

精神影像学在抑郁症及其针灸治疗的应用进展

韩成宇¹, 罗 宏¹, 马婷婷^{2*}

¹成都中医药大学针灸推拿学院, 四川 成都

²成都中医药大学附属医院, 四川 成都

收稿日期: 2025年10月12日; 录用日期: 2025年11月6日; 发布日期: 2025年11月20日

摘 要

目的: 回顾精神影像学在抑郁症发病机制的研究, 以及针灸治疗抑郁症的精神影像学应用现状, 为抑郁症神经生物学机制以及针灸治疗原理提供新的思路。方法: 以“精神影像学”、“精神影像学AND抑郁症”、“精神影像学AND抑郁症AND针灸”、“Psychoradiology”、“Psychoradiology AND Depression”、“Psychoradiology AND Depression AND Acupuncture”为检索词在PubMed、Web of Science、Embase、EBSCO、CNKI、VIP和万方电子数据库检索2016年~2023年论述性和临床研究文章。结果: 共纳入16项研究, 显示精神影像学在脑结构、脑功能和脑代谢方面对抑郁症的发病机制、治疗等研究存在优势, 且对针灸效应机制的解释有积极推动作用。结论: 精神影像学概念目前国内提及较少。作为新兴学科, 精神影像学研究多集中在抑郁症疾病的神经生物学机制探究, 存在一些限制和挑战。采用精神影像学研究针灸治疗抑郁症的文献较少, 精神影像学可能成为探索抑郁症针灸效应的脑影像潜力技术。

关键词

精神影像学, 抑郁症, 针刺疗法, 机制

Advances in Psychoradiology in Depression and Its Acupuncture Treatment

Chengyu Han¹, Hong Luo¹, Tingting Ma^{2*}

¹College of Acupuncture-Moxibustion and Tuina, Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu Sichuan

²Hospital of Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu Sichuan

Received: October 12, 2025; accepted: November 6, 2025; published: November 20, 2025

Abstract

Objective: To review and evaluate the existing evidence on Psychoradiology in the pathogenesis of

*通讯作者。

文章引用: 韩成宇, 罗宏, 马婷婷. 精神影像学在抑郁症及其针灸治疗的应用进展[J]. 中医学, 2025, 14(11): 5105-5111. DOI: 10.12677/tcm.2025.1411735

depression and its acupuncture, so as to provide new ideas for the neurobiological mechanism of depression and the treatment principle of acupuncture and moxibustion. **Methods:** We searched seven online databases, including PubMed, Web of Science, Embase, EBSCO, CNKI, VIP and Wanfang electronic databases, to identify eligible studies of acupuncture for Depression published from 2016 to 2023 with the key words of “psychoimaging”, “psychoimaging and depression”, “psychoimaging and acupuncture and moxibustion”, “psychology and depression and acupuncture”, “psychology and depression and acupuncture”. **Results:** 16 studies were included, which showed that Psychoradiology had advantages in the study of pathogenesis and treatment of depression in terms of brain structure, brain function and brain metabolism, and had a positive role in promoting the explanation of the mechanism of acupuncture and moxibustion effect. **Conclusion:** The concept of Psychoradiology is currently rarely mentioned in China. As an emerging discipline, studies in Psychoradiology mainly focus on exploring the neurobiological mechanisms of depression and there are some limitations and challenges. There is less literature on depression with acupuncture and moxibustion using Psychoradiology. In fact, Psychoradiology may become a potential technology of brain imaging to explore the effect of acupuncture and moxibustion on depression.

Keywords

Psychoradiology, Depression, Acupuncture Treatment, Mechanism

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

精神影像学作为新兴热点学科,可借助脑结构、脑功能、脑代谢的影像特征对精神疾病的神经生物学机制及其防治进行研究,在多种精神障碍特别是抑郁症中应用广泛。而抑郁症是一种常见的精神疾病,属于中医“郁证”,特征是至少持续两周的情绪低落、兴趣减退、认知功能受损和睡眠或食欲紊乱等症状[1]。严重者反复出现自杀意念及行为,复发率高,致残率高。目前抑郁症的机制存在单胺类递质假说、下丘脑-垂体-肾上腺轴失调、神经胶质细胞变性、肠道菌群紊乱等不同观点[2][3],尚无定论。目前临床诊断普遍依赖测试量表与行为评估,存在诊断不足或过度诊断的问题。抑郁症治疗方法包括药物治疗、心理疗法、物理治疗等,但具有疗效时长不足、不良反应多等缺点。针灸疗法具有良好耐受性和较少副作用的优势[4],被公认为是一种治疗精神障碍有效的替代疗法[5],已被广泛用于治疗精神障碍[6]。本文希望通过总结抑郁症的精神影像学研究新进展,及针灸治疗抑郁症的精神影像学研究现状,阐明其前景与挑战。

2. 精神影像学简介

精神影像学是医学影像学和精神病学交叉的新兴学科[7],由传统的形态学发展为形态、功能和分子水平相结合的多模态影像检查技术。其分析方法更趋于人工智能,即利用深度学习与机器学习辅助精神影像分析大脑区域变化,以实现精神影像层面的定量分析。精神影像学有望在抑郁症患者的诊断、评估、治疗、预后和疾病风险预警中发挥关键作用。

2.1. 精神影像学的发展

精神影像学始于上世纪 80 年代左右的电子计算机断层扫描(Computed Tomography, CT)结构研究。最

初抑郁症定义不甚清晰[8]。而 CT、脑诱发电位、脑电图的断层扫描图等技术被应用于精神障碍领域[9]-[11]。研究最先发现精神分裂患者的心室增加与认知障碍高度相关[12]。而后学者们首次发现抑郁症患者存在脑室扩大等异常[13] [14]。这与后来国内发现抑郁症患者脑 CT 显示低密度影,而治愈后复查 CT 正常结果一致[15]。功能性磁共振成像(functional Magnetic Resonance Imaging, fMRI)——作为一种非侵入性脑功能研究方法的出现使得大脑在特定任务或特定情感状态时的活动能够被人们观测。该领域于 2016 年“Psychoradiology”关键词确立后进入快速发展阶段,相关文献数量激增,现已成为精神病学与神经科学中一个极具潜力的前沿交叉学科。

2.2. 精神影像学的两大核心

区别于传统意义上的神经影像学,精神疾病患者的影像一般无法肉眼观察到大脑改变[7],精神疾病研究也更侧重大脑功能而非大脑解剖结构。精神疾病脑成像临床意义的实现,关键在于高分辨率成像与复杂的定量分析。计算机中专业的分析软件帮助处理大量的抑郁症患者的影像数据和图像,并从中挖掘客观定量抑郁症脑功能结构特征,而近几年人工智能和机器学习技术的流行,如深度学习、支持向量机、随机森林等,对实现精神影像的定量分析有重要意义。因此,下文基于抑郁症的精神影像机器学习研究现状,总结精神影像学常用的影像学技术和分析方法说明其各自特点。

2.2.1. 精神影像学影像技术

精神疾病脑成像中,磁共振成像(Magnetic Resonance Imaging, MRI)因分辨率高、非侵入性、结果可靠,是精神疾病的首选方法[16]。MRI 序列中,结构性磁共振成像(structural Magnetic Resonance Imaging, sMRI)用于分析灰质结构;扩散张量成像(Diffusion Tensor Imaging, DTI)可提示大脑的白质纤维束的结构;fMRI 则关注大脑不同状态的神经元活动以及相应的血流动力学或代谢水平,其中静息态功能磁共振(Resting-state fMRI, 简称 rs-fMRI)被用于研究大脑在静息状态下的功能连接性和网络分析。

关于抑郁症的灰质研究中,一项基于体素的形态测量法(Voxel-Based Morphometry, VBM)的 MRI 荟萃分析表明患者双侧丘脑、内侧额上回等区域存在灰质体积异常,且额叶灰质改变与病情显著相关[17],后文将在分析方法中展开描述 VBM。马欢等进一步发现抑郁症患者的灰质改变主要位于前额叶、边缘系统及小脑等脑区,值得注意的是之前很少有研究提到小脑区在抑郁症诊断鉴别方面的重要性[18]。

关于白质差异研究较少,但它对于理解自杀行为或意念可能具有关键作用。贾志云等比较重度抑郁症患者包括自杀未遂史的患者与健康对照受试者 DTI,提示内囊左前肢各向异性分数降低是抑郁症患者自杀倾向或行为的潜在标志物[19]。台湾地区翁俊成的研究首次利用机器学习算法基于广义 q 采样成像构建了大脑白质纤维束的 sMRI 模型以预测自杀意念,准确率达 85% [20]。

此外,正电子发射计算机断层显像(Positron Emission Tomography, PET)、单光子发射计算机断层扫描(Single-Photon Emission Computed Tomography, SPECT)、脑磁图(Magnetoencephalography, MEG)和光学成像方法在精神疾病中的应用各有优势[21] [22]。整合多模态影像数据的“影像组学”方法,有望为精神疾病的机制解析与精准诊疗提供新的维度。

2.2.2. 精神影像学分析方法

图像分析方法是精神影像学的另一核心技术,即利用专业分析软件定量分析图像特征。实验设计主要包括基于现有对大脑了解设定任务检测相应脑区结构功能和排查精神障碍患者脑缺陷寻找强相关的指标两种。其中 VBM 通常涉及对统计检验影像中每个体素,以及多重比较进行校正研究大脑灰质和白质的体积变化。连接性分析常用于研究大脑的功能或结构连接,适合分析大脑不同区域的 fMRI 信号之间的关联。

随着精神影像数据规模与维度的快速增长,机器学习已成为处理高维特征、构建预测模型的关键工具,在机制解析、辅助诊断与疗效预测中发挥桥梁作用。目前常用的机器学习方法包括:(1)深度学习(Deep Learning, DL),通过多层神经网络自动提取影像中的层次化特征,在端到端的分类与识别任务中表现优异;(2)支持向量机(Support Vector Machines, SVM),擅长处理高维数据的小样本问题,广泛应用于疾病分类建模;(3)随机森林(Random Forests, RF),基于集成决策树结构,具有良好的可解释性与抗过拟合能力。例如,在基于白质纤维指标预测自杀意念的研究中,研究者综合比较了逻辑回归、XGBoost、决策树、线性判别分析、朴素贝叶斯、K 近邻、支持向量机、多层感知器与随机森林共九种机器学习模型的性能,体现出多算法融合评估在当前精神影像研究中的重要性。

3. 精神影像学在针灸治疗抑郁症的应用现状

抑郁症,临床表现以心情抑郁、情绪不宁、胸部满闷、胁肋胀痛,或易怒易哭,或咽中如有异物梗塞等症为主[23]。常用针灸方法有毫针、电针,特殊针灸方法有靳三针和头皮针等[24],针刺核心处方为百会、太冲、印堂、内关、三阴交、神门、四神聪、神庭[25]。目前针灸治疗抑郁症方面的精神影像研究数量不足,下面将从脑结构、脑功能和脑代谢三方面总结精神影像学在针灸治疗抑郁症中的研究进展。

针灸治疗抑郁症脑结构的精神影像学研究方面:李晶等比较健康人和抑郁症患者的 sMRI 影像,发现抑郁人群的侧额中回、扣带回和右侧颞上回、中央前回灰质体积增加,右侧额上回、左侧额中回、额下回和小脑后叶灰质体积减小,更有趣的是抑郁症患者的部分脑区与汉密尔顿抑郁量表总分呈正相关或负相关,而在电针干预百会、印堂后上述共性异常脑区的灰质体积发生趋向正常的改变,不同患者还表现出个体化的脑结构响应模式,反映出针灸治疗在神经可塑性层面的整体调节与个体适配特性[26]。孙阳等在此基础上进一步引入个体精准脑功能区剖分技术,系统考察脑功能区之间的连接模式与针灸疗效之间的关系,以百会、印堂为主穴,配穴选取足三里、三阴交、内关、太冲、神门,识别其中 45 条连接在针灸治疗前后的强度变化与抑郁症状改善具有强相关性,为针灸的中枢作用机制提供了客观影像学依据,也提示特定脑网络连接特征可能作为预测针灸疗效的潜在生物标志物存在强相关[27]。

针灸治疗抑郁症的脑功能变化是影像学研究热点。研究人员发现抑郁症患者的脑网络连接性存在显著改变,特定区域的功能激活和负激活在情绪调节中起到关键作用。方继良等使用耳迷走神经刺激仪调整为脉冲频率 20 Hz 的疏密波选择耳迷走神经支分布的耳甲腔区进行刺激,以孤束核及三叉神经核为种子作抑郁症全脑脑功能网络连接,分析电针耳迷走神经治疗效应机制,发现该疗法作用于抑郁症患者脑部存在广泛而较强的激活区,而负激活区主要为边缘叶系统脑区,从而推测出电针耳迷走神经治疗抑郁症机制可能与孤束核边缘叶脑网络调整有关[28]。而李怡等对比药物联合针刺组、药物联合假针刺组,发现针刺治疗抑郁症的中枢机制可能涉及对边缘系统-皮质-纹状体-丘脑神经通路的调整,针刺可增加双侧眶额叶、双侧前扣带回、左侧尾状核、右侧海马、左侧海马旁回脑区信号,降低左侧楔叶、左侧前额叶背外侧皮质、右侧颜极、右侧脑岛、右侧颞中回、右侧小脑脑信号,两组对比可发现药物联合针刺组对比对照组更早激活了更多的脑区[29]。李小娇则发现难治性抑郁症患者右侧前扣带皮质与额叶或舌状回之间的功能连接性存在异常,治疗方法选择耳迷走神经刺激仪刺激双侧耳甲,频率比为 5 Hz: 20 Hz,波宽约 ≤ 1 ms,经过耳电针治疗后其与楔前叶、中央后回、舌状回功能连接增强,因此推测默认网络可能是该疗法改善难治性抑郁症的机制[30]。使用 SVM,孙继飞等基于抑郁症异常脑区的 rs-fMRI 成像功能特征对经皮耳穴迷走神经刺激构建了疗效预测模型,强调默认网络、奖赏网络和感觉运动网络在治疗过程即刻和长期脑效应机制以及疗效预测模型中的重要性[31]。此外另有研究发现电针百会,以频率 2 Hz、电流 3 m 的低连续波刺激,治疗抑郁症的即时效应与双侧中央后回、右颞骨回、右楔间有关,长期效应可能与右楔前叶、右后扣带回、右角回有关[32]。

PET 为针灸治疗抑郁症患者提供脑代谢的新视角, 将放射性同位素如碳-11 或氟-18 标记到生物分子上如葡萄糖或氨基酸, 可以直接提供针灸治疗后抑郁症患者的大脑细胞代谢信息。黄泳等运用 PET 观察到电针头顶中线、额中线和双侧额旁 1 线治疗抑郁症患者后, 脑部右侧额叶、左侧额叶、右侧扣带回、右侧尾核、左侧小脑葡萄糖代谢明显高于治疗前, 提出促进脑区葡萄糖代谢可能是头电针治疗抑郁症的机制[33]。

4. 针灸治疗抑郁症的精神影像应用面临的挑战和问题

目前针灸治疗抑郁症方面的精神影像临床研究数量依然较少, 参与的受试者数量也不足[34], 需要进一步扩大样本量以获得大量影像组学特征。标准化的样本数据采集和分析也是研究中的一大问题[35][36], 数据群体到个体以及个体之间异质性明显, 国家地区的分布不够广泛是制约精神影像成为国际临床指标的一个方面[37]。在临床转化方面, 基于 MRI 的图像检查可能会受到机器型号、切片厚度、不同部位等各种参数的影响, 不同地区不同研究的数据可再现性受限[38], 故对于不同扫描协议和平台的数据应慎重选择。此外, 机器学习方法层出不穷, 如随机森林、支持向量机和深度学习算法, 但是在实际处理方面依然存在问题, 分析方法多样化和参数的灵活性增加伴随而来的结果可靠性降低[39], 同时作为新兴数据处理方法, 现阶段较少运用在影像数据的分析。

5. 结语

通过对现有精神影像学文献分析, 我们发现针灸可以激活抑郁症患者大脑部分疾病相关脑区, 改变脑区连接, 改善抑郁症患者情绪和大脑认知功能, 在脑神经网络的重塑和调整中发挥重要作用。然而针灸治疗该病的脑神经机制仍然不清楚, 未来精神影像学将是研究抑郁症早期诊断、个性化治疗的潜力手段[40]。通过多模态影像学技术结合机器学习方法研究抑郁症亚型和个体化抑郁症针灸方案可能是今后的研究方向。

基金项目

四川省中医药管理局科学技术研究专项课题(2024MS009); 四川省干部保健科研项目(2023-506); 成都中医药大学委校联合创新基金项目(WXLH202403037)。

参考文献

- [1] Otte, C., Gold, S.M., Penninx, B.W., Pariante, C.M., Etkin, A., Fava, M., *et al.* (2016) Major Depressive Disorder. *Nature Reviews Disease Primers*, **2**, Article No. 16065. <https://doi.org/10.1038/nrdp.2016.65>
- [2] Dean, J. and Keshavan, M. (2017) The Neurobiology of Depression: An Integrated View. *Asian Journal of Psychiatry*, **27**, 101-111. <https://doi.org/10.1016/j.ajp.2017.01.025>
- [3] Cheung, S.G., Goldenthal, A.R., Uhlemann, A., Mann, J.J., Miller, J.M. and Sublette, M.E. (2019) Systematic Review of Gut Microbiota and Major Depression. *Frontiers in Psychiatry*, **10**, Article 34. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2019.00034>
- [4] Samuels, N., Gropp, C., Singer, S.R. and Oberbaum, M. (2008) Acupuncture for Psychiatric Illness: A Literature Review. *Behavioral Medicine*, **34**, 55-64. <https://doi.org/10.3200/bmed.34.2.55-64>
- [5] Chen, B., Wang, C.C., Lee, K.H., Xia, J.C. and Luo, Z. (2023) Efficacy and Safety of Acupuncture for Depression: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Research in Nursing & Health*, **46**, 48-67. <https://doi.org/10.1002/nur.22284>
- [6] 李祯豪, 吕建琴, 李宁. 针灸治疗精神障碍的临床研究概况[J]. 中国民间疗法, 2022, 30(8): 117-119, 125.
- [7] Lui, S., Zhou, X.J., Sweeney, J.A. and Gong, Q. (2016) Psychoradiology: The Frontier of Neuroimaging in Psychiatry. *Radiology*, **281**, 357-372. <https://doi.org/10.1148/radiol.2016152149>
- [8] Kleinman, A. 美国精神病学界关于抑郁症、躯体化障碍及神经衰弱的近代观点[J]. 国外医学. 精神病学分册, 1980(4): 211-213.

- [9] 夏镇夷. 精神病学的进展[J]. 国外医学(内科学分册), 1984(1): 21-25.
- [10] 曹远俊. 老年抑郁患者、痴呆患者及健康人的睡眠 EEG[J]. 国外医学. 精神病学分册, 1986(2): 121-122.
- [11] 邸石. 抑郁症脑电生理研究的进展[J]. 国外医学. 精神病学分册, 1985(2): 78-82.
- [12] Johnstone, E., Frith, C.D., Crow, T.J., Husband, J. and Kreel, L. (1976) Cerebral Ventricular Size and Cognitive Impairment in Chronic Schizophrenia. *The Lancet*, **308**, 924-926. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(76\)90890-4](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(76)90890-4)
- [13] Jacoby, R.J. and Levy, R. (1980) Computed Tomography in the Elderly 3. Affective Disorder. *British Journal of Psychiatry*, **136**, 270-275. <https://doi.org/10.1192/bjp.136.3.270>
- [14] Jacoby, R.J., Dolan, R.J., Levy, R. and Baldy, R. (1983) Quantitative Computed Tomography in Elderly Depressed Patients. *British Journal of Psychiatry*, **143**, 124-127. <https://doi.org/10.1192/bjp.143.2.124>
- [15] 袁德基, 叶绿. 抑郁症脑 CT 异常(附 2 例报告及文献复习)[J]. 华西医学, 1991(1): 16-17.
- [16] Li, L., Lei, D., Li, L., Huang, X., Suo, X., Xiao, F., *et al.* (2016) White Matter Abnormalities in Post-Traumatic Stress Disorder Following a Specific Traumatic Event. *EBioMedicine*, **4**, 176-183. <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2016.01.012>
- [17] Peng, W., Chen, Z., Yin, L., Jia, Z. and Gong, Q. (2016) Essential Brain Structural Alterations in Major Depressive Disorder: A Voxel-Wise Meta-Analysis on First Episode, Medication-Naive Patients. *Journal of Affective Disorders*, **199**, 114-123. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2016.04.001>
- [18] Ma, H., Zhang, D., Sun, D., Wang, H. and Yang, J. (2022) Gray and White Matter Structural Examination for Diagnosis of Major Depressive Disorder and Subthreshold Depression in Adolescents and Young Adults: A Preliminary Radiomics Analysis. *BMC Medical Imaging*, **22**, Article No. 164. <https://doi.org/10.1186/s12880-022-00892-5>
- [19] Jia, Z., Huang, X., Wu, Q., Zhang, T., Lui, S., Zhang, J., *et al.* (2010) High-Field Magnetic Resonance Imaging of Suicidality in Patients with Major Depressive Disorder. *American Journal of Psychiatry*, **167**, 1381-1390. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2010.09101513>
- [20] Weng, J., Lin, T., Tsai, Y., Cheok, M., Chang, Y. and Chen, V. (2020) An Autoencoder and Machine Learning Model to Predict Suicidal Ideation with Brain Structural Imaging. *Journal of Clinical Medicine*, **9**, Article 658. <https://doi.org/10.3390/jcm9030658>
- [21] Amen, D.G., Krishnamani, P., Meysami, S., Newberg, A. and Raji, C.A. (2017) Classification of Depression, Cognitive Disorders, and Co-Morbid Depression and Cognitive Disorders with Perfusion SPECT Neuroimaging. *Journal of Alzheimer's Disease*, **57**, 253-266. <https://doi.org/10.3233/jad-161232>
- [22] Zhuo, C., Li, G., Lin, X., Jiang, D., Xu, Y., Tian, H., *et al.* (2019) The Rise and Fall of MRI Studies in Major Depressive Disorder. *Translational Psychiatry*, **9**, Article No. 335. <https://doi.org/10.1038/s41398-019-0680-6>
- [23] 张伯礼, 吴勉华, 主编. 中医内科学[M]. 北京: 中国中医药出版社, 2027: 289.
- [24] 徐桂兴, 李涓, 银子涵, 等. 针刺治疗原发性抑郁症的系统评价再评价[J]. 中国中医基础医学杂志, 2021, 27(1): 107-113.
- [25] 宫晓洋, 周鸿飞, 张炳蔚. 针刺治疗抑郁症的选穴特点及腧穴配伍规律[J]. 辽宁中医杂志, 2024, 51(3): 147-150, 227.
- [26] 李晶. 基于磁共振多模态分析的针刺抗抑郁机制探索[D]: [博士学位论文]. 北京: 北京中医药大学, 2017.
- [27] 孙阳(Sun John Yang). 基于“治病求本”理念的针刺抗抑郁脑核磁影像学探索[D]: [博士学位论文]. 北京: 北京中医药大学, 2022.
- [28] 方继良. 电针耳迷走神经治疗抑郁症临床观察及其机理的 fMRI 脑功能成像研究[D]: [博士学位论文]. 北京: 中国中医科学院, 2013.
- [29] 李怡. 基于 fMRI 技术的针灸治疗抑郁症中枢神经机理研究[D]: [硕士学位论文]. 成都: 成都中医药大学, 2014.
- [30] 李小娇. 耳电针(耳迷走神经刺激)治疗难治性抑郁症临床观察及脑机制的静息态功能磁共振研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 中国中医科学院, 2019.
- [31] 孙继飞. 基于 fMRI 与机器学习技术的 taVNS 治疗抑郁症脑效应机制及疗效预测研究[D]: [博士学位论文]. 北京: 中国中医科学院, 2023.
- [32] Wei, X., Chen, H., Guo, C., Tan, W. and Zhan, S. (2021) The Instant and Sustained Effect of Electroacupuncture in Postgraduate Students with Depression: An fMRI Study. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, **17**, 873-883. <https://doi.org/10.2147/ndt.s307083>
- [33] Li, F., Wu, D., Lui, S., Gong, Q. and Sweeney, J.A. (2020) Clinical Strategies and Technical Challenges in Psychoradiology. *Neuroimaging Clinics of North America*, **30**, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.nic.2019.09.001>
- [34] Li, F., Sun, H., Biswal, B.B., Sweeney, J.A. and Gong, Q. (2021) Artificial Intelligence Applications in Psychoradiology.

- Psychoradiology*, **1**, 94-107. <https://doi.org/10.1093/psyrad/kkab009>
- [35] Dadi, K., Rahim, M., Abraham, A., Chyzyk, D., Milham, M., Thirion, B., *et al.* (2019) Benchmarking Functional Connectome-Based Predictive Models for Resting-State fMRI. *NeuroImage*, **192**, 115-134. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2019.02.062>
- [36] Botvinik-Nezer, R., Holzmeister, F., Camerer, C.F., *et al.* (2020) Variability in the Analysis of a Single Neuroimaging Dataset by Many Teams. *Nature*, **582**, 84-88.
- [37] Huang, X., Gong, Q., Sweeney, J.A. and Biswal, B.B. (2019) Progress in Psychoradiology, the Clinical Application of Psychiatric Neuroimaging. *The British Journal of Radiology*, **92**, Article ID: 20181000. <https://doi.org/10.1259/bjr.20181000>
- [38] Bzdok, D. and Meyer-Lindenberg, A. (2018) Machine Learning for Precision Psychiatry: Opportunities and Challenges. *Biological Psychiatry: Cognitive Neuroscience and Neuroimaging*, **3**, 223-230. <https://doi.org/10.1016/j.bpsc.2017.11.007>
- [39] Huang, Y., Li, D.J., Tang, A.W., *et al.* (2005) Effect of Scalp Acupuncture on Glucose Metabolism in Brain of Patients with Depression. *Chinese Journal of Integrated Traditional and Western Medicine*, **25**, 119-122. (In Chinese)
- [40] Luo, L., You, W., DelBello, M.P., Gong, Q. and Li, F. (2022) Recent Advances in Psychoradiology. *Physics in Medicine & Biology*, **67**, 23TR01. <https://doi.org/10.1088/1361-6560/ac9d1e>