• 中枢神经影像学 •

首发及复发抑郁症患者静息态 fMRI 研究:基于低频振幅和脑功能连接

王赟,周晶晶,陈熊鹰,张志芳,刘瑞,冯媛,周媛,王刚

【摘要】目的:采用功能磁共振成像(fMRI)技术,基于低频振幅(ALFF)及静息态脑功能连接(rs-FC),对比分析首发、复发抑郁症(MDD)患者和健康对照者之间脑自发活动及脑功能连接的差异,旨在探索首发及复发 MDD 的神经病理机制的差异。方法:前瞻性纳入 2018 年 6 月—2019 年 12 月在本院就诊的 47 例首发 MDD 患者和 35 例复发 MDD 患者作为研究组。同期通过广告招募 113 例健康志愿者作为正常对照组。采集所有受试者的静息态 fMRI 数据,采用单因素协方差分析比较三组间各脑区ALFF 值的差异,进而将有统计学差异的脑区作为种子点进行 rsFC 分析。结果:三组之间左侧颞上回和颞中回 ALFF 值的差异有统计学意义($P_{\text{FWE}}=0.007$)。事后分析发现复发 MDD 组左侧颞上回和颞中回的 ALFF 值均高于首发 MDD 组和正常对照组,差异均有统计学意义($P_{\text{SO}}=0.001$)。那后分析发现复发 MDD 组左侧颞上回和颞中回的 ALFF 值均高于首发 MDD 组和正常对照组,差异均有统计学意义($P_{\text{SO}}=0.001$)。那后分析发现首发和复发 MDD 组与对照组之间此指标值的差异无统计学意义($P_{\text{FWE}}=0.002$)。那后分析发现首发和复发 MDD 组的 rsFC 值均高于对照组且差异有统计学意义($P_{\text{SO}}=0.001$)。那后分析发现首发和复发 MDD 组的 rsFC 值均高于对照组且差异有统计学意义($P_{\text{SO}}=0.001$)。如此在侧颞叶内侧上,是发组 rsFC 值高于首发组,但差异无统计学意义($P_{\text{SO}}=0.001$)。如此在侧颞叶上,是发生 Romanda Romanda

【关键词】 抑郁症; 功能磁共振成像; 低频振幅; 静息态功能连接

【中图分类号】R445.2;R749.4 【文献标识码】A 【文章编号】1000-0313(2024)08-0983-06 DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2024.08.001 开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Altered amplitude of low frequency-fluctuation and functional connectivity in first-episode and recurrent major depressive disorder: a resting-state fMRI study WANG Yun, ZHOU Jing-jing, CHEN Xiong-ying, et al. National Clinical Research Center for Mental Disorders & Beijing Key Laboratory of Mental Disorders, Beijing Anding Hospital, Capital Medical University, Beijing 100088, China

[Abstract] Objective: Functional magnetic resonance imaging (fMRI) technology and amplitude of low-frequency fluctuation (ALFF) and seed-based resting-state functional connectivity (rsFC) were used to detect differences in neural activity of the brain among patients with first-episode major depressive disorder (MDD), recurrent MDD and healthy controls, thus to explore the differences in the neural mechanisms between the first-episode MDD and recurrent MDD. **Methods**: Forty-seven first-episode MDD and 35 recurrent MDD patients who were treated in our hospital from June 2018 to December 2019 were selected as the research group prospectively. Meanwhile, one hundred and thirteen healthy controls were recruited through advertising. Resting-state fMRI data of all subjects were collected and ALFF values were calculated for each subject. Regions that showed significant differences among the three groups in ALFF were selected as seeds to calculate rsFC for each subject. Second-level analysis was completed using one-way analysis of covariance (ANCOVA). **Results**: Significant difference in ALFF among the three groups was found at the left superior/middle temporal gyrus ($P_{\text{FWE}} = 0.007$). Post-hoc analysis showed that the recurrent patients showed significantly increased ALFF va-

作者简介:王赟(1989一),女,河南南阳人,博士,副研究员,主要从事神经影像研究工作。通讯作者:王刚,E-mail:gangwangdoc@ccmu.edu.cn

作者单位:100088 北京,首都医科大学附属北京安定医院国家精神心理疾病临床医学研究中心/精神疾病诊断与治疗北京市重点实验室(王赟、周晶晶、陈熊鹰、张志芳、刘瑞、冯媛、周媛、王刚);100101 北京,中国科学院心理研究所行为科学重点实验室(周媛);100049 北京,中国科学院大学心理学系(周媛);100069 北京,首都医科大学人脑保护高精尖创新中心(王刚)

基金项目:国家自然科学基金项目(82101597,82071531);北京市医院管理中心"青苗"计划(QML20231901)

lue than that of the first-episode patients and healthy controls (Ps<0.001,Bonferroni correction). No significant difference was found between the first-episode patients and healthy controls (P>0.05, Bonferroni correction). Significant difference in rsFC among the three groups was found at the right precuneus ($P_{\rm FWE}=0.002$). Post-hoc analysis showed that, both the first-episode MDD group and recurrent MDD group showed significantly increased rsFC values than those of the HC group (Ps<0.05,Bonferroni correction), and the recurrent patients exhibited higher rsFC values compared with the first-episode patients but the statistical value was not significant (P>0.05,Bonferroni correction). Conclusion: The first-episode patients and recurrent patients with MDD showed altered and distinct spontaneous brain activity fluctuations and functional connectivity, which has some significance for differentiating the differences in neuropathological mechanisms between the first-episode MDD and recurrent MDD.

(Key words) Major depressive disorder; Functional magnetic resonance imaging; Amplitude of low-frequency fluctuation; Resting-state functional connectivity

重性抑郁障碍(major depressive disorder, MDD; 本文简称抑郁症)是一种常见的情感障碍,主要临床表现为持续性的情绪低落,思维迟缓,快感缺失,严重时还会伴有自杀倾向和行为,对个体的健康、生活和社会功能的影响极大。本病复发率高,且个体的复发率与发作次数呈正相关[1]。针对 MDD 神经病理机制的探索可帮助指导其后续的诊断和治疗。既往已有一些研究者采用静息态功能磁共振成像(functional magnetic resonance imaging,fMRI)技术对 MDD 的神经病理机制进行了探索,发现首次发作和反复发作 MDD 患者的脑功能活动既存在相似之处,又各有其特殊性[2-7]。因此,首发和复发抑郁症的神经生物学机制值得深入研究。

目前针对首发和复发 MDD 的静息态 fMRI 研究 主要集中在局部脑活动特征或全脑活动特征方面[2-9], 但对局部脑活动异常和全脑活动特征进行关联性研究 还较为少见。低频振幅(amplitude of low frequency fluctuations, ALFF) 是比较常用的研究局部脑活动的 fMRI 定量指标,通过计算大脑影像中每个体素的 ALFF 值来反映每个体素的信号强度的大小,从而从 能量代谢的角度来反映在静息状态下大脑每个体素神 经元的自发活动水平的高低[10-11]。静息态功能连接 (resting-state functional connectivity,rsFC)是研究全 脑功能活动比较常用的指标,分析的是空间上远距神 经生理事件之间的时间相关性,可反映脑区之间的连 接效能和对内、外界环境信息处理的协调性[12]。目前 尚未有研究探索首发和复发 MDD 患者大脑局部活动 异常导致的功能连接状态异常。因此,本研究拟纳入 首发(first-episode, FE)及复发(recurrent-episode, RE) MDD 患者和健康对照者,采集所有受试者的静息 态脑 fMRI 数据,以 ALFF 及基于 ALFF 差异脑区为 种子点的 rsFC 为计算指标,通过比较首发及复发

MDD 患者和健康对照组之间 ALFF 及 rsFC 值的差异,来探讨首发和复发 MDD 患者静息态脑功能活动特征的异同。

材料与方法

1. 研究对象

前瞻性纳入 2018 年 6 月 - 2019 年 12 月在本院就诊且符合本研究要求的 85 例 MDD 患者作为研究组。纳入标准:①门诊患者,年龄 18~65 岁;②符合美国精神障碍诊断与统计手册第四版(DSM-IV)关于MDD 的诊断标准^[13];③汉族;④小学以上文化程度,能理解量表内容;⑤右利手;⑥17 项汉密尔顿抑郁量表(17-item Hamilton Depression Scale, HAMD-17)评分≥14 分^[14];⑦本次发作后未服用抗抑郁药物或近14 天服用药物不超过 7 天。

同期在医院附近社区通过广告招募 113 例健康对照者(healthy control, HC)。HC 组纳人标准:①年龄 18~65 岁;②汉族;③小学以上文化程度,能理解量表内容;④右利手;⑤无精神疾病发作史。

两组的排除标准:①有其它精神疾病或神经系统疾病史;②严重的自杀意念或自杀未遂;③有药物、酒或毒品滥用史;④妊娠或哺乳期妇女;⑤入组前3个月有电休克治疗史;⑥有严重慢性迁延性疾病,如心脑血管疾病、慢性呼吸系统疾病和内分泌系统疾病等;⑦有磁共振扫描禁忌证,如体内安装有心脏起搏器等金属异物、幽闭恐惧症等。

MRI 扫描前由精神科医师询问并采集患者的既往病史,根据患者的发病次数将 MDD 患者分为首发 (FE)组和复发(RE)组:首发组患者在人组时抑郁症为首次发作;复发组患者为经抗抑郁治疗病情缓解后又再次发作的 MDD,其疾病发作次数在 2 次及以上。

本研究已获得本院伦理委员会的批准(科研

2017-24)。所有受试者在研究开始前签署了书面知情同意书。

2. 临床评估

由两位经验丰富的精神科医师根据 DSM-IV 的诊断标准对就诊患者做出 MDD 的一致性诊断,诊断明确后入组。采用自编一般情况调查表,搜集受试者的人口学和既往健康状况等信息。采用 HAMD-17 对患者组受试者的抑郁状况进行评估。采用 9 项患者健康问卷(9-item patient health questionnaire, PHQ-9)对所有受试者的健康状况进行评估。

3. MRI 数据采集

使用 Siemens Prisma 3.0 T 磁共振成像系统和 64 通道线圈采集所有受试者的 MRI 数据,包括静息态 fMRI(200 帧图像)和 T_1 W 结构像(192 帧图像)数据。在采集过程中,嘱受试者闭眼,保持清醒,尽量不要移动身体,尤其是头部。静息态 fMRI 数据的采集采用 FSE-EPI 序列,扫描参数: TR 2000 ms, TE 30 ms,矩阵 64×64 ,翻转角 90° ,视野 200 mm×200 mm,33 层,层厚 3.5 mm,层间隔 0.7 mm。矢状面 T_1 W 结构像数据采用三维磁化强度预备梯度回波序列,扫描参数: TR 2530.00 ms,TE 1.85 ms,矩阵 256×256 ,翻转角 9° ,视野 256 mm×192 mm,层厚 1.0 mm。

4. 静息态 fMRI 数据分析

首先,使用 DPABIv5.1 软件对静息态 fMRI 数据进行预处理^[15],主要步骤包括去除前 5 个时间点的数据、时间层校正、头动校正、结构像分割、协变量回归(回归子包括 24 个头动参数^[16]、白质信号和脑脊液信号)、配准到蒙特利尔神经科学研究所(Montreal Neurological Institute, MNI)标准空间(基于 T₁W 结构像数据进行,重采样体素大小为 2 mm×2 mm×2 mm),进行图像平滑处理(全宽半高为 4 mm)。经预处理后,3 例 MDD 患者因头动过大而被剔除,余下 82 例患者(其中 FE 组 47 例,RE 组 35 例)和 113 例健康对照者的数据进行后续分析。头动过大的标准是头部转动角

度大于3°、或平移大于3 mm 或平均帧位移(mean of frame-wise displacement, meanFD)大于所有受试者 meanFD的3个标准差。

对于预处理后的影像数据,使用 DPABI v5.1 软件对全脑范围内每个体素的 ALFF 值进行计算。随后,将每个体素的 ALFF 值除以整个大脑的平均 ALFF 值,得到个体的标准化 ALFF 图像用于组间差异分析。最后,将3组间 ALFF 值存在差异的脑区作为感兴趣区,计算感兴趣区与全脑其它灰质体素时间序列的 Pearson 相关系数,并通过 Fisherr-to-z 变换生成 rsFC 图像。

5. 统计分析

采用 SPSS 21.0 软件对 FE 组、RE 组和 HC 组之 间的人口学资料和临床资料进行比较。连续变量用均数 标准差记录,组间比较采用双样本 t 检验或单因素 方差分析完成。分类变量用频数表示,组间比较采用 γ^2 检验完成。P<0.05 为差异具有统计学意义。

针对脑影像指标图像,使用 SPM 12.0 软件 (Wellcome Department of Cognitive Neurology, London, UK) 的统计模块,采用单因素协方差分析比较 FE组、RE组和 HC组之间各脑区 ALFF 及 rsFC值的差异。将年龄、性别、受教育程度和 meanFD 作为协变量,在体素水平上阈值设置为 P < 0.001,然后采用族系错误(family-wise error, FWE)校正方法对结果进行多重比较校正,校正后簇水平的阈值设置为 P < 0.05。对于经上述分析发现的 ALFF 或 rsFC 值在 3组间的差异有统计学意义的脑区,进一步采用 Bonferroni 法进行事后分析,以 P < 0.05 为差异有统计学意义。

在上述图像分析中,我们将分析范围局限在一个事先制作的灰质掩模(mask)中。该 mask 的制作方法是将基于功能 fMRI 数据提取的所有被试的平均功能像 mask 和基于 T₁W 结构像数据提取的所有被试的平均灰质 mask 求交集。

水工 一组人国八口寸中加州贝州的比较									
指标	HC 组 (n=113)	FE 组 (n=47)	RE 组 (n=35)	统计量	P 值				
年龄/岁	26.73 ± 5.55	25.53 ± 5.64	29.86 ± 7.46	5.58ª	0.004				
性别比(男/女)	43/70	14/33	14/21	1.22 ^b	0.544				
受教育程度/例				12.75 ^b	0.013				
本科以下	8	8	9						
本科	67	31	19						
本科以上	38	8	7						
PHQ-9	2.12 ± 1.86	17.60 ± 5.04	16.17 \pm 4.32	463.00ª	<0.001				
HAMD-17 评分	_	21.43 ± 3.49	21.51 ± 3.93	0.11°	0.914				
病程/年	_	1.28 ± 1.89	7.09 ± 5.94	5.58°	<0.001				
复发次数	_	_	2.94 ± 1.64	_	_				

表 1 三组之间人口学和临床资料的比较

注: $a \times b \times c$ 分别代表 $F \times \chi^2$ 和 t 值。

结 果

1. 人口学资料和临床症状分析结果

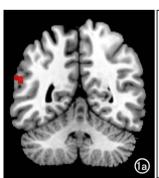
FE组、RE组和HC组之间人口学和临床资料的比较结果详见表 1。三组之间性别构成的差异无统计学意义(P>0.05);年龄、受教育程度及PHQ-9总分的差异均具有统计学意义(Ps<0.05);事后分析发现RE组的年龄大于HC组和FE组,HC组的受教育程度高于FE组和RE组,HC组的PHQ-9总分低于FE组和RE组,差异均具有统计学意义(Ps<0.05)。FE组和RE组在HAMD-17总分上的差异无统计学意义(P>0.05);RE组的病程显著长于FE组(P<0.001);RE组的平均复发次数为 2.94 次。

2. ALFF 分析结果

单因素协方差分析结果详见表 2 和图 1。结果显示,三组之间左侧颞上、中回的 ALFF 值的差异具有统计学意义(F=11.75, P_{FWE} =0.007)。事后分析发现,RE 组左侧颞上、中回的 ALFF 值高于 HC 组和FE 组,差异均有统计学意义(Ps<0.001,Bonferroni校正),FE 组与 HC 组之间的差异无统计学意义(P=1.000,Bonferroni校正)。

3. rsFC 分析结果

以 ALFF 值组间差异脑区(左侧颞上/中回)为种子点的 rsFC 分析结果详见表 2 和图 2。结果显示,三组之间右侧楔前叶的 rsFC 值的差异具有统计学意义 (F=16.00, $P_{FWE}=0.002$)。事后分析发现,FE 组和 RE 组左侧颞上、中回与右侧楔前叶之间的 rsFC 值高于 HC 组,差异均有统计学意义(Ps<0.05,Bonferroni校正),而 RE 组与 FE 组之间的差异无统计学意义 (P=0.118,Bonferroni 校正)。



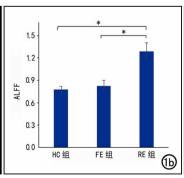


表 2 三组之间 ALFF 及种子点 rsFC 有统计学差异脑区的分析结果

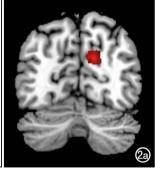
脑区	峰值点 MNI 坐标			正法	体素数	簇水平
ND C	X	Y	Z	- I 11L	华系数	P 值 *
ALFF 值比较						
左侧颞上/中回	-58	-52	22	11.75	92	0.007
rsFC 值比较						
右侧楔前叶	14	-70	28	16.00	175	0.002

注:*FWE校正,簇水平。

讨论

本研究中纳人首发、复发 MDD 患者和 HC 三组 受试者,通过计算脑自发活动特征及基于种子点的功能连接,比较了三组受试者在局部脑功能活动及脑功能连接上的差异。结果发现,复发 MDD 患者左侧颞叶的局部功能活动及左侧颞叶-右侧楔前叶的功能连接结合均较 HC 组升高,首发 MDD 患者相较于 HC 仅表现出左侧颞叶-右侧楔前叶的脑功能连接升高。MDD 患者在上述脑功能上的异常可能是 MDD 的神经病理学基础,且首发及复发 MDD 患者脑功能异常存在差异,可能也反映了神经病理机制上存在一定的差异。

从解剖上来说,颗上回及颞中回为听觉及语言皮质中枢。既往的研究已经发现,颞上回及颞中回皮层除参与听觉语言信息处理,还参与情绪情感及社会认知的处理和加工^[17-18]。来自神经影像学和尸检证据均表明颞叶与抑郁症等精神疾病的病理机制有关^[19-21]。既往基于 MR 结构像的分析结果发现抑郁症患者颞上、中回灰质的体积减少^[22]。既往也有研究者采用ALFF指标对抑郁症患者脑自发活动的功能改变进行了探索。Yang 等^[23] (2018 年)发现相较于缓解期MDD,发作期 MDD患者的颞上回及颞中回的局部脑功能活动增加。一项基于体素的元分析结果表明,抑郁症及双相障碍患者的额叶、前扣带、颞叶及双侧脑岛



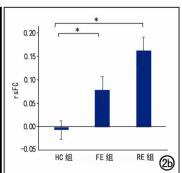


图 1 三组之间 ALFF 值的方差分析结果。a)在标准化结构像上显示三组之间 ALFF 值有统计学差异的脑区位于左侧颞上、中回(呈红色);b)柱状图显示三组中左侧颞上回和颞中回 ALFF 值的比较,RE 组的 ALFF 值显著高于 HC 组和 FE 组(*Ps<0.001),而 FE 组与 HC 组之间的差异无统计学意义。 图 2 三组之间种子点的 rsFC 值的方差分析结果。a)在标准化结构像上显示三组之间 rsFC 值差异有统计学意义的脑区位于右侧楔前叶(呈红色);b)柱状图显示三组中该区域 rsFC 值的比较,其中 FE 组和 RE 组的 rsFC 值均显著高于 HC 组(*Ps<0.05),而 FE 组与 RE 组之间的差异无统计学意义。

等区域的 ALFF 值显著升高[24]。上述研究均提示 MDD 患者颞叶脑功能活动的升高,有研究者推测这可能反映了颞叶结构损伤后的一种功能代偿[25]。近期的研究中,Sun 等[5.7](2022年)通过小样本的数据 考察了首发及复发 MDD 局部脑功能改变,其发现了多个脑区 ALFF 值升高或降低,但没有发现颞叶功能的改变,这可能和研究中样本量较小有关。本研究中,我们仅发现复发组 MDD 患者颞叶的局部脑功能活动升高,而首发 MDD 组未表现这一异常。我们推测这可能是由于复发组患者因疾病反复发作从而使大脑功能受累更多。

进一步,本研究发现首发和复发 MDD 患者相较 于 HC 组均表现出颞叶-楔前叶的功能连接升高;此 外,复发 MDD 组功能连接强度值亦高于首发 MDD 组,但差异无统计学意义。楔前叶是顶上小叶的一部 分,与许多高水平的认知功能有关,如情景记忆、自我 相关的信息处理以及意识等方面[26]。值得注意的是, 楔前叶是默认网络的关键节点。默认网络是人在静息 状态下大脑自发性活动的运作模式网络,负责自我意 识、沉思及自我参照思维[27]。既往研究发现抑郁症患 者默认网络内的功能活动升高,这可能反映了 MDD 患者反刍思维及过度负性自我加工等临床特征的神经 机制^[28]。Ma等^[29](2012年)以颞中回为感兴趣区,发 现在 MDD 患者中该脑区主要与默认网络内关键脑区 的功能连接存在异常。Liu 等[30](2021年)利用动态 功能连接分析发现抑郁期双相障碍患者颞叶-默认网 络功能连接高于稳定期患者。本研究中发现 MDD 患 者颞叶与默认网络关键脑区楔前叶的功能连接升高, 且复发组较首发组升高更显著。这些发现与既往的研 究结果基本一致,并进一步揭示了首发和复发组 MDD 患者脑功能连接改变程度上的差异。抑郁症患者的主 要特点是对自我、世界和未来的消极自动思维。我们 推测,颞叶-楔前叶之间功能连接的改变可能会进一步 导致 MDD 患者的消极想法及消极情绪体验。

本研究存在一定的局限性:①首发和复发组 MDD 组中的样本数量均相对较少。后续需要在更大的样本中对本研究结果进行验证;②本研究中所纳入的患者在人组时对临床症状进行了限定,未对症状较轻或处于缓解期的 MDD 患者的脑自发活动及脑功能连接情况进行观察,后续需要纳入此类患者进行进一步研究;③我们仅考虑了抗抑郁药物和电休克治疗方式对患者脑功能的影响,但对其它治疗方式没有做详细的信息采集。在今后的研究中应该更详尽地采集患者的既往治疗信息以排除不同治疗方式的潜在影响;④本研究中3组被试在年龄和受教育程度上的匹配情况不够理想,虽然我们已在分析中将其作为协变量对结果进行

了校正,但仍可能存在一些未知混杂因素的影响,未来的研究中需要纳入匹配的样本并对本研究结果进行验证。

总的来说,本研究中发现首发及复发 MDD 患者表现出左侧颞叶脑自发活动和左侧颞叶-楔前叶脑功能连接的异常且两组患者之间存在一定的差异,这不仅进一步揭示了颞叶及楔前叶在 MDD 神经生物学机制中的作用,还提示了首发及复发 MDD 患者的神经病理机制方面也存在一定差异。

(利益冲突声明:本文不存在任何利益冲突)

参考文献:

- [1] Cosci F, Mansueto G, Fava GA. Relapse prevention in recurrent major depressive disorder: a comparison of different treatment options based on clinical experience and a critical review of the literature[J]. Int J Psychiatry Clin Pract, 2020, 24(4): 341-348.
- [2] 孙继飞,陈丽梅,王智,等. 复发性与首发性抑郁症的静息态脑功能 MRI 低频振幅初步研究[J]. 国际医学放射学杂志,2022,45 (4):385-389,395.
- [3] Liu J.Fan Y.Zeng LZ.et al. The neuroprogressive nature of major depressive disorder: evidence from an intrinsic connectome analysis[J/OL]. Transl Psychiatry, 2021, 11(1): e102[2021 Feb 4]. DOI:10.1038/s41398-021-01227-8.
- [4] Wang Y, Chen XY, Liu R, et al. Disrupted effective connectivity of the default, salience and dorsal attention networks in major depressive disorder; a study using spectral dynamic causal modelling of resting-state fMRI[J]. J Psychiatry Neurosci, 2022, 47(6):421-434.
- [5] Sun J.Du Z, Ma Y, et al. Characterization of resting-state striatal differences in first-episode depression and recurrent depression [J/OL]. Brain Sci, 2022, 12 (12): e1603 [2022 Nov 23]. DOI: 10. 3390/brainsci12121603.
- [6] Zhu Y, Huang T, Li R, et al. Distinct resting-state effective connectivity of large-scale networks in first-episode and recurrent major depression disorder; evidence from the REST-meta-MDD consortium [J/OL]. Front Neurosci, 2023, 17; e1308551 [2023 Dec 11], DOI; 10, 3389/fnins, 2023, 1308551.
- [7] Sun J, Chen L, He J, et al. Altered brain function in first-episode and recurrent depression; a resting-state functional magnetic resonance imaging study [J/OL]. Front Neurosci, 2022, 16; e876121 [2022 Apr 25]. DOI:10.3389/fnins.2022.876121.
- [8] 姜雨,程敬亮,郑瑞平,等. 伴自杀观念抑郁障碍患者动态和静态 低频振幅 fMRI 研究[J]. 放射学实践,2022,37(8):934-940.
- [9] 叶郭锡,徐凡,熊玉超,等.首发重度抑郁症脑功能变化:基于静息 态 fMRI 的低频振幅和局部一致性分析[J]. 放射学实践,2024,39 (2):164-168.
- [10] Wang L. Kong Q. Li K, et al. Frequency-dependent changes in amplitude of low-frequency oscillations in depression; a resting-state fMRI study [J/OL]. Neurosci Lett, 2016, 614; e105-e111 [2016 Feb 12]. DOI:10.1016/j. neulet, 2016.01.012.
- [11] Zhang A, Li G, Yang C, et al. Alterations of amplitude of low-frequency fluctuation in treatment-resistant versus non-treatment-resistant depression patients [J/OL]. Neuropsychiatr Dis Treat,

- 2019, 15; e2119-e2128 [2019 Jul 25]. DOI; 10. 2147/NDT. S199456.
- [12] Aertsen AM, Gerstein GL, Habib MK, et al. Dynamics of neuronal firing correlation; modulation of "effective connectivity" [J]. J Neurophysiol, 1989, 61(5): 900-917.
- [13] First MB, Spitzer RL, Gibbon M, et al. Structured clinical interview for DSM-IV-TR axis I disorders-patient edition (SCID- I/P). Biometrics Research[M]. New York State Psychiatric Institute, New York, 2002.
- [14] Frank E, Prien RF, Jarrett RB, et al. Conceptualization and rationale for consensus definitions of terms in major depressive disorder. Remission, recovery, relapse, and recurrence [J]. Arch Gen Psychiatry, 1991, 48(9):851-855.
- [15] Yan CG, Wang XD, Zuo XN, et al. DPABI; data processing & a-nalysis for (resting-state) brain imaging [J]. 2016, 14(3): 339-351
- [16] Friston KJ, Williams S, Howard R, et al. Movement-related effects in fMRI time-series[J]. Magn Reson Med, 1996, 35(3): 346-355.
- [17] Allison T, Puce A, McCarthy G. Social perception from visual cues:role of the STS region[J]. Trends Cogn Sci, 2000, 4(7): 267-278.
- [18] Arnsten AF, Rubia K. Neurobiological circuits regulating attention, cognitive control, motivation, and emotion; disruptions in neurodevelopmental psychiatric disorders[J]. J Am Acad Child Adolesc Psychiatry, 2012, 51(4):356-367.
- [19] Fitzgerald P, Maller J, Hoy K, et al. A meta-analytic study of changes in brain activation in depression [J]. Acta Neuropsychiatr, 2006, 18(6):286-287.
- [20] Takahashi T, Wood SJ, Yung AR, et al. Progressive gray matter reduction of the superior temporal gyrus during transition to psychosis[J]. Arch Gen Psychiatry, 2009, 66(4):366-376.
- [21] Nudmamud S, Reynolds LM, Reynolds GP. N-acetylaspartate and N-acetylaspartylglutamate deficits in superior temporal cortex in schizophrenia and bipolar disorder; a postmortem study[J]. Biol Psychiatr, 2003, 53(12); 1138-1141.
- [22] Kandilarova S, Stoyanov D, Sirakov N, et al. Reduced grey matter

- volume in frontal and temporal areas in depression; contributions from voxel-based morphometry study[J]. Acta Neuropsychiatr, 2019,31(5);252-257.
- [23] Yang C, Zhang A, Jia A, et al. Identify abnormalities in restingstate brain function between first-episode, drug-naive major depressive disorder and remitted individuals: a 3-year retrospective study[J]. Neuroreport, 2018, 29(11): 907-916.
- [24] Gong J. Wang J. Qiu S. et al. Common and distinct patterns of intrinsic brain activity alterations in major depression and bipolar disorder; voxel-based meta-analysis [J/OL]. Transl Psychiatry, 2020,10(1): e353 [2020 Oct 19]. DOI: 10. 1038/s41398-020-01036-5.
- [25] Zhu Z, Lu Q, Meng X, et al. Spatial patterns of intrinsic neural activity in depressed patients with vascular risk factors as revealed by the amplitude of low-frequency fluctuation [J/OL]. Brain Res, 2012, 1483; e82-e88 [2012 Nov 5]. DOI: 10. 1016/j. brainres, 2012, 07, 015.
- [26] Cavanna AE, Trimble MR. The precuneus: a review of its functional anatomy and behavioural correlates [J]. Brain, 2006, 129 (3):564-583.
- [27] Raichle ME. The brain's default mode network [J/OL]. Annu Rev Neurosci, 2015, 38: e433-e447 [2015 Jul 8]. DOI: 10. 1146/annurev-neuro-071013-014030.
- [28] Zhou HX, Chen X, Shen YQ, et al. Rumination and the default mode network; a meta-analysis of brain imaging studies and implications for depression [J/OL]. Neuroimage, 2020, 206; e116287 [2020 Feb 1]. DOI; 10. 1016/j. neuroimage. 2019. 116287.
- [29] Ma C, Ding J, Li J, et al. Resting-state functional connectivity bias of middle temporal gyrus and caudate with altered gray matter volume in major depression [J/OL]. PLoS One, 2012, 7 (9): e45263[2012 Sep 24]. DOI:10.1371/journal.pone.0045263.
- [30] Liu M, Wang Y, Zhang A, et al. Altered dynamic functional connectivity across mood states in bipolar disorder [J/OL]. Brain Res, 2021, 1750; e147143 [2021 Jan 1]. DOI: 10. 1016/j. brainres, 2020, 147143.

(收稿目期:2023-09-24 修回日期:2024-03-28)