

面孔内外特征对东西方面孔识别影响的 ERP 研究 *

彭小虎, 罗跃嘉, 魏景汉, 王国锋
(中国科学院心理研究所, 北京 100101)

摘要:目的 研究有无外部特征的东西方面孔在认知识别上的脑机制。方法 16 名被试者辨别东西方人面孔性别, 记录其脑电。结果 无论东西方面孔, 无外部特征比有外部特征的面孔的 P_{170} 波幅均增大, 而 N_{240} 波幅明显减小; 西方面孔无外部特征与有外部特征的面孔产生的 P_{170} 和 N_{240} 之间的差异较东方面孔的小。上述变化在头皮前部更为显著。结论 在识别东西方面孔的过程中, 均需要更多的资源分配于无外部特征面孔; 有外部特征的面孔在加工机制上明显不同于没有外部特征的面孔, 这一点还表现为被试者正确率的增加和反应时的加快; 另外, 西方面孔产生的差异波较东方面孔的小为异族面孔在识别上容易混淆提供了电生理证据, 而且也为异族效应理论中的种族特征没有包含在面孔外部特征上提供了电生理证据。

关键词:事件相关电位; 面孔识别; 外部特征; 内部特征; 认知

中图分类号: R338.8 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-0837(2003)02-0123-05

Recognition of Eastern and Western Faces with Internal and External Features: An ERP Study. PENG Xiao-hu, LUO Yue-jia, WEI Jing-han, WANG Guo-feng. Space Medicine & Medical Engineering, 2003, 16 (2): 123 ~ 127

Abstract: Objective To study the differences between recognitions of eastern and western faces with internal and external features (IF and EF). **Method** Event-related potentials (ERPs) were recorded in 16 healthy subjects during gender discrimination task. **Result** Whether the faces were eastern or western, the faces without EF produced a larger P_{170} and a smaller N_{240} than the faces with EF. The difference between P_{170} and N_{240} elicited by western faces with or without EF was smaller than that of eastern faces, and it was more remarkable on forehead of the scalp. **Conclusion** Whether the face was eastern or western, more resources were distributed to faces without EF in recognition process. The processing mechanism for faces without EF was different from faces with EF and its processing depth was larger. The difference between the waves elicited by western faces was smaller than that elicited by eastern faces, which provided an evidence that western faces are easier to be confused. Moreover, no N_{170} was found in the experiment, whether the face had EF or not. N_{170} is probably related to structural characters of the faces or face prototype in the brain.

Key words: event related potentials (ERPs); face recognition; external feature; internal feature; recognition
Address reprint requests to: LUO Yue-jia. Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China

近年来,不少研究者在面孔识别的 ERP 研究中在枕颞部发现了一个潜伏期约为 172 ms 的负波,称为 N_{170} ,认为与面孔特征的结构分析有关,而与性别、年龄和种族等因素无关,代表面孔识别的特异性,反映了 Bruce 和 Young 提出的面孔认知模型^[1]中的结构编码^[2~4]。Eimer 发现^[5],相对于正面或侧面的面孔,脸颊和后脑勺的 N_{170} 波幅明显减小,表明 N_{170} 不仅仅是被头的形状所引起。同样,缺乏内部特征的面孔也导致 N_{170} 波幅降低和峰潜伏期延迟,表明 N_{170} 对面孔内部特征敏感。Eimer 认为, N_{170} 反映了面孔的结构编码阶段,在此阶段

产生整个面孔轮廓的表征。Cauquil^[6]等报告 N_{170} 的波幅和潜伏期都对靶刺激和非靶刺激反应相同,是属于自动加工的产物,不被选择性注意影响。但也有些面孔识别的 ERP 研究报告并未发现 N_{170} 的存在^[7]。在面孔识别研究中,常把头部的眼睛、鼻子、嘴、眉毛、下颌和脸颊等部位称作内部特征,而把头发、脖子、耳朵等部位叫做外部特征^[8]。在以上提到的实验中,面孔刺激材料都有外部特征。本实验室曾采用去除外部特征的面孔作为刺激材料,未观察到 N_{170} ^[9],但在部分被试者 ERP 上发现明显的 N_{170} ^[10]。因此, N_{170} 究竟是“面孔特异性成分”,还是“面孔外部特征成分”,尚值得研究。本实验拟对仅有内部特征面孔与内外特征皆备的面孔进行比较,以提供对上述问题的直接证据,提出我们的观点。

收稿日期: 2002-07-01

通讯作者: 罗跃嘉 luoyj@psych.ac.cn

*基金项目: 中国科学院“百人计划”项目与中国科学院重大交叉学科前沿项目(KJCX-7)

此外,在对异族面孔的识别和记忆比较困难的现象——“异族效应”(other race effect)的解释上存在两种不同的假说。第一种分类假说认为非本种族的面孔与本种族相比,有着更显著的分类标识(如西方人面孔与东方人面孔相比,鼻子高而突出)^[11],使人们自动倾向将其归于一组。因此形成了组内(本种族面孔)与组外(非本种族面孔)两种不同类型的面孔。Linville^[12]等的实验表明:组外的成员比组内的成员更加具有相似性,所以很容易混淆。第二种特征选择假说认为人们在对非本种族面孔进行编码时,在种族特征上消耗了太多的资源,导致了对个性化信息接受的减少^[13,14]。因为很多面孔认知任务都依靠个性化信息,所以非本种族面孔记忆起来很困难。这正如小孩识别面孔时对帽子、眼镜等非面孔成分关注更多^[15,16],导致对面孔的再认率低。以上两种假说并不互相矛盾,虽然分类假说强调分类标识,特征选择假说强调资源消耗,但它们的共同出发点是一致的——种族特征。本实验拟同时研究种族特征与面孔的内外部特征的关系。

方 法

被试者 16名有偿被试者(8男8女)来自北京师范大学,精神饱满,身体健康,右利手,视力正常或矫正视力正常,年龄18~25岁,平均年龄为22岁;均自陈与西方人无密切交往史。

刺激材料 用数码相机拍摄东西方青年人面孔各160张,其中男女各半,表情中性,面部无明显标志(如胡须、眼镜、皮肤痣、化妆等)。经photoshop、photoimpact和matlab等软件处理后达到大小、亮度、对比度和空间频率等物理性质一致的灰阶照片,其中一半去除头发、耳朵、脖子等面孔外部

特征,另一半则保留面孔外部特征(图1)。

实验过程 东西方有外部特征的面孔与没有外部特征的面孔混合随机呈现,刺激间隔(SOA)为2s,刺激呈现时间为300ms。被试者的任务是区分性别,对男性面孔按左手键,对女性面孔按右手键。有无外部特征面孔和被试者按键在组内进行平衡。

脑电记录 被试者戴电极帽记录124导脑电。参考电极置于双侧乳突连线,前额发际下1cm接地,同时记录水平眼电和垂直眼电。滤波带通为0.10~40Hz,采样频率为500Hz/导,头皮电阻小于5k Ω 。分析时程(epoch)为刺激呈现后的500ms,基线为刺激前200ms,自动矫正眨眼等伪迹,波幅大于 $\pm 80\mu\text{V}$ 者视为伪迹在叠加中被自动剔除。

数据处理 根据被试者正确反应的结果对EEG分类叠加,可得到东西方面孔有无外部特征产生的4类ERP。根据ERP总平均图和文献报告,在头皮前后的ERP成分的分布在波幅上有明显差别,而在潜伏期上基本无差异,因此选取24个电极点,前后各半分别进行数据分析(图2),如图2所示。CZ之前(包括CZ)为头皮前部电极点,之后为头皮后部电极点。地形图由122导电极记录得出(不包括眼电)。根据总平均图,有无外部特征面孔产生的ERP差异分布在潜伏期为100~400ms的时间段内,因此头皮前后部的测量窗口均为100~200(P₁₇₀)、200~400(negative-going wave, N₂₄₀)。用SPSS对上述2段峰值进行3因素的重复测量方差分析(ANOVA),因素为种族(2水平:东方面孔和西方面孔)、特征(2水平:有外部特征和没有外部特征)和记录部位(头颅前、后部分别为12水平)。多因素方差分析的P值皆用Greenhour



图1 东西方面孔刺激材料

Fig. 1 Face stimuli

eastern faces (left 1 and 2) and western faces (right 3 and 4)

se-Geisser 法校正,并对数据的头皮分布进行正常化处理。

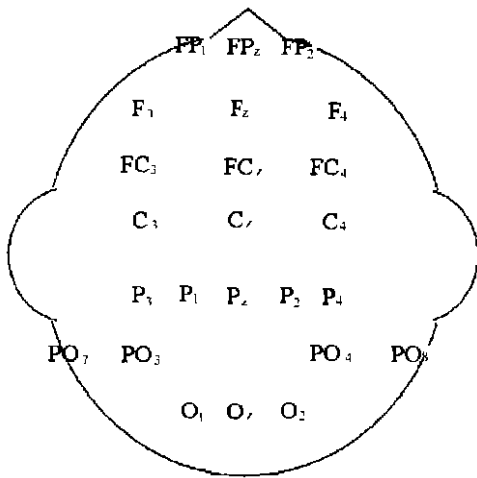


图 2 电极排放位置
Fig. 2 Position of electrodes

结 果

行为数据 被试者对东方有无外部特征面孔识别时的反应时均值分别为 495 ± 60 ms 和 540 ± 72 ms;正确率分别为 $(92.5 \pm 4.9) \%$ 与 $(81.7 \pm 6.7) \%$ 。对西方有无外部特征的面孔识别时的反应时均值分别为 505 ± 64 ms 和 535 ± 75 ms;正确率分别为 $(90.2 \pm 5.4) \%$ 与 $(70 \pm 6.6) \%$ 。对正确率和反应时分别进行 2×2 的重复测量方差分析。在正确率上,东西方面孔差异非常显著, $F(1, 15) = 56.08, P < 0.001$,为东方面孔的正确率显著高于西方面孔的正确率;内外特征差异也非常显著, $F(1, 15) = 258.86, P < 0.001$,为对有外部特征面孔的识别正确性显著高于无外部特征的面孔。在反应时上,东西面孔差异不显著,而内外特征差异非常显著, $F(1, 15) = 44.7, P < 0.001$,为对有外部特征面孔的反应时显著快于无外部特征的面孔。

ERP 数据

ERP 成分 如图 3 所示,无论东西方面孔,无外部特征比有外部特征的面孔的 P_{170} 波幅均增大,而 N_{240} 波幅明显减小;西方无外部特征与有外部特征的面孔产生的 P_{170} 和 N_{240} 之间的差异较东方面孔的小。上述变化在头皮前部更为显著。在 $100 \sim 200$ ms (P_{170}),对于东方面孔,有无外部特征的差别主要表现在头皮左后部;而西方面孔则表现

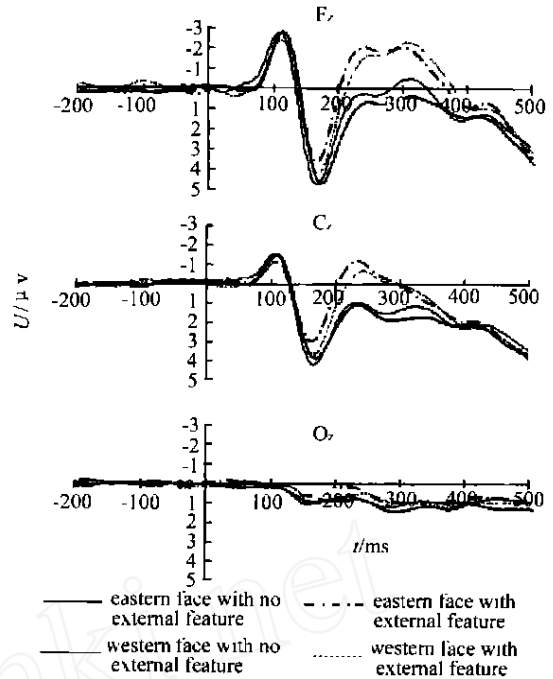


图 3 被试者对有无外部特征的东方面孔反应的 ERP 总平均图

Fig. 3 The grand-average ERP elicited by faces with or without external features during gender discrimination task

为头皮中央部的轻微差异;在 $200 \sim 400$ ms (negative-going wave, N_{240}),无论东西方面孔,有无外部特征的差别在整个头皮都非常明显,但在头皮后部西方面孔的差异比东方面孔的差异小。

峰值的方差分析 根据方差分析结果,在头颅前部, $150 \sim 200$ ms 和 $200 \sim 400$ ms 时间窗口,ERP 成分在东西方面孔之间没有显著性差异;但 P_{170} ($150 \sim 200$ ms) 有内外特征的主效应, $F(1, 15) = 6.48, P < 0.05$,即没有外部特征面孔产生的 P_{170} 波幅大于有外部特征面孔的 P_{170} ;还有记录点的主效应, $F(11, 165) = 4.723, P < 0.001$,提示前部 12 个记录点之间的 P_{170} 波幅有显著性区别。 N_{240} ($200 \sim 400$ ms) 有特征主效应, $F(1, 15) = 33.331, P < 0.001$;电极主效应, $F(11, 165) = 4.283, P < 0.001$;以及种族与特征之间的交互效应, $F(11, 165) = 7.86, P < 0.05$;种族与电极之间的交互效应, $F(11, 165) = 6.215, P < 0.001$ 。在头颅后部, $100 \sim 200$ ms 和 $200 \sim 400$ ms 时间窗口,东西方面孔产生的 ERP 成分有显著性差异,其中 P_{170} ($100 \sim 200$ ms) 有种族主效应, $F(1, 15) = 7.887, P < 0.05$,为没有外部特征面孔产生的 P_{170} 波

幅大于有外部特征面孔的 P_{170} 波幅,特征主效应, $F(1,15) = 6.552, P < 0.05$, 还有电极主效应, $F(11,165) = 5.767, P < 0.001$, 种族与电极之间的交互效应, $F(11,165) = 2.707, P < 0.05$, 特征与电极之间的交互效应, $F(11,165) = 3.64, P < 0.05$. N_{240} (200 ~ 400 ms) 有种族主效应, $F(1,15) = 5.46, P < 0.05$; 电极主效应, $F(11,165) = 3.065, P < 0.05$.

讨 论

在本实验中,无论东西方面孔,无论其有无外部特征,均没有发现 N_{170} 。文献认为, N_{170} 与面孔的结构特征有关,属于面孔识别的早期成分,不受面孔性别特征、种族特征、表情等的影响^[17],与被试者的主动加工无关[同 6]。本实验和作者以前两项实验均未发现 N_{170} ,提示 N_{170} 不但可能与面孔的结构特征有关,也可能与被试者的大脑内部面孔原型有关。在生活中,人们在大脑中积累了很多本族面孔原型。因为这些原型的存在,所以人们能对一张面孔的不同角度、不同表情给出同一的判断(这是谁的面孔)。Cabeza^[18] 等的实验表明,不同的面孔原型对面孔识别有很大影响。本实验和作者前两项实验的被试者均是东方人,在东方人脑海中的面孔原型是东方人面孔;而其他研究者的研究对象是西方人,在西方人脑海中的面孔原型是西方人面孔,这不同的面孔原型可能是导致 N_{170} 有无的主要原因之一。此外,在本实验中,参考电极是乳突,而有研究者发现,当参考电极是耳垂或乳突时,颞部负波没有或减小^[19],因为耳垂和乳突更接近颞部。据此,本讨论所比较的实验结果仅限电极是耳垂或乳突的实验报告。

面孔识别的早期成分 P_{170} 出现了明显的头皮分布差异。在额部,无论东西方面孔,无论面孔有无外部特征,无外部特征面孔产生的早期 P_{170} 比有外部特征面孔产生的 P_{170} 波幅更大;可以推测,被试者长时记忆中面孔外部特征的表征缺乏导致工作记忆中背景更新比较彻底(因为常见的面孔是内外特征皆备),所以在一定程度上 P_{170} 的波幅与投入的心理资源量成正相关。上述结果提示在此阶段,需要更多的资源分配于无外部特征面孔,因为特征选择假说认为在识别异族面孔时会在种族特征上消耗较多的资源。

东西方面孔 N_{240} 在有外部特征面孔识别中的显著差异说明,有外部特征的面孔在加工机制上明显不同于没有外部特征的面孔,表现为波幅显著增大,说明被试者在对有外部特征面孔加工中被激活脑区产生更强的负性电位,提示有外部特征面孔与大脑中的面孔原型更相匹配,面孔轮廓更加完善[同 5],从而使得被试者将之与面孔表征相比较时,加工更深。 N_{240} 也不是 N_{170} 在潜伏期上的延迟,这是因为 N_{240} 的头皮分布与 N_{170} 完全不同。 N_{240} 的差异还表明,外部特征对面孔识别来说非常重要,这一点还可从正确率和反应时上来证明。本实验的行为数据反映出识别东西方有外部特征面孔时正确率较高而反应时较短,表明增加面孔的外部特征缩短了加工时间,提高了面孔识别的准确性,符合经验概念。

在本实验中,西方面孔有无外部特征产生的差异波比东方面孔产生的差异波小,表明外部特征对异族面孔识别的作用不如对本民族面孔明显,提示外部特征对异族面孔的识别的重要性不如对本民族,为异族面孔容易混淆提供了电生理证据;另外,根据异族效应的特征假说,人们在对非本种族面孔进行编码时,在种族特征上消耗了较多的资源,而本实验也为异族效应理论的基本出发点——即种族特征没有包含在面孔外部特征上提供了电生理证据。可以这么假设,如果种族特征包含在面孔外部特征上那么西方面孔有无外部特征产生的差异波应该比东方面孔产生的差异波大,而实验结果并非如此——即西方面孔有无外部特征产生的差异波比东方面孔产生的小。

最后,值得一提的是,在面孔识别的 ERP 研究中,有无外部特征的面孔材料对实验结果将产生很大的影响,在参考和引用文献时,一定要加以区分面孔材料的性质。

[参考文献]

- [1] Bruce V, Young AW. Understanding face recognition [J]. The British Journal of Psychology, 1986, 77(3): 305-327.
- [2] Bentin S, Allison T, Puce A, et al. Electrophysiological studies of face perception in humans [J]. Journal of Cognitive Neuroscience, 1996, 8(6): 551-565.
- [3] Botzel K, Schulze S, Stodieck SRG. Scalp topography and analysis of intracranial sources of face-evoked potentials [J]. Experimental Brain Research, 1995, 104(1): 134-143.
- [4] George N, Evans J, Fiori N, et al. Brain events related to normal and moderately scrambled faces [J]. Cognitive Brain Research, 1996, 4(4): 65-76.
- [5] Eimer M. The face-specific N_{170} component reflects late stages

- in the structural encoding of faces [J]. *Neuroreport*, 2000, 11(8): 2319-2324.
- [6] Cauquil AS, Edmonds GE, T aylor MJ. Is the face-sensitive N_{170} the only ERP not affected by selective attention [J]? *Neuroreport*, 2000, 11(10): 2167-71.
- [7] Rossion B, Gauthier I, Tarr MJ. The N_{170} occipito-temporal component is delayed and enhanced to inverted faces but not to inverted objects: an electrophysiological account of face-specific processes in the human brain [J]. *Neuroreport*, 2000, 11(1): 69-74.
- [8] Young AW. Right hemisphere superiority for recognizing the internal and external features of famous faces [J]. *The British Journal of Psychology*, 1984, 75(2): 161-169.
- [9] Peng XH, Wei X, Luo YJ. Encoding mechanism of face recognition comparing eastern with western [C]. *Proceedings of the Third International Conference on Cognitive Science*. Hefei: Press of University of Science and Technology of China, 2001. 96.
- [10] PENG Xiaohu, WEI Jinghan, LUO Yuejia, *et al.* Brain processing component during face cognition - N_{170} revealed by event-related potentials [J]. *Space Medicine & Medical Engineering*, 2002, 15(4): 305-306
彭小虎, 魏景汉, 罗跃嘉, 等. 面孔识别的脑加工成分—— N_{170} 的 ERP 研究 [J]. *航天医学与医学工程*, 2002, 15(4): 305-306.
- [11] Sedikides C, Ostrom TM. Perceptions of group variability: Moving from an uncertain crawl to a purposeful stride [J]. *Social Cognition*, 1993, 11(1): 165-174.
- [12] Linville PW, Fischer GW, Salovey P. Perceived distributions of the characteristics of in-group and out-group members: empirical evidence and a computer simulation [J]. *Journal of Personality and Social Psychology*, 1989, 57(3): 165-188.
- [13] Malpass RS, Kravitz J. Recognition for face of own and other race [J]. *Journal of Personality and Social Psychology*, 1969, 13(4): 330-334.
- [14] Shepard J. Social factors in face recognition [M]. In: Davies G, Ellis H, Shepard J eds. *Perceiving and Remembering Faces*. London: Academic Press, 1981, 191-194.
- [15] Carey S, Diamond R. From piecemeal to configural representation of face [J]. *Science*, 1977, 195(2): 312-313.
- [16] Flin R. Development of face recognition: An encoding switch [J]? *British Journal of Psychology*, 1985, 16(3): 123-134.
- [17] Sagiv N, Bentin S. Structural encoding of human and schematic faces: holistic and part-based process [J]. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 2001, 13(7): 937-951.
- [18] Cabeza R, Bruce V, Kato T, *et al.* The prototype effect in face recognition: extension and limits [J]. *Memory & Cognition*, 1999, 27(1): 139-151.
- [19] Jeffreys DA, Tukmachi ESA. The vertex-positive scalp potential evoked by faces [J]. *Experimental Brain Research*, 1992, 91(1): 340-350.

[作者简介: 彭小虎, 男, 博士, 研究方向为脑高级功能]

www.cnki.net