均眼跳距离均存在显著差异, $p_s<0.01$ 。其中,正常无空格条件下的平均眼跳幅度最短,显著短于其他三种条件。眼跳距离的变化与句子的水平空间分布有关。随着插入空格数量的增加,水平空间分布上汉字的密度逐渐减小,阅读的单位信息量减少,被试倾向于做出较长距离的眼跳,以获取更多有用信息。值得注意的是,非词条件下的平均眼跳距离显著短于词间空格条件(两种条件下插入同等数量的空格,句子长度相等),这反映了非词空格条件下

加工难度更大。

(3) 向前眼跳次数

空格呈现条件的主效应显著, $F_1(3,45)=35.7$, $p_1<0.001$; $F_2(3,177)=56.1$, $p_2<0.001$ 。

Tukey' HSD 检验表明,每两种条件下的向前眼跳次数均存在显著差异, $p_s<0.05$ 。其中,字间空格条件下的向前眼跳次数最多,因为在该条件下句子的水平空间分布最大。与平均眼跳距离的数据结合起来考虑,与具有同等句子长度的词间空格条件相比,被试在非词条件下的平均眼跳距离小、向前眼跳次数多,这反映了非词空格条件下阅读加工更为困难。正常无空格条件下的向前眼跳次数最少,可能与在该条件下水平空间分布最小有关。

(4) 总注视次数

空格呈现条件的主效应显著, $F_1(3,45)=24.0$, $p_1<0.001$; $F_2(3,177)=17.9$, $p_2<0.001$ 。

Tukey' HSD 检验表明,正常无空格条件下的总注视次数显著少于字间空格和非词空格条件, $p_s<0.001$;词间空格条件下的总注视次数显著少于字间空格条件, $p_s<0.001$;然而,正常无空格条件与词间空格条件在被试分析时不显著($p_1>0.05$),只是在项目分析中达到 0.09 水平。字间空格与非词空格条件之间不存在显著差异, $p_s>0.05$ 。该结果表明,在总注视次数上,词间空格与正常无空格条件下数据模式相类似,而字间空格与非词空格条件下数据模式相一致。假设总注视次数是加工难度的一个总体指标,这些数据表明,被试在词间空格条件下的阅读与正常无空格条件下的阅读一样容易,而字间

空格条件和非词空格条件将对阅读加工产生干扰。

(5) 回视眼跳次数

空格呈现条件的主效应显著, $F_1(3,45)=5.3$, $p_1<0.01$; $F_2(3,177)=3.4$, $p_2<0.05$ 。

Tukey' HSD 检验表明, 被试在正常无空格条件下的回视眼跳次数最少, $p_s<0.05$ 。字间空格和词间空格条件无显著差异, $p_s>0.05$ 。字间空格与非词空格条件也无显著差异, $p_s>0.05$ 。词间空格与非词空格条件在被试分析时达到边缘显著, 在项目分析中不显著, $p_1=0.09$, $p_2>0.05$ 。回视眼跳次数是加工难度的一个指标, 读者在遇到难以理解的地方时往往进行大量回视(Frazier & Rayner, 1982)。该结果发现在正常无空格条件下回视眼跳次数最少, 在其他条件下差异不显著, 这可能与被试对文本呈现方式的熟悉性有关。被试对正常的无空格条件呈现句子很熟悉, 但对插入空格的其他形式的句子类型不熟悉, 所以引起大量回视。

(6) 总的句子阅读时间

空格呈现条件的主效应显著, $F_1(3,45)=16.6$, $p_1<0.001$; $F_2(3,177)=9.6$, $p_2<0.001$ 。

Tukey' HSD 检验表明, 词间空格条件下的总句子阅读时间最短, 与正常无空格条件差异不显著, $p_s>0.05$ 。非词空格条件下总的句子阅读时间最长, 并显著长于其他三种条件, $p_s<0.001$ 。字间空格比正常无空格条件下的长, 在被试分析时达到 0.08 水平, 在项目分析中不显著。字间空格比词空格条件下的长, 在被试分析时达到显著水平, 在项目分析中不显著, $p_1<0.05$, $p_2>0.05$ 。

(7) 句子阅读时间校正

眼跳距离的变化与句子的水平空间分布有关。为尽可能排除不同空格呈现条件下句子长度对结果的影响, 我们对总的句子阅读时间进行校正, 即从总的句子阅读时间中减去眼跳的时间(包括向前眼跳和回视眼跳的时间), 只对落在句子上所有注视点持续时间进行求和, 然后进行分析。结果显示,

空格呈现条件的主效应显著, $F_1(3,45)=14.5$, $p_1<0.001$; $F_2(3,177)=14.78$, $p_2<0.001$ 。

Tukey' HSD 检验表明, 词间空格条件下的总句子阅读时间最短, 与正常无空格条件差异不显著, $p_s>0.05$ 。词间空格条件比字间空格条件短, $p_1<0.05$,

$p_2=0.099$ 。非词空格条件下总的句子阅读时间最长, 并显著长于其他三种条件, $p_s<0.01$ 。字间空格比正常无空格条件下的长, 但差异不显著, $p_s>0.05$ 。结果趋势与总的句子阅读时间基本一致。

从以上的数据分析可以看出, 在反映总体加工难度的指标上如总注视次数、总的句子阅读时间以及句子阅读时间校正, 结果表明词间空格条件与正常的无空格条件下的阅读一样容易。而在平均注视时间、平均眼跳距离和向前眼跳次数等指标上反映出的差异与文本呈现的单位空间的信息密度有关, 尽管如此, 几乎所有的指标都表明非词空格条件对阅读产生干扰作用。

2.7.2 局部分析 局部分析是指从不同空格呈现条件下的句子中, 选择一个更小的区域, 即字或词作为兴趣区进行分析的。局部分析的目的是进一步了解当包含相同的空间信息时不同条件下的词汇识别。

具体做法是选择由两个字(第四种局部分析中只包括单个的字)组成的一到四个兴趣区进行分析, 这些区域不会出现在句子的开头和结尾, 这样可以避免与阅读发生和结束有关的注视点的干扰。

采用的具体指标为: 首次注视时间指落在词上第一个注视点的持续时间; 单个注视时间指落在词上的有且只有一个注视点时注视点的持续时间; 凝视时间指从注视点第一次落入词上开始, 到离开该词为止的时间内, 被试对词的注视时间的总和; 总注视时间指落在一个词上所有注视时间包括回视时间的总和; 第一遍阅读次数指从注视点第一次落入词上开始, 到离开该词为止的时间内, 落在词上的注视点个数; 总注视次数指落在一个词上所有注视点的个数。局部分析的结果见表 3~6。

(1) 方式一: 词间空格和非词空格条件下的词

在第一种局部分析中, 对词间空格与非词空格条件下包含两个汉字和一个空格的区域进行比较。两个汉字形成一个词, 但在词间空格条件下, 空格位于两个汉字之前; 而在非词空格条件下, 空格位于两个汉字之间。两种形式在物理大小、文字内容以及空间分布上是一致的。例如:

我们 可以 通过 电视 或 网络 了解 国家 大事
我 们 可 以 通 过 电 视 或 网 络 了 解 国 家 大 事。

方式一的结果见表 3。

在首次注视时间和单个注视时间上,词间空格与非词空格条件均不存在显著差异, $t_1(15)=0.44$, $p_1>0.05$, $t_2(59)=0.95$, $p_2>0.05$; $t_1(15)=0.91$, $p_1>0.05$, $t_2(59)=0.78$, $p_2>0.05$ 。

在其他注视时间和注视次数指标上,两种条件均存在显著差异。非词空格条件比词间空格条件下需要更长的注视时间和更多的注视次数。具体为,

在凝视时间上, $t_1(15)=-3.38$, $p_1<0.01$, $t_2(59)=-3.91$, $p_2<0.001$; 在总注视时间上, $t_1(15)=-2.84$, $p_1<0.05$, $t_2(59)=-3.37$, $p_2<0.01$; 在第一遍阅读次数上, $t_1(15)=-5.02$, $p_1<0.001$, $t_2(59)=-4.76$, $p_2<0.001$; 在总注视次数上, $t_1(15)=-3.39$, $p_1<0.01$; $t_2(59)=-3.38$, $p_2<0.01$ 。该结果与总体分析的结果相一致,表明非词空格条件对读者的阅读加工产生更大的干扰。

表 3 词间空格和非词空格条件下词的注视结果(单位: ms)

条件	首次注视时间	单个注视时间	凝视时间	总注视时间	第一遍阅读次数	总注视次数
词间空格	269(44)	281(48)	356(69)	525(150)	1.3(0.1)	2.0(0.5)
非词空格	265(36)	270(42)	403(64)	593(118)	1.5(0.1)	2.2(0.4)

(2) 方式二: 字间空格和非词空格条件下的词在第二种局部分析中, 同样对包含两个汉字

和一个空格的区域进行比较。两个汉字形成一个词, 但该词呈现在字间空格与非词空格条件下。 例如:

我们 可以 通过 电视 或 网络 了解 国家 大事。
我们 可以 通过 电视 或 网络 了解 国家 大事。

方式二的结果见表 4。

表 4 字间空格和非词空格条件下词的注视结果(单位: ms)

条件	首次注视时间	单个注视时间	凝视时间	总注视时间	第一遍阅读次数	总注视次数
字间空格	243(31)	244(36)	355(75)	488(126)	1.5(0.2)	2.0(0.3)
非词空格	265(36)	270(42)	403(64)	593(118)	1.5(0.1)	2.2(0.4)

在第一遍阅读次数上,字间空格和非词空格条件在被试分析时不显著,在项目分析中达到边缘显著, $t_1(15)=-0.83$, $p_1>0.05$; $t_2(59)=-1.90$, $p_2=0.06$ 。

在其他注视时间和总注视次数指标上,两种条件均存在显著差异。非词空格条件下的阅读需要更长的注视时间和更多的注视次数。具体为,在首次注视时间上, $t_1(15)=-2.34$, $p_1<0.05$, $t_2(59)=-4.54$, $p_2<0.001$; 在单个注视时间上, $t_1(15)=-2.14$, $p_1=0.05$, $t_2(59)=-3.22$, $p_2<0.01$; 在凝视时间上,

$t_1(15)=-2.79$, $p_1<0.05$, $t_2(59)=-5.27$, $p_2<0.001$; 在总注视时间上, $t_1(15)=-4.18$, $p_1<0.01$, $t_2(59)=-5.69$, $p_2<0.001$; 在总注视次数上, $t_1(15)=-2.30$, $p_1<0.05$, $t_2(59)=-3.39$, $p_2<0.01$ 。该结果同样表明,与字间空格条件相比,非词空格条件下对阅读产生更大的干扰。

(3) 方式三: 正常条件和词间空格条件下的词在第三种局部分析中,对正常无空格条件与词间空格条件下的词进行比较。例如:

我们 可以 通过 电视 或 网络 了解 国家 大事。
我们 可以 通过 电视 或 网络 了解 国家 大事

结果见表 5。

表 5 正常条件和词间空格条件下词的注视结果(单位: ms)

条件	首次注视时间	单个注视时间	凝视时间	总注视时间	第一遍阅读次数	总注视次数
正常	284(41)	284(43)	375(82)	569(142)	1.3(0.1)	2.0(0.5)
词间空格	275(42)	276(45)	327(51)	457(134)	1.2(0.1)	1.7(0.4)

在首次注视时间和单个注视时间上, 正常条件和词间空格条件均不存在显著差异, $t_1(15)=1.10$, $p_1>0.05$, $t_2(59)=1.29$, $p_2>0.05$; $t_1(15)=0.94$, $p_1>0.05$; $t_2(59)=0.54$, $p_2>0.05$ 。

在其他注视时间和注视次数指标上, 两种条件均存在显著差异。正常无空格条件比词间空格条件下需要更长的注视时间和更多的注视次数。具体为, 在凝视时间上, $t_1(15)=3.26$, $p_1<0.01$, $t_2(59)=4.07$, $p_2<0.001$; 在总注视时间上, $t_1(15)=6.63$, $p_1<0.001$,

$t_2(59)=5.68$, $p_2<0.001$; 在第一遍阅读次数上, $t_1(15)=4.31$, $p_1<0.01$, $t_2(59)=3.32$, $p_2<0.01$; 在总注视次数上, $t_1(15)=5.44$, $p_1<0.001$, $t_2(59)=4.53$, $p_2<0.001$ 。这些结果表明词间插入空格有助于三年级学生对词的识别。

(4) 方式四: 字间空格和非词空格条件下的字

在第四种局部分析中, 对字间空格与非词空格条件下的单个汉字进行比较。此分析考察与字间空格条件相比, 在非词空格条件下对单个汉字的加工是否产生更大的干扰作用。例如:

我们 可以 通过 电视 或 网 络 了 解 国 家 大 事。
我们 可 以 通 过 电 视 或 网 络 了 解 国 家 大 事。

方式四的结果见表 6。

表 6 字间空格和非词空格条件下字的注视结果(单位: ms)

条件	首次注视时间	单个注视时间	凝视时间	总注视时间	第一遍阅读次数	总注视次数
字间空格	229(37)	234(40)	254(45)	301(77)	1.1(0.1)	1.3(0.2)
非词空格	236(44)	237(44)	253(47)	335(83)	1.1(0.1)	1.4(0.3)

结果表明, 在总注视时间上, 非词空格条件显著长于字间空格条件, 二者在被试分析时达到边缘显著, 在项目分析中不显著: $t_1(15)=-1.85$, $p_1=0.09$, $t_2(47)=-1.24$, $p_2>0.05$ 。

在其他所有指标上, 二者不存在显著差异, $p_s>0.05$ 。

总之, 局部分析的结果再次表明, 非词空格条件对汉字和词的识别产生干扰作用。而在对正常无空格和词间空格下的词识别进行比较, 结果除了在首次加工指标(首次注视时间和单个注视时间)上没有发现二者的差异外, 在其他指标上都发现了词间空格条件下对词的识别时间短、注视次数少。这表明词间空格条件在一定程度上能促进词识别。但结合总体分析的结果来看, 这两种条件下的总的句子阅读时间和总注视次数没有差异。两种分析方式的结果表明, 尽管词间空格条件在视觉呈现上对被试来说并不熟悉, 但该条件并没有对阅读产生干扰, 而是与我们熟悉的正常无空格条件一样容易阅读。

3 实验二

为了进一步排除实验一中不同空格呈现条件下空间信息分布的差异对实验结果的影响, 实验二采用灰条标记作为字、词或非词的边界, 使不同条件下句子的空间分布是一致的。

3.1 被试

来自天津师范大学附属小学的 20 名三年级学生参加了实验。年龄在 8~9 岁。母语均为汉语, 视力或矫正视力正常。同样, 他们都不知道该实验的目的。

3.2 材料和设计

材料和设计实验一相同, 不同之处在于空间信息的操纵。实验二采用灰条标记, 产生四种条件: 正常文本(正常条件); 使用灰条标记每一个字(字条件); 使用灰条标记每一个词(词条件); 使用灰条标记不同的字以形成非词(非词条件)。

实验材料举例见表 7。

表 7 实验材料举例

(1) 正常条件
我们可以通过电视或网络了解国家大事。
(2) 字条件
我们可以通过电视或网络了解国家大事。
(3) 词条件
我们可以通过电视或网络了解国家大事。
(4) 非词条件
我们可以通过电视或网络了解国家大事。

3.3 仪器和程序

同实验一。

3.4 结果

20 名被试在阅读理解题中的总正确率为 91%, 表明被试认真阅读并理解了实验句子。根据实验一的标准, 对无效项目进行剔除, 剔除数据占总数据的 5.2%。

3.4.1 总体分析 由于实验二的主要目的是验证实验一的结论是否因空间信息分布的不同而存在差异, 因此在该实验中我们只报告总体分析, 采用的具体指标同实验一。结果见表 8。

与实验一同, 经重复测量的方差分析, 结果显示, 在平均注视时间、平均眼跳距离、向前眼跳次数和总注视次数上, 不同灰条标记呈现条件下不存在显著差异, $F_s < 1.77$ 。

在回视眼跳次数上, 呈现条件的主效应在被试分析中达到边缘显著, $F_1(3, 57) = 2.52, p_1 = 0.067$ 。Tukey' HSD 检验表明, 非词条件下回视眼跳次数显著多于词条件($p_1 < 0.05$)、多于正常条件($p_1 = 0.091$)和字条件($p_1 = 0.098$)。其他三种条件下不存在显著差异($p_1 > 0.05$)。

在总的句子阅读时间上, 呈现条件的主效应在被试分析中显著, $F_1(3, 57) = 3.73, p_1 < 0.05$, 在项目分析中, $F_2(3, 177) = 1.63, p_2 = 0.18$ 。Tukey' HSD 检验表明, 词条件下的总句子阅读时间最短, 与正常条件差异不显著, $p_s > 0.05$ 。非词条件下总的句子阅读时间最长, 并显著长于词条件($p_s < 0.01$)、长于正常条件($p_s < 0.07$)和字条件($p_s < 0.06$)。

表 8 不同灰条标记呈现条件下的总体眼动特征

眼动特征	呈现条件			
	正常条件	字条件	词条件	非词条件
平均注视时间(ms)	306(53)	305(49)	304(48)	311(46)
平均眼跳距离(字)	2.4(0.9)	2.3(0.9)	2.3(0.8)	2.3(0.9)
向前眼跳次数	9.5(2.8)	9.7(2.6)	9.5(2.3)	9.6(2.6)
总注视次数	18.1(5.8)	18.1(5.2)	17.6(5.0)	18.8(6.3)
回视眼跳次数	4.1(1.8)	4.1(1.7)	3.9(1.9)	4.5(2.1)
总的句子阅读时间(ms)	6396(2630)	6472(2497)	6153(2148)	6850(2709)

从结果可以看出, 与实验一类似, 平均注视时间、平均眼跳距离以及向前眼跳次数与句子的空间分布有关, 在该实验中, 四种呈现方式的水平空间分布是一致的, 所以在这几个指标上没有表现出差异。但在总的句子阅读时间上获得了与实验一类似的结果, 即词条件与正常条件没有显著差异, 表明在两种条件下阅读一样容易, 而非词条件下阅读需要最长的时间。该结果并没有因空间信息分布的不同而产生差异, 从而验证了实验一的结果。

4 实验三

通过对实验一中 16 名被试在不同空格呈现条件下总的句子阅读时间进行分析, 发现几乎一半的被试表现出词间空格效应, 即在词间空格条件下的句子阅读时间显著少于正常的无空格条件; 而另一半被试在这两种条件下没有显著差异。我们推测, 阅读技能高低在词间空格效应中可能起调节作用。对于阅读技能高的被试来说, 由于拥有较多的正常文本阅读的经验, 所以在阅读词间空格形式的文本中没有表现出词间空格效应; 而对于阅读技能较低的被试而言, 词间空格或许更能促进他们的词汇识

别和句子阅读。

实验三进一步操纵三年级学生的阅读技能, 探讨阅读技能在词间空格阅读中的作用。

4.1 被试

首先, 请天津师范大学附属小学三年级语文老师对三年级(共四个班)学生的阅读技能进行评估, 在每一班中选出阅读技能最高的五个学生和最低的五个学生, 共 40 名学生参与实验。然而在眼动实验中, 有四名同学由于不认真阅读句子、眼动模式不规则等原因, 其数据被删除。最后, 参加实验的有效被试共 36 名三年级学生。其中, 阅读技能高的学生有 20 人, 阅读技能低的学生有 16 人。这些学生年龄在 8~10 岁。母语均为汉语, 视力或矫正视力正常。他们都不知道该实验的目的。

然后, 将每个学生的两次语文期末考试成绩进行平均, 对两组被试的语文成绩进行 t 检验。结果表明, 阅读技能高的学生在两次语文期末考试中成绩($M=93.1$)显著高于阅读技能差的学生($M=79.8$), $t(34)=8.6, p < 0.001$ 。

4.2 材料和设计

材料同实验一。

设计为 2(阅读技能: 高、低)×4(四种空格呈现条件: 正常无空格、字间空格、词间空格和非词空格)混合实验设计。其中, 阅读技能为被试间因素, 空格呈现条件为被试内因素。

4.3 仪器和程序

同实验一。

4.4 结果

36 名被试在阅读理解题中的总正确率为 91%, 其中阅读技能高的被试正确率为 93%, 阅读技能低的被试正确率为 89%, 两组被试在理解正确率上不存在显著差异, $t(34)=1.52, p>0.05$ 。这表明所有被试认真阅读并理解了实验句子。

根据实验一的标准, 对无效项目进行剔除, 剔

除数据占总数据的 6.6%。

不同阅读技能学生在不同空格呈现条件下的总体眼动特征见表 9。

经重复测量的方差分析, 结果表明,

(1) 平均注视时间

阅读技能的主效应显著, $F(1, 34)=5.44, p<0.05$ 。具体为, 与阅读技能低的被试相比, 阅读技能高的被试平均注视时间更短。

空格呈现条件的主效应显著, $F(3, 102)=77.15, p<0.001$ 。Tukey' HSD 检验表明, 结果趋势与实验一相同。即每两种条件下的平均注视时间均存在显著差异, $p_s<0.01$ 。其中, 正常无空格条件下的平均注视时间最长, 显著长于其他三种条件。

表 9 不同阅读技能学生在不同空格呈现条件下的总体眼动特征

眼动特征	阅读技能	空格呈现条件			
		正常无空格	字间空格	词间空格	非词空格
平均注视时间(ms)	高	286(38)	245(29)	260(34)	270(42)
	低	320(37)	267(34)	286(37)	297(36)
平均眼跳距离(字)	高	2.2(0.6)	3.6(0.9)	3.3(0.8)	2.7(0.6)
	低	2.0(0.5)	3.2(0.7)	2.8(0.5)	2.5(0.6)
向前眼跳次数	高	7.2(1.4)	10.9(2.3)	9.3(1.7)	10.3(1.9)
	低	8.5(3.2)	12.8(3.6)	10.7(3.6)	12.0(3.9)
回视眼跳次数	高	3.0(1.1)	3.7(1.0)	3.5(1.0)	3.7(1.0)
	低	3.1(1.4)	3.9(1.7)	3.6(1.8)	4.3(1.5)
总注视次数	高	14.0(3.4)	16.9(3.4)	15.2(3.2)	16.9(2.9)
	低	17.5(6.1)	20.6(6.7)	18.2(6.2)	21.5(6.1)
总的句子阅读时间(ms)	高	4614(1315)	4939(1290)	4664(1155)	5348(1332)
	低	6413(2349)	6425(2096)	6086(2037)	7469(2232)

阅读技能与空格呈现条件的交互作用不显著, $F(3, 102)=1.30, p>0.05$ 。

(2) 平均眼跳距离

阅读技能的主效应不显著, $F(1, 34)=2.20, p>0.05$ 。

空格呈现条件的主效应显著, $F(3, 102)=170.90, p<0.001$ 。

阅读技能与空格呈现条件的交互作用显著, $F(3, 102)=4.34, p<0.01$ 。简单效应分析表明, 对于阅读技能高的被试和阅读技能低的被试来说, 在每两种条件下的平均眼跳距离均存在显著差异, $p_s<0.05$, 只是在对字间空格条件与词间空格条件以及词间空格条件与非词空格条件进行比较时, 阅读技能高的被试表现出更大的差异。但总体趋势同实

验一。

(3) 向前眼跳次数

阅读技能的主效应达到边缘显著, $F(1, 34)=3.28, p<0.08$ 。具体为, 阅读技能高的被试的向前眼跳次数少于阅读技能低的被试。

空格呈现条件的主效应显著, $F(3, 102)=107.43, p<0.001$ 。Tukey' HSD 检验表明, 每两种条件下的向前眼跳次数均存在显著差异, $p_s<0.01$ 。结果趋势仍然同实验一。

阅读技能与空格呈现条件的交互作用不显著, $F(3, 102)=0.81, p>0.05$ 。

(4) 总注视次数

阅读技能的主效应显著, $F(1, 34)=5.67, p<0.05$ 。具体为阅读技能高的被试的总注视次数显著

少于阅读技能低的被试。

空格呈现条件的主效应显著, $F(3, 102)=39.65$, $p<0.001$ 。Tukey' HSD 检验表明, 结果趋势同实验一。

阅读技能与空格呈现条件的交互作用不显著, $F(3, 102)=1.46$, $p>0.05$ 。

(5) 回视眼跳次数

阅读技能的主效应不显著, $F(1, 34)=0.48$, $p>0.05$ 。

空格呈现条件的主效应显著, $F(3, 102)=15.95$, $p<0.001$ 。Tukey' HSD 检验表明, 结果趋势仍然同实验一。

阅读技能与空格呈现条件的交互作用不显著, $F(3, 102)=1.22$, $p>0.05$ 。

(6) 总的句子阅读时间

阅读技能的主效应显著, $F(1, 34)=9.29$, $p<0.01$ 。具体为阅读技能高的被试总的句子阅读时间显著短于阅读技能低的被试。

空格呈现条件的主效应显著, $F(3, 102)=25.73$, $p<0.001$ 。

阅读技能与空格呈现条件的交互作用显著, $F(3, 102)=3.13$, $p<0.05$ 。简单效应分析表明, 对于阅读技能高的被试来说, 在总的句子阅读时间上, 词间空格条件与正常无空格条件差异不显著, $p>0.05$ 。字间空格和非词空格条件显著长于正常无空格条件, $p_s<0.05$ 。词间空格条件显著短于字间空格和非词空格条件, $p_s<0.05$ 。非词空格条件显著长于字间空格条件, $p<0.05$ 。对于阅读技能低的被试来说, 在该指标上, 词间空格条件下阅读时间最短, 但与正常无空格、字间空格条件下的差异不显著, $p_s>0.05$ 。非词空格条件下阅读时间显著长于正常无空格、字间空格和词间空格条件(见图 1)。

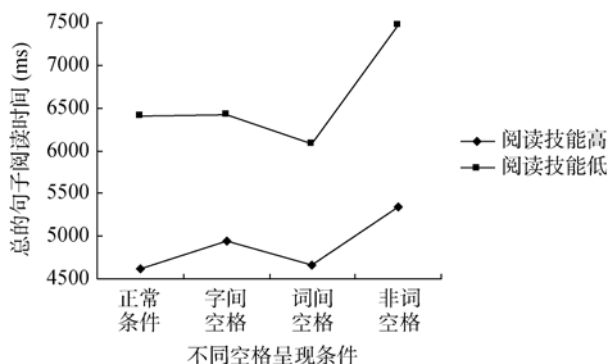


图 1 不同阅读技能学生在不同空格呈现条件下总的句子阅读时间

从实验三的结果可以看出, 除了平均眼跳距离和回视眼跳次数这两个指标, 被试在其他眼动指标上都表现出阅读技能的主效应。即阅读技能低的被试需要更长的注视时间和注视次数。然而, 无论是阅读技能高的被试还是阅读技能低的被试, 他们在大多数指标上都显示了一致的趋势, 没有出现交互作用。在总的句子阅读时间上有交互作用, 并未显现出阅读技能低的学生在词切分条件下阅读比正常条件下有任何的差异, 但非词空格条件对阅读技能低的学生产生更大的干扰作用。

5 讨论

5.1 词切分对初学者句子阅读的影响

本研究探讨词切分对初学者汉语句子阅读的影响, 理想的被试应该选取刚刚学习识字的读者, 如小学一、二年级学生或幼儿园的儿童。但由于他们的词汇量和句子阅读能力有限, 直接影响材料编制与数据收集的有效性。因此, 本研究选取小学三年级学生为被试进行研究。

在引言中我们假设, 有词切分的文本将更有利于初学者的汉语阅读。因为初学者的阅读经验少、在阅读过程中正确切分词的能力相对有限, 而采用空格来标记词的边界, 像拼音文字一样, 在一定程度上使书写单位与意义单位相统一, 从而帮助初学者更迅速地完成任务识别, 提高阅读效率。

从实验一局部分析的结果来看, 与正常的无空格条件相比, 被试在词间空格条件下对词的注视时间(包括凝视时间和总注视时间)显著变短、注视次数(包括第一遍阅读次数和总注视次数)显著减少, 这表明词切分可以促进三年级学生的词汇识别。然而, 在句子上的总注视次数和总的句子阅读时间上, 词间空格条件与正常的无空格条件下的阅读没有显著差异。这表明三年级学生在词间空格条件下的句子阅读和正常的无空格条件下的句子阅读一样好。该结果与我们的预期不同, 而是与 Bai 等人(2008)以熟练的成人阅读者(大学生)为被试的结果相同。这表明三年级学生在不同空格呈现条件下的句子阅读与成人的阅读基本相似。他们通过一定的阅读经验已经形成了高效率的阅读策略, 在阅读过程中将词切分出来的词汇识别过程几乎是自动完成的。因此, 明确标识词边界并没有使读者对独立的词加工更为敏感。

实验一的结果还显示, 与词间空格和正常的无空格条件相比, 被试在字间空格和非词空格条件下

需要花费更多的时间、更多的注视次数和眼跳次数。该结果同样与 Bai 等人(2008)的结果相似。表明在字间空格条件和非词空格条件下阅读呈现句子会干扰三年级学生正常的阅读过程。Spragins 等人曾以 8 岁、9 岁儿童和成人为被试, 让他们阅读正常的有空格的英文句子、词间空格被无意义字符代替的句子以及去掉词间空格的句子。结果发现了呈现方式的主效应, 即在英文句子阅读中, 去掉词间空格会导致阅读的困难。但实验没有发现年级组和呈现方式之间的交互效应, 即成人和儿童表现出同样的干扰作用(Spragins, Lefton, & Fisher, 1976)。

在评价本研究结果时, 不能用空间分布上差异来解释。在实验一中, 为排除不同条件下句子长度对结果的影响, 我们对总的句子阅读时间进行校正, 去掉因句子长度不同而带来的眼跳时间的差异, 只对所有注视点进行分析。结果与总的句子阅读时间结果趋势非常一致。为了进一步控制句子的空间分布可能对实验一结果的影响, 实验二采用灰条标记词的边界, 使不同条件下句子的空间分布一致。尽管实验结果表明, 在平均注视时间、平均眼跳距离、向前眼跳次数和总注视次数上, 不同灰条标记呈现条件下不存在显著差异; 然而在能够反映被试总体阅读情况的有效而重要的指标——总的句子阅读时间上, 结果趋势与实验一非常相似。即被试在词标记条件下的阅读速度最快, 与正常阅读条件没有差异。在非词条件下阅读最慢。

总之, 三年级学生在阅读有词切分的文本与无词切分的文本一样容易。而非词空格条件下呈现句子将干扰正常的阅读过程。

5.2 阅读技能在词间空格效应中的调节作用

通过对实验一结果的再分析, 我们认为词间空格效应可能受阅读技能的影响, 并进一步推测词间空格对阅读技能低的学生有更大的促进效应。实验三进一步操纵三年级学生的阅读技能, 探讨阅读技能在词间空格阅读中的作用。

实验三的结果表明, 在平均注视时间和总的句子阅读时间上, 阅读技能的主效应是显著的, 与阅读技能高的学生相比, 阅读技能低的学生需要更多的注视时间。在向前眼跳次数和总注视次数上, 阅读技能低的学生有更多的注视次数和眼跳次数。这与以往关于不同阅读技能的读者在句子阅读中的眼动特征(Häikiö, Bertram, Hyönä, & Niemi, 2009)是一致的。

从实验三的结果还可以看出, 在许多眼动指标

上, 阅读技能高学生与阅读技能低学生表现出类似的眼动模式, 因为在这些指标上, 阅读技能与空格呈现条件之间的交互作用是不显著的。然而在平均眼跳距离和总的句子阅读时间上有可靠的交互作用。特别是在总的句子阅读时间上, 阅读技能高的学生在阅读词间空格形式的文本与阅读正常的无空格形式的文本没有显著差异, 这表明这两种形式文本对阅读技能高的学生一样容易, 该结果与实验一以及 Bai 等人(2008)以大学生为被试的结果趋势一致的。然而, 对于阅读技能低的学生来说, 非词空格条件下的阅读时间显著长于正常无空格条件、字间空格条件和词间空格条件, 而且后三者之间没有显著差异。这表明, 非词空格条件极大地干扰了阅读技能低的学生们的句子阅读成绩, 该类学生在阅读过程中更依赖于文本的视觉呈现形式。

值得注意的是, 对于阅读技能低的学生来说, 尽管词间空格条件与正常无空格条件在阅读时间上没有显著差异, 但从表 9 和图 1 中, 结果清晰地显示出词间空格条件下的阅读时间比正常无空格条件下短。尽管如此, 我们没有足够的证据表明词间空格对阅读技能低的学生有更大的促进效应。

总之, 本研究表明尽管词切分文本对阅读技能高和阅读技能低的学生来说一样容易, 但非词空格条件对阅读技能低的学生产生更大的干扰作用。

5.3 词切分对建构中文阅读眼动控制模型的启示

阅读中的眼动控制模型试图回答两个基本问题: 眼跳在“何时”(when)启动以及下一次眼跳在“何处”(where)停止。在拼音文字的阅读研究中, 一些研究者认为单词的边界信息(由单词之间的空格来标识)是决定下一次眼跳计划的主要因素(Rayner, et al, 1998)。在大量实验结果的基础上, Reichle 等人(2003, 2006, 2009)提出了当前英文阅读中非常有影响的眼动控制模型——E-Z 读者模型。该模型把单词的特性和眼动的生理特点(视敏度限制)结合起来, 认为单词是基本的加工单元, 在阅读中驱动眼睛向前移动的主要动力是对词的编码; 单词加工是序列进行的, 一次只加工一个单词; 眼跳计划的执行会存在误差, 但读者往往把下一次眼跳目标定位于单词的中间和开头之间的地方, 大概位于单词开头 1/4 处的位置(preferred viewing location, 偏向注视位置)。该模型对英文阅读中的眼动数据进行了很好地拟合。

与英文书写系统不同, 中文是由相同间隔的方块汉字构成的。汉字之间除了以标点符号标注语义

停顿和划分外,词与词之间没有明显的边界标记。有研究者认为,中文读者对词概念的认识存在很大争议(Hoosain, 1992; Tsai, McConkie & Zheng, 1998; Miller, Chen, & Zhang, 2007)。因此,有研究者认为,在中文阅读中,字是重要的知觉单元,至少对于熟练阅读者是这样(Chen, Song, Lau, Wong, & Tang, 2003; Tsai & McConkie, 2003)。然而,本研究结果表明,在词之间插入空格不会对阅读造成干扰,而且这种呈现方式下的阅读与正常无空格条件下的阅读一样容易。如果不考虑对正常无空格条件下的阅读经验,只从实验操纵来讲,那么字之间插入空格使阅读速率减慢,而在词之间插入空格(或者用灰条标记词)并没有影响阅读,结果表明了词在中文阅读中的重要性。

在中文阅读的眼动研究中,大量实验证明了基于词的效应(word-based effect)。例如, Yan 等人发现,与低频词相比,读者对高频词的注视时间显著减少、跳读率显著增加。字频会影响词的注视时间,但这种情况仅发生在低频词上(Yan, Tian, Bai, & Rayner, 2006)。Rayner 等人发现,与低预测性的词相比,读者对高预测性的词的注视时间显著减少、跳读率显著增加(Rayner, Li, Juhasz, & Yan, 2005)。此外, Yan 等人对中文阅读中单字词、双字词、三字词和四字词进行分析,发现在单次注视时,被试倾向于注视词的中心,在多次注视时,被试倾向于注视词的开头(Yan, Kliegl, Richter, Nuthmann, & Shu, 2009)。

Rayner 等人在 E-Z 读者模型的背景下模拟了中文读者的眼动行为(Rayner, Li, & Pollatsek, 2007)。发现词是中文阅读的分析单位。使用字频模拟,作为一个附加的预测因子,并没有增加数据的总拟合度。Wu 等人在比较不同英文眼动控制模型的基础上,选择 E-Z 读者模型为发展中文眼动控制模型的基础模型,试图在 E-Z 读者模型的框架下,引入中文词汇切分的策略,对 E-Z 读者模型进行扩展,使之能够解释中文阅读中的眼动数据(Wu, Slattery, Pollatsek, & Rayner, 2009)。在实验数据及理论探索的基础上,词切分对建构中文阅读眼动控制模型有重要的启示。

6 结论

在本实验条件下,可以得出以下结论:

(1) 小学三年级学生在阅读有词间空格的文本和正常的无空格文本一样容易。

(2) 尽管词切分文本对阅读技能高和阅读技能低的学生来说一样容易,但非词空格呈现条件会对阅读技能低的学生产生更大的干扰作用。阅读技能低的学生在阅读过程中更依赖于文本的低水平视觉线索。

致谢:在实验设计的过程中,得到了英国南安普顿大学 Simon P. Liversedge 教授的帮助,特此感谢!

参 考 文 献

- Bai, X. J., Yan, G. L., Liversedge, S. P., Zang, C. L., & Rayner, K. (2008). Reading spaced and unspaced Chinese text: Evidence from eye movements. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 34, 1277-1287.
- Chen, H.-C., Song, H., Lau, W. Y., Wong, K. F. E., & Tang, S. L. (2003). Developmental characteristics of eye movements in reading Chinese. In C. McBride-Chang & H.-C. Chen (Eds.), *Reading development in Chinese children* (pp. 157-169). Westport, CT: Praeger.
- Dictionary Department of the Institute of Linguistics of the Chinese Academy of Social Sciences (ed.). (2005). *Modern Chinese Words Dictionary (fifth edition)*. Beijing, China: Commercial Press.
- [中国社会科学院语言研究所辞典编辑室编. (2005). *现代汉语辞典(第五版)*. 北京: 商务印书馆.]
- Frazier, L., & Rayner, K. (1982). Making and correcting errors during sentence comprehension: Eye movements in the analysis of structurally ambiguous sentences. *Cognitive Psychology*, 14, 178-210.
- Gao, S. (2004). *Chinese reading in different visual-spatial condition*. Paper presented at the Second Conference on Chinese Language Pedagogy and Acquisition, Sun Yat-Sen University in Guangzhou, China.
- [高珊. (2004). *不同视觉空间条件下的汉语阅读*. 第二届国际汉语教学与习得学术研讨会会议论文. 中山大学.]
- Gao, S. (2006). *The effect of word boundaries on reading for learners of Chinese as a second language*. Unpublished Master Thesis, Beijing Language & Culture University.
- [高珊. (2006). *词边界信息对留学生汉语阅读的影响*. 硕士学位论文. 北京语言大学.]
- Häikiö, H., 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.
- Hoosain, R. (1992). Psychological reality of the word in Chinese. In H. C. Chen & O. J. L. Tzeng (Eds.), *Language processing in Chinese* (pp. 111-130). Elsevier.
- Hsu, S.-H., & Huang, K.-C. (2000). Interword spacing in Chinese text layout. *Perceptual & Motor Skills*, 91, 355-365.
- Inhoff, A. W., Liu, W., Wang, J., & Fu, D. J. (1997). Use of spatial information during the reading of Chinese text. In D. L. Peng, H. Shu, & H. C. Chen (Eds.), *Cognitive research on Chinese language* (pp. 296-329). Jinan, China: Shan Dong Educational Publishing.
- [Inhoff A W, 刘伟民, 王坚, 符德江. (1997). 汉语句子阅读

- 中的眼动与空间信息的运用. 见 彭聃龄, 舒华, 陈烜之 (编), *汉语认知研究*(pp. 296–329). 济南: 山东教育出版社.]
- Inhoff, A.W., Radach, R., & Heller, D. (2000). Complex compounds in German: Interword spaces facilitate segmentation but hinder assignment of meaning. *Journal of Memory and Language*, 42, 23–50.
- Liu, I. M., Yeh, J. S., Wang, L. H., & Chang, Y. K. (1974). Effects of arranging Chinese words as units on reading efficiency. *Chinese Journal of Psychology*, 16, 25–32.
- Liversedge, S. P., & Findlay, J. M. (2000). Saccadic eye movements and cognition. *Trends in Cognitive Science*, 4, 6–14.
- Miller, K. F., Chen, S. Y., & Zhang, H. C. (2007). *Where the words are: Judgments of words, syllables, and phrases by English and Chinese speakers*. Unpublished manuscript, University of Michigan.
- National language committee of ministry of education of the people's republic of China. (2006). *Chinese Character Usage Ability Assessment and Testing Guideline*. Guangzhou, China: Guangdong Education Press.
- [中华人民共和国教育部国家语言文字工作委员会. (2006). *汉字应用水平等级及测试大纲*. 广州: 广东教育出版社.]
- Peng, Z. R., & Li, B. J. (2002). *Language theory*. Changsha, China: Zhongnan University Press.
- [彭泽润, 李葆嘉. (2002). *语言理论*. 长沙: 中南大学出版社.]
- Radach, R., McConkie, G. W. (1998). Determinants of fixation positions in words during reading. In: G. Underwood (Ed.). *Eye guidance in reading and scene perception* (pp.77–100). Amsterdam: Elsevier.
- Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological Bulletin*, 124, 372–422.
- Rayner, K., Fischer, M. H., & Pollatsek, A. (1998). Unspaced text interferes with both word identification and eye movement control. *Vision Research*, 38, 1129–1144.
- Rayner, K., Li, X., Juhasz, B. J., & Yan, G. (2005). The effect of word predictability on the eye movements of Chinese readers. *Psychonomic Bulletin & Review*, 12, 1089–1093.
- Rayner, K., Li, X., & Pollatsek, A. (2007). Extending the E-Z Reader model to Chinese reading. *Cognitive Science*, 31, 1021–1033.
- Rayner, K., Liversedge, S. P., & White, S. J. (2006). Eye movements when reading disappearing text: The importance of the word to the right of fixation. *Vision Research*, 46, 310–323.
- Reichle, E. D., Rayner, K., & Pollatsek, A. (2003). The E-Z reader model of eye-movement control in reading: comparisons to other models. *Behavioral and Brain Sciences*, 26, 445–526.
- 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.
- Reichle, E. D., Warren, T., & McConnell, K. (2009). Using E-Z Reader to model effects of higher level language processing on eye-movements in reading. *Psychonomic Bulletin & Review*, 16, 1–20.
- Spragins, A. B., Lefton, L. A., & Fisher, D. F. (1976). Eye movements while reading and searching spatially transformed text: A developmental examination. *Memory & Cognition*, 4, 36–42.
- Tsai, C.-H., McConkie, G. W., & Zheng, X. (1998). *Lexical parsing by Chinese readers*. Poster session presented at the Advanced Study Institute on Advances in Theoretical Issues and Cognitive Neuroscience Research of the Chinese Language, University of Hong Kong.
- Tsai, J. L., & McConkie, G. W. (2003). Where do Chinese readers send their eyes? In J. Hyönä, R. Radach & H. Deubel (Eds.), *The mind's eye: Cognitive and applied aspects of eye movement research* (pp. 159–176). Oxford: Elsevier.
- Wu, J., Slattery, T.J., Pollatsek, A., & Rayner, K. (in press). Eye movement control and Chinese word segmentation. Submitted for publication.
- Yan, G. L., Tian, H. J., Bai, X. J., & Rayner, K. (2006). The effect of word and character frequency on the eye movements of Chinese readers. *British Journal of Psychology*, 97, 259–268.
- Yan, M., Kliegl, R., Richter, E., Nuthmann, A., & Shu, H. (in press). Flexible saccade target selection in Chinese reading. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*.

Effect of Word Segmentation on Beginners' Reading: Evidence from Eye Movements

SHEN De-Li¹, BAI Xue-Jun¹, ZANG Chuan-Li¹, YAN Guo-Li¹, FENG Ben-Cai², FAN Xiao-Hong²

(¹ Academy of Psychology and Behavior, Tianjin Normal University, Tianjin 300074, China)

(² Affiliated Primary School in Tianjin Normal University, Tianjin, 300074, China)

Abstract

Unlike English (and other alphabetic writing systems), Chinese is written without spaces between successive characters and words. There is no obvious visual cue to demarcate the word except punctuation marks. Given this, it is intriguing how readers target saccades and how words are recognized in Chinese writing systems. Bai et al. (2008) monitored native Chinese readers' eye movements as they read text that did or did not demark

word boundary information. They found that inserting spaces between words (or highlighting word boundaries) did not facilitate reading Chinese, but more importantly, did not interfere with reading. Bai et al argued that facilitatory and inhibitory factors trade off against each other when words are clearly marked (in contrast to normal unspaced text presentation). For the adults, the normal unspaced text will be extremely familiar, but word identification may be hindered due to poor word demarcation. In contrast, the word spaced text will be visually unfamiliar but word identification will be facilitated due to good word demarcation.

The beginning readers have less experience in reading text without spaces, so the familiarity of the format is comparatively limited compared with the adults. We therefore predict that the interword spaced text may have a greater facilitatory effect for Chinese beginner readers than for adults.

Three experiments were carried out. 72 third graders participated in the research. Their eye movements were recorded with a SR Research EyeLink II eyetracker (sampling rate = 500 Hz) that monitored the position of the right eye every two milliseconds. In experiment 1, four spacing conditions were included: normal unspaced condition; single character spaced condition (text with spaces between every character); word spaced condition (text with spaces between words); and nonword spaced condition (text with spaces between characters that yielded nonwords). In experiment 2, highlighting was used to create analogous conditions: normal Chinese text, text with highlighting used to mark words, text with highlighting that yielded nonwords, and text with highlighting to mark each character. In experiment 3, reading skills of third graders was manipulated to further examine whether the word spaced effect might be mediated by the reading skills.

The pattern of data in all three experiments was very similar. Global fixation counts and total reading time measures indicated that there were no significant difference between word spaced and normal unspaced condition, however, the reading time was longer and fixation counts were more in nonword spaced condition. Furthermore, there is no reliable interaction effect between the presentation condition and the reading skill of third graders on most of the eye movement measures except the total sentence reading time, however, the simple effect test showed that the reading time was longer in the nonword spaced condition for the unskilled readers than skilled readers.

To sum up, the present study indicated that sentences in a word spaced format were as easy to read for third graders as unspaced text. This is the same effect that has been previously observed with skilled adult readers (Bai et al., 2008). Although word-spaced text was equally easy for skilled and unskilled readers, the unskilled readers were extremely disrupted by the nonword spaced condition. These data suggest that unskilled readers are more dependent on the low level visual cue of text for initiating normal linguistic processing.

Key words word segmentation; beginners; reading; eye movement