

基于fMRI的针刺得气脑影像研究进展*

刘雁泽¹ 蒋海琳² 赵晋莹² 姚琳^{2△}

(1. 长春中医药大学附属第三临床医院, 吉林 长春 130117; 2. 长春中医药大学, 吉林 长春 130117)

中图分类号: R245 文献标志码: A 文章编号: 1004-745X(2024)11-2056-05

doi: 10.3969/j.issn.1004-745X.2024.11.045

【摘要】 得气是针灸取得最佳疗效的重要前提, 脑中枢神经系统是针刺得气的关键环节。本文详细总结了基于功能性磁共振成像技术的针刺得气脑中枢响应相关研究。目前的研究主要从主观和客观两方面, 对患者的得气感和针刺得气对脑网络的影响进行探究。研究多侧重腧穴的特异性、针刺得气的不同感觉、针刺手法多样性或不同机体状态下的异同等。今后的研究仍需进一步规范化实验设计、得气评价体系, 丰富研究层次、结果分析方法等内容, 提高循证医学等级, 扩大研究类型和范围, 进行更深入系统地研究, 以期揭示针刺得气的脑中枢作用机制。

【关键词】 针刺 得气 脑中枢 脑功能磁共振 综述

“得气”一词最早见于《黄帝内经·素问》, 是指毫针刺入腧穴一定深度后, 施以提插或捻转等行针手法后产生的一种经气感应现象, 可使患者穴位局部或附近感到酸、麻、胀、重、感传及电击感、蚁行感等特殊得气针感, 或针灸师感到针下沉紧, 或观察到穴旁肌肉紧张甚至跳动等^[1-2]。在传统针灸理论中, 得气被视为针刺发挥疗效的必要前提。关于得气与针刺疗效的描述源于《灵枢经·九针十二原》, 指出得气与针刺疗效、辨别病证虚实及预后转归紧密相关。近年来越来越多的临床证据也显示, 针刺得气直接影响针刺的临床疗效。例如, 针灸得气能够明显改善胃肠疾病患者的消化不良症状, 显著缓解原发性痛经寒湿凝滞证患者的疼痛程度等^[3-5]。因此, 在研究针灸治疗作用及评价针灸疗效等方面, 得气是不可或缺的重要参数。可以说, 针刺得气是“针刺”“腧穴”“感觉”“腧穴效应”等的综合体现。

针刺得气的作用机制是多靶点、多层次的。近期的研究从穴位局部物质基础、中枢脑效应和靶器官3个方面系统总结了针刺得气相关研究的生理变化和作用机制^[6]。该研究发现针刺得气中的信息传递与大脑中枢密切相关, 但现有研究的结果存在一定争议。脑中枢神经系统在针刺发挥作用的过程中起重要作用, 针刺信息的传入或传出需在脑中枢进行信息整合, 随后才能以多种形式作用于靶器官^[7-9]。从神经科学的

角度看, 针刺诱发的得气感不仅是简单的针刺对体感感受器自下而上调节的产物, 也是大脑自上而下调节后相互作用的结果^[10]。功能性磁共振成像(fMRI)技术是近年来被广泛应用于针刺得气与脑功能相关性研究的关键技术手段, 它可实时可视化反映大脑的活动状态, 具有无创性、空间分辨率高、可重复检查等优点^[11]。本文对基于fMRI的针刺得气脑影像研究的内容及研究特点进行了概括分析, 总结该领域的研究成果和经验。以期今后的研究提供参考, 为揭示针刺得气产生疗效的脑中枢机制提供依据。

1 针刺得气fMRI研究基本特征

1.1 实验设计方法 目前, 关于针刺得气的研究多是基于健康水平, 病理状态下的研究相对较少。试验设计多为平行对照试验, 应用任务态fMRI技术, 比较针刺得气与不得气、针刺与假针刺、针刺得气感与复合针感或疼痛感、不同针刺得气手法、针刺不同穴位等对脑区活动的影响, 以探究针刺穴位得气的脑中枢作用机制。

1.2 针刺穴位选取 所选穴位多为四肢部常用穴, 使用频次由高到低依次为足三里、合谷、太溪、太冲、外关、委中、阳陵泉等特定穴。特定穴为临床常用穴, 是十四经中具有特殊性能和治疗作用的经穴。通过相关临床研究和观察发现, 这些特定穴的穴区组织结构均含有丰富的神经、血管^[12-13], 易产生较强的针刺得气感, 更适宜应用于针刺得气的相关研究。

2 针刺得气fMRI主观评判研究

目前临床多应用针刺得气量表对患者的主观针

* 基金项目: 吉林省教育厅科学技术项目(JJKH20241068KJ); 长春中医药大学青年优秀学科骨干培训项目(202312); 吉林省自然科学基金(YDZJ202401680ZYTS, YDZJ202401697ZYTS)
△通信作者

感类型和程度进行评估。1989年 Vincent CA 自制了全球第一个具有中医特色的针感量表——Vincent 问卷, 又称针感量表 (ASS)^[14], 是通过参考麦克吉尔疼痛问卷 (MGQ) 形式和临床针灸师经验凝练出 20 个词条来形容“针感”。2002 年 Park H 等将 Vincent 问卷翻译成韩文并在此基础上新增加 5 个词条, 形成了 Park 问卷, 也称韩语版针感量表^[15]。这两个量表是具有高度原创性的自制针灸量表, 但未能将疼痛与“针感”区分开来, 因而在后期的研究中并未得到广泛应用。随着研究的不断深入, 2005 年 Kong J 等建立针刺主观感受量表 (SASS)^[16], 首次引入情绪测评词汇并将每种感觉分级。2007 年将此表进一步完善形成马萨诸塞州总医院针感量表 (MASS)^[17], 包含一个主表和两个附表。主表参照视觉模拟评分量表 (VAS) 量表的 10 cm 标尺记录针感强度, 附表为针感扩散量表和情绪量表。基于该量表的广泛应用, 随后经过翻译和修饰, 形成了中文版 (C-MMAS) 和日文版 (Japanese MASS) 等。另外还有研究将得气类感觉与疼痛类感觉区分, 例如 Macpherson 问卷和南安普顿针感问卷 (SNSQ) 等, 以及研究者基于中医传统理论和本实验需求制定的量表, 如针刺得气临床评价量表 (ADCAS) 等。

通过对相关文献的整理发现, 大多数临床研究是将现有或自制得气感觉量表与 VAS 量表结合应用, 借鉴 VAS 将疼痛感觉量化的方法, 以问卷的形式通过对针刺感觉的评分来判断得气状态, 并加以统计分析对得气进行评估。目前, 针刺得气量表多以评价患者自身针感为主, 少有针对医师手下感觉进行评价的量表。因此, 对于量表的评估, 患者的主观性较强, 存在一定的偏倚, 而且尚无公认的针刺得气量表。

3 针刺得气 fMRI 客观作用机制研究

主观量表只能评估受试者或医生的主观得气感, 无法说明得气与机体变化之间的客观联系。因此为了弥补主观研究的不足, 提高证据等级, 应结合现代科学技术手段将主客观研究相结合, 以探究针刺得气对机体的具体作用机制。

3.1 腧穴特异性研究 在针刺得气客观作用机制研究中, 比例最高的是腧穴特异性研究, 多为基于任务态 fMRI 技术探究针刺单个腧穴后脑中枢的特异性响应情况。研究结果表明, 与假针刺、非穴位、针刺不得气相比, 针刺穴位产生的得气感会引起更稳定而广泛的脑区激活^[18-20]。在不同穴位针刺得气会产生相对特异性的脑活动^[21], 所激活的脑区调控功能与该穴位的功效主治有紧密联系。这说明针刺得气之所以能够产生更好的临床疗效, 可能是通过经络-大脑皮层-内脏这一途径完成, 而且在不同穴位进行

针刺起作用的脑中枢传导路径不同^[22]。有学者提出“经穴-脑相关”假说, 进一步指出脑在针刺起效中的重要性, 认为得气是“针刺干预人体经络后经过脑的整合时在脑部区域的反应”, 针刺反应是有别于其他生理、病理的经络脑内反应, 是针刺在中枢调控层次上具有“治疗效应”的最主要标志^[23]。也有研究发现针刺具有相似治疗效果的穴位得气后, 所引起的脑功能变化区域没有显著差异^[24], 说明穴位的功效与激活的大脑区域的调节功能密切相关。应用 fMRI 技术研究针刺不同腧穴得气后脑活动改变情况, 有利于总结腧穴特异性的中枢效应规律, 便于临床对症选穴, 提高临床疗效。

3.2 得气感与疼痛感研究 针刺发挥疗效的前提是使患者产生得气感。多项研究指出, 边缘叶-旁边缘叶-新皮层网络 (LPNN) 在针刺得气的调控过程中发挥重要作用^[25-26], 此网络与人类认知、情绪、记忆调节、内环境稳定的中枢调节相关。但有研究发现, 针刺得气与得气伴疼痛感所激活的脑区存在显著差异。针刺得气时在 LPNN 产生了较强而广泛的负激活区, 并使负激活脑区间的脑功能网络联系增强。而在针刺产生疼痛时, 脑区间负激活程度减低且区域缩小, 大部分脑区 fMRI 信号逆转为激活信号, 被疼痛激活的脑区之间功能网络明显增强, 产生与得气时相拮抗的脑功能网络效应, 这可能与针刺镇痛的中枢机制相关^[27-29]。这说明痛觉是一种与疗效无关的感觉, 在针刺过程中应尽量避免刺痛感等不良刺激的产生。

3.3 不同针刺得气手法研究 相关研究表明, 深刺与浅刺相比产生的酸、麻、胀、温热等复合得气感更强, 而浅刺更易产生刺痛感。深刺使各脑区间网络连接的相互作用也更强, 海马与尾状核之间的功能连接最强, 其次为眼眶部前额叶皮质与海马之间的连接, 以及大脑岛叶与壳核、颞中回与眼眶部前额叶皮质的网络连接较强^[30]。另有研究通过比较提插、捻转及提插加捻转手法的脑区激活情况, 发现 3 种针刺操作手法均激活了与体感系统、视觉、认知和情绪调节相关的区域, 提插手法激活的信号最强, 特别是在 LPNN 区域, 其次是提插加捻转, 而捻转手法最弱^[31]。此外, 类似于手针捻针和行针的电针刺激可以使更多的脑区 ReHo 值发生改变, 引起更多的脑区产生神经元活动^[28]。以上均从脑中枢水平证明, 因针刺手法不同导致的得气程度差异会对临床疗效产生影响。

3.4 穴位偏侧性研究 相关研究发现, 同名穴在不同侧针刺引起的中枢响应存在不对称性。针刺左侧合谷得气后激活的脑区主要集中在右侧大脑半球, 右侧岛叶和双侧前扣带回。而针刺右侧合谷后双侧大脑半球均被广泛激活, 包括双侧岛叶和前扣带回的激活。该研究表明, 右侧大脑半球的岛叶和扣带回可能是针刺

合谷穴发挥效应的关键脑区^[32]。该研究说明了针刺存在脑功能偏侧性,但是目前关于此方面的研究较少,仍需进一步探究。

3.5 不同机体状态研究 有研究比较了不同性别的受试者针刺得气后的中枢反应。结果发现,与男性相比,女性在针刺操作过程中大脑 LPNN/默认网络(DMN)系统广泛失活,特别是在后扣带回(BA31),楔前叶(BA7m)和角回(BA39)。且女性右侧BA31与前扣带回(BA32)、海马或对侧BA31之间的功能相关性明显强于男性,而男性则是感觉运动网络(SII)的激活更强^[31]。由于不同脑区间功能存在差异,表明针刺治疗的功效或作用在男女之间可能有所差异。此外,不同个体对针刺的敏感性不同,相应脑功能活动的强度也有差异^[33]。另有研究表明,得气感强的受试脑部激活区较多,且范围较大。前额区、丘脑、纹状体、扣带回后部及岛叶功能区会随着得气强度的增加而出现明显激活趋势^[34]。

3.6 病理状态下的研究 病理状态下的相关研究涉及疾病多与中枢神经系统或慢性疼痛相关(包括功能性消化不良、缺血性中风、轻度认知功能障碍、急性腰痛、睡眠剥夺、脑梗死后痉挛期、脑梗死、海洛因依赖者)。对病理和生理状态下的受试者针刺相同穴位发现,病理状态下患者的得气感更强,且脑中枢反应会有不同的激活/负激活,说明机体的病理状态是针刺后双向调节作用发挥的基础。董培等^[35]对健康受试者和脑梗死后痉挛期患者均针刺左侧阳陵泉,结果发现健康受试者出现左侧小脑、两侧中央后回和顶下小叶的激活;而患者出现中脑、左侧大脑皮质的运动前区和次级运动区的激活。Liu等^[36]对健康受试者和海洛因成瘾者均针刺左侧足三里,结果发现海洛因成瘾者的得气评分显著高于健康受试者,且下丘脑的激活在成瘾者中比健康受试者更强。目前关于病理状态下的研究较少,此类研究有助于揭示腧穴的双向性和针刺治疗相关疾病的脑中枢机制。

4 讨论与展望

随着现代西方医学的发展和推广,将中西医研究思想结合,借助现代先进科学仪器揭示传统医学的作用机制已成为必然。通过对现有研究的总结发现,针刺得气易激活海马旁回、中央后回、岛回、额中回和颞上回等脑区的功能活动,而颞中回、扣带回、杏仁核、海马、额上回和颞上回是被提及最多的负激活脑区。此外,壳核、丘脑等大脑区域在不同的研究中表现出不同的激活状态^[6]。基于现有应用fMRI技术研究针刺得气作用机制的研究成果发现,现有研究尚存在一些问题需通过严谨的实验设计进行深入探索。

4.1 全面考虑,规避影响 在研究对象的选择上,应

回归掉性别、年龄、机体状态、敏感性以及患者的行为学测试结果、生化指标等^[37]多种因素可能对实验结果造成的影响。应进一步优化、规范针刺得气类评价量表的构建方法,并进行临床验证,以利于后期综合分析,更科学地解释针刺治疗效果。临床医生在操作上避免使患者针刺后出现疼痛感,切勿将得气感与疼痛感相混淆。

4.2 提高循证医学等级,揭示中枢响应机制 现有研究多以健康志愿者为对象,得气反应多位于中枢,而且在相同穴位针刺得气其激活的脑区也不完全相同,难以总结出得气的中枢响应模式。因此,仍需进行更多大样本、实验设计更规范的临床试验以总结规律。通过现象总结出得气与中枢效应本质的联系,是揭示针刺得气作用机制亟待解决的难题。得气是针刺发挥疗效的前提,应积极开展疾病状态下针刺得气的作用机制研究,有益于推进针灸学科的发展。

4.3 手法决定疗效,探究量效关系 针刺体表穴位后,需要施以相应的补泻手法以产生得气感。临床应用中需要掌握准确的针刺刺激量,才能最大化针刺疗效。针刺作用力的方向、大小、持续时间和针刺间隔时间等因素均会影响针刺的治疗效果,即“针刺手法量学”理论^[38]。目前关于针刺手法的研究较单一,多是应用fMRI技术探究单式补泻手法的脑中枢变化,缺少对复式补泻手法的研究。复式补泻手法对于多种疾病具有独特的治疗效果,但也因其操作复杂、操作时间长、刺激量大等原因,尚需对其进一步进行量化、规范化^[39]。因此,借助fMRI技术探究复式补泻手法的脑中枢变化,有助于确定最佳疗效关系和揭示不同手法的作用机制。

4.4 挖掘腧穴特性,丰富研究类型 腧穴不止具有特异性、偏侧性,还具有双向调节作用和相似治疗作用等特性。有研究探究了合谷、足三里、太冲3个穴位的针刺脑中中枢响应共性,临床上这3个穴位多用于治疗疼痛障碍类疾病。结果发现,3个穴位具有相重叠的激活脑区——右侧膝下BA25、右侧膝下扣带、右侧扣带束右侧峡部和右侧BA31^[40]。临床中还有很多具有相似主治作用的腧穴,即“同功穴”^[41]。今后的研究,可在规范化操作的基础上对腧穴进行分类,继续探究具有不同主治类功效腧穴的针刺得气作用机制,为针灸临床应用提供依据。

4.5 规范数据处理技术,个体化分析研究结果 在fMRI研究中各实验图像处理技术如处理精度、脑区分割方法等存在差异,且缺乏从个体化角度分析的方式。大脑不同脑区存在不同程度的个体差异性,且个体差异的检测已成为神经科学领域的热点和难点。以往的fMRI研究均基于群组水平的组分析,加上对个体差异的低估,使得实验结果更多的是反映脑功能

网络在人群中的总体趋势,在个体水平的成像结果尚不能达到临床诊断和治疗的要求。能否精确定位个体患者的脑功能区,是fMRI能否过渡到临床应用的关键。有研究者提出借助群组水平的脑功能图谱来辅助个体大脑的功能网络定位,用一个全新的逐次递归法来绘制个体脑网络图谱的方法,以此来提升定位结果的可靠性^[42],并已将其应用于多种神经系统疾病的研究中,为临床制定个体化治疗方案提供新思路^[43-44]。因此,基于个体化角度分析针刺得气后的脑中枢响应结果,可为揭示针刺作用机制提供更可靠的实验依据。

参 考 文 献

- [1] 赵吉平,符文彬. 针灸学[M]. 北京:人民卫生出版社, 2020:165.
- [2] 王富春,贾春生. 刺灸法[M]. 3版. 上海:上海科学技术出版社,2018:24.
- [3] SUN RR, HE ZX, MA PH, et al. The participation of basolateral amygdala in the efficacy of acupuncture with deqi treating for functional dyspepsia[J]. *Brain Imaging Behav*, 2021, 15(1):216-230.
- [4] HU NJ, LIU YQ, ZHAO MY, et al. Influence of the intensity, components, and spreading of the Deqi sensation on the analgesic effect of SP6 needling in primary dysmenorrhea patients: a secondary analysis of a randomised controlled trial[J]. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2019(2019):6462576.
- [5] 林驰,徐沙丽,钟晓玲,等. 三阴交单穴得气对原发性痛经寒湿凝滞证患者针刺效应的影响研究[J]. *甘肃中医药大学学报*, 2023, 40(6):88-94.
- [6] ZHONG Z, YAO L, LIU YZ, et al. Objectivization study of acupuncture Deqi and brain modulation mechanisms: a review[Z]. 2024:1386108.
- [7] LIU SB, WANG ZF, SU YS, et al. A neuroanatomical basis for electroacupuncture to drive the vagal-adrenal axis[J]. *Nature*, 2021, 598(7882):641-645.
- [8] LI YW, LI W, WANG ST, et al. The autonomic nervous system: A potential Link to the efficacy of acupuncture [J]. *Front Neurosci*, 2022, 16:1038945.
- [9] ULLOA L. Electroacupuncture activates neurons to Switch off inflammation[J]. *Nature*, 2021, 598(7882):573-574.
- [10] SI X, HAN S, ZHANG K, et al. The temporal dynamics of EEG microstate reveals the neuromodulation effect of acupuncture with Deqi[Z]. 2021:715512.
- [11] FUKUDA M, POPLAWSKY AJ, KIM SG. Time-dependent spatial specificity of high-resolution fMRI: insights into mesoscopic neurovascular coupling [J]. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, 2021, 376(1815):20190623.
- [12] 马婕. 针刺大鼠足三里得气客观表征及形态学基础研究[D]. 天津:天津中医药大学, 2022.
- [13] 罗玲,左甲,余曙光. 艾灸对AA模型大鼠足三里局部微血流变化的影响[J]. *成都中医药大学学报*, 2016, 39(2):1-4.
- [14] VINCENT CA, RICHARDSON PH, BLACK JJ, et al. The significance of needle placement site in acupuncture[J]. *J Psychosom Res*, 1989, 33(4):489-496.
- [15] PARK H, PARK J, LEE H, et al. Does Deqi (needle sensation) exist[J]. *Am J Chin Med*, 2002, 30(1):45-50.
- [16] KONG J, FUFA DT, GERBER AJ, et al. Psychophysical outcomes from a randomized pilot study of manual, electro, and sham acupuncture treatment on experimentally induced thermal pain[J]. *J Pain*, 2005, 6(1):55-64.
- [17] KONG J, GOLLUB R, HUANG T, et al. Acupuncture de qi, from qualitative history to quantitative measurement[J]. *J Altern Complement Med*, 2007, 13(10):1059-1070.
- [18] 张蔚. 针刺足三里穴得气与非得气的大脑功能成像对比研究[J]. *中国医疗设备*, 2011, 26(12):38-41.
- [19] 袁训林,黄钰坚. 观察针刺足三里穴后脑功能磁共振成像显示不同脑区的激活变化[J]. *中外医学研究*, 2015, 13(36):138-140.
- [20] 刘力,李晓陵,王丰,等. 针刺足少阳胆经经穴合穴激活脑区 fMRI研究[J]. *中医医药学报*, 2014, 42(2):74-77.
- [21] XIAO J, ZHANG H, CHANG JL, et al. Effects of electro-acupuncture at Tongli (HT 5) and Xuanzhong (GB 39) acupoints from functional magnetic resonance imaging evidence [J]. *Chin J Integr Med*, 2016, 22(11):846-854.
- [22] YUAN D, TIAN HY, ZHOU YL, et al. Acupoint-brain (acubrain) mapping: Common and distinct cortical language regions activated by focused ultrasound stimulation on two language-relevant acupoints[J]. *Brain Lang*, 2021, 215:104920.
- [23] 莫雨晓,郑水调,陈楚云,等. 真穴与假穴针刺脑效应差异:一项基于fMRI的元分析[J]. *中国CT和MRI杂志*, 2022, 20(9):15-18.
- [24] 龚洪翰,王永正,肖香佐,等. fMRI探讨针刺足三里穴和下巨虚穴的大脑功能区分布[J]. *影像诊断与介入放射学*, 2003, 12(3):133-136.
- [25] CAI RL, SHEN GM, WANG H, et al. Brain functional connectivity network studies of acupuncture: a systematic review on resting-state fMRI[J]. *J Integr Med*, 2018, 16(1):26-33.
- [26] FANG JL, JIN Z, WANG Y, et al. The salient characteristics of the central effects of acupuncture needling: limbic-paralimbic-neocortical network modulation [J]. *Hum Brain Mapp*, 2009, 30(4):1196-1206.
- [27] ASGHAR AUR, GREEN G, LYTHGOE MF, et al. Acupuncture needling sensation: the neural correlates of deqi using fMRI[J]. *Brain Res*, 2010(1315):111-118.
- [28] SUN JB, ZHU YA, JIN LM, et al. Partly separated activations in the spatial distribution between de-qi and sharp pain during acupuncture stimulation: an fMRI-Based study[J]. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2012(2012):934085.
- [29] 方继良, KATHLEEN HK, LIU J, 等. 针刺太冲穴得气及疼痛激发相对抗的脑功能网络效应fMRI研究[J]. *中国中西医结合影像学杂志*, 2012, 10(1):4-9, 封2.

(下转第2063页)

- 心力衰竭诊断和预后评估中的价值[J]. 广西医学, 2019, 41(11):1449-1451.
- [26] 范星宇, 廖晓倩, 黄淑敏, 等. 基于NLRP3/caspase-1通路探讨参附注射液调节细胞焦亡改善慢性心力衰竭[J]. 中国中药杂志, 2023, 48(23):6475-6482.
- [27] 翟优, 吴明明, 邓林华, 等. 注射用益气复脉(冻干)对慢性心力衰竭大鼠的药效和作用机制研究[J]. 中草药, 2023, 54(17):5649-5656.
- [28] LEUCKER TM, BIENENGRAEBER M, MURAVYEVA M, et al. Endothelial-cardiomyocyte crosstalk enhances pharmacological cardioprotection[J]. J Mol Cell Cardiol, 2011, 51(5):803-811.
- [29] 张倩, 李彬, 邢冬梅, 等. 慢性心力衰竭心气虚证与心肌能量代谢障碍关系的探讨[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2016, 14(3):313-315.
- [30] 朱波, 杨艳, 苏仁意, 等. 益气活血方对慢性心力衰竭大鼠心肌IP3R mRNA, mi-CK mRNA表达水平的影响[J]. 中国中医急症, 2019, 28(9):1609-1611.
- [31] 刘景峰, 张艳, 王懿, 等. 益气活血中药对心衰大鼠心肌PGC-1 α 能量代谢影响的实验研究[J]. 中华中医药学刊, 2020, 38(7):30-33.
- [32] 王智博, 吴昱杰, 张业昊, 等. 基于“益气活血法”的复方人参补气颗粒对心梗后心衰大鼠心肌保护药效学研究[J]. 中药药理与临床, 2021, 37(3):150-157.
- [33] 刘诗瑶, 张艳, 孔繁达. 基于“心脑肾轴”理论探究补肾活血方对慢性心衰大鼠心肌线粒体能量代谢及PGC-1 α , NRF-1, mtTFA mRNA表达影响[J]. 辽宁中医药大学学报, 2021, 23(5):22-26.
- [34] ZHANG Q, WANG L, WANG SQ, et al. Signaling pathways and targeted therapy for myocardial infarction[J]. Signal Transduct Target Ther, 2022, 7(1):78.
- [35] 何佳, 付博, 张艳, 等. 补肾活血复方调控Wnt通路抑制心力衰竭心肌损伤及细胞凋亡的机制研究[J]. 中华中医药学刊, 2023, 41(7):65-69, 后插3.

(收稿日期 2024-06-19)

(上接第 2059 页)

- [30] 王单, 吕敦召, 帅记焱, 等. 应用静息态功能磁共振技术研究针刺太溪穴对老年人脑网络的影响[J]. 中国老年学, 2016, 36(12):2986-2988.
- [31] LU FY, GAO JH, WANG YY, et al. Effects of three needling manipulations of the right-side Zusanli (ST 36) on brain using functional magnetic resonance imaging[J]. J Tradit Chin Med, 2017, 37(3):298-307.
- [32] 汪林英, 徐春生, 朱一芳, 等. 针刺左、右侧合谷穴脑功能偏侧性的fMRI研究[J]. 中国针灸, 2015, 35(8):806-811.
- [33] 李腊梅, 吕发金, 郭仲杰, 等. 针刺对不同敏感度正常人大脑局部一致性影响差异的功能性磁共振研究[J]. 针刺研究, 2013, 38(4):306-313.
- [34] 陈凤英, 沈智威, 关计添, 等. 手法针刺合谷穴得气与脑功能激活关系的探讨[J]. 磁共振成像, 2011, 2(2):112-117.
- [35] 董培, 崔方圆, 谭中建, 等. 针刺对脑梗死后痉挛期患者脑功能重塑作用的功能磁共振成像研究[J]. 中国康复医学杂志, 2010, 25(6):507-513.
- [36] LIU S, ZHOU WH, RUAN XZ, et al. Activation of the hypothalamus characterizes the response to acupuncture stimulation in heroin addicts[J]. Neurosci Lett, 2007, 421(3):203-208.
- [37] SUN JB, QIN W, DONG MH, et al. Evaluation of group homogeneity during acupuncture stimulation in fMRI studies[J]. J Magn Reson Imaging, 2010, 32(2):298-305.
- [38] 刘超达, 秦晨阳, 李波璇, 等. 针刺手法量学中时间、频率、方向和深度的研究进展[J]. 针灸临床杂志, 2023, 39(2):105-110.
- [39] 张阔, 张一平, 李凯, 等. 复式补泻手法的历史源流与现代临床应用[J]. 中国中医基础医学杂志, 2020, 26(7):1041-1043.
- [40] CLAUNCH JD, CHAN ST, NIXON EE, et al. Commonality and specificity of acupuncture action at three acupoints as evidenced by FMRI[J]. Am J Chin Med, 2012, 40(4):695-712.
- [41] 蒋海琳, 李铁. 王富春针灸学术思想述要[J]. 中华中医药杂志, 2019, 34(7):3047-3049.
- [42] WANG DH, BUCKNER RL, FOX MD, et al. Parcellating cortical functional networks in individuals[J]. Nat Neurosci, 2015, 18(12):1853-1860.
- [43] LIU HS, LIU WJ, WANG DH, et al. Individual-Specific analysis for psychoradiology[J]. Neuroimaging Clin N Am, 2020, 30(1):45-51.
- [44] WANG DH, LI ML, WANG MY, et al. Individual-specific functional connectivity markers track dimensional and categorical features of psychotic illness[J]. Mol Psychiatry, 2020, 25(9):2119-2129.

(收稿日期 2024-05-27)