

分裂型人格特质在额叶-内嗅皮层功能连接与社交回避及苦恼间的中介作用：一项静息态 fMRI 研究

张亚文¹ 李先瑞^{2,3} 韩丽云¹ 张静⁴ 韩雪雪⁴ 陈金宝⁴ 周祎⁴ 郁昊¹ 陈敏¹

(¹ 济宁医学院精神卫生学院, 济宁 272013; ² 山东省戴庄医院特检科, 济宁 272051;

³ 全省精神障碍精准诊疗重点实验室, 杭州 310003; ⁴ 山东省戴庄医院精神科, 济宁 272051)

摘要 目的 本研究旨在探究分裂型人格特质与社交回避和社交苦恼之间的关系及其潜在的脑神经机制。方法 对 153 名大学生施测分裂型人格问卷简版 (SPQ-B)、社交回避及苦恼量表 (SAD), 并采集其静息态磁共振成像数据。采用 Spearman 等级相关分析探究分裂型人格特质与社交回避和社交苦恼之间的关系, 并采用中介分析探究分裂型人格特质在脑功能连接与社交回避和社交苦恼关系中的作用。结果 SPQ-B 总分 7.00 (4.00, 11.00), 社交回避评分 4.00 (2.00, 7.00), 社交苦恼评分 4.00 (1.00, 8.00)。分裂型人格特质与社交回避 ($r=0.41, P<0.001$) 及社交苦恼 ($r=0.41, P<0.001$) 均呈正相关。功能连接分析发现, 左侧额上回眶部与左侧腹侧内嗅皮层之间的功能连接与分裂型人格特质负相关 ($r=-0.36, P<0.001$)。中介分析显示, 分裂型人格特质完全中介功能连接对社交回避的影响 ($B=-4.41, 95\% CI: -7.37 \sim -2.09$, 占总效应 65%) 和社交苦恼的影响 ($B=-6.04, 95\% CI: -9.30 \sim -3.13$, 占总效应 83%)。结论 左侧额上回眶部与左侧腹侧内嗅皮层之间的功能连接通过分裂型人格特质间接影响了社交行为, 为理解其神经机制提供了新证据。

关键词 分裂型人格特质; 社交回避; 社交苦恼; 内嗅皮层; 功能连接; 静息态功能磁共振成像
中图分类号: B844.2; B845; R445 文献标识码: A 文章编号: 1000-9760(2026)02-001-05

Schizotypal personality traits mediate the association between frontal-entorhinal cortex functional connectivity and social avoidance and distress: a resting-state fMRI study

ZHANG Yawen¹, LI Xianrui^{2,3}, HAN Liyun¹, ZHANG Jing⁴, HAN Xuexue⁴,
CHEN Jinbao⁴, ZHOU Yi⁴, YU Hao¹, CHEN Min¹

(¹ School of Mental Health, Jining Medical University, Jining 272013, China;

² Department of Special Consultation, Shandong Daizhuang Hospital, Jining 272051, China;

³ Zhejiang Key Laboratory of Precision Psychiatry, Hangzhou 310003, China;

⁴ Department of Psychiatry, Shandong Daizhuang Hospital, Jining 272051, China)

Abstract: Objective This study aimed to explore the relationship between schizotypal personality traits and social avoidance and social distress, as well as their underlying neuropsychological mechanisms. **Methods** A total of 153 college students completed the Schizotypal Personality Questionnaire-Brief (SPQ-B) and the Social Avoidance and Distress Scale (SAD), and underwent resting-state functional magnetic resonance imaging (fMRI). Spearman rank correlation analyses were conducted to examine the associations between schizotypal personality traits and social avoidance and social distress. Mediation analyses were performed to investigate the role of schizotypal personality traits in the relationship between brain functional connectivity and social avoidance and social distress. **Results** Scale score analyses showed that the SPQ-B total score was 7.00 (4.00, 11.00), the social avoidance score was 4.00 (2.00, 7.00), and the

social distress score was 4.00 (1.00, 8.00). Schizotypal personality traits were positively correlated with both social avoidance ($r=0.41, P<0.001$) and social distress ($r=0.41, P<0.001$). Functional connectivity analysis revealed that the connectivity between the left orbital superior frontal gyrus and the left ventral entorhinal cortex was negatively correlated with schizotypal personality traits ($r=-0.36, P<0.001$). Mediation analyses further demonstrated that schizotypal personality traits fully mediated the effects of functional connectivity on social avoidance ($B=-4.41, 95\% CI: -7.37 \sim -2.09$, accounting for 65% of the total effect) and social distress ($B=-6.04, 95\% CI: -9.30 \sim -3.13$, accounting for 83% of the total effect). **Conclusion** Functional connectivity between the left orbital superior frontal gyrus (ORBSup. L) and left ventral entorhinal cortex (ENT. L) indirectly influences social behavior through schizotypal personality traits, providing new evidence for understanding its neuropsychological mechanisms.

Keywords: Schizotypal personality traits; Social avoidance; Social distress; Entorhinal cortex; Functional connectivity; Resting-state functional magnetic resonance imaging (rs-fMRI)

分裂型人格特质是一种属于精神分裂症谱系的亚临床人格特质,高分裂型人格特质常被视为精神分裂症的潜在前驱状态^[1]。因此,该特质被视为精神障碍的风险因素^[2]。社交退缩是精神分裂症的阴性症状之一^[3],而社交回避和社交苦恼是其最常见的表现形式。社交回避指个体主动逃避社交情境,而社交苦恼则体现为在社交互动中体验到的显著不适与焦虑,影响患者的心理健康与社会功能^[4]。社交回避和社交苦恼也常见于分裂型人格特质较高的正常人群中^[5]。然而,目前分裂型人格特质与社交回避和苦恼之间潜在的神经机制尚不明确。

内嗅皮层作为连接海马与新皮层之间的重要枢纽,其功能异常与精神分裂症患者的阴性症状(如情感淡漠、社交退缩)以及认知损害(包括注意力、记忆和执行功能障碍)的发生密切相关,在情绪记忆加工及情境信息整合中也发挥关键作用^[6]。功能连接指通过脑成像技术测量不同脑区在活动模式上的统计关联,揭示大脑如何通过区域间的信息交流实现复杂认知与行为^[7]。已有研究发现,内嗅皮层等区域的功能连接会加剧社交回避与苦恼^[8]。但是,目前尚未有研究探讨不同分裂型人格特质人群的功能连接的变化。因此,本研究旨在探究分裂型人格特质与社交回避和苦恼之间的关系及其潜在的脑神经机制,为早期识别与干预风险人群提供支持。

1 对象与方法

1.1 对象

本研究通过方便抽样共纳入 193 名大学生为研究对象,入组标准:1) 视力或矫正视力正常;2) 无精神疾病史;3) 右利手。排除标准:1) 患有器质

性疾病及其他精神疾病者;2) 有药物或酒精滥用者;3) 规律服用镇静催眠药物者。13 人因随意作答量表,21 人因扫描过程中头动过大($FD>0.2\text{ mm}$)、6 人因时间信噪比 <30 被排除。最终入选 153 名研究对象,年龄 19~25 (21.98 ± 1.02) 岁;女性 88 名,男性 65 名。本研究方案经伦理委员会审核批准(2012012)。试验开始前研究对象均已签署知情同意书。

1.2 研究工具

1.2.1 分裂型人格问卷简版(Schizotypal Personality Questionnaire-Brief, SPQ-B) SPQ-B^[9] 共包含 22 个条目,包含认知-感知加工、人际关系与行为紊乱 3 个核心维度。回答“是”计 1 分,“否”计 0 分,总分 0~22 分,得分越高分裂型人格特质越显著。本研究总量表的 Cronbach's α 为 0.808。

1.2.2 社交回避与苦恼量表(Social Avoidance and Distress Scale, SAD) SAD 共包含 28 个条目,包含社交回避与社交苦恼 2 个维度^[4]。回答“是”计 1 分,“否”计 0 分,总分 0~28 分,分值越高说明社交场合中回避行为与情绪苦恼程度越高^[10]。本研究中总量表的 Cronbach's α 为 0.907。

1.3 图像数据采集和预处理

磁共振数据使用 Siemens 3.0 T (Erlangen, Germany) 磁共振扫描仪采集完成。每个被试都进行了 T1 加权结构像扫描和静息态磁共振的扫描。为减少扫描期间的噪声干扰与头动伪影,研究对象佩戴耳塞,并在头部周围置入泡沫垫进行固定。在扫描过程中,要求研究对象保持闭眼清醒状态,同时尽量保持头部静止。先进行 T1 加权结构像扫描,详细参数为:重复时间(TR) 2 600 ms,回波时间(TE) 3.02 ms,翻转角 8° ,层厚 1.0 mm,矩阵 256×256 ,体素 $1\text{ mm}\times 1\text{ mm}\times 1\text{ mm}$ 。静息态功能像采用

梯度回波-回波平面成像序列 (EPI) 进行采集,详细参数为:TR 2000 ms, TE 30 ms, 翻转角 90°, 层厚 3.0 mm, 层间距 1.0 mm, 矩阵 64×64, 体素大小 3.4 mm×3.4 mm×4 mm, 层数 = 32, 视野范围为 220 mm×220 mm, 共生成 242 张图像。

使用基于 Matlab R2013b 的 DPABI (v3.1) 软件^[11]对磁共振数据进行预处理。预处理步骤包括时间层校正、头动校正、空间标准化至蒙特利尔神经研究所 (MNI) 标准空间、4 mm 半高全宽高斯平滑及去噪 (回归白质、脑脊液信号及 24 个头动参数) 等。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 27.0 统计分析,不符合正态分布,采用 $P_{50}(P_{25}, P_{75})$ 描述性统计,并使用 Spearman 等级相关分析探究变量间相关性, $P < 0.05$ 具有统计学意义。

基于 Brodmann 分区模板,采用基于 REST (v1.8)^[12]定义双侧腹侧内嗅皮层、双侧背侧内嗅皮层为感兴趣区,并制作掩膜 (Mask)。随后通过 DPABI 软件计算上述感兴趣区时间序列与全脑所有体素时间序列的 Pearson 相关系数,将 r 值通过 Fisher r -to- z 变换转换为 z 值,并将年龄、性别、头动作为协变量。采用高斯随机场 (GRF) 校对结果进行校正 (体素 $P < 0.005$, 团块 $P < 0.05$)。采用 SPSS 中的 PROCESS 宏程序 (v4.0) 中的 Model 4 进行中介分析^[13],把功能连接设定为自变量 (X), 社交回避与社交苦恼作为因变量 (Y), 分裂型人格特质则作为中介变量 (M), 以此构建三变量之间的中介模型。间接效应的显著性检验采用 Bootstrapping 法 5 000 次检验生成的 95% CI, 若置信区间不包含零, 则认为中介效应显著。

2 结果

2.1 描述性统计和相关性分析

分裂型人格特质与社交回避 ($r = 0.41, P < 0.001$) 及社交苦恼 ($r = 0.41, P < 0.001$) 均呈显著正相关。见表 1。

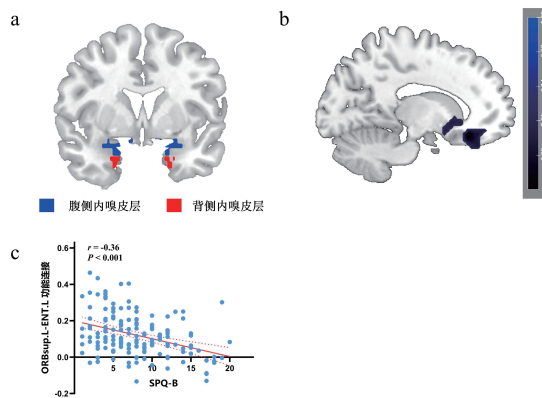
表 1 主要变量的描述性统计和相关性分析

	$P_{50}(P_{25}, P_{75})$	SPQ-B 总分	社交苦恼	社交回避
SPQ-B 总分	7.00(4.00, 11.00)	1		
社交苦恼	4.00(1.00, 8.00)	0.41***	1	
社交回避	4.00(2.00, 7.00)	0.41***	0.67***	1

注: *** $P < 0.001$ 。

2.2 左侧腹侧内嗅皮层的功能连接分析

左侧额上回眶部与左侧腹侧内嗅皮层之间的功能连接与分裂型人格特质呈负相关 ($r = -0.36, P < 0.001$), 功能连接分析见图 1(b), 相关分析散点图见图 1(c)。使用 GRF 法对结果进行校正 (体素 $P < 0.005$, 团块 $P < 0.05$)。



注: ORBsup. L, 左侧额上回眶部; ENT. L, 左侧腹侧内嗅皮层。a, 用于功能连接分析的感兴趣区。b, 在控制年龄、性别和头动后, ORBsup. L-ENT. L 的功能连接与分裂型人格特质的相关脑区。c, ORBsup. L-ENT. L 的功能连接与分裂型人格特质相关分析散点图。

图 1 分裂型人格特质与左侧腹侧内嗅皮层功能连接的相关分析

2.3 中介分析

分裂型人格特质在 ORBsup. L-ENT. L 的功能连接与社交回避及社交苦恼之间均起完全中介作用。间接效应占总效应的 65% (社交回避) 和 83% (社交苦恼), 提示 ORBsup. L-ENT. L 的功能连接通过分裂型人格特质对个体的社交回避和社交苦恼产生重要影响。见表 2。

表 2 分裂型人格特质在功能连接与社交回避及社交苦恼之间的中介分析

结局变量	β	B	P	95% CI
社交回避				
功能连接→分裂型人格特质	-0.38	-14.72	<0.001	-20.50~-8.95
分裂型人格特质→社交回避	0.39	0.36	<0.001	0.18~0.42
总效应	-0.23	-6.89	0.01	-11.47~-2.13
直接效应	-0.08	-2.38	0.32	-7.09~2.32
间接效应	-0.15	-4.41	<0.001	-7.37~-2.09
社交苦恼				
功能连接→分裂型人格特质	-0.38	-14.72	<0.001	-20.50~-8.95
分裂型人格特质→社交苦恼	0.46	0.41	<0.001	0.27~0.55
总效应	-0.21	-7.26	0.01	-12.72~-1.79
直接效应	-0.03	-1.21	0.66	-6.56~4.13
间接效应	-0.17	-6.04	<0.001	-9.30~-3.13

3 讨论

本研究旨在揭示分裂型人格特质与社交回避和社交苦恼之间的关系及其潜在的神经机制。研究发现,分裂型人格特质与社交回避和社交苦恼之间存在显著正相关,左侧额上回眶部与左侧腹侧内嗅皮层之间的功能连接与分裂型人格特质存在显著负相关,中介分析显示分裂型人格特质完全介导了左侧额上回眶部与左侧腹侧内嗅皮层之间的功能连接对社交回避和社交苦恼的影响。

本研究聚焦于非临床人群,探讨了分裂型人格特质与社交回避及社交苦恼之间的关系,结果显示两者之间存在显著的正相关。与近年研究结果高度一致^[14-15]。有研究表明,非临床个体中较高的分裂型人格特质往往伴随着更强烈的社交焦虑和社交回避行为,可能源于他们对社交场合中负面评价的敏感性和对人际互动的担忧^[16]。具体而言,这些个体往往存在认知偏差,倾向于过度关注他人的负面反馈和潜在的社会威胁,从而产生对人际互动的过度担忧和恐惧^[17-18]。该认知模式导致他们在社交情境中预期失败或拒绝,进而引发回避行为以减少潜在的情绪痛苦,形成恶性循环,进而影响心理健康和生活质量^[14]。因此,认知行为干预在非临床高分裂型人格个体中的应用价值值得进一步探索^[19]。

多项研究发现,高分裂型人格特质人群或精神分裂症发病前,相关脑区(如内嗅皮层等)存在异常^[20-21],所以我们选取了双侧腹侧内嗅皮层、双侧背侧内嗅皮层作为感兴趣区。本研究发现,分裂型人格特质与左侧额上回眶部与左侧腹侧内嗅皮层之间的功能连接呈显著负相关。额上回眶部广泛参与社会情境中情绪价值评估、冲突调节和决策过程,被认为是社交认知的核心区域之一^[22-23],而内嗅皮层传统上被视为海马系统与新皮层之间的重要桥梁,在情绪记忆加工及情境信息整合中发挥关键作用^[6],而左侧优势半球尤其参与负性情绪处理(如社交威胁识别)^[24]。精神分裂症患者阴性症状及认知损害的发生与内嗅皮层的功能异常紧密相关。当左侧额上回眶部与左侧腹侧内嗅皮层之间的功能连接减弱时,可能影响了个体的正常认知和情绪调节,进而导致分裂型人格特质的增加。近期研究表明,左侧额上回眶部功能连接异常可能受多巴胺/5-羟色胺系统失衡调控。He 等^[25]发现额

叶功能连接强度与多巴胺 D2 受体密度呈正相关,提示具有高分裂型人格特质的个体的神经递质紊乱可能是左侧额上回眶部与左侧腹侧内嗅皮层连接减弱的潜在原因。

本研究还发现分裂型人格特质完全介导了左侧额上回眶部与左侧腹侧内嗅皮层之间的功能连接对社交回避和苦恼的影响。该结果与贝叶斯中介模型^[26]一致:脑功能连接通过人格特质维度间接影响行为,而非直接作用。有研究发现,左侧额上回眶部参与评估奖惩价值并调控趋避行为^[27]。分裂型人格特质作为连接这两个脑区功能连接与社交回避和苦恼表现之间的桥梁,两者间功能连接增强直接导致分裂型人格特质突出,尤其加剧阴性特质相关的快感缺失与情感钝化^[28],从而对社交威胁或负面评价的过度关注与记忆敏感性,加剧其社交焦虑与回避行为。

综上所述,左侧额上回眶部与左侧腹侧内嗅皮层之间的功能连接通过分裂型人格特质间接影响了社交行为,为理解其神经机制提供了新证据。

利益冲突:所有作者均申明不存在利益冲突。

参考文献:

- [1] Barrantes-Vidal N, Grant P, Kwapił TR. The role of schizotypy in the study of the etiology of schizophrenia spectrum disorders[J]. *Schizophr Bull*, 2015, 41 Suppl 2: S408-S416. DOI: 10. 1093/schbul/sbu191.
- [2] Taylor JH, Calkins ME, Gur RE. Markers of psychosis risk in the general population[J]. *Biol Psychiatry*, 2020, 88(4): 337-348. DOI: 10. 1016/j. biopsych. 2020. 02. 002.
- [3] Kirkpatrick B, Fenton WS, Carpenter WT Jr, et al. The NIMH-MATRICES consensus statement on negative symptoms [J]. *Schizophr Bull*, 2006, 32(2): 214-219. DOI: 10. 1093/schbul/sbj053.
- [4] Watson D, Friend R. Measurement of social-evaluative anxiety [J]. *J Consult Clin Psychol*, 1969, 33(4): 448-457. DOI: 10. 1037/h0027806.
- [5] Smith MJ, Cloninger CR, Harms MP, et al. Temperament and character as schizophrenia-related endophenotypes in non-psychotic siblings[J]. *Schizophr Res*, 2008, 104(1-3): 198-205. DOI: 10. 1016/j. schres. 2008. 06. 025.
- [6] Barnett AJ, Reilly W, Dimsdale-Zucker HR, et al. Intrinsic connectivity reveals functionally distinct cortico-hippocampal networks in the human brain [J]. *PLoS Biol*, 2021, 19(6): e3001275. DOI: 10. 1371/journal. pbio. 3001275.
- [7] Friston KJ. Functional and effective connectivity: a review [J]. *Brain Connect*, 2011, 1(1): 13-36. DOI: 10. 1089/brain. 2011. 0008.

- [8] Grande X, Sauvage MM, Becke A, et al. Transversal functional connectivity and scene-specific processing in the human entorhinal-hippocampal circuitry[J]. *Elife*, 2022, 11 : e76479. DOI: 10. 7554/eLife. 76479.
- [9] Raine A, Benishay D. The SPQ-B: a brief screening instrument for schizotypal personality disorder [J]. *J Person Dis*, 1995, 9 (4): 346-355. DOI: 10. 1521/pedi. 1995. 9. 4. 346.
- [10] Hofmann SG, DiBartolo PM, Holaway RM, et al. Scoring error of social avoidance and distress scale and its psychometric implications[J]. *Depress Anxiety*, 2004, 19 (3): 197-198. DOI: 10. 1002/da. 10142.
- [11] Yan CG, Wang XD, Zuo XN, et al. DPABI: data processing & analysis for (resting-state) brain imaging[J]. *Neuroinformatics*, 2016, 14(3) : 339-351. DOI: 10. 1007/s12021-016-9299-4.
- [12] Song XW, Dong ZY, Long XY, et al. REST: a toolkit for resting-state functional magnetic resonance imaging data processing[J]. *PLoS One*, 2011, 6 (9): e25031. DOI: 10. 1371/journal. pone. 0025031.
- [13] Preacher KJ, Hayes AF. Asymptotic and resampling strategies for assessing and comparing indirect effects in multiple mediator models[J]. *Behav Res Methods*, 2008, 40 (3): 879-891. DOI: 10. 3758/brm. 40. 3. 879.
- [14] Eddy CM. Self-other distinction and schizotypy: affect sharing and alexithymia in the prediction of socially anxious and avoidant traits[J]. *Personal Disord*, 2025, 16 (2): 137-147. DOI: 10. 1037/per0000669.
- [15] Șandor S. Mediator effects of cognitive and affective empathy on the relationship between schizotypal symptoms and social anxiety/avoidance levels[J]. *Neuropsychiatric Investigation (Online)*, 2022, 60 (3): 64-71. DOI: 10. 5152 / NeuropsychiatricInvest. 2022. 21004.
- [16] 陈璐嘉, 刘威. 大学生核心自我评价对社交回避和苦恼的影响: 人际归因的中介作用[J]. *济宁医学院学报*, 2018, 41 (4): 271-274. DOI: 10. 3969/j. issn. 1000-9760. 2018. 04. 012.
- [17] Le TP, Fedechko TL, Cohen AS, et al. Stress and cognitive biases in schizotypy: a two-site study of bias against disconfirmatory evidence and jumping to conclusions[J]. *Eur Psychiatry*, 2019, 62: 20-27. DOI: 10. 1016/j. eurpsy. 2019. 08. 006.
- [18] González-Rodríguez A, García-PérezÁ, Godoy-Giménez M, et al. Schizotypal personality traits and the social learning of fear[J]. *Sci Rep*, 2021, 11 (1): 23048. DOI: 10. 1038/s41598-021-02336-6.
- [19] Cheli S, Lysaker PH, Dimaggio G. Metacognitively oriented psychotherapy for schizotypal personality disorder: a two-case series [J]. *Personal Ment Health*, 2019, 13 (3): 155-167. DOI: 10. 1002/pmh. 1447.
- [20] Dickey CC, McCarley RW, Shenton ME. The brain in schizotypal personality disorder: a review of structural MRI and CT findings [J]. *Harv Rev Psychiatry*, 2002, 10 (1): 1-15. DOI: 10. 1080/10673220216201.
- [21] Pantelis C, Velakoulis D, McGorry PD, et al. Neuroanatomical abnormalities before and after onset of psychosis: a cross-sectional and longitudinal MRI comparison [J]. *Lancet*, 2003, 361 (9354): 281-288. DOI: 10. 1016/S0140-6736(03) 12323-9.
- [22] Rolls ET, Deco G, Huang CC, et al. The human orbitofrontal cortex, vmPFC, and anterior cingulate cortex effective connectome: emotion, memory, and action [J]. *Cereb Cortex*, 2022, 33 (2): 330-356. DOI: 10. 1093/cercor/bhac070.
- [23] Shi W, Meisner OC, Blackmore S, et al. The orbitofrontal cortex: a goal-directed cognitive map framework for social and non-social behaviors [J]. *Neurobiol Learn Mem*, 2023, 203: 107793. DOI: 10. 1016/j. nlm. 2023. 107793.
- [24] Vedaei F, Oghabian MA, Firouznia K, et al. The human olfactory system: cortical brain mapping using fMRI[J]. *I J Radiol*, 2016, 14(2) : e16250. DOI: 10. 5812/iranjradiol. 16250.
- [25] He K, Hua Q, Li Q, et al. Abnormal interhemispheric functional cooperation in schizophrenia follows the neurotransmitter profiles [J]. *J Psychiatry Neurosci*, 2023, 48 (6): E452-E460. DOI: 10. 1503/jpn. 230037.
- [26] Zhao Y, Chen T, Cai J, et al. Bayesian network mediation analysis with application to the brain functional connectome [J]. *Stat Med*, 2022, 41(20): 3991-4005. DOI: 10. 1002/sim. 9488.
- [27] Gellner AK, Voelter J, Schmidt U, et al. Molecular and neurocircuitry mechanisms of social avoidance [J]. *Cell Mol Life Sci*, 2021, 78(4): 1163-1189. DOI: 10. 1007/s00018-020-03649-x.
- [28] 王毅. 分裂型特质与社会认知及其神经机制研究[D]. 北京: 中国科学院大学, 2013.

(收稿日期 2025-10-30)

(本文编辑: 甘慧敏)