

· 基础、实验与工效 ·

语义联系对关联再认神经机制的调节*

聂爱情** 吴苑颖 李旻烨

(浙江大学心理与行为科学系, 杭州, 310028)

摘要 不同语义联系对关联再认神经机制的影响及单个项目的熟悉和回忆加工的调节作用尚未揭示。本研究比较了主题相关和类别相关图形关联再认的波形波幅, 并分析了单个项目的熟悉和回忆对配对识别的影响。结果显示, 两类相关条件的三类配对均记录到 FN400 成分, 主题相关条件的三类配对均记录到 LPC 成分, 类别相关条件的旧配对记录到 LPC 成分。表明关联再认的新/旧效应受语义联系所调节, 单个项目的熟悉程度可影响配对识别的新/旧效应, 支持双重加工模型。

关键词 语义联系 关联再认 熟悉 FN400 LPC

1 引言

双重加工模型 (dual-process model) 指出项目再认依赖于熟悉 (familiarity) 和回忆 (recollection) 两种加工: 熟悉加工无需有意提取与事件关联的背景信息, 它比回忆加工相对自动且更快; 回忆加工相对较慢且需要策略加工、计划和监控等活动的参与 (Malejka & Bröder, 2016; Mandler, 1980; Ozubko & Seli, 2016)。事件相关电位 (event-related potential, ERP) 研究发现, 熟悉和回忆分别关联两个不同的新/旧效应 (old/new effect) (即旧项目与新项目激活的波形波幅差异): 中线额区 (mid-frontal) 新/旧效应 (该效应约在刺激呈现后 400 ms 左右中线额区的幅度最强, 表现为旧项目比新项目的波形波幅更正, 也称 FN400 成分) 和顶区新/旧效应 (该效应约在刺激呈现后 600 ms 左右顶区的幅度最强, 表现为旧项目比新项目的波形波幅更正, 也称 LPC 成分) (Nie et al., 2014; Yick & Wilding, 2014)。

除项目再认外, 考察两个不同项目是否共同出现过的关联再认 (associative recognition) 同样受到广泛关注。关联再认的典型研究思路是: 学习一定数量的分别由两个不同项目组成的配对 (如, “A-B”、“C-D”和“E-F”) 后, 在测验阶段分辨出与上述配对完全一致的旧配对 (“A-B”)、将来

自不同配对的项目互相替换后形成的重组配对 (“C-F”) 以及两个项目均是首次出现的新配对 (“G-H”) (Aue, Criss, & Fischetti, 2012; Bastin et al., 2014)。设置旧配对和重组配对的目的是考察被试能否辨别出项目之间的关联, 而非仅仅辨别出配对中的某一项目是否是学过的; 若被试仅依据其中某一学过项目就做出判断, 则旧配对和重组配对之间的差异将不显著 (Bridger et al., 2017; Peterson, Schmidt, & Naveh-Benjamin, 2017)。同理, 双重加工模型指出, 被试在关联再认中不仅需辨别每一配对的两个项目是否均为学过的, 还需要辨别二者在学习阶段是否属于同一配对; 可见, 尽管配对中单一项目的识别可在熟悉加工的基础上完成, 但由于同一配对的两个项目在学习阶段可能是分别表征的, 因此识别两个项目间的配对关系需依赖于回忆加工 (Malejka & Bröder, 2016; Mandler, 1980; Ozubko & Seli, 2016)。

然而, 整合水平框架 (levels of unitization framework) 指出: 当同一配对的两个项目可整合时 (如 “black-board” 可整合成 “blackboard”), 熟悉加工可在识别旧配对和重组配对时起作用 (Bridger et al., 2017; Guillaume & Etienne, 2015; Peterson et al., 2017)。例如, ERP 研究显示, 由句子中的两个独立单词组成的配对再认仅记录到 LPC 成分, 将两个单词整合成一个新概念后的配对再认则记录到

* 本研究得到浙江省自然科学基金项目 (LY17C090003)、教育部人文社会科学研究规划基金项目 (17YJA190010) 和中央高校基本科研业务费专项资金的资助。

** 通讯作者: 聂爱情。E-mail: nieaiq@126.com

DOI:10.16719/j.cnki.1671-6981.20180402

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

反映概念驱动熟悉的早期顶区新/旧效应 (Bader, Mecklinger, Hoppstädter, & Meyer, 2010); 同义词和合成词词对再认均记录到 FN400 和 LPC 成分 (Wang, Mao, Li, Lu, & Guo, 2016); 具有语义联系的图形配对再认记录到 FN400 和 LPC 成分 (Tibon, Gronau, Scheuplein, Mecklinger, & Levy, 2014)。尽管如此, 早期的关联再认研究仅仅关注了配对项目的整合性对 ERP 成分的影响, 并未对语义联系进行细分, 尚不能区分不同语义联系配对在项目再认时的 FN400 和 LPC 两个成分是否存在差异, 因而也无法推断熟悉和回忆加工在不同语义联系配对项目再认中的作用。

近年来, 配对项目间的高语义联系被划分为主题相关 (thematic relation) 和类别相关 (taxonomic relation)。其中, 主题相关由两个配对项目间存在的交互作用或功能互补等外在联系所决定, 如, “刀子-面包” (功能互补) 和 “天花板-灯” (空间关系); 类别相关由配对项目是否属于同一概念范畴且拥有相同的内在特征所决定, 如 “老鹰-麻雀” (二者均为鸟类) (Kriukova, Bridger, & Mecklinger, 2013)。Kriukova 等人 (2013) 发现, 在关联强度 (associative strength) 和整合 (unitization) 程度上, 主题相关配对比类别相关配对更强; 在语义联系 (semantic relatedness) 程度上, 类别相关配对则比主题相关配对更强。

为区分主题相关和类别相关配对再认关联的新/旧效应, Kriukova 等人 (2013) 的 ERP 研究显示, 主题相关和类别相关条件的词汇配对再认均记录到 FN400 成分, 类别相关配对再认还记录到 LPC 成分, 说明回忆加工在关联再认中的参与程度受语义联系所调节。据我们所知, 目前仅有上述一项研究探讨了不同语义联系对关联再认神经机制的调节, 尚无法深入推断熟悉和回忆在不同语义联系配对再认中的作用。同时, 已有研究或仅探讨了旧配对再认的神经机制, 或同时探讨了旧配对和重组配对再认的神经机制 (Bader et al., 2010; Tibon et al., 2014; Wang et al., 2016), 尚未有研究探讨过 “旧+新” 配对 (该类配对中仅有一个项目是学过的, 另一个项目是没学过的) 关联的神经机制。为此, 本研究将以图形为实验材料, 以期比较主题相关与类别相关条件下新配对分别与旧配对、重组配对以及 “旧+新” 配对激活的波形波幅异同。研究假设主要有两个: 第一, 熟悉和回忆加工在图形关联再认中的作用受语

义联系所调节: 主题相关和类别相关条件的旧配对和重组配对均可记录到 FN400 成分, 类别相关条件的两类配对还可记录到 LPC 成分; 第二, 新配对与 “旧+新” 配对的波形波幅差异显著, 说明 “旧+新” 配对中已学项目的熟悉和回忆加工可影响该类配对的新/旧效应。

2 方法

2.1 被试

普通高校本科生和研究生共 22 名, 平均年龄为 23.83 ± 5.21 岁。所有被试均无严重身心疾病, 无色盲色弱, 视力或矫正视力均在 1.0 以上, 右利手, 均在实验后获得适量报酬。2 名被试未按要求完成任务, 故结果部分剔除了他们的数据。

2.2 实验设计

本研究为语义联系 (2 水平: 主题相关和类别相关) \times 配对类型 (4 水平: 新配对、旧配对、重组配对和 “旧+新” 配对) 的被试内实验设计。

2.3 实验材料

实验材料来自于 Hemera 彩色图库, 图形内容包含人物、动物、植物、风景、场景、工具和食品等多种类型 (Tibon et al., 2014)。首先参照 Tibon 等人 (2014) 的思路选取 480 对图形, 随后请 12 名未参与正式实验的被试对每一图对分别做出两次评估: 即分别对每一图对中两张图形的主题相关和类别相关程度在 5 点量表上打分, 1 表示主题相关 (或类别相关) 程度极低, 5 表示主题相关 (或类别相关) 程度极高。由于部分图对既可归为主题相关又可归为类别相关, 如由 “鸟” 和 “虫” 组成的图对既属于主题相关 (鸟会吃虫) 又属于类别相关 (二者均为动物), 结果部分剔除了两次评估结果均较高的图对。在语义联系取得平衡后, 分别取主题相关和类别相关各 168 对图形用于正式实验。其中, 主题相关图对的主题相关程度得分为 4.43、类别相关程度得分为 1.89; 类别相关图对的类别相关程度得分为 4.69、主题相关程度得分为 2.84。

为消除疲劳, 正式实验分为六组。六组中的图形均无重复。每组实验均包含 48 对新配对 (主题相关和类别相关各 24 对)、16 对旧配对、16 对重组配对和 16 对 “旧+新” 配对, 且旧配对、重组配对和 “旧+新” 配对中的两种语义联系图形均为 8 对。区分四类配对的标准是: 两张图形均为首次呈现的图对为新配对; 两张图形均为再次呈现且二者在首

次呈现时也属于同一配对的图对为旧配对；两张图形均为再次呈现但二者在首次呈现时分别属于不同配对的图对为重组配对；仅有一张图形在之前的配对中出现过的图对为“旧+新”配对。图形配对样例见图1。另有42对未用于正式实验的图对用作练习。

2.4 实验程序

通过练习使得被试熟悉任务要求后进入正式实验。在每一组中，呈现指导语（即辨别四类配对并按不同的键）后，以伪随机形式逐一呈现图形配对。每一配对的呈现时间为2000 ms，相邻配对间的间隔为1400~1600 ms。刺激呈现采用连续再认范式（continuous recognition paradigm），该范式使得部分再次呈现配对可在部分其它配对首次呈现前出现（Thézé, Guggisberg, Nahum, & Schnider, 2016）。屏幕背景为黑色。被试均单独端坐于微暗的隔音电磁屏蔽室内，与显示器间的距离约为70 cm。每一配对的两张图形分别在注视点“+”的两侧呈现。每一配对的水平视角和垂直视角分别为13.38°和4.33°。不同组间的时间间隔为5 min。按键要求和按键手指在不同组间平衡。所有判断均要求被试尽快尽可能准确地完成。实验流程如图1所示。

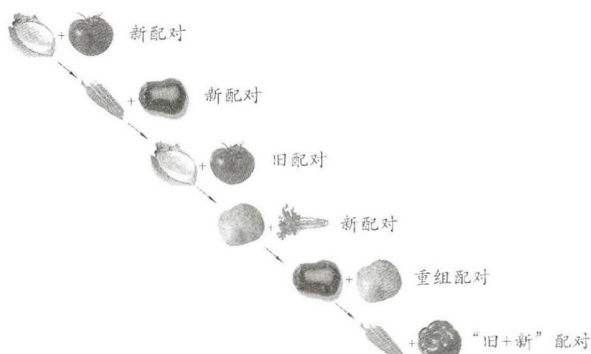


图1 图形配对样例和实验流程示意图

2.5 ERPs记录和数据处理方法

采用Neuroscan公司生产的ESI-32导脑电记录系统采集数据，其脑区由国际10~20系统扩展而成。利用Ag/AgCl电极帽记录相应EEG。参考电极位于乳突处，在记录时选取右侧乳突做参考，离线数据分析则采用双侧乳突做参考。两眼外侧的2个电极和左眼眶额上下部的2个电极分别记录水平眼电和垂直眼电。脑电信号采集增益为500，A/D采样频率为500 Hz，连续记录时的滤波带通为.05~100 Hz。前额发际下1 cm接地。电极电阻均小于5 kΩ。

采用Scan 4.5软件进行离线分析，叠加前采用半自动化方式矫正眼动伪迹。剔除受眨眼等引起的在 $\pm 100 \mu V$ 区间外的波幅。滤波带通为.05~40 Hz。分别叠加两种语义联系条件下四类配对的波形，最终得到所有条件正确判断配对的ERPs。截取图对呈现前100 ms至呈现后1000 ms的脑电，以-100~0 ms的脑电为基线。参照已有研究（Nie et al., 2014; Tibon et al., 2014），分别取350~500和500~650 ms为FN400和LPC成分的时段。分别对两种语义联系条件下两个时段的ERPs进行配对类型（2水平：旧配对（或重组配对或“旧+新”配对）与新配对） \times 脑区（4水平：额区（FZ）、中央区（CZ）、顶区（PZ）和枕区（OZ））的两因素重复测量方差分析，结果部分仅汇报了与配对类型关联的显著结果。方差分析采用了Greenhouse-Geisser矫正法，自由度均为未矫正值。

3 ERPs结果

主题相关条件 新配对与其它三类配对的波形波幅比较见图2。对350~500 ms旧配对与新配对的波形波幅进行重复测量方差分析的结果显示，配对类型的主效应显著， $F(1, 19) = 40.53, p < .001, \eta^2 = .68$ ；两因素的交互作用显著， $F(3, 57) = 18.39, p < .001, \eta^2 = .49$ 。简单效应分析发现，旧配对比新配对在额区、中央区和顶区的波形波幅均更正， $ps < .001$ 。对重组配对与新配对的波形波幅进行分析的结果显示，配对类型的主效应显著， $F(1, 19) = 40.28, p < .001, \eta^2 = .68$ ；两因素的交互作用显著， $F(3, 57) = 7.59, p < .01, \eta^2 = .29$ 。简单效应分析发现，重组配对比新配对在所有分析区域的波形波幅均更正， $ps < .05$ 。对“旧+新”配对与新配对的波形波幅进行分析的结果显示，配对类型的主效应显著， $F(1, 19) = 25.32, p < .001, \eta^2 = .57$ ；两因素的交互作用边缘显著， $F(3, 57) = 3.41, p = .059, \eta^2 = .15$ 。简单效应分析显示，“旧+新”配对比新配对在额区、中央区和顶区的波形波幅均更正， $ps < .001$ 。上述结果表明主题相关条件的旧配对、重组配对和“旧+新”配对均记录到FN400成分。

在500~650 ms，对旧配对与新配对的波形波幅进行分析的结果显示，配对类型的主效应显著， $F(1, 19) = 35.09, p < .001, \eta^2 = .65$ ；两因素的交互作用显著， $F(3, 57) = 5.79, p < .01, \eta^2 = .23$ 。简单效应分析发现，旧配对比新配对在所有分析区域的波形

波幅均更正, $ps < .001$ 。对重组配对与新配对的波形波幅进行分析的结果显示, 配对类型的主效应显著, $F(1, 19) = 20.55, p < .001, \eta^2 = .52$ 。对“旧+新”配对与新配对的波形波幅进行分析的结果显示, 配对类型的主效应显著, $F(1, 19) = 9.76, p < .01, \eta^2 = .34$ 。上述结果表明主题相关条件的旧配对、重组配对和“旧+新”配对均记录到 LPC 成分。

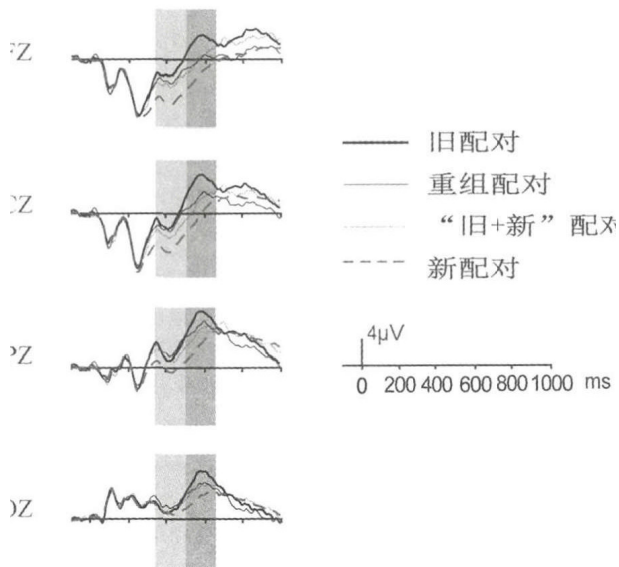


图2 主题相关条件的新配对与其它三类配对的波形波幅比较

类别相关条件 新配对与其它三类配对的波形波幅比较见图3。对350~500 ms旧配对与新配对的波形波幅进行分析的结果显示, 配对类型的主效应显著, $F(1, 19) = 75.20, p < .001, \eta^2 = .80$; 两因素的交互作用显著, $F(3, 57) = 23.29, p < .001, \eta^2 = .55$ 。简单效应分析发现, 旧配对比新配对在所有分析区域的波形波幅均更正, $ps < .01$ 。对重组配对与新配对的波形波幅进行分析的结果显示, 配对类型的主效应边缘显著, $F(1, 19) = 3.32, p = .08, \eta^2 = .15$ 。对“旧+新”配对与新配对的波形波幅进行分析的结果显示, 配对类型的主效应显著, $F(1, 19) = 15.01, p < .01, \eta^2 = .44$; 两因素的交互作用显著, $F(3, 57) = 27.27, p < .001, \eta^2 = .59$ 。简单效应分析发现, “旧+新”配对比新配对在额区、中央区和顶区的波形波幅均更正, $ps < .01$ 。上述结果表明类别相关条件的旧配对、重组配对和“旧+新”配对均记录到 FN400 成分。

在500~650 ms, 对旧配对与新配对的波形波幅进行分析的结果显示, 配对类型的主效应显著, $F(1, 19) = 74.68, p < .001, \eta^2 = .78$; 两因素的交互作用显著, $F(3, 57) = 4.15, p < .05, \eta^2 = .18$ 。简单效应分析发现, 旧配对比新配对在所有分析区域的波形波幅

均更正, $ps < .001$ 。对重组配对与新配对的波形波幅进行分析的结果显示, 配对类型的主效应显著, $F(1, 19) = 8.58, p < .01, \eta^2 = .31$; 两因素的交互作用显著, $F(3, 57) = 3.60, p < .05, \eta^2 = .16$ 。简单效应分析发现, 重组配对比新配对在额区和中央区的波形波幅均更正, $ps < .01$ 。对“旧+新”配对与新配对的波形波幅进行分析的结果显示, 配对类型的主效应显著, $F(1, 19) = 9.81, p < .01, \eta^2 = .34$; 两因素的交互作用显著, $F(3, 57) = 9.16, p < .001, \eta^2 = .33$ 。简单效应分析发现, “旧+新”配对比新配对在额区和中央区的波形波幅均更正, $ps < .01$ 。上述结果表明类别相关条件仅有旧配对记录到 LPC 成分。

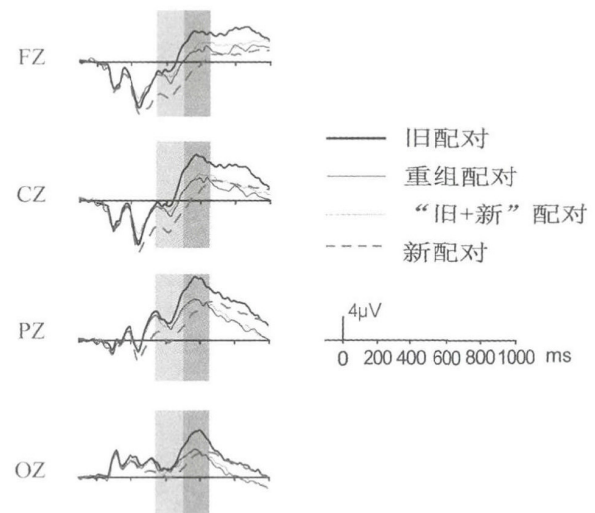


图3 类别相关条件的新配对与其它三类配对的波形波幅比较

4 讨论

4.1 关联再认的神经机制受语义联系所调节且具有材料特异性

本研究发现, 主题相关和类别相关条件的旧配对和重组配对均记录到反映熟悉加工的 FN400 成分, 类别相关条件的旧配对记录到反映回忆加工的 LPC 成分, 说明图形关联再认依赖于熟悉和回忆加工, 为双重加工模型 (Malejka & Bröder, 2016; Mandler, 1980; Ozubko & Seli, 2016) 提供了强有力的支持证据。上述研究结果还说明, 与词汇研究 (Kriukova et al., 2013) 相似, 熟悉和回忆加工在图形关联再认中的作用受语义联系所调节。然而, 与词汇研究发现主题相关配对再认仅记录到 FN400 成分的结果不同, 本研究发现: 主题相关条件的旧配对和重组配对除记录到 FN400 成分外还记录到 LPC 成分; 类

别相关条件的旧配对和重组配对均记录到 FN400 成分,但两种条件仅有旧配对记录到 LPC 成分。综上所述可知,关联再认的神经机制受语义联系所调节且具有材料特异性。

引起词汇与图形研究结果不完全相同的原因可能有两点。第一,根据整合水平框架(Bridger et al., 2017; Guillaume & Etienne, 2015; Peterson et al., 2017),词汇较图形的整合程度更强,从而使得熟悉加工在识别旧配对和重组配对时起关键作用。例如,当两个单词能通过编码整合成新概念时,随后的关联再认可在依赖于熟悉加工的基础上完成(Bader et al., 2010)。图形研究则发现,整合程度较强图形配对的关联再认除需依赖于早期的熟悉加工外,还需依赖于随后的项目间关系提取(律原,梁九清,郭春彦,2015);具有高语义联系的图形配对再认可记录到 FN400 和 LPC 两个成分(Tibon et al., 2014),说明图形较词汇的整合程度弱,因而图形关联再认需熟悉和回忆加工同时参与。

第二,已有研究与本实验采用的编码方式存在如下差异。(1)刺激呈现方式不同:Kriukova 等人(2013)研究中的配对词汇以先后顺序呈现,本文的图形配对则是同时呈现的。(2)编码任务和编码次数不同:Kriukova 等人(2013)首先让被试分别想象先后呈现两个词汇对应的客体后再比较想象出的两个客体,本研究则仅对同时呈现的配对进行一次判断。(3)刺激重复性:Kriukova 等人(2013)重复使用了不同配对,本研究采用的配对图形则均无重复。可见,由于词汇配对经历多次编码且重复呈现,势必会提高其整合程度,因而词汇主题相关配对提取仅记录到 FN400 成分。我们相信,通过控制编码方式提高图形配对的整合程度,图形关联再认也必定会记录到与词汇相似的结果。

4.2 单个项目的熟悉程度可影响配对识别的神经机制

本研究首次尝试探讨“旧+新”配对识别时关联的神经机制。分析结果显示,主题相关和类别相关条件的“旧+新”配对与新配对的波形波幅在 350~500 ms 的额区、中央区和顶区的差异显著。已有研究显示,关联再认可记录到反映熟悉加工的两类早期新/旧效应:反映实验引起熟悉的 FN400 成分和反映概念驱动熟悉加工的顶区新/旧效应(Bader et al., 2010)。据此推测,本研究中新配对与“旧+新”配对在 350~500 ms 额区的波形波幅差异同样是

反映实验引起熟悉加工的 FN400 成分,两类配对在顶区的波形波幅差异则是反映概念驱动熟悉加工的新/旧效应。

然而,本研究与已有研究(Bader et al., 2010)有两方面的不同。一是实验条件不同:本研究除探讨了同一配对的两个项目均是学过的旧配对和重组配对再认时的新/旧效应外,还探讨了新配对与“旧+新”配对的波形波幅异同;已有研究仅探讨了旧配对和重组配对再认时的新/旧效应。二是实验结果不同:本研究的旧配对和重组配对均记录到 FN400 和 LPC 成分,“旧+新”配对仅记录到反映熟悉加工的早期新/旧效应;已有研究的旧配对和重组配对同时记录到反映熟悉加工的早期新/旧效应和反映回忆加工的 LPC 成分。可见,“旧+新”配对与新配对的熟悉程度明显不同,说明单个项目的熟悉程度可影响配对识别时的神经机制。

5 结论

关联再认的新/旧效应受语义联系所调节且具有材料特异性,单个项目的熟悉程度可影响配对识别时的新/旧效应,上述结论支持双重加工模型。

参考文献

- 律原,梁九清,郭春彦.(2015).项目间语义可整合性对联结再认的影响——来自 ERPs 研究证据.《心理学报》,47(4),427-438.
- Aue, W. R., Criss, A. H. & Fischetti, N. W. (2012). Associative information in memory: Evidence from cued recall. *Journal of Memory and Language*, 66(1), 109-122.
- Bader, R., Mecklinger, A., Hoppstädter, M., & Meyer, P. (2010). Recognition memory for one-trial-unitized word pairs: Evidence from event-related potentials. *NeuroImage*, 50(2), 772-781.
- Bastin, C., Bahri, M. A., Miévis, F., Lemaire, C., Collette, F., Genon, S., et al. (2014). Associative memory and its cerebral correlates in Alzheimer's disease: Evidence for distinct deficits of relational and conjunctive memory. *Neuropsychologia*, 63, 99-106.
- Bridger, E. K., Kursawe, A. L., Bader, R., Tibon, R., Gronau, N., Levy, D. A., & Mecklinger, A. (2017). Age effects on associative memory for novel picture pairings. *Brain Research*, 1664, 102-115.
- Guillaume, F., & Etienne, Y. (2015). Target-context unitization effect on the familiarity-related FN400: A face recognition exclusion task. *International Journal of Psychophysiology*, 95(3), 345-354.
- Kriukova, O., Bridger, E., & Mecklinger, A. (2013). Semantic relations differentially impact associative recognition memory: Electrophysiological evidence. *Brain and Cognition*, 83(1), 93-103.
- Malejka, S., & Bröder, A. (2016). No source memory for unrecognized items when implicit feedback is avoided. *Memory and Cognition*, 44(1), 63-72.
- Mandler, G. (1980). Recognizing: The judgment of previous occurrence. *Psychological Review*, 87(3), 252-271.

- Nie, A. Q., Griffin, M., Keinath, A., Walsh, M., Dittmann, A., & Reder, L. (2014). ERP profiles for face and word recognition are based on their status in semantic memory not their stimulus category. *Brain Research*, 1557, 66–73.
- Ozubko, J. D., & Seli, P. (2016). Forget all that nonsense: The role of meaning during the forgetting of recollective and familiarity-based memories. *Neuropsychologia*, 90, 136–147.
- Peterson, D. J., Schmidt, N. E., & Naveh-Benjamin, M. (2017). The role of schematic support in age-related associative deficits in short-term and long-term memory. *Journal of Memory and Language*, 92, 79–97.
- Thézé, R., Guggisberg, A. G., Nahum, L., & Schnider, A. (2016). Rapid memory stabilization by transient theta coherence in the human medial temporal lobe. *Hippocampus*, 26(4), 445–454.
- Tibon, R., Gronau, N., Scheuplein, A. L., Mecklinger, A., & Levy, D. A. (2014). Associative recognition processes are modulated by the semantic unitizability of memoranda. *Brain and Cognition*, 92, 19–31.
- Wang, Y. J., Mao, X. R., Li, B. C., Lu, B. Q., & Guo, C. Y. (2016). Semantic memory influences episodic retrieval by increased familiarity. *Neuroreport*, 27(10), 774–782.
- Yick, Y. Y., & Wilding, E. L. (2014). Electrophysiological correlates of processes supporting memory for faces. *Brain and Cognition*, 90, 50–62.

The Modulation of Semantic Relation on the Neural Mechanism of Associative Recognition

Nie Aiqing, Wu Yuanying, Li Minye

(Department of Psychology and Behavioral Science, Zhejiang University, Hangzhou, 310028)

Abstract Previous research has revealed two different old/new effects: the early mid-frontal old/new effect (a.k.a. FN400 component), and the late parietal old/new effect (a.k.a. LPC component), which reflect two processes of familiarity and recollection in dual-process model respectively. Though associative recognition is thought to be more based on recollection rather than familiarity compared to item recognition, recent studies have confirmed that familiarity makes greater contribution to associative memory when to-be-remembered items of a pair have a stronger semantic relation. However, it remains unclear whether the modulations of different subtypes of semantic relations on the old/new effect of associative recognition are different. The roles of the processes of familiarity and recollection of a single item that belongs to a pair also require further investigations.

Using event-related potential technique (i.e., neuroscan), the current study aimed to explore the modulations of different subtypes of semantic relations on the waveforms of associative recognition. The current experiment was a within-subject design, which had semantic relation and paired type of pictures as variables. The levels of semantic relation were thematic and taxonomic relations, and the levels of paired type of pictures were new pair, old pair, rearranged pair, and “old + new” pair. A total of 22 right-handed adults, aged 23.83 ± 5.21 years, participated in the current experiment. In the experiment, 672 named pictures (336 pairs) which were all from Hemera Color Gallery served as stimuli, and the procedure was conducted via the continuous recognition paradigm. During the whole experiment, participants were instructed to study paired pictures with two different semantic relations (thematic and taxonomic relations) and to make discriminations among new, old, rearranged, and “old+new” pairs.

The results showed that, under both thematic and taxonomic relation conditions, the FN400 component (during 350–500 ms) that related to familiarity process was confirmed for old, rearranged, and “old+new” pairs. In other words, compared to new pairs, more positive-going waveforms were confirmed over frontal region for old, rearranged, and “old+new” pairs. Under the thematic relation condition, reliable LPC component (during 500–650 ms) that related to recollection process was observed for old, rearranged, and “old+new” pairs. That is to say, more positive-going waveforms over parietal region were elicited by old, rearranged, and “old+new” pairs than by new pairs. For the taxonomic relation, the LPC component was only elicited by old pairs, showing more positive-going waveforms over parietal region for old pairs versus new pairs.

To conclude, the old/new effect differences between the studies of current pictures and previous words indicate that the old/new effect of associative recognition is not only semantic-relation-sensitive but also stimulus-specific. The old/new effect differences between the pairs of thematic relation and of taxonomic relation indicate that the old/new effect of associative recognition is sensitive to semantic relation. The old/new effect elicited by “old+new” pairs suggests that its effect can be affected by the familiarity of a single item of this type of pairs. These results reinforce the dual-process model.

Key words semantic relation, associative recognition, familiarity, FN400, LPC