

慢性精神分裂症患者认知功能与静息态 脑镜像同伦连接的相关性

杨平, 陈鹏, 高振勇*

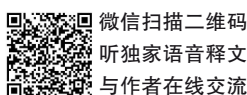
(苏州市广济医院, 江苏 苏州 215100)

*通信作者: 高振勇, E-mail: 417101455@qq.com)

【摘要】 背景 认知功能受损是精神分裂症的核心临床特征, 精神分裂症患者认知功能受损与大脑功能连接异常有关。目前关于慢性精神分裂症患者认知功能受损特征及其与双侧大脑半球间镜像同伦连接 (VMHC) 的相关性的研究仍不足。**目的** 分析经抗精神病药物治疗后病情稳定的慢性精神分裂症患者认知功能受损的特点及其与双侧大脑半球间 VMHC 的相关性, 为探究慢性精神分裂症患者认知功能受损可能的神经生物学机制提供参考。**方法** 连续纳入 2021 年 1 月—2022 年 12 月在苏州市广济医院住院、符合《国际疾病分类 (第 10 版)》(ICD-10) 精神分裂症诊断标准的慢性精神分裂症患者共 15 例, 同期在社区招募 15 例健康志愿者为对照组。采用阳性和阴性症状量表 (PANSS) 评定患者的精神症状, 采用重复性成套神经心理状态测验 (RBANS) 评定两组被试的认知功能。两组被试均进行静息态功能磁共振 (rs-fMRI) 扫描。应用基于 VMHC 方法进行数据分析。采用 Pearson 相关分析考查患者组差异脑区的 VMHC 值与 PANSS 和 RBANS 评分的相关性。**结果** 患者组 RBANS 的即刻记忆、视觉空间/结构、言语功能、注意以及总评分均低于对照组, 差异均有统计学意义 ($t=-2.853, -2.107, -5.576, -7.108, -5.354, P<0.05$ 或 0.01)。与对照组相比, 患者组左侧枕上回 ($t=-5.188, P<0.05$) 及右侧楔叶 ($t=-5.188, P<0.05$) VMHC 值更低, 差异均有统计学意义。相关分析显示, 患者组左侧枕上回 ($r=0.612, P=0.015$) 及右侧楔叶 ($r=0.612, P=0.015$) VMHC 值与 RBANS 的视觉空间/结构评分均呈正相关。**结论** 静息状态下, 慢性精神分裂症患者左侧枕上回及右侧楔叶双侧半球间的 VMHC 存在异常, 且与视觉空间/结构功能存在相关性。

【关键词】 精神分裂症; 认知功能; 镜像同伦连接

开放科学 (资源服务) 标识码 (OSID):



中图分类号: R749.3

文献标识码: A

doi: 10.11886/scjsws20230518001

Correlation between cognitive function and resting-state interhemispheric voxel-mirrored homotopic connectivity in patients with chronic schizophrenia

Yang Ping, Chen Peng, Gao Zhenyong*

(Suzhou Guangji Hospital, Suzhou 215100, China)

*Corresponding author: Gao Zhenyong, E-mail: 417101455@qq.com)

【Abstract】 **Background** Cognitive impairment, a core clinical feature of schizophrenia, is considered to be associated with the aberrant functional connectivity in patients with schizophrenia, whereas previous studies on the characteristics of cognitive impairment in patients with chronic schizophrenia and its correlation with interhemispheric voxel-mirrored homotopic connectivity (VMHC) are somewhat inadequate. **Objective** To investigate the characteristics of cognitive impairment in patients with chronic schizophrenia who are clinically stable on their antipsychotic medication, and to explore its correlation with resting-state interhemispheric VMHC, so as to provide theoretical basis for the identification of neurobiological mechanism possibly responsible for cognitive impairment in chronic schizophrenia. **Methods** A total of 15 patients with chronic schizophrenia who met the criteria of the International Classification of Diseases, tenth edition (ICD-10) and hospitalized in Suzhou Guangji Hospital from January 2021 to December 2022 were included. Another 15 healthy community-dwelling individuals were concurrently recruited. All participants were requested to complete the Positive and Negative Symptom Scale (PANSS), Repeatable Battery for the Assessment of Neuropsychological Status (RBANS) and resting-state functional Magnetic Resonance Imaging (rs-fMRI) scanning to evaluate their mental symptoms, cognitive function and interhemispheric functional connectivity. The rs-fMRI data were analyzed with VMHC method. Then Pearson correlation analysis was performed to examine the correlation between VMHC values of regions of interest and

基金项目: 苏州市科技发展计划 (项目名称: 社会认知评估联合脑影像学在慢性精神分裂症患者社会功能缺损中的临床应用研究, 项目编号: SKJYD2021131; 项目名称: 基于血清细胞因子对以阴性症状为主老年精神分裂症认知功能临床评估应用研究, 项目编号: SKJY2021143)

scores of RBANS and PANSS within patient group. **Results** Patient group obtained lower scores than control group based on RBANS immediate memory, visuospatial/constructional, language, attention and total score, with statistically significant differences ($t=-2.853, -2.107, -5.576, -7.108, -5.354, P<0.05$ or 0.01). The VMHC values of left superior occipital gyrus ($t=-5.188, P<0.05$) and right cuneus ($t=-5.188, P<0.05$) in patient group were lower than those in control group, with statistical difference. Correlation analysis denoted that the VMHC values of left superior occipital gyrus ($r=0.612, P=0.015$) and right cuneus ($r=0.612, P=0.015$) were positively correlated with visuospatial/constructional index score in RBANS. **Conclusion** The resting-state VMHC is abnormal in left superior occipital gyrus and right cuneus of patients with chronic schizophrenia, and yields a correlation with the visuospatial/constructional performance of patients. [Funded by Suzhou Science and Technology Development Plan Project (number, SKJYD2021131; SKJY2021143)]

【Keywords】 Schizophrenia; Cognitive function; Voxel-mirrored homotopic connectivity

精神分裂症是一种严重的精神障碍,除阳性症状和阴性症状之外,认知功能受损也是精神分裂症独立且持续的核心临床特征,且在疾病发病前就已出现^[1-3]。认知功能受损可导致记忆减退、社交退缩,并最终影响患者的社会功能^[4]。然而,精神分裂症患者认知功能受损的病理机制仍不清楚。近年来,静息态功能磁共振(resting-state functional MRI, rs-fMRI)技术被广泛应用于静息态人脑功能连通性的研究中^[5],许多研究提示,精神分裂症患者认知功能受损与大脑功能连接异常有关^[6-7]。在众多 rs-fMRI 指标中,镜像同伦连接(voxel-mirrored homotopic connectivity, VMHC)^[8]是一种用于分析大脑半球中的给定体素与其对侧半球中的镜像体素之间的同伦连接性的方法,可以反映精神分裂症患者大脑静息状态下的功能连接情况,用以评估双侧大脑半球相同起源的神经元内源性自发活动。目前,关于慢性精神分裂症患者的认知功能受损与双侧大脑半球间 VMHC 相关性的研究仍不足,因此,有必要进一步观察慢性精神分裂症患者大脑半球间 VMHC 的变化并探讨其与临床症状和认知功能的相关性,以更加全面地了解精神分裂症认知功能受损的发病机制。为此,本研究以经过抗精神病药物治疗后病情稳定的慢性精神分裂症患者为研究对象,探讨其认知功能受损特征及其与双侧大脑半球间 VMHC 的关系,为探究慢性精神分裂症患者认知功能受损可能的神经生物学机制研究提供参考。

1 对象与方法

1.1 对象

连续纳入 2021 年 1 月—2022 年 12 月在苏州市广济医院住院治疗的慢性精神分裂症患者为研究对象。入组标准:①符合《国际疾病分类(第 10 版)》(International Classification of Diseases, tenth edition, ICD-10)精神分裂症诊断标准;②病程 ≥ 5 年,入组前服用固定剂量的抗精神病药至少 4 周;③右利

手;④汉族,⑤年龄 18~60 岁;⑥小学及以上受教育程度。排除标准:①有物质依赖病史;②精神病性症状由其他精神疾病引起;③有脑外伤、癫痫等脑器质性疾病或严重躯体疾病;④有明显的自杀或冲动风险或行为;⑤6 个月内使用电休克治疗或目前发作需使用电休克治疗者;⑥有磁共振检查禁忌证。同期招募社区健康志愿者作为对照组。入组标准:①汉族,年龄 18~60 岁;②右利手;③小学及以上受教育程度;④无精神疾病家族史。排除标准:有磁共振检查禁忌证。所有受试者或其监护人均签署知情同意书。符合入组标准且不符合排除标准的患者共 18 例,对照组 17 例。本研究获得苏州市广济医院伦理委员会审核批准(批件号:苏广伦审 2022-008)。

1.2 临床症状和认知功能评定

由 2 名经过精神科量表一致性培训的主治医师对入组被试进行评定。收集被试一般资料,包括性别、年龄、受教育年限。

采用阳性和阴性症状量表(Positive and Negative Symptom Scale, PANSS)评定精神分裂症患者的临床症状,该量表由阳性症状分量表、阴性症状分量表和一般精神病理分量表组成,共 30 个条目,采用 1~7 分 7 级评分,评分越高表明精神症状越严重。本研究中,该量表 Cronbach's α 系数为 0.733。

采用重复性成套神经心理状态测验(Repeatable Battery for the Assessment of Neuropsychological Status, RBANS)^[9]评定两组被试的认知功能。RBANS 包含即刻记忆、言语功能、视觉空间/结构、延时记忆和注意 5 个维度,分为词汇学习、故事复述、图形临摹、图片命名、线条定位、语义流畅性、数字广度、编码测验、词汇回忆、词汇再认、故事回忆和图形回忆 12 个子评估。评估后,将每个测验项目的原始分数转换为量表评分,评分越低表明认知功能受损越严重。本研究中,该量表 Cronbach's α 系数为 0.837。

1.3 fMRI 检查及数据处理

使用 SIEMENS 3.0T MRI 系统对所有受试者进行 MRI 扫描,采用 16 通道头线圈。扫描时,要求受试者放松平卧,头部固定,保持闭眼清醒状态,不进行任何思维活动。首先对受试者进行常规结构像磁共振平扫,排除头部器质性病变,再进行 rs-fMRI 扫描。rs-fMRI 扫描采用平面回波成像序列采集。扫描参数:重复时间 2 000 ms,回波时间 30 ms,翻转角 90°,层厚 3.5 mm,层距 0.9 mm,视野 224 mm×224 mm,矩阵 64×64、体素大小 3.5 mm×3.5 mm×3.5 mm,层数 32,采集 240 个时间点^[10]。基于 Matlab 2018a 平台和 SPM12 工具包,采用 DPARSF 对 fMRI 数据进行预处理^[11]。具体步骤如下:将 DICOM 数据格式转换为 NIFTI 格式;去除前 10 个时间点的数据,将后续 230 个时间点的功能影像数据进行时间校正、头动校正、回归协变量、空间标准化、滤波、去线性漂移及平滑等。使用所有受试者的灰质结构像生成模板,计算两侧大脑半球配对的体素与其镜像体素的时间序列的 Pearson 相关系数,经 Fisher Z 变换得到 VMHC 值。

1.4 统计方法

采用 SPSS 24.0 进行统计分析。符合正态分布的计量资料以($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较采用独立样本 *t* 检验,计数资料组间比较采用 χ^2 检验。采用 DPABI V5.0 软件对 rs-fMRI 数据进行统计分析。使用 GRF 进行多重比较校正,对差异脑区最显著点(Peak 点)进行自动解剖标签(automated anatomical labeling, AAL)定位,并以此命名为差异有统计学意义的脑区;将患者组这些脑区 VMHC 值与 PANSS 和 RBANS 评分进行 Pearson 相关分析。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结 果

2.1 研究对象基本资料

本研究共纳入 18 例精神分裂症患者和 17 名健康志愿者,其中 3 名患者和 2 名健康志愿者存在过度的头部运动,故予以剔除。最终纳入分析的患者组和对照组各 15 例。两组受试者的年龄、性别及受教育年限差异均无统计学意义($P>0.05$)。见表 1。

表 1 患者组与对照组基本资料

Table 1 Comparison of basic data between two groups

项 目	患者组 (n=15)	对照组 (n=15)	<i>t</i> / χ^2	<i>P</i>
性别(男性/女性)	8/7	6/9	0.536	0.464
年龄(岁)	48.00±8.13	43.90±10.63	1.234	0.227
受教育年限(年)	11.60±3.11	12.87±2.77	-1.177	0.249
PANSS 评分(分)				
阳性症状分量表	15.20±2.83	-	-	-
阴性症状分量表	24.80±4.00	-	-	-
一般精神病理分量表	37.27±4.95	-	-	-
总评分	77.27±7.79	-	-	-

注: PANSS, 阳性和阴性症状量表

2.2 两组 RBANS 评分比较

患者组 RBANS 的即刻记忆、视觉空间/结构、言语功能、注意以及总评分均低于对照组,差异均有统计学意义($t=-2.853$ 、 -2.107 、 -5.576 、 -7.108 、 -5.354 , $P<0.05$ 或 0.01)。见表 2。

2.3 VMHC 分析结果

与对照组相比,患者组右侧楔叶及左侧枕上回静息状态下 VMHC 值更低,差异均有统计学意义(t 均= -5.188 , P 均 <0.05)。见表 3、图 1。

表 2 患者组与对照组 RBANS 评分比较($\bar{x}\pm s$, 分)

Table 2 Comparison of RBANS score between patient group and control group

组 别	RBANS 评分					
	即刻记忆	视觉空间/结构	言语功能	注意	延时记忆	总评分
患者组(n=15)	59.00±20.72	83.07±14.60	83.13±9.55	82.67±9.39	73.93±22.76	69.60±14.00
对照组(n=15)	77.20±13.45	93.67±12.91	105.67±12.40	109.93±11.52	82.20±14.10	90.87±6.38
<i>t</i>	-2.853	-2.107	-5.576	-7.108	-1.196	-5.354
<i>P</i>	0.008	0.044	<0.010	<0.010	0.244	<0.010

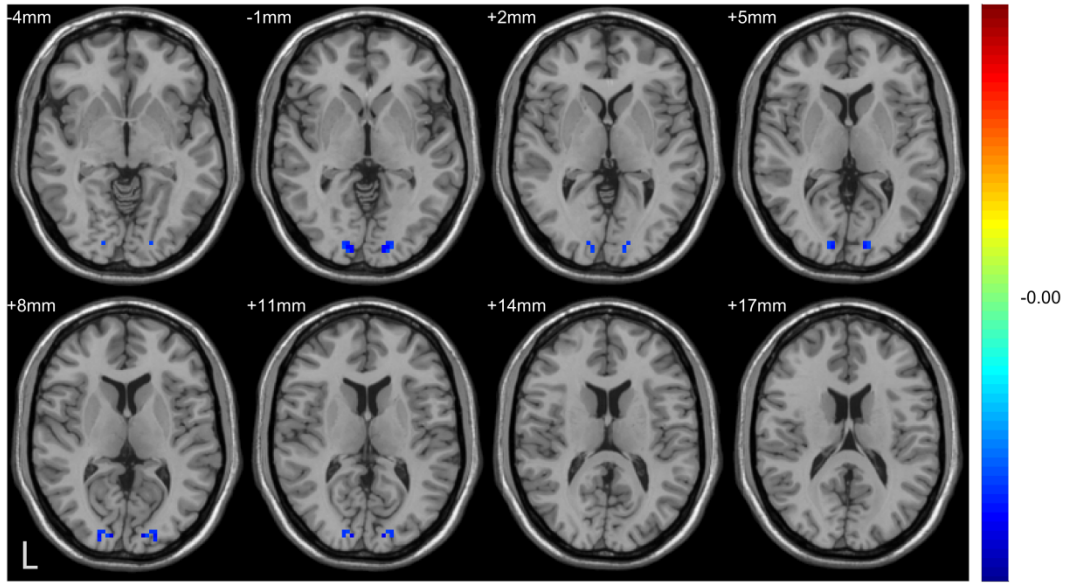
注: RBANS, 重复性成套神经心理状态测验

表 3 患者组与对照组 VMHC 值存在差异的脑区

Table 3 Brain regions with different VMHC values between patient group and control group

差异脑区	AAL 分区	最大差异点 MNI 坐标(mm)			连续体素	<i>t</i>	VMHC 值
		x	y	z			
右侧楔叶	46	12	-93	9	114	-5.188	0.67±0.24
左侧枕上回	49	-12	-93	9	114	-5.188	0.67±0.24

注: 采用 GRF 校正, 体素水平 $P<0.001$, 簇水平 $P<0.05$ (双侧检验); AAL, 自动解剖标签; MNI, 蒙特利尔神经病学研究所; VMHC, 镜像同伦连接



注:图中颜色条代表t值, P均<0.05;蓝色代表VMHC值降低的区域(左侧枕上回及右侧楔叶)

图1 患者组与对照组VMHC值有差异的脑区横断面MRI图像

Figure 1 Cross-sectional brain MRI images of regions of interest with abnormal VMHC values in patient group and control group

2.4 精神分裂症患者差异脑区 VMHC 值与 PANSS 及 RBANS 评分的相关性

患者组差异脑区 VMHC 值与 PANSS 各项评分相关均无统计学意义(P均>0.05)。见表4。患者组左侧枕上回及右侧楔叶 VMHC 值与 RBANS 的视觉空间/结构评分均呈正相关(r 均=0.612, P 均<0.05)。见表5。

表4 患者组 VMHC 值与 PANSS 评分的相关性

Table 4 Correlation between VMHC value and PANSS score

项 目	相关系数			
	阳性症状 分量表评分	阴性症状 分量表评分	一般精神病理 分量表评分	PANSS 总评分
左侧枕上回 VMHC 值	0.065	0.058	-0.069	0.010
右侧楔叶 VMHC 值	0.065	0.058	-0.069	0.010

注: PANSS, 阳性和阴性症状量表; VMHC, 镜像同伦连接

表5 患者组 VMHC 值与 RBANS 评分的相关性

Table 5 Correlation between VMHC value and RBANS score

项 目	相关系数					RBANS 总评分
	即刻 记忆	视觉空间 /结构	言语 功能	注意	延时 记忆	
左侧枕上回 VMHC 值	0.118	0.612*	0.143	-0.041	0.079	0.250
右侧楔叶 VMHC 值	0.118	0.612*	0.143	-0.041	0.079	0.250

注: RBANS, 重复性成套神经心理状态测验; VMHC, 镜像同伦连接; *P<0.05

3 讨 论

在多种认知领域的神经心理任务中,精神分裂

症患者均表现出认知功能受损。无论是在疾病的首发期还是在慢性疾病状态,精神分裂症患者的情景记忆、工作记忆、执行功能、语言、处理速度以及注意力等均受损^[12-13]。本研究也显示,与健康对照组相比,慢性精神分裂症患者在即刻记忆、视觉空间/结构、言语功能和注意方面存在缺陷。既往研究表明,精神分裂症是一种失连接症,其症状及表现并不是源于单一脑区的病理改变,而是多个脑区的交互作用存在异常^[14]。精神分裂症患者的大脑结构和功能网络存在异常,这些异常包括灰质和白质体积减小以及脑区之间的连接性减弱等。这些变化可能导致大脑不同脑区之间信息交流出现紊乱,可在一定程度上解释精神分裂症患者的认知和行为习惯缺陷。大脑半球间的连接在感觉、高级认知和情感信息的传递中也起着重要作用^[15]。VMHC 值常用于分析双侧大脑半球对称体素间的功能连接水平,VMHC 值降低反映大脑半球间镜像信息传递能力受损^[8]。本研究结果显示,患者组右侧楔叶及左侧枕上回 VMHC 值均低于健康对照组,提示慢性精神分裂症患者大脑半球间协调能力受损。

枕叶位于大脑半球后部,其中枕外侧沟以上的部分称为枕上回,位于主要视觉区域;距状沟后段与顶枕沟之间的楔状部称为楔叶,位于初级视觉皮层,是视觉感知和处理的重要部位。枕叶是视觉认知网络的重要组成部分,主要参与视觉信息的接收与整合、面部和情绪的识别等^[16]。既往研究表明,精神分裂症患者的视觉整合能力比正常人差^[17],静

息状态下,患者视觉网络大脑半球间功能连接减弱^[18]。对精神分裂症及分裂情感性障碍患者的静息状态 fMRI 数据的研究结果显示,患者枕叶、丘脑和小脑的 VMHC 值低于健康对照组^[19]。也有研究显示,精神分裂症患者右侧楔叶的功能连接减弱^[20],慢性精神分裂症患者舌回、枕中回和中央后回双侧半球间的 VMHC 存在异常^[21]。结合以上相关研究和本研究结果可知,慢性精神分裂症患者视觉网络双侧镜像信息传递能力下降,这可能参与了精神分裂症的神经病理学基础。

通过分析精神分裂症患者 rs-fMRI 数据的功能连接,结果显示,患者特定大脑区域之间的内在连接存在异常,且这些异常与精神分裂症患者的认知功能存在相关性^[22]。本研究也显示,患者组右侧楔叶及左侧枕上回 VMHC 值与视觉空间/结构评分均呈正相关,提示视觉网络大脑半球间的协调能力受损可能导致患者信息处理过程出现异常,进而出现视觉空间/结构的功能受损。Li 等^[23]研究表明,精神分裂症患者颞上皮层和中央后回 VMHC 值较低,这些部位 VMHC 值与 PANSS 阴性症状分量表评分呈负相关。Guo 等^[24]研究显示,精神分裂症患者楔前叶、中央前回、颞上回、枕中回和梭状回/小脑第六小叶的 VMHC 值均低于健康受试者,且中央前回的 VMHC 值与 PANSS 阳性症状分量表评分和总评分均呈负相关,颞上回的 VMHC 值与 PANSS 阳性症状和阴性症状分量表评分以及总评分均呈负相关。精神分裂症或精神分裂症样障碍患者后扣带回皮质、苍白球回、颞下回和颞上回的 VMHC 值较低,其中,后扣带回皮质的 VMHC 值与 PANSS 抑郁因子评分呈负相关,楔前叶 VMHC 值与 PANSS 阳性症状分量表评分呈正相关^[25]。而在本研究中,存在差异的脑区与既往研究结果不完全一致,异常脑区 VMHC 值与 PANSS 评分无明显相关性。这可能与本研究样本选择不同有关,本研究中的精神分裂症患者均接受了抗精神病药物治疗,病情相对稳定。Shan 等^[26]研究显示,奥氮平治疗可以使精神分裂症患者上/中内侧前额叶皮层的同伦连接性降低正常化,提示抗精神病药物对精神分裂症患者 VMHC 降低可能有改善作用。但也有研究显示,青少年精神分裂症患者治疗前和接受抗精神病药物治疗 8 周后的 VMHC 值差异无统计学意义^[27]。另外,有研究显示,VMHC 值与临床症状的严重程度和病程均无相关性^[26]。一项以家庭为基础的病例对照研究也表明,精神分裂症患者的楔前叶、梭状回/小脑第六小叶和舌回/小脑

第六小叶的 VMHC 值降低,但 VMHC 值与 PANSS 评分无相关性^[28]。

综上所述,慢性精神分裂症患者在静息状态下脑功能区 VMHC 值降低,大脑右侧楔叶及左侧枕上回半球间镜像信息传递能力受损可能参与了精神分裂症患者认知功能受损的病理学机制。本研究不足之处:①样本量相对较小,只纳入了慢性精神分裂症患者,未包括首发未用药及急性期精神分裂症患者等,无法考查不同类型的精神分裂症患者 VMHC 值与认知功能的相关性;②入组患者均服用抗精神病药物,且用药种类不同,可能会混淆结果;③本研究为横断面研究,无法判断 VMHC 值及认知功能与精神分裂症病程进展的关系。在今后的研究中,可扩大样本量,完善对混杂因素的控制,并将 VMHC 值与精神分裂症疾病进展、治疗和转归相结合,纵向追踪患者 VMHC 值与认知功能的相关性,为精神分裂症患者的康复和治疗提供参考。

参考文献

- [1] Huang Y, Wang W, Hei G, et al. Altered regional homogeneity and cognitive impairments in first-episode schizophrenia: a resting-state fMRI study [J]. *Asian J Psychiatr*, 2022, 71: 103055.
- [2] Sheffield JM, Karcher NR, Barch DM. Cognitive deficits in psychotic disorders: a lifespan perspective [J]. *Neuropsychol Rev*, 2018, 28(4): 509-533.
- [3] Haining K, Gajwani R, Gross J, et al. Characterising cognitive heterogeneity in individuals at clinical high-risk for psychosis: a cluster analysis with clinical and functional outcome prediction [J]. *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci*, 2022, 272 (3): 437-448.
- [4] Popovic D, Schmitt A, Kaurani L, et al. Childhood trauma in schizophrenia: current findings and research perspectives [J]. *Front Neurosci*, 2019, 13: 274.
- [5] Yan W, Palaniyappan L, Liddle PF, et al. Characterization of hemodynamic alterations in schizophrenia and bipolar disorder and their effect on resting-state fMRI functional connectivity [J]. *Schizophr Bull*, 2022, 48(3): 695-711.
- [6] Xie YJ, Xi YB, Cui LB, et al. Functional connectivity of cerebellar dentate nucleus and cognitive impairments in patients with drug-naive and first-episode schizophrenia [J]. *Psychiatry Res*, 2021, 300: 113937.
- [7] Zhao J, Zhang Y, Liu F, et al. Abnormal global-brain functional connectivity and its relationship with cognitive deficits in drug-naive first-episode adolescent-onset schizophrenia [J]. *Brain Imaging Behav*, 2022, 16(3): 1303-1313.
- [8] Zuo XN, Kelly C, Di Martino A, et al. Growing together and growing apart: regional and sex differences in the lifespan

- developmental trajectories of functional homotopy [J]. *J Neurosci*, 2010, 30(45): 15034-15043.
- [9] Randolph C, Tierney MC, Mohr E, et al. The repeatable battery for the Assessment of Neuropsychological Status (RBANS): preliminary clinical validity[J]. *J Clin Exp Neuropsychol*, 1998, 20(3): 310-319.
- [10] 邱晶, 王慧, 王蕾, 等. 首次发作抑郁症患者静息态 fMRI 低频振幅的初步研究[J]. *国际放射医学核医学杂志*, 2020, 44(8): 499-506.
- Qiu J, Wang H, Wang L, et al. Preliminary research on amplitude of low frequency fluctuation of resting state functional magnetic resonance imaging in first-episode major depressive disorder patients[J]. *International Journal of Radiation Medicine and Nuclear Medicine*, 2020, 44(8): 499-506.
- [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.
- [12] Xia L, Wang D, Wang J, et al. Association of cognitive and P50 suppression deficits in chronic patients with schizophrenia [J]. *Clin Neurophysiol*, 2020, 131(3): 725-733.
- [13] Liu Y, Bi T, Zhang B, et al. Face and object visual working memory deficits in first-episode schizophrenia correlate with multiple neurocognitive performances [J]. *Gen Psychiatr*, 2021, 34(1): e100338.
- [14] 陆林. 沈渔邨精神病学[M]. 6版. 北京: 人民卫生出版社, 2018: 24.
- Lu L. Shen Yucun's psychiatry[M]. 6th edition. Beijing: People's Medical Publishing House, 2018: 24.
- [15] van der Knaap LJ, van der Ham IJ. How does the corpus callosum mediate interhemispheric transfer? A review [J]. *Behav Brain Res*, 2011, 223(1): 211-221.
- [16] Wang Y, Zhong S, Jia Y, et al. Interhemispheric resting state functional connectivity abnormalities in unipolar depression and bipolar depression[J]. *Bipolar Disord*, 2015, 17(5): 486-495.
- [17] Silverstein SM, Berten S, Essex B, et al. An fMRI examination of visual integration in schizophrenia [J]. *J Integr Neurosci*, 2009, 8(2): 175-202.
- [18] 辛博, 王朝敏, 余明, 等. 精神分裂症患者静息态脑镜像同伦功能连接研究[J]. *中国神经精神疾病杂志*, 2021, 47(7): 385-389.
- Xin B, Wang CM, Yu M, et al. A study of inter-hemispheric resting-state mirror functional homotopy in schizophrenia [J]. *Chinese Journal of Nervous and Mental Diseases*, 2021, 47(7): 385-389.
- [19] Hoptman MJ, Zuo XN, D'Angelo D, et al. Decreased interhemispheric coordination in schizophrenia: a resting state fMRI study[J]. *Schizophr Res*, 2012, 141(1): 1-7.
- [20] 黄小军, 艾力莎, 蒲唯丹, 等. 额叶-纹状体-丘脑神经环路功能连接与精神分裂症患者阳性症状的相关[J]. *中国临床心理学杂志*, 2017, 25(5): 793-799, 819.
- Huang XJ, Ai LS, Pu WD, et al. Functional connectivity of the fronto-striato-thalamic circuit correlates with positive symptoms in schizophrenia [J]. *Chinese Journal of Clinical Psychology*, 2017, 25(5): 793-799, 819.
- [21] 杨伟亮, 程永莹, 李岩, 等. 慢性精神分裂症患者静息态脑镜像同伦连接研究[J]. *中华行为医学与脑科学杂志*, 2021, 30(6): 510-514.
- Yang WL, Cheng YY, Li Y, et al. Characteristics of resting-state brain voxel-mirrored homotopic connectivity in patients with chronic schizophrenia [J]. *Chinese Journal of Behavioral Medicine and Brain Science*, 2021, 30(6): 510-514.
- [22] Jimenez AM, Riedel P, Lee J, et al. Linking resting-state networks and social cognition in schizophrenia and bipolar disorder[J]. *Hum Brain Mapp*, 2019, 40(16): 4703-4715.
- [23] Li HJ, Xu Y, Zhang KR, et al. Homotopic connectivity in drug-naïve, first-episode, early-onset schizophrenia [J]. *J Child Psychol Psychiatry*, 2015, 56(4): 432-443.
- [24] Guo W, Xiao C, Liu G, et al. Decreased resting-state interhemispheric coordination in first-episode, drug-naïve paranoid schizophrenia [J]. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry*, 2014, 48: 14-19.
- [25] Wang D, Zhuo K, Zhu Y, et al. Abnormal interhemispheric functional interactions in drug-naïve adult-onset first episode psychosis patients [J]. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc*, 2019, 2019: 4346-4349.
- [26] Shan X, Liao R, Ou Y, et al. Increased homotopic connectivity in the prefrontal cortex modulated by olanzapine predicts therapeutic efficacy in patients with schizophrenia [J]. *Neural Plast*, 2021, 2021: 9954547.
- [27] Yang G, Zhang S, Zhou Y, et al. Increased resting-state interhemispheric functional connectivity of striatum in first-episode drug-naïve adolescent-onset schizophrenia [J]. *Asian J Psychiatr*, 2022, 76: 103134.
- [28] Guo W, Liu F, Chen J, et al. Family-based case-control study of homotopic connectivity in first-episode, drug-naïve schizophrenia at rest [J]. *Sci Rep*, 2017, 7: 43312.

(收稿日期:2023-05-18)

(本文编辑:陈霞)