

- [35] 白妍. 电针太阳、印堂穴对大鼠睡眠功能的神经-免疫调节及脑电活动影响的实验研究[D]. 黑龙江中医药大学, 2004.
- [36] 邹艳群. 失眠大鼠脑干 GAT-1 表达的变化[D]. 中南大学, 2010.
- [37] 刘祖丽, 唐成林, 余敏, 等. 不同强度电针对 PCPA 失眠大鼠下丘脑  $\gamma$ -氨基丁酸及受体的影响[J]. 生命科学研究, 2011, 15(3): 236-240.
- [38] 邵丹, 刘洋, 胡金凤. 针刺五脏俞调五脏神针对失眠大鼠脑内抑制性递质 GABA 及 GABAA 的含量影响[J]. 长春中医药大学学报, 2008, 24(2): 145-146.
- [39] 李裕和, 张林挺. 针刺对运动性失眠大鼠大脑内一氧化氮及谷氨酸含量的影响[J]. 河南中医, 2009, 29(6): 554-556.
- [40] 吴北峰. 电项针对大鼠睡眠剥夺及其诱发氧化应激反应影响机制的实验研究[D]. 黑龙江中医药大学, 2008.
- [41] 王慧, 陈天琪, 赵云华. 中枢白细胞介素-1 $\beta$  介导针刺中髌穴对大鼠大脑皮层兴奋性的抑制效应[J]. 贵州医药, 2010, 34(10): 874-876.
- [42] 曲卫敏, 孙宇, 许奇, 等. 腺苷和睡眠觉醒调节[J]. 生物物理学报, 2011, 27(1): 5-17.
- [43] 马张庆, 洪宗元. 前列腺素 DP 受体缺乏小鼠的睡眠-觉醒特征[J]. 中国临床药理学与治疗学, 2006, 11(11): 1300.
- [44] 代娟, 李恒芬, 曹素霞, 等. 老年抑郁症患者失眠与血浆褪黑素水平的关系[J]. 中国健康心理学杂志, 2010, 18(11): 1285-1287.
- [45] 胡静, 钟兰. 神阙给药治疗心脾两虚失眠的临床疗效及对褪黑素的影响[C]//2011 中国针灸学会年会论文集, 2011: 143-147.

(收稿日期: 2014-03-23)

(本文编辑: 蒲晓田)

## 红外热成像技术在中医药学领域的应用现状及前景分析

莫芳芳 马淑然 王乐鹏 李洪娟 马师雷 高思华

**【摘要】** 本文简要综述了红外热成像技术在中医证候、经络腧穴、体质和脏象等基本理论研究以及在中医临床疾病诊断和疗效评价研究中的应用现状。虽然红外热成像技术在中医药领域的科研和临床应用中已经取得了一定的成绩, 但仍有需要注意和改善之处。基于红外热成像技术的特色及优势, 不难看出红外热成像技术在中医药研究中前景广阔, 该技术将很可能成为中医药量化及现代化研究的关键技术手段之一, 甚至有可能成为应用于现代中医临床诊疗的“中医 CT”。

**【关键词】** 红外热成像; 中医理论; 诊断; 疗效; 针灸; 应用

**【中图分类号】** R241 **【文献标识码】** A doi:10.3969/j.issn.1674-1749.2014.12.022

### Situation and Prospects of Infrared Imaging Technology Applied in the Field of Traditional Chinese

Medicine MO Fang-fang, MA Shu-ran, WANG Le-peng, et al. Diabetes Research Center, Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100029, China

Corresponding author: GAO Si-hua, E-Mail: gaosihua1216@163.com

**【Abstract】** This paper aims to review the application status of infrared imaging technology in TCM basic theories such as syndrome, meridians and acupoints, physical constitution, visceral manifestation together with diagnosis and therapeutical evaluation. At present, laboratory study and clinical research of traditional Chinese medicine (TCM) with infrared imaging technology have been achieved a lot, but there are still much room to be improved. Based on the features and advantages, it is not hard for us to expect a broad prospect for infrared imaging technology TCM research. In other words, infrared imaging technology is likely to be a key technique in quantitative study and modernization study in TCM. And it may become

基金项目: 北京中医药大学创新团队资助项目(522/0100603001)

作者单位: 100029 北京中医药大学糖尿病研究中心(莫芳芳), 基础医学院[马淑然、李洪娟、王乐鹏(博士研究生)、高思华], 期刊中心(马师雷)

作者简介: 莫芳芳(1982-), 女, 博士, 助理研究员。研究方向: 脏腑相关理论研究, 中医药防治糖尿病研究。E-mail: xiaofang.tcm@163.com

通讯作者: 高思华(1957-), 博士, 教授。研究方向: 脏腑相关理论研究, 中医药防治糖尿病研究。E-mail: gaosihua1216@163.com

“TCM CT” in clinical practice.

**【Key words】** infrared imaging technology, TCM theory, diagnosis, curative effect, acupuncture and moxibustion, application

红外热成像技术是利用红外探测器接收红外辐射能,并将其转变为便于测量的电信号,经过模/数转换、数字信号处理等,进而形成可直观感知和分析的可见光图像分布图,通过分析物体的热信息来探查物体内部状态的影像学技术。早在上世纪六十年代,现代医学就将该项技术引入,并广泛应用于炎症、肿瘤等各类疾病的辅助诊断及疗效评价中。近年来,红外热成像技术在中医药学领域的应用,为中医科研、中医诊断及中医临床疗效评价等方面开拓了新的思路。

## 1 红外热成像技术用于中医基本理论研究

中医基本理论的形成是基于“象医学”之上的,其诊疗特点在于以表知里、由外揣内,其核心理念是整体观念。而红外热成像技术的特点是对人体表面信息的收集,从而获得人体动态连续的红外信息。由此可见,红外热成像技术与中医学理论在思想内涵上是一致的,符合了中医形于外,藏于内,内外合揣的原则<sup>[1]</sup>。因此,借助红外热成像技术的可视化图像可使抽象难懂的中医理论更形象化,便于理解。

朱明等<sup>[2]</sup>选择了 38 例不同年龄不同性别的患者进行红外检测,热图显示患者鼻部热辐射值均有不同程度的偏低,问诊发现 38 例患者中有 22 人患有过敏性鼻炎,约占 57.89%,这说明了中医的(肺)寒证在过敏性鼻炎发病中占有重要地位。同时也揭示了人体相应解剖部位的寒热图像可在一定程度上表征中医的寒/热证候。王鸿漠等<sup>[3]</sup>还选择了对 46 例健康青年进行面部的红外扫描,并对面部热图进行数据测量和分析,发现面温与阳气呈正相关,提出“凡不符合正常值范围为病态,高于上限者可考虑为实热阳证,低于下限者可考虑为虚寒阴证”。可见,红外热成像技术将有助于揭示中医证候中的“寒热”现象。不仅如此,研究还发现红外热成像技术可为中医脏腑辨证提供可视化证据。

朱明等<sup>[2]</sup>对一位 43 岁女性的热图进行分析,发现左胸前区有一明显的冷区,左手腕内关穴热辐射强于右手相同位置及周围组织,显示心包经内关穴处为实,心区为虚,提示有心的气血不足,同时这一现象也正与中医“表实者里必虚”和“五脏为中心”

的理论不谋而合。在后期问诊、察舌诊脉之后,均表明该患者确实属于心气阴两虚的证候类型。李洪娟等<sup>[4]</sup>还提出了“证候热力学”概念,论述了中医证候理论与热力学理论的内在关联性,详细阐述采用热力学方法研究中医证候的基本原则、方法、技术、手段,以及热力学方法研究中医证候的特点和优势等,认为从热力学角度研究中医证候是一种新思路和方法,符合中医诊断知外揣内的原理。

此外,红外热成像技术还广泛应用于中医经络腧穴理论研究中。早在上世纪八十年代蒋来等<sup>[5]</sup>应用红外热成像仪观察了 10 例经针灸治疗的患者,结果表明,凡循经有热感出现者,在热感出现的路线上,发现有较强大的红外线向外辐射,这种红外辐射能被准确、客观的反映和记录下来,从而使有温度改变的循经感传成为直观可见的图像。许金森等<sup>[6]</sup>对 250 名健康成年志愿者进行中医经络循经红外辐射轨迹的观察,结果等温显示和全温显示可以让人们直观地“看”到古人所描述的经脉循行路线,解决了经络看不见、摸不着的困惑,同时也提示经络在外周必然有其相应的物质基础,可能是具有多元结构的物质、能量、信息传递和转换的通道。张栋等<sup>[7]</sup>观察到胆经、心包经所呈现的高温区,与其穴位和经脉循行相近,提示体表经络温度变化可在一定情况下反映内脏疾病的病理状态。方镇洙等<sup>[8]</sup>选择 40 名健康志愿者,随机分组为内关穴组、公孙穴组、非内关穴组、非公孙穴组四组,分别在相同条件下相应穴位及非穴位针刺,应用红外热像仪,在针刺前、针刺即刻,持续行针 10 分钟,留针 20~30 分钟后分别测定腕腹部温度变化,结果表明,针刺内关及公孙穴前后机体腕腹部温度差有显著差异,从而证明了内关、公孙两穴对腕腹部能量有协同调节作用。

在中医体质研究中,红外热成像技术也显示出了一定的优势。李洪娟等<sup>[9]</sup>对 1021 例体检人群进行体质评估,同步采集人体红外热图,结果表明不同体质的人脏腑热态有显著差异,同时比较 166 例偏颇体质与 111 例平和体质的热态图,发现偏颇体质的督脉、下焦和左腰区有凉偏离特征,提示元阳不足有可能是体质下降的主要原因之一。在中医脏象学说研究中,马师雷<sup>[10]</sup>使用非制冷医用红外热

像仪采集了 106 例健康受试者、50 例支气管哮喘患者、36 例慢性支气管炎患者、43 例溃疡性结肠炎患者和 40 例慢性便秘患者躯干正面、侧面和背面红外热像图,分析部分肺系疾病和大肠系疾病患者的脏腑热值,观察在病理状态下肺、大肠的热态变化特点,以及二者对其他脏腑热态变化的影响,从一定层面为“肺与大肠相表里”理论提供了可视化佐证。

## 2 红外热成像技术用于中医临床诊断研究

四诊是中医诊断疾病的重要手段,红外热成像技术已经应用到了中医诊断研究中。李洪娟等<sup>[11]</sup>以中医诊断面诊理论为依据,通过对 316 例健康体检人群面部红外热图目鼻唇额颊颏等区域的热值数据分析,探求平和体质人群面部红外特征及不同面部区域寒热偏离的与脏腑疾病的关系,结果提示红外热成像面部检测技术能避开可见光检测技术的难点,直接获取皮肤温度来了解人体病理改变,是一种较为简单安全可信的检测方法。在中医临床研究中,还将红外热成像技术用于寻找中医疾病诊断的直观指标。武哲丽等<sup>[12]</sup>应用红外热像仪研究肝病血瘀证患者的舌部温度变化特征,结果提示红外热像图可以直观检测由于舌部血液灌注不足引起的舌部产热量减少情况,从而为肝病血瘀证微观辨证分型和疗效判断提供确凿的参考指标。张世亮等<sup>[13]</sup>利用红外热像技术检测高血压病患者的面部温度热值,研究表明,冠状大冷斑的出现率阳亢型高血压患者低于阳虚型高血压患者,阳虚型患者的面部平均温度明显低于阳亢型患者。魏鹏绪<sup>[14]</sup>采集了 31 例中风患者和 20 例普通人的红外热图,并应用 6 点冷标定位确定脊柱椎间隙水平、督脉和膀胱经的循行部位和穴位位置,观察不同部位温度高低相对关系,比较两组受试者观察范围内温度分布模式,结果显示,中风患者组背部督脉高温带断续、缩短的现象;两侧区域上中胸椎段明显失对称,单侧出现低温区域,提示中风后患者督脉脉气失调和上焦心肺脏气失调的病理机制。同时,中风患者中因脑梗塞所致偏瘫与脑出血后偏瘫的热图存在差异,前者背部两侧区域上中胸椎段瘫痪侧皮温低于健侧皮温,而后者则表现为瘫痪侧与低温区不一定同侧,提示两者病机有别。李洪娟等<sup>[15]</sup>使用红外热成像技术分析了 90 例人类免疫缺陷病毒感染/艾滋病患者的红外热像图,按照中医辨证,这 90 例患者分为寒证组和热证组,结果发现,患者寒

证组与热证组的红外热图存在明显的差异,集中表现在督脉巡行区以及中焦、下焦区域,热证组肝区、神阙穴区域的红外热值明显高于寒证组,从而证明了中医将人类免疫缺陷病毒感染/艾滋病的病机归结为邪热盛的科学性。谷华等<sup>[16]</sup>采集了 58 例肿瘤患者的红外热像图,研究发现,肿瘤气血两虚、实证、虚实夹杂、阴虚、气阴两虚、气虚、阳虚各证型患者的平均温度呈现依次降低的趋势,这为整体判断肿瘤患者的机体状态和证型诊断提供了温度参考。可见,红外热成像技术已经广泛应用于中医临床诊断研究中,为中医临床疾病及证候的判定提供了直观可视化的数据,辅助中医临床诊断。

## 3 红外热成像技术用于中医临床疗效研究

红外热成像技术与中医临床研究的结合,使中医方药治疗疾病前后的疗效评价有了客观的指标。朱明等<sup>[17]</sup>对照研究了健康人服用黄芩和干姜前后的红外热图,通过比较服药前后机体红外热值的变化趋势,进一步证实所服中药的寒热属性。魏明等<sup>[18]</sup>对 1 例证属脾肾阳虚、肝肾阴虚的失眠患者进行了治疗前后的红外热成像检测,系统观察了治疗前后人体脏腑热态变化,研究发现,患者药后 1 月余,主诉寒症明显缓解,而红外热图显示三焦及脏腑等热值变化与预期吻合,小腹、下焦、双足温度升高,胸膈、两胁温度下降,三焦正常热秩序重新建立,客观记录了中医方药治疗对人体阴阳的调整作用。此外,红外热成像技术还被广泛应用于评价针刺艾灸等中医治疗手段的临床疗效研究中。宋晓晶等<sup>[19]</sup>研究了面瘫患者针刺光明穴和合谷穴后红外热图的改变情况,结果表明,针刺光明穴后,眼局部温度明显升高,针刺合谷穴后,口唇局部温度明显升高,从而证明了光明穴与眼部周围、合谷穴与口唇周围的效应关系更加紧密。兰彩莲等<sup>[20]</sup>利用红外热成像系统采集了 10 名健康受试者的命门穴和其周围非经非穴点的红外热值,对比使用艾条加热前后红外热图的改变,结果表明,在检测者的红外热像图中,可以发现与督脉循行吻合的红外辐射轨迹。

## 4 问题及展望

综上所述,红外热成像技术在中医药领域的科研和临床应用中已经取得了一定的成绩。红外热成像技术对人体不会造成伤害,对环境不会造成污

染,具有非接触、无辐射、费用低廉和安全实用等优点<sup>[21]</sup>,以及其精确显示人体体表各个区域的温度,并通过颜色鲜明的热图表现出来,而使人体寒热信息可视化、客观化、数据化等特点将使该项技术在中医药领域研究中有更大的发展空间和良好的发展前景。该技术很可能成为中医药量化和现代化研究的关键技术手段之一,甚至有可能成为应用于现代中医临床诊疗的“中医 CT”。

为了充分利用红外热成像技术,突破局限,使其在中医药领域研究中发挥最大的作用,有专家还建议要继续加强中医—物理—机电等各个学科的合作,以便不断改进仪器,使其具有中医特性<sup>[22]</sup>。同时,在研究中还要扩大样本数,增加客观描绘,明确实验指标诊断的特异性和敏感性,统一仪器检测标准,这将有可能是中医药客观化、标准化研究取得突破的关键。值得提出的是,红外热成像技术所呈现的毕竟只是体表温度,然而体表温度的变化并不一定完全来自体内病变,也有可能是短暂的外界干扰,或体表皮肤功能障碍造成的。因此,在实际工作中,应用红外热成像技术进行临床疾病诊断时,必须排除干扰,结合相应指标,以便准确客观的作出评价。

### 参 考 文 献

- [1] 戚沁园,陈长青,郭建茹,等. 热红外技术在中医诊断中的应用[J]. 世界科学技术-中医药现代化, 2011, 13(6): 1027-1037.
- [2] 朱明,周铭心,林亭秀,等. 红外成像技术在中医科研中导向性应用[J]. 新疆医科大学学报, 2007, 29(9): 1025-1026.
- [3] 王鸿漠,张栋. 中医色诊学定位与红外热象数字化研究[J]. 世界科学技术-中医药现代化, 2004, 6(4): 26-32.
- [4] 李洪娟,董继鹏,沙莎,等. 证候热力学研究初探[J]. 北京中医药大学学报, 2012, 35(1): 42-45.
- [5] 蒋来,陈振湘,宋贵美,等. 循经感传红外成像的初步观察[J]. 中医杂志, 1980, (2): 46-49.
- [6] 许金森,汪培清,胡翔龙,等. 红外辐射成像技术中等温显示与全温显示在中医经络研究中的应用[J]. 福建中医学院学报, 2004, 14(2): 20-21.
- [7] 张栋,王淑友,马惠敏,等. 内脏病变(心包炎)体表循经温度反应的红外热像图显示[J]. 中国中医基础医学杂志, 2004, 10(7): 52-54.
- [8] 方镇洙. 应用 DITI 对中医经络学再认识[J]. 世界中西医结合杂志, 2006, 1(1): 357-359.
- [9] 李洪娟,许俊琴,郭会鹏,等. 9 种中医体质人群的热态特征研究[J]. 中国中医基础医学杂志, 2009, 15(10): 790-791.
- [10] 马师雷. 基于三部《名医类案》和红外热像技术分析“肺与大肠相表里”理论的证治规律[D]. 北京:北京中医药大学, 2013.
- [11] 李洪娟,沙莎,李婷婷. 面部红外成像诊法研究[J]. 中国中医基础医学杂志, 2012, 18(7): 787-790.
- [12] 武哲丽,陈群,徐志伟. 肝病换血舌象与血疾证舌温临床研究[J]. 中国中医药信息杂志, 2008, 15(7): 22-24.
- [13] 张世亮,张蕴慧,庄欣. 红外成像技术对不同证型高血压患者面部温度的研究[J]. 山东中医药大学学报, 2000, 24(5): 359.
- [14] 魏鹏绪. 中风患者背部红外热像变化与经络穴位关系的临床研究[D]. 北京:北京中医药大学, 2005.
- [15] 李洪娟,刘颖,邵突,等. HIV/AIDS 患者不同寒热证候的热态数据分析及临床意义探讨[J]. 北京中医药大学学报, 2011, 18(2): 43-45.
- [16] 谷华,孙丽斌,于畅,等. 红外热图温度与肿瘤中医证型的关系[J]. 临床军医杂志, 2009, 37(3): 389-390.
- [17] 朱明,李宇航. 关于中药寒热药性试验的红外成像观测[J]. 中国体视学与图像分析, 2007, 12(1): 53-58.
- [18] 魏明,孟祥奇,刘佳琪,等. 应用红外成像技术辅助中医诊治 1 例[J]. 北京中医药大学学报(中医临床版), 2013, 20(6): 48-49.
- [19] 宋晓晶,张栋. 针刺合谷与光明穴在面部的红外热像显示研究[J]. 中国针灸, 2010, 30(1): 51-54.
- [20] 兰彩莲,潘晓华,许金森,等. 艾灸刺激循督脉线及其旁开非经对照点反应的比较观察[J]. 福建中医药大学学报, 2011, 21(3): 4-5, 45.
- [21] CAO X R, JING M D. Influence of Ambient Temperature Oil Infrared Infrared Radiation Humanbody Thermometer Performance[J]. Acta Metrologica Sinica, 2002, 23(1): 33.
- [22] 袁永明,陈晓. 红外技术在中医的运用[J]. 中医药学报, 2007, 35(1): 55.

(收稿日期:2014-10-28)

(本文编辑:蒲晓田)

## · 信息之窗 ·

### 本刊核心影响因子为 0.510

据 2014 年 9 月 27 日中国科技信息研究所每年一次发布的《2014 年版中国科技期刊引证报告(核心版)》显示,《环球中医药》核心影响因子为 0.510,核心他引率 0.83,核心被引半衰期 2.6。

同期,本刊扩展影响因子 0.906,扩展他引率 0.9,扩展 H 指数 6(至少有 6 篇文章被引不低于 6 次),基金论文比 0.466。