

记忆面孔, 男女有别: 关于面孔再认性别差异的行为与ERP研究

吕勇^①, 刘亚平^①, 罗跃嘉^②

① 天津师范大学心理与行为研究院, 天津 300074;

② 北京师范大学认知神经科学与学习国家重点实验室, 北京 100875

E-mail: ly6312@163.com

2011-01-22 收稿, 2011-04-08 接受

教育部人文社会科学研究基地重大项目(05JJDXXL003)和全国高校优秀博士论文作者专项资金(200708)资助项目

摘要 采用行为实验及事件相关电位技术, 通过学习-测验范式考察面孔再认中的性别差异, 结果发现: (i) 女性面孔更容易被记住, 且女性很可能比男性更擅长记忆面孔. (ii) 旧面孔诱发的 N170 波幅更大, 表明该脑电成分可受到面孔熟悉度的调制. (iii) 女性面孔诱发的 N170 波幅更大, 而男性面孔引发的 P2 波幅更大; 前者可能与女性面孔可变化的特征较多、需要更大的心理负载有关; 后者可能与男性面孔可变化的特征较少、再认难度较大, 从而需要更深的加工有关. (iv) 新旧面孔诱发女性被试的 P1 波幅存在差异, 但男性被试身上不存在此现象, 提示女性的脑活动可能比男性更早地受面孔的熟悉度所调制. 此外, 女性被试对于新旧面孔还表现出 P2, N250 波幅的差异, 且女性被试新旧效应涉及的头皮范围比男性更广, 这些都为女性较好的面孔再认能力提供了电生理证据.

关键词

性别差异
面孔加工
记忆
事件相关电位

男性和女性之间的心理差异一直是一个令人感兴趣的问题. 自从 Maccoby 和 Jacklin^[1]对此进行总结以来, 该领域新的研究仍不断涌现. 目前, 研究者普遍认为, 男性和女性尽管在总体认知能力(如 IQ)上不存在显著差异, 但某些特殊认知能力方面确实存在差别. 例如, 男性的空间能力优于女性^[2], 而女性的言语能力优于男性^[3]. 目前, 对于到底存在哪些认知能力的性别差异及其造成这些差异的原因仍属于值得进一步研究的课题^[4].

情景记忆能力的性别差异也得到了一些研究者的关注. 他们发现, 情景记忆能力的差异与记忆材料有关. 在使用语言材料的记忆任务中, 女性被试的成绩优于男性^[3]; 而在涉及空间信息加工的情景记忆任务中, 男性的成绩优于女性^[5]. 在关于情景记忆性别差异的研究中, 人类面孔常被作为记忆材料. 这类研究经常采用学习-测验范式. 在学习阶段, 先给被试

呈现一系列面孔, 间隔一段时间后, 在测验阶段把学习阶段被试见过的面孔与没见过的面孔进行混合后随机逐个呈现给被试, 让其判断每个面孔是否在学习阶段见过. 这类研究普遍发现, 女性的面孔再认能力优于男性^[6].

面孔是一种非常重要的外部刺激, 从他人的面孔中可以了解到很多信息, 如性别、年龄、种族、情绪等. 人具有很强的面孔再认能力, 甚至对于多年不见的朋友, 往往一见面就可以马上认出. 这种能力对于社会交往甚至生存都起到至关重要的作用. 许多研究表明, 与人对一般物体的心理加工相比, 对面孔的加工存在一定的特殊性^[7]. 目前, 研究者对于面孔加工过程已提出若干理论模型, 如 Bruce-Young 模型^[8]和 Valentine 模型^[9]. 根据 Bruce-Young 模型, 面孔加工的第一个阶段为面孔结构编码阶段, 此阶段之后是两条独立的通道: 第一条通道是有关视觉处

理的, 包含表情分析、面孔语言分析和直接视觉处理 3 个平行的处理单元; 第二条通道是关于面孔识别的, 包含面孔识别单元、个体特征单元和名字产生单元 3 个串行的处理过程. Haxby 等人^[10,11]和 Posamentier 等人^[12]根据近年来对于面孔加工神经机制的研究成果对上述模型进行了修正, 主要强调脑的不同部位参与面孔加工的不同阶段. Valentine 模型又称为多维面孔空间模型(multidimensional face-space model), 该模型认为面孔认知经验能够对面孔加工和存储能力产生影响. 在面孔空间中, 面孔作为点或向量被表征于一个多维欧几里得空间中, 不同的维度代表面孔的不同特征(如种族). 关于面孔在该空间存储的具体方式, 尚存在不同意见, 有人认为面孔是根据与“一般面孔”的差异性存储的, 也有人认为面孔是以不同样例的形式单独存储的^[13].

由于面孔属于人本身的组成部分或特征, 因此就涉及了近年研究者颇为关注的自我群体偏向(own-group bias)现象. 自我群体偏向指的是相对于群体外成员, 人们一般能更好地记忆群体内成员的相关信息. 关于自我群体偏向的研究大量集中在种族自我偏向上. 许多研究者发现, 人们对本族面孔的记忆能力要好于非本族面孔^[14], 这被称为面孔再认的异族效应(other race effect). 当群体分类的标准为年龄时, 类似的现象也得到了证实^[15]. 那么, 不同性别的人是否更易于记住同性面孔呢? 目前的研究还很少, 绝大多数研究只考虑了记忆主体的性别, 并没有把面孔的性别作为考察的变量. 在少数考虑面孔性别的研究中, 得到的结果也不完全相同. 对于女性面孔, 这些研究较为一致地发现女性被试记忆成绩更好; 而对于男性面孔, 有研究发现男性被试记忆成绩更好, 也有研究发现男女被试没有区别, 还有些研究发现女性被试的成绩更好^[16].

本研究拟将面孔性别纳入考察变量, 并使用事件相关电位(event-related potentials, ERP)技术对面孔再认的性别差异进行探讨, 以期对男女面孔再认过程中神经活动的差异获得了解. 目前已有的关于面孔加工的 ERP 研究中, 最受关注的脑电成分当属 N170, 它是波峰大约出现在刺激呈现后 170 ms 的负波, 最大波峰通常位于右侧后颞部, 被认为反映了 Bruce-Young 模型中结构编码阶段的加工. 倒立面孔相对于正立的面孔, N170 波幅更大并且潜伏期增加, Rossion 等人^[17]认为这是因为对这些刺激的结

构编码更困难, 再认它们需要更大的努力. 关于本族和异族面孔所诱发的 N170 的差异, 所得结果有所不同. 早期的研究并没有发现差异^[18], 而 Ito 和 Urland^[19]报告认为, 同族面孔诱发的 N170 更大, 但 Herrmann 等人^[20]认为, 同族面孔诱发的 N170 波幅下降.

在 N170 之后出现的是一个正朝向的波, 主要在枕颞区域, 即 P2. 典型面孔相对于非典型面孔诱发的 P2 波幅更大^[21]. Latinus 和 Taylor^[22]认为, 头皮后部的 P2 反映了第二次结构编码, 对面部身份确认很重要. Caharel 等人^[23]采用不熟悉的面孔、著名人物的面孔、被试自己的面孔为刺激, 发现越熟悉的面孔诱发的 P2 越小. Stahl 等人^[24]发现, 本族面孔比异族面孔诱发更大的 P2.

N250 成分出现在面孔呈现后 250~300 ms, 位置与 N170 相似. N250 对面孔身份敏感的证据主要来源于发现它受面孔熟悉度的调制, 面孔熟悉性或启动能分别增加或降低 N250 的波幅^[25]. 对学习面孔的多次重复, 会诱发左右对称的 N250. 近年来有人发现, N250 对于长时间获得的面孔表征敏感, 随着对陌生面孔的学习, N250 的波幅逐渐增加^[26].

在使用词汇作为材料的记忆研究中, 测验阶段被试在学习阶段学习过的词为“旧词”, 未学习过的词是“新词”, 已有研究^[27]发现旧词诱发的 ERP 有一个比新词更正的走向, 此即所谓的新旧效应(old/new effect). 在记忆面孔时, 也发现相似的现象^[28]. 研究者认为, 顶中部位的新旧效应对从情景记忆中大量地提取信息敏感^[29]. 相对于群体外成员, 对群体内成员的加工更加精细, 从而获得的信息更多, 导致新旧效应加强.

综上所述, 目前关于面孔再认性别差异研究只有极少数考虑到了面孔的性别, 且得到的结果也很不一致, 对于面孔记忆性别差异神经机制的研究也很少, 此外与面孔加工相关的 ERP 成分的心理含义尚未完全明了. 本研究拟采用 ERP 技术对此问题进行进一步探讨, 以期增加对面孔记忆性别差异及相关神经机制的了解. 实验采用学习-测验范式进行, 为 3 因素混合设计, 其中被试性别为组间因素(2 水平, 男/女), 面孔性别(2 水平, 男/女)和面孔新旧因素(2 水平, 新/旧, “新”为在测试阶段被试第一次见到的面孔, “旧”为在学习阶段被试已经见过, 因此在测试阶段被试第二次见到的面孔)为组内因素.

1 方法

(i) 被试. 男性被试 17 名(24.29 ± 1.57 岁), 女性被试 17 名(24.47 ± 1.46 岁), 皆为高校在读学生, 视力正常或矫正视力正常, 右利手, 身体健康, 无神经损伤史, 实验后获得少量报酬.

(ii) 刺激材料. 面孔照片共 288 张, 男女各半, 表情中性, 吸引力中等, 经图像编辑软件处理后达到大小、明暗、对比度和空间频率等基本一致, 为避免肤色的影响, 采用灰阶图片、黑色背景, 像素为 168×218 . 实验过程中照片距被试 0.9 m, 视角约为 $3.8^\circ \times 4.9^\circ$.

(iii) 实验过程. 实验在隔音、亮度适中的电磁屏蔽室中进行. 被试坐在一张舒适的椅子上, 前面与眼睛水平的位置上放置用于呈现面孔照片的电脑显示器. 照片呈现的时间和顺序使用 Neuroscan 公司的 Stim2 软件控制, 该软件还可记录被试的按键反应.

实验采用“学习-测验”范式进行, 共分为 9 个 block, 每个 block 都包含学习、测验 2 个阶段, 每隔 3 个 block 被试休息 5 min. 在每个 block 的学习阶段, 呈现 8 张男性面孔和 8 张女性面孔, 每张面孔呈现 3 s, 被试的任务是对面孔的性别作出反应, 同时要求被试记忆面孔; 在测验阶段, 呈现 16 张学习阶段见过的面孔和 16 张新面孔(男女各半), 每张面孔呈现 2 s, 要求被试判断呈现的面孔是否在学习阶段见过, 见过按左键, 没有见过按右键, 按键的手在被试间平衡. 学习阶段与测验阶段间隔 30 s.

(iv) 脑电数据记录. 记录脑电的仪器为 Neuroscan 公司生产的 EEG/ERP 系统. 实验中被试佩戴 Quick-cap64 导脑电帽, 前额发际下 1 cm 处接地, 参考电极位于左乳突, 在眼眶周围记录水平眼电(HEOG)和垂直眼电(VEOG), 采样率为 500 Hz, 模拟滤波带通为 0.05~100 Hz, 头皮电阻小于 5 k Ω , 导联方法采用国际 10-20 系统(图 1).

(v) 行为数据处理. 除对被试在学习阶段的反应时和正确率数据进行方差分析之外, 还根据信号检验论原理, 计算测验阶段被试的辨别力 d' . d' 值越大, 表明辨别力越高, 反映被试的再认能力越强, 计算公式为 $d' = Z(\text{击中的百分比}) - Z(\text{虚报的百分比})$.

(vi) 脑电数据. 离线分析测验阶段面孔照片诱发的脑电, 分析时程为照片呈现前 200 ms 至呈现后 1000 ms, 照片呈现前 200 ms 做基线. 根据垂直眼电校正眨眼伪迹, 并进行 30 Hz (12 dB/oct, zero phase

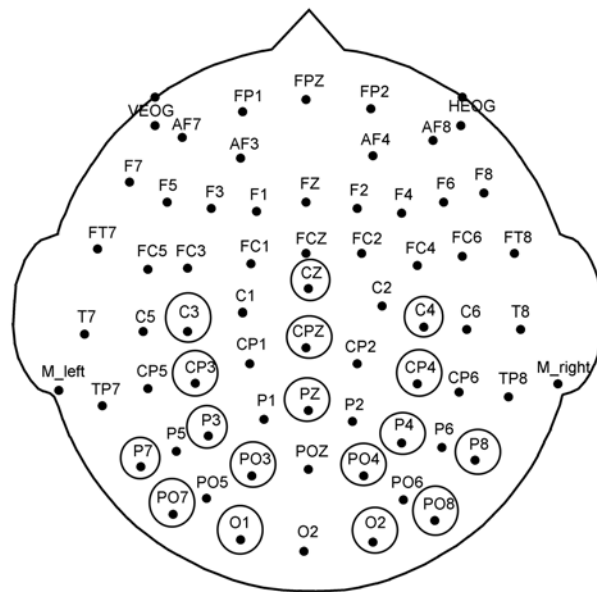


图 1 电极分布图

圈中者为参加统计分析的电极

shift)低通滤波, 排除波幅超过 $\pm 80 \mu\text{V}$ 的脑电分段, 再转化为所有电极(记录眼电的电极除外)的平均值为参考. 经叠加后, 男性被试和女性被试分别得到 4 条 ERP 曲线: 男性旧照片、男性新照片、女性旧照片、女性新照片. 叠加次数 43~55 次.

从 ERP 总平均图(图 2 和 3)可以看到, 各种实验条件都出现了 P1, N170, P2, N250, LPC (late positive component) 等多个明显的 ERP 成分. 根据相关文献和对总平均图的观察选择参加统计的电极及各 ERP 成分的时间窗口. 其中 P1, N170, P2, N250 所选电极相同, 为 O1, O2, P7, P8, PO3, PO4, PO7, PO8. 另外, P1, N170 的测量指标为潜伏期和峰值, 其时间窗口分别为 80~130, 130~200 ms; P2, N250 使用平均波幅(选定时间窗口内各采样点电压的平均值)作为波幅测量指标, 时间窗口分别为 200~240, 250~290 ms. 对 LPC 也是测量平均波幅, 所选电极点为 C3, C4, CZ, CP3, CP4, CPZ, P3, P4, PZ, 时间窗口为 400~600 ms. 采用 SPSS11.5 统计软件对数据进行重复测量方差分析, 涉及的因素有被试性别、照片性别、照片新旧和电极位置, 依具体情况选择不同的因素和电极位置. 对 LPC 的统计采用在差异波(旧照片减去新照片)上测得的数据进行, 而其他成分采用从原始波测得的数据进行. 对 ERP 数据进行统计时采用 Greenhouse-Geisser 法矫正 P 值, 如统计检验未达到显著水平且

结果无特殊意义则下文不予报告.

2 结果

2.1 行为数据

被试在学习阶段和测验阶段的行为数据如表 1 所示.

以被试性别和照片性别为自变量对 d' 进行方差分析表明, 照片性别的主效应显著, $F(1,32) = 32.44$, $P < 0.001$, 女性照片的 d' 值更大; 被试性别的主效应边缘显著, $F(1,32) = 4.02$, $P = 0.053$, 女性被试的 d' 值更大.

2.2 ERP 数据

(i) P1. 统计分析显示, 不同性别被试 P1 的潜伏期差异显著, $F(1,32) = 10.81$, $P < 0.01$, 女性被试的潜伏期(102.9 ± 1.7 ms)显著短于男性被试(110.6 ± 1.7 ms).

对 P1 的波幅统计分析表明, 新旧因素与被试性别因素交互作用显著, $F(1,32) = 10.60$, $P < 0.01$. 进一步分析显示, 对于男性被试, 旧照片的波幅(3.49 ± 0.42 μV)与新照片(3.29 ± 0.41 μV)不存在显著差异, $P > 0.05$; 而对于女性被试, 新照片的波幅(4.14 ± 0.65 μV)大于旧照片的波幅(3.84 ± 0.65 μV), $P < 0.05$; 电极位置主效应显著, $F(7,224) = 14.86$, $P < 0.001$, 最大波幅出现在 O2 电极位置上(4.66 ± 0.48 μV), 并与 P7, P8, PO4 位置差异显著, $P > 0.05$.

对学习阶段反应时和正确率进行方差分析, 自变量为被试性别因素和照片性别因素, 未发现具有统计学意义的显著差异, $P > 0.05$.

(ii) N170. 对 N170 潜伏期分析表明, 新旧因

素主效应显著 $F(1,32) = 8.60$, $P < 0.01$, 旧照片的潜伏期(163.9 ± 2.5 ms)小于新照片(165.2 ± 2.57 ms); 电极位置的主效应显著, $F(7,224) = 4.19$, $P < 0.01$; 照片性别与被试性别的交互作用显著, $F(1,32) = 4.87$, $P < 0.05$. 进一步分析表明, 男性被试对女性照片潜伏期更短(男性照片, 166.7 ± 2.8 ms; 女性照片, 164.5 ± 2.7 ms), $P < 0.05$.

统计分析显示, 不同性别的照片诱发的 N170 波幅存在显著差异, $F(1,32) = 9.61$, $P < 0.01$, 女性照片的波幅(-3.90 ± 0.37 μV)大于男性照片的波幅(-3.60 ± 0.36 μV); 新旧因素存在显著的主效应, $F(1,32) = 13.45$, $P < 0.001$, 旧照片的波幅(-3.91 ± 0.37 μV)大于新照片(-3.59 ± 0.36); 电极位置的主效应显著, $F(7,224) = 8.46$, $P < 0.001$, 在 P8 电极位置上波幅最大(-5.70 ± 0.51 μV), 并与 O1, O2, PO3, PO4, PO8 位置差异显著, $P > 0.05$.

(iii) P2. 方差分析显示, 照片性别存在显著主效应, $F(1,32) = 23.36$, $P < 0.001$, 男性照片的 P2 波幅(1.35 ± 0.49 μV)大于女性照片(0.78 ± 0.47 μV); 电极位置的主效应显著, $F(7,224) = 7.06$, $P < 0.001$, 最大波幅出现在 PO7 电极位置(1.82 ± 0.50 μV), 并与 P8 位置差异显著, $P > 0.05$; 照片性别、照片新旧、电极位置、被试性别四因素交互作用边缘显著, $F(7,224) = 2.43$, $P = 0.05$, 进一步分析显示, 对于男性被试而言, 照片新旧不存在显著差异(新照片, 1.10 ± 0.53 μV ; 旧照片, 1.18 ± 0.56 μV), $P > 0.05$, 对于女性被试而言, 照片新旧存在显著差异, $P < 0.05$, 新照片波幅(1.12 ± 0.78 μV)大于旧照片(0.86 ± 0.81 μV).

(iv) N250. 对 N250 的波幅进行统计分析显示, 照片性别存在显著的主效应, $F(1, 32) = 7.92$, $P < 0.01$, 女性照片波幅(-0.47 ± 0.33 μV)显著大于男性照片

表 1 学习阶段和测验阶段的行为数据

	男性被试		女性被试	
	男性面孔	女性面孔	男性面孔	女性面孔
学习阶段				
正确率	0.99	1.00	0.99	0.98
反应时(ms)	796 $\pm$ 153	793 $\pm$ 164	750 $\pm$ 157	736 $\pm$ 146
测验阶段				
击中率	0.64 $\pm$ 0.14	0.74 $\pm$ 0.11	0.72 $\pm$ 0.12	0.82 $\pm$ 0.10
击中反应时(ms)	946 $\pm$ 132	886 $\pm$ 123	929 $\pm$ 99	799 $\pm$ 82
虚报率	0.16 $\pm$ 0.10	0.17 $\pm$ 0.11	0.14 $\pm$ 0.11	0.13 $\pm$ 0.10
虚报反应时(ms)	1155 $\pm$ 186	1125 $\pm$ 204	1198 $\pm$ 211	1132 $\pm$ 257
d'	1.45 $\pm$ 0.58	1.75 $\pm$ 0.62	1.79 $\pm$ 0.61	2.21 $\pm$ 0.62

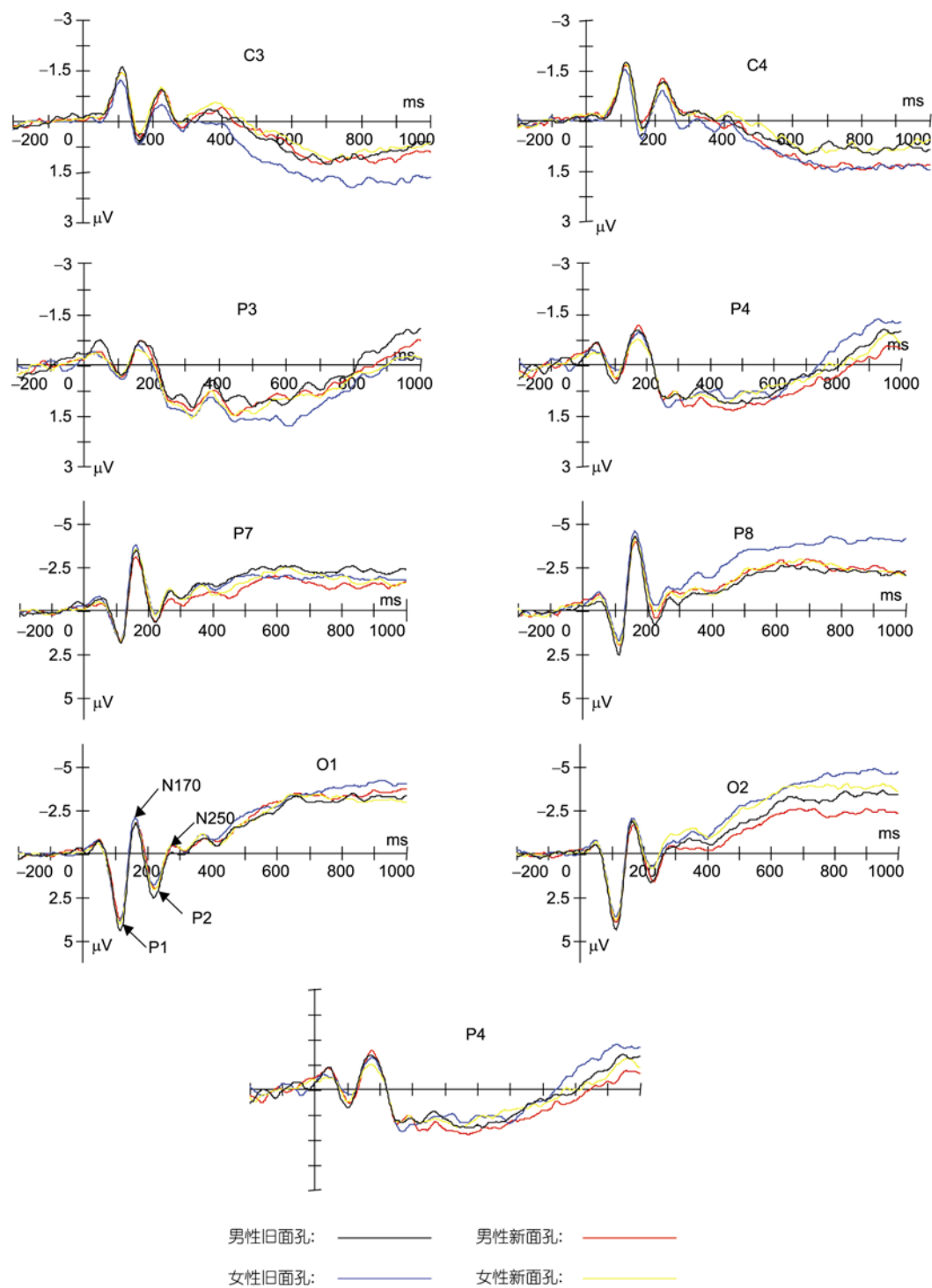


图2 测验阶段男性被试的ERP总平均图

($-0.11 \pm 0.36 \mu\text{V}$); 电极位置存在显著的主效应, $F(7,224) = 4.65$, $P < 0.01$, 在P7电极位置波幅最大 ($-1.17 \pm 0.38 \mu\text{V}$), 并与PO3, PO7位置差异显著, $P >$

0.05; 照片新旧与被试性别的交互作用显著 $F(1,32) = 16.85$, $P < 0.001$. 简单效应分析表明, 对于男性被试, 新旧照片之间不存在显著差异(新照片, $-0.13 \pm 0.53 \mu\text{V}$;

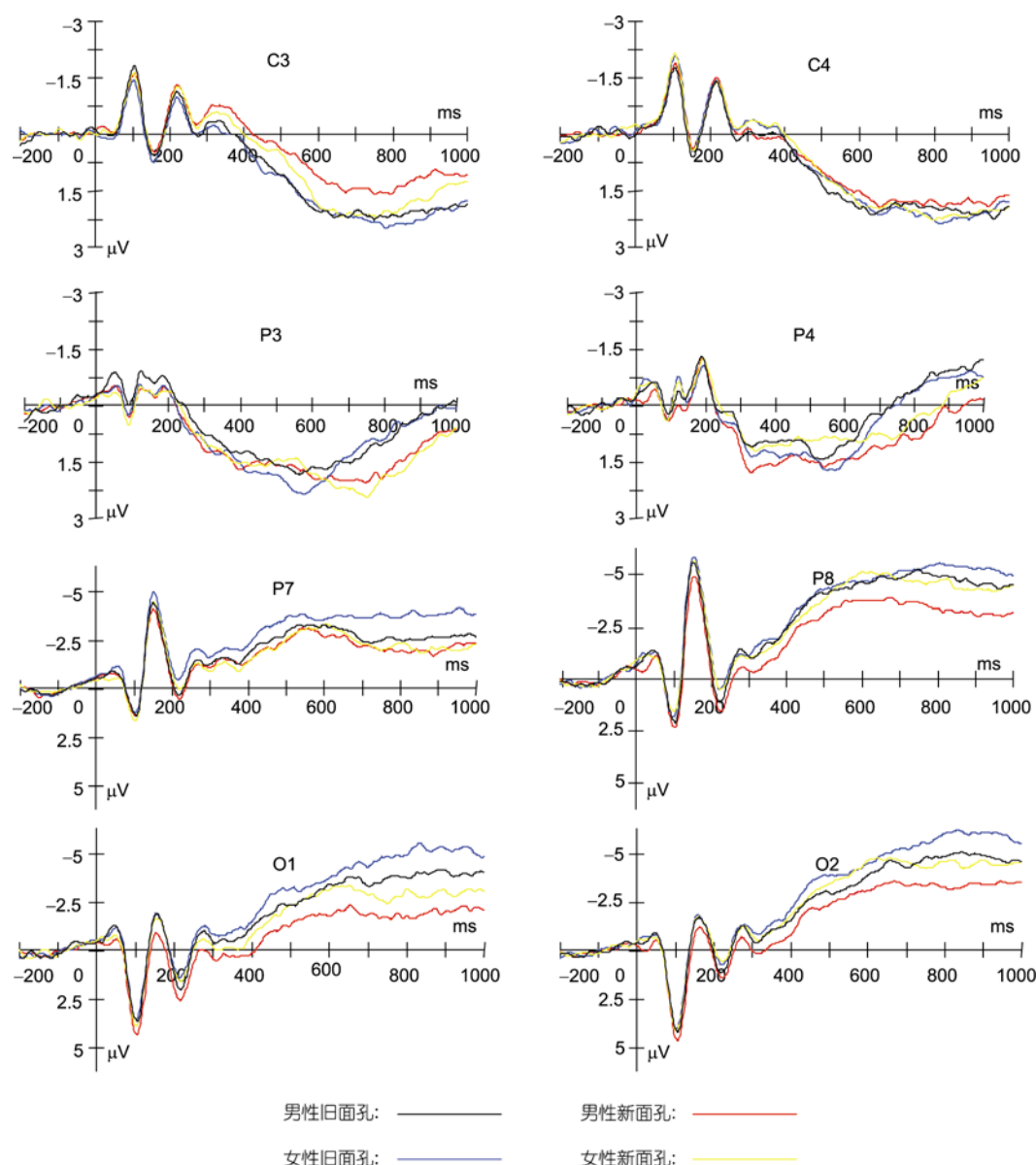


图3 测验阶段女性被试的ERP总平均图

旧照片, $-0.41 \pm 0.55 \mu\text{V}$), $P > 0.05$, 对于女性被试, 新旧照片之间存在显著差异, 旧照片的波幅($-0.74 \pm 0.41 \mu\text{V}$)显著大于新照片($-0.24 \pm 0.44 \mu\text{V}$), $P < 0.001$.

(v) 新旧效应. 图4是不同性别的被试观看新旧面孔时的差异波(旧面孔减去新面孔). 可以看到, 在LPC的时间窗口内, 无论男性被试还是女性被试, 也无论观看的是男性面孔还是女性面孔, 头皮顶部都出现了一个正走向的波, 表明旧面孔引发的波形较之新面孔更正, 此即新旧效应. 图5是LPC成分差异波的脑地形图, 从地形图中可以观察到女性被试的

头皮分布更广泛, 且男女被试皆存在观看女性面孔时在头皮顶后部分布更广泛的现象. 对LPC的差异波进行统计分析, 结果显示被试性别、照片性别、电极位置的交互作用显著, $F(8, 256) = 2.61$, $P < 0.05$. 简单效应分析表明, 对于男性被试而言, 在C4点, 对女性照片的新旧效应更强(男性照片, $-0.18 \pm 1.07 \mu\text{V}$; 女性照片, $0.49 \pm 1.24 \mu\text{V}$), $P < 0.05$; 对于女性被试而言, 在CP3, P4, PZ电极点, 对女性面孔的新旧效应大于男性面孔(在CP3点, 男性照片 $-0.10 \pm 0.98 \mu\text{V}$, 女性照片 $0.51 \pm 0.84 \mu\text{V}$; 在P4点, 男性照片 -0.35 ± 0.86

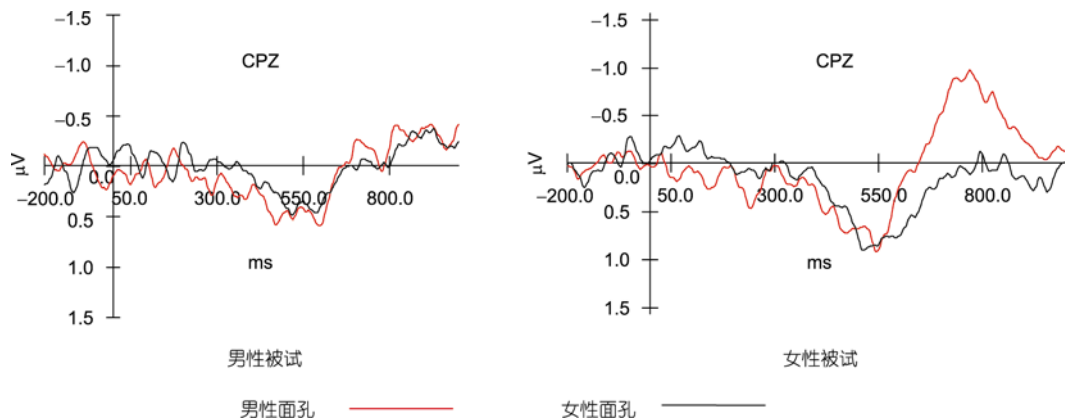


图4 不同性别的被试观看新旧面孔时的差异波(旧照片减去新照片)

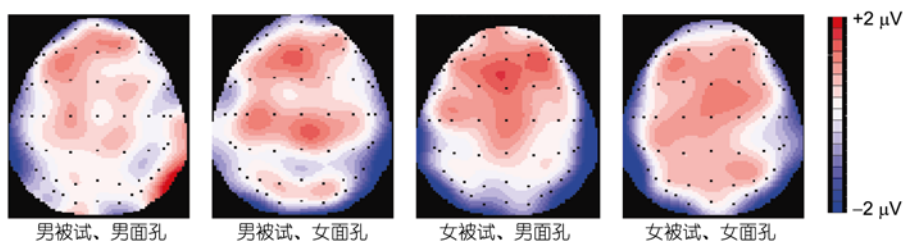


图5 新旧面孔LPC成分差异波的头皮分布(400~600 ms)

μV , 女性照片 $0.54 \pm 0.74 \mu\text{V}$; 在 PZ 点, 男性照片 $-0.21 \pm 0.94 \mu\text{V}$, 女性照片 $0.61 \pm 1.04 \mu\text{V}$, $P < 0.05$.

3 讨论

本研究考察了不同性别的被试再认不同性别面孔时的情况, 结果发现无论男性被试还是女性被试, 都是对女性照片的再认成绩更好, 表明男性不存在自我性别偏见, 而女性存在自我性别偏见. 此外, 本研究还发现, 男性和女性再认面孔成绩的差异达到了边缘显著水平, 很可能女性比男性更擅长记忆面孔. 伴随以上行为结果, 不同性别的被试在面孔再认过程中 P1, N170, P2 等 ERP 成分出现相应的改变, 这些结果将在下文详细讨论.

3.1 行为结果

在本研究中, 被试对于女性面孔的记忆成绩好于男性面孔, 这与以往的研究结果是一致的^[5,30]. 多维空间模型在解释面孔记忆中的异族效应时指出, 每个面孔都在多维面孔空间得到编码, 由于人们在生活中较少遇到其他种族的人, 因此加工外族面孔的经验就少, 导致在这个多维面孔空间划出的空间

就小^[31]. 特征理论(feature theory)认为, 人们在加工外族面孔时, 倾向于更多注意到其种族特征(如白种人在与黑人交往的时候, 更多注意到对方的肤色、鼻子的宽度等), 而在加工本族面孔的时候更多注意到个体特征^[32]. 近年来又有人提出, 人们在加工本族面孔时更偏重整体性观察, 而对面孔的整体性观察对于准确再认是非常重要的^[33]. 我们注意到, 上述理论虽然对于面孔记忆的异族效应提出了不同解释, 但它们都认为加工本族面孔和外族面孔之所以出现差异, 其根本原因在于经验的不同, 即经验的积累导致在加工方式和加工过程上出现差异. 我们认为, 经验的作用既可以导致产生面孔记忆中的种族效应, 也可以产生性别效应. 在中国, 婴幼儿在家庭中的主要看护者是女性, 幼儿教师和中小学教师也是女性居多, 虽然随着年龄的增长, 儿童的玩伴逐渐过度为以同性为主, 但年幼时期与女性面孔较多的接触可能会对其面孔加工系统产生长久的影响. 从青春开始, 人们对于异性的兴趣增加, 但由于社会文化和性别角色的作用, 男性可能比女性更多、更公开地观察异性, 这也可能导致人们加工女性面孔的经验多于男性面孔. 因此, 虽然目前尚缺乏直接证据, 但人

们在日常生活中(尤其在幼年时期)接触女性面孔很可能多于男性面孔,较多加工经验导致对女性面孔记忆能力更强,从而造成在本实验中对女性面孔的记忆成绩更好。

在本实验中,女性再认面孔的 d' 与男性被试相比差异达到边缘显著水平,提示女性很可能比男性有更好的面孔再认能力。不少研究发现,女性再认面孔的成绩确实好于男性^[3,6],最近以中国人为被试进行的研究也证实了这一点^[34]。在进化过程中,男女分工的不同造成认知能力的性别差异。男性往往充当“狩猎者”的角色,导致其心理功能偏重“事务性”,空间能力等较强;而女性则常常充当“家庭看护者”角色,其认知功能偏重“社会性”,语言、面孔加工等能力较强。许多研究表明,与男性相比,女性对人类更感兴趣^[35]。Baron-Cohen 等人^[36,37]的研究证实,女婴比男婴更关注面孔,与他人有更多的目光交流。

Baron-Cohen^[38,39]提出,男女的人格差异主要体现在 E-S 维度上。E,即移情(empathizing),指对他人心态的理解和对他人行为的预测,以使用适当的方式对他人进行反应的特质;S 即系统化(systemizing),指一些支配该系统的规则所形成的系统。女性具有较为突出的移情特性,处在 E-S 维度的 E 端;而男性具有较为突出的系统化特征,处在 E-S 维度的 S 端。按照该理论,女性的移情特性会使得她们更多地观察他人的情绪表现,而面孔携带了最丰富、最清晰的情绪信息,这就导致女性更多地观察他人的面孔,从而获得了较之男性更多的面孔加工经验,促进了其面孔加工能力的提高。

需要指出的是,认知功能的性别差异可能既受到经验的影响,也受到先天遗传因素的影响,并且二者几乎是不可能截然分开的。从胚胎期开始,由于性激素的作用,男性和女性脑的发育即开始分化,导致他们的脑结构存在细微的差异。目前,关于脑的性别二态性(sexual dimorphism)研究已发现,男性和女性在下丘脑、胼胝体等结构上存在不同^[40]。借助脑成像技术发现,男性脑中白质(主要是胼胝体)和灰质的比例明显较女性小,男性脑中神经元数量较多且排列紧密,细胞间短距离纤维较女性多。近 20 年来还有不少研究关注性激素的作用^[41,42]。不过诸如睾酮、雌二醇这类性激素在造成认知功能性别差异过程中起到的作用,学术界尚未达成一致看法^[4]。总的看来,男女脑结构的差异并不特别明显,已发现的差异与

认知功能的对应关系尚不明了。性激素对认知功能性别差异的作用也是如此。男性和女性再认面孔能力的差异很可能是进化因素、生理因素与社会因素交互作用的结果,理清其交互作用的机理尚需大量的研究工作。

3.2 ERP 结果

(i) P1. 在本研究中,女性被试的 P1 潜伏期显著短于男性,这与以往研究的结论是一致的。Stockard 等人^[43]曾对 100 名不同性别被试观看模式翻转刺激诱发的 P1 进行统计,发现女性 P1 的潜伏期比男性约短 3 ms。Proverbio 等人^[44]也发现,不同性别的被试观察不同表情的婴儿面孔,女性 P1 的潜伏期短于男性。这可能与女性被试头颅较小、颅骨较薄以及脑内温度较高有关。

ERP 研究者普遍认为,枕部 P1 反映了早期视觉加工过程,其波幅对刺激的对比度、亮度和空间频率等物理属性敏感^[45],也对注意和唤醒水平敏感^[46]。一般认为,在面孔呈现后的 100 ms 左右,被试可以将刺激成功地分类成面孔与非面孔,但此时还不能成功地再认面孔^[47,48]。但是上述研究并未区分被试的性别。本研究显示,对男性被试而言,新旧照片诱发的 P1 波幅不存在显著差异,但女性被试的情况有所不同,即女性被试观看新照片时 P1 波幅大于观看旧照片的时候,这是一个新的发现。我们注意到,方差分析并未显示存在被试性别的主效应,这就是说如果不考虑被试性别,那么新旧照片诱发的 P1 波幅就没有显著差异,我们认为这可能就是以往的研究没有发现 P1 波幅受到面孔熟悉度影响的原因。本实验发现,女性被试在 P1 的时间窗口即已出现对新旧面孔不同的 ERP 反应,而男性不存在这样的情况,因此我们推测女性对面孔的熟悉度更敏感,能更早感受到面孔是否见过,面孔熟悉度对她们脑活动的调制甚至可以提早到对面孔进行结构编码之前进行。当然,上述结论尚需进一步研究证实。

(ii) N170. 本研究发现,旧照片的 N170 的潜伏期小于新照片,这与以往研究结果^[49]是一致的。潜伏期的缩短表明面孔的熟悉性能够加快对面孔结构的编码。值得注意的是,男性被试对女性照片的 N170 潜伏期短于男性照片,表明男性被试对女性面孔的结构编码较早。

在本研究中,女性面孔诱发的 N170 波幅更大,

这个结果独立于被试性别,即无论男性被试还是女性被试,其 N170 波幅皆为女性照片更大.我们认为这可能是因为编码女性面孔比男性面孔需要更多的心理负载所致. Rossion 等人^[17]认为,翻转面孔的 N170 波幅增加是因为对这些刺激的结构编码更困难.相对于男性面孔,女性面孔可变化的特征更多(如发型等),因此编码女性面孔需处理的信息量更大,所以导致在本实验中女性面孔诱发的 N170 更大.而 Sagiv 和 Bentin^[50]认为,翻转面孔 N170 波幅的增加是由于相对于整体,对面孔各部分分析的增加,因此 N170 波幅的增加也可能是反映了对女性面孔细节的更多心理资源的投入.

在本实验中,旧面孔的 N170 波幅更大,这与以往的研究一致^[23,51],这些研究表明结构编码阶段受到了熟悉度的调节. Barrett 等人^[28]认为, N170 可能反映了对再认过程的调节,而不是再认的结果,可能从这时开始积累分辨面孔的重要信息.熟悉面孔诱发更大的负波可能是由于激活了更大的表征网络或者反映包含了对这些面孔结构编码不同的功能机制.熟悉面孔的认知表征受到自上而下调节的影响.因为没有见过的面孔在记忆中没有表征,所以这些刺激不能受到自上而下的影响.另外一个解释由 Yantis^[52]提出,认为 N170 可能受注意的调节,熟悉性作为一个外在的因素,引起了对面孔更多的注意,所以对熟悉性的面孔注意得更多.

(iii) P2. 在本实验中,男性照片的平均波幅大于女性照片,这与 Ito 和 Urland^[53]的实验结果一致. Latinus 和 Taylor^[54]认为 P2 波幅的增加反映了对刺激更深或更广泛的加工.男性照片相对于女性照片来说,外部特征较不明显,更难以辨认,所以需要对其进行更深的加工.

前人研究发现,越是熟悉的面孔诱发的 P2 波幅越小^[23].在本实验中,旧面孔诱发的 P2 波幅小于新面孔,不过该现象仅见于女性被试,这与女性被试在实验中表现出来的较高的辨别面孔新旧的能力相对应.

(iv) N250. Tanaka 和 Pierce^[55]认为 N250 是对个体面孔表征的指标,而不仅仅是面孔基本分类表征的指标. N250 对面孔熟悉度敏感,熟悉面孔诱发的波幅更大.在本实验中,女性面孔诱发的 N250 波幅大于男性面孔,这与本实验中对女性面孔较好的再认成绩是一致的.此外,本实验中对于女性被试,

照片新旧之间存在显著差异,旧照片 N250 波幅显著大于新照片,但是男性被试则不存在这种差异,该结果与女性被试较好的再认成绩相对应.

Wiese 等人^[49]在研究自我年龄群体偏见时发现,年轻被试对年轻旧面孔的 N250 波幅高于年轻新面孔,而年老被试则没有,因此他们认为 N250 是第一个与自我年龄偏见相关的 ERP 成分.但在本研究中,女性被试的 N250 波幅对照片的新旧存在显著差异,无论是男性照片还是女性照片,均存在这种现象,因此不支持 N250 是与面孔再认的自我群体偏见相关的 ERP 成分的观点.

(V) 新旧效应. 在 Wiese 等人^[49]的实验中发现,年轻人记忆年轻面孔的成绩更好,同时新旧效应也更大.本研究中亦发现类似的现象,即被试对女性面孔的记忆能力更强,新旧效应也更大.与此同时,在女性被试身上,新旧效应的这种增大较之男性被试有更广泛的头皮分布. Vilberg 等人^[56]认为,顶叶新旧效应对从长时记忆中大量地提取信息敏感,因此当行为反应中正确率更高时,ERP 数据中的新旧效应就更大.

4 结论

本实验采用学习-测验范式对再认面孔的性别效应进行了研究,结果提示女性可能比男性再认面孔的能力更强,且女性面孔比男性面孔更容易记忆.对测验阶段脑电数据的分析使得对上述差异的神经机制以及相关 ERP 成分的心理意义获得了一些新的了解.

(i) 女性面孔更容易被记住,且男性和女性的面孔再认能力很可能存在差异,女性比男性更擅长记忆面孔.上述结果表明女性在面孔记忆中存在自我群体偏见,而男性不存在.

(ii) 旧面孔诱发的 N170 波幅更大,表明该脑电成分受到面孔熟悉度的调制.

(iii) 女性面孔引发的 N170 波幅更大,而男性面孔引发的 P2 波幅更大;前者可能与女性面孔可变化的特征较多、需要更大的心理负载有关;后者可能与男性面孔可变化的特征较少、再认难度较大,从而需要更深的加工有关.

(iv) 新旧面孔诱发女性被试的 P1 波幅存在差异,但男性被试身上不存在此现象,提示女性的脑活动可能比男性更早地受面孔的熟悉度调制.此外女性

被试对于新旧面孔还表现出对于个体面孔识别敏感的 ERP 成分 P2 和 N250 波幅的差异, 且女性被试新旧效应涉及的头皮范围比男性更广, 这些都为女性较好的面孔再认能力提供了电生理证据。

参考文献

- 1 Maccoby E E, Jacklin C N. *The Psychology of Sex Differences*. Stanford, CA: Stanford University Press, 1974
- 2 Voyer D, Voyer S, Bryden M P. Magnitude of sex differences in spatial abilities: A meta-analysis and consideration of critical variables. *Psychol Bull*, 1995, 117: 250–270
- 3 Hyde J S, Linn M C. Gender differences in verbal ability: A meta-analysis. *Psychol Bull*, 1988, 140: 53–69
- 4 Herlitz A, Loven J. Sex differences in cognitive functions. *Acta Psychol Sin*, 2009, 41: 1081–1090
- 5 de Frias C M, Nilsson L G, Herlitz A. Sex differences in cognition are stable over a 10-year period in adulthood and old age. *Aging Neuropsychol Cogn*, 2006, 13: 574–587
- 6 Rehnman J, Herlitz A. Women remember more faces than men do. *Acta Psychologica*, 2007, 124: 344–355
- 7 秦速勋, 沈政. 面孔识别的特殊性. *心理科学*, 2001, 24: 604–605
- 8 Bruce V, Young A W. Understanding face recognition. *Br J Psychol*, 1986, 77: 305–327
- 9 Valentine T. A unified account of the effects of distinctiveness, inversion, and race in face recognition. *Quart J Exp Psychol Sect A*, 1991, 43: 161–204
- 10 Haxby J V, Hoffman E A, Gobbini M I. The distributed human neural system for face perception. *Trend Cogn Sci*, 2000, 4: 223–233
- 11 Haxby J V, Hoffman E A, Gobbini M I. Human neural systems for face recognition and social communication. *Biol Psych*, 2002, 51: 59–67
- 12 Posamentier M T, Abdi H. Processing faces and facial expressions. *Neuropsychol Rev*, 2003, 13: 113–143
- 13 Byatt G, Rhodes G. Recognition of own-race and other-race caricatures: Implications for models of face recognition. *Vis Res*, 1998, 38: 2455–2468
- 14 Meissner C A, Brigham J C. Thirty years of investigating own-race bias in memory for faces: A meta-analytic review. *Psychol Public Policy Law*, 2001, 7: 3–35
- 15 Anastasi J S. An own-age bias in face recognition for children and older adults. *Psychon Bull Rev*, 2005, 12: 1043–1047
- 16 Rehnman J. *The role of gender in face recognition*. Doctoral Dissertation. Stockholm, Sweden: Stockholm University, 2007
- 17 Rossion B, Delvenne J F, Debatisse D, et al. Spatio-temporal localization of the face inversion effect: An event-related potentials study. *Biol Psychol*, 1999, 50: 173–189
- 18 Caldara R, Rossion B, Bover P, et al. Event-related potentials and time course of the ‘other-race’ face classification advantage. *Neuroreport*, 2004, 15: 905–910
- 19 Ito T A, Urland G R. The influence of processing objectives on the perception of faces: An ERP study of race and gender perception. *Cogn Affect Behav Neurosci*, 2005, 5: 21–36
- 20 Herrmann M J, Schreppel T, Jager D, et al. The other-race effect for face perception: An event-related potential study. *J Neural Transm*, 2007, 114: 951–957
- 21 Halit H, de Haan M, Johnson M H. Modulation of event-related potentials by prototypical and atypical faces. *Neuroreport*, 2000, 11: 1871–1875
- 22 Latinus M, Taylor M J. Face processing stages: Impact of difficulty and the separation of effects. *Brain Res*, 2006, 1123: 179–187
- 23 Caharel S, Poiroux S, Bernard C, et al. ERPs associated with familiarity and degree of familiarity during face recognition. *Intl J Neurosci*, 2002, 112: 1499–1512
- 24 Stahl J, Wiese H, Schweinberger S R. Expertise and own-race bias in face processing: An event-related potential study. *Neuroreport*, 2008, 19: 583–587
- 25 Nasr S, Esteky H. A study of N250 event-related brain potential during face and non-face detection tasks. *J Vis*, 2009, 9: 1–14
- 26 Tanaka J W, Curran T, Porterfield A L, et al. Activation of preexisting and acquired face representations: The N250 event-related potential as an index of face familiarity. *J Cogn Neurosci*, 2006, 18: 1488–1497
- 27 Rugg M D, Doyle M C, Wells T. Word and nonword repetition within and across-modality: An event-related potential study. *J Cogn Neurosci*, 1995, 7: 209–227

- 28 Barrett S E, Rugg M D, Perrett D I. Event-related potentials and the matching of familiar and unfamiliar faces. *Neuropsychologia*, 1988, 26: 105–117
- 29 Rugg M D, Curran T. Event-related potentials and recognition memory. *Trend Cogn Sci*, 2007, 11: 251–257
- 30 Herlitz A, Nilsson L G, Backman L. Gender differences in episodic memory. *Mem Cogn*, 1997, 25: 801–811
- 31 Valentine T, Endo M. Towards an exemplar model of face processing: The effects of race and distinctiveness. *Quart J Exp Psychol*, 1992, 44: 671–703
- 32 Levin D T. Race as a visual feature: Using visual search and perceptual discrimination tasks to understand face categories and the cross-race recognition. *J Exp Psychol Gener*, 2000, 129: 559–574
- 33 Michel C, Rossion B, Han J, et al. Holistic processing is finely tuned for faces of one's own race. *Psychol Sci*, 2006, 17: 608–615
- 34 吕勇, 于乐, 刘亚平. 面孔再认能力性别差异的实验研究. *心理与行为研究*, 2010, 8: 18–22
- 35 McKelvie S J. Sex differences in memory for faces. *J Psychol*, 1981, 107: 109–125
- 36 Conellan J, Baron-Cohen S, Wheelwright S, et al. Sex differences in human neonatal social perception. *Infant Behav Dev*, 2001, 23: 113–118
- 37 Lutchmaya S, Baron-Cohen S, Raggatt P. Foetal testosterone and eye contact in 12-month-old human infants. *Infant Behav Dev*, 2002, 25: 327–335
- 38 Baron-Cohen S. Autism, hypersystemizing, and truth. *Quart J Exp Psychol*, 2008, 61: 64–75
- 39 Baron-Cohen S. Autism: The empathizing–systemizing (E-S) theory. *Ann N Y Acad Sci*, 2009, 1156: 68–80
- 40 LeVay S. A difference in hypothalamic structure between heterosexual and homosexual men. *Science*, 1991, 253: 1034–1037
- 41 Yaffe K, Vittinghoff E, Ensrud K E, et al. Effects of ultra-low-dose transdermal estradiol on cognition and health-related quality of life. *Arch Neurol*, 2006, 63: 945–950
- 42 McCarthy M M. Estradiol and the developing brain. *Physiol Rev Jan*, 2008, 88: 91–134
- 43 Stockard J J, Hughes J F, Sharbrough F W. Visual evoked potentials to electronic pattern reversal: Latency variations with gender, age and technical factors. *Am J EEG Technol*, 1979, 19: 171
- 44 Proverbio A M, Brignone V, Matarazzo S, et al. Gender differences in hemispheric asymmetry for face processing. *BMC Neurosci*, 2006, 7: 44–53
- 45 Schendan H E, Ganis G, Kutas M. Neurophysiological evidence for visual perceptual categorization of words and faces within 150 ms. *Psychophysiology*, 1998, 35: 240–251
- 46 Vogel E K, Luck S J. The visual N1 component as an index of a discrimination process. *Psychophysiology*, 2000, 37: 190–203
- 47 Liu J, Harris A, Kanwisher N. Stages of processing in face perception: An MEG study. *Nat Neurosci*, 2002, 5: 910–916
- 48 Herrmann M J, Ehls A C, Egring H, et al. Early stages (P100) of face perception in humans as measured with event-related potentials (ERPs). *J Neurol Transm*, 2005, 112: 1073–1081
- 49 Wiese H, Schweinberger S R, Neumann M F. The age of the beholder: ERP evidence of an own-age bias in face memory. *Neuropsychologia*, 2008, 46: 2973–2985
- 50 Sagiv N, Bentin S. Structural encoding of human and schematic faces : Holistic and part-based process. *J Cogn Neurosci*, 2001, 13: 937–957
- 51 Caharel S, Fiori N, Benard C, et al. The effects of inversion and eye displacements of familiar and unknown faces on early and late-stage ERPs. *Intl J Psychophysiol*, 2006, 62: 141–151
- 52 Yantis S. Control of Visual Attention. Hove, UK: Psychology Press, 1998. 223–256
- 53 Ito T A, Urland G R. Race and gender on the brain: Electrocortical measures of attention to race and gender of multiply categorizable individuals. *J Personal Soc Psychol*, 2003, 85: 616–626
- 54 Latinus M, Taylor M J. Holistic processing of faces: Learning effects with Mooney faces. *J Cogn Neurosci*, 2005, 17: 1316–1327
- 55 Tanaka J W, Pierce L J. The neural plasticity of other-race face recognition. *Cogn Affect Behav Neurosci*, 2009, 9: 122–131
- 56 Vilberg K L, Moosavi R F, Rugg M D. The relationship between electrophysiological correlates of recollection and amount of information retrieved. *Brain Res*, 2006, 1122: 161–170

Gender differences in face recognition: A behavioral and ERP study

LU Yong¹, LIU YaPing¹ & LUO YueJia²

¹*Academy of Psychology and Behavior, Tianjin Normal University, Tianjin 300074, China;*

²*State Key Laboratory of Cognitive Neuroscience and Learning, Beijing Normal University, Beijing 100875, China*

The present study examined gender differences in face recognition using the “learning–recognition” paradigm in conjunction with behavioral and event-related potential (ERP) analysis. The results revealed four major findings: (1) Female faces were easier to remember than male faces, and females remembered more faces than males. (2) We observed a familiarity effect at 170 ms after stimulus onset (N170), with larger amplitudes in response to familiar faces, indicating that the N170 can be modulated by familiarity. (3) Enhanced N170 amplitude was observed for female faces, possibly because the female faces involved more changeable features, meaning that recognition entailed a greater cognitive load. Enhanced P2 amplitude was observed in response to male faces, possibly because the male faces involved less changeable features, meaning that they were more difficult to recognize and required deeper processing. (4) Increased P1 amplitude was exhibited in response to familiar compared to unfamiliar faces by females, but not by males. This result suggests that females processed the familiarity of faces earlier than males. In addition, differences in P2 and N250 amplitude were observed between familiar and unfamiliar faces in females. The familiar/unfamiliar effect in females was associated with a broader area of scalp activation, compared to males. Taken together, our electrophysiological findings suggested that females possess superior face recognition ability.

gender difference, face processing, memory, event-related potentials

doi: 10.1360/972010-1449