

汉字、数字和符号的身份信息和位置信息加工比较^{*}

——中文阅读的特别机制

张妍萃^{1,2}, 江莹¹, 董青¹, 王敬欣¹

(1. 天津师范大学心理学部, 天津 300387; 2. 天津农学院人文学院, 天津 300392)

摘要: 汉字、数字和符号的身份信息和位置信息加工存在怎样的差异, 以及在不同呈现方式下是否表现不同, 现在仍不清楚。本研究采用 9 选 1 部分报告范式, 通过字符串水平呈现和竖直呈现两个实验来对这一问题进行探究。结果发现, 水平呈现对于不同类型字符的身份信息和位置信息加工都更有优势。数字在不同呈现方式下都表现出绝对优势, 且水平呈现时存在首位置优势, 表明“改变的接受域”理论对于汉语语系地区数字系列位置效应解释的可能性。同时, 汉字与符号更为相似, 但水平呈现时汉字位置信息加工更好, 且表现出更为明显的注视点左侧(包括注视点)优势, 这可能是中文阅读的特别机制。

关键词: 数字; 符号; 身份信息; 位置信息

中图分类号: B842.5

文献标识码: A

文章编号: 1003-5184(2021)06-0504-11

1 引言

阅读是人类一项重要的技能和日常行为。文字是最常见的视觉文本材料, 数字和符号也会经常遇到。如何正确而又快速的处理这些字符(文字、数字和符号)的身份信息和位置信息对于良好的阅读具有重要的作用。身份信息(identity information)是指视觉对象的身份, 如“ABCDE”字符串中 A、B、C、D、E 就是身份信息。位置信息(position information)是指视觉对象所在的位置, 如“ABCDE”字符串中 ABCDE 的位置信息分别是 12345, 或是 B 在 A 和 C 中间等。文字、数字和符号作为不同的字符在身份信息和位置信息加工上是否存在差异成为不少研究关注的焦点(Castet et al., 2017; Collis et al., 2013; Grainger, Dufau et al., 2016; Scaltritti et al., 2018; Schubert et al., 2017; Tydgate & Grainger, 2009; Ziegler et al., 2010)。

英文语言系统中, 研究者采用随机字符串部分报告法, 探讨了字母、数字和符号的身份信息和位置信息加工特点(Castet et al., 2017; Collis et al., 2013; Grainger Dufau et al., 2016; Scaltritti et al., 2018; Schubert et al., 2017; Tydgate & Grainger, 2009; Ziegler et al., 2010)。这些研究结果普遍显示, 字母和数字的身份信息和位置信息加工相似, 但与符号不同。Tydgate 和 Grainger(2009)研究发现, 总体正确率上字母和数字都呈现“W”形状, 且表现出明显

的首位置优势, 而符号呈现倒“U”型, 并没有首位置优势效应。符号的位置信息错误和身份信息错误整体都较高, 且身份信息错误在 2 位置与字母、数字差异较多。Collis 等(2013)采用 9 选 1 部分报告法进一步验证了字母和数字的首位置优势, 符号并没有首位置优势。在位置信息错误上, 字母和数字表现出 M 的系列位置效应, 符号则表现的平坦很多(1 和 5 位置错误更多)。身份信息错误上, 符号的系列位置效应比数字和字母的系列位置效应平坦很多(1 和 5 位置错误更多)。Scaltritti 等(2018)在水平呈现和竖直呈现字符串下都发现了字母和数字的首位置优势, 但竖直呈现时首字母优势大大减小(Aschenbrenner et al., 2017)。对于符号不具有首位置优势, 一些研究者提出质疑, 如 Castet 等(2017)在严格控制字符复杂性之后并没有发现符号的倒“V”形系列位置效应, 而是明显的 W 形状且存在首位置优势效应, 只是比字母的整体正确率更低。确实, 那些没有发现符号首位置优势的相关研究并没有对刺激材料做复杂性匹配, 也没有对字符的熟悉性进行匹配, 而字符的复杂性和熟悉性对阅读中字符的识别具有重要影响(臧传丽等, 2010)。

有趣的是, 泰语研究中同样发现了首字母位置优势, 且由于其语言特点也表现出第二位置优势(Winskel et al., 2018)。可见, 不同语言系统中词元素的身份信息和位置信息加工会受该语言系统的影

^{*} 基金项目: 国家自然科学基金面上项目(81771823)。

通讯作者: 王敬欣, E-mail: wjxpsy@126.com。

响。中文是一种不同的语言文字系统,汉字是中文阅读中最明显的视觉单位(Li & Pollatsek, 2020)。中文熟练读者对汉字、数字和符号的身份信息和位置信息加工规律是否与字母语言相关研究结果一致,汉字、数字和符号的身份信息和位置信息加工之间存在怎样的差异,以及在不同呈现方式下是否表现不同,值得探究。这对于深入了解中文阅读中汉字加工机制以及促进中文读者的良好阅读具有重要的意义。现有对汉字的身份信息和位置信息加工的研究,主要集中在词水平(彭聃龄等,1999)和句子水平上(卞迁等,2010;徐迺嘉,隋雪,2018;Chang et al., 2020;Gu & Li, 2015),字符水平下汉字身份信息和位置信息加工规律,以及与数字、符号的比较还尚未见到。

因此,本研究将采用9选1部分报告范式,通过水平呈现和竖直呈现三种不同类型字符串(汉字、数字和符号)的两个实验来探究两种呈现条件下汉字、数字和符号的身份信息和位置加工规律。汉字是由象形文字演变而来,虽然经过数千年的发展已不完全属于象形文字,但基本保留了象形文字的特征,使得汉字与符号更为相似(Shen, 2019; Perfetti & Tan, 1978)。因此,不同于字母语言文字的相关研究,汉字的身份信息和位置信息加工可能与符号更为相似。同时,由于经过长期文字阅读经验的影响,汉字与符号在身份信息和位置信息加工上可能又会有所区别。中国人的数字能力非常出众,研究发现,中文语系地区(包括日韩)出生的人,用20秒的时间来准确记忆一组数字,测试的准确率达到100%,同样的时间,母语为英语的国家的人,准确率只能达到50%(Gladwell, 2014)。因此,中文语系地区的人对于数字的身份信息和位置信息的加工有可能与母语为英语的国家的人有所差异,同时与汉字、符号也会表现出不同。有研究表明,字母的首位置优势是长期水平从左到右阅读经验导致的结果,在竖直呈现下首位置优势大大减小(Scaltritti et al., 2018)。现代汉语阅读文本也是水平从左到右的阅读模式,那汉字的身份信息和位置信息加工规律应该在水平呈现时也会表现出独特的特点。综上,本研究的基本假设为:与汉字、符号相比,数字具有优势且表现出不同的系列位置效应。汉字与符号相似,但在水平呈现时,汉字具有独特的加工特点。

2 实验1:随机字符水平呈现

2.1 方法

2.1.1 被试

天津市某大学31名被试参与实验(其中女生17人,总体 $M_{\text{年龄}}=19.17$, $SD_{\text{年龄}}=0.64$)。所有被试

视力或矫正视力正常。被试实验前签署知情同意书,实验后得到一份礼品。

2.1.2 材料与设计

实验材料是由五个字符水平排列组成的字符串。字符类型有三种,包括数字(1~9)、符号(◇□△☆⌒+♡♢○)和单字(文元王日山飞力牛入)。数字的选择与Tydgate和Grainger(2009)的研究一致。符号的选择与Grainger和Bertrand等(2016)的研究一致。单字的选择基于三个方面:与9个符号的复杂度相匹配、避免太过熟悉和太多偏僻(字频在0.0234~0.2065)、每两个单字或三个字及更多的字不能组成有意义的词。27个字符进行熟悉度评分(5点评分),结果显示所有字符均为5分。3种字符类型构成3个block,每个block包括90个字符串,即一共90个数字字符串、90个符号字符串和90个单字字符串。每个字符串由同种字符类型的5个字符组成,占据5个位置(位置1~5)。需要注意的是,符号和汉字所占字符位置大小相同,字符串的长度相同。但每个数字所占位置相对较小,如果与其它字符串的长度保持相同,数字相邻字符间隔的距离就会增大,这可能会对实验结果造成影响。字符串的设计与Tydgate和Grainger(2009)、Grainger和Bertrand等人(2016)的设计一致。每个字符类型的90个字符串是一个准随机序列,每个目标字符在5个目标位置出现2次,在非目标位置出现40次。所以,每个被试在每个目标位置目标字符的准确率、身份信息错误率是基于18试次的结果得出的。3个block的270个字符串交叉随机呈现给每位被试。因此,实验采用3(字符类型:数字、单字、符号) \times 5(位置:1、2、3、4、5)的被试内设计。

2.1.3 设备与程序

实验呈现和数据采集采用E-Prime 2软件进行控制,由笔记本电脑进行呈现,刷新率为60Hz,分辨率为1366*768。实验开始前,每个被试首先熟悉实验材料(9个数字、9个单字和9个符号),进一步避免每个被试因字符熟悉度的差异而对结果造成的影响。实验程序采用9选1部分报告法,设计主要依据Tydgate等(2009)、Schubert等(2017)和Scaltritti等(2018)的研究。实验在一个较暗的屋子进行,被试以舒服的姿势坐在电脑前,眼睛离电脑屏幕的距离为60cm。黑色字符串以21磅楷体大小显示在浅灰色背景上,相邻字符之间的中心到中心距离对应的视角约为0.73°。被试阅读指导语后,进行练习,在被试确认已经熟悉实验程序后,开始正式实

验。每个试次的具体程序为:首先屏幕中间靠上的位置出现一个红色加号,持续时间 506 毫秒(ms),然后空屏 506 毫秒。接着呈现由 5 个字符组成的字符串(中间字符的位置正好和红色加号的位置重合),呈现时间 118 毫秒,随后空屏 500 毫秒。接着,5 个“#”符号在五个字符的位置呈现。同时,五个“#”符号的某一位置下面出现“|”指示符,要求被试

选出“|”指示符指示的位置上“#”号掩盖掉的是哪个符号,从下面 9 个字符中用鼠标进行选择,没有时间限制。被试做出选择后,空屏 706 毫秒,下一试次开始。一共 270 个试次,每 90 个休息一次。实验持续时间约 35 分钟左右。实验结束后,询问被试在字符串呈现过程中是否有眼动行为。

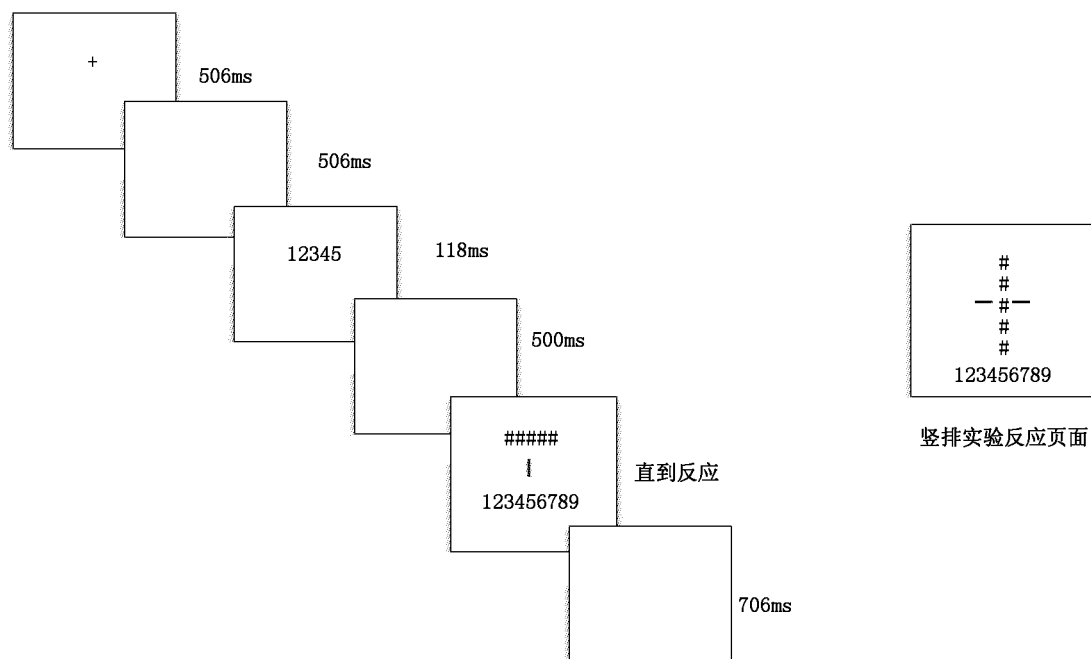


图1 实验程序

2.2 结果

其中一名被试的总体正确率小于随机正确率 20%,数据予以删去。剩余 30 名被试的实验数据用于正式分析,30 名被试的记忆广度成绩为顺背 $M_{\text{顺背}} = 8.87$, $SD_{\text{顺背}} = 1.07$,倒背 $M_{\text{倒背}} = 7.07$, $SD_{\text{倒背}} = 1.38$ 。30 名被试均报告在字符串呈现过程中有眼动行为。实验数据采用 SPSS 22.0 进行分析,图形采用 GraphPad Prism8 软件制作。实验数据的分析主要包括三个部分:第一部分是总体正确率,即被试选择了正确位置的正确字符。第二部分是位置错误率,位置错误指的是被试选择了一个字符串中其它位置的字符。第三部分是信息错误率,信息错误指的是被试选择了一个字符串中没有出现的字符。数据分析与 Collis 等人(2013)分析方法相似。总体正确率、位置信息错误率和身份信息错误率数据具体情况见图 2。

2.2.1 正确率

3 种字符类型的总体正确率由高到低依次是数字($M = 0.934$, $SD = 0.01$)、单字($M = 0.705$, $SD =$

0.02)和符号($M = 0.626$, $SD = 0.02$)。多重比较显示,每两种字符类型之间都差异显著($p_s < 0.001$)。具体 3 种字符类型在 5 个位置的正确率见图 2a。以字符类型(3)和位置(5)为被试内变量进行一般线性模型重复测量的方差分析(ANOVA),采用 Bonferroni 校准。方差分析结果显示,字符类型主效应显著, $F(2, 58) = 252.46$, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.90$,位置主效应显著, $F(4, 116) = 15.97$, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.36$,字符类型和位置交互作用显著, $F(8, 232) = 7.42$, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.20$ 。这反映了不同字符类型的系列位置效应不同。简单效应分析发现,数字上,位置 1 与其它所有位置差异显著($p_{1-2} = 0.007$, $p_{1-3} = 0.005$, $p_{1-4} = 0.000$, $p_{1-5} = 0.002$),位置 3 与 4 差异显著($p = 0.045$),其余任何两位置间都不存在显著差异。单字上,位置 4 与 1、2、3 差异显著($p_{4-1} = 0.000$, $p_{4-2} = 0.007$, $p_{4-3} = 0.000$),5 与 1、3 差异显著($p_{5-1} = 0.001$, $p_{5-3} = 0.003$),其余任何两位置间都不存在显著差异。符号上,位置 4 与 3 差异显著($p = 0.033$),5 与 1、2、3 差异显著($p_{5-1} = 0.01$, p_{5-2}

$=0.018, p_{5-3}=0.000$), 其余任何两位置间都不存在显著差异。进一步比较5个位置上数字、单字和符号的差异, 数字在5个位置上的正确率都显著大于单字和符号($p_s=0.000$)。单字与符号相比, 除了

在4位置差异不显著外, 1、2、3、5位置, 单字的正确率都显著高于符号($p_1=0.000, p_2=0.011, p_3=0.019, p_5=0.010$)。

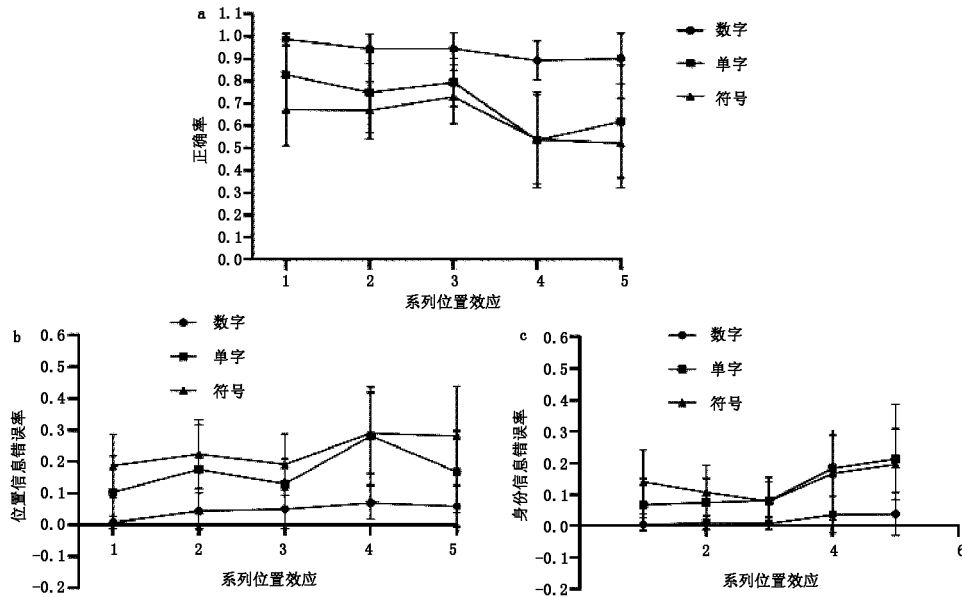


图2 实验1 汉字、数字和符号的正确率、位置信息错误率和身份信息错误率的系列位置效应

2.2.2 位置信息错误率

3种字符类型的总体位置信息错误率由低到高依次是数字($M=0.046, SD=0.01$)、单字($M=0.172, SD=0.01$)和符号($M=0.235, SD=0.01$)。多重比较显示, 每两种字符类型之间都差异显著($p_s<0.001$)。具体3种字符类型在5个位置的平均位置信息错误率见图2b。以字符类型(3)和位置(5)为被试内变量进行一般线性模型重复测量的方差分析(ANOVA), 采用 Bonferroni 校准。方差分析结果显示, 字符类型主效应显著, $F(2, 58)=143.07, p<0.001, \eta^2=0.83$, 位置主效应显著, $F(4, 116)=12.47, p<0.001, \eta^2=0.30$, 字符类型和位置交互作用显著, $F(8, 232)=3.59, p=0.001, \eta^2=0.11$ 。这反映了不同字符类型的位置信息错误率的系列位置效应不同。简单效应分析发现, 数字上, 位置1与其它位置差异显著($p_s<0.001$), 2、3、4、5位置间差异不显著。单字上, 4与1、3、5位置差异显著($p_{4-1}=0.000, p_{4-3}=0.000, p_{4-5}=0.000, p_{4-5}=0.009$), 其余任何两位置间都不存在显著差异。符号上, 4和1、3位置差异显著($p_{4-1}=0.015, p_{4-3}=0.002$), 1和5位置差异显著($p=0.031$), 其余任何两位置间都不存在显著差异。进一步比较5个位置上数字、单字和符号的差异, 数字在5个位置上的位置错误率都显著低于单字和符号($p_s=0.000$)。单字与符号

相比, 单字1、3、5位置上的位置信息错误率都显著低于符号($p_1=0.000, p_3=0.011, p_5=0.006$)。

2.2.3 身份信息错误率

3种字符类型的总体身份信息错误率由低到高依次是数字($M=0.020, SD=0.01$)、单字($M=0.124, SD=0.01$)和符号($M=0.138, SD=0.01$)。多重比较显示, 数字和单字、符号差异显著($p_s<0.001$), 单字和符号差异不显著($p=0.424$)。具体3种字符类型在5个位置的平均身份信息错误率见图2c。以字符类型(3)和位置(5)为被试内变量进行一般线性模型重复测量的方差分析(ANOVA), 采用 Bonferroni 校准。方差分析结果显示, 字符类型主效应显著, $F(2, 58)=93.42, p<0.001, \eta^2=0.76$, 位置主效应显著, $F(4, 116)=13.17, p<0.001, \eta^2=0.31$, 字符类型和位置交互作用显著, $F(8, 323)=4.62, p<0.01, \eta^2=0.14$ 。这反映了不同字符类型的身份信息错误率的系列位置效应不同。简单效应分析发现, 数字上, 所有位置差异不显著, 出现天花板效应。单字上, 5和1、2、3位置差异显著($p_{5-1}=0.002, p_{5-2}=0.005, p_{5-3}=0.001$), 4和1、3差异显著($p_{4-1}=0.020, p_{4-3}=0.023$), 其余两位置间都不存在显著差异。符号上, 5和2、3位置差异显著, 4和3位置显著($p_{5-2}=0.036, p_{5-3}=0.000, p_{4-3}=0.008$), 其余两位置间都不存在显著

差异。进一步比较 5 个位置上数字、单字和符号的差异,数字在 5 个位置上的身份信息错误率都显著低于单字和符号($p_s = 0.000$)。单字与符号相比,单字在 1 位置的身份信息错误率显著低于符号($p = 0.002$),其余位置没有显著差异。

2.3 讨论

实验 1 探讨了水平呈现时单字、数字和符号的身份信息和位置信息加工规律。总体正确率上来看,正确率最高的是数字,其次是单字和符号。这与英文语言系统同类研究的正确率排序趋势是一致的,它们的结果表明,正确率最高的是数字,其次是字母和符号(Collis et al., 2013; Tydgat & Grainger, 2009)。细致来看,与 Tydgat 和 Grainger(2009)研究中数字、字母和符号的正确率相比(分别为 60.1%、59.9% 和 57.6%),本研究中数字、单字和符号的正确率(分别为 93.4%、70.5% 和 62.6%)都要更高,且两种字符类型间的差异更大。

数字表现出绝对优势,5 个位置的正确率更高,位置信息错误率和身份信息错误率更低。这一方面可能由于数字相对于汉字和符号的拥挤度较小导致,另一方面也表现出汉语语系地区个体对数字的掌握能力较高(Gladwell, 2014),从而使得数字的位置信息加工和身份信息加工都显著好于单字和符号,尤其是数字的身份信息加工在 5 个位置上出现了天花板效应,没有出现差异。

单字的正确率显著高于符号,位置信息错误率低于符号,但身份信息错误率与符号的身份信息错误率却没有显著差异。这说明,单字的正确率显著高于符号主要是由于单字的位置信息错误率低引起,也就是说单字的位置信息加工要显著好于符号的位置信息加工,但在身份信息加工上单字并不存在优势。单字的位置信息加工显著好于符号(主要表现在 1、3、5 位置),可能是因为长期中文阅读经验使得被试对汉字的位置信息更敏感,从而对汉字的位置信息加工更好。长期以来中文阅读经验使得被试明确意识到,汉字位置如果发生变化可能会成为非词(阳光 - 光阳),还有可能会意义发生变化(如人工 - 工人),汉字的位置信息加工对于良好阅读非要重要(卞迁等, 2010; 彭聃龄, 1999; 徐迺嘉, 隋雪, 2018; Chang et al., 2020; Gu & Li, 2015),但符号的位置信息并不存在这种情况。

正确率上,不同字符的系列位置效应具有差异。数字表现出较为平坦的 W 形状,且具有明显的首位

优势。单字的正确率表现出倾斜的 W 趋势形状,而符号出现较为平坦的 W 趋势形状,且都具有注视点左侧(包括注视点)优势。可见,相比于字母来说,汉字与符号更加相似,研究结果符合空间视觉注意偏向左侧的理论(Bowers & Heilman, 1980; Jewell & McCourt, 1999)。同时,与符号相比,汉字具有自己独特的特点,汉字的注视点左侧优势更为明显。

位置信息错误率和身份信息错误率上,不同字符的系列位置效应也存在差异。对于数字来说,1 位置的位置信息错误率最低,其余所有位置的位置信息错误率没有差异。数字字符串所有位置的身份信息错误率并没有差异,出现了天花板效应。可见,数字在正确率上的首位优势主要是由于首位的位置错误低引起,而 4 位置正确率的显著下降是由于位置信息错误和身份信息错误共同起作用的结果。对于单字和符号来说,位置信息错误率上都表现出不同程度的“M”形状,符号更为平坦,主要表现为 1、3、5 位置的错误率更高。身份信息错误率上,单字和符号都表现出 V 形状,符号的 V 形更深,主要表现为 1 位置的错误率更高。位置信息错误率的 M 形状和身份信息错误率的 V 形状,与以往的研究结果一致(Tydgat & Grainger, 2009; Collis et al., 2013)。这表明,总体上来说,对于语言文字的身份信息加工和位置信息加工依然遵循其基本的加工规律。但与符号相比,汉字 1 位置的位置信息和身份信息加工都更好,3、5 位置的位置信息加工更好。

3 实验 2: 随机字符竖直呈现

3.1 方法

3.1.1 被试

天津市某大学 30 名被试参与实验(其中女生 15 人,总体 $M_{\text{年龄}} = 19.20$, $SD_{\text{年龄}} = 1.13$)。所有被试视力或矫正视力正常。被试实验前签署知情同意书,实验后得到一份礼品。

3.1.2 材料与设计

为了保证字符间的拥挤度相似,把实验 1 中的符号“ ϕ ”换成了“ \triangle ”,其余所有字符与实验 1 完全一样。字符串和 block 设计与实验 1 完全相同。需要注意的是,竖直实验中三种字符类型的拥挤度和字符长度完全一样。实验 2 同样采用 3(字符类型:数字、单字、符号) \times 5(位置:1、2、3、4、5)的被试内设计。

3.1.3 设备与程序

除了字符串竖直呈现、反应页面的指示符由

“1”变成“—”(见图1)外,其余所有操作和实验1完全相同。

3.2 结果

30名被试的总体正确率都大于随机正确率20%,因此,30名被试的数据都用于数据分析,其记

忆广度成绩为顺背 $M_{\text{顺背}} = 8.90, SD_{\text{顺背}} = 0.66$,倒背 $M_{\text{倒背}} = 7.33, SD_{\text{倒背}} = 1.21$ 。30名被试均报告在字符串呈现过程中有眼动行为。实验的数据处理和图形制作与实验1完全相同。总体正确率、位置信息错误率和身份信息错误率数据具体情况见图3。

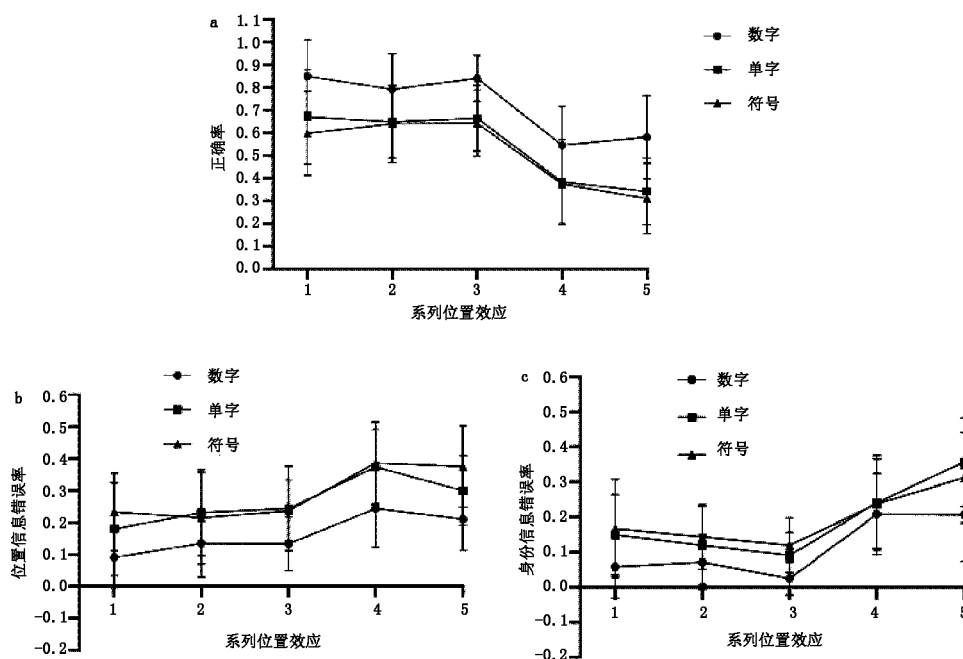


图3 实验2 单字、数字和符号的正确率、位置信息错误率和身份信息错误率的系列位置效应

3.2.1 正确率

3种字符类型的总体正确率由高到低依次是数字($M = 0.722, SD = 0.015$)、单字($M_{\text{单字}} = 0.542, SD_{\text{单字}} = 0.01$)和符号($M_{\text{符号}} = 0.512, SD_{\text{符号}} = 0.02$)。多重比较显示,数字和单字、符号差异显著($ps < 0.001$),单字和符号差异不显著($p > 0.05$)。具体3种字符类型在5个位置的正确率见图3a。以字符类型(3)和位置(5)为被试内变量,对数据进行方差分析(ANOVA)。方差分析结果显示,字符类型主效应显著, $F(2, 58) = 122.92, p < 0.001, \eta^2 = 0.81$,位置主效应显著, $F(4, 116) = 40.97, p < 0.001, \eta^2 = 0.59$,字符类型和位置交互作用不显著, $F(8, 232) = 1.85, p = 0.069, \eta^2 = 0.06$ 。这反映了不同字符类型的系列位置效应相同。系列位置效应分析发现,三种字符类型表现出1、2、3位置差异不显著,且1、2、3位置都与4、5位置差异显著($p < 0.001$),4、5位置差异不显著。进一步比较5个位置上数字、单字和符号的差异,数字在5个位置上的正确率都显著大于单字和符号($ps = 0.000$)。单字和符号相比,只有在1位置差异显著($p = 0.02$),单字的正确率显著大于符号,其余位置都不存在显著

差异。

3.2.2 位置信息错误率

3种字符类型的总体位置信息错误率由低到高依次是数字($M = 0.163, SD = 0.01$)、单字($M = 0.266, SD = 0.01$)和符号($M = 0.290, SD = 0.01$)。多重比较显示,数字和单字、符号差异显著($ps < 0.001$),单字和符号差异不显著。具体3种字符类型在5个位置的平均位置信息错误率见图3b。方差分析结果显示,字符类型主效应显著, $F(2, 58) = 60.94, p < 0.001, \eta^2 = 0.68$,位置主效应显著, $F(4, 116) = 21.479, p < 0.001, \eta^2 = 0.43$,字符类型和位置交互作用不显著, $F(8, 323) = 1.88, p = 0.064, \eta^2 = 0.06$ 。这反映了不同字符类型的位置信息错误率的系列位置效应相似。简单效应分析发现,数字和符号1、2、3位置差异不显著,但都与4、5位置差异显著($p_{\text{数字}1-4} = 0.000, p_{\text{数字}1-5} = 0.000, p_{\text{数字}2-4} = 0.016, p_{\text{数字}2-5} = 0.039, p_{\text{数字}3-4} = 0.003, p_{\text{数字}3-5} = 0.021, p_{\text{符号}1-4} = 0.002, p_{\text{符号}1-5} = 0.007, p_{\text{符号}2-4} = 0.000, p_{\text{符号}2-5} = 0.000, p_{\text{符号}3-4} = 0.000, p_{\text{符号}3-5} = 0.000$),4、5位置差异不显著。单字1、2、3位置差异不显著,都与4位置差异显著($p_{1-4} = 0.000, p_{2-4} =$

0.006, $p_{3-4} = 0.000$), 但与 5 位置差异不显著, 4、5 位置差异不显著。进一步比较 5 个位置上数字、单字和符号的差异, 数字在 5 个位置的位置错误率都显著低于单字和符号 ($ps < 0.01$)。单字与符号相比, 单字在位置 5 的位置错误率显著低于符号 ($p = 0.025$), 其余位置都不存在显著差异。

3.2.3 身份信息错误率

3 种字符类型的总体身份信息错误率由低到高依次是数字 ($M = 0.115$, $SD = 0.01$)、单字 ($M = 0.192$, $SD = 0.01$) 和符号 ($M = 0.197$, $SD = 0.01$)。多重比较显示, 数字和单字、符号差异显著 ($ps < 0.001$), 单字和符号差异不显著。具体 3 种字符类型在 5 个位置的平均身份信息错误率见图 3c。方差分析结果显示, 字符类型主效应显著, $F(2, 58) = 30.482$, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.51$, 位置主效应显著, $F(4, 116) = 37.377$, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.56$, 字符类型和位置交互作用显著, $F(8, 232) = 2.811$, $p < 0.01$, $\eta^2 = 0.09$ 。这反映了不同字符类型身份信息错误率的系列位置效应不同。简单效应分析发现, 数字 1、2、3 位置差异不显著, 但都与 4、5 位置差异显著 ($p_{1-4} = 0.000$, $p_{1-5} = 0.001$, $p_{2-4} = 0.000$, $p_{2-5} = 0.002$, $p_{3-4} = 0.000$, $p_{3-5} = 0.000$), 4、5 位置差异不显著。符号和单字表现出同样的位置效应, 1、2、3 位置差异不显著, 3 与 4 差异显著 ($p_{符号3-4} = 0.000$, $p_{单字3-4} = 0.000$), 4 与 5 位置差异显著 ($p_{符号4-5} = 0.011$, $p_{单字4-5} = 0.003$), 呈现偏 V 形状。进一步比较 5 个位置上数字、单字和符号的差异, 数字在 1、3、5 位置上显著大于单字和符号 ($ps < 0.01$), 位置 2 上与单字差异不显著, 与符号差异显著 ($p = 0.083$), 位置 4 上与单字和符号差异都不显著。单字和符号在 5 个位置差异都不显著。

为了探究竖直呈现和水平呈现时, 总体正确率、位置信息错误率以及身份信息错误率是否具有差异, 对水平呈现和竖直呈现的数据进行了差异显著性检验, 结果发现数字、汉字和符号在水平呈现时的正确率都显著大于其竖直呈现时的正确率 ($ps < 0.001$), 数字、汉字和符号水平呈现时的位置信息错误率和身份信息错误都显著小于其竖直呈现时的表现 (符号位置信息错误率 $p = 0.004$, 其余 $ps = 0.000$)。

3.3 讨论

实验 2 探讨了竖直呈现时汉字、数字和符号的身份信息和位置信息加工规律。总体来看, 数字的正确率最高, 位置信息错误率和身份信息错误率最

低, 说明数字在竖直呈现下依然具有很大的优势, 其位置信息和身份信息加工都更好。单字和符号在总体正确率、位置信息错误率和身份信息错误率上都没有差异, 可见竖直呈现下单字和符号是完全相似的。

系列位置效应上来说, 正确率上, 不同类型字符表现相同, 1、2、3 位置没有差异, 4、5 位置没有差异, 1、2、3 位置的正确率明显高于 4、5 位置的正确率, 呈现出注视点上面三个位置 (包括注视点) 共同的优势。Rinaldi 等 (2014) 的研究同样发现, 竖直呈现刺激时视觉注意资源更多放在呈现的上半部分。位置信息错误率上来看, 不同类型字符也表现相同, 都呈现出较为平坦的 M 趋势形状。身份信息错误率上来看, 不同字符的系列位置效应具有差异, 主要在于数字在 1、3、5 位置的身份信息错误率更低, V 形状更为平坦。而汉字和符号的系列位置信息不具有差异。

可见, 虽然总体正确率上, 不同字符类型的系列位置效应相似, 但数字在身份信息加工上呈现出自己的特点, V 形状更为平坦。其次, 竖直呈现下, 汉字和符号在总体正确率、位置信息错误率和身份信息错误率的系列位置效应是完全相同的。

4 总讨论

本研究采用 9 选 1 部分报告范式, 通过字符串水平呈现和竖直呈现两个实验分别探究了汉字、数字和符号在不同呈现方式下其身份信息和位置信息加工特点。总体来说, 水平呈现时, 数字、汉字和符号的正确率分别是 93.4%、70.5% 和 62.6%, 而竖直呈现时分别为 72.2%、54.2% 和 51.2%, 水平呈现时, 不同类型字符的正确率都高于竖直呈现时的正确率。同时, 与竖直呈现相比, 水平呈现时不同字符类型在各个位置上的位置信息错误率和身份信息错误率都更低。这说明, 相比竖直呈现, 水平呈现更有利于不同类型字符的身份信息加工和位置信息加工, 这为提高视觉材料识别效率提供了一种简单易行的操作方式。

数字在水平呈现和竖直呈现时, 总体正确率高于单字和符号, 总体位置信息错误率和身份信息错误率都低于单字和符号, 这与以前的研究一致 (Collis et al., 2013; Scaltritti et al., 2018; Tydgate & Grainger, 2009)。尤其, 水平呈现时, 数字的身份信息加工在 5 个位置上没有差异, 出现了天花板效应, 这与以前的研究并不一致 (Collis et al., 2013; Tydgate & Grainger, 2009)。可见, 不论字符呈现的方式如

何,数字的身份信息加工和位置信息加工都显著好于单字和符号,表现出绝对的优势。这里的原因可能是多方面的,一方面,水平呈现时,数字的拥挤度较小。另一方面,五个数字可以组成一个数值更大的有意义的数字,但五个汉字以及五个符号不能组成一个有意义的整体。同时,中文语系地区的人的数字能力非常出众(Gladwell,2014)。综合因素作用下,数字加工表现出绝对优势。

系列位置效应上来说,数字在水平呈现时,正确率上表现出较为平坦的W形状,位置信息错误率表现出M形状,且都具有明显的首位置优势,这与以前的研究结果一致(Collis et al.,2013;Tydgat & Grainger,2009),表明“改变的接受域(Modified Receptive Field)”理论可能同样适用于解释中文语系地区对数字加工的机制。“改变的接受域”理论是Grainger等人在一系列研究基础之上提出的解释为什么字母和数字会出现首位置优势的理论。Grainger和Dufau等(2016)认为,从自下而上的加工角度来说,不同字符(字母、数字和符号)呈现时的视敏度和拥挤度一致(Grainger et al.,2010),他们呈现的系列位置效应应该为相似的W形状,但字母和数字却表现出首位置优势效应。因此,这种首位置优势很有可能是由自上而下的加工过程引起。由此,Grainger及其同事在一系列研究基础之上提出了“改变的接受域”理论进行解释,该理论认为随着阅读经验的增加和阅读能力的不断提高,以注视为中心的视觉接受域中一系列字母检测器的形状不断变小(以便更精细的处理字母)且出现了左侧延伸(对从左到右阅读的语言),从而夸大了首字母左侧的不拥挤性(首字母没有左侧字符),从而导致了首位置优势效应的出现(Chanceaux & Grainger,2012;Chanceaux et al.,2013;Grainger, Bertrand et al.,2016;Grainger, Dufau et al.,2016;Tydgat & Grainger,2009)。竖直呈现时,数字在正确率和位置信息错误率上与单字和符号的系列位置效应相似,都表现出W形状,但不具有首位置优势,而是表现出注视点上侧优势,并不具有独特的加工特点,这与Scaltritti等(2018)研究中竖直呈现时数字存在首位置优势的结果并不一致。这说明,中文语系地区,水平呈现和竖直呈现对数字加工的系列位置效应影响不同,数字在水平呈现时更能表现出与汉字、符号不同的特点。同时,竖直呈现时,数字的身份信息错误率的系列位置效应与单字和符号并不相同,在1、3和5的位置身份信息错误率更低。1和5位置的拥

挤度更低,3位置处于注视中心位置,视觉敏锐度更高,可见竖直呈现时,相比于单字和符号,数字的身份信息加工可能更受视觉因素的影响。总之,与汉字、符号相比,无论水平呈现还是竖直呈现,数字的系列位置效应都表现出独特的加工特点,与英文语言相关研究中的数字加工有相似的地方,也有差异。

英文语言系统相关研究结果普遍认为,字母和数字的身份信息和位置信息加工相似,但与符号不同(Castet et al.,2017;Collis et al.,2013;Grainger, Dufau et al.,2016;Scaltritti et al.,2018;Schubert et al.,2017;Tydgat & Grainger,2009;Ziegler et al.,2010)。但本研究结果发现,无论水平呈现还是竖直呈现,汉字与字母的身份信息和位置信息加工差异较大,汉字与符号更为相似。水平呈现时,正确率上,汉字并没有像数字或是字母那样出现首位置优势,而是和符号一样表现出相似的趋势,即1、2、3位置没有显著差异,3与4位置差异显著,4与5位置差异不显著,也就是说,与注视点右侧相比,注视点(包括注视点)左侧优势明显。同时,汉字和符号在位置信息错误率上表现出更为相似的M形态在身份信息错误率上更为相似的V形状,同时也都具有注视点左侧优势,研究结果符合空间视觉注意偏向左侧的理论(Bowers & Heilman,1980;Jewell & McCourt,2000)。竖直呈现时,单字和符号的总体正确率、位置信息错误率和身份信息错误率都不存在差异,且在三个方面的系列位置效应基本相似。这证明了汉字加工与数字、字母加工不同,汉字加工与符号加工更为相似的假设。一方面,汉字方方正正,基本上保留了象形文字的特征,使得汉字与符号更为相似(Shen,2019;Perfetti & Tan,1978)。其次,汉字与符号的拥挤度相同,且每个汉字是有意义的,每个符号也是有意义的,这些相似性同样使得汉字和符号的系列位置效应更为相似。英文相关研究中,单个字母没有意义,单个符号具有意义,这可能成为导致字母串和符号串在系列位置效应上产生区别的原因之一。

与符号相比,汉字呈现出独特的加工机制,主要表现在水平呈现时。水平呈现时,单字的总体正确率显著高于符号,且主要是由于单字的位置信息加工更好导致(单字和符号的总体身份信息错误率并没有差别)。系列位置效应上来说,虽然单字和符号都呈现出注视点左侧优势,但单字的注视点左侧优势更明显(与符号相比,单字的1、2、3位置的正确率更高,1、3位置的位置信息错误率更低,1位置

的身份信息错误率更低)。因为单字在竖排呈现时与符号的身份信息加工和位置信息加工完全相似,这些独特的加工机制只有在水平呈现时才显示出来,所以,水平呈现时汉字的特殊加工机制可能是中文阅读的特殊机制。Ktori 等(2018)通过水平和竖直呈现随机串的两个实验探讨了数字、字母和符号的转化字符效应,研究发现在水平呈现和竖直呈现时都存在转换字符效应。但重要的是,当刺激水平呈现时,字母的换位效应明显大于符号或数字,但在竖直呈现时,不同字符类型的转换效应没有显著差异,因此他们认为字母水平呈现时加工的特殊性是英文阅读的特殊机制。本研究进一步证实了水平呈现下文字可能存在特殊的加工机制这一结论。

同样是语言字符,汉字并没有像字母一样表现出首位置优势,而是注视点左侧优势,可能由于语言系统的不同造成的。英文中,单个字母并不具有意义,只有字母组合成词才具有意义,且词内字母间距相等,词间具有空格。因此,从认知形式上来说,平等字母间距的随机字母串在更大程度上与词认知的形式相似。普遍认为,组成词的字母是平行处理的(Adelman,2011;Coltheart et al.,2001;Gomez et al.,2008;Grainger, Dufau et al.,2016;Perry et al.,2010),同时同一个词中不同位置的字母的加工效率有差异(Rumelhart & McClelland,1982)。在此基础上,Grainger 等(2016)研究认为长期的阅读经验和阅读能力的提高使得视觉接受域发生了变化,从而产生了首位置优势效应。

汉字和中文阅读具有不同的特点。首先,单个汉字具有意义,字与字之间具有相同的距离,且没有词间空格。单字可以是词,也可以与其它单字组成双字词、三字词、四字词甚至五字词(规范汉字书写委员会,2012)。五个单字可组成词,也可成为句子,比如“我真的爱你”。因此,对五个单字组成的随机字符串的认知,从形式上来说,有可能涉及到词认知(五字词,但五字词在中文词的所占比率较少),更多可能涉及到句子阅读。从认知形式上来说,无论涉及到词认知还是句子阅读,由于固定注视点后是快速呈现随机字符串(118ms),因此对字符串中五个单字的认知更可能采取平行处理的方式。但所有被试均报告在刺激呈现时有眼动行为,这说明被试在平时处理的同时可能进行了注意调整的策略,即视觉注意偏向了左侧(Bowers & Heilman,1980;Jewell & McCourt,2000)。同时,由于长期阅读经验而具有的灵活构词能力(张云燕,2018)使得

单字在1、2、3位置表现出共同的优势。与符号相比,汉字具有的更大的注视点左侧优势,可能由于长期从左到右的中文阅读习惯对“神经生物学不对称导致注意导向偏向左侧”产生了调节作用,从而产生了更大的注视点左侧优势(Rinaldi,2014)。另一方面,“改变的接受域”理论认为,长期从左到右的阅读经验和阅读能力的提高使得英文阅读的视觉接受域发生了变化(Grainger, Bertrand et al.,2016;Grainger, Dufau et al.,2016),那受中文长期水平从左到右的阅读经验和阅读能力提高的影响,中文阅读视觉接受域的大小和形状是否发生变化,以及是否出现左侧偏移,仍需要进一步研究。

此外,需要注意的是,不论呈现方式和字符类型,位置信息错误率都呈现出不同形态的M形状,身份信息错误率都呈现出不同形态的V形状(数字的身份信息错误率出现天花板效应)。可见,不论呈现材料如何,呈现方式如何,身份信息加工和位置信息加工具有各自的规律,且是独立且不同的两条两个系统(Oksama & Hyönä,2015)。

5 结论

通过2个实验,本研究得出如下结论:

(1)水平呈现对于不同类型字符的身份信息和位置信息加工都更有优势。

(2)数字在不同呈现方向下都表现出绝对优势,且水平呈现时存在首位置优势,证明“改变的接受域”理论对于汉语语系地区数字系列位置效应解释的可能性。

(3)单字与符号更为相似,但水平呈现时单字位置信息编码更好,且表现出更为明显的注视点左侧(包括注视点)优势,这可能是中文阅读的特殊机制。

参考文献

- 卞迁,崔磊,闫国利.(2010).词素位置颠倒对汉语句阅读影响的眼动研究.心理研究,3(1),29-35.
- 规范汉字书写委员会.(2012).关于汉语的字和词的数量宏观估计.2021-10-03 取自 <http://www.gfhz.org/440.shtml>
- Gladwell,G.(2014).异类(苗飞译).北京:中信出版社.
- 彭聃龄,丁国盛,王春茂,Marcus Taft,朱晓平.(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.
- 徐迺嘉,隋雪.(2018).身份信息与位置信息的加工进程及语境预测性的影响.心理学报,50(6),28-43.
- 臧传丽,张慢慢,郭晓峰,刘娟,闫国利,白学军.(2010).中

- 文词汇加工的若干效应:基于眼动研究的证据. *心理科学进展*, 20(9), 1382 – 1392.
- 张云燕. (2018). 中国汉字文化:——灵活的构词能力. 2021-03-10 取自 <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1620896456446579772&wfr=spider&for=pc>
- Adelman, J. S. (2011). Letters in time and retinotopic space. *Psychological Review*, 118(4), 570 – 582.
- Aschenbrenner, A. J., Balota, D. A., Weigand, A. J., Scaltritti, M., & Besner, D. (2017). The first letter position effect in visual word recognition: The role of spatial attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 43(4), 700 – 718.
- Bowers, D., & Heilman, K. M. (1980). Pseudoneglect: Effects of hemispace on a tactile line bisection task. *Neuropsychologia*, 18(4-5), 491 – 498.
- Castet, E., Descamps, M., Denis-Noël, A., & Collet, P. (2017). Letter and symbol identification: No evidence for letter-specific crowding mechanisms. *Journal of Vision*, 17(11), 1 – 19.
- Chanceaux, M., & Grainger, J. (2012). Serial position effects in the identification of letters, digits, symbols, and shapes in peripheral vision. *Acta Psychologica*, 141(2), 149 – 158.
- Chanceaux, M., Mathôt, S., & Grainger, J. (2013). Flank to the left, flank to the right: Testing the modified receptive field hypothesis of letter-specific crowding. *Journal of Cognitive Psychology*, 25(6), 774 – 780.
- Chang, M., Hao, L. S., Zhao, S. N., Li, L., Paterson, K. B., & Wang, J. X. (2020). Flexible parafoveal encoding of character order supports word predictability effects in Chinese reading: Evidence from eye movements. *Attention Perception & Psychophysics*, 82(6), 2793 – 2801.
- Collis, N. L., Kohnen, S., & Kinoshita, S. (2013). The role of visual spatial attention in adult developmental dyslexia. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 66(2), 245 – 260.
- Coltheart, M., Rastle, K., Perry, C., Langdon, R., & Ziegler, J. (2001). DRC: A dual route cascaded model of visual word recognition and reading aloud. *Psychological Review*, 108(1), 204 – 256.
- Gomez, P., Ratcliff, R., & Perea, M. (2008). The overlap model: A model of letter position coding. *Psychological Review*, 115(3), 577 – 601.
- Grainger, J., Bertrand, D., Lété, B., Beyersmann, E., & Ziegler, J. C. (2016). A developmental investigation of the first-letter advantage. *Journal of Experimental Child Psychology*, 152, 161 – 172.
- Grainger, J., Dufau, S., & Ziegler, J. C. (2016). A vision of reading. *Trends in Cognitive Sciences*, 20(3), 171 – 179.
- Grainger, J., Tydgate, I., & Isselée, J. (2010). Crowding affects letters and symbols differently. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 36(3), 673 – 688.
- Gu, J. J., & Li, X. S. (2015). The effects of character transposition within and across words in Chinese reading. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 77(7), 272 – 281.
- Jewell, G., & McCourt, M. E. (1999). Pseudoneglect: A review and meta-analysis of performance factors in line bisection tasks. *Neuropsychologia*, 38(1), 93 – 110.
- Ktori, M., Bertrand, D., & Grainger, J. (2018). What's special about orthographic processing? Further evidence from transposition effects in same-different matching. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 72(7), 1780 – 1789.
- Li, X., & Pollatsek, A. (2020). An integrated model of word processing and eye-movement control during Chinese reading. *Psychological Review*, 127(6), 1139 – 1162.
- Oksama, L., & Hyönä, J. (2015). Position tracking and identity tracking are separate systems: Evidence from eye movements. *Cognition*, 146, 393 – 409.
- Perfetti, C. A., & Tan, L. H. (1998). The time course of graphic, phonological, and semantic activation in Chinese character identification. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 24(1), 101 – 118.
- Perry, C., Ziegler, J. C., & Zorzi, M. (2010). Beyond single syllables: Large-scale modeling of reading aloud with the connectionist dual process (CDP++) model. *Cognitive Psychology*, 61(2), 106 – 151.
- Rinaldi, L., Di Luca, S., Henik, A., & Girelli, L. (2014). Reading direction shifts visuospatial attention: An interactive account of attentional biases. *Acta Psychologica*, 151, 98 – 105.
- Rumelhart, D. E., & McClelland, J. L. (1982). An interactive activation model of context effects in letter perception: Part 2. The contextual enhancement effect and some tests and extensions of the model. *Psychological Review*, 89(1), 60 – 94.
- Scaltritti, M., Dufau, S., & Grainger, J. (2018). Stimulus orientation and the first-letter advantage. *Acta Psychologica*, 183, 37 – 42.
- Schubert, T., Badcock, N., & Kohnen, S. (2017). Development of children's identity and position processing for letter, digit, and symbol strings: A cross-sectional study of the primary school years. *Journal of Experimental Child Psychology*, 162, 163 – 180.
- Shen, H. Y. (2019). The image and the meaning of the Chinese character for 'enlightenment'. *Journal of Analytical Psychology*, 64(1), 32 – 42.
- Tydgat, I., & Grainger, J. (2009). Serial position effects in the identification of letters, digits, and symbols. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 35

- (2), 480 – 498.
- Winkel, H., Ratitamkul, T., & Perea, M. (2017). Can the first letter advantage be shaped by script – specific characteristics? *Journal of Experimental Psychology Learning Memory and Cognition*, 44(3), 1 – 26.
- Ziegler, J. C., Pech – Georgel, C., Dufau, S., & Grainger, J. (2010). Rapid processing of letters, digits, and symbols: What purely visual – attentional deficit in developmental dyslexia? *Developmental Science*, 13(4), F8 – F14.

The Identity and Position Processing for Chinese Character, Digit, and Symbol Strings ——Special Mechanism of Chinese Reading

Zhang Yancui^{1,2}, Jiang Ying¹, Dong Qing¹, Wang Jingxin¹

(1. Faculty of Psychology, Tianjin Normal University, Tianjin 300387;

2. College of Humanities, Tianjin Agricultural University, Tianjin 300392)

Abstract: It is still unclear what differences exist in the identity and position processing of Chinese characters, digits and symbols, and whether they perform differently in different presentation modes. We conducted two experiments (random strings aligned horizontally and vertically) using a nine – alternative forced – choice (9AFC) partial reporting task to explore this issue. The results showed that horizontal presentation had more advantages for identity and position processing of different types of strings. The processing of digits showed absolute superiority in different presentation modes, and there was a first position advantage in horizontal presentation. This indicates that there is possibility for the theory of "Modified Receptive Field" to explain the serial position effect for digits in Chinese language region. Chinese characters were more similar to symbols, but they had better position processing and more obvious left fixation (including fixation) advantage in horizontal presentation, which may be the special mechanism of Chinese reading.

Key words: Chinese characters; digits; symbols; identity information; position information

(上接第 495 页)

袁洪娟. (2011). 哈佛博士呼吁阅读《老子》. *中国道教*, (2), 37.

张增田. (1996). 周易的刚与柔. *周易研究*, (4), 57 – 65.

张庆. (2008). 以色列发展儿童心理弹性教育的启示. *外国中小学教育*, (6), 28 – 32 + 36.

Lao – Tzu 's Thought of Keeping Flexibility and Its Implications for Family Education from the Perspective of Mental Resilience

Tian Rui

(School of Teacher Education, Taishan University, Tai'an 271000)

Abstract: Psychological resilience is a hot research topic in positive psychology, and its research trend is approaching Lao – Tzu 's view of keeping soft. "Toughness" is "soft" the most basic semantic, Sophie is a mild toughness, with elastic characteristics, dynamic regulation is a positive attitude to external stimuli and adapt, reflected in the strong penetration, obedient, melt in the hold, in the mild in to the desire to static, altruism, in place of community psychological elastic connotation in the integration. Based on this, the flexible family education strategy can be: cognitive presupposition of flexibility, that is, the rational guidance of parents to promote children's adaptability; Emotional flexibility, that is, the positive attitude of parents to induce children's enthusiasm; Flexible expansion of communication, that is, parents' accessibility to enhance children's plasticity; Dynamic elastic support, that is, the flexible operation of parents to improve the child's resistance to pressure.

Key words: psychological resilience; Lao – Tzu; keep the gentle; toughness; the family education