

# 针刺治疗原发性失眠的 静息态功能磁共振成像研究进展\*

苑媛<sup>1</sup>, 王敬贤<sup>1</sup>, 赵佩<sup>1</sup>, 娄睿智<sup>1</sup>, 吴越<sup>1</sup>, 范婷婷<sup>1</sup>, 黄晓靓<sup>1</sup>, 曹丹娜<sup>2△</sup>

1 黑龙江中医药大学研究生院, 黑龙江 哈尔滨 150040;

2 黑龙江中医药大学附属第一医院, 黑龙江 哈尔滨 150040

**[摘要]** 基于静息态功能磁共振成像技术,对近年来针刺治疗原发性失眠(primary insomnia,PI)脑响应及脑网络连接的研究进行综述,指出针刺主要通过作用于PI有关脑区及脑功能网络治疗PI,主要体现在针刺穴位对不同脑区的特异性激活以及对脑网络的双向调节作用。

**[关键词]** 原发性失眠;静息态功能磁共振成像;针刺;脑网络

**[中图分类号]** R256.23 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 2096-9600(2025)06-0130-04

## Research Progress in Resting State Functional Magnetic Resonance Imaging of Acupuncture Therapy for Primary Insomnia

YUAN Yuan<sup>1</sup>, WANG Jingxian<sup>1</sup>, ZHAO Pei<sup>1</sup>, LOU Ruizhi<sup>1</sup>, WU Yue<sup>1</sup>, FAN Tingting<sup>1</sup>, HUANG Xiaoliang<sup>1</sup>, CAO Danna<sup>2△</sup>

1 Graduate School, Heilongjiang University of Chinese Medicine, Harbin 150040, China;

2 First Affiliated Hospital, Heilongjiang University of Chinese Medicine, Harbin 150040, China

**Abstract** The authors summed up the studies of brain response and brain network connectivity for the treatment of primary insomnia (PI) with acupuncture in the recent years based on resting state functional magnetic resonance imaging, and it turns out that acupuncture therapy for PI is mainly by acting on PI-related brain regions and brain functional networks, principally presenting the specific activation of acupoint needling to different brain regions and the bidirectional regulation of brain networks.

**Keywords** primary insomnia; resting state functional magnetic resonance imaging; acupuncture; brain network

原发性失眠(primary insomnia,PI)是一种高发健康问题,调查表明PI在成年人中患病率高达15%<sup>[1-3]</sup>。PI无明确诱因,以不易入睡、持续睡眠障碍及总睡眠质量差等症状为主要临床表现,严重者会出现情绪失控或认知记忆障碍等疾病<sup>[4]</sup>。目前,针刺治疗PI的疗效虽已被证实,但其作用机制尚未明确<sup>[5-6]</sup>。静息态功能磁共振成像(resting-state functional magnetic resonance imaging, rs-fMRI)技术以其无创伤性、可重复性等优点,成为可视化探索针刺治疗PI中枢机制的首选方法。本研究基于rs-fMRI技术,从PI相关的异常静息态脑功能网络及针刺调控作用机制两方面对针刺治疗PI的现状进行梳理,现小结如下。

### 1 rs-fMRI的概念及原理

功能性磁共振成像(functional magnetic resonance imaging, fMRI)利用脑组织神经元受刺激后血氧水平变化(即BOLD信号改变)形成不同的脑功能成像<sup>[7]</sup>,包括任务态fMRI和rs-fMRI两种模式。任务态fMRI要求受试者在扫描过程中接受指令并执行任务,从而产生大脑效应,对研究的基线水平控制难度大,且易受任务设计的干

扰<sup>[8]</sup>;rs-fMRI不仅可获得较多数据进行多层次多方位分析,而且能反映患者基础状态下的脑功能活动<sup>[9]</sup>。rs-fMRI操作过程中患者只需保持清醒平卧,不必接受任何实验设计和指令操作,即可观测大脑内相应神经元的自发调节活动,具有简便易行、配合度高等优点。因此本研究基于rs-fMRI技术,从低频振荡振幅(amplitude of low frequency fluctuation, ALFF)分析、局部一致性(regional homogeneity, ReHo)分析、脑功能连接(functional connectivity, FC)3个方面探讨针刺治疗PI的脑效应机制<sup>[10]</sup>。

### 2 PI相关异常静息态脑功能网络

大脑内有多个静息态网络(resting state networks, RSNs),包括默认网络(default mode network, DMN)、背侧注意网络(dorsal attention network, DAN)、额顶控制网络(frontoparietal control network, FPCN)、突显网络(salience network, SN)、认知控制网络(cognitive control network, CCN)、负性情绪网络(affect network, AN)等<sup>[11]</sup>。通过总结PI静息态fMRI研究,可发现患者静息态下存在多个脑功能网络异常<sup>[12]</sup>。

**2.1 DMN** DMN维持着静息状态下大脑的部分最基本的认知活动,有监测内外环境、加工情绪、维持意识觉醒、提取情景记忆等功能<sup>[13]</sup>。角回和海马为DMN的核心脑区<sup>[14]</sup>,若海马、岛叶等脑区连接减弱,则提示PI患者存在DMN脑区内功能连接异常<sup>[15]</sup>。研究发现,DMN功能连接减低表现在前DMN和后DMN两个子系统,PI患者的过度觉醒状态可能与DMN的一些大脑区域的过度活动有关<sup>[16]</sup>。WU等<sup>[17]</sup>也验证了与失眠相关的DMN中多个子网络存在连接异常。陈冠峰等<sup>[18]</sup>利用rs-fMRI和扩散加权磁共振成像联合方法,发现健康人和失眠患者DMN与种子区的连接区域存在显著差异,这可能是PI患者出现睡眠周期紊乱的原因。此外,研究发现海马和DMN的各种节点之间更大的清醒连接与睡眠效率降低、快速动眼睡眠质量降低以及睡眠延迟增加有关<sup>[19]</sup>。

**2.2 SN** SN不仅能辨认新的刺激并识别冲突,还可实现注意分配,进行认知控制加工的初步分析。同时,有研究表明SN可调控DMN与CCN的关系,根据需要转换分配DMN和CCN的认知资源<sup>[20]</sup>。长期失眠患者的静息态脑网络中,SN的资源转换分配能力降低,导致患者认知能力下降,出现日间思睡和疲乏等症状<sup>[21]</sup>。而短期失眠患者出现不同脑区之间的连接降低,提示病程长短对失眠患者脑区的激活有一定影响<sup>[22]</sup>。王忠艳等<sup>[23]</sup>认为SN内部扣带皮层脑区的ReHo值高于正常值是因失眠过度觉醒机制所致。WANG等<sup>[24]</sup>研究发现,失眠患者SN内部分脑区之间连接增强,干扰了失眠患者的睡眠需求。另有研究发现,PI患者SN的核心脑区左侧丘脑及双侧前脑岛分数低频振幅(fractional amplitude of low-frequency fluctuation, fALFF)减少<sup>[25]</sup>,提示与失眠症状相关的岛叶皮层和与痛觉过敏的丘脑等重要脑功能网络出现了自发活动改变。

**2.3 AN** AN由接收负性刺激而激活的脑区构成,可对负性刺激进行加工,放大或管理负性情绪的影响<sup>[26]</sup>。失眠患者左侧杏仁核与前扣带回的功能连接(functional connectivity, FC)降低,提示情绪环路自上而下对杏仁核控制能力降低,增加了PI患者出现抑郁焦虑的风险<sup>[27]</sup>。武肖玲等<sup>[28]</sup>采用FC方法分析PI患者杏仁核与全脑的功能连接,发现杏仁核与多个脑区连接异常,提示AN内部活动连接异常可能是失眠患者无法克服负面情绪的原因。LIU等<sup>[25]</sup>研究发现,后脑岛活动减少与患者的抑郁程度相关,证实了AN内部多个脑区存在异常自发活动。

**2.4 DMN、SN、CCN与AN之间的关系** DONG等<sup>[16]</sup>研

究睡眠状态下PI患者大规模脑网络的功能网络连接性(functional network connectivity, FNC),发现PI患者DAN与额顶控制网络(frontal-parietal control network, FPCN)间表现出异常增强的FNC,提示PI患者异常脑网络可能出现了高度兴奋状态,这契合失眠的高度觉醒理论。LI等<sup>[14]</sup>发现失眠患者在DMN和SN之间功能连接性降低,表明SN可通过对DMN的抑制作用使DMN过度兴奋,失眠患者的负性情绪可能是由于SN和DMN之间的连接弱化导致。PANG等<sup>[29]</sup>研究发现,失眠患者的DMN与AN的核心脑区功能连接减弱。研究表明,慢性失眠患者CCN的关键节点背外侧前额叶皮层与SN的关键节点丘脑功能连接增强,说明失眠与认知功能存在相关性<sup>[30]</sup>。另有研究通过探索PI患者小世界网络的改变发现,PI患者出现聚类系数减低的异常网络属性,认为PI干扰了大脑的拓扑结构信息传输能力及DMN、DAN等网络结构<sup>[31]</sup>。秦海霞等<sup>[21]</sup>从大尺度脑网络角度发现失眠患者手部感觉运动网络与视觉网络的连接较少,从局部到整体多个层次为失眠的高度觉醒理论提供了影像学依据。

上述研究中PI患者存在DMN、AN、SN、FPN等脑网络内部及网络间的连接异常,表明网络内部连接、网络间的自发活动与PI密不可分,且失眠症状的出现与大脑存在异常脑区及与脑网络之间协同失常密切相关。但现阶段对PI的rs-fMRI的研究大多停留在部分脑区功能上,只有少部分研究基于复杂脑网络角度,缺乏全面的关于PI脑功能网络处理模式的论述,因此应进一步对PI脑功能网络的整合处理模式进行研究。

### 3 针刺对PI相关脑功能网络的调节

目前治疗PI以药物治疗为主,但长期进行药物治疗患者会出现药物依赖、副作用大等问题<sup>[32]</sup>。针刺作为一种非药物治疗手段,因其操作便捷、副作用小、安全性高等优点,在治疗不同类型失眠中均表现出一定优势<sup>[33-34]</sup>。总结近年来针刺治疗PI的研究发现,针刺穴位可激活PI相关异常脑区,发挥调制效应,从而改善脑功能<sup>[35-36]</sup>。

**3.1 常规针刺疗法** 许晓跃等<sup>[37]</sup>对29例PI患者及22例健康人员进行针刺治疗,结果发现PI患者右侧海马、右侧豆状核、双侧海马旁回DC值降低,提示PI患者有关记忆及情绪相关脑区的功能受到损伤,且DMN核心脑区DC值减低,这可能是针刺缓解PI患者不良情绪的机制之一。黄海军等<sup>[38]</sup>对PI患者进行针刺治疗后,使用ALFF方法比较观察组和对照组脑区患者相关参数变化情况,发现治疗后对照组ALFF值升高的有左侧壳核、苍白球

和尾状核,降低的有左侧楔叶、额上回、额中回,提示针刺后与失眠相关的异常脑区得到改善。既往研究采用健脑安神法针刺治疗失眠,发现治疗后患者种子区尾状核与全脑连接增强,这一研究对针刺治疗的影像学机制作出了进一步解释<sup>[39]</sup>。

**3.2 电针疗法** 赵斌等<sup>[40]</sup>采用耳甲电针疗法同时治疗PI患者双耳,观察患者脑网络功能连接差异,发现治疗前PI患者后扣带回与右侧脑岛功能连接增强,右侧脑岛是SN的关键脑区,表明失眠可能与SN内部脑区的自发活动有关;治疗后DMN所属脑区脑网络之间的连接强度上升,增强了后扣带回与楔前叶、角回、额叶、颞叶之间的功能连接,提示耳甲电针可通过即刻调节作用降低脑的兴奋性,从而发挥治疗PI的作用。何家恺等<sup>[41]</sup>应用rs-fMRI探究耳穴电针改善PI日间思睡症状的脑效应机制,证实耳穴电针通过调节DMN及改善CNN脑区活动状态发挥治疗作用。另有研究发现,择时电针治疗疗效更明显,说明针刺可缓解日间思睡症状,其通过调节睡眠昼夜节律发挥作用<sup>[42]</sup>。

**3.3 特殊选穴** 针刺不同穴位可引起特定脑区功能变化<sup>[43-44]</sup>。太冲穴是治疗失眠的效穴,针刺单侧太冲穴可激活内侧前额叶、前扣带回等脑区<sup>[45]</sup>,而这些脑区与情绪管理、行为决策密切相关<sup>[46]</sup>,提示针刺太冲穴可调节患者情绪状态,从而发挥治疗PI的作用。神门穴为心经原穴,研究发现针刺神门穴能有效缓解睡眠障碍<sup>[47-48]</sup>。蒋燕等<sup>[49]</sup>研究发现,针刺神门穴能激活与PI患者认知功能及焦虑情绪障碍有关脑区,针刺该穴能改善患者负面情绪及睡眠质量,患者头部同时存在正负激活脑区,推测穴位双向激活调整情绪与认知功能相关脑网络区域是针刺干预PI的中枢机制。

以上研究表明,不同针刺方法及选穴可作用于失眠所致的受损情绪、认知等相关脑区以及DMN、CCN、AN等脑网络功能连接,针刺对穴位发挥即刻调节作用或双向调节作用使相应脑区出现功能代偿并使其趋于正常功能状态,从而改善睡眠。

#### 4 小结

fMRI技术的普及与发展为探索PI患者脑功能网络的改变提供了影像学支持。综上所述,针刺治疗PI的调节机制是通过作用于PI有关脑区及脑功能网络来实现,主要体现在针刺穴位对不同脑区的特异性激活以及对脑网络的双向调节。但就目前研究成果看,仍存在诸多不足:1)对于针刺治疗PI的fMRI研究仍局限于脑内特定部分小网络研究,而缺乏对大脑复杂脑功能网络的整体研究;2)目前研究存在样本量小,患者年龄偏大等缺点;3)缺乏标准化针刺方案,存在疗程过短,针

刺手法及针感缺乏量化等不足;4)fMRI分析时采用的观测指标单一局限,临床试验可重复性差。

在今后的研究中,可从以下几方面开展研究:

1)重视大尺度网络及其动态性,开展多模式fMRI研究;2)增加样本量,开展纵向研究;3)标准针刺操作流程,优化治疗相关参数,采用多穴位组合并增加疗程的试验方案;4)进行多维度分析,将功能连接与结构相结合,探索异常功能连接及结构的共性和差异,推进研究的深度和广度,提高临床试验的可重复性。

#### 参考文献

- [1] 李颖,张晓阳,包飞,等. 针刺治疗原发性失眠临床疗效研究现状与分析[J]. 中国针灸,2018,38(7):793-797.
- [2] 郭新月,李想,董芳. 灸法对失眠患者心理状况及生活质量的影响[J]. 西部中医药,2024,37(9):157-160.
- [3] HILLMAN D, MITCHELL S, STRETFIELD J, et al. The economic cost of inadequate sleep[J]. Sleep, 2018, 41(8): 5025-5024.
- [4] 刘帅,张斌.《中国失眠障碍诊断和治疗指南》解读[J]. 中国现代神经疾病杂志,2017,17(9):633-638.
- [5] 李佳,田利芳,梁燕. 子午流注法对痰热型失眠合并高血压患者睡眠及血压水平的影响[J]. 西部中医药,2024,37(4):155-158.
- [6] 万思媛,周华. 常规针刺联合撤针治疗原发性失眠疗效观察[J]. 亚太传统医药,2021,17(3):69-71.
- [7] 方燕燕,赵莲萍,黄刚. 失眠障碍的神经影像学研究进展[J]. 磁共振成像,2020,11(1):62-65.
- [8] 尹涛,何昭璇,马培宏,等. 针刺功能磁共振成像研究任务设计方法述评[J]. 中华中医药学刊,2019,37(7):1657-1660.
- [9] SMITHA K A, AKHIL RAJA K, ARUN K M, et al. Resting state fMRI: a review on methods in resting state connectivity analysis and resting state networks[J]. Neuroradiol J, 2017, 30(4): 305-317.
- [10] 王钰凯,李铁,莽靖,等. 基于静息态功能磁共振的健康人与原发性失眠患者的影像学研究[J]. 中国实验诊断学, 2018, 22(11): 1976-1980.
- [11] JI J L, SPRONK M, KULKARNI K, et al. Mapping the human brain's cortical-subcortical functional network organization[J]. Neuroimage, 2019, 185: 35-57.
- [12] 王若愚,董旭,冯丽媛,等. 基于静息态功能核磁技术探讨针刺治疗原发性失眠的研究进展[J]. 针灸临床杂志, 2023, 39(8): 99-103.
- [13] CHOU K H, YANG F C, FUH J L, et al. Bout-associated intrinsic functional network changes in cluster headache: a longitudinal resting-state functional MRI study[J]. Cephalalgia, 2017, 37(12): 1152-1163.
- [14] LI C, DONG M, YIN Y, et al. Abnormal whole-brain functional connectivity in patients with primary insomnia[J]. Neuropsychiatr Dis Treat, 2017, 13: 427-435.
- [15] SUH S, KIM H, DANG VU T T, et al. Cortical thinning and altered cortico-cortical structural covariance of the default mode network in patients with persistent insomnia symptoms[J]. Sleep, 2016, 39(1): 161-171.
- [16] DONG X, QIN H, WU T, et al. Rest but busy: Aberrant resting-

- state functional connectivity of triple network model in insomnia[J]. *Brain Behav*, 2018, 8(2): 876.
- [17] WU Y, LIU M, ZENG S, et al. Abnormal topology of the structural connectome in the limbic cortico-basal-Ganglia circuit and default-mode network among primary insomnia patients[J]. *Front Neurosci*, 2018, 12: 860.
- [18] 陈冠峰, 李秀梅, 孙炳庆, 等. 基于多模态功能磁共振成像的原发性失眠研究[J]. *中国医学物理学杂志*, 2020, 37(12): 1534-1539.
- [19] REGEN W, KYLE S D, NISSEN C, et al. Objective sleep disturbances are associated with greater waking resting-state connectivity between the retrosplenial cortex/hippocampus and various nodes of the default mode network[J]. *J Psychiatry Neurosci*, 2016, 41(5): 295-303.
- [20] KHAZAIE H, VERONESE M, NOORI K, et al. Functional reorganization in obstructive sleep apnoea and insomnia: a systematic review of the resting-state fMRI[J]. *Neurosci Biobehav Rev*, 2017, 77: 219-231.
- [21] 秦海霞, 赵文瑞, 喻婧, 等. 失眠患者静息态脑网络的变化: 网络内与网络间的功能连接异常[J]. *心理科学进展*, 2019, 27(2): 289-300.
- [22] LI C, MA X, DONG M, et al. Abnormal spontaneous regional brain activity in primary insomnia: a resting-state functional magnetic resonance imaging study[J]. *Neuropsychiatr Dis Treat*, 2016, 12: 1371-1378.
- [23] 王忠艳, 霍健伟, 李俊秋, 等. 慢性原发性失眠局部一致性的静息态功能磁共振研究[J]. *医学影像学杂志*, 2020, 30(12): 2179-2182.
- [24] WANG T, LI S, JIANG G, et al. Regional homogeneity changes in patients with primary insomnia[J]. *Eur Radiol*, 2016, 26(5): 1292-1300.
- [25] LIU C H, LIU C Z, ZHANG J, et al. Reduced spontaneous neuronal activity in the insular cortex and thalamus in healthy adults with insomnia symptoms[J]. *Brain Res*, 2016, 1648(Pt A): 317-324.
- [26] SCHARNOWSKI F, NICHOLSON A A, PICHON S, et al. The role of the subgenual anterior cingulate cortex in dorsomedial prefrontal-amygdala neural circuitry during positive-social emotion regulation[J]. *Hum Brain Mapp*, 2020, 41(11): 3100-3118.
- [27] PACE-SCHOTT E F, ZIMMERMAN J P, BOTTARY R M, et al. Resting state functional connectivity in primary insomnia, generalized anxiety disorder and controls[J]. *Psychiatry Res Neuroimaging*, 2017, 265: 26-34.
- [28] 武肖玲, 李中林, 邹智, 等. 失眠患者杏仁核功能连接的静息态功能磁共振成像[J]. *中华实用诊断与治疗杂志*, 2020, 6(2): 183-187.
- [29] PANG R, ZHAN Y, ZHANG Y, et al. Aberrant functional connectivity architecture in participants with chronic insomnia disorder accompanying cognitive dysfunction: a whole-brain, data-driven analysis[J]. *Front Neurosci*, 2017, 11: 259.
- [30] LEE Y G, KIM S, KIM N, et al. Changes in subcortical resting-state functional connectivity in patients with psychophysiological insomnia after cognitive-behavioral therapy: changes in resting-state FC after CBT for insomnia patients[J]. *Neuroimage Clin*, 2018, 17: 115-123.
- [31] 黄伟康, 李志铭, 吴水天, 等. 静息态功能磁共振成像分析原发性失眠患者大脑的小世界网络[J]. *南方医科大学学报*, 2021, 41(3): 424-429.
- [32] 张蕊新, 徐莱, 张雄, 等. 针刺联合中药治疗原发性失眠的疗效和安全性[J]. *河北中医*, 2024, 46(8): 1350-1353.
- [33] 史玉珍, 梁佳念, 石钰, 等. 针刺治疗慢性荨麻疹伴发失眠患者临床疗效的真实世界研究[J]. *天津中医药*, 2025, 42(1): 27-31.
- [34] 熊思雨, 高梦, 陈静. 针灸治疗焦虑共病失眠的临床研究进展[J]. *中外医学研究*, 2025, 23(1): 181-184.
- [35] 闫海源, 邱筱娜, 刘涛涛, 等. 针刺与艾司唑仑调节原发性失眠症患者觉醒状态的差异分析[J]. *陕西中医药大学学报*, 2020, 43(3): 85-88.
- [36] 刘佳惠, 王东岩. 静息态功能磁共振成像在针刺脑效应研究中的应用进展[J]. *上海针灸杂志*, 2021, 7(11): 1390-1394.
- [37] 许晓跃, 王水, 陆儒, 等. 基于体素的静息态fMRI观察原发性失眠患者针刺治疗后全脑度中心度的改变[J]. *中山大学学报(医学科学版)*, 2017, 38(2): 296-300.
- [38] 黄海军, 王勇. 基于全脑静息态fMRI评价针刺对原发性失眠病人脑区功能的影响[J]. *中西医结合心脑血管病杂志*, 2019, 17(19): 3040-3043.
- [39] 赵婷, 徐辉, 赵腾, 等. 健脑安神法针刺治疗失眠及对磁共振脑功能成像的影响[J]. *中国针灸*, 2021, 41(7): 767-773.
- [40] 赵斌, 李亮, 张金铃, 等. 耳甲电针对原发性失眠患者脑默认网络的即刻调节作用[J]. *针刺研究*, 2019, 5(12): 884-887.
- [41] 何家恺, 王处渊, 方继良, 等. 基于静息态功能磁共振的经皮耳穴电针对原发性失眠思睡症状的脑效应机制[J]. *中华中医药杂志*, 2021, 36(8): 4637-4641.
- [42] 于连君, 常丽梅, 郭晨, 等. 电针治疗肝郁化火型慢性失眠的疗效观察及对情景记忆功能的影响[J]. *上海针灸杂志*, 2024, 43(12): 1318-1324.
- [43] 姜同菲, 郭静. 应用脑功能磁共振成像技术对经穴特异性研究概况[J]. *中华中医药杂志*, 2021, 36(8): 4820-4823.
- [44] 方继良, 荣培晶, 刘波. 现代脑功能磁共振诠释传统针刺机制[J]. *磁共振成像*, 2020, 11(2): 81-83.
- [45] 陈瑾, 肖碧银, 邱小雅, 等. 针刺太冲穴及其不同配穴对健康受试者fMRI脑功能成像的影响[J]. *中医杂志*, 2019, 60(23): 2017-2021.
- [46] LOCKWOOD P L, WITTMANN M K. Ventral anterior cingulate cortex and social decision-making[J]. *Neurosci Biobehav Rev*, 2018, 92: 187-191.
- [47] 杨宇良. 神门穴治疗失眠的机理探讨[J]. *世界最新医学信息文摘*, 2017, 17(86): 63-64.
- [48] 王宇, 林先刚. 针刺神门穴对脑功能的影响[J]. *中医药临床杂志*, 2017, 29(10): 1774-1776.
- [49] 蒋燕, 石晓花, 王钰凯, 等. 针刺干预原发性失眠患者不同脑区的任务态fMRI研究[J]. *中国实验诊断学*, 2020, 24(6): 903-906.

收稿日期: 2025-02-11

\*基金项目: 黑龙江省自然科学基金(LH2021H101); 哈尔滨市科技创新人才青年后备基金项目(2017RAQXJ180)。

作者简介: 苑媛(1994—), 女, 硕士学位。研究方向: 针刺腧穴特异性影像学研究。

△通讯作者: 曹丹娜(1980—), 女, 副主任医师。研究方向: 腧穴特异性影像学研究。Email: hljanna@126.com。