

DOI: 10. 13288/j. 11-2166/r. 2024. 10. 002

从表型组学探讨经络稳态动态映射模型

孙佳琦, 蒋璐霞, 于正, 杜珍美, 张圣言, 唐雨生, 王子倩, 曹先锋, 温川飙✉

成都中医药大学, 四川省成都市温江区柳台大道 1166 号, 611137

[摘要] 将“稳态”应用于经络系统的研究, 提出经络系统保持平衡、平稳的状态为经络稳态。经络稳态对维持机体健康具有重要作用, 可为疾病的诊断和治疗提供参考。表型组学实现了从基因组、蛋白组、代谢组等微观表型数据到生理状态、行为活动、外在表现等宏观表型数据的跨尺度关联。从表型组学的研究角度出发, 提出“宏观征象-微观表达”的经络稳态动态映射模型, 将中医四诊等宏观征象、穴位的生物物理指标以及基因、蛋白和代谢等微观表达信息结合, 系统性地探究经络稳态与健康 and 疾病的关系, 为中医未病状态识别以及精准化诊疗提供思路 and 参考。

[关键词] 经络; 稳态; 表型组学; 整体观念

“稳态”一词最早是由美国生理学家沃尔特·坎农^[1]提出, 认为任何生命组织都具有维持内环境相对稳定的基本性质, 从而使生命活动正常进行。经络系统作为机体重要的组成部分, 对机体的健康状态具有重要作用, 同样具有维持机体内平衡稳定的性质^[2]。据此我们认为, 可以将经络系统保持平衡、平稳的状态称为经络稳态。经络遍布全身, 与全身各系统、器官和组织具有密切联系, 经络稳态在维持机体整体稳态和其他系统稳态中发挥着重要作用, 是维持生命正常运转的重要体现^[3]。当前对于经络平衡状态的研究较少, 且研究方法较为单一, 缺少与中医整体观念相一致的系统性研究方法。因此, 需要找到一种整体的、有效的研究方法, 对经络系统的平衡状态进行系统性研究。表型组学 (phenomics) 涵盖了从基因、转录、蛋白、代谢等微观表型到行为、语言、外在特征等宏观表型的所有表型特征, 可以多角度深入研究生物学性状及动态变化, 与中医整体观理念较为一致^[4]。利用表型组学的研究方法研究经络稳态, 可能将为研究经络及临床疾病诊疗提供定量、客观的标准, 从而促进经络的现代化科学研究。

1 经络稳态的重要作用及研究现状

经络是贯穿全身的通道, 是气血运行的通道, 是营养物质和信息的传递通道, 经络系统包含了人体多种生理功能^[5]。经络稳态是指这些通道和功能的正常运行状态, 是维持人体生命活动的基础。经络稳态的概念在古代虽未被明确提出, 但其意已体现于经典医籍的相关记载中, 在机体的生理、病理、诊断和治疗中发挥重要作用^[6]。经络系统中的十二经脉在人体呈对称分布, 其中阴经属脏络腑, 分布于肢体内侧; 阳经属腑络脏, 分布于肢体外侧, 脏腑相配, 阴阳相合, 形成了脏腑阴阳表里属络关系, 维持着机体的相对平衡。经络的稳态与气血阴阳的平衡密切相关, 当气血不畅、阴阳失衡, 机体便处于欲病或疾病的状态。《素问·厥论篇》言: “阴气盛于上则下虚, 下虚则腹胀满”, 《素问·调经论篇》言: “喜怒不节, 则阴气上逆, 上逆则下虚” “左盛则右病, 右盛则左病” “经虚络满, 经满络虚”, 提示盛的一侧有余、弱的一侧不足, 可导致经脉稳态失衡。上下失衡时, 机体出现头晕、头重脚轻或是腹胀满; 左右失衡时, 一侧肢体偏瘫、口眼喎斜; 前后失衡时, 可能出现脊强反折、俯仰不利等表现。为了纠正经络的失衡, 古代医家采取“上病下治”“下病上治”“左病右治”“右病左治”的治疗原则, 如《灵枢·终始》曰: “病在上者下取之, 病在下者高取之, 病在头者取

基金项目: 国家中医药管理局中医药创新团队及人才支持计划 (ZYXCXTD-D-202003); 四川省科学技术厅科技计划项目 (22ZDYE2456)

✉ 通讯作者: 228237222@qq.com

之足，病在腰者取之膈”；又如《灵枢·官针》言：“远道刺者，病在上，取之下，琐府膈也”。现代医家根据《素问·缪刺论篇》“巨刺者，左取右，右取左”之意，临床常用巨刺和缪刺纠正经络失衡^[7]。现代研究^[8-9]亦证实，通过调理特定经络可以调节体内相应器官，从而恢复体内的平衡。

目前对经络稳态的研究多是对比两侧同名经穴的物理化学指标是否具有对称性，通过电阻^[10]、血流量^[11]、太赫兹波^[12]、二氧化碳释放率^[13]等指标进行对比，根据左右两侧指标的差异性来认识健康与疾病状态。如有研究发现，当机体患病时左右穴位的电阻抗出现不对称的现象^[14-15]，同时健康人与原发性痛经患者相比左右穴位的皮肤温度有一定差异^[16]，痛经患者痛经发作时太溪穴左右的皮肤温差大于健康人^[17]。相关研究中的大部分研究都是以单个指标来判断左右两侧穴位的对称性及失衡情况^[18-19]，未能在同一项研究中展示左右穴位的多种指标变化以及微观生物分子与经络稳态的关系，因此无法全面地揭示经络稳态的特征和机理。经络理论以中医整体观为基础，任何单一、片面、局部的研究都不能揭示经络稳态的全貌，因此未来研究应以中医理论为指导，运用现代科学技术，从宏观的外在症状到微观分子系统多维度分析经络稳态以探求其本质。

2 经络及其稳态与表型组学的关系

表型组包括了某一生物的全部性状特征及胚胎发育到衰老死亡的动态全过程^[20]。表型组学是包含生物体所有表型特征的一门新兴的研究，涵盖了从基因、转录、蛋白等微观表型到行为、语言、外在特征等宏观表型，系统地展现了环境、个体、器官、组织、细胞、分子等多维度的特征。表型组学的研究方法与中医学认识世界的方法有相似之处，即均关注人与自然的对应关系、强调整体观念^[21]。微观系统的遗传表达、蛋白表达与代谢变化与经络及其稳态之间均存在着密切的联系，因此基于微观系统与宏观表象，选择传统中医整体观念与现代分子生物学技术相结合的研究方法，将为深入探究经络稳态提供新的视角。

2.1 遗传表达与经络及其稳态

经络与基因的关系越来越受到关注，有学者^[22-23]认为经络的存在有先天因素，可以说经络是由基因决定的，基因决定了经络的表现形式和经络循行规律；另有学者认为经络是基因表达的调控

途径^[24]，经络系统在自身调节过程中会产生调节基因表达的物质基础^[25]。因此，经络与基因之间或许存在着相互影响的关系：一方面，经络可以通过调节基因的表达来影响人体的生理功能；另一方面，基因的变化也可能影响经络系统的调节。通过调理经络可以影响特定基因的表达，如有研究发现针刺在脊髓损伤中可以诱导原癌基因 FOS 的表达^[26]，在骨癌^[27]大鼠模型中诱导白细胞介素 1 β (IL-1 β) 基因的表达以及在人体过敏性鼻炎^[28]诱导白细胞介素 1 受体 α (IL1R1) 的表达。基于以上结果，认为基因与经络存在密切的联系，同时基因本身具有双螺旋的稳态结构，与中医阴阳平衡和经络稳态具有相似之处，因此从基因角度研究经络稳态可能是未来相关研究的发展方向之一。

2.2 蛋白表达与经络及其稳态

随着蛋白质研究技术的不断进步，有学者开始从蛋白质角度研究经络，并推测出一些可能与针灸效应相关的蛋白质，如微管蛋白^[29]、胶原蛋白^[30]、缝隙连接蛋白^[31]等。国外科学家发现了机体蛋白质网支撑的网络结构，论证了经络的存在^[32]。国内也有研究结果显示，镶嵌在经络穴位部位细胞膜上的某些蛋白分子可能是经络的物质基础^[33]。实验研究发现，大鼠足阳明胃经循经部位存在差异蛋白条带 (210kD)^[34]，在穴位/经络区域一氧化氮合酶 (nNOS) 蛋白水平表达较高^[35]。当疏通经络时蛋白表达也会发生变化，如选择大椎穴、风门穴和肺俞穴针刺时可以改变肺组织蛋白质的表达点^[36]；通过针刺穴位可以调节与氧化磷酸化相关的蛋白表达和免疫网络通路^[37]，可以增加蛋白质酪氨酸激酶 (PTK) 表达及自然杀伤细胞 (NK 细胞) 活性^[38]，在衰老大鼠中诱导热休克蛋白 70 的表达^[39]；针刺还可以对 G 蛋白及其相互作用分子的失调起整体平衡调节的作用，从而改善阿尔兹海默症患者的脑老化^[40]。综合以上研究结果可以发现，经络与蛋白质具有密切联系，同时蛋白质的表达对经络及其稳态的研究具有借鉴意义。

2.3 代谢变化与经络及其稳态

代谢组学的研究可以更加直观地展现机体的内在变化^[41]，特定代谢物与疾病及其表型变化的相对关系，对疾病的筛查、诊断和治疗具有重要的作用^[42]。经络被认为是代谢的载体，在血液循环、内分泌调节、消化吸收、排泄以及能量转化中发挥重要作用^[43]。有研究检测到经穴部位存在高能量代谢现象^[44]，部分经穴会出现 Ca^{2+} 富集^[45]、肥大

细胞聚积或脱颗粒^[46]、穴位处氧分压较高^[47]的情况；另有研究发现，沿经络的二氧化碳排放量较高^[48]，明显高于周围的非经络区域^[49]，当机体处于病理条件时同名左右穴位之间会表现出二氧化碳排放不平衡。对于正常人，面部左右侧同名穴位血流灌注量会出现对称性良好的表现^[50]。经络区域还具有神经递质聚集的现象，包括高浓度的神经递质和激素^[51]；同时较强的能量代谢可以使经络更好地参与人体功能调节^[52-55]，而通过疏通经络可以改变能量稳态介质瘦素的敏感性^[56]；经络可以通过对机体的多层次和多系统调节来激活免疫-神经-内分泌网络，对靶器官产生治疗作用^[57]。综上所述，代谢产物的变化对于经络稳态状况的判断具有直观的参考意义。

3 从“宏观征象-微观表达”阐释经络稳态动态映射模型

所有的生命系统都是由小分子建立起来的，机体的微观分子表达与宏观征象之间必然存在着紧密的联系。宏观的生命活动会对微观的分子表达产生作用，从而影响整个机体系统；而微观分子系统的改变也同样会导致机体表达的异常，出现不同的行为表现和外征象。生命体是由宏观到微观所有物质共同组成，各系统和分子之间纷繁交错、互相联系、互相映射，是一个协调统一的动态整体。

作为机体重要的组成部分，经络系统具有整体性、动态性的特点，其平衡与失衡势必应采用整体观和恒动观来探究。传统中医四诊信息等宏观征象与基因、蛋白和代谢等微观表达信息结合，形成“宏观征象-微观表达”的经络稳态动态映射模型，可系统性地揭示经络稳态的状况。中医四诊得到的证候、舌象和脉象等展现了机体宏观的外在表征，可用于疾病的辨证论治；医学影像、临床检验及智能设备采集的穴位生物物理指标等可作为中观层次揭示机体的静态特征，用于内在结构的放大观察；现代科学技术得到的动态网络标志物表达了机体的微观变化，通过捕捉临界状态时基因、蛋白质的序列变化及代谢的动态过程，可用于未病状态的检测^[58]。

现代研究多从针刺穴位效应性与基因^[59-60]、蛋白、代谢的关系，针刺穴位效应性与穴位生物物理指标的关系^[61]，疾病与基因、蛋白和代谢的关系^[62]，疾病与穴位生物物理指标的关系等方面进行相关研究，而“宏观征象-微观表达”的经络稳态映射模型从宏观到微观的角度探究穴位状态、微观表达和

疾病三者之间的关系，可能实现对经络稳态的全面研究。以时间为线索，以个体自身为基线，捕捉穴位的生物、物理指标变化和基因、蛋白、代谢的动态过程。若其穴位生物、物理指标差异性较大，基因、蛋白质的序列变化及代谢的动态过程超过了临界状态，可认为经络失去了稳态。相较于单一维度，这种多通道、多模态信息的关联性与互补性能够为经络稳态的判别提供更多的信息，更好地实现未病预测和精准治疗。

4 小结

整体观念是中医学的显著特征，经络理论是根据人体的整体系统总结出来的，因此，在中医整体观的指导下，采用系统的研究方法对经络进行研究，可能比现代还原法产生更丰硕的成果。经络平衡是机体健康的基础和临床治疗的目标，经络稳态的研究对机体的生理、病理、诊断和治疗具有重要作用，可以深入解读健康、亚健康、疾病之间的关系，更好地把握“治未病”及稳态调节过程，为精准诊疗和预后评估提供重要的依据。同时应用新的研究方法和先进技术，基于中医藏象的映射关系，结合基因组、蛋白组、代谢组等多组学技术，构建“宏观征象-微观表达”的经络稳态映射模型，采集多通道数据、多模态信息，可以更加全面地了解经络稳态的情况。

随着人工智能技术及大数据技术的快速发展，机器学习、智能化辅助诊断技术也逐渐进入人们的视野，集合多种成像信息的多模态研究已经成为一种新趋势^[63]。因此，未来研究应聚焦经络稳态状况，基于临床队列研究与多组学研究方法，采集“经络平衡态→经络失衡态→疾病状态”演化过程中的宏观中医四诊征象、医学影像和临床检验数据，以及结合基因组学、蛋白组学、代谢组学等的多维动态数据，构建“宏观征象-微观表达”的经络稳态动态映射模型，建立未病向已病转化网络系统数据库；同时运用现代靶向组学技术，定量与经络稳态相关的潜在生物学标志物，构建经络稳态预测模型和疾病预测模型，使其成为中医未病状态识别以及精准化诊疗的可靠工具。

参考文献

- [1] CANNON WB. Organization for physiological homeostasis [J]. *Physiol Rev*, 1929, 9(3): 399-574.
- [2] ZHOU W, BENHARASH P. Effects and mechanisms of acupuncture based on the principle of meridians [J]. *J*

- Acupunct Meridian Stud, 2014, 7(4): 190-193.
- [3] YE X, REN Y, CHEN Y, et al. A "4D" systemic view on meridian essence: substantial, functional, chronological and cultural attributes [J]. J Integr Med, 2022, 20 (2): 96-103.
- [4] 仝小林, 何莉莎, 赵林华. 助力精准医学: 表型组学与中医学的借鉴与融合[J]. 中国中西医结合杂志, 2018, 38 (3): 368-370.
- [5] 祝世讷. 经络的结构是“超解剖”的功能性结构[J]. 山东中医药大学学报, 1997, 21(1): 3-7, 81.
- [6] 宁容容, 刘明, 丁小姣, 等. 基于《黄帝内经》浅谈经络平衡与失衡在疾病方面的应用[J]. 时珍国医国药, 2022, 33(11): 2712-2714.
- [7] 臧云彩, 谢秋利, 刘江涛, 等. 基于洛书“圆平衡”之象探讨“巨刺”和“缪刺”的理论基础及应用[J]. 河南中医, 2023, 43(8): 1156-1160.
- [8] CHANG S. The meridian system and mechanism of acupuncture: a comparative review. Part 1: the meridian system[J]. Taiwan J Obstet Gynecol, 2012, 51(4): 506-514.
- [9] CHANG S. The meridian system and mechanism of acupuncture: a comparative review. Part 2: mechanism of acupuncture analgesia [J]. Taiwan J Obstet Gynecol, 2013, 52(1): 14-24.
- [10] LU WA, TSUEI JJ, CHEN KG. Preferential direction and symmetry of electric conduction of human meridians. Bilaterally symmetrical acupoints provide better conductance for a better "connection" [J]. IEEE Eng Med Biol Mag, 1999, 18(1): 76-78.
- [11] 赵朋娜, 王燕平, 古菲菲, 等. 健康人十二经原穴血流量失衡度的初步观察[J]. 针刺研究, 2017, 42(5): 439-443.
- [12] 张舟南. 人体十二经原穴的太赫兹波特征与经络平衡的相关性研究[D]. 南昌: 江西中医药大学, 2021.
- [13] ZHANG WB, TIAN YY, ZHU ZX, et al. The distribution of transcutaneous CO₂ emission and correlation with the points along the pericardium meridian[J]. J Acupunct Meridian Stud, 2009, 2(3): 197-201.
- [14] 韩兆亮. 人体双侧对称经络电阻抗失衡与疾病的相关研究[J]. 中国医学物理学杂志, 1999, 16(2): 49-51.
- [15] 徐冬梅, 曹立民, 袁刚, 等. 心经穴阻抗值对冠心病的诊断价值[J]. 山东医药, 2012, 52(37): 51-52.
- [16] WANG X, ZUO G, LIU J, et al. Skin temperature of acupoints in health and primary dysmenorrhea patients: a systematic review and meta-analysis[J]. Pain Res, 2023, 16: 2027-2046. doi: 10.2147/JPR.S411923.
- [17] SHE YY, MA LX, ZHU J, et al. Comparative study on skin temperature response to menstruation at acupuncture points in healthy volunteers and primary dysmenorrhea patients[J]. J Tradit Chin Med, 2017, 37(2): 220-228.
- [18] 赵朋娜, 古菲菲, 李朝政, 等. 健康人十二经原穴经皮二氧化碳释放率失衡度的初步观察[J]. 世界中医药, 2022, 17(18): 2640-2645.
- [19] 古菲菲, 赵朋娜, 李朝政, 等. 健康人十二经细胞外液阻抗失衡度的初步观察[J]. 中国针灸, 2020, 40(1): 43-47.
- [20] HOULE D, GOVINDARAJU DR, OMHOLT S. Phenomics: the next challenge [J]. Nat Rev Genet, 2010, 11 (12): 855-866.
- [21] YUAN C, ZHANG W, WANG J, et al. Chinese medicine phenomics (Chinmedphenomics): personalized, precise and promising[J]. Phenomics, 2022, 2(6): 383-388.
- [22] 彭印高. 遗传病与相关表达条件: 经络与遗传的关系 [J]. 上海针灸杂志, 2007, 26(10): 25-27.
- [23] LEE TN. Thalamic neuron theory: meridians=DNA. The genetic and embryological basis of traditional Chinese medicine including acupuncture [J]. Med Hypotheses, 2002, 59(5): 504-521.
- [24] 黄应秋. 遗传性状表达调控网: 经络[J]. 当代医学(学术版), 2008, 14(19): 161-163.
- [25] CHEN C, ZHANG D, HAZBUN TR, et al. Inferring gene regulatory networks from a population of yeast segregants[J]. Sci Rep, 2019, 9(1): 1197.
- [26] GUO ZL, LONGHURST JC. Expression of c-Fos in arcuate nucleus induced by electroacupuncture: relations to neurons containing opioids and glutamate[J]. Brain Res, 2007, 1166: 65-76. doi: 10.1016/j.brainres. 2007. 06. 042.
- [27] ZHANG RX, LI A, LIU B, et al. Electroacupuncture attenuates bone cancer pain and inhibits spinal interleukin-1 β expression in a rat model[J]. Anesth Analg, 2007, 105 (5): 1482-1488.
- [28] SHIUE HS, LEE YS, TSAI CN, et al. DNA microarray analysis of the effect on inflammation in patients treated with acupuncture for allergic rhinitis [J]. J Altern Complement Med, 2008, 51(4): 53-54.
- [29] 金翊思, 袁波. 微管相关蛋白-2 表达的变化对海马梗死大鼠学习记忆能力的影响研究[J]. 中国实验诊断学, 2014, 18(4): 538-541.
- [30] 李秀芳, 马学红, 周蓉, 等. 针刺改善 II 型胶原蛋白诱导性关节炎大鼠炎症反应的机制研究[J]. 针刺研究, 2023, 48(11): 1103-1110.
- [31] 刘一, 周梦荻, 郑宇琦, 等. 针刺调控偏头痛大鼠三叉神经脊束核中星形胶质细胞缝隙连接蛋白 43 抑制干扰素- γ 的抗炎镇痛机制[J]. 针刺研究, 2023, 48(2):

- 118-124.
- [32] BENIAS PC, WELLS RG, SACKKEY-ABOAGYE B, et al. Structure and distribution of an unrecognized interstitium in human tissues[J]. *Sci Rep*, 2018, 8(1):4947.
- [33] 周立华, 卢依平. “经络蛋白能带结构”假说[J]. 河南中医学院学报, 2003, 18(5):13-15.
- [34] 周立华, 赵君玫, 李青雅, 等. 大鼠足阳明胃经循经部位发现特异蛋白电泳条带的实验研究[J]. 河南中医学院学报, 2006, 21(6):14-15.
- [35] MA SX. Enhanced nitric oxide concentrations and expression of nitric oxide synthase in acupuncture points/meridians [J]. *J Altern Complement Med*, 2003, 9(2):207-215.
- [36] XU YD, WANG Y, PARK GH, et al. Non-specific physiological background effects of acupuncture revealed by proteomic analysis in normal rats[J]. *BMC Complement Altern Med*, 2014, 14: 375. doi: 10.1186/1472-6882-14-375.
- [37] QI Q, ZHONG R, LIU YN, et al. Mechanism of electroacupuncture and herb-partitioned moxibustion on ulcerative colitis animal model: a study based on proteomics [J]. *World J Gastroenterol*, 2022, 28(28): 3644-3665.
- [38] KEUN KC, SUN CG, DUK OS, et al. Electroacupuncture up-regulates natural killer cell activity: identification of genes altering their expressions in electroacupuncture induced up-regulation of natural killer cell activity [J]. *J Neuroimmunol*, 2005, 168(1/2): 144-153.
- [39] DING X, YU J, YU T, et al. Acupuncture regulates the aging-related changes in gene profile expression of the hippocampus in senescence-accelerated mouse (SAMP10) [J]. *Neurosci Lett*, 2006, 399(1/2): 11-16.
- [40] 罗本华, 赵岚, 张雪竹, 等. 老年性痴呆皮层海马 G 蛋白表达量、偶联活性及相互作用分子与针刺干预研究 [C]//中国中西医结合学会时间生物医学专业委员会. 2011 年全国时间生物医学学术会议论文集. 南宁: 中国中西医结合学会, 2011:3.
- [41] LIU J, PENG R, TAN Q, et al. Proteomic analysis of rat colonic mucosa following acupuncture treatment for irritable bowel syndrome with diarrhea [J]. *PLoS One*, 2022, 17(9): e0273853.
- [42] BAUERMEISTER A, MANNOCHIO-RUSSO H, COSTA-LOTUFO LV, et al. Mass spectrometry-based metabolomics in microbiome investigations [J]. *Nat Rev Microbiol*, 2022, 20(3):143-160.
- [43] YANG H, LAU WB, LAU B, et al. A mass spectrometric insight into the origins of benign gynecological disorders [J]. *Mass Spectrom Rev*, 2017, 36(3): 450-470.
- [44] 杜娟, 周立华. 浅论循经部位高能量代谢的形成机制 [J]. 中国针灸, 2014, 34(11):1119-1121.
- [45] 承焕生, 何文权, 陈尔瑜, 等. 用 PIXE 研究经络穴位元素浓度的异常分布 [J]. 核技术, 1999, 22(8):494-499.
- [46] ZHANG D, DING G, SHEN X, et al. Role of mast cells in acupuncture effect: a pilot study [J]. *Explore*, 2008, 4(3): 170-177.
- [47] 陈铭, 胡翔龙, 吴祖星. 针刺时督脉线下深部组织中氧分压变化的实验观察 [J]. 针刺研究, 2008, 33(6): 402-405.
- [48] HONG M, PARK SS, HA Y, et al. Heterogeneity of skin surface oxygen level of wrist in relation to acupuncture point [J]. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2012, 2012:106762. doi: 10.1155/2012/106762.
- [49] EÖRY A. In-vivo skin respiration (CO_2) measurements in the acupuncture loci [J]. *Acupunct Electrother Res*, 1984, 9(4): 217-223.
- [50] 屈箫箫. 面部穴位温度和血流灌注对称性及针灸对其调整作用 [D]. 北京: 中国中医科学院, 2009.
- [51] OMURA Y. Connections found between each meridian (heart, stomach, triple burner, etc.) & organ representation area of corresponding internal organs in each side of the cerebral cortex; release of common neurotransmitters and hormones unique to each meridian and corresponding acupuncture point & internal organ after acupuncture, electrical stimulation, mechanical stimulation (including shiatsu), soft laser stimulation or QI Gong [J]. *Acupunct Electrother Res*, 1989, 14(2): 155-186.
- [52] 谢远军, 胡翔龙, 吴宝华. 经络循行线上组织氧分压的观察及其针刺的影响 [J]. 中国中医药科技, 2000, 7(6):353-354, 351.
- [53] 许小洋, 胡翔龙, 吴宝华. 循经施加机械压力对大肠经三个部位深部组织中氧分压的影响 [J]. 针刺研究, 2000, 25(4):276-279.
- [54] 高凌云, 胡翔龙, 许小洋, 等. 督脉循行线下深部组织温度的检测 [J]. 针刺研究, 2006, 31(3):159-162.
- [55] 靳聪妮, 胡翔龙, 陈铭. 心包经前臂段经脉线下深部组织温度的测定 [J]. 世界科学技术-中医药现代化, 2007, 9(4):26-30.
- [56] JUNG J, LEE SM, LEE MJ, et al. Lipidomics reveals that acupuncture modulates the lipid metabolism and inflammatory interaction in a mouse model of depression [J]. *Brain Behav Immun*, 2021, 94: 424-436. doi: 10.1016/j.bbi.2021.02.003.
- [57] SHI H, LIU Y, CUI E, et al. A key node mining method based on acupoint-disease network (ADN): a new perspective for exploring acupoint specificity [J]. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2020, 2020: 6031601. doi: 10.1155/2020/6031601.

- [58] SARKAR S, SINHA SK, LEVINE H, et al. Anticipating critical transitions in epithelial-hybrid-mesenchymal cell-fate determination [J]. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 2019, 116(52): 26343–26352.
- [59] ZHANG Y, ZHANG A, YAN G, et al. High-throughput metabolomic approach revealed the acupuncture exerting intervention effects by perturbed signatures and pathways [J]. *Mol Biosyst*, 2013, 10(1): 65–73.
- [60] YAN G, ZHANG A, SUN H, et al. Dissection of biological property of Chinese acupuncture point Zusanli based on long-term treatment via modulating multiple metabolic pathways [J]. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2013, 2013: 429703. doi: 10.1155/2013/429703.
- [61] 余曙光, 唐勇, 尹海燕, 等. 艾灸刺激穴位局部感受的生物学基础 [J]. *世界中医药*, 2013, 8(8): 867–870.
- [62] 蒋一路. 不同敏化状态下 KOA 模型大鼠敏化穴位组织 miRNA 的表达差异研究 [D]. 成都: 成都中医药大学, 2020.
- [63] JIE B, ZHANG D, CHENG B, et al. Manifold regularized multitask feature learning for multimodality disease classification [J]. *Hum Brain Mapp*, 2015: 489–507. doi: 10.1002/hbm.22642.

Construction of Meridian and Collateral Homeostasis Model from Phenomics

SUN Jiaqi, JIANG Luxia, YU Zheng, DU Zhenmei, ZHANG Shengyan, TANG Yusheng, WANG Ziqian, CAO Xianfeng, WEN Chuanbiao

Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu, 611137

ABSTRACT By applying "homeostasis" to the study of the meridian and collateral system, the concept of meridian and collateral homeostasis has been proposed which refers to a balanced and stable state of meridian and collateral system, and plays an important role in maintaining body health and can provide a reference for the diagnosis and treatment of diseases. Phenomics realizes the cross-scale correlation from micro-phenotypic data, such as genome, proteome, and metabolome, to macro-phenotypic data, such as physiological state, behavioral activities, and external manifestations. From the perspective of phenomics, this paper proposes a meridian and collateral homeostasis dynamic mapping model of "macroscopic signs and microscopic expression". This model combines macro signs such as the four examinations of traditional Chinese medicine (TCM), biophysical indicators of acupoints, and micro expression information such as genes, proteins, and metabolism, and systematically investigates the relationship between meridian and collateral homeostasis and health and disease, thereby providing ideas and references for the identification of pre-disease states as well as precise diagnosis and treatment in TCM.

Keywords meridians and collaterals; homeostasis; phenomics; concept of holism

(收稿日期: 2023-11-20; 修回日期: 2024-02-20)

[编辑: 贾维娜]

广告

欢迎邮购《中医杂志》过刊

2000、2001 年合订本每本 100 元, 2002、2003 年合订本每本 105 元, 2004 年合订本 115 元, 2005 年合订本 125 元, 2007—2010 年合订本, 每本 140 元。2011(缺 5、6 期)—2013 年每册 9.80 元, 2014(缺 21 期)—2017 年(缺 3、5、15、18 期)每册 15 元, 2018 年(缺 5、7、9 期)每册 20 元, 2020 年(缺 7、8、9 期)每册 20 元, 2021 年每册 20 元。2022、2023 年每册 30 元。2011—2013 年合订本, 每年 4 本, 全年 280 元; 2014 年合订本, 共 4 本, 全年 400 元; 2018—2021 年合订本, 每年 4 本, 全年 600 元; 2022、2023 年合订本, 共 4 本, 全年 800 元。《中医杂志》2006—2008 年增刊每册 40 元。

以上免费邮寄, 如需挂号每件另加 3 元。

欲购者请汇款至北京市东直门内南小街 16 号, 收款人: 中医杂志社

或关注《中医杂志》官方微信 (zyzzgzh) 购买。邮编: 100700, 电话: (010)64089195。