

# 基于功能磁共振成像技术对“面口合谷收”的机制研究概述

蔡依姘 裴建 傅勤慧

**【摘要】**“合谷穴”能有效治疗大肠经远端循行所过部位“面口部”的疾患。面口部与合谷穴在感觉传入路径的重叠会聚,也为“面口合谷收”提供神经解剖基础。随着神经影像技术的发展,功能磁共振成像由于无创伤性、时间空间分辨率高及代谢物质的测定,已成为研究针刺中枢效应机制的手段。针刺合谷穴发现激活脑区具有穴位偏侧性,且不同的刺激方法(包括手针、电针、经皮电刺激)及得气情况也影响脑功能变化。本文从合谷穴的外周神经解剖结构、针刺中枢响应特征、穴位特异性中枢机制来阐述“面口合谷收”的中枢效应机制。

**【关键词】** 合谷; 面口部; 针刺效应; 功能性磁共振成像; 面口合谷收

**【中图分类号】** R245.9 **【文献标识码】** A doi:10.3969/j.issn.1674-1749.2017.11.035

**Mechanism research progress of “point LI 4 treating diseases in the face and mouth” based on functional magnetic resonance imaging** CAI Yiwen, PEI Jian, FU Qinhui. Department of Acupuncture and Moxibustion, Longhua Hospital Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 200032, China

Corresponding author: PEI Jian, E-mail: jianpei99@yahoo.com

**【Abstract】** Hegu can effectively treat the orofacial diseases which is the distal end of large intestine meridian passing through. The convergence of orofacial region and Hegu in afferent pathway of sensory nerve provides the neuroanatomical basis for “point LI 4 treating diseases in the face and mouth”. with the development of neuroimaging technology, fMRI is a method to explore the mechanism of central effects of acupuncture because of its non-traumatic, high spatial and temporal resolution and the sensitivity in detecting metabolites. Hegu point with acupuncture is found of brain activation lateralization. Also found that different stimulating methods (including manual acupuncture, electroacupuncture and transcutaneous electrical stimulation) and different situations of acuesthesia also affect brain function changes. This article explains the mechanism of “point LI 4 treating diseases in the face and mouth” from the anatomical structure of Hegu peripheral nerve, central response characteristics of acupuncture, central mechanism of acupoint specificity.

**【Key words】** Hegu point; Orofacial region; Acupuncture effect; Functional magnetic resonance imaging(fMRI); Point LI 4 treating diseases in the face and mouth

基金项目: 国家自然科学基金(81603697);上海市科委科研项目(14401971300,16401970300);上海市卫计委海派中医流派传承研究基地项目(ZYSNXD-CCHPGC-JD-004)

作者单位: 200032 上海中医药大学附属龙华医院针灸科[蔡依姘(硕士研究生)、裴建、傅勤慧]

作者简介: 蔡依姘(1985-),女,2015级在读硕士研究生。研究方向:偏头痛临床机制研究。E-mail:2750131877@qq.com

通信作者: 裴建(1965-),博士,主任医师,教授,博士生导师。研究方向:疼痛及脑卒中临床机制研究。E-mail: jianpei99@yahoo.com

合谷穴在临床应用极其广泛,自古有元代王国瑞撰写的《玉龙经》以歌赋形式“头面纵有诸样症,一针合谷效如神”,明代《针灸聚英·四总穴歌》中“肚腹三里留,腰背委中求,头项寻列缺,面口合谷收”的临床总结。合谷穴主治头痛、眩晕、齿痛、目赤肿痛、咽喉肿痛、口眼喎斜、半身不遂。大量的临床病例已经揭示合谷穴与头面部的特异性联系规律。合谷穴治疗头面部的临床研究也从神经解剖学<sup>[1-4]</sup>、脑功能磁共振成像<sup>[5]</sup>、红外热像技术<sup>[6]</sup>及电

生理技术<sup>[7]</sup>等方面展开探讨。

近十年来 fMRI 已成为研究针刺中枢机制的热点<sup>[8-9]</sup>, 研究内容则以穴位特异性、针刺效应影响因素及针刺神经生物学机制为主<sup>[10-11]</sup>。本文以“针刺”“功能磁共振成像”为检索词, 检索 2006 年 1 月至 2016 年 12 月 CNKI、PubMed 数据库, 剔除综述、病例报道、硕博学位论文等, 最终纳入 319 篇文献。基于功能磁共振成像技术的针刺机制研究涉及的疾病包括神经系统<sup>[12-18]</sup>、精神系统<sup>[19]</sup>、疼痛<sup>[20]</sup>及消化系统疾病<sup>[21]</sup>, 其中以神经系统疾病研究最多。而近期有学者<sup>[22]</sup>对 fMRI 的软件统计分析结果提出质疑, 认为既往研究结果存在假阳性可能。本文从神经生理和影像学研究来阐述“面口合谷收”的远端循行取穴的中枢机制及配伍规律, 以便为针刺中枢机制的深入研究提供参考。

## 1 “面口合谷收”的神经解剖基础

合谷穴为手阳明大肠经的原穴, 手阳明大肠经起于食指, 循行分布于口、下齿……散络头部。《甲乙经》中记载“唇吻不收, 聋, 耳中不通, 齿龈痛, 合谷主之”, 合谷穴可治疗手阳明大肠经经脉、经别、经筋所及的口面部疾病。合谷穴位于第 1、2 掌骨之间, 约第 2 掌骨桡侧中点, 穴下的解剖层次为皮肤、皮下组织、桡神经浅支、尺神经深支终末段、正中神经返支、第 1 骨间背侧肌、拇收肌横头、拇短屈肌、拇短展肌、手背静脉网、桡动脉末端、拇主要动脉及掌深弓<sup>[1]</sup>。

从神经系统传导通路分析<sup>[2-4]</sup>, 刺激合谷穴时, 受刺激的是桡神经浅支及尺神经深支的感觉支, 前者来源于第 6 颈神经, 后者来源于第 8 颈神经和第 1 胸神经。刺激沿着神经通路经颈部脊神经节和脊神经后根传入脊髓后角, 脊髓后角有第二级感觉神经元的胞体, 其轴突上行组成脊髓丘脑侧束和前束, 在脑干处两束靠拢汇合组成脊髓丘脑束, 经脊髓下橄榄核的背外侧、脑桥和中脑内侧丘系外侧, 中止于背侧丘脑的腹后外侧核。在此有第三级神经元胞体, 其发出纤维经内囊后肢, 投射到大脑皮质中央后回的下部。该通路由三级神经元组成, 合谷穴感觉的一级传入投射至脊髓背根神经节, 二级传入投射至丘脑腹后外侧核, 三级传入中止于大脑皮质。

同样从神经传导通路分析<sup>[2-4]</sup>, 面口部的感觉神经传入的第一级神经元为三叉神经节细胞, 其

分为周围突和中枢突, 周围突经三叉神经分支分布于头面部, 中枢突经三叉神经根入脑桥, 其中传递痛温觉的止于同侧的三叉神经脊束核, 传递触觉止于同侧的三叉神经脑桥核。第二级神经元胞体位于三叉神经脑桥核和三叉神经脊束核内, 发出纤维交叉到对侧, 组成对侧三叉丘系, 投射至背侧丘脑的腹后内侧核, 该处有第三级神经元的胞体, 发出纤维经内囊后肢, 投射至大脑皮质中央后回的下部。

刘健华等<sup>[7]</sup>研究采用电生理技术探讨恒河猴“面口合谷收”的脑机制, 在大脑感觉皮层 3b 区记录到外周感受野分布在合谷穴区和口面部相互毗邻的神经元及合谷-下唇双感受野的会聚神经元。提示“面口合谷收”的脑机制是相互间的接壤关系, 相互之间存在交互支配、功能互换和交互激活。

根据上述的研究得出, 口面部的感觉传入与合谷穴区的感觉传入在脊髓背根神经节、网状结构、丘脑及大脑皮层的投射区相邻或重叠, 都有可能发生会聚及交汇, 实现功能上的整合, 这成为面口合谷收的神经解剖理论的依据。

## 2 “面口合谷收”脑功能成像结构变化

### 2.1 合谷穴脑功能穴位偏侧性

脑功能磁共振成像是基于血氧水平依赖的原理, 可实时获得并观察与针刺相关激活的脑区。针刺研究目前主要包括任务态和静息态 fMRI, 除此之外还涉及到波谱分析物质代谢变化。陆欣玲等<sup>[5]</sup>研究显示针刺左合谷可激活右侧额内侧回、颞上回、颞中回、岛叶、左侧尾状核、双侧额下回; 针刺右合谷可激活左侧额内侧回、颞中回、额下回及右侧辅助运动区, 这说明针刺合谷穴可激活大脑皮质语言运用中枢、面部反应区、听觉皮区, 与合谷穴临床主治症状基本吻合。

《素问·调经论》王冰注“巨刺者, 刺经脉, 左痛刺右, 右痛刺左”“缪刺者, 刺络脉, 左痛刺右, 右痛刺左”, 强调“左病取右, 右病取左”思想, 即在特定的疾病状态下选择对侧腧穴针刺, 说明左右侧同名穴的疗效存在差异。汪林英等<sup>[23]</sup>观察针刺合谷穴的脑功能穴位偏侧性, 选取健康人针刺合谷, 研究显示左侧针刺组主要表现为右侧大脑的信号增强, 右侧针刺组显示双侧的大脑均有广泛信号变化, 结果提示针刺左、右侧合谷穴的中枢效应不对称, 存

在右侧大脑半球的功能偏侧性,且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。李落意等<sup>[24]</sup>针刺左侧合谷穴引起对侧大脑半球的多个脑区激活,结果与先前研究一致。由于上述观察对象均为右利手,可能与其优势半球激活有关,但同名的穴位也许在人体的两侧存在一定的差异。应用红外热成像技术观察针刺合谷穴面部温度变化,结果显示针刺左侧合谷穴位时,同侧的嘴角、鼻沟和口唇区针刺前后的温度变化差值有统计学意义;而针刺右合谷只有同侧鼻沟区的温度变化差值有意义,说明左侧合谷穴的穴位效应优于针刺右侧及双侧的结果<sup>[6]</sup>。

## 2.2 针刺合谷穴小脑功能响应

针刺合谷除其引起的大脑特定区域对生理功能的调节外,也对小脑产生激活效应。刘华等<sup>[25]</sup>针刺健康人太冲、合谷穴所致小脑响应的差异,针刺右侧太冲激活对侧小脑前叶、同侧小脑后叶下半月小叶,针刺右合谷激活了对侧小脑后叶下半月小叶、同侧小脑后叶上半月小叶。小脑后叶可能是两者共同的神经通路,并与大脑皮质有广泛神经纤维联系,提示小脑在针刺效应中的穴位特异性也起到关键作用。

## 3 利用 fMRI 检测探讨合谷配伍他穴的治疗机制

### 3.1 合谷配太冲

《灵枢·九针十二原》中“五脏有六腑,六腑有十二原,十二原出于四关,四关主治五脏”。《席弘赋》“手连肩背痛难忍,合谷针时要太冲”。《针灸大成》记载“四关穴,即两合谷两太冲是也”,四关穴具有开窍醒脑之功效,主治神昏、失眠、头痛、癫痫。许建阳等<sup>[26]</sup>发现针刺健康人合谷穴可以诱导额叶和枕叶脑组织血流量和血流容积的增加;针刺太冲穴可以诱导颞叶脑组织血流量和血流容积的增加;针刺合谷配太冲穴可以诱导额叶和颞叶脑组织血流量和血流容积的增加。王葳等<sup>[27]</sup>针刺“四关穴”激活双侧小脑半球、小脑蚓部、左侧额中回、双侧额下回、双侧中央旁小叶、双侧丘脑、后扣带回和前扣带回。上述研究表明合谷配太冲穴所激活的脑区并非是单独针刺太冲穴和合谷穴所激活脑区的简单叠加,提示针刺不同穴位有特异的脑区分布,两个穴位配伍并不是两个穴位引起脑组织 fMRI 功能改变的叠加,而是引起脑组织 fMRI 重新分布的改变。

### 3.2 合谷和后溪

后溪穴为手太阳小肠经的输穴,八脉交会穴之一,有“后溪通督脉”之说,主治头项强痛、目赤、耳聋、咽喉肿痛、腰背痛、癫痫、肘臂挛痛。两穴均有止痛和治疗汗证的作用,且遵循远端取穴的原则<sup>[28]</sup>。胡霞等<sup>[29]</sup>针刺健康人左侧后溪穴,可使右侧尾状核头、右侧扣带回、右侧海马回、右侧颞上回、脑干、小脑蚓信号升高。基底核含有多种神经递质与针刺镇痛相关,而针刺后溪可引起豆状核、尾状核头等基底核信号的变化。陈婷等<sup>[30]</sup>运用神经肌电检测观察针刺恒河猴,发现针刺“合谷”前后额肌、颞肌、口轮匝肌的肌电变化明显高于针刺后溪和外关穴,合谷穴区与面部肌肉运动存在相对特异的联系。杨骏等<sup>[31]</sup>研究针刺健康人左侧合谷穴和后溪穴,分析发现合谷穴在左侧扣带回及左侧中央前回,即手部和面部运动代表区激活增强,验证“面口合谷收”这一经典理论及其特异性。

## 4 利用 fMRI 探讨合谷穴不同刺激方式的效应机制

传统针灸学治疗方法有很多种,包括毫针刺法、电针、灸法、头针、耳针等,但是不论何种刺激方式都必须得气,得气是针灸起效的关键环节。现代研究结果证实针灸治疗作用与针刺得气后激活脑功能有关。因此,在手法针刺合谷得气与脑功能激活关系的研究方面<sup>[32]</sup>,发现前额区、丘脑、纹状体、扣带回后部及岛叶功能区有随着得气强度的增加而激活明显的趋势,说明得气与脑功能激活的程度有关。但针刺得气过程中可能包含疼痛引起的脑功能区激活,方继良等<sup>[33]</sup>研究显示当针刺合谷得气时,产生对边缘叶-边缘旁叶-新皮层网络及疼痛网络的负激活,与针刺疼痛产生脑区激活效应不同。

为排除针刺得气过程中疼痛和手法不当引起的不稳定因素,吕颖颖等<sup>[34]</sup>发现经皮神经电刺激左侧合谷穴产生的镇痛效应主要通过激活双侧扣带回、中脑、海马等区域。童基均<sup>[35]</sup>比较经皮电刺激和手针针刺左合谷穴对大脑中枢神经系统的影响,两组均引起双侧扣带回、左侧颞中回、左顶上小叶、左侧楔前叶的激活,但手针组激活的部位和程度均多于经皮电刺激组,且激活部位偏于左侧大脑,提示两者对大脑网络激活的途径不相同。但也有研究<sup>[36]</sup>采用经皮电刺激和电针刺激合谷穴,两者激活



脑区存在大范围重叠及毗邻。上述研究结果不一致,推测与针刺过程中的得气相关。

## 5 利用 fMRI 探讨病理状态下针刺合谷治疗机制

### 5.1 Bell's 面瘫

唐宏图等<sup>[13]</sup>研究周围性面瘫患者电针刺激左合谷的 fMRI,激活信号升高位于左侧中央后回,左侧中央前回,右侧额下回,右侧颞上回,右侧脑岛。进一步比较针刺左侧合谷、地仓及后溪,结果显示来自肢体远端的合谷穴与来自颜面部的地仓穴的感觉传入信息能在感觉区与运动区发生汇聚、重合,并有可能相互影响<sup>[14]</sup>。杨骏等<sup>[15]</sup>观察周围性面瘫针刺合谷的 fMRI,推测其治疗机制是利用第 2 躯体感觉区的感觉运动整合功能,弱化与非躯体感觉运动皮层的功能联系,强化感觉运动中枢不同皮层之间功能联系,促进突触可塑性的脑功能重组来实现。Kong 等<sup>[16]</sup>观察 Bell's 面瘫患者通过经皮电刺激右合谷与左颊车在 fMRI 脑功能激活状态,发现两穴位脑部激活区域广泛重叠,显示 Bell's 面瘫患侧面口部与对侧合谷穴存在关联,从而提示合谷穴中枢机制的特异性。

### 5.2 中风偏瘫

根据《内经》“治痿独取阳明”的治则,在临床中常用阳明的合谷穴与其他穴位配伍治疗瘫痪。金贺<sup>[37]</sup>通过 fMRI 观察点按左合谷穴改善中风患者左上肢肌张力障碍的情况,发现在点按左合谷后的激活区包括右侧的大脑皮层、小脑、边缘系统,点按合谷穴通过经络激发高级中枢神经的肌张力,调节功能相关脑区,提示脑功能的代偿、重塑和重组能力是促进患侧上肢肌张力改善的主要机制。

### 5.3 阿兹海默

许建阳等<sup>[17]</sup>观察针刺双侧合谷配太冲对阿兹海默患者的效应,通过脑功能成像发现针刺后可见顶叶、额叶、颞叶区域的脑组织血流、血流容积增加,可明显提高阿兹海默患者的认知能力。Liang 等<sup>[12]</sup>通过 fMRI 研究阿兹海默患者针刺合谷配太冲穴静息态下脑默认网路,与正常组相比阿兹海默患者显著激活左扣带回及右顶下小叶,说明针刺刺激可以调节阿兹海默患者的默认模式网路。Wang 等<sup>[38]</sup>利用针刺合谷配太冲治疗阿兹海默及轻度认知功能障碍患者,发现 fMRI 静息态下大脑与记忆和认知相关的颞叶及额叶激活,也为古称四关穴的合谷配太冲的开窍醒脑功效提供临

床证据。

## 6 问题与展望

“面口合谷收”反映“经脉所过,主治所及”的特点规律。针刺作用过程包含复杂的神经生理机制,而脑功能活动又是自然界最为复杂的运动模式,二者极易受到其他因素干扰。以往的研究未关注针刺作用过程中包含的几个可分离的成分(如捻针时的机械刺激、疼痛、心理预期、针刺手法以及得气),导致这些因素大量混肴。因此通过严格控制研究质量,才能从理论上获得真正的针刺效应所引起的大脑激活响应模式。

目前运用 fMRI 技术对穴位针刺效应进行研究还存在以下问题<sup>[22,39]</sup>:(1)近年有学者提出对 fMRI 技术在数据处理和统计分析的精密性提出挑战,由于软件自身缺陷及针刺的复杂性,先前许多基于 fMRI 的针刺研究存在 70% 假阳性率可能,对既往 fMRI 的研究结论提出质疑。(2)由于个体差异大,严格的受试者筛选是质量控制的重要原则。健康受试者应严格界定纳入标准,疾病患者选择应细化至病理分型相同,以确保研究受试者的同质性。(3)目前利用 fMRI 研究“面口合谷收”还停留在单个穴位针刺阶段,关于穴位配伍特异性的脑功能区激活研究较少。(4)脑功能成像研究大多在短时间内完成,而临床针刺具有持续性效应,即刻效应不一定能真实反映针刺治疗。且由于针刺持续性效应,既往研究依赖刺激状态减去基线状态的研究结论可能出现假阳性。(5)神经影像研究样本量相对较小,且大多数的研究对象均为健康人,很难反应出病理状态下的针刺中枢效应。受试者对针刺的认知及心理状态也是影响研究结果的因素。

“面口合谷收”经典临床经验的总结为现代研究提供坚实的文献学依据,而现代神经影像学的研究方法也为针刺效应的中枢作用机制展示更加科学的证据。今后的针刺研究必须充分地考量其背后存在的复杂的作用机制并结合传统中医理论基础,才能为针刺的临床效应奠定科学的理论与基础。因此,需要通过完善针刺功能性磁共振成像的研究方法,科学阐释针刺效应的中枢作用机制。

## 参 考 文 献

- [1] 崔怀瑞,杨新东,徐象党,等.合谷穴的局部解剖学研究[J]. 针灸临床杂志,2006,22(4):35-37.
- [2] 于晓华,吴富东.“面口合谷收”的机制研究概况[J]. 针刺研

- 究,2011,36(5):388-391.
- [3] 姜汝明,王德亮,许振国,等.从合谷穴出发探讨经络与路径的联系[J].光明中医,2006,21(9):7-9.
- [4] 陈淑莉,晋志高,景向红,等.“合谷”穴和口面部联系的解剖学基础[J].针刺研究,2004,29(3):217-221.
- [5] 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,(3):63-65.
- [6] 李顺月,张栋,王淑友,等.针刺合谷穴对正常人面部温度的影响[J].中国针灸,2009,(S1):57-59.
- [7] 刘健华,高妍妍,徐婧,等.“面口合谷收”的脑机制[J].中国科学:生命科学,2015,45(3):279-288.
- [8] 何昭璇,侯键,邱科,等.基于功能磁共振成像技术的针刺机制研究现状分析[J].针刺研究,2016,41(5):474-478.
- [9] 李晓陵,张帆,王丰,等.病理状态下针刺脑穴 fMRI 研究进展[J].中国老年学杂志,2016,36(5):1238-1240.
- [10] Zhao L, Liu J, Zhang F, et al. Effects of long-term acupuncture treatment on resting-state brain activity in migraine patients: a randomized controlled trial on active acupoints and inactive acupoints[J]. Plos One,2014,9(6):e99538.
- [11] Huang W, 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.
- [12] Liang P, Wang Z, Qian T, et al. Acupuncture stimulation of Taichong (Liv3) and Hegu (LI4) modulates the default mode network activity in Alzheimer's disease[J]. American Journal of Alzheimer S Disease & Other Dementias,2014,29(8):739.
- [13] 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,(5):964-966.
- [14] 唐宏图,王华,朱兵,等.地仓、合谷、后溪穴激活脑功能区相关性研究[J].中国针灸,2011,31(6):521-525.
- [15] 杨骏,李传富,张庆萍,等.合谷穴针刺周围性面瘫患者脑功能成像初步分析[J].长春中医药大学学报,2012,28(4):608-610.
- [16] Kong SP, Tan QW, Liu Y, et al. Specific Correlation between the Hegu Point (LI4) and the Orofacial Part: Evidence from an fMRI Study. Evidence-based[J]. Complementary & Alternative Medicine,2015:585493.
- [17] 许建阳,王发强,单保慈,等.针刺治疗老年性痴呆的认知能力及其脑功能成像的研究——附 10 例临床报告[J].中国中西医结合影像学杂志,2004,2(2):85-87.
- [18] Wang Z, Nie B, Li D, et al. Effect of acupuncture in mild cognitive impairment and Alzheimer disease: a functional MRI study[J]. Plos One,2012,7(8):e42730.
- [19] 段冬梅,图娅,陈利平,等.电针对抑郁症患者不同脑区的影响:磁共振研究[J].中国针灸,2009,29(2):139-144.
- [20] Harris RE, Sundgren PC, Pang Y, et al. Dynamic levels of glutamate within the insula are associated with improvements in multiple pain domains in fibromyalgia [J]. Arthritis & Rheumatism,2008,58(3):903-907.
- [21] Ko SJ, Park K, Kim J, et al. Effect of acupuncture and its influence on cerebral activity in functional dyspepsia patients: study protocol for a randomized controlled trial[J]. Trials,2016,17(1):1-12.
- [22] Eklund A, Nichols TE, Knutsson H. Cluster failure: Why fMRI inferences for spatial extent have inflated false-positive rates[J]. Proc Natl Acad Sci U S A,2016,113(28):201602413.
- [23] 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.
- [24] 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.
- [25] 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,2006,22(8):1165-1167.
- [26] 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,2004,24(4):43-45.
- [27] 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,2006,22(6):829-832.
- [28] 陈希,徐照,朱丽.后溪透合谷的解剖学基础[J].上海针灸杂志,2012,(7):530-532.
- [29] 胡霞,王华,李佳,等.左、右后溪穴激活脑功能区相关性 fMRI 比较研究[J].上海针灸杂志,2015,(12):1234-1238.
- [30] 陈婷,蔡定均,周奇志,等.生理状态下针刺“合谷”穴区对恒河猴面部肌电活动的影响[J].中国针灸,2013,33(3):241-246.
- [31] 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,(12):1575-1580.
- [32] 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.
- [33] 方继良, Hui KS Kathleen, Liu Jing,等.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.
- [34] 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.
- [35] 童基均.基于 EEG 与 fMRI 的痛觉机制与针灸镇痛研究[D].杭州:浙江大学,2008.
- [36] 刘颖.基于功能磁共振成像合谷穴与面部特异性联系的中枢机制研究[D].济南:山东中医药大学,2014.
- [37] 金贺.点按合谷穴改善中风上肢肌张力的功能磁共振研究[D].北京:北京中医药大学,2013.
- [38] Wang Z, Nie B, Li D, et al. Effect of acupuncture in mild cognitive impairment and Alzheimer disease: a functional MRI study[J]. Plos One,2012,7(8):e42730.
- [39] 田捷,秦伟,艾琳,等.基于功能磁共振的针刺机制初步研究——从问题到方法[J].首都医科大学学报,2007,28(6):683-687.

(收稿日期:2017-02-17)

(本文编辑:禹佳)