

面部表情加工的 ERP 成分*

侠 牧¹ 李雪榴² 叶 春³ 李 红³

(¹ 西南大学心理学部, 重庆 400715) (² 广西师范学院体育学院, 南宁 530023)

(³ 辽宁师范大学心理学院, 大连 116029)

摘 要 面部表情加工的 ERP 成分主要包括 P1 (80~120 ms)、N170 (120~200 ms), 早期后部负电位(Early Posterior Negativity, EPN, 200~300 ms)和晚期正成分(Late Positive Potential, LPP, 300 ms 以后)。这些成分代表了表情加工的不同阶段, 具有不同的心理含义。P1 成分只对威胁类表情(恐惧, 厌恶和愤怒)敏感, 反映了对威胁面孔的快速探测, 具有自动加工的性质。N170 成分与表情结构信息的编码有关, 同样具有自动加工的性质。EPN 反映了对情绪信息的选择性注意, 具有情绪普遍性, 情绪场景图片和表情刺激都会对它产生影响, 在特定的条件下具有自动加工的性质。LPP 则反映了对情绪信息的高级认知加工, 较易受注意控制的影响。在对上述成分的特性了解的基础上, 将来的研究应该探索以下问题: (1) P1 是否受表情威胁程度的影响? (2) N170 受到哪些自上而下因素的影响? (3) 那些不能影响 N170 成分, 却能影响 EPN 成分的表情刺激是否被当成了普通的情绪刺激来看待? (4) 表情加工引发的 LPP 是否能具有自动加工的性质? (5) 不同的基本表情类型(如恐惧和厌恶)是否具有特异性的 ERP 成分?

关键词 面部表情加工; P1; N170; EPN; LPP

分类号 B842; B845

面部表情(以下简称表情)是重要的情绪信息, 它准确地传递了人们当下的情绪状态。迅速且正确地加工他人的表情对人类而言具有重要的社会适应意义。因此, 对表情加工过程的研究一直是情绪研究的重点。事件相关电位(Event-Related Potential, ERP)技术得益于其高度的时间分辨率, 在表情加工过程研究中尤其受到学者们喜爱, 近十年来涌现出许多优秀的研究。通过总结这些研究, 我们发现表情加工存在 4 个主要成分: P1 (80~120 ms)、N170 (120~200 ms), 早期后部负电位(Early Posterior Negativity, EPN, 200~300 ms)和晚期正成分(Late Positive Potential, LPP, 300 ms 以后)。它们反映了表情加工的不同阶段, 具有不同的特征。文章对这些成分的心理含义, 影响因素及自动加工性质等特征进行了总结, 并在此基础上为将来的研究方向提供建议。

1 P1: 威胁信息快速探测

Adolphs (2002)的面孔加工模型指出, 在面孔加工早期(120 ms 左右)存在一个由杏仁核、一些皮层下组织(如丘脑)和纹状体皮层(Striate Cortex, SC)联合执行的快速知觉阶段, 用于加工高显著性刺激(highly salient stimuli, 比如恐惧面孔)。与该模型的预测一致, ERP 研究发现威胁类表情(恐惧或愤怒), 与中性或正性面孔相比能在 80~120 ms 间引发更强的枕颞区正成分 P1 (Pessoa, Japee, & Ungerleider, 2005; Pourtois, Grandjean, Sander, & Vuilleumier, 2004)。Luo, Feng, He, Wang 和 Luo (2010)采用注意瞬脱实验范式的研究也发现, 同作为 T2 刺激(注意瞬脱刺激), 恐惧表情与高兴表情或中性面孔相比引发更强的 P1, 表明这种威胁探测可以不依赖意识, 具有自动加工的性质。不过 Pegna, Landis 和 Khateb (2008)的研究发现, 在阈限下知觉任务中, 恐惧表情引发的 P1 波幅与正性和中性面孔相比并无差异。遗憾的是, 作者并未对此现象做出解释。任务类型的差异可能是造

收稿日期: 2013-10-16

* 国家自然科学基金项目(81171289)资助。

通讯作者: 李红, E-mail: lihongworm@vip.sina.com

成研究结果不一致的原因。将来的研究应该系统地考察不同任务类型对人脑威胁探测的影响。此外,也有研究发现 P1 反映了刺激间低水平的物理差异(比如照明度)(Johannes, Münte, Heinze, & Mangun, 1995)。在 Sprengelmeyer 和 Jentzsch (2006)进行的一项内隐情绪加工研究中,不同强度的同一种负性表情引发的 P1 波幅没有显著差异,作者的解释是这些不同强度的表情具有相同的低水平物理特征。不过 Luo 等人(2010)的研究发现,在已控制了诸如照明度,空间分辨率等低水平物理特征的情况下,恐惧表情诱发的 P1 波幅依然大于中性和正性面孔。所以 Sprengelmeyer 和 Jentzsch (2006)的研究结果更可能是由于早期探测系统的粗糙造成的,因为该系统只能区分威胁和非威胁类表情(比如区分恐惧表情和中性面孔),而不能区分不同强度的威胁表情(比如不同强度的恐惧表情),这种区分要在稍后更加精细的面孔结构编码阶段(N170)才能实现(Luo et al., 2010)。综上所述,在表情加工中, P1 反映的是杏仁核与枕颞区视觉皮层组成的神经回路对威胁信息粗略但迅速的早期分类(Pizzagalli et al., 2002)。

2 N170: 表情结构编码

面孔刺激相对于非面孔刺激,在 120~200 ms 左右于人脑后部区域引发一个更强的负成分,即面孔特定(face-specific) N170 (Bentin & Carmel, 2002)。该成分不受自上而下注意控制的影响(Bentin, Allison, Puce, Perez, & McCarthy, 1996),具有自动加工的性质,在面孔倒立呈现时波幅更大(汪海玲,傅世敏,2011),反映了枕颞区皮层(occipito-temporal cortex)对面孔整体结构的编码(Bentin et al., 1996; Eimer, 2000)。根据 Bruce 和 Young (1986)提出的面孔加工模型,表情加工独立于面孔结构加工,也就是说 N170 应该不受面孔中是否包括情绪信息的影响。与该观点一致, Ashley, Vuilleumier 和 Swick (2004)的一项采用重复刺激识别任务的研究发现,高兴、恐惧和厌恶表情引发的 N170 波幅与中性面孔相比没有显著差异。一项采用相似实验范式的研究(Eimer & Holmes, 2002)同样发现,恐惧表情引发的 N170 波幅与中性面孔相比无显著差异。空间视觉注意的 ERP 研究(Holmes, Vuilleumier, & Eimer, 2003)也发现,无论面孔刺激是否得到充分注意,恐惧

表情诱发的 N170 波幅与中性面孔相比没有显著差异。在采用相似范式的后续研究中(Eimer, Holmes, & McGlone, 2003),表情类型被拓展到了 6 种基本情绪,结果与之前研究一致,表情诱发的 N170 波幅与中性面孔相同。但更多研究发现,表情信息不仅影响面孔结构编码,而且这种影响不限于特定类型的表情,也不依赖主动注意,具有自动加工的性质。比如说, Rellecke, Sommer 和 Schacht(2012)在一项研究中,让被试对高兴和愤怒表情以及中性面孔进行外显或内隐加工,结果发现,在这两种加工条件下,表情引发的 N170 波幅均大于中性面孔。即使被试执行的是纯粹的内隐情绪加工任务,恐惧表情引发的 N170 波幅也大于中性面孔(Batty & Taylor, 2003; Blau, Maurer, Tottenham, & McCandliss, 2007)。甚至在刺激呈现时间小于知觉阈限(Pegna et al., 2008),或是在注意瞬脱条件下(Luo et al., 2010),高兴或恐惧表情引发的 N170 波幅依然大于中性面孔。

综上所述,关于面孔特定 N170 令人困惑的一个现象是,同样包括内隐情绪加工任务的研究,有的发现表情信息能够影响 N170 (Batty & Taylor, 2003; Blau et al., 2007; Rellecke et al., 2012),有的则没有(Eimer et al., 2003)。一种可能是,在不同内隐情绪加工任务中,注意资源对面孔中的情绪信息投入的程度不同。如视觉空间注意范式,被试将面孔置于中央注视区之外(Eimer et al., 2003),因此相对于性别判断任务(Rellecke et al., 2012),注意资源对面孔中的所有信息,包括表情,都投入得较少,这就导致了表情信息不能影响 N170。假设注意控制对 N170 成分的影响是因果性的,则当表情受到注意时应该能影响 N170,但实际在 Eimer 等人(2003)的视觉空间任务研究中,无论被试的注意是否被引导到面孔上, N170 的波幅均不受面孔中是否包括情绪信息的影响,他们认为这是由于表情编码和面孔结构编码彼此独立造成的(Eimer et al., 2003)。但正如上文所述,更多证据支持面孔结构编码确实可以包括表情信息。因此一个更合理的解释是,自上而下的注意控制可能并不是表情 N170 效应缺失的原因,一些自下而上的因素,比如刺激的同质性(取决于是否剔除与面孔信息无关的外部特征,比如毛发)和新奇性(取决于面孔刺激的重复次数以及是否具有其他类型刺激)是更可能的影响因素(Blau et al., 2007)。高同

质性和高新奇性的表情刺激更有可能引发表情的 N170 效应(Blau et al., 2007)。此外, 表情的强度也可能是一个影响因素。在 Sprengelmeyer 和 Jentzsch (2006)进行的一项内隐情绪加工研究中, 给被试呈现三种强度(强, 中, 弱)的三种表情(恐惧, 厌恶和愤怒), 要求被试判断面孔的性别, 结果发现表情强度越大, N170 的波幅越大。该结果可能是由于不同强度的表情具有不同低水平物理特征造成的(比如不同的嘴角弯曲程度)。但 Leppänen 和 Hietanen (2004)的研究发现, 当被试识别卡通化的高兴和悲伤面孔时(唯一区别在于嘴角的弯曲方向, 高兴向上, 悲伤向下), 高兴的识别速度快于悲伤。但将代表高兴特征向上弯曲的线条和代表悲伤特征向下弯曲的线条单独呈现时, 两者的识别速度却没有显著差异。这说明面孔中一些看似简单的物理特征, 比如弯曲的嘴角, 被当成了一种结构化的面孔信息(比如一个微笑), 而非简单的知觉特征(比如一个弯曲的线条)。因此任何面部特征的差异都不应是一种低水平的物理差异, 而应该是一种整体的, 面孔结构的差异。高强度的表情往往比低强度的表情具有更大的眉毛弯曲角度或嘴巴张开面积, 这些面孔特征会引发更细致的结构编码, 表现为更大的 N170 波幅。因此系统地比较各种面孔特征对 N170 的影响将有助于探索面孔结构编码是如何受自下而上因素影响的。此外值得注意的是, N170 常常在中央电极区(mid-central sites)有一个对应的正成分—顶点中央正成分(Vertex Positive Potential, VPP) (Joyce & Rossion, 2005)。一些研究发现 VPP 有时比 N170 对表情信息更加敏感, 即当 VPP 受到表情的影响时, N170 却不受影响(Ashley et al., 2004; Eimer et al., 2003; Eimer & Holmes, 2002)。选择参考电极的不同可能是造成这两个成分是否受到表情信息影响的原因(Joyce & Rossion, 2005)。它给研究者的提示是, 当没有发现表情对 N170 造成影响时, 应首先观察 VPP, 而不应过早下结论认为表情信息无法在此阶段进行编码。

3 EPN: 情绪信息的选择性注意

情绪刺激相对于中性刺激, 在 200~300 ms 左右于枕颞区产生一个正倾向成分, 并伴随着一个中央区负成分, 它们统称为早期后部负电位(Early Posterior Negativity, EPN)(Olofsson, Nordin,

Sequeira, & Polich, 2008)。采用情绪场景图片(Junghöfer, Bradley, Elbert, & Lang, 2001; Schupp, Junghöfer, Weike, & Hamm, 2004)和面部表情图片(Pegna et al., 2008; Sato, Kochiyama, Yoshikawa, & Matsumura, 2001; Schupp et al., 2004)作为刺激的研究均发现了情绪的 EPN 效应, 表现为情绪刺激诱发的 EPN 波幅大于中性刺激(中性场景图片或中性面孔图片), 并且不受情绪类型的影响。EPN 的这种情绪普遍性说明该成分反映了在知觉编码完成后, 视觉皮层对环境中的情绪信息给予了进一步的选择性注意(Junghöfer et al., 2001; Schupp, Flaisch, Stockburger, & Junghofer, 2006), 无论该信息来自面孔还是场景。既有外显又有内隐任务的研究(Rellecke et al., 2012; Wild-Wall, Dimigen, & Sommer, 2008)发现, 只要高兴、愤怒和厌恶等表情刺激位于中央注视区之内, 引发的波幅均大于中性面孔。即使在注意瞬脱条件(Luo et al., 2010)下, 高兴和恐惧表情也能引发 EPN 效应。但视觉空间注意研究发现, 当面孔置于中央注视区之外时, EPN 波幅不再受面孔中是否包括情绪信息的影响(Eimer et al., 2003)。这些证据说明, 在刺激位于中央注视区之内时, EPN 涉及的心理加工过程不受注意的影响, 因此与 N170 和 P1 一样, 也具有自动加工性质。但该成分在刺激位于中央注视区之外时又会受到注意的影响。

值得注意的是, 在情绪研究中只有表情刺激能够影响 N170 (Batty & Taylor, 2003; Blau et al., 2007; Luo et al., 2010; Pegna et al., 2008; Rellecke et al., 2012), 采用情绪场景图片作为刺激的研究则没有发现相应的效应(Junghöfer et al., 2001; Schupp & Junghöfer, et al., 2004), 这说明并不是所有情绪信息对 N170 都有影响, 而只有面孔类情绪刺激, 即表情才能影响它, 但无论是表情还是情绪场景图片等情绪信息均能对 EPN 产生影响。对此有两点思考: 首先, 大脑可能存在一种用于快速提取面孔情绪信息的特别通道。与该假设一致, 脑成像研究发现大脑存在专门的脑区域对表情特征进行识别(Britton, Taylor, Sudheimer, & Liberzon, 2006; Walentowska, 2012), 比如参与面孔中静态信息(肤色, 性别等)加工的纺锤体面孔区域(Fusiform Face Area, FFA)和参与动态信息(瞳孔的缩放, 嘴巴的闭合等)加工的颞上沟(Superior Temporal Sulcus, STS) (Posamentier &

Abdi, 2003)以及参与情绪唤醒和控制的前额叶边缘系统(Prefrontal-Limbic System) (Disner, Beevers, Haigh, & Beck, 2011; Ochsner & Gross, 2005)。因此那些高强度、高同质性和高新奇性的表情刺激,也许能够在 170 ms 左右被由这些脑区域组成的快速通路迅速地探测到,引发出与中性面孔相比更大的 N170 波幅。如果这些表情是威胁类的(比如恐惧),那么被探测到的时间甚至可能会更早,表现为威胁面孔的 P1 波幅大于非威胁面孔。其次,应该如何看待那些只能影响 EPN 成分,却不能影响 N170 成分的表情刺激(Leppänen, Kauppinen, Peltola, & Hietanen, 2007; Schupp & Öhman, et al., 2004)? 此种情况下,在 N170 加工阶段中,大脑是否自动地把表情这种特殊的情绪信息降级成普通的情绪刺激(比如情绪场景图片)? 对此假设的证明,必须从刺激加工的时间进程和脑区域的激活两方面考虑,即将 ERP 和磁共振两种技术结合起来使用。已有研究发现,表情刺激与情绪场景图片相比,前者的 STS、脑岛(insula)等表情加工相关脑区域的激活程度大于后者,但两者在诸如杏仁核等情绪加工相关脑区域的激活却没有显著差异(Britton et al., 2006)。这提示,如果能够证明降级表情(不能影响 N170 成分,却能影响 EPN 成分的表情刺激)与非降级表情(同时能影响 N170 和 EPN 成分的表情刺激)同样具有脑区域激活的差异,并且降级表情和情绪场景图片激活的脑区域相同,那么我们就有充分的理由相信,表情刺激的确能被降级成普通的情绪刺激。

4 LPP: 情绪信息的高级认知加工

情绪刺激引发的中央顶区 P300 和随后出现的正慢波(Positive Slow Wave, PSW) (300 ms 之后)统称为晚期正成分(Late Positive Potential, LPP) (Olofsson et al., 2008; Polich, 2007)。使用国际情绪图片系统(IAPS)的外显情绪加工研究发现,情绪场景图片引发的 LPP 波幅大于中性场景图片(Cuthbert, Schupp, Bradley, Birbaumer, & Lang, 2000; Hajcak, Moser, & Simons, 2006; Schupp & Junghöfer, et al., 2004; Schupp, Markus, Weike, & Hamm, 2003), 并且高唤醒图片引发的波幅大于低唤醒图片(Cuthbert et al., 2000; Schupp et al., 2000)。表情刺激也能影响 LPP, 表现为在外显情绪加工条件下,表情刺激诱发的 LPP 波幅大于中

性面孔,并且负性表情(愤怒、恐惧、悲伤和厌恶)的波幅大于正性表情(Frühholz, Fehr, & Herrmann, 2009; Hietanen & Astikainen, 2013; Wild-Wall et al., 2008),表现出负性偏向效应(Cacioppo & Berntson, 1994; Cacioppo, Gardner, & Berntson, 1997)。在情绪研究中, LPP 反映了大脑皮层对情绪刺激的意识评价,工作记忆表征,决策和反应相关加工(Schupp et al., 2006)等高级加工过程。因此, LPP 易受自上而下注意控制的影响,一方面, LPP 波幅不仅在外显情绪加工任务条件下大于内隐情绪加工任务条件(Rellecke et al., 2012),而且采用内隐情绪加工任务的研究发现恐惧、高兴和中性面孔产生的 LPP 波幅并无显著差异(González-Garrido, Ramos-Loyo, López-Franco, & Gómez-Velázquez, 2009)。另一方面,面孔中的情绪信息只有置于中央注视区之内时才有可能对 LPP 造成影响(Eimer et al., 2003; Holmes et al., 2003)。

不过一些使用情绪场景图片作为刺激的内隐情绪 oddball 研究发现,负性图片作为偏差或目标刺激诱发的 LPP (P3b)波幅比正性或中性图片作为偏差或目标刺激诱发的波幅更小(Delplanque, Lavoie, Hot, Silvert, & Sequeira, 2004; Yuan et al., 2007; Yuan, Yang, Meng, Yu, & Li, 2008)。由于 LPP (P3b)涉及大脑对任务无关信息的抑制加工(Polich, 2007; Yuan et al., 2007),因此该效应可能反映了在内隐情绪加工条件下,刺激的情绪信息对当前任务产生了干扰,同时由于负性注意偏向效应(Cacioppo & Berntson, 1994; Cacioppo et al., 1997),所以负性刺激往往比正性刺激的干扰更加强烈。这说明 LPP 并不完全受注意控制的影响,在某些条件下,它仍会表现出自动加工的性质。但在使用内隐情绪加工任务的表情研究中,该效应却不复存在(González-Garrido et al., 2009)。一种可能是,以往研究在选择情绪场景图片时,往往选取那些具有高唤醒度的图片,比如性爱行为或残肢。这些情绪场景图片引发的情绪唤醒大于表情图片(Britton et al., 2006),而大脑会自动的对高唤醒度的刺激投入更多注意资源(Schupp et al., 2006),因此这些高唤醒的情绪刺激对当前任务的干扰也就比低唤醒的情绪刺激更大,从而更容易抑制与当前任务加工有关的 LPP。将来的研究应该考察那些具有相同高唤醒度的表情刺激是否与

情绪场景刺激一样,在晚期能引发无需主动注意的自动加工。

5 总结与展望

综上所述,表情加工在各个时间段引发的ERP成分具有不同的心理功能和脑区域。P1成分反映的是杏仁核、皮层下组织和视觉皮层组成的威胁探测系统(Adolphs, 2002)对威胁面孔粗糙但迅速的早期分类(Luo et al., 2010)。N170成分反映了颞枕区视觉皮层,特别是STS(一个专门负责加工面孔中变化特征的脑区域)对表情结构信息的加工(Posamentier & Abdi, 2003)。EPN成分反映的是视觉皮层在表情结构编码完成后给予其中情绪信息进一步的选择性注意(Schupp, Öhman, et al., 2004)。LPP则反映的是之后更高级的认知加工过程(Schupp et al., 2006)。虽然研究者对上述ERP成分的某些特性,比如是否受表情类型的影响或是自动加工水平已有一定程度了解,但依然存在多种特性值得去探索。比如,表情的P1效应反映了大脑中存在一个对威胁刺激粗糙但迅速的自动探测系统(Sato et al., 2001; Vuilleumier & Pourtois, 2007),但此系统究竟有多粗糙不得而知?已有研究表明在内隐情绪加工任务中,威胁类表情的强度不会影响P1(Sprengelmeyer & Jentzsch, 2006),但仍未清楚威胁表情的类型能否影响该成分。特别是,恐惧、厌恶和愤怒表情虽然同为威胁类面孔,却有着不同的动机方向——恐惧和厌恶的动机方向是回避,与回避行为有关(Harmon-Jones & Gable, 2008),而愤怒的动机方向是接近,与攻击行为有关(Carver & Harmon-Jones, 2009; 杜蕾, 2012)。这种差异使得愤怒面孔相对于恐惧和厌恶面孔而言,威胁性应该更强一些。因此,一个合理的推测是,同为威胁刺激,在早期的威胁探测阶段中,更具威胁的愤怒面孔应该比恐惧和厌恶面孔诱发更大的神经反应。目前的研究还没发现威胁表情的类型能对P1产生影响(Sprengelmeyer & Jentzsch, 2006),但由于该研究所采用的接近方向的刺激类型只有一种(愤怒),而回避方向的刺激类型却有二种(厌恶和恐惧),刺激类型的不一致可能导致此效应被掩盖了。因此将来的研究方向应该严格匹配刺激的类型数量、效价和唤醒度。

其次,有些表情刺激不能影响N170成分,却

能影响EPN成分(Leppänen et al., 2007; Schupp, Öhman, et al., 2004)。考虑到N170成分的面孔特殊性和EPN成分的情绪普遍性,该结果是否意味着在某些情况下,表情这种特殊的情绪刺激能够被“降级”成普通的情绪刺激看待?该问题又包括两个子问题,第一个问题是,什么因素导致了“降级”的发生?第二个问题是,被“降级”后的表情刺激是否被当成一种普通的情绪刺激(比如情绪场景图片)?因此将来的研究方向可以考察究竟是什么因素导致了表情刺激不能影响N170。如前文所述,刺激的同质性、新奇性,还有表情的强度等都是可能的影响因素。而对第二个问题的探索则可结合ERP和磁共振的数据,系统的比较那些同时能对N170和EPN产生影响的表情刺激与那些不能影响N170,却能影响EPN的表情的加工脑区域的异同。

第三,表情的精细加工是否可以在非主动注意条件下引发?尽管目前一些采用情绪场景图片作为刺激的研究(Delplanque et al., 2004; Yuan et al., 2007; Yuan et al., 2008)发现了晚期加工的自动化,但是使用表情作为刺激的研究并未发现同样的结果。在此类研究中,很有可能是表情刺激的较低唤醒度导致了在加工晚期中没有观察到自动化的原因。因此将来的研究应该考察具有高唤醒水平的表情刺激相对于情绪中性面孔而言,是否也能在晚期引发自动加工。

最后,与表情加工有关的大部分ERP研究所采用的表情类型(包括中性面孔)通常不超过三种,其比较的类型要么是威胁类表情(恐惧或愤怒)和非威胁类表情(高兴或中性面孔),要么是表情(正性或负性)和中性面孔,缺乏对每种基本表情,特别是不同负性表情的系统比较(但见(Batty & Taylor, 2003))。此外,对于特定表情的加工往往涉及特定的皮层下脑区域,比如涉及恐惧表情加工的杏仁核(徐晓东, 刘昌, 2008)或涉及厌恶表情加工的脑岛(黄好, 罗禹, 冯廷勇, 李红, 2010),那么这些区域的激活能否在刺激加工过程中的某个时间段被脑电图所记录,表现出ERP成分的差异?这是一个值得探索的问题。将来的研究可在这一领域多做出尝试,除了比较不同威胁类负性表情的差别外,还可对威胁类负性表情和非威胁类负性表情进行比较(比如比较恐惧和悲伤),而比较的成分不仅可以是早期的P1,还可以是

N170, EPN 和 LPP 等表情加工不同时间段诱发的各种成分。

参考文献

- 杜蕾. (2012). 愤怒的动机方向. *心理科学进展*, 20(11), 1843–1849.
- 黄好, 罗禹, 冯廷勇, 李红. (2010). 厌恶加工的神经基础. *心理科学进展*, 18(9), 1449–1457.
- 汪海玲, 傅世敏. (2011). 面孔倒置效应研究与理论述评. *心理科学进展*, 19(11), 1588–1594.
- 徐晓东, 刘昌. (2008). 视觉恐惧加工的神经通路. *心理科学*, 31(3), 609–613.
- Adolphs, R. (2002). Recognizing emotion from facial expressions: Psychological and neurological mechanisms. *Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews*, 1(1), 21–62.
- Ashley, V., Vuilleumier, P., & Swick, D. (2004). Time course and specificity of event-related potentials to emotional expressions. *Neuroreport*, 15(1), 211–216.
- Batty, M., & Taylor, M. J. (2003). Early processing of the six basic facial emotional expressions. *Cognitive Brain Research*, 17(3), 613–620.
- Bentin, S., Allison, T., Puce, A., Perez, E., & McCarthy, G. (1996). Electrophysiological studies of face perception in humans. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 8(6), 551–565.
- Bentin, S., & Carmel, D. (2002). Accounts for the n170 face-effect: A reply to rossion, curran, & gauthier. *Cognition*, 85(2), 197–202.
- Blau, V. C., Maurer, U., Tottenham, N., & McCandliss, B. D. (2007). The face-specific n170 component is modulated by emotional facial expression. *Behavioral and Brain Functions*, 3, 7.
- Britton, J. C., Taylor, S. F., Sudheimer, K. D., & Liberzon, I. (2006). Facial expressions and complex IAPS pictures: Common and differential networks. *Neuroimage*, 31(2), 906–919.
- Bruce, V., & Young, A. (1986). Understanding face recognition. *British Journal of Psychology*, 77(3), 305–327.
- Cacioppo, J. T., Gardner, W. L., & Berntson, G. G. (1997). Beyond bipolar conceptualizations and measures: The case of attitudes and evaluative space. *Personality and Social Psychology Review*, 1(1), 3–25.
- Cacioppo, J. T., & Berntson, G. G. (1994). Relationship between attitudes and evaluative space: A critical review, with emphasis on the separability of positive and negative substrates. *Psychological Bulletin*, 115(3), 401–423.
- Carver, C. S., & Harmon-Jones, E. (2009). Anger is an approach-related affect: Evidence and implications. *Psychological Bulletin*, 135(2), 183–204.
- Cuthbert, B. N., Schupp, H. T., Bradley, M. M., Birbaumer, N., & Lang, P. J. (2000). Brain potentials in affective picture processing: Covariation with autonomic arousal and affective report. *Biological Psychology*, 52(2), 95–112.
- Delplanque, S., Lavoie, M. E., Hot, P., Silvert, L., & Sequeira, H. (2004). Modulation of cognitive processing by emotional valence studied through event-related potentials in humans. *Neuroscience letters*, 356(1), 1–4.
- Disner, S. G., Beevers, C. G., Haigh, E. A. P., & Beck, A. T. (2011). Neural mechanisms of the cognitive model of depression. *Nature Reviews Neuroscience*, 12(8), 467–477.
- Eimer, M. (2000). The face-specific n170 component reflects late stages in the structural encoding of faces. *Neuroreport*, 11(10), 2319–2324.
- Eimer, M., Holmes, A., & McGlone, F. P. (2003). The role of spatial attention in the processing of facial expression: An ERP study of rapid brain responses to six basic emotions. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 3(2), 97–110.
- Eimer, M., & Holmes, A. (2002). An erp study on the time course of emotional face processing. *Neuroreport*, 13(4), 427–431.
- Frühholz, S., Fehr, T., & Herrmann, M. (2009). Early and late temporo-spatial effects of contextual interference during perception of facial affect. *International Journal of Psychophysiology*, 74, 1–13.
- González-Garrido, A. A., Ramos-Loyo, J., López-Franco, A. L., & Gómez-Velázquez, F. R. (2009). Visual processing in a facial emotional context: An ERP study. *International Journal of Psychophysiology*, 71, 25–30.
- Hajcak, G., Moser, J. S., & Simons, R. F. (2006). Attending to affect: Appraisal strategies modulate the electrocortical response to arousing pictures. *Emotion*, 6(3), 517–522.
- Harmon-Jones, E., & Gable, P. A. (2008). Incorporating motivational intensity and direction into the study of emotions: Implications for brain mechanisms of emotion and cognition-emotion interactions. *Netherlands Journal of Psychology*, 64(4), 132–142.
- Hietanen, J. K., & Astikainen, P. (2013). N170 response to facial expressions is modulated by the affective congruency between the emotional expression and preceding affective picture. *Biological Psychology*, 92, 114–124.
- Holmes, A., Vuilleumier, P., & Eimer, M. (2003). The processing of emotional facial expression is gated by spatial attention: evidence from event-related brain potentials. *Cognitive Brain Research*, 16, 174–184.
- Johannes, S., Munte, T. F., Heinze, H. J., & Mangun, G. R.

- (1995). Luminance and spatial attention effects on early visual processing. *Cognitive Brain Research*, 2(3), 189–205.
- Joyce, C., & Rossion, B. (2005). The face-sensitive n170 and vpp components manifest the same brain processes: The effect of reference electrode site. *Clinical Neurophysiology*, 116(11), 2613–2631.
- Junghöfer, M., Bradley, M. M., Elbert, T. R., & Lang, P. J. (2001). Fleeting images: A new look at early emotion discrimination. *Psychophysiology*, 38(2), 175–178.
- Leppänen, J. M., Kauppinen, P., Peltola, M. J., & Hietanen, J. K. (2007). Differential electrocortical responses to increasing intensities of fearful and happy emotional expressions. *Brain research*, 1166, 103–109.
- Leppänen, J. M., & Hietanen, J. K. (2004). Positive facial expressions are recognized faster than negative facial expressions, but why? *Psychological Research*, 69, 22–29.
- Luo, W., Feng, W., He, W., Wang, N., & Luo, Y. (2010). Three stages of facial expression processing: ERP study with rapid serial visual presentation. *Neuroimage*, 49(2), 1857–1867.
- Ochsner, K. N., & Gross, J. J. (2005). The cognitive control of emotion. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(5), 242–249.
- Olofsson, J. K., Nordin, S., Sequeira, H., & Polich, J. (2008). Affective picture processing: an integrative review of erp findings. *Biological Psychology*, 77(3), 247–265.
- Pegna, A. J., Landis, T., & Khateb, A. (2008). Electrophysiological evidence for early non-conscious processing of fearful facial expressions. *International Journal of Psychophysiology*, 70, 127–136.
- Pessoa, L., Japee, S., & Ungerleider, L. G. (2005). Visual awareness and the detection of fearful faces. *Emotion*, 5(2), 243–247.
- Pizzagalli, D. A., Lehmann, D., Hendrick, A. M., REGARD, M., Pascual-Marqui, R. D., & Davidson, R. J. (2002). Affective judgments of faces modulate early activity (~160 ms) within the fusiform gyri. *Neuroimage*, 16(3), 663–677.
- Polich, J. (2007). Updating p300: An integrative theory of p3a and p3b. *Clinical neurophysiology: official journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, 118(10), 2128–2148.
- Posamentier, M. T., & Abdi, H. (2003). Processing faces and facial expressions. *Neuropsychology Review*, 13(3), 113–143.
- Pourtois, G., Grandjean, D., Sander, D., & Vuilleumier, P. (2004). Electrophysiological correlates of rapid spatial orienting towards fearful faces. *Cerebral Cortex*, 14(6), 619–633.
- Rellecke, J., Sommer, W., & Schacht, A. (2012). Does processing of emotional facial expressions depend on intention? Time-resolved evidence from event-related brain potentials. *Biological Psychology*, 90, 23–32.
- Sato, W., Kochiyama, T., Yoshikawa, S., & Matsumura, M. (2001). Emotional expression boosts early visual processing of the face: ERP recording and its decomposition by independent component analysis. *Neuroreport*, 12(4), 709–714.
- Schupp, H. T., Cuthbert, B. N., Bradley, M. M., Cacioppo, J. T., Ito, T., & Lang, P. J. (2000). Affective picture processing: The late positive potential is modulated by motivational relevance. *Psychophysiology*, 37(2), 257–261.
- Schupp, H. T., Flaisch, T., Stockburger, J., & Junghofer, M. (2006). Emotion and attention: Event-related brain potential studies. *Progress in Brain Research*, 156, 31–51.
- Schupp, H. T., Junghöfer, M., Weike, A. I., & Hamm, A. O. (2004). The selective processing of briefly presented affective pictures: An ERP analysis. *Psychophysiology*, 41(3), 441–449.
- Schupp, H. T., Markus, J., Weike, A. I., & Hamm, A. O. (2003). Emotional facilitation of sensory processing in the visual cortex. *Psychological science*, 14(1), 7–13.
- Schupp, H. T., Öhman, A., Junghöfer, M., Weike, A. I., Stockburger, J., & Hamm, A. O. (2004). The facilitated processing of threatening faces: An ERP analysis. *Emotion*, 4(2), 189–200.
- Sprengelmeyer, R., & Jentzsch, I. (2006). Event related potentials and the perception of intensity in facial expressions. *Neuropsychologia*, 44, 2899–2906.
- Vuilleumier, P., & Pourtois, G. (2007). Distributed and interactive brain mechanisms during emotion face perception: Evidence from functional neuroimaging. *Neuropsychologia*, 45(1), 174–194.
- Walentowska, W. (2012). *Facing emotional faces. the nature of automaticity of facial emotion processing studied with ERPs* (Unpublished doctoral dissertation). Radboud University.
- Wild-Wall, N., Dimigen, O., & Sommer, W. (2008). Interaction of facial expressions and familiarity: ERP evidence. *Biological Psychology*, 77(2), 138–149.
- Yuan, J. J., Yang, J. M., Meng, X. X., Yu, F. Q., & Li, H. (2008). The valence strength of negative stimuli modulates visual novelty processing: Electrophysiological evidence from an event-related potential study. *Neuroscience*, 157(3), 524–531.
- Yuan, J. J., Zhang, Q. L., Chen, A. T., Li, H., Wang, Q. H., Zhuang, Z. C. X., & Jia, S. W. (2007). Are we sensitive to valence differences in emotionally negative stimuli? Electrophysiological evidence from an erp study. *Neuropsychologia*, 45, 2764–2771.

The ERPs for the Facial Expression Processing

XIA Mu¹; LI Xueliu²; YE Chun³; LI Hong³

(¹ Southwest University Faculty of Psychology, Chongqing 400715, China)

(² Guangxi Teachers Education University Sports institute, Nanning 530023, China)

(³ College of Psychology Liaoning Normal University, Dalian 116029, China)

Abstract: The ERP components related to facial expression processing include P1 (80~120 ms), N170 (120~200 ms), EPN (Early Posterior Negativity, 200~300 ms) and LPP (Late Positive Potential, after 300 ms). These components represent different stage of facial expression process and thus have different mental meaning. P1 is sensitive to threaten-related face, such as fear, disgust and anger, reflects a quick and automatic detection to threatened stimuli. N170 implicates the automatic process to code the structure of expression. EPN reflects the selective attention to emotion information. This competent is also automatic in some conditions and can be modulated by emotional expression of different kinds and emotional scene. LPP that is affected by attention control represents the higher cognitive process. Future research should extend the understanding of these ERP components by exploring: (1) Whether P1 is affected by the extent of threat. (2) The impact of top-down factors on N170. (3) Whether the facial expression stimulus that can elicit EPN, but not N170 be treated as general emotional stimulus. (4) Whether the LPP also reflects certain level of automaticity. (5) Whether processing different type of expression (e.g. fear and disgust) is dissociative in ERPs?

Key words: facial expression process; P1; N170; EPN; LPP