

· 临床研究 ·

面孔内隐认知的事件相关电位研究

吴文 吴宗耀 罗跃嘉

【摘要】目的 探讨面孔加工是否具有内隐认知特征,内隐方式下面孔加工的事件相关电位(ERPs)是否仍具有特异性、倒置效应、异族效应。方法 健康受试者 20 名,其中男 10 名,女 10 名,对所有受试者随机呈现正立和倒置方向的东方面孔、西方面孔、正立方向的狗面孔和手机照片,每张照片的中央下方均有一个含 6 个小写字母的字符串,其中 50% 的字符串中有字母“f”。受试者的任务是注意字符串中是否有“f”字母,有“f”的用左手拇指按“1”键,无“f”的用右手拇指按“4”键。同步记录行为学及脑电数据。结果 P100 波幅有刺激类型主效应,差异有统计学意义($P < 0.01$),多重比较显示手机的 P100 波幅最大($9.5 \mu V$),其次为狗面孔的($7.5 \mu V$),最小的是人类面孔的 P100 波幅($6.9 \mu V$),东、西方面孔在正立及倒置的 P100 波幅差异无统计学意义;N170 波幅有刺激类型主效应,差异有统计学意义($P < 0.01$),人面孔 N170 波幅最大,依次比狗面孔的($-1.9 \mu V$)和手机的($0.5 \mu V$)。P170 波幅有刺激类型主效应,差异有统计学意义($P < 0.01$),人面孔的 P170 波幅($7.8 \mu V$)比手机的($5.1 \mu V$)和狗面孔的($5.2 \mu V$)增大;P170 潜伏期有刺激类型主效应,差异有统计学意义($P < 0.01$),人面孔的 P170 潜伏期(162.2 ms)比狗面孔(约 174.4 ms)和手机的(173.5 ms)潜伏期短。正立的东方面孔和倒置的东方面孔 P170 波幅差异无统计学意义。结论 面孔在内隐加工方式下的 ERPs 显示可能存在刺激材料类型特异性,无倒置效应和异族效应。

【关键词】 面孔识别; 内隐认知; 事件相关电位

Event-related potentials in the implicit recognition of faces WU Wen*, WU Zong-yao, LUO Yue-jia.

*Department of Rehabilitation, Zhujiang Hospital, Southern Medical University, Guangzhou 510282, China

【Abstract】Objective To use event-related potentials to identify whether face recognition is implicit, and to investigate specificity, race and inversion effects in face recognition. Methods Upright and inverted photographs of Eastern and Western human faces, upright dog faces and a mobile phone were presented in random order for 150 ms to 20 healthy subjects. The subject's attention was diverted away to search for the letter "f" in 6 small letters below the photos. Behavioral data were recorded synchronous with event-related potentials (ERPs). Results The P100, N170 and P170 potentials were enhanced and accelerated by faces compared with non-face images. The amplitude of P100 had the strongest correlation with the type of stimulus, showing the biggest amplitude with the mobile phone image ($9.5 \mu V$), followed by the dog face ($7.5 \mu V$). The weakest amplitude was evoked by the human face ($6.9 \mu V$). The amplitude of N170 responded most strongly to the human face, followed by the mobile phone ($0.5 \mu V$) and the dog face ($-1.9 \mu V$). The P170 amplitude was largest with the human face and the latency was shortest ($7.8 \mu V$ and 162.2 ms), followed by the dog face ($5.2 \mu V$, 174.4 ms) and the mobile phone ($5.1 \mu V$, 173.5 ms). ERP components were not affected by the orientations or races of the faces in this situation. No difference was found in the late positive component evoked by the human faces and other images. Conclusions Implicit face recognition may depend on the specifics of the stimulus, although no race effect or inversion effect was detected using this procedure.

【Key words】 Face recognition; Implicit cognition; Event-related potentials

传统的面孔识别研究中,大多集中在对被试者外显行为的研究和分析上,例如面孔身份特征的识别。然而,最近的一些研究表明,仅靠外显的研究手段似乎

不足以说明面孔认知过程中的加工机制,在面孔加工识别中的一些现象并不能完全可以用外显的方法进行解释分析。例如,面孔失认症患者尽管不能外显地识别熟悉面孔,但是当看到熟悉面孔时却可出现生理特征的变化^[1-4]。此外,人们可能对一些“似曾相识”或有“熟悉”感的面孔怎么也回忆不起是在哪里或什么场合见过,这些不能回忆出的面孔可能部分是对原先比较熟悉面孔的遗忘所致,而另一部分则可能是由于曾经对这些面孔的无意识加工(阈下加工)所形

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2011.07.009

基金项目:广东省自然科学基金(5300463);广东省科技计划项目(2007B031402007)

作者单位:510282 广州,南方医科大学珠江医院康复医学科(吴文);第三军医大学西南医院康复医学科(吴宗耀);北京师范大学认知神经科学与学习研究所(罗跃嘉)

成的“似曾相识”感^[5-6]。因此,为了全方位了解面孔加工识别过程,在面孔识别研究中采用一种新的研究手段,如内隐加工的研究方法有可能弥补仅由面孔外显识别研究中的不足,结合外显和内隐研究方式有助于更全面地揭示面孔加工识别的规律和机制。

面孔的内隐加工研究包括两方面的内容,其一是通过面孔失认症患者研究面孔的内隐加工特征,这些患者虽然对以前熟悉的面孔(如知名人士及家属的面孔)不能外显地识别,但是对这些面孔存在内隐加工识别,表现为皮肤电反应及事件相关电位(event related potentials, ERPs)变化^[1-4],其二是研究在无意识或不注意的情况下对面孔的自动加工特征。

本研究的目的是探讨面孔加工是否具有内隐加工特征,或者说面孔在外显加工方式下的效应在无意识的知觉过程中是否仍然存在,探讨内隐方式下(对刺激无意识或不注意的情况下)面孔加工的 ERPs 是否仍具有特异性、倒置效应、异族效应。

材料与方法

一、一般资料

某高校大学生 20 名,均身体健康、视力正常或校正正常,均为右利手,并签知情同意书。其中男 10 名,女 10 名;年龄 18~23 岁,平均(21.4 ± 2.6 岁)。其中 2 名被试者因为脑电波形漂移或者信噪比过小未作分析,其余共 18 名受试者的数据进入分析。

二、刺激材料

东、西方有外部特征的正立及倒置面孔标准像照片各 80 张(男、女平衡)、正立的狗面孔及手机照片各 80 张,共计 480 张照片。每张照片的中央下方均有一个含 6 个小写字母的字符串,其中 50% 的字符串中有字母“f”。所有照片均为灰阶,物理属性相同。照片的视角为 $8 \times 6^\circ$ (高度 $\times$ 宽度),字母串的视角为 $0.6 \times 2^\circ$ 。

三、实验过程

相继随机呈现正立和倒置方向的东方面孔、西方面孔、正立方向的狗面孔和手机照片,呈现时间 150 ms,刺激间隔(stimulus onset asynchrony, SOA) 1.2~1.5 s。被试者的任务是注意字符串中是否有“f”字母,有“f”的用左手拇指按“1”键,无“f”的用右手拇指按“4”键。每个被试者在正式实验前均参加一个简短训练直到被试者完全熟悉实验为止。刺激材料在被试者间呈现的顺序以及按键的左右手在组内进行平衡。

四、脑电记录

脑电记录采用 NeuroScan ERP 工作站。以标准化电极帽记录 64 导脑电,参考电极为连接的双侧乳突,前额接地。信号经放大器放大,记录连续的脑电图,滤波带通为 0.05~70 Hz,采样频率为每导联 500 Hz,离

线式(off-line)叠加处理^[7]。

五、数据处理

统计有“f”和无“f”照片的正确率,判定被试者是否认真参加了实验,即注意力是否只是对字符串的判定,而没有对照片图像的意识性加工。

脑电数据按刺激的类型叠加,共计 6 种刺激类型,得到 6 种 ERPs。根据 ERPs 总平均图,各成分在头皮前、后的分布有明显差异,因此分别进行重复测量的方差分析,选取以下 17 个电极点进行数据分析。F3、F4、Fz、Cz、C5、C6 和 CPZ 等头颅前部 7 个电极点为头皮前部分析点,另 10 个电极点包括顶区的 P3、P4、P7 和 P8,颞枕区的 PO3、PO4、PO7 和 PO8,枕区的 O1 和 O2 为头皮后部分析点。头皮前部的测量窗口为 70~130 ms(N100)和 130~190 ms(P170);后部为 70~130 ms(P100)和 130~190 ms(N170)。晚成分因峰不明显,故在 200~800 ms 间分段进行平均电位分析,包括前六个 100 ms 的时间窗。

六、统计学分析

所有数据均采用 SPSS 10.0 版统计软件包进行统计学处理。各数据以($\bar{x} \pm s$)表示,统计学分析采用重复测量的方差分析。

结 果

一、行为数据

面孔内隐加工研究中的行为学指标(识别正确率及反应时)的统计结果如下:判断字符串有无“f”的识别正确率(85%)无任务主效应 [$F(1, 17) = 0.02, P > 0.05$],也无刺激类型主效应 [$F(5, 85) = 2.1, P > 0.05$]和两者的交互效应 [$F(5, 85) = 1.9, P > 0.05$]。平均反应时无任务主效应 [$F(1, 17) = 0.25, P > 0.05$](550.5 ms)、刺激类型主效应 [$F(5, 85) = 2.2, P > 0.05$]和两者的交互效应 [$F(5, 85) = 2.2, P > 0.05$]。任务判断正确率均在 80% 以上,说明被试者的注意力确实被转移到对字符串的加工,对照片的加工为内隐加工。

二、ERP 数据

N100 成分的波幅和潜伏期无任务主效应和交互效应($P > 0.05$)。P100 波幅有刺激类型主效应,差异有统计学意义 [$F(5, 85) = 4.3, P < 0.01$],多重比较显示手机的 P100 波幅最大,其次为狗面孔的,最小的是人类面孔的 P100 波幅。东、西方面孔在正立及倒置的 P100 波幅无统计学差异;N100 波幅有电极主效应,差异有统计学意义 [$F(9, 153) = 3.2, P < 0.01$],显示 PO8 点的波幅最大,右侧电极点的 P100 波幅大于左侧对应电极点的。P100 潜伏期无主效应及交互效应(表 1, 图 1, 2)。

表 1 3 种刺激材料的 N100、P100、N170 及 P170 的潜伏期与波幅($\bar{x} \pm s$)

项 目	N100		P100		N170		P170	
	潜伏期(ms)	波幅(μV)	潜伏期(ms)	波幅(μV)	潜伏期(ms)	波幅(μV)	潜伏期(ms)	波幅(μV)
人面孔	98.6 $\pm$ 8.4	4.5 $\pm$ 1.1	110.5 $\pm$ 11.2	6.9 $\pm$ 1.2	163.4 $\pm$ 14.6	3.7 $\pm$ 1.2	162.2 $\pm$ 13.5	7.8 $\pm$ 1.7
狗面孔	99.5 $\pm$ 7.9	4.8 $\pm$ 1.0	112.4 $\pm$ 10.4	7.5 $\pm$ 1.5 ^b	159.2 $\pm$ 13.5	1.9 $\pm$ 0.8 ^b	174.4 $\pm$ 14.6 ^c	5.1 $\pm$ 1.4 ^c
手机面	98.5 $\pm$ 8.8	5.1 $\pm$ 1.2	111.5 $\pm$ 9.6	9.5 $\pm$ 1.4 ^a	160.4 $\pm$ 15.4	0.7 $\pm$ 0.1 ^a	173.5 $\pm$ 15.4 ^a	5.2 $\pm$ 1.5 ^a

注:与人面孔比较,^a $P < 0.01$;与狗面孔比较,^b $P < 0.05$,^c $P < 0.01$

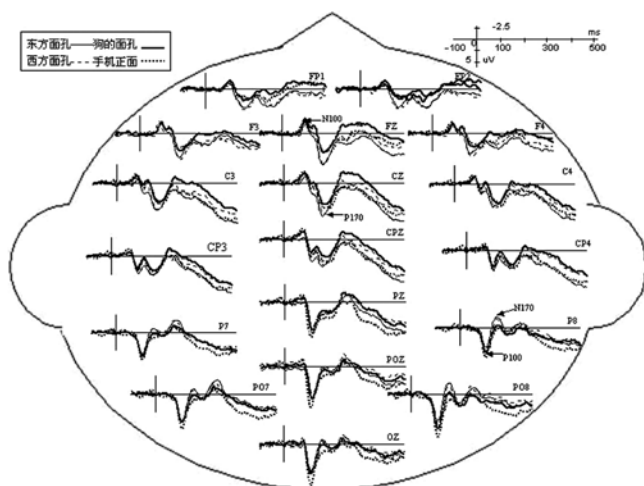


图 1 东、西方人面孔,狗面孔和手机在非注意条件下的 ERPs 总平均图

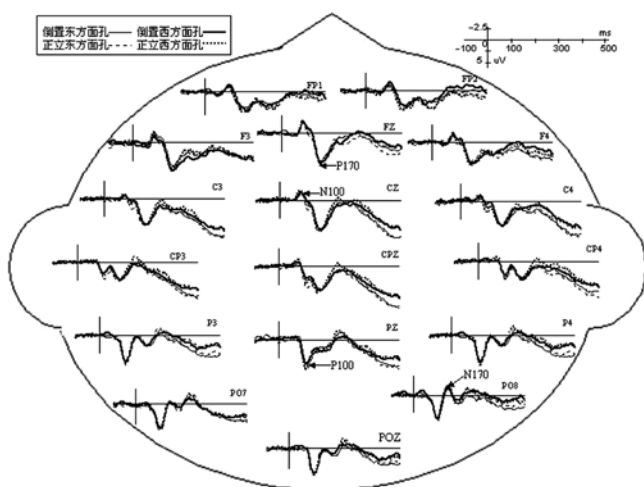


图 2 东、西方面孔在正立和倒置方向下的 ERPs 总平均图

N170 波幅有刺激类型主效应,差异有统计学意义 [$F(5, 85) = 3.4, P < 0.01$],多重比较显示正立的东、西方面孔和倒置的东、西方面孔 N170 波幅无统计学差异,但依次比狗面孔的和手机面的有更大的负偏向,正立的东方面孔比倒置东方面孔的 N170 波幅有增大的趋势($P > 0.05$);电极主效应 [$F(9, 153) = 3.5, P < 0.01$],显示 PO8 点 N170 的波幅最大,右侧电极点的 N170 波幅大于左侧对应电极点的 N170 波幅。N170 潜伏期无刺激类型主效应及交互效应(表 1,图 1,2)。

P170 波幅有刺激类型主效应,差异有统计学意义 [$F(5, 85) = 3.74, P < 0.01$],多重比较显示人面孔的

P170 波幅比手机面和狗面孔的 P170 大,后二者的差异无统计学意义;正立的东、西方面孔和倒置的东、西方面孔 P170 波幅无统计学差异,正立的东方面孔比倒置的东方面孔 P170 波幅有增大的趋势($P > 0.05$);电极主效应 [$F(6, 102) = 2.5, P < 0.01$],显示 FCZ 点的波幅最大,中线电极的 P170 波幅大于两侧电极 P170 波幅,电极与刺激类型之间无交互效应。P170 潜伏期有刺激类型主效应,差异有统计学意义 [$F(5, 85) = 2.8, P < 0.01$],人面孔的 P170 潜伏期比狗面孔和手机面的 P170 潜伏期短($P < 0.01$),正立和倒置的东、西方面孔 P170 潜伏期之间差异无统计学意义(表 1 和图 1,2)。

ERPs 晚成分(200 ~ 800 ms)的各时间窗内的平均波幅均无主效应和交互效应。

讨 论

本研究探讨了面孔在内隐认知状态下的加工知觉特征,由于实验中呈现的刺激极快(150 ms),同时有分心任务(字符串中找靶字母 f),且被试者的分心任务行为成绩好,并且实验结束后的问卷调查显示被试者并未注意到字符串上面的图片。因此,该实验中的面孔加工可以认为是“纯”内隐加工,无“意识”干扰。

一、面孔在内隐加工方式下仍具有刺激材料类型特异性

研究发现内隐加工方式下面孔 ERPs 早成分 N170 和 P170 与外显加工方式下 ERPs 早成分在波形、分布、潜伏期及波幅等方面具有一定程度的相似特性^[8-11],显示面孔的 N170 和 P170 波幅的绝对值最大,手机的相应波幅值最小,呈现等级特征,面孔的 P170 潜伏期比非面孔的缩短,并且 N170 均呈现右半球优势。因此,在内隐加工方式下面孔仍具有刺激材料类型特异性,进一步证明了 ERPs 早成分 N170 和 P170 反映了分类及早期知觉编码阶段^[12-13]。

然而,面孔在内隐加工方式下并无倒置效应和异族效应,正立面孔和倒置面孔 N170 和 P170 以及东西方面孔的 N170 和 P170 的潜伏期及波幅无显著差异,说明对面孔方向及种族的加工可能在相对较高级的阶段,或者受更高级的认知过程调控,呈现“自上而下”的调节机制。相反,在外显方式下的面孔加工识别过程中,面孔 ERPs 具有异族效应及倒置效应,呈现“自下而

上”的知觉过程。因此,结合内隐和外显加工方式下面孔不同方向和种族的 ERPs 特点,本研究认为面孔的倒置效应和异族效应具有“自下而上”和“自上而下”的双加工机制。此外,在面孔内隐认知的方式下反映面孔结构编码的 ERPs 早成分与外显方式下的 ERPs 早成分并不完全相同。内隐方式下 N170 和 P100 的潜伏期对刺激类型及方向并不敏感,并且面孔与非面孔的 P100 波幅在内隐方式下的差异程度大于外显方式下的差异程度,说明面孔的两种加工方式并不完全相同。

综上所述,面孔的内隐与外显加工存在一定的相似性,均存在刺激的分类处理及知觉结构编码两个阶段,并且这两个阶段均具有自动加工的特征。

二、面孔内隐加工研究具有重要的心理生理学意义

作为一种基本的认知活动,内隐加工存在多种不同的表现,如阈下刺激的感知、重复启动效应、对规则的无意识学习和概括抽象等。在阈下刺激的感知研究中,人们假设即使是在个体感觉阈限以下呈现的事件也会在人脑中留下痕迹,使个体对出现过的事件特征敏感或者存在情感偏好。因此,在测查任务中,只需要个体判断是否感知过在感觉阈限以下呈现的事件(再认任务),或者与其他事件相比是否对呈现过的事件存在偏好^[5-6]。同样,本研究也从神经电生理角度证明了面孔的内隐加工对外显识别具有启动效应,提供了“似曾相识”感的神经生理学证据。行为学方面无显著差异可能是由于本研究中呈现的刺激太快,加之有分心任务,以至于对面孔的加工可能非常肤浅,对外显识别的作用仅是极小的阈下知觉作用^[13-14]。本研究结果从另一方面也说明了在面孔的认知加工过程中电生理学指标比行为学指标改变更敏感,并且这种内隐加工的面孔在外显识别中的 ERP 特点也可以用作测谎的指标。

此外,利用面孔的内隐加工特点有利于面孔失认症患者的康复,通过一些训练策略,使患者体验对面孔的熟悉感。这些训练策略包括:重复启动、熟悉度区分、线索识别和语义激活。通过面孔的性别、职业及其他信息的辅助促使患者对面孔识别或产生熟悉感。这些综合信息可以共同激活有关的语义信息达到意识水平,从而克服原有的障碍。由于这是一种综合激活,而不是从单一的一张面孔所获得的信息,更有利于面孔失认症患者的康复。

结 论

面孔在内隐加工方式下的事件相关电位与外显方

式的相似,也呈现面孔的 ERP 特异性,但二者的 ERPs 时空特性不同,呈现分离的特征,面孔在内隐加工方式下无倒置效应和异族效应;面孔的内隐加工特性有助于面孔失认症患者的康复治疗,并可用于测谎等领域。

参 考 文 献

- [1] Cheng PJ, Pai MC. Dissociation between recognition of familiar scenes and of faces in patients with very mild Alzheimer disease: an event-related potential study. *Clin Neurophysiol*, 2010, 121:1519-1525.
- [2] Avidan G, Behrmann M. Implicit familiarity processing in congenital prosopagnosia. *J Neuropsychol*, 2008, 2:141-164.
- [3] Webb SJ, Jones EJ, Merkle K, et al. Response to familiar faces, newly familiar faces, and novel faces as assessed by ERPs is intact in adults with autism spectrum disorders. *Int J Psychophysiol*, 2010, 77:106-117.
- [4] Herzmann G, Sommer W. Effects of previous experience and associated knowledge on retrieval processes of faces: an ERP investigation of newly learned faces. *Brain Res*, 2010, 14:54-72.
- [5] Kaufman SB, DeYoung CJ, Gray JR, et al. Implicit learning as an ability. *Cognition*, 2010, 116:321-340.
- [6] 刘庆英,冯正直,王凤李,等. 知觉驱动条件下悲伤性心境对抑郁情绪个体内隐记忆的影响. *中华行为医学与脑科学杂志*, 2010, 19:444-447.
- [7] 雷军,朱海燕,袁建新,等. 不同注意条件对数字加工影响的事件相关电位研究. *中华物理医学与康复杂志*, 2006, 28:518-522.
- [8] Sreenivasan KK, Goldstein JM, Lustig AG, et al. Attention to faces modulates early face processing during low but not high face discriminability. *Atten Percept Psychophys*, 2009, 71:837-846.
- [9] Neumann MF, Schweinberger SR, Wiese H, et al. Event-related potential correlates of repetition priming for ignored faces. *Neuroreport*, 2007, 18:1305-1309.
- [10] Jemel B, Schuller AM, Goffaux V. Characterizing the spatio-temporal dynamics of the neural events occurring prior to and up to overt recognition of famous faces. *J Cogn Neurosci*, 2010, 22:2289-2305.
- [11] Saavedra C, Iglesias J, Olivares EI. Event-related potentials elicited by the explicit and implicit processing of familiarity in faces. *Clin EEG and Neurosci*, 2010, 41:24-31.
- [12] Caharel S, Montalan B, Fromager E, et al. Other-race and inversion effects during the structural encoding stage of face processing in a race categorization task: An event-related brain potential study. *Int J Psychophys*, 2011, 79:266-271.
- [13] 罗一峰,尹恕,吕田明,等. 面孔性别信息加工的事件相关电位时空模式研究. *中华神经医学杂志*, 2008, 7:717-720.
- [14] Caharel S, Jacques C, Arrieta O, et al. Early electrophysiological correlates of adaptation to personally familiar and unfamiliar faces across viewpoint changes. *Brain Res*, 2011, 1387:85-98.

(修回日期:2011-06-10)

(本文编辑:阮仕衡)