

# 《心理学报》审稿意见与作者回应

题目：急性应激损害对威胁刺激的注意解除

作者：罗禹，念靖晴，鲍未，张静静，赵守盈，潘运，许爽，张禹

## 第一轮

### 审稿人 1 意见：

本文章结合行为和脑电技术，探讨急性应激对威胁刺激注意偏向影响的认知机制，具体考察急性应激到底影响注意定向还是注意解除。这一问题具有一定的理论价值，文章的结果比较清晰，行为和脑电的证据整体上均得到一致结论。但是文章在写作等方面存在问题值得修改，具体如下：

#### 一、文章的主要问题

**意见 1：**前言中给出的研究假设在逻辑上有点牵强。根据文章引用介绍的前人研究无法得出明确的假设，即为何急性应激会增强对威胁刺激的注意定向，损害个体对威胁刺激的注意解除？这一假设感觉有从结果反推的嫌疑，建议在前言中更加明确研究逻辑，为何从以往的研究中能推测出当前假设。

**回应：**感谢审稿专家的宝贵意见。为了进一步明确研究逻辑，我们对正文中的表述已经进行了修改，详情见正文中蓝色字体部分。

急性应激导致的神经和生理活动变化会对杏仁核—前扣带回网络和额—顶网络等脑区域产生特异性影响，这两个网络与个体对威胁刺激的注意偏向紧密相关(Arnsten, 2009; Hermans et al., 2011)。一方面，急性应激会增强杏仁核—前扣带回网络的活性(Cousijn et al., 2010)，促进个体对威胁刺激的检测(Debiec & LeDoux, 2006)。Cousijn 等人研究发现急性应激增强了杏仁核的阶段性反应(Cousijn et al., 2010)。Rued 等人的行为学研究发现，个体处于急性应激状态中检测到威胁刺激的速度比非威胁刺激更快但准确率更低，对威胁刺激的行为反应优势明显(Rued, Hilmert, Strahm, & Thomas, 2018)。同时在 ERP 研究中也发现急性应激会增强个体对威胁刺激的早期感觉输入，表现为早期的与注意相关的 N1 成分增大(Löw, Weymar, & Hamm, 2015; Shackman, Maxwell, McMenamin, Greischar, & Davidson, 2011)。个体对威胁刺激的注意定向与杏仁核—前扣带回网络紧密相关(Carlson et al., 2012; Carlson & Reinke, 2008)，急性应激会增加该网络的活动，据此我们推测急性应激会增强个体对威胁刺激的注意定向。另一方面，急性应激会降低额—顶网络的活性(Arnsten, 2009; Qin, Hermans, van Marle, Luo, & Fernandez, 2009)，削弱个体对注意控制资源的分配(Meconi, Luria, & Sessa, 2014)。Qin 等人研究发现应激显著的降低了大脑区域中前额叶皮层、顶叶皮层的激活(Qin et al., 2009)。同时，与急性应激相关疾病（如焦虑、抑郁等）的 ERP 研究也发现了类似的结果(Meconi et al., 2014)。Meconi 等人发现个体的焦虑水平提高了他们对不可信任面孔（威胁刺激）的注意解除困难，高焦虑水平个体在不可信任面孔上的 SPCN 波幅比低焦虑水平个体更大(Meconi et al., 2014)。个体对威胁刺激的注意解除与额—顶网络有关(Fecteau & Munoz, 2006; Gottlieb, 2007)，急性应激会损害该网络的活动。因此我们推测急性应激会损害个体对威胁刺激的注意解除。

综上，急性应激可能会对注意偏向的不同表现产生不同的影响。即急性应激可能会增强个体对威胁刺激的注意定向，损害个体对威胁刺激的注意解除。基于此，本研究采用社会评估冷压任务诱发个体的应激反应后进行点探测任务，并结合事件相关电位技术，研究急性应激影响个体对威胁刺激注意偏向的认知机制。本研究假设，急性应激会增强个体对威胁刺激的注意定向，损害个体对威胁刺激的注意解除。如果急性应激增强个体对威胁刺激的注意定向，则在行为上应激组比控制组表现出更快的注意定向加速，非注意分配条件与一致条件的反应时之差大于控制组；在 ERP 结果上，威胁刺激会诱发应激组个体产生更负的 N2pc。如果急性应激损害个体对威胁刺激的注意解除，则应激组比控制组在行为上会表现出更慢的注意解除，不一致条件与非注意分配条件的反应时之差值大于控制组；在 ERP 结果上，威胁刺激会诱发应激组个体产生更负的 SPCN。

**意见 2:** 图 2 所展示的行为数据结果需要进一步解释。虽然在 0 点应激组和控制组在状态焦虑得分上存在显著差异，但是从图中看起来-85 和-55 这两个时间点上两组的差异也非常大，几乎跟 0 点非常一致。文章中并没有报告这两个时间点上两组得分是否存在显著差异。如果也存在显著差异，那么为何会出现这种情况？因为这两个时间点是在冷压任务操作之前的，可以看成是没有任务操作的基线条件，不应该出现与任务操作后一样的结果才合理。

**回应:** 感谢审稿专家的宝贵意见。虽然从图中看起来-85 min 和-55 min 这两个时间点上两组的差异也非常大，几乎跟 0 点非常一致。但经过数据分析在-85 min ( $F(1, 27)=0.83, p=0.37$ ) 和-55 min ( $F(1, 27)=0.39, p=0.54$ ) 这两个时间点均未发现显著差异。出现这种情况的原因可能是实验条件的设置：在应激条件下，从见到被试开始主试就身着医生服，且面部表情较为严肃，这种实验条件操控在一定程度上会引发个体主观上的情绪或心理不适。同时，也将这一结果在正文中进行了报告，具体内容见正文中蓝色字体部分。

“同时，在社会评估冷压任务前的-85 min ( $F(1, 27) = 0.83, p = 0.37$ ) 和-55 min ( $F(1, 27) = 0.39, p = 0.54$ ) 应激组和控制组在状态焦虑上均未发现显著差异”

**意见 3:** 图 3a 所展示的行为数据方面，并没有观察到控制组有注意定向和注意解除的结果，即没有重复经典结果，并且效应比较小，请给出解释。

**回应:** 感谢审稿专家的宝贵意见。本研究中行为学上没有观察到控制组个体对威胁刺激有注意定向和注意解除的结果与前人的研究基本一致(Bar-Haim *et al.*, 2007; Kappenman *et al.*, 2014; Kappenman *et al.*, 2015)。Kappenman 等人使用点探测任务研究发现传统的行为测量没法获得个体对威胁刺激存在注意偏向的直接证据(Kappenman *et al.*, 2014; Kappenman *et al.*, 2015)。其原因可能是：1) 行为反应不是针对情绪刺激本身的，而是针对随后替代先前情绪刺激呈现位置处的目标项目。尽管情绪刺激的任务无关性允许研究人员在没有任务相关情绪刺激持续呈现的情况下评估注意力，但这种设计的结果是任务中的行为反应仅与情绪刺激间接相关。2) 在点探测任务中，数百毫秒呈现时间分离了威胁刺激的开始和目标刺激的开始。因此，个体可能最初关注威胁刺激，但在目标出现之前解除。事实上，阈下视觉注意力转移 (shifts of covert visual attention) 可能会在快速的时间范围内发生，有时仅仅只需要 50-100 ms (Müller & Rabbitt, 1989)。因此，如果在目标刺激出现时注意力已从威胁刺激或威胁刺激呈现位置处转移，行为测量可能无法直接获取点探测任务中个体对威胁刺激的初始转变。3) 也可能是因为线索呈现的时间比较长，接近于 500ms，利于观察到注意解除而不是注意定向 (张禹 等人, 2014)。

**意见 4:** 相关分析中，N2pc 与 SPCN 都是负性波，请解释一下 N2pc 与注意定向是负相关，为何 SPCN 与注意解除却是正相关。

**回应：**感谢审稿专家的宝贵意见。将行为学结果与 ERP 成分进行相关性分析，其主要目的还是研究注意定向和注意解除与脑电成分之间的相关性，并未更进一步的探讨急性应激与注意定向与注意解除的关系。因此，我们删除了行为学与脑电成分的相关性结果，将其替换为急性应激与注意定向和注意解除的相关性结果。我们选取了应激组和控制组皮质醇增量的差异值和 N2pc、SPCN 在两组上差异分别进行相关分析。选取脑电成分 N2pc 和 SPCN 分别作为反映注意定向和注意解除的指标，理由是与行为学相比，脑电成分能更直接的反映出点探测任务中个体对威胁刺激的初始转变(Kappenman et al., 2014; Kappenman et al., 2015)。具体修改的详细内容见正文中蓝色字体。

为了进一步探讨急性应激对注意定向和注意解除的影响，我们选取了应激组和控制组皮质醇增量的差异和 N2pc、SPCN 在两组上的差异分别进行相关分析。组间皮质醇增量差异为应激组的增量减去控制组的增量，皮质醇增量为 40 min 和 0 min 时的皮质醇浓度差值。N2pc 和 SPCN 的组间差异为应激组与控制组脑电成分时间窗内区域面积的差。结果发现，组间皮质醇增量差异与 N2pc 的组间差异 ( $r = 0.49, p = 0.041$ ) 和 SPCN 的组间差异 ( $r = 0.47, p = 0.049$ ) 均具有显著的正相关关系。

## 二、文章的细节问题

**意见 5：**最后分析的 36 名被试中应激组有多少人，控制组有多少人？

**回应：**感谢审稿专家的宝贵意见。已经在文中对应位置进行修改。详情见正文中蓝色字体的部分。“（**应激组和控制组各 18 人**）”

**意见 6：**被试是否需要又快又好反应没有说明；

**回应：**感谢审稿专家的宝贵意见。在本研究中被试要在保证正确率的前提下在 1100 ms 内尽快做出对应的按键反应。已经在文中对应位置进行了修改。详情见正文中蓝色字体部分。“目标刺激界面消失后，被试需要在保证正确率的同时在 1100 ms 内通过按 k 或 l 键判断圆点的方向（垂直或水平）”

**意见 7：**“（被）试眼睛与屏幕正中保持水平”，少打了一个“被”字；

**回应：**感谢审稿专家的宝贵意见。已经在正文中对应的位置进行修改。详情见正文中蓝色字体的部分。“**被试的眼睛与屏幕正中保持水平并距离 60 cm 左右**”

**意见 8：**按键反应是哪两个键位没有说明；

**回应：**感谢审稿专家的宝贵意见。被试通过 k 或 l 键进行对应的按键反应。已经在文中对应位置进行修改。详情见正文中蓝色字体的部分。“目标刺激界面消失后，被试需要在保证正确率的同时在 1100 ms 内通过按 k 或 l 键判断圆点的方向（垂直或水平）”

**意见 9：**图 3（a）纵坐标没有单位；

**回应：**感谢审稿专家的宝贵意见。图 3（a）纵坐标的单位为 ms。已在正文中（第 25 页）的图 3（a）处进行了对应修正。

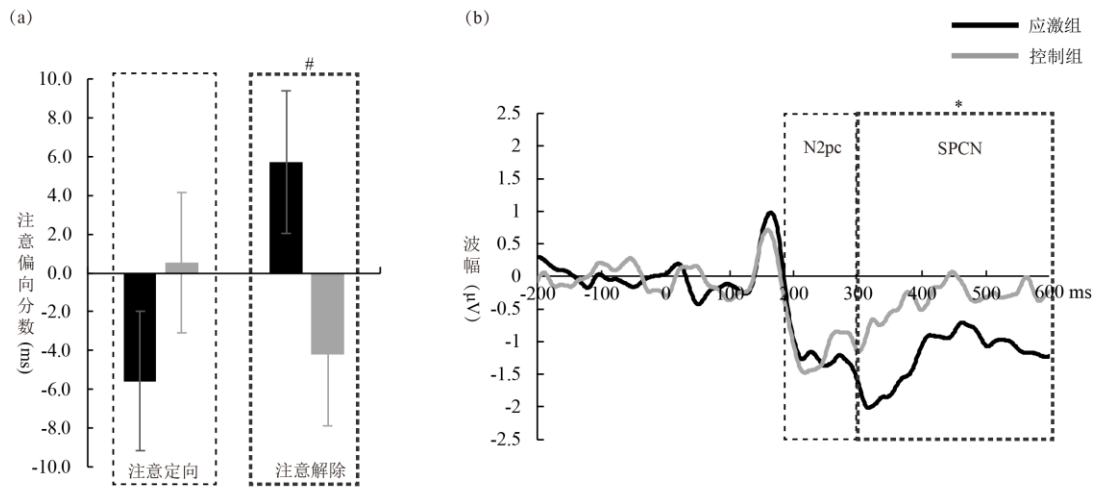


图3 注意偏向分数(a)和对威胁刺激的反应的ERP结果(b)。#表示  $p < 0.1$ ，\*表示  $p < 0.05$ 。

意见 10：图 5 的横纵坐标没有标明含义；

回应：感谢审稿专家的宝贵意见。因内容修正，不再使用行为学和脑电成分的相关性结果，因此已经删除了正文中的图 5。

主要参考文献：

- Bar-Haim, Y., Lamy, D., Pergamin, L., Bakermans-Kranenburg, M. J., & Van Ijzendoorn, M. H. (2007). Threat-related attentional bias in anxious and nonanxious individuals: a meta-analytic study. *Psychological bulletin*, 133(1), 1.
- Müller, H. J., & Rabbitt, P. M. A. (1989). Reflexive and voluntary orienting of visual attention: time course of activation and resistance to interruption. *Journal of Experimental Psychology Human Perception & Performance*, 15(2), 315.
- Kappenman, E. S., Farrens, J. L., Luck, S. J., & Proudfit, G. H. (2014). Behavioral and ERP measures of attentional bias to threat in the dot-probe task: poor reliability and lack of correlation with anxiety. *Frontiers in Psychology*, 5, 1368.
- Kappenman, E. S., MacNamara, A., & Proudfit, G. H. (2015). Electrocortical evidence for rapid allocation of attention to threat in the dot-probe task. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 10(4), 577-583.
- Zhang, Y., Luo, Y., Zhao, S., Chen, W., & Li, H. (2014). Attentional Bias towards Threat: Facilitated Attentional Orienting or Impaired Attentional Disengagement? *Advances in Psychological Science*, 22(7), 1129-1138.
- [张禹, 罗禹, 赵守盈, 陈维, 李红. (2014). 对威胁刺激的注意偏向: 注意定向加速还是注意解除困难?. *心理科学进展*, 22(7), 1129-1138.]

审稿人 2 意见：

该研究报告了一项“急性应激对威胁刺激的注意解除”的 ERP 研究，将 44 名男性大学生分为应激组 N=24 与控制组 N=20。采用社会评估冷压任务诱发急性应激状态，评估了被试的唾液皮质醇和焦虑水平，带有情绪刺激的点探测任务分离注意定向和注意解除，结合事件相关电位技术，考察急性应激对威胁刺激注意偏向影响的认知机制。

主要研究结果包括两个方面：1) 急性应激组个体注意解除比控制组更慢，而在注意定向上两组无显著差异；2) 应激组比控制组在跟注意解除相关的 SPCN 成分上更负，在跟注



意定向相关的 N2pc 成分上没有显著差异。据此，作者得出结论——急性应激增强对威胁刺激的注意偏向是因为其损害个体对威胁刺激的注意解除，这可能是因为急性应激损害了与注意解除相关的额顶网络的功能所致。

应激对注意的调节机制是当前的热点课题。该研究实验目的明确，通过精巧实验设计和时间高分辨率 ERP，发现了急性应激对注意定向与注意解除影响的脑电指标，对理解应激如何调节人脑注意功能具有重要的现实意义。作者实验设计精细，控制严谨，包括诱发急性应激状态、分离注意定向与注意解除，而且采用了生理与心理指标对应激诱发进行验证。数据分析细致，研究结果可靠，是一项较好的实验研究，建议改进完善再发表。

**意见 1:** 急性应激对情绪相关的注意定向和注意解除的调节是当前的热点课题，作者对这方面的研究有较好的把握。但有关研究目的和假设，跟已有研究的理论和意义结合，在引言部分还可以进一步改进，特别是急性应激为何对注意定向和注意解除可能存在不同影响，需要更深入的阐释。

**回应:** 感谢审稿专家的宝贵意见。为了深入阐释急性应激为何对注意定向和注意解除可能存在不同影响，我们对引言部分的相关表述进行了修改，详情见正文中蓝色字体部分。

急性应激导致的神经和生理活动变化会对杏仁核—前扣带回网络和额—顶网络等脑区域产生特异性影响，这两个网络与个体对威胁刺激的注意偏向紧密相关(Arnsten, 2009; Hermans et al., 2011)。一方面，急性应激会增强杏仁核—前扣带回网络的活性(Cousijn et al., 2010)，促进个体对威胁刺激的检测(Debiec & LeDoux, 2006)。Cousijn 等人研究发现急性应激增强了杏仁核的阶段反应(Cousijn et al., 2010)。Rued 等人的行为学研究发现，个体处于急性应激状态中检测到威胁刺激的速度比非威胁刺激更快但准确率更低，对威胁刺激的行为反应优势明显(Rued, Hilmert, Strahm, & Thomas, 2018)。同时在 ERP 研究中也发现急性应激会增强个体对威胁刺激的早期感觉输入，表现为早期的与注意相关的 N1 成分增大(Löw, Weymar, & Hamm, 2015; Shackman, Maxwell, McMenemy, Greischar, & Davidson, 2011)。个体对威胁刺激的注意定向与杏仁核—前扣带回网络紧密相关(Carlson et al., 2012; Carlson & Reinke, 2008)，急性应激会增加该网络的活动，据此我们推测急性应激会增强个体对威胁刺激的注意定向。另一方面，急性应激会降低额—顶网络的活性(Arnsten, 2009; Qin, Hermans, van Marle, Luo, & Fernandez, 2009)，削弱个体对注意控制资源的分配(Meconi, Luria, & Sessa, 2014)。Qin 等人研究发现应激显著的降低了大脑区域中前额叶皮层、顶叶皮层的激活(Qin et al., 2009)。同时，与急性应激相关疾病（如焦虑、抑郁等）的 ERP 研究也发现了类似的结果(Meconi et al., 2014)。Meconi 等人发现个体的焦虑水平提高了他们对不可信任面孔（威胁刺激）的注意解除困难，高焦虑水平个体在不可信任面孔上的 SPCN 波幅比低焦虑水平个体更大(Meconi et al., 2014)。个体对威胁刺激的注意解除与额—顶网络有关(Fecteau & Munoz, 2006; Gottlieb, 2007)，急性应激会损害该网络的活动。因此我们推测急性应激会损害个体对威胁刺激的注意解除。

综上，急性应激可能会对注意偏向的不同表现产生不同的影响。即急性应激可能会增强个体对威胁刺激的注意定向，损害个体对威胁刺激的注意解除。基于此，本研究采用社会评估冷压任务诱发个体的应激反应后进行点探测任务，并结合事件相关电位技术，研究急性应激影响个体对威胁刺激注意偏向的认知机制。本研究假设，急性应激会增强个体对威胁刺激的注意定向，损害个体对威胁刺激的注意解除。如果急性应激增强个体对威胁刺激的注意定

向,则在行为上应激组比控制组表现出更快的注意定向加速,非注意分配条件与一致条件的反应时之差大于控制组;在 ERP 结果上,威胁刺激会诱发应激组个体产生更负的 N2pc。如果急性应激损害个体对威胁刺激的注意解除,则应激组比控制组在行为上会表现出更慢的注意解除,不一致条件与非注意分配条件的反应时之差值大于控制组;在 ERP 结果上,威胁刺激会诱发应激组个体产生更负的 SPCN。

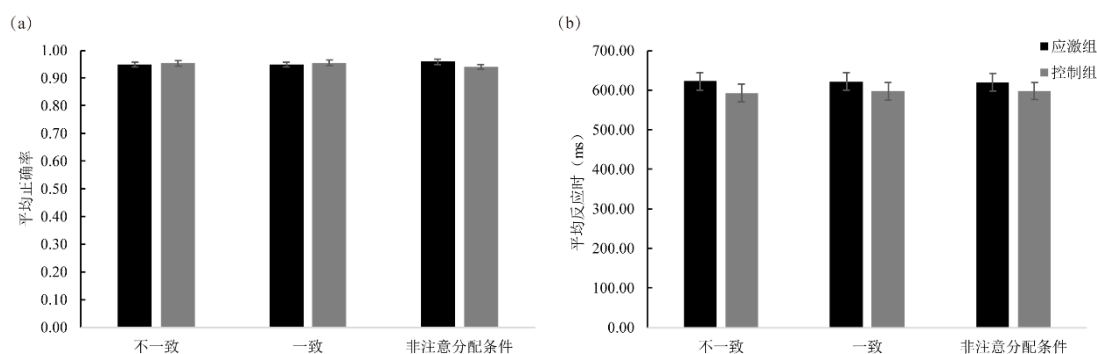
**意见 2:** 从目前作者报告的数据来看,组别(应激 vs.控制)和注意(定向 vs.解除)之间的交互作用仅仅达到边缘显著水平  $p=0.099$ ,研究结果的显著性和效应量似乎比较小。如何能保证实验结果的可靠性和可重复性?建议寻求其他更加敏感行为指标呢?(参考 3 和 4)

**回应:** 感谢审稿专家的宝贵意见。本研究中行为学上的显著性和效应量较小,可能是由于使用点探测任务研究注意偏向时传统的行为测量没法获得个体对威胁刺激存在注意偏向的直接证据(Kappenman et al., 2014; Kappenman et al., 2015)。因此本研究在行为学指标的基础上,还选取了对注意偏向更为敏感的 ERP 指标(Woodman, G. F., 2010)。

**意见 3:** 该研究使用的情绪相关点探测任务范式,目前仅仅采用反应时的简单均值分析,比较两组差异;建议还可以考虑准确率与反应时权衡 accuracy 和 RTs 的 trade-off,还有试次间的变异等指标,可以进行更丰富探索并比较两组是否存在差异。

**回应:** 感谢审稿专家的宝贵意见。本研究中要求“目标刺激界面消失后,被试需要在保证正确率的同时在 1100 ms 内通过按 k 或 l 键判断圆点的方向(垂直或水平)”。数据结果分析发现,应激组和控制组的个体在一致条件、不一致条件和非注意分配条件的平均正确率均超过 94%且不存在显著差异,  $F(2, 102)=1.21, p=0.302$  (见附图 1 (a));同时应激组和控制组个体在一致条件、不一致条件和非注意分配条件的平均反应时不存在显著差异,  $F(2, 102)=0.12, p=0.988$  (见附图 1 (b))。并且从趋势上来看,一致和不一致条件下应激组正确率低,反应时长,可见本研究中不存在速度准确率权衡。

此外,与试次间的变异指标相比,本研究选取了对注意偏向更为敏感的 ERP 指标(Woodman, G. F., 2010)。从本研究已有的数据分析结果和前人研究结果来看,ERP 指标能较好地反映个体在注意偏向上的认知活动过程(Kappenman et al., 2014; Kappenman et al., 2015)。



附图 1 应激组和控制组在不同条件下的平均正确率 (a) 和平均反应时(b)。

**意见 4:** 接着上述 2 和 3, 鉴于急性应激所诱发快速 NE 和自主神经系统兴奋, 紧接着诱发

较慢的 HPA-axis 和皮质醇分泌,这两者对脑认知功能的调节存在重要的时效性特征(de Kloet et al., 2005; 罗跃嘉等 2013; Hermans et al., 2014)。为此,我们可以推测急性应激对注意功能的调节可能在较早和较晚实验试次表现出不同的影响特征。也就是说,急性应激诱发后对整个点探索阶段较早试次的影响不同于对较晚试次的影响。这种可能性完全值得深入探索。

**回应:**感谢审稿专家的宝贵意见。为了探讨急性应激对注意功能的调节可能在较早和较晚实验试次表现出不同的影响特征,我们将 480 个实验试次按照时间进程进行平分,较早和较晚实验试次各 240 个,其中一致条件和不一致条件各 90 个,中性对和混合对各 30 个。结果发现,在行为学上(见附图 2),应激组和控制组在较早和较晚的试次上注意定向和注意解除均不存在显著差异。在 ERP 指标上,在 N2pc 的时间窗区域面积值上(见附图 3 (a)),应激组和控制组在较早和较晚试次上的均不存在显著差异。在 SPCN 的时间窗区域面积值上(见附图 3 (b)),应激组和控制组在较早试次上无显著差异,在较晚的试次上应激组( $0.27 \pm 0.06$ )显著高于控制组( $0.09 \pm 0.06$ ),  $p=0.033$ 。从变化的趋势来看,急性应激会增加对威胁刺激定向(N2pc 变大),损害对威胁刺激的注意解除(SPCN 变大);而控制组是表现出适应,即 N2pc 和 SPCN 都是变小。这样的实验结果说明急性应激确实会增加注意定向和解除困难,和以往研究基本一致。

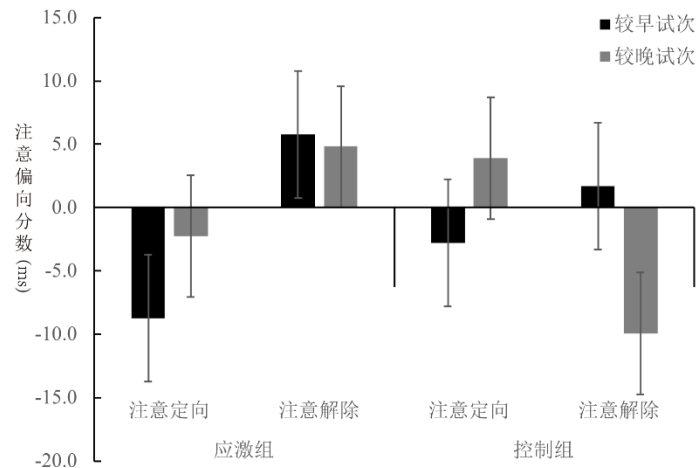
本研究还不能有效从时间进程上区分出急性应激后个体的快反应系统和慢反应系统的激活情况对注意定向和注意解除的不同影响,原因主要有以下两个方面:

1.本研究中由于实验条件的限制,未能使用多道生理仪采集个体的心率等快反应系统的相关指标,所以无法确认在点探测任务进行过程中,快反应系统激活情况和持续时间。我们和前人已有的研究发现,心率仅仅在 SECPT 任务进行中快速增加,而在 SECPT 任务结束后短暂的时间内就恢复到正常水平(Minkley, N., Schröder, T. P., Wolf, O. T., & Kirchner, W. H., 2014; Luo, Y., Fernández, G., Hermans, E., Vogel, S., Zhang, Y., Li, H., & Klumpers, F., 2018)。

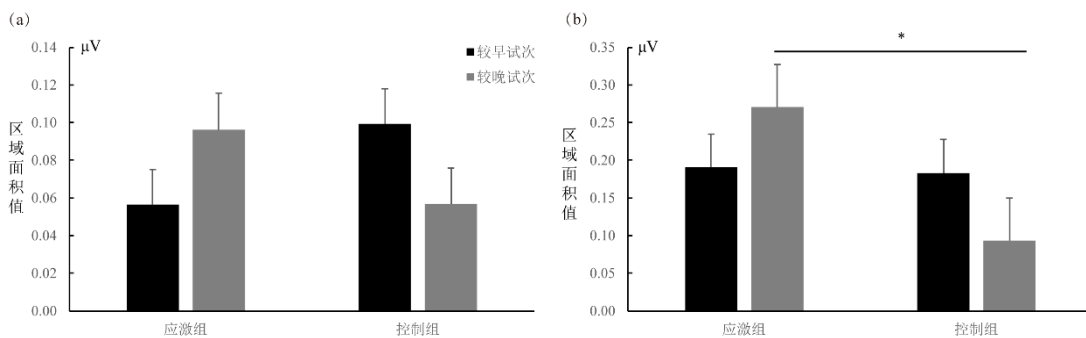
2.本研究中我们只采集了 SECPT 任务结束后和实验开始前(0 min)以及点探测任务结束后(40 min) 2 个时间点的皮质醇样本。点探测任务进行中未采集对应的唾液样本,因此任务中间皮质醇(即 HPA 轴的变化)情况无从知晓,就不能很好的反应 HPA 轴的变化情况。

从上述两点来看,我们不能保证在前一半试次快系统占主要作用,慢系统占次要作用,而在后一半试次是慢系统占主要作用,快系统占次要作用。基于此,我们无法确定在应激组上所观察到的变化趋势与应激和快慢系统之间的关系,在研究结果中未进行报道。当然,这也不是本研究的核心结果,因此不影响已有的结果对于核心问题的回答。

在未来的研究中,我们也将关注不同的应激系统对注意定向和注意解除困难产生不同影响的机制。



附图 2 应激组和控制组在较早和较晚试次的注意偏向分数



附图 3 应激组和控制组在较早和较晚试次的 ERP 成分区域面积值。其中 (a) 为 N2pc, (b) 为 SPCN。

**意见 5:** 在相关分析部分，目前实验组和控制组样本量有限，皮尔逊相关系数对极端值非常敏感，可以考虑非参数建议。

**回应:** 感谢审稿专家的宝贵意见。为了弱化极端值对皮尔逊相关系数的影响，我们将控制组作为基线，分别计算组间皮质醇增量差异、N2pc 和 SPCN 的组间差异。再选取了应激组和控制组皮质醇增量的差异值和 N2pc、SPCN 在两组上差异分别进行相关分析。组间皮质醇增量差异为应激组的增量减去控制组的增量，皮质醇增量为 40 min 和 0 min 时的皮质醇浓度差值。N2pc 和 SPCN 的组间差异为应激组与控制组脑电成分时间窗内区域面积的差。结果发现（见附表 1），组间皮质醇增量差异与 N2pc 的组间差异 ( $r = 0.49, p = 0.041$ ) 和 SPCN 的组间差异 ( $r = 0.47, p = 0.049$ ) 均具有显著的正相关关系。

同时，为了进一步避免皮质醇数据不符合正态分布影响相关性结果，我们将皮质醇进行对数转化后，再分别进行应激组和控制组皮质醇增量的差异值和 N2pc、SPCN 在两组上差异进行相关分析。结果发现（见附表 1），组间皮质醇增量差异与 N2pc 的组间差异 ( $r = 0.47, p = 0.052$ ) 和 SPCN 的组间差异 ( $r = 0.52, p = 0.028$ ) 均具有显著的正相关关系。该结果与未进行对数转化的结果基本一致，同时相关性结果并不影响本研究中已有研究结果对核心问题的回答。因此我们在正文中保留了未进行对数转化的相关性分析结果，同时，我们在结果报告的语气上有调整，并且将相关的散点图去除了。具体修改的详细内容见正文中蓝色字体。

为了进一步探讨急性应激对注意定向和注意解除的影响，我们选取了应激组和控制组皮质醇增量的差异和 N2pc、SPCN 在两组上的差异分别进行相关分析。组间皮质醇增量差异



为应激组的增量减去控制组的增量，皮质醇增量为 40 min 和 0 min 时的皮质醇浓度差值。N2pc 和 SPCN 的组间差异为应激组与控制组脑电成分时间窗内区域面积的差。结果发现，组间皮质醇增量差异与 N2pc 的组间差异 ( $r = 0.49, p = 0.041$ ) 和 SPCN 的组间差异 ( $r = 0.47, p = 0.049$ ) 均具有显著的正相关关系。

附表 1 各变量间的参数相关性

	组间皮质醇增量差异(对数转换)	组间皮质醇增量差异	组间注意定向差异	组间注意解除差异	组间 N2pc 差异	组间 SPCN 差异
组间皮质醇增量差异 (对数转换)	1					
组间皮质醇增量差异	.839**	1				
组间注意定向差异	0.354	0.445	1			
组间注意解除差异	-0.001	-0.109	-.715**	1		
组间 N2pc 差异	0.465	.486*	0.261	-0.236	1	
组间 SPCN 差异	.518*	.470*	0.418	-0.459	.906**	1

\*\* 在 0.01 级别 (双尾), 相关性显著。\* 在 0.05 级别 (双尾), 相关性显著。

**意见 6:** 前言部分, “注意定向加速是指个体在非注意分配条件下的反应慢于一致条件; 而注意解除困难则是指不一致条件下的反应慢于非注意分配条件(Salemink, van den Hout, & Kindt, 2007)”, 这句话的前半部分, 不易理解, 请澄清并改进。

**回应:** 感谢审稿专家的宝贵意见。为了便于理解, 已经对正文中的内容进行对应的修改, 详情见正文中蓝色字体。

注意定向加速是指个体在非注意分配条件作为线索时对目标刺激的反应慢于一致条件; 而注意解除困难则是指个体在不一致条件作为线索时对目标刺激的反应慢于非注意分配条件(Salemink, van den Hout, & Kindt, 2007)。

**意见 7:** 英文摘要里边提到“Thirty-six healthy male adults were randomly assigned to stress group (n = 18) and control group (n = 18)”, 正文中提到 44 人, 两者不一致的原因?

**回应:** 感谢审稿专家的宝贵意见。本研究中虽然收集了 44 人的数据, 但数据分析中有 8 名被试由于脑电伪迹检测后每个条件可供平均叠加的试次数小于 100 个而被排除, 最后对 36 名被试 (应激组和控制组各 18 人) 的数据进行分析。具体描述见正文中 “2.1 被试”。

**意见 8:** 文献引用不规范, 比如 Yan & Yue-jia, 2005 等。

**回应:** 感谢审稿专家的宝贵意见。已使用 Endnote X9 文献管理软件规范文献引用格式。

**意见 9:** 部分应激对错误加工影响的相关文献没有引用, 比如 Wu et al., Biological psychology 99(1)等。

回应：感谢审稿专家的宝贵意见。已在正文中讨论部分对相关文献进行补充和引用。

主要参考文献：

- Kappenman, E. S. , Macnamara, A. , & Proudfit, G. H. . (2015). Electrocortical evidence for rapid allocation of attention to threat in the dot-probe task. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 10(4), 577-583.
- Kappenman, E. S. , Farrens, J. L. , Luck, S. J. , & Proudfit, G. H. . (2014). Behavioral and erp measures of attentional bias to threat in the dot-probe task: poor reliability and lack of correlation with anxiety. *Frontiers in Psychology*, 5.
- Woodman, G. F. . (2010). A brief introduction to the use of event-related potentials in studies of perception and attention. *Attention, Perception & Psychophysics*, 72(8), 2031-2046.
- Minkley, N., Schröder, T. P., Wolf, O. T., & Kirchner, W. H. (2014). The socially evaluated cold-pressor test (SECPT) for groups: Effects of repeated administration of a combined physiological and psychological stressor. *Psychoneuroendocrinology*, 45, 119-127.
- Luo, Y., Fernández, G., Hermans, E., Vogel, S., Zhang, Y., Li, H., & Klumpers, F. (2018). How acute stress may enhance subsequent memory for threat stimuli outside the focus of attention: DLPFC-amygdala decoupling. *NeuroImage*, 171, 311-322
- 

## 第二轮

审稿人 1 意见：

意见：作者较好地解决了我之前提出的所有问题，最后还有一点小建议，英文的摘要还存在一些表述和语法问题，建议再加以润色

回应：感谢审稿专家的宝贵意见。我们已经请专业的英语人士对英文摘要进行了润色，修改内容见正文中英文摘要红色字体部分。具体如下：

“Threat stimuli catches our attention when compares with neutral stimuli, named attentional bias which includes facilitating attentional engagement and difficult attentional disengagement to threat. As all we know, acute stress influences our attention to threat. However, we don't know whether will enhance facilitating attentional engagement or impaire attentional disengagement toward threat under acute stress . To this end, the present study investigated whether the attentional engagement to threat would enhance or attentional disengagement to threat would impaired when people were stressed.

Thirty-six healthy male adults were randomly assigned to stress group (n = 18) and control group (n = 18). The stress group underwent social evaluation cold pressor test (SECPT) while the control group underwent control protocol. The dot probe task was used to measure the attentional bias towards threat. The state anxiety questionnaire and saliva were acquired at five time-point including 85 and 70 minutes before the SECPT, immediately before and after the dot probe task, 70 minutes after the SECPT.

We found that the SECPT successfully induced stress response, and participants in the stress group showed stronger state anxiety and stronger HPA axis response indicated by increased salivary cortisol concentration after the SECPT comparing control group, whereas no significant differences were found before SECPT. On behavioral level, we found the attentional disengagement in stress group was slower than control group. On the ERP, we found bigger amplitude of SPCN (300~600ms after cue) in the stress group compared with the control group.

These results indicate that the attentional disengagement toward threat is impaired under acute stress situation.”

#### 审稿人 2 意见:

作者针对上轮提出的意见做了很多工作,值得肯定。还有以下两个问题及分析,请作者考虑纳入正文结果部分:

**意见 1:** 在点探测任务中,作者采用了三种不同情绪图片材料。但是,在计算注意定向和解除指标时,却没有考虑刺激材料的情绪因素?

**回应:** 感谢审稿专家的宝贵意见。本研究中在计算注意定向和解除指标时,就是针对刺激材料的情绪效价而言。理由如下:

首先,在点探测任务中,一般会同时呈现情绪刺激和非情绪刺激两类刺激,之后比较个体的注意分配以及两类刺激分别作为线索时对目标的行为反应来考察对情绪刺激的注意偏向。参照已有的研究设计 (Kappenman et al., 2014; Kappenman et al., 2015), 本研究中我们选取了恐惧和中性两种情绪效价的图片随机匹配为混合对(恐惧面孔-中性面孔/中性面孔-恐惧面孔)、中性对(中性面孔-中性面孔)与恐惧对(恐惧面孔-恐惧面孔)三种不同的线索条件,情绪面孔对均为同性别匹配,每张面孔呈现的位置随机且呈现次数不超过 9 次。研究中总共有 480 个试次,混合对(恐惧面孔-中性面孔)有 360 个试次,中性对(中性面孔-中性面孔)与恐惧对(恐惧面孔-恐惧面孔)各 60 个试次。其中,混合对 360 个试次中 180 个试次为目标替换恐惧面孔呈现的位置(一致条件)和 180 个试次为目标替换中性面孔呈现的位置(不一致条件)。

其次,我们通过对于非注意分配条件(即:中性面孔-中性面孔、恐惧面孔-恐惧面孔)的反应时与对于注意分配条件(即:恐惧面孔-中性面孔)的反应时的差值来反映注意偏向情况。其中,注意定向和注意解除指标的计算方式分别为:1)注意定向 = 非注意分配条件下的平均反应时 减去 注意分配条件中目标替换恐惧面孔呈现位置(一致条件)的平均反应时。2)注意解除 = 注意分配条件中目标替换中性面孔呈现位置(不一致条件)的平均反应时 减去 非注意分配条件下的平均反应时 (Koster et al.,2004; Salemink et al., 2007)。

最后,用于计算注意定向和注意解除指标的一致条件和不一致条件的试次数量均为 180 个,且与非注意分配的试次数比例均为 1.5:1。行为学数据分析时,分别对每个被试的行为学数据进行如下的数据处理:1)剔除反应错误的试次;2)剔除反应时小于 200 ms 和大于 1000 ms 的试次;3)剔除反应时在 3 个标准差之外的试次。经过以上数据处理步骤后,剔除试次的比率范围在 0.63%-13.75%之间,平均比率为 4.91%。同时,应激组和控制组的个体在一致条件、不一致条件和非注意分配条件的平均正确率均超过 94%且不存在显著差异,  $F(2, 102) = 1.21, p = 0.302$ 。

综上,计算注意定向和注意解除指标时是基于恐惧面孔和中性面孔两种不同情绪效价随机组合的面孔对线索后,个体对目标刺激的反应时差异。

**意见 2:** 有关行为水平和 ERP 在早晚阶段的区别,可以考虑在正文中简短报告一下,以便充实研究结果,对未来研究有一定参考价值和意义。

**回应:** 感谢审稿专家的宝贵意见。已将有关行为水平和 ERP 在早晚阶段的区别补充到正文中结果部分,同时讨论部分也做了对应的补充。详细内容见正文中红色字体。

2.1 结果部分补充内容具体如下：

### “3.6 时间效应

急性应激诱发的交感神经系统和 HPA 轴激活对脑认知功能的调节存在重要的时效性特征(de Kloet, Joels, & Holsboer, 2005; Hermans, Henckens, Joels, & Fernandez, 2014; Luo, Lin, Wu, & Qin, 2013)。因此为了进一步探讨急性应激诱发的交感神经系统和 HPA 轴激活对注意定向和注意解除的不同影响，我们将 480 个实验试次按照时间进程进行对半平分，前半部分和后半部分实验试次各 240 个，其中一致条件和不一致条件各 90 个，中性对和混合对各 30 个。在行为学数据上，进行 2(组别：应激组/控制组)×2(试次时间：前半部分/后半部分)×2(注意偏向：注意定向/注意解除)的重复测量方差分析。结果发现，组别主效应， $F(1, 68) = 0.69$ ， $p = 0.41$ 、试次时间主效应， $F(1, 68) = 0.01$ ， $p = 0.94$ 、注意偏向主效应， $F(1, 34) = 0.46$ ， $p = 0.50$ 、组别、试次时间和注意偏向的三方交互作用， $F(1, 34) = 0.37$ ， $p = 0.55$  均不存在显著差异。

在 ERP 上，分别对 N2pc 和 SPCN 进行 2(组别：应激组/控制组)×2(试次时间：前半部分/后半部分)的重复测量方差分析，结果发现，在 N2pc 上，组别主效应， $F(1, 34) = 0.005$ ， $p = 0.94$ 、试次时间主效应， $F(1, 34) = 0.02$ ， $p = 0.90$  均不存在显著差异，组别和试次时间的交互作用显著， $F(1, 34) = 9.23$ ， $p = 0.01$ ， $\eta^2_p = 0.21$ ，但进一步分析发现，应激组和控制组在前半部分， $F(1, 34) = 2.63$ ， $p = 0.11$  和后半部分， $F(1, 34) = 2.06$ ， $p = 0.16$  试次上的 N2pc 均不存在显著差异。在 SPCN 上，组别主效应， $F(1, 34) = 2.59$ ， $p = 0.12$ 、试次时间主效应， $F(1, 34) = 0.01$ ， $p = 0.91$  均不存在显著差异，组别和试次时间的交互作用显著， $F(1, 34) = 3.94$ ， $p = 0.06$ ， $\eta^2_p = 0.10$ ，进一步分析发现，应激组和控制组在前半部分试次上的 SPCN 无显著差异， $F(1, 34) = 0.02$ ， $p = 0.90$ ，在后半部分试次上的 SPCN 应激组( $0.27 \pm 0.06$ )显著高于控制组( $0.09 \pm 0.06$ )， $F(1, 34) = 4.92$ ， $p = 0.03$ ， $\eta^2_p = 0.13$ 。结果表明，急性应激对注意偏向的影响主要在点探测任务中实验试次的后半部分，这与 HPA 轴的激活时间比较接近，说明急性应激对注意偏向的影响主要是由 HPA 轴激活导致的，即 HPA 轴激活会损害个体对威胁刺激的注意解除，这与本研究中前面的发现是一致的。”

2.2 讨论部分补充内容具体如下：

讨论部分第一段：

“……在急性应激与注意定向和注意解除的相关性结果上，组间皮质醇增量差异值和 N2pc、SPCN 的组间差异值均具有显著的正相关。在时间效应上，在后半部分试次上应激组比控制组的 SPCN 更负。……”

讨论部分第四段：

“……说明焦虑个体会对威胁刺激进行持续地注意加工(Meconi et al., 2014)，这与本研究中急性应激诱发的 HPA 轴激活会损害个体对威胁刺激注意解除的结果一致。……”

主要参考文献:

Kappenman, E. S. , Macnamara, A. , & Proudfit, G. H. . (2015). Electrocortical evidence for rapid allocation of attention to threat in the dot-probe task. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 10(4), 577-583.

Kappenman, E. S. , Farrens, J. L. , Luck, S. J. , & Proudfit, G. H. . (2014). Behavioral and erp measures of attentional bias to threat in the dot-probe task: poor reliability and lack of correlation with anxiety. *Frontiers in Psychology*, 5.

Koster, E. H., Crombez, G., Verschuere, B., & De Houwer, J. (2004). Selective attention to threat in the dot probe paradigm: differentiating vigilance and difficulty to disengage. *Behav Res Ther*, 42(10), 1183-1192. doi:10.1016/j.brat.2003.08.001

Salemink, E., van den Hout, M. A., & Kindt, M. (2007). Selective attention and threat: quick orienting versus slow disengagement and two versions of the dot probe task. *Behav Res Ther*, 45(3), 607-615. doi:10.1016/j.brat.2006.04.004

---

### 第三轮

审稿人 2 意见：作者已经做了大量修改工作，建议接受发表。

回应：感谢审稿专家对本文的肯定。

编委复审：建议发表。

回应：感谢编委专家对本文的肯定。

主编终审：经过作者与审稿人多次修改，已经达到发表的水平，同意发表。

回应：感谢主编对本文的肯定。

修改之处：

意见 1：2.2.1 材料与仪器 标题与内容不一致。

回应：感谢主编的宝贵意见。我们已经结合内容，将标题“2.2.1 材料与仪器”修改为“2.2.1 实验刺激与问卷”，详细修改内容见正文中橙色字体。

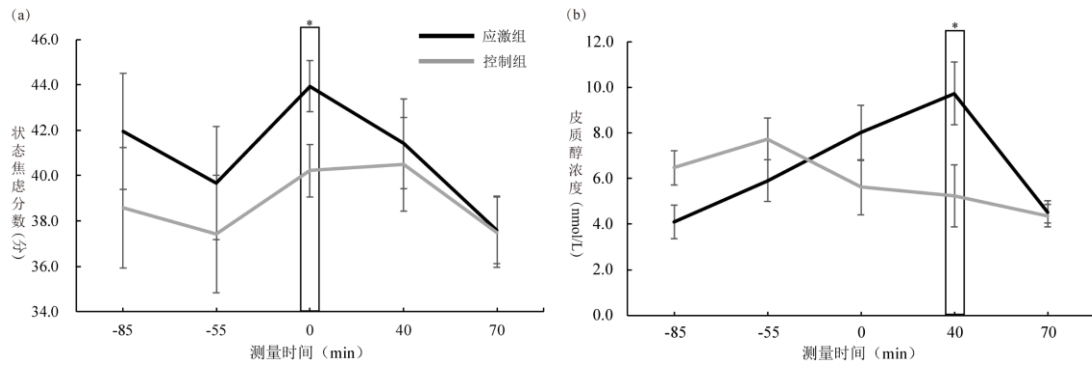
意见 2：P27“非参数置换检验的主要步骤是：1)随机。。。”中出现了半括号，写作不规范。

回应：感谢主编的宝贵意见。我们已经对 P27“非参数置换检验的主要步骤是：1)随机。。。”中半括号进行修改，修改后的内容为：“非参数置换检验的主要步骤是：首先随机.....其次将随.....最后从差.....”。详细修改内容见正文中橙色字体。

意见 3：图 2 X 轴的含义没有标出！

回应：感谢主编的宝贵意见。已在图 2 中进行了对应修改，修改后的图片如下并在正文对应地方进行了修改。





意见 4: 参考文献中 杂志名没有写全“Armstrong, T., & Olatunji, B. O. (2012). Eye tracking of attention in the affective disorders: a meta-analytic review and synthesis. *Clin Psychol Rev*, 32(8), 704-723. doi:10.1016/j.cpr.2012.09.004”建议补充。

回应: 感谢主编的宝贵意见。我们通过使用 Endnote X9 文献管理软件进一步规范文献引用格式, 补充参考文献中杂志名全名。修改后的内容见正文中参考文献部分。