

经络物质基础及其功能性特征和本质的探索

费伦 丁光宏 沈雪勇 顾全保 陈尔瑜

摘要 本文综述了作者及其研究团队长期对经络物质基础及其功能性特征的探索。实验发现：经络是一种复杂网络系统，它至少由7种生物网络组织交叉构成，其中的胶原纤维网络、多糖/水凝胶网络和组织液长程运输网络，具有多种潜在的重要生理功能；穴位存在于结缔组织结构之中，具有各种特异性的结构和功能；经络现象是此种复杂网络交叉形成的整体性生理功能现象。作者认为，经络反映出来的耗散结构所特有的各种自主性功能特征，是由潜在的生命信息系统的调控作用产生的，它涉及信息的自治本质等哲学命题。

关键词 经络；物质基础；功能性特征；本质

1 经络是一种复杂网络系统

该复杂网络系统至少是由胶原纤维网络、多糖/水黏胶层网络、组织液在血管外的长程运输网络、和淋巴网络、血管网络、神经网络、内分泌网络等七个生理网络组织交叉构成。前三种生理网络中的潜在功能是我们这个研究团队，在过去十八年中，通过实验研究陆续发现的。所谓“经络功能”，是这七个生理网络组织相互交叉、作用产生的综合性生理现象，因此，必须从整体性的角度去研究它。多数的现代生物医学工作者之所以不愿去理解“经络”这个概念，源于现代科学“还原论”思维方法的影响，多数学者惯于从他所从事的单一学科专业的角度去观察事物的，此即所谓“见木不见林”也，难以观察和理解像经络这类复杂网络系统中的各种综合性现象。

目前，现代生物医学虽然也开始从系统生物学的角度去研究生命体，但仍较侧重于形态学的静态研究层面，较少研究生理动态过程之间的相互作用及其协调性；更少去研究隐藏在生理动态过程背后，具有“自主性”特征的生命信息的调控作用。

《黄帝内经》中对“脏腑相关”、“相生相克”的系统生理功能、和经络“行气血、营阴阳、调虚实、处百病”的自主性生理功能的诠释，正是当前现代生理学认知方面的弱项或缺项。

实际上，中西医之间不存在矛盾，只是视角的不同而已，应该取长补短，互相融合，以期在21世纪发展成一门新的现代生物医学。

2 实验研究证实：“穴位”均处于各种结缔组织之中，并富集有淋巴、血管、神经等组织，形成各种特异性的结构和功能

- 穴位下富集有：Ca、P、K、Fe、Zn、Mn、Cr、Cu等元素，其中的Ca、P、Zn、Cu、Fe等构成为具有特定生理功能的纳米尺度的多级簇类结构。
- 穴位中存在着密集的微血管网络及平行的毛细血管丛等特异性结构。当受外力刺激时，富集的Ca会解离成Ca⁺⁺，后者诱发缠绕在微血管壁外的交感神经释放CGRP，促使微血管内血流量的增加，加大了组织液从动脉毛细血管中的渗出量。这一机制与肌肉运动时，加速组织液沿“经脉”（肌间隔筋膜）的定向流动，加大尿酸、乳酸等代谢废物的排泄量有关。
- 穴位中的微血管网络的管壁上，富集有密集的肥大细胞，当受到外界的力、热、光、电等物理因素的刺激时，Ca⁺⁺即进入肥大细胞内，诱发其释放组胺等多种生物因子(脱颗粒)，从而产生多种应急反应。可以认为穴位处的肥大细胞是将外界物理刺激转换为穴位中产生各种生物信号的转换器。
- 不少穴位如会阴、横骨、秩边、食窦、天泉等，都处在在密集的淋巴丛和淋巴结上，此类穴位可能是携带大量代谢废物的组织液，从相关脏腑组织进入淋巴系统的枢纽，与携带代谢产物的组织液的运输、排泄功能的通畅与否相关。

3 胶原纤维网络中潜在着红外光传输特征

胶原纤维是一种氨基酸呈长程有序排列的液晶态介质，具有一个以孤子形式高效传输红外光的特征波段(9-20 μm)。胶原纤维网络在人体内，既起着支撑和载体的力学功能，又具有传输能量和光信息的功能。穴位能从体表辐射出二个波长分别为15.5 μm 和3 μm 的红外特征自发辐射峰，这是体内的生物能在穴位处的某种“泄漏”，其强度与穴位的健康状况存在着正相关性。其中的15.5 μm 的自发辐射峰与隔姜灸的红外特征辐射峰完全一致，后者属于共振吸收，这可用以说明隔姜灸之所以比一般的艾灸疗效高的原因。据此，研制成功了一种窄波段(7-25 μm)红外灸疗仪，已获上海市药监局颁发的许可证。

4 多糖/水黏胶层网络中的流体力学特征和流变电学特征

胶原纤维及细胞的外表面均覆盖有一薄层多糖/水构成的黏胶层，对体内各种生理活动起着极其重要的作用。体液在黏胶层表面流动时，呈现孤立波的零流阻特性，它对血液、组织液等在全身的输运过程起着不可或缺的作用。如果黏胶层的空间构象因冷却等的刺激发生变化，流阻会增大，将严重影响与体液输送密切相关的各种生理过程。硫酸皮肤素等蛋白多糖大分子的空间构象，在黏胶层内呈现极高灵敏度的流变力学特性，和由此产生的流变电学特性等自适应功能，它是引导胶原纤维生长方向，塑成肌肉骨骼等组织受力部位特殊形态的“导向器”，以承受外力的作用，在生物的进化历程中起着极其重要的作用。多糖/水黏胶层内的各种空间构象对外界温度、湿度的影响特别敏感，从而改变其流变力学特性和流变电学特性，说明中医十分强调外感(风、寒、暑、湿、燥、火)对人体的患害，是有科学根据的。

5 经络的耗散结构功能性特征

本人在经络研究中，受到钱学森大师在人体科学研究中，点评耗散结构理论的启示，对原有的耗散结构理论作了三点补充。企盼后人能突破现有理论中纯数学的非平衡态热力学模型的研究思维框架，采取“定性与定量相结合”的研究方法，去探索耗散结构中自组织功能产生的真正原因，用以指导探索生命体

内各种自主性生理过程的具体机制，而不只停留在纯热力学的负熵运动宏观规律的证明上。

1) 新陈代谢过程应是生命体内最原始的自组织、自修复行为，使生命体能始终维持在健康的状态。从微观角度看，细胞骨架上的生化合成过程，是一个“自主性”极强的、具有负反馈作用的闭环控制系统，体现出整个新陈代谢过程中潜在的信息调控机制，它涉及当前控制论和信息论中各种最前沿的科学理论成就。令人百思不得其解的是，早在26亿年前出现的单细胞、以及原始动、植物体内，就已经具有赖以生存所必需的新陈代谢的调控过程，其选择性的信息调控作用贯穿于生命的全过程。这不由得要进一步去思索：在原始的单细胞生物体内，此种体现生命信息调控机制的物质基础在何处？唯一的可能是在由蛋白质、多糖等大分子与水构成的凝胶状的细胞质内。去年盛传一时的人工合成基因，也只有移植到这类细胞质的凝胶中去，才能产生基因表达、复制等功能。耗散结构理论创始人普里高津的后人们，曾设想原始生物体内的自组织功能起源于分子的不断进化。但她们仍未解决，为什么只有进化到由生物大分子组成的多重结构时，才会出现此种具有负反馈作用的选择性调控机制？

2) 这涉及到某些最根本的哲学命题：“道可道，非常道”。信息应是客观世界中一种非物质性的存在，它可能是除了质量、能量、空间、时间以外，表征客观世界运动的另一个基本参数。但信息只有依附于其物质性的载体上(阴、阳关系)，才能被认知。信息的自洽作用是目前唯一被公认具有负熵本质的，但二个相关的离散信息只有通过依附其上的物质性载体的相互作用(化合)，才能实现信息间的自洽。所以，自组织功能并非耗散结构所特有，无生命的物质，包括夸克子、电子、分子在内，由于其所载相关信息的自洽本质，也能互相化合，形成大小不等的凝聚体，也属自组织行为。小分子进化为大分子的过程，是离散信息不断自洽、进化为连续信息的过程。但此种自洽过程是单调的、随机的，不具备自主选择性的特征，所以分子进化的历程极其缓慢。只有进化到生物大分子时，才开始出现选择性的自洽，再进化到具有反馈作用的新陈代谢自组织功能时，才呈现为具有耗散结构特征的生命体。因此，如果避开信息自洽这一本质原因，只停留于物质层面简单相互作用的研究上，是无法解

释分子功能的进化的。

3)从定性研究角度看,客观世界中各种尺度的耗散结构都不是各自孤立的,而是互相“套叠”(哲学名称)的,从夸克子、电子、原子、分子、晶体、液体、胶体……、单细胞、人体、社会、国家、国际关系、地球、宇宙,……,形成彼此套叠的相互依存关系。在两者的边界上存在着物质、能量和信息交换的动态平衡过程。作为外环境的耗散结构中的任何变化,必将影响到被套叠的耗散结构内部的各种运动,甚至决定后者的是否存在。当地球还未出现氢、碳等元素之前,凝聚态物质只能以氧化物、硫化物等无机物的形式存在,据说H₂O和CH₄等都来自地球之外,然后才会出现有机、生物分子,随后才可能进化为具有耗散结构的单细胞生命体。耗散结构之间互相套叠的依存关系,可用来解释中医关于“天人合一”,以及对人体内“脏腑相关”、“阴阳五行”、“相生相克”的整体性关系。

参考文献

- [1] 费伦、丁光宏、陈尔瑜等, 经络物质基础及其功能性特征 的实验探索和研究, 1998, 科学通报, 43(6): 658-672.
- [2] 丁光宏, 沈雪勇, 姚伟, 党瑞山, 杨静, 陈尔瑜, 组织液定向流动的动力学机理与人体经络现象。2005, 自然科学进展, 15(1): 61-70.
- [3] 邓闾、翁渝民、徐至中、费伦, 胶原蛋白分子中电场激发的孤子特性, 2005, 物理学报, 54(5): 2429-2434.
- [4] 丁光宏、褚君浩、沈雪勇、费伦等, 人体手臂部几个穴位与非穴位区红外辐射光谱特征, 2000, 科学通报, 45(23): 2531-2535.
- [5] 丁光宏、沈雪勇、褚君浩等, 人体穴位与中医各种灸的红外辐射光谱特性, 2002, 针刺研究, 27(4): 269.
- [6] 费伦、胡颖等, 传统灸法的现代技术创新, 2004, 上海针灸杂志, 11(23).
- [7] 张维波: 经络是什么。中国科技出版社, 1997年, 55.
- [8] 钱学森, 《论人体科学与现代科技》, 上海交通大学出版社, 1998年, 126-130页.
- [9] 阿·巴布洛杨茨: 《分子、动力学与生命》三联书店上海分店出版, 1993年.
- [10] 老子: 《道德经》.

作者简介

费伦男(1931—), 1955年毕业于复旦大学化学系, 历任复旦大学物理化学实验室主任、化学系副系主任、复旦大学分析测试中心主任, 1997年从核磁共振研究室退休。

从事分子结构分析测试仪器和单晶硅等半导体材料的研制, 研究“激光晶轴定向”、“低温霍尔系数测补偿度”等新的测试方法, 开展以核磁共振为主要研究手段的分子结构测定, 并研究有无机大分子材料、有机

高分子等。

主编《分析科学现代方法学丛书》《物理化学实验》(上、下)册。