

三、五年级儿童形声字识别中形旁和声旁家族效应^{*}

李天虹 李昀松 吴岩^{**}

(东北师范大学心理学院, 长春, 130024)

摘 要 采用2(年级)×2(声旁家族)×2(形旁家族)三因素混合实验设计,考察了三、五年级儿童在形声字识别中形旁和声旁的家族效应。结果发现,三年级儿童在声旁大家族条件下,对形旁大家族字的反应快于小家族字,是一种促进效应。五年级儿童则在声旁小家族条件下,对形旁小家族字的反应快于大家族字,表现为抑制效应。但在三年级形旁家族效应可独立发挥作用,而在五年级此效应消失。说明声旁和形旁家族共同影响形声字识别,而随着年龄的增长,家族效应由促进向抑制转换。

关键词 儿童 声旁家族 形旁家族 形声字识别

1 前言

正字法通常指文字的形体标准和书写规则。在英文中,单词是由字母按照一定顺序排列组成,例如,who和how虽然共享相同的字母,但却是两个不同的词汇。而在汉语中,约90%以上的汉字是由部件组成的,部件又可以进一步被拆分为笔画,比如“铜”可以拆分成部件“钅”和“同”。字词识别需要正字法信息的解码,通过正字法信息通达语音和语义。

以往研究发现在字词识别中,与目标字词存在正字法相似的邻近词会迅速激活,进而促进或者抑制当前目标字词的识别(Andrews, 1997)。正字法邻近词或称相似词的多少就是家族大小(neighborhood size),在拼音文字中体现为通过改变单词中的一个字母但不改变其所在位置而形成的单词集,例如:harp的正字法家族包括hard、harm和hark等(Adelman & Brown, 2007)。在汉字研究中比较复杂,一些研究通过操纵相同声旁所组成字

的多少获得正字法家族,如请、情、清、猜等(Chang et al., 2016)。

在成熟阅读者中,研究者通过词汇判断、语义分类以及命名任务等,对家族效应进行了探讨(Balota et al., 2004)。发现家族效应可能促进词汇识别也可能抑制整词的识别,促进效应指个体对来自大家族的字词反应更快,抑制则指个体对来自大家族的字词反应更慢。后继的研究认为促进或抑制效应和目标词词频有关,当目标词频率较低,家族中存在高频词时,高频词的激活抑制了目标词的激活;相反,当目标词词频较高时,没有来自家族中其他词汇的抑制,或者抑制较小时,则表现为促进效应(Li et al., 2011)。总的来说,来自熟练阅读者的研究肯定了正字法家族大小在字词识别中的作用。

而对于初始阅读者来说,相关研究也表明,儿童正字法知识的获得也是影响阅读发展的重要因素(Castles et al., 2007)。并且,相比于成人,儿童的

^{*} 本研究得到中央高校基本科研业务费专项资金的资助。

^{**} 通讯作者: 吴岩, E-mail: wuy399@nenu.edu.cn

DOI:10.16719/j.cnki.1671-6981.20210311

表 1 实验材料样例和属性

	H-H (沙)	H-L (椅)	L-H (衬)	L-L (师)
三年级笔画	7.70 (1.99)	7.70 (1.91)	8.04 (2.25)	7.91 (1.51)
三年级熟悉性	1.18 (.30)	1.18 (.19)	1.13 (.11)	1.11 (.09)
三年级字频	4.74 (.62)	4.63 (.67)	4.46 (.68)	4.56 (.60)
五年级笔画	7.70 (1.98)	8.17 (2.02)	8.04 (2.08)	7.78 (1.54)
五年级熟悉性	1.19 (.22)	1.15 (.19)	1.15 (.21)	1.10 (.10)
五年级字频	4.48 (.78)	4.28 (.81)	4.41 (.75)	4.52 (.60)

注：括号内值为标准差，H-H 为形旁大家族声旁大家族，H-L 为形旁大家族声旁小家族，L-H 为形旁小家族声旁大家族，L-L 为形旁小家族声旁小家族。

显著 $F(3, 88) = .223, p > .05$ 。频率：年级主效应不显著 $F(1, 183) = .751, p > .05$ ，汉字类型主效应不显著 $F(3, 88) = .905, p > .05$ ，两者交互作用不显著 $F(3, 88) = .264, p > .05$ 。

由于实验采用汉字识别任务，要求被试对目标刺激进行真假字判断，另制作了 92 个假字。这些假字是人为的将形旁和声旁组合，词典中并不存在，但符合正字法规则。均为形旁在左，声旁在右。组成假字的形旁和声旁均为目标材料中出现过的。

2.3 实验程序

采用 E-Prime 1.1 软件进行实验编程，通过台式计算机显示屏呈现刺激，所有刺激均为 46 号的黑底白字宋体。每个 trial 开始之前，首先呈现一个 500 ms 的注视点“+”，然后是 150 ms 的目标词，紧接着是 1500 ms 空屏。要求被试在目标字出现后立刻进行真假的判断，真字按“L”键，假字按“A”键。一旦被试按键，或者空屏呈现时间达到 1500 ms，会出现一个 1500 ms 的符号（~~），紧接着进入下一个 trial，具体流程可见图 1。实验共有 194 个刺激（真假词各一半），共分为三个 block，不同条件下的刺激随机呈现。每个 block 结束时，被试可以进行休息调整，休息时间根据儿童要求而定。为了让儿童熟悉实验任务和程序，正式开始之前有练习程序，整个实验约 15 分钟。

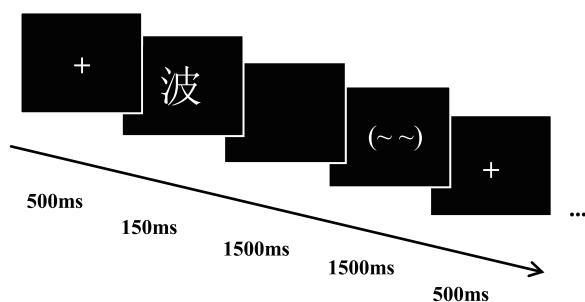


图 1 实验程序

3 结果

参照以往研究 (Ziegler et al., 2014)，删除错误率超过 40% 的被试（三年级 6 人，五年级 2 人）和项目（三年级 5 个，五年级 7 个）。如果错误率超过了 40%，则认为该儿童没有认真完成该实验或者是没有能力完成该实验。反应时分析剔除错误反应及平均反应时 ± 2.5 个标准差之外的数据，最终三、五年级剔除率分别为 17.9% 和 14.2%。

本研究数据分析基于 R 语言环境下的线性混合模型进行分析，同时基于被试和项目对变量进行考量。为了消除原始反应时数据固有的正偏态分布和非正态分布，我们将原始反应时数据进行对数转换（log-transformed RTs）。基于线性混合模型（linear mixed model, LMMN）和广义线性模型（generalized linear mixed model, GLMM）分别对反应时和正确率进行建模，采用 lmer4 数据处理包和 lmerTest 数据处理包对数据进行分析。各条件下的原始反应时和正确率见表 2。

3.1 反应时结果

在模型中，将对数转换后的反应时作为因变量，年级、声旁家族和形旁家族三个变量是预测因子。采用模型比较的方法来评价数据对三个解释变量及其相互作用是否使模型拟合。最后，最佳拟合模型为年级、声旁家族、形旁家族以及三者之间的交互作用作为固定效应，被试和项目作为随机因子，随机效应中仅添加形旁家族为被试的随机斜率。

结果显示形旁家族主效应显著 ($b = 29.68, SE = 10.10, t = 2.94, p < .01$)，被试对形旁大家族字的反应显著快于形旁小家族字，表现出了促进效应。声旁家族主效应不显著 ($b = 17.12, SE = 9.88, t = 1.74, p > .05$)。形旁家族和声旁家族交互作用显著 ($b = -32.02, SE = 13.82, t = -2.32, p < .05$)，简单效应检验发现，当声旁的家族较大时，儿童对形旁大家族形

声字的识别快于形旁小家族 ($p < .05$)；当声旁家族较小时，两者无差异 ($p > .05$)。同样，当形旁家族较大时，儿童对声旁大家族字的反应快于小家族字 ($p = .05$)；当形旁家族较小时，无显著差异 ($p > .05$)。此外，年级和形旁家族交互作用也显著 ($b = -19.20, SE = 9.71, t = -1.98, p < .05$)，简单效应分析显示，在三年级儿童中形旁家族主效应显著 ($b = 31.90, SE = 10.39, t = 3.07, p < .01$)，对形旁大家族字的反应显著快于小家族字。在五年级儿童中形旁家族主效应不显著 ($b = 10.12, SE = 11.93, t = .85, p > .05$)。

为了进一步比较两个年级的形旁和声旁家族效应的发展趋势，我们将两个年级拆分后进行分析。对于三年级儿童来说，形旁家族主效应显著 ($b = 31.90, SE = 10.39, t = 3.02, p < .01$)。声旁家族主效应不显著 ($b = 17.72, SE = 10.14, t = 1.75, p > .05$)。声旁家族和形旁家族交互作用显著 ($b = -32.09, SE = 14.16, t = -2.67, p < .05$)。进一步分析显示，在声旁大家族条件下，儿童对形旁家族的反应快于小家族 ($p < .01$)，表现为促进效应。对于五年级儿童来说，声旁家族和形旁家族交互作用显著 ($b = -34.06, SE = 16.39, t = -2.08, p < .05$)。进一步分析显示，在声旁小家族条件下，儿童对形旁小家族字的反应快于大家族字 ($p < .05$)，表现为抑制效应。可见图 2。

3.2 正确率结果

由于正确率是非连续变量，需要用广义线性模型 (generalized linear mixed model, GLMM) 对数据

进行分析。优先考虑建构全模型，但由于模型无法收敛，接着进行模型简化，最终仅有一个模型可以收敛。所以，最佳拟合模型为，年级、声旁家族、形旁家族以及三者之间的相互作用作为固定效应，被试和项目作为随机因子，随机效应中仅添加声旁家族为被试的随机斜率。

模型结果显示年级主效应不显著 ($b = .33, SE = 0.20, z = 1.67, p > .05$)，声旁家族主效应不显著 ($b = -.10, SE = 0.18, z = -1.25, p > .05$)，形旁家族主效应不显著 ($b = -.23, SE = .18, z = -.54, p > .05$)，两者交互作用不显著 ($b = .14, SE = .25, z = .55, p > .05$)。同样，我们进一步将两个年级拆分后进行分析。在三年级儿童中仅发现形旁家族主效应边缘显著 ($b = -.30, SE = .16, t = -1.87, p = .06$)，对形旁家族的反应正确率更高，表现出促进效应。对于五年级儿童来说，主效应和交互效应均不显著 ($ps > .05$)。

4 讨论

本研究在三、五年级儿童中探讨了声旁和形旁家族大小在形声字识别中的作用。首先，在三、五年级中都没有发现显著的声旁家族效应，声旁的的作用仅表现在对形旁家族效应的调节上。在三年级儿童中我们发现了独立的形旁家族效应，但在五年级这种效应消失。三、五年级中都发现了形旁家族和声旁家族的交互作用，但交互趋势却截然不同。三年级儿童在声旁大家族条件下，对形旁大家族字的反应显著快于小家族，表现为一种促进效应。而五

表 2 三、五年级儿童反应时和正确率

		H-H	H-L	L-H	L-L
三年级	反应时	658 (174)	673 (181)	691 (188)	675 (180)
	正确率	.86 (.35)	.84 (.37)	.82 (.38)	.83 (.38)
五年级	反应时	631 (154)	649 (156)	642 (153)	626 (145)
	正确率	.88 (.33)	.87 (.34)	.87 (.34)	.89 (.32)

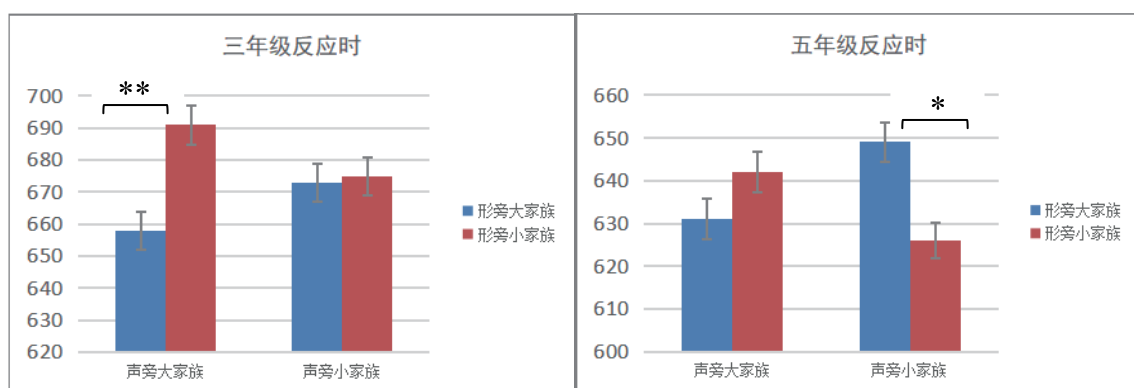


图 2 以反应时为指标，三、五年级儿童声旁与形旁家族交互作用

年级儿童却在声旁小家族条件下,对形旁小家族字的反应快于声旁大家族,表现为一种抑制效应。总的来说,形旁家族稳定地影响着三、五年级儿童的形声字识别,但受到声旁家族的调节作用。并且,随着年龄的增长,家族效应会逐渐由促进向抑制转变。

首先,三年级儿童可以单独利用形旁信息进行形声字识别,但不能单独提取声旁信息进行加工。而在五年级儿童中,形旁和声旁趋于相互协调产生作用,不存在独立的主效应。我们认为这和儿童的语文学习有关,据了解在目前的部编版教材中,由于低年级儿童教材中非形声字和发音不规则汉字的比例较高,低年级儿童掌握形声字中声旁表音规律的可能性很小。而随着年龄的升高,形声字比例升高,且发音规则的形声字增多。儿童更有可能利用声旁表音的线索去识别形声字,从而增强对声旁功能的依赖(舒华等,1998)。这也可以进一步解释三年级儿童表现出了独立形旁家族主效应,而在五年级仅存在交互作用。这说明随着对形声字的深入学习,形旁和声旁的作用会发生变化。这一观点也得到了来自成人研究证据的支持,例如王娟等(2019)在研究中发现形旁家族和声旁家族的交互作用,也发现了声旁家族的主效应。说明当儿童发展为熟练阅读者时,声旁的效应确实有所提升。

然而,值得注意的是,当前结果和Zhao等(2012)的研究结果有所出入,通过操纵声旁家族大小,Zhao等在三年级儿童中发现了声旁家族效应。两研究结果的不同可能原因在于本研究同时操纵了声旁家族和形旁家族,而Zhao等人仅操纵了声旁家族,忽略了形旁家族。因此,三年级儿童中表现出来的声旁家族效应很难排除形旁家族的影响,正如我们之前发现形旁家族和声旁家族在两个年级都存在交互作用一样,声旁的效应可能是一种交互作用。本研究结果支持了吴岩等(2019)的研究结果,此研究发现形旁语义在三、五年级儿童汉字识别过程中可以激活并发挥重要作用,也进一步肯定了儿童在形声字识别中形旁的重要作用。然而,已有研究关于形声字识别中声旁优势论和形旁优势论一直存在争议。首先,支持声旁优势论的研究主要基于成年人。并且,一定程度上受到了实验任务偏向或者实验材料的引导。例如,王协顺等(2016)探讨声旁和形旁结合率对形声字影响的研究中,挑选的形声字中声旁笔画显著高于形旁笔画,结果也发现了声旁的

效应激活更早且持续更久。研究者认为声旁笔画相对复杂会占据更多的注意资源进而出现声旁优势。当前研究对象为发展中的儿童,心理词典对声旁和形旁的建构尚在进行中,与成人相比可能会存在一定的差异。并且,实验材料(声旁与形旁笔画分别为4.3和3.6,差异较小)和实验任务的选取都比较中性,所以声旁加工的优势也会有所减弱。基于当前结果,我们认为在形声字识别中声旁和形旁相互影响共同发挥作用,但在低年级儿童群体中形旁更具有优势。

有趣的是,年级进行拆分后分析却发现了三、五年级儿童截然不同的家族效应。三年级儿童形旁家族主效应表现为一种促进效应,即大家族形旁促进形声字的加工,交互作用时也是形旁大家族促进形声字识别。而五年级儿童则表现为家族效应的抑制作用,主要体现为在声旁小家族时,形旁小家族相比大家族更有利于形声字的识别。这一结果首先说明,随着年龄的增长家族效应逐渐由促进向抑制转变,与Zhao等(2012)得到的儿童家族效应的发展趋势结论一致。这一发展趋势可以从儿童当前所处阅读水平的角度进行解释。根据Castles等(1999)提出的词汇调谐假说,随着儿童阅读能力的提高,心理词典中的正字法建构会逐渐完善。为了适应儿童词汇量的增长,词汇识别系统会自动做出调整。他们认为在儿童早期的单词识别中,该系统可以使用相当宽泛的标准,激活正字法相似的家族词越多越有利于通达目标词。这是因为在早期阶段,与目标词外形相似的许多竞争词尚未进入读者的词汇表。因此,采用宽松的标准既不影响准确性,又可以提高单词识别的效率。但是,随着书面词汇量的增长,系统必须适应心理词典中更多相似竞争词的存在,因此要严格控制激活相似词的标准,以保持最大的准确性。也就是说,在阅读发展过程中,心理词典中的正字法表征应是从宽泛调谐(broad-tuning)到精细调谐(fine-tuning)过渡的。由于三年级儿童能力有限,会采用宽泛调谐的正字法表征去加工家族词,此时激活正字法相似的家族词越多越有利于词汇识别。所以,表现出形旁家族效应的促进作用。而五年级儿童更倾向使用精细调谐的正字法表征去加工目标词,正字法相似词的激活标准十分严格,表现出形旁家族效应的抑制作用。本研究中不同年级儿童家族效应的变化趋势为词汇调谐假说提供支持。但值得注意的是,三、五年级儿童出现促进或

抑制的家族效应是基于声旁家族大小调节的不同前提。这也进一步反映出,在儿童形声字的识别中声旁和形旁的作用并非彼此制约,而是相互依存的关系。

在拼音文字中,Laxon等(1988)在8至10岁的英语为母语的儿童中发现了家族效应的促进作用。相关研究还表明,随着年龄的增长,家族促进效应会在中等水平和熟练阅读者中逐渐消失(Perea & Estévez, 2008)。例如,Castles(1999)采用启动范式去观察家族效应。结果发先在大家族词中二、四和六年级儿童相比成人会引发更大的启动效应。以及,Marinelli等(2013)在低频条件下观察到了阅读障碍儿童的家族效应,而正常儿童中则没有发现家族效应。可见,以往来自英语的研究结果也证实了儿童阅读水平与正字法家族效应的关系。

综上所述,本研究结果肯定了儿童形声字识别中声旁家族和形旁家族的重要作用。丰富了当前汉语正字法家族效应的研究成果,尤其是肯定了儿童形声字识别中形旁家族发挥更重要作用。并且为词汇调谐假说合理解释汉语家族效应提供了一定的依据。

5 结论

本研究在三、五年级儿童中探讨了声旁和形旁家族大小在形声字识别中的作用。结果表明,声旁和形旁家族共同影响形声字识别,但在三年级儿童中,形旁家族效应可以不依赖于声旁家族单独发挥作用,五年级儿童中独立的形旁家族效应消失。并且,随着年龄的增长,家族效应由促进向抑制转换。

参考文献

- 舒华,武宁宁,郑先隼,周晓林.(1998).小学汉字形声字表音特点及其分布的研究.《语言文字应用》,2,65-70.
- 王娟,马雪梅,李兵兵,张积家.(2019).汉字形声字识别中义符和声符的家族效应.《心理学报》,51(8),857-868.
- 王协顺,吴岩,赵思敏,倪超,张明.(2016).形旁和声旁在形声字识别中的作用.《心理学报》,48(2),130-140.
- 吴岩,李天虹,高约飞.(2019).二、三和五年级儿童对形旁语义的加工.《心理科学》,42(2),322-328.
- Adelman, J. S., & Brown, G. D. (2007). Phonographic neighbors, not orthographic neighbors, determine word naming latencies. *Psychonomic Bulletin and Review*, 14(3), 455-459.
- Andrews, S. (1997). The effect of orthographic similarity on lexical retrieval: Resolving neighborhood conflicts. *Psychonomic Bulletin and Review*, 4(4), 439-461.
- Balota, D. A., Cortese, M. J., Sergent-Marshall, S. D., Spieler, D. H., & Yap, M. J. (2004). Visual word recognition of single-syllable words. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133(2), 283-316.
- Castles, A. (1999). Neighbourhood effects on masked form priming in developing readers. *Language and Cognitive Processes*, 14(2), 201-224.
- Castles, A., Davis, C., Cavalot, P., & Forster, K. (2007). Tracking the acquisition of orthographic skills in developing readers: Masked priming effects. *Journal of Experimental Child Psychology*, 97(3), 165-182.
- Chang, Y. N., Welbourne, S., & Lee, C. Y. (2016). Exploring orthographic neighborhood size effects in a computational model of Chinese character naming. *Cognitive Psychology*, 91, 1-23.
- Hung, Y. H., Hung, D. L., Tzeng, O. J. L., & Wu, D. H. (2014). Tracking the temporal dynamics of the processing of phonetic and semantic radicals in Chinese character recognition by MEG. *Journal of Neurolinguistics*, 29, 42-65.
- Laxon, V. J., Coltheart, V., & Keating, C. (1988). Children find friendly words friendly too: Words with many orthographic neighbours are easier to read and spell. *British Journal of Educational Psychology*, 58(1), 103-119.
- Li, Q. L., Bi, H. Y., Wei, T. Q., & Chen, B. G. (2011). Orthographic neighborhood size effect in Chinese character naming: Orthographic and phonological activations. *Acta Psychologica*, 136(1), 35-41.
- Marinelli, C. V., Traficante, D., Zoccolotti, P., & Burani, C. (2013). Orthographic neighborhood-size effects on the reading aloud of Italian children with and without dyslexia. *Scientific Studies of Reading*, 17(5), 333-349.
- Perea, M., & Estévez, A. (2008). Transposed-letter similarity effects in naming pseudowords: Evidence from children and adults. *European Journal of Cognitive Psychology*, 20(1), 33-46.
- Wang, X. S., Pei, M., Wu, Y., & Su, Y. J. (2017). Semantic radicals contribute more than phonetic radicals to the recognition of Chinese phonograms: Behavioral and ERP evidence in a factorial study. *Frontiers in Psychology*, 8, 2230.
- Williams, C., & Bever, T. (2010). Chinese character decoding: A semantic bias? *Reading and Writing*, 23(5), 589-605.
- Wu, X. C., Li, W. L., & Anderson, R. C. (1999). Reading instruction in China. *Journal of Curriculum Studies*, 31(5), 571-586.
- Zhao, J., Li, Q. L., & Bi, H. Y. (2012). The characteristics of Chinese orthographic neighborhood size effect for developing readers. *PLoS ONE*, 7(10), 1-5.
- Ziegler, J. C., Bertrand, D., Lété, B., & Grainger, J. (2014). Orthographic and phonological contributions to reading development: Tracking developmental trajectories using masked priming. *Developmental Psychology*, 50(4), 1026-1036.

The Neighborhood Effect of Semantic and Phonetic Radicals in Phonogram Recognition among Third and Fifth Grade Children

Li Tianhong, Li Yunsong, Wu Yan

(School of Psychology, Northeast Normal University, Changchun, 130024)

Abstract Although orthographic neighborhood (N) size effects have been extensively studied in phonogram recognition, little research explored the processing of the orthographic neighbors in typically developing readers. Phonograms are the most common Chinese characters that children learn during the elementary school, which are comprised of a semantic radical and a phonetic radical. However, most of these researchers mainly focused on phonetic radical neighbors which ignoring the effect of semantic radical neighbors. Thus, this study attempted to investigate the comprehensive effect of semantic and phonetic neighbors in Chinese phonogram recognition among the developing readers.

A two (grade: third vs. fifth) \times two (semantic neighbors: high vs. low) \times two (phonetic neighbors: high vs. low) triple factors mixed experimental design was adopted. Four conditions were formed by crossing semantic neighbors and phonetic neighbors: H-H (phonogram comprised of a high semantic neighbor and a high phonetic neighbor), H-L (phonogram comprised of a high semantic neighbor and a low phonetic neighbor), L-H (phonogram comprised of a low semantic neighbor and a high phonetic neighbor), L-L (phonogram comprised of a low semantic neighbor and a low phonetic neighbor). The mean character frequency, stroke number and character familiarity were balanced across these four types of words. Eprime1.1 software was used for programming. Each trial began with a fixation cross in the center of the screen for 500 ms, which was then replaced by the target word presented for 150 ms. The blank appeared immediately after the target and stayed on the screen until participants responded, or for 1500 ms when no responses were made. Subsequently, the blank was replaced by a signal (~ ~) for 1500 ms. The participants were required to judge whether the targets presented on the screen were real characters by pressing the corresponding keys as quickly and accurately as possible.

Firstly, significant interaction between grade and semantic neighbor were found for reaction time. Further analysis revealed significant main effect of semantic neighbor in grade 3, the characters with high semantic neighbors (H-H, H-L) showed the faster reaction time than the characters with low semantic neighbors (L-H, L-L), but not in grade 5. Besides, significant interaction between semantic neighbors and phonetic neighbors were also found for reaction time. Further analysis showed that when the character was high phonetic neighbors (H-H, H-L), the characters with the high semantic neighbor (H-H) showed the fast reaction time than the characters with low semantic neighbor (H-L) for grade 3 students, revealing a facilitatory neighborhood size effect. In contrast, when the character was low phonetic neighbors (H-H, H-L), the characters with the low semantic neighbor (H-H) showed the fast reaction time than the characters with high semantic neighbor (H-L) for grade 5 students, revealing an inhibitory neighborhood size effect.

These results suggest that, the effect of the neighborhood size of semantic radicals is modulated by the neighborhood size of phonetic radicals in Chinese phonogram character recognition among grade 3 and grade 5 children. Besides, the grade 3 readers rely on the semantic neighbors to identity a Chinese character more than the grade 5 readers. With the development of reading skills, the effect of phonetic neighbors is strengthened. The change from facilitation to inhibition of neighborhood size effect across grades provides the evidence for the lexical tuning theory, in which researchers argued the transition from broadly tuned to finely tuned lexical representation in reading development.

Key words phonogram, semantic neighbor, phonetic neighbor, children