

针刺疗法调节GABA能系统改善失眠的研究进展

刘 双¹, 张 迪^{2*}

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一医院针灸四科, 黑龙江 哈尔滨

收稿日期: 2025年7月9日; 录用日期: 2025年8月1日; 发布日期: 2025年8月12日

摘 要

全文通过阐述针刺调节GABA能系统改善失眠作用的机制, 说明了失眠是由于GABA能系统出现功能障碍所致; 通过对现有相关文献的研究可知, 针刺可引起失眠患者脑内 γ -氨基丁酸(GABA)含量的变化, 并参与调节GABA与谷氨酸(Glu)间的平衡, 而GABA与Glu水平之间的失衡可能会影响人的睡眠情况, 再者有研究证实GABA可通过激活五羟色胺(5-HT)等途径改善睡眠状态, 故可推测针刺疗法可能是通过调节GABA能系统来改善睡眠。目前已有关于通过针刺调控GABA能通路方面的研究表明, 针刺对GABA能通路中受体的影响、转运体和代谢酶的影响, 其均属于GABA能系统的多靶点调控机制, 该类机制为临床上针刺治疗失眠提供了科学依据。

关键词

针灸, 失眠, γ -氨基丁酸, GABA能系统, 神经递质, 作用机制

Research Progress on Acupuncture Therapy Regulating GABAergic System to Improve Insomnia

Shuang Liu¹, Di Zhang^{2*}

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

²Department of Acupuncture and Moxibustion IV, The First Affiliated Hospital of Heilongjiang University of Chinese Medicine, Harbin Heilongjiang

Received: Jul. 9th, 2025; accepted: Aug. 1st, 2025; published: Aug. 12th, 2025

*通讯作者。

文章引用: 刘双, 张迪. 针刺疗法调节 GABA 能系统改善失眠的研究进展[J]. 临床医学进展, 2025, 15(8): 681-687.
DOI: 10.12677/acm.2025.1582283

Abstract

The full text elaborates on the mechanism by which acupuncture regulates the GABAergic system to improve insomnia, and explains that insomnia is caused by dysfunction of the GABAergic nervous system; Through research on existing relevant literature, it is known that acupuncture can cause changes in the levels of gamma aminobutyric acid (GABA) in the brains of insomnia patients and participate in regulating the balance between GABA and glutamate (Glu). The imbalance between GABA and Glu levels may affect human sleep. Furthermore, studies have shown that GABA can improve sleep status by activating serotonin (5-HT) and other pathways. Therefore, it can be speculated that acupuncture therapy may improve sleep by regulating the GABAergic system. At present, research on regulating the GABAergic pathway through acupuncture has shown that the effects of acupuncture on receptors, transporters, and metabolic enzymes in the GABAergic pathway belong to the multi-target regulatory mechanism of the GABAergic system, which provides scientific basis for acupuncture treatment of insomnia in clinical practice.

Keywords

Acupuncture and Moxibustion, Insomnia, Gamma Aminobutyric Acid, GABAergic System, Neurotransmitters, Mechanism of Action

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

据文献报道,近几十年来,失眠症是大众人群中最常见的睡眠障碍类型之一,主要表现为入睡困难、睡眠难以维持或过早醒后不能再次入睡、日间功能损害,随着失眠的加重,患者容易出现抑郁、焦虑等精神类疾病,大多数患者会在临床上表现出诸多躯体不适[1]。以往临床上对于失眠的治疗多采用口服药物疗法,最为常见的一种药物为苯二氮卓类药物,它可以对中枢神经系统产生抑制作用,使睡眠得以恢复,但因这类药物使用频率较高,使得人们忽略了滥用该类药物造成的不良后果,尤其是长期服用此种药物会使人对此类药物形成依赖,进一步加重失眠[2]。针刺疗法作为传统的中医疗法,其治疗效果好且几乎无副作用,但该疗法的作用机制尚未完全明确,近年研究发现,针刺可能通过调节 GABA 能系统发挥作用,改善失眠症状,为其作用机制研究开辟新方向。本文旨在系统总结针刺调节 GABA 能系统改善失眠的最新研究进展,为临床实践和进一步研究提供参考。

2. 中医对失眠的认识

不寐最早出现于《黄帝内经》,书中称其为“不得卧”“目不瞑”,是一种以经常不能获得正常睡眠为特点的病症,主要表现为睡眠时间及深度的不足。轻者入睡困难,或寐而不酣,时寐时醒,或醒后不能再寐;重则彻夜不寐。该病的发生主要是因为情志不调,饮食不节,劳累过度,身体虚弱等原因,导致邪气滞留于脏腑之中,导致脏腑机能紊乱,气血失调[3]。该病病位主要在心,涉及肝、脾、肾等脏腑,病理性质有实有虚,且虚多实少。虚者为脾虚不运,心肝血虚,神失所养,不寐由生;实者多因肝郁化火,痰热内扰,引起心神不安所致。针刺疗法作为一种传统的中医治疗方法,通过刺激人体特定的穴位,可以调节和恢复正常的睡眠-觉醒周期,促进气血循环,疏通经络,从而达到改善失眠的效果[4]。

3. GABA 能系统生理作用与失眠之间的关系

1) GABA 能神经元主要分布于大脑皮质、海马、小脑、基底神经节等区域, 通过释放 GABA 与突触后膜上的相应受体结合, 抑制神经系统中兴奋性神经递质的释放, 从而调节神经系统的平衡。

2) GABA (γ -氨基丁酸) 是中枢神经系统中主要的抑制性神经递质, 具有抗焦虑和镇静、催眠的作用[5]。Glu (谷氨酸) 是一种主要的兴奋性神经递质, 当其处于低水平状态时会导致疲劳并抑制大脑的活动[6][7]。这些神经递质通过复杂的神经网络相互作用[8], 维持正常的睡眠 - 觉醒周期。当人们出现睡眠障碍时会导致大脑中出现一系列与神经递质相关疾病, 影响人体睡眠 - 觉醒周期的调节, 从而改变人体免疫细胞和免疫分子的水平。

3) GABA 主要通过两类受体起作用, 其中 GABA-A 受体主要是调节氯离子, 介导抑制型快速电位并使中枢神经系统的兴奋性降低; GABA-B 受体是一种 G 蛋白偶联受体, 作用较慢而持久, 在一定程度上产生抑制作用, 它还与一些精神系统的疾病有关, 如抑郁、焦虑、癫痫以及失眠症等[9]-[11]。

4) GABA 神经元及 γ -氨基丁酸转运体(GATs)可以维持 GABA 能系统的动态平衡。GATs 是由约 600 个氨基酸组成的糖蛋白, 可以分为浆膜转运体和囊泡转运体两大类。GABA 从突触前膜释放出来, 并在 GATs 的作用下与突触后膜中的 GABA 受体结合, 调节 GABA 的信号传递、神经传递、神经元可塑性, 从而发挥抑制作用[11][12]。

5) GABA 的合成和降解都需要 GABA 代谢酶的参与。谷氨酸脱羧酶(GAD)可以将 Glu 转化为 GABA; GABA-T 能将 GABA 转化为琥珀酸半醛, 然后转变为琥珀酸, 进而实现 GABA 降解。一般情况下, 睡眠障碍患者的脑组织中 GABA 水平下降时伴有受体及转运体水平均下降、转氨酶水平升高[13][14]。

4. 失眠状态下 GABA 能系统的病理改变

1) 失眠患者的 GABA 能系统可能存在多方面功能紊乱, 随着神经影像学领域常用的质子磁共振波谱(1H-MRS)的运用, 可以检测到人体中枢神经系统内的一些重要化学物质, 如 GABA、Glu、Gln (谷氨酰胺)等成分。大部分已有的研究均得出结论认为 GABA 和 Glu 都与原发性失眠的神经生物学存在一定的关联性[15]。Benson KL [16]等的研究发现, 与健康人的对照组相比, 失眠症患者血清 GABA 水平较低, Glu 或 GABA 到 Gln 的代谢周期改变可能会引起抑郁症及失眠的发生; 同时发现睡眠障碍患者可能有更严重的兴奋性/抑制性神经功能失衡[17]。

2) 谷氨酸脱羧酶(GAD)的表达减少, 使 GABA 合成下降; Jia H 等[18]发现失眠大鼠模型中 GAD67 的表达和 GABA-T 含量减低, 而 GluR2 的含量升高。将 GAD67 基因敲除后, 失眠大鼠的 GAD65/67 水平降低。胡元元等[19]的实验表明: 氯离子能提高海马神经元内 GABA-T 活性, 进而促进 GABA 的分解。上述情况说明我们可以通过调控 GAD₆₇ 的表达来激活 GABA-T, 以此来达到促进睡眠的作用。

3) GABA 受体的功能受其亚基(如 $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$)表达的影响。Xiang Ting [20]等人的研究表明, 失眠患者血清中 GABA-A 受体 $\alpha 1$ 和 $\alpha 2$ 亚基 mRNA 表达水平明显降低; 通过分析 PSQI 评分量表与这两种亚基的 mRNA 表达水平之间的相关性, 研究人员发现患者睡眠质量越差, 睡眠时间越短, $\alpha 1$ 和 $\alpha 2$ 亚基 mRNA 表达水平越低, 日间功能障碍越重。

4) 突触间隙中的 GABA 浓度调节失衡与 GAT 的表达异常有关。当人体受各方面影响, 导致 GAT 的表达减少, Glu 累积过多, GABA 合成不足, 从而引发抑制性神经递质和兴奋性神经递质之间的失衡, 导致失眠[21]。

这些病理改变都可以导致中枢抑制性功能减弱, 神经兴奋性增高, 进而引发失眠, 所以恢复 GABA 能系统功能成为治疗失眠的重要靶点。

5. 针刺调节 GABA 能通路的可能机制

5.1. 神经 - 内分泌调节

针刺是通过调畅脏腑机能、调和机体阴阳, 使机体精神情志状态恢复正常的一种手段。目前针刺疗法已成为治疗神经系统疾病中较常用的疗法之一, 此疗法具有副作用小, 易为患者接受等优点。针刺的作用机理之一是对神经 - 内分泌系统的调节作用[22]。神经 - 内分泌系统是联系神经系统和内分泌系统的一个重要纽带, 在调节压力、情绪及心理健康方面发挥着重要作用, 该系统包括了激素、内分泌腺、多个大脑区域等, 在体内和体外各种因素刺激下进行着协调和平衡人体生理稳态的功能[23], 而且该系统中核心部分的下丘脑 - 垂体 - 肾上腺轴(HPA)对人们的心理健康也起重要作用, 这主要是由于它控制着人体的压力应激反应[24]。此外, 针刺还可以调节脑内 GABA 的活性, 调节 GABA/Glu 的比例, 可缓解抑郁、原发性失眠等疾病的发生[25]-[27]。研究表明[28], 针刺失眠大鼠四神聪穴、百会穴可使 GABA 含量增加, 说明针刺可使神经递质对神经元发挥明显的抑制作用, 降低神经的兴奋性。

5.2. 神经递质网络平衡

除对神经递质如 5-HT、Glu 等的直接作用外, 针刺还可能参与调控其与 GABA 能神经元形成的复杂调控网络。朱敬云[29]等观察到, 针刺干预后, 失眠症患者血清 CORT 水平明显下降, 血清 5-HT、GABA 水平升高。这些生化指标的变化表明, 针刺疗法可以调节神经递质网络, 进而改善患者的睡眠质量; 另外, 有学者发现 5-HT 和 GABA 分别与情绪调节和中枢神经系统抑制性传导有关[30][31], 针刺后这两种神经递质水平的升高可改善失眠患者的情绪以及睡眠质量。

5.3. 神经可塑性调节

近来研究发现, 脑源性神经营养因子(BDNF)是失眠症病因和发病机制的重要部分之一, BDNF 的表达变化可调控人或动物体内的睡眠行为[32]。针刺能够增加 BDNF 的表达, 而 BDNF 能够调节 GABA 能神经元突触的可塑性[33][34]。

5.4. 炎症调节

失眠会伴有神经炎性反应, 而针刺可以抑制 IL-1 β 、TNF- α 等促炎性细胞因子的释放, 从而缓解 GABA 能神经元的损伤, 另一方面也能够调控免疫细胞因子来达到影响神经系统炎性反应的目的[35]。已有学者发现: 失眠患者的血清中, IL-1 β 以及 TNF- α 浓度明显高于正常人[36]; 失眠大鼠的脑组织中 IL-1 β 及 TNF- α 的表达水平也明显高于正常对照组大鼠, 表明了两者具有相关性[37], 而免疫细胞因子与 GABA 能系统之间相互影响, 共同改善失眠症状。

6. 研究的局限性与未来方向

尽管本文揭示了针刺疗法调节 GABA 系统的部分机制, 但必须承认当前研究领域内证据存在诸多局限性, 为了更全面地理解本文结果的意义及推动未来研究, 有必要对现有证据的局限性进行批判性评价。

6.1. 动物模型与人体的差异

本文所示大量研究数据依赖于大鼠模型。虽然这些模型为探索针刺疗法的潜在机制提供了宝贵的参考价值, 但大鼠的疼痛传导通路、自主神经调节以及对针刺的反应与人体存在显著差异, 动物实验中造就的模型难以完全模拟人类疾病的复杂性及其心理社会因素[38], 这些都会影响针刺的临床疗效。因此, 将动物模型的研究结果直接推广至临床应用时需要格外谨慎。

6.2. 针刺方案的异质性

当前针刺研究领域面临的核心挑战之一是治疗方案的高度异质性, 这些异质性可以体现穴位选择、刺激参数、操作者经验水平等。不同的针刺方式, 其针刺信号不同, 其传入途径、产生的效应及机制、作用的靶点等均可能存在差异, 而且不同的疾病, 在不同的时期, 对不同的针刺刺激方式的传入途径、产生的效应及机制都可能不同。传统针灸以徒手操作配合针刺手法发挥针刺效应, 动物实验应与临床保持一致, 以便更好地阐释作用机制[39]。本文所纳入的研究数据也反映了这种异质性, 这种异质性使得研究结果间的直接比较变得困难, 也增加了得出普适性结论的难度, 并可能掩盖特定有效方案或混淆效应评估。

6.3. 研究方法学的局限

部分研究样本量较小, 统计效能不足, 可能会导致试验结果不稳定。其次, 观察指标的选择存在差异, 如果观察患者的主观指标(如量表、调查问卷等), 则研究结果易受患者自身心理等因素的影响, 所以加强临床客观指标(如生化指标、神经影像等)的应用是有必要的。

由于此类研究具有局限性, 所以未来的研究应致力于解决以下问题:

1) 不同穴位对 GABA 能系统的调节作用是否存在差异? 该类变化机制尚需明确; 2) 针刺的刺激参数, 如频率、强度、持续时间等, 对 GABA 能系统的影响是否有规律; 3) 失眠患者的遗传背景及类型等因素可能影响针刺对 GABA 能系统的调节效果; 4) 采取针刺与药物或其它非药物疗法联合应用的治疗方法, 该方法是否会对 GABA 能系统产生协同或拮抗的作用。

7. 结论

针刺可以通过多靶点、多途径调节 GABA 能系统功能, 包括促进 GABA 合成、抑制其降解、调节受体的表达及功能等, 提高 GABA 水平, 改善睡眠障碍; 所以该机制可能是针刺治疗失眠的有效靶点之一, 为临床探索新的非药物治疗方法开辟新思路。未来还应该探讨出针刺调节 GABA 能通路的具体规律, 完善治疗方案, 扩大针刺疗法在治疗失眠上的临床应用范围。

参考文献

- [1] 韩勇. 温针灸治疗心胆气虚型失眠的临床观察[D]: [硕士学位论文]. 长春: 长春中医药大学, 2024.
- [2] 刘洪秋. 盐酸曲唑酮治疗苯二氮卓类药物依赖性失眠症的效果研究[J]. 首都食品与医药, 2024(1): 67-70.
- [3] 刘文彤. 针灸治疗失眠的现状与研究进展[J]. 中医学, 2025, 14(2): 525-529.
- [4] 张琪, 卢成美. 中医针灸治疗失眠症的临床效果分析[J]. 中文科技期刊数据库(文摘版)医药卫生, 2025(1): 73-76.
- [5] Zhu, W., Huang, L., Cheng, H., Li, N., Zhang, B., Dai, W., *et al.* (2024) GABA and Its Receptors' Mechanisms in the Treatment of Insomnia. *Heliyon*, **10**, e40665. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e40665>
- [6] Walker, M.C. and van der Donk, W.A. (2016) The Many Roles of Glutamate in Metabolism. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, **43**, 419-430. <https://doi.org/10.1007/s10295-015-1665-y>
- [7] Rönnbäck, L. and Hansson, E. (2004) On the Potential Role of Glutamate Transport in Mental Fatigue. *Journal of Neuroinflammation*, **1**, Article No. 22. <https://doi.org/10.1186/1742-2094-1-22>
- [8] Agrawal, S., Kumar, V., Singh, V., Singh, C. and Singh, A. (2023) A Review on Pathophysiological Aspects of Sleep Deprivation. *CNS & Neurological Disorders—Drug Targets*, **22**, 1194-1208. <https://doi.org/10.2174/1871527321666220512092718>
- [9] Bowery, N.G., Hudson, A.L. and Price, G.W. (1987) GABAA and GABAB Receptor Site Distribution in the Rat Central Nervous System. *Neuroscience*, **20**, 365-383. [https://doi.org/10.1016/0306-4522\(87\)90098-4](https://doi.org/10.1016/0306-4522(87)90098-4)
- [10] Cénat, J.M., Blais-Rochette, C., Kokou-Kpolou, C.K., Noorishad, P., Mukunzi, J.N., McIntee, S., *et al.* (2021) Prevalence of Symptoms of Depression, Anxiety, Insomnia, Posttraumatic Stress Disorder, and Psychological Distress among

- Populations Affected by the COVID-19 Pandemic: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Psychiatry Research*, **295**, Article ID: 113599. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2020.113599>
- [11] Nutt, D.J. and Malizia, A.L. (2001) New Insights into the Role of the GABA_A-Benzodiazepine Receptor in Psychiatric Disorder. *British Journal of Psychiatry*, **179**, 390-396. <https://doi.org/10.1192/bjp.179.5.390>
 - [12] Khozhai, L.I. (2023) Distribution of Gabaergic Interneurons and the Gabaergic Transporter GAT1 in the Layers of the Neocortex during the Neonatal Period in Rats. *Cell and Tissue Biology*, **17**, 153-160. <https://doi.org/10.1134/s1990519x23020086>
 - [13] Zielinski, M.R., Systrom, D.M. and Rose, N.R. (2019) Fatigue, Sleep, and Autoimmune and Related Disorders. *Frontiers in Immunology*, **10**, Article 1827. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2019.01827>
 - [14] Bao, H., Peng, Z., Cheng, X., Jian, C., Li, X., Shi, Y., et al. (2023) GABA Induced by Sleep Deprivation Promotes the Proliferation and Migration of Colon Tumors through miR-223-3p Endogenous Pathway and Exosome Pathway. *Journal of Experimental & Clinical Cancer Research*, **42**, Article No. 344. <https://doi.org/10.1186/s13046-023-02921-9>
 - [15] Kondru, S.S., Pan, Y., Wallace, E.P., et al. (2021) Sleep Deprivation Exacerbates Seizures and Diminishes GABAergic tonic Inhibition. *Annals of Neurology*, **90**, 840-844.
 - [16] Benson, K.L., Bottary, R., Schoerning, L., Baer, L., Gonenc, A., Eric Jensen, J., et al. (2020) 1H MRS Measurement of Cortical GABA and Glutamate in Primary Insomnia and Major Depressive Disorder: Relationship to Sleep Quality and Depression Severity. *Journal of Affective Disorders*, **274**, 624-631. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2020.05.026>
 - [17] Zhang, X., Zhang, X., Liu, X., Lai, P., Cao, C., Wang, Y., et al. (2023) Examining the Role of GLU/GABA to GLN Metabolic Cycle in the Pathogenesis of Post-Stroke Depressive Disorder and Insomnia. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, **19**, 2833-2840. <https://doi.org/10.2147/ndt.s443844>
 - [18] Jia, H., Chen, X., Liang, Z., Liang, R., Wu, J., Hu, Y., et al. (2024) Senegenin Regulates the Mechanism of Insomnia through the Keap1/Nrf2/PINK1/Parkin Pathway Mediated by GAD67. *Journal of Sleep Research*, **34**, e14354. <https://doi.org/10.1111/jsr.14354>
 - [19] 胡元元, 何善述, 徐仁泗, 等. 神经元 GABA 合成、分解和分泌与癫痫发病的研究[J]. 中风与神经疾病杂志, 2001, 18(3): 134-136.
 - [20] Xiang, T., Liao, J., Cai, Y., Fan, M., Li, C., Zhang, X., et al. (2023) Impairment of GABA Inhibition in Insomnia Disorders: Evidence from the Peripheral Blood System. *Frontiers in Psychiatry*, **14**, Article 1134434. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2023.1134434>
 - [21] Bruni, O., Ferini-Strambi, L., Giacomoni, E. and Pellegrino, P. (2021) Herbal Remedies and Their Possible Effect on the Gabaergic System and Sleep. *Nutrients*, **13**, Article 530. <https://doi.org/10.3390/nu13020530>
 - [22] Yu, J., Zeng, B. and Hsieh, C. (2013) Acupuncture Stimulation and Neuroendocrine Regulation. *International Review of Neurobiology*, **111**, 125-140. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-411545-3.00006-7>
 - [23] Toni, R., Malaguti, A., Castorina, S., Roti, E. and Lechan, R.M. (2004) New Paradigms in Neuroendocrinology: Relationships between Obesity, Systemic Inflammation and the Neuroendocrine System. *Journal of Endocrinological Investigation*, **27**, 182-186. <https://doi.org/10.1007/bf03346266>
 - [24] Joseph, D. and Whirledge, S. (2017) Stress and the HPA Axis: Balancing Homeostasis and Fertility. *International Journal of Molecular Sciences*, **18**, Article 2224. <https://doi.org/10.3390/ijms18102224>
 - [25] Qiao, L., Liu, J., Tan, L., Yang, H., Zhai, X. and Yang, Y. (2017) Effect of Electroacupuncture on Thermal Pain Threshold and Expression of Calcitonin-Related Peptide, Substance P and γ -Aminobutyric Acid in the Cervical Dorsal Root Ganglion of Rats with Incisional Neck Pain. *Acupuncture in Medicine*, **35**, 276-283. <https://doi.org/10.1136/acupmed-2016-011177>
 - [26] Yang, P., Chen, H., Wang, T., Su, H., Li, J., He, Y., et al. (2023) Electroacupuncture Promotes Synaptic Plasticity in Rats with Chronic Inflammatory Pain-related Depression by Upregulating BDNF/TrkB/CREB Signaling Pathway. *Brain and Behavior*, **13**, e3310. <https://doi.org/10.1002/brb3.3310>
 - [27] Chen, H., Zhang, M., Wu, J., She, Y., Yuan, X., Huo, Y., et al. (2022) Effect of Auricular Acupoint Bloodletting Plus Auricular Acupressure on Sleep Quality and Neuroendocrine Level in College Students with Primary Insomnia: A Randomized Controlled Trial. *Chinese Journal of Integrative Medicine*, **28**, 1096-1104. <https://doi.org/10.1007/s11655-022-3581-0>
 - [28] 刘振华, 王世军. 针刺四神聪、百会对失眠大鼠脑组织钟基因及氨基酸类神经递质表达的影响[J]. 中国老年学杂志, 2015, 35(21): 6067-6069.
 - [29] 朱敬云, 王琳琳, 任志欣, 等. 和胃安神针刺治疗原发性失眠患者的安全性和有效性研究[J]. 中医学报, 2025, 40(4): 884-889.
 - [30] 朱乐, 廖疏影, 曾燕, 等. 5-羟色胺系统在应激损伤海马神经发生中的作用[J]. 中国病理生理杂志, 2024, 40(5):

- 944-949.
- [31] 李冕, 谭忠林, 吴月, 等. 重性抑郁障碍谷氨酸与 γ -氨基丁酸稳态失衡研究进展[J]. 中国神经精神疾病杂志, 2023, 49(12): 758-764.
 - [32] 张真真, 董豪杰. 基于 cAMP/BDNF 通路的针刺四神聪穴联合酸枣仁汤治疗顽固性失眠的机制研究[J]. 实用中医内科杂志, 2025, 39(4): 132-135.
 - [33] 舒治钧, 黎明, 蔡定均, 等. 针刺对失眠大鼠自发活动节律周期及丘脑网状核内 γ -氨基丁酸能神经元的影响[J]. 中华中医药杂志, 2024, 39(6): 3063-3067.
 - [34] 秦冰, 李莉, 刘芳翡, 等. 老年失眠患者血清 miR-147 表达与 Treg/Th17 水平的关系[J]. 中国老年学杂志, 2021, 41(19): 4290-4293.
 - [35] 徐楚楚, 罗梦雪, 方霜霜, 等. 基于网络药理学探讨半夏泻心汤“异病同治”慢性萎缩性胃炎和失眠共同作用机制[J]. 辽宁中医药大学学报, 2021, 23(9): 118-124.
 - [36] 方蔓倩, 蒋海平. 活血化痰降浊方合针刺治疗顽固性失眠疗效及对炎症因子、单胺类神经递质水平的影响[J]. 现代中西医结合杂志, 2019, 28(30): 3334-3337, 3345.
 - [37] 吴东南, 刘玲, 郭丽珍, 等. 酸枣仁汤抑制神经炎症减轻睡眠剥夺大鼠海马神经损伤的研究[J]. 湖北中医药大学学报, 2021, 23(1): 10-14.
 - [38] McVeigh, L.G., Perugini, A.J., Fehrenbacher, J.C., White, F.A. and Kacena, M.A. (2020) Assessment, Quantification, and Management of Fracture Pain: From Animals to the Clinic. *Current Osteoporosis Reports*, **18**, 460-470. <https://doi.org/10.1007/s11914-020-00617-z>
 - [39] 鲁海, 胡佳慧, 韩李莎, 等. 鼠类实验研究针刺参数优化[J]. 针灸临床杂志, 2019, 35(12): 6-9.