

· 临床研究 ·

脑灰质体积联合局部一致性对失独父母创伤后应激障碍症状缓解的预测研究

李宸思¹ 罗一烽¹ 曹志宏¹ 李月峰¹ 葛继元¹ 兰青悦¹ 戚荣丰² 吴洛安³
张丽⁴ 卢光明⁵

¹江苏大学附属宜兴医院放射科, 无锡 214200; ²南京大学医学院附属鼓楼医院医学影像科, 南京 210008; ³宜兴市精神卫生中心, 无锡 214200; ⁴国家精神心理疾病临床医学研究中心(中南大学湘雅二院), 长沙 410011; ⁵东部战区总医院医学影像科, 南京 210002

通信作者: 罗一烽, Email: luoyifeng1207@163.com

【摘要】 目的 探讨多模态磁共振成像技术对失独所致创伤后应激障碍(PTSD)症状缓解的预测价值。**方法** 前瞻性对 34 例失独所致 PTSD 父母进行 2 年随访, 根据随访时 PTSD 诊断将患者分为缓解组和持续组。比较两组患者基线水平临床资料和脑影像的差异, 采用 Logistic 回归和 LASSO 回归确定 PTSD 症状缓解的独立影响因素。采用受试者工作特征(ROC)曲线评估影响因素对症状缓解的预测效能。**结果** 单因素 Logistic 回归和 LASSO 回归分析显示, 左侧颞中回局部一致性(ReHo)、基于 ReHo 的联合预测值、基于灰质体积(GMV)和 ReHo 的联合预测值(GMV-ReHo 预测值)为 PTSD 症状缓解的重要影响因素($P<0.05$)。上述变量经多因素 Logistic 回归后 GMV-ReHo 预测值具有独立预测意义($P<0.05$), ROC 曲线显示 GMV-ReHo 预测 PTSD 缓解的曲线下面积(AUC)为 0.979 ($95\%CI=0.935\sim0.996, P<0.001$)。进一步构建包含临床用 PTSD 诊断量表(CAPS)评分与 GMV-ReHo 预测值的联合模型, 其 AUC 提升至 0.984 ($95\%CI=0.952\sim0.998, P<0.001$)。**结论** GMV-ReHo 预测值能有效识别失独所致 PTSD 的缓解。

【关键词】 创伤后应激障碍; 失独; 缓解; 多模态磁共振成像; 预测

基金项目:国家自然科学基金(81671672, 81801678); 江苏省重点研发计划项目(社会发展)(BE2022705); 江苏省卫健委重大项目(ZD2022002); 无锡市中青年拔尖人才计划(BJ2023103); 无锡市卫健委科研项目(Q202316)

DOI: 10.3760/cma.j.cn371468-20250719-00337

Predictive study of brain matter volume combined with regional homogeneity on the alleviation of post-traumatic stress disorder in bereaved parents who lost their only child

Li Chensi¹, Luo Yifeng¹, Cao Zhihong¹, Li Yuefeng¹, Ge Jiyuan¹, Lan Qingyue¹, Qi Rongfeng², Wu Luoan³, Zhang Li⁴, Lu Guangming⁵

¹Department of Radiology, the Affiliated Yixing Hospital of Jiangsu University, Wuxi 214200, China;

²Department of Medical Imaging, Affiliated Drum Tower Hospital, Medical School of Nanjing University, Nan-

jing 210008, China; ³Department of Psychiatry, Yixing mental health center, Wuxi 214200, China; ⁴National

Clinical Research Center for Mental Disorder (the Second Xiangya Hospital of Central South University),

Changsha 410011, China; ⁵Department of Medical Imaging, General Hospital of Eastern Theater Command,

Nanjing 210002, China

Corresponding author: Luo Yifeng, Email: luoyifeng1207@163.com

【Abstract】 Objective To investigate the predictive value of multimodal magnetic resonance imaging (MRI) techniques in assessing symptom remission of post-traumatic stress disorder (PTSD) caused by the loss of an only child. **Methods** In this prospective study, 34 parents with PTSD resulting from the loss of an only child were followed for 2 years. Based on PTSD diagnostic status at follow-up, participants were divided into a remission group and a persistent group. Baseline clinical data and neuroimaging findings were compared between the two groups. Logistic regression and LASSO regression were used to identify independent predictors of PTSD symptom remission. The predictive performance of these factors was evaluated using receiver operating characteristic (ROC) curve analysis. **Results** Initial screening with univariate Logistic re-

gression and LASSO regression revealed that regional homogeneity (ReHo) in the left middle temporal gyrus, the combined predictive value based on ReHo, and the integrated predictive value combining gray matter volume (GMV) and ReHo (GMV-ReHo predictor) were significant factors influencing symptom remission ($P < 0.05$). Multivariate logistic regression further demonstrated that the GMV-ReHo predictor retained independent predictive significance ($P < 0.05$), with ROC curve analysis showing an area under the curve (AUC) of 0.979 (95% CI = 0.935-0.996, $P < 0.001$) for its ability to predict PTSD remission. Notably, a combined model incorporating both the scores of the clinician administered PTSD scale (CAPS) and the GMV-ReHo predictor achieved an enhanced predictive performance, yielding an AUC of 0.984 (95% CI = 0.952-0.998, $P < 0.001$). **Conclusion** The GMV-ReHo predictor effectively identifies symptom remission in PTSD resulting from the loss of an only child.

[Key words] Post-traumatic stress disorder; Lost only child; Remission; Multimodal magnetic resonance imaging; Predict

Fund programs: National Natural Science Foundation of China (81671672, 81801678); Key Research and Development Program of Jiangsu Province (Social Development) (BE2022705); Foundation of Health and Family Planning Commission of Jiangsu Province (ZD2022002); Top Talent Support Program for young and middle-aged people of Wuxi Health Committee (BJ2023103); Scientific Research Program of Wuxi Health Commission (Q202316)

DOI: 10.3760/cma.j.cn371468-20250719-00337

失去独生子女作为一种极端的生活事件,对个体心理健康产生深远影响^[1-2]。失独所致创伤后应激障碍(post-traumatic stress disorder, PTSD)的临床表现包括反复侵入性回忆、回避相关刺激、警觉性过高及情绪反应性增强等症状,显著影响患者生活质量与社会功能,亦大幅增加自伤自杀风险^[3-4]。识别失独所致 PTSD 不仅有助于优化治疗强度与资源配置,也为制定个体化干预方案提供依据。目前临床对缓解状态的判断多依赖随访量表评分,如临床用 PTSD 诊断量表(clinician administered PTSD scale, CAPS)、PTSD 症状清单等^[5],虽能较好评估当前症状严重程度,但对缓解趋势的预测能力有限,且易受主观陈述、情绪波动等因素干扰,存在一定局限性。近年来,新兴的神经影像技术为客观识别 PTSD 缓解相关的神经基础提供可能。已有研究表明 PTSD 患者的前扣带皮质、海马等脑区存在结构和功能异常,并与治疗反应及缓解状态相关^[6-8]。本研究采用多模态磁共振成像技术,系统比较失独所致 PTSD 患者纵向随访后缓解(R-PTSD)组与未缓解(P-PTSD)组之间脑结构与功能的基线差异,筛选与缓解状态显著相关的关键脑影像指标,并构建神经影像预测模型,同时与传统临床评分方法对比,进一步评估其联合预测效能,旨在为失独人群中 PTSD 缓解可能性的识别提供客观科学的依据。

对象与方法

一、对象

前瞻性收集江苏大学附属宜兴医院精神心理门诊 2021 年 4 月至 2021 年 7 月被诊断为 PTSD 的失

独父母作为研究对象。纳入标准:(1)失去独生子女且未再生育/领养小孩的父母;(2)年龄 45~65 岁;(3)右利手;(4)符合美国精神障碍诊断与统计手册第 4 版(DSM-4)临床定式访谈及 CAPS-4 诊断标准^[5,9]。排除标准:(1)除失独外有其他重大创伤史;(2)有神经系统疾病(如脑震荡、脑卒中、脑梗死);(3)有精神疾病史或精神药物使用史;(4)药物或酒精依赖者;(5)有 MRI 检查禁忌;(6)基线及随访期间接受心理治疗或精神类药物治疗。

本研究获江苏大学附属宜兴医院医学伦理委员会批准(批准文号:伦审 2021 科 055),所有参与者均签署书面知情同意书。

本研究在基线期对入组后的所有研究对象进行了临床资料收集、量表评估及 MRI 扫描。随后开展为期 2 年的随访,期间每 6 个月进行一次电话或门诊随访,内容包括 CAPS-4 评估及临床资料更新、药物或心理干预记录、重大生活事件等。研究以症状缓解状态为主要观察终点,并以 2 年随访结束时患者的量表得分作为评估缓解与否的依据。缓解的定义参照 DSM-4 诊断标准结合 CAPS-4 量表评分变化,满足以下两项均可判定为缓解:不再满足 PTSD 诊断标准(症状数量不足或症状显著减轻);CAPS-4 总评分较基线下降 $\geq 30\%$ 且评分 < 20 分^[5]。若患者在随访期满仍满足 PTSD 诊断标准或 CAPS 评分下降幅度不足则定义为未缓解。根据缓解与否,将失独所致 PTSD 患者分为 R-PTSD 组与 P-PTSD 组。

二、方法

1. 量表评估:分别在基线期及各随访时间点对所有研究对象进行量表评估。(1)DSM-4 和 CAPS-

4 量表;进行 PTSD 诊断及症状严重程度评估。CAPS-4 总评分较基线下降 $\geq 30\%$ 且评分 <20 分为 PTSD 缓解;(2)汉密尔顿抑郁量表-17 项(17 items Hamilton depression scale, HAMD-17):17 项条目组成,评估患者的抑郁程度。HAMD-17 评分 <7 分为无抑郁,7 分 $\leq$ HAMD-17 评分 <17 分为轻度抑郁,17 分 $\leq$ HAMD-17 评分 <24 分为中度抑郁, HAMD-17 评分 ≥ 24 分为重度抑郁;(3)简易精神状态检查量表(mini mental state examination, MMSE):用以评估认知状况。MMSE 总评分 ≥ 27 分为认知正常,21 分 $\leq$ MMSE 总评分 <27 分为轻度认知障碍, MMSE 总评分 ≤ 20 分为中重度认知障碍。

2. MRI 图像扫描方法:采用荷兰 Philips 3.0T TX 磁共振采集图像。患者佩戴降噪耳机,仰卧闭目静息。T1 结构相采用 3D-T1T2 序列扫描,参数:重复时间(TR)=9.7 ms,回波时间(TE)=4.6 ms,翻转角 $=9^\circ$,视野 $=256\text{ mm}\times 256\text{ mm}$,层数 160,层厚 1 mm。静息态功能像数据使用平面回波成像序列采集,参数:TR=2 000 ms,TE=30 ms,翻转角 $=90^\circ$,视野 $=192\text{ mm}\times 192\text{ mm}$,层数 35,层厚 4 mm,扫描时间 7'40"。

3. MRI 图像分析处理:(1)结构像预处理:运用 SPM12 软件(<http://www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm>)在 Matlab 平台基础上进行数据处理,步骤如下:(1)原始图像转 NIFTI 格式;(2)偏场校正(DARTEL 算法);(3)去除脑外结构,计算颅内总容积;(4)标准化图像到蒙特利尔神经科学研究所(Montreal neurological institute, MNI)空间,重采样分辨率为 $3\text{ mm}\times 3\text{ mm}\times 3\text{ mm}$;(5) 8 mm 全宽半高的高斯平滑核。(2)功能像预处理:运用 DPARSF 软件(<http://rfmri.org/DPARSF>)在 Matlab 平台基础上进行数据处理,步骤如下:(1)原始图像转 NIFTI 格式;(2)剔除前 10 个时间点图像数据;(3)校正时间层及头动,剔除帧位移(framewise displacement, FD)大于 1.5 mm 或者转动角度大于 1.5° 的受试者;(4)标准化图像到 MNI 空间;(5)去线性漂移、行 $0.01\sim 0.08\text{ Hz}$ 带通滤波;(6)去除头动参数、白质、脑脊液信号;(7) 6 mm 全宽半高的高斯平滑核。

4. 统计学分析:采用 R 3.6.1 和 SPSS 20.0 进行统计分析。正态定量资料以均数 $\pm$ 标准差表示,组间比较用 t 检验;定性资料行卡方检验, $P<0.05$ 为差异有统计学意义的阈值。影像组间分析以性别、年龄、受教育程度、颅内总容积(仅脑结构分析)

为协变量,通过 SPM12 体素多元回归分析在全脑灰质体积(gray matter volume, GMV)和局部一致性(regional homogeneity, ReHo)两方面与失独所致 PTSD 缓解相关的脑区。多重比较校正采用高斯随机场(Gaussian random field, GRF)校正,体素水平 $P<0.01$,团块水平 $P<0.05$ 。采用 xjview 软件保存与失独所致 PTSD 缓解有关的脑区并经 restplus 软件提值。Logistic 回归和 LASSO 回归确定缓解的独立影响因素。利用“rms”包构建列线图。采用受试者工作特征(ROC)曲线评估模型效能。

结 果

一、R-PTSD 与 P-PTSD 组的一般资料比较

本研究共纳入失独所致 PTSD 患者 34 例,依据两年后 CAPS 量表评估结果, R-PTSD 组 18 例, P-PTSD 组 16 例,缓解率为 52.9%。比较两组患者的临床资料,包括年龄、性别、受教育年限、初始 CAPS 评分及合并抑郁情况等,两组患者随访时 CAPS 量表得分及 HAMD 量表得分有统计学意义($P<0.05$)。见表 1。

表 1 R-PTSD 组与 P-PTSD 组患者临床资料的比较

指标	P-PTSD 组 ($n=18$)	R-PTSD 组 ($n=16$)	χ^2/t	P 值
年龄(年, $\bar{x}\pm s$)	58.72 $\pm$ 4.94	58.19 $\pm$ 4.72	0.32	0.750 ^a
受教育程度(年, $\bar{x}\pm s$)	6.94 $\pm$ 4.14	7.75 $\pm$ 4.07	-0.57	0.572 ^a
性别(男/女,例)	3/15	6/10	1.89	0.250 ^b
BMI(kg/m^2 , $\bar{x}\pm s$)	25.33 $\pm$ 3.85	24.75 $\pm$ 3.28	0.47	0.640 ^a
创伤持续时间(月, $\bar{x}\pm s$)	78.28 $\pm$ 69.40	49.75 $\pm$ 59.70	1.28	0.211 ^a
MMSE(分, $\bar{x}\pm s$)				
基线	22.72 $\pm$ 7.62	23.75 $\pm$ 6.13	-0.43	0.670 ^a
随访	22.22 $\pm$ 4.94	25.00 $\pm$ 3.60	-1.85	0.073 ^a
CAPS(分, $\bar{x}\pm s$)				
基线	53.83 $\pm$ 9.79	47.50 $\pm$ 11.28	1.75	0.089 ^a
随访	45.67 $\pm$ 8.01	22.75 $\pm$ 7.11	8.77	0.001 ^a
HAMD(分, $\bar{x}\pm s$)				
基线	15.06 $\pm$ 6.80	11.19 $\pm$ 4.21	1.96	0.058 ^a
随访	10.78 $\pm$ 4.02	6.25 $\pm$ 3.26	3.58	0.001 ^a

注: P-PTSD 组为失独后创伤后应激障碍持续组; R-PTSD 组为失独后创伤后应激障碍缓解组; ^a 为 T 值; ^b 为 χ^2 值; BMI 为体质指数; CAPS 为临床用 PTSD 诊断量表; MMSE 为简易精神状态评估量表; HAMD 为汉密尔顿抑郁量表

二、R-PTSD 与 P-PTSD 组脑影像学特征比较

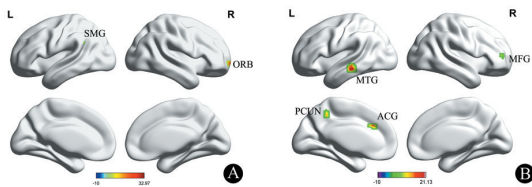
基线时,相较于 P-PTSD 组, R-PTSD 组患者右侧眶额中回、左侧颞极-颞上回及左侧缘上回的 GMV 显著增加($P<0.05$);右侧额中回的 ReHo 值明显升高;右侧顶上回、左侧颞中回、左侧楔前叶及左侧前扣带与旁扣带脑回的 ReHo 值相对较低,差异

有统计学意义($P<0.05$),详见表 2、图 1。

表 2 R-PTSD 组与 P-PTSD 组患者显著差异脑区

分组	脑区	体素	MNI 坐标			T 值
			x	y	z	
P-PTSD 组<R-PTSD 组	GMV-ORB mid. R	206	12	67.5	-1.5	32.197
	GMV-TPO sup. L	8	-57	4.5	0	9.653
	GMV-SMG. L	8	-52.5	-52.5	30	9.513
	ReHo-MFG. R	40	48	54	6	12.911
P-PTSD 组>R-PTSD 组	ReHo-MTG. L	59	-63	-27	-12	21.127
	ReHo-ACG. L	12	-9	27	30	17.346
	ReHo-SPG. R	25	15	-51	57	4.814
	ReHo-PCUN. L	16	0	-45	54	12.663

注:P-PTSD 组为失独后创伤后应激障碍持续组;R-PTSD 组为失独后创伤后应激障碍缓解组;GRF 校正,体素水平 $P<0.01$,团块水平 $P<0.05$;ORB mid. R 为右侧眶额中回,TPO sup. L 为左侧颞极-颞上回,SMG. L 为左侧缘上回,MFG. R 为右侧额中回,MTG. L 为左侧额中回,ACG. L 为左侧前扣带与旁扣带脑回,SPG. R 为右侧顶上回,PCUN. L 为左侧楔前叶



A 图中橙色代表 GMV 增大脑区,绿色代表 GMV 减小脑区;B 图中红色代表 ReHo 值升高脑区,绿色代表 ReHo 值降低脑区,下方色标代表 t 值;GRF 校正,体素水平 $P<0.01$,团块水平 $P<0.05$

图 1 R-PTSD 组与 P-PTSD 组差异脑区示意图(A:两组间 GMV 差异脑区;B:两组间 ReHo 差异脑区)

三、PTSD 缓解相关影像学指标筛选与分析

为识别与 PTSD 缓解相关的关键脑影像特征,对上述差异脑区提取的影像进行联合提值,构成基于 GMV 的联合预测值、基于 ReHo 的联合预测值(ReHo 预测值)及基于 ReHo 和 GMV 的联合预测值(GMV-ReHo 预测值)这 3 个新变量,将差异脑区 11 个提值参数进行 LASSO 回归分析,并通过 10 折交叉验证确定最优正则化参数($\lambda=0.146$),最终筛选出 3 个具有非零系数的变量:左侧颞中回 ReHo($\beta=0.107$)、ReHo 预测值($\beta=0.344$)及 GMV-ReHo 预测值($\beta=0.709$),见图 2A、2B。校正差异性协因素后的多因素 Logistic 回归模型结果显示,GMV-ReHo 预测值为独立影响 PTSD 缓解的因素($P<0.001$),见图 2C。

四、基于影像特征的 PTSD 缓解模型构建

基于多因素回归结果,以 GMV-ReHo 预测值为变量构建列线图模型预测失独个体 PTSD 缓解可能

性,见图 3A。ROC 分析显示,模型预测效能优异,AUC 为 0.979(95%CI=0.935~0.996, $P<0.001$),最佳截断值 0.749。采用 Bootstrap 法(1 000 次重复抽样)进行内部验证,结果表明模型稳定性与拟合度良好(平均 AUC=0.976,95%CI=0.927~0.998;Hosmer-Lemeshow 检验, $\chi^2=5.14$, $P=0.740$,最佳截断值 0.764),见图 3B、3C。

五、与临床评分模型的比较以及联合效能分析

DeLong 检验显示,影像模型效能显著优于基于 CAPS 评分的临床评分模型(AUC=0.731,95%CI=0.563~0.899, $P=0.021$)($Z=2.482$, $P=0.013$)。进一步构建 CAPS 评分与 GMV-ReHo 预测值的联合模型后,其 AUC 提升至 0.984(95%CI=0.952~0.998, $P<0.001$),敏感度与特异度均优于单一模型(联合模型比神经影像模型: $Z=2.021$, $P=0.043$;联合模型比临床评分模型: $Z=2.871$, $P=0.004$)。

讨 论

本研究聚焦失独所致 PTSD 患者症状缓解的预测研究,采用多模态磁共振成像技术,联合脑结构(GMV)与功能(ReHo)两个指标构建了基线神经影像预测模型,并验证其具有较高预测效能。结果表明,GMV-ReHo 预测值是失独所致 PTSD 缓解的独立预测因素,且模型 ROC 曲线 AUC 达 0.979,联合 CAPS 评分后进一步提升至 0.984,显著优于 CAPS 评分模型。不同于既往普通创伤背景下的 PTSD 研究^[10-11],本研究对象均为因独生子女丧失而患病的中年父母,创伤类型同质且情感冲击更深,群体特异性和临床代表性较强。同时,研究在分析方法上采用 LASSO 回归筛选特征,避免多重共线和过拟合,并通过 Bootstrap 法进行内部验证,增强模型稳定性和可重复性。本研究补充了失独群体 PTSD 影像学表征的证据,为识别高风险个体、优化心理干预提供了可量化的生物学指标。

本研究发现,失独所致 PTSD 缓解者与未缓解者之间在多个脑区的结构和功能存在显著差异,提示这些区域或对 PTSD 症状缓解可能起到重要作用。失独所致 PTSD 缓解者的右侧眶额中回、左侧颞上回等区域的 GMV 存在显著增大,而这些脑区在社会情绪加工、自我参照及冲突监控等心理功能中均承担重要作用^[12-14],构成了情绪调节与创伤加工能力的解剖基础。额中回作为背外侧前额叶的核心,连接默认模式网络与中央执行网络,在情绪认知调控中起关键作用^[15]。楔前叶作为顶叶的一部分,

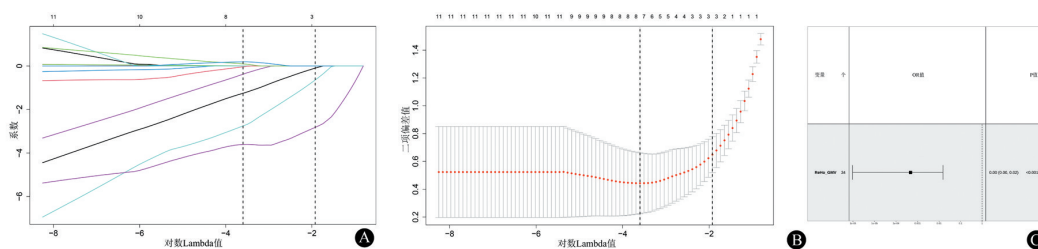


图2 基线时 PTSD 缓解因素的筛查结果 (A: LASSO 回归的系数路线图; B: LASSO 回归的交叉验证图; C: 多因素 Logistic 回归模型)

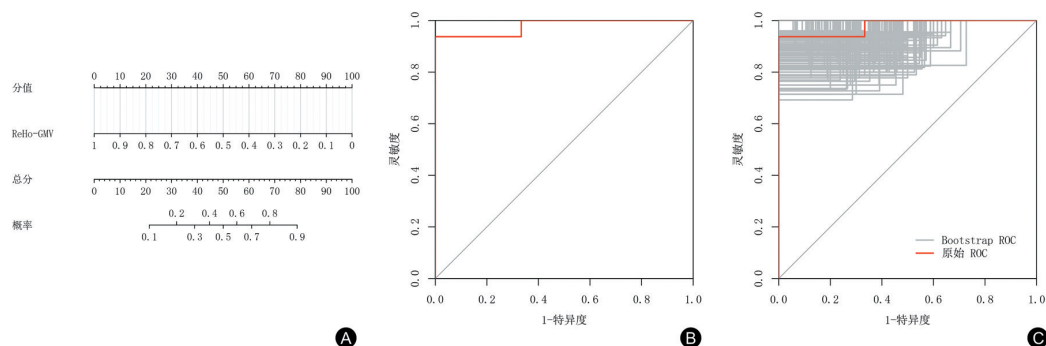


图3 PTSD 缓解的列线图及 ROC 曲线 (A: 列线图模型; B: ROC 曲线评估; C: 内部验证后的 ROC 曲线评估)

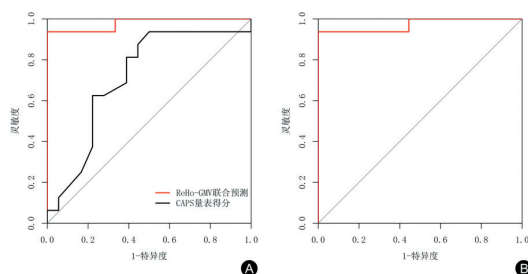


图4 PTSD 缓解临床评分模型的比较 (A: 神经影像模型与 CAPS 评分模型的 ROC 曲线; B: CAPS 评分联合 GMV-ReHo 预测值模型的 ROC 曲线)

参与情景记忆提取和自我参照加工等^[16]。颞中回在运动感觉网络中起着重要作用^[17],与情绪调节和认知功能密切相关^[18]。缓解者右侧额中回 ReHo 值升高,提示缓解者可能存在对注意资源、认知控制的代偿性增强^[19],利于抑制和重编创伤信息;而楔前叶、左侧颞中回等脑区 ReHo 值降低,可能意味着创伤联想通路活动减弱,与回避、侵入症状缓解相符^[20-22]。本研究的阳性影像学特征与既往 PTSD 研究结果相一致^[13,23],这进一步证实了研究指标的生物学合理性。

与传统临床量表相比,本研究构建的神经影像模型预测能力更强。CAPS 等量表虽然在临床广泛使用,但其结果高度依赖受试者主观陈述、访谈过程及评分者经验,易受情绪与情境干扰,难以揭示疾病

生物学本质^[24]。而影像学指标客观稳定,不依赖被试主观配合,尤其在创伤事件发生多年后的慢性 PTSD 阶段,生理重构趋于稳定,影像标志物的预测潜力更为突出。因此,将神经影像指标纳入 PTSD 预后评估框架,是实现个体化心理干预的重要方向。

本研究存在一定局限性,受失独 PTSD 患者入组依从性低的影响,虽采用交叉验证等方法提升结果稳定性,但缺乏独立外部验证;且仅基于基线影像数据,未纳入随访期纵向成像,未能追踪脑结构和功能在干预或自然恢复过程中的动态演化;此外,本研究中的病例数较少,限制了可以添加到预测模型中的变量数量和预测模型的能力。基于此,本项目组在后期研究中将进一步增加样本量,扩大样本验证,拓展影像参数维度,融入脑网络连接性等高级特征,或结合影像组学与机器学习;同时整合心理行为、生活事件、应对方式和社会支持等变量,构建多维模型以提升临床预测效能。

综上所述,本研究首次采用多模态磁共振成像技术,构建失独所致 PTSD 神经影像预测模型,并评估单独传统临床评分与联合预测效能,探索性地为失独所致 PTSD 缓解机制提供新线索,证实了神经影像在个体化预后评估中的潜力,也为识别失独人群 PTSD 缓解可能性提供了客观依据。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

作者贡献声明 李宸思:试验设计及实施、数据采集及分析、统计分

析、论文撰写;罗一烽:试验设计及实施、论文修改、经费支持、研究指导、行政技术或材料支持;曹志宏、李月峰、戚荣丰、张丽、卢光明:试验设计、论文修改、经费支持、研究指导;葛继元、兰青悦、吴洛安:研究实施、数据采集、统计分析

参 考 文 献

- [1] Wei Y, Jiang Q, Gietel-Basten S. The well-being of bereaved parents in an only-child society[J]. *Death Stud*, 2016, 40(1): 22-31. DOI: 10.1080/07481187.2015.1056563.
- [2] Yin Q, Shang Z, Zhou N, et al. An investigation of physical and mental health consequences among Chinese parents who lost their only child[J]. *BMC Psychiatry*, 2018, 18(1): 45. DOI: 10.1186/s12888-018-1621-2.
- [3] Kunimatsu A, Yasaka K, Akai H, et al. MRI findings in posttraumatic stress disorder[J]. *J Magn Reson Imaging*, 2020, 52(2): 380-396. DOI: 10.1002/jmri.26929.
- [4] Wang Q, Zhang S, Wang Y, et al. Prevalence and risk factors of posttraumatic stress disorder among Chinese shidu parents: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Affect Disord*, 2021, 282: 1180-1186. DOI: 10.1016/j.jad.2021.01.017.
- [5] Weathers FW, Keane TM, Davidson JR. Clinician-administered PTSD scale: a review of the first ten years of research[J]. *Depress Anxiety*, 2001, 13(3): 132-156. DOI: 10.1002/da.1029.
- [6] Luo Y, Qi R, Zhang L, et al. Functional brain network topology in parents who lost their only child in China: Post-traumatic stress disorder and sex effects[J]. *J Affect Disord*, 2019, 257: 632-639. DOI: 10.1016/j.jad.2019.07.004.
- [7] Luo Y, Liu Y, Qing Z, et al. Sex differences in re-experiencing symptoms between husbands and wives who lost their only child in china: a resting-state functional connectivity study of hippocampal subfields[J]. *Front Hum Neurosci*, 2021, 15: 655044. DOI: 10.3389/fnhum.2021.655044.
- [8] Hu X, Luo Y, Qi R, et al. Disorganized functional connectivity of anterior insular subnetworks in adults with executive dysfunction after trauma exposure[J]. *Neuroscience*, 2024, 538: 40-45. DOI: 10.1016/j.neuroscience.2023.12.005.
- [9] Lobbestael J, Leurgans M, Arntz A. Inter-rater reliability of the structured clinical interview for DSM-IV axis I disorders (SCID I) and axis II disorders (SCID II)[J]. *Clin Psychol Psychother*, 2011, 18(1): 75-79. DOI: 10.1002/cpp.693.
- [10] Pietrzak RH, Tracy M, Galea S, et al. Resilience in the face of disaster: prevalence and longitudinal course of mental disorders following hurricane Ike[J]. *PLoS One*, 2012, 7(6): e38964. DOI: 10.1371/journal.pone.0038964.
- [11] 景文春. 机动车辆碰撞后患者创伤后应激障碍预测模型的构建与验证[J]. *中华现代护理杂志*, 2024, 30(36): 4951-4956. DOI: 10.3760/cma.j.cn115682-20240313-01329.
Jing WC. Construction and validation of a predictive model for post-traumatic stress disorder in patients after motor vehicle collisions[J]. *Chin J Mod Nurs*, 2024, 30(36): 4951-4956. DOI: 10.3760/cma.j.cn115682-20240313-01329.
- [12] Phillips ML, Ladouceur CD, Drevets WC. A neural model of voluntary and automatic emotion regulation: implications for understanding the pathophysiology and neurodevelopment of bipolar disorder[J]. *Mol Psychiatry*, 2008, 13(9): 829, 833-857. DOI: 10.1038/mp.2008.65.
- [13] Qi R, Cao Z, Surento W, et al. RORA rs8042149 polymorphism moderates the association between PTSD symptom severity and transverse temporal gyrus thickness in Han Chinese adults who lost their only child[J]. *J Affect Disord*, 2022, 314: 318-324. DOI: 10.1016/j.jad.2022.07.044.
- [14] Fleck MS, Daselaar SM, Dobbins IG, et al. Role of prefrontal and anterior cingulate regions in decision-making processes shared by memory and nonmemory tasks[J]. *Cereb Cortex*, 2006, 16(11): 1623-1630. DOI: 10.1093/cercor/bhj097.
- [15] Davey CG, Breakspear M, Pujol J, et al. A brain model of disturbed self-appraisal in depression[J]. *Am J Psychiatry*, 2017, 174(9): 895-903. DOI: 10.1176/appi.ajp.2017.16080883.
- [16] 那宇亭, 赵宇雯, 关丽丽. 自我面孔识别的神经机制: 基于 fMRI 研究的 ALE 元分析[J]. *心理科学进展*, 2021, 29(10): 1783-1795.
Na YT, Zhao YW, Guan LL. The neural mechanism of self-face recognition: an ALE meta-analysis of fMRI studies[J]. *Advances in Psychological Science*, 2021, 29(10): 1783-1795.
- [17] 王淑青, 李滢, 王明慧, 等. 前庭性偏头痛患者脑灰质体积异常研究[J]. *精准医学杂志*, 2019, 34(3): 220-223. DOI: 10.13362/j.jpmed.201903008.
Wang SQ, Li Y, Wang MH, et al. Abnormal gray matter volume in patients with vestibular migraine[J]. *Journal of Precision Medicine*, 2019, 34(3): 220-223. DOI: 10.13362/j.jpmed.201903008.
- [18] Goulden N, McKie S, Thomas EJ, et al. Reversed frontotemporal connectivity during emotional face processing in remitted depression[J]. *Biol Psychiatry*, 2012, 72(7): 604-611. DOI: 10.1016/j.biopsych.2012.04.031.
- [19] Agathos J, Steward T, Davey CG, et al. Differential engagement of the posterior cingulate cortex during cognitive restructuring of negative self- and social beliefs[J]. *Soc Cogn Affect Neurosci*, 2023, 18(1): nsad024. DOI: 10.1093/scan/nsad024.
- [20] Bomyea J, Stout DM, Simmons AN. Attenuated prefrontal and temporal neural activity during working memory as a potential biomarker of suicidal ideation in veterans with PTSD[J]. *J Affect Disord*, 2019, 257: 607-614. DOI: 10.1016/j.jad.2019.07.050.
- [21] Yin Y, Jin C, Eyler LT, et al. Altered regional homogeneity in post-traumatic stress disorder: a resting-state functional magnetic resonance imaging study[J]. *Neurosci Bull*, 2012, 28(5): 541-549. DOI: 10.1007/s12264-012-1261-3.
- [22] Sun S, Yu H, Yu R, et al. Functional connectivity between the amygdala and prefrontal cortex underlies processing of emotion ambiguity[J]. *Transl Psychiatry*, 2023, 13(1): 334. DOI: 10.1038/s41398-023-02625-w.
- [23] Ke J, Chen F, Qi R, et al. Post-traumatic stress influences local and remote functional connectivity: a resting-state functional magnetic resonance imaging study[J]. *Brain Imaging Behav*, 2017, 11(5): 1316-1325. DOI: 10.1007/s11682-016-9622-6.
- [24] 徐向东, 吕淑云, 夏叶玲, 等. 4 种量表对创伤后应激障碍的预测效能[J]. *中华行为医学与脑科学杂志*, 2013, 22(6): 564-567. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-6554.2013.06.028.
Xu XD, Lyu SY, Xia YL, et al. Prediction efficiency of four kinds of scale for post-traumatic stress disorder[J]. *Chin J Behav Med Brain Sci*, 2013, 22(6): 564-567. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-6554.2013.06.028.

(收稿日期: 2025-07-19)

(本文编辑: 冯学泉)