神经病学 DOI:10.13406/j.cnki.cyxb.000967

自杀未遂青年女性抑郁症患者脑默认网络 rs-fMRI 研究

张 爽,陈建梅,况 利,操 军,刘世景,谭昭君,胡 兰
(重庆医科大学附属第一医院心理卫生中心,重庆 400016)

【摘 要】**目的**:分析静息状态下青年女性抑郁症患者自杀行为与脑默认网络(brain default mode network,DMN)功能连接改变的相关性。**方法**:采用独立成分分析(independent component analysis,ICA)方法,对 23 例伴有自杀未遂的青年女性抑郁症患者(SD 组),10 例不伴自杀未遂的青年女性抑郁症患者(NSD 组)和 31 名健康对照者(HC 组)进行静息态功能磁共振数据处理,提取 DMN,寻找 3 组组间功能连接差异脑区,并探讨各差异脑区与人口学资料和临床量表评分之间的相关性。**结果**:与 HC 组相比,SD 组在左侧颞中回(-56,-65,15)、左侧枕中回(-45,-70,18)功能连接增强,NSD 组在双侧后扣带回连接增强,2 组抑郁症患者双侧楔前叶连接均减弱(校正后 P 均<0.05);与 NSD 组相比,SD 组左侧舌回(-12,-55,3)、左侧楔前叶(-7,-61,15)功能连接增强,双侧后扣带回功能连接减弱(校正后 P 均<0.05)。相关分析发现 NSD 组左侧颞中回时间序列与自杀意念量表评分呈负相关(r=-0.643;P=0.045)。**结论**:自杀未遂青年女性抑郁症患者存在 DMN 功能连接异常,其自杀行为可能与楔前叶、后扣带回活性改变有关。

【关键词】独立成分分析;静息态功能磁共振;默认网络;女性;抑郁症;自杀未遂
【中图分类号】R749.4;R749.92 【文献标志码】A 【收稿日期】2015-11-25

Association between abnormal default mode network activity and suicidality in young female suffered from depression

Zhang Shuang, Chen Jianmei, Kuang Li, Cao Jun, Liu Shijing, Tan Zhaojun, Hu Lan
(*Department of Psychiatry, The First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University*)

【Abstract】***Objective***: To investigate the correlation between suicidal behavior and brain default mode network(DMN)activity changes at the resting state in young female suffered from depression. ***Methods***: Twenty-three sex-and age-matched female patients with suicide attempt and depression(SD group) were compared with 10 non-suicidal depressed patients(NSD group) and 31 healthy controls (HC group) in the study. Functional connectivity changes in DMN regions which may associate with suicide behavior were explored by comparing resting-state functional magnetic resonance imaging(rs-fMRI) signals using independent component analysis(ICA) approaches. The correlation between time courses of regions of interests(ROIs) in DMN and six clinical scale scores were conducted. ***Results***: Compared with the healthy controls, all depressed patients showed decreased connectivity in bilateral precuneus, suicidal patients showed increased connectivity in the left middle temporal cortex(-56,-65,15) and left middle occipital gyrus(-45,-70,18) while non-suicidal depressed patients showed increased in bilateral posterior cingulate cortex(PCC) (corrected P<0.05). Compared with non-suicidal patients, suicidal patients showed increased functional connectivity in the left lingual gyrus(-12,-55,3), the left precuneus(-7,-61,15) and weakened connectivity in bilateral posterior cingulated cortex(corrected P<0.05). Negative correlations between time series of left middle temporal and suicide ideation scale scores(r=-0.643;P=0.045) in non-suicidal depressed patients were revealed. ***Conclusion***: Abnormal brain default network connectivity could emerge in female depressed patients; the suicidal behavior may be associated with abnormal activity in precuneus and posterior cingulate cortex.

【Key words】independent component analysis; resting-state functional magnetic resonance imaging; default mode network; female; depression; attempted suicide

作者介绍:张 爽,Email:93177608@qq.com,
研究方向:青少年自杀行为的功能磁共振研究。
通信作者:陈建梅,Email:chenjianmei9@163.com。

基金项目:国家自然科学基金资助项目(编号:81071118);卫生部公益行业科研专项资助项目(编号:201002003);重庆市科委重点资助项目(编号:CSTC2011BA5040);重庆市研究生科研创新资助项目(编号:CYB15100)。
优先出版:http://www.cnki.net/kcms/detail/50.1046.r.20160513.1615.080.html (2016-05-13)

抑郁症和自杀是目前社会两大严重公共卫生问题。青年时期是发生抑郁症和自杀行为的高风险时期[1-3]。自杀行为与抑郁症密切相关，抑郁症患者自杀风险明显增高[4-5]。抑郁症女性发病率高于男性，男女性患者自杀率存在差异[1]，中国青年女性自杀率居世界首位[6]，女性是自杀的高危因素[7]，从女性角度对抑郁症患者自杀行为进行研究对其进一步干预治疗有重要意义。既往影像学发现默认网络（default-mode network，DMN）在抑郁症发病过程中起着重要作用[8]。全脑功能磁共振（functional magnetic resonance imaging，fMRI）研究发现自杀者存在部分 DMN 脑区的功能活性改变，但目前仍缺少针对抑郁症患者自杀行为的 DMN 研究。独立成分分析（independent component analysis，ICA）方法是一种把混合信号分解成具有统计独立性成分的新技术，不需要选择种子点，可从整体上反映脑网络内部功能连接情况，在精神疾病影像学研究中应用日益增多。本研究首次利用 ICA 方法从青年女性抑郁症角度探讨 DMN 功能连接改变与自杀行为的相关性。

1 研究对象和研究方法

1.1 研究对象

病例组：来自课题组 2012 年 4 月至 2013 年 12 月期间对重庆市十余所高校大一新生的网络心理筛查和重庆医科大学附属第一医院及附属大学城医院精神科门诊及住院部青年女性抑郁患者。入组标准：（1）符合美国精神障碍诊断和统计手册第 4 版（DSM-IV）“抑郁发作”诊断标准；（2）汉族，女性，年龄 15~26 岁，右利手，小学及以上文化程度；（3）汉密尔顿抑郁量表（Hamilton depression scale，HAMD）17 项评分≥17 分；（4）首发抑郁症患者或既往诊断抑郁症患者入组前两周未进行抗抑郁药治疗，1 个月内无电休克治疗史。排除标准：（1）目前或既往有其他精神疾病患者如精神分裂症、双相情感障碍等；（2）有物质依赖或滥用史（酒精、可卡因、药物等）患者、有精神疾病家族史患者；（3）目前或既往有脑器质性疾病或严重脑外伤史；（4）合并严重心肝肾疾病，糖尿病及其他严重躯体疾病及 MRI 扫描禁忌者；（5）处于妊娠期或哺乳期及准备 1 年内妊娠的妇女。所有评定均由 2 名经规范化培训的精神科医生完成。自杀未遂定义为有意结束自己生命达一定程度，并且已采取相应行为但未能成功的自我伤害行为。入组共 33 例，其中抑郁症伴自杀未遂（SD）组 23 例，抑郁症不伴自杀未遂（NSD）组 10 例。

健康对照组（HC 组）：选择与病例组年龄、受教育程度匹配的右利手女性健康志愿者 31 名，所有被试 HAMD17 总分<7 分。排除其他精神疾病史、自杀行为及自杀家族史、精神活性物质滥用史、神经系统和其他严重器质性疾病史，排除 MRI 扫描禁忌者及妊娠期或哺乳期及准备 1 年内妊娠的妇女。

被试者进行简易智能精神状态检查量表（mini-mental state examination，MMSE）、自杀态度问卷（suicide attitude questionnaire，QSA）、Barratt 冲动量表第 11 版（Barratt impulsiveness scale 11th version，BIS-11）、HAMD、Beck 绝望量表（Beck hopeless scale，BHS）；自杀意念量表（suicide ideation scale，SSI）评分。所有受试者或家属签署知情同意书。本研究获得重庆医科大学附属第一医院医学伦理委员会批准。

1.2 数据采集

采用美国 SignaHDxt3.0T（General Electric Medical Systems，Milwaukee，USA）磁共振成像系统采集血氧水平依赖（blood oxygen leveldependent，BOLD）信号。扫描时要求受试者保持清醒、闭眼、安静平卧于检查床上，尽量不进行主动思维活动。为减小噪音的影响，给受试者纳米海绵球塞耳。扫描序列及参数如下：①常规 T1 加权成像，采用快速自旋回波序列（fast spin echo，FSE），轴面从颅底到顶叶共 22 层，扫描参数为：重复时间/回波时间（time of repetition/time of echo，TR/TE）=500 ms/14 ms，45°翻转角（flip angle），层厚/间距=5.0/0 mm，采集次数（NEX）=1，视野（field of view，FOV）=240 mm × 240 mm，矩阵=256 × 126，扫描时间 26 s。②3D-T1 全脑结构成像，采用快速梯度回波序列（fast gradient echo，FGRE），扫描参数如下：TR/TE=24 ms/9 ms，层厚/间距=1.0/0 mm，FOV=240 mm × 240 mm，矩阵=256 × 256，90°翻转角，156 层，扫描时间 6 min 53 s。所有受试者均未发现脑结构异常。③静息态 fMRI 成像，采用多层平面回波序列（echo planar imaging，EPI），扫描参数如下：TR/TE=2 000 ms/40 ms，90°翻转角，层厚/间距=4.0/0 mm，FOV=240 mm × 240 mm，矩阵=64 × 64，共 33 层，共采集 240 个时间点，扫描时间 8 min。

1.3 数据处理

由 1 名不知情的放射科专家对所有被试者结构图像进行神经系统疾病诊断，由 2 名不知情的脑功能影像学专家分别进行功能图像处理并比较处理结果。在 Matlab7.8.0（Mathworks，Inc）环境下运用 DPARSFA 软件[Data Processing Assistant for Resting-State fMRI Advanced Edition，http://www.restfmri.net（Chao-Gan and Yu-Feng，2010）]、REST1.9 软件[http://www.restfmri.net（Song et al，2011）]进行数据预处理和处理：①图像预处理：为消除机器不稳定及受试者不适应的影响，去除前 10 个时间点，后 230 个时间点数据纳入分析。预处理过程包括时间校正、头动校正、空间标准化、空间平滑、去线性漂移和滤波，标准化空间 3 mm × 3 mm × 3 mm，校正头动并映射到标准脑，进行 4 mm × 4 mm × 4mm 高斯平滑。将头动平移<1 mm 及旋转移动<1°的被试者图像纳入分析，

所有被试者进入后续分析。②DMN 提取及独立成分分析：对预处理后的数据进行群组 ICA 分析和感兴趣区分析（ROIs）提取 DMN 成分，得到每个被试 DMN 图像并用于统计分析。

1.4　统计分析

采用 SPSS 17.0 软件进行一般人口学及临床量表分析，单因素方差分析用于 3 组间比较（LSD-t 法进行两两比较），双样本 t 检验用于两组间量表评分比较。采用 REST 1.9 软件对 3 组受试者脑功能图像进行分析，3 组脑图分别进行单样本 t 检验（Alphasim 多重比较校正，$P<0.05$，团块阈值≥85 体素），合并结果脑图并进行单因素方差分析寻找 3 组间具有显著功能连接差异的脑区。采用双样本 t 检验进一步探究 SD 组、NSD 组和 HC 组两两比较各差异脑区功能连接高低，AlphaSim 校正后 P 值<0.05，激活阈值>216（体素大小为 8）认为有统计学差异。最后，提取各功能连接差异脑区时间序列分析其与人口学资料及临床心理量表评分间的相关性，检验水准 $\alpha=0.05$。

2　结　果

2.1　一般人口学资料

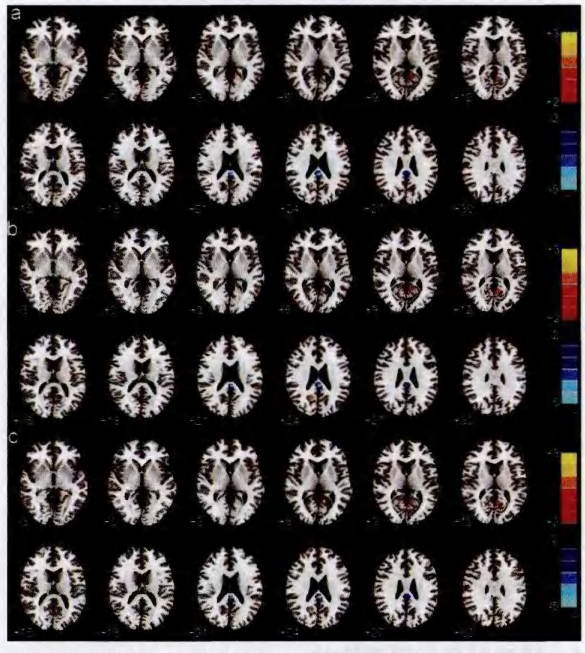
SD、NSD 及 HC 3 组在年龄、受教育年限、MMSE 量表评分上无明显差异（$P>0.05$）。3 组在 QSA 得分（$P=0.002$）及 BIS-11 得分（$P<0.001$）存在统计学差异，多重比较发现 SD 组与 NSD 组间差异无统计学意义（$P=0.284$、$P=0.406$），SD 组及 NSD 组得分均明显高于 HC 组（$P<0.05$）。SD 组及 NSD 组 HAMD、BHS、SSI 评分无明显差异（$P>0.05$）（表 1）。

2.2　SD、NSD、HC 3 组组间差异脑区分析

统计分析发现，与健康对照组相比，SD 组在左侧颞中回（-56，-65，15）、左侧枕中回（-45，-70，18）功能连接增强，NSD 组在双侧后扣带回连接增强，2 组抑郁症患者双侧楔前叶连接减弱。与 NSD 组相比，SD 组在左侧舌回（-12，-55，3）、左侧楔前叶（-7，-61，15）功能连接增强，双侧后扣带回功能连接减弱。见图 1、表 2。

2.3　相关脑区与人口学及临床心理量表分析

各功能连接差异脑区时间序列与一般人口学资料及临床心理评估量表评分相关分析发现：NSD 组左侧颞中回时间序列与 SSI 量表。评分呈负相关（$r=-0.643$；$P=0.045$），未发现其他相关性。见图 2。



a 伴自杀未遂的青年女性抑郁症患者组（SD 组）与不伴自杀未遂行为的青年女性抑郁症患者组（NSD 组）相比的功能连接差异脑区；b 伴自杀未遂行为的青年女性抑郁症患者组（SD 组）与健康对照组（HC 组）相比的功能连接差异脑区；c 不伴自杀未遂行为的青年女性抑郁症患者组（NSD 组）与健康对照组（HC 组）相比的功能连接差异脑区

图 1　SD 组、NSD 组及 HC 组 3 组间两两比较脑功能连接有差异的脑区

Fig.1　The brain areas with different connectivity between SD group、NSD group and HC group

表 1　SD 组、NSD 组及 HC 组 3 组人口学及临床心理量表比较（$\bar{x}\pm s$）

Tab.1　Comparison of demographic data and clinical psychological assessment scales between SD group, NSD group and HC group（$\bar{x}\pm s$）

变量	组别			F/t 值	P 值
	SD组（n=23）	NSD组（n=10）	HC组（n=31）		
年龄	20.00 ± 2.86	20.60 ± 3.02	20.35 ± 1.96	0.241	0.187
受教育年限	13.26 ± 2.54	13.30 ± 1.70	14.32 ± 1.85	1.982	0.147
MMSE	28.69 ± 1.22	28.80 ± 1.03	28.48 ± 1.34	0.324	0.724
QSA	79.96 ± 8.40	76.10 ± 12.46	70.35 ± 9.08	6.979	0.002[a]
BIS-11	73.08 ± 8.30	70.60 ± 7.89	63.26 ± 7.49	11.040	0.000[a]
HAMD	18.78 ± 5.93	23.40 ± 11.88	–	-1.500	0.143
BHS	10.52 ± 4.14	9.60 ± 4.90	–	0.560	0.580
SSI	11.39 ± 4.90	11.60 ± 5.31	–	-0.110	0.910

表 2 SD 组、NSD 组及 HC 组 3 组组间功能连接差异脑区

Tab.2 The brain areas with different connectivities between SD group,NSD group and HC group

体素	存在差异的脑区	BA分区	峰值体素的 t 值	峰值体素的 MNI 坐标（X,Y,Z）
SD组 -NSD 组				
27	左侧舌回	18	2.93	-12,-55,3
27	左侧楔前叶	17	2.23	-7,-61,15
43	右后扣带回	26	-2.90	4,-38,24
43	左后扣带回	26	-3.40	-2,-36,24
SD 组 -HC 组				
35	左侧枕中回	39	2.69	-45,-70,18
35	左侧颞中回	37	2.79	-56,-65,15
59	右侧楔前叶	29	-3.30	6,-48,9
59	左侧楔前叶	23/30	-3.27	-4,-52,9
NSD 组 -HC 组				
40	左后扣带回	26	2.67	-4,-38,24
40	右后扣带回	26	2.62	3,-39,24
35	右侧楔前叶	23	-2.45	1,-59,24
47	左侧楔前叶	23/30	-2.70	-10,-54,12

注：BA 为大脑布罗德曼分区；SD 为伴自杀未遂行为的青年女性抑郁症患者组；NSD 为不伴自杀未遂的青年女性抑郁症患者组；HC 为健康对照组；均 $P<0.05$，Alphasim 矫正

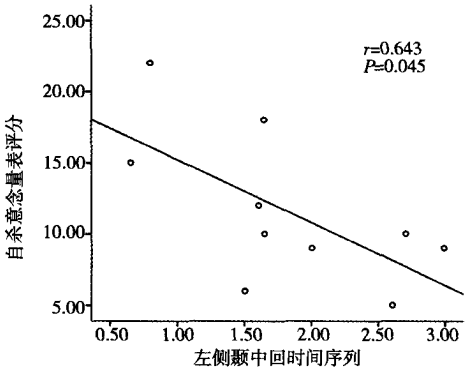


图 2 10 例不伴自杀未遂行为的女性抑郁症患者（NSD 组）左侧颞中回时间序列与自杀意念（SSI）量表评分呈负相关

Fig.2 Negative correlations between time series of left middle temporal gyrus and SSI scores in NSD group

3 讨 论

Riachle首先提出 DMN 的概念，主要包括背侧和腹内侧前额叶皮质、内外侧颞叶皮质、内外侧顶叶皮质、楔前叶/后扣带回等脑区[9]，与人类内省过程及情绪加工等重要功能密切相关[10-12]。DMN 在静息状态下活性增强，在执行特定认知任务时活性减弱[13-15]。Marchetti 等[10]发现抑郁症患者 DMN 存在特异功能活性改变，这可能用于区分抑郁症患者和健康人群。现有资料表明抑郁症患者 DMN活性改变可能集中在内侧前额叶、前扣带回、楔前叶/后扣带回、海马等部位[16]。而目前关于抑郁症患者自杀行为 DMN 活性改变的结果较少。

本研究发现与健康对照者相比，2 组抑郁症患者双侧楔前叶功能连接均减弱。功能影像学研究表明楔前叶参与抑郁症相关的情景记忆、内外信息加工等，在 DMN 中发挥核心作用，是静息态中的重要节点，也在各种任务态衔接中发挥作用[17-18]。目前对抑郁症楔前叶的功能连接研究结果差异较大。通过收集 188 名被试在静息状态下的 fMRI 数据发现楔前叶与 DMN 的功能连接增强[17]。Alexopoulos 发现老年抑郁患者左侧楔前叶连接增强[8]。首发未服药重症抑郁症患者 DMN 功能连接呈前高后低的分离模式，其中扣带回/楔前叶功能连接减弱[19]。本结果证实抑郁症患者存在楔前叶功能活性改变。同时，与单纯抑郁症患者相比，伴自杀未遂的抑郁症患者左侧楔前叶功能连接增强。自杀者存在楔前叶白质体积减小[20]和局部脑血流量低灌注[21]，另一项研究发现自伤行为史和右侧楔前叶与壳核功能连接成正相关[22]。在本课题组以前的研究中，无精神障碍的青年自杀患者左侧楔前叶ReHo 值显著增加[23]。以上结果提示自杀未遂抑郁症患者存在楔前叶结构和功能活性改变，但研究结果缺乏一致性，目前结果缺少更多证据支持，其活性改变是否存在性别差异需要进一步研究验证。

本研究发现与健康对照者相比，单纯抑郁症患者双侧后扣带回功能连接增强。后扣带回是 DMN 的另一个重要结点。大量研究表明抑郁症患者存在后扣带回功能连接减低[24]。而对不同性别的抑郁症患者 fMRI 研究发现，男性患者左后扣带回 ReHo 值增高，女性患者右后扣带回 ReHo 值增高[25]。此外，与单纯抑郁症患者相比，伴自杀未遂的抑郁症患者双侧后扣带回功能连接减弱。结构影像学研究发现伴自杀未遂行为和自杀高风险的抑郁症患者扣带回灰质体积和灰质密度显著改变[26-27]。后扣带回与抑郁症的密切关系已得到证实，后扣带回作为边缘系统不可缺少的一部分，与情感形成、加工，学习记忆等认知功能有关[28]，扭曲的认知异常可能导致消极意念和自杀等行为，本研究结果提示后扣带回功能连接改变与抑郁症自杀行为有关。

另外，本研究发现与健康对照组相比，伴自杀未遂抑郁症组左侧颞中回功能连接增强。既往 Lisa A 等的研究发现，在消极情绪刺激下伴自杀的抑郁症患者与不伴自杀的抑郁症患者相比右侧颞中回功能活性增强[29]，抑郁症患者的自杀行为与颞中回功能活性改变有关。将时间序列与临床量表进行相关性分析发现，NSD 组左侧颞中回时间序列与 SSI 量表评分呈负相关，此结果提示左侧颞中回功能连接增强可能是抑郁症患者自杀意念的保护性因素。

综上所述，本研究首次利用 ICA 方法对青年女性抑郁症患者自杀未遂行为和 DMN 功能连接进行相关性分析，结果提示女性抑郁症患者存在 DMN功能连接异常，其自杀未遂行为可能与楔前叶、后扣带回功能连接改变有关。但本研究主要局限于青年女性患者，样本量较小，今后进一步研究应增大样本量，分别纳入男女性各年龄段的患者。另外，本研究未对抑郁症患者既往服用抗抑郁药物类型、服药时间长短、停药时长相关情况进行分析，这可能影响被试者脑功能活性，本研究结果有待进一步证实。

参 考 文 献

[1] Miriam S. Suicide report indicates shift at WHO[J]. Canadian Medical Association Journal, 2014, 186(14): E532-E532.

[2] Lippard EC, Johnston J, Blumberg HP. Neurobiological risk factors for suicide: insights from brain imaging[J]. American Journal of Preventive Medicine, 2014, 47(3): S152-S162.

[3] O'Mara RM, Lee A, King CA. Depression and suicide-related behaviors in adolescence[M]//Handbook of Adolescent Health Psychology, New York: Springer, 2013: 521-535.

[4] Brådvik L, Mattisson C, Bogren M, et al. Mental disorders in suicide and undetermined death in the Lundby Study. The contribution of severe depression and alcohol dependence[J]. Archives of Suicide Research, 2010, 14(3): 266-275.

[5] Uebelacker LA, Strong D, Weinstock LM, et al. Likelihood of suicidality at varying levels of depression severity: a re-analysis of NESARC data[J]. Suicide Life Threat Behav, 2010, 40(6): 620-627.

[6] 王艳华. 青少年自杀现象及原因分析[J]. 现代中小学教育, 2011, 27(2): 62-65.

[7] 刘婉婷, 况 利, 艾 明, 等. 大学生自杀行为相关因素比较分析[J]. 中华流行病学杂志, 2010, 31(5): 517-520.

[8] Alexopoulos GS, Hoptman MJ, Kanellopoulos D, et al. Functional connectivity in the cognitive control network and the default mode network in late-life depression[J]. Journal of Affective Disorders, 2012, 139(1): 56-65.

[9] Berman MG, Peltier S, Nee DE, et al. Depression, rumination and the default network[J]. Social Cognitive & Affective Neuroscience, 2011, 6(5): 548-555.

[10] Marchetti I, Koster EHW, Sonuga-Barke EJ, et al. The default mode network and recurrent depression: A neurobiological model of cognitive risk factors[J]. Neuropsychology Review, 2012, 22(3): 229-251.

[11] Li B, Li L, Friston KJ, et al. A Treatment-resistant default mode subnetwork in major depression[J]. Biological Psychiatry, 2013, 74(1): 48-54.

[12] Christine W, Moritz DG, Duncan NW, et al. Are emotions associated with activity during rest or interoception? An exploratory fMRI study in healthy subjects[J]. Neuroscience Lett, 2011, 491(1): 87-92.

[13] Gaffrey MS, Luby JL, Botteron K, et al. Default mode network connectivity in children with a history of preschool onset depression[J]. Journal of Child Psychology & Psychiatry, 2012, 53(9): 964-972.

[14] Alan A, Cole MW, Murray JD, et al. The role of default network deactivation in cognition and disease[J]. Trends in Cognitive Sciences, 2012, 16(12): 584-592.

[15] Zhou Y, Yu C, Zheng H, et al. Increased neural resources recruitment in the intrinsic organization in major depression[J]. Journal of Affective Disorders, 2010, 121(3): 220-230.

[16] Wu M, Andreescu C, Butters MA, et al. Default-mode network connectivity and white matter burden in late-life depression[J]. Psychiatry Research, 2011, 194(1): 39-46.

[17] Utevsky AV, Smith DV, Huettel SA. Precuneus is a functional core of the default-mode network[J]. J Neurosci, 2014, 34(3): 932-940.

[18] 邵辉丽, 杜小霞. 楔前叶/后扣带皮层在静息态功能网络中起关键节点作用的研究进展[J]. 磁共振成像, 2011, 2(3): 215-217.

[19] 朱雪玲, 王 湘, 肖 晶, 等. 首发未服药抑郁症静息态默认网络研究[J]. 中国临床心理学杂志, 2011, 19(2): 146-148.

[20] Hwang JP, Lee TW, Tsai SJ, et al. Cortical and subcortical abnormalities in late-onset depression with history of suicide attempts investigated with MRI and voxel-based morphometry[J]. Journal of Geriatric Psychiatry & Neurology, 2010, 23(3): 171-184.

[21] Willeumier K, Taylor DV, Amen DG. Decreased cerebral blood flow in the limbic and prefrontal cortex using SPECT imaging in a cohort of completed suicides[J]. Translational Psychiatry, 2011, 1(4): e28.

[22] Marchand WR, Lee JN, Johnson S, et al. Striatal and cortical midline circuits in major depression: implications for suicide and symptom expression [J]. Progress in Neuropsychopharmacology & Biological Psychiatry, 2012, 36(2): 290 - 299.

[23] Cao J, Chen JM, Li K, et al. Abnormal regional homogeneity in young adult suicide attempters with no diagnosable psychiatric disorder: a resting state functional magnetic imaging study[J]. Psychiatry Research Neuroimaging, 2015, 231(2): 95-102.

[24] Zhu X, Wang X, Xiao J, et al. Evidence of a dissociation pattern in resting—state default mode network connectivity in first—episode, treatment—naive major depression patients[J]. Biol Psychiatry, 2012, 71(7): 611-617.

[25] 王 丽, 姚志剑, 滕皋军, 等. 静息态下不同性别抑郁症患者脑功能及其差异的 fMRI 研究[J]. 中国心理卫生杂志, 2008, 22(4): 271-275.

[26] Peng H, Wu K, Li J, et al. Increased suicide attempts in young depressed patients with abnormal temporal-parietal-limbic gray matter volume[J]. Journal of Affective Disorders, 2014(165): 69-73.

[27] Wagner G, Koch K, Schachtzabel C, et al. Structural brain alterations in patients with major depressive disorder and high risk for suicide: Evidence for a distinct neurobiological entity?[J]. Neuroimage, 2011, 54(2): 1607-1614.

[28] Robert L, Salwa K, Beckmann CF, et al. Fractionating the default mode network: distinct contributions of the ventral and dorsal posterior cingulate cortex to cognitive control[J]. Journal of Neuroscience, 2011, 31(9): 3217-3224.

[29] Pan LA, Hassel S, Segreti AM, et al. Differential patterns of activity and functional connectivity in emotion processing neural circuitry to angry and happy faces in adolescents with and without suicide attempt[J]. Psychological Medicine, 2013, 43(10): 1-14.

（责任编辑：冉明会）