

# 基于 fNIRS 探讨针刺额五针对慢性意识障碍患者的研究进展

侯琴芝 刘倩 欧吉兵 姚黎清

昆明医科大学第二附属医院, 云南昆明, 650033;

**摘要:** 外部神经刺激及其对大脑皮层网络的调节作用是神经科学研究中的热点话题。针灸, 作为世界非物质文化遗产, 不仅历史悠久, 而且广受公众接受。尽管如此, 针灸如何影响大脑皮质网络的具体机制尚未完全明确。临床实践中, 针刺额五针则有助于改善认知功能。然而, 这些针刺方法如何激活大脑并影响神经网络连接的具体细节仍然不甚明了。本文通过检索功能性近红外光谱 (functional near-infrared spectroscopy, fNIRS) 技术与针灸相关的研究, 探讨针灸在治疗脑部疾病方面的现代研究进展。研究发现, fNIRS 技术能够测量针刺过程中大脑的血氧水平变化, 从而间接反映针刺对脑区功能活动的影响。

**关键词:** 慢性意识障碍; 针灸; 额五针; 功能性近红外光谱

**DOI:** 10.69979/3029-2808.26.03.056

## 1 额五针治疗 pDOC 的相关研究

### 1.1 pDoC 的现代神经机制假说

pDOC 发生在严重脑损伤后, 由心脏骤停、脑卒中、创伤性脑损伤等多种原因导致。其本质为局灶性脑损伤或广泛性脑损伤导致脑功能改变, 共同的病理生理机制是大脑皮层兴奋性突触的广泛失活。Schiff 提出了 pDOC 患者可能的恢复机制——“中央环路假说” (Mesocircuit model), 该假说认为纹状体的中棘神经元通过抑制苍白球对丘脑产生抑制作用, 间接维持前脑前部 (Anterior forebrain, 特指额叶/前额叶皮质-纹状体-丘脑) 的激活; 来自丘脑的兴奋性广泛投射到大脑皮层, 维持正常的觉醒和知觉, 并在某些情况下反馈到纹状体。

慢性意识障碍无对应的中医病名, 其临床表现与《内经》中记载: “暴露不知人” 特点相似, 《伤寒明理论》中描述: “昏冒而神不清者, 不知痛痒, 世谓之昏迷者是也”, 首次提出昏迷一症, 其所指神识障碍包括昏愤迷蒙、谵语烦躁、或伴手足抽搐等。VS 和 MCS 则无系统描述, 相关症状散见在昏迷、神昏、昏蒙、昏聩、不省人事、中风、厥症及热病等疾病论述中。《素问·骨空论》言: “督脉者, 起于少腹……上额交颠, 入络脑”, “其少腹直上者, 上贯心”, 可知督脉与脑和心均有联系, 心脑共主神明, 因此, 督脉与神关系重大。本病的病之根柢在于脑络受损、瘀滞内停, 血行失其常度, 气机随之逆乱, 髓海失濡, 神明遂无所依托而浮越。

### 1.2 额五针穴在 pDoC 治疗中的重要意义

针刺治疗作为一种传统的中医疗法, 其独特的机械刺激和针感传导的物理效应在脑部治疗中展现出了显著的效果。有研究表明, 针刺治疗可增强脑神经细胞的恢复与再生能力, 通过兴奋皮质、皮质下及上行网状激活系统, 有助于脑部神经网络的重新构建和功能的恢复; 还可使毛细血管袢顶宽扩大、重新建立侧支循环, 增加脑缺血区域的氧气和血流供应, 对改善脑部整体血液循环、减轻缺血症状具有重要意义。通过这一系列的作用机制, 针刺治疗不仅能帮助维持患者的觉醒状态, 还有助于意识的恢复和复原。因此, 深入探讨针刺对 pDoC 患者的脑血液动力学反应和功能连接, 对中医传承创新及中医特色治法融入康复医学科的诊疗发展及学科建设中有着重要意义。

“额五针”由针灸名家林学俭在焦氏头针框架外再添两枚原创刺激带——静区与小脑新区——历经四十余年临床淬炼, 已跻身我国头皮针五大流派之列。额五针定位: 以前发际后 2.5 寸为后边界, 以前发际后 1 寸为前边界, 两侧止于运动前区的扇形区域。额五针属于新穴中的静区, 又为情感智力区, 其位置相当于大脑皮质的额叶联合区在头皮上的投影, 而此区与智力、精神活动有密切关系。其治疗理论贯穿神经学说原理、生物全息理论、脑血液与脑功能原理及中医经络学说原理等。在诸多头针流派中, 林氏方案把头皮针与体针捆成“组合拳”, 在肌力和肌张力的回升幅度上显著领先。林老的经验是: 针对脑梗、脑瘫、老年痴呆、帕金森这类脑源性疾病, 于对应头皮带施加细针微扰, 可迅速扩张局部微循环, 为缺氧血管“补氧”“回血”; 这股新鲜血流继而唤醒沉睡或受损的神经元, 促成修复、再生与功

能重建。该区域一旦受损,患者的智力、性格乃至精神状态都会随之泛起涟漪。该区病损可出现智力、性格和精神等方面的改变。额五针所刺激的穴位位于头部,与多条经络相交会,因此通过刺激这些穴位,可以调节经络的气血流通,进而影响到全身的气血运行。中医认为,脑为元神之府,是主宰人体生命活动的核心。额五针所刺激的穴位与大脑紧密相关,通过刺激这些穴位,可以直接作用于大脑,调节其生理功能,从而改善由该区病变引起的意识障碍等症状。

中医认为,意识障碍的发生是由于人体内阴阳不协调,水火不相济,导致气血逆乱,神识不清,这种情况下,人体内的脏腑功能受到影响,尤其是心脑功能,使得意识无法保持清晰状态。电针刺激在早期昏迷中促醒具有重要意义和作用,王雪玲等一项涉及100名颅脑损伤术后患者的临床试验,这些患者均在ICU中接受了3天的术后观察,随后被随机分配到两个不同的研究组。除了标准治疗外,实验组额外接受了针对人中穴的强烈刺激和对双侧内关穴的10/50Hz疏密波电刺激,治疗周期为14天。研究发现实验组中有38名患者实现了意识恢复,这一数字明显高于对照组的10名患者。实验组在失匹配负波(MMN)测试中的表现也较为突出,实验组患者的平均住院时间较短,与对照组相比具有显著性差异(P值小于0.05),数据分析表明,针刺特定的穴位,如人中和内关穴,对于颅脑损伤后意识恢复具有显著的临床效果。该疗法不仅安全性高,还对改善患者的神经功能和意识水平有积极作用。路楷等研究32名脑出血患者,通过电针治疗观察了 $\beta$ -内啡肽、强啡肽、D-二聚体和纤维蛋白原的变化,发现电针可能通过改善凝血功能发挥作用。鲍英存等研究通过结合人中穴的“醒脑开窍”针刺法与传统促醒方法,对脑外伤后植物状态患者的促醒效果进行了积极评价。尽管已有研究,但关于针刺额五针穴对大脑氧合血红蛋白激活及大脑功能区连接影响的研究尚未开展,值得深入研究和探讨。既往神庭穴的研究表明,通过刺激神庭穴,可以使任督二脉相续,从而水火既济、阴阳相接。这种调和阴阳的作用有助于恢复人体内环境的平衡,从而改善意识障碍的症状。针刺额五针还可以改善脑组织的血氧含量,提高大脑的氧分压和血氧利用率,保护脑组织,有助于改善脑部的血液循环,促进神经细胞的代谢和修复,对pDoC患者可能具有潜在的促醒效果。

## 2 功能性近红外光谱的定义

目前没有具有中度或强有力使用证据的诊断评估程序。标准化行为评估仍然是检测意识迹象的“金标准”。但即使是最被接受和推荐的昏迷恢复量表修订版(CRS-R)评估也可能导致pDOC患者的误诊率达到36%。对命令的阳性肌电图反应、脑电图对感觉刺激的反应性、激光诱发电位和扰动复杂性指数可能可以区分MCS和UWS,但它们都没有提供预测pDOC患者觉醒的临床前标志物。

功能性近红外光谱(functional near-infrared spectroscopy, fNIRS)检测技术是一种基于近红外穿透性的脑功能成像方法,能够直接穿透头骨实时监测大脑的氧合血红蛋白和脱氧血红蛋白的变化,能有效检测与神经元活动、及血液动力学相关不同大脑区域的功能。fNIRS是利用血液中主要成分水、氧合血红蛋白及脱氧合血红蛋白对600~900nm近红外光有良好散射性而研发的一项新技术。600~900nm的近红外光被称为光谱窗,在该光谱窗内760nm左右的近红外光对氧合血红蛋白较为敏感,850nm左右的近红外光对脱氧合血红蛋白敏感。皮层组织对近红外光的散射系数几乎不受神经元放电波动的影响,可视为一条“隐形基线”。监测者只需捕捉活动区散射光强的细微起伏,便能倒推出该区域血氧与血量的瞬时涨落,进而换算出氧合与脱氧血红蛋白的相对浓度差,借此勾勒出各功能区之间的动态耦合图景。

## 3 基于fNIRS探讨针灸的治疗作用

当前fNIRS在意识评估中的应用尚属“试水期”,实验范式仍以“听令-执行”式的主动任务为主:让受试者在脑中“原地踏步”或默算加减,若相应皮层的血流曲线随之起舞,即视为残留意识的“信号灯”。运动想象范式下,探头常贴于双侧运动前回与辅助运动区;心算范式则聚焦前额叶。若将针刺“额五针”引入该框架,同步记录血流动力学反馈,便有望为慢性意识障碍的“促醒”机制点亮一条量化的光路。

通过fNIRS技术测定针刺时大脑血氧水平,可以间接反映针刺对脑区功能活动的影响。TakamotoK等利用fNIRS比对“靶点”与“非靶点”刺激,发现针尖一旦落位精准,辅助运动复合体与前额叶内侧的“血氧信号”即刻下探;受试者出现得气,几乎同步预示这一血流回落,提示调控枢纽可能正是以辅助运动区为核心的中枢网络。另一项合谷镇痛实验则给出相反曲线:针刺该穴使皮质氧合血红蛋白曲线抬头,痛阈随之抬升,呈现“血氧升一痛感降”的镜像关系。两案并列说明,fNIRS可在毫秒内捕捉针刺对皮层血氧的双向调制,为阐释针灸

治脑病的微观机制提供了一幅可追踪的“光地图”。

有研究表明fNIRS可有效观察针刺后大脑皮层的血流量及血氧饱和度改善程度及脑血氧病例紊乱现象。李会廷团队先构建豚鼠“脑血瘀”模型，继而在风池、合谷、三阴交、血海四穴施针，并以fNIRS实时窥视颅内氧流：模型状态下，血容量曲线陡升，而氧合指数一路走低，呈现典型“血多氧少”的失衡景观，针刺介入后，脑内“充血”得以疏散，携氧效率随之跃升，原本紊乱的血氧格局被重新校准；由此，fNIRS以“光束”替代“探针”，在零创伤条件下即时捕捉这一动态转归，为评价针灸化解脑血瘀证的效果提供了可量化的“光尺”。李虹等通过fNIRS检测脑血氧饱和度来观察头皮联合普通针刺治疗脑卒中患者的疗效，将20例脑卒中患者随机分为体针组和头体针组，结果提示，针刺后大脑皮层灌注量与血氧指标同步上扬，且“头皮-体针”组合拳的临床收益明显高于单一体针。

fNIRS像一束“透颅微光”，能在毫秒级节拍里捕捉血氧与血红蛋白的瞬时舞步，为fMRI、CT、PET等老牌影像写下实时注脚；也正因这份“快”与“轻”，它已被世界各地的团队用来追踪针灸在各类脑病中的脑内足迹。通过此研究为解释针灸对大脑的神经调节作用提供了客观的神经影响学证据，为临床治疗提供理论依据。

#### 4 应用前景

针灸作为中医独有的“外治密码”，借经络传递与腧穴响应，辅以捻转提插的微妙手法，撬动全身气机。近年，它在脑病领域的临床获益正逐渐打破东西方壁垒，赢得愈来愈多欧美研究者的侧目；然而，其背后的生物学剧本仍像雾中风景，尚未被彻底破译。随着现代医学技术飞速发展，医疗设备不断更新，一系列辅助检查丰富了针灸治疗脑病的理论依据，其中fNIRS因其无创性、造价低、便携性好、无噪音、灵敏度高、凭借“指哪打哪”的高靶向性与相对友好的操作门槛，fNIRS已成为国际团队竞相布局的新宠。过去二十余年里，从实验室到临床的多中心数据持续为其在神经机制研究中的可信度“背书”，也顺势把针灸干预脑病的探索推上了一个可实时“看见”疗效的新台阶。

综合来看，fNIRS以“光”为尺，能在毫秒级时间尺度上捕捉局部脑氧合与脱氧血红蛋白的瞬时涨落，为fMRI、CT、PET等“老牌”影像工具添上一块实时拼图；

也正因为这一独特的时间窗口，它在针刺干预卒中后失语、认知障碍、偏头痛等多种脑病的研究中被高频启用。尽管fNIRS有望为针灸治疗脑病提供更丰富的客观证据，但现阶段其“短板”同样显而易见：空间分辨率远低于fMRI，仅能触及皮质“表层”，对于深部核团鞭长莫及；光极与头皮的轻微位移即可引入伪迹，导致数据稳定性欠佳。更棘手的是，针刺手法、刺激强度、留针时间乃至捻转频率的细微差异，都会在fNIRS信号中被放大，形成难以剥离的“噪声”。因此，现阶段若将其直接用于脑病针灸疗效判定，仍需慎之又慎。fNIRS可观测针刺时大脑皮层及相关脑区氧合血红蛋白浓度的变化，得到脑内氧合血红蛋白及脱氧合血红蛋白的相对浓度变化，进而了解活动脑区与各脑区之间的相互关系，为针灸治疗脑病的机制研究提供依据。

#### 参考文献

- [1] 靳冬,王晶. 针灸疗法治疗脑卒中偏瘫临床疗效评价的Meta分析[J]. 新中医. 2016,48(08):284-6.
- [2] 李虹,侯中伟,白玉兰,etal. 漫射光成像技术研究针刺治疗中风疗效比较. 中国针灸[J]. 2011,31(11):998-1002.
- [3] 李会廷,谢则平. 近红外光无创监测针灸治疗脑血瘀证穴位效应的实验研究[J]. 现代中西医结合杂志. 2008,(30):4688-90.

作者简介：侯琴芝，1984.05，女，汉族，云南宣威人，硕士，主治医师，研究方向：神经重症康复。

通讯作者：姚黎清，1968.12，女，纳西族，云南丽江人，博士，主任医师，研究方向：神经重症康复。

项目编号：云南省康复临床医学中心(基金号：zx2019-04-02)；基于fNIRS研究针刺额五针、人中穴对慢性意识障碍患者前额叶血液动力学效应和功能连接分析(基金号：2025KFYB003)；昆明医科大学创新团队(基金号：2024XKTDTS18)；云南省重大疑难疾病中西医协同试点项目-慢性意识障碍。

项目名称：基于fNIRS研究针刺额五针、人中穴对慢性意识障碍患者前额叶血液动力学效应和功能连接分析

课题名称：基于fNIRS探讨针刺额五针对慢性意识障碍患者的研究进展