

基于miRNA探究针刺治疗卒中后抑郁的机制研究进展

王 昭¹, 王东岩^{2*}, 李晶怡¹, 刘 月¹

¹黑龙江中医药大学研究生院, 黑龙江 哈尔滨

²黑龙江中医药大学附属第二医院针灸三科, 黑龙江 哈尔滨

收稿日期: 2026年7月13日; 录用日期: 2026年8月6日; 发布日期: 2026年8月14日

摘 要

卒中后抑郁(PSD)是脑卒中常见且严重的并发症, 严重影响患者的康复及生活质量。微小核糖核酸(miRNA)作为一类重要的内源性非编码RNA, 在PSD的发病机制中发挥着关键作用。针刺疗法作为传统中医疗法, 在PSD的治疗中显示出一定优势, 且越来越多的研究表明针刺可能间接通过调节miRNA的表达来发挥抗抑郁作用。本文综述了miRNA在PSD发病机制中的作用, 以及针刺治疗PSD可能涉及的miRNA相关机制, 旨在为PSD的治疗提供新的思路 and 理论依据。

关键词

卒中后抑郁, 微小核糖核酸, 针刺, 机制

Research Progress on the Mechanism of Acupuncture in Treating Post-Stroke Depression Based on miRNA

Zhao Wang¹, Dongyan Wang^{2*}, Jingyi Li¹, Yue Liu¹

¹Graduate School, Heilongjiang University of Chinese Medicine, Harbin Heilongjiang

²The Third Department of Acupuncture, The Second Affiliated Hospital of Heilongjiang University of Chinese Medicine, Harbin Heilongjiang

Received: July 13, 2026; accepted: August 6, 2026; published: August 14, 2026

Abstract

Post-stroke depression (PSD) is a common and serious complication following stroke, significantly

*通讯作者。

文章引用: 王昭, 王东岩, 李晶怡, 刘月. 基于 miRNA 探究针刺治疗卒中后抑郁的机制研究进展[J]. 临床个性化医学, 2026, 5(4): 273-279. DOI: 10.12677/jcpm.2026.54249

affecting patients' recovery and quality of life. MicroRNAs (miRNAs), a class of important endogenous non-coding RNAs, play a crucial role in the pathogenesis of PSD. Acupuncture, a traditional Chinese medicine therapy, has shown certain advantages in treating PSD, and increasing evidence suggests that acupuncture may exert its antidepressant effects by modulating miRNA expression. This review summarizes the role of miRNAs in the pathogenesis of PSD and discusses potential miRNA-related mechanisms underlying acupuncture treatment for PSD, aiming to provide new insights and theoretical foundations for PSD management.

Keywords

Post-Stroke Depression, microRNA, Acupuncture, Mechanism

Copyright © 2026 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

脑卒中是一种高发病率、高致残率和高死亡率的脑血管疾病，而卒中后抑郁(Post-Stroke Depression, PSD)是其常见的并发症之一，发病率约为 20%~70% [1]。PSD 以情绪低落、兴趣减退为核心表现，不仅会影响患者的神经功能恢复，还会增加患者的死亡率，给家庭和社会带来沉重负担[2] [3]。流行病学研究进一步表明，PSD 与严重的认知功能障碍、不良的康复和生活质量以及死亡和中风复发的风险增加密切相关[4]。目前，PSD 的治疗主要包括药物治疗、心理治疗和物理治疗等[5]，但这些治疗方法存在一定的局限性，例如药物治疗存在副作用较大、依从性差，心理治疗也受到多种因素的限制。针刺作为中医传统疗法，具有操作简便、副作用小等优点，在 PSD 的治疗中展现出独特优势[6]。近年来，随着分子生物学技术的发展，微小核糖核酸(microRNA, miRNA)在 PSD 发病机制及针刺治疗 PSD 机制研究中的作用逐渐受到关注[7]。miRNA 是一类长度约为 22 个核苷酸的内源性非编码小分子 RNA，通过与靶 mRNA 的 3'-非翻译区(3'-UTR)互补配对，抑制 mRNA 的翻译过程或促使其降解，从而在转录后水平调控基因表达，参与多种病理生理过程。本文将对 miRNA 在 PSD 发病机制中的作用以及针刺治疗 PSD 的 miRNA 相关机制研究进展进行综述。

2. miRNA 调控卒中后抑郁机制及针刺干预作用

自 1993 年第一个 miRNA (lin-4)在秀丽隐杆线虫中被发现以来，miRNA 作为基因表达的转录后调节因子备受关注[8]。在 PSD 的发病过程中，多种 miRNA 的表达发生异常改变，主要涉及神经递质调控、神经营养因子信号及炎症反应等通路。

在神经递质方面，5-羟色胺(5-HT)是与情绪调节密切相关的神经递质。前额皮质(PFC)中 miR-135a、海马(HIP)中 miR-16 与 5-HT 神经递质系统密切相关[9]。miRNA 可能通过上调 PSD 患者 5-HT 表达影响 PSD 的发生发展。在神经营养因子方面，脑源性神经营养因子(BDNF)在神经可塑性和情绪调节中起关键作用。胡雅坤等[10]研究表明，miR-134 可能通过靶向抑制 CREB 表达，进而下调 BDNF 表达，抑制脑卒中后抑郁海马神经细胞增殖并促进其凋亡，从而参与 PSD 的发生发展。此外，炎症反应在 PSD 的发生中也起着重要作用。动物研究显示，miRNA 可通过激活相关的炎性细胞因子，而上调 5-HT 转运体活性，导致突触间隙 5-HT 水平升高呈代偿性升高，然而，这种升高往往伴随突触后膜 5-HT 受体功能障碍及神经炎症的持续存在，最终无法有效传递信号，甚至因负反馈调节导致长期递质耗竭，从而参与 PSD 的病

理过程及发生发展。

2.1. 5-羟色胺(5-HT)系统失衡及针刺调节

单胺类神经递质(5-HT, DA)的失衡是 PSD 的核心机制, miRNA 通过靶向递质合成酶或受体调控其功能。部分 miRNA 特异性在大脑中表达, 在神经元可塑性特别是中枢神经系统发育方面发挥着特殊作用。miRNA-16 等作为 5-HT 系统上游的 miRNA, 成为潜在的抗抑郁靶点。Baudry [11]首次揭示了 miRNA-16 在氟西汀发挥抗抑郁效应中的关键角色: 通过上调 miRNA-16, 进而抑制 5-羟色胺转运体(SERT)表达, 改善抑郁样大鼠行为。有研究[12]指出, miRNA-16 是 5-羟色胺再摄取抑制剂(SSRIs)药物的治疗靶点, 通过对动物中缝核等脑区 SERT 的调控, 影响突触间隙 5-HT 水平。由此可见, miR-16 能够直接靶向 SERT 的 mRNA, 抑制其表达, 减少 5-HT 的重摄取, 提高细胞间隙中 5-HT 的浓度, 改善抑郁症状[13]。

基于上述 miRNA 调控递质系统的理论基础, 近年来进一步探讨针刺干预对该通路的影响。针刺可能通过调控 miR-16 等与神经递质系统相关的 miRNA 表达, 恢复 5-HT、多巴胺(DA)、去甲肾上腺素(NE)等神经递质的平衡, 从而改善 PSD 症状。刘永阔等[14]认为 PSD 的发生主要与神经功能损伤有关, 采用针刺联合氟哌啶吨美利曲辛片治疗后 5-HT、DA、NE 水平较治疗前升高, 患者抑郁症状及神经功能缺损程度均有好转。肖伟等[15]在动物实验中也得到了同样的结论, 针刺提高 PSD 大鼠单胺类神经递质的表达。孙哲等[16]认为中药结合针灸疗法应用中医整体观念辨证论治, 具有安全、有效等优点, 故运用针刺联合中药复方大柴胡汤合桂枝茯苓丸治疗后发现血清 5-HT、NE 水平较治疗前明显升高, 且疗效高于单纯中药复方组。这些研究虽未直接检测 miRNA 表达变化, 但提示针刺可有效调节神经递质水平, 为后续 miRNA 机制研究提供行为学和生化基础, 间接支持 miRNA 调控假说。总之, miRNA 还可能参与调节神经递质受体的表达, 影响神经递质的信号传导, 针刺通过对 miRNA 的调控, 恢复神经递质系统的平衡, 发挥抗抑郁作用。

2.2. 脑源性神经营养因子信号通路、神经可塑性异常及针刺调节

脑源性神经营养因子(BDNF)是一种对神经元的存活、生长和分化具有重要作用的神经营养因子。在 PSD 发病过程中, BDNF 表达降低, 导致神经可塑性受损。研究[17]显示, miR-134 在调节大鼠慢性应激诱导的结构可塑性和抑郁样行为方面发挥重要作用。环腺苷酸应答元件结合蛋白(CREB)是一种转录因子, 应激后发生磷酸化, 调控下游靶基因 BDNF 的转录, 在神经元生长、突触形成等方面发挥重要调节作用[18] [19]。PSD 患者存在突触可塑性异常, 如突触后致密蛋白 95 (PSD-95)等蛋白表达改变。此外, miR-134 等 miRNA 可通过调控 LIMK1 蛋白的表达, 抑制树突棘丢失, 保护海马神经元, 恢复神经功能, 改善抑郁症状。李静等[20]针对卒中后抑郁大鼠模型的研究显示, miRNA-134 对 CREB/BDNF 通路具有调节作用。

神经可塑性的改变在 PSD 的发病中起重要作用, 针刺可通过调控神经可塑性相关 miRNA 的表达来改善 PSD。针刺可上调一些促进神经可塑性的 miRNA 的表达, 如 miR-132 等, 这些 miRNA 可通过抑制 PTEN 的表达, 激活 PI3K/Akt/mTOR 信号通路, 促进神经元的存活、生长和突触的形成, 改善神经功能, 缓解 PSD 患者的抑郁症状[21]。此外, 针刺还可能通过调节 miR-134 等 miRNA 对突触可塑性相关蛋白的调控, 改善突触功能, 促进神经功能恢复。研究发现, 电针能促使脑缺血大鼠海马区 miR-132 表达增加, 从而抑制 p250GAP 蛋白的表达, 这可能与蛋白激酶 A/环腺苷酸效应元件结合蛋白信号通路相关, 并促使树突棘成熟和突触的形成, 改善卒中后认知功能障碍。

2.3. 炎症反应失衡及针刺调节

炎症反应在 PSD 的发病中起重要作用。PSD 患者体内存在炎症因子水平升高, 如白细胞介素-6 (IL-

6)、肿瘤坏死因子- α (TNF- α)等与抑郁症状密切相关。多种 miRNA 参与了炎症反应的调控,其中 miR-155 与 miR-146a 分别发挥促炎和抗炎作用。miR-155 通过靶向抑制 SOCS1 蛋白,激活 NF- κ B 通路,加剧炎症反应,其表达水平与 PSD 患者血清 IL-6、TNF- α 浓度呈正相关。miR-146a 可通过靶向抑制肿瘤坏死因子受体相关因子 6 (TRAF6)和白细胞介素-1 受体相关激酶 1 (IRAK1)等信号分子,抑制炎症信号通路的激活,减少炎症因子的产生,从而减轻神经功能损伤并缓解抑郁症状。Liu 等[22]发现,miR-146a 可通过抑制小胶质细胞的激活和神经炎症因子的表达来改善抑郁模型小鼠的抑郁行为。其他 miRNA 也参与了炎症相关 PSD 的调控。Brás 等[23]研究表明,成年应激雄性大鼠海马中 miR-342 的表达上调,其表达水平与 TNF- α 表达、小胶质细胞激活和被动应对反应呈正相关,提示 miR-342 可能作为驱动 TNF- α 激活小胶质细胞的重要介质,是炎症相关抑郁症的潜在治疗靶点。Wang 等[24]研究发现,将 miR-3473b 抑制剂注射到脑缺血动物模型的脑室内能够抑制炎症因子的表达,减轻炎症反应,缓解抑郁症状。

针刺具有抗炎作用,其机制可能与调节炎症反应相关 miRNA 的表达有关。在 miR-155 方面,电针预处理可下调脑缺血再灌注模型脑组织中 miR-155 的表达,并通过抑制 YY1/p53 通路减轻脑微血管内皮细胞损伤。同时,针刺还可能通过上调 miR-146a 的表达,抑制炎症反应,发挥抗抑郁作用。上述研究虽主要来源于脑缺血再灌注损伤及炎症疾病模型,但鉴于 miR-155、miR-146a 在 PSD 炎症机制中的关键作用,针刺通过调控这些 miRNA 发挥抗炎效应的可能性具有重要的科学价值,但相关结论仍需在 PSD 模型中进一步验证。汪洋等[25]在盐酸氟西汀胶囊的基础上给予原络调神针刺法,取心俞、肝俞、肾俞、神门、太冲、太溪、膻中、百会、神庭等穴,治疗后血清 IL-6、IL-1 β 和 TNF- α 水平均降低,内在机制可能与针刺调节患者 HPA 轴而抑制炎症因子的释放有关,减轻机体炎症反应,从而减轻抑郁症状。李丹丹等[26]应用解郁安神针刺法联合米氮平治疗肝郁气滞型 PSD 患者,结果超敏 C 反应蛋白(hs-CRP) IL-1 β 水平降低,炎症反应减轻,抑郁症状得到改善。上述研究虽未直接检测 miRNA 表达,但提示针刺可通过抑制炎症反应改善 PSD,其深层机制值得进一步从 miRNA 层面深入探究。

2.4. HPA 轴交互作用、氧化应激紊乱及针刺调节

氧化应激与 PSD 的发病密切相关。PSD 患者体内氧化应激水平升高,可导致神经元损伤。miR-34a 等 miRNA 参与了氧化应激的调控。miR-34a 可通过靶向抑制超氧化物歧化酶 2 (SOD2)等抗氧化酶的表达,降低细胞的抗氧化能力,加剧氧化应激损伤,促进 PSD 的发生发展。下丘脑-垂体-肾上腺(HPA)轴过度激活导致皮质醇水平升高,miRNA 通过调控糖皮质激素受体(GR)及应激反应通路发挥作用[27]。miR-18a 能够抑制 GR 表达,缓解 HPA 轴亢进,降低皮质醇水平;miR-9 能够通过 Notch 信号通路调控少突胶质细胞分化,改善白质完整性,间接调节 HPA 轴活性,从而缓解抑郁症状。罗焕等[28]研究发现,在探究 miR-124 能否预测慢性应激诱发的抑郁样行为中,通过小鼠造模和细胞实验,发现抑郁样行为小鼠有行为改变、血清皮质酮(CORT)上升,且前额皮质(PFC)、海马区及血清 miR-124 上调,PFC 区 GR 下调,二者负相关;皮质酮处理 BV-2 细胞致 miR-124 上调、GR 下调。上述结果表明 miR-124 与慢性应激诱导的抑郁样行为相关。

针刺可通过调节氧化应激相关 miRNA 的表达来减轻氧化应激损伤,改善 PSD。研究发现,针刺可下调 miR-34a 的表达,上调 SOD2 等抗氧化酶的表达,增强细胞的抗氧化能力,减少氧化应激产物的生成,保护神经元,缓解抑郁症状。“通督调神”针刺方法使大鼠海马 CA1 区 SOD、CAT 活性升高,丙二醛(MDA)含量降低,抑制海马神经组织氧化应激,抑郁症状减轻[29]。该研究虽未检测 miRNA 表达,但为针刺的抗氧化应激效应提供了直接实验依据。此外,核因子 E2 相关因子 2/血红素加氧酶-1 (Nrf2/HO-1)信号通路在氧化应激损伤相关防御机制中也起着重要作用[30]。朱敬滨等[31]采用调神解郁方针药结合法对 PSD 患者进行治疗,结果发现 Nrf2、HO-1 水平显著升高,针药结合疗法能够调控抗氧化应激能力进

而改善抑郁程度。但目前关于针刺治疗 PSD 调控氧化应激反应的研究较少,未来可增加对此机制的探索。

3. 基于 miRNA 的针刺治疗 PSD 的临床研究现状

目前,已有一些临床研究探讨了针刺治疗 PSD 的疗效,但与 miRNA 的关系尚未明确,有待进一步研究。

研究发现,针刺治疗后,PSD 患者的汉密尔顿抑郁量表(HAMD)评分显著降低,抑郁症状得到明显改善。同时,针刺可调节患者外周血或脑组织中与 PSD 相关的 miRNA 的表达,使其趋于正常。例如,有研究表明针刺可上调 PSD 患者外周血中 miR-124 的表达,同时增加 BDNF 的水平,改善患者的抑郁症状和神经功能,提示 miR-124 可能参与针刺的抗抑郁效应。

此外,一些研究还探讨了针刺的穴位选择对 miRNA 表达的影响。不同的穴位组合可能通过不同的途径调节 miRNA 的表达,从而发挥不同的治疗效果[32]。例如,针刺百会、神庭等头部穴位可能对调节脑内 miRNA 的表达具有更直接的作用,而针刺内关、太冲等四肢穴位可能通过经络系统间接影响 miRNA 的表达[33]。然而针刺对 miRNA 调控的具体分子机制尚不清晰,现有证据多集中于外周血 miRNA 检测,缺乏脑组织直接证据;不同针刺参数(穴位、频率、疗程)与 miRNA 表达变化的量效关系尚未建立。未来应加强针刺调控 miRNA 的临床转化研究,为 PSD 的精准针刺治疗提供理论依据。

4. 存在的问题与展望

尽管基于 miRNA 的针刺治疗 PSD 的临床研究尚不充分,但未来可从以下几方面入手。首先,建议可以开展特定 miRNA (如 miR-134, miR-124)作为疗效观察指标的针刺研究,将 miRNA 表达变化纳入临床疗效评价体系,以建立针刺治疗的客观生物学指标。其次,可以利用高通量测序技术分析不同穴位组合对 PSD 大鼠海马区 miRNA 表达谱的差异,从转录组水平揭示针刺作用的穴位特异性与靶向性。最后,还可结合基因编辑技术在动物模型实验中验证特定 miRNA 在针刺抗抑郁效应中的因果作用。鉴于 PSD 中 miRNA 调控网络复杂且存在交互作用,针刺如何干预调节这些复杂网络机制仍需进一步探讨。

未来的研究需要进一步深入探讨 miRNA 在 PSD 发病机制中的作用及其调控网络,明确针刺治疗 PSD 的 miRNA 靶点和作用机制。同时,优化针刺治疗方案,提高研究结果的可靠性和临床应用价值。在此基础上,结合基因编辑技术、蛋白质组学等现代技术,从多个层面深入研究针刺治疗 PSD 的分子机制,为 PSD 的临床治疗提供更坚实的理论依据和干预策略[34]。

参考文献

- [1] Villa, R.F., Ferrari, F. and Moretti, A. (2018) Post-Stroke Depression: Mechanisms and Pharmacological Treatment. *Pharmacology & Therapeutics*, **184**, 131-144. <https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2017.11.005>
- [2] Liu, L., Xu, M., Marshall, I.J., Wolfe, C.D., Wang, Y. and O'Connell, M.D. (2023) Prevalence and Natural History of Depression after Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis of Observational Studies. *PLOS Medicine*, **20**, e1004200. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1004200>
- [3] Frank, D., Gruenbaum, B.F., Zlotnik, A., Semyonov, M., Frenkel, A. and Boyko, M. (2022) Pathophysiology and Current Drug Treatments for Post-Stroke Depression: A Review. *International Journal of Molecular Sciences*, **23**, Article 15114. <https://doi.org/10.3390/ijms232315114>
- [4] Ayerbe, L., Ayis, S., Wolfe, C.D.A. and Rudd, A.G. (2013) Natural History, Predictors and Outcomes of Depression after Stroke: Systematic Review and Meta-Analysis. *British Journal of Psychiatry*, **202**, 14-21. <https://doi.org/10.1192/bjp.bp.111.107664>
- [5] 雷晶晶, 何乾超, 高玉广, 等. 基于 cAMP/PKA/CREB/BDNF 通路的中药治疗抑郁症的药理机制研究进展[J]. 环球中医药, 2025, 18(2): 339-347.
- [6] 王俊涛, 吕文亮, 闫言. 近十年针刺治疗卒中后抑郁相关作用机制的研究进展[J]. 中医药导报, 2025, 31(3): 141-145.

- [7] 汤韬, 陈敏, 姚尚莹, 等. 微小 RNA-497-5p 和微小 RNA-331-5p 与缺血性脑卒中患者神经功能缺损程度的相关性[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2024, 26(8): 911-915.
- [8] Yu, L., Shao, C., Ye, X., Meng, Y., Zhou, Y. and Chen, M. (2016) miRNA Digger: A Comprehensive Pipeline for Genome-Wide Novel miRNA Mining. *Scientific Reports*, **6**, Article No. 18901. <https://doi.org/10.1038/srep18901>
- [9] 秦小娇, 杨嘉君. miRNA 在卒中后抑郁发病中作用机制的研究进展[J]. 山东医药, 2018, 58(43): 89-92.
- [10] 胡雅坤, 王志强, 梁家辉. 微小 RNA-134 靶向调控环腺苷酸应答元件结合蛋白/脑源性神经营养因子通路对脑卒中后抑郁海马神经细胞的影响[J]. 临床神经病学杂志, 2022, 35(1): 56-60.
- [11] Baudry, A., Mouillet-Richard, S., Schneider, B., Launay, J. and Kellermann, O. (2010) miR-16 Targets the Serotonin Transporter: A New Facet for Adaptive Responses to Antidepressants. *Science*, **329**, 1537-1541. <https://doi.org/10.1126/science.1193692>
- [12] 冯彩琴, 郑吉隆. 情绪、元认知及血清 miRNAs 对抑郁症患者疾病恐惧的影响[J]. 中华全科医学, 2024, 22(9): 1522-1525.
- [13] 赵霞, 王慧颖, 冯来鹏, 等. microRNAs 调控 MKP-1 在抑郁症发病机制中的研究进展[J]. 精神医学杂志, 2021, 34(1): 84-87.
- [14] 刘永阔, 秦丽娜, 蔡渊斌, 等. 针刺联合氟哌噻吨美利曲辛片治疗卒中后抑郁的疗效及对患者血清单胺类神经递质和神经营养因子的影响[J]. 河北中医, 2022, 44(12): 2059-2062+2086.
- [15] 肖伟, 章显宝, 王震, 等. 针刺对卒中后抑郁大鼠脑组织神经递质及 5-羟色胺转运体、5-羟色胺 1A 受体、去甲肾上腺素 α_2 受体的影响[J]. 针刺研究, 2016, 41(6): 528-534.
- [16] 孙哲, 艾宗耀, 李峥嵘, 等. 针刺联合中药复方治疗卒中后抑郁的疗效观察及对患者血清 5-HT、NE 和 BDNF 水平的影响[J]. 上海针灸杂志, 2022, 41(4): 342-347.
- [17] Fan, C., Zhu, X., Song, Q., Wang, P., Liu, Z. and Yu, S.Y. (2018) miR-134 Modulates Chronic Stress-Induced Structural Plasticity and Depression-Like Behaviors via Downregulation of Limk1/Cofilin Signaling in Rats. *Neuropharmacology*, **131**, 364-376. <https://doi.org/10.1016/j.neuropharm.2018.01.009>
- [18] 张永一, 李栋, 陈琦, 等. 环腺苷酸应答元件结合蛋白在老年小鼠术后认知功能障碍发病机制中的作用[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2017, 19(7): 755-758.
- [19] 尹传红, 闫宇辉. 高压氧通过激活 CREB/BDNF 信号通路减轻阿尔茨海默病小鼠海马神经元突触损伤[J]. 中国病理生理杂志, 2020, 36(6): 1063-1070.
- [20] 李静, 韩永凯, 苏静, 等. miR-134 调控 CREB/BDNF 通路参与脑卒中后抑郁的作用机制研究[J]. 天津医药, 2021, 49(1): 16-21.
- [21] 余国营, 韩棕远, 王棋文. 细胞外囊泡来源的 miRNA 的生物学功能及临床应用[J]. 河南师范大学学报(自然科学版), 2021, 49(4): 98-105+113+2.
- [22] Liu, C.P., Zhong, M., Sun, J.X., et al. (2021) miR-146a Reduces Depressive Behavior by Inhibiting Microglial Activation. *Molecular Medicine Reports*, **23**, Article No. 463. <https://doi.org/10.3892/mmr.2021.12102>
- [23] Brás, J.P., de Suduiraut, I.G., Zanoletti, O., et al. (2022) Stress-Induced Depressive-Like Behavior in Male Rats Is Associated with Microglial Activation and Inflammation Dysregulation in the Hippocampus in Adulthood. *Brain, Behavior, and Immunity*, **99**, 397-408. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2021.10.018>
- [24] Wang, X., Chen, S., Ni, J., Cheng, J., Jia, J. and Zhen, X. (2018) miRNA-3473b Contributes to Neuroinflammation Following Cerebral Ischemia. *Cell Death & Disease*, **9**, Article No. 11. <https://doi.org/10.1038/s41419-017-0014-7>
- [25] 汪洋, 王玉娟, 武九龙, 等. 原络调神针刺法对脑卒中后抑郁患者血清 IGF-1、BDNF、NGF 水平及神经功能的影响[J]. 针灸临床杂志, 2020, 36(12): 17-20.
- [26] 李丹丹, 孙昱, 吴珠, 等. 解郁安神针刺法联合米氮平治疗肝郁气滞型卒中后抑郁临床疗效观察[J]. 中华中医药杂志, 2022, 37(3): 1826-1829.
- [27] 李雪娇, 郎咸圣婕, 张宪亮. miRNA 在阿尔茨海默病中的研究进展[J]. 中国老年学杂志, 2021, 41(13): 2883-2888.
- [28] 罗焕. 慢性应激小鼠抑郁样行为与 miR-124 相关性机制研究[D]: [硕士学位论文]. 长沙: 湖南师范大学, 2018.
- [29] 孙培养, 储浩然, 李难, 等. “通督调神”针刺对脑卒中后抑郁大鼠海马 CREB/BDNF/TrkB 信号通路的影响[J]. 中国针灸, 2022, 42(8): 907-913.
- [30] 崔建斌, 刘晓辉, 朱宇婷, 等. Nrf2-Keap1-ARE 信号通路在大鼠创伤性肺损伤中的抗氧化应激作用及其调控机制的研究[J]. 中华灾害救援医学, 2025, 12(10): 1140-1145.

-
- [31] 朱敬滨, 黄祖秀, 陈凌. 调神解郁法针药结合治疗脑卒中后抑郁的疗效观察及对神经营养因子、氧化应激的影响[J]. 辽宁中医杂志, 2022, 49(10): 14-18.
- [32] 姜楠, 李梦醒, 王浩. 国内近5年针刺治疗卒中后抑郁的临床取穴规律探析[J]. 陕西中医药大学学报, 2022, 45(1): 67-71.
- [33] 孟泽宇, 孔莹, 郭涛, 等. 针刺治疗脑卒中后抑郁的研究进展[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2022, 20(12): 2216-2219.
- [34] 肖展宏, 庞晓敏, 韦宗勇. 卒中后抑郁的病理生理机制及其临床干预的研究进展[J]. 医学综述, 2017, 23(23): 4683-4687.