

三领域厌恶情绪的时程加工模式： 攻击性个体差异的视角*

王宇超 周玲玲 杨 群**

(杭州师范大学教育学院心理学系, 杭州, 311121)

摘 要 本研究利用事件相关电位技术结合内隐任务范式探究了三领域厌恶情绪的加工过程, 同时测量了个体的攻击水平, 以期找到加工厌恶情绪的个体差异。在加工早期, 生理厌恶刺激和道德厌恶刺激均可得到识别; 在加工中期, 三种厌恶情绪之间得到了区分; 在加工晚期, 个体则对性厌恶刺激最为敏感; 不同攻击水平个体在加工厌恶刺激的过程中并未表现出显著的个体差异。结果表明, 在神经层面上, 三维结构下的厌恶情绪确实能够得到识别与区分。

关键词 厌恶情绪 三维厌恶结构 事件相关电位

1 引言

厌恶情绪会引起特定的面部表情, 主观体验, 生理和行为反应, 被认为是人类的一种基本情绪。研究之初, 厌恶情绪被定义为对一些口腔摄入物的反感 (Angyal, 1941)。之后研究发现厌恶情绪诱发物的范围更为广泛, 比如食物、排泄物、动物、性、身体损伤、卫生、死亡等刺激都可以诱发厌恶情绪 (Haidt, McCauley, & Rozin, 1994), 此外, 来自社会领域的不道德行为同样能够诱发厌恶情绪 (Chapman & Anderson, 2013)。

Rozin, Haidt 和 McCauley (2009) 建立了最初的厌恶情绪理论模型 (RHM), 将厌恶情绪划分为四类, 把食物, 排泄物, 动物领域厌恶归为核心厌恶; 把性, 身体损伤, 卫生, 死亡领域厌恶归为动物性提醒厌恶, 另两类为人际厌恶和道德厌恶。RHM 模型成为过去二十年中厌恶研究的黄金标准, 基于该模型, 许多研究者集中探讨了核心厌恶和道德厌恶的加工机制 (Tybur, Lieberman, Kurzban, & Descioli, 2013)。

神经成像证据表明, 核心厌恶和道德厌恶的加工均与基底神经节, 杏仁核, 丘脑, 海马旁回和背侧前扣带回的活动有关 (Borg, Lieberman, & Kiehl, 2008), 但核心厌恶的加工更多激活了初级视皮层, 左侧梭状回, 楔前叶及脑岛; 道德厌恶的加工

则更多激活了内侧前额叶, 双侧颞顶联合区, 腹侧前扣带回及眶额叶皮层 (Moll et al., 2005; Parkinson et al., 2011)。另外, 在脑网络水平上, 核心厌恶和动物性提醒厌恶的加工过程存在显著差异 (Harrison, Gray, Gianaros, & Critchley, 2010)。时程加工的研究发现, 不仅在早期阶段上, 核心厌恶比道德厌恶和中性刺激诱发更大的 EPN, N1 和 P2 成分, 而且在晚期阶段上, 核心厌恶也比道德厌恶和中性刺激诱发更大的 P3 和 LPP 成分 (丁道群, 张湘一, 陈锡友, 2016; Luo et al., 2013; Zhang, Guo, Zhang, Lou, & Ding, 2015)。也有研究发现, 道德厌恶和中性刺激的分离出现在早期阶段, 而生理厌恶和中性刺激的分离出现在更晚的阶段 (Yang, Yan et al., 2013)。

由此可见, 在加工不同类型的厌恶情绪时, 不仅涉及的脑区有所不同, 而且在不同的加工阶段二者均可得到识别和区分。但以往研究的核心厌恶刺激中往往包含了身体损伤, 卫生方面等厌恶情绪诱发物, 而这些刺激应属于动物性提醒厌恶, 不同类型厌恶情绪之间存在一定的混淆和重叠。因此, 无法为 RHM 厌恶模型提供充分的证据支持。

Tybur 等人 (2013) 从进化的角度质疑了 RHM 厌恶模型, 提出了三领域厌恶结构, 其中包括病原体厌恶 (pathogen disgust) 指与感染有关的厌恶; 道德厌恶 (moral disgust) 指对违反社会规范行为的厌

* 本研究得到国家自然科学基金项目 (31500907) 和浙江省“之江青年社科学家行动计划”项目的资助。

** 通讯作者: 杨群。E-mail: qunyang@hznu.edu.cn

DOI:10.16719/j.cnki.1671-6981.20180202

恶；性厌恶（sexual disgust）指对不合适性行为的厌恶（Tybur, Lieberman, & Griskevicius, 2009）。Tybur 等人（2013）尤其针对动物性提醒厌恶进行了反驳，他们认为动物性提醒厌恶中的身体损伤，卫生和死亡引起的厌恶发挥了避免疾病的功能，属于病原体厌恶，而性厌恶与这些刺激发挥的进化功能并不相同，它解决了一个单独的生存适应性问题（Schaller & Duncan, 2007），应该属于一种独立的厌恶结构。基于该结构，Tybur 等人（Tybur, Lieberman, & Griskevicius, 2009）编制了三维厌恶量表，该量表在后来的研究中得到了广泛的使用（Al-Shawaf, Lewis, & Buss, 2015; Park, Leeuwen, & Stephen, 2012; Zhang, Zheng, & Zheng, 2016）。最近研究发现，性厌恶敏感性越强的个体更偏好义务主义，而病原体厌恶敏感性越强的个体更偏好功利主义（Laakasuo, Sundvall, & Drosinou, 2017）。已有研究结果从行为层面上为三领域厌恶结构的合理性提供了一定的证据支持，可来自认知神经层面的证据却很少，本研究的首要目的则是从时程加工的角度检验三领域厌恶结构的合理性。

另外，个体差异可能会影响厌恶情绪的加工。脑成像证据指出，动物性提醒厌恶比核心厌恶优先得到右腹外侧枕颞叶的加工，而且个体的厌恶倾向特质在腹外侧枕颞叶 - 扣带回中部的功能连接中起调节作用（Borg, de Jong, Renken, & Georgiadis, 2013）。另有研究发现，道德基础量表得分不同的个体在识别道德厌恶刺激的早期识别加工上存在不同的模式（Yang, Luo, & Zhang, 2017）。

情绪和攻击性的关系备受关注，厌恶是以回避动机为取向的情感，回避动机又与攻击行为呈负相关（Harmon-Jones, 2003）。研究表明，个体的厌恶敏感性和攻击性存在显著相关（Pond et al., 2012），对于女性而言，道德厌恶敏感性可以预测身体攻击和言语攻击水平（Bondül & Richter, 2016），厌恶敏感性越高的个体，进行复仇行为的可能越低（Richman, Dewall, Pond, Lambert, & Fincham, 2014）。本研究的另一目的是以攻击水平为衡量个体差异的指标，探究这种个体差异是否会影响不同领域厌恶情绪的加工。

2 方法

2.1 被试

脑电实验前，随机抽取 120 名本科生分别完成

Buss-Perry 攻击性量表和三维厌恶量表，最终获有效问卷 90 份，这些数据仅用于探究攻击性和厌恶敏感性在行为层面的相关关系。

再另外随机选取 78 名本科生完成 Buss-Perry 攻击性量表，将他们的分数由高到低排序，排在前 27% 的被试划分到高攻击组，排在后 27% 的被试划分到低攻击组，被试的年龄为 18~22 岁（ $M = 18.94$ 岁）。除剔除一名伪迹严重的被试外，最终的有效被试为，高攻击组 21 名（男性 10 名），低攻击组 20 名（男性 7 名）。

2.2 研究工具

使用 Tybur 等人（2009）编制的三维厌恶量（Three Domains of Disgust Scale）表测量厌恶敏感性，该量表包括病原体厌恶，性厌恶和道德厌恶三个维度，共 21 个题目，采用 7 点计分，通过计算可以获得各维度的分数和总分，分数越高表示厌恶敏感性越强。该量表仅用于前期的相关性研究中，不用于正式脑电实验中。

使用 Buss-Perry 攻击性量表测量攻击性水平（Buss & Perry, 1992），该量表包括身体攻击，愤怒，敌意和言语攻击四个维度，共 29 个题目，采用 5 点计分，通过计算可以获得各维度的分数和总分，分数越高表示个体的攻击性越高。问卷的 Cronbach α 系数为 .94，各维度的 Cronbach α 分别为：身体攻击 .72，言语攻击 .79，愤怒 .69，敌意 .82。

研究表明，当情绪事件发生在预期以外时，通常会引个体快速且自动化的情绪反应（Yuan et al., 2009），即使在缺乏注意的情况下，具有更强生存适应价值的负性情感刺激在早期加工阶段仍然可以得到快速且自动化地识别（Meng, Yuan, & Li, 2009）。Oddball 范式的小概率事件特点恰好满足发生自动化情绪反应的条件，并被广泛应用于情绪研究中，但只对偏差刺激作按键反应会赋予其目标物属性，而影响真实的实验效应（Carretié, Mercado, Tapia, & Hinojosa, 2001）。此外，由于只对偏差刺激作反应而不对标准刺激作反应，偏差刺激的动作电位可能会与情绪反应的脑电活动相混淆（Wei, Chan, & Luo, 2002），使得相应的脑电成分不纯粹。本研究的基本问题是厌恶情绪的识别加工，同时为了避免以上干扰实验效应的因素，我们使用经前人改进（Yuan et al., 2007）并已被运用于厌恶情绪研究的双选择 oddball 范式（Luo et al., 2013; Zhang et al., 2015），即要求被试尽可能准而快地对标准刺激与

偏差刺激作不同的按键反应,其中标准刺激为含有假字的词语,占总试次的 70%,偏差刺激为三类厌恶词语和中性词语,占总试次的 30%。

2.3 实验材料

正式 ERP 实验采用五类语言材料:病原体厌恶词语(PD),道德厌恶词语(MD),性厌恶词语(SD)和中性词语(NN)以及含有假字“肱”的词语。首先,根据三领域厌恶结构的定义编制厌恶词语,中性词语则描述了一些日常生活活动,最终共编制了 150 个。之后,选取 40 名本科生进行材料评定:第一,要求被试在阅读词语后,从 6 类情绪中(厌恶、恐惧、伤心、生气、愉悦、无特别感受)选择出最符合当时情绪感受的一个,若一半以上被试选择了厌恶,则该词语作为厌恶刺激进一步筛选;第二,要求被试判断词语描述的内容是否违反道德,若一半以上被试认为违反道德,则该词语作为道德厌恶刺激。由于病原体厌恶和性厌恶的定义非常明确,且个体及文化差异很小,直接根据定义对这两

类刺激进行筛选;第三,要求被试评定词语的效价和唤醒度,选择情绪效价和唤醒度能够匹配的词语作为实验材料,最终分别得到病原体厌恶词语,道德厌恶词语,性厌恶词语和中性词语各 10 个作为实验材料。

2.4 实验程序

实验开始后,屏幕上先呈现 300ms 的注视点“+”;之后随机呈现 500~1000ms 的空白刺激;接下来要求被试在 2500ms 内对呈现的标准/偏差刺激尽快进行准确的按键反应,在这一阶段,一半被试在呈现标准刺激时按“D”键,在呈现偏差刺激时按“K”键,而另一半被试做出相反的按键反应;最后呈现 1000ms 的空白刺激间隔,具体流程见图 1。

正式实验开始之前,被试完成 15 个试次的练习以熟悉实验任务,正确率达到 100% 之后,方可进入正式实验。整个实验分为 10 个 block,每个 block 中包括 80 个 trial,每个 block 之间有半分钟的休息时间。

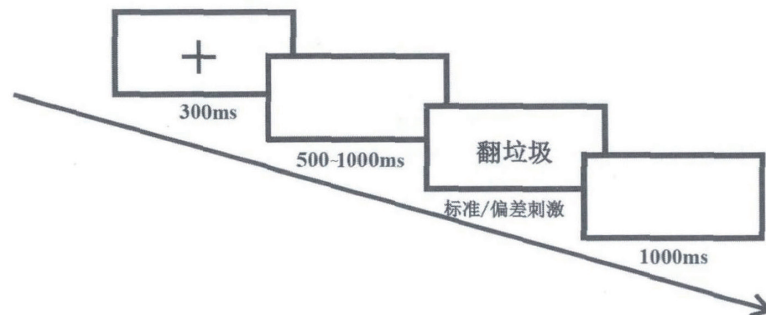


图 1 实验流程图

2.5 数据收集和处理

采用 32 导脑电记录系统(Brain Product),电极分布遵循国际 10~20 导联系统进行扩展,在记录过程中以 FCz 作为参考电极,离线处理时以左右乳突作为重参考,垂直眼电置于左眼正上方,水平眼电置于右眼外侧水平位置,头皮阻抗 $< 5 \text{ k}\Omega$,采样率为 500Hz。使用 E-Prime 2.0 呈现实验材料,使用基于 MATLAB 的 EEGLAB 和 ERPLAB 离线分析脑电数据,进行 0.1~30Hz 带通滤波,超过 $\pm 75 \mu\text{V}$ 的波幅视为伪迹并剔除,最后将基线矫正之后的分段进行叠加平均。

针对情绪加工早期成分,前人研究中选取了前中后共 6 个电极进行统计分析,发现情感刺激

比中性刺激引起更大的 P2 成分,该成分的波峰出现在 180ms 左右(Carretié, Hinojosa, Martín-Loeches, Mercado, & Tapia, 2004)。还有研究发现 140~210ms 内,核心厌恶图片比中性图片引起更大的正成分,在 300ms 左右时道德厌恶图片比核心厌恶图片引起更大的负成分(Zhang et al., 2015)。针对晚期成分,Zhang 等人(2015)选取了前额区域和顶叶中央区域的 25 个电极进行统计分析,发现在 350~500ms 内核心厌恶和道德厌恶的波幅差异显著。基于以上研究,结合对 ERP 总平均图的观察,我们在 130~190ms, 300~350ms, 400~600ms 这三个时间窗口内均发现了明显的成分,为避免电极点之间的多重比较

而得到更加稳定的效应 (Kanske, Plitschka, & Kotz, 2011), 我们对三个时间窗口的 ERP 平均波幅进行统计分析, 对于前两个时间窗口, 选取 CP1, CP2, CP3, CPz, CP4, P3, Pz, P4 共 8 个电极点, 对于第三个时间窗口, 选取 F3, Fz, F4, FC1, FC2, FC3, FC4, CP1, CP2, CP3, CPz, CP4, P3, Pz, P4 共 15 个电极点, 以组别为组间变量, 以刺激类型和电极点为组内变量, 对三个时间窗口内的平均波幅进行组别 \times 刺激类型 \times 电极点三因素混合设计方差分析, 采用 Greenhouse-Geisser 法校正 p 值。

3 结果分析

3.1 行为测量结果

对 90 名被试在攻击性量表和厌恶敏感性量表上的得分做相关分析, 结果发现, 病原体厌恶敏感性和身体攻击 ($r(88) = -.026, p > .05$), 言语攻击 ($r(88) = -.105, p > .05$), 愤怒 ($r(88) = -.092, p > .05$) 和敌意 ($r(88) = -.011, p > .05$) 均不存在显著的相关关系。性厌恶敏感性和身体攻击, 言语攻击呈显著负相关 ($r(88) = -.299, p < .01; r(88) = -.282, p < .01$)。道德厌恶敏感性和身体攻击, 言语攻击以及愤怒呈显著负相关 ($r(88) = -.292, p < .01; r(88) = -.203, p < .01; r(88) = -.361, p < .05$)。

3.2 脑电数据结果

P130~190ms。

刺激类型的主效应显著 [$F(3, 117) = 5.60, p < .05, \eta_p^2 = .13$], 组别的主效应显著 [$F(1, 39) = 5.23, p < .05, \eta_p^2 = .12$], 在加工所有类型刺激时, 高攻击组均比低攻击组产生更大的波幅, 刺激类型和组别的交互作用不显著 [$F(3, 117) = 0.61, p > .05, \eta_p^2 = .02$]。事后比较发现, 与中性刺激相比, 病原体厌恶 ($p < .05$) 和道德厌恶 ($p < .01$) 诱发的波幅均显著大于其诱发的波幅, 而性厌恶和中性刺激诱发的波幅不存在显著差异 ($p > .05$)。

N300~350ms

刺激类型的主效应显著 [$F(3, 117) = 16.65, p < .01, \eta_p^2 = .30$], 组别的主效应不显著 [$F(1, 39) = 1.31, p > .05, \eta_p^2 = .03$], 刺激类型和组别的交互作用不显著 [$F(3, 117) = 1.34, p > .05, \eta_p^2 = .03$]。事后比较发现, 与中性刺激相比, 病原体厌恶 ($p < .05$) 和性厌恶 ($p < .01$) 诱发的波幅显著小于其诱发的波幅; 道德厌恶比病原体厌恶 ($p < .05$) 诱发的成分的走向显著更负; 病原体厌恶比性厌恶诱发的成分的走向显著更负 ($p < .01$)。

P400~600ms

刺激类型的主效应显著 [$F(3, 117) = 8.99, p < .01, \eta_p^2 = .19$], 组别的主效应不显著 [$F(1, 39) = .19, p > .05, \eta_p^2 = .005$], 刺激类型和组别的交互作用不显著 [$F(3, 117) = .174, p > .05, \eta_p^2 = .004$]。事后比较发现, 与中性刺激相比, 病原体厌恶 ($p < .01$), 道德厌恶 (p

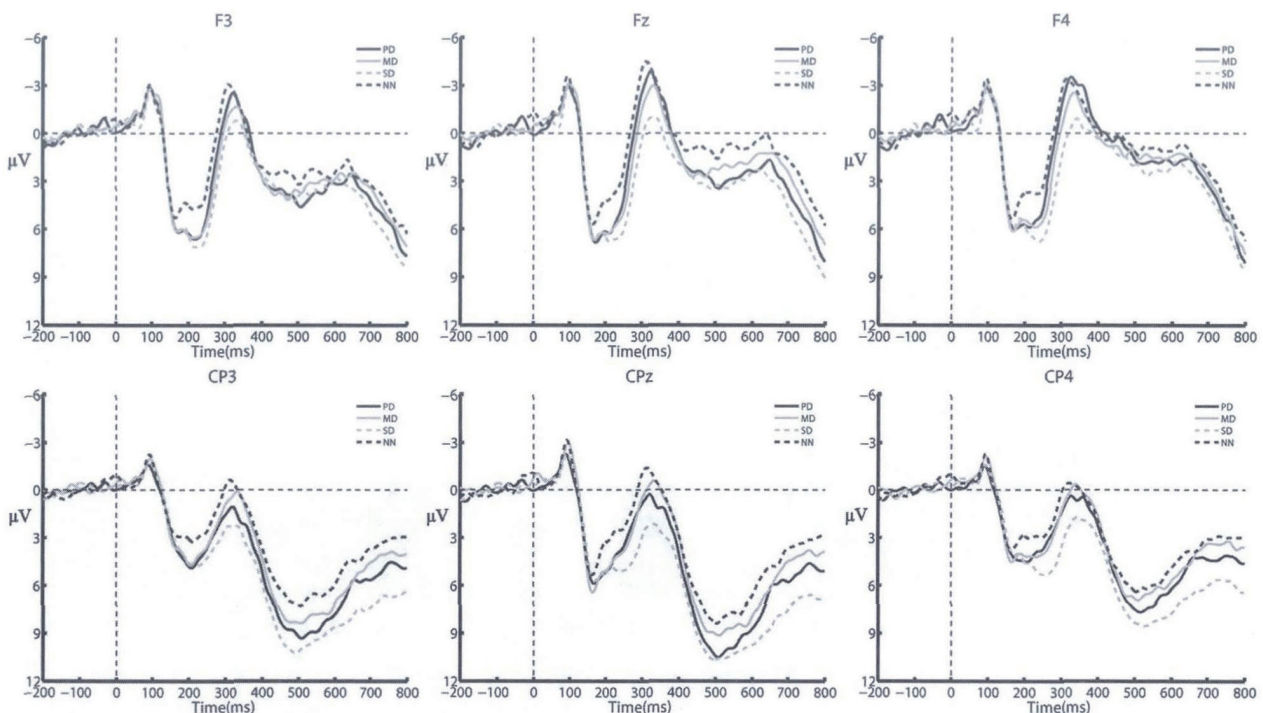


图2 高攻击组在四类刺激上的ERP总平均图

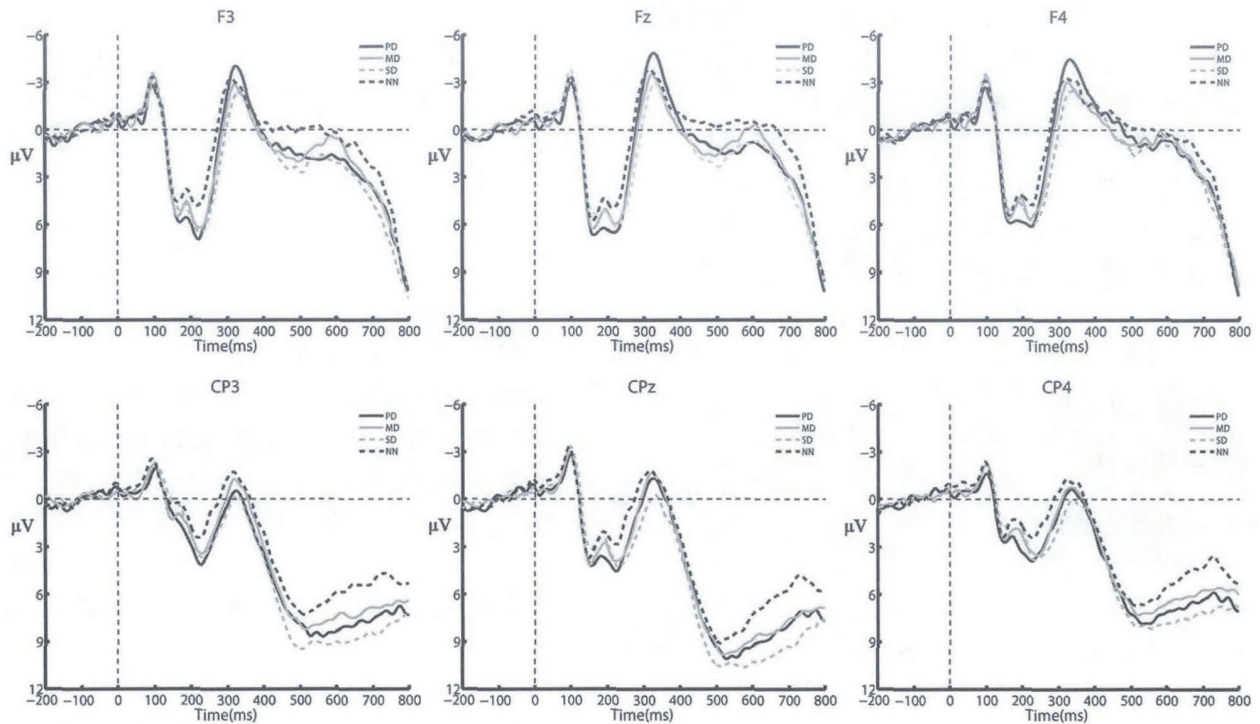


图3 低攻击组在四类刺激上的ERP总平均图

$< .05$) 和性厌恶 ($p < .01$) 诱发的波幅均显著大于其诱发的波幅, 即厌恶刺激均比中性刺激诱发更大的波幅; 性厌恶刺激诱发的波幅显著大于病原体厌恶 ($p < .05$) 和道德厌恶的波幅 ($p < .05$), 道德厌恶和病原体厌恶诱发的波幅差异不显著 ($p > .05$)。

采用前人的分析方法 (Meng et al., 2015; Yang, Zeng et al., 2013), 对不同加工阶段的厌恶情感效应进一步分析, 以确定不同类型厌恶情感的脑内加工

是否存在显著的时间先后效应。分别以厌恶刺激与中性刺激平均波幅的差值代表不同厌恶的情感效应, 以时间窗口和厌恶类型为组内变量进行重复测量方差分析, 结果发现时间窗口和厌恶类型的交互作用显著 [$F(4, 160) = 20.78, p < .01, \eta_p^2 = .72$]。简单效应分析发现, 在 130~190ms 内, 病原体厌恶 ($t(40) = 2.97, p < .01$) 和道德厌恶 ($t(40) = 3.37, p < .01$) 的情感效应显著大于性厌恶的情感效应; 在 300~350ms 内, 三种厌恶情感效应两两之间均差异显著 ($p < .05$); 在

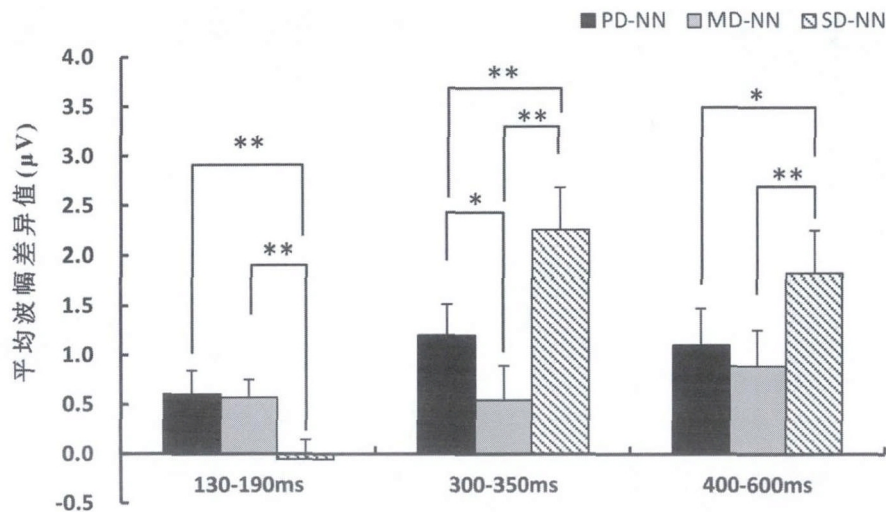


图4 不同加工阶段中三领域厌恶的情感效应的比较

注: 条形图分别表示, 130~190ms, 300~350ms, 400~600ms 的时间窗口上, 病原体厌恶, 道德厌恶和性厌恶的平均波幅分别减去中性刺激的平均波幅的差异值, * 表示 $p < .05$, ** 表示 $p < .01$, 误差线: 标准误。

400~600ms 内, 性厌恶的情感效应最大且显著大于病原体厌恶 ($t(40) = -2.33, p < .01$) 和道德厌恶的情感效应 ($t(40) = -3.02, p < .05$)。

4 讨论

本研究主要探讨了不同领域厌恶情绪的时程加工特点, 结果表明, 不同领域的厌恶情感得到识别的先后顺序存在差异, 病原体厌恶和道德厌恶率先得到识别, 三种类型厌恶情绪在加工中期均得到识别, 后期加工中个体对性厌恶情绪更为敏感, 不同领域的厌恶情感对应了不同的加工机制。

在 130~190ms 上, 病原体厌恶和道德厌恶刺激均和中性刺激发生显著分离, 它们的情感效应显著大于性厌恶的情感效应。早期加工中, 病原体厌恶刺激和道德厌恶刺激可能快速且自动化地捕捉了注意资源 (Carretié et al., 2004), 而性厌恶刺激未被识别。以往研究对生理厌恶和道德厌恶在早期阶段的加工机制存在争论 (Luo et al., 2013; Yang, Yan et al., 2013), 本研究发现这两种厌恶刺激在早期阶段均可得到识别, 并无显著差异。从进化的角度看, 虽然道德厌恶情绪的出现晚于病原体厌恶情绪, 但由于人际互动是现代社会生活的重要内容, 对违反道德行为的排斥和对病原体刺激的厌恶同等重要, 个体对这两种厌恶刺激的自动化加工有助于其更好地适应社会生活。

在 300~350ms 上, 三种不同的厌恶情感效应之间均出现了显著的分离。已有研究在 300ms 左右发现, 道德厌恶比核心厌恶诱发了更大的负成分 (Zhang et al., 2015); 在 290~375ms 内, 不道德刺激比道德刺激诱发更大的负成分 (Cowell & Decety, 2015; Yoder & Decety, 2014;), 本研究也在相似的时间窗口内发现了类似的结果。以上结果说明即使在内隐任务中个体也能对三种不同领域的厌恶刺激进行分类识别, 它们可能对应了不同的加工机制, 该结果为三领域厌恶结构提供了神经生理学方面的证据。

在 400~600ms 上, 三种类型厌恶刺激诱发的波幅均显著大于中性刺激诱发的波幅, 且性厌恶情感效应最大, 但病原体厌恶和道德厌恶的情感效应差异不显著。与本研究的结果相似, 前人发现 350~500ms 内核心厌恶和道德厌恶刺激均比中性刺激诱发了更大的正成分 (Zhang et al., 2015)。有研究者发现, 当观看效价和唤醒度均得到匹配的情感刺激时, 包含性信息的刺激诱发更大的晚期正成

分, 而且性信息越明确, 其诱发的波幅越大 (Prause, Steele, Staley, & Sabatinelli, 2015)。本研究中不同类型厌恶刺激的效价和唤醒度均得到了匹配, 包含明确性信息的厌恶刺激比另外两种厌恶刺激诱发了更大的波幅, 这表明厌恶情绪晚期加工阶段可能对性厌恶情绪更加敏感。

本研究还试图从攻击性的视角去理解厌恶情绪的加工机制。然而, 尽管在行为上, 发现了个体的攻击性水平与道德厌恶和性厌恶敏感性之间存在显著相关, 但并未发现他们在加工不同厌恶情绪时的特异性。这并没有验证我们的初步假设, 原因可能有两方面, 其一, 行为测量发现, 性厌恶敏感性和道德厌恶敏感性分别与攻击性分量表得分之间存在显著相关, 但厌恶敏感性与攻击性总分之间不存在显著相关, 而本研究是利用攻击性总分划分的组别。其二, 厌恶敏感性和攻击性之间的确存在显著的相关关系, 这一相关可能仅在个体的特质水平上出现, 而对厌恶情绪的加工是情境性的, 不能与特质性的厌恶敏感性完全等同。

本研究还存在着许多缺陷。首先, 78 名被试中女性多于男性, 而攻击性又存在着性别差异, 未来可以匹配性别这一变量。其次, 利用攻击性总分分组也是本研究的缺陷所在, 我们不确定未发现个体差异的原因是否与分组有关, 未来研究可以采用其他测量攻击水平的工具开展研究, 并关注不同的攻击性分量表。最后, 厌恶敏感性与加工厌恶刺激的神经机制之间的关系可能更为直接, 未来可以先探究厌恶敏感性的个体差异对厌恶情绪加工机制的影响, 再探究其他方面的个体差异可能对厌恶情绪加工产生的影响。

5 结论

研究表明, 病原体厌恶刺激, 道德厌恶刺激和性厌恶刺激在不同的时程加工阶段表现出特异性, 尤其是在 300~350ms 阶段, 三种厌恶情感效应得到了显著分离。本研究的结果支持了厌恶情绪的三维分类结构, 证明了三种不同领域的厌恶情绪在认知神经层面上确实能得到识别与区分; 研究未发现不同攻击性个体在厌恶情绪加工上存在差异。本研究的结论有助于更全面的理解厌恶情绪的加工机制。

参考文献

- 丁道群, 张湘一, 陈锡友. (2016). 不同注意资源水平上核心厌恶和道德厌恶刺激加工分离效应的 ERPs 研究. *心理科学*, 39, 265-271.

- Al-Shawaf, L., Lewis, D. M. G., & Buss, D. M. (2015). Disgust and mating strategy. *Evolution and Human Behavior, 36*(3), 199–205.
- Angyal, A. (1941). Disgust and related aversions. *Journal of Abnormal and Social Psychology, 36*(3), 393–412.
- Bondül, R., & Richter, P. (2016). Interrelations of justice, rejection, provocation, and moral disgust sensitivity and their links with the hostile attribution bias, trait anger, and aggression. *Frontiers in Psychology, 7*, 795.
- Borg, C., de Jong, P. J., Renken, R. J., & Georgiadis, J. R. (2013). Disgust trait modulates frontal–posterior coupling as a function of disgust domain. *Social Cognitive and Affective Neuroscience, 8*(3), 351–358.
- Borg, J. S., Lieberman, D., & Kiehl, K. A. (2008). Infection, incest, and iniquity: Investigating the neural correlates of disgust and morality. *Journal of Cognitive Neuroscience, 20*(9), 1529–1546.
- Buss, A. H., & Perry, M. (1992). The aggression questionnaire. *Journal of Personality and Social Psychology, 63*(3), 452–459.
- Carretié, L., Mercado, F., Tapia, M., & Hinojosa, J. A. (2001). Emotion, attention, and the 'negativity bias', studied through event-related potentials. *International Journal of Psychophysiology, 41*(1), 75–85.
- Carretié, L., Hinojosa, J. A., Martín-Loeches, M., Mercado, F., & Tapia, M. (2004). Automatic attention to emotional stimuli: Neural correlates. *Human Brain Mapping, 22*(4), 290–299.
- Chapman, H. A., & Anderson, A. K. (2013). Things rank and gross in nature: A review and synthesis of moral disgust. *Psychological Bulletin, 139*(2), 300–327.
- Cowell, J., & Decety, J. (2015). The neuroscience of implicit moral evaluation and its relation to generosity in early childhood. *Current Biology, 25*(1), 93–97.
- Haidt, J., McCauley, C., & Rozin, P. (1994). Individual differences in sensitivity to disgust: A scale sampling seven domains of disgust elicitors. *Personality and Individual Differences, 16*(5), 701–713.
- Harmon-Jones, E. (2003). Anger and the behavioral approach system. *Personality and Individual Differences, 35*(5), 995–1005.
- Harrison, N. A., Gray, M. A., Gianaros, P. J., & Critchley, H. D. (2010). The embodiment of emotional feelings in the brain. *Journal of Neuroscience, 30*(38), 12878–12884.
- Kanske, P., Plitschka, J., & Kotz, S. A. (2011). Attentional orienting towards emotion: P2 and N400 ERP effects. *Neuropsychologia, 49*(11), 3121–3129.
- Laakasuo, M., Sundvall, J., & Drosinou, M. (2017). Individual differences in moral disgust do not predict utilitarian judgments, sexual and pathogen disgust do. *Scientific Reports, 7*, 45526.
- Luo, Y., Shen, W. L., Zhang, Y., Feng, T. Y., Huang, H., & Li, H. (2013). Core disgust and moral disgust are related to distinct spatiotemporal patterns of neural processing: An event-related potential study. *Biological Psychology, 94*(2), 242–248.
- Meng, X. X., Yuan, J. J., & Li, H. (2009). Automatic processing of valence differences in emotionally negative stimuli: Evidence from an ERP study. *Neuroscience Letters, 464*(3), 228–232.
- Meng, X. X., Yang, J. M., Cai, A. Y., Ding, X. S., Liu, W. W., Li, H., & Yuan, J. L. (2015). The neural mechanisms underlying the aging-related enhancement of positive affects: Electrophysiological evidences. *Frontiers in Aging Neuroscience, 7*, 143.
- Moll, J., De Oliveira-Souza, R., Moll, F. T., Ignácio, F. A., Bramati, I. E., Caparelli-Dáquer, E. M., & Eslinger, P. J. (2005). The moral affiliations of disgust: A functional MRI study. *Cognitive and Behavioral Neurology, 18*(1), 68–78.
- Park, J. H., Leeuwen, F. V., & Stephen, I. D. (2012). Homeliness is in the disgust sensitivity of the beholder: relatively unattractive faces appear especially unattractive to individuals higher in pathogen disgust. *Evolution and Human Behavior, 33*(5), 569–577.
- Parkinson, C., Sinnott-Armstrong, W., Koralus, P. E., Mendelovici, A., Megeer, V., & Wheatley, T. (2011). Is morality unified? evidence that distinct neural systems underlie moral judgments of harm, dishonesty, and disgust. *Journal of Cognitive Neuroscience, 23*(10), 3162–3180.
- Pond, R. S., DeWall, C. N., Lambert, N. M., Deckman, T., Bonser, I. M., & Fincham, F. D. (2012). Repulsed by violence: Disgust sensitivity buffers trait, behavioral, and daily aggression. *Journal of Personality and Social Psychology, 102*(1), 175–188.
- Prause, N., Steele, V. R., Staley, C., & Sabatinelli, D. (2015). Late positive potential to explicit sexual images associated with the number of sexual intercourse partners. *Social Cognitive and Affective Neuroscience, 10*(1), 93–100.
- Richman, S. B., DeWall, N., Pond, R. S. Jr., Lambert, N. M., & Fincham, F. D. (2014). Disgusted by vengeance: Disgust sensitivity predicts lower vengeance. *Journal of Social and Clinical Psychology, 33*(9), 831–846.
- Rozin, P., Haidt, J., & McCauley, C. (2009). Disgust: The body and soul emotion in the 21st century. *Neuroethics, 9*–29.
- Schaller, M., & Duncan, L. A. (2007). The behavioral immune system: Its evolution and social psychological implications. In J. P. Forgas, M. G. Haselton, & W. von Hippel (Eds.), *Evolution and the social mind: Evolutionary psychology and social cognition* (pp. 293–307). New York: Psychology Press.
- Tybur, J. M., Lieberman, D. L., & Griskevicius, V. (2009). Microbes, mating, and morality: Individual differences in three functional domains of disgust. *Journal of Personality and Social Psychology, 97*(1), 103–122.
- Tybur, J. M., Lieberman, D., Kurzban, R., & Descioli, P. (2013). Disgust: evolved function and structure. *Psychological Review, 120*(1), 65–84.
- Wei, J. H., Chan, T. C., & Luo, Y. J. (2002). A modified oddball paradigm “cross-modal delayed response” and the research on mismatch negativity. *Brain Research Bulletin, 57*(2), 221–230.
- Yang, J. M., Zeng, J., Meng, X. X., Zhu, L. P., Yuan, J. J., Li, H., & Yusoff, N. (2013). Positive words or negative words: whose valence strength are we more sensitive to? *Brain Research, 1533*, 91–104.
- Yang, Q., Yan, L., Luo, J. L., Li, A., Zhang, Y., Tian, X. H., & Zhang, D. X. (2013). Temporal dynamics of disgust and morality: An Event-Related Potential Study. *PLoS ONE, 8*(5), e65094.
- Yang, Q., Luo, C. H., & Zhang, Y. (2017). Individual differences in the early recognition of moral information in lexical processing: An event-related potential study. *Scientific Reports, 7*, 1475.
- Yoder, K. J., & Decety, J. (2014). Spatiotemporal neural dynamics of moral judgment: A high-density ERP study. *Neuropsychologia, 60*, 39–45.
- Yuan, J. J., Zhang, Q. L., Chen, A. T., Li, H., Wang, Q. H., & Zhuang, Z., & Jia, S. W. (2007). Are we sensitive to valence differences in emotionally negative stimuli? Electrophysiological evidence from an ERP study. *Neuropsychologia, 45*(12), 2764–2771.
- Yuan, J. J., Luo, Y. J., Yan, J. H., Meng, X. X., Yu, F. Q., & Li, H. (2009). Neural correlates of the females' susceptibility to negative emotions: an insight into gender-related prevalence of affective disturbances. *Human Brain Mapping, 30*(1), 1–11.

- 30(11), 3676–3686.
- Zhang, J., Zheng, L. J., & Zheng, Y. (2016). Moral and sexual disgust suppress sexual risk behaviors among men who have sex with men in china. *Frontiers in Psychology*, 7, 2405.
- Zhang, X. Y., Guo, Q., Zhang, Y. X., Lou, L. D., & Ding, D. Q. (2015). Different timing features in brain processing of core and moral disgust pictures: An event-related potentials study. *PLoS ONE*, 10(5), e0128531.

The Timing Features of the Three-Domain Disgust Emotions: A Perspective from the Individual Differences of Aggression

Wang Yuchao, Zhou Lingling, Yang Qun

(Department of Psychology, School of Education, Hangzhou Normal University, Hangzhou, 311121)

Abstract Disgust, an emotion motivating withdrawal from offensive stimuli, protects us from the risk of various pathogens and socio-moral violations. According to the three-domain model of disgust, pathogen disgust, sexual disgust and moral disgust are three major subtypes of the disgust emotions. Previous studies have endeavored to investigate the neural basis of pathogen disgust and moral disgust. However, it is worthwhile to systematically compare the neural underpinnings across the three subtypes of disgust with a special interest in finding out the individual differences of the disgust emotions. Therefore, in the current study, we examined the dynamic neuro-cognitive mechanisms underlying the three domains of disgust by recruiting undergraduates with different aggression level as participants.

We utilized a four (stimulus types: pathogen disgust, moral disgust, sexual disgust, neutral) \times two (groups: high aggression vs. low aggression level) mixed design. The electroencephalogram (EEG) signals were recorded while participants performed a modified oddball task. The materials consisted of 40 deviant stimuli and standard stimuli (pseudo words). Before the formal experiment, the aggression level was measured among participants by using the Buss-Perry aggression scales. Then 21 subjects were selected for the high-aggression-level group and another 20 subjects for low-aggression-level group. During the lexical decision task, participants were asked to indicate whether the visual stimulus was a word or not by pressing “d” or “k” on a keyboard with their left or right index finger. Every trial started with a central fixation for 500 ms, which was followed by a blank screen with a jittered duration between 500 ms and 1000 ms. Then the stimulus was presented for 2500 ms, and could be terminated by making a response. The trial ended with a blank screen with a duration of 1000 ms. We mainly analyzed ERPs elicited by pathogen disgust, moral disgust, sexual disgust and neutral deviant stimuli. The visual inspection of the grand-average waveforms suggested three time windows of interest for full analysis: 130 to 190ms, 300 to 350 ms and 400 to 600 ms. The mixed measure ANOVAs were conducted on the average amplitudes of the three time windows.

The ERP results showed that the main effect of the stimulus types was significant for each time window. In the time window of 130-190 ms, the average amplitudes of the pathogen disgust stimuli and moral disgust stimuli were significantly more positive than that of the neutral stimuli. In the time window of 300-350 ms, the average amplitudes of the moral disgust stimuli were significantly more negative than that of the pathogen disgust stimuli and sexual disgust stimuli; he pathogen disgust stimuli elicited larger average amplitudes than the sexual disgust stimuli. In the late time window of 400-600 ms, the average amplitudes of the sexual disgust stimuli were significantly more negative than the pathogen disgust stimuli and the moral disgust stimuli. However, the two groups with different aggression levels demonstrated very similar neural patterns when processing the three types of disgust in each of the three time windows.

Taken together, this study has shown that the three different types of disgust emotions can be identified and distinguished in the time course of processing. On the whole, we, in the current study, provide neuro-cognitive evidence for the heterogeneity of the three-domain disgust, and help to understand the neural mechanisms of the disgust emotions in a more comprehensive manner. Further studies are needed to continue to examine the neural processing of the disgust emotions in the individual level.

Key words disgust emotions, the three-domain model of disgust, Event Related Potentials (ERPs)