

海外对针灸作用原理研究的概述

沈惠军 Man-Chi Wong

【摘要】 本文探讨在过去 50 年间海外研究针灸作用机理的不同的理论和假说。包括局部机械传导理论、闸门控制理论、神经体液理论、形态奇异性理论和神经节段理论。对每一种理论的合理性和缺陷进行了讨论与比较,从而得出结论认为,针灸的作用机制最有可能是多种生理过程的综合。

【关键词】 针灸; 局部传导; 闸门控制理论; 神经体液; 形态奇异性; 神经节段; 神经节段针灸

【中图分类号】 R245-0 **【文献标识码】** A doi:10.3969/j.issn.1674-1749.2014.12.020

An overview of the overseas studies on the mechanism of acupuncture SHEN Hui-jun, Man-Chi Wong. Acupuncture Programme, The University of Lincoln, Lincoln, The United Kingdom
corresponding autho; SHEN Hui-jun, E-mail: huijunshen@hotmail.co.uk

【Abstract】 This article looks into different theories and hypotheses developed overseas over last five decades on how acupuncture works. They include local mechano-transduction theory, gate-control theory, neurohumoral theory, morphogenetic singularity theory and nerve segment theory. The rationality and defects of each theory is discussed with comparison. It concludes that the mechanism of acupuncture is most likely to be an integration of multiple physiological processes.

【Key words】 Acupuncture; Local transduction; Gate-control theory; Neurohumoral, Morphogenetic singularity; Nerve segment; Segmental acupuncture

自从 1972 年美国总统尼克松总统访华,西方世界对中国传统针灸的兴趣越来越浓。过去 40 余年来,大量临床研究证实针灸对许多疾病有一定疗效。基于此世界卫生组织认可和推荐针灸对许多疾病的治疗作用^[1]。然而,由于针灸的确切作用原理仍然不甚明了,生物医学界对针灸的科学证据仍然存有很大疑问。中国和其它国家的科学家们已经进行了大量的研究试图发现针灸如何起作用,在此基础上已形成了数种理论试图解释针灸的作用原理。本文综述了来自西方国家的探讨针灸原理的几个理论。

1 局部机械传导理论

这一理论是指在皮肤上的针刺引起局部的机械变形和反应,由此产生一个自愈过程。这一理论

受启发于早年对穴位电阻改变的观察。1961 年,法国医生 Niboyet^[2]发现针灸穴位比周围皮肤的电阻明显降低。针灸穴位的电阻由正常干燥皮肤电阻值 20 万~200 万 ohms 降低到 5 万 ohms。1977 年,Hyvarinen^[3]发现皮肤低电阻区的分布于中医针灸穴位的分布区域完全吻合。

Langevin 认为,针刺本身造成组织的微小侵入性“创伤”或“损害”,从而刺激机体的多项修复机制。一个研究组证实针刺运针可以促进生物机制,血管运动和神经调节对于间质性结缔组织的作用而促进组织修复^[4-5]。据认为,针刺造成局部机械变形,作为细胞对之产生的反应,产生一系列细胞和分子水平的变化,包括细胞骨架重组,细胞收缩和迁移,自分泌生长因子的释放,细胞内信号通路以及特定基因转录的细胞核蛋白质的激活,从而导致针刺附近的组织细胞外环境的改变,最终促进局部自愈。这些作用可以扩散到远处的结缔组织,因而扩散自愈过程并使作用持久^[4]。

因而,针刺像预防接种一样,造成组织的微小侵入性“创伤”,从而刺激身体的多种修复和生存机

作者单位:英国林肯大学针灸专业(沈惠军);荷兰莱顿大学医学中心内分泌科(Man-Chi Wong)

作者简介:沈惠军(1957-),硕士,英国中医药学会副会长。研究方向:中医药和针灸的国际交流和推广。E-mail: huijunshen@hotmail.co.uk

制。针灸行针以及其引起的损伤灶可以激活身体自愈机制,包括恢复自身稳态,运行修复机制,如抗炎反应,组织再生,和疼痛调节。通过简单的行针操作引起的机械信号可以产生(瀑布下游的)关联性生理治疗效果。起针之后,针刺引起的损伤灶继续刺激身体,直到损伤灶愈合^[4,6]。

然而,Melzack 和 Katz^[7]发现慢性疼痛患者的穴位和附近的对照点之间的导电性没有发现任何差异。这种现象可以用腧穴的动态特质来解释。在一个健康的人,穴位的电阻与非穴位点相同。但在一个长期患病的人,穴位以一种可预见的顺序和位置由潜伏阶段(健康组织)转化为被动阶段(易痛或敏感组织)。慢性疾病使穴位敏感区域变得越来越大,从而在局部产生高电导性和低电阻^[8]。

支持局部机械传导理论的新证据发表于 2010 年。美国的研究人员 Goldman^[9]和 Zylka^[10]认定了一个分子,可能具有控制针灸缓解疼痛的作用。在小鼠实验表明,在针刺部位附近腺苷水平有所增加。研究还发现,在耐受腺苷作用的小鼠,针灸是没有效果的。研究人员认为,这一发现可以部分解释针灸的作用原理。腺苷分子是由一个腺嘌呤分子附着在核糖糖分子组成的核苷。腺苷具有细胞保护作用,可以预防诸如缺氧,缺血造成的组织损伤。腺苷还具有抗炎特性,被认为是天然的止痛剂,还能对心脏起保护作用及抑制中枢神经系统^[11]。

2 门控制理论

针灸通过在脊髓产生一种竞争性刺激从而阻止疼痛信号传导到大脑。疼痛信号通过脊髓传输到大脑皮质(见图 1)感应区的。疼痛信号由组织传送到脊髓的途径是通过细的神经被称为 C-纤维神经。而针灸刺激传递到大脑是与疼痛传导不同的途径。针刺对皮肤和肌肉的刺激被转换成一个脉冲,由较粗的神经—有髓 A δ 纤维发送。因此,针刺穴位会导致与疼痛刺激不同的感觉,例如温暖,沉重,刺痛的感觉。此外,这些感觉往往伴随着身体和精神的放松。

门控制理论首次由 Melzack^[12]和 Wall^[13]于 1960 年代提出,用于解释疼痛信号传输通过脊髓到大脑感觉皮层以及在脊髓部位的一种控制机制。该理论认为在脊髓胶质内的“守门人”控制让冲动通过与否。该理论在 1970 年代开始用于解释针灸

的镇痛作用^[14]。皮肤的疼痛信号通过细神经,所谓的 C-纤维传送到脊髓,而针灸刺激以与疼痛传导不同的方式途径传导至大脑。针刺在皮肤和肌肉的刺激转化为一种冲动,其传送沿较粗神经,有髓 A δ 纤维。因此,针刺穴位引起了不同的感觉,例如:温暖的,沉重,刺痛的感觉,不只有疼痛刺激,这些感觉往往伴随着身体和精神放松。守门人可以被针灸行针所激活和警醒,刺激脊髓中脑啡肽和强啡肽的产生,从而阻止疼痛。针灸刺激诱导沿 A δ 纤维的冲动像火车一样向上传递,促使脑垂体分泌 β -内啡肽进入血液,能缓解疼痛。这种激素全身蔓延,产生舒适的感觉减少疼痛。实验表明小鼠降低 β -内啡肽受体表达^[15],和家兔给予 β -内啡肽抗体用药^[16],其对针灸的镇痛作用会变得较不敏感。

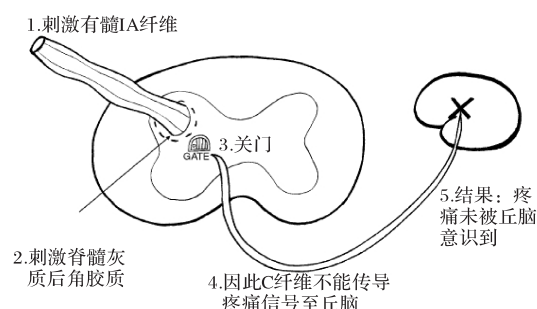


图 1 门控制理论

3 神经激素(体液)理论

针灸可以刺激中枢神经不同神经化学物质的释放,从而引起镇痛和全身放松的作用。在西方一直存在着针灸是否仅仅是安慰剂作用的争论。数个人体和动物的疼痛研究显示针灸优于安慰剂^[17-20]。真正穴位上的针刺才可以实现镇痛,非穴位的针刺不起作用^[21]。针刺的镇痛作用可被一种鸦片拮抗剂 naloxon 所阻断,这就意味着,针刺的作用可能基于一定程度上刺激内源性镇痛物质^[22-23]。

3.1 对中枢神经内源性镇痛阿片类物质的作用

该神经体液理论在 1980 年代引入,是最有名的描述针灸作用机理的理论^[24]。生理实验显示,针灸激活了一系列生物过程导致中枢神经释放内源性阿片类止痛物质,如内啡肽、脑啡肽、强啡肽,这些成分协调和缓解传导通路中的疼痛信号。影像学研究证实边缘系统在针灸镇痛中起着很重要的作用^[25]。其他神经递质如羟色胺和去甲肾上腺素,则是在神经连接点突触释放的^[26]。

21 世纪的新研究发现了看得见的证据。针刺

镇痛的阳电子发射断层扫描(positron emission tomography, PET)和功能核磁共振(functional magnetic resonance imaging, fMRI)的结合研究等功能神经影像学研究表明^[27],大脑中的侧向网络与疼痛知觉感官方面有关而内侧网络与情感方面有关。阿片受体的最高浓度在于大脑内侧网络。有力证据表明内源性阿片类物质是疼痛和镇痛的关键所在。采用结合的多式联运成像的方法研究针灸,研究组发现在前额皮质,桥脑和庞氏区域的 fMRI 信号的变化,和在内侧前额叶皮质,岛叶,丘脑,和前扣带皮质区域 PET 信号的变化。这些发现包括在外侧和内侧疼痛网络的大脑区域。

Siedentopf 等^[28]报道对健康受体采用激光针灸刺激至阴穴, fMRI 显示大脑视觉区活性增加。在另一实验中, Wu 等^[29]用 fMRI 检测电针刺激阳陵泉对脑部的作用,结果显示下丘脑多个区域的高活性。1998 年引入一个新概念问题^[30],认为大脑仍是研讨针灸对脏器作用的“遗失的一环”(见图 2)。大量 fMRI 研究的实验资料显示针刺穴位对大脑的作用。另外,大脑的不同区域支配特定的脏器功能。由此产生的概念是,针灸刺激能激活大脑皮层的特定功能区,因而影响脏器的功能。

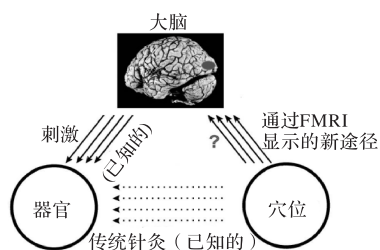


图2 穴位、大脑与脏器的关系

3.2 突触后抑制

除了影响脊髓中鸦片类物质生产,针灸也影响大脑中的过程(见图3)。针刺刺激传导至中脑导水管周围灰质内的雷夫核,在脑啡肽的存在下,作用产生羟色胺。雷夫核的去抑制引起冲动下传到脊髓中的部位,即疼痛信号首先进入的地方,从而引发羟色胺和去甲肾上腺素的释放来进一步缓和疼痛刺激,这就是所谓的突触后抑制^[31]。

这种负反馈原理也发生在剧烈疼痛的情况下,如在战争期间损失的肢体。针刺脉冲刺激这一通道和阻止疼痛的感觉,这样,身体保护了极端严重的压力和痛苦的情况下的自身,使之得以生存^[31]。在脊髓中,疼痛信号被脊髓后角中的细胞接受,并沿着脊髓的通路上传到脑高级中枢。丘脑和大

脑皮层正是感受对疼痛的有意识的知觉的部位。另一方面,由脑部向下的通路可以减轻甚至消除某些类型的疼痛。针刺阿是穴对脊髓水平和脑(中脑、垂体、下丘脑)具有有益的作用,而远端穴位主要影响大脑和引起全身性的镇痛作用^[32-33]。因此,阿是穴和远端穴位得以协同作用以缓解疼痛。

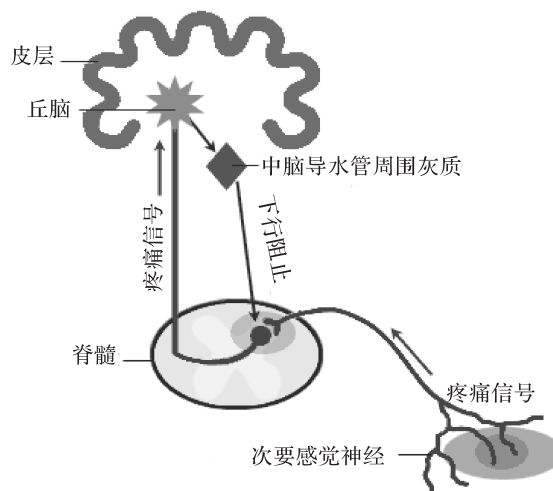


图3 脊髓和大脑之间的疼痛传导通路

3.3 对自主神经系统的作用

多个研究显示针灸能抑制交感神经,兴奋副交感神经^[34-36]。一氧化氮(nitric oxide, NO)是所有神经递质中最小的分子,由 NO 合成酶(nitric oxide synthetases, NOS)作用下而产生。对大鼠电针刺激足三里,可以引起大脑中 NOS 的释放,从而提高脑中 NO 浓度^[8]。大脑孤束核中较高浓度的 NO,能降低体内交感神经的活性,因此降血压。所以,足三里的降血压作用,可以通过其对脑中 NOS 的影响从而促进产生 NO 来解释。在大鼠的疼痛实验中,给予电针足三里,鼠尾暴露在热的时间和动物轻弹尾巴远离热的记录,显示可以引起镇痛效应^[33]。同时,一氧化氮被发现在针刺作用机制中发挥了作用^[37]。在大鼠皮肤穴位的去甲肾上腺素的浓度高于正常的皮肤,一氧化氮刺激针灸穴位处的去甲肾上腺素释放。当给予一氧化氮合成酶抑制剂时,一氧化氮的产生被阻止而去甲肾上腺素的浓度被降低。

下丘脑—垂体—肾上腺轴(hypothalamic-pituitary-adrenal axis, HPA)和交感神经系统(sympathetic nerve system, SNS)的应激激素的相互作用在应激反应中是至关重要的。由 Eshkevari^[38]带领的课题组最新发表的研究报告,电针(electro-acupuncture,

EA) 穴位足三里 ST36 (EAS_t36) 大鼠表现与寒冷引起的应激大鼠相比周围 HPA 激素 (Adrenocorticotrophic hormone, ACTH) 的显著降低。这些作用与 EAS_t36 动物大脑中的促肾上腺皮质激素释放激素 (corticotropin-releasing hormone, CRH) 水平显著减少相一致, 而 EA 对外周和肾上腺的 SNS 激素 (去甲肾上腺素和神经肽 Y) 没有影响。研究还表明, EAS_t36 能有效地防止应激引起的肾上腺神经肽 Y 和 mRNA 的增高。这些结果表明电针刺刺激足三里能阻止慢性应激诱导的 HPA 轴和交感神经神经肽 Y 途径的增高, 这可能是针刺特殊的应激缓解效应的一个作用机制。

4 形态生成奇异性理论

针灸穴位和经络起源于胚胎发育过程中的某个“组织中心”。什么是针灸的独特之处? 按照传统中医理论, 针灸不仅可以缓解疼痛, 它也可以 (双向性的) 调节和纠正其它体内活动。这是通过经络从穴位传播到内部器官来实现的。而正统神经刺激通常是单向性作用。例如, 刺激副交感迷走神经可减慢心率, 阿片类药物可抑制肠道蠕动。然而, 针刺内关对心动过缓有加速作用, 而对心动过速有减速作用。针刺足三里能抑制肠道蠕动的亢进 (如腹泻), 并刺激功能减退 (如便秘)^[39]。

此外, 神经体液理论并没有给出对穴位的定位与经络的存在的解释, 因为它们与神经系统的解剖位置并不吻合。再者, 耳朵没有与脊髓相连的重要神经, 但它却具有最高的穴位密度。研究表明, 心肌梗死患者当收到在耳穴神门穴位按摩时感到焦虑减轻^[40]。类似的作用也在心力衰竭患者中被观察到^[41]。

“形态生成奇异性理论”可以解释针灸的这些作用。这一理论的基本思想是, 穴位及经络是胚胎中的第一个生理信息系统——生长控制系统的残余。这一生长控制系统与遗传印记一道发挥作用, 指挥胚胎发育。由于每一个细胞都有它自己的位置, 在成长中的胎儿的功能, 细胞之间的沟通是必要的。在胚胎细胞增殖过程中, 由于细胞之间的距离不断增加, 细胞之间的沟通越来越不畅。当达到一个临界距离, 两组细胞群便形成, 而它们协调周围细胞的生长。这些细胞群被称为“组织中心”, 由其确定了其它细胞的分化^[42-43]。

针灸穴位和“组织中心”有许多相似之处: 例如

许多间隙连接的存在, 低电阻高电导性的特征等。按此理论, 穴位起源于“组织中心”并分布在身体的相似部位, 它们的工作网 (连接胶原纤维) 反映在经络系统。

许多人认为经络只是想像中的, 但它们可能确实存在^[44]。许多研究者^[45-47]观察到, 由穴位注入放射活性物可使经络变成肉眼可见。相反, 在非穴位区注入放射活性物, 仅仅在注射区局部显示小范围的模糊印记。随后, 红外测量也用于经络系统可视化研究^[48]。甚至没有实验干预, 线性皮疹可沿经络的途径中可见。例如英国的皮肤科医生, 形容他追踪病人皮肤的红色线条的观察符合肾经和心包经^[49]。

在发育生物学上的相位梯度模型的基础上, 许多组织中心是位于人体表面曲率极值点, 如局部最凸点或最凹点^[43, 50]。同样, 几乎所有的身体表面曲率极值点都是针灸穴位。例如, 凸点穴位包括: 十宣、气端、乳中、冲阳、厉兑、隐白、血海、京门、印堂; 凹点穴位包括: 膻中、涌泉、阳溪、尺泽、列缺、经渠、鱼际、听宫、耳门、风池、环跳、委中、极泉、颧髻、睛明、神阙、犊鼻。

微系统针灸 (micro-system acupuncture) 例如耳针、头针、手针、以及足底反射区疗法, 也是形态生成奇异性理论的很好实例。

5 神经节段理论

由于针灸穴位经常位于靠近主要神经躯干的不同节段, 针刺的作用可以影响到该神经支配的组织器官。传统中医针灸中五脏六腑的背腧穴与现代医学神经节段的分布有密切联系。基于神经节段分布的知识, 西方医学针灸师采用在脊髓的不同节段的背腧穴, 有时也用募穴和华佗夹脊穴, 参照西医自主神经和躯体神经的节段分布, 针刺不同穴位以治疗相应器官的病变^[51-52]。例如, 为治疗内脏病变如膀胱或肠道功能异常, 他们趋于选用支配该脏器的自主神经节段附近的穴位行针刺; 要治疗全身性疾病, 例如失眠、乏力、抑郁、或焦虑, 他们常常选用 T₁ 至 L₂ 节段交感神经根附近的相应背腧穴, 还可以选用支配相应器官的神经节段分布区域内的募穴。

节段针灸流派结合了传统针灸穴位和针法技术与现代神经学对周围躯体和自主神经的解剖分布的认识^[51]。不同脊髓节段的背腧穴和募穴的应

用治疗不同的脏器病变可以收到良好疗效。例如治疗膀胱疾患,可以针刺 S2~4 水平的背膂穴刺激以下三组神经从而起到多方面治疗作用:内脏传入神经传递膀胱胀满的信息,副交感传出神经导致逼尿肌的收缩和尿道内括约肌的舒张,以及躯体传出神经引起尿道外括约肌和盆腔底部肌肉的收缩^[52]。

6 各种理论的比较

就西方对针灸作用原理的研究来看,以上每一种理论都能说明一些问题,然而没有一种理论能够说明全部问题。因此,目前尚不能下结论。见表 1。

表 1 针灸作用原理的各种理论和假说的比较

	长处	弱点
局部机械传导理论	合理,最易于理解,有较多现代医学的证据	研究结果尚不一致,有些结论尚不成熟,对针灸镇痛说服力不足
门控制理论	对于针灸镇痛很有说服力,有神经解剖学某些证据	无法解释针灸的其它功用
神经激素理论	分子水平疼痛神经生理,有可视性证据支持	主要适用于针灸镇痛,无法解释穴位经络和针灸双向调节作用
形态生成单一性理论	提供针灸的形态学基础,部分解释穴位经络的物质基础及双向调节作用原理	现代医学证据尚弱,神经解剖结构无支持依据,仍限于假说阶段
神经节段理论	有明确解剖学证据支持,与现代神经医学最为吻合	仅限于特定穴位和经络,无法应用于四肢的经穴,适应症受限

这些理论的综合有可能最接近真相,即针灸的作用原理很可能是复杂的多因素起作用的机制,包含上述的多种作用途径。针灸治疗不同的疾病时,某一种或一种以上的机制可能起着主要作用,而其它的机制也许并不介入或处于休止状态。生命科学仍然充满神奇,如果有一天人们能够发现针灸的真正作用原理,这也许会开创一个新的至今仍然不为人知的生命科学。

参 考 文 献

- [1] WHO. A proposed standard international acupuncture nomenclature; report of a WHO scientific group[R]. Geneva,1991;27.
- [2] Niboyet J. Etude sur la moindre resistance cutanee a l electricite des certains points de la peau dits 'points Chinois'. Bull de la Soc d Acupuncture[J],1961,39(16):19-88.
- [3] Hyvarinen. Low-resistance skin points that may coincide with acupuncture loci[J]. Med Biol, 1977,55(2):88-94.
- [4] Langevin. Mechanical signaling through connective tissue; a mechanism for the therapeutic effect of acupuncture[J]. FASEB J, 2001,15(12):2275-2282.
- [5] Langevin. Evidence of Connective Tissue Involvement in Acupuncture[J]. FASEB J, 2002,16(8):872-874.
- [6] Langevin. Subcutaneous tissue fibroblast cytoskeletal remodeling induced by acupuncture: Evidence for a mechanotransduction-based mechanism[J]. Journal of Cell PhysI, 2006,207(3):767-774.
- [7] Melzack R, Katz J. Auriculotherapy fails to relieve chronic pain[J]. JAMA, 1984,251(8):1041-1043.
- [8] Ma. Responses of neuronal nitric oxide synthase expression in the brainstem to electroacupuncture Zusanli (ST 36) in rats[J]. Brain Res, 2005,1037(1-2):70-77.
- [9] Goldman N, Chen M, Fujita T, et al. Adenosine A1 receptors mediate local anti-nociceptive effects of acupuncture[J]. Nature Neuroscience,2010,13(7):883-888.
- [10] Zylka M. Needling adenosine receptors for pain relief Nature[J]. Neuroscience,2010,13(7):783-784.
- [11] Haskó G, Linden J, Cronstein B, et al. Adenosine receptors; therapeutic aspects for inflammatory and immune diseases"[J]. Nat Rev Drug Discov ,2008,7(9):759-770.
- [12] Melzack R. Pain mechanisms: a new theory[J]. Science, 1965,150(3699):171-179.
- [13] Wall P. D. The gate control theory of pain mechanisms[J]. Brain,1978,101(1):1-18.
- [14] Melzack R. Trigger points and acupuncture points for pain: correlations and implications[J]. Pain, 1977,3(1):3-23.
- [15] Peets. CXBX mice deficient in opiate receptors show poor electroacupuncture analgesia [J]. Nature, 1978, 273 (5664):675-676.
- [16] Xie GX, Han JS, Höllt V. Electroanalgesia blocked by microinjection of anti-beta-endorphin anti-serum into periaqueductal grey of the rabbit[J]. Int J Neurosci,1983,18(3-4):287-291.
- [17] Vincent CA, Richardson PH. The evaluation of therapeutic acupuncture: Concepts and methods[J]. Pain,1986,24(1):1-13.
- [18] Pomerantz. Naloxon blocks acupuncture analgesia and causes hyperalgesia: Endorphin is implicated [J]. Life Sci, 1976:1757-1762.
- [19] Chan. Suppression of polysynaptic reflex by electroacupuncture and a possible underlying presynaptic mechanism in the spinal cord of the cat[J]. Exp Neurol, 1975,48(2):336-342.
- [20] Chen. Electroacupuncture elevates blood cortisol levels in naive horses; Sham treatment has no effect[J]. Int J Neurosci,1980,10(2-3):95-97.
- [21] Brockhaus. Hypalgesic efficacy of acupuncture on experimental pain in men. Comparison of laser acupuncture and needle acupuncture[J]. Pain, 1990,43(2):181-185.
- [22] Goldstein. Failure of the opiate antagonist naloxone to modify

- hypnotic analgesia[J]. *Proc Natl Acad Sci*, 1975,72(6):2041-2043.
- [23] Mayer. Antagonism of acupuncture analgesia in man by the narcotic antagonist naloxone [J]. *Brain Res*, 1977, 121 (2): 196-204.
- [24] Dhond RP, Kettner N, Napadow V. Do the Neural Correlates of Acupuncture and Placebo Effects Differ[J]. *Pain*, 2007,128(1-2): 8-12.
- [25] Wang S. Acupuncture Analgesia: I. The Scientific Basis[J]. *Anaesthesia & Analgesia*, 2008,106(2):602-610.
- [26] Cabyoglu. The mechanism of acupuncture and clinical applications[J]. *Int J Neurosci*, 2006,116(2):115-125.
- [27] Darin D, Dougherty, Jian Kong, et al. A combined [11C]diprenorphine PET study and fMRI study of acupuncture analgesia[J]. *Behavioural Brain Research*,2008,193(1):63-68.
- [28] Siedentopf CM1, Golaszewski SM, Mottaghy FM, et al. Functional magnetic resonance imaging detects activation of the visual association cortex during laser acupuncture of the foot in humans[J]. *Neurosci Lett*,2002,327(1): 53-56.
- [29] Wu MT1, Sheen JM, Chuang KH, et al. Neuronal specificity of acupuncture response: a fMRI study with electroacupuncture[J]. *Neuroimage*, 2002,16(4):1028-1037.
- [30] Cho ZH, Chung SC, Jones JP, et al. New findings of the correlation between acupoints and corresponding brain cortices using functional MRI [J]. *Proc Natl Acad Sci*, 1998, 103 (27): 2670-2673.
- [31] Stux G, Hammerschlag R. Clinical acupuncture, Scientific basis [M]. Berlin: Springer-Verlag,2001:29-50.
- [32] Teitelbaum. Osteopathic vertebral manipulation and acupuncture treatment using Front Mu And Back Shu points[J]. *Medical Acupuncture*, 2000:36-37.
- [33] de Medeiros MA, Canteras NS, Suchecki D, et al. Analgesia and c-Fos expression in the periaqueductal gray induced by electroacupuncture at the Zusanli point in rats[J]. *Brain Res*, 2003,973(2):196-204.
- [34] Nishijo K, Mori H, Yosikawa K, et al. Decreased heart rate by acupuncture stimulation in humans via facilitation of cardiac vagal activity and suppression of cardiac sympathetic nerve[J]. *Neurosci Lett*, 1997,227(3):165-168.
- [35] Sugiyama, Xue YX, Mano T. Transient increase in human muscle sympathetic nerve activity during manual acupuncture[J]. *Jpn J Physiol*,1995,45(2):337-345.
- [36] Sakai S, Hori E, Umeno K, et al. Specific acupuncture sensation correlates with EEGs and autonomic changes in human subjects[J]. *Auton Neurosci*,2007,133(2):158-169.
- [37] Chen JX, Ibe BO, Ma SX. Nitric oxide modulation of norepinephrine production in acupuncture points[J]. *Life Sci*,2006,79(23):2157-2164.
- [38] Eshkevari L, Permaul E, Mulroney SE. Acupuncture Blocks Cold Stress Induced Increase in Hypothalamus-Pituitary-Adrenal Axis in Rat[J]. *J Endocrinol*, 2013,217(1):95-104.
- [39] Li Y1, Tougas G, Chiverton SG, et al. The effect of acupuncture on gastrointestinal function and disorders[J]. *Am J Gastroenterol*,1992,87(10):1372-1381.
- [40] Kober A1, Scheck T, Schubert B, et al. Auricular acupressure as a treatment for anxiety in prehospital transport settings[J]. *Anesthesiology*,2003,98(6):1328-1332.
- [41] Middlekauff HR, Hui K, Yu JL, et al. Acupuncture inhibits sympathetic activation during mental stress in advanced heart failure patients[J]. *J Card Fail*, 2002,8(6):399-406.
- [42] Shang. Singular point, organising center and acupuncture point [J]. *Am J Chin Med*,1989,17(3-4):119-127.
- [43] Shang. Electrophysiology of growth control and acupuncture[J]. *Life Sci*, 2001,68(12):1333-1342.
- [44] Ahn AC, Wu J, Badger GJ, et al. Electrical impedance along connective tissue planes associated with acupuncture meridians [J]. *BMC Complement Altern Med*, 2005,(5):10.
- [45] Vernejoul. Isotopic approach to the visualization of acupuncture meridians[J]. *Agressologie*, 1984, 25(10):1107-1111.
- [46] Meng. Radioisotope in y-scinti photographic technique to inspect the twelve meridian transmissions in normal human body[J]. *Acupuncture Research*,1989,S4:1.
- [47] Kovacs. Experimental study on radioactive pathways of hypodermically injected technetium-99m[J]. *J Nucl Med*,1992,33(3):403-407.
- [48] Liu. Objective research of propagated sensation along meridian: using infrared photographic change of propagated sensation along meridian in upper extremities[C] // National Meridian Conference, Chengdu,1988.
- [49] James. Linear skin rashes and the meridians of acupuncture[J]. *The European Journal of Oriental Medicine*, 1993,1(1):42-46.
- [50] Goodwin. A phase-shift model for the spatial and temporal organization of developing systems[J]. *Journal of Theoretical Biology*, 1969,25(1):49-107.
- [51] Filshie J, White A. Medical Acupuncture: a Western Scientific Approach[M]. Edinburgh:Churchill Livingstone, 1998:5-18.
- [52] Hopwood V, Donnellan C. Acupuncture in neurological conditions[M]. Edinburgh:Churchill Livingstone, 2010:198-213.

(收稿日期:2014-10-01)

(本文编辑:秦楠)