

# 儿童汉字练习：纸笔手写与键盘拼音输入的效果比较\*

陈京军<sup>1</sup> 许磊<sup>2,3</sup> 程晓荣<sup>2</sup> 刘华山<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>湖南科技大学教育学院心理学系, 湘潭 411201) (<sup>2</sup>华中师范大学心理学院, 武汉 430079)

(<sup>3</sup>江汉大学教育学院, 武汉 430056)

**摘要** 在学校情境下, 采用纸笔手写和键盘拼音输入练习汉字的实验任务, 比较了 75 名小学六年级儿童在两种练习方式下的汉字学习及复习效果, 并进行了保持效果的追踪。结果发现, 纸笔手写和键盘拼音输入对儿童的汉字复习具有同等积极作用, 在再认选择和回忆书写上效果均相当; 对儿童的汉字学习积极作用不一致: 在再认选择上两者积极效果相当, 但在回忆书写上, 手写明显优于拼音输入。另外, 经纸笔手写和键盘拼音输入复习和学习的汉字, 其记忆保持随时间变化的趋势一致。以上结果说明了对具有书面语言经验的儿童, 拼音输入与手写都有助于形成和巩固汉字在心理词典中的义音形联结, 但手写动作更有利于汉字从正字法代码向书写动作程序的转换; “提笔忘字”现象可能是正字法遗忘的结果, 并非由使用拼音输入法造成。

**关键词** 纸笔手写; 拼音输入; 汉字; 再认; 书写; “提笔忘字”

**分类号** G442

## 1 引言

基于数字设备和网络的文字信息处理及社会交互方式的运用, 使人们对语言文字的运用呈现出一个重要的变化: 在办公、作业和社会交互中的书面语言产生(written language production)中, 传统的纸笔手写(handwriting)方式逐渐被键盘(或虚拟键盘)输入(keyboarding/typing)方式所代替, 该趋势正蔓延至基础学校中的少年儿童(Longcamp, Zerbato-Poudou, & Velay, 2005)。

从外在书写方式看, 键盘输入相对于手写有其独特的优势(例如速度以及可辨性等), 但过度使用键盘则可能导致手写的速度和流畅性下降, 书写动作技能退化(Sülzenbrück, Hegele, Rinkeauer, & Heuer, 2011)。从内在心理表征看, 多感觉通道教学(multi-sensory teaching)理论认为, 手写(或描绘)单词的字母形状和顺序为拼写和发音之间的联结提供了很重要的额外作用(Shahar-Yames & Share, 2008)。有研究者(Masterson & Apel, 2006)假设, 字

词心理表征中可能存在着手写动作成分, 手写包含的操作动作在促进记忆的编码和(或)提取方面可能具有键入所没有的优势, 即“手写动作优势假说”。如是, 键盘敲击代替手写改变学习的动作条件, 可能会影响字词的心理表征(Longcamp, Boucard, Gilhodes, & Velay, 2006), 甚至在更为广泛的层面对个体产生深刻的影响(Konnikova, 2014)。

国外研究者已经注意到, 键入和手写在单词和字母学习方面可能存在一定的效果差别。早在 1990 年, Cunningham 和 Stanovich (1990)就采用被试内设计, 考察了小学一年级学生分别用手写、计算机输入和字母方块排列方法学习拼写的效果, 发现手写与键入的后测再认成绩相当, 但拼写成绩显著优于计算机键盘输入。由于该研究并没有控制被试对实验字词的先前认知水平, 且训练时间较短, 加之儿童可能因年龄小易受键入技能制约而在学习中心分, 导致学习率较低, 因而受到质疑。随后, Vaugh, Schumm 和 Gordon (1992, 1993)将对象扩展为小学三、四年级普通学生及学习失能儿童, 并对

收稿日期: 2015-08-10

\* 国家自然科学基金(71473079)、湖南省社会科学基金(13YBB085)资助。

许磊为共同第一作者。

通讯作者: 刘华山, E-mail: hsluopsycho@263.net

实验设计进行了一系列改进,如通过前测筛选出所有被试均不认识的单词,以控制先前正字法经验;在训练中为学生提供个性化词表等个别化反馈以提高学习效率;为学生提供检查错误的机会;提供清楚的反馈和错误分析;减少目标词的支持信息直到学生在没有范例时也可拼写正确等等,结果发现,手写和键盘输入学习后的再认和拼写均不存在显著的差异。也有研究者(Stainthorp, 1997)考虑到,前述 Cunningham 和 Stanovich (1990)所发现的拼写学习中,手写优于键入的结果可能是由于键入拼写缺乏动作反馈所造成的,那么对键入进行反馈的补偿可能有不一样的结果。于是,Stainthorp (1997)以二年级儿童为对象,在键入时增加语音反馈以改变训练条件,结果同样发现手写和键盘输入的学习效果不存在差异。接下来,研究者使用更小单元的实验材料——字母或符号,并将对象进一步扩展至学前儿童和成人,比较其通过手写和输入两种方式学习新字母或符号形状后的再认成绩,结果发现大龄幼儿及成人的手写训练均优于键盘输入(Longcamp et al., 2005, 2006)。有关对学习新字母形状的脑功能成像研究(Longcamp et al., 2008; James & Engelhardt, 2012)也指出,动作成分可能是儿童早期大脑进行字母加工的重要补充,动作和视觉的联系相当重要,他们发现:手写字母相对于键盘敲击更多激活了包含执行、想象和动作监控的大脑区域,如左布洛卡区和双侧顶下小叶区。尽管如此,对比字母更复杂的单词正字法学习而言,研究者(Ouellette & Tims, 2014)以新造非词为学习材料,以小学二年级学生为对象,预先测试并平衡了儿童先前的拼写、阅读和键入技能,发现手写和键盘输入练习在后续的再认及拼写上依然具有同等的效果。

总而言之,针对英文字母与单词的手写和键入学习的比较研究得到的结果并不一致:字母手写训练后的再认成绩要优于键入,支持了“手写动作优势假说”;但在单词的学习中,手写与键入具有同等的再认及拼写效果,对该假说提出了挑战。不一致的研究结果首先可能与英文单词仅由字母按顺序构成的形态有关。对字母学习而言,空间形状是重要的表征成分,手写动作轨迹对建立字母的空间信息表征可能具有重要作用(Longcamp et al., 2005);但对单词学习而言,单词形状只是不同字母按先后顺序的排列组合,字母表征是单词表征的重要基础。在被试均已存在字母正确表征的情况下,单词学习只是掌握字母顺序和音形联结,这只需要视觉

呈现和发音联合即可,与动作成分关联不大。手写或者键入实际上都包含根据发音按字母顺序产生单词的过程(Ouellette & Tims, 2014),动作成分的不同并不足以改变单词产生的认知过程。因而,只要个体存在正确的字母表征,英文单词的学习就几乎不受练习动作方式的局限。英文单词由字母按顺序构成的这种形态,可能使单词的学习对练习动作方式并不敏感。其次,不一致的研究结果也可能与英文单词的强音形联系特点有关。英文属于拼音文字,存在着比较透明的“形音对应规则”(张清芳,杨玉芳,2006),可以根据发音直接转换为字形。在前述以新字母为材料的研究中,实验者试图避免语音的影响,仅要求被试学习字母形状而不提供字母发音,虽然发现了手写的优势效应,但这并不符合字词学习的实际;而在单词材料的学习中,由于被试已掌握字母或字母组合的发音,因此无论是采取手写还是键入方式学习,都可能在拼写学习中进行音形对应转换,从而不能排除语音对拼写的作用,可能弱化或掩盖练习方式的效应。

利用汉字作为学习材料则可能避免上述问题,以进一步考察“手写动作优势”存在的可能性及其条件。第一,汉字的形状较之英文单词更为复杂。汉字为平面型文字,以笔划部首为基础,由于其方块特征,每个汉字的笔划部首空间组合关系都不一样,即使个体已具有汉字笔划部首的表征,对新汉字的学习仍然需要重新掌握笔划部首间新的空间关系,手写汉字的过程相比键入包含了笔划轨迹、顺序和位置等更为细致的空间动作和视觉联合,可能对正字法表征产生更大影响,因此动作成分的作用对汉字学习可能更为敏感。此外,由于键盘上并没有汉字,较英文手写与键入而言,键入与手写汉字的认知过程间存在更大的差别。以青少年群体广泛使用的拼音输入法为例(作者前期调查发现使用率为98%),其将传统手写汉字转变为键入拼音字母之后再选择字形的过程,更是分离了视觉字形和动作间的联合,键入的劣势可能因此更为明显。汉字形状的复杂性及拼音键入的特点决定了“手写动作优势”可能更容易体现在汉字的书写学习中。第二,汉语中不存在明显的形音对应规则,字形和语音之间的对应关系是模糊的(张清芳,杨玉芳,2006),使用汉字作为学习材料能够避免语音对练习方式效应的干扰作用。虽然汉字的学习是对形和音进行捆绑记忆的过程,涉及视觉和听觉两个通道信息的加工和捆绑(刘议泽,李燕,刘翔平,2014),

但由于语音的激活很难导致适当的字形激活(周晓林, 1997), 在汉字产生中几乎不存在音形的直接对应转换。个体即使在手写或键入过程中掌握了汉字的发音, 也很难直接将字音转换为字形, 从而更有利于揭示因练习方式的不同而可能导致的练习后再认或书写表现的差异。

针对手写与拼音键入汉字的具体认知过程来看, 依据书写产生理论模型(Bonin, Peereman, & Fayol, 2001), 手写产生汉字是从语义激活开始, 然后激活正字法, 同时自动激活语音, 而后通过外周动作加工程序(peripheral motor process)产出字形。因而可以预见到, 个体手写越频繁, 正字法表征就越深刻, 该表征与语义间的联系也会变得越强, 其与外周动作程序间的联系同样会变强。而拼音输入法产生汉字是先键入拼音后选择字形, 因而是先激活语义和语音, 正字法可能自动激活(周晓林, 庄捷, 吴佳音, 杨大赫, 2003), 而后由外周动作键入拼音字母, 再依据输入法软件提供的字形选择页面结合字义选择所需要的汉字, 实质上结合了言语产生和汉字识别两个过程。由于不需要手写动作, 拼音输入产生汉字缺乏了从正字法表征到外周动作程序的转换过程。这就意味着, 拼音输入同样的汉字越多, 汉字心理词典中的义、音、正字法间联结就越强, 但似乎并不能增强正字法与产出字形的外周动作程序间的联系。手写与拼音键入汉字的认知过程差异可能会给汉字的再认及书写带来与拼音文字不同的影响效果。

从再认方面来看, 其认知过程实质是汉字识别, 即从视觉字形开始, 激活正字法、字音和字义, 与外周动作程序并无关联。有以大学生为对象的研究(朱朝霞, 刘丽, 丁国盛, 彭聃龄, 2009)表明, 拼音输入法经验既能促进字音加工, 也能促进字形加工, 提示拼音输入法使用可能对再认有积极作用。也有研究者(Tan, Xu, Chang, & Siok, 2013)持相反观点, 他们以中国小学中高年级儿童为调查对象, 发现其拼音输入法的使用与字词阅读成绩之间存在负向关系, 认为拼音输入法阻碍了儿童的阅读获得, 提示拼音输入法的使用可能会对字词再认造成负面影响。其中, 后者采用的是调查法, 受不可控的因素影响较多, 如儿童先前字词认知水平、拼音输入时所从事的活动等等, 且更为重要的是儿童进行字词阅读测验的测试字并不等同于平时使用拼音输入的字, 结论有待进一步检验。实际上, 虽然手写和拼音输入汉字都是汉字产生的过程, 但研究者大

都认为中文字词心理词典中存在正字法、语音、语义之间的双向激活联系(Weekes, Yin, Su, & Chen, 2006), 如前所述, 手写与拼音输入汉字都可能增强心理词典中的语义、语音与正字法间的联结, 提示两种方式对字词再认或识别可能都具有类似的积极效果, 在再认方面可能并不存在“手写动作优势”。因此我们假设, 手写与拼音输入练习对汉字再认具有同等的积极作用。

从书写方面来看, 其认知过程实质属于汉字产生, 即从语义激活开始, 并激活正字法, 语音自动激活(Zhang & Damian, 2010; Qu, Damian, Zhang, & Zhu, 2011), 而后通过手写动作产生书面字形。张积家和李茂(2010)曾采用实验方法探讨了汉字输入法对汉字形、音、义联结的影响, 发现惯用拼音输入法被试心理词典中汉字的义音联结强于惯用五笔输入法被试, 义形联结则相反, 但未能明确说明长期使用拼音输入法是否弱化义形联结, 进而导致汉字书写困难。如前所述, 拼音输入虽然与手写一样可能加强了心理词典中语义和正字法的联系, 但其相比手写却缺少了从正字法表征到外周动作程序的转换。这就可能导致两个后果: 一是使用拼音输入法键入不熟悉字, 由于缺乏手写动作反馈, 在手写该字时可能更不容易产出书面字形; 二是长期使用拼音输入法键入熟悉字, 相对于惯于手写的个体而言, 由于外周动作程序可能得不到强化, 在需要手写汉字时, 可能更容易产生书写字形困难, 这就是所谓键盘时代下的“提笔忘字”现象。结合上述分析, 我们假设手写练习相对于拼音输入练习对书写的促进作用更大, 且更不容易导致书写遗忘, 即在书写方面有可能存在“手写动作优势”。

随着互联网络与通讯技术的普及, 我国青少年上网群体规模逐步增加, 据中国互联网信息中心(CNNIC)《2014年青少年上网行为研究报告》称, 截止2014年底, 青少年上网规模已达2.77亿, 而其中6~11岁儿童占比为7.5%, 将近2100万人。该阶段儿童正处于学习并掌握书面汉字的基础时期, 他们一方面在学校接受传统的识字和书写教学, 另一方面又在校外的互联网络应用中练习并运用拼音输入法键入汉字。对不太熟悉的字而言, 这种键入实际上是一种继续学习的过程; 对熟悉的字而言, 这种键入实际上是一种复习过程。那么, 结合前述假设, 儿童对不熟悉字采用手写与拼音输入两种方式学习, 会对后续的再认带来相当的积极影响, 而对书写带来不同的积极影响吗? 另一方面, 儿童对

已熟悉字采用手写与拼音输入两种方式复习, 是否也会对再认有同等作用, 而对书写则有不同的作用呢? 本研究拟通过回答上述问题, 在理论上, 以检验“手写动作优势假说”的适用范围; 在实践上, 为儿童是否适宜使用拼音输入法学习或运用中文提供一定的启示。

考虑到研究的生态学效度, 研究将采用学校教育情境下的自然实验来进行。特别是目前, 我国正式学校教育中专门采用拼音输入来学习新汉字的情况并不多见, 为尽量切合儿童在平时使用拼音输入法的实际情境, 研究在实验前先对儿童进行了传统的汉字教学, 并在此基础上将儿童区分为学过但未达标组和学过且已达标组。对未达标组而言, 后续练习类似于学习过程, 对已达标组而言, 后续练习类似于复习过程, 这样就可以在研究中兼具考察手写和拼音输入两种练习方式对儿童汉字学习以及复习后的再认和书写效果的影响。

## 2 方法

### 2.1 对象

湖南省郴州市苏仙区柿竹园学校 6 年级两个班共 75 名小学生, 其中 123 班 37 人(男生 17 人, 女生 20 人), 年龄分布在 10 岁 10 个月至 13 岁 3 个月之间, 平均约为 11 岁 8 个月; 124 班 38 人(男生 21 人, 女生 17 人), 年龄分布在 10 岁 10 个月至 12 岁 9 个月之间, 平均约为 11 岁 8 个月。两班上期末语文考试平均成绩在全区排序分别为第 5 和第 6 名, 语文成绩(有 1 人成绩缺失)的差异性检验表明不存在显著差异,  $t(72) = 0.80, p = 0.427$ 。之所以选择该学校 6 年级的儿童, 一方面是因为小学生对文字的掌握还未达到较高水平, 有利于汉字学习材料的选取; 另一方面是因为该校从 4 年级开始开设信息技术课教学生学习拼音输入法, 被试均有近两年的拼音键入学习经验, 已能较为熟练的使用拼音输入法, 不会因为对拼音输入不熟练而对学习产生限制(Ouellette & Tims, 2014)。

### 2.2 材料

从《汉字信息字典》(1988)中选取的 30 个低频字, 如“夯”。这 30 个字除“剷”、“邇”、“宥”在现代汉语语料库字频统计表中没有列出外(该库含 2000 万字语料, 见教育部语言文字应用研究所语料库在线网站, 其字频统计只列出在语料库中出现 5 次以上的字, 字频截止到 5709, 因而这 3 个字的字频排序均在 5709 以后), 其它 27 个字的字频排序范围在

2933 至 5655 之间( $M \pm SD = 4322.89 \pm 714.42$ )。其笔画数范围为 3 至 12 ( $M \pm SD = 8.33 \pm 2.20$ )。涵盖上下结构 12 个、左右结构 13 个、独立结构 4 个、半包围结构 1 个。

### 2.3 实验设计

先考察采用拼音输入和手写方式练习前后, 学过但未达标组儿童的学习进步效果以及学过且已达标组儿童的学习巩固效果, 检验学习的有效性, 即是否存在有效的学习和巩固。三因素混合设计, 自变量为掌握程度(被试间: 达标, 未达标)、练习方式(被试间: 键盘拼音输入, 传统手写)、时间(被试内: 练习前, 练习后), 因变量为书写测验得分。

再考察经两种方式练习后, 未达标组儿童和已达标组儿童在后续的再认选择(选择题测验)和回忆书写(填空题测验)上的表现, 分别探讨练习方式对学习和复习后再认及书写的影响, 检验练习方式在学习和复习过程中对再认及书写的不同作用。三因素混合设计, 自变量为掌握程度(被试间: 达标组, 未达标组)、练习方式(被试间: 键盘拼音输入, 传统手写)、测验题型(被试内: 选择题, 填空题), 因变量为测验得分。

最后分别探讨两种情况下的学习保持或遗忘情况, 以进一步检验“提笔忘字”现象与练习方式有关还是与时间有关。一是考察已达标组儿童通过两种方式复习后, 在间隔一段时间不练习的情况下的再认及书写表现, 探讨练习方式对复习后的记忆保持的影响。三因素混合设计, 自变量为练习方式(被试间: 键盘拼音输入, 传统手写)、测验题型(被试内: 选择题, 填空题)、时间(被试内: 练习后, 间隔 3 个月), 因变量为测验得分; 二是考察未达标组儿童通过两种方式练习至达标, 同样间隔一段时间不练习情况下的再认和书写表现, 探讨练习方式对学习后的记忆保持的影响。自变量及因变量与前一探讨相同。

### 2.4 实验程序

第一阶段, 筛选学习材料阶段。选取字频约在 3000 以后的 70 个汉字, 这 70 个汉字均不在小学语文课本中, 经认读测试, 从中筛选出所有被试都不认识的 30 个汉字。

第二阶段, 传统学习阶段。由同一名语文教师对所有被试实施汉字教学, 明确告诉学生两周后进行听写测试。第一次测试后发现学生未有一半达到掌握程度, 遂以奖品鼓励其继续学习, 两周后进行第二次测试。以第二次听写测试成绩作为被试前测

成绩得分,按听写正确率达到 80%以上的标准,将学生分为达标组(听写正确 25 个及以上)和未达标组(听写正确 25 个以下)。其中 123 班达标 20 人( $M \pm SD = 27.95 \pm 2.19$ ),未达标 17 人( $M \pm SD = 15.24 \pm 7.44$ ),达标和未达标组间的听写成绩存在非常显著的差异,  $t(18.36) = 6.80, p < 0.001$ 。124 班达标 17 人( $M \pm SD = 28.29 \pm 1.57$ ),未达标 21 人( $M \pm SD = 13.48 \pm 6.93$ ),两组的听写成绩之间也存在非常显著的差异,  $t(22.51) = 9.51, p < 0.001$ 。但两个班的整体听写成绩间不存在显著差异,  $t(73) = 0.997, p = 0.322$ ,两个班的达标组听写成绩之间差异不显著,  $t(35) = 0.54, p = 0.592$ ,两个班未达标组听写成绩之间的差异也不显著,  $t(36) = 0.75, p = 0.456$ 。

第三阶段,实验练习阶段。随机将一个班(124 班)分为拼音输入练习组,在计算机教室完成练习;一个班(123 班)为传统手写练习组,在日常教室完成练习。将 30 个字分别组成多个词语或短句,拼音输入组进行电脑键盘拼音输入字词练习(搜狗全拼),传统手写组进行传统纸笔手写字词练习。利用每周一次的信息技术课,由同一名教师在课堂上布置完成任务,将包含 30 个字的词语或短句呈现于黑板上,均标注拼音,每次练习一遍,共练习 6 次,每周一次。为保证学生练习的效果,并未规定练习的上限时间,以完成每次练习的任务为准,拼音输入组每次完成练习平均耗时约 25 分钟,手写组约为 15 分钟。为避免学生在课后进行有意练习,并不强调学生一定要记住这些字,只是告诉学生进行输入练习或者书写练习,这也是为了模拟学生平时使用键盘输入或手写的实际情况。为避免不相关字词所带来的记忆负荷和干扰,尽量在每次练习时,提供不同的词语和短句,但所练习的 30 个字都被嵌入到这些词语或短句中。对前测达标组学生而言,该过程是复习过程;而对未达标组学生而言,该过程则是学习过程。

第四阶段,练习后测验阶段。最后一次练习完毕后,在一周内进行两次测试。将 30 个字随机分成两个部分,各 15 个字,一部分进行回忆书写测验(即填空题),一部分进行再认选择测验(即选择题)。回忆书写测验题目都是曾经练习过的词或短语,所嵌入的字空缺,但均标注拼音,需被试进行填写;再认选择测验题目与回忆书写测验类似,不同的是提供包括正确选项在内的 3 个选项供被试再认选择,其余两个选项是形似字。为平衡不同汉字难度的可能影响,进行两次测试,第一次测试为 A 卷,第二

次测试为 B 卷,两套试卷所考核的选择字和填空字是对应的,即 A 卷填空字是 B 卷的选择字, A 卷的选择字是 B 卷的填空字。两次测试时间间隔为 3 天。测试成绩计分为一字一分。被试在这两套试卷的选择题上的得分之和即为该被试的再认选择得分;填空题得分之和即为回忆书写得分。测验过程中要求又快又准地完成测验,想不起来的字空缺。

第五阶段,追踪测验阶段。间隔 3 个月后进行追踪测验。用同样的测验对被试进行测试,程序与上一测验过程类似。

## 2.5 统计分析

采用 SPSS 19.0 软件对数据进行描述统计及重复测量的方差分析。

## 3 结果

### 3.1 手写和拼音输入练习对儿童汉字学习及复习的影响

首先,检验不同组儿童经由两种方式练习后是否存在学习的进步或已有学习效果的巩固,以避免较低的学习率。对未达标组而言,练习过程即继续学习过程,检验其学习的进步;对已达标组而言,练习过程实质则是复习过程,检验其已有学习效果的巩固。是否存在学习的进步或巩固,以儿童在练习前后的回忆书写成绩作为指标。不同组儿童在不同时间书写上的表现见表 1。

以时间、练习方式和达标类型为自变量,回忆书写分数为因变量,进行重复测量的方差分析,重点考察不同组儿童回忆书写表现随时间的变化特点。结果发现,时间( $F(1,71) = 88.11, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.554$ )、练习方式( $F(1,71) = 5.46, p = 0.022, \eta_p^2 = 0.071$ )和达标类型( $F(1,71) = 88.38, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.555$ )的主效应均显著。时间和达标类型的交互作用显著( $F(1,71) = 84.14, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.542$ ),时间和练习方式的交互作用显著( $F(1,71) = 9.77, p = 0.003, \eta_p^2 = 0.121$ ),达标类型和练习方式的交互作用显著( $F(1,71) = 5.47, p = 0.022, \eta_p^2 = 0.072$ )。时间、练习方式和达标类型的交互作用显著,  $F(1,71) = 5.97, p =$

表 1 两组儿童在练习前后的书写成绩得分描述( $M, SD$ )

练习方式	达标组			未达标组		
	前测	练习后	<i>n</i>	前测	练习后	<i>n</i>
手写练习	27.95 (2.19)	28.40 (2.14)	20	15.24 (7.44)	27.35 (1.90)	17
拼音输入练习	28.29 (1.57)	28.06 (2.28)	17	13.48 (6.93)	20.00 (6.96)	21

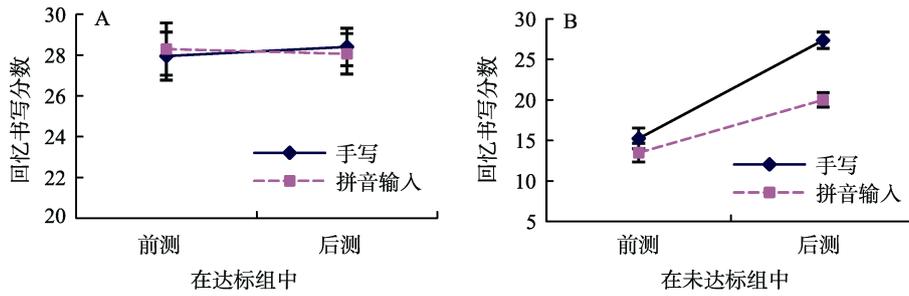


图 1 时间、练习方式与达标类型在回忆书写上的交互作用图(图中误差线为标准误)

0.017,  $\eta_p^2 = 0.078$ 。为进一步分析交互作用的来源,对三者交互作用进行简单交互作用分析,交互作用图见图 1。

简单交互作用检验发现,对达标组儿童而言,手写和拼音输入方式的回忆书写成绩不随测验时间变化( $F(1,71) = 0.26, p = 0.643$ ;  $F(1,71) = 0.05, p = 0.823$ ),意味着以两种不同的练习方式复习,都同样有助于巩固先前学习效果。但在未达标组中,手写和拼音输入方式的回忆书写成绩前后测之间均存在非常显著的差异( $F(1,71) = 133.16, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.65$ ;  $F(1,71) = 47.68, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.40$ ),意味着运用两种不同练习方式进行学习,都有利于学习的进步。综上,拼音输入及手写练习两种方式都既有助于已达标组儿童的汉字复习巩固,也有利于尚未达标组儿童的汉字学习进步,研究中被试的练习是有效的,避免了学习率低或者学习无效的情况。接下来要探讨的是,经由两种方式练习后,儿童的再认和回忆书写进步或者巩固效果是否存在显著差别。

### 3.2 手写和拼音输入练习对儿童汉字再认及回忆书写表现的影响

考察不同达标程度组儿童,经两种练习方式后的再认选择(选择题)和回忆书写(填空题)表现,以检验练习方式不同所造成的再认及书写效果差异。不同组儿童练习后,在填空题和选择题上的得分情况见表 2。

表 2 两组儿童练习后的再认选择及回忆书写测验得分描述( $M, SD$ )

练习方式	达标组		n	未达标组		n
	填空	选择		填空	选择	
手写练习	28.40 (2.14)	29.65 (0.49)	20	27.35 (1.90)	29.06 (0.75)	17
拼音输入练习	28.06 (2.28)	29.71 (0.59)	17	20.00 (6.96)	28.86 (1.28)	21

以测验题型、达标类型和练习方式为自变量,测验成绩为因变量,进行重复测量的方差分析,重点考察不同练习方式被试在不同题型上的得分差异。结果发现,测验题型( $F(1,71) = 56.49, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.443$ ),达标类型( $F(1,71) = 25.53, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.264$ ),练习方式( $F(1,71) = 14.11, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.166$ )的主效应都显著。练习方式和测验题型交互作用显著,  $F(1,71) = 17.77, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.200$ ;练习方式和达标类型的交互作用显著,  $F(1,71) = 12.13, p = 0.001, \eta_p^2 = 0.146$ ;测验题型和达标类型的交互作用显著,  $F(1,71) = 18.33, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.205$ 。练习方式、达标类型和测验题型三者交互作用也显著,  $F(1,71) = 14.23, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.167$ 。为探讨上述交互作用的来源,对三者交互作用进行检验,交互作用图见图 2。

简单交互作用检验表明,在达标组中,手写和拼音输入两种练习方式在填空与选择两种测验题型上均不存在显著差异( $F(1,71) = 0.064, p = 0.802$ ;

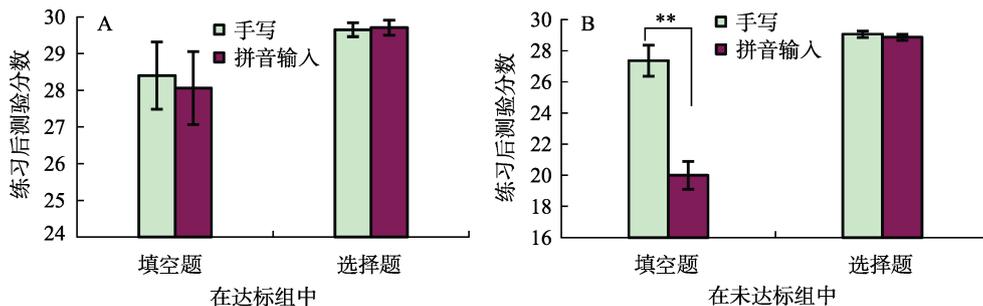


图 2 练习方式、测验题型与达标类型的交互作用图(图中误差线为标准误, \*\*  $p < 0.001$ 。)

$F(1,71) = 0.039, p = 0.843$ ), 意味着两种不同练习方式对已达标被试的复习而言, 都同样有助于再认和书写的巩固, 且效果一致。但在未达标组中, 两种练习方式存在显著的交互作用, 即在填空题得分上差异显著( $F(1,71) = 30.16, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.298$ ), 在选择题上得分差异不显著( $F(1,71) = 0.53, p = 0.471$ ), 意味着对未达标儿童的学习而言, 手写练习与拼音输入练习对再认的效果相当, 但手写练习更有助于练习后的回忆书写, 其对回忆书写的积极效应更大。

### 3.3 手写和拼音输入练习后儿童汉字再认和书写的记忆保持

分别考察已达标组儿童经两种练习方式复习后, 以及未达标组儿童经两种练习方式学习至达标后, 间隔3个月不进行练习的再认和回忆书写表现, 以探讨练习方式对练习后记忆保持的影响。

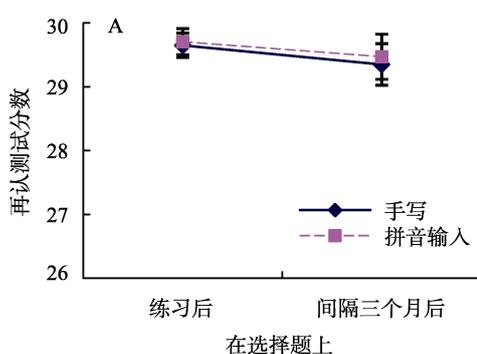
#### 3.3.1 达标组儿童经两种练习方式复习后再认及书写的记忆保持

首先考察达标组儿童经两种不同方式复习后, 间隔3个月不练习, 在再认选择及回忆书写测验上的得分变化情况, 达标组儿童练习后在不同时间点的再认及书写表现见表3。

以时间、练习方式及测验题型为自变量, 测验分数为因变量进行重复测量的方差分析, 着重考察达标组儿童经两种方式复习后, 其再认和书写表现随时间延迟的记忆保持特点。结果发现, 时间

表3 达标组儿童练习后在不同时间点的再认选择及回忆书写测验得分描述( $M, SD$ )

练习方式	练习后		间隔3个月后	
	选择题	填空题	选择题	填空题
手写练习 ( $n = 20$ )	29.65 (0.49)	28.40 (2.14)	29.35 (0.88)	27.65 (2.85)
拼音输入练习 ( $n = 17$ )	29.71 (0.59)	28.06 (2.28)	29.47 (0.80)	27.53 (2.15)



( $F(1,35) = 6.09, p = 0.019, \eta_p^2 = 0.148$ )、测验题型 ( $F(1,35) = 27.88, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.443$ )的主效应显著, 时间和练习方式( $F(1,35) = 0.15, p = 0.700$ )、时间和题型( $F(1,35) = 1.06, p = 0.311$ )交互效应不显著, 时间、练习方式和题型三者交互作用不显著( $F(1,35) = 0.05, p = 0.831$ )。意味着已达标组儿童分别以手写和拼音输入两种方式复习, 其后的再认及书写保持过程随时间的变化趋势是一致的。见图3。

经检验发现, 已达标组儿童经手写复习和拼音输入复习, 间隔3个月在选择题得分( $F(1,35) = 2.49, p = 0.123; F(1,35) = 1.30, p = 0.261$ )和填空题得分( $F(1,35) = 2.70, p = 0.109; F(1,35) = 1.14, p = 0.292$ )上均没有明显的下降。说明对已达标组儿童来说, 使用两种练习方式复习后, 都有利于再认和书写的保持, 即便事隔3个月之久不再复习, 都没有导致明显的遗忘。

#### 3.3.2 未达标组儿童经两种练习方式学习至达标后再认及书写的记忆保持

进一步考察分别经由手写和拼音输入方式学习汉字后的记忆保持效果。将在前测不达标, 但分别经过两种方式练习后, 练习后达标的被试筛选出来。筛选标准是练习后在填空题上的得分为25分及以上, 即共30道题的80%以上, 以探讨儿童学至达标后的记忆保持情况。被试在不同时间点上的再认选择和书写表现见表4。

以时间、练习方式及测验题型为自变量, 测验分数为因变量进行重复测量方差分析, 着重考察经由两种练习方式学至达标的儿童, 其再认和书写随时间延迟的记忆保持特点。结果发现, 时间( $F(1,20) = 19.24, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.490$ ), 测验题型主效应显著 ( $F(1,20) = 44.64, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.691$ ), 练习方式主效应不显著( $F(1,20) < 0.01, p = 0.996$ )。时间与测验题型的交互作用显著( $F(1,20) = 11.99, p = 0.002$ ,

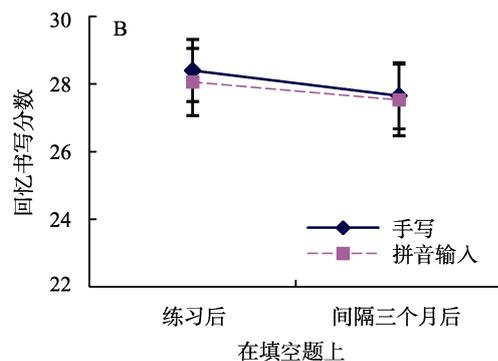


图3 已达标组儿童复习后测验得分随时间的变化(图中误差线为标准误)

表 4 经由不同练习方式达标儿童的再认选择及回忆书写测验得分描述( $M, SD$ )

练习方式	练习后		间隔 3 个月后	
	选择题	填空题	选择题	填空题
手写练习 ( $n = 15$ )	29.00 (0.76)	27.80 (1.52)	28.07 (1.98)	25.00 (3.61)
拼音输入练习 ( $n = 7$ )	29.57 (0.80)	27.43 (2.07)	29.71 (0.49)	23.14 (2.79)

$\eta_p^2 = 0.375$ ), 测验题型与练习方式交互作用显著( $F(1,20) = 5.24, p = 0.033, \eta_p^2 = 0.208$ )。

着重考察同时与时间及练习方式变量有关的交互作用发现, 时间与练习方式无显著交互作用( $F(1,20) = 0.052, p = 0.822$ ), 说明经由拼音输入和手写方式达标的儿童, 其记忆保持随时间的变化趋势是一致的。进一步考察发现, 时间、练习方式与测验类型三者交互作用不显著( $F(1,20) = 1.99, p = 0.174$ ), 意味着无论是在选择题还是填空题上, 两种练习方式学习汉字后的测验分数随时间变化趋势都是一致的, 见图 4。检验发现, 在选择题上, 时间的主效应不显著( $F(1,20) = 0.97, p = 0.338$ ), 练习方式和时间不存在交互作用( $F(1,20) = 1.79, p = 0.196$ ), 经由两种练习方式学习后, 儿童在选择题得分上具有同样的保持趋势; 在填空题上, 时间的主效应显著( $F(1,20) = 19.18, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.490$ ); 练习方式和时间也不存在交互作用( $F(1,20) = 0.84, p = 0.369$ ), 经由两种练习方式后, 填空题得分有类似的下降趋势, 意味着两种练习方式下书写的遗忘趋势一致。

## 4 讨论

综合研究结果可以发现: 对已达标组儿童而言, 书写与拼音输入练习都能起到同等的复习巩固作用, 即使间隔一段时间不练习, 也都有助于记忆保持, 且再认和回忆书写效果相当。对未达标儿童而

言, 两种方式练习都能起到学习的作用, 都有助于学习后的再认和书写, 且对再认选择的积极效果一致, 但对回忆书写的积极效果不一致, 手写练习方式显著优于拼音输入。经由两种方式学习汉字, 其记忆保持的变化趋势一致。

### 4.1 手写与键盘拼音输入练习对儿童汉字再认的作用

手写与键入学习英文单词的研究已经表明(Vaughn et al., 1992, 1993; Stainthorp, 1997; Berninger, et al., 1998; Torgerson & Elbourne, 2002; Ouellette & Tims, 2014), 两种练习方式对英文单词后续的阅读再认和拼写都具有同等效果。手写与键入学习字母或字符的研究(Longcamp et al., 2005, 2006, 2008)则发现, 手写比键入学习在促进后续的字母或符号再认方面更优。本研究则发现, 不论是已达标组的复习还是未达标组的学习, 两种方式练习对汉字再认的作用相当, 与针对学习后再认英文单词的研究结论一致, 而与针对新字母或字符的研究结论不一致。

国外针对键入和手写学习单词的比较研究, 其实验对象均已经掌握英文字母的正确表征。对已存在字母表征的个体来说, 重要的是经由两种练习方式都可以得到单词发音、字母顺序及其音形联结的反馈, 二者都具有高度的分析性质(Ouellette & Tims, 2014), 产生单词的动作如何已显得不那么重要, 因此在键入和手写在后续的单词再认和拼写中才具有同等作用。而针对键入和手写学习字母或字符的比较研究, 其对象在研究之前均从未接触过研究中所采用的书面字符, 且在训练中未提供发音的反馈。在没有书面语经验之前, 如幼儿或从未有接触某种书面语言(如古吉拉特语)的成人, 对新字母或符号的学习需要对字符的空间信息(如形状、方向等)进行加工。手写动作可以提供比视觉更为精细的加工, 且可形成字符表征的视觉——动作联结(James & Engelhardt, 2012), 从而帮助个体形成更

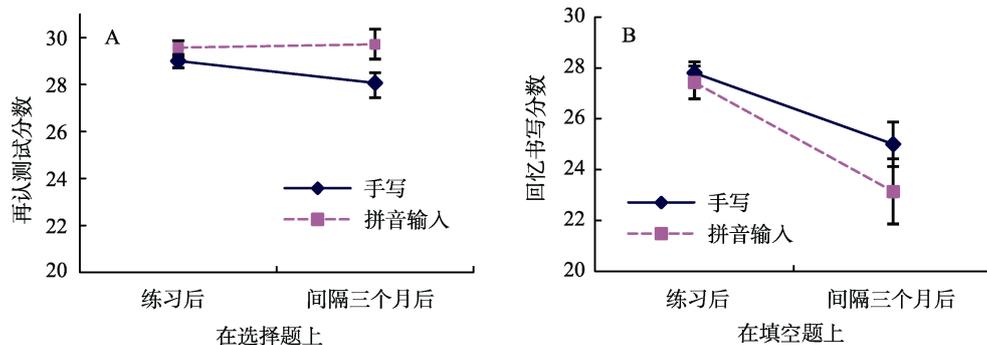


图 4 经手写与拼音输入练习达标后测验得分随时间的变化(图中误差线为标准误)

为稳固的字符表征,因而在需要从细节上不同的干扰项中选出正确项时表现更好。

再认的过程是视觉字形激活正字法、语音并通达语义的过程。中文识别的大多数理论模型中都假设了心理词典中正字法、语义和语音的双向激活联系。拼音输入汉字与手写汉字练习都存在汉字字形的整体视觉反馈,在产生汉字的过程中都可能存在语音的激活,因而均可能加强心理词典中的字义、字音及正字法间的联结。有研究(钱华,冯成志,2004)发现拼音输入法和纵横输入法对汉字认知加工的“形”、“音”均有积极影响。也有汉字识别的研究表明,拼音输入经验既促进了声韵母的加工,也促进了汉字笔划部件的加工(朱朝霞等,2009),均提示拼音输入有利于汉字再认或识别,本研究则进一步发现拼音输入与手写练习对汉字再认具有同等效果。本研究中,手写和键入都是在提供汉字拼音的条件下进行的,因而两种方式均能同样提供汉字字音的反馈和字形整体的视觉反馈,均加强了被试心理词典中的汉字义音形联结。对未达标组儿童的学习而言,义音形联结通过两种方式都能够得以建立并加强;而对已达标组儿童的复习而言,通过两种方式都能够让三者间的联结变得更为牢固。此外,再认选择测试也提供了汉字拼音,儿童只需要依据线索唤起汉字的整体表征,因此两种练习方式对汉字再认具有同等的作用,在汉字学习或复习后的再认方面,并不能体现“手写动作优势”。

#### 4.2 手写与键盘拼音输入练习对儿童汉字书写的作用

如前所述,比较键入和手写学习英文单词效果的相关研究(Ouellette & Tims, 2014)已经发现,两者在促进新学习单词的回忆拼写上具有同等的效果。由于英文单词的手写与键入可同样提供单词发音及字母顺序的反馈,在两种练习方式下,均强迫儿童考虑单词中的每一个字母和发音,儿童在学习过程中既参与了语音,也参与了正字法(Bosse, Chaves, & Valdois, 2014),因而键入和手写对于英文单词书写学习的效果相当。本研究则发现,手写练习与拼音输入练习对已达标组儿童的书写复习巩固效果相当,但手写练习对未达标组儿童书写学习的积极促进作用更强。

就书写复习而言,对每个表意文字来说,运动图式可能都是其基本的表征成分,其由笔划组成的书写轨迹是人们从记忆中唤起它们的重要线索。达标组儿童已存在正字法和外周动作程序间的牢固

联系,拼音输入复习尽管在获得字音的反馈方面更具优势,但同样提供了字形的整体视觉反馈,这种视觉反馈可能反过来激活或加强已有的手写动作程序。在中文阅读和书写的功能模型(functional model of reading and writing in Chinese)中,研究者(Weekes et al., 2006)已假设了正字法和书面字形间的双向激活联系。日文字的脑成像研究(Longcamp et al., 2005)也发现,只需看到表意字,被试的大脑便显示出运动区的激活。这意味着对已存在的正字法和书写动作联结而言,拼音输入练习可以具有和手写练习同等的巩固作用,在汉字书写复习方面,同样不存在“手写动作优势”。同时该结果也提示我们“提笔忘字”很可能不是运用拼音输入法导致的结果。

就书写学习而言,由于拼音输入学习汉字不需要手写动作,很明显缺乏从正字法到外周手写动作的联系反馈,该联系很难得到建立和加强。理论上说,对完全没手写过汉字的儿童,如果仅仅通过拼音输入学习汉字,纵然能学会再认阅读汉字,但由于不可能形成正字法和动作之间的联结,仍可能对纸笔手写汉字起不到作用。本研究中,却发现儿童拼音输入汉字对书写学习同样具有积极效果。由于小学六年级儿童均具有手写书面汉字经验,对汉字的笔划、部首等细节均有一定程度的认识,实验汉字可能只是其以往所接触过的笔划、部首等在空间上的新组合。可能正是因此,本研究中的儿童才在键盘输入仅提供整体反馈的情况下,也表现出后续回忆书写的进步,但这种进步远没有手写练习所带来的进步大。手写学习汉字存在着手写动作轨迹、方向、部位等细节反馈,不断重复着正字法与外周动作程序间的联系。因此,相对于拼音输入汉字练习而言,手写汉字练习不仅形成的正字法表征更完整,且更加强了正字法代码与书写动作间的联结,体现出汉字书写学习方面的“手写动作优势”。该推论还需要进一步将实验对象扩展未有手写书面汉字经验的儿童进行证实。但我们可以认为,在儿童的识字教学中,可以采用键盘拼音输入方法,而在书写教学中,最好以传统手写为主,拼音输入为辅,而不能像国外儿童那样,低年级就可以使用键入学习英文(Konnikova, 2014)。

此外,由于手写和键入学习汉字可能受儿童已有读写能力、智力水平、视觉和动作协调能力等因素的影响,不同读写水平、智力水平或视觉协调能力的儿童可能与不同的练习方式更相适应。尤其是前测未达标组的儿童,其拼音输入练习相比手写所

带来的更小的积极效应, 是否跟这些儿童已有的智力、读写能力等有关? 由于是在普通学校的日常课堂上进行教学实验, 且从未达标组儿童的语文成绩看(平均为 85 分), 这些儿童均能完成普通学校语文学习的任务, 似乎不存在智力、读写能力低下的问题, 因而本研究中并没有对儿童已有的阅读能力、智力及视动协调能力进行专门的前测控制或筛选。虽然有研究发现(Ouellette & Tims, 2014)儿童已有阅读、拼写水平与练习方式间并不存在交互作用; 不同组儿童(正常与学习失能)与练习方式间也不存在交互作用(Vaughn et al., 1992, 1993), 但基于英文的研究结果可能并不能直接运用于汉字学习。在进一步的研究中应该对普通儿童已有读写能力、智力水平、视动协调能力等因素进行前测, 在统计分析过程中予以控制; 或者将研究对象扩展至学习失能儿童和超常儿童, 以考察儿童组与练习方式间是否存在交互作用。

#### 4.3 手写与键盘拼音输入练习对儿童汉字记忆的保持作用

“提笔忘字”现象究竟是不是由于长期使用拼音输入汉字所导致的? 研究者(张积家, 李茂, 2010)试图回答这个问题, 发现使用拼音输入法加强了汉字的义音联结, 使用五笔输入法则加强了汉字的义形联结。遗憾的是, 他们并没有说明拼音输入法是否弱化了义形联结。但有研究(朱朝霞等, 2009)发现, 拼音输入经验也促进了字形加工, 这与本研究前述拼音输入练习对汉字书写学习及复习均有积极效果是一致的, 均提示拼音输入法可能并不是“提笔忘字”的原因。

本研究发现, 达标组儿童经手写和拼音输入两种方式复习后, 在书写和再认上的表现相当(图 2A), 意味着两种练习方式都有助于学习的巩固。间隔 3 个月后重新测试, 其复习效果也没有明显的下降趋势(图 3), 说明两种练习方式都有利于记忆保持, 拼音输入复习至少不会比手写带来更为明显的遗忘, 但该结论可能还需要延长重测的时间进一步证实。对未达标组儿童来说, 经由两种方式学习至达标, 停止练习 3 个月后, 其记忆保持随时间的变化趋势也几乎一致, 且遗忘主要体现在书写上而不是再认上(图 4)。这和我们日常经历的“提笔忘字”现象具有类似性, “提笔忘字”并不是指我们不能再认, 而是指我们认为曾经会写的字当前写不出来或者书写错误。这意味着我们的心理词典中实际上一直储存着正字法代码, 在有线索的情况下可以立即激

活提取字形, 在无线索的情况下, 则由于某些原因导致字形书写困难。

因此, 上述研究结果虽然未能证实手写学习或复习汉字相对于拼音输入更有助于汉字的记忆保持, 即未能发现记忆保持中的“手写动作优势”, 但仍然在一定程度上解释了“提笔忘字”的原因。理论上, 导致“提笔忘字”的可能原因有两个。其一, 可能是由于长期使用拼音输入, 汉字正字法虽仍然储存于心理词典中, 但其转换为外周动作程序受阻所致; 其二, 也可能是所“忘记”的字, 恰恰是个体长期既未手写, 也未拼音输入的字, 致使其心理词典中的正字法记忆弱化, 即由于纯粹的遗忘所致, 而与动作方式无关。本研究结果已发现, 手写练习在促进书写方面比拼音输入更有优势, 但两种方式学习后的遗忘过程几乎一致, 综合提示“提笔忘字”现象主要跟正字法代码记忆弱化有关, 而不是跟动作程序与正字法表征之间的联结弱化相关。否则, 倘若拼音输入学习建立的正字法与动作程序间的联结不如手写牢固, 那么其书写遗忘过程将更快。综上, “提笔忘字”现象不是由于使用拼音输入而导致的, 而应该是长期既未手写也未拼音输入曾会写的汉字, 导致正字法代码弱化的结果。

另外, 前述结果已指出手写学习对于回忆书写的积极效果比拼音输入更大, 那么这种效应是否是由于练习和测试的条件一致性所导致的呢? 由于拼音输入法的特点, 我们不能在测试阶段直接键入字形, 因此未能直接检验是否存在条件一致性效应。但从前述的两部分结果可以进行间接推论: 其一, 对已达标组儿童而言, 拼音输入与手写两种练习方式后的书写表现一致, 说明拼音输入练习同样适用于后续的纸笔书写测验条件; 其二, 对未达标组儿童两种方式练习至达标后的记忆保持结果比较发现, 其遗忘过程是一致的, 间接说明了似乎不存在条件一致性的明显影响(若该影响存在, 通过拼音输入学习的被试在书写上的遗忘速度应该会更快)。

## 5 结论

纸笔手写和拼音输入练习都有利于儿童对汉字的学习, 对儿童汉字的复习巩固有同等效果, 手写练习对书写学习的促进作用更大; 两种练习方式都有助于形成或巩固汉字在心理词典中的义音形联结, 手写动作则更有利于汉字从正字法代码向书写动作程序的转换。经纸笔手写和拼音输入两种方式复习或学习后, 儿童对汉字的记忆保持变化一致,

“提笔忘字”现象的原因不是由于使用拼音输入法导致的,可能是心理词典中正字法代码弱化的结果。

### 参 考 文 献

- Berninger, V., Abbott, R., Rogan, L., Reed, E., Abbott, S., Brooks, A., ... Graham, S. (1998). Teaching spelling to children with specific learning disabilities: The mind's ear and eye beat the computer or pencil. *Learning Disability Quarterly*, 21, 106–122.
- Bonin, P., Peereman, R., & Fayol, M. (2001). Do phonological codes constrain the selection of orthographic codes in written picture naming?. *Journal of Memory and Language*, 45, 688–720.
- Bosse, M. L., Chaves, N., & Valdois, S. (2014). Lexical orthography acquisition: Is handwriting better than spelling aloud?. *Frontiers in Psychology*, 5, 56.
- Cunningham, A. E., & Stanovich, K. E. (1990). Early spelling acquisition: Writing beats the computer. *Journal of Educational Psychology*, 82, 159–162.
- James, K. H., & Engelhardt, L. (2012). The effects of handwriting experience on functional brain development in pre-literate children. *Trends in Neuroscience and Education*, 1, 32–42.
- Konnikova, M. (2014, June 3). What's lost as handwriting fades. *The New York Times*, p. D1.
- Liu, Y. Z., Li, Y., & Liu, X. P. (2014). Visual connection and verbal connection in children with Chinese spelling difficulties. *Chinese Mental Health Journal*, 28, 197–201.
- [刘议泽, 李燕, 刘翔平. (2014). 汉语听写障碍儿童的形-形与音-音联结. *中国心理卫生杂志*, 28, 197–201.]
- Longcamp, M., Boucard, C., Gilhodes, J. C., Anton, J. L., Roth, M., Nazarian, B., & Velay, J. L. (2008). Learning through hand- or typewriting influences visual recognition of new graphic shapes: Behavioral and functional imaging evidence. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20, 802–815.
- Longcamp, M., Boucard, C., Gilhodes, J. C., & Velay, J. L. (2006). Remembering the orientation of newly learned characters depends on the associated writing knowledge: A comparison between handwriting and typing. *Human Movement Science*, 25, 646–656.
- Longcamp, M., Zerbato-Poudou, M. T., & Velay, J. L. (2005). The influence of writing practice on letter recognition in preschool children: A comparison between handwriting and typing. *Acta Psychologica*, 119, 67–79.
- Masterson, J. J., & Apel, K. (2006). Effect of modality on spelling words varying in linguistic demands. *Developmental Neuropsychology*, 29, 261–277.
- Ouellette, G., & Tims, T. (2014). The write way to spell: Printing vs. typing effects on orthographic learning. *Frontiers in Psychology*, 5, 117.
- Ouellette, G., & Tims, T. (2014). The write way to spell: Printing vs. typing effects on orthographic learning. *Frontiers in Psychology*, 5, 117.
- Qian, H., & Feng, C. Z. (2004). The impact of Chinese input method on the processing of Chinese characters. *Psychological Science*, 27, 1368–1370.
- [钱华, 冯成志. (2004). 汉字输入法对汉字字词加工的影响研究. *心理科学*, 27, 1368–1370.]
- Qu, Q. Q., Damian, M. F., Zhang, Q. F., & Zhu, X. B. (2011). Phonology contributes to writing: Evidence from written word production in a nonalphabetic script. *Psychological Science*, 22, 1107–1112.
- Shahar-Yames, D., & Share, D. L. (2008). Spelling as a self-teaching mechanism in orthographic learning. *Journal of Research in Reading*, 31, 22–39.
- Stainthorp, R. (1997). Learning to spell: Handwriting does not always beat the computer. *Dyslexia*, 3, 229–234.
- Sülzenbrück, S., Hegele, M., Rinkeauer, G., & Heuer, H. (2011). The death of handwriting: Secondary effects of frequent computer use on basic motor skills. *Journal of Motor Behavior*, 43, 247–251.
- Tan, L. H., Xu, M., Chang, C. Q., & Siok, W. T. (2013). China's language input system in the digital age affects children's reading development. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110, 1119–1123.
- Torgerson, C. J., & Elbourne, D. (2002). A systematic review and meta-analysis of the effectiveness of information and communication technology (ICT) on the teaching of spelling. *Journal of Research in Reading*, 25, 129–143.
- Vaughn, S., Schumm, J. S., & Gordon, J. (1992). Early spelling acquisition: Does writing really beat the computer?. *Learning Disability Quarterly*, 15, 223–228.
- Vaughn, S., Schumm, J. S., & Gordon, J. (1993). Which motoric condition is most effective for teaching spelling to students with and without learning disabilities?. *Journal of Learning Disabilities*, 26, 191–198.
- Weekes, B. S., Yin, W. G., Su, I. F., & Chen, M. J. (2006). The cognitive neuropsychology of reading and writing in Chinese. *Language and Linguistics*, 7, 595–617.
- Zhang, J. J., & Li, M. (2010). The effects of Chinese input methods on the links among the orthography, phonology and meaning of Chinese characters. *Psychological Science*, 33, 835–838.
- [张积家, 李茂. (2010). 汉字输入法对汉字形、音、义联结的影响. *心理科学*, 33, 835–838.]
- Zhang, Q. F., & Damian, M. F. (2010). Impact of phonology on the generation of handwritten responses: Evidence from picture-word interference tasks. *Memory & Cognition*, 38, 519–528.
- Zhang, Q. F., & Yang, Y. F. (2006). The interaction of lexical selection and phonological encoding in Chinese word production. *Acta Psychologica Sinica*, 38, 480–488.
- [张清芳, 杨玉芳. (2006). 汉语词汇产生中词汇选择和音韵编码之间的交互作用. *心理学报*, 38, 480–488.]
- Zhou, X. L. (1997). The limited role of phonology in semantic activation. In D. L. Peng (Ed.), *Cognitive research on Chinese language* (pp. 159–194). Ji'nan: Shandong Education Press.
- [周晓林. (1997). 语义激活中语音的有限作用. 见 彭聃龄 (主编), *汉语认知研究* (pp. 159–194). 济南: 山东教育出版社.]
- Zhou, X. L., Zhuang, J., Wu, J. Y., & Yang, D. H. (2003). Phonological, orthographic, and semantic activation in the speech production of Chinese. *Acta Psychologica Sinica*, 35, 712–718.
- [周晓林, 庄捷, 吴佳音, 杨大赫. (2003). 汉语词汇产生中音、形、义三种信息激活的时间进程. *心理学报*, 35, 712–718.]
- Zhu, Z. X., Liu, L., Ding, G. S., & Peng, D. L. (2009). The influence of Pinyin typewriting experience on orthographic and phonological processing of Chinese characters. *Acta Psychologica Sinica*, 41, 785–792.
- [朱朝霞, 刘丽, 丁国盛, 彭聃龄. (2009). 拼音输入法经验对汉字字形和语音加工的影响. *心理学报*, 41, 785–792.]

## Chinese character practice: Comparison between children using handwriting and Pinyin keyboarding

CHEN Jingjun<sup>1</sup>; XU Lei<sup>2,3</sup>; CHENG Xiaorong<sup>2</sup>; LIU Huashan<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> Department of Psychology, Hunan University of Science and Technology, Xiangtan 411201, China)

(<sup>2</sup> School of Psychology, Central China Normal University, Wuhan 430079, China)

(<sup>3</sup> School of Education, Jiangnan University, Wuhan 430056, China)

### Abstract

A long-standing point is that the operational motion of handwriting has a special role in word encoding and retrieving, indicating that word representation may consist of a handwriting movement component. If so, highly frequent use of keyboarding may change the mental representation of words and further affect word learning. Thus, it is highly possible that performance in learning new Chinese characters with Pinyin keyboarding (which is widely used among Chinese teenagers) is worse than with handwriting. Further, the movement memory codes of learned characters may be weakened because of long-time Pinyin keyboarding and lack of handwriting track feedback. In addition, the glyphs of Chinese characters will be more likely to be forgotten when reviewed with Pinyin input than with handwriting.

To test the above propositions, we compared Chinese character learning and retention between two groups of 6 graders, with one group using paper-pen writing and the other using Pinyin keyboarding. First, we used the traditional method to teach 2 classes of students 30 low-frequency characters in classrooms and participants were labeled as “mastered” or “un-mastered” according to their dictation performances. Then, these 2 classes were assigned randomly to practice with handwriting or Pinyin input. Thereafter, participants were instructed to practice with handwriting or Pinyin input once a week for six weeks and then tested in recognition and writing twice, one week and three months after the practice.

We found that, in the first test, for the un-mastered group, the positive effects from the two practice methods were similar in recognition, but the writing performance after the handwriting practice was significantly better than that after the Pinyin keyboarding practice. For the mastered group, performances in recognition and writing after the two kinds of practices were similar and dictation and writing performances before and after the practice were also similar. In the second test, children’s performances were similar after handwriting and Pinyin keyboarding practices in both recognition and writing. The results suggested that Chinese characters learned with Pinyin keyboarding practice were not more likely to be forgotten than characters learned with handwriting practice.

In conclusion, although handwriting and Pinyin keyboarding practices have different positive effects on learning Chinese characters, i.e., similar positive effects in recognition but a greater effect for handwriting than Pinyin keyboarding in writing, they have the same positive effects on reviewing characters. This suggests that compared with English words, Chinese characters learning is more dependent on the feedback of handwriting movement, which may be related to spacial features of Chinese characters. These results also suggest that we may use Pinyin input to teach children to read Chinese characters and use traditional handwriting to teach them to write. In addition, memory retention of the mastered characters after the two practices are similar after an interval without practice, suggesting that character amnesia may not be caused by the Pinyin keyboarding specifically, but by a weakened orthographic code due to lack of practice of handwriting or Pinyin input on a long-term basis.

**Key words** handwriting; Pinyin keyboarding; Chinese characters; recognition; writing; character amnesia