

· 基础、实验与工效 ·

# 知觉模糊度影响学习的延迟效应<sup>\*</sup>

潘 溪 陈功香<sup>\*\*</sup> 刘文娟 任 芬 贾广珍 刘春燕  
( 济南大学教育与心理科学学院, 济南, 250022 )

**摘 要** 基于适当迁移加工理论, 采用连续识别任务范式, 通过操纵字词和图片的模糊度来考察知觉模糊非流畅影响学习的延迟效应。结果发现: (1) 模糊不流畅的材料学习判断值更低; (2) 知觉模糊程度对即时的再认成绩没有影响, 但在延迟再认测试中流畅性较低的模糊材料记忆成绩更好。该结果表明实验操纵方式所引发的编码过程和记忆测试所需的检索过程性质上相匹配, 而且延迟测试时, 知觉非流畅可以促进学习, 说明非流畅效应存在边界。

**关键词** 学习判断 非流畅效应 延迟测试 连续识别任务范式

## 1 引言

知觉流畅性 (perceptual fluency) 是指个体在知觉水平上对外部信息加工难易程度的一种主观感受或体验 (Oppenheimer & Frank, 2008)。关于知觉流畅性与元认知监测的研究, 常以学习判断作为重要指标, 学习判断 (judgments of learning, 简称为 JOLs) 是指人们对当前学习过的项目在随后测试中成绩的预测判断, 这种预测往往是建立在学习者所获得的一定信息的基础之上 (陈功香, 傅小兰, 2004)。知觉流畅性是影响学习判断及其准确性的重要因素 (陈颖等, 2019; Besken & Mulligan, 2014; Rhodes & Castel, 2008)。研究发现通过适当降低材料的知觉流畅性, 增加学习者对材料的感知难度, 反而提高了学习效果, 这种现象被称为“非流畅效应” (disfluency effect) (Diemand-Yauman et al., 2011; Lehmann et al., 2016; Strukelj et al., 2016)。

目前对非流畅效应的研究存在两种不同的结果, 有研究发现非流畅促进了学习, 比如 Diemand-

Yauman 等人 (2011) 在实验室和真实课堂环境下, 通过改变字体的呈现方式来降低个体的知觉流畅性, 结果发现不流畅材料记忆效果更好; Sungkhasettee 等人 (2011) 发现倒立词的回忆成绩好于正立词; Weltman 和 Eakin (2014) 也发现, 相较于常规清晰的打印材料, 被试对手写亮度低的不流畅材料的理解效果更好。但也有研究发现非流畅并没有促进学习, 比如 Rhodes 和 Castel (2008) 发现大小字体的 JOLs 有差异, 但是实际回忆成绩无差异; Yue 等人 (2013) 发现单词的模糊度不影响回忆成绩。对于上述争议, 研究者指出未来研究需关注知觉流畅性本身的操纵、界限及系统性评定并探讨不流畅效应的边界条件 (谢和平等, 2016)。对此有研究 (Eitel & Kühl, 2016; Rummer et al., 2016; Weissgerber & Reinhard, 2017) 发现延迟测试 (40min、两周甚至一个月等) 会影响非流畅效应, 他们认为非流畅性对记忆有一个潜在的长期保留效应, 即延迟效应 (delayed effect)。

<sup>\*</sup> 本研究得到国家社会科学基金项目 (18BGL123) 的资助。

<sup>\*\*</sup> 通讯作者: 陈功香, E-mail: sep\_chengx@ujn.edu.cn

DOI:10.16719/j.cnki.1671-6981.20210101

近来,适当迁移加工理论(transfer-appropriate processing, TAP)被用于解释非流畅效应,它认为当一种不流畅的操纵方式所引发的编码过程与所采用的记忆测试所需的检索过程相匹配时,能促进学习(McDaniel & Butler, 2010);因此缺乏非流畅效应也许是因为编码过程与所选择的记忆测试的检索过程不匹配造成的。比如,同样操纵知觉模糊度这一变量,Yue 等人(2013)采用自由回忆没有发现清晰词与模糊词的成绩有差异,而 Rosner 等人(2015)采用再认测试却检测到了二者的差异,原因在于模糊词的识别并不属于生成性任务,也不依赖于生成性编码,仅仅是一种轻微的视觉中断,与回忆这种外显的需要努力去检索的测试并不匹配(Weissgerber & Reinhard, 2017)。因此,TAP 理论也许能够帮助我们更好地去解释为什么非流畅对学习有不同的影响。

此外,以往研究操纵非流畅的方式饱受争议,多采用词汇决策任务(lexical decision task)和自定步调的学习时间(self-regulated study time)两种范式。前者被试需要对字符串进行“词”或“非词”的判断,除了对词本身的感知处理外,还会对其进行语义加工,导致反应时不纯;而后者通过分配时间的多少来衡量材料的知觉流畅性,一方面,被试的学习动机、即时的学习状态以及好奇心等会对学习时间分配产生影响(Yang et al., 2018);另一方面,当被试能够自行决定学习时间时,他们可能会花费更多时间来学习不流畅的项目,以此来达到较好的成绩(Undorf et al., 2017),这可能会掩盖了非流畅效应。为此,本研究拟采用对反应时更加敏感的连续识别任务范式(continuous identification task, CID)来测查非流畅性。CID 任务能在有效的较短时间内,使被试专注于识别单词,而没法过多的加工语义等信息,而且更重要的是,它能最大限度的不让被试觉察到非流畅性的实验操纵(Yang et al., 2018)。

在 Yue 等(2013)的研究中模糊 10% 的字词在即时测试中没有发现非流畅效应,延迟测试是否存在该效应尚不清楚;同样, Rosner 等(2015)的研究中只对模糊词(15%)进行了即时再认测试,并未进行回忆测试和延迟测试。此外,字词中出现的知觉非流畅的延迟效应是否同样存在于图像等非语义概念中,也值得进一步探讨。基于以上分析,我们提出三个假设:第一,10% 和 15% 的知觉模糊不管在回忆还是再认测试中,二者的 JOLs 存在显著差异,表现为模糊材料的 JOLs 更低;第二,根据

TAP 理论,10% 和 15% 的模糊度在回忆测试中即时和延迟成绩均不显著,而在再认测试中将显著受到测试时间的影响;第三,字词中出现的知觉非流畅的延迟效应也存在于图像等非语义概念中,具有一定的稳健性。

## 2 实验 1 知觉模糊度(字词)在回忆测试中的延迟效应

### 2.1 方法

#### 2.1.1 被试

选取 26 名视力正常的大学生作为被试,其中男性 11 名,平均年龄为 19.6 岁,所有被试均未参加过类似心理学实验,实验结束后给予一定的报酬。

#### 2.1.2 实验材料

实验从《现代汉语频率词典》(北京语言学院语言教学研究所,1986)中选取了 66 个词(其中 6 个用于练习),控制平均笔画、读音特性、情绪特性。词语频率在 .00023 ~ .00761 之间( $M = .00181$ ,  $SD = .00155$ )。正式实验分为三组(清晰词、高斯模糊 10% 和高斯模糊 15% 的词),每组各 20 个词。

#### 2.1.3 实验设计

实验为 3(字词模糊度:清晰、模糊 10%、模糊 15%) $\times$ 2(测试时间:即时、延迟)被试内设计,自变量为字词模糊度和测试时间间隔,因变量为 JOLs 和回忆正确率(即时、延迟),采用 CID 范式,延迟测试的时间间隔为 2 天。

#### 2.1.4 实验程序

实验包括学习和回忆测试两个阶段,学习阶段呈现 60 个词,词和掩蔽图片交替呈现,首词呈现 17ms,掩蔽 483ms,随后每个词呈现时间递增 17ms,掩蔽递减 17ms,循环共 28 次。在此循环过程中,被试要又快又准的按键对此进行识别,随后进行学习判断,要求被试预测“在随后的测试中你有多大把握能回忆出这个词?”,采用 0~100 量表,之后进入到下一个词的循环识别。识别完 60 个词后,干扰 2 分钟,最后进行自由回忆测验。两天后再次进行回忆测试。

### 2.2 结果与分析

清晰词和模糊词的反应时、JOLs 和回忆成绩的平均数和标准差见表 1。

#### 2.2.1 流畅性的评估

对三种不同模糊度下的字词识别反应时做单因素重复测量方差分析。结果显示,清晰词的反应时

显著低于模糊 10% 和 15% 的词的反应时,  $F(2, 50) = 197.70, p < .01, \eta_p^2 = .88$ , 表明字词的模糊度确实引发了被试不流畅的知觉体验, 随着模糊度的增加, 被试知觉材料更加困难, 因此反应时更长, 这代表实验的操纵方式是成功的。

### 2.2.2 学习判断值

对三种不同字词模糊度下的学习判断值做单因素重复测量方差分析。结果显示, 三种词的 JOLs 差异显著:  $F(2, 50) = 29.25, p < .001, \eta_p^2 = .54$ 。清晰词的 JOLs 显著高于模糊 10% 和 15% 的 JOLs,  $p < .001$ ; 模糊 10% 词的 JOLs 也显著高于模糊 15% 词的 JOLs,  $p < .05$ 。表明字词的模糊度引发的知觉非流畅影响被试的元认知判断。

### 2.2.3 即时和延迟回忆成绩

对数据进行  $2 \times 3$  的重复测量方差分析, 结果显示, 字词模糊度的主效应不显著,  $F(2, 50) = 1.95, p = .15, \eta_p^2 = .07$ , 表明在即时和延迟测试中, 三组字词的回忆成绩没有差异; 测试时间间隔的主效应显著:  $F(1, 25) = 25.42, p < .001, \eta_p^2 = .50$ , 从表 1 中可看出, 经过两天的时间延迟, 三组词的回忆成绩均有所降低; 字词模糊度与测试时间的交互作用不显著。

## 2.3 讨论

从实验 1 结果来看, 被试的反应时和学习判断值均差异显著, 说明知觉模糊确实引发了被试不流畅的体验, 但三种不同字词的即时和延迟回忆成绩均不显著, 没有发现非流畅效应。根据 TAP 理论, 缺乏非流畅效应是因为编码过程与所选择的记忆测试的检索过程不匹配造成的, 那么, 我们是否在再认测试中能够检测到知觉模糊程度对记忆的有益影响呢? 为此我们通过实验 2 来回答该问题。

## 3 实验 2 知觉模糊度 (字词) 在再认测试中的延迟效应

## 3.1 方法

### 3.1.1 被试

30 名视力正常的大学生参与实验。其中男性 10 名, 平均年龄为 19.8 岁, 所有被试均未参加过类似心理学实验, 实验结束后给予一定报酬。

### 3.1.2 实验材料

材料选取同实验 1。除了实验 1 中正式实验所选取的 60 个词之外, 又额外选取 60 个中性词, 词语频率在 .00023 ~ .00761 之间 ( $M = .00181, SD = .00155$ ), 作为再认判断中的“新词”。

### 3.1.3 实验设计

实验设计基本同实验 1, 区别在于因变量由最后的回忆成绩变为新旧词的再认成绩。

### 3.1.4 实验程序

实验程序与实验 1 基本相同, 区别在于被试识别完 60 个词之后, 进行新旧词的再认判断, 新旧词随机呈现, 旧词按“1”, 新词按“2”, 再认结束两天后, 被试需要进行第二次再认测试。

## 3.2 结果与分析

清晰词和模糊词的反应时、JOLs 和再认成绩的平均数和标准差见表 2。

### 3.2.1 流畅性的评估

将识别反应时做单因素重复测量方差分析, 结果显示, 清晰词的反应时显著低于模糊 10% 和 15% 的词的反应时,  $F(2, 58) = 255.72, p < .001, \eta_p^2 = .90$ , 表明随着模糊度的增加, 被试知觉材料更加困难, 因此反应时更长。

### 3.2.2 学习判断值

对 JOLs 做单因素重复测量方差分析。结果显示, 三组词的 JOLs 差异显著,  $F(2, 58) = 15.29, p < .01, \eta_p^2 = .35$ 。清晰词的 JOLs 显著高于模糊 10% 和 15% 词的 JOLs,  $p < .001$ , 模糊 10% 词的 JOLs 也显著高于模糊 15% 词的 JOLs,  $p = .02$ 。表明通过

表 1 不同字词模糊度下的各项成绩 ( $M \pm SD$ )

	即时回忆	延迟回忆	RTs	JOLs
清晰	.34 $\pm$ .19	.25 $\pm$ .18	1127.00 $\pm$ 228.37	57.87 $\pm$ 14.17
模糊 10%	.32 $\pm$ .20	.23 $\pm$ .17	2399.50 $\pm$ 384.63	47.04 $\pm$ 12.82
模糊 15%	.29 $\pm$ .20	.22 $\pm$ .18	2819.57 $\pm$ 520.18	41.29 $\pm$ 12.51

表 2 不同字词模糊度下的各项成绩 ( $M \pm SD$ )

	即时再认	延迟再认	RTs	JOLs
清晰	.85 $\pm$ .09	.65 $\pm$ .12	1786.27 $\pm$ 746.48	73.16 $\pm$ 14.90
模糊 10%	.81 $\pm$ .13	.77 $\pm$ .10	3449.47 $\pm$ 656.77	62.66 $\pm$ 13.26
模糊 15%	.79 $\pm$ .14	.78 $\pm$ .17	4930.98 $\pm$ 638.71	56.96 $\pm$ 17.74



改变字词的模糊度引发的知觉非流畅影响被试的元认知判断，材料越不流畅，JOLs 越低。

### 3.2.3 即时和延迟再认成绩

对数据进行  $2 \times 3$  的重复测量方差分析。结果显示，字词模糊度的主效应不显著： $F(2, 58) = 1.69$ ， $p = .19$ ， $\eta^2_p = .05$ ；测试时间间隔的主效应显著： $F(1, 29) = 21.49$ ， $p < .001$ ， $\eta^2_p = .43$ ；字词模糊度与测试时间的交互作用显著： $F(2, 58) = 13.41$ ， $p < .001$ ， $\eta^2_p = .32$ ；进一步做简单效应分析显示，在即时再认测试中，三组词的成绩均无显著差异，表明操纵字词模糊度在即时测试中并没有检测到非流畅效应。在延迟测试中，清晰词低于模糊 10% 和 15% 的词的成绩： $F(2, 58) = 9.02$ ， $p < .001$ ， $\eta^2_p = .24$ ，表明经过测试时间的延迟，清晰词遗忘较多，显著低于即时测试中的成绩， $F(2, 58) = 68.95$ ， $p < .001$ ；而模糊词（10%、15%）遗忘较少，与即时测试中的成绩无差异，即出现了知觉非流畅的延迟效应，知觉模糊程度可促进我们记忆的长期保留。

### 3.3 讨论

在实验 2 中，被试的反应时和学习判断值的结果与实验 1 相一致。对于即时再认成绩，三组字词间无显著差异，这与 Rosner 等（2015）所观察到的结果有些不同，可能是在他们的实验中，并没有让被试对看到的词语进行手动键入命名，因为命名对象有可能使得被试对词进行进一步加工，导致清晰词与模糊词的即时成绩无显著差异（Undorf et al., 2017），从而消除知觉非流畅效应。为此，在接下来的实验中我们取消了手动键入命名环节。

对于延迟再认成绩，三组字词间差异显著，表现为清晰词的再认成绩显著低于模糊词（10%、15%），但模糊 10% 和模糊 15% 词的再认成绩差异不显著，为此我们在接下来的实验中只对图片采取一种强度（15%）的模糊处理。实验 1 和 2 的结果发现特定于文字，关于此发现能否推论到图像中还有待考证，基于以上分析，我们通过实验 3 来进一步探讨非流畅效应的稳定性。

## 4 实验 3 知觉模糊度（图片）在再认测试中的延迟效应

### 4.1 方法

#### 4.1.1 被试

30 名视力正常的大学生参加实验，其中男性 12 名，平均年龄 18 岁，所有被试均未参加过类似心理学实验，实验结束后给予一定报酬。

#### 4.1.2 实验材料

在网上选取 120 张与实验 1 中的词语具有相同含义的中性图片，内容清晰，含义明确，没有文字，并尽量突出刺激物本身。让 32 名同学事先对材料的抽象具体性、熟悉性和唤醒度进行 7 点量表评估，选取 88 张无显著差异的图片（其中 8 张用于练习实验），用 Photoshop 处理成  $360 \times 360$  像素大小（Undorf et al., 2017），正式实验包括 40 张清晰图片和 40 张高斯模糊 15% 的图片。

#### 4.1.3 实验设计

实验为  $2$ （图片模糊度：清晰、模糊） $\times 2$ （测试时间：即时、延迟）的被试内设计，自变量为图片模糊度和测试时间间隔，因变量为学习判断值和再认成绩（即时、延迟），延迟测试的时间间隔为 2 天。

#### 4.1.4 实验程序

实验程序基本同实验 2，不同地是学习阶段字词变成 40 张图片，取消被试对刺激进行命名这一环节，直接输入学习判断值；再认阶段 40 张旧图混合 40 张新图随机呈现，旧图按“1”，新图按“2”。

### 4.2 结果与分析

清晰图和模糊图的反应时、JOLs 和再认成绩的平均数和标准差见表 3。

#### 4.2.1 流畅性的评估

对清晰图和模糊图的识别反应时做配对样本  $t$  检验。结果显示，清晰图片的反应时显著低于模糊图片， $t(29) = -6.78$ ， $p < .001$ ， $d = -1.47$ 。表明图片的模糊度确实引发了被试不流畅的知觉体验，被试知觉模糊图片较清晰图片更加困难，因此反应时更长。

#### 4.2.2 学习判断值

对清晰图片和模糊图片下的 JOLs 做配对样本  $t$  检验。结果显示，清晰图片的 JOLs 显著高于模糊图片， $t(29) = 8.30$ ， $p < .001$ ， $d = 2.03$ 。表明图片的模糊度影响了被试的元认知判断；再者，与实验 2 中的结果相比，我们将清晰词与清晰图片的 JOLs

表 3 不同图片模糊度下的各项成绩 ( $M \pm SD$ )

	即时再认	延迟再认	RTs	JOLs
清晰图	.84 $\pm$ .14	.70 $\pm$ .20	1209.53 $\pm$ 800.39	73.19 $\pm$ 10.34
模糊 15%	.87 $\pm$ .11	.88 $\pm$ .11	2372.55 $\pm$ 784.37	51.60 $\pm$ 10.92

做独立样本 $t$ 检验,发现二者并无差异,模糊词(15%)与模糊图片的JOLs也无显著差异,因此是否对刺激对象命名并不影响被试的学习判断。

#### 4.2.3 即时和延迟再认成绩

对再认成绩进行 $2 \times 2$ 的重复测量方差分析。结果显示,图片模糊度的主效应显著: $F(1, 29) = 22.67, p < .001, \eta^2_p = .44$ ;测试时间间隔的主效应显著: $F(1, 29) = 8.47, p < .05, \eta^2_p = .23$ ;图片模糊度与测试时间的交互作用显著: $F(1, 29) = 14.20, p < .001, \eta^2_p = .33$ ;进一步做简单效应分析显示,在即时测试中,两种图片再认成绩无显著差异: $F(1, 29) = 2.35, p > .05, \eta^2_p = .07$ ;在延迟测试中,清晰图片的成绩显著低于模糊图片: $F(1, 29) = 9.02, p < .001, \eta^2_p = .44$ ;而且延迟测试中清晰图片的成绩显著低于即时测试中的成绩: $F(1, 29) = 18.08, p < .001, \eta^2_p = .53$ 。表明图片中知觉模糊程度也能促进我们记忆的长期保留,即知觉非流畅的延迟效应在非语义概念中依然存在。

#### 4.3 讨论

在实验3中,被试对清晰图片和模糊图片的反应时和学习判断值均显著,这与实验1和实验2的结果相一致,说明知觉模糊这种实验操纵在语义和非语义概念中均能引发被试不流畅的知觉体验。两种图片的即时测试成绩无显著差异,说明命名对象与否并不是导致我们的研究结果与Rosner等(2015)不一致的原因,取消对材料命名这一环节并没有使得清晰与模糊材料间的即时再认成绩出现差异,具体原因还需后续研究进一步探讨;延迟测试过后,清晰图片的成绩显著低于模糊图片,这与实验2的结果相一致,出现非流畅效应,说明这种延迟效应不仅存在于字词等语义概念中,也存在于非语义概念中,具有一定的稳定性和普遍性。

### 5 总讨论

本研究基于TAP理论,采用CID范式,通过即时测试和延迟测试考察了非流畅性效应的边界。首先,研究关注了知觉模糊非流畅与学习判断的关系,知觉非流畅对学习判断的影响是稳定的,三个实验都发现相较于清晰的材料,被试给予模糊的材料较低的学习判断值,识别反应时也更长,表明被试认为清晰材料比模糊材料具有更高的知觉流畅性,这种较流畅的主观体验作为评估学习状态的基础从而

产生较高的学习判断值,这与此前一系列相关研究的结果相一致。

实验1和实验2采用不同的记忆测试去检测同一实验操纵方式下的非流畅效应,旨在探讨这种效应的体现是否有赖于模糊程度所引发的编码过程与记忆测试所需的检索过程的匹配,重点测查知觉非流畅在即时测试和延迟测试中的成绩差异,结果发现三种不同模糊度的字词不仅在即时回忆中差异不显著,在延迟回忆中也不显著,但是实验2发现经过测试时间的延迟,三种不同字词间的再认成绩差异显著,出现延迟效应。这说明除了TAP理论强调的编码过程与记忆测试的检索过程相匹配外,测试时间也会影响到非流畅效应,只有进行延迟测试时,非流畅效应才会显现,说明非流畅性对记忆确实有潜在的长期保留效应。实验3进一步验证了延迟效应的稳健性。而且,实验2发现10%和15%两种模糊词的延迟回忆成绩无显著差异。我们猜测导致其结果的原因可能有两种:第一,10%和15%的模糊程度相差不大,不足以引起两种延迟效应之间的差异;第二,这种延迟效应可能并不因模糊程度的不同而不同。降低材料的主观难度可以促进学习这种观点近年来在教育心理学领域成为热点,对学习材料的知觉不流畅的操控是否会对学习效果产生影响一直以来都存在争议,我们在以往研究的基础上提出了两个关于非流畅效应的关键因素,可能有助于对不同的研究结果进行解释。第一,非流畅效应随着时间的推移而显现,我们认为学习本身是一个动态复杂的过程,记忆成绩是否得到提高,学习效果是否得到增强都是依赖于时间的动态性变化。第二,我们建议不同的非流畅操纵方式应采取不同的记忆测试形式去检测,因为它们所诱发的编码过程可能会有所不同。

### 6 结论

(1) 知觉非流畅影响学习判断,相较于流畅材料,我们会赋予不流畅的材料较低的学习判断值;

(2) 实验操纵方式所引发的编码过程和记忆测试所需的检索过程性质上相匹配,且实验操纵和记忆测试间有一定的时间延迟时,知觉非流畅能够促进学习;

(3) 测试延迟效应不仅存在于字词等语义概念中,也存在于图像等非语义概念中,具有一定的稳定性和普遍性。

## 参考文献

- 北京语言学院语言教学研究所. (1986). *现代汉语频率词典*. 北京: 北京语言学院出版社.
- 陈功香, 傅小兰. (2004). 学习判断及其准确性. *心理科学进展*, 12(2), 176-184.
- 陈颖, 李锋盈, 李伟健. (2019). 个体关于加工流畅性的信念对字体大小效应的影响. *心理学报*, 51(2), 154-162.
- 谢和平, 王福兴, 王玉鑫, 安婧. (2016). 越难读意味着学得越好? 学习过程中的不流畅效应. *心理科学进展*, 24(7), 1077-1090.
- Besken, M., & Mulligan, N. W. (2014). Perceptual fluency, auditory generation, and metamemory: Analyzing the perceptual fluency hypothesis in the auditory modality. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 40(2), 429-440.
- McDaniel, M. A., & Butler, A. C. (2010). A contextual framework for understanding when difficulties are desirable. In A. Bjork (Ed.), *Successful remembering and successful forgetting: A festschrift in honor of Robert* (pp. 126-131). New York: Psychology Press.
- Diemand-Yauman, C., Oppenheimer, D. M., & Vaughan, E. B. (2011). Fortune favors the bold (and the Italicized): Effects of disfluency on educational outcomes. *Cognition*, 118(1), 111-115.
- Eitel, A., & Kuhl, T. (2016). Effects of disfluency and test expectancy on learning with text. *Metacognition and Learning*, 11(1), 107-121.
- Lehmann, J., Goussios, C., & Seufert, T. (2016). Working memory capacity and disfluency effect: An aptitude-treatment-interaction study. *Metacognition and Learning*, 11(1), 89-105.
- Oppenheimer, D. M., & Frank, M. C. (2008). A rose in any other font would not smell as sweet: Effects of perceptual fluency on categorization. *Cognition*, 106(3), 1178-1194.
- Rhodes, M. G., & Castel, A. D. (2008). Memory predictions are influenced by perceptual information: Evidence for metacognitive illusions. *Journal of Experimental Psychology: General*, 137(4), 615-625.
- Rosner, T. M., Davis, H., & Milliken, B. (2015). Perceptual blurring and recognition memory: A desirable difficulty effect revealed. *Acta Psychologica*, 160, 11-22.
- Rummer, R., Schweppe, J., & Schwede, A. (2016). Fortune is fickle: Null-effects of disfluency on learning outcomes. *Metacognition and Learning*, 11(1), 57-70.
- Strukelj, A., Scheiter, K., Nyström, M., & Holmqvist, K. (2016). Exploring the lack of a disfluency effect: Evidence from eye movements. *Metacognition and Learning*, 11(1), 71-88.
- Sungkhasettee, V. W., Friedman, M. C., & Castel, A. D. (2011). Memory and metamemory for inverted words: Illusions of competency and desirable difficulties. *Psychonomic Bulletin and Review*, 18(5), 973-978.
- Undorf, M., Zimdahl, M. F., & Bernstein, D. M. (2017). Perceptual fluency contributes to effects of stimulus size on judgments of learning. *Journal of Memory and Language*, 92, 293-304.
- Weissgerber, S. C., & Reinhard, M. A. (2017). Is disfluency desirable for learning? *Learning and Instruction*, 49, 199-217.
- Weltman, D., & Eakin, M. (2014). Incorporating unusual fonts and planned mistakes in study materials to increase business student focus and retention. *INFORMS Transactions on Education*, 15(1), 156-165.
- Yang, C. L., Huang, T. S. T., & Shanks, D. R. (2018). Perceptual fluency affects judgments of learning: The font size effect. *Journal of Memory and Language*, 99, 99-110.
- Yue, C. L., Castel, A. D., & Bjork, R. A. (2013). When disfluency is-and is not-a desirable difficulty: The influence of typeface clarity on metacognitive judgments and memory. *Memory and Cognition*, 41(2), 229-241.

# Delayed Effect of the Influence of Perceptual Ambiguity on Learning

Pan Xi, Chen Gongxiang, Liu Wenjuan, Ren Fen, Jia Guangzhen, Liu Chunyan

( School of Education and Psychology, University of Jinan, Jinan, 250022 )

**Abstract** Perceptual fluency refers to a subjective feeling or experience of the individual's difficulty in processing external information at the level of perception, reflecting the low-level processing of the attributes related to stimulating external forms. Previous studies have found that appropriately reducing the perceptual fluency of learning materials could increase the subjective difficulty perceived by learners, which would stimulate the learners' analytical thinking, and ultimately improve their academic performance. This phenomenon is called "disfluency effect" in educational psychology. While some difficult learning conditions can improve learning, the findings regarding the contribution of disfluent materials have been inconsistent. We seek breakthroughs in terms of more rational theoretical frameworks and boundary conditions of disfluent effects. It is suggested that the qualitative match of the evoked encoding processes of the applied difficulty with respect to the required retrieval processes of the memory test and the time delay of the test may be two key factors affecting the disfluent effect. Therefore, immediate performance does not reflect the effect of disfluency on memory intervention. Disfluent effects appear over time. This study explored the delayed disfluent effects of perception through three experiments. The results discussed when and under which circumstances disfluency can promote learning as a desirable difficulty.

The study explored how the perceptual ambiguity affected judgments of learning and memory (immediate/delayed) in the recall in Experiment 1 and in the recognition in Experiment 2, by manipulating word ambiguity and using the continuous identification (CID) task paradigm. CID task is more sensitive in measuring perceptual fluency. It can focus on word recognition in a short period of time without too much processing of semantic information, and more importantly, it can minimize the perception of disfluent experimental manipulation. The Experiments used different memory tests to detect disfluent effects in the same experimental manipulation modes, in order to explore whether the effect depended on the similarity of encoding process and retrieval process. The Experiment 3 replaced the experimental material with a picture, and changed the picture clarity to explore whether the delayed disfluent effect of perception still existed in non-semantic concepts such as images.

The above studies mainly obtained the following results: (1) Perceptual disfluency as a cue affected our judgments of learning. Compared with clear and fluent materials, we gave blurry and disfluent materials to lower JOLs. It was harder to remember for items that experienced difficulty. (2) The perceptual ambiguity of the materials had no effect on the immediate recall or recognition performance. After a certain test time delay, the blurry material with lower fluency had better performance, and the naming fluency did not interfere with judgments of learning and memory performance in the experiment. (3) The qualitative match of the evoked encoding processes of the applied difficulty with respect to the required retrieval processes of the memory test as well as when there was a certain time delay between the experimental manipulation and memory test, the perceptual disfluency could promote learning as a desirable difficulty. (4) This perceptual disfluent delayed effect existed not only in semantic concepts such as words, but also in non-semantic concepts such as images, which had certain stability and universality.

The results showed that the encoding process triggered by the experimental manipulation mode matched the retrieval process required by the memory test in nature, and when there was a certain time delay between the experimental manipulation and memory test, perceptual disfluency could be used as a reasonable difficulty to facilitate learning.

**Key words** judgments of learning, disfluent effect, delayed test, continuous identification task