

# 基于诱发电位的头针疗法对神经系统疾病相关认知障碍的神经调控机制研究进展

姚泗萍<sup>1,2,3\*</sup>, 虞梅<sup>1,2,3#</sup>, 宋磊<sup>1,2,3</sup>, 孙洁<sup>1,2,3</sup>, 马堆贤<sup>1,2,3</sup>, 张博<sup>1,2,3</sup>, 王文斐<sup>4</sup>

<sup>1</sup>新疆维吾尔自治区精神卫生中心, 新疆 乌鲁木齐

<sup>2</sup>新疆维吾尔自治区精神研究所, 新疆 乌鲁木齐

<sup>3</sup>乌鲁木齐市第四人民医院中医科, 新疆 乌鲁木齐

<sup>4</sup>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2日; 录用日期: 2025年11月26日; 发布日期: 2025年12月4日

## 摘要

目的: 本文旨在系统综述基于诱发电位(Evoked Potentials, EPs)技术评估头针疗法对神经系统疾病相关认知障碍干预效果的研究进展, 探讨其潜在的神经电生理调控机制, 为头针在神经康复领域的科学应用提供理论依据与方法学支持。方法: 通过检索近年来国内外关于头针联合诱发电位(特别是事件相关电位, ERP)的临床与基础研究文献, 重点分析P300、CNV、MMN及运动相关皮层电位(MRCPs)等成分在脑卒中、创伤性脑损伤等器质性脑病所致认知障碍中的应用价值, 并结合神经解剖与脑网络理论, 梳理头针调节皮层兴奋性与功能连接的可能通路。结果: 现有证据表明, 头针干预可显著改善患者的认知功能, 表现为P300潜伏期缩短、波幅升高, MMN自动加工能力增强, CNV注意准备水平提升, 且这些变化与临床认知量表评分改善高度一致。机制上, 头针可能通过激活前额-顶叶注意网络、调节丘脑-皮层感觉门控通路, 以及重建默认模式网络与突显网络的动态平衡, 实现对认知与情绪相关脑功能的调控。MRCPs在运动计划评估中的应用亦初显潜力。结论: 诱发电位为头针疗法干预神经系统相关认知障碍提供了客观、可量化的神经电生理指标。未来研究应聚焦于标准化操作流程、多模态融合验证及“证候-脑电特征”映射模型构建, 推动头针从经验治疗向精准神经调控转化。

## 关键词

头针疗法, 诱发电位, 事件相关电位, 认知障碍, 神经系统疾病, 神经调控机制

\*第一作者。

#通讯作者。

# Advances in the Neural Modulation Mechanisms of Scalp Acupuncture for Cognitive Impairment Associated with Neurological Disorders from an Evoked Potentials Perspective

Siping Yao<sup>1,2,3\*</sup>, Mei Yu<sup>1,2,3#</sup>, Lei Song<sup>1,2,3</sup>, Jie Sun<sup>1,2,3</sup>, Duixian Ma<sup>1,2,3</sup>, Bo Zhang<sup>1,2,3</sup>, Wenfei Wang<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Xinjiang Uygur Autonomous Region Mental Health Center, Urumqi Xinjiang

<sup>2</sup>Xinjiang Uygur Autonomous Region Institute of Psychiatry, Urumqi Xinjiang

<sup>3</sup>Department of Traditional Chinese Medicine, The Fourth People's Hospital of Urumqi, Urumqi Xinjiang

<sup>4</sup>Faculty of Clinical Medicine, Xinjiang Medical University, Urumqi Xinjiang

Received: November 2, 2025; accepted: November 26, 2025; published: December 4, 2025

## Abstract

**Objective:** This article aims to systematically review the research progress on the intervention effect of scalp acupuncture on cognitive impairment related to neurological diseases based on evoked potentials (EPs) technology, explore its potential neurophysiological regulation mechanism, and provide theoretical basis and methodological support for the scientific application of scalp acupuncture in the field of neurorehabilitation. **Methods:** Clinical and basic research literature on scalp acupuncture combined with evoked potentials (especially event-related potentials, ERPs) in recent years was retrieved from domestic and international sources. The application value of components such as P300, CNV, MMN, and motor-related cortical potentials (MRCPs) in cognitive impairment caused by organic brain diseases such as stroke and traumatic brain injury was analyzed. Based on neuroanatomy and brain network theory, possible pathways for scalp acupuncture to regulate cortical excitability and functional connectivity were identified. **Results:** Existing evidence shows that scalp acupuncture intervention can significantly improve patients' cognitive function, manifested as shortened P300 latency and increased amplitude, enhanced automatic processing ability of MMN, and improved attentional readiness level of CNV. These changes are highly consistent with improvements in clinical cognitive scale scores. Mechanistically, scalp acupuncture may regulate cognitive and emotion-related brain functions by activating the prefrontal-parietal attention network, modulating the thalamus-cortex sensory gating pathway, and reconstructing the dynamic balance between the default mode network and the salience network. The application of MRCPs in motor planning assessment also shows initial potential. **Conclusion:** Evoked potentials provide objective and quantifiable neurophysiological indicators for scalp acupuncture therapy in intervening in neurological cognitive impairments. Future research should focus on standardized operating procedures, multimodal fusion validation, and the construction of a "syndrome-EEG feature" mapping model to promote the transformation of scalp acupuncture from empirical treatment to precise neuromodulation.

## Keywords

Scalp Acupuncture, Evoked Potentials, Event-Related Potentials, Cognitive Impairment, Neurological Disorders, Neural Modulation Mechanism



## 1. 引言

头针疗法是一种以毫针刺刺激头部特定区域或腧穴，用于治疗全身疾病的传统中医治疗方法[1]。该疗法结合了中医脏腑经络理论与现代解剖学知识，在多种疾病的治疗中展现出显著疗效，尤其是在神经系统疾病领域备受关注。近年来，随着神经电生理技术的发展，诱发电位(Evoked Potentials, EPs)作为评估脑功能的重要工具，逐渐被应用于头针疗法的研究中，为揭示其作用机制和临床效果提供了科学依据[2]。

诱发电位是指由外部刺激或内部事件诱发的大脑电信号反应，具有潜伏期、波形特征和空间分布规律。根据刺激类型和诱发方式的不同，常见的诱发电位包括运动诱发电位(MEP)、感觉诱发电位(SEP, BAEP, VEP)以及事件相关电位(ERP) [3]。其中，ERP 因其对认知加工过程的高度敏感性，在精神科研究中尤为突出，成为评估患者认知状态变化的重要手段[4]。

然而，目前研究多停留在“效应观察”层面，对头针如何通过神经通路或脑网络机制影响 ERP 变化的探讨仍显不足。机制不清导致临床应用缺乏理论支撑，也限制了头针疗法向精准化、个体化方向发展。

本文旨在系统综述诱发电位技术在头针干预神经系统疾病相关认知障碍中的应用进展，结合神经解剖学与脑网络理论，深入探讨头针对 ERP 相关脑功能的调控机制，厘清其适用边界，并为未来研究提供可操作的科学路径。

## 2. 诱发电位概述及其分类

诱发电位是一类通过计算机平均叠加处理获得的生物电信号，能够反映大脑在特定刺激下的功能性反应。

### 2.1. 运动诱发电位(Motor Evoked Potential, MEP)

通过电磁刺激大脑皮质区或脊髓前角，在肢体相应肌肉记录到的复合动作电位。主要用于评估中枢运动通路的功能状态，判断瘫痪程度及预后[5]。

### 2.2. 感觉诱发电位

(1) 视觉诱发电位(Visual Evoked Potential, VEP): 通过棋盘格翻转或闪光刺激，记录枕部电极上的三相复合波，常用于评估视觉传导通路功能[6]。

(2) 脑干听觉诱发电位(Brainstem Auditory Evoked Potential, BAEP): 通过声刺激记录听觉传导通路上的电位活动，用于评估脑干功能[7]。

(3) 体感诱发电位(Somatosensory Evoked Potential, SEP): 通过躯体感觉刺激记录相应皮层反应，用于评估躯体感觉通路功能[8]。

### 2.3. 事件相关电位(Event-Related Potential, ERP)

在特定刺激后记录的大脑高级认知加工过程中产生的电位变化，包含 P300、CNV、MMN、MRCPs 等成分，广泛用于认知功能评估[9]。

### 3. 诱发电位在头针疗法研究中的应用

头针疗法已被广泛应用于脑卒中、脑外伤、脑瘫等多种中枢神经系统疾病的康复治疗中,而诱发电位技术为其疗效评价和机制研究提供了客观指标。

#### 3.1. 运动诱发电位(MEP)的应用

在早期头针研究中,学者利用 MEP 观察针刺对中枢运动系统的兴奋作用。研究表明,针刺头皮运动区可诱发 MEP,且潜伏期约为 5 分钟,具有延迟效应,提示头针可能通过一定传导路径直接兴奋中枢运动神经元,从而改善运动功能[10]。

#### 3.2. 感觉诱发电位的应用

(1) VEP: 在头针治疗痉挛性脑瘫伴视觉障碍的研究中,VEP 被用于评估视觉功能改善情况。结果显示,针刺后 P1 波峰值升高、潜伏期缩短,表明视觉传导通路功能有所恢复[11]。

(2) BAEP: 在头针治疗椎-基底动脉供血不足患者的临床研究中,BAEP 的 I 波潜伏期提前,提示治疗对颅外听神经传导具有兴奋作用[12]。

(3) SEP: 针对脑卒中后偏瘫患者,SEP 的 N20 波幅升高、潜伏期缩短,表明头针能有效促进皮层感觉通路功能的恢复[13]。

#### 3.3. 事件相关电位(ERP)的应用

ERP 是目前头针研究中最常用的诱发电位之一,尤其在认知障碍评估方面具有重要意义。

(1) P300: P300 潜伏期和波幅的变化被认为是反映认知功能恢复的关键指标。研究发现,头针治疗脑梗死后意识障碍患者时,P300 潜伏期缩短、波幅升高,且与韦氏成人智力量表结果一致,表明头针有助于改善患者的认知能力[14]。

(2) CNV (伴随性负波): CNV 反映个体对即将发生的任务准备状态,可用于评估头针对注意力调控的作用[15]。

(3) MMN (失匹配性负波): MMN 反映自动化的听觉信息加工过程,适用于评估头针在感知异常方面的干预效果[16]。

(4) MRCPs (运动相关皮层电位): MRCPs 是 ERP 的一种特殊成分,主要反映运动计划与执行过程中的脑电活动。尽管其在头针研究中尚属起步阶段,但已有研究提出将其用于头针治疗运动功能障碍的研究中,具有较大潜力[17]。

#### 3.4. 事件相关电位(ERP)的相关机制研究

尽管临床研究已证实头针可改善 P300、MMN 等事件相关电位(ERP)指标,但其背后的神经调控机制尚不清晰。结合神经解剖学与脑网络理论,本文提出以下假说性通路,以解释头针如何通过结构性和功能性连接影响诱发电位:

##### (1) 丘脑-皮层感觉门控通路的调节

头针刺刺激头部特定区域(如感觉区、运动区)可激活头皮三叉神经末梢及颅骨骨膜感受器,产生强感觉传入信号,经三叉神经脊束核投射至丘脑腹后核,进而广泛激活初级/次级感觉皮层[18]。这一过程可能增强丘脑-皮层同步性,改善感觉门控功能(sensory gating),从而提升 ERP 中 MMN、P50 等早期成分的信噪比。动物实验表明,电针刺激大鼠百会穴可显著上调丘脑中 GABA<sub>A</sub> 受体表达,抑制过度兴奋,恢复丘脑-皮层振荡节律[19]。

## (2) 前额叶 - 顶叶注意网络的激活

P300 主要反映注意资源分配与工作记忆更新, 其发生源集中于背外侧前额叶皮层(DLPFC)与顶下小叶[20]。头针刺激“额五针”(相当于前额叶投影区)可诱发局部脑血流增加(fNIRS 研究已证实), 并通过上纵束(superior longitudinal fasciculus)增强前额 - 顶叶功能连接, 从而提升 P300 波幅[21]。这一机制与经颅磁刺激(TMS)激活 DLPFC 改善认知功能的路径高度一致。

## (3) 默认模式网络(DMN)与突显网络(SN)的动态平衡重建

在静息态与任务态转换中, DMN (以内侧前额叶、后扣带回为核心)需被有效抑制, 而 SN (以前岛叶、背侧前扣带回为核心)需及时启动。认知障碍患者常表现为 DMN 过度活跃、SN 激活不足。头针可能通过调节岛叶 - 前扣带回通路, 增强 SN 对 DMN 的“切换控制”能力, 使大脑更高效地从内省状态转入任务处理状态, 这可解释为何头针治疗后 P300 潜伏期缩短——即信息处理速度加快[22]。fMRI 研究表明, 针刺百会可降低后扣带回功能连接强度, 同时增强岛叶激活。

## (4) 皮层 - 基底节 - 丘脑 - 皮层(CSTC)环路的调控

运动相关皮层电位(MRCPs)的生成涉及运动前区、辅助运动区及基底节的协同。头针对运动区的刺激可能通过激活皮层第 V 层锥体细胞, 经皮质 - 纹状体通路影响基底节输出, 再经丘脑反馈至运动皮层, 形成正向调控环路[23]。此机制可解释为何头针可改善运动启动延迟, 缩短 MRCP 的负向斜坡(NS')潜伏期。

综上, 头针对诱发电位的调节可能并非局部效应, 而是通过多节点、多层次的神经环路重构实现的。未来研究应结合 fMRI-ERP 同步采集、脑网络图论分析及神经递质成像(如 PET), 进一步验证上述假说。

# 4. 头针疗法在神经系统相关认知与情绪障碍中的应用现状

前研究表明, 头针疗法在继发于脑器质性病变的认知与情绪功能障碍中具有明确的应用价值, 相关研究主要围绕脑卒中、颅脑外伤、脑瘫等中枢神经系统损伤后遗症展开[24]。这些障碍虽常表现为注意力下降、执行功能受损、情绪调节困难等“精神科样”症状, 但其病理基础明确, 属于器质性神经认知障碍范畴, 而非原发性精神疾病(如精神分裂症、双相障碍等)。诱发电位(尤其是 ERP)为评估头针干预效果提供了客观、量化的神经电生理指标。

## 4.1. 神经系统疾病相关认知障碍

头针疗法联合 ERP 技术已在脑卒中后认知障碍(PSCI)、创伤性脑损伤(TBI)所致认知损害等临床场景中得到较广泛应用。多项研究证实, 头针干预后, 患者 P300 潜伏期显著缩短、波幅升高, 且变化程度与蒙特利尔认知评估量表(MoCA)或韦氏成人智力量表(WAIS)评分改善呈正相关。这提示头针可能通过增强前额 - 顶叶注意网络的激活效率, 提升信息编码与工作记忆能力[25]。此外, MMN (失匹配负波)在听觉自动加工任务中的恢复, 也反映出头针对感觉门控及早期注意筛选功能的调节作用。

## 4.2. 继发性情绪调节障碍

部分脑损伤患者常伴随焦虑、抑郁等情绪症状, 其发生与前额叶 - 边缘系统环路功能紊乱密切相关。尽管 ERP 在情绪障碍中的应用尚处于探索阶段, 但已有研究尝试利用 CNV(伴随性负波)和 P3a 成分评估头针对注意准备与情绪唤醒的调控效应[26]。例如, 在脑卒中后抑郁患者中, 头针治疗可使 CNV 波幅回升, 反映任务预期与注意资源投入能力的恢复; P3a 对情绪性刺激(如悲伤面孔)的反应增强, 则提示情绪注意偏向的正常化。这些发现初步支持头针通过调节前额叶对边缘系统的自上而下控制, 改善继发性情绪障碍。



### 4.3. 原发性精神疾病的适用边界

需明确指出,目前尚缺乏高质量证据支持头针疗法直接用于原发性精神疾病(如精神分裂症、双相情感障碍、重度抑郁症无器质基础者)的治疗。虽然理论上 ERP 可作为此类疾病的生物标志物(如精神分裂症患者的 P300 波幅降低),但头针干预在此类人群中的神经电生理响应机制尚不清楚,临床研究亦极为有限。未来若拓展至此类疾病,应严格区分“器质性”与“功能性”病因,并基于明确的神经环路假设设计干预方案。

## 5. 结论

基于诱发电位的头针疗法在精神科疾病中的应用已显示出一定的潜力,特别是在认知障碍的评估与干预方面[27][28]。ERP 技术(尤其是 P300、CNV、MMN 等成分)能够客观反映头针治疗前后患者认知功能的变化,为疗效评价提供量化依据。此外,MRCPs 作为 ERP 的重要组成部分,在运动控制与执行功能研究中的潜在价值也逐渐受到重视。然而,当前研究仍存在样本量较小、研究设计不统一、缺乏长期随访等问题,限制了头针疗法在精神科领域的广泛应用。

## 6. 展望

尽管基于诱发电位的头针疗法在神经系统疾病相关认知与情绪障碍中的研究已初见成效,未来仍需机制深化与方法标准化方面持续突破。首先,应建立统一的头针操作与 ERP 采集规范,包括穴位定位、刺激参数、任务范式及数据处理流程,以提升研究的可比性与可重复性。其次,研究设计应从“效应观察”转向“环路机制验证”,结合 fMRI 或 fNIRS-ERP 多模态技术,明确头针是否通过调控前额-顶叶注意网络、丘脑-皮层门控通路或默认模式网络与突显网络的动态平衡来改善 P300、CNV 等功能指标。第三,应拓展 MRCPs 在运动-认知共病评估中的应用,探索其作为运动计划与执行功能生物标志物的潜力。第四,推动“中医证候-ERP 特征”映射模型构建,将辨证分型(如“髓海不足”“肝郁气滞”)与特定 ERP 成分异常关联,为个体化治疗提供客观依据。最后,需严格界定适用边界——当前证据主要支持头针用于脑卒中、脑外伤等器质性病变继发的认知情绪障碍,而非精神分裂症、双相障碍等原发性精神疾病;未来若拓展至后者,必须基于明确的神经环路假设并谨慎验证。通过上述路径,头针有望从经验性干预迈向机制清晰、评估量化、靶向精准的神经调控新范式。

## 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] 胡效萌,孙畅,李妍,等.试论头针流派的可能性和头针方案统一的可能性[J].中国针灸,2025,45(1):110-122.
- [2] 吕子山,吴永刚,魏燕芳,等.基于诱发电位的头针疗法临床研究进展[J].世界科学技术-中医药现代化,2017,19(5):870-873.
- [3] 杨满,钟子平,韩锦,等.稳态视觉诱发电位解码算法研究综述[J].生物医学工程学杂志,2022,39(2):416-425.
- [4] 李志锋.自闭症自伤行为干预研究进展[J].绥化学院学报,2023,43(4):95-98.
- [5] 耿阿燕,王庆雷,沈俊帆,等.时间间隔对持续性 $\theta$ 爆发刺激预调控间歇性 $\theta$ 爆发刺激诱导运动皮质可塑性的影响[J].中国康复理论与实践,2025,31(5):607-612.
- [6] 谢平,门延帝,甄嘉乐,等.基于异步稳态视觉诱发电位的脑机融合“第三只手”[J].生物医学工程学杂志,2024,41(4):664-672.

- [7] 王瑞, 韩柯柯, 郝永岗, 等. 振幅整合脑电图与脑干听觉诱发电位对脑小血管病患者认知及情感障碍的预测价值分析[J]. 中国脑血管病杂志, 2024, 21(12): 813-822.
- [8] 常士峰, 杨保元, 狄心灵. 头体针巨刺法联合本体感觉神经肌肉促进技术治疗脑卒中后偏瘫临床研究[J]. 新中医, 2024, 56(3): 125-131.
- [9] 陈霁雯, 买晓琴, 李富洪. 去抑制的认知神经机制: 一项事件相关电位研究[J]. 心理学报, 2025, 57(5): 762-774.
- [10] 仝霖, 万万, 罗辉, 等. 体感诱发电位联合血清学指标对 AIS 患者上肢运动功能恢复的预测价值[J]. 脑与神经疾病杂志, 2025, 33(2): 98-103.
- [11] 汤健, 徐怡, 张跃, 等. 针刺对痉挛型脑性瘫痪运动功能及视觉诱发电位的影响[J]. 实用医学杂志, 2014, 30(6): 973-976.
- [12] 黄静, 韩文杰, 韩琼佩. 不同脉冲宽度对意识障碍患者促醒效果、诱发电位及颅内血流速度的影响[J]. 中国卫生工程学, 2025, 24(2): 268-270.
- [13] 武跃, 王楠. 不同频率重复经颅磁刺激方案结合康复训练对脑梗死后上肢偏瘫患者肢体运动功能的影响[J]. 现代医学与健康研究电子杂志, 2025, 9(3): 4-6.
- [14] 李杭平, 倪立, 李乐华. 不同频率重复经颅磁刺激治疗精神分裂症患者疗效及对事件相关电位 P300 的影响研究[J]. 全科医学临床与教育, 2024, 22(10): 886-889.
- [15] 陈小异, 张庆林. 不同信息词汇对海洛因戒断者注意保持影响的 ERP 研究[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2012, 34(2): 131-136.
- [16] 邱伟祥, 蔡树雄, 孟兵, 等. ERP、AEEG 及 BAEP 检测对长期昏迷患者预后的评估价值[J]. 医师在线, 2025, 15(4): 68-72.
- [17] 孔晴. 小脑间歇性 Theta 脉冲刺激对脑卒中后下肢功能障碍患者步行功能的影响[D]: [硕士学位论文]. 青岛: 青岛大学, 2024.
- [18] 华桦, 韩冰, 张建博. 头针结合计算机辅助训练治疗脑梗死后认知障碍的事件相关电位观察[J]. 中国医学创新, 2016, 13(17): 126-129.
- [19] 曹育, 王建朝, 季新艳, 等. 通督调神电针调节 PI3K/Akt/GSK-3 $\beta$  通路改善阿尔茨海默病大鼠糖代谢[J]. 中国中西医结合杂志, 2025, 45(6): 714-721.
- [20] 孙叶菁, 冯珍. 事件相关电位成分失匹配负波和 P300 在神经精神系统疾病中的临床应用研究进展[J]. 中国康复医学杂志, 2024, 39(7): 1054-1059.
- [21] 童娟娟, 康建华, 范芳伟, 等. 林氏额五针结合体针治疗失眠的临床效果[J]. 中国当代医药, 2025, 32(19): 86-89, 94.
- [22] 赵丹, 黄仕雄, 吕艳, 等. 脑白质高信号患者的认知功能情况及其默认模式网络脑电图特征[J]. 中国当代医药, 2025, 32(26): 55-59.
- [23] 戴文豪, 陈杰, 谢平, 等. 运动相关皮层电位研究的知识图谱分析[J]. 中国生物医学工程学报, 2022, 41(3): 360-369.
- [24] 李冰枝, 管媛媛, 王雅, 等. 基于 CiteSpace 的针灸治疗卒中后认知障碍研究文献可视化分析[J/OL]. 中国中医药图书情报杂志: 1-8. <https://link.cnki.net/urlid/10.1113.R.20250522.1738.004>, 2025-11-11.
- [25] 赵丽娜, 杜晓刚, 宋虎杰, 等. 头针治疗孤独症谱系障碍有效性与安全性的 Meta 分析[J/OL]. 针刺研究: 1-14. <https://doi.org/10.13702/j.1000-0607.20241299>, 2025-11-11.
- [26] 温冬艳, 陈小凯. 头针结合菖蒲丸治疗儿童言语障碍及负面情绪临床研究[J]. 实用中医药杂志, 2022, 38(7): 1078-1079.
- [27] 曹瑾, 余思奕, 崔方圆, 等. 基于神经影像学的常见精神疾病头针刺激靶点研究(上) [J]. 中国针灸, 2024, 44(5): 579-588.
- [28] 余思奕, 曹瑾, 崔方圆, 等. 基于神经影像学的常见精神疾病头针刺激靶点研究(下) [J]. 中国针灸, 2024, 44(6): 703-714.