

面孔识别中脑电成分 N170 的研究概述*

李明芳¹ 张 烨² 张庆林²

(¹ 西南大学西南民族教育与心理研究中心, 重庆 400715) (² 西南大学心理学院, 重庆 400715)

摘 要 N170 是在面孔刺激呈现后的 130-200ms 记录到的并在 160~170ms 时达到峰值的一种脑电负成分。目前, 在 N170 的研究中存在争议性的问题有: N170 反映面孔结构编码还是面孔特征编码; N170 是否是面孔特异性成分; 以及 N170 是否受注意的影响等。这些争议也为 N170 后续研究指明了方向, 即探讨结构编码和特征编码在诱发 N170 成分上起着怎样的作用; 比较不同熟悉度的刺激材料所诱发的 N170 反应差异; 探讨 N170 成分与识别电位间的关系; 采用多研究方法的结合从不同层面深入揭示 N170 的认知机制。

关键词 N170; 面孔识别; 结构编码; 特征编码; 类别信息加工; 注意
分类号 B841.1

N170 是在面孔和其他物体类别刺激呈现后的 130~200ms 记录到的, 并在 160-170ms 时达到峰值的一种脑电负成分, 其主要分布于大脑颞枕区(occipito-temporal region), 通常在 P8(T6) 或者 PO8 或者 O₂ 等电极处的波幅最大。面孔诱发的 N170 波幅在左右两半球均强于物体刺激(如汽车)诱发的 N170 波幅, 且常具有右半球优势(Rossion & Jacques, 2008), 如图 1。

近年来, 随着国内外对面孔和其他视觉类别物体识别的研究逐渐增多, 研究者们对这一成分本质的探讨也逐渐深入, 研究的焦点问题集中于: N170 反映面孔结构编码还是面孔特征编码的讨论; N170 反映面孔特异性(face specificity)信息加工还是一般性类别信息加工的讨论; N170 是否受注意的影响, 等等。本文从上述三个问题入手, 系统回顾面孔识别中脑电成分 N170 的相关研究, 并简要展望后续研究的方向。

1 关于面孔结构编码与特征编码的争议

面孔识别是人类进行日常交流的重要功能和过程, 它也是认知神经研究中长期研究的一个重要课题。Bruce 和 Young 于 1986 年提出了面孔识别的认知模型, 他们将面孔加工分为先后两个阶段: 面孔结构编码阶段; 面孔特征编码与身份

识别阶段。前者主要是对面孔的结构进行编码; 后者主要是对面孔的特征(如表情分析等)以及面孔所指示的身份信息进行处理和编码。这一模型的提出引发了一系列后续研究。面孔识别的认知神经研究也主要围绕着 N170 反映上述认知模型中的哪一阶段展开讨论。

1.1 N170 反映面孔结构编码的观点

部分面孔识别的事件相关电位(event-related potentials, ERPs)研究以检验 Bruce-Young 的认知模型的相关推测为出发点。如, Bentin, Allison, Puce, Perez 和 McCarthy (1996)首先发现在颞枕部(occipito-temporal regions)的一个潜伏期约为 172ms 的负波(N170)与面孔特征的结构编码有关。这相当于面孔认知模型(Bruce & Young, 1986)中的结构编码阶段。近年来的一系列相关研究结果显示: N170 不受面部表情、种族、熟悉度、性别等特征的影响, 反映了面孔识别的特异性。如, Eimer 和 Holmes (2002)让被试观看中性和恐惧表情的面孔图片(正立和倒立呈现)。结果发现, 无论是正立或是倒立呈现的面孔, 中性表情的面孔或恐惧表情的面孔, 所诱发的 N170 成分均无显著变化。在面孔种族特征的研究(Tanaka & Pierce, 2009)中, 训练白种人被试在个体次级水平上(如 Joe, Bob)和种族基本归类水平上(如 Hispanic, African American)区分美国黑人面孔和西班牙面孔, 结果发现两种种族面孔的分类训练对 N170 潜伏期并无显著差异, 却导致在次级水平上比在

收稿日期: 2010-04-26

* 国家自然科学基金项目(30970892), 西南大学研究生科技创新基金项目(kb2009012)资助。

通讯作者: 张庆林, E-mail: zhangql@swu.edu.cn

基本水平上出现更强的 N250 成分。这暗示着, 面孔种族特征的辨别与学习对 N170 成分产生的影响很小, N170 对面孔的熟悉度不敏感。Eimer (2000a)采用熟悉面孔、陌生面孔和房子为刺激材料, 发现 N170 出现在两侧颞叶部位, 且不受面孔熟悉度的影响, 熟悉和不熟悉面孔的加工差异表现为熟悉面孔比不熟悉的面孔诱发了更强的

N300-N500 和晚期正成分 P600。性别因素也不影响 N170 的波幅和潜伏期(Mouchetant, Giard, Delpuech, Echallier, & Pernier, 2000)。以上这些研究结果暗示着, 面孔结构编码优先于面孔特征编码, 在结构编码之后才进行面孔特征的整合。N170 反映了面孔结构编码的加工, 即对整个面孔轮廓的表征。

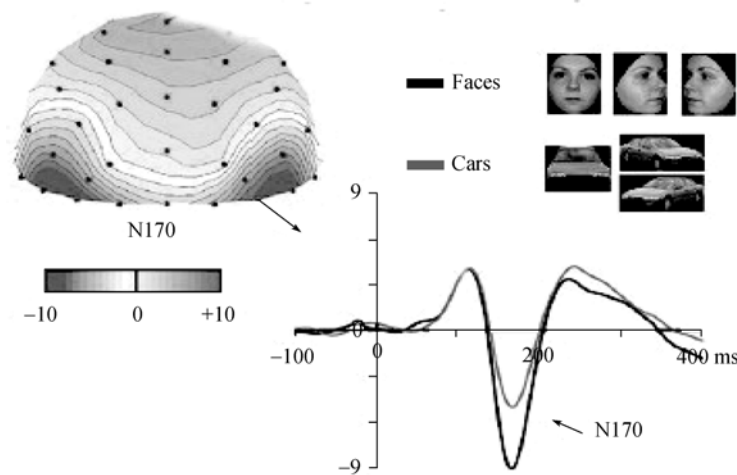


图1 面孔和物体刺激(汽车)诱发的N170成分及其脑区位置 (Rossion & Jacques, 2008)

1.2 N170 反映面孔特征编码的观点

尽管上述各项研究都支持 N170 面孔结构编码的观点, 但是也有一些证据支持 N170 反映面孔特征编码的观点。Batty 和 Taylor (2003)的研究记录了 26 名被试对呈现的一系列陌生面孔所表现的六种基本表情(悲伤、恐惧、厌恶、愤怒、惊讶和愉快)以及中性面孔反应的 ERPs。结果显示, 不同情绪表情中波幅和潜伏期的差异出现在 140ms (N170 成分)。面部的表情特征明显影响 N170 的潜伏期, 积极的表情比消极表情诱发的 N170 潜伏期更短, 并且恐惧表情诱发的 N170 波幅要大于中性和惊讶表情所诱发的 N170 波幅。Blau, Maurer, Tottenham 和 McCandliss (2007), 以及 Jiang 等(2009)的研究也得到类似的结果。此外, 性别(罗一峰等, 2006; Jonathan, Freeman, & Holcomb, 2009)和种族特征也可导致 N170 的变化。以面孔种族特征的 ERP 研究为例, 同族面孔和异族面孔在诱发的 N170 成分上存在差异。有的研究发现, 异族面孔比同族面孔诱发更大的 N170 波幅(Stahl, Wiese, & Schweinberger, 2008),

然而另外一些研究则发现, 同种族面孔也可能诱发波幅更大的 N170 (Herrmann et al., 2007)。

针对不同面孔种族特征的研究在诱发的 N170 成分上的差异, 有两种不同的看法。第一种看法是, 这些差异可能由研究方法不同所致。同族或异族面孔是否诱发 N170 取决于任务要求(Caldara, Rossion, Bovet, & Hauert, 2004)和面孔刺激的物理特征, 如光谱频度, 发光度和对比度(Rousselet, Pernet, Bennett, & Sekuler, 2008)。最近, Vizioli, Foreman, Rousselet 和 Caldara (2010)的研究对任务要求和刺激材料进行了控制, 发现正立的同族面孔与正立的异族面孔诱发的 N170 之间没有显著差异, 而反转的同族面孔比反转的异族面孔诱发更大的 N170, 这一差异是由于反转(inversion)增大了面孔的识别困难。第二种看法认为, 同族面孔与异族面孔在加工上的差异可能是由于面孔结构或整体信息加工的参与(Wiese, Stahl, & Schweinberger, 2009)。国内学者彭小虎、王国锋、魏景汉和罗跃嘉(2004)也认为面孔识别的早期成分 N170 不仅反映了 Bruce-Young 认知

模型中面孔的结构编码,也反映了视觉特征处理(性别、年龄和种族等特征)等其他加工,或者说是面孔结构编码和特征处理等的混合产物。

上述诸多研究结果暗示,大脑在处理面孔信息时具有较高的灵活性:在对面孔结构优先进行编码的同时如果必要还会同时处理容颜、性别、表情等特征,必要的时候面孔特征加工可能并行于面孔结构的整体加工。这种灵活性可能具有较大的生物学意义:如果某些特征信息对个体非常重要,大脑会在加工结构信息的同时加工这些特征信息,其目的在于实现个体对这些具有重要特征信息的刺激做出更加快速的精细反应。

2 关于特异性面孔加工与一般性类别加工的争议

2.1 对 N170 反映面孔特异性加工的质疑

仅从面孔加工相关的文献来看,N170 成分似乎只能被人类面孔诱发,即 N170 是面孔加工过程所诱发的一种特殊的早期成分。这成为“N170 是面孔加工特异性成分”观点的一个支持性证据(Bentin et al., 1996)。但是一些 ERP 研究显示,非面孔物体(如车子等)(Carmel & Bentin, 2002)和印刷体字词(Marina, 2008)也能诱发波幅较大的 N170 成分。张俊俊等人(2009)发现,拓扑图形也能诱发 N170,反转的(inverted)有“洞”和无“洞”拓扑图形产生的 N170 存在潜伏期上差异。另一项研究(Dering, Martin, & Thierry, 2009)显示,由车子引发的 N170 平均波幅要显著高于由面孔引发的 N170 波幅。彭小虎等人(2004)就这一成分是否真正反映面孔识别加工的特异性也进行了探讨。他们采用“学习-再认”实验范式,让 16 名被试学习面孔照片并在其后对被试进行再认测验,同时记录被试在学习和再认面孔时脑电变化。结果发现,相同面孔在测验时比在学习时所诱发的 N170 波幅大。这项实验研究的结果一方面说明认知任务的变化能显著影响 N170 波幅,另一方面否定了“N170 是一个稳定的面孔表征”(Cauquil, Edmonds, & Taylor, 2000)的说法。其他一些研究也没有观察到面孔 N170 的特异性(彭小虎,罗跃嘉,卫星,王国锋,魏景汉,2003),有些研究则干脆否认 N170 反映面孔识别的特异性(Tovee, 1998; Rossion, Curran, & Gauthier, 2002)。Rossion, Gauthier, Goffaux, Tarr 和 Crommelinck (2002)对比了面孔和新物体(命名为“Greeble”)的正立和反

转情况下诱发的 N170 成分。研究中,研究者训练被试识别新物体直至他们达到专家化识别水平。结果发现,面孔和“Greebles”都诱发了 N170 成分;“Greeble”专家在识别反转的“Greebles”时,左侧 N170 反转效应(即 N170 的波幅增加和潜伏期延长)与识别反转面孔时相似。这表明,N170 的反转效应并不是面孔特异的,而是对高度熟悉的视觉刺激的普遍反应。面孔反转效应的电生理学机制可以扩展到达到专家化水平的非面孔物体类别的识别。类似地,神经成像方面的研究结果发现,鸟类和汽车专家在识别鸟和汽车时,右侧梭状面孔区(fusiform face area, FFA)也得到激活(Gauthier, Skudlarski, Gore, & Anderson, 2000)。这暗示着,FFA 可能并非是面孔特异的(face-specific),它能对所有刺激类别做出反应。

面孔之所以比其他一般性类别的物体诱发更大的 N170,可能是因为我们都是识别面孔的专家(Gauthier, Behrmann, & Tarr, 1999);也可能是因为在面孔识别的实验中面孔刺激之间的知觉差异(inter-stimulus perceptual variance, ISPV)小于其它物体识别任务中的知觉差异。如果不同刺激之间的知觉差异(ISPV)得以控制,那么就不会存在 N170 面孔特异效应(Thierry, Martin, Downing, & Pegna, 2007)。这样看来,N170 反映面孔特异性的说法仍需要进一步调查研究。

2.2 N170 是类别信息加工的反应

N170 成分很可能反映识别过程中的刺激类别加工。N170 能够被面孔以外的其他刺激所诱发,如车子,房屋,鞋子,家具,工具,路标,花朵,印刷字词(Rossion et al., 1999; Carmel & Bentin, 2002; Itier & Taylor, 2004; Marina, 2008),不同刺激诱发的 N170 波幅间存在显著差异(如,家具 vs. 车子, Carmel & Bentin, 2002; 路标 vs. 工具, Itier & Taylor, 2004)。这些研究结果暗示,N170 可能跟物体的类别信息加工相关。Haxby 等(2001)指出,不同物体类别特征广泛分布于高级视觉皮层内,对不同物体类别的反应是由于分布于视觉皮层内的不同特征被提取并做出与类别相对应的反应模式。Rossion 等的研究(1999)发现,所有视觉类别刺激(面孔、车子、房子、鞋子、椅子等)都诱发了 N170 成分,并且非面孔物体类别之间(如车子和鞋子)有着面孔与一些物体类别(如面孔和车子)之间同样显著的 N170 幅度差异。他们

认为, N170 作为一个与物体感知有关的成分可能更容易理解, N170 的幅度可能跟类别有关, 但又并不是针对特定的类别。

另外, 值得提及的是与 N170 成分出现时程极为相近的识别电位(Recognition Potential, RP)。识别电位是被试看到可识别视觉刺激时, 在 200~250ms 内达到峰值的脑电反应(Rudell, 1991)。张烨和张庆林等人(Zhang, Liu, & Zhang, 2009; Zhang, Liu, Yang, & Zhang, 2010; 张烨, 张庆林, 2010)认为, 识别电位反映了视觉刺激类别信息早期加工。RP 与 N170 在时程上的差异可能是由于 RP 的研究中采用了“快速刺激流范式”的缘故, 使得类别识别电位的正常出现时程很可能被延迟, 或者说识别电位是延迟的 N170 (Dien, 2009)。

3 关于 N170 产生阶段是否有注意参与的争议

对于 N170 的产生阶段是否有注意的参与或者注意是否影响早期成分 N170 等问题, 至今仍然存在着争议。

一种观点认为, 面孔诱发的 N170 较少或不受注意的影响(Cauquil et al., 2000; Carmel & Bentin, 2002; Lueschow et al., 2004)。这一观点的主要解释有: 是因为不存在面孔早期选择效应(Cauquil et al., 2000); 是因为对面孔的加工是完全自动化的(Farah, Wilson, Drain, & Tanaka, 1995); 是因为无论是面孔还是物体诱发的 N170 成分, 其发生的时间窗口均不受注意作用的影响, 真正受注意影响的是晚期成分(Lueschow et al., 2004)。

上述观点得到一些实验证据的支持。例如, 在 Stevens 的研究(2008)中, 研究者向被试呈现一系列两种颜色(蓝色和绿色)的标准面孔和车子叠加的图片, 要求被试只对指定的一种刺激类别进行注意, 而不考虑其颜色。当所呈现的刺激类别与指定类别相同时, 被试进行按键反应。结果发现, 对不同指定类别的注意诱发的 N170 在幅度和潜伏期上并不存在显著差异, 只有在 300ms 后才开始出现对面孔和车子之间不同注意的差异。即是说 N170 的幅度及潜伏期均不受选择性注意的影响。Cauquil 等(2000)的研究也发现, N170 的波幅和潜伏期对靶刺激和非靶刺激都不敏感, 并表明, N170 的产生是自动加工的结果, 不受选择

性注意影响。Bentin, Golland, Flevaris, Robertson 和 Moscovitch (2006)采用类似的实验范式, 在每个不同刺激类别(如物体线条图、无意义形状作为眼睛的面孔线条图和物体形状作为眼睛的面孔线条图)的 block 中, 要求被试默数其中的目标刺激(各种花朵)的数目, 而忽略 block 中其他类别的刺激。结果发现, 那些未被注意的非目标刺激类别同样能够引起 N170 幅度的变化。

然而, 一些 ERP 研究结果也证明了注意对 N170 的调节作用(Eimer, 2000b)。Herrmann 和 Bosch (2001)指出, 潜在 N170 产生的内源性过程主要归因于注意和有意识的知觉。面孔的早期加工可能不是自动的, 而是跟其他物体一样, 在很大程度上受到内源性因素的影响, 如空间注意的位置, 对象与背景的分度度(discriminability)等等。对某个位置的集中注意会加强对这一特定位置的视觉区域内的编码活动。呈现在被注意位置的刺激所诱发的视知觉反应均强于呈现在非注意位置的相同刺激; 呈现在注意位置的面孔能诱发更明显的 N170 成分(Crist, Wu, Karp, & Woldorff, 2008)。当刺激与背景间的分度度较低时也能调动注意资源对早期加工阶段进行调节。Sreenivasan, Goldstein, Lustig, Rivas 和 Jha (2009)采用面孔和场景叠加的图片为实验材料, 其中面孔的信号强度按一定的参数变化, 分为高、中、低三种刺激类型。研究者要求被试对叠加图片中的面孔或者场景进行注意。研究发现, 在低面孔信号条件下, 被试对叠加图片中面孔的注意诱发的 N170 波幅较大; 当面孔信号高的时候, 被试对叠加图片中面孔的注意引起很小的 N170 幅度变化。另外, 在三种面孔信号强度下, 对面孔的直接注意都会调节晚期加工(230~300ms)。他们强调, 注意能够调节面孔感知过程中的多个加工阶段。但是, 只有当“面孔信号”(如面孔的感知质量)所处的环境是次最佳(suboptimal)的时候, 注意才会对 N170 起调节作用。Bentin, Sagiv, Mecklinger, Friederici 和 Cramon (2002)的研究也证实了注意对面孔 N170 的作用。他们发现, 无论是呈现小的圆形(Bentin et al., 2002)还是杂乱的面孔线条图(Bentin & Golland, 2002), 只要暗示被试这些刺激与眼睛和面孔图片有关, 就同样能够诱发明显的 N170。

以上这些研究结果暗示 N170 是否受注意的

影响,可能还与被试的视觉经验(如专家化水平)和实验任务要求有关。当刺激为被试所高度熟悉,N170 反映自动加工的过程且不受注意的影响,或者说,注意只影响一些晚期成分;当刺激的熟悉度较低的时候或者提供的某种刺激信息对于完成某种实验任务比较困难的时候,早期过程就需要注意参与调节,从而影响到 N170 的反应。

4 小结与展望

总得来说,经过研究者的努力,对上述三个方面的问题做了广泛而深入的探讨。对于后续研究的方向,研究者们可以从以下几个方面进行深入思考和系统研究。

首先,N170 是否是面孔特异性成分仍然是后续研究的一个主要方向。如果 N170 确实能反映面孔的特殊加工机制,那么,N170 究竟是和面孔结构编码阶段有关还是和面孔特征(如性别、表情、年龄和种族等)编码阶段有关?或者,N170 所反映的认知机制正如在彭小虎、罗跃嘉、魏景汉和王国锋(2002)提出的面孔识别修正的 Bruce-Young 认知模型中认为的那样,是两个阶段的平行加工(至少部分)且有着各自的不同脑机制。结合神经成像的研究结果来看,彭小虎等(2002)的理论修正具有一定的合理性。已有研究表明,人类高级视觉皮层内存在两种作用不同的面孔特异区,可能分别负责面孔结构编码与特征编码(Liu, Harris, & Kanwisher, 2009)。Zhang, Yuan, Bao 和 Zhang (2008)指出,200ms 左右出现的脑电成分可能反映了不同视觉特征的平行加工,这种加工方式体现了大脑高度灵活性的特点。如确实是这样,N170 面孔两阶段平行加工的推测更符合认知经济的原则。当然,已有的 N170 研究结果还不能完全排除面孔结构与特征相关信息的输入具有先后顺序的可能性。因此,今后研究可以就结构编码和特征编码在诱发 N170 成分中所起作用以及孰轻孰重等问题进行深入研究。

其次,刺激材料的熟悉程度(与学习经验或专家水平相关)对 N170 影响的程度也是一个值得考虑的方向。众多研究结果发现除面孔刺激外,许多非面孔物体类别也能够诱发 N170 成分。一些研究结果显示,面孔与其他物体之间的 N170 波幅并不相同;另一些研究发现,面孔和其他物体所诱发的 N170 在幅度或者潜伏期上并无显著差异。值得注意的是,先前研究中所用到的各种

刺激类别的熟悉度是截然不同的。发展心理学的研究表明,2 个月大的婴儿具有稳定的面孔视觉偏好,这种视觉偏好具有很强的生存意义,从另一个方面也说明面孔是一类极其特殊的刺激类别。新物体经过反复学习达到专家识别的程度后也能够诱发 N170 反应并在幅度和潜伏期上与面孔相当(Rossion et al., 2002)。其他类别刺激,如母语识别都能诱发与面孔相当的 N170 成分。例如,Zhang, Liu 和 Zhang (In preparation)发现,不同熟悉程度的词汇所诱发 N170 成分间有较显著的差异,其中,颜色词诱发的 N170 波幅最大且不受注意、任务策略的影响。这样看来,刺激类别的熟悉度可能是影响该成分的一个重要因素。但是,这并不意味着可以把那些被试已经达到专家化辨别程度的类别所诱发的 N170 成分看作是反映类别特异化的一种指标。刺激间熟悉度的差异不仅表现在它们所诱发的早期成分上,也表现在晚期成分上,如 N1 和 P3 的词频效应(Hauk & Pulvermüller, 2004)。N170 可能既反映了物体类别信息加工也体现了物体类别辨别的专家化程度。因此,后续研究可以采用不同于已知物体的陌生刺激类别来与已知物体做比较,然后对被试进行新物体辨别训练(或学习),同时记录学习不同阶段的熟悉程度,并将学习不同阶段所记录的早期成分与熟悉类别所诱发的 N170 成分对比。另外,事件相关电位研究和眼动研究可以结合使用,多角度收集数据也不失为一种研究策略。

最后,后续研究可以进一步探讨 N170 成分与识别电位(RP)之间的关系以寻找新的途径探讨 N170 成分所能揭示的认知加工过程。识别电位也是视觉研究中的一个热点成分。Iglesias 等(2004)的研究表明,在“快速刺激流范式”下所获得的 RP 较为干净,并排除了早期视觉相关成分和晚期成分的影响。如果 N170 与 RP 是同源同质成分,那么在快速刺激流范式下研究 N170 反而更能说明这一成分所代表的心理意义;如果二者不是同质成分,RP 潜伏期与常规范式下诱发的 N2 相当,或许可以通过探讨 RP 代表的认知机制来反推 N170 的认知意义。

参考文献

- 罗一峰, 吴钢, 周曙, 吕田明, 陆兵勋, 刘玲, 周宏珍, 安红伟. (2006). 面孔认知中性别信息对 N170 的影响. *中国临床康复*, 10, 1-3.
- 彭小虎, 罗跃嘉, 魏景汉, 王国锋. (2002). 面孔识别的认

- 知模型与电生理学证据. *心理科学进展*, 10, 241–247.
- 彭小虎, 罗跃嘉, 卫星, 王国锋, 魏景汉. (2003). 东西方面孔异族效应机理的电生理学证据. *心理学报*, 35, 50–55.
- 彭小虎, 王国锋, 魏景汉, 罗跃嘉. (2004). 面孔识别特异性脑机制ERP研究. *航天医学与医学工程*, 17, 438–443.
- 张俊俊, 诸薇娜, 丁晓君, 周昌乐, 胡新天, 马原野. (2009). 拓扑差异物体的构型处理: 一项脑电研究. *中国科学*, 39, 898–903.
- 张烨, 张庆林. (2010). 识别电位认知功能探析. *心理科学进展*, 18, 28–33.
- Batty, M., & Taylor, M. J. (2003). Early processing of the six basic facial emotional expressions. *Cognitive Brain Research*, 17, 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, 551–565.
- Bentin, S., & Golland, Y. (2002). Meaningful processing of meaningless stimuli: The influence of perceptual experience on early visual processing of faces. *Cognition*, 86, 1–14.
- Bentin, S., Sagiv, N., Mecklinger, A., Friederici, A., & Cramon, Y. D. (2002). Priming visual face-processing mechanisms: Electrophysiological evidence. *Psychological Science*, 13, 190–193.
- Bentin, S., Golland, Y., Flevaris, A., Robertson, L. C., & Moscovitch, M. (2006). Processing the Trees and the Forest during Initial Stages of Face Perception: Electrophysiological Evidence. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18, 1406–1421.
- 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, 1–13.
- Bruce, V., & Young, A. W. (1986). Understanding face recognition. *British Journal of Psychology*, 77, 305–327.
- Carmel, D., & Bentin, S. (2002). Domain specificity versus expertise: factors influencing distinct processing of faces. *Cognition*, 83, 1–29.
- Cauquil, A. S., Edmonds, G. E. & Tayylor, M. J. (2000). Is the face-sensitive N170 the only ERP not affected by selective attention? *Neuroreport*, 11, 2167–2171.
- Caldara, R., Rossion, B., Bovet, P., & Hauert, C. A. (2004). Event-related potentials and time course of the “other-race” face classification advantage. *Neuroreport*, 15, 905–910.
- Crist, R. E., Wu, C. T., Karp, C., & Woldorff, M. G. (2008). Face processing is gated by visual spatial attention. *Frontiers in Human Neuroscience*, 1, 1–10.
- Dering, B., Martin, C. D., & Thierry, G. (2009). The N170 peak of visual event-related brain potentials car-selective? *NeuroReport*, 20, 902–906.
- Dien, J. (2009). The neurocognitive basis of reading single words as seen through early latency ERPs: A model of converging pathways. *Biological Psychology*, 80, 10–22.
- Eimer, M. (2000a). Event-related brain potentials distinguish processing stages involved in face perception and recognition. *Clinical Neurophysiology*, 111, 694–705.
- Eimer, M. (2000b). Attentional modulations of event-related brain potentials sensitive to faces. *Cognitive Neuropsychology*, 17, 103–116.
- Eimer, M., & Holmes, A. (2002). An ERP study on the time course of emotional face processing. *Neuroreport*, 13, 427–431.
- Farah, M. J., Wilson, K. D., Drain, H. M., & Tanaka, J. R. (1995). The inverted face inversion effect in prosopagnosia: Evidence for mandatory, face-specific perceptual mechanisms. *Vision Research*, 35, 2089–2093.
- Gauthier, I., Behrmann, M., & Tarr, M. J. (1999). Can face recognition really be dissociated from object recognition? *Journal of Cognitive Neuroscience*, 11, 349–370.
- Gauthier, I., Skudlarski, P., Gore, J. C., & Anderson, A. W. (2000). Expertise for cars and birds recruits brain areas involved in face recognition. *Natural Neuroscience*, 3, 191–197.
- Hauk, O., & Pulvermüller, F. (2004). Effects of word length and frequency on the human event-related potential. *Clinical Neurophysiology*, 115, 1090–1103.
- Haxby, J. V., Gobbini, M. I., Furey, M. L., Ishai, A., Schouten, J. L., & Pietrini, P. (2001). Distributed and overlapping representations of faces and objects in ventral temporal cortex. *Science*, 293, 2425–2430.
- Herrmann, C. S., & Bosch, V. (2001). Gestalt perception modulates early visual processing. *Neuroreport*, 12, 901–904.
- Herrmann, M. J., Schreppel, T., Jager, D., Koehler, S., Ehrlis, A. C., & Fallgatter, A. J. (2007). The other race effect for face perception: An event-related potential study. *Journal of Neural Transmission*, 114, 951–957.
- Iglesias, A., Martin, L. M., Hinojosa, J. A., Casado, P., Munoz, F., & Fernandez, F. C. (2004). The recognition potential during sentence presentation: stimulus probability, background stimuli, and SOA. *International Journal of Psychophysiology*, 52, 169–186.
- Itier, R. J., & Taylor, M. J. (2004). N170 or N1? Spatiotemporal differences between object and face processing using ERPs. *Cereb Cortex*, 14, 132–142.
- Jiang, Y., Shannon, R. W., Vizueta, N., Bernat, E. M., Bernat, E. M., Patrick, C. J., et al. (2009). Dynamics of processing invisible faces in the brain: Automatic neural encoding of facial expression information. *NeuroImage*, 44, 1171–1177.
- Jonathan, B., Freeman, N. A., & Holcomb, P. J. (2009). The face-sensitive N170 encodes social category information. *NeuroReport*, 1, 1–5.
- Liu, J., Harris, A., & Kanwisher, N. (2009). Perception of Face Parts and Face Configurations: An fMRI Study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22, 203–211.
- Lueschow, A., Sander, T., Boehm, S. G., Nolte, G., Trahms, L., & Curio, G. (2004). Looking for faces: Attention

- modulates early occipitotemporal object processing. *Psychophysiology*, 41, 350–360.
- Marina, I. V. (2008). Event-related potentials during processing of semantically different words. *International Journal of Psychophysiology*, 69, 276–316.
- Mouchetant, R. Y., Giard, M. H., Delpuech, C., Echallier, J. F., & Pernier, J. (2000). Early signs of visual categorization for biological and non-biological stimuli in humans. *Neuroreport*, 11, 2521–2525.
- Rossion, B., Curran, T., & Gauthier, I. (2002). A defense of the subordinate-level expertise account for the N170 component. *Cognition*, 85, 189–196.
- Rossion, B., Garthier, I., Delvenne, J. F., Tarr, M. J., Bruyer, R., & Crommelinck, M. (1999). Does the N170 occipito-temporal component reflect a face-specific structural encoding stage? *Paper presented at Object Perception and Memory, Los Angeles*.
- Rossion, B., Gauthier, I., Goffaux, V., Tarr, M. J., & Crommelinck, M. (2002). Expertise training with novel objects leads to left-lateralized face-like electrophysiological responses. *Psychological Science*, 13, 250–257.
- Rossion, B., & Jacques, C. (2008). Does physical interstimulus variance account for early electrophysiological face sensitive responses in the human brain? Ten lessons on the N170. *Neuroimage*, 39, 1959–1979.
- Rousselet, G. A., Pernet, C. R., Bennett, P. J., & Sekuler, A. B. (2008). Parametric study of EEG sensitivity to phase noise during face processing. *BMC Neuroscience*, 9, 98–106.
- Rudell, A. P. (1991). The Recognition Potential Contrasted with the P300. *International Journal of Neuroscience*, 60, 85–111.
- Sreenivasan, K. K., Goldstein, J. M., Lustig, A. G., Rivas, L. R., & Jha, A. P. (2009). Attention to faces modulates early face processing during low but not high face discriminability. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 71, 837–846.
- Stahl, J., Wiese, H., & Schweinberger, S. R. (2008). Expertise and own-race bias in face processing: An event-related potential study. *Neuroreport*, 19, 583–587.
- Stevens, E. A. (2008). An ERP study into the effects of attention on the amplitude of the P1 and N170 in Visual object recognition. *Dissertation Unpublished. University of Bangor, Wales*.
- Tanaka, J. W., & Pierce, L. J. (2009). The neural plasticity of other-race face recognition. *Cognitive Affective and Behavioural Neuroscience*, 9, 122–131.
- Thierry, G., Martin, C. D., Downing, P., & Pegna, A. J. (2007). Controlling for interstimulus perceptual variance abolishes N170 face selectivity. *Nature Neuroscience*, 10, 505–511.
- Tovee, M. J. (1998). Is Face Processing Special? *Neuron*, 21, 1239–1242.
- Vizioli, L., Foreman, K., Rousselet, G. A., & Caldara, R. (2010). Inverting faces elicits sensitivity to race on the N170 component: A cross-cultural study. *Journal of Vision*, 10, 1–23.
- Wiese, H., Stahl, J., & Schweinberger, S. R. (2009). Configural processing of other-race faces is delayed but not decreased. *Biological Psychology*, 81, 103–109.
- Zhang, Y., Yuan, J. J., Bao, B., Zhang, Q. L. (2008). The recognition potential and rotated Chinese characters. *Brain research*, 1233, 98–105.
- Zhang, Y., Liu, Q., & Zhang, Q. L. (2009). The recognition potential reflects an intermediate level of visual representation. *Neuroscience Letters*, 454, 86–90.
- Zhang, Y., Liu, Q., Yang, Q., & Zhang, Q. L. (2010). Electrophysiological correlates of early processing of visual word recognition: N2 as an index of visual category feature processing. *Neuroscience Letters*, 473, 32–36.
- Zhang, Y., Liu, Q., & Zhang, Q. L. N170 reflects early categorization in a flexible and context-related manner. *Manuscript*.

A Review of the N170 Component in Face Recognition

LI Ming-Fang¹; ZHANG Ye²; ZHANG Qing-Lin²

⁽¹⁾ Center for Studies of Education and Psychology of Ethnic Minorities in Southwest;

⁽²⁾ School of Psychology, Southwest University, Chongqing 400715, China)

Abstract: The N170 component is a negative brain potential, occurring at 130-200ms time windows, peaking around 160-170ms after stimulus (e.g. faces, object) onset, with a posterior lateral distribution. Recently, studies of N170 focus mainly on three questions: what cognitive mechanism N170 reflects, face structural or feature encoding; whether or not it is face-specific; or whether the component is affected by conscious awareness. In terms of the above questions, future research could investigate the effect of structural and feature encoding on N170 response, compare familiarities of different stimulus on N170, differentiate the N170 from recognition potential, and combine multiple methods to reveal the cognitive mechanism of N170.

Key words: N170; face recognition; structure encoding; feature encoding; category information processing; attention