

The P200 Component in Lexical Processing

Min Xie, Qingqing Yang, Quanhong Wang*

Faculty of Psychology, Southwest University, Chongqing
Email: xieminboy@163.com, *quanhong@swu.edu.cn

Received: Jan. 26th, 2016; accepted: Feb. 14th, 2016; published: Feb. 22nd, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

The visual P200 is a positive going electrical potential of the event-related potential measured at the human scalp which peaks at about 200 ms varying between about 150 ms and 275 ms induced by visual input stimuli. Research on the visual P200 is still keeping unclear about the time course and stage of lexical processing. The P200 may reflect the orthographic processing and phonologic processing simultaneously. Moreover, it both relates to lexical processing and sub-lexical processing. It appears to be easily modulated by a large and diverse number of cognitive tasks and paradigms. In conclusion, future research should be focused on experimental materials, research method and the difference between Chinese and English language system, etc.

Keywords

Lexical Processing, P200, Orthographic Processing, Phonologic Processing, Sub-Lexical Processing

词汇加工研究中的P200成分

谢敏, 杨青青, 王权红*

西南大学心理学部, 重庆
Email: xieminboy@163.com, *quanhong@swu.edu.cn

收稿日期: 2016年1月26日; 录用日期: 2016年2月14日; 发布日期: 2016年2月22日

*通讯作者。

摘要

以视觉输入刺激进行的词汇加工能够诱发一个早期的事件相关电位(ERP)正成分P200, 该成分起始于150 ms, 结束于275 ms并在200 ms达到顶峰。P200成分作为一种内源性成分, 其反映的词汇认知加工的内容和过程仍然存在较大的争论, P200可能既与字形加工, 也与语音加工有关, 且词汇加工和亚词汇加工都能诱发明显的P200; P200成分的复杂性更表现在它容易受到实验范式和任务的影响。将来的研究可以在实验范式和任务以及中英文材料在P200成分差异两方面进行拓展。

关键词

词汇加工, P200, 字形加工, 语音加工, 亚词汇加工

1. 引言

P200成分作为事件相关电位(Event-Related Potential, ERP)的内源性成分之一, 相对于其他脑电成分来说, 其研究并不是很多, 它的复杂性表现在它受到很多认知成分的影响。以往的研究表明, 它受到注意, 记忆, 听觉, 视觉特征等多方面的影响(Antoine, Bosnyak, Trainor, & Roberts, 2003; Crowley & Colrain, 2004; Dunn, Dunn, Languis, & Andrews, 1998; Furutsuka, 1989; Luck & Hillyard, 1994)。绝大多数与P200成分有关的研究集中在视觉加工方面, 尤其在以视觉呈现的语言研究中, P200成分被认为与早期视觉特征的编码和匹配有关(Hsu, Tsai, Lee, & Tzeng, 2009)。一般认为, 视觉P200成分起始于150 ms在275 ms结束, 并在200 ms达到顶峰, 主要分布在额中部和顶枕叶(Kong et al., 2012; Kong et al., 2010; Liu, Perfetti, & Hart, 2003)。

在词汇加工的研究中, P200成分被认为是反映早期词汇单元加工的指标(Kramer & Donchin, 1987; Kong et al., 2012; Liu, Perfetti, & Hart, 2003)。在各种不同的语言系统中, 都包含字形, 语音和语义三种不同的加工阶段。从加工水平上划分, 可以分为亚词汇加工水平和词汇加工水平。而在中外文的研究中, P200成分所反映的加工阶段和加工水平仍然存在争议。除此之外, P200成分也容易受到实验任务和范式的影响, 这种跨任务的不一致性也说明P200成分研究的复杂性。当前文章将主要在P200成分所反映的词汇认知加工阶段和加工水平以及范式任务差异性三方面展开。

2. P200 在字形加工和语音加工上的争论

2.1. 外文研究

Kramer 和 Donchin (1987)采用押韵任务(“天” - “填”, 被试需要判断两字是否押韵)发现前后两字在字形和语音都不匹配时诱发的P200最高, 当两者都匹配时诱发的P200最低。这表明P200似乎与字形和语音两者都有关。在跨文化的犹太语研究中, Barnea 和 Breznitz (1998)同时采用语音判断任务和字形相似判断任务, 结果发现相似字和同音字都诱发了更大的P200。Rugg (1987)发现重复启动效应, 当呈现与靶子相同的启动字时, 相较于控制条件, 实验条件诱发了更大的P200, Misra 和 Holcomb (2003)重复了这一实验, 也发现了类似的结果。

然而, P200与字形和语音加工的关系并不牢固, 在Kutas 和 Van Petten (1994)的文章中并没有发现重复启动效应在P200上的变化。Ziegler, Benraïss 和 Besson (1999)采用语义判断任务, 并没有发现同音异义字相较于非同音异义字在P200上的差异。Bentin, Mouchetant-Rostaing, Giard, Echallier 和 Pernier (1999)

也没有发现可发音的真字与不可发音的假字在 P200 上有差异。这些都表明字形和语音加工与 P200 的关系不是非常一致。在大量关于形音义加工进程的研究中,都发现了字形的加工可能发生在比 P200 更早的阶段,起始于 120 ms 结束于 200 ms,并在 170 ms 达到顶峰的负波,且都发现语音似乎诱发更加靠后的波形,起始于 250 ms 并在 350 ms 结束(Bentin et al., 1999; Carreiras, Perea, Vergara, & Pollatsek, 2009; Grainger, Kiyonaga, & Holcomb, 2006; Holcomb & Grainger, 2006; Proverbio, Vecchi, & Zani, 2004; Proverbio & Zani, 2003)。在回顾外文视觉词汇加工特征的研究中,也多发现字形加工与 N170 有关(Maurer, McCandliss, Grigorenko, & Naples, 2008)。

总的来说,在外文的词汇加工研究中,P200 成分探讨的不多,P200 成分与字形和语音的联系并没有得到广泛的认可,字形和语音的加工诱发了更早的成分。这可能是由于外文的书写符号系统决定的,外文多为拼音文字,具有非常明显的形音对应关系,字形和语音的提取非常快速。

2.2. 汉字研究

不同于拼音文字,汉字作为表意文字,具有非常鲜明的象形文字的特点,其并不具备明显的形音对应关系,字形和语音的加工阶段有明显的区别(陈宝国,彭聘龄,2001),大量关于汉字词汇的研究中,都发现了 P200 成分,并被作为汉字早期加工的指标。

Liu, Perfetti 和 Hart (2003)通过语音判断任务和语义判断任务研究字形相似字,同音异义字和语义相近字以及控制条件 4 种水平下形音义的加工进程,结果发现语音任务中,字形相似字诱发了更小的 P200,而语义任务中,同音异义字只在 N400 上发现了差异,而并没有在 P200 上表现出任何差异。研究者认为,P200 与词汇识别中早期的字形加工有关,由于启动字和靶子含有相同的部件,促进了靶子的加工。而同音异义字只是诱发了更小的 N400,表明语音加工晚于字形加工,且与 P200 无关。值得注意的是,Liu, Perfetti 和 Hart (2003)中并没有严格控制材料的频率。Chen 等人(2007)采用语音判断任务,即靶词是否含有某个韵母探究字形,语音(同音异义),语义启动的加工进程。结果发现,对于高频词,字形启动诱发了更小的 P200 (颞叶中央)而没有发现语音启动效应,然而,对于低频词,字形启动诱发了更小的 P200 (颞叶中央)而语音启动诱发了更大的 P200 (颞叶和额叶)。作者认为,P200 同时反映了字形和语音的加工。虽然在高频中并没有发现语音启动的 P200 效应,但这可能是因为高频字自身的语音加工本来就很快,使得语音启动效应变得非常微弱。这也在后续的研究中得到了进一步的证实(Kong et al., 2012; Kong et al., 2010; Zhang, Zhang, & Kong, 2009)。

3. P200 在词汇水平与亚词汇水平上的争论

拼音文字的单词由字素(grapheme)和音素(phoneme)等亚词汇单元组成,在对特定单词进行识别时会受到这些亚词汇成分的特性影响,也即亚词汇加工。在外文研究中,P200 与词汇水平加工的联系并不多(Barnea & Breznitz, 1998; Kramer & Donchin, 1987)。

大量的外文研究发现音节频率,即亚词汇加工会影响 P200。Hutzler 等人(2004)在德语研究中发现高频音节比低频音节诱发了大的波形在 200 ms 左右。在西班牙语研究中,Barber, Vergara 和 Carreiras (2004)发现高频音节诱发了更小的 P200,研究者认为包含高频音节的单词影响了早期的词汇加工,包含的高频音节越熟悉,加工所占用的资源越少。Chetail 和 Colin (2012)同样发现了法语的音节频率的 P200 效应,高频音节比低频音节诱发了更小的 P200,文章认为这是由于高频音节成员多,也越熟悉。在韩语中,同样发现了音节频率的 P200 效应,Mathey, Zagar, Doignon 和 Seigneure (2006)发现控制了高频音节首字母效应后,高频音节的家族效应消失了。这表明前人研究中的音节频率和字形频率存在一定的混淆,Kwon, Lee 和 Nam 进一步的控制了音节频率与字形频率的混淆,发现音节频率影响了 P200 (Kwon, Lee, & Nam, 2011)。

中文的词汇研究发现, 汉字的识别不仅受到词长, 频率, 语境等词汇水平因素的影响, 也会受到亚词汇成分的影响, 即组成汉字的形旁(与整字的语义相联系)和声旁(与整字的读音相联系)会影响到对汉字整体的识别, 现代汉字中 80% 的字都是形声字, 这种词汇水平前对形旁和声旁的加工也就是亚词汇加工(sub-lexical processing)。大量中文研究表明 P200 可能同时与词汇水平加工与亚词汇水平加工有关。

整字读音(词汇水平)的加工与 P200 的关系得到了很多证据的支持。Chen, Liu, Wang 和 Perfetti (2007) 首先发现了汉字语音加工与 P200 有关, 低频的同音异义字启动相较于无关的启动条件能够诱发更大的 P200, 即 P200 反映了词汇水平的加工。这在随后相似的实验中得到了进一步的支持(Kong et al., 2010; Zhang et al., 2009)。Liu, Jin, Qing 和 Wang (2011)发现以往的研究都是在词汇水平下研究形音义加工进程, 作者创新性在采用默读范式研究了语句水平下形音义加工进程。结果发现形似字和同义字与控制条件子在 P200 上无差异, 但同音字比控制条件诱发了更小的 P200。表明预期字对靶子产生了语音上的启动, 同时表明词汇水平的语音加工与 P200 有关。与前文不一致的是, 本文中并没有发现字形与 P200 关系。可能的解释是本文中采用的是默读范式, 使得语音加工处于非常重要的位置。

规则性效应和一致性效应被认为是亚词汇加工单元存在的有力证明。规则性效应是指当呈现的刺激的读音与声旁读音不一致时(如“榛”, 整字读“zhen”, 声旁读“qin”), 被试对刺激的反应变慢, 正确率变低的现象。一致性效应则是指含有同样声旁的邻近字(orthographic neighborhoods)整字读音相同的比例越高时, 被试反应越快, 正确率越高的现象。在采用 ERP 技术的研究中, Lee, Tsai, Huang, Hung 和 Tzeng (2006)采用任务发现可发音的假字匹配预期的读音比匹配非预期的读音会诱发不同 ERP, 后者诱发的 P200 更大, 这表明假字中的声旁自动激活了, 且声旁的激活能够诱发 P200 成分。在 Lee 等人(2007)采用语音判断任务中(判断两字是否同音), 在低频条件下发现低一致性的靶子比高一致性靶子诱发了更大的 P200, 一致性是亚词汇语音单元的特征, 一致性越低, 含有同声旁的非同音字竞争者越多, 对整字语音的干扰越大, 激活量越多。这表明亚词汇加工能够诱发 P200。Hsu 等人(2009)重复了 Lee 等人(2007)的实验发现了同样的结论, 即一致性的 P200 效应。Yum, Law, Su, Lau 和 Mo (2014)发现一致性效应很难与规则性效应分开, 实验采用 LDT 和延迟命名任务研究了规则性效应和一致性效应在 ERP 上的分离。结果发现, 规则字诱发了更大的 N170 和更小的 P200 而一致性高的字只是诱发了更大的 P200。这些规则性和一致性的 P200 效应都表明汉字亚词汇水平的加工能够诱发 P200。

Zhou, Fong, Minett, Peng 和 Wang (2014)创新性的采用启动范式同时对词汇和亚词汇水平的语音加工进行了研究, 实验材料为不规则的低频字, 结果发现整字语音启动(同音异义)在 P200 上没有差异, 而声旁语音启动与控制条件相比诱发了更小的 P200。这表明 P200 与亚词汇的语音加工有关, 而与整字语音加工无关, 而整字语音加工似乎发生在更晚的阶段 N320。这与 Liu 等人(2003)年的结果一致, 同样是在同音异义字启动没有发现 P200 的差异。但与后续研究并不一致(Kong et al., 2010; Zhang et al., 2009), 后者发现整字语音启动相较于控制条件能够诱发 P200。可能的解释是由于 Zhou 等人(2014)的实验中并没有控制材料中整字和声旁的相对频率, 声旁的频率高于整字的频率而使得整字的读音得到了抑制。

中文研究中也发现了位置频率能够显著的影响 P200 成分, Wu, Mo, Tsang 和 Chen (2012)采用启动掩蔽范式词汇判断任务研究部件位置频率和相似字启动, 结果发现偏旁出现在经常出现的位置(高频)比出现在不常出现的位置(低频)诱发了更小的额叶 P200。

4. P200 研究常见范式与任务

研究者多结合启动范式或掩蔽启动范式, 同时采用词汇判断任务、命名任务、语义判断任务、语音判断任务、默读任务及延时判断任务来研究词汇加工中的 P200 成分。由于 P200 作为早期成分, 很容易受到 N1 成分、P1 成分和 P3 成分的影响, 不同的任务使得被试在注意水平, 加工深度, 预期等都会不同,

从而使得 P200 成分的潜伏期和时间窗口有所变化。

在词汇加工与 P200 成分的研究中,多采用启动范式或掩蔽启动范式。启动范式多采用字形、语音和语义三种启动方式,并在其他无关变量上如笔画、频率邻近字数量上与控制条件进行匹配,启动范式作为经典范式得到了较为一致的结论(Chen et al., 2007; Kong et al., 2012; Kong et al., 2010; Liu, Perfetti, & Hart, 2003; Zhang et al., 2009; Zhou et al., 2014)。相较于经典的启动范式,掩蔽启动范式(masked priming)的启动刺激呈现的时间更短(一般小于 80 ms),且在呈现前或后会呈现一个掩蔽刺激,这种掩蔽刺激被认为能够更好的消除被试的期望因而被认为是更纯净的启动范式(Forster & Davis, 1984; Forster, Davis, Schoknecht, & Carter, 1987)。除了实验范式,实验任务也会显著的影响 ERP 成分。即时的判断的任务(靶子出现即做按键反应)如即时的词汇判断任务,语音判断任务,语义判断任务都会带来 P300 成分的污染,这一成分被认为与决策相关。为了避免决策带来的干扰,研究者一般采用延迟的判断任务(Hsiao et al., 2007)。不同的任务存在不同的加工深度,语义判断任务的加工深度要高于词汇判断和语音判断任务。Grainger 等人 2006 年采用掩蔽启动范式和词汇判断任务发现语音加工发生在 250 ms~350 ms 时间窗口。Carreiras 等人(2009)也采用词汇判断任务发现了类似的结果。然而, Timmer 和 Schiller (2012)在重复 Carreiras 等人(2009)的实验时,发现采用朗读任务(reading aloud)时,发现语音诱发的 ERP 成分在 120 ms~180 ms 时间窗口,作者认为朗读任务使得形音转换更加重要而使得语音加工通路变得快速。

5. 总结和展望

虽然在词汇加工方面中外文关于 P200 的研究并不多,但仍然可以发现 P200 与词汇加工的早期阶段联系紧密。这在汉字词汇加工中尤为明显, P200 被认为是字形加工和语音加工的指标。相较于其他 ERP 成分,关于词汇加工中的 P200 研究还处于早期阶段,仍然还有很多地方需要我们去探讨。虽然在中文的词汇加工研究中发现了比较一致的结论,即 P200 同时反应了字形和语音的加工,及词汇水平和亚词汇水平的加工。但在外文却并没有发现字形和语音与 P200 的关系,可能的解释是由于中外文属于不同的书写系统,从而使得各个加工阶段发生的时间不同,这种差异的本质有待进一步的探讨和阐释。另外, P200 成分容易受到实验范式和实验任务的影响,如何根据实验研究目的结合实验任务和实验范式对 P200 成分进行探讨也是今后研究者需要注意的地方。

参考文献 (References)

- 陈宝国, 彭聃龄(2001). 汉字识别中形音义激活时间进程的研究. *心理学报*, 33(1), 1-6.
- Barber, H., Vergara, M., & Carreiras, M. (2004). Syllable-Frequency Effects in Visual Word Recognition: Evidence from ERPs. *Neuroreport*, 15, 545-548. <http://dx.doi.org/10.1097/00001756-200403010-00032>
- Barnea, A. & Breznitz, Z. (1998). Phonological and Orthographic Processing of Hebrew Words: Electrophysiological Aspects. *Journal of Genetic Psychology*, 159, 492-504. <http://dx.doi.org/10.1080/00221329809596166>
- Bentin, S., Mouchetant-Rostaing, Y., Giard, M.-H., Echallier, J.-F., & Pernier, J. (1999). ERP Manifestations of Processing Printed Words at Different Psycholinguistic Levels: Time Course and Scalp Distribution. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 11, 235-260. <http://dx.doi.org/10.1162/089892999563373>
- Carreiras, M., Perea, M., Vergara, M., & Pollatsek, A. (2009). The Time Course of Orthography and Phonology: ERP Correlates of Masked Priming Effects in Spanish. *Psychophysiology*, 46, 1113-1122. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-8986.2009.00844.x>
- Chen, B., Liu, W., Wang, L., & Perfetti, C. A. (2007). The Timing of Graphic, Phonological and Semantic Activation of High and Low Frequency Chinese Characters: An ERP Study. *Progress in Natural Science*, 17, 62-70.
- Chetail, F., & Colin, C. (2012). Electrophysiological Markers of Syllable Frequency during Written Word Recognition in French. *Neuropsychologia*, 50, 3429-3439. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2012.09.044>
- Crowley, K. E., & Colrain, I. M. (2004). A Review of the Evidence for P2 Being an Independent Component Process: Age, Sleep and Modality. *Clinical Neurophysiology*, 115, 732-744. <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinph.2003.11.021>

- Dunn, B. R., Dunn, D. A., Languis, M., & Andrews, D. (1998). The Relation of ERP Components to Complex Memory Processing. *Brain & Cognition*, 36, 355-376. <http://dx.doi.org/10.1006/brcg.1998.0998>
- Forster, K. I., & Davis, C. (1984). Repetition Priming and Frequency Attenuation in Lexical Access. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 10, 680-698. <http://dx.doi.org/10.1037/0278-7393.10.4.680>
- Forster, K. I., Davis, C., Schoknecht, C., & Carter, R. (1987). Masked Priming with Graphemically Related Forms: Repetition or Partial Activation? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 39, 211-251. <http://dx.doi.org/10.1080/14640748708401785>
- Furutsuka, T. (1989). Effects of Rapid Attention Switching on the N1-P2 Amplitude of the Visual Event-Related Potentials. *Annual Report*, 11, 55-64.
- Grainger, J., Kiyonaga, K., & Holcomb, P. J. (2006). The Time Course of Orthographic and Phonological Code Activation. *Psychological Science*, 17, 1021-1026. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-9280.2006.01821.x>
- Holcomb, P. J., & Grainger, J. (2006). On the Time Course of Visual Word Recognition: An Event-Related Potential Investigation Using Masked Repetition Priming. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18, 1631-1643. <http://dx.doi.org/10.1162/jocn.2006.18.10.1631>
- Hsiao, H. W., Shillcock, R., & Lee, C. Y. (2007). Neural Correlates of Foveal Splitting in Reading: Evidence from an ERP Study of Chinese Character Recognition. *Neuropsychologia*, 45, 1280-1292. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.10.001>
- Hsu, C.-H., Tsai, J.-L., Lee, C.-Y., & Tzeng, O. J.-L. (2009). Orthographic Combinability and Phonological Consistency Effects in Reading Chinese Phonograms: An Event-Related Potential Study. *Brain and Language*, 108, 56-66. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bandl.2008.09.002>
- Hutzler, F., Bergmann, J., Conrad, M., Kronbichler, M., Stenneken, P., & Jacobs, A. M. (2004). Inhibitory Effects of First Syllable-Frequency in Lexical Decision: An Event-Related Potential Study. *Neuroscience Letters*, 372, 179-184. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neulet.2004.07.050>
- Kong, L. Y., Zhang, B., Zhang, J. X., & Kang, C. P. (2012). P200 Can Be Modulated by Orthography Alone in Reading Chinese Words. *Neuroscience Letters*, 529, 161-165. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neulet.2012.09.028>
- Kong, L. Y., Zhang, J. X., Kang, C. P., Du, Y. C., Zhang, B., & Wang, S. P. (2010). P200 and Phonological Processing in Chinese Word Recognition. *Neuroscience Letters*, 473, 37-41. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neulet.2010.02.014>
- Kramer, A. F., & Donchin, E. (1987). Brain Potentials as Indices of Orthographic and Phonological Interaction during Word Matching. *Journal of Experimental Psychology Learning Memory & Cognition*, 13, 76-86. <http://dx.doi.org/10.1037/0278-7393.13.1.76>
- Kutas, M., & Van Petten, C. (1994). Psycholinguistics Electrified: Event-Related Brain Potential Investigations. In M. A. Gernsbacher (Ed.), *Handbook of Psycholinguistics* (pp. 83-143). San Diego, CA: Academic Press.
- Kwon, Y., Lee, C., Lee, K., & Nam, K. (2011). The Inhibitory Effect of Phonological Syllables, Rather than Orthographic Syllables, as Evidenced in Korean Lexical Decision Tasks. *Psychologia*, 54, 1-14. <http://dx.doi.org/10.2117/psysoc.2011.1>
- Kwon, Y., Lee, Y., & Nam, K. (2011). The Different P200 Effects of Phonological and Orthographic Syllable Frequency in Visual Word Recognition in Korean. *Neuroscience Letters*, 501, 117-121. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neulet.2011.06.060>
- Lee, C.-Y., Tsai, J.-L., Chan, W.-H., Hsu, C.-H., Hung, D. L., & Tzeng, O. J. L. (2007). Temporal Dynamics of the Consistency Effect in Reading Chinese: An Event-Related Potentials Study. *Neuroreport*, 18, 147-151. <http://dx.doi.org/10.1097/WNR.0b013e328010d4e4>
- Lee, C.-Y., Tsai, J.-L., Huang, H.-W., Hung, D. L., & Tzeng, O. J. L. (2006). The Temporal Signatures of Semantic and Phonological Activations for Chinese Sublexical Processing: An Event-Related Potential Study. *Brain Research*, 1121, 150-159. <http://dx.doi.org/10.1016/j.brainres.2006.08.117>
- Liu, B. L., Jin, Z. X., Qing, Z., & Wang, Z. N. (2011). The Processing of Phonological, Orthographical, and Lexical Information of Chinese Characters in Sentence Contexts: An ERP Study. *Brain Research*, 1372, 81-91. <http://dx.doi.org/10.1016/j.brainres.2010.11.068>
- Liu, Y., Perfetti, C. A., & Hart, L. (2003). ERP Evidence for the Time Course of Graphic, Phonological, and Semantic Information in Chinese Meaning and Pronunciation Decisions. *Journal of Experimental Psychology Learning Memory & Cognition*, 29, 1231-1247. <http://dx.doi.org/10.1037/0278-7393.29.6.1231>
- Luck, S. J., & Hillyard, S. A. (1994). Electrophysiological Correlates of Feature Analysis during Visual Search. *Psychophysiology*, 31, 291-308. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-8986.1994.tb02218.x>
- Mathey, S., Zagar, D., Doignon, N., & Seigneuric, A. (2006). The Nature of the Syllabic Neighbourhood Effect in French. *Acta Psychologica*, 123, 372-393. <http://dx.doi.org/10.1016/j.actpsy.2006.02.003>
- Maurer, U., McCandliss, B. D., Grigorenko, E. L., & Naples, A. J. (2008). The Development of Visual Expertise for Words:

- The Contribution of Electrophysiology. In E. L. Grigorenko, & A. J. Naples (Eds.), *Single Word Reading: Behavioral and Biological Perspectives* (pp. 43-63). New York: Taylor and Francis Group, LLC.
- Misra, M., & Holcomb, P. J. (2003). Event-Related Potential Indices of Masked Repetition Priming. *Psychophysiology*, *40*, 115-130. <http://dx.doi.org/10.1111/1469-8986.00012>
- Proverbio, A. M., & Zani, A. (2003). Time Course of Brain Activation during Graphemic/Phonologic Processing in Reading: An ERP Study. *Brain and Language*, *87*, 412-420. [http://dx.doi.org/10.1016/S0093-934X\(03\)00139-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0093-934X(03)00139-1)
- Proverbio, A. M., Vecchi, L., & Zani, A. (2004). From Orthography to Phonetics: ERP Measures of Grapheme-to-Phoneme Conversion Mechanisms in Reading. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *16*, 301-317. <http://dx.doi.org/10.1162/089892904322984580>
- Rugg, M. D. (1987). Dissociation of Semantic Priming, Word and Non-Word Repetition Effects by Event-Related Potentials. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *39*, 123-148. <http://dx.doi.org/10.1080/02724988743000060>
- Shahin, A., Bosnyak, D. J., Trainor, L. J., & Roberts, L. E. (2003). Enhancement of Neuroplastic P2 and N1c Auditory Evoked Potentials in Musicians. *Journal of Neuroscience the Official Journal of the Society for Neuroscience*, *23*, 5545-5552.
- Timmer, K., & Schiller, N. O. (2012). The Role of Orthography and Phonology in English: An ERP Study on First and Second Language Reading Aloud. *Brain Research*, *1483*, 39-53. <http://dx.doi.org/10.1016/j.brainres.2012.09.004>
- Wu, Y., Mo, D. Y., Tsang, Y.-K., & Chen, H.-C. (2012). ERPs Reveal Sub-Lexical Processing in Chinese Character Recognition. *Neuroscience Letters*, *514*, 164-168. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neulet.2012.02.080>
- Yum, Y. N., Law, S.-P., Su, I.-F., Lau, K.-Y. D., & Mo, K. N. (2014). An ERP Study of Effects of Regularity and Consistency in Delayed Naming and Lexicality Judgment in a Logographic Writing System. *Frontiers in Psychology*, *5*, 315. <http://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00315>
- Zhang, Q., Zhang, J. X., & Kong, L. Y. (2009). An ERP Study on the Time Course of Phonological and Semantic Activation in Chinese Word Recognition. *International Journal of Psychophysiology*, *73*, 235-245. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2009.04.001>
- Zhou, L., Fong, M. C.-M., Minett, J. W., Peng, G., & Wang, W. S. Y. (2014). Pre-Lexical Phonological Processing in Reading Chinese Characters: An ERP Study. *Journal of Neurolinguistics*, *30*, 14-26. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jneuroling.2014.03.002>
- Ziegler, J. C., Benraïss, A., & Besson, M. (1999). From Print to Meaning: An Electrophysiological Investigation of the Role of Phonology in Accessing Word Meaning. *Psychophysiology*, *36*, 775-785. <http://dx.doi.org/10.1111/1469-8986.3660775>