

本文引用: 柯超, 单生涛, 谢峥嵘, 蔺文盼, 郝虹鑫, 张熙, 石文英, 余兆安, 潘江, 章薇. 基于功能性磁共振成像的针刺治疗脑卒中后功能障碍的研究进展[J]. 湖南中医药大学学报, 2024, 44(11): 2136–2142.

基于功能性磁共振成像的针刺治疗脑卒中后功能障碍的研究进展

柯超, 单生涛, 谢峥嵘, 蔺文盼, 郝虹鑫, 张熙, 石文英, 余兆安, 潘江, 章薇*

湖南中医药大学第一附属医院, 湖南 长沙 410007

[摘要] 近年来, 先进的技术手段已被广泛用于阐明针刺治疗脑卒中后功能障碍的机制, 特别是大脑功能的成像技术。在功能性磁共振成像技术的指导下, 针刺治疗中枢疾病的研究日益增多。以脑卒中后不同功能障碍为切入点, 结合功能性磁共振成像脑成像技术, 探讨针刺治疗脑卒中后不同功能障碍的中枢机制, 以动态、视觉和客观的方式为针刺治疗脑卒中后功能障碍的潜在机制提供新的证据。

[关键词] 脑卒中; 神经影像学; 针刺; 穴位特异性; 运动功能; 功能性磁共振成像

[中图分类号] R245

[文献标志码] A

[文章编号] doi:10.3969/j.issn.1674-070X.2024.11.030

Research progress in fMRI-based acupuncture treatment for post-stroke dysfunction

KE Chao, SHAN Shengtao, XIE Zhengrong, LIN Wenpan, HAO Hongxin, ZHANG Xi, SHI Wenyong,

YU Zhao'an, PAN Jiang, ZHANG Wei*

The First Hospital of Hunan University of Chinese Medicine, Changsha, Hunan 410007, China

[Abstract] In recent years, advanced techniques have been widely used to clarify the mechanism of acupuncture for post-stroke dysfunction, especially brain functional imaging. With functional magnetic resonance imaging (fMRI) technology, research on the central response mechanisms of acupuncture in treating disease is increasing. Focusing on various post-stroke functional disorders and utilizing brain fMRI technology, we explore the central mechanism of acupuncture in treating these disorders. These brain imaging-based studies provide new evidence for the underlying mechanisms of acupuncture treatment for post-stroke dysfunction in a dynamic, visual, and objective manner.

[Keywords] stroke; neuroimaging; acupuncture; acupoint specificity; motor function; functional magnetic resonance imaging

脑卒中是全球残疾的第三大原因、死亡的第二大原因, 导致严重的社会经济压力、带来巨大的财政负担^[1-2]。至 2019 年, 我国“脑卒中高危人群筛查和

干预项目”数据显示, 40 岁及以上人群的脑卒中人口标化患病率由 2012 年的 1.89% 上升至 2019 年的 2.58%, 现患和曾患脑卒中人数约 1 704 万^[3]。针刺

[收稿日期] 2024-07-17

[基金项目] 国家自然科学基金面上项目 (82374596); 国家中医药传承创新中心项目中风病研究中心; 湖南省重点领域研发计划 (2023SK2049); 湖南省中医药科研计划项目 (D2022022)。

[通信作者] * 章薇, 女, 博士, 二级教授, 博士研究生导师, E-mail: 507395550@qq.com。

治疗是中医学治病的重要手段,其疗效独特、操作方便、不良反应少,在我国广泛用于脑卒中的治疗,已经作为 I 级证据推荐应用于脑卒中后运动障碍、认知障碍、言语障碍、吞咽障碍等,也可降低脑卒中后情绪(焦虑、抑郁)等功能障碍的风险^[4-8]。功能性磁共振成像(functional magnetic resonance imaging, fMRI)技术作为先进的可视化和非侵入性脑成像技术,可以提供关于大脑解剖、功能和代谢的全面、多参数信息,有助于了解针刺的神经作用机制^[9]。研究证实,针刺的作用与中枢神经系统的整合有关^[10],fMRI 已被广泛用于阐明针刺的功能和结构反应以及阐述经络腧穴的作用^[11]。因此,采用 fMRI 技术或揭示针刺作用的机制已成为近年来研究关注的一个领域。本文就近年来针刺治疗脑卒中后不同功能障碍的 fMRI 脑成像研究进行综述,协助探索针刺治疗脑卒中的潜在机制,以期今后研究提供新的认识和思考方向。

1 fMRI 技术为针刺治疗脑卒中后功能障碍的研究提供新的方向

fMRI 是目前应用最多的用于研究针刺作用机理的神经成像技术^[12]。血氧水平依赖 fMRI 是基于血流动力学信号的成像,利用神经元活动与血流动力学变化间的关系,测量神经元活动引起的信号变化,这些信号在不同的大脑区域同时发生,并以此为基础进行数据分析得到人脑不同区域的激活情况以及各个脑区之间的关系,兼有较高的时空分辨率且安全无创的优点^[13]。

fMRI 主要包含任务态 fMRI 和静息态 fMRI(resting-state, rs-fMRI),前者指被试者执行任务时采集脑功能成像,后者指静息状态下采集脑功能成像^[14-15]。目前,在脑卒中研究中多采用 rs-fMRI,其研究方法主要是围绕功能分化、功能整合两大原则进行划分^[14-15]。(1)研究局部脑活动(功能分离):局域一致性(regional homogeneity, reho)、低频振幅(amplitude of low frequency fluctuation, ALFF)和分数 ALFF(fractional ALFF, fALFF);(2)研究脑区间连接模式(功能整合):种子相关分析(依赖于先验假设)、独立成分分析、体素镜像同伦连接、功能连接强度;(3)研

究全局脑网络(功能整合):基于图论的复杂脑网络分析等。

越来越多的人类神经影像学研究表明,针刺可以调节脑卒中患者中广泛分布的大脑网络。通过采用 rs-fMRI 扫描研究发现,脑卒中患者在针刺后,全脑功能网络的结构发生改变,针刺能够调节皮质下脑卒中后整个大脑网络的紊乱模式^[16]。同时,rs-fMRI 扫描发现针刺在脑功能的重组和补偿中起重要作用,针刺不同穴位后,中枢神经系统可能会进行不同编码,而针刺感觉和随后的神经级联可能通过复杂神经网络的动态重构介导针刺的特异性治疗效果^[17]。fMRI 是观察脑卒中的可靠工具,有助于从脑成像的角度揭示针刺治疗脑卒中后功能障碍的作用机制。文中探讨针刺治疗脑卒中后不同功能障碍的神经影像学研究,旨在从神经影像学研究的角度,系统地了解针刺对脑卒中后功能障碍的影响。

2 基于 fMRI 技术探讨针刺治疗脑卒中后不同功能障碍的研究进展

2.1 针刺治疗脑卒中后运动障碍

脑卒中致残率较高,其中,运动功能障碍是脑卒中后最常见的临床症状,表现为肢体偏瘫或双手灵活性丧失,其发生率高达 60%^[18]。研究认为,针刺可有效改善脑卒中后遗症期偏瘫患者运动功能^[19]。

目前,基于 fMRI 的针刺治疗脑卒中后功能障碍的研究多集中在运动障碍。NING 等^[20]通过观察 20 例右皮质下梗死患者,选择其左手被动握拳任务中功能脑区活动活跃点作为种子区,对双侧初级运动皮质区(primary motor cortices, M1)进行基于种子的功能连接(functional connections, FC)分析,发现与健康受试者相比,脑卒中患者双侧 M1 间 FC 下降,针刺阳陵泉后 FC 明显增强。HAN 等^[21]对 22 例右皮质下梗死患者进行 fMRI 扫描,发现同侧纵束(longitudinal fasciculus, LF)的完整性可以作为脑卒中后下肢运动的神经影像学生物标志物,在针刺阳陵泉干预后,SLF 起点运动前皮质(premotor cortex, PM)/辅助运动区(supplementary motor area, SMA)和 SLF 终点边缘上回(supramarginal gyrus, SMG)之间的 FC 明显增强,受损白质束连接的皮质之间的交

流增加。XIE 等^[22]采用 fMRI 技术观察脑卒中患者针刺前后的被动手指运动和静息状态,发现患者在被动运动任务中,皮质和皮质下区域之间的有效连通性明显减弱,即信息传递效率低下,而针刺阳陵泉诱导脑卒中患者小脑和初级感觉运动皮质之间的双向有效连接,有助于改善运动协调和运动学习。研究采用 rs-fMRI 观察缺血性脑卒中 FC 的特点,从而探索针刺促进患者运动功能恢复的重塑机制,可能与针刺后双侧 M1 区与右侧中央前回和额中回的 FC 显著增强有关^[23]。此外,针刺阳陵泉还可调节脑卒中偏瘫患者的多个脑网络,可能通过默认模式网络(default mode network, DMN)作为中继站在额顶网络(frontoparietal network, FPN)与感觉运动网络(sensorimotor network, SMN)之间传递信息,整合有效的连接网络^[24]。

基于上述研究,越来越多的证据表明诸多区域参与了脑卒中后运动功能的调节。(1)针刺可通过增强多个皮质运动区半球间和半球内的 FC 实现功能整合,例如:PM/SMA 与 SMG 的双向连接,左侧 M1 区与右侧 M1 区的有效连接、小脑和初级感觉运动皮质之间的双向连接、M1 区与右侧中央前回和额中回的有效连接、FPN 与 SMN 的双向连接等,在执行运动任务时这一区域之间连接的增加也可能弥补另一区域连接的不足,最终通过增强和整合更广泛的大脑区域的功能活动促进运动再学习和恢复。(2)针刺可通过增强不同脑区的局部脑活动,激活不同脑区的 reho 值^[25]、ALFF 值^[26]、fALFF 值^[27],进而改善神经元损伤、神经功能紊乱,实现运动功能的有序恢复。(3)针刺不同穴位后,中枢神经系统可能会进行不同编码,不同穴位所激活的脑区不相一致,例如针刺阳陵泉主要激活初级运动区 M1、次级运动区 SLF-FP、小脑、初级感觉运动皮质、FPN、SMN 等,再次证实了腧穴具有特异性,是指导临床对症取穴的依据。(4)针刺的干预时间不同,所激活的脑区也有所侧重。研究发现,即使使用相同的处方,不同针刺操作时间激活的大脑区域位置也不完全一致,针刺 1 min 组右额下回激活,2 min 组右脑岛激活,3 min 组右颞下回激活,较长时间的针刺操作才可能会驱动脑卒中患者的 SMN 和 DMN,再次验证操

作时间是针刺效果的一个关键因素^[28]。未来的研究是否可以通过大数据梳理出相应穴位、相应干预时间所靶向的脑效应区域,指导临证精准治疗有待进一步探讨。

2.2 针刺治疗脑卒中后认知障碍

脑卒中后认知功能障碍(post-stroke cognitive impairment, PSCI)指脑卒中事件后触发的认知功能损害,表现为注意力、执行力、记忆力、视觉空间能力和语言能力的减退,被认为是脑卒中后最常见的功能障碍^[29]。据报道,约 1/3 的脑卒中患者可能经历 PSCI^[30],且复发性脑卒中患者 PSCI 的风险比首次发作的幸存者高 2.7 倍^[31],严重影响患者的日常生活能力,给家庭和社会带来巨大负担。随机对照试验提示,针刺可有效改善 PSCI 患者的预后^[32]。

研究发现,针刺改善 PSCI 患者认知功能障碍、增强记忆力的中枢效应机制可能与调节多个认知相关脑区的 ALFF 值相关^[33],进而促进中枢神经系统康复。针刺可增加海马与额叶、顶叶之间脑网络的 FC,从而实现功能整合^[34-35]。此外,王然^[36]利用图论方法分析针刺(内关、百会、四神聪)治疗 PSCI 的功能脑网络拓扑属性的改变特点,表现为与认知功能相关的枕叶、颞叶脑区(左侧海马旁回、右侧枕下回、左侧梭状回、左侧颞横回)的节点中心性和节点局部效率升高,患者认知功能提高。肖伟^[37]借助 rs-fMRI 分析针刺(内关、百会、四神聪)对 PSCI 患者认知障碍的改善,针刺穴位组多个认知相关脑区(左海马旁回、左侧后扣带回、左梭状回、左颞横回、左枕下回)的度中心性增高,且左侧枕下回的度中心性与蒙特利尔认知评估量表评分呈负相关。研究发现,针刺干预 PSCI 患者短期、长期、整体记忆的恢复与不同脑区神经元的活动相关,长时记忆功能与左侧后扣带回有关,短时记忆与右侧额中回有关,整体记忆与右侧顶下小叶和右侧额中回有关^[38]。

由此, fMRI 有助于阐明脑卒中后认知损害的神经机制,局部脑活动的异常变化、不同脑区之间 FC 显著改变、脑网络的拓扑结构受到广泛破坏是导致 PSCI 的发病原因。针刺对 PSCI 具有治疗作用,可以通过加强认知相关脑区的局部脑活动、加强脑区的功能连接以及改善功能脑网络拓扑属性,从而改善

脑卒中后认知障碍。

2.3 针刺治疗脑卒中后言语障碍

脑卒中最严重的并发症之一是失语症,是指支持语言的大脑区域受损造成语言障碍,严重影响患者的生活质量。流行病学研究提示,首次缺血性脑卒中患者中失语症的发生率为23%^[39]。针刺对脑卒中后失语症的临床效果已被多次报道,可以显著提高言语功能,被广泛应用于脑卒中后失语的治疗^[40-41]。

LI等^[42]通过fMRI首次证明,针刺SJ8-三阳络可以选择性激活脑卒中后失语症患者病变侧额上中回,促进慢性脑卒中患者的语言恢复。CHAU等^[43]使用fMRI通过针刺LI4-海谷、PC6-内关、LR3-太冲、ST36-足三里激活Wernicke言语区,促进慢性脑卒中患者的语言恢复。研究发现,电针通里、悬中可以调节枕部网络——语言网络、小脑网络、显著网络、枕叶皮质、躯体感觉区域和大脑边缘系统所涉及的区域/网络节点,进而改善运动性失语,从时间依赖性的角度揭示语言功能相关性网络之间的联系机制^[44]。LI等^[45]认为,针刺治疗脑卒中后失语的作用机制可能与语言相关的大脑区域的激活和功能连接有关,如左侧颞下回、边缘上回、额中回和额下回。

基于上述研究,发现脑卒中后运动性失语症的脑损伤区与经典的运动言语中心不完全一致。针刺的作用机制可能与语言相关脑区的激活和功能连接有关,可通过增加如额叶、颞叶、顶叶和枕叶、岛叶、楔叶和其他区域的血流量、血容量,从而改善中风损伤的语言区域。

2.4 针刺治疗脑卒中后吞咽障碍

脑卒中后吞咽障碍表现为饮水呛咳、进食困难、流涎以及食物残留等,也是脑卒中后常见的功能障碍。研究表明,针刺可有效改善PSD患者脑微循环,增强吞咽肌运动功能,促进吞咽功能恢复,改善生活质量,并推荐按照吞咽分期进行论治取穴^[46-47]。

研究发现,揪针(上廉泉及其旁开各1寸)对脑卒中后吞咽功能障碍的疗效较好,能改善患者吞咽功能,促进吞咽功能相关的脑区(额叶、顶叶、BA7区)激活^[48]。醒脑开窍针刺法常用于治疗脑卒中后吞咽障碍,研究认为其针刺发挥疗效的中枢机制效应可能与左侧前扣带回区、右侧颞极区、双侧缘上回区

脑区相关^[49]。王玥娇^[50]发现,针刺廉泉及人迎穴后,其额叶、中央前回、中央后回、顶枕叶、外侧裂周围、基底节区的灰质核团、小脑上蚓部、小脑皮质与吞咽皮质中枢相一致的脑区激活显著增强。此外,研究发现针刺舌根部穴位通过激活吞咽障碍患者多个脑功能区,协同完成吞咽动作,发挥治疗作用^[51]。

以上研究均表明,针刺对中风后吞咽障碍患者具有强大的刺激作用,其作用机制可能与吞咽相关脑区的激活有关。

2.5 针刺治疗脑卒中后感觉障碍及情绪障碍

躯体感觉缺陷是脑卒中患者并发的功能障碍之一,50%~80%的脑卒中患者存在躯体感觉缺陷,多表现为肢体麻木^[52]。研究发现,电针促进感觉功能恢复的机制主要是促进患者躯干感觉皮质及大脑感觉皮质兴奋性改变^[53]。研究发现,“形神共调”针法(百会、四神聪、曲池、足三里、水沟)可有效改善脑卒中后肢体麻木,其机制主要涉及丘脑、岛叶、小脑、小脑蚓部、中央后回等脑区神经元活动reho的增强,以及左侧边缘上回、右侧颞中回、脑干、小脑蚓部、右额中回等脑区的ALFF明显增强^[52-54]。上述研究结果揭示,针刺促进感觉障碍的修复机制及与脑功能重组的关系提供了重要依据。

脑卒中后抑郁(post-stroke depression, PSD)是脑卒中后情感障碍的一种表现,指患者受生物-社会-心理因素共同影响而出现情感低落、低自我评价、无望感、高自杀意念,影响其他功能障碍恢复,更影响患者生活质量及疾病预后等^[55-56]。研究者基于fMRI发现,电针百会、印堂抗抑郁的机制可能与右侧前额叶、右侧前扣带、右侧额中回内侧、左侧中央后回的激活相关^[57]。

此外,针对于运动认知障碍^[58]、运动感觉障碍^[59]、肩手综合征^[60]均有相关功能磁共振研究。以上研究均证实了针刺对脑卒中后功能障碍的影响,并为评估针刺干预对脑网络的影响提供线索,为解释针刺对脑卒中的治疗作用提供了神经影像学证据。

3 讨论与展望

脑卒中是目前世界导致成年人残疾的最常见原因,其诸多的功能障碍严重影响康复进程,增加复发

风险^[6]。运动障碍、认知障碍、语言障碍、吞咽障碍、情绪障碍、感觉障碍(肢体麻木)等均是脑卒中后常见的功能障碍,严重影响患者的生活质量。因此,促进脑卒中后康复是全球尤为关注的健康问题。针刺治疗在脑卒中康复中扮演着重要角色,具有多靶效应,故而阐明脑卒中的病理机制对脑卒中后的功能恢复具有重要意义。采用脑成像技术探索针刺的作用机制为其提供依据同样意义重大,可以提升其适应证范围并增强疗效,实现了多学科并举,传统理论与现代技术交叉融合,有利于中国特色脑研究计划的发展。

然而,针对针刺治疗缺血性脑卒中的 fMRI 研究仍存在以下不足。(1)研究样本量有待进一步扩大,可能是因为 fMRI 的针刺机制研究受到众多因素的影响,在真实世界研究中难以展开大范围、大样本量的研究;(2)方法学设计需要更加严谨,在试验开展过程中,受试者的纳排标准、研究设计、针刺干预、对照设置、fMRI 数据的处理和结局指标的选择上都需要更加认真考量,使研究具备指导意义;(3)fMRI 技术水平的局限性,难以解释针刺在更细微的神经元之间如何进行效应传递,不同脑图谱以及节点的选择会造成结果的差异,并且能反映较短时间内动态变化,与脑卒中的长病程和长周期难以对应。

未来研究中,匹配 fMRI 相关研究设备,升级具备专业化的成像信息获取系统及一键式的软件分析系统,才能更好的服务于研究人员。不断优化细节,以此为基础可以利用 fMRI 技术更加深入、系统地探讨针刺起效的中枢机制,且 fMRI 可作为动态观察针刺治疗脑卒中后功能障碍预后、转归的临床参考指标。

参考文献

[1] FEIGIN V L, ROTH G A, NAGHAVI M, et al. Global burden of stroke and risk factors in 188 countries, during 1990–2013: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013[J]. *The Lancet Neurology*, 2016, 15(9): 913–924.

[2] KATAN M, LUFT A. Global burden of stroke[J]. *Seminars in Neurology*, 2018, 38(2): 208–211.

[3] 《中国脑卒中防治报告》编写组. 《中国脑卒中防治报告 2020》概要[J]. *中国脑血管病杂志*, 2022, 19(2): 136–144.

[4] 中国中西医结合学会神经科专业委员会. 中国脑梗死中西医结合诊治指南(2017)[J]. *中国中西医结合杂志*, 2018, 38(2): 136–144.

[5] ZHANG S H, WU B, LIU M, et al. Acupuncture efficacy on ischemic stroke recovery: Multicenter randomized controlled trial in China[J]. *Stroke*, 2015, 46(5): 1301–1306.

[6] CHEN L Y, YEN H R, SUN M F, et al. Acupuncture treatment is associated with a decreased risk of developing stroke in patients with depression: A propensity-score matched cohort study [J]. *Journal of Affective Disorders*, 2019, 250: 298–306.

[7] XIONG J, ZHANG Z C, MA Y, et al. The effect of combined scalp acupuncture and cognitive training in patients with stroke on cognitive and motor functions[J]. *NeuroRehabilitation*, 2020, 46(1): 75–82.

[8] ZHANG S H, WANG Y L, ZHANG C X, et al. Effect of interactive dynamic scalp acupuncture on post-stroke cognitive function, depression, and anxiety: A multicenter, randomized, controlled trial [J]. *Chinese Journal of Integrative Medicine*, 2022, 28(2): 106–115.

[9] RAIMONDO L, OLIVEIRA L A F, HEIJ J, et al. Advances in resting state fMRI acquisitions for functional connectomics[J]. *NeuroImage*, 2021, 243: 118503.

[10] XIAO L Y, WANG X R, YANG Y, et al. Applications of acupuncture therapy in modulating plasticity of central nervous system[J]. *Neuromodulation*, 2018, 21(8): 762–776.

[11] USICHENKO T I, WESOLOWSKI T, LOTZE M. Verum and sham acupuncture exert distinct cerebral activation in pain processing areas: A crossover fMRI investigation in healthy volunteers[J]. *Brain Imaging and Behavior*, 2015, 9(2): 236–244.

[12] QIU K, JING M M, SUN R R, et al. The status of the quality control in acupuncture-neuroimaging studies[J]. *ECAM*, 2016: 3685785.

[13] HUANG W J, PACH D, NAPADOW V, et al. Characterizing acupuncture stimuli using brain imaging with fMRI: A systematic review and meta-analysis of the literature[J]. *PLoS One*, 2012, 7(4): e32960.

[14] 张虹岩, 王东岩, 刘佳惠, 等. 针刺治疗脑卒中偏瘫的 rs-fMRI 研究方法及应用现状[J]. *针灸临床杂志*, 2022, 38(2): 1–5.

[15] 闫岩, 谭晓婵, 王宇, 等. 基于 fMRI 的针刺治疗卒中临床试验的方法学评价[J]. *上海针灸杂志*, 2021, 40(10): 1280–1292.

[16] HAN X, JIN H, LI K S, et al. Acupuncture modulates disrupted whole-brain network after ischemic stroke: Evidence based on graph theory analysis[J]. *Neural Plasticity*, 2020: 8838498.

- [17] QIN W, BAI L J, DAI J P, et al. The temporal-spatial encoding of acupuncture effects in the brain[J]. *Molecular Pain*, 2011, 7.
- [18] XU J, PEI J, FU Q H, et al. The prognostic value of traditional Chinese medicine symptoms in acute ischemic stroke: A pilot study[J]. *Evidence Based Complementary and Alternative Medicine*, 2020: 1520851.
- [19] 傅勤慧, 裴建, 惠建荣, 等. 电针治疗中风后偏瘫患者中医症征疗效评价[J]. *上海针灸杂志*, 2018, 37(8): 863-868.
- [20] NING Y Z, LI K S, FU C H, et al. Enhanced functional connectivity between the bilateral primary motor cortices after acupuncture at Yanglingquan (GB34) in right-hemispheric subcortical stroke patients: A resting-state fMRI study[J]. *Frontiers in Human Neuroscience*, 2017, 11: 178.
- [21] HAN X, BAI L J, SUN C Z, et al. Acupuncture enhances communication between cortices with damaged white matters in poststroke motor impairment[J]. *ECAM*, 2019: 4245753.
- [22] XIE Z J, CUI F Y, ZOU Y H, et al. Acupuncture enhances effective connectivity between cerebellum and primary sensorimotor cortex in patients with stable recovery stroke[J]. *ECAM*, 2014: 603909.
- [23] 易小琦, 黄俊浩, 陈暇女, 等. 针刺促进缺血性脑卒中功能恢复的静息态功能连接研究[J]. *中国康复医学杂志*, 2021, 36(4): 383-387.
- [24] FU C H, LI K S, NING Y Z, et al. Altered effective connectivity of resting state networks by acupuncture stimulation in stroke patients with left hemiplegia: A multivariate granger analysis[J]. *Medicine*, 2017, 96(47): e8897.
- [25] 付彩红, 宁艳哲, 张勇, 等. 针刺阳陵泉对中风偏瘫病人局部一致性影响的静息态 fMRI 研究[J]. *中西医结合心脑血管病杂志*, 2019, 17(11): 1623-1629.
- [26] 丁彩霞, 胡丹, 张兰坤, 等. 针刺治疗对缺血性脑卒中患者静息态功能磁共振的影响[J]. *中国中医药信息杂志*, 2017, 24(7): 32-35.
- [27] ZHAN Y J, PEI J, WANG J, et al. Motor function and fALFF modulation in convalescent-period ischemic stroke patients after scalp acupuncture therapy: A multi-centre randomized controlled trial[J]. *Acupuncture in Medicine*, 2023, 41(2): 86-95.
- [28] ZHOU Y H, DAI A H, FENG S F, et al. Immediate neural effects of acupuncture manipulation time for stroke with motor dysfunction: A fMRI pilot study[J]. *Frontiers in Neuroscience*, 2023, 17: 1297149.
- [29] 吴永亚, 边红. 脑卒中后认知功能障碍研究进展[J]. *神经病学与神经康复学杂志*, 2020, 16(1): 34-40.
- [30] 汪凯, 董强. 卒中后认知障碍管理专家共识 2021[J]. *中国卒中杂志*, 2021, 16(4): 376-389.
- [31] QU Y J, ZHUO L, LI N, et al. Prevalence of post-stroke cognitive impairment in China: A community-based, cross-sectional study[J]. *PLoS One*, 2015, 10(4): e0122864.
- [32] WANG S H, YANG H L, ZHANG J, et al. Efficacy and safety assessment of acupuncture and nimodipine to treat mild cognitive impairment after cerebral infarction: A randomized controlled trial[J]. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 2016, 16(1): 361.
- [33] 俞燕丽, 程梦蝶, 马敏, 等. 薄氏腹针疗法对卒中后认知功能障碍患者脑静息态 fMRI 影响[J]. *上海针灸杂志*, 2021, 40(11): 1293-1298.
- [34] 林志诚, 杨珊莉, 薛偕华, 等. 针刺百会穴改善脑卒中患者记忆力的中枢机制[J]. *中国康复理论与实践*, 2015, 21(2): 184-188.
- [35] 王飞, 高珊, 杨林. 针刺联合认知训练治疗缺血性卒中后认知功能障碍疗效观察[J]. *上海针灸杂志*, 2021, 40(7): 795-800.
- [36] 王然. 针刺治疗卒中后认知功能障碍患者的脑功能网络研究[D]. 南充: 川北医学院, 2021.
- [37] 肖伟. 针刺疗法对缺血性脑卒中患者认知障碍及脑网络节点属性的影响[D]. 南充: 川北医学院, 2021.
- [38] 钟慧. 基于低频振幅算法探讨针刺神庭、百会穴改善脑卒中患者记忆功能的 fMRI 研究[D]. 福州: 福建中医药大学, 2018.
- [39] DE COCK E, BATENS K, HEMELSOET D, et al. Dysphagia, dysarthria and aphasia following a first acute ischaemic stroke: Incidence and associated factors[J]. *European Journal of Neurology*, 2020, 27(10): 2014-2021.
- [40] LI B X, DENG S Z, ZHUO B F, et al. Effect of acupuncture vs sham acupuncture on patients with poststroke motor aphasia: A randomized clinical trial[J]. *JAMA Network Open*, 2024, 7(1): e2352580.
- [41] 李昭缘, 林万隆, 齐瑞. “开窍解暗”法针刺联合重复经颅磁刺激治疗卒中后失语症: 随机对照试验[J]. *中国针灸*, 2023, 43(1): 25-28.
- [42] LI G, YANG E S. An fMRI study of acupuncture-induced brain activation of aphasia stroke patients[J]. *Complementary Therapies in Medicine*, 2011, 19(Suppl 1): S49-S59.
- [43] CHAU A C M, FAI CHEUNG R T, JIANG X Y, et al. An fMRI study showing the effect of acupuncture in chronic stage stroke patients with aphasia[J]. *Journal of Acupuncture and Meridian Studies*, 2010, 3(1): 53-57.

- [44] XU M J, GAO Y, ZHANG H, et al. Modulations of static and dynamic functional connectivity among brain networks by electroacupuncture in post-stroke aphasia[J]. *Frontiers in Neurology*, 2022, 13: 956931.
- [45] LI B X, DENG S Z, SANG B M, et al. Revealing the neuroimaging mechanism of acupuncture for poststroke aphasia: A systematic review[J]. *Neural Plasticity*, 2022, 2022: 5635596.
- [46] 边 静, 张为民, 王翠翠, 等. 基于吞咽分期的针刺取穴治疗脑卒中后吞咽障碍的疗效[J]. *中国老年学杂志*, 2023, 43(5): 1090-1092.
- [47] 张 雯, 王 非, 金海涛, 等. “通关利窍”针刺法联合吞咽训练治疗脑卒中后吞咽障碍临床疗效及对表面肌电图和脑微循环的影响[J]. *针刺研究*, 2022, 47(11): 1025-1030.
- [48] 郑雅思, 杨 婷, 章晓峰, 等. 揠针针脑卒中后吞咽功能障碍的改善作用及对功能性磁共振成像的影响[J]. *中国现代医生*, 2022, 60(16): 93-96.
- [49] 苏丽缘. 针刺对脑卒中后吞咽障碍患者脑功能影响的观察[D]. 广州: 广州中医药大学, 2015.
- [50] 王玥娇. 针灸治疗脑梗死恢复期吞咽障碍的临床研究[D]. 南宁: 广西中医药大学, 2016.
- [51] 刘初容, 张新斐, 莫昊风, 等. 针刺舌根部穴对假性延髓麻痹吞咽障碍患者脑区 fMRI 的影响[J]. *中医药导报*, 2019, 25(6): 112-115.
- [52] KESSNER S S, SCHLEMM E, CHENG B, et al. Somatosensory deficits after ischemic stroke[J]. *Stroke*, 2019, 50(5): 1116-1123.
- [53] 顾旭东, 吴 华, 傅建明, 等. 电针刺刺激头皮感觉区联合感觉再训练治疗卒中后感觉障碍的 fMRI 分析[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2013, 35(6): 475-479.
- [54] 彭 景, 邹忆怀, 宋 蕾, 等. “形神共调”针法调节中风后肢体麻木患者大脑局部一致性的功能磁共振研究[J]. *中国中医药信息杂志*, 2022, 29(11): 109-114.
- [55] PENG J, SU J M, SONG L, et al. Altered functional activity and functional connectivity of seed regions based on ALFF following acupuncture treatment in patients with stroke sequelae with unilateral limb numbness[J]. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, 2023, 19: 233-245.
- [56] HUA J N, LU J Y, TANG X, et al. Association between geriatric nutritional risk index and depression after ischemic stroke[J]. *Nutrients*, 2022, 14(13): 2698.
- [57] LAN Y, PAN C S, QIU X L, et al. Nomogram for persistent post-stroke depression and decision curve analysis[J]. *Clinical Interventions in Aging*, 2022, 17: 393-403.
- [58] 张静莎, 张 磊, 朱 艳, 等. 基于磁共振成像阐释电针百会、印堂的抗抑郁机制[J]. *世界中医药*, 2023, 18(20): 2953-2958.
- [59] ZHANG Y, LI K S, REN Y, et al. Acupuncture modulates the functional connectivity of the default mode network in stroke patients[J]. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine: ECAM*, 2014, 2014: 765413.
- [60] LIU H C, JIANG Y J, WANG N N, et al. Scalp acupuncture enhances local brain regions functional activities and functional connections between cerebral hemispheres in acute ischemic stroke patients[J]. *Anatomical Record*, 2021, 304(11): 2538-2551.
- [61] 何永强, 马铁明, 许允发, 等. 电针头穴治疗脑卒中后肩手综合征 I 期的即刻效应研究和多功能磁共振成像研究[J]. *中华中医药学刊*, 2022, 40(1): 161-164.

(本文编辑 田梦妍)