

聋人双字词音位识别的实验研究*

陈影¹ 杨福义¹ 贾玲² 宫慧娜³ 雷江华^{**3}

(¹ 华东师范大学教育学部特殊教育学系, 上海, 200062)

(² 新疆师范大学初等教育学院, 乌鲁木齐, 830017) (³ 华中师范大学教育学院, 武汉, 430079)

摘要 聋人能利用视觉音素意识解码词汇语音。与健听人音位位置效应一致, 聋人对汉字声母更敏感, 但双字词中是否也有类似的声母优势还不清楚。采用音位识别任务探讨聋人双字词识别的声母优势及其原因, 研究一利用编码方式考察指拼的作用, 发现了声母识别优势, 表明聋人能利用字母和指拼两种方式解码双字词语音且编码方式不影响声母优势; 研究二进一步利用汉字位置探讨音位序列加工对声母识别优势的作用, 结果发现了声母优势、首字优势及首字声母优势, 表明聋人识别双字词音位在汉字水平、汉字音节内水平都遵循从左至右的序列加工, 与健听人一致, 同时还受指拼声母的特殊影响。整个研究表明, 聋人识别汉字语音建立在视觉音素意识基础上, 双字词的声母识别优势受指拼声母强化、双字词汉字位置效应、音节内音位位置效应的共同作用。

关键词 聋人 双字词 音位 编码方式 汉字位置

1 引言

与健听人词汇通达的双通路模型类似, 研究发现聋人也可利用手势语义(直通模型)或语音(中介模型)通达书面词汇(Elliott et al., 2012)。聋人对书面汉语不同音位的加工能力存在差异, 可能对声母更敏感(陈影等, 2020; 王志强等, 2016); 也有不同观点, 张丽君(2005)、李培等(2017)分别使用语音意识测验和词图匹配范式, 结果均发现聋人对声母、韵母识别效果并无显著差异, 但词图匹配范式可能混合了语义加工从而削弱了语音的作用。汉语唇读研究(雷江华等, 2010; 雷江华等, 2004; 雷江华等, 2005)发现聋人唇读汉字的韵母好于声母, 这与聋人书面汉字的声母识别优势(陈影等, 2020)刚好相反。对比来看, 聋人对汉语唇读和书面汉语音位识别结果的不同可能来自唇读、书面语两种形态的差异, 聋人唇读汉字音位主要受音素可见性影响(雷江华等, 2010, 2005), 而识别书面汉字的音位可能受指拼的影响。需指出的是,

不论是汉语唇读的韵母优势还是书面汉字的声母优势均不受编码方式的影响, 尽管两者都发现字母编码作用好于指拼。

指拼(fingerspelling)是依据视觉字母人为创造的手指字母形式, 与视觉字母一一对应。指拼对聋人声母识别优势的作用体现在两个方面: 第一, 聋人书面词汇的语音编码建立在音素意识之上, Sehyr等人(2017)认为聋人对书面英语单词的语音编码与音素意识有关。但与健听人通过字母发音-结构间形音对应建立音素意识不同, 聋人的音素意识是视觉-动作形式的(方俊明, 张朝, 1998), 主要建立在指拼-字母的形形对应规则之上(Alvarado et al., 2008; Haptonstall-Nykaza & Schick, 2007; Padden, 2006)。指拼作用于聋人音素意识主要通过三种途径:

(1) 在短时记忆中直接用指拼来复述和保持词汇(Hanson, 1982a; Hanson et al., 1984; Locke & Locke 1971; Wallace & Corballis, 1973); (2) 利用指拼-字母对应规则与单词正字法建立联系(Belanger et al., 2012; Hanson, 1982b; Puente et al., 2006; Williams

* 本研究得到湖北省教育厅哲学社会科学重大攻关项目“听障儿童语言障碍的认知机制及干预研究”(14zd005)的资助。

** 通讯作者: 雷江华, E-mail: huajianglei2003@163.com。

DOI:10.16719/j.cnki.1671-6981.20210503

et al., 2015) 并最后转码为抽象语音表征 (Sehyr & Emmorey, 2014); (3) 利用指拼、构音与词汇发音建立联系 (Elliott et al., 2012; Emmorey & Petrich, 2012; Haptonstall-Nykaza & Schick, 2007; Sehyr et al., 2017)。拼音文字研究表明聋人对指拼与字母有很好的对应意识 (Humphries & MacDougall, 1999; Roos, 2013; Schwartz, 2012; Stone et al., 2015)。第二, 聋人手语表达中常用手指声母指代汉字整音 (顾定倩, 2018; 顾定倩等, 2005; 许纯晓, 2007), 如用 D 指代“道德”的“德”; 美国手语也有类似的指尖效应 (Thompson et al., 2005), 即手指声母对聋人语音加工中占优势地位。总结来看, 聋人主要基于视觉音素意识解码书面词汇语音, 而由于指拼声母的强势地位又对声母更敏感, 但目前还没有证据表明聋人识别双字词时也存在声母优势。

除了指拼的作用, 聋人识别书面汉语的声母优势也可能来自音位序列加工的影响。汉语产出存在“音位位置效应”, 声母作用大于韵母 (印丛等, 2011; 余林, 舒华, 2003; 庄捷, 周晓林, 2001; Zhang & Zhu, 2011)。Meyer (1991) 也认为单词音位是从左到右、线性递增来组合的, 从首音到核心元音, 再到尾音, 如字母转置任务发现了“词首效应” (Rayner et al., 2006; White et al., 2008)。但汉语毕竟不同于英语, 以汉语独有的双字词为例, 张积家和肖二平 (2008) 进一步发现了“汉字位置效应”, 表明汉语音位编码不仅在单字音节内水平、在双字词的字水平均是从左至右的序列加工, 但该研究未在双字词中同时考察音位位置效应和汉字位置效应。另外, 上述研究均来自健听被试, 还不清楚聋人对双字词音位编码是否也遵循这一特点。如果聋人双字词识别中出现声母优势, 那么这一优势除了受指拼的影响外, 也可能来自音位序列编码的作用; 而如果双字词语音识别中同时存在声母优势和首字优势, 则表明聋人对双字词的语音编码在字上水平和字内水平也都遵循从左至右的序列加工。

2 方法

2.1 被试

抽选某聋校高中部聋生 88 人, 利用瑞文智力测验剔除智力落后 24 人, 4 人中途退出共 60 人 (32 名女生, 平均年龄 17.85 ± 1.28 岁) 完成实验。被试视力或矫正视力正常, 均为右利手, 听力损失均大于 90dB, 除听觉障碍外无其他障碍。无随班就读经

历, 无听力辅助设备, 以手语作为学习和交流的第一语言, 其手语能力自评结果均大于 3; 均在小学低年级接受过指拼教学, 熟悉指拼规则和使用规范。

2.2 材料

实验共 192 个双字词 (字母编码、指拼编码材料相同, 各 96 词)。因唇齿音只有音位 /f/, 无法匹配干扰字, 故目标声母为 /b/、/z/、/t/、/ch/、/q/、/k/, 单韵母为 /a/、/o/、/e/、/i/、/u/、/ü/, 指拼与拼音字母一一对应。参考雷江华 (2009) 的聋人汉语唇读材料并进行改编: 随机选取初一 (16 人) 和初三 (15 人) 进行《词语熟悉度测试 (自编)》, 采用 5 点量表, 1~5 依次为非常不熟悉、比较不熟悉、一般、比较熟悉、非常熟悉, 回收问卷 25 份 (有效率 80.65%); 抽取 2 名高中聋生用手语打出原始词表并视频记录, 剔除聋生不理解的抽象词及含手指字母的词。两次筛选后 96 个双字词编入正式实验, 分为首字词 (目标字在词语首字)、尾字词 (目标字在词语尾字) 各 48 个, 并按音位类型分为声母首字词、声母尾字词、韵母首字词、韵母尾字词四组各 24 词。四组双字词之间熟悉度差异不显著, $F(3, 92) = .75, p > .05$ 。每个目标音位下均有 4 个测试词 (2 个含有, 2 个不含), 如声母尾字词中“河马”、“害怕”不含 /b/, “全部”、“钢笔”含 /b/。实验材料以图片呈现, 大小为 960*720 像素, 以 JPG 格式输出呈现。

2.3 程序

在 Lenovo G480 笔记本电脑上用 E-Prime 2.0 编程、运行。因材料较多, 故拆为字母编码声母 (A)、字母编码韵母 (B)、指拼编码声母 (A')、指拼编码韵母 (B') 四个子测验, 每位聋生完成前后两次测试 (每次 2 个测验), 中间相隔 2 周; 因两种编码材料相同, 利用拉丁方设计平衡实验顺序并保证 AA'、BB' 不同时进行。实验开始前主试用手语和文字呈现指导语, 通过练习模块确保聋生清楚实验流程和规则。主试均为特殊教育专业研究生且经过统一培训。材料均随机呈现, 一次实验约 20~25 分钟完成。

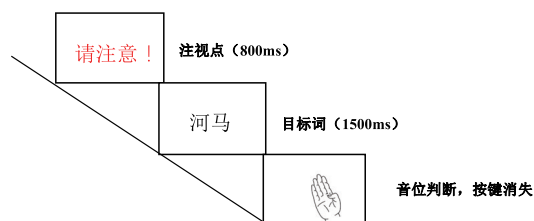


图 1 实验流程图 (以指拼编码条件为例)

3 研究 1

3.1 设计

采用 2 编码方式（字母编码、指拼编码） $\times$ 2 音位类型（声母、韵母）两因素被试内设计，因变

量为双字词音位判断的正确率和反应时。

3.2 结果

剔除 $M \pm 3SD$ 外的数据，删除 3 人后，音位识别正确率和反应时见表 1：

表 1 两种编码下聋人双字词音位识别的正确率和反应时 ($M \pm SD$) ($N=57$)

编码方式	声母		韵母	
	正确率	反应时	正确率	反应时
字母编码	.70 $\pm$.13	1200 $\pm$ 411	.66 $\pm$.15	1412 $\pm$ 657
指拼编码	.67 $\pm$.15	1253 $\pm$ 446	.64 $\pm$.15	1358 $\pm$ 513

正确率的方差分析结果发现：音位类型主效应显著，声母识别好于韵母， $F_1(1, 56) = 13.079$, $p < .001$, $\eta^2 = .189$, $F_2(1, 188) = 3.190$, $p > .05$ 。编码方式主效应显著，字母编码好于指拼编码， $F_1(1, 56) = 6.078$, $p < .05$, $\eta^2 = .098$, $F_2(1, 188) = 1.563$, $p > .05$ 。编码方式与音位交互效应不显著， $F_1(1, 56) = .018$, $p > .05$, $F_2(1, 188) = .006$, $p > .05$ 。反应时的方差分析结果显示：音位主效应显著，声母识别快于韵母， $F_1(1, 56) = 16.240$, $p < .001$, $\eta^2 = .225$, $F_2(1, 188) = .308$, $p < .001$, $\eta^2 = .169$ 。编码方式主效应不显著， $F_1(1, 56) = .000$, $p > .05$, $F_2(1, 188) = .011$, $p > .05$ 。音位与编码方式交互效应不显著， $F_1(1, 56) = 1.416$, $p > .05$, $F_2(1, 188) = 4.762$, $p < .05$, $\eta^2 = .025$ 。

研究 1 表明字母编码识别效果好于指拼编码，同时证实了双字词语音识别中也存在声母优势且这一优势不受编码方式的影响。这一声母优势符合聋人词

汇表达中指拼声母的强势地位，但声母优势还可能来自音位序列编码的作用。因此研究 2 进一步分析研究 1 中双字词汉字位置的影响，从汉字音节内和汉字位置两个水平考察聋人对双字词音位识别是否遵循从左至右的序列加工。如果研究 2 出现了首字优势和声母优势，则表明研究 1 发现的声母优势除了受指拼的强化，也受到了音位序列加工的影响。

4 研究 2

4.1 设计

采用 2 汉字位置（首字词、尾字词） $\times$ 2 音位类型（声母、韵母）两因素被试内设计，因变量为双字词音位判断的正确率和反应时。

4.2 结果

剔除 $M \pm 3SD$ 外的数据，删除 2 人后，音位识别正确率和反应时详见表 2：

表 2 聋人首字词、尾字词音位识别的正确率和反应时 ($M \pm SD$) ($N=58$)

汉字位置	声母		韵母	
	正确率	反应时	正确率	反应时
首字词	.71 $\pm$.14	1210 $\pm$ 390	.65 $\pm$.14	1386 $\pm$ 475
尾字词	.66 $\pm$.15	1256 $\pm$ 374	.65 $\pm$.16	1419 $\pm$ 518

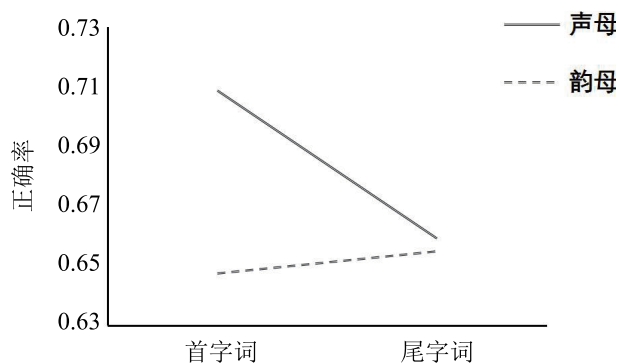


图 2 汉字位置与音位的交互作用

正确率的方差分析结果显示：音位主效应显著，声母识别好于韵母， $F_1(1, 57) = 13.202$, $p < .001$,

$\eta^2 = .188$, $F_2(1, 188) = 3.207$, $p > .05$ 。汉字位置主效应显著，首字词识别好于尾字词， $F_1(1, 57) = 5.362$, $p < .05$, $\eta^2 = .086$, $F_2(1, 188) = 1.386$, $p > .05$ 。音位与位置交互效应显著， $F_1(1, 57) = 9.746$, $p < .01$, $\eta^2 = .146$, $F_2(1, 188) = 2.413$, $p > .05$ 。简单效应分析发现，首字词声母好于尾字词声母， $F(1, 57) = 18.500$, $p < .001$, $\eta^2 = .245$ ，但首字词韵母与尾字词韵母间差异不显著， $F(1, 57) = .271$, $p > .05$ ；首字词中声母好于韵母， $F(1, 57) = 25.730$, $p < .001$, $\eta^2 = .311$ ，但尾字词中声母与韵母间差异不显著， $F(1, 57) = .101$, $p > .05$ 。反应时的方差分析结果显示：音位主效应显著，声母识别时间快于韵母， $F_1(1, 57) = 17.804$, $p < .001$, $\eta^2 = .238$, $F_2(1, 188) = 42.322$,

$p < .001$, $\eta^2 = .184$ 。汉字位置主效应显著, 首字词识别时间短于尾字词, $F_1(1, 57) = 5.892$, $p < .05$, $\eta^2 = .094$, $F_2(1, 188) = 2.657$, $p > .05$ 。音位与汉字位置交互效应不显著, $F_1(1, 57) = .204$, $p > .05$, $F_2(1, 188) = .035$, $p > .05$ 。

5 总讨论

5.1 指拼对聋人双字词音位识别的影响

研究一和研究二均发现显著的声母识别优势, 与聋人单字音位识别结果一致(陈影等, 2020), 但与汉语唇读的韵母优势相反(雷江华等, 2010, 2005), 表明聋人识别书面汉语和唇读汉语语音的加工机制不同。唇读更多受音素可见性的影响, 韵母较声母口形更容易被识别, 但书面词汇的声母优势可能受指拼的特殊影响。

从词汇语音编码看, Sehyr 等(2017)发现聋人对书面单词的语音编码与音素意识有关, 不少研究也认为聋人对书面单词的语音解码建立在指拼-字母对应规则之上(Haptonstall-Nykaza & Schick, 2007), 如利用指拼-字母与单词正字法建立联系, 或利用指拼-字母-口形与单词发音建立联系, 或直接将单词表征为指拼形式。尽管汉字与英语的形音关系差异较大, 但汉语拼音中的字母在拼写和指式上的一一对应也为聋人利用这一对应规则解码汉语语音(拼音)提供了可能, 尽管这一过程比形音对应的拼音文字更困难。同时, 从词汇学习和表达习惯看, 汉语聋人常用手指声母指代汉字整音(许纯晓, 2007; Thompson et al., 2005), 如用 R+G 指代“如果”等, 表明指拼声母在聋人的词汇识别中占据优势地位, 这使聋人在解码词汇时更倾向利用声母去表征整个汉字的语音。

5.2 序列加工对聋人双字词音位识别的影响

除了指拼对聋人音素意识发展的影响, 以及指拼声母对聋人词汇学习的特殊作用外, 本研究发现的声母识别优势还可能反映出聋人对书面词汇的音位编码是从左至右的序列加工。研究一和研究二的声母优势、研究二的首字优势与健听人研究非常相似(印丛等, 2011; 余林, 舒华, 2003; 庄捷, 周晓林, 2001), 表明聋人对双字词的音位编码在音节内水平、字水平也都遵循从左至右的序列加工, 受汉语音节结构的重要影响。相较于拼音文字, 汉语音位位置的规则更强, 不允许辅音在音节中直接组合在一起, 绝大多数辅音只出现在音节首, 并且双字词

拼读、书写都遵循从首字到尾字、从声母到韵母的序列加工。汉语在汉字位置、音位上更强的位置规则使聋人对双字词的首字、汉字的声母更敏感, 这与 ERP 研究发现的健听人汉字声母监控好于声调、韵母(Zhang & Zhu, 2011)及英语词汇识别的词首效应(Rayner et al., 2006; White et al., 2008)一致。其次, 汉字音节中声母一般为一个辅音, 韵母由一个或几个元音或元音加辅音拼读而成, 韵母在音位数量、音位组合上相对声母更复杂, 聋人可能以更简单的声母作为区分汉字音节的标志。张积家和肖二平(2008)就发现声母可以独立编码, 而韵母和声调不能独立于声母, 可能表明声母在汉字语音结构中作用更强势。

更重要的是, 本研究还发现了首字声母优势, 进一步验证了聋人音位编码受到指拼和序列加工的共同影响。仔细分析汉字位置和音位的交互作用(图2)发现, 在正确率上存在首字声母 > 尾字声母 > 首字韵母 > 尾字韵母, 尽管后三者间差异不显著, 但其表明仅用序列加工无法完全解释上述结果, 否则应出现首字声母 > 首字韵母 > 尾字声母 > 尾字韵母, 因此应该存在某个因素导致聋人对声母更敏感, 我们认为主要来自指拼声母的强化。总的来看, 聋人对书面词汇的语音解码建立在指拼-字母对应规则(视觉音素意识)的基础上, 而指拼声母的强势地位以及汉语音位位置效应、汉字位置效应等因素共同作用于聋人双字词的音位编码, 促使出现首字优势(汉字位置效应)、声母优势(音位位置效应+指拼声母强化)和首字声母优势(首字位置效应+首字内音位位置效应+指拼声母强化)。

5.3 编码方式对聋人双字词音位识别的影响

字母编码和指拼编码下聋人识别双字词音位正确率均高于随机水平, 表明聋人可以利用字母和指拼来解码书面双字词的语音; 从作用大小看, 字母编码识别效果更好, 这与汉语唇读(雷江华等, 2010, 2005)和手语词(贾玲等, 2018)研究一致。英语词汇识别研究发现聋人要么利用指拼-字母对应规则解码单词正字法并转码为抽象语音表征, 要么利用指拼-字母再加上口形构音解码单词发音, 或直接将单词表征为手指字母。而书面汉语词、唇读汉语、中国手语词识别结果的相似性表明, 尽管语言形态不同, 字母和指拼均影响聋人汉语语音识别过程且字母编码作用更大。两种编码的作用差异可能与聋人序列记忆加工有关, 短时记忆研究发现

聋人序列回忆指拼字母比视觉字母更差,可能来自指拼复述时间更长(Wilson & Emmorey, 1997)、指拼结构更复杂(Geraci et al., 2008; Gozzi et al., 2011)等的影响。值得注意的是,本研究中两种编码下聋人音位识别正确率尽管高于随机水平,但实际均不高,可能反映了汉语语音加工对聋人总体难度较大。与拼音文字不同,聋人对非形声字的语音加工首先需基于汉字字形激活其语音/拼音才能进一步进行音位编码,这种形音分离特点使聋人的语音解码过程更困难,因此不论是字母还是指拼作用都有限。

6 结论

本研究以双字词为材料探讨聋人声母识别优势及其原因。研究1发现了声母识别优势,同时聋人能利用指拼和字母解码双字词语音且字母编码作用更大,但声母优势不受编码方式的影响;研究2通过汉字位置探讨聋人音位编码的加工方式及其对研究中声母识别优势的作用,结果发现了声母优势、首字优势及首字声母优势,表明聋人识别双字词音位在汉字水平和字下音节内水平都遵循从左至右的序列加工,与健听人一致,但同时受指拼声母的特殊强化。总的来看,聋人识别双字词的声母优势受指拼和双字词语音结构的共同作用,兼具特殊性和一般性。特殊性是指聋人解码词汇语音需基于视觉音素意识,而视觉音素意识的发展又建立在指拼-字母对应规则之上;同时指拼声母的强势地位使聋人对声母更敏感。一般性是指聋人双字词音位编码也有汉字位置效应和音位位置效应,遵循从左至右的序列加工,与健听人一致,这种序列加工也促使声母识别优势的出现。

参考文献

- 陈影,雷江华,杨福义.(2020). 编码方式对不同拼音能力聋生汉字音位识别的影响. *中国特殊教育*, 4, 19-24, 32.
- 方俊明,张朝.(1998). 聋人与听力正常人汉字加工认知途径的比较研究. *中国特殊教育*, 4, 19-22, 25.
- 顾定倩.(2018). 手指字母在手语中的使用. *现代特殊教育(高等教育研究)*, 4, 60-65.
- 顾定倩,宋晓华,于缘缘.(2005). 中国手语基本词(基本动作)类型分析. *中国特殊教育*, 2, 65-72.
- 贾玲,雷江华,宫慧娜,张奋,陈影.(2018). 编码方式与指拼特征在聋生手语词加工中的作用研究. *心理科学*, 41(5), 1077-1083.
- 雷江华.(2009). *听觉障碍学生汉语唇读的认知研究*. 北京:中国社会科学出版社.
- 雷江华,孙灯勇,刘昌,方俊明.(2010). 语音编码在聋生唇读汉字语音识别中的作用. *心理科学*, 33(2), 315-317.
- 雷江华,王庭照,方俊明.(2005). 聋生唇读语音识别中熟悉效应的实验研究. *心理科学*, 28(5), 1120-1121, 1119.
- 雷江华,张凤琴,方俊明.(2004). 字词条件下聋生唇读汉字语音识别的实验研究. *中国特殊教育*, 11, 37-39.
- 李培,刘俊飞,刘涛,张珊珊,杨亦鸣.(2017). 聋人汉语词汇阅读中的语音加工研究. *语言文字应用*, 2, 57-66.
- 王志强,王雁,刘海涵.(2016). 听力残疾大学生语音意识研究. *中国特殊教育*, 2, 30-36.
- 许纯晓.(2007). *上海手势汉语调查报告*(硕士学位论文). 复旦大学,上海.
- 印丛,王娟,张积家.(2011). 汉语言产生中语音、字形启动的位置效应. *心理学报*, 43(9), 1002-1012.
- 余林,舒华.(2003). 汉语言产生的语音加工机制. *心理科学*, 26(5), 818-822.
- 张积家,肖二平.(2008). 汉语口吃者在不出声言语中的语音编码. *心理学报*, 40(3), 263-273.
- 张丽君.(2005). 听力障碍学生语音意识发展的实验研究. *中国特殊教育*, 11, 20-25.
- 庄捷,周晓林.(2001). 言语产生中的词长效应. *心理学报*, 33(3), 214-218.
- Alvarado, J. M., Puente, A., & Herrera, V. (2008). Visual and phonological coding in working memory and orthographic skills of deaf children using Chilean Sign Language. *American Annals of the Deaf*, 152(5), 467-479.
- Belanger, N. N., Baum, S. R., & Mayberry, R. I. (2012). Reading difficulties in adult deaf readers of French: Phonological codes, not guilty! *Scientific Studies of Reading*, 16(3), 263-285.
- Elliott, E. A., Braun, M., Kuhlmann, M., & Jacobs, A. M. (2012). A dual-route cascaded model of reading by deaf adults: Evidence for grapheme to viseme conversion. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 17(2), 227-243.
- Emmorey, K., & Petrich, J. A. F. (2012). Processing orthographic structure: Associations between print and fingerspelling. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 17(2), 194-204.
- Geraci, C., Gozzi, M., Papagno, C., & Cecchetto, C. (2008). How grammar can cope with limited short-term memory: Simultaneity and seriality in sign languages. *Cognition*, 106(2), 780-804.
- Gozzi, M., Geraci, C., Cecchetto, C., Perugini, M., & Papagno, C. (2011). Looking for an explanation for the low sign span: Is order involved? *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 16(1), 101-107.
- Hanson, V. L. (1982a). Short-term recall by deaf signers of American sign language: Implications of encoding strategy for order recall. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 8(6), 572-583.
- Hanson, V. L. (1982b). Use of orthographic structure by deaf adults: Recognition of fingerspelled words. *Applied Psycholinguistics*, 3(4), 343-356.
- Hanson, V. L., Liberman, I. Y., & Shankweiler, D. (1984). Linguistic coding by deaf children in relation to beginning reading success. *Journal of Experimental Child Psychology*, 37(2), 378-393.
- Haptonstall-Nykaza, T. S., & Schick, B. (2007). The transition from fingerspelling to English print: Facilitating English decoding. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 12(2), 172-183.
- Humphries, T., & MacDougall, F. (1999). "Chaining" and other links: Making connections between American sign language and English in two types of school settings. *Visual Anthropology Review*, 15(2), 84-94.
- Locke, J. L., & Locke, V. L. (1971). Deaf children's phonetic, visual, and dactylic

- coding in a grapheme recall task. *Journal of Experimental Psychology*, 89(1), 142–146.
- Meyer, A. S. (1991). The time course of phonological encoding in language production: Phonological encoding inside a syllable. *Journal of Memory and Language*, 30(1), 69–89.
- Padden, C. A. (2006). Learning to fingerspell twice: Young signing children's acquisition of fingerspelling. In B. Schick, M. Marschark & P. E. Spencer (Eds.), *Advances in the sign language development of deaf children* (pp. 189–201). Oxford: Oxford University Press.
- Puente, A., Alvarado, J. M., & Herrera, V. (2006). Fingerspelling and sign language as alternative codes for reading and writing words for Chilean deaf signers. *American Annals of the Deaf*, 151(3), 299–310.
- Rayner, K., White, S. J., Johnson, R. L., & Livversedge, S. P. (2006). Raeding wrods with jubmled letetrs: There is cost. *Psychological Science*, 17(3), 192–193.
- Roos, C. (2013). Young deaf children's fingerspelling in learning to read and write: An ethnographic study in a signing setting. *Deafness and Education International*, 15(3), 149–178.
- Schwartz, L. (2012). *Fingerspelling as a phonological code for deaf and hard of hearing students*. Unpublished master's thesis of the University of Colorado.
- Sehyr, Z. S., & Emmorey, K. (2014). *Short-term memory for ASL fingerspelling and print*. Poster session presented at the meeting of Center for Language Research, University of California, San Diego, CA.
- Sehyr, Z. S., Petrich, J., & Emmorey, K. (2017). Fingerspelled and printed words are recoded into a speech-based code in short-term memory. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 22(1), 72–87.
- Stone, A., Kartheiser, G., Hauser, P. C., Petitto, L. A., & Allen, T. E. (2015). Fingerspelling as a novel gateway into reading fluency in deaf bilinguals. *PLoS ONE*, 10(10), e0139610.
- Thompson, R., Emmorey, K., & Gollan, T. H. (2005). "Tip of the fingers" experiences by deaf signers: Insights into the organization of a sign-based lexicon. *Psychological Science*, 16(11), 856–860.
- Wallace, G., & Corballis, M. C. (1973). Short-term memory and coding strategies in the deaf. *Journal of Experimental Psychology*, 99(3), 334–348.
- White, S. J., Johnson, R. L., Livversedge, S. P., & Rayner, K. (2008). Eye movements when reading transposed text: The importance of word-beginning letters. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 34(5), 1261–1276.
- Williams, J., Darcy, L., Newman, S. (2015). Fingerspelling and print processing similarities in deaf and hearing readers. *Journal of Language and Literature*, 6(1), 56–65.
- Wilson, M., & Emmorey, K. (1997). A visuospatial "phonological loop" in working memory: Evidence from American sign language. *Memory and Cognition*, 25(3), 313–320.
- Zhang, Q. F., & Zhu, X. B. (2011). The temporal and spatial features of segmental and suprasegmental encoding during implicit picture naming: An event-related potential study. *Neuropsychologia*, 49(14), 3813–3825.

An Experimental Study on Phoneme Identification in Chinese Disyllable Words of the Deaf

Chen Ying¹, Yang Fuyi¹, Jia Ling², Gong Huina³, Lei Jianghua³

(¹Department of Special Education, Faculty of Education, East China Normal University, Shanghai, 200062)

(²College of Elementary Education, Xinjiang Normal University, Urumqi, 830071)

(³College of Education, Central China Normal University, Wuhan, 430079)

Abstract A modified version of the dual-route cascaded (DRC) model argued that the deaf adults access phonology of printed words indirectly through orthographic, such as fingerspelling, or speech-reading routes. Precisely, researches from alphabetic language found the congenital deaf could recode printed words based on the handshape-letter correspondence rule (i.e. visual phoneme awareness). For the hearing, a phoneme position effect was evident in both English (the first phoneme advantage) and Chinese (the first consonant/Shengmu advantage) written words. In line with which, a Shengmu advantage in deaf was found in single Chinese character. However, there has been no evidence so far proving a Shengmu advantage as the same in Chinese disyllable words, so as its causes.

A phoneme identification experiment was conducted to investigate whether there would be a similar phoneme position effect (i.e. consonant/Shengmu recognition advantage) in Chinese disyllable words of the deaf, which would be helpful to reveal the mechanism of deaf adults' phoneme encoding. 64 high-school students with severe hearing loss (>90dB) participated the experiment but with 4 students missed. After a practice session, participants entered the task (192 Chinese disyllable words in total) in which they were asked to judge whether a disyllable word contain the consonant/vowel phoneme or not. No feedback was given during the task.

The present study consisted of two parts. Specifically, a two-factor within group design of 2(phoneme type: consonant/Shengmu, vowel/Yunmu) * 2(phonological code type: fingerspelling, letter) was conducted at the first to investigate the initial consonant/Shengmu recognition advantage and the influence of phonological codes. On the basis of which, a two-factor within group design of 2 (phoneme type: consonant/Shengmu, vowel/Yunmu) * 2(morpheme position: beginning character, end character) was conducted to further explore the influence of morpheme position on the consonant/Shengmu recognition advantage in Chinese disyllable words.

The results indicated that: (1) The performance of consonants was more accurate and faster than vowels in disyllable words, revealing a consonant recognition advantage of the deaf. (2) Fingerspelling and visual letter were both used by the deaf to encode phonology in printed words while fingerspelling code was less effective, in addition, the initial consonant recognition advantage was independent of two types of phonological codes. 3) a significant morpheme position effect was found in disyllable words, i.e. the phoneme recognition accuracy was higher and the speed faster for the beginning character than the end character in Chinese compound words; further, the performance for the consonant/Shengmu of first character in compound word was significantly better than all other phonemes, both indicating that for deaf students, not only syllables in compound word but also phonemes within a syllable were both serially, from left to right, encoded.

In conclude, the findings thus indicated that there was a significant Shengmu recognition advantage in disyllable word of the deaf, jointly influenced by fingerspelling and the serial phoneme encoding. The findings of the present study will not only improve our understanding of the phenetic encoding mechanism in printed Chinese words, but also provide insights to the language instruction for the deaf.

Key words the deaf, disyllable word, phoneme, phonological code, morpheme position