

· 中枢神经系统疾病多模态磁共振成像研究 ·

重性抑郁症基于低频振幅的静息态功能磁共振成像研究

潘梦洁 陈峰 林明方 康延海 姚乾坤 李长清 许琴 李建军

【摘要】 目的 观察重性抑郁症患者静息态 fMRI(rs-fMRI)特点,并探讨其可能发病机制。方法 采用基于低频振幅(ALFF)的 rs-fMRI 对 24 例重性抑郁症患者和性别、年龄、受教育程度匹配的 26 例正常对照者进行比较,Spearman 秩相关分析探讨各脑区 mALFF 值与汉密尔顿抑郁量表 17 项(HAMD-17)评分的相关性。**结果** 与正常对照者相比,重性抑郁症患者双侧背外侧前额叶皮质、右侧眶部额上回、右侧颞下回、左侧岛盖部额下回、左侧内侧额上回、左侧直回 mALFF 值升高(均 $P < 0.05$, AlphaSim 校正),双侧补充运动区、右侧后扣带回、右侧楔前叶、左侧舌回 mALFF 值降低(均 $P < 0.05$, AlphaSim 校正)。Spearman 秩相关分析显示,重性抑郁症患者各脑区 mALFF 值与 HAMD-17 评分无关联性(均 $P > 0.05$)。**结论** 重性抑郁症患者静息态下神经功能损害主要集中于脑默认网络和边缘系统等多个脑区,提示其可能存在特征性神经功能改变基础。

【关键词】 抑郁症; 磁共振成像

Study on resting-state fMRI based on amplitude of low-frequency fluctuation in patients with major depression

PAN Meng-jie¹, CHEN Feng¹, LIN Ming-fang², KANG Yan-hai², YAO Qian-kun³, LI Chang-qing¹, XU Qin¹, LI Jian-jun¹¹Department of Radiology, ²Department of Psychology, Hainan General Hospital, Haikou 570311, Hainan, China³Department of Psychiatry, Hainan Provincial Anning Hospital, Haikou 570206, Hainan, China

Corresponding author: LI Jian-jun (Email: cjr.lijianjun@vip.163.com)

【Abstract】 Objective To observe characteristics of resting-state functional magnetic resonance imaging (rs-fMRI) in patients with major depression and explore the possible pathogenesis. **Methods** A total of 24 major depression patients and 26 sex-, age- and education-matched healthy controls were scanned with rs-fMRI based on amplitude of low-frequency fluctuation (ALFF). The correlation between mALFF values of brain regions and Hamilton Depression Rating Scale-17 (HAMD-17) score was analyzed by Spearman rank correlation analysis. **Results** Compared with control group, mALFF values in bilateral dorsolateral prefrontal cortex (DLPFC), right orbital superior frontal gyrus, right inferior temporal gyrus, left operculum inferior frontal gyrus, left medial superior frontal gyrus and left gyrus rectus in major depression group were significantly increased ($P < 0.05$, for all; AlphaSim correction), while mALFF values in bilateral supplementary motor area (SMA), right posterior cingulate gyrus, right precuneus and left lingual gyrus were significantly reduced ($P < 0.05$, for all; AlphaSim correction). Spearman rank correlation analysis showed mALFF values of brain regions in major depression patients was not significantly correlated with HAMD-17 score ($P > 0.05$, for all). **Conclusions** Abnormal brain spontaneous activity within default mode network (DMN) and limbic system could emerge in major depression patients during resting-state, which may be neurobiological substrate of major depression.

doi:10.3969/j.issn.1672-6731.2018.03.005

基金项目:国家自然科学基金资助项目(项目编号:81260218);国家自然科学基金资助项目(项目编号:81460261);国家自然科学基金资助项目(项目编号:81760308)

作者单位:570311 海口,海南省人民医院放射科(潘梦洁、陈峰、李长清、许琴、李建军),心理咨询中心(林明方、康延海);570206 海口,海南省安宁医院精神科(姚乾坤)

通讯作者:李建军(Email:cjr.lijianjun@vip.163.com)

【Key words】 Depressive disorder; Magnetic resonance imaging

This study was supported by the National Natural Science Foundation of China (No. 81260218, 81460261, 81760308).

既往关于抑郁症的功能影像学研究多采用任务态fMRI(ts-fMRI),需施加特定任务,且仅能揭示参与特定认知行为的部分脑区功能,其干扰因素较多、可重复性较差、临床应用较局限。近年来,静息态fMRI(rs-fMRI)研究业已成为探讨抑郁症等精神病发病机制的热点^[1]。1995年,Biswal等^[2]首次基于低频振幅(ALFF)计算出全脑各体素ALFF值,以反映全脑自发性神经活动,从而明确存在异常神经活动的脑区。目前,关于抑郁症rs-fMRI研究的报道较多,但多以汉密尔顿抑郁量表17项(HAMD-17)评分>18分作为纳入标准,未能排除轻性抑郁症的干扰,故各项研究结果不尽一致^[3]。重性抑郁症患者有反复发作倾向且自杀率较高,是抑郁症重点关注人群,本研究以HAMD-17评分 ≥ 24 分作为纳入标准,采用基于ALFF法的rs-fMRI观察重性抑郁症患者神经功能改变特点,并探讨其可能的发病机制。

资料与方法

一、临床资料

1. 纳入标准 (1)均符合中国精神障碍分类与诊断标准第3版(CCMD-3)^[4]中单相抑郁发作的诊断标准,同时符合美国精神障碍诊断与统计手册第4版(DSM-IV)^[5]中重性抑郁症的诊断标准。(2)均为汉族,右利手。(3)年龄16~68岁。(4)HAMD-17评分<7分或 ≥ 24 分。(5)近1个月内未服用任何抗精神病药、调节情绪药以及电休克、经颅磁刺激(TMS)等物理治疗。(6)本研究经海南省人民医院道德伦理委员会审核批准,所有受试者均知情同意并签署知情同意书。

2. 排除标准 (1)有严重躯体疾病或脑器质性疾病。(2)继发于其他精神病的抑郁症。(3)有药物滥用史或依赖史。(4)有单相或双相情感障碍家族史。(5)妊娠期女性。(6)体内植有心脏起搏器、人工心脏瓣膜、义齿等而无法进行MRI检查。

3. 一般资料 (1)重性抑郁症组:共计24例重性抑郁症患者,均于2013年3月-2015年1月在海南省人民医院和海南省安宁医院心理门诊就诊,男性13例,女性11例;年龄16~67岁,平均(35.25±

12.57)岁;受教育程度6~16年,平均为(10.28±2.36)年;HAMD-17评分24~42分,中位评分29.00(26.00,32.50)分。(2)正常对照组:选择同期在海南省人民医院进行体格检查的健康志愿者共26例,男性13例,女性13例;年龄19~64岁,平均(34.35±11.76)岁;受教育程度6~12年,平均为(11.00±1.73)年;HAMD-17评分为0~4分,中位评分为0(0,1)分。两组受试者性别($\chi^2=0.087, P=0.768$)、年龄($t=0.263, P=0.794$)和受教育程度($t=-0.466, P=0.653$)比较,差异均无统计学意义,均衡可比。

二、研究方法

1. 头部MRI检查 受试者仰卧位,清醒闭目,尽可能不作任何意向性思维,以泡沫垫固定头部,佩戴专用无磁耳机降噪,采用德国Siemens公司生产的Magnetom Verio 3.0T MRI扫描仪,12通道头部线圈,梯度场强40 mT/m,平行前连合-后连合(AC-PC)平面行常规MRI和rs-fMRI检查。(1)横断面T₁WI:重复时间(TR)2000 ms、回波时间(TE)9 ms,翻转角(FA)80°,扫描视野(FOV)240 mm×240 mm,矩阵256×256,激励次数(NEX)2次,扫描层厚6 mm、层间距0.90 mm,扫描时间166 s,共18层,范围覆盖颅底至颅顶全部脑组织。(2)横断面T₂WI:重复时间6000 ms、回波时间99 ms,翻转角80°,扫描视野为240 mm×240 mm,矩阵256×256,激励次数2次,扫描层厚为6 mm、层间距0.90 mm,扫描时间80 s,共18层,范围覆盖颅底至颅顶全部脑组织。(3)横断面T₂-FLAIR成像:重复时间为9000 ms、回波时间为119 ms、反转时间(TI)2250 ms,翻转角80°,视野240 mm×240 mm,矩阵256×256,激励次数1次,层厚6 mm、层间距0.90 mm,扫描时间164 s,共18层,范围覆盖颅底至颅顶全部脑组织。(4)rs-fMRI:采用梯度回波序列(GRE)-回波平面成像(EPI),重复时间2000 ms、回波时间30 ms,翻转角80°,扫描视野240 mm×240 mm,矩阵64×64,激励次数2次,扫描层厚6 mm、层间距为零,扫描时间416 s,共31层,范围覆盖颅底至颅顶全部脑组织。

2. 数据处理 采用MATLAB R2010b平台的DPARSF 2.3软件(<http://www.restfmri.net/forum/>)

DPARSF) 进行数据预处理。先剔除 rs-fMRI 数据前 10 个时间点序列,对剩余的 230 个时间点数据进一步处理;再进行时间和空间校正,剔除头动平移 > 1.50 mm 或旋转角 > 1.50° 的数据;然后以大小体素为 3 mm × 3 mm × 3 mm 将图像配准至加拿大蒙特利尔神经病学研究所(MNI)标准空间,校正头动并映射至标准脑,进行 4 mm × 4 mm × 4 mm 半高全宽(FWHM)的高斯平滑处理;最后对每一体素进行 0.01 ~ 0.08 Hz 的时域滤波以消除低频漂移和低频噪声。选取全脑为种子点,计算每一体素 ALFF 值。采用 rs-fMRI 数据分析工具包 REST 软件(<http://resting-fmri.sourceforge.net>)计算并分析 ALFF 值,以快速傅里叶变换(FFT)将过滤的时间系列转换为频率域,获取功率谱;计算功率谱上每一频率的平方根和每一体素的平均平方根,即 ALFF 值。将全脑体素除以全脑均值作归一化处理获得 mALFF 值,去除个体差异,即 M 化。

3. 统计分析方法 采用 SPSS 17.0 统计软件对人口学资料进行处理与分析。计数资料以相对数构成比(%)或率(%)表示,采用 χ^2 检验,呈正态分布的计量资料以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,采用两独立样本的 *t* 检验;呈非正态分布的计量资料以中位数和四分位数间距 [$M(P_{25}, P_{75})$] 表示。采用 SPM8 软件(<http://www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm>)对上述处理后的数据进行分析,行两独立样本的 *t* 检验,采用 AlphaSim 法对结果进行多重校正(单个体素 $P < 0.01$,连续体素数 ≥ 18 、矫正后 $P < 0.05$),并将结果叠加于标准结构模板。最终提取重性抑郁症患者和正常对照者异常脑区 mALFF 值,与 HAMD-17 评分行 Spearman 秩相关分析。以 $P \leq 0.05$ 为差异具有统计学意义。

结 果

与正常对照组相比,重性抑郁症组患者双侧背外侧前额叶皮质(DLPFC)、右侧眶部额上回、右侧颞下回、左侧岛盖部额下回、左侧内侧额上回、左侧直回 mALFF 值升高且差异具有统计学意义(均 $P < 0.05$, AlphaSim 校正),而双侧补充运动区(SMA)、右侧后扣带回、右侧楔前叶、左侧舌回 mALFF 值降低且差异具有统计学意义(均 $P < 0.05$, AlphaSim 校正;图 1,表 1)。

Spearman 秩相关分析显示,重性抑郁症患者各脑区 mALFF 值与 HAMD-17 评分均无关联性($P >$

0.05,表 2)。

讨 论

本研究结果显示,与正常对照者相比,重性抑郁症患者 mALFF 值升高脑区主要分布在双侧背外侧前额叶皮质、右侧眶部额上回、右侧颞下回、左侧岛盖部额下回、左侧内侧额上回和左侧直回, mALFF 值降低脑区主要分布在双侧补充运动区、右侧后扣带回、右侧楔前叶和左侧舌回;Spearman 秩相关分析显示,重性抑郁症患者各脑区 mALFF 值与 HAMD-17 评分无关联性。

研究显示,抑郁症患者存在边缘系统-皮质-纹状体-苍白球-丘脑环路(LCSPTC)异常,其中,额叶深部白质、纹状体、海马和丘脑是该环路的重要组成部分^[6],岛盖部额下回负责抑制当前无关或不需要的记忆提取和信息加工,抑制反应越快、额下回激活越明显^[7],当抑郁症患者过度自我关注时,使自我以外的无关信息抑制异常增强,额下回即被激活,这种反应方式可以加重负性情绪,并最终形成负性自动思维^[8]。背外侧前额叶皮质是情绪监控和认知控制的重要脑区,与额下回同属认知监控系统,但额下回在抑制反应方面更加突出^[7],因此,额下回的抑制反应可能连带启动同属认知监控系统的背外侧前额叶皮质,以监控抑郁症患者沉思反应方式带来的负面情绪。背外侧前额叶皮质负责维持操作工作记忆的内容、有目的行为、抽象思维和注意控制等认知功能和执行功能,与顶叶外侧皮质以及额叶运动前区和动眼区紧密相连,接受感觉皮质信号,额叶皮质在环路神经元的连接中发挥至关重要的作用。研究显示,高风险决策与背外侧前额叶皮质激活有关,背外侧前额叶皮质高度激活易作出高风险决策^[9]。本研究结果显示,重性抑郁症患者双侧背外侧前额叶皮质神经元活动显著增强,推测此类患者背外侧前额叶皮质损害可能是高风险决策如自杀行为的特异性神经功能改变的基础。

既往多项研究显示,抑郁症患者额叶结构性影像学和功能影像学存在不同程度异常,包括灰质体积缩小和代谢降低^[10-11]。Lee 等^[12]对抑郁症患者进行 ts-fMRI 研究,予以负性情绪刺激时,背外侧前额叶皮质、眶额叶皮质、尾状核和海马等脑区激活降低,推测抑郁症患者处理负性情绪刺激的神经功能基础可能与前额叶皮质、边缘系统和皮质下脑区激活降低有关。Liao 等^[13]对抑郁症患者予以正性情

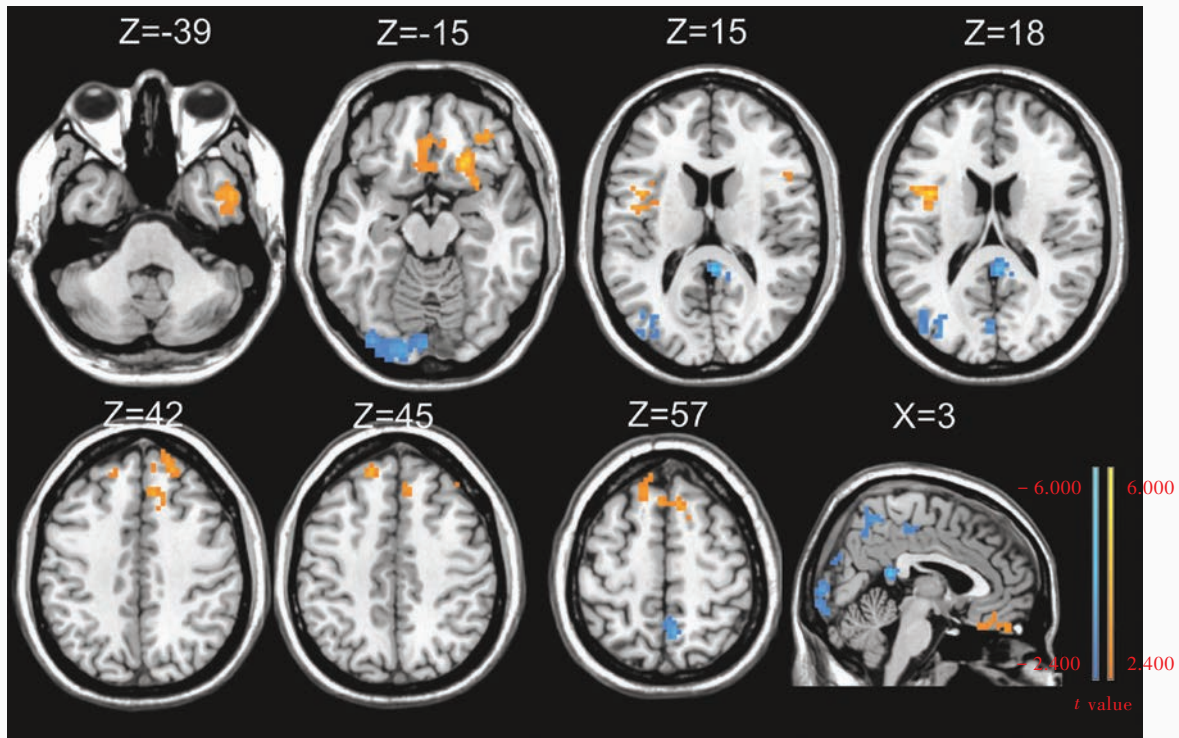


图1 重性抑郁症患者与正常对照者各脑区 mALFF 值比较的两独立样本的 *t* 检验结果图:与正常对照者相比,重性抑郁症患者双侧背外侧前额叶皮质、右侧眶部额上回、右侧颞下回、左侧岛盖部额下回、左侧内侧额上回和左侧直回 mALFF 值升高(橙色区域所示),双侧补充运动区、右侧后扣带回、右侧楔前叶和左侧舌回 mALFF 值降低(蓝色区域所示)

Figure 1 The two-independent-sample *t* test of mALFF values of brain regions between 2 groups: compared with control group, mALFF values in bilateral DLPFC, right orbital superior frontal gyrus, right inferior temporal gyrus, left operculum inferior frontal gyrus, left medial superior frontal gyrus and left gyrus rectus in major depression group were significantly increased (orange areas indicate), while mALFF values in bilateral SMA, right posterior cingulate gyrus, right precuneus and left lingual gyrus were significantly reduced (blue areas indicate).

表1 重性抑郁症患者与正常对照者 mALFF 值改变的脑区

Table 1. Changes of mALFF values of brain regions between major depression patients and healthy controls

Brain region	BA	MNI (mm)			Voxel	<i>t</i> value
		x	y	z		
Right dorsolateral superior frontal gyrus	9	21	45	42	58	3.624*
Left dorsolateral superior frontal gyrus	8	-15	45	45	56	3.804*
Right orbital superior frontal gyrus	47	21	24	-15	67	4.763*
Right inferior temporal gyrus	21	45	-6	-39	63	2.884*
Left operculum inferior frontal gyrus	13	-39	6	18	53	5.055*
Left medial superior frontal gyrus	32	9	30	42	20	3.647*
Left gyrus rectus	25, 11	0	39	-18	66	3.861*
Bilateral SMA	6	9	-21	48	56	-3.852*
Right posterior cingulate gyrus	23	3	-42	15	28	-4.558*
Right precuneus	7	6	-57	57	36	-3.773*
Left lingual gyrus	17	18	-93	-15	217	-3.589*

**P* < 0.05, AlphaSim correction. BA, Brodmann areas, Brodmann 分区; MNI, Montreal Neurological Institute, 加拿大蒙特利尔神经病学研究所; SMA, supplementary motor area, 补充运动区

绪刺激,背外侧前额叶皮质激活降低,而正常对照者该脑区激活升高,认为抑郁症患者背外侧前额叶皮质激活降低可能是处理正性情绪刺激的神功

能基础。上述 ts-fMRI 研究揭示参与特定认知过程的脑结构如背外侧前额叶皮质、眶额叶皮质等参与情绪的加工过程,且这些脑区激活大多降低。本研

表 2 重性抑郁症患者各脑区 mALFF 值与 HAMD-17 评分的相关分析**Table 2.** Correlation between mALFF values of brain regions and HAMD-17 score in major depression patients

Brain region	<i>r</i> , value	<i>P</i> value
Right dorsolateral superior frontal gyrus	0.034	0.853
Left dorsolateral superior frontal gyrus	0.187	0.298
Right orbital superior frontal gyrus	-0.185	0.303
Right inferior temporal gyrus	-0.223	0.212
Left operculum inferior frontal gyrus	-0.163	0.365
Left medial superior frontal gyrus	-0.057	0.752
Left gyrus rectus	0.239	0.180
Bilateral SMA	-0.017	0.924
Right posterior cingulate gyrus	0.250	0.161
Right precuneus	0.063	0.726
Left lingual gyrus	-0.161	0.736

SMA, supplementary motor area, 补充运动区

究采用基于 ALFF 法的 rs-fMRI 扫描,结果显示,重性抑郁症患者双侧背外侧前额叶皮质、右侧眶部额上回、右侧颞下回、左侧岛盖部额下回、左侧内侧额上回、左侧直回 mALFF 值升高,rs-fMRI 可以直接反映基础状态下神经活动引起的局部脑血流动力学和代谢改变,表明静息态下该脑区自发性神经活动异常增强。

脑默认网络(DMN)主要由内侧前额叶皮质(mPFC)、后扣带回、楔前叶、部分顶叶等构成^[14]。本研究 rs-fMRI 显示的 mALFF 值改变涉及上述多个脑区,证实重性抑郁症患者存在脑默认网络损害。扣带回与认知和情绪加工处理、情景记忆提取密切相关^[15],研究显示,抑郁症患者存在后扣带回功能异常^[16]。Alexopoulos 等^[17]以扣带回为兴趣区(ROI)进行研究,结果显示,与正常对照者相比,老年抑郁症患者后扣带回与脑默认网络功能连接显著增强,且相关分析显示其与负性情绪呈正相关。Wang 等^[18]发现,抑郁症患者 ALFF 值改变涉及腹内侧前额叶皮质(VMPFC)、楔前叶和双侧后扣带回等多个脑区。Zhang 等^[19]的研究也证实这一观点,即扣带回与楔前叶功能连接降低。本研究重性抑郁症患者右侧后扣带回自发性神经活动减少,表明该区域神经功能损害,提示右侧后扣带回可能是重性抑郁症患者特征性神经功能改变的基础。楔前叶位于顶叶内侧,是静息态下代谢率最高的脑区之一。Ferri 等^[20]认为,楔前叶参与情绪相关信息的加

工和情景记忆,并在保持自我意识中也发挥重要作用,因此,楔前叶功能异常可能与抑郁症患者反复过度关注自身负性信息如自我评价降低、无端自责等有关。本研究重性抑郁症患者右侧楔前叶 mALFF 值降低,提示此类患者楔前叶局部脑区神经活动受到抑制,推测楔前叶功能异常可能是导致抑郁症患者出现过度自责等认知功能障碍的重要发病机制之一。舌回属于枕叶,枕叶作为视觉皮质中枢,在视觉信息加工过程中,将视觉、听觉、语言等其他执行功能联系起来,舌回是视觉感知信息加工的重要区域,是视觉识别网络的重要组成部分。本研究重性抑郁症患者左侧舌回 mALFF 值降低,提示此类患者视觉皮质局部脑区的神经活动受到抑制,可能是出现注意力下降、运动阻滞等临床症状的主要原因。

补充运动区属于次级运动皮质,在运动学习、计划、发起、维持多个阶段中占据重要地位,主要参与自身产生和控制的运动。既往国内外文献对抑郁症患者补充运动区的研究较少,Frodl 等^[21]进行的 ts-fMRI 研究(人脸匹配任务)显示,与正常对照者相比,抑郁症患者眶额叶皮质和左侧补充运动区功能连接显著增强,但是该项研究仅反映出眶额叶皮质与补充运动区之间在时间序列上具有相关性,本研究采用基于 ALFF 法的 rs-fMRI 扫描,结果显示,重性抑郁症患者双侧补充运动区自发性神经活动水平降低,表明补充运动区损害可能参与重性抑郁症的病理生理学过程,推测抑郁症状较严重时,补充运动区自发性神经活动降低、功能抑制,导致部分患者出现思维和语言缓慢、主动性减退和一系列不自主运动行为,如检查中无意识站立、日常生活中不能静坐、搓手、咬手指、扯头发、咬嘴唇等。

综上所述,本研究采用基于 ALFF 法的 rs-fMRI 观察到重性抑郁症患者多个脑区 mALFF 值显著改变,证实此类患者静息态下神经功能损害主要集中在脑默认网络和边缘系统等多个脑区,提示重性抑郁症可能存在特征性神经功能改变基础。

参 考 文 献

- [1] Hu X, Chen S, Huang CB, Qian Y, Yu Y. Frequency-dependent changes in the amplitude of low - frequency fluctuations in patients with Wilson's disease: a resting - state fMRI study[J]. Metab Brain Dis, 2017, 32:685-692.
- [2] Biswal B, Yetkin FZ, Haughton VM, Hyde JS. Functional connectivity in the motor cortex of resting human brain using echo-planar MRI[J]. Magn Reson Med, 1995, 34:537-541.

- [3] Li YA, Liu XZ, Liu YJ, Liu ZN, Tang H. The functional magnetic resonance imaging of major depressive disorder in resting state and task state[J]. Chin J Clin Psychol, 2017, 25: 393-405.
- [4] Chinese Psychiatric Society. The Chinese Classification of Mental Disorders (CCMD-3) [M]. Ji'nan: Shandong Publishing House of Science and Technology, 2001: 147-149. [中华医学会精神科分会. CCMD-3 中国精神障碍分类与诊断标准[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 2001: 147-149.]
- [5] American Psychiatric Association. Diagnostic and statistical manual of mental disorders [M]. 4th ed. Washington DC: American Psychiatric Press, 1994: 4189.
- [6] Nugent AC, Davis RM, Jr ZC, Drevets WC. Reduced thalamic volumes in major depressive disorder[J]. Psychiatry Res, 2013, 213:179-185.
- [7] Roberts G, Lord A, Frankland A, Wright A, Lau P. Functional disconnection of the inferior frontal gyrus in young people with bipolar disorder or at genetic high risk [J]. Biol Psychiatry, 2017, 81:718.
- [8] Morawetz C, Bode S, Baudewig J, Kinlina E, Heekeren HR. Changes in effective connectivity between dorsal and ventral prefrontal regions moderate emotion regulation [J]. Cereb Cortex, 2015, 26:1-15.
- [9] Huang D, Chen S, Wang S, Shi J, Ye H. Activation of the DLPFC reveals an asymmetric effect in risky decision making: evidence from a tDCS study[J]. Front Psychol, 2017, 8:464.
- [10] Wise T, Radua J, Via E, Cardoner N, Abe O, Adams TM, Amico F, Cheng Y, Cole JH, de Azevedo Marques Périco C, Dickstein DP, Farrow TF, Frodl T, Wagner G, Gotlib IH, Gruber O, Ham BJ, Job DE, Kempton MJ, Kim MJ, Koolschijn PC, Malhi GS, Mataix - Cols D, McIntosh AM, Nugent AC, O'Brien JT, Pezzoli S, Phillips ML, Sachdev PS, Salvatore G, Selvaraj S, Stanfield AC, Thomas AJ, van Tol MJ, van der Wee NJ, Veltman DJ, Young AH, Fu CH, Cleare AJ, Arnone D. Common and distinct patterns of grey-matter volume alteration in major depression and bipolar disorder: evidence from voxel-based meta-analysis[J]. Mol Psychiatry, 2017, 22:1455-1463.
- [11] Lee YJ, Kim S, Gwak AR, Kim SJ, Kang SG, Na KS, Son YD, Park J. Decreased regional gray matter volume in suicide attempters compared to suicide non-attempters with major depressive disorders[J]. Compr Psychiatry, 2016, 67:59-65.
- [12] Lee BT, Seok JH, Lee BC, Cho SW, Yoon BJ, Lee KU, Chae JH, Choi IG, Ham BJ. Neural correlates of affective processing in response to sad and angry facial stimuli in patients with major depressive disorder[J]. Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry, 2007, 32:778-785.
- [13] Liao C, Feng Z, Zhou D, Dai Q, Xie B, Ji B, Wang X, Wang X. Dysfunction of fronto-limbic brain circuitry in depression [J]. Neuroscience, 2012, 10:231-238.
- [14] Broyd SJ, Demanuele C, Debener S, Helps SK, James CJ, Sonuga-Barke EJ. Default-mode brain dysfunction in mental disorder: a systematic review[J]. Neurosci Biobehav Rev, 2009, 33:279-296.
- [15] To WT, De Ridder D, Menovsky T, Hart J, Vanneste S. The role of the dorsal Anterior Cingulate Cortex (dACC) in a cognitive and emotional counting Stroop task: two cases [J]. Restor Neurol Neurosci, 2017, 35:333-345.
- [16] Yang R, Gao C, Wu X, Yang J, Li S, Cheng H. Decreased functional connectivity to posterior cingulate cortex in major depressive disorder[J]. Psychiatry Res, 2016, 255:15-23.
- [17] Alexopoulos GS, Hoptman MJ, Yuen G, Kanellopoulos D, Seirup JK, Lim KO, Gunning FM. Functional connectivity in apathy of late-life depression: a preliminary study[J]. J Affect Disord, 2013, 149(1-3):398-405.
- [18] Wang L, Kong Q, Li K, Su Y, Zeng Y, Zhang Q, Dai W, Xia M, Wang G, Jin Z, Yu X, Si T. Frequency-dependent changes in amplitude of low-frequency oscillations in depression: a resting-state fMRI study[J]. Neurosci Lett, 2016, 614:105.
- [19] Zhang S, Chen JM, Kuang L, Cao J, Zhang H, Ai M, Wang W, Zhang SD, Wang SY, Liu SJ, Fang WD. Association between abnormal default mode network activity and suicidality in depressed adolescents[J]. BMC Psychiatry, 2016, 16:337.
- [20] Ferri J, Schmidt J, Hajcak G, Canli T. Emotion regulation and amygdala - precuneus connectivity: focusing on attentional deployment [J]. Cogn Affect Behav Neurosci, 2016, 16:991-1002.
- [21] Frodl T, Bokde AL, Scheuerecker J, Lisiecka D, Schoepf V, Hampel H, Möller HJ, Brückmann H, Wiesmann M, Meisenzahl E. Functional connectivity bias of the orbitofrontal cortex in drug-free patients with major depression[J]. Biol Psychiatry, 2010, 67:161-167.

(收稿日期:2018-02-26)

· 小词典 ·

中英文对照名词词汇(二)

多发性硬化 multiple sclerosis(MS)

额叶功能评价量表 Frontal Assessment Battery(FAB)

二氧化碳分压 partial pressure of carbon dioxide(PaCO₂)

翻转角 flip angle(FA)

C-反应蛋白 C-reactive protein(CRP)

反转时间 inversion time(TI)

非运动症状 non-motor symptoms(NMS)

非运动症状量表 Non-Motor Symptoms Scale(NMSS)

非运动症状问卷

Non-Motor Symptoms Questionnaire(NMSQuest)

非甾体抗炎药 non-steroid anti-inflammatory drug(NSAID)

复杂部分性发作 complex partial seizures(CPS)

腹内侧额叶皮质 ventromedial prefrontal cortex(VMPFC)

干扰素- γ interferon- γ (IFN- γ)

感觉运动皮质 sensorimotor cortex(SMC)

改良肌萎缩侧索硬化症功能评价量表

Amyotrophic Lateral Sclerosis Functional Rating Scale-Revised(ALSFRS-R)

改良 Barthel 指数 modified Barthel Index(mBI)

功能磁共振成像

functional magnetic resonance imaging(fMRI)

功能连接 functional connectivity(FC)

灌注成像 perfusion-weighted imaging(PWI)