杏仁核对自己概念清晰性的预测: 来自 VBM 的证据

邬鑫^{1,2}, 位东涛^{1,2}, 张猛³, 邱江^{1,2}, 赵玉芳^{1,2*}

1. 西南大学心理学部, 重庆 400715;

2. 西南大学认知与人格教育部重点实验室, 重庆 400715;

3. 新乡医学院心理学系, 新乡 453003

* 联系人, E-mail: zhaobee@swu.edu.cn

2016-10-28 收稿, 2017-02-23 修回, 2017-02-24 接受, 2017-04-05 网络版发表

国家自然科学基金(31371055, 31571137, 31600927)、教育部人文社会科学研究青年基金(12YJC190014)和河南省教育厅人文社会科学研究项目(2017-ZZJH-422)资助

摘要 自我概念清晰性是个体对自己概念了解的清楚程度, 受自我威胁的影响. 杏仁核是威胁信息加工的重要脑区, 该区域的异常在特质焦虑等焦虑个体中均有所体现. 虽然, 目前缺乏杏仁核与自我概念清晰性之间关系的直接证据, 但是通过研究特质焦虑-杏仁核-自我概念清晰性的关系, 或许可以有助于进一步理解二者之间的关系. 本研究基于体素的形态学分析(VBM)技术, 在研究杏仁核与特质焦虑关系的基础上, 探讨杏仁核对自己概念清晰性的预测作用. 结果表明, 特质焦虑和自我概念清晰性呈显著负相关; VBM分析发现, 基底外侧杏仁核的区域灰质体积与特质焦虑显著正相关, 而且该区域可以显著预测个体的自我概念清晰性水平. 这些结果共同说明, 随着杏仁核体积的增大, 个体更易于受到自我威胁的影响, 进而表现出较低自我概念清晰性.

关键词 自我概念清晰性, 特质焦虑, 杏仁核, 基于体素的形态学分析

自我概念清晰性是自我概念结构的一个重要特征, 是指个体自我概念界定的清楚程度, 及其内部一致性和时间稳定性程度^[1,2]. 由于个体倾向于以积极的方式看待自己^[3~5], 因此也有研究者将自我概念清晰性看作是个体以积极的方式评价自己时的内部一致性和时间稳定性程度及自信程度^[1]. 研究表明, 自我概念清晰性是个体心理健康和社会适应的一个重要影响因素^[6]. 自我概念清晰性主要受日常生活中一些消极事件的影响, 如人生目标受阻(如职场排斥)^[2,3,5]、社会拒绝^[3,7]、不恰当的社会比较^[8]等. 从这些事件的作用机制上看, 都或多或少地导致对良好的自我评价产生质疑、出现矛盾或受到挑战, 因此都可以看作自我威胁^[2]. 从这个角度来说, 自我概念清晰性主要受自我威胁的影响. 日常生活中, 人们会遇

到生理威胁和心理威胁等多种情况, 其中自我威胁是一种十分重要, 也是极其普遍的威胁形式. 与威胁信息加工相关的脑区, 如杏仁核(amygdala)、腹内侧前额皮质(ventromedial prefrontal cortex, vmPFC)、外侧前额叶(lateral prefrontal cortex, LPFC)、前脑岛(anterior insular, AI)和扣带回(anterior cingulate cortex, ACC)等^[9], 或许可以在一定程度上影响自我概念清晰性.

在威胁相关脑区中, 杏仁核具有十分重要的作用. 杏仁核接受来自皮层下结构的直接投射, 并与这些皮层下结构组成信息加工的快速通路^[10], 而且该快速通路对威胁信息的快速加工有关^[11]. 杏仁核可以对阈下快速呈现的威胁刺激如恐惧表情、具有群际威胁的面孔等做出反应^[12], 也与威胁记忆的形成、巩

引用格式: 邬鑫, 位东涛, 张猛, 等. 杏仁核对自己概念清晰性的预测: 来自 VBM 的证据. 科学通报, 2017, 62: 1377-1385

Wu X, Wei D T, Zhang M, et al. Self-concept clarity is predicted by amygdala: Evidence from a VBM study (in Chinese). Chin Sci Bull, 2017, 62: 1377-1385, doi: 10.1360/N972016-01003

固和提取有关^[9]。尽管有研究表明, vmPFC和ACC与威胁信息加工有关, 但是它们表现出这种功能时需要杏仁核在功能上进行调节^[12]。因此, 杏仁核中负责威胁信息加工的区域或许可以预测自我概念清晰性。另外, 杏仁核的结构变化在多类焦虑个体中均有所体现, 如惊恐障碍患者和创伤后应激障碍患者的杏仁核小于正常组^[13,14], 广泛焦虑障碍患者的杏仁核显著大于控制组^[15], 特质焦虑水平与杏仁核的区域灰质体积显著正相关等^[16]。焦虑的预期-不确定性模型认为, 杏仁核的这种结构变化反应了焦虑个体在威胁信息加工方面的缺陷^[9]。从这个角度来说, 通过研究焦虑个体与杏仁核之间的关系, 可以进一步确定杏仁核中负责威胁信息加工的区域, 而该区域或许可以预测自我概念清晰性。

特质焦虑(trait anxiety)是个体以频繁而激烈的方式产生状态焦虑的稳定的人格特质^[17]。由于特质焦虑与其他焦虑个体存在许多相似的特征, 自从斯皮尔伯格将焦虑划分为状态焦虑和特质焦虑以来, 特质焦虑就受到了广泛的关注和研究。特质焦虑也是上述众多焦虑中最常见、最易于操作的一种焦虑类型。研究表明, 特质焦虑和杏仁核的某些区域的相关性与特质焦虑个体威胁信息加工缺陷有关^[18-20]。因此, 本研究将采用(voxel-based morphometry, VBM)技术, 在研究特质焦虑与杏仁核之间关系的基础上, 进一步探讨杏仁核对自己概念清晰性的预测作用。近年来, VBM广泛应用于心理学研究中, 研究者认为特定脑区的区域灰质体积(regional gray matter volume, rGMV)和该区域附近的白质体积(regional white matter volume, rWMV)分别确保了该区域对相关任务的加工效率和该区域与其他脑区信息交流的可靠性^[21,22]。由于特质焦虑个体在威胁信息方面存在不足^[20], 结合杏仁核在威胁信息加工中的作用^[9,12], 特质焦虑可能与杏仁核负责威胁加工脑区的rGMV具有显著相关性。考虑到自我威胁对自己概念清晰性的影响^[2,3,7,8], 与特质焦虑相关的杏仁核区域或许可以预测自我概念清晰性。

1 方法

(i) 被试。本研究采用完全随机法选取西南大学161名被试(男生71人, 女生90人), 年龄为17~26岁, 平均年龄20.01岁, 标准差为1.11。所有被试均无生理和心理疾病史, 视力或校正视力正常。被试在来到核

磁共振实验室后, 首先阅读磁共振实验注意事项, 然后填写实验知情同意书。实验结束之后均获得一定的报酬。

(ii) 自我概念清晰性的测量。自我概念清晰性问卷(self-concept clarity scale)由Campbell等人^[23]编制。该问卷具有12个项目, 每个项目采用7级评定, 从“非常不符合”到“非常符合”共分为7个等级, 其中4为不确定, 有10个项目采用反向计分。在计算被试自我概念清晰性得分时, 首先将反向计分的项目得分进行反转, 然后将每个项目的得分相加, 并将所得总分除以总项目数。研究表明, 该问卷具有良好的信度, 4个月重测信度为0.79, 5个月的重测信度为0.70^[24]。本研究问卷有良好的内部一致性(α 系数为0.79)。

特质-状态焦虑问卷(state-trait anxiety inventory)由Spielberger^[25]根据对焦虑的划分开发。该问卷具有较好的信度和效度, 并且被广泛运用于不同文化背景的相关研究中。本研究使用的问卷版本为特质-状态焦虑问卷的中文版, 共包括40个项目, 其中20个项目用于测量状态焦虑, 其余20个项目用于测量特质焦虑。按照4点Likert等级评定(从“完全没有”到“非常明显”)共分为4个等级进行反应。本研究状态焦虑问卷的 α 系数为0.81, 特质焦虑问卷的 α 系数为0.79。

(iii) 结构磁共振数据搜集。本研究采用西南大学脑成像中心的西门子3.0 T (Siemens Tim Trio 3T, 德国)核磁共振仪器, 采用快速梯度回波序列采集获得具有高分辨率的T1加权结构像(magnetization-prepared rapid gradient echo, MPRAGE)。其具体参数: 重复时间(repetition time, TR)=1900 ms; 回波时间(echo time, ET)=2.52 ms; 反转时间(inversion time)=900 ms; 翻转角(flip angle, FA)=90°; 扫描视野(field of view, FOV)为256 mm×256 mm; 层厚=1 mm; 层数(slices)=176; 体素大小(voxel size)=1 mm×1 mm×1 mm。

(iv) 数据预处理。数据处理采用SPM 8 (Statistical parametric mapping, Wellcome trust centre for neuroimaging, 英国)和VBM 8 (<http://dbm.neuro.unijena.de/vbm8/>)在Matlab R 2013b平台上进行。对数据的预处理主要采用以下7个步骤: (1) 采用SPM 8的Display对每个被试的图像进行检查, 排除有伪迹和形态结构异常的数据; (2) 手动调整图像的前后联合平面, 以便后续分析可以使图像精确配准; (3) 将图

像分割为灰质(gray matter)、白质(white matter)和脑脊液(cerebrospinal fluid); (4) 计算每个被试的图像到标准空间的防射矩阵, 并利用该矩阵生成大致对齐的图像; (5) 采用SPM 8的DARTEL工具创建配准后的灰质和白质图像的模板, 并把他们标准化到MNI空间; (6) 重新采样每个被试的体素大小, 并计算出MNI空间的Jacobian调制; (7) 采用半宽为8 mm的高斯平滑核(8-mm full-width-at-half maximum Gaussian kernel)对大脑结果图像进行平滑处理。

(v) 数据统计分析. 为了发现杏仁核中是否存在与特质焦虑有关的区域, 并验证该区域是否可以预测个体的自我概念清晰性, 本研究采用以下步骤对数据进行分析. 首先, 以特质焦虑为自变量, 采用SPM 8二阶分析中的多元回归, 并以灰质数据为因变量分别进行多元回归分析. 在对数据进行参数估计之后, 采用WFU PickAtlas工具对数据进行后续分析. 具体来说, 首先采用该工具制作出左右两半球杏仁核区域的mask_L和mask_R, 然后在分别观察左右杏仁核中rGMV与特质焦虑相关的区域. 最后, 根据杏仁核中与特质焦虑呈显著相关脑区的最强点坐标为球心, 以5 mm的长度为半径制作与特质焦虑相关杏仁核的mask₂, 并在mask₂中观察杏仁核中rGMV与自我概念清晰性有关的大脑区域. 在分析过程中, 采用了SPM 8的绝对阈值mask, 以使分析只包含灰质体积高于0.2的体素. 为了得到可靠的大脑显著图像, 本研究统计分析的显著阈值设置为体素水平上的族系误差率(family-wise error rate, FWE)校正的 $P < 0.05$, 而且每个核团包含体素个数不少于10个. 为了排除其他无关变量的影响, 在统计分析中, 排除了被试的性别、年龄、灰质总体积等无关变量. 由于状态焦虑与特质焦虑^[26]和自我概念清晰性均存在显著的相关^[27], 本研究在做统计分析时也将状态焦虑作为协变量. 最后, 采用分层回归考察杏仁核中与特质焦虑相关的脑区对自我概念清晰性预测作用. 以自我概念清晰性为因变量采用分层回归分析对数据进行分析, 在回归分析的第1层以性别、年龄、灰质总体积和状态焦虑为自变量, 在第2层将mask₂的总体积添加到自变量中.

尽管杏仁核在威胁信息加工中具有十分重要的作用, 但是也有一些研究表明其他脑区在威胁信息加工中也存在一定的作用, 如VMPFC, ACC, AI, LPFC和海马旁回等^[9,19,20]. 基于此, 本研究将在上述

分析之外, 采用全脑分析进一步探讨特质焦虑与其他脑区之间的关系, 并在此基础上分析这些脑区与自我概念清晰性之间的关系. 具体操作如下: 首先采用全脑分析研究特质焦虑与大脑区域灰质体积之间的关系, 为了使尽可能多的脑区出现, 全脑分析采用非稳态核团(non-stationary cluster, NS)校正的统计推断阈值为体素水平上的 $P < 0.01$ 和核团水平上的 $P < 0.05$. 然后, 结合已有研究发现的威胁相关脑区和本研究发现的脑区, 采用WFU PickAtlas工具分别制作出双侧脑岛、额下回和双侧海马旁回等5个脑区mask, 并采用rest分别计算出这5个mask与全脑分析所发现的脑区之间的重合区域. 最后, 分别提取出这些区域的rGMV, 并分析其与自我概念清晰性之间的关系.

2 结果

2.1 行为数据研究结果

研究表明, 特质焦虑的总分为41.11, 标准差为8.01, 偏度为1.07, 峰度为2.86. K-S检验的结果表明, 该样本所来自的总体特质焦虑符合正态分布($Z=1.22$, $P=0.1$). 特质焦虑和自我概念清晰性之间存在显著的负相关($r=-0.402$, $P<0.001$). 在控制了性别、年龄和状态焦虑之后, 特质焦虑和自我概念清晰性之间仍然存在显著负相关($r=-0.27$, $P=0.001$).

2.2 VBM结果

(i) 杏仁核中与特质焦虑正相关的脑区. 为了寻找杏仁核中与特质焦虑相关的脑区, 首先采用多元回归, 在控制了性别、年龄、灰质总体积和状态焦虑等无关变量后, 分析了双侧杏仁核的rGMV与特质焦虑的关系. 从结构上来看, 杏仁核大致可以分为基底外侧杏仁核(basolateral amygdala, BLA)、中央内侧杏仁核(centromedial amygdala, CMA)和外表杏仁核(superficial amygdala, SFA)^[25,26]. 结果表明, 在右杏仁核的BLA区中存在1个脑区的rGMV与特质焦虑呈显著正相关(图1和表1), 但是没有发现右杏仁核中与特质焦虑呈显著负相关的脑区, 也没有发现左杏仁核中与自我概念清晰性显著相关的脑区.

(ii) 在与特质焦虑相关的杏仁核区域中与自我概念清晰性负相关的脑区. 结果表明, 在性别、年龄、灰质总体积和状态焦虑等无关变量之后, 在与特质焦虑正相关的右杏仁核区域中存在1个区域的

图1 (网络版彩色)杏仁核中rGMV与特质焦虑呈显著负相关的脑区
Figure 1 (Color online) rGMV of brain regions in amygdala related to trait anxiety

表1 杏仁核与特质焦虑和自我概念清晰性的关系
Table 1 The relationships between amygdala and trait anxiety, self-concept clarity

描述	团块包含的体素个数	$P_{FWE-corrected}$	T 值	最强点坐标(x, y, z)
右杏仁核中rGMV与特质焦虑正相关的区域	47	0.011	3.46	34, 3, -24
在与特质焦虑相关的杏仁核中rGMV与自我概念清晰性负相关的区域	39	0.06	2.79	34, 5, -28

rGMV与自我概念清晰性呈显著负相关(图2和表1), 但是没有发现该区域中rGMV与自我概念清晰性显著正相关的脑区。

在控制性别、年龄、状态焦虑和全脑灰质总体积之后, $mask_2$ 的总体积与特质焦虑显著正相关($r=0.265$, $P=0.001$), 与自我概念清晰性呈显著负相关($r=-0.203$, $P=0.011$). 以 $mask_2$ 的总体为自变量, 以自我概念清晰性分数为因变量, 在控制性别、年龄、状态焦虑和全脑灰质总体积之后, $mask_2$ 的总体积可以显著预测自我概念清晰性($\beta=-0.257$, $T=-2.578$, $P=$

0.011)(表2和3).

(iii) 全脑分析结果. 基于全脑的分析结果表明, 在控制性别、年龄、状态焦虑和全脑灰质总体积之后, 共有2个cluster的rGMV与特质焦虑显著正相关(图3和表4). 第1个cluster的peak点位于眶额区, 主要覆盖了额下回、前脑岛、颞极和海马旁回; 第2个cluster的peak点位于颞上回, 主要覆盖颞极和海马旁回。

相关分析结果表明, 在全脑分析基础上杏仁核仍然表现出与自我概念清晰性的相关性. 除此之外, 双侧前脑岛也表现出与自我概念清晰性的相关性(表5).

图2 (网络版彩色)BLA中rGMV与自我概念清晰性之间的关系
Figure 2 (Color online) rGMV of brain regions in BLA related to self-concept clarity

表 2 基底外侧杏仁核对自己概念清晰性预测的模型检验

Table 2 Testing on the model of predictability of basolateral amygdala to self-concept clarity

模型	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>R</i> ²	改变 <i>R</i> ² 的 <i>F</i> 值	<i>P</i> 值
模型1	7.01	<0.001	0.152	7.006	0.000
模型2	7.14	<0.001	0.187	6.648	0.011

表 3 基底外侧杏仁核对自己概念清晰性预测的回归系数检验

Table 3 Testing on regression coefficient of predictability of basolateral amygdala to self-concept clarity

模型	变量	标准化	<i>T</i> 值	<i>P</i> 值
模型1	状态焦虑	-0.389	-5.241	<0.001
	性别	0.026	0.284	0.777
	年龄	0.015	0.158	0.875
	灰质总体积	0.038	0.507	0.613
	状态焦虑	-0.394	5.404	<0.001
模型2	性别	0.188	1.710	0.089
	年龄	-0.011	-0.124	0.901
	灰质总体积	0.016	0.215	0.830
	mask ₂ 的总体积	0.257	-2.578	0.011

图 3 (网络版彩色)基于全脑分析的特质焦虑与大脑区域灰质体积之间的关系

Figure 3 (Color online) rGMV of brain regions that related to trait anxiety based on whole-brain analysis

表 4 基于全脑分析的特质焦虑与大脑区域灰质体积之间的关系

Table 4 rGMV of brain regions that related to trait anxiety based on whole-brain analysis

脑区	半球	<i>P</i> (NS校正)	<i>T</i> 值	最强点坐标
眶额区/海马旁回/前脑岛/杏仁核/颞极	右	0.023	4.79	22, 21, -18
颞上回/海马旁回/中部脑岛	左	0.043	3.65	-54, -2, 2

3 讨论

本研究采用VBM考察了杏仁核对自己概念清晰性的预测作用。研究结果表明,杏仁核的BLA区与特质焦虑呈显著正相关,而且该区域可以反向预测自我概念清晰性。

特质焦虑与杏仁核之间关系的VBM分析表明,右杏仁核的BLA区与特质焦虑显著正相关,这与以

往研究一致,如广泛焦虑障碍患者的杏仁核显著大于控制组^[15],特质焦虑水平与杏仁核的区域灰质体积显著正相关等^[16]。杏仁核接受来自皮层下结构的直接投射,并与这些皮层下结构组成信息加工的快速通路^[10],而且该快速通路与威胁信息的快速加工有关^[11]。啮齿动物的研究表明,杏仁核的BLA区是杏仁核的初级输入点,主要参与对客观威胁刺激的

表5 威胁信息加工脑区与自我概念清晰性之间的关系

Table 5 The relationship between brain regions of threat information processing and self-concept clarity

问卷得分	脑区				
	右额下回	右脑岛	左脑岛	左海马旁回	右海马旁回
自我概念清晰性	-0.117 (0.144)	-0.168 (0.036)	-0.184 (0.021)	-0.086 (0.286)	-0.090 (0.262)
特质焦虑	0.278 (0.001)	0.277 (0.001)	0.243 (0.002)	0.213 (0.008)	0.26 (0.001)

编码^[11,28], 人类的杏仁核也具有类似的特点^[28]. 因此, 本研究所发现的特质焦虑个体杏仁核BLA区增大的现象, 可能使他们更易于探测到环境中的威胁信息. 另外, 从功能上来看, 杏仁核的BLA区主要与恐惧性条件反射的形成^[29,30]、巩固^[31,32]以及长时存储和提取有关^[33-35]. 综合上述关于杏仁核BLA区的研究, 可以认为BLA区增大可能不但使个体对威胁信息更加敏感, 而且使个体更易于形成、巩固、存储和提取威胁相关信息.

本研究的VBM结果还发现, 杏仁核的BLA区可以反向预测自我概念清晰性. 近年来国内关于自我概念清晰性影响因素的研究, 可能有助于理解杏仁核BLA区与自我概念清晰性之间的这种关系. 牛更枫等人^[8]研究发现, 社交网站的使用可以诱发青少年做出不恰当的社会比较, 进而对其自我概念清晰性产生消极的影响. 程苏^[7]认为, 职场排斥作为社会拒绝的一种, 可能引起了个体对自我评价的迷茫感, 进而表现出对自我概念清晰性的消极影响. 国外的研究也发现, 生活中的消极事件对自我概念清晰性具有消极的影响, 如日常重要目标上的挫折、社会拒绝等^[3-5]. 以上研究所发现的自我概念清晰性的影响因素, 都或多或少地导致个体对良好的自我评价产生质疑、出现矛盾或受到挑战, 因此都可以看作是自我威胁相关事件^[2]. 结合杏仁核BLA区在威胁信息加工中的作用, 其对自我概念清晰性的反向预测作用可能表明, 随着杏仁核BLA区的增加, 个体更易于探测到自我威胁, 并且易于形成、巩固和提取自我威胁相关的记忆(如消极的自我知识), 进而表现出较低自我概念清晰性.

综上所述, 本研究所发现的杏仁核BLA区对自我概念清晰性的反向预测作用, 可能从神经机制上进一步支持了自我威胁对自我概念清晰性的影响. 由于自我概念清晰性是自我概念结构的重要特征, 本研究所发现的BLA对自我概念清晰性的影响, 可能也说明了杏仁核对自我概念的作用.

另外, 全脑分析的结果表明, 自我概念清晰性还与双侧前脑岛有关. 研究表明, 前脑岛与内感受性(interoception)有关, 即前脑岛与身体内部状态的知觉有关^[36,37]. Critchley等人^[36]认为, 前脑岛负责将进入意识内的身体内脏活动加工为情绪的主观感受. 在威胁情景中, 焦虑个体所表现出的强烈的焦虑情绪主要与前脑岛放大了身体内部状态变化有关^[37,38]. 基于此, 双侧前脑岛与自我概念清晰性存在负相关关系, 可能反映了随着双侧前脑岛的增大, 个体在面对自我威胁时体验到了更强烈的内部感受, 进而加强了自我威胁对自我概念清晰性的影响. 因此, 此结果也可以看作是杏仁核对自我概念清晰性影响的进一步证据.

4 总结与展望

本研究采用VBM研究了杏仁核中对自我概念清晰性的预测作用. 研究结果表明, 杏仁核的BLA区的rGMV与特质焦虑正相关, 而且该区域可以反向预测自我概念清晰性. 根据杏仁核BLA的作用, 该结果可能反映了随着特质焦虑的增加, 个体更易于受到自我威胁的影响, 进而发展出较低自我概念清晰性.

虽然本研究得到了一些有意义的结果, 但依然存在一些问题需要在今后的研究中探究. 首先, 本研究认为自我威胁是影响自我概念清晰性的重要因素, 但是并没有直接对自我威胁进行测量. 因此, 后续研究可以在直接测量自我威胁的基础上, 进一步厘清自我威胁-威胁信息加工-自我概念清晰性之间的关系. 其次, 虽然本研究发现特质焦虑与杏仁核存在显著的相关关系, 但是该结果与其他以焦虑个体为被试的研究仍然存在一些不一致, 如创伤后应激障碍患者左杏仁核体积明显减小^[17,18], 而且惊恐障碍患者的双侧杏仁核均小于正常控制组^[19]. 这表明焦虑与大脑的关系十分复杂, 需要结合多种方法进行研究. 另外, 本研究还发现特质焦虑与自我概念清晰性存在很强的负相关关系, 而二者的关系在以往的研究中并没有得到充分的探讨, 因此后续的研究

仍需要针对特质焦虑和自我概念清晰性之间的关系进行研究。最后,虽然本研究发现双侧前脑岛也与自我概念清晰性有关,但是由于该结果是基于较为宽松校正下的全脑分析,因此对该结果要报以慎重的

态度。同时也说明,自我概念清晰性的神经机制可能较为复杂,在以后的研究中需要采取静息态和任务态功能磁共振等多种技术手段,进一步研究自我概念清晰性的神经基础。

参考文献

- 1 Schwartz S J, Klimstra T A, Koen L, et al. Daily dynamics of personal identity and self-concept clarity. *Eur J Pers*, 2011, 25: 373–385
- 2 Campbell W K, Sedikides C. Self-threat magnifies the self-serving bias: A meta-analytic integration. *Rev Gen Psychol*, 1999, 3: 23–43
- 3 Ayduk O, Gyurak A, Luerssen A. Rejection sensitivity moderates the impact of rejection on self-concept clarity. *Pers Soc Psychol B*, 2009, 35: 1467–1478
- 4 Lavalley L F, Campbell J D. Impact of personal goals on self-regulation processes elicited by daily negative events. *J Pers Soc Psychol*, 1995, 69: 341–352
- 5 Nezlek J B, Plesko R M. Day-to-day relationships among self-concept clarity, self-esteem, daily events, and mood. *Pers Soc Psychol B*, 2001, 27: 201–211
- 6 Lin C D, Wang Y, Yao J H. The mental mechanism of developmental dyslexia in children: A preliminary study (in Chinese). *Psychol Dev Edu*, 2001, 17: 17–22 [林崇德, 王耘, 姚计海. 师生关系与小学生自我概念的关系研究. *心理发展与教育*, 2001, 17: 17–22]
- 7 Cheng S. Workplace ostracism and depression: The mediating role of self-concept clarity (in Chinese). *Chin J Heal Psych*, 2011, 19: 423–425 [程苏. 职场排斥与抑郁: 自我概念清晰性的中介作用. *中国健康心理学杂志*, 2011, 19: 423–425]
- 8 Niu G F, Sun X J, Zhou Z K, et al. The effect of adolescents' social networking site use on self-concept clarity: The mediating role of social comparison (in Chinese). *Psychol Sci*, 2016, 39: 97–102 [牛更枫, 孙晓军, 周宗奎, 等. 青少年社交网站使用对自我概念清晰性的影响: 社会比较的中介作用. *心理科学*, 2016, 39: 97–102]
- 9 Grupe D W, Nitschke J B. Uncertainty and anticipation in anxiety: An integrated neurobiological and psychological perspective. *Nat Rev Neurosci*, 2013, 14: 488–501
- 10 Du Y, Wu X H, Li L. Emotional processing in the amygdala: Integration of automatic process and attentional modulation (in Chinese). *Adv Psychol Sci*, 2013, 21: 1020–1027 [杜忆, 吴玺宏, 李量. 杏仁核对感觉刺激的情绪性加工: 自动化过程和注意调控过程的整合. *心理科学进展*, 2013, 21: 1020–1027]
- 11 Du L. Brain mechanisms of threatening information detection (in Chinese). *Adv Psychol Sci*, 2013, 21: 243–251 [杜蕾. 威胁性信息检测的脑机制. *心理科学进展*, 2013, 21: 243–251]
- 12 Öhman A. The role of the amygdala in human fear: Automatic detection of threat. *Psychoneuroendocrinology*, 2005, 30: 953–958
- 13 Rogers M A, Yamasue H, Abe O, et al. Smaller amygdala volume and reduced anterior cingulate gray matter density associated with history of post-traumatic stress disorder. *Psychiatry Res*, 2009, 174: 210–216
- 14 Hayano F, Nakamura M, Asami T, et al. Smaller amygdala is associated with anxiety in patients with panic disorder. *Psychiatry Clin Neurosci*, 2009, 63: 266–276
- 15 Schienle A, Ebner F, Schäfer A. Localized gray matter volume abnormalities in generalized anxiety disorder. *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci*, 2011, 261: 303–307
- 16 Qin S, Young C B, Duan X, et al. Amygdala subregional structure and intrinsic functional connectivity predicts individual differences in anxiety during early childhood. *Biol Psychiatry*, 2014, 75: 892–900
- 17 Spielberger C D. Assessment of state and trait anxiety: Conceptual and methodological issues. *South Psychol*, 1985, 2: 6–16
- 18 Williams L E, Oler J A, Fox A S, et al. Fear of the unknown: Uncertain anticipation reveals amygdala alterations in childhood anxiety disorders. *Neuropsychopharmacology*, 2015, 40: 1428–1435
- 19 Robinson O J, Charney D R, Overstreet C, et al. The adaptive threat bias in anxiety: Amygdala-dorsomedial prefrontal cortex coupling and aversive amplification. *NeuroImage*, 2012, 60: 523–529
- 20 Kim M J, Gee D G, Loucks R A, et al. Anxiety dissociates dorsal and ventral medial prefrontal cortex functional connectivity with the amygdala at rest. *Cereb Cortex*, 2011, 21: 1667–1673
- 21 Colom R, Haier R J, Head K, et al. Gray matter correlates of fluid, crystallized, and spatial intelligence: Testing the P-FIT model. *Intelligence*, 2009, 37: 124–135
- 22 Haier R J, Jung R E, Yeo R A, et al. Structural brain variation and general intelligence. *NeuroImage*, 2004, 23: 425–433
- 23 Campbell J D, Trapnell P D, Heine S J, et al. Self-concept clarity-measurement, personality correlates, and cultural boundaries. *J Pers Soc Psychol*, 1996, 70: 141–156

- 24 Wu J, Watkins D, Hattie J. Self-concept clarity: A longitudinal study of Hong Kong adolescents. *Pers Indiv Differ*, 2010, 48: 277–282
- 25 Spielberger C D. *State-Trait Anxiety Inventory: A Comprehensive Bibliography*. Palo Alto: Psychologists Press, 1989
- 26 Spielberger C D. Anxiety, cognition and affect: A state-trait perspective. In: Tuma H A, Maser J D, eds. *Anxiety and the Anxiety Disorders*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates Inc, 1985. 171–182
- 27 Butzer B, Kuiper N A. Relationships between the frequency of social comparisons and self-concept clarity, intolerance of uncertainty, anxiety, and depression. *Pers Indiv Differ*, 2006, 41: 167–176
- 28 Etkin A, Klemenhagen K C, Dudman J T, et al. Individual differences in trait anxiety predict the response of the basolateral amygdala to unconsciously processed fearful faces. *Neuron*, 2004, 44: 1043–1055
- 29 Miserendino M J, Sananes C B, Melia K R, et al. Blocking of acquisition but not expression of conditioned fear-potentiated startle by NMDA antagonists in the amygdala. *Nature*, 1990, 345: 716–718
- 30 Wilensky A E, Schafe G E, LeDoux J E. Functional inactivation of the amygdala before but not after auditory fear conditioning prevents memory formation. *J Neurosci*, 1999, 19: RC48
- 31 Sacchetti B, Lorenzini C A, Baldi E, et al. Auditory thalamus, dorsal hippocampus, basolateral amygdala, and perirhinal cortex role in the consolidation of conditioned freezing to context and to acoustic conditioned stimulus in the rat. *J Neurosci*, 1999, 19: 9570–9578
- 32 Schafe G E, LeDoux J E. Memory consolidation of auditory pavlovian fear conditioning requires protein synthesis and protein kinase A in the amygdala. *J Neurosci*, 2000, 20: RC96
- 33 Schafe G E, Doyère V, LeDoux J E. Tracking the fear engram: The lateral amygdala is an essential locus of fear memory storage. *J Neurosci*, 2005, 25: 10010–10014
- 34 Gale G D, Anagnostaras S G, Godsil B P, et al. Role of the basolateral amygdala in the storage of fear memories across the adult lifetime of rats. *J Neurosci*, 2004, 24: 3810–3815
- 35 Cambiaghi M, Grosso A, Likhtik E, et al. Higher-order sensory cortex drives basolateral amygdala activity during the recall of remote, but not recently learned fearful memories. *J Neurosci*, 2016, 36: 1647–1659
- 36 Critchley H D, Wiens S, Rotshtein P, et al. Neural systems supporting interoceptive awareness. *Nat Neurosci*, 2004, 7: 189–195
- 37 Paulus M P, Stein M B. An insular view of anxiety. *Biol Psychiatry*, 2006, 60: 383–387
- 38 Paulus M P, Feinstein J S, Castillo G, et al. Dose-dependent decrease of activation in bilateral amygdala and insula by lorazepam during emotion processing. *Arch Gen Psychiatry*, 2005, 62: 282–288

Summary for “杏仁核对自我概念清晰性的预测：来自 VBM 的证据”

Self-concept clarity is predicted by amygdala: Evidence from a VBM study

WU Xin^{1,2}, WEI DongTao^{1,2}, ZHANG Meng³, QIU Jiang^{1,2} & ZHAO YuFang^{1,2*}

¹ School of Psychology, Southwest University, Chongqing 400715, China;

² Key Laboratory of Cognition and Personality (SWU), Ministry of Education, Southwest University, Chongqing 400715, China;

³ Department of Psychology, Xinxiang Medical University, Xinxiang 453003, China

* Corresponding author, E-mail: zhaobee@swu.edu.cn

Self-concept clarity (SCC) refers to the degree to which individual has clearly defined, internally consistent, and temporally stable self-concept. Given that individuals attempt to define themselves positively, SCC is also regarded as the degree of individuals seeing themselves in positive and consistent ways. According to previous studies, SCC is mainly influenced by negative daily events, such as setbacks in daily personally valued goals, social rejection and inappropriate social comparison. Because the favorable views about ourselves are questioned, contradicted, impugned, mocked, or challenged by this daily events, SCC is influenced by self-threat, which is a very important and common threat in our daily life (such as mental threat and physical threat). Thus, the brain regions which are involved in self-threat processing, such as amygdala, might predict the level of SCC. Therefore, in the present study, the predictability of amygdala to SCC was investigated by using voxel-based morphology (VBM).

According to the perspective of uncertainty and anticipation in anxiety, anxious individuals have defection in threat processing, which was related to abnormal structure in amygdala. Thus, we might learn about the relationship the brain regions related to threat processing in amygdala by analyzing the relationship between anxiety and amygdala among anxious individuals, which might be helpful for us to investigate the predictability of amygdala to SCC furtherly. Trait anxiety is a stable disposition related to frequent and/or intense state anxiety. Considering that trait anxiety is very common and easy-operation, the predictability of amygdala to SCC was investigated based on analyzing the relationship between trait anxiety and amygdala. In addition, although amygdala is very important in threat processing, such as lateral prefrontal cortex (LPFC), ventromedial prefrontal cortex (VMPFC), anterior insula (AI), hippocampi, para hippocampal gyrus and anterior cingulate cortex (ACC) had also been found to be involved in threat processing. Except amygdala, the relationship between trait anxiety and the brain regions motioned above were also investigated using whole-brain analysis.

The result of the present research showed that trait anxiety was negatively correlated with self-concept clarity; trait anxiety was positively associated with right basolateral amygdala (BLA), which can negatively predict SCC. According to these results, we believed that the enlarged BLA might make individuals be prone to detect threats around them and form, consolidate and retrieve threatened memory. Therefore, the negative predictability of BLA to SCC might reflect that with BLA increasing, individuals might be easily influenced by self-threat which make them be more easy to develop lower SCC. In addition, according to our whole-brain analysis, trait anxiety was also positively associated with right AI, which can also negatively predict SCC. Based on the role of AI playing in processing aware visceral responses into subjective feeling states, we thought that with BLA increasing individuals might easily generate more intense subjective feeling, which also make them be prone to be influenced by self-threat and develop lower SCC.

self-concept clarity, trait anxiety, amygdala, voxel-based morphology

doi: 10.1360/N972016-01003