

# 经络的产生和功能机制

The Origin and Functional Mechanism of Jing—Luo

郑文岭

(广州军区总医院医学实验科分子肿瘤学室, 副主任医师 广州 510010)

马文丽

(中山大学生命科学学院生物工程中心, 博士后 广州 510275)

**提要** 中医经络的结构基础目前仍然是个谜。本文提出, 经络可能是心肌电位通过血液传导而形成的电磁场矢量轨迹。这一假说, 不仅可以合理地解释中医理论中“经络气血”等概念的各种特点, 而且揭示了“气”和“经络”的产生机制。

中、西医学虽然在临床治疗方面有着一些结合, 但由于其理论基础截然不同, 在目前的基础研究方面仍无法相互渗透。中医的理论基础之一——经络, 是以何种物质形态或解剖学结构存在的? 由于古人没有留下答案, 而现代科学理论又一时无法解释, 竟成为千古之谜。

有人曾经指出, 组织间液中含有大量的蛋白质, 这种蛋白质溶液在一定条件下可以呈液晶态, 而表现一定的物理特性, 有可能是经络存在的基础。该假说为经络结构的最终阐明, 提示了一条值得注意的探索性思路。然而, 这一假说未能解释经络的流动性、方向性及其功能特点, 例如, 它不能解释中医“气”的本质, 更无法阐明“气”与经络的相互作用方式。在此, 本文作者从另一个全新的角度, 拟对这一问题进行系统性探讨。

## 一、血液流动与经络

很早已经知道, 血管与经络的分布虽然时有伴随, 但二者并非同一结构。对于两者的关系以及两者是如何相互作用的, 古代中医学家通过观察, 提出“心主神脉, 气为血帅, 血为气母”等理论, 提示中医的“心”、“气”、“血”三者之间存在有本质的关联。

现代医学研究表明, 血液由各种成分组成, 如红细胞、白细胞、血小板等定形成分, 以及蛋白质、氨基酸、糖类及无机盐离子等不定形成分, 其共同特点是均带有不同量的正负电荷。这些带电物质的存在, 使血液具有一定的导电率。

由于血液具有导电性, 故当心肌收缩时, 心脏肌肉强大的兴奋电流, 可以通过血液传递至机体的各个部位, 这可从体表记录到的心电图加以显示(封二上图)。心电沿着血流传导时, 可以在血管周围形成具有搏动性的交变电磁场。在每一局部, 由于血管的解剖位置是恒定的(封二下图左), 因而综合电磁场的矢量磁矩方向是恒定的(前图中)。全身矢量矩连接起来, 形成互相延续的矢量网络(前图右)。因此, 我们认为, 血液流动及心电传导所形成的流动电场为“气”的本源, 而全身形成的综合矢量电磁矩网络即为本文提出的经络存在的物质基础。

由此可见, 经络源于心肌电兴奋通过血流的传导, 故而“心主神脉”。经络的产生依赖于流动的血液(流动电场)所产生的电磁矩, 因此“血为气母”。心肌电兴奋经血流传导(气), 会稍超前于血液的流动; 全身的血液流动网在传导心肌电兴奋时所形成的矢量磁矩(经络), 可以反作用于血液的流动, 亦有可能在一定程度和范围内影响(“统帅”)血液的流向, 故“气为血帅”。

心脏搏动时, 在肢体末梢可以感觉到脉搏。脉搏的改变不仅可用来诊断心血管疾病, 而且可用来诊断其它疾病。其机理可作以下解释: 当全身性疾病时, 血液中成分常会发生改变。血液成分的改变不仅导致心肌电兴奋的改变, 影响心脏搏动的强度和频率, 而且直接影响血液导电率, 使经络中电磁场发生质或量的改变。电磁场的改变反作用于血流, 或者作用于血管周围的组织间隙, 使组织间液的物理特性发生改变并导致心搏的传导增强或减

弱,从而形成各种异常的脉搏形式。

## 二、穴位的产生及其功能机制

穴位是经络理论中最难以现代科学理论解释的结构之一。我们认为:体表经络(体表的血液流动电磁矢量矩)与内脏经络(内脏或深部血管血液流动所产生的电磁矢量矩)在体表相交的部位(位点)即穴位(封三图1)。因为穴位是不同平面的电磁矢量矩相交的位点,故在穴位处的电磁能量会高于周围组织。穴位受到刺激后,可以对内部脏器的功能产生一定的影响,是因为:

1. 对穴位进行刺激最常用的方式是针灸。采用金属针插入穴位,可以增加或减少局部电磁场强度(即通过金属针导出或输入局部电磁),暂时改变局部的电磁矩。后者反作用于局部血管血流,可使血液的分布发生改变,其中内脏血流重新分布,可对脏器的功能产生一定的影响。

2. 通过影响体表血管,间接影响内脏血流的变化。体表血管亦受控于植物神经系统(交感神经与副交感神经)。从组织胚胎发育角度来看,体表血管与内脏血管的神经支配有一定的同源性。故当体表穴位受刺激时,反作用于血流而使体表血管神经末梢受到刺激,后者通过神经反射在引起体表血管收缩或舒张的同时,亦可引起内脏血管的血流分布变化(封三图3),从而使内脏的功能在一定范围内得到不同程度的调节。

由于血管的解剖位置是恒定的,心肌电位及血液流量等参数在人体正常状态下亦是恒定的,因此,流动血液产生的电场(气)、以及磁场综合矢量轨迹(经络)的方向及位置均是恒定的,进而穴位的位置也相对固定。在经络及穴位部位的组织或细胞,由于长期磁场轨迹(经络)作用,已经记忆了磁场的能量。当外界因素(如针灸等)将穴位处的电磁场能量改变时,穴位处的组织细胞特别是神经末梢等可感知上述变化,而产生“酸、痛、胀”等感觉。

## 三、经络传导性原理

虽然并非每个人都能自主感觉到经络传导性的存在,但经过诱导或训练,“气”沿着经络网络的运行却是一客观的现象。这种“气”的运行或传导的机制如何?既往的理论均无法予以合理的解释。本文作者认为,“气”的传导,可能是由于自主控制血液的流向,使局部血流量增多,导致经络局部电磁矩的作用增强(或在宁静环境下,局部电磁矩作用相对增强),这种增强可以影响局部神经末梢的膜电位及动作电位的传导速度或强度,使局部感觉神经末梢传导性发生改变,因而可在经络的路径上产

生随血液流向而传导的,一种过性的酸、麻、沉、胀、热等“气”的感觉。

## 四、“气”与经络对机体的调节

由血液流动及心电所产生的流动电场(气)或磁矩网络(经络),对机体细胞正常功能有着重要的调节效应。心脏搏动时,心肌电流通过血液的传导,可以接触到每个细胞表面,在与细胞膜电位相互作用的同时,被细胞所感知,调控着细胞的生物学功能。故当血液成分改变或心肌增厚时,传至细胞表面的电信号增强,细胞特别是神经细胞受到强于正常的电刺激激发,此时机体产生“亢进”的表象。反之,当血液成分改变导致血液导电率下降或心脏功能降低时,细胞受到弱于正常电刺激的作用,细胞功能低下,此时机体处于“阴或阳虚”的状态。当血液减少到一定程度时,血液中离子等与血液导电性有关的代谢物不能正常排泄而堆积,使血液的导电性反而增强,细胞受到强于正常的电信号的激发而表现出异常的功能增强,呈现“阴虚阳亢”的症状。正常机体的血液导电率是比较恒定的,但机体发生整体性疾病时,体液可能会发生水—电解质及酸碱离子平衡的紊乱,可以使血液的导电率增强或减弱。由以上例子可见,血液的离子浓度及其导电率,可以作为中医诊断的一种客观检验指标,以辅助中医实践过程中对“阴阳虚实”表象作科学和准确的判定。

## 五、经络理论与现代医学生物学中时间参数的引入

贯穿中医理论的一个重要观点是其对时间概念的认识,中医经络理论一直认为“时辰”对机体的功能可产生重要的影响。然而在现代医学生物学的研究中,由于不易有机、合理地引入时间参数,因而常常忽略时间的效应。事实上,机体的时效性是普遍存在的,“时差反应”即为其最突出的例证之一。

从医学细胞生物学水平来看,单个细胞不仅应具有自己的生物时钟,而且在多个细胞构成器官进行协调工作时,必须有一个共同的时钟来控制其步调一致地运作。以肝脏为例,肝细胞同时具有吸收与分泌等多种功能,如果在某一时刻,一个肝细胞在行使其分泌功能时,另一相邻的细胞却在进行吸收,结果可能造成前一个细胞分泌的物质恰好被相邻的细胞所吸收,则肝脏的整体工作效率就会降低,因而,机体肯定存在某种统一的时序机制,以协调机体的全部细胞发挥最大的效能。

如前所述,心肌收缩时,心肌细胞产生的强大的心肌收缩电位可以通过血液传递至所有机体细

胞的表面,使细胞可能感知到时间的存在。分解心肌收缩电位的波形,很容易发现,不仅心电图本身即为一时间的振荡电路,而且每一个周期都可分成多个微操作电位。可以假设推理,如果肝细胞在R波时启动分泌,在U波时进行吸收,则整个肝脏便可很容易地被同步化,进而步调一致地行使其功能(封三图2)。将上述推论推衍至全身细胞的同时,还可将其推衍至细胞内,通过细胞内的电讯号传导通路(可能是细胞骨架的某种成分,参阅《科技导报》1994(3),3~5:《细胞模型新假说》),则心肌的兴奋电位还可传导至细胞核(见封面图),进而使细胞的分子生物学功能如基因的开启与关闭等,亦得到时序的调控。由此可见,对传统中医学“气”的功能及其本质的探讨,不仅有可能搭起中西医基础理论交汇的桥梁,而且将可能把时间参数引入医学生物学,使更多的生命之谜如认知、思维、中医药的作用机理等,在现代科学水平上被最终揭示。

## 六、结 语

《公羊传·解诂》中很早就指出:“气也,无形以起,有形以分,造起天地,天地之始也。”王充的《论衡·自然》中也说:“天地含气,万物自生。”提示“气”是自然界普遍存在的一种物质形态。然而,由于这种“气”看不见,摸不着,所以常常与“空气”或“气体”等概念相混淆。在中医理论千百年的发展过程中,亦有对“气”概念的详细表述,普遍认为,“气”是人体的一种功能状态,并将“气”分为五脏六腑之气、营卫之气、经脉之气等等,提出:气以推动、温煦为主,血以营养、滋润为主。上述性质提示“气”很有可能是一种物理场。《景岳全书·血证·论证》中指出:“人有阴阳即为气血,阳主气,故气全则神旺;阴主血,故血盛则神强”。《血证论·阴阳水火气血论》中指出:“守气者即为血”。上述论段均表明:“血”与“气”互相关联、互相影响、互相依赖、互相资生,进一步指出“气”是“血”的一种特殊的属性。孤立静止

地从“血”中,无法找出“气”的踪迹,但如果进一步沿着上述分析思路,验证“血”可传导心肌收缩电位这一特点,则“气”的本质就昭然若揭了。

从解剖学上可见,动脉、静脉的走行并不完全一致,且血流的方向相反(封底图2)。因此动、静脉中(带电)流动血液产生的磁场是相反的。综合的磁场矢量磁矩无论在方向或位置上均与血管的解剖位置不同,因而形成独立于血管之外的经络体系(封底图3)。经络依赖于血液而存在,故血行而气行,血瘀则气滞。反之,经络是流动血液产生的磁场网络,在某一局部,电磁相互作用必然会影响到血液的流动,因而经络对局部的血液流动存在一定的统摄作用。由于经络以场的形式存在,随心电位的终寂或血流停止而消失,所以其结构是无法从解剖学上找出的。

综上所述,心电经血液传导形成的电磁矩,具有中医理论所描述“经络”之各方面特点,可以解释中医理论中“气、血”等因素的本质及其相互间关联,为人体经络的结构与功能的存在提供了客观依据。机体中电磁场的存在是客观的,动植物均生活在一个充满磁场(地球磁场)的空间,相当于中医理论所指的“外气”。在进化过程中,机体必然受到这种环境的调节,从而使“内、外气”协调统一。

“经络气血”是我们的祖先通过独特的思维推理及医疗实践创立的完整理论体系,是中华民族宝贵遗产和中国医学的瑰宝。与现代西方医学相比较,西方医学主要针对较晚期的、器质性的(已经发生了化学变化的)疾病状态,而中医的经络气血理论则主要针对较早期的、功能性的(早期物理性改变的)机体异常。虽然两种医学体系各有长处,但显而易见,中医的经络理论具有很强的预防医疗即所谓“治未病”的特点。进一步深入研究其产生和功能方面的机制,不仅将有助于开发中国医学的宝库,而且必然会使经络理论走向国门、走向世界,最终以其独特的功效而弘扬国粹、蜚声四海,造福人类、享誉五洲。  
(责任编辑 蔡德诚)

## 科技动态

### 美国科学家发现近几年大气中的一氧化碳在减少

据《新科学家》杂志1994年4月23日报道,美国弗吉尼亚汉普顿NASA兰利研究中心的乔尔·莱文(Joel Levine)等人发现,自1991年以来,大气中的一氧化碳含量每年降低6~7%,这和过去30年中全球大气中的一氧化碳含量每年升高1~2%形成鲜明的对比。

大气中的一氧化碳含量的新数据是从远离城市的27个监测站得到的。这些监测站从阿拉斯加到塔斯马尼

亚,从萨摩亚到塞舌尔,遍布全球。科学家们指出,从南半球到北半球,几乎在所有纬度和所有季节里,一氧化碳含量都呈下降趋势。

美国科罗拉多博尔德科罗拉多大学的保罗·诺维利(Paul Novelli)说,这几年在大气中突然有许多变化在发生,对这些变化的原因,还没人能提出一种统一的能被人接受的理论。但一氧化碳含量下降是肯定的,而且大气中的甲烷和一氧化二氮也在下降,甚至二氧化碳在1992年也是稳定的。

诺维利认为,大气中一氧化碳含量的下降可能和1991年菲律宾皮纳图博火山喷发的以及1991~1993年未的“厄尔尼诺”现象有关。

但这些看法是否正确,还有待进一步研究,有些科学家认为,大气中一氧化碳含量的减少可以有多种解释,原因或许是多方面的。  
(刘先曙 编译)