

基于fNIRS的脑功能评估：针灸干预抑郁症的神经机制研究进展

姚泗萍^{1,2,3*}, 虞梅^{1,2,3#}, 宋磊^{1,2,3}, 华梓琪^{1,2,3}, 孙洁^{1,2,3}, 张俊奇^{1,2,3},
阿力亚·阿力木江^{1,2,3}, 王文斐⁴

¹新疆维吾尔自治区精神卫生中心, 新疆 乌鲁木齐

²新疆维吾尔自治区精神卫生研究所, 新疆 乌鲁木齐

³乌鲁木齐市第四人民医院中医科, 新疆 乌鲁木齐

⁴新疆医科大学临床医学院, 新疆 乌鲁木齐

收稿日期: 2025年11月4日; 录用日期: 2025年11月27日; 发布日期: 2025年12月3日

摘要

目的: 抑郁症是一种常见的精神障碍, 其核心症状包括持续的情绪低落、兴趣减退以及认知功能下降, 严重影响患者的生活质量和社会功能。尽管现有的抗抑郁治疗手段如药物和心理治疗已被广泛应用, 但疗效的个体差异大、副作用明显等问题仍然存在。因此, 探索安全有效的替代或辅助疗法成为当前研究的重要方向。针灸作为中国传统医学的重要组成部分, 近年来被证实具有缓解抑郁症状的潜力。功能性近红外光谱成像(functional Near-Infrared Spectroscopy, fNIRS)作为一种非侵入性、便携性强的脑功能成像技术, 在评估针灸干预对抑郁症患者的神经机制方面展现出独特优势。本文旨在系统综述基于fNIRS的研究成果, 探讨针灸干预抑郁症的神经机制及其对关键脑区功能的影响。方法: 通过检索PubMed、CNKI、万方等数据库, 收集了近年来关于针灸治疗抑郁症并结合fNIRS进行脑功能评估的相关文献。从fNIRS的技术原理出发, 分析其在监测针灸干预前后大脑不同区域氧合血红蛋白浓度变化的能力, 从而反映局部脑区激活状态的变化。同时, 综合已有研究, 探讨针灸如何通过调节前额叶皮层与边缘系统之间的功能连接来发挥抗抑郁作用。此外, 还从脑区激活模式、网络连接重塑、临床症状改善等多个维度对现有研究成果进行了归纳与分析。结果: 多项研究表明, 抑郁症患者普遍存在前额叶皮层(Prefrontal Cortex, PFC), 尤其是左侧背外侧前额叶皮层(Dorsolateral Prefrontal Cortex, DLPFC)的功能减退现象。而接受针灸干预后, 患者的抑郁症状显著改善, 并伴随fNIRS检测到的氧合血红蛋白浓度上升及相应脑区激活增强。特别是在执行情绪识别或工作记忆任务时, 左侧DLPFC的激活水平显著提高, 提示针灸可能有助于恢复该区域的正常功能。此外, fNIRS研究还揭示了针灸可能通过增强PFC与边缘系统(如杏仁核、海马)之间的功能连接, 改善默认模式网络(Default Mode Network, DMN)与突显网络(Salience Network, SN)之间的协调性, 从而提升患者的情绪调节能力。例如, 刺激百会穴(GV20)联合神门穴(HT7)相较于其他配穴方式, 更能有效增强PFC的激活水平并优化脑网络整合。结论: fNIRS为针灸治疗抑郁症的神经机制研究提供了客观、量化的脑功能评估手段, 具有良好的临床应用前景。它不仅能够捕捉针灸引起的局部脑区激活变化, 还能揭示其对整体脑网络动态调控的作用机制。随着fNIRS设备的便携化与数据分析方法的不断进步, 其在针灸干预抑郁症研究中的应用前景广阔, 有望为针灸在精神科领域的推广应用提供坚实的科学依据。

*第一作者。

#通讯作者。

关键词

fNIRS, 针灸, 抑郁症, 脑功能成像, 神经机制, 前额叶皮层

Advances in fNIRS-Based Brain Functional Assessment: Neural Mechanisms of Acupuncture Intervention in Depression

Siping Yao^{1,2,3*}, Mei Yu^{1,2,3#}, Lei Song^{1,2,3}, Ziqi Hua^{1,2,3}, Jie Sun^{1,2,3}, Junqi Zhang^{1,2,3}, Alimjan Aliya^{1,2,3}, Wenfei Wang⁴

¹Xinjiang Uygur Autonomous Region Mental Health Center, Urumqi Xinjiang

²Xinjiang Uygur Autonomous Region Institute of Psychiatry, Urumqi Xinjiang

³Department of Traditional Chinese Medicine, The Fourth People's Hospital of Urumqi, Urumqi Xinjiang

⁴Faculty of Clinical Medicine, Xinjiang Medical University, Urumqi Xinjiang

Received: November 4, 2025; accepted: November 27, 2025; published: December 3, 2025

Abstract

Objective: Depression is a common mental disorder characterized by persistent low mood, loss of interest, and cognitive impairment, which significantly impairs patients' quality of life and social functioning. Although current antidepressant treatments—such as pharmacotherapy and psychotherapy—are widely used, challenges remain, including substantial inter-individual variability in treatment response and notable side effects. Therefore, exploring safe and effective alternative or adjunctive therapies has become a key focus in current research. Acupuncture, a core component of traditional Chinese medicine, has recently demonstrated potential in alleviating depressive symptoms. Functional near-infrared spectroscopy (fNIRS), a non-invasive and highly portable neuroimaging technique, offers unique advantages in evaluating the neural mechanisms underlying acupuncture interventions for depression. This paper aims to systematically review fNIRS-based research findings to elucidate the neural mechanisms of acupuncture in treating depression and its effects on key brain regions. **Methods:** Literature on acupuncture for depression combined with fNIRS-based brain functional assessment was retrieved from databases including PubMed, CNKI, and Wanfang. Starting from the technical principles of fNIRS, we analyzed its capacity to monitor changes in oxyhemoglobin concentration across different brain regions before and after acupuncture, thereby reflecting alterations in local cortical activation. Existing studies were synthesized to explore how acupuncture may exert antidepressant effects by modulating functional connectivity between the prefrontal cortex (PFC) and the limbic system. Furthermore, current findings were summarized and analyzed across multiple dimensions, including patterns of regional brain activation, network connectivity reorganization, and clinical symptom improvement. **Results:** Multiple studies have consistently reported hypoactivation in the prefrontal cortex (PFC)—particularly the left dorsolateral prefrontal cortex (DLPFC)—in individuals with depression. Following acupuncture intervention, patients exhibited significant clinical improvement, accompanied by increased oxyhemoglobin concentration and enhanced activation in these regions as detected by fNIRS. Notably, during emotional recognition or working memory tasks, activation in the left DLPFC was markedly elevated, suggesting

that acupuncture may help restore normal function in this critical area. Moreover, fNIRS studies indicate that acupuncture may enhance functional connectivity between the PFC and limbic structures (e.g., amygdala, hippocampus) and improve the coordination between the default mode network (DMN) and the salience network (SN), thereby bolstering emotional regulation. For instance, stimulation of Baihui (GV20) combined with Shenmen (HT7) demonstrated superior efficacy in enhancing PFC activation and optimizing brain network integration compared to other acupoint combinations. Conclusion: fNIRS provides an objective and quantifiable tool for investigating the neural mechanisms of acupuncture in depression, holding strong promise for clinical application. It not only captures localized changes in cortical activation induced by acupuncture but also reveals its modulatory effects on large-scale brain network dynamics. With ongoing advances in portable fNIRS hardware and analytical methodologies, its role in acupuncture research for depression is poised to expand significantly, offering robust scientific evidence to support the broader integration of acupuncture into psychiatric practice.

Keywords

fNIRS, Acupuncture, Depression, Brain Functional Imaging, Neural Mechanisms, Prefrontal Cortex

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

抑郁症(Major Depressive Disorder, MDD)是一种以持续性情绪低落、兴趣减退、睡眠障碍及注意力下降为核心症状的常见精神障碍,严重影响个体的生活质量和社会功能。据世界卫生组织统计,全球超过 2.6 亿人受其影响,已成为导致残疾的主要原因之一[1][2]。近年来,随着社会压力增加和生活方式变化,抑郁症的发病率呈上升趋势,尤其在青少年和中青年群体中更为突出。尽管抗抑郁药物和心理治疗广泛应用,但仍存在疗效个体差异大、副作用明显、依从性差等问题,亟需探索安全有效的替代或辅助疗法[3]-[5]。

神经影像学研究表明,抑郁症的发生与多个脑区的功能异常密切相关,尤其是前额叶皮层(Prefrontal Cortex, PFC)、杏仁核、海马及扣带回等区域的神经活动失衡被认为是其核心病理机制[6]。其中,背外侧前额叶皮层(DLPFC)在执行功能与情绪调节中起关键作用,其功能减弱常与认知控制能力下降和负性情绪增强有关[7]。此外,默认模式网络(DMN)与突显网络(SN)之间的连接紊乱也被广泛报道,提示抑郁症涉及复杂的脑网络动态失调。在此背景下,功能性近红外光谱成像(fNIRS)作为一种非侵入性脑功能成像技术,因其便携性强、成本较低、适用于自然状态监测等优势,在精神疾病研究中日益受到关注[8]。已有研究表明,针灸可通过刺激特定穴位(如百会、神门、太冲等)调节神经递质水平、改善脑血流,并恢复脑网络平衡,具有缓解抑郁症状的潜力。本文将系统综述基于 fNIRS 技术评估针灸干预抑郁症的研究进展,探讨其对关键脑区功能的影响及其潜在神经机制。

2. 针灸干预下脑功能变化的核心研究内容

2.1. fNIRS 用于评估针灸对脑区激活的影响

近年来,功能性近红外光谱成像(fNIRS)被广泛应用于针灸干预抑郁症的研究中,尤其在评估特定脑区激活状态方面展现出良好应用前景。有研究表明,抑郁症患者普遍存在前额叶皮层(Prefrontal Cortex, PFC),特别是左侧背外侧前额叶皮层(DLPFC)的功能减退现象[9]。这一区域在情绪调节、执行控制和认

知灵活性中发挥关键作用,其活动减弱常与负性情绪增强及决策能力下降密切相关[10]。通过 fNIRS 检测氧合血红蛋白(oxy-Hb)浓度变化,研究人员发现,接受针灸治疗后,患者的 PFC 区域表现出显著的激活增强趋势,尤其是在完成情绪识别或工作记忆任务时,脑区响应模式趋于正常化。这种改善不仅体现在信号强度的变化上,还反映在任务诱发反应的时间稳定性和空间分布特征上[11][12]。因此, fNIRS 技术为揭示针灸对抑郁相关脑区的调控效应提供了客观依据。

2.2. 针灸调节脑网络连接的研究进展

除局部脑区激活外,抑郁症还涉及多个功能网络之间的连接紊乱,其中默认模式网络(Default Mode Network, DMN)、执行控制网络(Executive Control Network, ECN)和突显网络(Salience Network, SN)的功能失衡被认为是疾病的重要神经基础[13]。fNIRS 研究显示,针灸可能通过调节这些网络间的交互关系来实现抗抑郁作用[14]。研究观察发现[15],针灸可增强前额叶皮层与边缘系统(如杏仁核、海马)之间的功能连接,提示其有助于恢复情绪调节通路的稳定性。此外,不同针刺方案(如电针 vs 手针、单一穴位 vs 多穴组合)在调节脑网络动态方面表现出一定的差异[16][17]。例如,刺激百会(GV20)联合神门(HT7)相较于其他配穴方式,更能有效提升 PFC 的激活水平并改善 DMN 与 SN 之间的协调性[18]。这些发现表明, fNIRS 不仅能捕捉针灸引起的局部脑功能变化,还能揭示其对整体脑网络调控的作用机制,为针灸治疗抑郁症的神经科学解释提供了有力支持。

3. fNIRS 揭示的针灸抗抑郁效应

3.1. 脑区激活增强与症状缓解的关系

大量基于功能性近红外光谱成像(fNIRS)的研究表明,针灸干预可显著改善抑郁症患者的临床症状,并伴随特定脑区神经活动的增强[19]。其中,左侧背外侧前额叶皮层(Dorsolateral Prefrontal Cortex, DLPFC)作为情绪调节和执行控制的核心区域,其激活水平的变化被广泛认为是评估抗抑郁疗效的重要生物标志物[20]。研究发现[21],在接受数周针灸治疗后,患者在完成情绪识别、工作记忆等认知任务时,左侧 DLPFC 区域的氧合血红蛋白(oxy-Hb)浓度显著升高,提示局部脑血流和神经活动增强。更重要的是,这种脑区激活的提升与汉密尔顿抑郁量表(HAMD)评分的下降呈显著负相关,表明脑功能恢复与临床症状改善之间存在密切联系[22]。此外,在情绪面孔识别任务中,患者的脑区响应模式也逐渐趋于健康对照组水平,显示出针灸可能有助于重塑异常的情绪加工机制[23]。

3.2. 功能连接重塑的影像学证据

除了局部脑区激活的改变, fNIRS 研究还揭示了针灸对大脑功能连接网络的调节作用。已有研究表明,抑郁症患者普遍存在前额叶皮层(PFC)与边缘系统(如杏仁核、海马)之间的功能连接减弱,而这一失衡状态可能影响个体的情绪调节能力[24]。针灸干预后, fNIRS 检测到 PFC 与上述边缘脑区之间的功能连接显著增强,提示其可能通过恢复关键情绪调控通路的协调性来发挥抗抑郁作用[25]。此外,研究还观察到默认模式网络(DMN)、执行控制网络(ECN)与突显网络(SN)之间的整合能力有所提升,表现为跨网络的功能同步性增强[26]。这种脑网络层面的重塑可能反映了患者整体认知与情绪调节能力的改善,进一步支持针灸在神经调控方面的潜在机制。

4. 研究挑战与未来发展方向

4.1. fNIRS 技术的局限性及其在针灸研究中的适用边界

尽管功能性近红外光谱成像(fNIRS)因其便携性、耐受性好和任务兼容性强等优势,在针灸干预抑郁

症的研究中展现出独特价值，但其技术局限性亦不容忽视，需在应用中保持清醒认知。

首先，空间分辨率有限。fNIRS 的空间分辨能力通常在厘米量级(约 1~3 cm)，难以精确区分相邻脑区(如背外侧前额叶皮层 DLPFC 与腹外侧前额叶皮层 VLPFC)的激活差异。这对于针灸研究中试图定位特定穴位对精细脑功能分区的影响构成挑战。

其次，探测深度受限。fNIRS 主要探测大脑皮层浅层(通常不超过 2~3 cm)，无法有效捕捉杏仁核、海马等关键边缘系统结构的直接活动。虽然可通过皮层 - 边缘系统的功能连接间接推断深层结构参与，但缺乏直接证据，易导致机制推论的过度外推。

第三，信号易受生理噪声干扰。fNIRS 信号易受心率、呼吸、皮肤血流及头部运动等因素影响。针灸操作过程中患者体位固定不佳、针感诱发的自主神经反应(如出汗、血流波动)可能引入伪迹，若未采用严格的数据预处理(如小波滤波、PCA/ICA 去噪、运动校正算法)，将显著影响结果可靠性。

第四，脑网络分析方法尚不成熟。尽管 fNIRS 可用于构建功能连接网络(如 DMN、SN)，但其通道布设稀疏、空间采样不均，易导致网络拓扑结构的偏差。与 fMRI 相比，fNIRS 在全脑网络建模(尤其是长距离连接)方面能力有限；与 EEG 相比，其时间分辨率较低(通常采样率<10 Hz)，难以捕捉针灸诱发的快速神经振荡动态。

与 fMRI 相比，fNIRS 虽牺牲了空间精度与深度覆盖，但胜在生态效度高、允许自然体位和动态任务；与 EEG 相比，fNIRS 具有更优的空间定位能力，但时间分辨性和对振荡节律的敏感性不足。因此，在针灸抗抑郁机制研究中，fNIRS 更适合用于皮层激活的纵向追踪、任务诱发反应的动态监测以及临床环境下的疗效评估，而不适用于精细解剖定位或深层脑区直接探测。

4.2. 面向临床转化的可操作性研究建议

建立标准化的 fNIRS-针灸研究协议：包括统一的穴位定位(如采用 3D 定位仪)、针刺参数(留针时间、得气判定标准)、任务范式(如情绪 Stroop、n-back)及数据预处理流程(推荐使用 Homer3、NIRS-SPM 或 MNE-NIRS 等开源工具包)，以提升跨研究可比性。

发展“轻量化多模态”融合方案：鉴于 fMRI 成本高、EEG 空间模糊，可优先探索 fNIRS-EEG 同步采集在针灸研究中的应用[27]。例如，在针刺百会(GV20)时同步记录前额叶 fNIRS 血流动力学信号与额中线 theta 波(反映认知控制)，以实现“空间 - 时间”双维度解析。此类设备已日趋小型化，适用于门诊环境。

推动“证候 - 脑功能”映射的精准评估模型：建议在临床研究中纳入中医辨证分型(如肝郁气滞型 vs 心脾两虚型)，并设定差异化的 fNIRS 生物标志物。例如，前者可能表现为左侧 DLPFC 低激活伴高杏仁核 - PFC 功能耦合，后者则可能表现为广泛前额叶低灌注。通过机器学习(如 SVM、图神经网络)构建“证型 - 脑网络”分类器，可为个体化针灸方案提供客观依据。

探索 fNIRS 引导的闭环针灸干预：利用 fNIRS 实时监测患者 PFC 激活水平，动态调整针刺强度或留针时间(如当 oxy-Hb 上升达平台期即出针)，形成“监测 - 反馈 - 优化”闭环，有望提升治疗精准度并减少无效干预。

综上，fNIRS 在针灸治疗抑郁症研究中具有不可替代的生态学优势，但其应用必须建立在对其技术边界清醒认知的基础上。通过标准化建设、多模态融合与中医理论的精细化对接，fNIRS 有望从“辅助验证工具”升级为“机制探索与临床决策支持平台”

基金项目

本文由中医药“红山精英”培育工程——乌鲁木齐市中医药领军人才培养计划、中医药“红山精英”培育工程——乌鲁木齐红山青年岐黄学者培养计划支持。

参考文献

- [1] Liu, P., Tu, H., Zhang, A., Yang, C., Liu, Z., Lei, L., *et al.* (2021) Brain Functional Alterations in MDD Patients with Somatic Symptoms: A Resting-State fMRI Study. *Journal of Affective Disorders*, **295**, 788-796. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2021.08.143>
- [2] Peng, G., Tian, J., Gao, X., Zhou, Y. and Qin, X. (2015) Research on the Pathological Mechanism and Drug Treatment Mechanism of Depression. *Current Neuropharmacology*, **13**, 514-523. <https://doi.org/10.2174/1570159x1304150831120428>
- [3] 王娟. 郁证和抑郁症中西医结合治疗进展综述[J]. 中西医结合心血管病电子杂志, 2020, 8(27): 182, 185.
- [4] Davidson, J.R.T. (2010) Major Depressive Disorder Treatment Guidelines in America and Europe. *The Journal of Clinical Psychiatry*, **71**, e04. <https://doi.org/10.4088/jcp.9058se1c.04gry>
- [5] Carvalho, A.F., Sharma, M.S., Brunoni, A.R., Vieta, E. and Fava, G.A. (2016) The Safety, Tolerability and Risks Associated with the Use of Newer Generation Antidepressant Drugs: A Critical Review of the Literature. *Psychotherapy and Psychosomatics*, **85**, 270-288. <https://doi.org/10.1159/000447034>
- [6] Bagherzadeh-Azbari, S., Khazaie, H., Zarei, M., Spiegelhalter, K., Walter, M., Leerssen, J., *et al.* (2019) Neuroimaging Insights into the Link between Depression and Insomnia: A Systematic Review. *Journal of Affective Disorders*, **258**, 133-143. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2019.07.089>
- [7] Li, S., Wang, B.A., Li, C., Feng, Y., Li, M., Wang, T., *et al.* (2021) Progressive Gray Matter Hypertrophy with Severity Stages of Insomnia Disorder and Its Relevance for Mood Symptoms. *European Radiology*, **31**, 6312-6322. <https://doi.org/10.1007/s00330-021-07701-7>
- [8] Binnewies, J., Nawijn, L., van Tol, M., van der Wee, N.J.A., Veltman, D.J. and Penninx, B.W.J.H. (2021) Associations between Depression, Lifestyle and Brain Structure: A Longitudinal MRI Study. *NeuroImage*, **231**, Article 117834. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2021.117834>
- [9] 王梦莉, 潘晓龙, 张婷婷. 首发青年重度抑郁症患者脑白质结构网络分析[J]. 神经损伤与功能重建, 2023, 18(5): 274-278.
- [10] Selvaraj, S., Chhabra, H., Dinakaran, D., Sreeraj, V.S., Venkataram, S., Narayanaswamy, J.C., *et al.* (2021) Auditory Signal Detection in Schizophrenia: Correlates with Auditory Verbal Hallucinations & Effect of Single Session Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS). *Psychiatry Research*, **297**, Article 113704. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2021.113704>
- [11] 杨道良, 陈玄玄, 胡姗姗, 等. 重度抑郁障碍患者 N-back 范式前额叶皮层的功能性近红外光谱成像初步观察[J]. 国际精神病学杂志, 2024, 51(3): 758-762.
- [12] 马佩, 沈无双, 沈慧娟, 等. 功能性近红外脑成像系统综述[J]. 光学仪器, 2022, 44(5): 1-13.
- [13] Zhang, T., Zhang, J., Huang, J., Zheng, Z. and Wang, P. (2021) Neural Activation via Acupuncture in Patients with Major Depressive Disorder: A Functional Near-Infrared Spectroscopy Study. *Frontiers in Psychiatry*, **12**, Article ID: 669533. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2021.669533>
- [14] Zhang, Y., Li, X., Guo, Y., Zhang, Z., Xu, F., Xiang, N., *et al.* (2022) Dorsolateral Prefrontal Activation in Emotional Autobiographical Task in Depressed and Anxious College Students: An fNIRS Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **19**, Article 14335. <https://doi.org/10.3390/ijerph192114335>
- [15] Zhao, J., Mo, L., Bi, R., He, Z., Chen, Y., Xu, F., *et al.* (2021) The VLPFC versus the DLPFC in Downregulating Social Pain Using Reappraisal and Distraction Strategies. *The Journal of Neuroscience*, **41**, 1331-1339. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.1906-20.2020>
- [16] 田乐, 张慧如, 王毅, 等. 艾司西酞普兰联合电针治疗老年抑郁症的效果及对脑神经递质和近红外脑功能量化的影响[J]. 中国医药导报, 2020, 17(11): 69-72, 92.
- [17] Ohtani, T., Wakabayashi, A., Sutoh, C., Oshima, F., Hirano, Y. and Shimizu, E. (2021) Ventrolateral Prefrontal Hemodynamic Responses in Autism Spectrum Disorder with and without Depression. *PLOS ONE*, **16**, e0256780. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0256780>
- [18] 罗喆, 于东升, 吕东升, 等. 首发抑郁障碍患者治疗前后大脑皮层表面变化研究[J]. 精神医学杂志, 2021, 34(5): 396-401.
- [19] 王丽群, 李雨谿, 金荣疆, 等. 功能性近红外光谱在抑郁症研究中的应用[J]. 中国组织工程研究, 2021, 25(11): 1799-1804.
- [20] Takamoto, K., Hori, E., Urakawa, S., Sakai, S., Ishikawa, A., Kohno, S., *et al.* (2010) Cerebral Hemodynamic Responses Induced by Specific Acupuncture Sensations during Needling at Trigger Points: A Near-Infrared Spectroscopic Study. *Brain Topography*, **23**, 279-291. <https://doi.org/10.1007/s10548-010-0148-8>

-
- [21] Fernandez Rojas, R., Liao, M., Romero, J., Huang, X. and Ou, K. (2019) Cortical Network Response to Acupuncture and the Effect of the Hegu Point: An fNIRS Study. *Sensors*, **19**, 394-410. <https://doi.org/10.3390/s19020394>
- [22] 王迪, 魏庆双, 王德军, 等. 近 10 年针刺治疗抑郁症机制研究概况[J]. 针灸临床杂志, 2019, 35(1): 78-81.
- [23] Sakatani, K., Fujii, M., Takemura, N. and Hirayama, T. (2016) Effects of Acupuncture on Anxiety Levels and Prefrontal Cortex Activity Measured by Near-Infrared Spectroscopy: A Pilot Study. In: Elwell, C.E., Leung, T.S. and Harrison, D.K., Eds., *Advances in Experimental Medicine and Biology*, Springer, 297-302. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-3023-4_37
- [24] 田菊, 权文香, 王久菊, 等. 近红外光成像技术辅助诊断抑郁症的灵敏度和特异度研究[J]. 中华行为医学与脑科学杂志, 2017, 26(2): 149-152.
- [25] 李会廷, 谢则平. 近红外光无创监测针灸治疗脑血瘀证穴位效应的实验研究[J]. 现代中西医结合杂志, 2008, 17(30): 4688-4690.
- [26] 李虹, 侯中伟, 白玉兰, 等. 漫射光成像技术研究针刺治疗中风疗效比较[J]. 中国针灸, 2011, 31(11): 998-1002.
- [27] 王林娟, 储浩然, 李飞. 辨经刺井配合颞三针治疗血管性痴呆临床观察[J]. 中医药临床杂志, 2014, 26(3): 221-222.