

## 静息态 fMRI 局域指标和新兵军训情绪状态的相关性研究

邱连丽,夏卓漫,戚荣丰,吴伟,刘月琴,卢光明

**【摘要】 目的:**利用静息态功能磁共振成像(rs-fMRI)探讨入伍新兵军训前(基线状态)脑自发神经活动与训练前焦虑/抑郁评分和训练结束时焦虑/抑郁评分变化值的相关性。**方法:**前瞻性将 2021 年南京某部队 50 名入伍男性新兵[年龄( $20.45 \pm 1.65$  岁)]纳入本研究,在军训前对所有被试行 rs-fMRI 扫描,获得全脑的低频振幅比(fALFF)和局部一致性(ReHo)值。在军训前和 3 个月军训结束时采用焦虑和抑郁量表评估其情绪状态。采用配对  $t$  检验比较军训前、后新兵的焦虑和抑郁评分的变化,并利用线性回归方法分析新兵基线状态的 fALFF 和 ReHo 值与基线焦虑、抑郁评分和军训前、后量表评分差值( $\Delta$ 评分<sub>焦虑</sub>、 $\Delta$ 评分<sub>抑郁</sub>)的相关性。**结果:**新兵军训后的焦虑评分较军训前显著降低( $P < 0.001$ ),抑郁评分也较军训前降低但差异无统计学意义( $P = 0.062$ )。线性回归分析显示基线状态右侧中央后回的 ReHo 值与训练前的焦虑评分呈中度正相关( $r = 0.53, P < 0.01$ ),左、右侧额下回的 fALFF 值与训练前的抑郁评分呈中度正相关( $r$  值分别为 0.56 和 0.65,  $P$  均  $< 0.01$ );基线状态右侧海马 fALFF 值与  $\Delta$ 评分<sub>焦虑</sub>呈中度负相关( $r = -0.63, P < 0.01$ )。**结论:**基线状态新兵脑局域自发神经活动与军训前基线情绪状态及军训前、后情绪评分的变化具有相关性,提示 rs-fMRI 具有预警入伍新兵的情绪状态以及预测军训对新兵情绪状态影响的潜在应用前景。

**【关键词】** 入伍新兵;焦虑;抑郁;静息态功能磁共振成像;局部一致性;低频振幅比

**【中图分类号】** R445.2;R735.3 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2023)04-0406-06

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2023.04.007

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

**Correlation between resting-state fMRI local indexes and emotional status of recruits in military training**

QIU Lian-li, XIA Zhuo-man, QI Rong-feng, et al. Department of Diagnostic Radiology, Jinling Hospital, Affiliated Hospital of Medical School, Nanjing University, Nanjing 210000, China

**【Abstract】 Objective:** To investigate the relationship between spontaneous brain neural activity before military training (baseline state) using resting-state functional magnetic resonance imaging (rs-fMRI) and their anxiety/depression scores before and after training. **Methods:** 50 male recruits (aged  $20.45 \pm 1.65$  years old) of a unit in Nanjing in 2021 were included in this prospective study. All subjects underwent rs-fMRI scan before military training, as well as anxiety and depression scale assessments were used to assess their emotional state before and after military training. The paired  $t$ -test was used to analyze the changes of anxiety and depression scores before and after military training. Linear regression analysis was performed to evaluate the correlation between baseline fractional amplitude of low-frequency fluctuation (fALFF) and regional homogeneity (ReHo) and the baseline anxiety and depression scores, as well as the changes of anxiety and depression scores after military training ( $\Delta S_{\text{anxiety}}$  and  $\Delta S_{\text{depression}}$ , respectively). **Results:** The anxiety score of recruits after military training was significantly decreased than that before military training ( $P < 0.001$ ), while the depression score was decreased but the difference was not statistical ( $P = 0.062$ ). Linear regression analysis showed that the baseline ReHo values of the right posterior central gyrus showed moderately positive correlation with the anxiety scores before training ( $r = 0.53, P < 0.01$ ), and the baseline fALFF values of the left and right inferior frontal gyrus showed moderately positive correlation with the depression scores before training ( $r = 0.56$  and  $0.65$ , respectively; both  $P < 0.01$ ). In addition, the pre-training fALFF values of

作者单位:210000 南京,南京大学医学院附属金陵医院放射诊断科

作者简介:邱连丽(1997-),女,江苏南通人,硕士研究生,主要从事创伤后应激障碍的神经影像学研究。

通讯作者:卢光明, E-mail: cjr.luguangming@vip163.com

基金项目:江苏省自然科学基金面上项目(BK20221554);全军医学科研“十二五”科研项目重点课题(BWS11J063)

the right hippocampus and the  $\Delta S_{\text{anxiety}}$  values were moderately negatively correlated ( $r = -0.63, P < 0.01$ ). **Conclusion:** The local spontaneous neural activity of recruits before military training is correlated with the baseline emotional state and its change after military training, suggesting that rs-fMRI has the potential application prospect of early warning of the emotional state of recruits and predicting the influence of military training on the emotional state of recruits.

**[Key words]** Military recruit; Anxiety; Depression; Resting-state functional magnetic resonance imaging; Fractional amplitude of low-frequency fluctuation; Regional homogeneity

在新时代强军思想领导下,部队新兵训练由原来的基层单位分管分训调整为集中训练 3~4 个月<sup>[1]</sup>,新兵在这个过程中逐渐适应军人角色、学习作战知识、增强体能和实战能力,是形成我国军队战斗力的重要保障。近年来,随着对新兵训练研究的重视和深入,高强度军事训练带来的身体和心理影响越来越受到国内外研究者的重视<sup>[1-2]</sup>。

静息态功能磁共振成像(resting-state functional magnetic resonance imaging, rsfMRI)是利用静息状态下大脑自发的血氧水平依赖的信号变化来评估大脑的基线神经活动<sup>[3]</sup>,已成为创伤后应激障碍(post-traumatic stress disorder, PTSD)、抑郁症和精神分裂症等情绪相关类精神疾病的生物标志物的有效检测方法<sup>[4-6]</sup>。目前 rsfMRI 在军人轻度创伤性脑损伤以及 PTSD 等神经精神类疾病等领域的应用研究越来越多<sup>[7-9]</sup>,相关研究证实 rsfMRI 可较敏感地检测这些疾病患者脑自发活动的异常。但目前国内外利用 rsfMRI 研究军事训练对入伍新兵精神心理健康影响的报道较少。本研究中搜集入伍新兵在军事训练前基线状态的 rsfMRI 资料以及训练前、后的焦虑/抑郁自评量表评估数据,拟通过线性回归方法分析新兵基线状态下的脑自发神经活动与军训前、后情绪评分的相关性,检测军训对入伍新兵焦虑/抑郁情绪的影响,旨在探讨 rsfMRI 在评估入伍新兵情绪状态中的潜在应用价值。

## 材料与方法

### 1. 研究对象

前瞻性将 50 例 2021 年南京某部队新入伍官兵纳入本研究。排除标准:①经心理医生评估,患有 DSM-IV 轴 I 障碍的精神疾病或药物、酒精依赖;②患有严重躯体疾病;③军训前 6 个月内有严重感染病史或接受过手术治疗;④有幽闭恐惧症不能耐受磁共振检查;⑤有长期药物服用史。排除 1 例幽闭空间症不能耐受 MRI 检查以及 2 例磁共振图像伪影较大者,最终将 47 例受试者纳入统计分析。所有被试在训练前进行 rs-fMRI 扫描以及情绪问卷评估,并于 3 个月军训结束后再次进行情绪问卷评估。实验前严格按照《赫尔辛基宣言》制订知情同意书,所有受试者在实验

前先了解本研究的目的及意义并签署知情同意书。

### 2. 情绪问卷评估

采用焦虑自评量表<sup>[10]</sup>和抑郁自评量表<sup>[11]</sup>,在军训初期和军训结束时对 50 例新兵进行问卷评估,问卷填报均征得新兵本人同意,在无干扰情况下,按照真实情况填写,问卷回收率 100%。①焦虑自评量表(self-rating anxiety scale, SAS):该量表包含 20 个条目,累计 20 个条目的分值为原始分,原始分 $\times 1.25$ 为标准分(T), $T \geq 50$ 分表示存在焦虑,评分越高表明焦虑程度越重;②抑郁自评量表(self-rating depression scale, SDS):该量表包括 20 个条目,累计各条目的分值为原始分,原始分 $\times 1.25$ 为标准分(T),标准分  $T \geq 53$ 分表示存在抑郁,评分越高表明抑郁程度越重。

### 3. fMRI 数据采集

新兵基线状态(新兵到达分管军训基地 7 天内)的影像数据采集使用中国人民解放军东部战区总医院放射诊断科的 Siemens Magnetom Trio 3.0T 超导磁共振扫描仪。扫描前嘱咐新兵安静、闭眼,扫描过程中保持不动,放松并避免思考任何事情,但禁止入睡。Rs-fMRI 数据采集使用基于梯度回波的平面回波(GRE-EPI)序列,扫描定位线平行于前、后联合连线,扫描参数:TR 2000 ms, TE 30 ms, 翻转角  $80^\circ$ , 矩阵  $64 \times 64$ , 视野  $240 \text{ mm} \times 240 \text{ mm}$ , 层厚 4.0 mm, 层间距 0.4 mm, 扫描层数 30, 共采集 250 个时间点的数据。

### 4. fMRI 数据后处理

数据使用 Matlab 的 DPABI 软件包对 fMRI 数据进行预处理,具体步骤:①将 DICOM 格式的图像转变为可识别的 NIFTI 文件;②去除前 10 个时间点采集的数据;③进行时间层校正和头动矫正,去除头动  $> 2 \text{ mm}$  及转动  $> 2^\circ$  的数据;④将 fMRI 图像应用 EPI 模板进行标准化,重采样体素大小为  $3 \text{ mm} \times 3 \text{ mm} \times 3 \text{ mm}$ 。

本研究采用反映局域脑自发神经活动最常用的 rsfMRI 指标:局部一致性(regional homogeneity, ReHo)和低频振幅比(fractional amplitude of low frequency fluctuation, fALFF)。其中,ReHo 的测量方法是直接利用空间标准化后的图像,使用带通滤波器提取 0.01~0.10 Hz 的信号,去除呼吸、心跳等高频噪

声以及低频漂移,通过计算脑内每个体素与其周围相邻体素在时间序列上的一致性<sup>[12]</sup>,得到每个体素的肯德尔和谐系数(kendall's coefficient of concordance, KCC),即为该体素的 ReHo 值,主要用于反映静息状态下脑神经自发活动的一致性或连贯性。而 fALFF 的测量方法是将空间标准化后的图像使用全宽半高值为 8mm 的高斯核函数进行平滑(smooth),并去除低频线性漂移,然后对全脑信号强度的时间序列进行傅立叶变换,计算低频范围(0.01~0.10 Hz)内的血氧水平依赖信号振幅的平方根,即为 ALFF 值,再计算此频段内的 ALFF 值的总和与全频段振幅的总和的比值,得到全脑 fALFF 值<sup>[13]</sup>。

5. 统计学方法

采用配对 *t* 检验比较入伍新兵训练前、后焦虑/抑郁得分的变化情况,以  $P<0.05$  为差异有统计学意义。

fMRI 数据分析使用 SPM12.0 线性回归模型,以全脑标准化的 ReHo 和 fALFF 图为自变量,军训前的焦虑、抑郁得分及其在军训后的变化值( $\Delta$  焦虑/抑郁评分=军训后焦虑/抑郁评分-军训前焦虑/抑郁评分)为因变量,分析全脑基于体素的 ReHo 和 fALFF 值与焦虑/抑郁评分之间的相关性,并将年龄作为协变量去除其影响。多重比较校正采用高斯随机场(gaussian random field,GRF)方法<sup>[14-16]</sup>,显著性水平定义为全脑水平  $P<0.005$ (未校正)联合簇水平  $P<0.05$ 。

结 果

1. 临床资料

47 例新兵均为年轻未婚男性,年龄 17~24 岁,平均(20.45±1.65)岁。所有受试者在军训前、后的焦虑

及抑郁量表评分结果见表 1。军训结束后新兵的焦虑水平明显降低,与军训前的差异有统计学意义( $P<0.001$ ),抑郁水平亦有降低,但与军训前的差异无统计学意义( $P>0.05$ )。军训前 7 例(14%)有抑郁症状,1 例(2%)有焦虑症状;军训后 10 例(21%)有抑郁症状,0 例有焦虑症状。

表 1 受试新兵训练前后焦虑抑郁量表评分

| 量表     | 训练前评分        | 训练后评分        | <i>P</i> 值 |
|--------|--------------|--------------|------------|
| 焦虑自评量表 | 38.56±6.911  | 33.95±6.901  | <0.001     |
| 抑郁自评量表 | 40.69±10.464 | 37.53±12.623 | 0.062      |

2. rsfMRI 参数与焦虑/抑郁评分及其变化值的相关性

军训前全脑 ReHo 和 fALFF 值与新兵军训前情绪评分和军训前后情绪评分的差值存在相关性的脑区详见表 2 和图 1。右侧中央后回的 ReHo 值与新兵军训前焦虑评分呈正相关,双侧额下回的 fALFF 值与新兵军训前抑郁评分呈正相关,右侧海马与训练前后的焦虑评分变化值呈负相关。

表 2 ReHo 及 fALFF 值与新兵情绪评分有相关性的脑区

| 有相关性的指标              | 脑区     | BA | MNI 坐标 |     |    | 体素数目 | <i>t</i> 值 |
|----------------------|--------|----|--------|-----|----|------|------------|
|                      |        |    | X      | Y   | Z  |      |            |
| ReHo-焦虑评分            | 右侧中央后回 | 3  | 45     | -21 | 42 | 91   | 3.50       |
| fALFF-抑郁评分           | 左侧额下回  | 46 | -42    | 30  | 15 | 3    | 3.67       |
| fALFF-抑郁评分           | 右侧额下回  | 47 | 30     | 42  | 12 | 64   | 3.64       |
| fALFF- $\Delta$ 评分焦虑 | 右侧海马   | 13 | 30     | 27  | -9 | 12   | 3.70       |

注:BA 为 Brodmann 分区;MNI 为蒙特利尔神经研究所(Montreal Neurological Institute)标准空间模板。

线性回归分析结果见图 2。基线状态时,右侧中央后回的 ReHo 值与训练前的焦虑评分呈中度正相关( $r=0.53, P<0.01$ ;图 2a);左侧额下回的 fALFF 值与训练前的抑郁评分呈中度正相关( $r=0.56, P<0.01$ ;图 2b);右侧额下回的 fALFF 值与训练前的抑郁

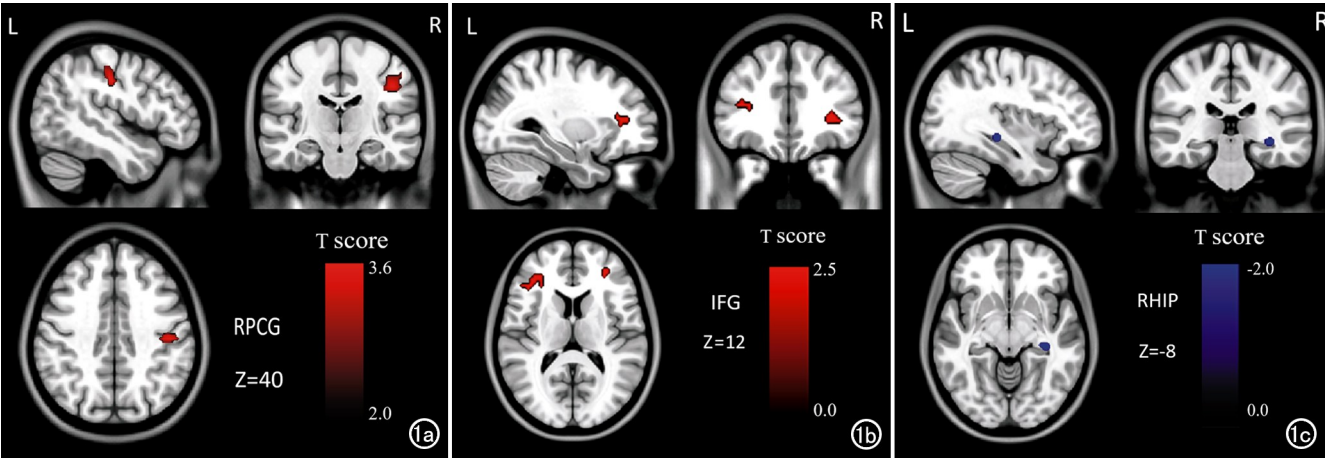


图 1 rs-fMRI 局域指标与情绪评分具有相关性的脑区分布图,红色代表正相关,蓝色代表负相关。a) 右侧中央后回局部脑组织(红色区域)的 ReHo 值与军训前焦虑评分呈正相关;b) 双侧额下回局部脑组织(红色区域)的 fALFF 值与军训前抑郁评分呈正相关;c) 右侧海马内局部区域的 fALFF 值与训练前、后的焦虑评分变化值呈负相关(蓝色区域)。

评分呈中度正相关( $r=0.65, P<0.01$ ;图 2c)。

军训结束时的分析结果表明,新兵基线水平右侧海马的 fALFF 值与  $\Delta$  评分焦虑呈中度负相关( $r=-0.63, P<0.01$ ;图 2d);未见与 fALFF 值有显著正相关关系的脑区,以及与 ReHo 值有显著相关性的脑区。

## 讨 论

新兵从普通群众过渡到后备作战军,与亲人分离,面对的是严格的军队纪律和高强度训练实战<sup>[17]</sup>,这些困难形成的压力会影响新兵的情绪状态<sup>[18]</sup>。本研究发现,军训结束时,新兵的焦虑和抑郁水平降低,其中焦虑水平的降低更为显著,提示军训能够有效改善入伍新兵的焦虑和抑郁状态。既往美国一项针对不同性别军人在陆军基础战斗训练产生的慢性压力环境情绪变化的研究表明,10 周的标准军事训练能够积极改善军人各种维度的情绪<sup>[19]</sup>,与本研究的结果基本一致。相关研究提示军事体能训练、以及更加规律、足量的作息时间是改善情绪状态的主要原因<sup>[20-21]</sup>。

rs-fMRI 是研究情绪相关精神疾病生物学标志物的重要成像手段<sup>[4-6]</sup>,能无创性监测大脑神经活动,rs-fMRI 定量参数 fALFF 和 ReHo 目前已被广泛应用于情绪类精神疾病的研究<sup>[22]</sup>。但是,目前尚缺乏利用 rs-fMRI 探讨入伍新兵情绪状态变化的研究报道。本研究创新性地利用 rs-fMRI 探讨新兵大脑自发脑活动与军训期间情绪评分的相关性,结果显示基线水平(新兵到达分管军训基地 7 天内)rs-fMRI 显示的脑自发活动不仅与入伍新兵训练前的情绪评分具有中度相关性,提示客观影像学指标能够反映个体焦虑、抑郁等情绪状态,而且与焦虑评分的变化值具有显著相关性,提示功能影像指标具有预测个体抗焦虑能力的潜在价值。

新兵入伍后,因面对身份的迅速转变以及即将接受的高强度的军事训练,会产生情绪处理的负担,而利用 rs-fMRI 成像技术,可以客观检测出这一情绪状态

的神经生物学基础。本研究结果显示,右侧中央后回的 ReHo 值与训练前的焦虑得分呈中度正相关,双侧额下回 fALFF 与新兵训练前的抑郁水平呈中度正相关,表明基线水平的脑自发活动确实能够在一定程度上客观、量化检测新兵初入军营时的情绪状态。右侧中央后回属于体感皮层,是正确识别、响应和调节情绪的重要脑区,也是 PTSD、抑郁症和恐慌症等情绪相关精神类疾病的易损脑区<sup>[23-24]</sup>。额下回主要参与个体的情绪管理、奖赏评估以及行为决策<sup>[25-27]</sup>,既往有 rs-fMRI 研究证实额下回神经活动与抑郁症密切相关<sup>[28]</sup>,主要表现为抑郁症患者相比正常对照组的额下回激活程度显著增高<sup>[29]</sup>。结合以往研究提示的前额叶在抑郁症发病和进展中的作用<sup>[28-30]</sup>,表明 rs-fMRI 定量指标不仅与抑郁症患者的抑郁水平相关,也能够敏感地早期反映健康个体抑郁情绪的状态。

目前很多研究证实 rs-fMRI 可作为早期预测情绪类疾病的发生发展及预后的影像指标<sup>[31-32]</sup>,是神经影像学研究的热门方向之一。本研究中除发现新兵基线状态时脑自发活动程度与情绪状态相关,还发现右侧海马的 fALFF 值与训练结束时焦虑评分的变化值呈负相关,提示基线水平的海马自发神经活动能够反映焦虑水平的变化。海马是处理情境记忆和认知功能的核心脑区<sup>[33]</sup>,应激相关精神疾病常会表现出认知障碍和记忆缺陷,慢性压力通过下丘脑-垂体-肾上腺释放过多的皮质醇影响海马的功能<sup>[34]</sup>。长期的慢性压力与 PTSD 和抑郁症等各种精神疾病的发生、发展密切联系。一项 meta 分析结果表明,与健康对照组相比,PTSD 组右侧海马体积明显减小<sup>[35]</sup>,较小的海马体积既可能是 PTSD 发病的先兆危险因素<sup>[36]</sup>,也可能是 PTSD 发病后的病理改变<sup>[37]</sup>。本研究结果提示,静息状态下海马高水平的脑自发活动可能是减少新兵在军训期间焦虑水平的保护性因素,具有反映个体在慢性应激状态下抗焦虑能力高低的潜在价值。

本研究存在一定的局限性:①作为首次利用 rs-fMRI 探究训练新兵情绪状态的研究,由于受试群体

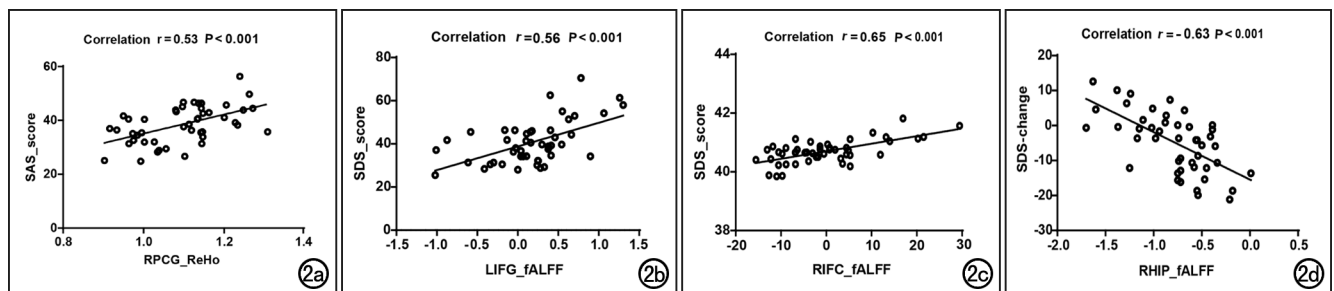


图 2 相关分析散点图。a)基线状态时,右侧中央后回的 ReHo 值与焦虑评分呈中度正相关;b)基线状态时,左侧额下回(LIFG)的 fALFF 值与抑郁评分呈中度正相关;c)基线状态时,右侧额下回(RIFG)的 fALFF 值与抑郁评分呈中度正相关;d)军训前右侧海马(RHIP)的 fALFF 值与焦虑评分的变化值呈中度负相关。

的特殊性,最终纳入研究的样本量较小,文章未采用更严格的校正方法如 FWE(family wise error,FWE);②本研究未能采集到新兵军训结束时的脑功能影像数据,缺乏纵向研究数据。因此本研究结果的稳定性和推广性需谨慎,需要在今后的研究中进一步扩大样本量并且利用更严格的方法来进行验证。

综上所述,本研究结果表明新兵基线水平 rs-fMRI 局域指标与训练前的情绪状态、以及训练后情绪评分的变化值具有中度相关性,提示 rs-fMRI 具有客观量化入伍新兵的情绪状态、以及预测军训对新兵情绪状态影响的潜在价值。

#### 参考文献:

- [1] 雷杰才,刘瑾,王兴.心理干预对新兵心理健康水平及训练伤发生率的影响研究[J].心理月刊,2022,17(14):29-31.
- [2] Kaufman KR,Brodine S,Shaffer R.Military training-related injuries:surveillance, research, and prevention[J].Am J Prev Med, 2000,18(Suppl 3):S54-S63.
- [3] Glover GH.Overview of functional magnetic resonance imaging [J].Neurosurg Clin N Am,2011,22(2):133-139.
- [4] Patriat R,Birn RM,Keding TJ,et al.Default-mode network abnormalities in pediatric posttraumatic stress disorder[J].J Am Acad Child Adolesc Psychiatry,2016,55(4):319-327.
- [5] Mkrtchian A,Evans JW,Kraus C,et al.Ketamine modulates fronto-striatal circuitry in depressed and healthy individuals[J].Mol Psychiatry,2021,26(7):3292-3301.
- [6] Gallos IK,Mantonakis L,Spilioti E,et al.The relation of integrated psychological therapy to resting state functional brain connectivity networks in patients with schizophrenia[J].Psychiatry Research,2021,306:114270.
- [7] Weiner MW,Veitch DP,Hayes J,et al.Effects of traumatic brain injury and posttraumatic stress disorder on Alzheimer's disease in veterans,using the Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative [J].Alzheimers Dement,2014,10(Suppl 3):S226-S335.
- [8] Herringa R,Phillips M,Almeida J,et al.Post-traumatic stress symptoms correlate with smaller subgenual cingulate,caudate,and insula volumes in unmedicated combat veterans[J].Psychiat Res, 2012,203(2-3):139-145.
- [9] Wolf EJ,Sadeh N,Leritz EC,et al.Posttraumatic stress disorder as a catalyst for the association between metabolic syndrome and reduced cortical thickness[J].Biol Psychiat,2016,80(5):363-371.
- [10] 王征宇,迟玉芬.焦虑自评量表(SAS)[J].上海精神医学,1984, 2:73-74.
- [11] 抑郁自评量表简介[J].临床荟萃,2009,24(5):383.
- [12] Zang Y,Jiang T,Lu Y,et al.Regional homogeneity approach to fMRI data analysis[J].NeuroImage,2004,22(1):394-400.
- [13] Biswal B,Yetkin FZ,Haughton VM,et al.Functional connectivity in the motor cortex of resting human brain using echo-planar MRI[J].Magn Reson Med,1995,34(4):537-541.
- [14] Shunkai L,Su T,Zhong S,et al.Abnormal dynamic functional connectivity of hippocampal subregions associated with working memory impairment in melancholic depression[J/OL].Psychol Med,2021 Dec 6:e1-e13.DOI:10.1017/S0033291721004906.
- [15] Liu P,Tu H,Zhang A,et al.Brain functional alterations in MDD patients with somatic symptoms:a resting-state fMRI study[J].J Affect Disord,2021,295:7887-7896.DOI:10.1016/j.jad.2021.08. 143.
- [16] 陈苑,韩少强,陈艺,等.首发青少年抑郁患者中缝核动态功能连接异常改变的静息态功能磁共振成像分析[J].中华医学杂志, 2021,101(37):3018-3023.
- [17] Orr RM,Cohen BS,Allison SC,et al.Models to predict injury, physical fitness failure and attrition in recruit training:a retrospective cohort study[J/OL].Mil Med Res, 2020, 7(1): e26. DOI:10.1186/s40779-020-00260-w.
- [18] Lieberman HR,Kellogg MD,Bathalon GP.Female marine recruit training:mood, body composition, and biochemical changes[J]. Med Sci Sports Exerc,2008,40(Suppl 11):S671-S676.
- [19] Lieberman HR,Karl JP,Mcclung JP,et al.Improved mood state and absence of sex differences in response to the stress of army basic combat training[J].Appl Psychol Health Well Being,2016, 8(3):351-363.
- [20] Nabkasorn C,Miyai N,Sootmongkol A,et al.Effects of physical exercise on depression, neuroendocrine stress hormones and physiological fitness in adolescent females with depressive symptoms[J].Eur J Public Health,2006,16(2):179-184.
- [21] Miller NL,Matsangas P,Kenney A.The role of sleep in the military: implications for training and operational effectiveness[R]. Naval Postgraduate School Monterey CA Dept of Operations Research, 2011. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780195399325.013.0084>.
- [22] Li GZ,Liu PH,Zhang AX,et al.A resting state fMRI study of major depressive disorder with and without anxiety[J/OL].Psychiatry Res,2022, 315: e114697.DOI: 10.1016/j.psychres.2022. 114697.
- [23] Adolphs R,Damasio H,Tranel D,et al.A role for somatosensory cortices in the visual recognition of emotion as revealed by three-dimensional lesion mapping[J].J Neurosci, 2000, 20(7): 2683-2690.
- [24] Kropf E,Syan SK,Minuzzi L,et al.From anatomy to function: the role of the somatosensory cortex in emotional regulation[J]. Revista Brasileira de Psiquiatria,2019,41(3):261-269.
- [25] Jiang J,Ferguson MA,Grafman J,et al.A lesion-derived brain network for emotion regulation[J/OL].Biol Psychiat,2023 Feb 14:eS0006-3223(23)00081-1.DOI: 10.1016/j.biopsych.2023.02. 007.
- [26] Yang X,Su Y,Yang F,et al.Neurofunctional mapping of reward anticipation and outcome for major depressive disorder:a voxel-based meta-analysis[J].Psychol Med,2022,52(15):3309-332.
- [27] Kietzman HW,Gourley SL.How social information impacts action in rodents and humans:the role of the prefrontal cortex and its connections [J/OL].Neurosci Biobehav Rev, 2023, 147: e105075.DOI:10.1016/j.neubiorev.2023.105075.
- [28] Koenigs M,Huey ED,Calamia M,et al.Distinct regions of prefrontal cortex mediate resistance and vulnerability to depression [J].J Neuroscience;the Official Journal of the Society For Neuroscience,2008,28(47):12341-12348.
- [29] Liu W,Ge T,Leng Y,et al.The role of neural plasticity in depression:from hippocampus to prefrontal cortex[J/OL].Neural

- Plasticity, 2017, 2017; e6871089. DOI: 10.1155/2017/6871089.
- [30] Koenigs M, Grafman J. The functional neuroanatomy of depression: distinct roles for ventromedial and dorsolateral prefrontal cortex[J]. Behav Brain Res, 2009, 201(2): 239-243.
- [31] Klein-Flügge MC, Jensen DEA, Takagi Y, et al. Relationship between nuclei-specific amygdala connectivity and mental health dimensions in humans[J]. Nat Hum Behav, 2022, 6(12): 1705-1722.
- [32] Reggente N, Moody TD, Morfini F, et al. Multivariate resting-state functional connectivity predicts response to cognitive behavioral therapy in obsessive-compulsive disorder[J]. Proc Natl Acad Sci USA, 2018, 115(9): 2222-2227.
- [33] Squire LR, Wixted JT. The cognitive neuroscience of human memory since H. M [J]. Ann Rev Neurosci, 2011, 34: 259-288. DOI: 10.1146/annurev-neuro-061010-113720.
- [34] Goosens KA, Sapolsky RM. Stress and glucocorticoid contributions to normal and pathological aging. In: Riddle DR, editor. Brain Aging: Models, Methods, and Mechanisms[M]. Boca Raton (FL): CRC Press/Taylor & Francis, 2007. PMID: 21204346.
- [35] O'Doherty DCM, Chitty KM, Saddiqui S, et al. A systematic review and meta-analysis of magnetic resonance imaging measurement of structural volumes in posttraumatic stress disorder[J]. Psychiat Res, 2015, 232(1): 1-33.
- [36] Gilbertson MW, Shenton ME, Ciszewski A, et al. Smaller hippocampal volume predicts pathologic vulnerability to psychological trauma[J]. Nat Neurosci, 2002, 5(11): 1242-1247.
- [37] Apfel BA, Ross J, Hlavin J, et al. Hippocampal volume differences in Gulf War veterans with current versus lifetime posttraumatic stress disorder symptoms[J]. Biol Psychiat, 2011, 69(6): 541-548.

(收稿日期: 2023-01-10 修回日期: 2023-02-28)

## 《放射学实践》杂志微信公众平台开通啦!

遵照同行评议、价值导向、等效应用原则,国内各大学会、协会、组织机构通过科技工作者推荐、专家评议、结果公示等规定程序,《放射学实践》杂志入选中国科协发布 10 大领域《我国高质量科技期刊分级目录》业内认可的较高水平期刊。《放射学实践》杂志入选 2020 年版北京大学和北京高校图书馆期刊工作研究会共同主持的国家社会科学基金项目“学术期刊评价及文献计量学研究”研究成果——《中国核心期刊要目总览》。

《放射学实践》杂志微信公众平台立足于准确地传递医学影像领域的最新信息,致力于为关注医学影像领域的广大人士服务。欢迎大家通过微信平台,以文字、图片、音频和视频等形式与我们互动,分享交流最新的医学影像资讯。您还可以通过微信平台免费阅读及搜索本刊所有发表过的论文,投稿作者可以查询稿件状态等。

您可以通过以下方式关注《放射学实践》杂志微信公众平台:

1. 打开微信,通过“添加朋友”,在搜索栏里直接输入“放射学实践”进行搜索。
2. 在“查找微信公众号”栏里输入“放射学实践”即可找到微信公众号,点击“关注”,添加到通讯录。
3. 打开微信,点击“扫一扫”,手机镜头对准下面的二维码,扫出后点击关注即可。



关注有惊喜!