

针刺合谷穴脑功能磁共振成像的研究进展

郭守萍*, 常小莹

黑龙江中医药大学研究生院中西医结合临床, 黑龙江 哈尔滨

收稿日期: 2023年5月13日; 录用日期: 2023年6月8日; 发布日期: 2023年6月15日

摘要

目的: 通过查阅针刺合谷穴脑功能磁共振成像(fMRI)技术研究的相关文献, 进行现状的总结归纳思考, 提出问题与展望。方法: 运用中国知网、PubMed等数据库, 以“针刺and合谷穴and功能磁共振成像”“zhenci and heguxue and fMRI”为检索词进行检索, 对文章进行筛选、总结和分析。结果: 1) 针刺合谷穴激活脑区的特异性; 2) 针刺合谷穴在生理和病理状态下激活脑区的差异; 3) 针刺合谷镇痛机制。结论: 针刺合谷穴可特异性激活大脑皮层语言运用中枢、面部反应区、听觉皮区, 与合谷穴主治基本吻合, 边缘-旁脑-新皮质网络脑功能的激活可能与合谷用于镇痛的作用密切相关。

关键词

针刺, 合谷穴, 脑功能磁共振成像, 综述

Research Progress of Functional Brain Magnetic Resonance Imaging of Acupuncture Hegu Point

Shouping Guo*, Xiaoying Chang

Graduate School of Integrated Traditional and Western Medicine, Heilongjiang University of Chinese Medicine, Harbin Heilongjiang

Received: May 13th, 2023; accepted: Jun. 8th, 2023; published: Jun. 15th, 2023

Abstract

Objective: To summarize and consider the current status of the research on functional magnetic resonance imaging (fMRI) of the brain at the acupuncture point of Hegu by reviewing the relevant

*通讯作者。

literature, and to raise questions and prospects. **Methods:** Using the databases of China Knowledge Network and PubMed, the articles were searched with the search terms of “acupuncture and hegu acupuncture point and functional magnetic resonance imaging”, “zhenci and heguxue and fMRI”. The articles were screened, summarized and analyzed. **Results:** 1) Specificity of activation of brain regions by acupuncture at the Hegu acupoint; 2) Differences in activation of brain regions by acupuncture at the Hegu acupoint in physiological and pathological states; 3) Mechanisms of analgesia by acupuncture at the Hegu. **Conclusions:** Acupuncture at the Hegu point can specifically activate the cortical language use center, facial response area, and auditory cortex, which is consistent with the main treatment of the Hegu point, and the activation of the limbic-paracortical-neocortical network may be closely related to the analgesic effect of Hegu.

Keywords

Acupuncture, Hegu Acupoint, Brain Function Magnetic Resonance Imaging, Review

Copyright © 2023 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

针刺疗法作为祖国传统医学的一部分, 具有疏通经络, 调和阴阳, 扶正祛邪的治疗作用, 并有操作简便, 疗效明显, 适宜病症广泛, 不良反应较少, 治疗成本相对低廉等诸多优势[1], 但其作用机制尚不明确。合谷穴位于手背在一二掌骨之间, 第二掌骨桡侧的中点处, 属于手太阳大肠经, 为手太阳大肠经的原穴。合, 为会聚、交会之意, 二间穴(别名间谷) 三间穴(别名少谷)在此处交会, 肉之大会为谷, 且位于一二掌骨凹隙中为“谷”, 故名“合谷”。手阳明大肠经多气多血, 合谷穴为其原穴, 是手阳明大肠经气血聚集之处, 对全身气血调节的影响非常大[2]。四总穴歌中有“面口合谷收”, 说明合谷穴在治疗头面五官疾病中的作用与地位, 在治疗牙痛, 面瘫等多种疾病时应用广泛。

影像学技术是一种被广泛应用于针灸学作用机制研究领域的现代医疗手段, 正电子发射断层成像(PET)、功能磁共振成像(fMRI)、单一光子发射断层成像(SPECT)、脑磁图(MEG)等影像学技术均与针刺医疗紧密结合[3], 其中功能磁共振成像(functional magnetic resonance imaging, fMRI)技术应用于中枢机制的研究时, 多指血氧水平依赖(blood oxygenation level dependent, BOLD)技术[4]。其通过脑内各个区域不同的血液氧合状态引起 T1、T2 加权信号差异成像从而反映脑功能变化区域及特点的动态可视化技术[5], 因其能将针刺效应的中枢机制客观化、可视化, 且具有无创伤性、空间分辨率高、无放射、重复性好等优点已经成为目前针刺作用机制研究的最佳工具之一, 为探讨针灸的有效性, 特异性以及探寻针刺在临床应用中的作用机制做出巨大贡献[6]。

2. 生理状态下针刺合谷穴 fMRI 研究

2.1. 针刺合谷穴 fMRI 研究

Wang Wei 等[7]发现电针健康人体右侧合谷穴对大脑反应的调节作用显示信号激活的区域有: 丘脑、左侧边缘上回、左侧颞上回、右侧楔前叶、双侧颞极、左侧中央前回和左侧小脑; 显示信号失活的区域有: 双侧海马、海马旁回、杏仁体区、扣带回、前额叶、枕叶以及左颞下回, 这与临床针刺合谷穴治疗面瘫和面肌痉挛、镇痛等作用密切相关。不过这与李可的研究结果不一致, 推测与针刺方式不同及个体

差异对针刺敏感性有关[8]。杨骏等[9]针刺健康志愿者左侧合谷穴发现激活脑区除: 对侧中央后回, 颞中回, 额中回, 双侧颞上回, 丘脑、小脑, 扣带回外还激活了双侧中央前回、顶上小叶、顶下小叶、左侧额下回、枕中回和脑岛等。Wang Linying 等[10]针刺左、右合谷显示左穴组只有右脑半球的信号增加, 而右穴组则显示双侧半球都有广泛的信号变化, 针灸在左、右合谷的中心作用是不对称的, 针刺合谷穴所激活的脑区因针刺左右侧的不同而有所区别, 存在大脑半球偏侧性[11]。Yan Bin 等[12]则通过针刺合谷穴与假穴的实验发现针刺合谷特异性激活了同侧的颞中回、颞极和小脑, 针灸合谷穴诱发了特定的大脑活动模式, 这些模式可能与针灸的治疗效果有关。刘华等[13]发现针刺合谷除了引起大脑特定区域的激活外, 还激活了小脑后叶, 小脑后叶是新小脑组成部分, 与大脑皮质有广泛的联系, 能调节神经功能, 可能与合谷穴治疗认知、情感疾病作用有关。

2.2. 不同方式刺激合谷穴 fMRI 研究

不同的刺激方式所引起的脑内激活区域不同。王暄[14]等研究 12 例健康志愿者指揉左侧合谷穴的脑激活情况, 信号升高区: 双侧小脑, 双侧豆状核, 右侧尾状核, 右侧颞叶, 左侧额下回, 右侧中央后回, 右侧中央前回, 左侧顶叶, 左侧额中回等脑区。Kong 等[15]通过手针和电针的方法分别针刺合谷穴, 发现电针可以使大脑内中央前回、中央后回、顶下叶、壳核、脑岛的信号增强; 手针则会引起后扣带回、颞上回、壳核、脑岛信号的突出减少。吕颖颖等[16]经皮神经电刺激左侧合谷穴后主要引起双侧扣带回、左侧颞中回、左顶上小叶、左侧楔前叶、右侧枕中回、右侧枕下回、左侧枕上回、右侧中脑、左侧楔前叶、右侧海马回等区域。不同刺激方式激活脑区不同, 可能与参与不同刺激的神经网络及作用机制有关[17]。

2.3. 针刺合谷组穴 fMRI 研究

合谷配伍太冲的研究最为广泛, 《针灸大全》中有记载: “四关四穴, 即两合谷, 两太冲穴是也”, 现代临床应用合谷穴、太冲穴或以合谷穴、太冲穴为主配伍其他腧穴可治疗七十多种疾病, 其中治疗优势病种为面瘫、头痛、郁证、阿尔兹海默症等神经系统疾病及精神障碍类疾患[18]。针刺合谷太冲组穴的脑区激活不是分别针刺单穴位简单叠加, 而是发生了交互作用, 有其独特的脑功能应答模式, 而特定脑区的响应可能是疗效的关键[19]。王葳等[20]针刺 13 例正常老年人“四关穴”发现激活的脑区主要包括左侧额中回、双侧额下回、双侧中央旁小叶、双侧后扣带回和前扣带回, 激活区域与合谷配伍太冲的穴位主治联系密切, 这可能是中枢系统的脑血流动力学和葡萄糖代谢得到整合并且重新分配的结果[21]。

3. 针刺合谷穴的临床治疗概述

《针灸摘英集》中有: “治伤寒在表, 发热恶寒, 头项痛, 腰脊强, 无汗, 尺寸脉俱浮, 宜刺手阳明合谷二穴, 依前法刺之, 候遍体汗出即出针。”浅刺合谷可治疗头面五官表证, 功在疏风清热解表[22]。在治疗面瘫时应用广泛, 无论是针刺还是灸法都可有显著疗效[23] [24] [25]。王美卿等[26]研究发现针刺“合谷”穴能促进宫体组织及宫颈组织中 PGE2 的合成与释放, 加强子宫收缩和宫颈成熟可通过内分泌机制促进分娩, 此外针刺合谷穴还可活血理气, 通经止痛, 治疗牙痛、肩背痛, 急性腰扭伤等。

4. 病理状态下刺激合谷穴 fMRI 研究

4.1. 针刺合谷穴治疗面瘫 fMRI 研究

唐宏图等[27]通过电针周围性面瘫患者的左侧合谷穴发现信号升高区: 左侧中央后回, 左侧中央前回, 右侧额下回, 右侧颞上回, 右侧脑岛; 信号降低区: 左侧扣带回, 双侧额中回, 右侧枕中回, 与其主治

密切相关。Tang Hong-tu 等[28]在左侧周围性面瘫患者患侧进行地仓、合谷和后溪电针治疗时发现;针刺合谷时,左侧腹前回区和左侧腹后回区被激活,电针地仓时,右侧腹前回区和双侧腹后回区被激活,而电针后溪时,腹前回区和腹后回区没有激活,证明电针合谷穴和地仓穴可以引起大脑相似的功能区的激活,后溪与合谷虽位置相近,但激活脑区却不同,这一结果与韩俊洲的研究结果相似[29]。Kong Su-Ping 也通过经皮穴位电刺激左贝尔氏麻痹患者的右侧合谷和左侧颊车穴发现所激活的脑区广泛重叠和相邻[30]。合谷、地仓、颊车这三个穴位是治疗周围性面瘫的常用穴,由此可以推测穴位与大脑的联系与其穴位主治、所属经脉密切相关,与解剖位置无关。Bian Yunpeng 等[31]通过针刺贝尔氏麻痹患者的合谷穴发现针灸诱导的功能连接变化的趋势与康复治疗是一致的,可以减少右侧辅助运动区和初级体感皮层的异常功能连接,使额上回、左侧额中回、双侧楔前叶等运动关联区和其他区域之间的功能连接明显下降,这些区域与面部运动的神经网络密切相关,证明针刺合谷穴可用于贝尔氏麻痹患者急性期的治疗。Ma Bin 等[32]针灸难治性面瘫患者合谷及其配穴发现与健康志愿者相比,左侧初级运动区与左额下回的功能联系增强,促进面瘫患者的代偿反应,可能是针灸治疗难治性周围性面瘫的机制之一。

4.2. 针刺合谷穴治疗神经系统疾病 fMRI 研究

临床上常用针刺合谷太冲组穴来治疗神经系统退行性病变,这可能与针刺合谷、太冲组穴可以促进中枢系统的脑血流动力学分布,诱导额叶和颞叶脑组织血流量和血流容积的增加有关[33],此外合谷太冲组穴治疗意识障碍疾病效果优于单穴的主要原因可能与小脑的共同激活和重新分布所产生的特定区域有关[34]。Ji Shaozhen 等[35]研究发现针刺合谷和太冲能调节特定脑网络的神经可塑性,诱发 AD 患者治疗效果。Zheng Weimin 等[36]发现针刺太冲和合谷可以诱导阿尔茨海默病 AD 患者的区域性改变,包括大脑自发活动的增加和减少,以及海马的增强,可以调节 AD 患者特定认知相关区域的功能活动和连接。并且针刺可以调节 AD 患者的默认模式网络(DMN)活动,激活控制记忆和学习功能的脑区,这也可能是针灸治疗早期 AD 效果更明显的一个潜在机制[37]。此外轻度认知障碍(MCI)和阿尔茨海默病(AD)颞叶和额叶的激活,这与记忆和认知密切相关[38]。

4.3. 刺激合谷穴治疗其他病 fMRI 研究

金贺[39]通过对缺血性中风,左侧肢体肌张力障碍的患者进行点按合谷穴治疗发现按摩治疗后右侧的大脑皮层、小脑、边缘系的不同程度激活,左侧也有少量激活,表明患侧上肢肌张力改善的主要机制可能与脑功能的代偿和重塑能力有关。赵义等[40]通过针刺脑卒中患者合谷穴激活和抑制的脑区显示了神经纤维束受损时针刺的神经效应,解释了针刺对脑卒中患者肢体运动功能的恢复机制,对针刺治疗脑卒中患者肢体运动功能障碍的时机、预后具有重要的指导意义。王伟东[41]通过脊髓 FMRI 技术研究电针刺刺激脊髓损伤病人右手合谷穴,发现用针灸治疗能更好恢复脊髓损伤后的功能情况。

5. 针刺合谷穴镇痛 fMRI 研究

合谷穴是止痛要穴,针刺合谷穴具有明显的镇痛、镇静作用,可能是通过抑制和兴奋与痛觉相关的多个脑功能区使之相互作用产生的结果[42]。陈俊等[43]通过电针合谷穴治疗慢性颈项痛发现针刺合谷穴显著降低了多个痛觉信息传导相关脑区及高级认知相关脑区与前扣带回的连接强度,说明针刺合谷穴镇痛可能与针刺对痛觉信息传导、高级认知功能的调控有关。Claunch Joshua D 等[44]发现针刺合谷、足三里和太冲等镇痛常用穴位显著激活了包括疼痛调节网络在内的多个结构,如边缘-旁脑-新皮质网络脑功能区,同时激活大脑的体感区,针灸镇痛可能调动了相同的全局网络,这与方继良的研究结果一致[45]。Chiu Jen-Hwey 等[46]电针大鼠镇痛常用穴合谷和不常用于镇痛的内关,证明在镇痛性穴位合谷

穴进行电针后, 疼痛调节区的早期激活有突出的趋势。

6. 问题与展望

合谷穴在临床上应用广泛, 但作用机制尚不明确, 尽管使用 fMRI 技术研究针刺合谷穴脑效应机制的实验很多, 但研究还不够全面, 存在以下问题: 1) 针刺本穴在健康人脑的激活区域研究结论大都有出入, 甚至针刺同侧合谷穴激活脑区大不相同, 在此基础上研究病理状态下的脑激活区域, 无法形成明确对照。2) 依据受试者针感来判断得气受主观方面影响较大, 应用较为普遍的得气 MASS 量表和问卷, 也是采用受试者针感来判断。3) 样本量不足、施针者针刺手法和实验环境等没有统一规定, 可能也是实验结果有出入的原因。

后续研究应着重于完善前期研究的不足, 并创建新的研究思路。首先因扩大样本量努力消除干扰因素继续进行针刺健康人体合谷穴的 fMRI 的研究, 同时也应该建立统一的样本筛选标准, 规范化研究。再者为得气的量化寻找相对客观的生理指标, 丰富数据处理方法并按照针刺临床研究以脑功能分化、整合为原则进行试验结果分类和总结, 以便得出更丰富具体、直观可信的研究结果[47]。

参考文献

- [1] 刘炜宏, 王凡, 王玲玲, 等. 论针灸医学的特色与优势[J]. 中国针灸, 2011, 31(8): 673-678.
<https://doi.org/10.13703/j.0255-2930.2011.08.019>
- [2] 李晓陵, 李冰昕, 王丰, 等. 基于 fMRI 技术针刺脑效应研究进展[J]. 中国医药导报, 2020, 17(21): 30-33.
- [3] 李晓陵, 姜海洋, 王丰, 等. 针刺外关穴脑功能磁共振成像研究进展[J]. 中医学报, 2020, 48(4): 72-75.
<https://doi.org/10.19664/j.cnki.1002-2392.200074>
- [4] 李晓燕, 赵创, 刘志丹, 等. 针刺治疗面瘫机制的 fMRI 研究概述[J]. 中医学报, 2021, 36(10): 2122-2127.
<https://doi.org/10.16368/j.issn.1674-8999.2021.10.444>
- [5] 姜春颜, 吴松. 合谷穴针刺方法探析[J]. 中国中医基础医学杂志, 2022, 28(3): 438-440+471.
<https://doi.org/10.19945/j.cnki.issn.1006-3250.2022.03.013>
- [6] 徐春生, 李传富, 鲍凤. 针刺脑功能成像的研究现状[J]. 中国中西医结合影像学杂志, 2010, 8(3): 263-266.
- [7] Wang, W., Liu, L., Zhi, X., et al. (2007) Study on the Regulatory Effect of Electro-Acupuncture on Hegu Point (LI4) in Cerebral Response with Functional Magnetic Resonance Imaging. *Chinese Journal of Integrative Medicine*, **13**, 10-16.
<https://doi.org/10.1007/s11655-007-0010-3>
- [8] 蔡依姝, 裴建, 傅勤慧. 基于功能磁共振成像技术对“面口合谷收”的机制研究概述[J]. 环球中医药, 2017, 10(11): 1412-1416.
- [9] 杨骏, 李传富, 徐春生, 等. 健康成人合谷穴、后溪穴的针刺 fMRI 比较研究[J]. 世界中医药, 2014, 9(12): 1575-1580.
- [10] Wang, L.Y., Xu, C.S., Zhu, Y.F., et al. (2015) Effects of Acupuncture at Left and Right Hegu (LI4) for Cerebral Function Laterality. *Chinese Acupuncture & Moxibustion*, **35**, 806-811.
- [11] 陆欣玲, 杨烁慧, 宣腾, 等. 基于 fMRI 的合谷穴功能特异性研究[J]. 上海中医药大学学报, 2013, 27(3): 63-65+81.
<https://doi.org/10.16306/j.1008-861x.2013.03.034>
- [12] Yan, B., Li, K., Xu, J.Y., et al. (2005) Acupoint-Specific fMRI Patterns in Human Brain. *Neuroscience Letters*, **383**, 236-240. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2005.04.021>
- [13] 刘华, 单保慈, 高殿帅, 等. 针刺太冲、合谷两穴位引起的小脑响应的差异: fMRI 研究[J]. 中国医学影像技术, 2006(8): 1165-1167.
- [14] 王晖, 高燕玲, 陈立典, 等. 指揉合谷穴的功能磁共振研究[J]. 中国康复医学杂志, 2013, 28(4): 311-314.
- [15] Kong, J., Ma, L., Gollub, R.L., et al. (2002) A Pilot Study of Functional Magnetic Resonance Imaging of the Brain during Manual and Electroacupuncture Stimulation of Acupuncture Point (LI-4 Hegu) in Normal Subjects Reveals Differential Brain Activation between Methods. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, **8**, 411-419.
<https://doi.org/10.1089/107555302760253603>
- [16] 吕颖颖, 陈华德, 徐泉珍. 经皮神经电刺激合谷穴与功能性磁共振成像的相关性研究[J]. 长春中医药大学学报,

- 2011, 27(6): 940-941. <https://doi.org/10.13463/j.cnki.cczyy.2011.06.099>
- [17] 戴西件, 龚洪翰. 功能磁共振成像评价针刺在四肢经穴临床应用的研究进展[J]. 现代中西医结合杂志, 2012, 21(7): 781-785.
- [18] 孙滢, 李艳梅, 宋沂晓等. 合谷穴、太冲穴主治病证及配伍规律的数据挖掘分析[J]. 中国中医急症, 2022, 31(4): 616-620.
- [19] 蔡依姝, 裴建. 基于功能性磁共振成像探讨“开四关”经穴效应特异性规律[J]. 中华针灸电子杂志, 2023, 12(1): 27-31.
- [20] 王葳, 李坤成, 单保慈, 等. 针刺正常老年人“四关穴”的脑功能 MRI 研究[J]. 中国医学影像技术, 2006(6): 829-832.
- [21] 李晓陵, 刘阳, 王丰, 等. 基于 fMRI 的针刺“四关”穴治疗机制研究进展[J]. 山东医药, 2020, 60(20): 88-90.
- [22] 王婧, 田素领, 吴娟娟, 等. 合谷穴穴性剖析[J]. 中国针灸, 2017, 37(5): 565-566.
- [23] 赵英普, 陈维斌. 周围性面瘫分期针灸治疗的临床疗效分析[J]. 深圳中西医结合杂志, 2022, 32(2): 73-76.
- [24] 崔银璐, 王明月, 温如果. 针刺合谷穴联合牵正散加减对中枢性面瘫的意义研究[J]. 中国现代药物应用, 2020, 14(24): 221-223.
- [25] 张胜, 林秋芳. 合谷穴隔姜灸治疗风寒型面瘫疗效观察[J]. 基层医学论坛, 2023, 27(4): 114-116.
- [26] 王美卿, 朱江, 张露芬, 等. 电针“合谷”“三阴交”穴促分娩作用机理的实验研究[J]. 中国针灸, 2003, 23(10): 593-596.
- [27] 唐宏图, 王华, 徐海波, 等. 电针周围性面瘫患者左侧合谷穴的 fMRI 研究[J]. 中华中医药学刊, 2010, 28(5): 964-966. <https://doi.org/10.13193/j.archtcm.2010.05.70.tanght.033>
- [28] 韩俊洲. 电针周围性面瘫患者穴位的功能磁共振成像研究[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 华中科技大学, 2007.
- [29] Tang, H.-T., Wang, H., Zhu, B., et al. (2011) Comparative Study on fMRI of the Brain Based on Dicang (ST4), Hegu (LI4) and Houxi (SI3) on Human Body. *Chinese Acupuncture & Moxibustion*, **31**, 521-525.
- [30] Kong, S.-P., Tan, Q.-W., Liu, Y., et al. (2015) Specific Correlation between the Hegu Point (LI4) and the Orofacial Part: Evidence from an fMRI Study. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, **2015**, Article ID: 585493. <https://doi.org/10.1155/2015/585493>
- [31] Bian, Y.P., He, X.X., Hu, S., et al. (2016) Functional Connectivity Modulation by Acupuncture in Patients with Bell's Palsy. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, **2016**, Article ID: 5928758. <https://doi.org/10.1155/2016/5928758>
- [32] Ma, B., Yang, J., Yuan, A.-H., et al. (2019) Effect of Acupuncture and Moxibustion on Brain Functional Connectivity Network in Patients with Refractory Facial Paralysis. *Chinese Acupuncture & Moxibustion*, **39**, 1321-1326.
- [33] 许建阳, 王发强, 王宏, 等. 针刺合谷与太冲 fMRI 脑功能成像的比较研究[J]. 中国针灸, 2004(4): 43-45.
- [34] 李晓陵, 刘阳, 王丰, 等. 针刺太冲及其配穴脑功能磁共振成像研究进展[J]. 磁共振成像, 2020, 11(8): 695-698.
- [35] Ji, S.Z., Zhang, H., Qin, W., et al. (2021) Effect of Acupuncture Stimulation of Hegu (LI4) and Taichong (LR3) on the Resting-State Networks in Alzheimer's Disease: Beyond the Default Mode Network. *Neural Plasticity*, **2021**, Article ID: 8876873. <https://doi.org/10.1155/2021/8876873>
- [36] Zheng, W.M., Su, Z.Z., Liu, X.Y., et al. (2018) Modulation of Functional Activity and Connectivity by Acupuncture in Patients with Alzheimer Disease as Measured by Resting-State fMRI. *PLOS ONE*, **13**, e0196933. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196933>
- [37] Liang, P.P., Wang, Z.Q., Qian, T.Y., et al. (2014) Acupuncture Stimulation of Taichong (Liv3) and Hegu (LI4) Modulates the Default Mode Network Activity in Alzheimer's Disease. *The American Journal of Alzheimer's Disease & Other Dementias*, **29**, 739-748. <https://doi.org/10.1177/1533317514536600>
- [38] Wang, Z.Q., Nie, B.B., Li, D.H., et al. (2012) Effect of Acupuncture in Mild Cognitive Impairment and Alzheimer Disease: A Functional MRI Study. *PLOS ONE*, **7**, e42730. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0042730>
- [39] 金贺. 点按合谷穴改善中风上肢肌张力的功能磁共振(fMRI)研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 北京中医药大学, 2013.
- [40] 赵义. BOLD-fMRI 联合 DTI 技术对针刺脑卒中肢体运动功能障碍恢复机制的初步研究[D]: [硕士学位论文]. 扬州: 扬州大学, 2014.
- [41] 王伟东, 康伟骥, 姚关锋, 等. 电针刺刺激合谷穴在损伤颈脊髓内效应的功能磁共振成像研究[J]. 汕头大学医学院学报, 2018, 31(3): 141-142+161. <https://doi.org/10.13401/j.cnki.jsumc.2018.03.006>
- [42] 曹琳, 刘智艳, 邵媚媚. 针刺与脑功能磁共振成像的研究近况[J]. 中医外治杂志, 2011, 20(4): 50-51.

- [43] 陈俊. 节段性与非节段性电针治疗慢性颈痛的 fMRI 研究[D]: [博士学位论文]. 广州: 广州中医药大学, 2015.
- [44] Claunch, J.D., Chan, S.-T., Nixon, E.E., *et al.* (2012) Commonality and Specificity of Acupuncture Action at Three Acupoints as Evidenced by FMRI. *The American Journal of Chinese Medicine*, **40**, 695-712.
<https://doi.org/10.1142/S0192415X12500528>
- [45] 方继良, Hui KS Kathleen, Liu Jing, Nixon Erika, 周科华, 王小玲. 手针针刺合谷穴得气和疼痛相反的脑边缘叶效应 fMRI 研究 1 例[J]. 中国中西医结合影像学杂志, 2012, 10(2): 188+196.
- [46] Chiu, J.-H., Chung, M.-S., Cheng, H.-C., *et al.* (2003) Different Central Manifestations in Response to Electroacupuncture at Analgesic and Nonanalgesic Acupoints in Rats: A Manganese-Enhanced Functional Magnetic Resonance Imaging Study. *Canadian Journal of Veterinary Research*, **67**, 94-101.
- [47] 李晓陵, 李冰昕, 李昂, 等. 基于 fMRI 技术针刺神门穴脑成像研究进展[J]. 中医药导报, 2021, 27(4): 112-115.
<https://doi.org/10.13862/j.cnki.cn43-1446/r.2021.04.028>