Traditional Chinese Medicine 中医学, 2026, 15(11), 108-115
Published Online November 2026 in Hans. https://www.hanspub.org/journal/tcm
https://doi.org/10.12677/tcm.2026.1511629

基于肠道菌群探讨针刺干预CID-MCI的机制研究进展

沈　怡[1]，侯天舒[2*]

[1]成都中医药大学针灸推拿学院，四川　成都
[2]成都市中西医结合医院治未病中心，四川　成都

收稿日期：2026年9月14日；录用日期：2026年10月28日；发布日期：2026年11月10日

摘　要

慢性失眠障碍(chronic insomnia disorder, CID)和轻度认知功能障碍(mild cognitive impairment, MCI)是老龄化背景下常见的神经精神疾病。两者在病理生理过程中存在明显的相互影响关系。长期睡眠障碍不仅会损害注意力、执行功能及记忆能力，还可能促进MCI向阿尔茨海默病进展。近年来，肠道菌群及其介导的肠道菌群－肠－脑轴(microbiota-gut-brain axis, MGBA)被认为是连接CID与MCI的重要生物学基础。肠道菌群可通过短链脂肪酸、神经递质、免疫炎症反应及下丘脑－垂体－肾上腺(HPA)轴等途径参与睡眠与认知功能调控。研究表明，针刺能够改善患者睡眠质量及认知功能，其机制可能与调节肠道菌群结构、增强肠黏膜屏障完整性、抑制神经炎症、调节5-羟色胺及γ-氨基丁酸等神经递质水平，以及改善迷走神经功能有关。现基于MGBA理论，对针刺干预CID-MCI的潜在机制进行综述，以期为相关机制研究及临床干预提供参考。

关键词

针刺，慢性失眠，轻度认知功能障碍，肠道菌群，肠脑轴

Advances in the Mechanisms of Acupuncture Intervention for CID-MCI: Insights from the Gut Microbiota

Yi Shen[1], Tianshu Hou[2*]

[1]School of Acupuncture and Tuina, Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu Sichuan
[2]Center for Preventive Treatment of Diseases, Chengdu Integrated Traditional Chinese Medicine and Western Medicine Hospital, Chengdu Sichuan

[*]通讯作者。

文章引用: 沈怡, 侯天舒. 基于肠道菌群探讨针刺干预 CID-MCI 的机制研究进展[J]. 中医学, 2026, 15(11): 108-115.
DOI: 10.12677/tcm.2026.1511629

Received: September 14, 2026; accepted: October 28, 2026; published: November 10, 2026

Abstract

Chronic insomnia disorder (CID) and mild cognitive impairment (MCI) are prevalent neuropsychiatric disorders in the aging population and exhibit substantial pathophysiological interplay. Persistent sleep disturbances not only impair attention, executive function, and memory performance, but may also accelerate the progression from MCI to Alzheimer's disease (AD). In recent years, the gut microbiota and the microbiota-gut-brain axis (MGBA) have increasingly been recognized as important biological links between cancer-induced distress (CID) and mild cognitive impairment (MCI). The gut microbiota participate in the regulation of sleep and cognitive function through multiple pathways, including short-chain fatty acid (SCFA) production, neurotransmitter modulation, immune-inflammatory responses, and regulation of the hypothalamic-pituitary adrenal (HPA) axis. Accumulating evidence suggests that acupuncture can improve sleep quality and cognitive function, potentially through modulating gut microbiota composition, enhancing intestinal mucosal barrier integrity, attenuating neuroinflammation, regulating neurotransmitter levels, particularly 5-hydroxytryptamine (5-HT) and gamma-aminobutyric acid (GABA), and improving vagal nerve function. Based on the MGBA framework, this review systematically summarizes the potential mechanisms underlying the effects of acupuncture on CID-MCI, with the aim of providing scientific reference for further mechanistic investigations and clinical intervention strategies.

Keywords

Acupuncture, Chronic Insomnia, Mild Cognitive Impairment, Gut Microbiota, Gut-Brain Axis

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

在中国，睡眠障碍已成为重要公共卫生问题，慢性失眠患病率达 10%~20% [1]。现有证据表明，CID 与认知障碍存在双向关系[2]。长期失眠不仅影响患者短期的认知表现，还可能加速长期的认知退化，并增加阿尔兹海默症(Alzheimer's disease, AD)的发生风险。与此同时，MCI 患者也普遍伴有睡眠质量下降及睡眠结构紊乱[3]。

近年来，肠道菌群及其介导的 MGBA 被认为是连接睡眠障碍与认知功能损害的重要病理生理基础。肠道菌群可以通过神经、免疫、内分泌及代谢等多种途径参与睡眠调节，并维持正常认知功能[4] [5]。研究发现，CID 患者普遍存在肠道菌群多样性下降、有益菌减少以及条件致病菌增多等失衡现象[6]；而 MCI 患者也存在肠道菌群结构紊乱的问题[7]。针刺在改善睡眠和认知方面具有一定研究基础，但目前有关“针刺－肠道菌群－CID-MCI 共病”的直接机制证据仍十分有限。

因此，本文的论证并非将单一疾病研究结果等同于 CID-MCI 共病机制，而是采用“相关单病种证据整合－共病机制假说构建－后续验证”的逻辑：在梳理 CID、MCI 以及 AD、脑缺血等相关模型研究的基础上，分析这些结果对 CID-MCI 可能机制的启示。全文在引用此类证据时尽量明确其研究对象或实验模型，并将跨疾病外推作为假说性推论，而非已经证实的因果关系。基于这一证据边界，本文从 MGBA 角

度综述针刺干预 CID-MCI 的潜在机制。

2. CID-MCI 与肠道菌群的关系

CID 与 MCI 存在显著的双向促进关系；长期失眠不仅会损害注意力、记忆力及执行功能，还被认为是 MCI 向 AD 转化的重要危险因素；而 MCI 患者又普遍伴随睡眠质量下降与睡眠结构紊乱。近年来研究表明，肠道菌群及其介导的 MGBA 可能是连接 CID 与 MCI 的重要生物学基础。

正常情况下，肠道菌群能够通过代谢产生短链脂肪酸(short-chain fatty acids, SCFAs)、胆汁酸及神经活性物质等多种代谢产物，维持肠道屏障完整性及中枢神经系统稳态[8]。SCFAs 不仅能够为肠上皮细胞提供能量，还可增强紧密连接蛋白表达，维持肠黏膜屏障功能，并通过抑制炎症反应、调节免疫稳态及影响神经递质合成参与 MGBA 的双向调控[9]。研究发现，SCFAs 在 5-羟色胺(5-hydroxytryptamine, 5-HT)的产生与释放中发挥重要作用，而 5-HT 广泛参与睡眠、情绪及认知功能调节[10]。此外，丁酸等代谢产物还可上调脑源性神经营养因子(brain-derived neurotrophic factor, BDNF)表达，促进突触可塑性及神经修复；而肠道菌群失衡则会导致皮质及海马区 BDNF 表达下降，进而加重认知功能损害[11]。

肠道微生物群也是多种神经递质的重要来源，双歧杆菌及乳酸杆菌可产生 γ-氨基丁酸(γ-aminobutyric acid, GABA)，而 GABA 作为重要的抑制性神经递质，在镇静催眠及认知功能维持中具有重要作用。当肠道菌群失衡时，肠道通透性增加，脂多糖等炎症相关代谢物易进入循环系统，诱导促炎细胞因子释放，并损伤中枢神经系统细胞[12]。此外，肠道微生物群还可通过影响小胶质细胞成熟与活化，加重 Aβ 及 Tau 蛋白相关病理毒性，进而诱发认知功能损害及睡眠障碍[13]。

除免疫与代谢途径外，迷走神经也是肠道菌群影响中枢神经系统的重要通路[14]。肠神经系统可通过迷走神经与中枢神经系统进行双向信息传递，从而参与睡眠、情绪及认知功能调控。研究发现，CID 患者存在厚壁菌门与拟杆菌门比例失衡，并伴有肠道屏障功能受损及血脑屏障通透性增加，从而进一步影响认知功能[6]。此外，较高的肠道微生物多样性与更好的睡眠效率及认知表现呈正相关[15]。在 MCI 患者中，肠道菌群还可通过影响短链脂肪酸、胆汁酸及神经递质代谢，参与 Aβ 沉积及 Tau 蛋白磷酸化过程，进而影响记忆力、执行功能及整体认知水平[4] [7]。

当肠道菌群失调时，有益菌减少而条件致病菌增多，SCFAs 生成减少，肠道通透性增加，脂多糖等代谢产物进入循环系统后可诱导炎症反应，加重中枢神经系统损伤。MGBA 可通过神经、免疫及内分泌等途径参与睡眠行为调节，而中枢神经系统疾病又可反向导致肠道菌群失衡[5]。基于上述机制，针刺能够通过调节肠道微生态、改善 MGBA 功能，对 CID-MCI 发挥多靶点干预作用。

3. 针刺治疗 CID-MCI 的临床证据与疗效特点

3.1. 针刺对肠道菌群结构的调节作用

中医虽无“肠道菌群”概念，但“脑肠相关”思想早已有之。《素问》提出“胃不和则卧不安”，提示脾胃功能失调与睡眠障碍密切相关；《灵枢》提出“脑为髓海”，表明脑与神志活动关系密切。CID 与 MCI 虽病位在脑，但与脾胃失调、气血不足及神明失养密切相关。从中医理论来看，CID 与 MCI 的核心病机多与“脾虚失运”“痰浊内扰”及“心神失养”有关。脾胃为气血生化之源，脾失健运则清阳不升、脑失所养，进而出现失眠、健忘等症。肠道菌群稳态失衡所导致的炎症反应及代谢紊乱，与中医“脾虚湿阻”“浊毒内生”等病机具有一定相似性。针刺通过调和脏腑、疏通经络及调节气血阴阳，可能实现对肠道菌群及肠脑轴功能的整体调控，在治疗认知和睡眠障碍方面有确切临床疗效[16]。

研究表明，通过调节肠道菌群可以有效地提升睡眠质量及改善认知表现，并延长患者的睡眠时长[17]。

电针四神聪能够改善脑梗死后失眠伴认知障碍患者的睡眠质量及延迟回忆、定向力、注意力和计算力[18]。王海琴等[19]人纳入失眠患者 32 例，治疗后针刺组的 PSQI 量表评分降低，MoCA 量表评分提高，差异均有统计学意义($P < 0.05$)。表明失眠患者存在认知功能的损害且针刺能改善失眠患者睡眠及认知功能。一项动物实验表明，在 PCPA 诱导的失眠小鼠模型中，针刺在改善睡眠表型的同时伴随肠道菌群改变[20]。蒋鹏等[21]人研究发现，选取足三里等穴针刺可改善 MCI 患者认知功能障碍，其机制可能与提高肠道普拉梭菌属、梭菌属、瘤胃球菌科等产丁酸菌相对丰度，维护肠道屏障，抑制相关炎性反应有关。

3.2. 基于肠道菌群探讨针刺治疗 CID-MCI 的机制

3.2.1. 肠道微生物群及其代谢产物

现代研究发现，针灸能够调节肠道菌群的稳定状态，改善有益菌与条件致病菌之间的失衡，从而延缓 CID-MCI 的发展。多项研究表明，AD 及失眠患者普遍存在双歧杆菌、乳酸杆菌等有益菌减少，而促炎菌增加的现象。这种菌群失衡与神经炎症、睡眠障碍以及认知功能下降密切相关。针刺可以提高双歧杆菌、乳酸杆菌及普拉梭菌等有益菌的丰度，同时降低脂多糖水平。针刺还能够抑制 TLR4/NF-κB 等炎症信号通路，从而减轻神经炎症反应[22]-[25]。

SCFAs 是肠道菌群重要代谢产物，对宿主代谢稳态及脑功能调控具有重要作用，研究表明，SCFAs 能够增强肠道屏障完整性、调节 HPA 轴反应性，并促进 5-HT 分泌及迷走神经信号传导，从而参与睡眠与认知功能调节[26] [27]。其中，丁酸盐具有调节炎症和表观遗传相关过程的作用；在衰老小鼠研究中，补充丁酸或可溶性膳食纤维可减轻与衰老相关的神经炎症[28]。

据此推测，若针刺能够在 CID-MCI 共病状态下稳定产 SCFAs 菌群及其代谢功能，可能通过“菌群代谢物–屏障/免疫–脑功能”通路同时影响睡眠和认知，但这一中介链尚缺乏直接验证。然而，多数研究采用 16S rRNA 测序描述相对丰度变化，菌群变化与行为改善多为相关关系；SCFAs 是否为针刺效应的必要中介，以及特定菌群改变能否通过粪菌移植、代谢物补充或阻断实验重复针刺效应，仍有待验证。

3.2.2. 神经炎性

大多疾病都有证据表明肠道炎症与大脑的炎症有关。现代研究发现，炎症在与睡眠剥夺相关的代谢性和神经退行性疾病的发病机制中起着重要作用，并且与肠道黏膜屏障密切相关。促炎细胞因子(包括 IL-6 等)是失眠与 AD 共同表达的炎症介质，失眠症状、认知功能、肠道微生物群和炎症可能以复杂的方式相互关联[6]。当肠道微生物群的平衡被破坏时，肠道屏障被破坏时，微生物群代谢物(如脂多糖)进入循环系统。这些代谢物与内毒素结合蛋白相互作用，异常激活类 Toll 受体 4/髓系分化因子 88/核因子 κ-B 通路，诱导炎症反应并促进促炎细胞因子如 TNF-α、IL-6 和 IL-1β 的产生[29]。与针刺有关的支持证据来自多种模型：在 PCPA 诱导的失眠小鼠中，针刺可改善菌群紊乱并调节宿主免疫反应[20]；在佐剂性关节炎大鼠中，电针可影响 TLR4 相关信号[30]；在帕金森病小鼠模型中，针刺可同时减轻神经炎症和肠道菌群失衡[31]；在 SAMP8 小鼠轻度认知障碍模型中，电针可通过 NLRP3/Caspase-1 相关通路改善认知损害[32]。

由此可见，针灸可通过“调节肠道菌群–修复肠道屏障–抑制炎症通路”的级联效应发挥作用，即通过重塑肠道菌群稳态，下调促炎因子水平，进而减轻外周及中枢神经炎症。炎症通路具有较强的跨疾病共性，因此不同模型中观察到的 TLR4/NF-κB、NLRP3 及细胞因子变化具有机制启发价值，但疾病特异性较弱。

3.2.3. 调节神经递质

GABA、5-HT 是 CNS 重要的神经递质，通过结合并激活其对应的 G 蛋白偶联受体及其下游信号通路，传递抑制性信号，在调节睡眠–觉醒周期中起着关键作用。早期研究表明，益生菌(如乳酸杆菌和双

歧杆菌)可以促进色氨酸代谢，并支持色氨酸直接转化为5-HT。动物研究发现，提高失眠模型动物GABA、5-HT水平可改善失眠症状，提高睡眠质量，且低水平GABA、5-HT与认知功能损害有关[33] [34]。尹丽英等人选取慢性失眠患者116例表明，慢性失眠患者的血清GABA、5-HT水平较低，且GABA、5-HT水平变化与患者睡眠质量和认知功能损害有关[9]。在针刺研究中，神门、三阴交等穴位配伍可改善失眠患者症状，并伴随血清5-HT、GABA变化，相关综述亦提出电针可能通过MGBA参与失眠改善[35] [36]。另一项研究表明，电针可以改善大鼠脑缺血后认知功能障碍，其作用机制可能与调节GABA a受体表达和缓解GABA神经元损伤有关[37]。杨淑荃等[38]人发现腹针联合常规针刺可进一步改善轻中度AD患者的认知功能障碍，且血清5-HT水平较治疗前升高，其机制可能与增加神经递质有关。

因此，神经递质失衡可能是共病形成和维持的“关键枢纽”，针刺可能通过调节5-HT、GABA等神经递质参与肠道微生物群与大脑之间的通信，进而调节睡眠及认知功能。目前不同研究检测的5-HT、GABA多来自血清、外周组织或特定脑区，外周水平并不能直接代表中枢突触传递。肠道菌群可影响色氨酸代谢和微生物神经活性物质，但针刺引起的神经递质变化究竟主要来自中枢神经调节、肠源性代谢改变，还是二者协同，尚未被明确区分。

3.2.4. HPA

HPA轴是肠道与大脑之间内分泌通讯的核心。HPA轴在慢性失眠情况下的持续激活，会使促肾上腺皮质激素释放激素、促肾上腺皮质激素、皮质醇浓度升高，由内分泌紊乱引起神经炎症及神经递质释放异常，干扰睡眠觉醒周期和认知功能；又直接促进了阿尔茨海默病的核心病理：β淀粉样蛋白沉积和tau磷酸化。针刺可降低这些激素含量，抑制HPA轴过度应激反应[39]。色氨酸产生的吲哚类分子和短链脂肪酸可直接作用于SCN调节HPA轴的应激反应[40]，还能通过自身代谢或影响肠分泌细胞产生DA、NE、GABA等神经递质，调节HPA轴和中枢神经系统。此外，部分肠道菌群具有合成褪黑素(melatonin, MT)的能力。针刺干预可能通过调节HPA轴与MGBA功能，影响相关神经内分泌激素水平，从而为改善提供潜在MCI及CID作用靶点。在PCPA诱导的失眠小鼠中，针刺可通过对不同穴位的刺激以调节肠道内环境，并维持肠道菌群的动态平衡，调控GABA、Glu、5-HT、DA等神经递质的水平，改善睡眠质量[20]。

针刺能够有效降低促肾上腺皮质激素及皮质醇等应激激素含量，显著抑制HPA轴过度应激反应，从而阻断其对睡眠与认知功能的损伤作用。此外，针刺也能够通过调节肠道菌群及其代谢产物，实现对HPA轴的间接调控。然而，皮质醇等指标具有明显昼夜节律并受年龄、药物、情绪和采样时间影响，不同研究结果的可比性有限。

3.2.5. 迷走神经

迷走神经是连接中枢神经系统和ENS的脑肠信息通路。该通路能够传递由肠道微生物群产生的信号，如神经递质(血清素、多巴胺和GABA)，从而影响情绪、认知和行为并且参与睡眠－觉醒调节的神经回路[41]。通过传入神经，迷走神经检测肠道环境的变化，如微生物组成和营养供应，并将这些信号传递到脑干[42]。在PCPA诱导的失眠小鼠中，耳甲电针可改善失眠表型，并涉及GABAA受体相关机制[43]。另外一项动物实验表明，电针能通过激活胃迷走神经传入介导的孤核－蓝斑核去甲肾上腺素回路，缓解APP/PS1小鼠的认知障碍[17]。此外，电针据报道能激活GABA能系统，增加GABAAR的表达和活性，增强神经抑制效果，并改善认知功能及睡眠质量。

因此，针灸可以通过调节迷走神经通路以及增加GABAAR表达，改善睡眠并缓解认知功能障碍。值得注意的是，迷走神经既可能作为针刺直接激活的神经通路，也可能作为肠道菌群代谢信号上传的通道，两种作用在现有研究中尚难完全分离。是否必须先发生菌群改变，迷走通路才能介导睡眠或认知获益，仍需结合迷走神经阻断、菌群干预及动态时间序列研究加以验证。

3.2.6. 多通路交互作用与网络化机制假说

上述菌群代谢、炎症、神经递质、HPA 轴和迷走神经并非相互独立。基于现有相关疾病模型，可将其整合为一个相互反馈的 MGBA 网络：肠道菌群及 SCFAs 等代谢物可影响肠黏膜屏障和免疫稳态，屏障受损及脂多糖信号又可激活外周和中枢炎症；炎症与 HPA 轴之间存在双向放大或调节关系，并可进一步影响 5-HT、GABA 等神经递质系统。与此同时，迷走神经既可感知肠道微环境和代谢信号，也可将中枢自主神经状态反馈至胃肠道，从而参与菌群、屏障和炎症状态的调节。睡眠紊乱和认知下降又可能通过应激反应、生活节律及自主神经改变反向影响肠道微生态，形成循环放大。

据此，本文提出“多节点协同调节”的假说：针刺可能首先通过躯体－自主神经传入及中枢调节作用影响迷走神经和 HPA 轴，同时改变胃肠运动、屏障及局部微环境；随后肠道菌群组成和代谢功能的变化又通过 SCFAs、炎症介质、神经递质前体及迷走传入反馈至中枢，最终共同作用于睡眠－觉醒网络和认知相关脑区。该模型强调的是多通路之间的耦合，而非某一单一路径的线性传递。需要强调的是，这一网络目前主要由 CID、MCI、AD 及其他相关单病种证据拼接形成，应视为 CID-MCI 共病机制的假说性框架，而非已被完整验证的机制模型。

4. 总结与展望

综上所述，CID 与 MCI 之间存在明显的相互影响关系，MGBA 可能是两者共同的重要发病基础。针刺可以调节肠道菌群结构，改善菌群代谢状态，并提高肠黏膜屏障功能。针刺还可以减轻神经炎症反应，调节 HPA 轴功能，以及改善 GABA、5-HT 等神经递质水平。上述作用有助于改善患者的睡眠质量，并促进认知功能恢复。

目前的研究已经显示出针刺在 CID-MCI 治疗中的多途径调节优势，但现有研究仍存在一些不足。部分研究样本量较小，很多机制研究仍以动物实验为主，临床证据也还不够充分。未来研究需要结合宏基因组学、代谢组学和脑影像等技术，进一步明确针刺调节肠道菌群改善 CID-MCI 的关键机制。同时，研究人员还需要建立更加统一和规范的针刺治疗方案，从而推动针刺在神经退行性疾病中的临床应用与进一步发展。

基金项目

四川省中医药管理局(No.25MSZX202)。

参考文献

[1] Ferini-Strambi, L., Auer, R., Bjorvatn, B., Castronovo, V., Franco, O., Gabutti, L., *et al*. (2021) Insomnia Disorder: Clinical and Research Challenges for the 21st Century. *European Journal of Neurology*, **28**, 2156-2167. https://doi.org/10.1111/ene.14784

[2] Pang, R., Guo, R., Wu, X., Hu, F., Liu, M., Zhang, L., *et al*. (2018) Altered Regional Homogeneity in Chronic Insomnia Disorder with or without Cognitive Impairment. *American Journal of Neuroradiology*, **39**, 742-747. https://doi.org/10.3174/ajnr.a5587

[3] Peter-Derex, L., Yammine, P., Bastuji, H. and Croisile, B. (2015) Sleep and Alzheimer's Disease. *Sleep Medicine Reviews*, **19**, 29-38. https://doi.org/10.1016/j.smrv.2014.03.007

[4] 郑建星, 赵梦晴, 骆云晨, 等. 肠道菌群关键代谢物对阿尔茨海默病进程的研究进展[J]. 微生物学报, 2026, 66(7): 3139-3149.

[5] Morais, L.H., Schreiber, H.L. and Mazmanian, S.K. (2021) The Gut Microbiota-Brain Axis in Behaviour and Brain Disorders. *Nature Reviews Microbiology*, **19**, 241-255. https://doi.org/10.1038/s41579-020-00460-0

[6] Li, Y., Zhang, B., Zhou, Y., Wang, D., Liu, X., Li, L., *et al*. (2020) Gut Microbiota Changes and Their Relationship with Inflammation in Patients with Acute and Chronic Insomnia. *Nature and Science of Sleep*, **12**, 895-905. https://doi.org/10.2147/nss.s271927

[7] Libriani, S., Facchinetti, G., Marti, F., Tolentino Diaz, M.Y. and Sandri, E. (2026) The Association between Gut Microbiota and Cognitive Decline: A Systematic Review of the Literature. *Nutrition Research*, **147**, 16-31. https://doi.org/10.1016/j.nutres.2026.01.003

[8] Wang, Y., Du, W., Hu, X., Yu, X., Guo, C., Jin, X., *et al*. (2023) Targeting the Blood-Brain Barrier to Delay Aging-Accompanied Neurological Diseases by Modulating Gut Microbiota, Circadian Rhythms, and Their Interplays. *Acta Pharmaceutica Sinica B*, **13**, 4667-4687. https://doi.org/10.1016/j.apsb.2023.08.009

[9] 尹丽英, 冉然, 刘玉红, 等. 血清 GABA、5-HT 水平与慢性失眠患者睡眠质量和认知功能的关系[J]. 检验医学与临床, 2025, 22(17): 2362-2367.

[10] Yano, J., Yu, K., Donaldson, G., Shastri, G., Ann, P., Ma, L., *et al*. (2015) Indigenous Bacteria from the Gut Microbiota Regulate Host Serotonin Biosynthesis. *Cell*, **161**, 264-276. https://doi.org/10.1016/j.cell.2015.02.047

[11] 陈凤, 王龙娟, 李贞贞, 等. 大鼠肠道菌群变化影响其大脑海马脑源性神经营养因子的表达[J]. 中国微生态学杂志, 2015, 27(1): 10-13.

[12] Horn, J., Mayer, D.E., Chen, S. and Mayer, E.A. (2022) Role of Diet and Its Effects on the Gut Microbiome in the Pathophysiology of Mental Disorders. *Translational Psychiatry*, **12**, Article No. 164. https://doi.org/10.1038/s41398-022-01922-0

[13] Mayer, G., Frohnhofen, H., Jokisch, M., Hermann, D.M. and Gronewold, J. (2024) Associations of Sleep Disorders with All-Cause MCI/Dementia and Different Types of Dementia—Clinical Evidence, Potential Pathomechanisms and Treatment Options: A Narrative Review. *Frontiers in Neuroscience*, **18**, Article ID: 1372326. https://doi.org/10.3389/fnins.2024.1372326

[14] Longo, S., Rizza, S. and Federici, M. (2023) Microbiota-Gut-Brain Axis: Relationships among the Vagus Nerve, Gut Microbiota, Obesity, and Diabetes. *Acta Diabetologica*, **60**, 1007-1017. https://doi.org/10.1007/s00592-023-02088-x

[15] Varpaei, H.A., Robbins, L.B., Reeves, M.J., Deka, P., Mowbray, F.I. and Quan, S.F. (2026) Gut Microbiota, Sleep Quality, and Cognitive Function in Adults: A Systematic Review. *Sleep Medicine*, **141**, Article ID: 108834. https://doi.org/10.1016/j.sleep.2026.108834

[16] Wang, T., Li, Z., Ma, T., Zhu, F., Yang, B., Kim, S., *et al*. (2024) Brain Function Assessment of Acupuncture for Chronic Insomnia Disorder with Mild Cognitive Dysfunction Based on fNIRS: Protocol for a Randomized Controlled Trial. *Frontiers in Neurology*, **15**, Article ID: 1403785. https://doi.org/10.3389/fneur.2024.1403785

[17] Yu, C., Li, M., Shen, F., Gao, S., Wang, J., He, C., *et al*. (2025) Electroacupuncture Alleviates Cognitive Impairments in APP/PS1 Mice via Gastric Vagal Afferent-Mediated Activation of the Nucleus Tractus Solitarius-Locus Coeruleus Noradrenergic Circuit. *Chinese Medicine*, **20**, Article No. 188. https://doi.org/10.1186/s13020-025-01230-x

[18] 宋晶. 电针四神聪改善脑梗死患者睡眠结构、认知功能的临床研究及机制探讨[D]: [博士学位论文]. 哈尔滨: 黑龙江中医药大学, 2018.

[19] 王海琴, 谢西梅. 针刺对失眠患者认知功能量表影响的研究[C]//中国针灸学会. 2024 中国针灸学会年会论文集. 2024: 515-518.

[20] Hong, J., Chen, J., Kan, J., Liu, M. and Yang, D. (2020) Effects of Acupuncture Treatment in Reducing Sleep Disorder and Gut Microbiota Alterations in PCPA-Induced Insomnia Mice. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, **2020**, Article ID: 3626120. https://doi.org/10.1155/2020/3626120

[21] 蒋鹏, 胡芬, 林冕, 等. 针刺治疗轻度认知功能障碍的临床疗效及对肠道菌群的影响[J]. 中国针灸, 2025, 45(7): 903-910.

[22] Jiang, J., Liu, H., Wang, Z., Tian, H., Wang, S., Yang, J., *et al*. (2021) Electroacupuncture Could Balance the Gut Microbiota and Improve the Learning and Memory Abilities of Alzheimer's Disease Animal Model. *PLOS ONE*, **16**, e0259530. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0259530

[23] Kang, J., Chen, J., Li, P., Zhao, S., Jing, F., Xie, J., *et al*. (2025) Study on the Relationship between Insomnia Disorder, PET/CT, and Gut Microbiota in Patients with Alzheimer's Disease. *Frontiers in Neurology*, **16**, Article ID: 1669835. https://doi.org/10.3389/fneur.2025.1669835

[24] He, C., Huang, Z.S., Yu, C.C., *et al*. (2021) Preventive Electroacupuncture Ameliorates D-Galactose-Induced Alzheimer's Disease-Like Inflammation and Memory Deficits, Probably via Modulating the Microbiota-Gut-Brain Axis. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*, **24**, 341-348.

[25] Yu, H.J., Jing, C., Xiao, N., *et al*. (2020) Structural Difference Analysis of Adult's Intestinal Flora Basing on the 16S rDNA Gene Sequencing Technology. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, **24**, 12983-12992.

[26] Dowling, L.R., Strazzari, M.R., Keely, S. and Kaiko, G.E. (2022) Enteric Nervous System and Intestinal Epithelial Regulation of the Gut-Brain Axis. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, **150**, 513-522. https://doi.org/10.1016/j.jaci.2022.07.015

[27] Mann, E.R., Lam, Y.K. and Uhlig, H.H. (2024) Short-Chain Fatty Acids: Linking Diet, the Microbiome and Immunity. *Nature Reviews Immunology*, **24**, 577-595. https://doi.org/10.1038/s41577-024-01014-8

[28] Matt, S.M., Allen, J.M., Lawson, M.A., Mailing, L.J., Woods, J.A. and Johnson, R.W. (2018) Butyrate and Dietary Soluble Fiber Improve Neuroinflammation Associated with Aging in Mice. *Frontiers in Immunology*, **9**, Article No. 1832. https://doi.org/10.3389/fimmu.2018.01832

[29] Wang, J., Pan, Y., Cao, Y., Wang, C., Jiang, W., Zhai, W., *et al*. (2020) Loganin Alleviates LPS-Activated Intestinal Epithelial Inflammation by Regulating TLR4/NF-κB and JAK/STAT3 Signaling Pathways. *The Kaohsiung Journal of Medical Sciences*, **36**, 257-264. https://doi.org/10.1002/kjm2.12160

[30] Dong, Z.Q., Zhu, J., Lu, D.Z., *et al*. (2018) Effect of Electroacupuncture in "Zusanli" and "Kunlun" Acupoints on TLR4 Signaling Pathway of Adjuvant Arthritis Rats. *American Journal of Therapeutics*, **25**, e314-e319.

[31] Jang, J.H., Yeom, M.J., Ahn, S., *et al*. (2020) Acupuncture Inhibits Neuroinflammation and Gut Microbial Dysbiosis in a Mouse Model of Parkinson's Disease. *Brain*, *Behavior*, *and Immunity*, **89**, 641-655.

[32] 李瑒. 电针通过 NLRP3/Caspase-1 细胞焦亡信号通路改善 SAMP8 小鼠轻度认知障碍的作用机制研究[D]: [硕士学位论文]. 哈尔滨: 黑龙江中医药大学, 2022.

[33] Wang, W., Wang, Y., Guo, Q., Li, H., Wang, Z., Li, J., *et al*. (2022) Valerian Essential Oil for Treating Insomnia via the Serotonergic Synapse Pathway. *Frontiers in Nutrition*, **9**, Article ID: 927434. https://doi.org/10.3389/fnut.2022.927434

[34] Yu, Y., Li, J., He, X., Lai, Z., Hao, R., Qi, Y., *et al*. (2022) 5-HT_{3A} Receptors Maintain Hippocampal LTP in a CB_1 and $GABA_A$ Receptor- Dependent Manner for Spatial Memory. *British Journal of Pharmacology*, **179**, 2969-2985. https://doi.org/10.1111/bph.15793

[35] 廖凌鑫, 刘薪雨, 李仲文, 等. 神门、三阴交穴位配伍对不同主症失眠症患者临床症状和血清 5-HT、GABA 的影响[J]. 时珍国医国药, 2024, 35(5): 1164-1168.

[36] Wang, X., Yan, L., Zhang, X., Liu, X. and Yang, B. (2025) Electroacupuncture as Adjunctive Therapy for Insomnia via Targeting the GABAergic Microbiota-Gut-Brain Axis: A Mini Review. *Frontiers in Psychiatry*, **16**, Article ID: 1613408. https://doi.org/10.3389/fpsyt.2025.1613408

[37] 陈潞婷, 高杏, 魏巍. 电针调节 GABAa 受体表达改善脑缺血大鼠认知功能障碍的研究[J]. 时珍国医国药, 2025, 36(3): 576-580.

[38] 杨淑荃, 范德辉, 罗孟西, 等. 腹针对轻中度阿尔茨海默病患者认知功能及血清 5-HT、BDNF、IGF-1 的影响[J]. 上海针灸杂志, 2023, 42(5): 485-490.

[39] 冯旭, 陈路, 王富春. 近五年针刺治疗慢性失眠障碍的作用机制研究进展[J]. 环球中医药, 2026, 19(1): 168-174.

[40] Tofani, G.S.S., Leigh, S., Gheorghe, C.E., Bastiaanssen, T.F.S., Wilmes, L., Sen, P., *et al*. (2025) Gut Microbiota Regulates Stress Responsivity via the Circadian System. *Cell Metabolism*, **37**, 138-153.e5. https://doi.org/10.1016/j.cmet.2024.10.003

[41] Cryan, J.F. and Dinan, T.G. (2012) Mind-Altering Microorganisms: The Impact of the Gut Microbiota on Brain and Behaviour. *Nature Reviews Neuroscience*, **13**, 701-712. https://doi.org/10.1038/nrn3346

[42] Gershon, M.D. and Margolis, K.G. (2021) The Gut, Its Microbiome, and the Brain: Connections and Communications. *Journal of Clinical Investigation*, **131**, e143768. https://doi.org/10.1172/jci143768

[43] Zhang, F., Zhang, X., Peng, Q. and Tang, L. (2023) Electroacupuncture of the Cymba Concha Alleviates P-Chlorophenylalanine-Induced Insomnia in Mice. *Acupuncture in Medicine*, **41**, 345-353. https://doi.org/10.1177/09645284231160193