DOI:10.16262/j.cnki.1000-8217.2013.05.008

·成果简介·

中国与瑞典科学家联手破解循经感传现象之谜

张维波[1] 荣培晶[1,2] 赵 晏[3] 韩立炜[4]

(1 中国中医科学院针灸研究所，北京 100700;2 国家自然科学基金委员会国际合作局，北京 100085;
3 西安交通大学医学院，西安 710049;4 国家自然科学基金委员会医学科学部，北京 100085)

[关键词] 循经感传现象,容积传输,组织液通道,经络,针刺

循经感传现象是刺激穴位后沿经脉路线出现的感觉敏感现象,这个现象与早就为我们祖先所知而今天却被大多数人忽略的经络有关,古代医学家称之为“得气”,《内经》明文记载:“中气穴,则针游于巷”,现在则称为循经感传现象。在最新一期的《中国结合医学杂志》英文版中,中国中医科学院针灸研究所与西安交通大学医学院和瑞典卡罗琳斯卡医学院共同署名发表了题为“用外周组织的容积传输理解循经感传现象”的长篇特约文章[1],介绍了他们运用国际上最新形成的容积传输理论,结合国内经络研究的多项成果,对循经感传现象进行科学阐释。

1 关于循经感传现象

20世纪70年代以前,国内外由于刺激穴位而引起的上述经络感传现象有文字资料记载者已有近百例,例如日本的长滨善夫对一例经络敏感人的循经感传现象做过详细的描述,我国的陈克勤对2例循经感传现象做过观察。但作为一项专题对这一现象在人群中的分布及其特性等规律性的研究工作,则始自中国人民解放军309医院所领导的经络研究协作组。这个协作组从北京和保定的4个单位随机选定的1000人为普查对象,年龄在15—60岁之间,包括工人、军人、学生等不同职业的正常人与患者。方法是以低频脉冲电(每秒4—5次)刺激十二经井穴,根据经络感传现象循行的距离,定为4种类型:不敏感型、稍敏感型、较敏感型和敏感型,后3种有一定循经感传现象的人群比例为18.3%,这些人也被称为经络敏感人[2],是对经络比较敏感的一类人群,通常他们接受针灸治疗的效果会更明显一些。

虽然不是所有的人都对经络敏感,但循经感传现象仍然是证明经脉存在的重要证据,后来的隐性循经感传研究(电刺激加机械叩击)证明,93%以上的人都具有隐性的循经感传现象,不同年龄、性别之间没有显著性差异,另外,在循经感传的敏感线上,还具有低电阻等特性[3],说明经络现象在人群中具有普遍性,只不过主观上对经络的感觉敏感程度因人而异罢了。50多年来,中外学者对循经感传现象进行了大量研究,发现循经感传可沿体表经脉路线跨越多个神经节段,连续纵向移动,比神经和血流的速度要慢很多,约每秒数厘米;其感觉的移动可因经脉线上的一个机械压迫或注射生理盐水和局部降温而停止;当某处有病时,感觉可偏离原来的传导部位,改向病灶方向移动,这些特性被称为循经感传的循经性、慢速性、可阻断性和趋病性,循经感传的这些特性很难用现有的生物学知识进行解释。围绕循经感传的产生机制,科学家们提出了不少假说,但都不能满意地解释该现象。著名经络学家,“八五”国家经络攀登计划首席科学家胡翔龙教授在研究了大量循经感传现象特别是循经感传的可阻断特性之后,提出循经感传现象是外周一种可移动的东西刺激了感觉神经末梢所致,称为循经感传的外周动因说,但因为当时没有国外相关研究的信息和手段,这个移动的、可诱发感觉的介质到底是什么,还没有找到具体的答案,但胡教授敏锐地指出:“如果说经络研究对现代医学和神经生物学有什么冲击的话,经络阻滞现象就是其中一个浪头”[4],他的预言被容积传输的发现所应验了。

本文于2013年7月3日收到.

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2　关于容积传输理论

容积传输(Volume transmission,VT)是发生在细胞外液和脑脊液中的广泛传播的细胞通讯方式，是意大利的 Agnati 和瑞典的 Fuxe 两位教授在 1986 年的《北欧生理学》杂志上正式提出来的[5]，其早期思想可追溯到 20 世纪 60 年代 Fuxe 教授在脑中发现的单胺类神经元。Fuxe 等人发现，脑内一些单胺类神经元的递质可从突触和非突触部位漏出到细胞外，在细胞外液或脑脊液中传输，进而对远隔部位的神经元活动产生调节作用，这种与神经纤维和突触传输不同的神经细胞通讯方式被命名为容积传输，而通过神经纤维和神经突触的传输方式被 Fuxe 等人称为布(有)线传输(Wired transmission)。与经典的布线传输相比较，容积传输的速度较慢，作用范围大，专一性低，涉及的细胞类型和分子类型更多。由于容积传输发生在细胞外液中，细胞外基质结构和细胞外液的流动方式对容积传输有着很大的影响，另外，浓度梯度、电场梯度、温度梯度和压力梯度等物理因素是容积传输的动力来源，因此自身的能量消耗较低。容积传输有 3 种形式：短距离的突触外容积传输、长距离的容积传输和游荡型(囊泡)的容积传输，后两种传输可达到毫米以上的距离，作用于其他的神经末梢，动脉搏动形成的潮汐式的压力波以及血管和神经束周围的间隙等与容积传输也有密切的关系[6]。

围绕容积传输的发现，西方学者们已经发表了上百篇文章，并且在最近的《脑研究评论》(*Brain Research Review*)和《神经生物学进展》(*Progress in Neurobiology*)两个重要的国际刊物上发表了大篇幅的综述性文章，被认为是继高尔基(Golgi)建立神经元学说和谢灵顿(Sherrington)发现神经突触作用后神经科学的第 3 次重大进展[7,8]。然而，上述研究都是在中枢神经系统中进行的，外周组织的神经细胞之间是否也具有类似形式的信息通讯呢？

3　外周神经末梢之间的容积传输

围绕着循经感传现象的产生机制，我国学者提出了多种假说，其中西安交通大学医学院的张保真教授在 1984 年(比提出容积传输学说的 1986 年还早 2 年)提出了解释循经感传现象的轴突反射接力说[9]。他认为，针刺可通过轴突反射使感觉神经末梢释放 P 物质，它在组织中移动一段距离后，可作用于附近的肥大细胞，使之释放组织胺，组织胺进一步扩散后可作用于下一个神经末梢，形成新的神经兴奋和轴突反射，再释放新的 P 物质和组织胺并进一步扩散，从而构成刺激信号的接力性传递，将刺激后的感觉和针刺效应传向循经的远隔部位，产生循经感传和循经的针刺效应。20 世纪 90 年代以来，西安交通大学医学院的赵晏教授等人在国家自然科学基金(30600219、30772705)2 个项目的资助下，沿着该思路对外周神经末梢之间传递的递质和受体类型进行了一系列的深入研究，证明除了 P 物质和组织胺之外，还有降钙素基因相关肽(CGRP)、神经激肽(NKA)、谷氨酸(GLA)等多种递质参与了针刺信号的循经传递，这种传递发生在突触之外，可跨越多个神经节段，他们的文章已在《脑研究》(*Brain Research*)[10]、《脑研究通报》(*Brain Res Bull*)[11]等重要的国际刊物上发表。然而，为什么化学信号会沿着经脉的路线移动，这其中难道有一个管道吗？

4　经络的低流阻组织液通道研究

由于以往的形态学研究没有在经脉线上发现过任何管道性的组织，到底是什么约束着物质的流动？它不正是一种像海流的运动不需要管道的流动吗？《黄帝内经》，所说的“若雾露之溉”的营卫之气非常类似于人体的组织液，而组织液的流动是在组织的间隙中进行的，类似于没有固定边界的海流和地下水的流动形式，《内经》形象地比喻为“地有泉脉，人有卫气”。组织液从毛细血管渗透到组织间隙中，在经脉低流阻(即对液体流动的阻力较低)的条件下，可形成向经脉的运动和沿经脉的流动，又根据 Fick 扩散定律，这两种流动可对经脉中的化学物质构成一定的约束和主动运输，经络的这一流体力学模型恰好解决了化学物质为什么会沿经脉路线移动的难题。为了证明经脉的低流阻特性，在国家自然科学基金青年基金项目(39100141)资助下，经过初步的方法学摸索，确立了测量经脉组织渗透性和组织液压的研究路线，并在此基础上获得了第 2 个国家自然科学基金项目(39470873)。在该项基金项目的资助下，改进实验方法，终于建立了连续在体测量生物组织流阻的实验装置和适合于经络研究的小型猪动物模型，从而发现了作为经络实质之一的循经低流阻通道。在此后的国家自然科学基金项目(30572307,30840101,81173206)和科技部两个项目的资助下，进一步研究了该通道的生物学功能，发现它具有传导水液、葡萄糖和生物活性物质的能力，在该通道进行药物注射，药效更明显，用注射凝胶的方法堵塞该通道可引起痛阈降低和胃肠臌气的病理现

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

象，初步证明了中医“不通则痛”以及胃经“腹胀”病候的描述[12]。

在国家自然科学基金的持续资助下，循经低流阻通道研究成果终于在2008年和2010年分获两项国际针灸经络研究大奖——舍岩奖和最佳科学引文奖。

5 东西方科学研究的对接

此项研究引起了时任针灸经络评奖委员会主席的瑞典科学家Fuxe教授的高度关注，经过多次反复的交流与讨论，终于完成了东西方科学研究的一次对接。将容积传输原理运用于外周组织，结合在外周组织中发现的突触外神经传递和低流阻组织液通道，一个解释循经感传现象的机制形成了：针灸等刺激通过感觉神经的轴突反射，可在末梢释放P物质以及通过刺激肥大细胞释放组织胺等生物活性物质，这些物质均存在于组织液中，以容积传输的方式传播，除了一般的浓度扩散之外，还受组织液流动的约束和输运，产生循经的长距离迁移，作用于远端的组织，在进一步刺激了其他感觉神经末梢后，其信号传入大脑的感觉中枢，便形成了循经感传现象。因此，循经感传的运动速度与化学物质在组织液中的移动速度相近，远低于以环形电流形式移动的神经动作电位，也大大低于在心脏高压驱动下，血液在血管中的流动；当在这一运动路线上施加一个机械压迫时，允许组织液流动的组织间隙被压缩，组织液的流动减弱或停止，刺激产生循经感传的化学物质的移动也随之阻滞，表现出循经感传被阻断的现象。一个病灶区域通常有一定的炎性渗出，其组织液较多，阻力相对较低，可使化学物质向着阻力低的病灶部位移动，出现感传趋于病灶的现象。在化学物质移动的同时，沿途的毛细血管受P物质和组织胺等分子的刺激而扩张，组织液的滤出增加，间质阻力进一步降低，相当于开通了一条由主干线通向病灶的通路，引导病理性物质通过经络系统迅速地清除，从而达到治疗的作用。对于某些人，神经末梢释放的P物质和肥大细胞释放的组织胺较多，而经络通道的传输能力也较好，故刺激信号可通过神经反射和组织液容积传输两种形式交替接力地传递，使循经感传的距离进一步延长，这就是在经络敏感人身上出现的情况。

6 结束语

在中国和瑞典两国科学家的共同努力下，一个困扰了学术界40多年的中医经络现象终于得到了合理的解释。更为重要的是，容积传输作为一种新的信息传递模式，有助于理解针灸临床和经络研究中发现的各种现象和规律，并能够协调神经和体液、体液和结缔组织之间的复杂相互关系，为研究中医气血经络的实质和针灸的治疗原理开辟了一片新天地。

参考文献

[1] Zhang WB, Zhao Y, Fuxe K. Understanding Propagated Sensation along Meridians by Volume Transmission in Peripheral Tissue. Chin J Integr Med, 2013, 19(5): 330—339.

[2] 祝总骧，郝金凯. 针灸经络生物物理学. 第一版. 北京：北京出版社. 1989：155—159.

[3] Zhu ZX, Zhang RX, Xu RM et al. Localization of the line of latent propagated sensation along channel of lung and its low impedance characteristics. Agopuntura e Tecniche di Terapia Antalgica (ATTA), 1985, 3(1): 13—17.

[4] 国家中医药管理局科教司. 经络的研究十年(内部资料). 2001：179

[5] Agnati LF, Fuxe K, Zoli M et al. A correlation analysis of the regional distribution of central enkephalin and beta-endorphin immunoreactive terminals and of opiate receptors in adult and old male rats. Evidence for the existence of two main types of communication in the central nervous system: The volume transmission and the wiring transmission. Acta Physiol Scand. 1986, 128(2): 201—207.

[6] Fuxe K, Borroto-Escuela DO, Romero-Fernandez W et al. Volume Transmission and its different forms in the Central Nervous System. Chin J Integr Med, 2013, 19(5): 323—329.

[7] Agnati LF, Guidolin D, Guescini M et al. Understanding wiring and volume transmission. Brain Res Rev. 2010, 64(1): 137—159.

[8] Fuxe K, Dahlström AB, Jonsson G et al. The discovery of central monoamine neurons gave volume transmission to the wired brain. Prog Neurobiol. 2010, 90(2): 82—100.

[9] 张保真. 关于经络线路皮肤反应和循经感传形态生理学问题的讨论——轴索反射接力联动一说的建议. 西安交通大学学报(医学版), 1984, 5(1): 90—92.

[10] Tian YL, Guo Y, Cao DY et al. Local application of morphine suppresses glutamate-evoked activities of C and Adelta afferent fibers in rat hairy skin. Brain Res. 2005, 1059(1): 28—34.

[11] Cao DY, You HJ, Zhao Y et al. Involvement of peripheral ionotropic glutamate receptors in activation of cutaneous branches of spinal dorsal rami following antidromic electrical stimulation of adjacent afferent nerves in rats. Brain Res Bull. 2007, 72(1): 10—17.

[12] 张维波. 经络与健康. 第一版. 北京：人民卫生出版社, 2012：107—130.

(下转第285页)

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

学术或技术问题之外，还应该能从项目管理角度提供意见建议给项目组。对专家的评估水平和认真程度予以简单评判，积累有经验负责任的专家形成专家库，尽量保证中期检查专家队伍的稳定。

修改完善研究进展报告格式，汇报内容增加申请书年度计划和考核指标，突出需检查的重点内容，使评审专家"有章可循"，提高汇报和评审的效率。

对存在问题项目要进行反馈和备案，对发现的问题要积极分析，个性的问题要加紧督促并追踪后期进展；对存在普遍的问题要予以研究，寻找根源，提高管理和服务的效果。

3.3 探索科学基金项目绩效评估方法，严防学术不端行为的发生

为更好发挥科学基金的作用，合理配置资源，自然科学基金委一直在探索对结题项目进行绩效评价，并以期将评估结果和再资助相结合，加强对项目的全过程管理和质量控制。在自然科学基金委管理工作方针的指导下，我校也应积极探索对结题科学基金项目的整体绩效评价机制，与改革现有的科研评价体制相结合，担负起依托单位对科学基金管理和不断完善发展的责任，为自然科学基金委的管理工作的进一步完善提供参考。

目前的校内激励机制往往侧重项目和成果本身，而对科研工作的学术创新性和科学研究的水平关注不高或者激励作用效果不佳，使真正专注学术本身的科技者苦于应付各种考核和争取足够经费资助以支持研究的进一步深入。可考虑通过科学基金项目的绩效评价探讨对科技工作者进行长期评定和实质性评定，不能把项目绩效评价和成果评价简单等同，需关注项目整体质量的评价，包含项目研究立意的重要性和创新性、设计的科学性、研究的规范性、任务完成情况和原始资料的真实性等方面，减少基于短期成果的过度考核和过度激励。科学的绩效评估机制的建立，将有助于发现我校科研工作的潜在生长点，为寻找稳定支持的对象，实现国家科学基金资源的合理分配打好基础；可使科学基金项目负责人更加专注于科研工作，有助于形成踏实求真的科研氛围，避免科研工作中的急功近利现象和学术不端行为。

科学基金的资助体制受到我国科研人员的广泛认可，从申报科学基金人员数量的日益增多可见一斑，如何使越来越多的科学基金投入更好的推动基础研究领域的发展创新，培育科研力量后备军，科学基金管理的机制体制创新不可缺少。未来我们将继续在实践中创新理念，积极探索，勇于尝试，积累科学基金管理工作经验，推动我校科研工作再上新台阶。

参 考 文 献

[1] 蔡晖，宿芬，曹凯等. 试论依托单位在科学基金共同体中的地位和作用. 中国科学基金，2011，25(3)：190—192.

[2] 邵晶晶，杜丽华，韩德民. 国家自然科学基金资助项目过程管理的中期管理实践及分析. 中国科学基金，2011，25(3)：181—183.

ANALYSIS OF PROBLEMS AND COUNTERMEASURES ON MANAGEMENT OF NSFC PROJECTS

Xu Ge　Chen Yuelai　Ji Guang

(*Shanghai University of Traditional Chinese Medicine*, *Shanghai* 201210)

(上接第 282 页)

UNCOVERING THE SECRET OF PROPAGATED SENSATION ALONG MERIDIANS TOGETHER BY SCIENTISTS FROM CHINA AND SWEDEN

Zhang Wei-bo[1]　Rong Pei-jing[1,2]　Zhao Yan[3]　Han Li-wei[4]

(1 *Institute of Acupuncture & Moxibustion*, *China Academy of Chinese Medical Sciences*, *Beijing* 100700;
2 *Bureau of International Co-operation*, *National Natural Science Foundation of China*, *Beijing* 100085;
3 *School of Medicine*, *Xi'an Jiaotong University*, *Xi'an* 710049;
4 *Department of Health Sciences*, *National Natural Science Foundation of China*, *Beijing* 100085)

Key words　propagated sensation along meridians, volume transmission, interstitial fluid channel, meridians, acupuncture

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net