

专家论坛

脑功能成像针灸脑效应研究进展

方继良¹, 张东友², 陈媛媛¹

(1. 中国中医科学院广安门医院放射科脑功能成像研究室, 北京 100053;

2. 湖北省武汉市中西医结合医院放射科, 湖北 武汉 430022)

[关键词] 脑功能成像; 针灸; 脑效应; 综述



脑功能成像在针灸领域的研究是近 10 余年来的热点之一, 重点在针刺穴位脑效应, 如穴位特异性、得气等。近年来, 针灸优势病种疗效脑机制的研究越来越普遍, 本文予以简要介绍。

1 经络脑功能成像研究

经络学说是中医学的核心基础理论之一。中医认为经络是运行气血、联系脏腑、体表及全身各部的通道, 是人体功能的调控系统。有文献^[1]总结了沿着 9 条经络的 18 个穴位的脑功能成像研究结果, 发现分布在相同经络的多个穴位, 其诱导的脑激活和负激活模式存在相似性, 如胃经上分布的穴位, 呈现了缘上回的激活, 以及扣带回后部、海马和旁海马区的负激活, 这种现象是否为不同经络入脑后的解剖定位还有待更多研究证实。另外, 也有学者应用脑功能成像技术研究经络理论。“面口合谷收”是指刺激合谷穴对头面五官部病症有明显的疗效, 是针灸经络理论之一。有研究^[2-3]发现, 针刺合谷穴能同时激活中央后回初级感觉皮层的手部投射区和面口部投射区, 同时激活了面口部的运动皮层, 直接反映了合谷穴和面口部的密切联系, 为“面口合谷收”理论提供了客观证据。或许今后一段时间内揭示经络原理的功能成像将是重要的研究方向。

2 穴位脑效应的脑功能成像研究

穴位也称腧穴, 是人体经络线上特殊的点或局部区域, 其主要生理功能是输注脏腑经络气血, 沟通

体表与体内脏腑的联系。

穴位效应的脑功能成像研究, 对照组设置方法十分重要, 主要有 2 类: ①假穴真刺激, 国内学者多采用这种方法; ②真穴假刺激, 即采用不刺入皮肤的穴位表皮触觉刺激法, 如粘贴于皮肤表面的针或纤毛机械刺激针(Von Frey Hairs)等。这类研究多集中于足三里穴、合谷穴、太冲穴。结果显示, 穴位刺激多可诱发第一二体感区、丘脑、岛叶等部位的正激活, 边缘叶系统为主脑区多为负激活, 脑干、小脑蚓部可出现负激活或正激活现象, 而对照组(假穴真刺激或真穴假刺激)则更多地正激活运动区和岛盖、岛叶区。不少研究^[4-14]发现刺激真穴比对照组出现较多的正激活区和较强而广的负激活区; 刺激真穴诱发的脑功能网络连接变化比刺激对照组更强、更广; 不同穴位之间出现相似的边缘叶·旁边缘叶·新皮层脑网络的明显负激活变化, 但范围、强度有差异, 还有其他脑区的不同, 证明了刺激穴位脑效应存在相对特异性。关于穴位配伍, 脑功能成像研究发现, 2 个穴位配伍并不是 2 个穴位引起脑效应的简单叠加, 而是 2 个穴位刺激信息在脑中枢相互作用、经过高级加工后的综合影像结果。

关于穴位脑功能成像研究, 应遵循神经生理学原理, 了解各种针刺信息在脑内均存在集中及弥散传递过程, 以及上行、下行通路的复杂性。而穴位脑功能成像研究只是显示穴位针刺后诱发脑效应的复杂信息综合后的表现, 这在新近的脑功能网络成像研究中已有所体现。脑功能网络成像研究显示, 针刺产生了以默认网络为主(此网络的脑区与边缘叶系统存在大部分重叠), 以及感觉运动、疼痛、注意和情感情绪调控等多个网络的广泛效应^[7-12]。至于单个穴位针刺后的脑网络特征还有待进一步研究, 或许通过研究, 将来可绘制出穴位效应脑功能图谱。

3 穴位针感的脑功能成像研究

针刺感觉“得气”是与针刺疗效十分相关的重要行为学指标, 在针刺镇痛的 fMRI 研究中发现, “得

DOI: 10.3969/j.issn.1672-0512.2016.04.001

[基金项目] 国家自然科学基金面上项目(30870668, 81273674); 国家重点基础研究发展计划(973 计划)(2012CB518503)。

方继良、张东友两位作者对本文有同等贡献, 均为第一作者。

[作者简介] 方继良(1966—), 男, 湖南湘潭人, 中西医结合博士, 主任医师, 硕士生导师。现任中国中医科学院广安门医院放射科副主任、功能成像研究室主任, 中国针灸学会针灸医学影像专业委员会第一届主任委员, 中国中西医结合学会医学影像专业委员会常委, 中国神经科学学会神经影像专委会委员, 世界中医药联合会睡眠医学委员会常务理事, 中国老年医学会神经医学分会委员, 《中国中西医结合影像学杂志》副总编。先后在德国、美国研修 3 年, 在国际、国内较早从事 fMRI 脑成像的针刺脑机制研究。其主要研究成果还被编入多部全国中医药行业高等教育本科生和研究生医学影像教材。

气”针感诱发的脑效应出现显著的边缘叶系统负激活现象,与尖锐性疼痛脑功能正激活变化信号相反,从而为针刺止痛脑机制提供了佐证^[13-16]。采用 fMRI 研究具体针感在临床疗效中的作用是今后一个时期应关注的内容,它将为针刺感觉生理的脑机制研究提供客观可视化依据。

4 针刺患者与健康人脑功能成像比较研究

在腕管综合征患者和健康志愿者比较研究中,发现手针诱导了患者更多的下丘脑外侧区的激活,而杏仁核的负激活比健康志愿者少^[17];在帕金森患者的针刺研究中发现扣带回和小脑存在更多的激活^[18];对海洛因成瘾者针刺研究发现丘脑存在明显激活^[19];对痉挛性脑瘫患儿针刺研究则更多诱发初级运动皮层、海马旁回和高级认知脑区的负激活及楔叶、岛叶的激活^[20],相反,健康儿童则诱发更多的尾状核、丘脑和小脑的激活。

5 针灸优势病种疗效脑机制脑功能成像研究

世界卫生组织曾推荐 43 种疾病可采用针灸疗法。据统计,针灸对 100 余种疾病有较好的疗效^[21]。近年来开展的针灸临床研究,如应用 fMRI 分析针灸治疗前后脑功能变化与临床疗效的相关性研究,是针灸疗效机制研究的方法之一,显示了良好的研究前景。

有学者^[22]应用 fMRI 研究腕管综合征,发现患者治疗前疼痛伴随着对侧相应体感脑区的超敏感,第二三指体感 I 区代表区功能分界模糊;针刺 5 周取得明显疗效后,位于对侧初级躯体感觉皮层区(SI)、主运动区(M1)的脑激活区呈明显下降,而在 SI 区的指间距离由相近变为分离,界限又变为清晰,与正常人相似,提示针刺可诱导神经功能的重组恢复。

临床上已经证实针刺疗法能显著改善功能性消化不良(FD)患者的症状和生活质量^[23];有学者^[23-24]应用 fMRI 研究发现针刺治疗 FD 的脑机制可能与针刺更显著地调制了内环境稳态网络,脑肠轴中重要功能脑区,包括脑岛、前扣带回皮层、下丘脑有关。

关于抑郁症耳针疗效机制,有学者^[14]采用 fMRI 研究发现抑郁症患者默认网络功能连接治疗前存在异常;通过经耳甲部内脏穴位区电针(耳部迷走神经刺激)刺激治疗 1 个月后,抑郁症相关部分脑区功能连接强度的变化与其临床症状存在明显相关性,揭示了耳针疗法的脑功能变化基础。

选择针灸优势病种,以疗效确切的疾病为研究对象,如中风后遗症、抑郁症、焦虑症、功能性消化不良、失眠等,通过脑功能成像可视化诠释针灸临床疗效的脑机制,或将成为今后本研究领域的主要方向。

[参考文献]

- [1] Huang W, Daniel P, Vitaly N, et al. Characterizing acupuncture stimuli using brain imaging with fMRI: A systematic review and meta-analysis of the literature[J]. *PLoS ONE*, 2012, 7: e32960.
- [2] 李落意, 赵斌, 杨骏, 等. “面口合谷收”神经生理机制的 fMRI 研究[J]. *中国中西医结合影像学杂志*, 2012, 10(1): 13-15.
- [3] Wu H, Kan H, Li C, et al. Effect of acupuncture on functional connectivity of anterior cingulate cortex for Bell's Palsy patients with different clinical duration[J]. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2015: 646872.
- [4] Hui KKS, Liu J, Kwong KK. Functional mapping of the human brain during acupuncture with magnetic resonance imaging somatosensory cortex activation [J]. *World J Acupuncture Moxibustion*, 1997, 7: 44-49.
- [5] Hui KKS, Liu J, Makris N, et al. Acupuncture modulates the limbic system and subcortical gray structures of the human brain: evidence from fMRI studies in normal subjects[J]. *Hum Brain Mapp*, 2000, 9: 13-25.
- [6] Hui KKS, Liu J, Marina O, et al. The integrated response of the human cerebellar and limbic systems to acupuncture stimulation at ST 36 as evidenced by fMRI[J]. *Neuroimage*, 2005, 27: 479-496.
- [7] Hui KKS, Marina O, Claunch JD, et al. Acupuncture mobilizes the brain's default mode and its anti-correlated network in healthy subjects[J]. *Brain Research*, 2009, 1287: 84-103.
- [8] Kong J, Ma L, Gollub RL, et al. 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[J]. *J Altern Complement*, 2002, 8: 411-419.
- [9] Kong J, Kaptchuk T, Webb JM, et al. Functional neuroanatomical investigation of vision-related acupuncture point specificity: a multi-session fMRI study[J]. *Hum Brain Mapp*, 2009, 30: 38-46.
- [10] Napadow V, Makris N, Liu J, et al. Effects of electroacupuncture versus manual acupuncture on the human brain as measured by fMRI[J]. *Hum Brain Mapp*, 2005, 24: 193-205.
- [11] Fang JL, Krings T, Weidemann J, et al. Functional MRI in healthy subjects during acupuncture: different effects of needle rotation in real and false acupoints[J]. *Neuroradiology*, 2004, 46: 359-362.
- [12] Fang J, 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: 1196-1206.
- [13] 方继良, Hui KKS, 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.
- [14] Fang J, Rong PJ, Zhu B, et al. Transcutaneous vagus nerve stimulation modulates default mode network in major depressive disorder[J]. *Biological Psychiatry*, 2016, 79: 266-273.

(下转第 379 页)

中期成像质量较稳定,因此 LAD、LCX、RCA 分别在心动周期的 70%与 75%、70%、50%时相获得较高质量图像。LCX、RCA 最佳重建时相与上述文献报道相符;LAD R-R 最佳重建时相与上述研究有一定差异,估计与病例数及分组标准不同有关,具体原因有待进一步研究。伴随着心率的增加,心脏舒张期及冠脉相对静止期则缩短,最佳成像时相趋于收缩晚期、舒张早期^[12]。因此当心率 > 70 次/min 时,LAD、LCX、RCA 成像的最佳时相依次为 60%、40%、40%^[12]。本组 > 70 次/min 有 36 例(40%),可评估血管节段样本量少。

綦维维等^[13]研究表明,扫描时心率过低,实际 Pitch 选择过高,易出现因重组数据不足导致重组图像质量下降或部分后处理功能不能正常使用,此时可使用心率覆盖功能,输入屏气后心率,限定此心率对应的 Pitch 值与屏气后心率保持一致。但屏气后心率升高不建议使用该功能。

综上所述,不同心率患者,冠状动脉分支按照不同的最佳重建时相分别重建,能明显提高冠状动脉的成像质量,显示较细及末梢节段的冠状动脉,其中准确选择时相是图像质量及准确诊断的重要因素,具有较高的临床应用价值。

[参考文献]

- [1] 朱飞鹏,张龙江,卢光明. 冠状动脉粥样硬化斑块的影像学评价方法[J]. 放射学实践,2010,25(7):822-824.
- [2] 纪承寅,姚勇. 现代心血管病影像学诊断学[M]. 北京:人民军医出版社,2004:12-14.
- [3] Nakanishi T,Kayashima Y,Inoue R,et al. Pitfalls in 16-detector

FOW CT of the coronary arteries[J]. Radiographics,2005,25:425-438.

- [4] Hong C,Becker CR,Huber A,et al. ECG-gated reconstructed multi-detector row CT coronary angiography:effect of varying trigger delay on image quality[J]. Radiology,2001,220:712-717.
- [5] Nieman K,Creasing BJ,Van Geuns RJ,et al. Usefulness of multislice computed tomography for detecting obstructive coronary disease[J]. Am J Cardiol,2002,89:913-918.
- [6] Flohr TG,McCullough CH,Bruder H,et al. First performance evaluation of a dual-source CT(DSCT) system[J]. Eur Radiol,2006,16:256-268.
- [7] 李颖,杨立,王新江,等. 64 层螺旋 CT 诊断冠状动脉粥样硬化狭窄准确性研究[J]. 中华医学杂志,2007,87(46):3243-3246.
- [8] 刘涛,刘建军,庄磊,等. 双源 CT 冠状动脉成像中影响图像质量的因素分析[J]. 实用医学影像杂志,2009,10(1):9-11.
- [9] 鲁锦国. 多层螺旋 CT 冠状动脉成像技术及应用研究[C]. 北京:北京协和医学院,2009.
- [10] Leschka S,Wildermuth S,Boehm T,et al. Noninvasive coronary angiography with 64-section CT:effect of average heart rate and heart rate variability on image quality[J]. Radiology,2006,241:378-385.
- [11] 张立峰,周茂义,杨丽,等. 64 排螺旋 CT 冠状动脉成像重建的最佳 R-R 时相及其对图像质量的影响[J]. 中国医学影像技术,2008,24(1):88-91.
- [12] 陈艳,韩萍,梁波,等. 多层螺旋 CT 冠状动脉成像:重建时相及心率对图像质量的影响[J]. 中国医学影像技术,2005,21(3):425-428.
- [13] 綦维维,武靖,杜湘珂,等. 64 层螺旋 CT 心脏冠状动脉检查质量控制和扫描参数优化研究[J]. 中华放射学杂志,2006,40(12):1322-1325.

(收稿日期 2015-10-23)

(上接第 372 页)

- [15] Wang X,Chan ST,Fang JL,et al. Neural encoding of acupuncture needling sensations:evidence from a fMRI study[J]. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine,2013:483105.
- [16] Asghar AU,Green G,Lythgoe MF,et al. Acupuncture needling sensation;the neural correlates of deqi using fMRI[J]. Brain Research,2010,1315:111-118.
- [17] Napadow V,Kettner N,Liu J,et al. Hypothalamus and amygdala response to acupuncture stimuli in Carpal Tunnel Syndrome[J]. Pain,2007,130:254-266.
- [18] Fu P,Jia JP,Zhu J,et al. Effects of acupuncture at Neiguan (PC 6)on human brain functional imaging in different functional states[J]. Zhongguo Zhen Jiu,2005,25:784-786.
- [19] Liu S,Zhou W,Ruan X,et al. Activation of the hypothalamus characterizes the response to acupuncture stimulation in heroin addicts[J]. Neurosci Lett,2007,421:203-208.
- [20] Wu Y,Jin Z,Li K,et al. Effects of acupuncture on the brain

in the children with spastic cerebral palsy using functional neuroimaging(fMRI)[J]. J Child Neurol,2008,23:1267-1274.

- [21] 杜元灏,李晶,孙冬炜,等. 中国现代针灸病谱的研究[J]. 中国针灸,2007,27(5):373-378.
- [22] Napadow V,Liu J,Li M,et al. Somatosensory cortical plasticity in carpal tunnel syndrome treated by acupuncture[J]. Hum Brain Mapp,2007,28:159-171.
- [23] Zeng F,Qin W,Ma T,et al. Influence of acupuncture treatment on cerebral activity in functional dyspepsia patients and its relationship with efficacy[J]. American Journal of Gastroenterology,2012,107:1236-1247.
- [24] Fang JL,Wang DH,Zhao Q,et al. Brain-gut axis modulation of acupuncture in functional dyspepsia:a preliminary resting-state fMRI study[J]. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine,2015:860463.

(收稿日期 2016-02-11)