

特质焦虑对静态情绪面孔强化学习中的性别差异——来自ERP的证据

王卓*, 吴燕#

成都医学院研究生院心理学院, 四川 成都

收稿日期: 2024年3月6日; 录用日期: 2024年4月19日; 发布日期: 2024年4月30日

摘要

探讨高特质焦虑个体对静态面孔情绪信息识别与强化学习过程中的注意偏向机制和性别差异。采用ERP技术与S1~S2范式检测不同情绪面孔强化学习下高低特质焦虑的行为和脑电成分。高特质焦虑女性相比低特质焦虑女性和男性被试产生更大N170和P300波幅和更小的P100成分。高特质焦虑男性P100成分上波幅和潜伏期显著大于低特质焦虑男性。高焦虑男性相比低焦虑男性有更低的正确率和更短的反应时, 高焦虑女性相比低焦虑组女性有更高的正确率和更短的反应时。特质焦虑显著影响情绪面孔的识别与学习, 高特质焦虑会使个体更难以短期内准确识别面孔情绪, 并且高特质焦虑女性面对负性面孔情绪时投入更多认知资源, 高特质焦虑男性则表现出逃避倾向, 这可能与性别差异所带来的情绪识别模式有关。

关键词

特质焦虑, 面孔识别, 性别差异, 静态情绪面孔, ERP

Gender Differences in Trait Anxiety on Static Emotional Face Reinforcement Learning: Evidence from ERP

Zhuo Wang*, Yan Wu#

Graduate School of Psychology, Chengdu Medical College, Chengdu Sichuan

Received: Mar. 6th, 2024; accepted: Apr. 19th, 2024; published: Apr. 30th, 2024

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 王卓, 吴燕(2024). 特质焦虑对静态情绪面孔强化学习中的性别差异——来自 ERP 的证据. *心理学进展* 14(4), 747-758. DOI: 10.12677/ap.2024.144274

Abstract

Investigating attentional biases and gender disparities in high trait anxiety individuals during static facial emotion recognition and reinforcement learning. Utilizing ERP techniques and S1-S2 paradigms to analyze the behavioral and EEG aspects of high and low trait anxiety individuals across various emotional facial reinforcement learning scenarios. High trait anxiety females exhibit amplified N170 and P300 responses and diminished P100 components compared to low trait anxiety females and males. High trait anxiety males display heightened P100 responses compared to their low trait anxiety counterparts. Additionally, high anxiety males show reduced accuracy and quicker response times, while high anxiety females demonstrate increased accuracy and shorter response times. Trait anxiety significantly impacts emotional facial expression recognition and learning, particularly making it more challenging for high trait anxiety individuals to recognize emotions accurately in the short term. Furthermore, gender differences influence emotional recognition patterns, with high trait anxiety females allocating more cognitive resources to process negative facial emotions, while high trait anxiety males tend to exhibit avoidance tendencies.

Keywords

Trait Anxiety, Face Recognition, Gender Difference, Static Emotional Face, ERP

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

面孔情绪是一项包含丰富信息的社会性刺激, 过往研究中发现, 其具有快速、自动化、无意识加工的特性可以帮助个体在复杂环境中推测他人行为意图(Bruce & Young, 1986), 然而有研究员发现性别、年龄、人格特质等个体差异也会影响到面部情绪的识别和加工(Hsiao et al., 2023)。其中, 不适应的焦虑情绪会使个体或群体从生理到心理乃至社会范畴产生严重的压力和不良行为影响, 这种不适应体现在人格特质上则表现为一种特质焦虑(Trait Anxious, TA)。尤其在面对社会性刺激时, 特质焦虑群体显著激发了其应激行为与强烈心理表现(Tan, 2011; Cooper et al., 2008)。已有研究表明, 高特质焦虑人群可能存在注意和记忆方面呈现偏差, 导致对负性情绪面孔的注意偏向(Bruce & Young, 1986)。但也有研究者发现高特质焦虑不仅针对负性刺激, 对其他包含情绪信息的刺激存在普遍注意偏向(e.g., Bozkurt et al., 2024; Donges et al., 2012)并且, 有研究发现不同特质焦虑被试在面孔识别过程中不仅加工程度出现差异, 在识别阶段上也有所不同(Yan et al., 2013)。

情绪面部表情辨别发生在刺激开始 250~550 ms 之间(Chen & Luo, 2010), 主要包括 P1、N170 和 P3 等成分。大量的 ERP 研究发现, 与面孔加工有关的脑电成分是 N170, 位于大脑的颞顶部, 是一个潜伏期在 120 ms 到 180 ms 之间的负波, 过往研究中作为面孔结构编码的标志出现(Komatsu et al., 2020), N170 被研究者认为是面孔加工的早期阶段, 也有学者认为其是半自动阶段的开始。Tan 等人(2011)发现, 在情绪识别任务中, 生气的面孔表情诱发了高社交焦虑个体大脑右侧颞顶部较大的 N170 波幅。Morel 等人(2014)发现高社交焦虑个体相比控制组对生气面孔的判断同样引起了较大的 N170 波幅。然而, 另一些研究者发现, 相比于普通被试, 高特质焦虑者在加工恐惧面部表情时诱发的 N170 成分表现出更大波幅

和更短潜伏期。

P100 是 ERP 的早期成分, 其时间窗口在 80 ms 到 130 ms, 测量的指标与 N170 一致, 均为潜伏期和峰值(Yang et al., 2020), 往往作为面孔识别的早期成分出现。有研究表明, 相比于男性被试, 女性被试在观察新旧面孔时所引发的 P100 波幅差异显著, 且潜伏期更短。但也有研究表明特质焦虑个体在自我面孔加工过程中早期成分不显著, 而更多在面孔的半自动化阶段以及注意控制阶段有所差异(Steinweg et al., 2021)。

P300 是刺激呈现 300 到 500 ms 后出现的一个正成分, 在中央顶区达到峰值, 一般会在 oddball 任务中观察到, 在过往面孔表情中识别出其经典成分, 研究人员认为其反映了高级认知加工过程, 包含对刺激材料的精细加工和环境上的评估, 测量指标主要关注其峰值和波幅(Zhang et al., 2018; Luo et al., 2007)。同时, 大量的 fMRI 研究表明, 高社交焦虑个体在知觉人类面孔时, 其杏仁核、情绪相关脑区、认知管理脑区都被激活(Haruno et al., 2006; Zhang et al., 2018)。Puce A et al. (2013)给被试呈现生气或蔑视的情绪面孔并要求他们进行面孔的性别判断, 实验结果发现, 相比控制组, 广泛性社交焦虑被试在知觉生气或蔑视面孔表情时大脑左侧杏仁核表现出更强的激活。因此, 结合 P100、N170 和 P300 成分探讨特质焦虑者在前注意阶段和有意注意阶段对面孔情绪加工模式, 有助于探索高特质焦虑者对消极和积极情绪的过滤和评价方式, 以明确其在注意聚焦的那个阶段开始对情绪刺激的加工偏向。

相比脑电成分上的差异, 不同水平的特质焦虑人群工作模式和情绪调节策略也有所不同, 这种策略上的差异会影响其对面部情绪等重要表情信息的注意、知觉和理解等认知过程, 从而影响调节行为模式和反馈结果(Bozkurt et al., 2024; Zavala et al., 2014)。对于焦虑是如何影响注意, 国内外对其作用机制做出探究与讨论, Tan 等(2011)提出高特质焦虑(High Trait Anxious, HTA)人群对威胁信息关注较多, 注意难以发生转移, 低特质焦虑(Low Trait Anxious, LTA)人群对愉快信息反应敏感, 而且更多锁定在愉快信息, 难以发生注意转移。而另一些学者认为, 高特质焦虑因素具有过度放大被试所有情绪感受的效应, 并不单纯针对负性刺激(Morel et al., 2014; Donges et al., 2012)。Schindler 认为, 高特质焦虑者同时具有注意和解读加工偏见(Schindler et al., 2022)。Eysenck Michael 等(2022)提出高度警觉理论, 临床上的焦虑障碍包含了对危险因素的警觉, 并且认为高焦虑的个体可能存在对环境中的微小恐惧线索的搜索与识别, 高特质焦虑者更容易忽略原型而觉察威胁。由此, 对于特质焦虑是如何影响注意机制的研究出现异同, 对于特质焦虑是否仅影响负性情绪刺激的研究出现了差异。李睿(2022)通过进行一个视觉 Oddball 任务, 被试需面对高兴和恐惧的不同情绪做出相应反应, 最后得出结论, 高焦虑被试群体会产生更加迅速的反应。Martin E.和 Amanda H. (2002)发现焦虑组比控制组将更多模糊面孔划分为“恐惧”, 然而在其他面孔情绪中没有显著差异。结合以往研究表明, 高特质群体在注意、记忆、判断等认知过程中表现出一定程度的加工偏向, 从而使其认知能力和行为表现出现不同程度的损伤与障碍(Eysenck et al., 2022)。高特质焦虑个体不但存在负性情绪偏向, 而且对于积极情绪面孔的识别过程中同样表现出了过度敏感。因此, 探讨特质焦虑在面孔情绪信息加工与识别中的作用机制, 对于特质焦虑情绪信息加工方式具有重要意义。

此外, 研究发现在面孔情绪识别过程中同样存在着性别差异, 不仅表现在刺激材料的差异上, 同样表现被试群体类别当中, 研究表明, 在情绪知觉过程中, 女性对消极情绪识别更准确快速, 男性对积极情绪的判断与识别更加敏感(Wieser & Moscovitch, 2015)。女性更倾向表达其强烈的情绪体验(Levy, 2017), 负性情绪记忆能力更为突出(Wieser & Moscovitch, 2015)。同时, 限定时间内男性较少报告自身情绪体验, 并且男性会对自己识别过的情绪内容做出一个正向化的积极处理(He et al., 2023)。实际上男女在报告经历的悲伤程度上差异不显著。这种在情绪调节过程中的性别差异可能是造成男女对易患不同精神疾病或情绪障碍的关键原因。面对面孔情绪的识别, 性别作为一个主要差异在过往的研究中发现, 与男

性被试相比女性表现出了更良好的面孔识别能力(Abbruzzese et al., 2019), 表现为女性相比男性能更好得记住女性面孔, 自我性别偏好效应显著。但这一优势只在准确程度上取得显著结果, 在反应时上, 该研究女性被试与男性被试相比并无显著差异。

日常生活中人们进行人际交流时的面孔表情是不断变化的。相较于静态情绪面孔, 动态面孔在面孔感知和认知加工上被认为具有更高的生态效度(Bozkurt et al., 2024)。动态面孔表情相较于静态面孔而言, 具有更好的表现能力、且更容易被个体识别, 这种现象被称为动态面孔表情的优势效应(宋素涛等, 2023; 刘俊材等, 2021)。但遗憾的是, 目前针对情绪面孔的注意偏向研究中, 情绪面孔基本上使用的是静态图片(李睿, 2022; Erol et al., 2013; Wang et al., 2024)。并且在静态情绪面孔中针对特质焦虑的识别过程仍未有定论, 对于静态情绪面孔的识别往往收到被试个体经验的影响而做出不同解释与判断, 进而对个体准确识别他人面孔情绪产生干扰。过往研究往往单独研究特质焦虑和性别差异在面孔识别过程中的影响, 而未探明两者是否存在交互作用, 即不同特质焦虑水平的男性和女性在面对面孔情绪识别任务时是否存在工作机制上的差异, 以及特质焦虑是如何在性别群体中产生作用, 所造成的影响又是如何? 这些差异是否会证明, 性别差异和特质焦虑对情绪面孔识别的前注意过程产生影响。

所以, 本研究通过 ERP 技术探明特质焦虑群体在对动态面孔识别过程中的脑机制工作模式和性别差异。实验通过假设高焦虑群体面对负性情绪面孔的识别过程中, 可以从行为结果和 ERP 结果中发现差异, 并假设其中存在性别差异带来的影响。以 N170、P100 和 P300 作为指标来进一步探索不同性别和情绪面孔下特质焦虑群体差异的神经回路, 最终建立面孔识别性别差异和焦虑程度差异在强化学习过程中的认知模型, 为性别和焦虑相关的面孔识别功能障碍的诊断和治疗提供证据和可靠指标。

2. 实验

2.1. 被试

本实验符合伦理准则, 并经本单位伦理委员会批准后方可进行。参与者在实验前被招募, 并获得了费用奖励。参与者知道实验内容, 并在实验结束后得到解释。

采用四组评分法对翻译后的大学生进行状态-特质焦虑量表(STAI), 该量表由 11 个负向题(反向计分)和 9 个正向题(正向计分)组成。根据 STAI 量化标准(得分在 64 分以上为高特质焦虑, 得分在 32 分以下为低特质焦虑)共收集问卷 527 份。从这个样本中, 共选择了 60 个具有高或低特质焦虑的个体, 包括男性和女性。所有参与者均为右撇子, 年龄在 18~25 岁之间($M = 21.30$ 岁, $SD = 1.83$ 岁)。参与者在四组中的分布在性别和 STAI 分数方面是平衡的。此外, 所有参与者都使用量表进行筛查, 以排除任何合并症或其他心理和情绪障碍。

2.2. 刺激材料

刺激材料采用中国大学生动态情绪面孔库(刘俊材等, 2021), 从人脸数据库中选取 30 张男性和 30 张女性面部图像(高兴、中性、惊恐每种情绪各 10 张, 共 60 张), 共 453 份问卷。根据人脸数据库提供的各人脸指标得分, 选择得分相同的动态面孔进入问卷, 根据问卷的分析结果选择最终的实验材料。数据分析的结果在唤醒, 吸引力和有效性。选取同质性最高的 9 张男性情绪面孔参与实验(同质性女性面孔数量未达到实验要求)。所有图像在尺寸、背景、空间频率、对比度和亮度方面都进行了标准化, 以保持一致性和控制性。

2.3. 实验设计

本研究采用三因素混合实验设计: 2(性别, 男、女) \times 2(焦虑水平, 高焦虑、低焦虑) \times 3(面孔情绪图片, 高兴; 中性; 惊恐)的混合实验设计。性别和焦虑组为组间变量, 面部情绪组为组内变量。

2.4. 实验程序

焦虑诱发:

研究中采用 Keogh (2001)曾使用的“数字倒数计算任务”诱发焦虑心境。在这个实验中, 被试需要执行一个数字倒数计算任务, 即从 1000 开始, 以 3 的间隔向后倒数, 并大声读出答案, 任务时间为两分钟。在任务开始前, 被试被告知这是一个与智力有关的测试, 其测试反应(如速度与准确性)将被记录下来, 用于数据分析并与其他被试的成绩进行比较。此外, 实验中还包括了情绪诱发的部分。被试在任务开始之前和完成之后需要通过“情绪报告表”报告其当时的情绪体验。这个情绪报告表是一种广泛用于情绪领域的主观报告方法, 主要测量 12 种情绪的主观体验, 如快乐、愤怒、厌恶等。被试需要在 6 点 Likert 量表上选择一个程度, 表示他们当前的主观体验水平, 范围从 0 (没有)到 5 (很多)。

整个实验的目的探讨数字倒数计算任务对被试情绪的影响, 特别是焦虑情绪。通过情绪报告表, 研究者可以观察被试在任务执行前后情绪的变化, 以了解任务可能引发的焦虑或其他情绪体验。这样的实验设计有助于深入理解心理学中情绪与认知任务之间的关系, 以及任务对个体情绪状态的影响。

刺激呈现:

实验采用 S1~S2 范式变式。在每次实验中, 电脑屏幕的中央首先会出现一个“+”的注视点, 该注视点呈现时间是 100 ms。紧接着随机出现一段持续时间 1000 ms 的面孔情绪变化视频(S1)。然后出现一张房屋图片, 该图片是作为掩蔽刺激, 其呈现时间是 100 ms。图片消失后, 呈现一个 400 ms 的空白屏。空白屏消失后, 出现另外一段面孔情绪变化视频(S2), 呈现时间是 1000 ms。屏幕空白 1000~2000 ms 后开始下一次实验。需要注意的是, S1 和 S2 视频中效价变化过程是一致的(均为惊恐、中性、高兴)。但在一半的实验中 S1 与 S2 视频中面孔相同, 另一半实验中则不同, 被试需又快又准的前后两端视频中面孔是否为同一个人, 是则按 1 键, 反之则按 2 键。所有按键在被试间内进行平衡, 在每一个 block 中, 每个条件包含 52 个实验试次, 相同和不同各占一半, 实验共 52×3 (面孔情绪变化类型) = 156 个试次。正式开始之前, 被试先完成 8 个试次的练习实验, 练习中的视频为新视频(如图 1 所示)。

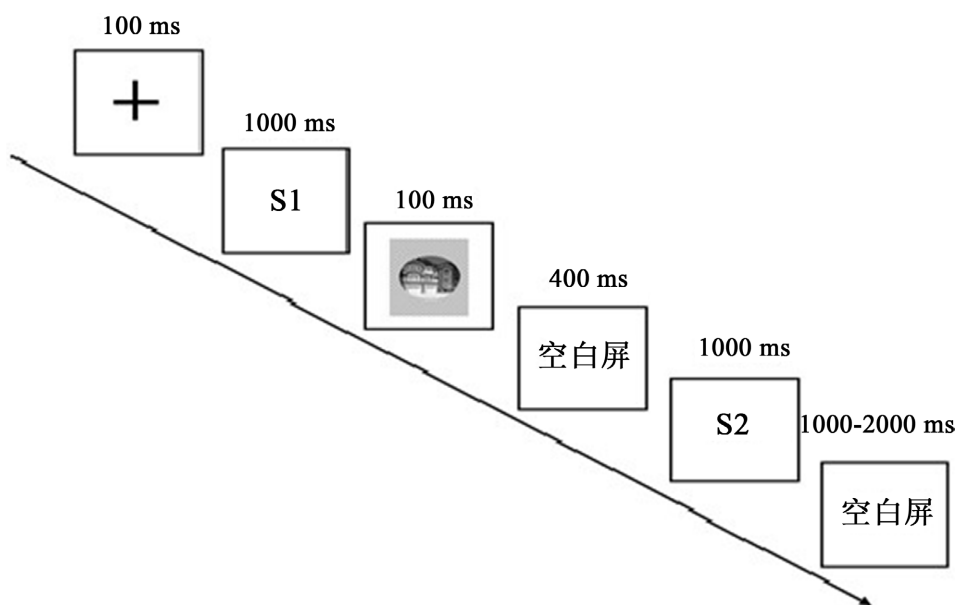


Figure 1. Experimental flowchart
图 1. 实验流程图

2.5. 实验工具和脑电图数据记录分析

实验在一个安静且光线充足的脑电图数据室进行。刺激呈现在分辨率为 1680×1080 像素的 23 英寸 LCD 屏幕上。采用 NeuroScan Synamps2 脑电采集系统采集所需脑电。电极帽采用 68 Ag/AgCl 记录头皮位置 EEG、垂直眼图(VEOG), 电极点按国际 10~20 扩展系统排列。以 FCZ 为参比电极, 将垂直眼电电极置于左眼架下方 10 mm 处。采用交流采样, 采样频率为 500 Hz, 带通范围为 0.05~100 Hz。头皮和电极点之间的阻抗保持在 5 k Ω 。采用 EEGLAB 进行数据分析。带通滤波范围为 0.5~30 Hz。分析时间为刺激前 150 ms 至刺激后 400 ms, 基线为面部刺激前 150 ms。在去除振幅超过 $\pm 80 \mu\text{V}$ 的大漂移切片后, 通过独立分量分析(ICA)人工去除眼动伪影, 并分别叠加各工况下被试的脑电信号。基于之前的研究(Yang et al., 2020), 我们选择了特定的时间窗来分析 N170、P100 和 P300 分量。在 150~190 ms 的时间窗内, 在 P7/8 和 PO7/8 电极位置测量 N170 成分。在 80~120 ms 的时间窗内, 在枕电极位置(O1/O2/OZ)分析 P100 组分。最后, 在 300~500 ms 的时间窗内, 在中央顶叶电极位置(P1/P2/PZ)测量 P300 分量。ERP 潜伏期采用 EEGLAB 和分数峰潜伏期(Fractional peak latency)来测量每个被试在特定时间范围内的每种情况下振幅达到峰值的时间(Morel et al., 2014)。

行为数据结果从 Eprime 2.0 中提取, 与处理后的脑电数据一起放入 SPSS 19.0 中进行方差分析和简单效应检验。剔除错误回答导致的无效样本, 最终数据集包括 95.27% 的试验进行统计分析。采用 JASP 软件进行贝叶斯因子分析。采用贝叶斯分析估计性别差异条件下的不同特质焦虑, 对假设进行反向检验。

3. 结果

3.1. 行为结果

用 spss19.0 进行方差分析, 删除错误反应试次无效样本, 最终 98.27% 试次进入统计分析。行为结果显示, 焦虑程度主效应显著($F = 17.417, p < 0.001$), 低焦虑组反应时和正确率显著高于高焦虑组。面孔情绪主效应显著($F = 16.066, p < 0.001$), 事后检验发现, 惊恐情绪面孔反应时显著高于高兴情绪面孔和中性情绪面孔。性别主效应显著($F = 13.911, p < 0.001$)在各面孔情绪水平上, 女性正确率均显著高于男性, 性别与面孔情绪交互作用显著($F = 59.027, p < 0.001$), 简单效应分析, 在高兴情绪面孔和惊恐情绪面孔中, 女性反应时均显著大于男性($F = 8.804, p < 0.001$), 而在中性情绪面孔水平中, 男性反应时显著大于女性。性别和焦虑程度交互作用显著($F = 35.341, p = 0.022$), 简单效应分析, 在高兴情绪面孔水平上, 女性低焦虑组反应时显著高于女性高焦虑组, 正确率显著低于女性高焦虑组。男性低焦虑组正确率和显著高于男性高焦虑组, 反应时显著低于男性高焦虑组; 在中性情绪面孔水平上, 男性和女性的高焦虑组反应时显著大于低焦虑组, 正确率显著低于低焦虑组; 而在惊恐情绪面孔水平, 女性高焦虑组正确率显著大于低焦虑组, 而男性低焦虑组正确率显著高于高焦虑组, 反应时上低焦虑组男女被试均显著大于高焦虑组被试。焦虑程度与面孔情绪交互作用不显著。

3.2. 脑电数据

由于伪迹过多, 将 3 名高特质焦虑组被试和 2 名低焦虑组被试剔除, 对剩下数据进行叠加平均处理, 对 P100 和 N170 成分的波幅和潜伏期进行 2 (被试类型: 高特质焦虑组、低特质焦虑组) \times 2 (性别: 男性、女性) \times 3 (刺激类型: 高兴情绪面孔、中性情绪面孔、惊恐情绪面孔) 的重复测量方差分析。其中, 被试类型和性别为组间变量, 刺激类型为组内变量。

3.2.1. P100

脑电结果 OZ/O1/O2 显示, 特质焦虑主效应显著($F = 5.875, p = 0.019$), 高特质焦虑组产生更大 P100 波

幅($M_{高} = 0.554 \pm 0.244 \mu\text{V}$; $M_{低} = -0.291 \pm 0.249 \mu\text{V}$); 性别主效应不显著; 性别和特质焦虑交互作用显著($F = 7.008, p = 0.011$), 男性高焦虑组 P100 波幅显著大于男性低焦虑组($M_{男高} = 1.255 \pm 0.486 \mu\text{V}$; $M_{男低} = 0.125 \pm 0.450 \mu\text{V}$)女性高焦虑组 P100 波幅显著小于女性低焦虑组($M_{女高} = -0.976 \pm 0.467 \mu\text{V}$; $M_{女低} = 0.897 \pm 0.435 \mu\text{V}$)。潜伏期角度, 面孔情绪主效应显著($F = 4.645, p = 0.012$), 中性情绪面孔潜伏期显著小于惊恐和高兴情绪面孔, 惊恐情绪面孔潜伏期显著小于高兴情绪面孔($M_{中性} = 94.203 \text{ ms}$, $M_{惊恐} = 97.961 \text{ ms}$, $M_{高兴} = 101.644 \text{ ms}$)。惊恐面孔情绪水平上, 特质焦虑主效应显著($F = 6.103, p = 0.017$), 高焦虑组潜伏期显著大于低焦虑组($M_{高焦虑} = 101.239 \pm 2.131 \text{ ms}$; $M_{低焦虑} = 93.928 \pm 2.054 \text{ ms}$); 性别主效应显著($F = 4.519, p = 0.038$), 女性潜伏期显著大于男性($M_{男} = 94.438 \pm 2.085 \text{ ms}$; $M_{女} = 100.729 \pm 2.101 \text{ ms}$), 性别与特质焦虑交互作用不显著。P100 波形图如图 2 所示。

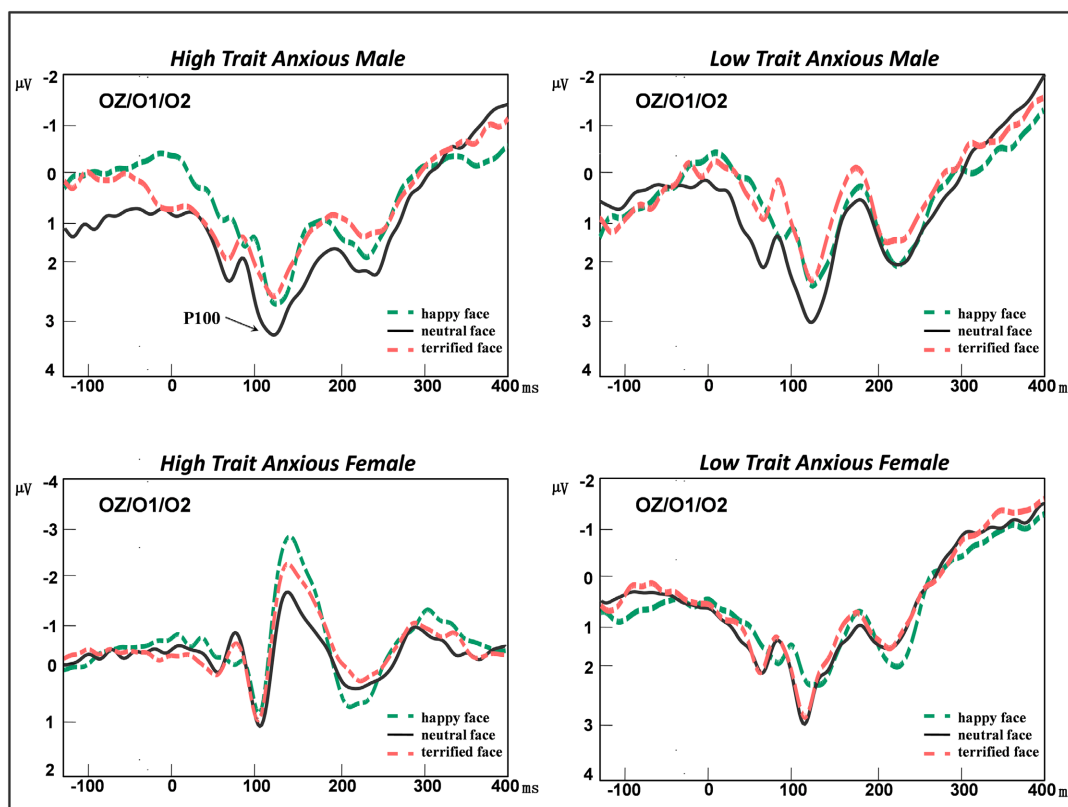


Figure 2. Original P100 wave forms
图 2. P100 原始波形图

3.2.2. N170

脑电结果显示, 面孔情绪主效应显著($F = 3.990, p = 0.022$), 惊恐面孔相较于高兴面孔和中性面孔在 N170 上差异显著, 产生更大负反馈波($M_{惊恐} = -3.231 \pm 0.328 \mu\text{V}$, $M_{中性} = -2.747 \pm 0.377 \mu\text{V}$, $M_{高兴} = -2.467 \pm 0.280 \mu\text{V}$)。性别主效应显著($F = 4.604, p = 0.038$)女性相较于男性在 N170 上显著产生更大的反馈负波($M_{女} = -3.439 \pm 0.413 \mu\text{V}$, $M_{男} = -2.191 \pm 0.409 \mu\text{V}$)。性别和特质焦虑交互作用显著($F = 19.163, p < 0.001$), 在惊恐面孔情绪水平上高特质焦虑女性 N170 显著大于女性低特质焦虑组($M_{女低} = -2.348 \pm 0.406 \mu\text{V}$; $M_{女高} = -3.783 \pm 0.370 \mu\text{V}$), 低焦虑男性 N170 显著大于高焦虑男性反馈负波($M_{男低} = -2.585 \pm 0.598 \mu\text{V}$; $M_{男高} = -0.125 \pm 0.482 \mu\text{V}$); 在中性面孔情绪上, 女性高焦虑被试 N170 负反馈波显著大于低

焦虑女性, 而高焦虑男性被试 N170 负反馈波显著小于高焦虑男性被试 ($F = 18.606, p < 0.001$)。潜伏期角度上, 面孔情绪主效应显著 ($F = 13.843, p < 0.001$), 高兴情绪面孔潜伏期显著小于惊恐和中性情绪面孔, 惊恐情绪面孔潜伏期显著大于高兴情绪面孔 ($M_{\text{高兴}} = 177.705 \pm 1.117 \text{ ms}, M_{\text{中性}} = 181.700 \pm 0.945 \text{ ms}, M_{\text{惊恐}} = 182.508 \pm 0.962 \text{ ms}$)。性别主效应显著 ($F = 8.579, p = 0.005$), 男性潜伏期显著大于女性 ($M_{\text{男}} = 182.811 \pm 1.151 \text{ ms}; M_{\text{女}} = 178.044 \pm 1.361 \text{ ms}$)。惊恐面孔水平上, 性别与特质焦虑交互作用显著 ($F = 4.211, p = 0.045$) 男性高特质焦虑组潜伏期显著大于男性低特质焦虑组 ($M_{\text{男高}} = 185.667 \pm 1.925 \text{ ms}; M_{\text{男低}} = 177.433 \pm 1.151 \text{ ms}$); 女性高特质焦虑组潜伏期大于低特质焦虑组 ($M_{\text{女高}} = 183.633 \pm 1.925 \text{ ms}; M_{\text{女低}} = 183.300 \pm 1.925 \text{ ms}$)。单侧化分析结果显示, 半球主效应显著 ($F_{(1,54)} = 37.69, p < 0.001, BF_{10} > 100$), 半球和被试类别交互作用显著 ($F_{(1,54)} = 18.44, p < 0.001, BF_{10} > 100$), 高低特质焦虑组左半球波幅显著小于右侧, ($M_{\text{HTA-right-hemi}} = -2.12, SD = 0.16 \mu\text{V}; M_{\text{HTA-left-hemi}} = -1.46, SD = 0.16 \mu\text{V}$), 进一步分析, 高低特质焦虑女性和低特质焦虑男性左半球波幅显著小于右侧, 而高特质焦虑男性则相反, ($M_{\text{HTA-female-right-hemi}} = -3.08, SD = 0.23 \mu\text{V}; M_{\text{HTA-female-left-hemi}} = -2.48, SD = 0.24 \mu\text{V}; M_{\text{LTA-female-right-hemi}} = -2.13, SD = 0.23 \mu\text{V}; M_{\text{LTA-female-left-hemi}} = -1.50, SD = 0.24 \mu\text{V}; M_{\text{LTA-male-right-hemi}} = -2.20, SD = 0.22 \mu\text{V}; M_{\text{LTA-male-left-hemi}} = -0.95, SD = 0.23 \mu\text{V}; M_{\text{HTA-male-right-hemi}} = -0.17, SD = 0.23 \mu\text{V}; M_{\text{HTA-male-left-hemi}} = -0.44, SD = 0.24 \mu\text{V}$), N170 地形图如图 3 所示, 侧 N170 波形图如图 4、图 5 所示。

3.2.3. P300

脑电结果 PZ/P1/P2 显示, 特质焦虑主效应显著 ($F = 7.793, p = 0.007$), 高焦虑组被试 P300 波幅显著大于低焦虑组, 性别主效应显著 ($F = 5.028, p = 0.029$), 女性 P300 波幅显著高于男性。特质焦虑和性别交互作用显著 ($F = 5.761, p = 0.020$), 简单效应分析, 三种水平上, 男性低焦虑 P300 波幅均显著高于男性高焦虑组, 女性高焦虑 P300 波幅均显著高于女性低焦虑组。情绪面孔主效应不显著, 情绪面孔和性别交互作用显著 ($F = 8.192, p = 0.006$), 男性在惊恐情绪面孔上产生的 P300 波幅显著小于中性情绪面孔和高兴情绪面孔 ($M_{\text{男恐}} = 0.688 \mu\text{V}; M_{\text{男中}} = 0.995 \mu\text{V}; M_{\text{男高}} = 1.046 \mu\text{V}$), 女性则在惊恐情绪面孔上产生的 P300 波幅显著大于中性情绪面孔和高兴情绪面孔 ($M_{\text{女恐}} = 0.416 \mu\text{V}; M_{\text{女中}} = 0.141 \mu\text{V}; M_{\text{女高}} = 0.011 \mu\text{V}$)。P300 波形图如图 6 所示。

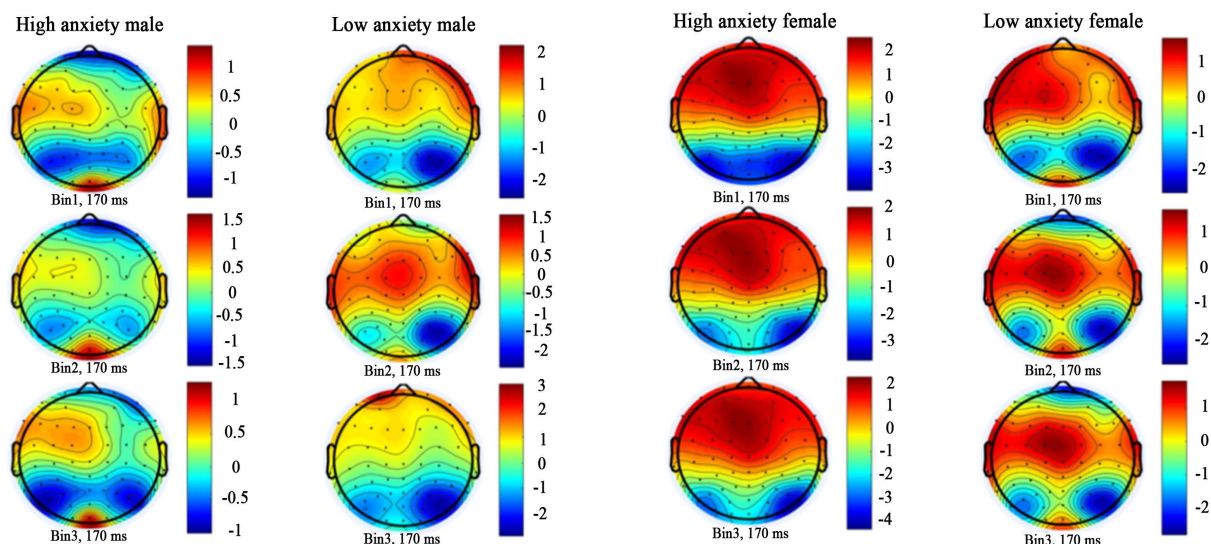


Figure 3. Original topography under N170 conditions
图 3. N170 条件下的原始地形图

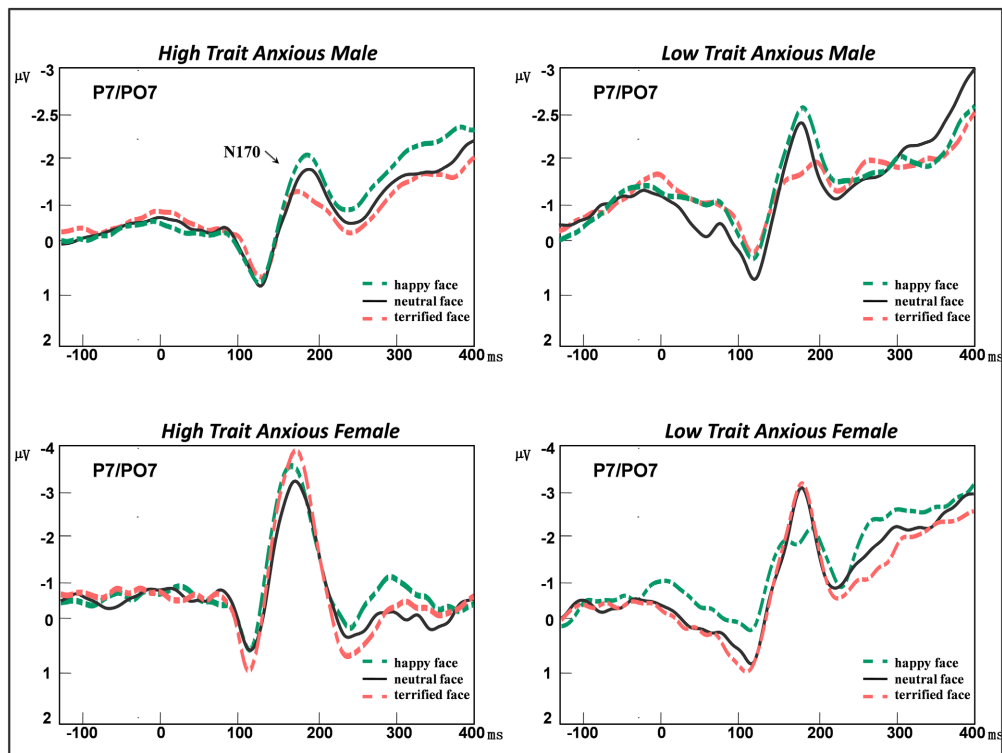


Figure 4. N170 original waveform of P7/PO7

图 4. P7/PO7 的 N170 原始波形图

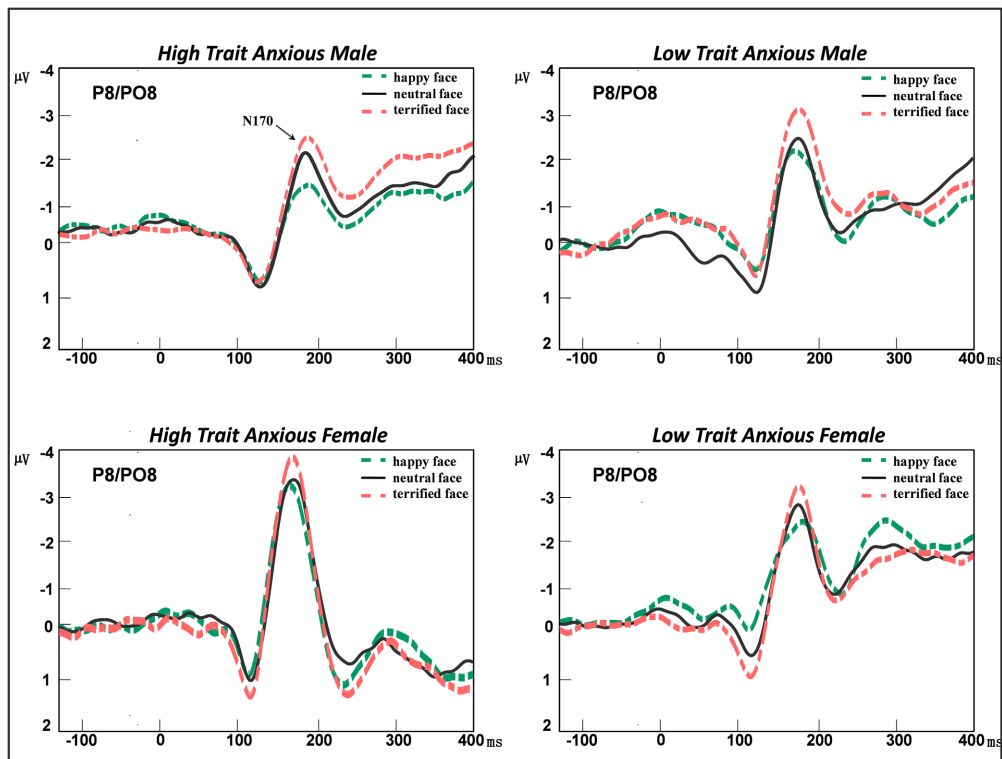


Figure 5. N170 original waveform of P8/PO8

图 5. P8/PO8 的 N170 原始波形图

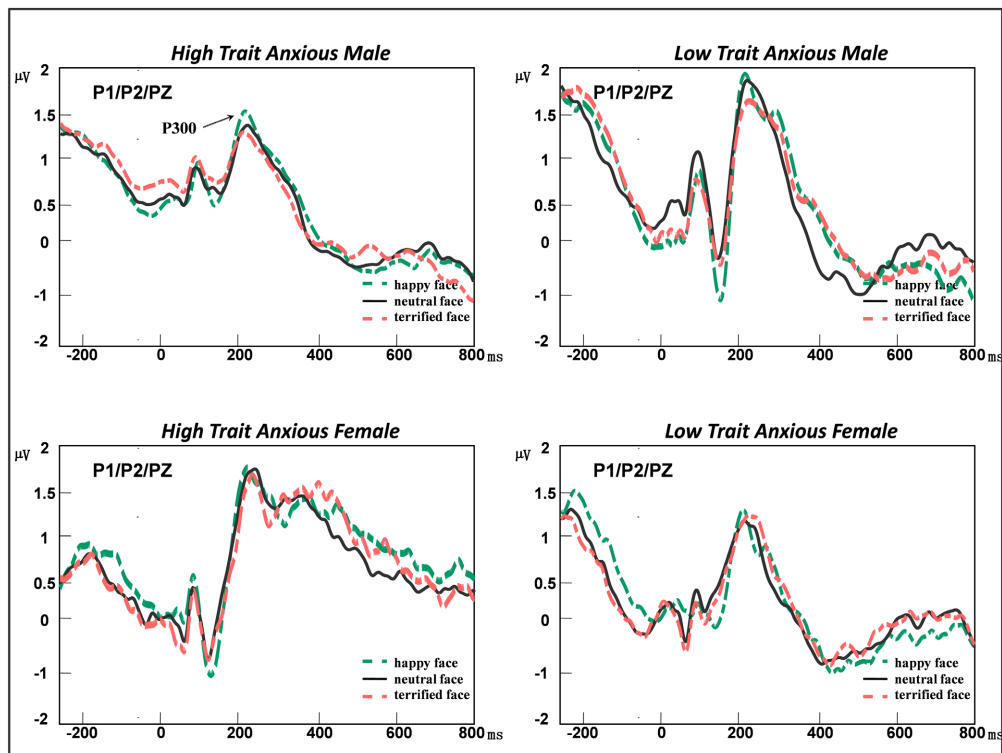


Figure 6. P300 original waveform of PZ/P1/P2
图 6. PZ/P1/P2 的 P300 原始波形图

4. 讨论

基于临床数据显示, 本实验原定假设, 特质焦虑水平不同会影响被试对面孔情绪材料的强化学习, 表现为高特质焦虑的被试会对负性情绪面孔反应时更长, 准确率更低。而性别在不同水平之间所有差异, 性别不同可能导致数据结果产生根本性差异。

实验数据显示, 虚无假设基本成立, 从行为数据角度分析, 特质焦虑会干扰被试对于面孔的识别和分析, 并且在此过程中体现出性别差异, 女性相比男性在面孔识别的能力上更为出色, 正确率更高。并且性别和特质焦虑行为数据显示, 高特质焦虑对男性的影响在正确率上有所体现, 而对女性则是从行为反应速率上体现, 这可能与男女性别差异和思维模式差异有关, 高特质焦虑会促使男性在面对负性情绪刺激时倾向选择逃避策略, 反应时相对较短, 且正确率相对较低, 而高特质焦虑会加剧女性对情绪面孔的觉察, 倾向于花费更长时间确认观察内容, 提高正确率。这种差异主要体现在正性情绪面孔和负性情绪面孔当中, 值得注意的是, 在中性情绪面孔当中, 男性倾向于花费更多时间从而确定中性面孔材料是否附件其他社会性情绪信息, 而特质焦虑则有可能加强这一倾向。

从脑电结果显示, 高特质焦虑被试的右侧脑枕叶结果说明, 在前注意阶段, 特质焦虑会干扰被试对面孔识别的预处理和加工过程, 表现为高焦虑被试群体的 P100 波幅显著低于低焦虑组, 而性别差异也表现在此, 男性被试普遍 P100 波幅大于女性, 调入更多认知资源进入前注意阶段, 而潜伏期相比女性更短, 则表现出更为强烈的预警性, 而高焦虑可能会强化这一效果, 女性则表现出相反的可能, 高焦虑会抑制女性在前注意阶段对面孔情绪的预处理, 表现为高焦虑女性被试 P100 波幅显著低于低焦虑女性, P100 潜伏期显著大于男性。P100 反应结果说明, 男性在面对面孔情绪刺激时, 脑区激活程度更高, 这可能与男性对刺激的预加工和警觉机制有关, 而面孔情绪并不显著则有可能是重复出现的面孔情绪过于单调,

且为静态面孔图, 导致对于男性对刺激的警惕性激活程度不高。而特质焦虑明显影响到个体对面孔识别与加工, 高特质焦虑被试在 P100 上波幅明显小于低特质焦虑, 可能说明高特质焦虑被试对面孔情绪识别的前注意缺失, 并且女性在这一过程中差异更为明显, 说明相比于男性, 女性受到特质焦虑对前注意的干扰效果更加显著。而在 N170 上, 女性所产生的负反馈波均显著大于男性, 而男性在 N170 上的潜伏期则显著大于女性, 并且焦虑特质加剧这一差异, 高焦虑女性在面对惊恐面孔情绪时相比低焦虑女性产生更大负反馈波, 而高焦虑男性被试 N170 负反馈波显著小于低焦虑男性被试, 结合潜伏期上的差距, 展示出性别上差异, 男性被试倾向于在前注意阶段调用更多的认知资源更快速对情绪面孔刺激进行识别, 而女性则更倾向于在认知阶段投入更多资源进行识别, 而高特质焦虑则会加剧这一倾向, 导致高特质焦虑男性出现在意识阶段出现逃避倾向, 而高焦虑女性在这一阶段倾向于倾注更多认知资源进行识别。P300 的数据结果则更加证实了这一点, 首先, 性别上, 女性相比男性在 P300 阶段产生了更大的 P300 波幅, 说明女性调入了更多的认知资源在高级认知加工阶段, 同时特质焦虑上, 高特质焦虑被试会引发更大 P300 波幅, 则强化了在此的性别差异, 表现为高焦虑男性所产生的 P300 波幅显著小于对照组, 高焦虑女性产生 P300 波幅显著大于对照组, 说明高特质焦虑会加剧女性在高级认知加工阶段的资源投入, 而会减少高焦虑男性的资源投入, 导致高焦虑女性的注意集聚和高焦虑男性的注意逃避倾向。

5. 结论

特质焦虑影响面部表情的前注意加工, 高特质焦虑者在在前注意阶段对悲伤面孔与低特质焦虑对悲伤面孔加工方式不同, 高特质焦虑加剧女性对情绪面孔的识别程度, 加剧男性对负性面孔情绪刺激的逃避倾向。

参考文献

- 李睿(2022). 高社交焦虑者对动态生气面孔的注意偏向及训练研究. 硕士学位论文, 南充: 西华师范大学.
- 刘俊材, 冉光明, 张琪, 等(2021). 中国大学生动态情绪面孔库的构建. *应用心理学*, 27(3), 234-243
- 宋素涛, 肖观来, 尚琬婷, 等(2023). 动态情境对特质焦虑个体面孔表情知觉的影响. *应用心理学*, 29(4), 334-342.
- Abbruzzese, L., Magnani, N., Robertsonlan, I. H., & Mancuso, M. (2019). Age and Gender Differences in Emotion Recognition. *Frontiers in Psychology*, 10, Article 2371. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02371>
- Bozkurt, A., Demirdöğen, Y. E., Çelik, K. M., & Akıncı, M. A. (2024). An Assessment of Dynamic Facial Emotion Recognition and Theory of Mind in Children with ADHD: An Eye-Tracking Study. *PLOS ONE*, 19, e0298468. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0298468>
- Bruce, V., & Young, A. (1986). Understanding Face Recognition. *British Journal of Psychology*, 77, 305-327. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1986.tb02199.x>
- Chen, C. P., & Luo, Y. J. (2010). Attentional Negativity Bias Moderated by Positive Mood Arousal. *Chinese Science Bulletin*, 55, 2010-2015. <https://doi.org/10.1007/s11434-010-3220-6>
- Cooper, R. M., Rowe, A. C., & Penton-Voak, I. S. (2008). The Role of Trait Anxiety in the Recognition of Emotional Facial Expressions. *Journal of Anxiety Disorders*, 22, 1120-1127. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2007.11.010>
- Donges, S., Kersting, A., & Suslow, T. (2012). Women's Greater Ability to Perceive Happy Facial Emotion Automatically: Gender Differences in Affective Priming. *PLOS ONE*, 7, e41745. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0041745>
- Erol, A., Putgul, G., Kosger, F., & Erso, B. (2013). Facial Emotion Recognition in Schizophrenia: The Impact of Gender. *Psychiatry Investigation*, 10, 69-74. <https://doi.org/10.4306/pi.2013.10.1.69>
- Eysenck, M. W., Moser, J. S., Derakshan, N., Hepsomali, P., & Allen, P. (2022). A Neurocognitive Account of Attentional Control Theory: How Does Trait Anxiety Affect the Brain's Attentional Networks? *Cognition & Emotion*, 37, 220-237. <https://doi.org/10.1080/02699931.2022.2159936>
- Haruno, M., & Kawato, M. (2006). Heterarchical Reinforcement-Learning Model for Integration of Multiple Cortico-Striatal Loops: fMRI Examination in Stimulus-Action-Reward Association Learning. *Neural Networks*, 19, 1242-1254. <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2006.06.007>
- He, K., Ji, S., Sun, L., Yang, T., Chen, L., Liu, H., & Wang, K. (2023). Gender Differences in Facial Emotion Recognition

- among Adolescents Depression with Non-Suicidal Self-Injury. *Psychology Research and Behavior Management*, 16, 3531-3539. <https://doi.org/10.2147/PRBM.S418966>
- Hsiao, J. H., An, J., Sum Hui, V. K., Zheng, Y. Y., & Chan, A. B. (2023). Author Correction: Understanding the Role of Eye Movement Consistency in Face Recognition and Autism through Integrating Deep Neural Networks and Hidden Markov Models. *NPJ Science of Learning*, 8, Article No. 5. <https://doi.org/10.1038/s41539-023-00154-1>
- Keogh, E., Dillon, C., Georgiou, G., & Hunt, C. (2001). Selective Attentional Biases for Physical Threat in Physical Anxiety Sensitivity. *Journal of Anxiety Disorders*, 15, 299-315. [https://doi.org/10.1016/S0887-6185\(01\)00065-2](https://doi.org/10.1016/S0887-6185(01)00065-2)
- Komatsu, S., Yamada, E., Ogata, K., et al. (2020). Facial Identity Influences Facial Expression Recognition: A High-Density ERP Study. *Neuroscience Letters*, 725, Article ID: 134911. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2020.134911>
- Levy, I. (2017). The Behavioral Economics of Anxiety. *Biological Psychiatry*, 81, 974-976. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2017.04.007>
- Luo, Q., Holroyd, T., Jones, M., Hendler, T., & Blair, J. (2007). Neural Dynamics for Facial Threat Processing as Revealed by γ Band Synchronization Using MEG. *NeuroImage*, 34, 839-847. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2006.09.023>
- Martin, E., & Amanda, H. (2002). An ERP Study on the Time Course of Emotional Face Processing. *Neuroreport*, 13, 427-431. <https://doi.org/10.1097/00001756-200203250-00013>
- Morel, S., George, N., Foucher, A. et al. (2014). ERP Evidence for an Early Emotional Bias towards Happy Faces in Trait Anxiety. *Biological Psychology*, 99, 183-192. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2014.03.011>
- Puce, A. et al. (2013). Multiple Faces Elicit Augmented Neural Activity. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, Article 32917. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00282>
- Schindler, S., Richter, T. S., Bruchmann, M., Busch, N. A., & Straube, T. (2022). Effects of Task Load, Spatial Attention, and Trait Anxiety on Neuronal Responses to Fearful and Neutral Faces. *Psychophysiology*, 59, e14114. <https://doi.org/10.1111/psyp.14114>
- Steinweg, A. L., Schindler, S., Bruchmann, M., Moeck, R., & Straube, T. (2021). Reduced Early Fearful Face Processing during Perceptual Distraction in High Trait Anxious Participants. *Psychophysiology*, 58, e13819. <https://doi.org/10.1111/psyp.13819>
- Tan, J., Ma, Z., Gao, X., Wu, Y., & Fang, F. (2011). Gender Difference of Unconscious Attentional Bias in High Trait Anxiety Individuals. *PLoS ONE*, 6, e20305. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0020305>
- Wang, J., Cao, R., Chakravarthula, N. P. et al. (2024). A Critical Period for Developing Face Recognition. *Patterns*, 5, Article ID: 100895. <https://doi.org/10.1016/j.patter.2023.100895>
- Wieser, M. J., & Moscovitch, D. A. (2015). The Effect of Affective Context on Visuocortical Processing of Neutral Faces in Social Anxiety. *Frontiers in Psychology*, 6, Article 1824. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01824>
- Yan, W. J., Wu, Q., Liang, J. et al. (2013). How Fast Are the Leaked Facial Expressions: The Duration of Micro-Expressions. *Journal of Nonverbal Behavior*, 37, 217-230. <https://doi.org/10.1007/s10919-013-0159-8>
- Yang, Y., Burca, M., Kalunga, E. K., & Amorim, M. (2020). Brain Processes While Struggling with Evidence Accumulation during Facial Emotion Recognition: An ERP Study. *Frontiers in Human Neuroscience*, 14, Article 542109. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.00340>
- Zavala, B. A., Tan, H. L., Little, S. et al. (2014). Midline Frontal Cortex Low-Frequency Activity Drives Subthalamic Nucleus Oscillations during Conflict. *The Journal of Neuroscience*, 34, 7322-7333. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1169-14.2014>
- Zhang, Q., Ran, G.M., & Li, X. P. (2018). The Perception of Facial Emotional Change in Social Anxiety: An ERP Study. *Frontiers in Psychology*, 9, Article 1737. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01737>