

针刺调控5-羟色胺受体改善失眠的研究进展

胡 旭, 吴 节*

成都中医药大学针灸推拿学院, 四川 成都

收稿日期: 2026年8月21日; 录用日期: 2026年10月4日; 发布日期: 2026年10月15日

摘 要

5-羟色胺(5-hydroxytryptamine, 5-HT)是中枢神经系统重要的神经递质之一, 在睡眠-觉醒节律调控中发挥关键作用。近年来, 5-HT及其受体亚型在失眠发生发展中的作用机制逐渐成为研究热点。现代药物治疗失眠多通过调节5-HT受体活性或其相关信号通路发挥作用, 虽可在一定程度上改善睡眠症状, 但长期应用易产生耐受性、依赖性及不良反应。针刺作为中医特色外治法, 在改善失眠方面具有疗效确切、安全性高等优势。研究表明, 针刺改善失眠的作用与中枢5-HT系统密切相关。本文基于中枢5-HT系统, 综述失眠与5-HT受体功能异常的关系, 重点总结针刺对中枢5-HT受体表达及其相关信号通路的调控作用机制, 以为针刺治疗失眠的机制研究及临床应用提供理论依据。

关键词

针刺, 失眠, 5-羟色胺, 5-羟色胺受体, 作用机制

Research Progress on Acupuncture Regulating Serotonin Receptors for Improving Insomnia

Xu Hu, Jie Wu*

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

Received: August 21, 2026; accepted: October 4, 2026; published: October 15, 2026

Abstract

Serotonin (5-hydroxytryptamine, 5-HT) is one of the important neurotransmitters in the central nervous system and plays a key role in the regulation of sleep-wake rhythms. In recent years, the mechanisms by which 5-HT and its receptor subtypes contribute to the development and progression

*通讯作者。

of insomnia have become a growing research focus. Modern pharmacological treatments for insomnia primarily act by modulating 5-HT receptor activity or related signaling pathways. Although they can improve sleep symptoms to a certain extent, long-term use tends to produce tolerance, dependence, and adverse reactions. Acupuncture, as a distinctive external therapy in traditional Chinese medicine, has demonstrated advantages such as definite efficacy and high safety in improving insomnia. Studies have shown that the effect of acupuncture on insomnia is closely related to the central 5-HT system. Based on the central 5-HT system, this article reviews the relationship between insomnia and 5-HT receptor dysfunction, with a particular focus on summarizing the regulatory mechanisms of acupuncture on central 5-HT receptor expression and related signaling pathways, aiming to provide a theoretical basis for mechanism research and clinical application of acupuncture in treating insomnia.

Keywords

Acupuncture, Insomnia, Serotonin, 5-HT Receptor, Mechanism of Action

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

失眠症(insomnia disorder, 又称“失眠障碍”)是常见的睡眠障碍,以入睡困难、睡眠维持困难或早醒等为主要特征,导致疲倦、注意力不集中和情绪不良等日间功能损害[1]。长期失眠易导致焦虑不安,甚至加重抑郁乃至恐惧心理,严重影响患者的身心健康[2],并且严重影响患者的日常生活,诱发至加重多种疾病增加事故率等[3],这些危害给社会带来巨大的经济负担[4]。失眠症不仅会增加躯体疾病和精神障碍的患病风险,还可能引发一系列如工伤,公共交通等公共卫生问题[5]。根据统计数据,大约 30%~36% 的成年人至少有一种与夜间睡眠障碍相关的症状[6]。普通人群中,30%~48% [7]的人有失眠有关的症状,16%~21% [8]的人每周发生失眠症状大于等于 3 次,9%~15% [8]的人伴有明显的日间功能损害,6%~10% [9]的人完全符合《精神障碍诊断与统计手册》第四版中的失眠症诊断标准。

针刺是治疗失眠的特色疗法,对比常用的口服安眠药具有显著的优势,具有不可替代的地位。目前,许多临床或基础已经证实,针灸对睡眠质量有良性调节作用[10],且不良反应少,效果好,费用低[11]。冯慧等[12]研究显示,针灸具有调节生理功能、促进自愈、缓解疼痛、调节免疫系统、改善睡眠质量以及缓解焦虑和抑郁等优势[13]。

5-HT (5-hydroxytryptamine, 5-HT)通过作用于不同受体亚型,对睡眠启动、维持及觉醒过程产生双向调节效应,但其应用具有一定局限性。笔者以“针灸”“针刺”“失眠”“5-HT 受体”为关键词,在中国期刊全文数据库、万方数据知识服务平台、PubMed、Medline 数据库,检索针灸治疗失眠的相关文献,围绕 5-HT 受体作用机制整理相关研究重点与热点,梳理针刺通过调控 5-HT 受体来改善失眠的研究进展,为临床治疗失眠症状和改善预后提供新的理论思路。

2. 失眠的发病机制

2.1. 中医学理论

失眠是患者对睡眠时间或质量不满并影响日间功能的一种最常见的睡眠障碍[14]。中医称其为“不

寐”，《灵枢·本神》指出“肝藏血，血舍魂……脾藏营，营舍意……心藏脉，脉舍神……肺藏气，气舍魄……肾藏精，精舍志”[15]。清代医家魏之琇在《续名医类案·不眠》中云：“人之安睡，神归心，魄归肺，魂归肝，意归脾，志藏肾，五脏各安其位而寝。”五脏安定则睡眠自安。

心藏神，血养神。若心血亏虚或心火亢盛，心神得不到濡养，就会“神不守舍”，导致入睡困难、心烦多梦、甚至彻夜不眠；肝藏血舍“魂”，决定睡眠深度：人卧则血归于肝。肝血充足，魂得所养，则睡眠安稳。若肝血虚，魂不附体，则多梦、梦游、说梦话；若肝郁化火，扰动心神，则凌晨 1~3 点易醒、醒后难入睡；脾为气血生化之源。思虑过度伤脾，导致气血化源不足，血虚不能养心，出现眠浅、易醒、睡不踏实。此外，脾虚生痰湿，痰热上扰，即“胃不和则卧不安”，表现为脘腹胀满、翻来覆去、口黏多梦；肾藏精主水，维系水火交融：肾水上济心火，以防心火过亢，这叫心肾相交。若肾精亏虚(常见于年老、久病)，肾水不能上制心火，虚火上浮，就会心烦不寐、彻夜难眠，常伴腰膝酸软、盗汗；肺藏魄，肺气壅滞或宣降失调，会影响气机出入。若肺气不降(如咳喘)，会阻碍阳气入阴，导致入睡困难或夜间憋醒；肺气虚弱则魄弱，表现为睡不沉、易惊醒、早醒。

2.2. 现代医学理论

失眠的发病机制未完全明确，多种理论同时存在，临床评估方面多为主观量表，客观测评工具如多导睡眠仪、体动监测仪等非失眠症的常规检查，其临床经验和循证医学证据缺乏，导致研究领域存在局限与短板。

研究表明，失眠与中枢神经递质密切相关，尤其是作为单胺类神经递质的 5-羟色胺，Oikonomou 的研究证明位于中缝 5-HT 是促进睡眠的必需物质，其神经元的消融导致小鼠觉醒增加，并损害对睡眠剥夺的稳态反应[16]。

3. 5-羟色胺受体概述

5-羟色胺是一种神经递质，负责调节情绪、认知、感知、记忆、睡眠、食欲、焦虑、肠道运动和凝血。它主要存在于中枢神经系统(CNS)、肠道和血小板中[17]。5-羟色胺通过介导 5-HT 受体起作用，5-HT 受体属于 G 蛋白偶联受体(gpcr)超家族，包括 12 个 gpcr，属于六大家族：5-HT₁、5-HT₂、5-HT₄、5-HT₅、5-HT₆ 和 5-HT₇ [18]。

Bhatt 的研究证明 5-HT₃ 受体拮抗剂通过调节神经递质释放、氧化应激及 HPA 轴，在抑郁症及焦虑等共病中显示出抗抑郁样作用，具有快速起效和改善治疗抵抗的潜力，但需更多临床研究验证其与标准抗抑郁药的疗效[19]。Alejandro [17]等的研究证明 5-HT₇ 受体广泛表达于免疫和非免疫细胞，通过不同信号通路在免疫反应中发挥多样作用，在中枢神经系统、软组织和肝脏炎症中主要起抗炎作用，脓毒症中激动剂有效，肺损伤中拮抗剂有益，炎症性肠病中作用存在模型特异性差异，尽管目前对 5-HT₇ 受体与炎症的关系认识有限，但现有证据表明其可作为炎症性疾病治疗的潜在靶点。Irina P. Voronova 等的研究证明 5-HT_{1A}、5-HT₃、5-HT₇ 受体激活降低体温，5-HT₂ 受体激活升高体温，机制涉及产热与散热过程的交感神经调控，自然条件下，这些受体是体温稳态的重要环节，参与应激、冷适应、发热等生理过程，并且 5-HT_{1A} 与 5-HT₂ 受体效应拮抗(如 5-HT₂ 激活减弱 5-HT_{1A} 诱导的 hypothermia)，5-HT_{1A} 与 5-HT₇ 可能形成异二聚体协同调控[20]。

4. 5-羟色胺受体与失眠

2019 年，有研究证明了 5-HT 是促进睡眠的必需物质，中缝核神经元的放电和 5-HT 的释放是大脑建立“睡眠压力”的一种方式[16]。中缝核是睡眠诱导区，也是脑干上行网状抑制系统的组成部分[21]，中缝 5-HT 通过与相关受体结合发出上行纤维对脑干网状结构产生抑制调节，抑制神经元活动而增强睡意。

与睡眠-觉醒密切相关的 5-HT 受体主要为 5-HT_{1A}、5-HT_{2A} 两个亚型[22], 激动 5-HT_{1A} 受体可帮助 5-HT 的合成和释放, 增加脑内 5-HT 含量, 促进睡眠[23]。5-HT_{2A} 受体拮抗剂可抑制觉醒, 增加睡眠量, 并减少觉醒次数, 保证深度睡眠[24]。5-HT 受体其作用并非单一方向, 而是通过不同的受体亚型、作用于不同的脑区, 在睡眠启动、维持和觉醒中起到双重作用。

5. 针刺调控 5-羟色胺受体改善失眠的机制

针刺改善失眠的 5-羟色胺机制, 核心在于通过调节不同 5-羟色胺受体亚型的表达和功能, 恢复大脑的“睡眠-觉醒”平衡。其主要作用机制可以概括为以下三个方面。

5.1. 调节 5-HT 含量和受体表达来改善睡眠结构

针刺能够调节 5-HT 水平, LE JJ 等[25]在双侧足三里、关元对 CUMS 大鼠用电针刺刺激治疗 14 d 后, 通过 ELISA 检测到了海马中 5-HT 浓度显著增加。而调节脑内 5-羟色胺水平可以调节失眠。研究表明失眠状态与高水平的 5-HT 释放有关[26]。临床研究表明失眠患者存在睡眠结构比例失衡现象[27], 正常睡眠由清醒期依次进入 NREM 睡眠的 N1 期、N2 期、N3 期, 随后进入 REM 睡眠[28]。N1 期为睡眠初期, 属于浅睡眠期时间; N2 期时机体进一步放松, 真正进入睡眠; N3 期称为慢波睡眠, 为深度睡眠, 是机体休息和精力、体力恢复的重要阶段; REM 期又被称为异相睡眠[29]。罗本华等[30]的研究和黄文雄等[31]的研究均显示, 针刺可通过上调血清 5-HT 含量, 减少 NREM 睡眠时间, 增加 REM 睡眠时间。林如意等[32]研究也显示, 针刺联合艾灸涌泉可使围绝经期失眠患者的 S1%、S2%降低, (S3 + S4)%、REM% 及血清 5-HT 含量升高。因此, 针刺调控 5-HT 含量能通过调整睡眠结构以调节失眠。

针刺能够调节 5-HT 受体表达。有研究表明电针治疗后, 抑郁大鼠 5-HT_{1A} 受体蛋白和 mRNA 表达增加[25]。而失眠模型大鼠皮下注射 5-HT 受体激动剂则使觉醒增加, REM 和 NREM 睡眠均减少, 且不同脑区的 5-HT 神经元在睡眠觉醒中发挥的作用不同[33]。故针刺能通过调整睡眠结构以调节失眠。但值得注意的是, 针刺角度、深度难以标准化, 这可能影响最终效果。

5.2. 调控 cAMP 等信号通路

在中枢神经系统中, 神经细胞兴奋时, 突触前膜的神经末梢释放递质作用于突触后膜上相应的受体上, 激活 AC, 在突触后膜生成 cAMP, 激活细胞内的 PKA, 活化的 PKA 催化亚基解离出来使细胞内部分蛋白的苏氨酸或丝氨酸残基磷酸化, 改变蛋白的活性, 影响相关基因的表达[34]。cAMP 作为细胞内关键第二信使, 通过调节神经兴奋性与能量代谢, 可纠正唤醒相关神经环路过度兴奋或睡眠促进机制不足, 从而改善睡眠[35]。研究发现, 5-HT 及其受体参与调节 cAMP 信号传导, cAMP 信号传导途径参与了神经干细胞的发生、记忆和学习能力[36]。

5.3. 协同神经递质平衡

通过降低去甲肾上腺素(NE)、多巴胺(DA)等促觉醒递质水平, 间接增强 5-HT 受体的镇静效应。神经递质调节是针刺治疗原发性失眠的重要途径。研究表明, 针刺可升高下丘脑、海马等脑区的 5-羟色胺(5-HT)、褪黑素(MT)、 γ -氨基丁酸(GABA)等抑制性神经递质水平, 同时降低去甲肾上腺素(NE)、多巴胺(DA)、谷氨酸(Glu)等兴奋性递质水平, 通过平衡神经递质系统改善睡眠-觉醒周期。5-HT 作为“催眠因子”参与慢波睡眠的发生与维持, 而 NE 和 DA 主要参与觉醒调节, 其水平降低可减少中枢神经系统的过度唤醒, 与 5-HT 的镇静效应产生协同作用[37]。

6. 多种研究结果的不一致性

黄秀珊等人的研究证实针刺改善失眠与上调了血清 5-HT 含量有关[38]。但罗君亭等人[39]研究发现,

针刺后 5-HT 释放下调有助于改善失眠觉醒。以上研究结果的不一致性可能与 5-HT 受体亚型的多样性, 以及不同亚型系统被激活、激活的时间(白天 - 黑夜)周期不同存在一定关联, 且在睡眠 - 觉醒中, 不同脑区的 5-HT 神经元发挥的作用也不尽相同[40]。

7. 针刺调控 5-羟色胺受体改善失眠的选穴规律

新世纪第五版针灸学选用百会, 神门, 三阴交, 照海, 申脉, 安眠为主穴, 不寐病位在心, 与肝脾肾胆胃密切相关, 故选手少阴心经上的原穴神门穴, 肝脾肾经交会穴三阴交, 且李仲文将 90 例失眠症患者随机分为神门组、三阴交组、神门 - 三阴交组, 分别用电针对应穴位治疗, 通过睡眠障碍评定量表(SDRS)、多导睡眠图(PSG)及检测血清 GABA、5-HT 含量, 比较三组疗效差异, 发现神门 - 三阴交组治疗后总睡眠时间延长、睡眠潜伏期和入睡后清醒时间缩短、睡眠效率提高 5-HT 含量升高, 且部分指标优于单穴组 ($P < 0.05$) [41]。督脉络脑, 百会为督脉穴, 蒲红春的研究表面, 电针刺激百会、神庭穴, 5-HT 升高、睡眠时长及质量改善[42]。照海通于阴跷, 申脉通于阳跷, 两相配伍可以调和阴阳。安眠为治疗失眠的经验效穴。

8. 小结

综上, 针刺通过一种多靶点、网络化的整合调节模式来恢复“睡眠 - 觉醒”平衡, 其对 5-HT 系统的调控是这一过程的关键枢纽。在递质与受体层面, 针刺能提升脑内 5-HT 含量以及受体表达水平从源头上调节睡眠结构。在下游信号层面, 针刺通过调节 G 蛋白介导的 cAMP-PKA 等通路促进 5-HT 合成和释放。在递质水平层面上, 针刺通过降低去甲肾上腺素(NE)、多巴胺(DA)等促觉醒递质水平, 间接增强 5-HT 受体的镇静效应。

然而, 当前研究价值与局限并存。大量动物实验为机制阐明提供了坚实证据, 并提示针刺对 5-HT 系统的调节可能具有穴位相对特异性(如神门、百会等)。然而, 该领域研究仍存在明显短板: 大多数的失眠症流行病学研究缺乏标准诊断工具和客观监测设备, 失眠症的流行病学特征尚需更多高质量研究进一步明确; 失眠症的病理生理学机制尚未完全明确, 主要包括过度觉醒假说、3P 假说和认知假说等多种理论; 各种假说并不互斥, 失眠症是多种因素共同作用的结果。现有证据链高度依赖于动物模型, 其结论向人体转化的可靠性有待验证; 针刺方案(穴位、参数)差异巨大, 难以标准化。

未来研究应致力于实现“从机制到临床”的跨越。首要任务是开展设计严谨的人体试验, 利用神经影像、分子标志物检测等技术, 在人体中直接验证针刺对 5-HT 通路的影响。其次, 需要探索建立基于失眠亚型与生物标志物的精准针刺治疗方案。最后, 运用系统生物学方法, 绘制针刺调节睡眠的全景式信号网络图谱, 方能全面揭示这一古老疗法的现代科学内涵。

参考文献

- [1] 中华医学会神经病学分会睡眠障碍学组. 中国成人失眠诊断与治疗指南[J]. 中华神经科杂志, 2012, 45(7): 534-540.
- [2] 林辰. 中国壮医针灸学[M]. 南宁: 广西科技出版社, 2014: 15-17.
- [3] Pigeon, W.R., Pinquart, M. and Conner, K. (2012) Meta-Analysis of Sleep Disturbance and Suicidal Thoughts and Behaviors. *The Journal of Clinical Psychiatry*, 73, e1160-e1167. <https://doi.org/10.4088/jcp.11r07586>
- [4] Roach, M., Juday, T., Tuly, R., Chou, J.W., Jena, A.B. and Doghramji, P.P. (2020) Challenges and Opportunities in Insomnia Disorder. *International Journal of Neuroscience*, 131, 1058-1065. <https://doi.org/10.1080/00207454.2020.1773460>
- [5] Li, Y., Zhang, X., Winkelman, J.W., Redline, S., Hu, F.B., Stampfer, M., et al. (2014) Association between Insomnia Symptoms and Mortality: A Prospective Study of U.S. Men. *Circulation*, 129, 737-746. <https://doi.org/10.1161/circulationaha.113.004500>

- [6] Sutton, E.L. (2021) Insomnia. *Annals of Internal Medicine*, **174**, ITC33-ITC48. <https://doi.org/10.7326/aitc202103160>
- [7] Ohayon, M.M. and Reynolds, C.F. (2009) Epidemiological and Clinical Relevance of Insomnia Diagnosis Algorithms According to the DSM-IV and the International Classification of Sleep Disorders (ICSD). *Sleep Medicine*, **10**, 952-960. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2009.07.008>
- [8] Ohayon, M.M. (2002) Epidemiology of Insomnia: What We Know and What We Still Need to Learn. *Sleep Medicine Reviews*, **6**, 97-111. <https://doi.org/10.1053/smr.2002.0186>
- [9] American Psychiatric Association (1994) The Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders IV. American Psychiatric Association.
- [10] Zhang, J., Zhang, Z., Huang, S., Qiu, X., Lao, L., Huang, Y., *et al.* (2022) Acupuncture for Cancer-Related Insomnia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Phytomedicine*, **102**, Article ID: 154160. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2022.154160>
- [11] Gould, A. and MacPherson, H. (2001) Patient Perspectives on Outcomes after Treatment with Acupuncture. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, **7**, 261-268. <https://doi.org/10.1089/107555301300328133>
- [12] 冯慧, 刘义, 徐虹, 等. 针刺与艾司唑仑对慢性失眠患者情景记忆及睡眠结构的影响: 随机对照研究[J]. 中国针灸, 2020, 40(7): 707-712.
- [13] 王舫泽, 杨超, 田鸿芳, 等. 从形神一体观到心身医学: 针灸临床的理论与实践[J]. 中国针灸, 2023, 43(4): 390-394.
- [14] American Psychiatric Association (2013) Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5). 5th Edition, American Psychiatric Publishing, 550-565.
- [15] 刘衡如, 校. 灵枢经[M].北京: 人民卫生出版社, 1963.
- [16] Oikonomou, G., Altermatt, M., Zhang, R., Coughlin, G.M., Montz, C., Gradinaru, V., *et al.* (2019) The Serotonergic Raphe Promote Sleep in Zebrafish and Mice. *Neuron*, **103**, 686-701.e8. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2019.05.038>
- [17] Quintero-Villegas, A. and Valdés-Ferrer, S.I. (2019) Role of 5-HT₇ Receptors in the Immune System in Health and Disease. *Molecular Medicine*, **26**, Article No. 2. <https://doi.org/10.1186/s10020-019-0126-x>
- [18] Parajulee, A. and Kim, K. (2023) Structural Studies of Serotonin Receptor Family. *BMB Reports*, **56**, 527-536. <https://doi.org/10.5483/bmbrep.2023-0147>
- [19] Bhatt, S., Devadoss, T., Manjula, S.N. and Rajangam, J. (2021) 5-HT₃ Receptor Antagonism: A Potential Therapeutic Approach for the Treatment of Depression and Other Disorders. *Current Neuropharmacology*, **19**, 1545-1559. <https://doi.org/10.2174/1570159x18666201015155816>
- [20] Voronova, I.P. (2021) 5-HT Receptors and Temperature Homeostasis. *Biomolecules*, **11**, Article 1914. <https://doi.org/10.3390/biom11121914>
- [21] Jones, B.E. (2019) Arousal and Sleep Circuits. *Neuropsychopharmacology*, **45**, 6-20. <https://doi.org/10.1038/s41386-019-0444-2>
- [22] 王冰梅, 于江波, 王永彬, 等. 安神补脑软胶囊对老年失眠模型大鼠下丘脑 5-羟色胺 1a、5-羟色胺 2a、 γ -氨基丁酸表达量的影响[J]. 中国老年学杂志, 2015, 35(17): 4784-4786.
- [23] Wilson, S.J., Bailey, J.E., Rich, A.S., Nash, J., Adrover, M., Tournoux, A., *et al.* (2005) The Use of Sleep Measures to Compare a New 5HT_{1A} Agonist with Buspirone in Humans. *Journal of Psychopharmacology*, **19**, 609-613. <https://doi.org/10.1177/0269881105058775>
- [24] Landolt, H.P. and Wehrle, R. (2009) Antagonism of Serotonergic 5-HT_{2A/2C} Receptors: Mutual Improvement of Sleep, Cognition and Mood? *European Journal of Neuroscience*, **29**, 1795-1809. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.2009.06718.x>
- [25] Le, J., Yi, T., Qi, L., Li, J., Shao, L. and Dong, J. (2016) Electroacupuncture Regulate Hypothalamic-Pituitary-Adrenal Axis and Enhance Hippocampal Serotonin System in a Rat Model of Depression. *Neuroscience Letters*, **615**, 66-71. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2016.01.004>
- [26] 许贵军, 车明徽, 隋金婷, 等. 针药结合对失眠大鼠血液中单胺类神经递质的影响[J]. 针灸临床杂志, 2017, 33(4): 58-61.
- [27] 李亚金, 王冠英. 以入睡困难为主症的失眠患者与以夜间早醒为主症的失眠患者 PSG 睡眠相关参数特征性研究[J]. 新疆中医药, 2021, 39(4): 12-15.
- [28] Novelli, L., Ferri, R. and Bruni, O. (2010) Sleep Classification According to AASM and Rechtschaffen and Kales: Effects on Sleep Scoring Parameters of Children and Adolescents. *Journal of Sleep Research*, **19**, 238-247. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2869.2009.00785.x>
- [29] 钟南山. 睡眠医学理论与实践[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2010: 13-18.

- [30] 罗本华, 王燕, 张亚飞, 等. 三种针法对 PCPA 失眠大鼠海马 5-HT、5-HIAA 含量的影响[J]. 中国中医基础医学杂志, 2016, 22(11): 1517-1519.
- [31] 黄文雄, 余秀梅, 曾小红. 腹针联合头针治疗围绝经期失眠疗效及其机制探讨[J]. 天津中医药, 2021, 38(10): 1294-1298.
- [32] 林如意, 吴林, 赵瑾. 引气归元针法联合涌泉穴艾灸治疗围绝经期失眠症疗效及对患者血清白细胞介素-1 β 、5-HT、FSH 的影响[J]. 陕西中医, 2020, 41(6): 811-814.
- [33] Monti, J.M., Jantos, H., Silveira, R., Reyes-Parada, M. and Scorza, C. (1995) Sleep and Waking in 5,7-DHT-Lesioned or (-)-Pindolol-Pretreated Rats after Administration of Buspirone, Ipsapirone, or Gepirone. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, **52**, 305-312. [https://doi.org/10.1016/0091-3057\(94\)00414-e](https://doi.org/10.1016/0091-3057(94)00414-e)
- [34] 牟德华, 朱艳丽, 张艳芳, 等. 大枣环腺苷酸及其生物学功能[J]. 食品科技, 2007(5): 273-275.
- [35] Haas, H.L. and Selbach, O. (2000) Functions of Neuronal Adenosine Receptors. *Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology*, **362**, 375-381. <https://doi.org/10.1007/s002100000314>
- [36] Luo, Y., Kuang, S., Li, H., Ran, D. and Yang, J. (2017) cAMP/PKA-CREB-BDNF Signaling Pathway in Hippocampus Mediates Cyclooxygenase 2-Induced Learning/Memory Deficits of Rats Subjected to Chronic Unpredictable Mild Stress. *Oncotarget*, **8**, 35558-35572. <https://doi.org/10.18632/oncotarget.16009>
- [37] Yao, L., Liu, Y., Li, M., Zheng, H., Sun, M., He, M., et al. (2024) The Central Regulatory Effects of Acupuncture in Treating Primary Insomnia: A Review. *Frontiers in Neurology*, **15**, 1406485. <https://doi.org/10.3389/fneur.2024.1406485>
- [38] 黄秀珊, 符文彬. 疏肝调神整合针灸对失眠症觉醒状态的作用及神经机制研究[J]. 长春中医药大学学报, 2023, 39(12): 1346-1350.
- [39] 罗君亭, 郭慧明, 朱海芳, 等. 调任通督针刺法治疗围绝经期失眠患者血清性激素及 5-HT 影响[J]. 黑龙江医学, 2018, 42(12): 1163-1164, 1169.
- [40] 朱星燕, 王东岩, 周以皓, 等. 针灸治疗失眠过度觉醒机制研究进展[J]. 河北中医, 2025, 47(9): 1580-1584.
- [41] 李仲文, 杨玲, 宋孝军, 等. 神门、三阴交配伍对失眠症睡眠质量和血清 GABA、5-HT 的影响[J]. 世界科学技术-中医药现代化, 2022, 24(2): 860-866.
- [42] 蒲红春, 王志明, 李仪. 电针百会、神庭调控 BDNF、TrkB 介导的小胶质细胞极化改善大鼠失眠[J]. 广州中医药大学学报, 2025, 42(10): 2514-2520.