

垂直呈现的汉字顺序加工机制

邓仁苗, 刘兴佳, 张画迪, 顾俊娟*

华北理工大学, 心理与精神卫生学院, 河北 唐山

收稿日期: 2023年3月18日; 录用日期: 2023年5月4日; 发布日期: 2023年5月11日

摘要

目的: 本研究利用中文文本特性, 考察了在垂直阅读的双字词中, 汉字位置信息在中央凹视野中是否得到加工以及是怎样加工的, 垂直呈现的中文双字词是否具有汉字转置效应。研究方法: 我们使用了词汇掩蔽启动决定任务, 该任务的反应时指标体现了启动刺激在中央凹视野如何激活靶子刺激。我们选择两种不同类型的双字词: 单纯词和合成词。三种类型的刺激作为启动条件: 相同条件, 转置条件和替换条件。启动刺激或与靶子词相同(相同条件), 或是靶子词的汉字转置非词(转置条件), 或是靶子词的汉字替换非词(替换条件)。结果: 替换条件的正确率显著低于转置条件; 替换条件的反应时显著长于转置条件, 词类型和启动条件的交互作用不显著。因此, 在垂直呈现的中文词汇识别过程中, 存在明显的汉字转置效应。另外, 在反应时上未发现词类型和启动条件存在交互作用。两种类型的双字词汉字顺序编码模式相似。结论: 在垂直呈现下的汉字位置加工中发现了明显的转置启动效应。在文本垂直呈现时, 中文双字词汉字顺序信息在中央凹视野中得到编码, 汉字顺序编码十分灵活。这就说明虽然垂直呈现的中文词汇并不符合我们的阅读习惯, 但人脑能够将呈现的汉字组转化为抽象的顺序编码, 与方向无关。

关键词

汉字顺序, 汉字转置, 垂直文本, 中文阅读

Processing Mechanism of Chinese Characters Presented Vertically

Renmiao Deng, Xingjia Liu, Huadi Zhang, Junjuan Gu*

School of Psychology and Mental Health, North China University of Science and Technology, Tangshan Hebei

Received: Mar. 18th, 2023; accepted: May 4th, 2023; published: May 11th, 2023

Abstract

Objective: Given characteristics of Chinese vertical text, this study examines whether Chinese cha-

*通讯作者。

racter order information is processed in the foveal vision and how it is processed for two-character words that are read vertically. Whether transposed-character effects exist for Chinese two-character words displayed vertically has been tested. Research method: We used a masked priming paradigm, and the task's response time indicator reflects how activation of the stimulus in the foveal vision activates the target stimulus. Simple words and compound words were chosen as two types of targets. Three types of stimuli used as priming conditions: identity, transposition and replacement conditions. The prime was identical to the target word (identity condition), a transposition of the two characters of the target word (transposed-character condition, TC condition) or two characters that were different from the characters in the target word (substituted-character condition, SC condition). Results: The results showed that response latencies in the lexical decision task on the target word region were longer in the SC condition than the TC condition, which were respectively longer than in the identity condition. The interaction between word type and priming condition is not significant. Therefore, transposed-character effects occurred in Chinese reading vertically. In addition, there was no interaction between the word type and the activation condition at the reaction time. The pattern of character order encoding for two types of two-character words is similar. Conclusions: It was obvious that the transposed-character effect was found letter position encoding when characters were displayed vertically. When the text is vertically displayed, transposed-character effects occurred in Chinese reading, and the Chinese character position encoding is very flexible. The study shows that although the vertical presentation of the Chinese vocabulary does not meet our reading habits, the human brain can translate the convert words into abstract sequential codes, independent of orientation.

Keywords

Character Position, Character Transposition, Vertical Text, Chinese Reading

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

半个多世纪以来,在拼音文字中,许多研究者探究了人脑如何编码字母位置信息。在掩蔽启动词汇决定任务中,包括三种启动条件,除了相同条件(启动与靶子相同),研究者还操纵两种非词条件,一种是字母转置条件,即把单词中相邻两个字母调转位置,形成非词;另一种是字母替换条件,即把条件一中调换位置的两个字母换成另外两个字母,形成非词。结果表明,相同条件下被试对靶子的反应时最短,其次是字母转置条件,而字母替换条件的反应时最长(Perea et al., 2016)。这也进一步证明,相同条件最容易激活其基词,而转置非词比替换非词更容易激活基词,转置非词比替换非词更像基词,这称为字母转置效应(Bruner & O'Dowd, 1958; Forster et al., 1987; Johnson & Dunne, 2012)。另一些研究者利用眼动追踪技术发现,在文本阅读中也存在字母转置效应(Blythe et al., 2014; Winskel & Perea, 2014)。

上述研究中,单词中的字母按照正常的从左到右的顺序呈现。那么,如果单词中的字母是垂直呈现的话,结果会怎样呢?Witzel和Qiao通过两个掩蔽启动实验探讨了单语者和双语者在垂直呈现的英文和日文单词识别中的字母转置效应。实验一的被试是6个日-英双语者。选用材料是日文和英文单词。在重复条件中,相关启动是相同的词,控制启动是完全不同的无关词。在字母转置条件中,相关启动是两个内部字母转置的非词,控制启动是被转置的两个字母被两个不同的字母替代形成的非词。结果表明,日本读者在水平和垂直的日文文字识别中几乎一样快。日语单词识别中存在较强的重复启动效应和字母

转置效应。但他们在阅读英语单词时,垂直字母转置启动效应很小。这表明垂直文本阅读能力取决于所涉及的字符类型。在实验二,被试均为英语母语者。启动条件包括相关启动和正字法控制启动。相关启动是两个内部字母转置的非词,控制启动是被转置的两个字母被两个不同的字母替代形成的非词。实验结果表明,英语为母语的人对垂直呈现的英语单词表现出明显的字母转置启动效应。研究者认为,人脑能够将最初呈现的字母组转化为抽象的顺序编码,与方向无关,而这种转化完成的速度有赖于对文本的熟悉程度(Witzel et al., 2011)。

迄今为止,关于汉字顺序信息加工的研究非常少。彭聃龄等人以中文可转置词(如,事故)作为靶子词,使用语义启动词汇决定任务,考察了不同 SOA 下的双字词的启动效应。结果发现,当 SOA 为 157 ms 时,语义启动与逆序启动之间没有显著差异,二者均能促进靶子词的识别时间。然而,在词语加工的早期和晚期,也就是 SOA 分别为 57 ms 和 314 ms 时,逆序词的启动显著弱于正常的语义启动,两者之间差异显著。彭聃龄等人认为:词素单元的激活在词的识别中起一定作用,但并不是词的识别的必经阶段。汉字位置信息的加工发生在词汇加工的晚期,落后于汉字身份信息的加工(彭聃龄,丁国盛,王春茂,等 1999)。后来,丁国盛和彭聃龄继续对汉语逆序词的识别进行研究,仍然选用相同的 SOA (57 ms, 157ms, 314 ms),结果表明,逆序词之间的词义关系(词义高相关和低相关)对靶子词的识别有显著的启动效应(丁国盛,彭聃龄, 2006)。

卞迁、崔磊和阎国利使用眼动实验研究了汉字位置加工机制。实验一为单因素(词素位置:正常,颠倒)被试内设计。在正常条件下,被试阅读正常的句子,在词素位置颠倒的条件下,位于句子中间的 3 个双字词的词素位置发生颠倒。结果表明,汉语阅读中的确存在词素位置颠倒效应,词素颠倒的句子会干扰阅读,从而证明了词素位置信息的作用。实验二加入了词频这一因素。结果发现,词素位置颠倒的双字词的加工时间要显著长于正常词,读者对词素位置颠倒的高频词的识别快于词素位置颠倒的低频词,词频对读者识别词素位置颠倒的双字词有显著影响。两个实验的结果证实了词素单元位置信息加工的存在(卞迁,崔磊,闫国利, 2010)。

Taft, Zhu 和 Peng 采用非词干扰范式检验了可转置双字词(如,领带)与不可转置双字非词(如,光风)的汉字顺序编码过程。被试需要判断靶子刺激是否是一个词,并做出按键反应。两组控制词为不可转置双字词(如,节目)与不可转置双字非词(如,返构)。结果发现,可转置词比不可转置词的反应时更长,可转置非词也比不可转置非词条件的反应时更长。这表明可转置词可以同时激活两个转置词成员,可转置非词也可以激活其基词(Taft, Zhu, & Peng, 1999)。

Gu 等人使用掩蔽启动词汇决定任务检验了中文双字词识别中汉字位置信息是否得到编码。靶子词为不可转置双字词。实验包括三种启动条件:相同条件、转置条件和替换条件。结果表明,替换条件的反应时显著长于转置条件,转置条件的反应时显著长于相同条件,替换条件的正确率显著低于转置条件,转置条件的正确率显著低于相同条件。该研究初步证实了双字词的汉字顺序得到加工,中文阅读中存在汉字转置效应(Gu, Li, & Liversedge, 2015)。

汉语是一种表意文字。汉语中的词汇由汉字组成,且每个汉字是一个音节。汉字内部结构复杂,一个汉字由一个或多个部首组成;每个部首由一个或一些笔画组成。而且,有些部首本身就是汉字。更重要的是,作为一种表意文字,大多数汉字都有具体的含义。不同于拼音文字,在汉语书面或印刷文本中,除了以标点符号标注语义停顿外,词与词之间没有空格等明显的边界标记,缺少明显的视觉空间线索(李兴珊,刘萍萍,马国杰, 2011)。词在中文阅读中很重要,具有心理现实性(Li, Gu, Liu et al., 2013)。

另外,中文词汇有多种类型。按照构成词的词素(词素是语言中最小的不可再分的意义单位)多少,词可以分为单纯词与合成词。单纯词是由一个词素构成的词,而两个汉字以上的单纯词为多音节单纯词。多音节单纯词主要包括连绵词、叠音词、拟声词和音译外来词。合成词由两个或两个以上的词素构成。

因此,对于双字合成词,每个汉字是一个词素;对于双字单纯词,两个汉字联合是一个词素,不可拆分(黄伯荣,廖序东,2007)。在文字方向上,在中国古代,人们习惯于垂直文本的阅读与书写。然而,在现代,人们更多的使用水平的从左至右的顺序来进行阅读与书写。在以往的研究中对垂直呈现的汉字位置信息加工机制的问题涉及非常少,因此对所使用的研究方法和范式非常有限,有关的理论阐述也不详尽。本研究利用掩蔽启动范式研究垂直呈现下的双字词阅读是否存在汉字转置效应,以及单纯词与合成词的汉字位置编码是否存在差异。

2. 方法

2.1. 实验目的

本研究探究了在中文视觉词汇加工过程中,垂直呈现的双字词汉字顺序信息的编码机制。

2.2. 被试

母语为汉语的大学生 24 名,平均年龄 20.25 岁。所有被试视力或矫正视力均正常,且都不知道实验目的。实验后获得一定报酬。

2.3. 实验设计

采用 2(词类型:单纯词、合成词)×3(启动条件:相同条件、转置条件、替换条件)的被试内设计。

2.4. 实验材料

靶子词为 120 个双字词,其中单纯词 60 个,合成词 60 个。为了控制字的相似性,每个靶子词的两个汉字部首都不同。另外,所选的单纯词中大多为连绵词,不包括音译外来词。靶子词的词频范围为 0.12 到 5.88 ($M = 1.58$) (单位: /百万,下同)。另外,靶子词的词性比较广泛,包括名词、动词、形容词等。单纯词($M = 1.59, SD = 1.28$)和合成词($M = 1.57, SD = 1.26$)的频率差异不显著, $t(118) = 0.08, p = 0.94$ 。单纯词($M = 10.32, SD = 1.77$)和合成词($M = 11.07, SD = 1.98$)的笔画数差异不显著, $t(118) = 2.32, p = 0.13$ 。

对每个靶子词来说,有三种启动条件: a) 相同条件,启动词与靶子词相同,比如,萧瑟 - 萧瑟。b) 转置条件,启动词为组成靶子词的两个字调换位置后组成的非词,如,瑟萧 - 萧瑟。c) 替换条件,启动词为与靶子词完全不同的两个字组成的非词,如,梁崙 - 萧瑟。其中,转置条件($M = 44.99, SD = 92.26$)与替换条件($M = 44.95, SD = 92.65$)的首字频率差异不显著, $t(119) = 0.21, p = 0.84$;转置条件($M = 10.88, SD = 3.09$)与替换条件($M = 10.83, SD = 3.11$)的首字笔画数差异不显著, $t(119) = 0.93, p = 0.36$ 。另外,转置条件($M = 56.45, SD = 105.03$)与替换条件($M = 56.42, SD = 104.74$)的次字频率差异不显著, $t(119) = 0.23, p = 0.82$;转置条件($M = 10.51, SD = 2.79$)与替换条件($M = 10.48, SD = 2.70$)的次字笔画数差异不显著, $t(119) = 0.60, p = 0.55$ 。此外,该实验还包括 120 个双字非词作为靶子词。对非词靶子的操纵和上述靶子词一致。

2.5. 实验仪器

本实验由一台台式联想电脑呈现刺激,并记录反应时。刺激呈现在一台 21 英寸的 CRT 显示器上,分辨率为 1024 × 768 像素,刷新率为 150 Hz。被试与显示器之间的距离为 58 厘米。

2.6. 实验程序

每个被试单独施测。被试与电脑之间的距离大约 58 厘米。首先,一个黑色的注视点“+”在白色背景的屏幕中央呈现 500 毫秒,要求被试盯住该注视点。注视点消失后,由两个上下的“※※”刺激并排组成的前掩蔽呈现 500 毫秒,而后呈现启动刺激 60 毫秒,之后是由两个上下的“※※”刺激并排组成的

后掩蔽呈现 40 毫秒。最后，靶子刺激呈现在屏幕上。启动和靶子均以 25 号宋体呈现。被试需要判断该刺激是否为双字词，并尽快做出准确而迅速的按键反应。被试按键后，靶子消失，一个空白屏呈现 1000 毫秒。空白屏之后呈现下一个刺激，以此类推。另外，实验刺激是随机呈现的。在正式实验前将呈现 20 个刺激作为练习，以便被试熟悉整个实验程序和要求。整个实验大约需要 25 分钟。

2.7. 数据处理

使用 SPSS 20.0 for windows 对数据进行统计处理。因变量为反应时与正确率，对二者进行重复测量的方差分析。

3. 结果

3.1. 正确率

所有被试平均正确率为 87.3%，表明被试认真地完成了任务。如表 1 所示。靶子词类型的主效应显著，合成词的正确率高于单纯词， $F = 38.56$, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.658$ 。正确率受到启动条件的影响， $F = 12.88$, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.392$ 。替换条件的正确率低于转置条件， $F = 19.54$, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.400$ 。相同条件和转置条件的正确率差异边缘性显著， $F = 4.22$, $p = 0.053$, $\eta^2 = 0.174$ 。这些结果表明，启动刺激的类型是汉字转置启动还是汉字替换启动，影响了词汇决定任务中对中央凹视野靶子刺激的反应。靶子词类型和启动条件的交互作用显著， $F = 4.76$, $p = 0.014$, $\eta^2 = 0.192$ 。进一步简单效应分析发现，对于单纯词，相同条件下和转置条件下的正确率不显著， $F = 1.079$, $p = 0.31$ ，转置条件下的正确率显著高于替换条件下， $F = 17.01$, $p = 0.001$ ；对于合成词，相同条件下的正确率显著高于转置条件下， $F = 8.71$, $p = 0.008$ ，转置条件下的正确率显著高于替换条件下， $F = 10.69$, $p = 0.004$ 。这就表明，在两种词类型下，转置效应不同，在单纯词中，转置效应更强；在合成词中，转置效应较弱。

Table 1. Average response time and accuracy across different word types and priming conditions ($M \pm SD$)

表 1. 不同词类型与启动条件下的平均反应时与正确率($M \pm SD$)

	反应时		正确率	
	单纯词	合成词	单纯词	合成词
相同条件	683 ± 95	706 ± 126	0.87 ± 0.08	0.89 ± 0.05
转置条件	718 ± 120	704 ± 112	0.90 ± 0.09	0.94 ± 0.06
替换条件	794 ± 116	790 ± 105	0.77 ± 0.09	0.87 ± 0.07

3.2. 反应时

删除反应错误的的数据以及小于 100 毫秒或大于 1500 毫秒的数据，共 16.3% 的数据被剔除。靶子词类型的主效应不显著， $F < 1$ 。反应时受启动条件的影响， $F = 43.50$, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.654$ 。替换条件的反应时显著长于转置条件， $F = 50.46$, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.687$ 。转置条件的反应时长于相同条件， $F = 2.58$, $p = 0.122$, $\eta^2 = 0.101$ 。反应时的效应模式和正确率中的相似。另外，靶子词类型和启动条件的交互作用不显著， $F = 1.51$, $p = 0.233$, $\eta^2 = 0.061$ 。

4. 讨论

本研究采用掩蔽启动词汇决定任务检验了垂直中文双字词识别中汉字顺序信息是否得到编码。正确率和反应时的数据分析表明，替换条件的反应时显著长于转置条件；转置条件的反应时显著长于相同条

件。替换条件的正确率显著低于转置条件；转置条件的正确率显著低于相同条件。也就是说，对于中文双字词，转置非词比替换非词更容易激活其基词。该结果与拼音文字中字母位置编码模式相似，在垂直呈现的双字词识别中存在明显的汉字转置效应。这些结果表明，中文双字词汉字位置信息在中央凹视野中得到编码。但是，汉字位置编码不是十分严格，而是非常灵活的。更重要的是，对于单纯词与合成词，三种启动条件之间的差异模式是相似的。从反应时上看，未发现词类型和启动条件存在交互作用。

Witzel 等人(2011)研究发现，日本读者在水平和垂直的日文文字表现出非常相似的表现，垂直文本和水平文本几乎一样快。日语单词获得强烈的重复启动和转置启动。虽然他们对这种文本没有任何经验，但对于垂直英语，获得了强烈的重复启动。Gu 等人(2015)研究发现水平呈现下的词存在着明显的汉字转置效应，将先前实验对比本实验垂直呈现下的汉字转置效应结果来看，虽然垂直呈现的汉字也存在着明显的汉字转置效应，但是水平呈现下汉字的不同词类型以及不同启动条件下的正确率明显高于垂直呈现的汉字，反应时明显低于垂直呈现的汉字。这表明，人们虽然可以在垂直呈现下的词语进行识别，但由于从小习惯于水平阅读，缺乏垂直阅读的经验，所以垂直阅读比水平阅读词语会略显困难。

尽管我们缺乏阅读垂直文本的经验，但垂直呈现下汉字的转置效应依然存在。Lee 和 Taft 发现当英语单词以完全不熟悉的垂直格式呈现时，依旧存在字母转置效应(Lee & Taft, 2009)。但在希伯来语中没有发现字母转置效应。汉字与印欧语系及其拼音文字相比有着不同的加工特点，其区别主要体现在：拼音文字是表音符号系统，它是以字母或字母组与音位相对的一种语言体系。从字形到字音的转换有一定的规则，即使遇到从未见过的非词，也可以按照一定的拼音规则读出其音。而汉字作为一种表意文字，具有不同于拼音文字的特点。汉字音、形、义之间存在一定的联系，又存在相对独立性。此外，印欧语系中有很多词之间是粘着的，不能独立成词，而汉语中的字词是相互分离的单元，每个单元都是一个具有独特意义的单字。研究发现尽管汉语与英语、法语等印欧语言存在诸多差异之处，但是仍然具有相似的转置效应，证明了汉字的位置编码同样具有灵活性，并且这种位置编码的灵活性发生在词汇加工早期。

前人研究与本实验研究都是以正常阅读顺序展开的，因此都发现汉字转置效应。如果不按照正常阅读顺序(自右至左，自下而上)进行，是否还存在汉字转置效应？这需要进一步研究。

5. 结论

在垂直呈现的汉字位置加工中存在转置启动效应。在文本垂直呈现时，中文双字词汉字顺序信息在中央凹视野中得到编码，汉字顺序编码十分灵活。人脑能够将呈现的汉字组转化为抽象的顺序编码，这与方向无关。

基金项目

华北理工大学大学生创新创业训练计划项目(编号：X2022123)。

参考文献

- 卞迁, 崔磊, 闫国利(2010). 词素位置颠倒对汉语句子阅读影响的眼动研究. *心理研究*, 3(1), 29-35.
- 丁国盛, 彭聃龄(2006). 汉语逆序词识别中整词与词素的关系. *当代语言学*, 8(1), 36-45.
- 黄伯荣, 廖序东(2007). *现代中文*. 高等教育出版社.
- 李兴珊, 刘萍萍, 马国杰(2011). 中文阅读中词切分的认知机理述评. *心理科学进展*, 19(4), 459-470.
- 彭聃龄, 丁国盛, 王春茂, 等(1999). 汉语逆序词的加工-词素在词加工中的作用. *心理学报*, 31(1), 36-46.
- Blythe, H. I., Johnson, R. L., Liversedge, S. P. et al. (2014). Reading Transposed Text: Effects of Transposed Letter Distance and Consonant-Vowel Status on Eye Movements. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 76, 2424-2440. <https://doi.org/10.3758/s13414-014-0707-2>

- Bruner, J. S., & O'Dowd, D. (1958). A Note on the Informativeness of Parts of Words. *Language & Speech, 1*, 98-101. <https://doi.org/10.1177/002383095800100203>
- Forster, K. I., Davis, C., Schoknecht, C. et al. (1987). Masked Priming with Graphemically Related Forms: Repetition or Partial Activation? *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 39*, 211-251. <https://doi.org/10.1080/14640748708401785>
- Gu, J., Li, X., & Liversedge, S. P. (2015). Character Order Processing in Chinese Reading. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 41*, 127-137. <https://doi.org/10.1037/a0038639>
- Johnson, R. L., & Dunne, M. D. (2012). Parafoveal Processing of Transposed-Letter Words and Nonwords: Evidence against Parafoveal Lexical Activation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance, 38*, 191-212. <https://doi.org/10.1037/a0025983>
- Lee, C. H., & Taft, M. (2009). Are Onsets and Cudas Important in Processing Letter Position? A Comparison of TL Effects in English and Korean. *Journal of Memory and Language, 60*, 530-542. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2009.01.002>
- Li, X., Gu, J., Liu, P. et al. (2013). The Advantage of Word-Based Processing in Chinese Reading: Evidence from Eye Movements. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory & Cognition, 39*, 879-889. <https://doi.org/10.1037/a0030337>
- Perea, M., Marcet, A., & Gomez, P. (2016). How Do Scrabble Players Encode Letter Position during Reading? *Psicothema, 28*, 7-12.
- Taft, M., Zhu, X., & Peng, D. (1999). Positional Specificity of Radicals in Chinese Character Recognition. *Journal of Memory and Language, 40*, 498-519. <https://doi.org/10.1006/jmla.1998.2625>
- Winkel, H., & Perea, M. (2014). Does Tonal Information Affect the Early Stages of Visual-Word Processing in Thai? *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 67*, 209-219. <https://doi.org/10.1080/17470218.2013.813054>
- Witzel, N., Qiao, X., & Forster, K. (2011). Transposed Letter Priming with Horizontal and Vertical Text in Japanese and English Readers. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance, 37*, 914-920. <https://doi.org/10.1037/a0022194>