

# 口语句子产生中词汇选择的计划单元： 来自大中小学生的比较研究\*

赵黎明<sup>1</sup> 廉园<sup>1</sup> 李卫君<sup>2</sup>

(1 教育部人文社会科学重点研究基地 天津师范大学心理与行为研究院, 天津 300074)

(2 辽宁师范大学脑与认知神经科学研究中心, 大连 116029)

**摘要** 采用图-词干扰范式, 要求被试口语产生包含三个名词的句子, 通过检验句中不同位置的名词上的语义干扰效应, 探讨大中学生言语产生中词汇选择的计划单元。结果发现, 大学生和初中生都只在第一个名词上发现了言语产生潜伏期的语义干扰效应, 表明其词汇选择的计划单元只限于第一个名词, 支持了严格递进假设; 小学生三个名词上都没有发现潜伏期的语义干扰效应, 表明小学生没有稳定地选择好第一个名词即开始发音。由此可见, 词汇选择的计划单元大小是可变的, 存在年龄上的个体差异, 主要表现在小学生和初中生之间。

**关键词** 言语产生, 词汇选择, 计划单元, 大中小學生。

**分类号** B842.5

## 1 引言

语言是人类表征外在世界和内在思想的最重要方式。其中口头语言的产生, 又称言语产生, 是指个体利用言语表达思想的心理过程, 包括从思想代码转换成语言代码, 再转换成生理和运动代码, 即利用发音器官发出表达某种意义的声音 (杨玉芳, 2015)。多个言语产生模型都较为一致地认为, 言语产生主要包括概念化、言语组织和发音这 3 个过程 (Caramazza, 1997; Dell, 1986; Levelt, Roelofs, & Meyer, 1999)。其中一个很重要的阶段是为所表达的概念选择恰当的词汇, 被称为词汇选择。根据 Kempen 和 Hoenkamp (1987) 提出的言语产生的递进加工模型, 为了保证言语的流畅性, 讲话者会将较长的表达划分成若干单元, 并在表达单元 X 的时候, 在头脑中同时计划下一个单元 X+1。由此引出了一个重要的科学问题, 言语产生中计划单元 X 究竟多大? 这个问题涉及言语产生的各个加工阶段, 而词汇选择是言语组织过程中一个重要的加工阶段, 因此前人研究对言语产生中词汇选择的计划单元大小做了深入探讨。其中第一个计划单元也就是说话人在开始发音之前对想要表达的内容进行词汇选择的范围。根据 Kempen 和 Hoenkamp 的递进加工规则, 说

话的过程包含了同时进行的多个加工阶段, 难以进行区分和测量, 因此探讨第一个计划单元的大小成为研究计划单元的突破口。下文中提到的计划单元, 也都是指第一个计划单元, 即在开始发音前说话人对哪些 (内容) 词进行了词汇选择。

Griffin (2001) 的研究中要求被试用句子 “The N1 and the N2 are above the N3” 来描述屏幕上呈现的三幅物体图片, 其中 N1、N2 和 N3 分别对应三个物体的名称, 同时操纵 N1、N2 和 N3 这三个名词的命名一致性 (codability)。结果发现, 改变 N1 的命名一致性会影响句子产生的潜伏期, 而改变 N2 和 N3 的命名一致性都没有影响。命名一致性是指目标图片的备选名称数量, 被认为会影响词汇选择的速度, 因此这样的结果表明, 说话人口语句子产生时词汇选择的计划单元只包含了第一个名词。这种高度递进的加工模式被称为严格递进假设 (the radically incremental hypothesis)。该假设还得到一些后续研究的支持。例如赵黎明和杨玉芳 (2013) 利用图—词干扰范式, 要求被试用包含两个名词的句子来描述屏幕上垂直呈现的两幅物体图片, 同时视觉呈现干扰词。其中干扰词和目标图片的名称属于同一语义类别 (如 “狗” 和 “猫”) 或者没有任何明显的语义关联 (如 “狗” 和 “伞”)。前人在这样的设置下发现了

收稿日期: 2018-6-6

\* 基金项目: 天津市哲学社会科学规划项目 (TJXX13-006) 和天津市“131”第三层次创新性人才培养工程。

通讯作者: 赵黎明, E-mail: zhaoliming@tjnu.edu.cn; 李卫君, E-mail: li\_wj@126.com。

一个经典的语义干扰效应 (*semantic interference effect*), 即干扰词和目标词属于同一语义类别时的命名潜伏期显著长于两者无关时。该效应被认为发生在词汇选择阶段, 由干扰词和目标词的竞争所致 (Levelt, Roelofs, & Meyer, 1999; Roelofs, 1992; 不同观点见 Miozzo & Caramazza, 2003; Finkbeiner & Caramazza, 2006; Mahon, Costa, Peterson, Vargas, & Caramazza, 2007)。赵黎明等 (2013) 的研究只在第一个名词上发现了潜伏期的语义干扰效应, 因此支持了词汇选择的计划单元只包含第一个名词。词汇选择的严格递进假设还得到了多项眼动研究以及脑电研究的支持 (Meyer, Sleiderink, & Levelt, 1998; Meyer, & van der Meulen, 2000; Zhao & Yang, 2016)。

然而对于词汇选择的计划单元大小, 前人的研究结论并不完全一致。例如 Meyer (1996) 同样采用了图-词干扰范式, 结果发现在产生句子 “the N1 is next to the N2” 时, 在 N1 和 N2 上都发现了命名潜伏期的语义干扰效应, 显示出更大的词汇选择计划单元。对于上述争议, 一些研究者认为其根源在于言语产生的计划单元具有一定的可变性。Ferreira 和 Swets (2002) 就发现, 说话人会根据时间压力的增大而缩短反应时, 计划单元也相应变小。Konopka (2012) 则发现, 在产生并列名词短语 (即 “N1 和 N2”) 时, 当词汇和句法都易于提取时两个名词之间出现了语义干扰效应, 从而表明计划单元会受到词汇和句法的提取难度的影响。此外, 研究者也开始关注个体因素对言语产生计划单元的影响。Swets 等 (2014) 采用眼动追踪技术探讨了言语工作记忆容量对言语产生计划单元的影响。实验中要求被试描述屏幕上呈现的三幅图片。结果发现, 与低工作记忆组相比, 工作记忆容量大的个体对句末图片的关注更多, 相应地也更倾向于参考句末图片来计划句首表达。由此推论个体的言语工作记忆容量会影响其言语产生的计划单元大小。然而上述研究存在的共同问题是, 无法明确具体是哪个阶段的计划单元受到了影响。即使 Konopka (2012) 发现了两个名词之间的语义干扰, 也只能说明第二个名词在开始发音前可以得到语义信息的激活, 但是仍然无法确定第二个名词是否也完成了词汇选择。总之, 词汇选择的计划单元是否可变, 以及是否受上述因素的影响还不确定。

Wagner 等 (2010) 试图采用图-词干扰范式探

讨词汇选择的计划单元是否可变及其影响因素。他们首先重复了 Meyer (1996) 的研究结果, 即在要求被试固定产生 “the N1 is next to the N2” 的句子时, 在两个名词上都发现了语义干扰效应。接着在实验中增加了概念判断任务, 并要求被试根据概念判断的结果产生简单句 “the N1 is next to the N2” 或复杂句 “the blue N1 is next to the blue N2”。结果发现, 原本在 N2 上发现的语义干扰效应消失了, 表明词汇选择的计划单元随着认知负荷的增加而减小。然而该研究通过额外的工作记忆任务来增加认知负荷时, 却发现 N1 和 N2 上都存在显著的语义干扰效应。由此可见, 认知负荷并不能稳定地影响词汇选择的计划单元。

综上所述, 前人研究探讨了成年人在言语产生中的词汇选择计划单元大小, 然而结论并不一致。由此, 研究者开始关注计划单元的可变性和其影响因素, 包括外部实验因素和内部个体差异。然而具体关于词汇选择这一加工阶段的计划单元的可变性与影响因素, 目前还很不明确。其中一个重要原因很可能是词汇选择的计划单元更多地受个体因素影响 (Swets, Jacovina, & Gerrig, 2014), 与其相比, 外部因素的影响就显得微弱和不稳定了。而年龄是个体差异的重要因素。许多认知能力, 如工作记忆容量, 在成年之前都会随着年龄的增长而增大 (Thomason et al., 2009; Krogsrud et al., 2018), 并且与语言能力紧密相关 (Kronenberger et al., 2013; Swanson & Howell, 2001)。因此, 本研究同样采用图-词干扰范式, 通过比较大中小学不同年龄段在言语产生中词汇选择的计划单元大小, 探讨词汇选择计划单元的可变性。鉴于该研究目的, 在被试年龄的选择上, 我们尽量增大组间的跨度, 同时缩小组内的差异。同时考虑到我们的言语发展过程, 一般在 10~14 个月才会说出第一个词 (Huttenlocher, Vasilyeva, Cymerman, & Levine, 2002), 直至 9~10 岁对句法规则的理解和使用才与成年人相似 (Chomsky, 1969; Papalia, Olds, & Feldman, 2007)。因此本研究中最小的年龄段选择了 9~10 岁的小学生。

此外, 前人研究在图-词干扰范式中还发现了另一个经典效应, 即干扰词与目标词语义无关时的命名潜伏期长于干扰刺激完全没有语义信息的条件, 如干扰刺激是无意义的符号串 “&&&” 或白噪音 (一般称为基线条件)。该效应被称为词汇干扰效应 (*lexical interference effect*), 可能反映

了词汇选择前的注意阻滞机制 (Piai, Riès, & Swick, 2016; Roelofs, Piai, & Schriefers, 2011), 即干扰刺激不是词汇时更容易在早期被排除。本研究同时考察了句子产生时不同名词上的词汇干扰效应, 以便增加对大中小学生句子产生时前词汇水平的计划单元大小的分析。

## 2 研究方法

### 2.1 被试

本研究的被试为在校大学生 30 名 (女生 24 名), 年龄范围为 19~24 岁, 平均年龄为  $21.6 \pm 1.7$  岁; 在校初中二年级学生 34 名 (女生 25 名), 年龄范围为 13~15 岁, 平均年龄为  $13.7 \pm 0.5$  岁; 在校小学三年级学生 36 名 (女生 17 名), 年龄范围为 9~10 岁, 平均年龄为  $9.9 \pm 0.4$  岁。被试母语为汉语, 视力正常或矫正视力正常, 在此之前均未参加过同类实验。

### 2.2 实验方法

采用图-词干扰范式的扩展, 即每组实验刺激包含三幅图片和一个干扰词。要求被试尽量忽略干扰词, 在保证正确的情况下尽快开始说出句子 “N1 和 N2 在 N3 的上/下/左/右边”, 其中 N1、N2 和 N3 分别代表三幅图片的名称。三幅图片的呈现位置有 4 种, 如图 1 所示, 以降低被试对图片位置及表达的预期。三幅图片的中心连线构成一个等边三角形。干扰词与三幅图片一起呈现, 并且位于其中一幅的中心位置, 因此有 3 种呈现位置 (N1、N2 和 N3)。干扰词与它所在图片名称的语义关联有以下 3 种情况: (1) 语义相关; (2) 语义无关; (3) 基线。其中基线条件是指在干扰词呈现的位置呈现两个无意义符号 “&&”。干扰词和实验刺激中的其他两幅图片没有任何明显的语义或语音关联。它与所在图片也没有任何明显的语音关联。

从刺激开始呈现到被试开始发音的这段时间, 定义为句子产生的潜伏期, 即反应时, 通过 DMDX 编写的程序在电脑上呈现刺激并记录被试的语音反应和反应时。错误反应由主试在线记录, 并由另一位言语认知学研究者根据实验过程的录音对判断的准确性做后期检验。在正式实验开始前有练习阶段。主试在该阶段对被试的错误反应进行纠正, 以便被试尽快掌握实验要求, 并且不断调整 DMDX 对麦克风接收的声音阈限, 以便在

正式实验前完成每个被试的反应阈限设置。

### 2.3 实验材料

从张清芳和杨玉芳 (2003) 建立的标准化图片库中选取 45 幅命名难度中等 (在张清芳和杨玉芳划分的 5 个命名难度等级中 2~4 级) 的双字词图片, 并将其分为在词频、笔画数及命名潜伏期上匹配的三组 (词频:  $F(2, 42) < 1$ ; 笔画数:  $F(2, 42) = 2.34, p = 0.105, \eta^2_p = 0.10$ ; 命名潜伏期:  $F(2, 42) < 1$ )。从每组中抽取一个图片构成一个包含三幅图片的实验项目, 从而构成 15 个实验项目。其中 12 个实验项目会应用在正式实验中, 其余 3 个实验项目应用在练习阶段。每个实验项目中的三幅图片之间均没有语义或语音关联。三组图片中的一组始终作为目标图片, 因此与其对应的语义相关干扰词和语义无关干扰词各 15 个。两组干扰词均为双字词, 并且匹配了词频和笔画数 (词频:  $t(14) = 1.51, p = 0.153$ ; 笔画数:  $|t(14)| < 1$ )。

### 2.4 实验设计

采用 3 (被试年龄阶段: 大学生、中学生、小学生)  $\times$  3 (干扰词位置: N1、N2、N3)  $\times$  3 (干扰词类型: 语义相关、语义无关、基线) 的三因素混合设计。其中被试年龄阶段为被试间因素, 干扰词位置和类型为被试内因素。因变量为被试口语句子表达的命名潜伏期与错误率。命名潜伏期是从图片开始呈现到被试开始发音的时间, 反映了说话人在开始发音前的言语计划。错误率是指错误反应占总反应试次的百分比, 主要反映了说话过程中由于计划失误或受到干扰而产生的语误 (赵黎明, 杨玉芳, 2013)。实验分成 1 个练习组和 3 个实验组。其中每个实验组包含 36 个实验刺激, 每个实验项目在一个实验组中重复出现 3 次, 以保证目标图片在 N1、N2、N3 这三个位置上各出现一次。每个实验组中的 36 个实验刺激在干扰词类型上也是平均分配, 即 12 个语义相关, 12 个语义无关和 12 个基线。每个实验组中所有刺激的呈现顺序都是伪随机的, 以保证相同的图片至少间隔 5 个刺激, 相同的图片位置关系至少间隔 1 个刺激。另外, 相同的干扰词类型以及干扰词位置同样保证至少间隔 1 个刺激。被试完成 3 个实验组的顺序按照拉丁方排列, 以保证其在被试间平衡。练习组由 18 个刺激组成, 包含实验设计中的所有条件。在练习和正式实验开始之前, 让被试熟悉



45 幅图片及其对应的中文名称, 并通过单个图片命名测试进行检验与巩固。

## 2.5 实验程序

每个被试在一个安静的房间里距离电脑屏幕约 70 cm 单独完成实验。实验开始之前, 首先让被试学习所有将在练习和实验中使用的图片。然后给被试呈现三幅图片的位置关系示意图(图 1)以及对应的表达, 同时告诉被试将会有三幅图片和一个词或符号一起出现在屏幕上, 他们的任务是尽量忽略词和符号的影响, 根据屏幕上图片的方位关系尽快用规定句式, 流畅、自然地把相应句子说出来。在实验过程中, 尽量减少“嗯、啊”这类与实验无关用语的使用。在每个刺激开始时, 屏幕中央会先呈现一个注视点“+”号 1000 ms。然后同时呈现三幅图片和一个干扰词, 呈现时间为 5000 ms。要求被试在尽量保证言语流畅性与正确的情况下, 开始表述相应的句子。视觉刺激消失后有 2000 ms 空屏作为时间间隔。屏幕的背景始终为黑色, 干扰词始终为绿色(RGB 颜色参数为 000255000)。整个实验过程历时约 30 min, 包括学习、练习阶段以及正式实验部分。被试在完成每个阶段和每组实验之间都可以选择休息。

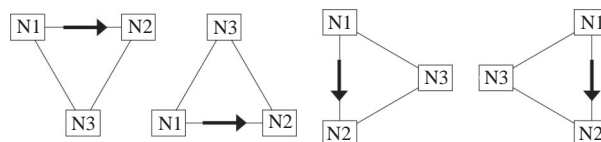


图 1 四种图片呈现的位置关系的示意图

## 3 实验结果

对于每一组实验刺激, 如果被试没有使用要求的图片名称或者要求的句子结构, 或者产生的句子出现明显的停顿等不流畅现象, 就把对这一组刺激的反应判定为错误反应(产生错误), 从命名潜伏期的分析中剔除。命名潜伏期小于 300 ms 或者大于 3000 ms, 以及 3 个标准差以外的极值也被剔除。被剔除的数据以及话筒没有记录到发声反应的情况, 在每个年龄段合计占该年龄段总数据的百分比分别为: 大学生 9.1%, 中学生 19.3%, 小学生 37.7%。最后得到的有效潜伏期的平均值和产生的错误率如表 1 所示。其中语义干扰效应是由语义相关条件减语义无关条件所得, 词汇干扰效应是由语义无关条件减基线条件所得。大中小学生在每个干扰词位置上的语义干扰效应和词汇干扰效应也如表 1 所示。

表 1 大中小学生口语句子产生的潜伏期和错误率的(被试内)平均值和标准差

被试年龄段	干扰词类型	干扰词位置					
		N1		N2		N3	
		命名潜伏期(ms)	错误率(%)	命名潜伏期(ms)	错误率(%)	命名潜伏期(ms)	错误率(%)
大学生	语义相关	1504±195	6.7±8.3	1341±168	11.1±10.3	1325±208	13.9±12.6
	语义无关	1459±161	3.6±4.7	1366±162	6.9±8.2	1310±159	6.7±7.4
	基线	1389±159	3.9±5.7	1335±153	4.4±6.1	1311±171	3.9±5.7
	语义干扰效应	45*	3.1	-25	4.2*	15	7.2**
	词汇干扰效应	70**	-0.3	31*	2.5	-1	2.8
中学生	语义相关	1554±263	19.6±16.7	1319±208	25.2±15.8	1309±233	30.9±17.5
	语义无关	1494±228	11.8±13.3	1330±236	15.7±13.3	1285±216	15.9±13.8
	基线	1371±230	10.0±13.4	1307±218	16.7±18.6	1268±214	9.8±9.7
	语义干扰效应	60**	7.8***	-11	9.5***	24	15.0***
	词汇干扰效应	123***	1.8	23	-1.0	17	6.1*
小学生	语义相关	1846±255	36.1±19.1	1594±248	45.6±22.6	1615±324	45.1±18.4
	语义无关	1844±298	30.3±19.7	1606±251	32.9±20.8	1550±303	25.9±18.7
	基线	1613±218	26.2±18.9	1629±292	26.6±17.8	1519±213	23.8±17.3
	语义干扰效应	2	5.8*	-12	12.7***	65	19.2***
	词汇干扰效应	231***	4.1	-23	6.3*	31	2.1

注: \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$ , 被试检验和项目检验不一致时, 以被试检验为准。

对命名潜伏期和错误率进行三因素方差分析: 被试年龄段(大学生、中学生、小学生)为被试间和项目内因素; 干扰词位置(N1、N2、N3)和干扰词类型(语义相关、语义无关、基线)为被试内和项目内因素。潜伏期的结果分析表明: 被试年龄段的主效应显著,  $F_1(2, 97) = 24.75, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.34$ ;  $F_2(2, 33) = 64.69, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.80$ ; 干扰词位置的主效应显著,  $F_1(2, 194) = 130.47, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.57$ ;  $F_2(2, 66) = 70.63, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.68$ ; 干扰词类型的主效应显著,  $F_1(2, 194) = 28.40, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.23$ ;  $F_2(2, 66) = 28.77, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.47$ ; 干扰词位置和干扰词类型的交互作用显著,  $F_1(4, 388) = 13.86, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.13$ ;  $F_2(4, 132) = 16.53, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.33$ ; 被试年龄段、干扰词位置和类型的三因素交互作用被试检验边缘显著, 项目检验显著,  $F_1(8, 388) = 1.80, p = 0.075, \eta_p^2 = 0.04$ ;  $F_2(8, 132) = 2.17, p < 0.05, \eta_p^2 = 0.12$ ; 其他交互作用均不显著。

错误率的结果分析表明: 被试年龄段的主效应显著,  $F_1(2, 97) = 40.48, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.46$ ;  $F_2(2, 33) = 76.17, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.82$ ; 干扰词位置的主效应显著,  $F_1(2, 194) = 12.65, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.12$ ;  $F_2(2, 66) = 10.35, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.24$ ; 干扰词类型的主效应显著,  $F_1(2, 194) = 114.39, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.54$ ;  $F_2(2, 66) = 61.70, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.65$ ; 被试年龄段和干扰词类型的交互作用显著,  $F_1(4, 194) = 6.93, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.13$ ;  $F_2(4, 66) = 3.83, p < 0.01, \eta_p^2 = 0.19$ ; 干扰词位置和干扰词类型的交互作用显著,  $F_1(4, 388) = 7.16, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.07$ ;  $F_2(4, 132) = 5.98, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.15$ ; 其他交互作用均不显著。

事后检验显示: 在被试年龄段因素上, 大学生和中学生在命名潜伏期上没有显著差异( $|t|s < 1$ ), 并且都显著快于小学生(大学生 vs. 小学生:  $t_1(64) = 5.80, p < 0.001, d = 1.14$ ;  $t_2(22) = 9.38, p < 0.001, d = 1.73$ ; 中学生 vs. 小学生:  $t_1(68) = 6.24, p < 0.001, d = 1.07$ ;  $t_2(22) = 10.26, p < 0.001, d = 1.78$ ); 大学生言语产生的错误率显著小于中学生,  $t_1(62) = 3.58, p < 0.01, d = 0.81$ ;  $t_2(22) = 5.01, p < 0.001, d = 1.19$ ; 中学生的错误率又显著小于小学生,  $t_1(68) = 5.43, p < 0.001, d = 0.82$ ;  $t_2(22) = 7.26, p < 0.001, d = 1.32$ 。在干扰词位置因素上, 干扰词位于N1时的命名潜伏期显著大于干扰词位于N2时,  $t_1(96) = 11.27, p < 0.001, d = 0.52$ ;  $t_2(32) = 7.56, p < 0.001, d = 0.79$ ; 干扰词位于N2时

的命名潜伏期又显著大于干扰词位于N3时,  $t_1(96) = 3.43, p < 0.01, d = 0.14$ ;  $t_2(32) = 2.80, p < 0.01, d = 0.30$ ; 干扰词位于N2和干扰词位于N3时在言语产生的错误率上没有显著差异( $t_1(96) = 1.25, p = 0.21$ ;  $t_2(32) = 1.25, p = 0.22$ ), 并且都显著大于干扰词位于N1时(N1 vs. N2:  $t_1(96) = -4.56, p < 0.001, d = 0.21$ ;  $t_2(32) = -3.73, p < 0.001, d = 0.29$ ; N1 vs. N3:  $t_1(96) = -3.44, p < 0.01, d = 0.16$ ;  $t_2(32) = -3.44, p < 0.01, d = 0.21$ )。下面详细检验每个年龄段在每个干扰词位置上的干扰词效应。

### 3.1 大学生

干扰词位于N1时, 命名潜伏期上发现了显著的语义干扰效应, 即语义相关条件下的命名潜伏期显著长于语义无关条件,  $t_1(28) = 2.06, p < 0.05, d = 0.25$ ;  $t_2(10) = 1.97, p = 0.074 < 0.1, d = 0.48$ ; 错误率上同样发现了语义干扰效应, 显示语义相关条件下的错误率与语义无关条件相比略高, 差异呈边缘显著,  $t_1(28) = 1.88, p = 0.07, d = 0.45$ ;  $t_2(10) = 1.96, p = 0.08, d = 0.69$ 。此外, 在命名潜伏期上还发现了显著的词汇干扰效应, 即语义无关条件下的命名潜伏期显著长于基线条件,  $t_1(28) = 3.53, p < 0.01, d = 0.44$ ;  $t_2(10) = 2.79, p < 0.05, d = 0.72$ ; 两个条件在错误率上的差异不显著,  $|t|s < 1$ 。

干扰词位于N2时, 在命名潜伏期上没有发现显著的语义干扰效应; 在错误率上发现的语义干扰效应只在被试检验上边缘显著,  $t_1(28) = 2.02, p = 0.053, d = 0.45$ ;  $t_2(10) = 1.20, p = 0.25, d = 0.52$ 。此外, 词汇干扰效应只体现在命名潜伏期上, 并且只在被试检验上显著,  $t_1(28) = 2.10, p < 0.05, d = 0.20$ ;  $t_2(10) = 1.38, p = 0.20, d = 0.37$ 。

干扰词位于N3时, 在命名潜伏期上同样没有发现显著的语义干扰效应; 在错误率上发现的语义干扰效应在被试检验上显著, 在项目检验上边缘显著,  $t_1(28) = 3.37, p < 0.01, d = 0.70$ ;  $t_2(10) = 1.85, p = 0.09, d = 0.76$ 。此外, 在命名潜伏期和错误率上都没有发现显著的词汇干扰效应。

### 3.2 中学生

干扰词位于N1时, 命名潜伏期上发现了显著的语义干扰效应, 即语义相关条件下的命名潜伏期显著长于语义无关条件,  $t_1(32) = 2.88, p < 0.01, d = 0.24$ ;  $t_2(10) = 2.86, p < 0.05, d = 0.52$ ; 错误率上同样发现了语义干扰效应, 显示语义相关条件下的错误率显著高于语义无关条件,  $t_1(32) = 3.614, p < 0.01, d = 0.52$ ;  $t_2(10) = 2.89, p < 0.05, d = 0.99$ 。此

外,在命名潜伏期上还发现了显著的词汇干扰效应,即语义无关条件下的命名潜伏期显著长于基线条件,  $t_1(32)=6.00, p<0.001, d=0.54$ ;  $t_2(10)=4.35, p<0.01, d=1.06$ ; 两个条件在错误率上的差异不显著,  $|d|s<1$ 。

干扰词位于 N2 时,只在错误率上发现了显著的语义干扰效应,  $t_1(32)=4.23, p<0.001, d=0.65$ ;  $t_2(10)=2.77, p<0.05, d=1.04$ 。此外,在命名潜伏期和错误率上都没有发现显著的词汇干扰效应。

干扰词位于 N3 时,同样只在错误率上发现了语义干扰效应,  $t_1(32)=5.24, p<0.001, d=0.95$ ;  $t_2(10)=4.46, p<0.01, d=1.66$ 。此外,在错误率上还发现了显著的词汇干扰效应,  $t_1(32)=2.45, p<0.05, d=0.51$ ;  $t_2(10)=3.43, p<0.01, d=0.83$ 。

### 3.3 小学生

干扰词位于 N1 时,命名潜伏期上没有发现显著的语义干扰效应,  $|t|s<1$ ; 错误率上发现了语义干扰效应,不过只在被试检验上显著,  $t_1(34)=2.32, p<0.05, d=0.30$ ;  $t_2(10)=1.45, p=0.173, d=0.49$ 。此外,在命名潜伏期上发现了显著的词汇干扰效应,即语义无关条件下的命名潜伏期显著长于基线条件,  $t_1(34)=6.78, p<0.001, d=0.88$ ;  $t_2(10)=7.65, p<0.001, d=1.81$ ; 两个条件在错误率上的差异不显著。

干扰词位于 N2 时,只在错误率上发现了显著的语义干扰效应,  $t_1(34)=4.54, p<0.001, d=0.59$ ;  $t_2(10)=7.06, p<0.001, d=1.69$ 。此外,在错误率上还发现了显著的词汇干扰效应,  $t_1(34)=2.21, p<0.05, d=0.32$ ;  $t_2(10)=2.82, p<0.05, d=0.86$ 。

干扰词位于 N3 时,同样只在错误率上发现了显著的语义干扰效应,  $t_1(34)=7.68, p<0.001, d=1.04$ ;  $t_2(10)=4.47, p<0.01, d=1.64$ 。此外,在命名潜伏期和错误率上都没有发现显著的词汇干扰效应。

## 4 讨论

本研究通过检验图-词干扰范式下句子中不同位置的名词的语义干扰效应,探讨了大中小学生在口语句子产生中的词汇选择的计划单元大小。我们发现,大学生和初中生只在第一个名词上存在命名潜伏期的语义干扰效应;小学生在三个名词上都没有发现命名潜伏期的语义干扰效应;大中小学生在三个名词上都发现了错误率的语义干扰效应(虽然大学生的错误率在第一个名词上的语

义干扰效应边缘显著,但效应量较大)。由此可见,命名潜伏期和错误率的结果趋势基本一致,因此排除速度与正确率的权衡对结果的潜在影响。此外,错误率上稳定的语义干扰效应表明,尽管我们要求被试尽量忽略干扰刺激,但是干扰刺激还是被自动加工,并干扰了被试的言语产生。命名潜伏期上的语义干扰效应结果表明,在开始发音前,大学生和初中生已经对句子表达中的第一个名词完成了词汇选择,而 10 岁小学生在没有稳定完成第一个名词的词汇选择时已开始发音。即大学生和初中生在口语句子产生时的词汇选择计划单元是第一个名词,而 10 岁小学生的词汇选择计划单元小于第一个名词。

本研究结果与前人关于成年人词汇选择的严格递进假设一致,即说话人在开始发音前只选择了第一个名词(Griffin, 2001; Zhao & Yang, 2016; 赵黎明, 杨玉芳, 2013)。尽管许多图片命名研究的结果支持语法编码的计划单元是第一个名词短语,即第一个名词短语中的第二个名词是包含在语法编码的计划单元之中的(Allum & Wheeldon, 2007; Smith & Wheeldon, 1999; Zhao, Alario, & Yang, 2015),但是深入了解后不难发现,这些结果与本研究的结果并不矛盾。语法编码阶段不仅包含词汇的选择,而且包含句法的提取(Garrett, 1976; Levelt, 1989)。Wheeldon 等(2013)发现,词汇选择和句法提取的计划单元并不一定保持一致,在词汇选择计划单元变化的情况下,句法提取的计划单元始终保持为第一个名词短语。因此,前人在图片命名研究中发现的命名潜伏期随第一个名词短语长度的增加而增大的结果,很可能是由句法提取的耗时不同导致的,期间词汇选择的计划单元仍为第一个名词。然而前言中我们也提到, Meyer (1996) 同样采用图-词干扰范式,结果却显示更大的词汇选择计划单元。对此,赵黎明和杨玉芳(2013)已经给出解释,认为是实验设置造成的。在 Meyer (1996) 的研究中,实验刺激在屏幕上呈现 800 ms 就消失(小于实验一中用短语命名的平均潜伏期),这样的实验设置可能会促使被试在图片消失之前尽可能准备好两个图片的名称,因此更容易在两个名词上探测到语义干扰效应。而本研究以及赵黎明和杨玉芳(2013)的研究中,实验刺激在屏幕上呈现时间分别为 5000 ms 和 4000 ms,基本可以保证被试在表达完成后图片刺激才消失,因而有利于被试递进式地选择词汇。

前人研究已经发现, 一些实验设置的外界因素可能会影响言语产生的计划单元, 包括反应的时间压力 (Ferreira & Swets, 2002), 通过额外的概念任务和句式变换引发的认知负荷 (Wagner et al., 2010), 以及词汇和句式的提取难度 (Konopka, 2012; Wheeldon et al., 2013)。然而上述研究并没有明确词汇选择的计划单元是否可变并受这些因素影响。本研究在发现年龄因素对词汇选择的计划单元大小有重要影响的同时, 也显示了其稳定性的一面, 即成年说话人在大多条件下倾向于严格递进的词汇选择模式。再者, 本研究采用与赵黎明等 (2013) 相似的实验设置, 在大学生和初中生上都得到与前人一致的结果, 显示了词汇选择计划单元的稳定性, 表明在本研究的实验情景下, 大学生和初中生的词汇选择计划单元确为第一个名词。

此外, 本研究发现, 大学生在第一个和第二个名词上都存在命名潜伏期的词汇干扰效应; 初中生和小学生只在第一个名词上发现了命名潜伏期的词汇干扰效应。鉴于词汇干扰效应反映了早期的注意阻滞机制 (Piai, Riès, & Swick, 2016; Roelofs, Piai, & Schriefers, 2011), 该结果表明, 初中生和小学生在开始发音前对第一个名词进行了词汇选择前的注意控制加工; 大学生不仅如此, 还对第二个名词也进行了词汇选择前的注意加工。由此可见, 大学生言语产生的计划单元仍然是大于初中生的, 只不过这个差异并不发生在词汇选择阶段, 而是词汇选择前的注意控制加工阶段。

综合本研究在图-词干扰范式下发现的语义干扰效应和词汇干扰效应, 表明大中小学生口语句子产生时的计划单元大小存在依次递减的趋势。具体而言, 大学生在开始发音前不仅对第一个名词进行了词汇选择, 而且注意了表达中的第二个名词, 并对其进行了词汇选择前的初步加工; 初中生在开始发音前只对第一个名词进行了词汇选择, 并没有对后面的名词做早期的注意控制加工; 相较而言, 小学生的计划单元最小, 在开始发音前对第一个名词只是完成了词汇选择前的注意加工, 甚至没有稳定地完成词汇选择。这些结果支持了 Kempen 和 Hoenkamp (1987) 的递进加工模型, 表明说话人在开始发音前并没有计划完成整个句子, 而是采取更小的单元, 以递进加工的方式完成整句的表达。这也与前人做出的早期加工阶段的计划单元一般大于较晚加工阶段的计

划单元的假设一致 (Costa, Navarrete, & Alario, 2006; Garrett, 1975, pp.133-177; Smith & Wheeldon, 2004; Yang & Yang, 2008)。

Swets 等 (2014) 发现说话人的言语计划单元与言语工作记忆的容量有关, 尽管该研究并没有明确所谓的言语计划单元具体特指哪个阶段。而前人研究较为一致地认为, 言语工作记忆容量的最高峰位于 30 岁以后, 并且言语工作记忆容量显著影响 9 到 14 岁儿童的阅读能力 (Swanson & Howell, 2001)。因此本研究发现的词汇选择的计划单元在 10 岁小学生和初中生之间发生转折, 以及初中生和大学生在词汇选择前的注意控制加工范围的差异, 很可能是由言语工作记忆的发展导致的。当然, 从 10 岁小学生到初中生, 再到大学生, 这一过程伴随诸多认知能力的发展, 其中究竟是哪个或哪些因素导致了计划单元的差异, 还有待后续研究的进一步检验。

## 5 结论

本研究采用图-词干扰范式, 通过检验口语句子产生中不同位置的名词的语义干扰效应, 探讨大中小学生词汇选择的计划单元大小。结果发现, 大学生和初中生都只在句子表达的第一个名词上存在语义干扰效应, 表明大学生和初中生的词汇选择计划单元只限于第一个名词, 支持了词汇选择的严格递进假设; 10 岁小学生在三个名词上都没有发现命名潜伏期的语义干扰效应, 表明 10 岁小学生没有稳定地选择好第一个名词即开始发音。由此可见, 词汇选择的计划单元大小在 10 岁小学生到初中生的阶段是发展和变化的。此外, 大学生在句中第二个名词上发现了命名潜伏期的词汇干扰效应, 而初中生和小学生都没有, 表明大学生和初中生、小学生在词汇选择前的加工阶段的计划单元大小上存在差异。总之, 言语产生的计划单元是可变的, 其中年龄是一个重要的个体影响因素。

## 参考文献

- 杨玉芳. (2015). 心理语言学. 科学出版社.
- 张清芳, 杨玉芳. (2003). 影响图画命名时间的因素. 心理学报, 35(4), 447-454.
- 赵黎明, 杨玉芳. (2013). 汉语口语句子产生的语法编码计划单元. 心理学报, 45(6), 599-613.
- Allum, P. H., & Wheeldon, L. R. (2007). Planning scope in spoken sentence



- production: the role of grammatical units. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 33, 791–810, doi: [10.1037/0278-7393.33.4.791](https://doi.org/10.1037/0278-7393.33.4.791).
- Bates, E., O'Connell, B., & Shore, C. (1987). Language and communication in infancy. In J. D. Osofsky (Ed.), *Handbook of infant development* (pp. 149–203). New York: John Wiley & Sons.
- Brown, R. (1973). *A first language: The early stages*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Caramazza, A (1997). How many levels of processing are there in lexical access? *Cognitive Neuropsychology*, 14(1), 177–208, doi: [10.1080/026432997381664](https://doi.org/10.1080/026432997381664).
- Chomsky, C. (1969). *The acquisition of syntax in children from 5 to 10*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Costa, A., Navarrete, E., & Alario, F. X (2006). Accessing object names when producing complex noun phrases: Implications for models of lexical access. *Cognitiva*, 18, 3–23, doi: [10.1174/021435506775462454](https://doi.org/10.1174/021435506775462454).
- Dale, P., Dionne, G., Eley, T., & Plomin, R (2000). Lexical and grammatical development: A behavioral genetic perspective. *Journal of Child Language*, 27, 619–642, doi: [10.1017/S0305000900004281](https://doi.org/10.1017/S0305000900004281).
- Dell, G. S (1986). A spreading activation theory of retrieval in sentence production. *Psychological Review*, 93, 283–321, doi: [10.1037/0033-295X.93.3.283](https://doi.org/10.1037/0033-295X.93.3.283).
- Ferreira, F. & Swets, B (2002). How incremental is language production? Evidence from the production of utterances requiring the computation of arithmetic sums. *Journal of Memory & Language*, 46, 57–84.
- Ferreira, F. & Swets, B. (2005). The production and comprehension of resumptive pronouns in relative clause 'island' contexts. In: Cutler, A. (Ed.), *Twenty-first century psycholinguistics: Four cornerstones*, 263–278. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Finkbeiner, M., & Caramazza, A (2006). Now you see it, now you don't: On turning semantic interference into facilitation in a Stroop-like task. *Cortex*, 42(6), 790–796, doi: [10.1016/S0010-9452\(08\)70419-2](https://doi.org/10.1016/S0010-9452(08)70419-2).
- Garrett, M. F. (1975). The analysis of sentence production. In G. Bower (Ed.), *Psychology of learning and motivation* (pp. 133–177, 505–529). New York: Academic Press.
- Garrett, M. F. (1976). Syntactic processes in sentence production. In R. Wales & E. Walker (Eds.), *New approaches to language mechanisms* (pp. 231–255). Amsterdam: North-Holland.
- Griffin, Z. M (2001). Gaze durations during speech reflect word selection and phonological encoding. *Cognition*, 82, B1–B14, doi: [10.1016/S0010-0277\(01\)00138-X](https://doi.org/10.1016/S0010-0277(01)00138-X).
- Huttenlocher, J., Vasilyeva, M., Cymerman, E., & Levine, S (2002). Language input and child syntax. *Cognitive Psychology*, 45(3), 337–374, doi: [10.1016/S0010-0285\(02\)00500-5](https://doi.org/10.1016/S0010-0285(02)00500-5).
- Kempen G., & Hoenkamp E (1987). An incremental procedural grammar for sentence formulation. *Cognitive Science*, 11, 201–258, doi: [10.1207/s15516709cog1102\\_5](https://doi.org/10.1207/s15516709cog1102_5).
- Konopka, A. E (2012). Planning ahead: How recent experience with structures and words changes the scope of linguistic planning. *Journal of Memory and Language*, 66, 143–162, doi: [10.1016/j.jml.2011.08.003](https://doi.org/10.1016/j.jml.2011.08.003).
- Krogsrud, S. K., Fjell, A. M., Tamnes, C. K., Grydeland, H., Duetønnessen, P., & Bjørnerud, A., et al (2018). Development of white matter microstructure in relation to verbal and visuospatial working memory—a longitudinal study. *Plos One*, 13(4).
- Kronenberger, W. G., Pisoni, D. B., Harris, M. S., Hoen, H. M., Xu, H., & Miyamoto, R. T (2013). Profiles of verbal working memory growth predict speech and language development in children with cochlear implants. *Journal of Speech Language & Hearing Research*, 56(3), 805–825.
- Levelt, W. J. M. (1989). *Speaking: From intention to articulation*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Levelt, W. J. M., Roelofs, A., & Meyer, A. S (1999). A theory of lexical access in speech production. *Behavioral and Brain Sciences*, 22, 1–75.
- Mahon, B. Z., Costa, A., Peterson, R., Vargas, K. A., Caramazza, A (2007). Lexical Selection Is Not by Competition: A Reinterpretation of Semantic Interference and Facilitation Effects in the Picture–Word Interference Paradigm. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 33, 503–535, doi: [10.1037/0278-7393.33.3.503](https://doi.org/10.1037/0278-7393.33.3.503).
- Meyer, A. S (1996). Lexical access in phrase and sentence production. *Journal of Memory and Language*, 35, 477–496, doi: [10.1006/jmla.1996.0026](https://doi.org/10.1006/jmla.1996.0026).
- Meyer, A. S., Sleiderink, A. M., & Levelt, W. J. M (1998). Viewing and naming objects: eye movements during noun phrase production. *Cognition*, 66, B25–B33, doi: [10.1016/S0010-0277\(98\)00009-2](https://doi.org/10.1016/S0010-0277(98)00009-2).
- Meyer, A. S., & van der Meulen, F. F (2000). Phonological priming effects on speech onset latencies and viewing times in object naming. *Psychological Bulletin and Review*, 7, 314–319, doi: [10.3758/BF03212987](https://doi.org/10.3758/BF03212987).
- Miozzo, M., & Caramazza, A (2003). When more is less: A counterintuitive effect of distractor frequency in picture–word interference paradigm. *Journal of Experimental Psychology: General*, 132, 228–252, doi: [10.1037/0096-3445.132.2.228](https://doi.org/10.1037/0096-3445.132.2.228).
- Papalia, D. E., Olds, S. W., & Feldman, R. D. (2007). *Human development* (10th ed.). Boston: McGraw Hill.
- Piai, V., Riès, S. K., & Swick, D (2016). Lesions to lateral prefrontal cortex impair lexical interference control in word production. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9, 721.



- Roelofs, A. (1992). A spreading-activation theory of lemma retrieval in speaking. *Cognition*, 42, 107–142, doi: [10.1016/0010-0277\(92\)90041-F](https://doi.org/10.1016/0010-0277(92)90041-F).
- Roelofs, A., Piai, V., & Schriefers, H. (2011). Selective attention and distractor frequency in naming performance: comment on Dhooge and Hartsuiker (2010). *Journal of Experimental Psychology: Learning and Memory*, 37, 1032–1038, doi: [10.1037/a0023328](https://doi.org/10.1037/a0023328).
- Smith, M., & Wheeldon, L. (1999). High level processing scope in spoken sentence production. *Cognition*, 73, 205–246, doi: [10.1016/S0010-0277\(99\)00053-0](https://doi.org/10.1016/S0010-0277(99)00053-0).
- Smith, M., & Wheeldon, L. (2004). Horizontal information flow in spoken sentence production. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 30, 675–686, doi: [10.1037/0278-7393.30.3.675](https://doi.org/10.1037/0278-7393.30.3.675).
- Swanson, H. L., & Howell, M. (2001). Working memory, short-term memory, and speech rate as predictors of children's reading performance at different ages. *Journal of Educational Psychology*, 93(4), 720–734, doi: [10.1037/0022-0663.93.4.720](https://doi.org/10.1037/0022-0663.93.4.720).
- Swets, B., Jacovina, M. E., & Gerrig, R. J. (2014). Individual differences in the scope of speech planning: evidence from eye-movements. *Language and Cognition*, 6(1), 12–44, doi: [10.1017/langcog.2013.5](https://doi.org/10.1017/langcog.2013.5).
- Thomason, M. E., Race, E., Burrows, B., Whitfield-Gabrieli, S., Glover, G. H., & Gabrieli, J. D. E. (2009). Development of spatial and verbal working memory capacity in the human brain. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21(2), 316–332, doi: [10.1162/jocn.2008.21028](https://doi.org/10.1162/jocn.2008.21028).
- Wagner, V., Jescheniak, J. D., & Schriefers, H. (2010). On the flexibility of grammatical advance planning during sentence production: effects of cognitive load on multiple lexical access. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 36, 423–440, doi: [10.1037/a0018619](https://doi.org/10.1037/a0018619).
- Wheeldon, L. R., Ohlson, N., Ashby, A., & Gater, S. (2013). Lexical availability and advanced planning in spoken sentence production. *Quarterly journal of Experimental Psychology*, 36, 423–440.
- Yang, J. C., & Yang, Y. F. (2008). Horizontal flow of semantic and phonological information in Chinese spoken sentence production. *Language and Speech*, 51, 267–284, doi: [10.1177/0023830908098543](https://doi.org/10.1177/0023830908098543).
- Zhao, L. M., Alario, F., & Yang, Y. F. (2015). Grammatical planning scope in sentence production: further evidence for the functional phrase hypothesis. *Applied Psycholinguistics*, 36(5), 1059–1075, doi: [10.1017/S0142716414000046](https://doi.org/10.1017/S0142716414000046).
- Zhao, L. M., & Yang, Y. F. (2016). Lexical planning in sentence production is highly incremental: evidence from ERPs. *Plos One*, 11(1), 1–20.

## Development of Lexical Planning Scope in Speech Production: Evidence from Primary, Middle School and Undergraduate Students

ZHAO Liming<sup>1</sup>, LIAN Yuan<sup>1</sup>, LI Weijun<sup>2</sup>

(1 Academy of Psychology and Behaviour, Tianjin Normal University, Key Research Base of Humanities and Social Sciences of Ministry of Education, Tianjin 300074; 2 Research Center of Brain and Cognitive Neuroscience, Liaoning Normal University, Dalian 116029)

### Abstract

The present study took the semantic interference effect of the picture-word interference paradigm as an index to examine the lexical planning scope of three age levels coming from colleges, middle schools, and primary schools respectively. Participants produced sentences containing three referents each. For both the undergraduate students and the middle school students, there was a semantic interference effect only for the first noun, indicating a radically incremental pattern for lexical planning. For the primary school students, the semantic interference effect was absent for all the three nouns, indicating that primary school students have not stably completed the lexical selection for the first noun before speech onset. These findings indicated an individual difference on the lexical planning scope, mainly between the primary and middle school students.

**Key words** speech production, lexical selection, planning scope, individual differences.