

☆ 综 述 ☆

基于红外热成像技术的腧穴温度特异性 变化规律分析

贺晶蕾¹, 马巧琳^{1,2}, 胡 斌^{1,2}, 游晓阳³, 赵蓉蓉¹, 范宣强¹

(¹河南中医药大学, 郑州 450046; ²河南中医药大学第三附属医院, 郑州 450008; ³南阳医学高等专科学校, 河南南阳 473061)

【摘要】 腧穴作为经络气血输注于体表的关键部位,其温度特异性对针灸理论和临床实践均具有重要意义。多项研究表明不同腧穴的温度变化存在一定规律,但缺乏系统性和全面性分析。本文对红外热成像技术下腧穴温度特异性展开分析总结:①穴区与非穴区皮肤温度存在显著差异,且不同生理阶段和针刺干预下表现各异;②腧穴温度的对称性与平衡性可反映机体状态,健康人体腧穴温度对称平衡,而病理状态下这种特性被打破;③不同疾病状态下,腧穴温度呈现双向表达特征,为疾病辅助诊治提供了一定依据;④腧穴温度特征与经理论高度一致,且不同针灸干预方式对腧穴温度调节效果不同。本文总结了腧穴温度变化规律,为临床实践和未来研究方向提供了一定参考。

【关键词】 红外热成像技术;腧穴;温度;特异性;针灸

Analysis of temperature specificity at acupoints based on infrared thermography

HE Jing-lei¹, MA Qiao-lin^{1,2}, HU Bin^{1,2}, YOU Xiao-yang³, ZHAO Rong-rong¹, FAN Xuan-qiang¹ (¹Henan University of Chinese Medicine, Zhengzhou 450046, China; ²Third Affiliated Hospital of Henan University of Chinese Medicine, Zhengzhou 450008; ³Nanyang Medical College, Nanyang 473061, Henan Province)

【ABSTRACT】 As key sites where *qi* and blood from the meridians infuse into the body surface, acupoints exhibit temperature specificity, which is of great significance for both acupuncture theory and clinical practice. While numerous studies have reported patterns of temperature variations across different acupoints, systematic and comprehensive analyses remain scarce. This study investigates temperature specificity at acupoints using infrared thermography and reveals the following: (1) significant temperature differences exist between acupoint and non-acupoint areas, with variations across physiological states and needling interventions; (2) the symmetry and balance of acupoint temperatures reflect the body's physiological status—healthy individuals exhibit symmetrical and balanced temperatures, whereas pathological states disrupt this pattern; (3) under different disease conditions, acupoint temperatures demonstrate bidirectional changes, which may provide a basis for auxiliary diagnosis and treatment; (4) acupoint temperature profiles align closely with meridian theory, and different acupuncture modalities exert distinct regulatory effects. This paper summarizes the patterns of temperature variation at acupoints and provides guidance for clinical practice and future research directions.

【KEYWORDS】 Infrared thermography; Acupoints; Temperature; Specificity; Acupuncture and moxibustion

腧穴是经络气血输注体表的关键部位^[1],是脏腑、经络、体表沟通的重要枢纽。经络气血的运行状态,可以直接影响腧穴及其周围组织的温度^[2]。现代功能神经影像学研究证实腧穴在组织结构上具有特异性^[3],其神经、血管分布密度显著高于非穴

区^[4],这种特征使其在生理病理过程中表现出明显的温度变化^[5]。通过测量腧穴温度,可以反映机体气血的盛衰和脏腑功能的状况^[6]。2021年诺贝尔生理学或医学奖对温度感受器瞬时受体电位香草酸亚型1(TRPV1)和触觉感受器压电型机械敏感离

【DOI】10.13702/j.1000-0607.20250858

引用格式:贺晶蕾,马巧琳,胡斌,等.基于红外热成像技术的腧穴温度特异性变化规律分析[J].针刺研究,2026,51(5):646-652.

项目来源:2024年河南省医学科技攻关计划联合共建项目(No. LHGJ20240378);河南省中医药传承与创新人才工程(仲景工程)中医医拔尖人才项目(No. 豫卫中医函[2021]15号)

通信作者:胡斌,E-mail:hnzyhb@163.com

子通道2(Piezo2)的发现,为探索腧穴温度感知机制提供了重要启示^[7]——腧穴区域的温度变化可能通过特异性温度感受器参与经络信号传导,这为腧穴温度特异性的生物学基础提供了全新的研究视角。因此,开展腧穴温度研究对揭示经络本质、优化针灸诊疗方案具有重要的意义和价值。

腧穴温度的精准检测长期面临技术瓶颈,传统测温工具如热电偶测温计、热敏电阻测温仪等存在需接触、单点测量、响应时间较慢等局限性,难以满足临床对精准化、可视化测温的需求。近年来,红外热成像技术凭借无创、非接触、实时动态成像及高空间分辨率等优势在医学领域被广泛应用,并逐渐成为腧穴温度研究的焦点工具^[8-17]。其通过捕捉8~14 μm波段的红外辐射^[18],可生成完整的体表温度分布图谱,为解析腧穴温度的空间特征与动态变化提供了可靠手段。但现有研究多聚焦于单个或少数腧穴在特定状态下的温度变化,且研究结果较为分散,尚未形成全面、统一的腧穴温度变化规律体系,使得腧穴温度的理论价值难以有效转化为临床实践指导。

因此,本文对红外热成像技术下腧穴温度特异性研究的相关文献进行系统整理,通过分析不同生理状态下腧穴的温度分布特征、病理状态下的温度响应规律及针灸干预后的温度动态变化,总结腧穴温度变化的共性规律与特异性表现,为针灸临床实践中腧穴的精准选择与疗效评估提供参考。

1 穴区与非穴区皮肤温度状态的差异性

穴区与非穴区的皮肤温度状态存在显著差异,这种差异不仅表现为静态温度对比,更在不同生理状态及针刺干预下呈现独特变化规律。

Ovechkin等^[19]使用对10 μm红外波长最敏感的TV-03K热成像系统分析了25 000名患者的热图,结果显示穴点的温度相对于周围区域分别为超热、低热、等温状态,等温状态下,穴点的温度分布与周围区域虽然在热图中可能区别不明显,但也存在差异。穴点与非穴区的这种温度状态差异可能与腧穴下存在较高比例的穿支血管有关^[4]。Li等^[20]利用红外热成像测量了90例健康女大学生在月经期、卵泡期、排卵期、黄体期腧穴和非穴点的体表温度变化,结果显示,与胞宫相关的腧穴在排卵期的温度差显著高于其他时期,而非穴点在相同生理阶段并未表现出显著的温度差变化,表明腧穴温度变化对表达脏腑功能状态具有特异性,而无关腧穴和非穴

点则缺乏这种特异性。国外有研究^[21]聚焦于针刺干预对穴区与非穴区温度的影响,进一步丰富了对两者温度差异的认识:研究借助红外热成像技术,评估针刺合谷与针刺手部非经穴的皮肤和肌肉点后的温度变化差异,观察到对合谷进行真针刺后,皮肤表面温度显著升高,而皮肤假针刺组和肌肉假针刺组及无操作组的皮肤表面温度均有所下降。国内学者^[22]研究表明,针刺腰痛患者委中后,腰(L)3~L5节段温度升高幅度及持续时间均显著大于针刺非穴组。

以上研究提示,穴区与非穴区皮肤温度状态存在显著差异,在常态下穴点与周围区域的温度存在差异,针刺干预后,穴区相对非穴区呈现特异性温度变化。

2 腧穴温度的对称性与平衡性

2.1 生理状态下腧穴温度具有对称性和平衡性

人体体表温度在生理状态下呈现左右对称性和稳定性^[23],这种对称性可能反映气血运行的平衡状态。腧穴作为经络气血输注体表的关键部位,其温度既受局部组织代谢影响^[24],也与整体生理功能相关。红外热成像技术为量化分析腧穴温度对称性提供了有效手段^[25]。Wei等^[6]通过红外测温仪对100名健康医学生的14条主要经络上135个腧穴进行检测,结果显示双侧同名腧穴温度左右对称,具有相关性,且经络腧穴温度图显示腧穴温度在一定范围内保持一致以维持体温,表明各腧穴温度保持着良好的平衡。袁霄等^[26]基于红外热成像技术观察到,健康受试者腰骶部及背俞穴温度分布对称。这种对称性可能与双侧神经-血管调节的协同性相关。

2.2 病理状态下腧穴温度呈现失衡状态

疾病可破坏腧穴温度对称性,其模式具有疾病特异性。腰椎间盘突出症腰痛患者患侧腰骶部及肾俞、大肠俞表皮温度较健侧升高,呈现出明显的不对称性^[26]。这种不对称性在周围性面神经麻痹(BP)^[27]与无先兆性偏头痛(MO)患者^[28]中同样显著:研究者使用医用红外热像仪检测BP急性期患儿面部四白、地仓、颊车、阳白、瞳子髎、下关、迎香、口禾髎、丝竹空、颧髎等腧穴的温度,结果显示所有观察组BP急性期的患儿患侧与健侧的腧穴温差均显著高于对照组,其中颊车、下关和迎香的温度变化最为明显,表明BP导致了面部腧穴热代谢的不均衡变化;喻文等^[28]采用红外热成像技术观察MO患者力敏腧穴的红外特征,结果显示MO患者患侧

的力敏腧穴温度高于健侧和健康受试者对应侧,这种不对称性可能反映经络气血的偏颇状态。

2.3 针灸干预对腧穴温度平衡状态的影响

腧穴温度对称性可能作为针灸治疗有效性的有价值指标,已有研究显示在合谷进行艾灸治疗可以改善患者的温度对称性,促进机体功能恢复平衡^[29];白杨等^[30]通过红外热成像观察到使用滞动针刺肌筋膜激痛点治疗粘连性肩关节囊炎,可缩小患侧与健侧肩关节的温度差,使粘连性肩关节囊炎患者患侧与健侧肩关节局部温度趋于平衡。

以上研究提示,腧穴温度对称性是生理状态的敏感指标,疾病状态下腧穴温度失衡特征或具有一定的辅助诊断价值。同时,通过针灸等干预方式能够调整腧穴温度的对称性与平衡性,为临床利用腧穴温度变化防病治病提供新思路。

3 不同疾病状态下腧穴温度的双向表达特征

3.1 腧穴升温现象

原发性痛经(PD)、慢性前列腺炎、哮喘等研究显示,疾病相关腧穴普遍存在温度升高的现象:Wang等^[31]通过系统评价和荟萃分析评估PD患者与健康受试者间部分腧穴的温度差异,结果表明,在月经期间,PD患者的三阴交、太溪左右温差显著高于健康组,而血海左右温差显著低于健康组;黄建华等^[32]报道中极与曲泉在慢性前列腺炎患者中的温度显著高于健康受试者;傅梦玉团队^[33]研究显示肺俞、膈俞、脾俞、肾俞等背俞穴群在哮喘患者中呈现区域性升温。这些变化可能与局部微循环改变或炎性介质释放有关,具体机制仍需进一步研究。

3.2 腧穴降温现象

部分寒性疾病则呈现特定腧穴温度降低的响应模式。曹灵修等^[34]对督脉腧穴测温,结果显示肾阳虚型抑郁症患者腰俞、命门等穴温度显著低于健康组。黄诗雅等^[35]采集了453例岭南健康女性的红外热成像数据,结果表明寒证患者(包括上热下寒组和下寒组)的腹部及任脉区域内关元、气海、神阙等多个腧穴热值降低,表明此区域的热量不足,可能与寒证的表现相关。张明健等^[36]使用红外热成像仪观察42名寒凝血瘀型PD患者与健康女性的任脉、督脉、冲脉、胃经、脾经及膀胱经第一侧线的腧穴温度,对比其在月经来潮前1~3d、月经来潮第1天和月经结束后第3天各测试点腧穴红外辐射温度的变化,结果显示经前PD患者的双侧中膻俞、会阳

等穴温度降低,经期痛经发作时督脉和膀胱经第一侧线腰骶部经穴温度进一步下降,与寒凝的病因病机相符合。虚寒性疾病的腧穴温度降低现象,与机体阳气虚衰、气血运行障碍及脏腑功能减退相关。红外热成像技术通过量化该特征,为寒证辨证提供了一定参考。

现有研究提示,腧穴温度的双向变化可能反映不同疾病的病理特征,可能为辅助疾病诊断和辨证分型提供了新的观察视角,后续研究需深入探索腧穴温度与疾病的内在关联机制,获取更多直接证据。

4 腧穴温度特征与经络理论的关联性

4.1 经络区域温度分布的生理病理特征

生理状态下,腧穴区域呈现特征性温度梯度。王乐鹏等^[37]通过分析健康青年男性四季红外热像数据,观察到三焦温度秩序呈现下焦最热、中焦次之、上焦最凉的规律,与《黄帝内经》“上焦如雾,中焦如沤,下焦如渎”的论述相符;督脉温度显著高于任脉,支持“督脉为阳脉之海、任脉为阴脉之海”的理论框架。而病理状态下这一特征被打破,气郁体质中年人群出现中、下焦区域温度异常降低,其红外热图整体表现为上热下寒特征^[38],提示温度梯度变化可能反映气血运行失常。

4.2 表里经腧穴温度协同变化现象

腧穴与脏腑经络之气相通,具有循经性和脏腑归属性^[39]。特定腧穴具有主治特异性,能够特异性调节脏腑功能^[40]。针刺特定腧穴可引发表里经温度协同变化。王亚军等^[41]利用红外热成像技术对针刺列缺后肺经与大肠经温度升降幅度进行测量,结果显示两经相关腧穴温度均明显高于针刺前,而针刺与列缺同经且位置相近的经渠后,仅影响肺经温度,这一结果可能解释“头项寻列缺”的临床效应:通过调节肺与大肠表里两经的经气联动实现治疗作用,提示腧穴的主治特异性可能与其调节表里经协同能力相关。

4.3 特定腧穴与相关部位温度调控的经典理论验证

多项研究通过腧穴与靶部位温度变化验证经典理论。张雨璇等^[42]使用红外热成像仪检测40名风热犯肺证患者的肺区、眼、耳、鼻和唇在痊愈前后的温度数据,结果显示患者肺区及鼻窍温度升高,红外热图显示热偏离,表明风热犯肺证引起肺区和鼻窍同步升温,与藏窍理论中“肺开窍于鼻”相呼应。李顺月等^[43]研究显示,针刺单侧合谷可诱导患

者同侧的嘴角和鼻沟部位的温度升高,这可能与针刺合谷后面部的交感神经抑制、血管舒张促进血液循环来改善面部的新陈代谢有关,表明“面口合谷收”的选穴原则具有一定的科学性。Trinh等^[44]通过红外热成像动态监测健康志愿者观察到,针刺后溪可使颈后皮肤表面温度升高,而针刺对照穴鱼际则无明显变化,表明手太阳小肠经后溪对颈后区温度的特异性调节,与“后溪通督脉”理论相契合,同时该研究观察到针刺双侧后溪均能引发相同效应,表明腧穴调节的对称性特征。陈冬荔等^[22]研究结果显示,针刺委中相对于针刺腘膝部其他腧穴更容易使腰痛患者腰部局部温度升高,且L3~L5节段温度升高比率更大,升高趋势更明显,印证了“腰背委中求”的经络理论。一项随机对照试验^[45]同样验证了这一观点,针刺委中可使腰部温度升高,且优于非经穴对照组,表明委中对腰部温度的优选效应,并且该研究结果表明,针刺委中的温度效应显著优于艾灸,一定程度上表明针刺疗法的特异性优势,也凸显红外热成像技术在揭示不同干预方式作用机制中的独特价值。

腧穴作为人体脏腑经络之气输注体表的特殊部位,其温度特征可能反映经络功能状态。红外热成像技术为定量研究腧穴温度与经络理论的关联提供了新视角,现有研究从不同方面提示,生理和病理状态下腧穴温度呈规律性变化,且与传统经络理论存在多维度契合,为进一步探索经络理论的科学基础提供参考。

5 不同针灸干预方式对腧穴温度的特异性调节

5.1 针刺对腧穴温度的动态调控

针刺通过机械刺激引发快速温度响应,Agarwal等^[21]的随机对照试验显示,健康受试者在针刺合谷10 min内穴区皮肤温度上升0.5~1.2℃,而假穴组未观察到显著温度变化,提示可能存在穴区特异性反应。这种即时调节与针刺手法密切相关,李铁等^[46]研究表明,根据捻转针刺刺激足三里的频率,腧穴皮肤温度会发生变化;相关研究^[47]表明在足三里上补法操作后腹部皮温升高,而泻法操作后腹部皮温降低;Huang等^[48]观察假针刺和提插与捻转两种不同针刺手法对健康志愿者足三里腧穴皮肤温度的影响,结果显示与假针组相比,真针刺可以显著提高刺激腧穴温度,且提插手法引起的温度升高幅度高于捻转手法。一项单盲随机对照试验^[49]

结果显示,大椎补法使面部升温0.9℃,而泻法导致面部温度下降0.9℃;与假针刺组相比,补法和泻法在皮肤温度上均显示出显著差异,表明针刺大椎可以影响面部皮肤温度,且通过大椎补法和泻法在皮肤温度反应上的对比,验证了机体不同的生理效应。一项交叉研究^[50]在健康人群左侧下颌点行耳针针刺后,同侧下颌区域的温度从(34.34±0.69)℃升至(34.76±0.72)℃,右侧下颌点行耳针针刺后,同侧下颌区域的温度从(34.49±0.73)℃升至(34.99±0.71)℃,在颞点进行安慰针刺处理后,下颌区域的皮肤温度无显著变化。

5.2 艾灸的循经温度传导特性

艾灸通过温热刺激产生持续温度效应,表现出经络传递及循经传导效应。有研究^[51]将80名健康参与者分为心经干预组和肺经干预组,分别对两组对应的经络施灸后观察到,两条经络之间存在相似的热传递效应,且艾灸可引发显著的心肺经间热传导效应,远端腧穴反应强于近端。朱小香等^[52]的最新研究进一步揭示,艾灸关元、神阙可使阳虚质者任督二脉中膻中、大椎、命门等腧穴的组织血氧饱和度及氧合血红蛋白含量提升,表明艾灸的温热刺激可能通过提升局部血氧水平和温度以实现温补效应。

6 小结及展望

本文从多个维度揭示了红外热成像技术下腧穴温度的特征及变化规律:①穴区与非穴区皮肤温度存在一定差异,针刺干预后,穴区相对非穴区呈现特异性温度变化;②双侧同名腧穴温度具有一定的对称性与平衡性,病理状态下呈现不对称性和失衡状态,针灸可调节腧穴温度恢复平衡;③腧穴的温度在不同疾病状态下呈现双向表达特征,部分腧穴温度变化模式与疾病寒热虚实的性质相关;④腧穴温度变化特征与经络理论存在多角度关联性;⑤针灸通过不同刺激模式诱导腧穴温度变化,针刺可即时性调节腧穴温度状态,且与针刺手法有关,艾灸通过持续热辐射引起经络热传导效应。

红外热成像技术凭借无创可视化、动态量化的优势,捕捉腧穴在生理病理状态下的宏观温度特征,挖掘腧穴功能的深层规律,在腧穴温度特异性研究中展现出巨大潜力。未来研究可聚焦于以下几方面:①采用深度学习等算法对海量热成像数据进行特征提取,建立腧穴温度与体质、疾病之间的关联模型,突破当前单穴、单病种研究的局限性;

②推动多模态数据融合,将红外热成像与微循环监测、神经电生理等技术结合,解析腧穴温度变化的物质基础,揭示温度与功能相关联的生物学本质;③建立标准化研究体系,通过统一环境控制、腧穴定位及数据采集标准,减少研究异质性,为腧穴温度规律的普适性验证提供方法学支撑。通过这些探索,有望将零散的表层研究结论整合为系统的理论体系,深化对腧穴温度特异性的理解,推动红外热成像技术成为针灸基础研究与临床转化的核心工具。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突。

参考文献

- [1] 黄龙祥. 论俞穴[J]. 中国针灸, 2023, 43(10): 1189-1201, 1216.
HUANG L X. On acupoints (in Chinese) [J]. Chinese Acupuncture & Moxibustion, 2023, 43(10): 1189-1201, 1216.
- [2] WANG T Q, WANG Y J, XU S T. Retesting conjecture of acupuncture in traditional Chinese medicine theory [J]. Acupunct Electrother Res, 2021, 47(1): 59-68.
- [3] QIU K, YIN T, HONG X J, et al. Does the acupoint specificity exist? evidence from functional neuroimaging studies[J]. Curr Med Imaging, 2020, 16(6): 629-638.
- [4] ÁLVAREZ-PRATS D, CARVAJAL-FERNÁNDEZ O, VALERA GARRIDO F, et al. Acupuncture points and perforating cutaneous vessels identified using infrared thermography: a cross-sectional pilot study [J]. Evid Based Complement Alternat Med, 2019, 2019: 7126439.
- [5] 蒯伟, 刘晓佳, 周玉梅, 等. 基于红外热成像技术的膝骨性关节炎患者穴位体表温度规律研究[J]. 世界科学技术-中医药现代化, 2021, 23(5): 1484-1489.
LIN W, LIU X J, ZHOU Y M, et al. Research on the surface temperature of related channel points in patients with knee osteoarthritis based on infrared imaging technology (in Chinese) [J]. Modernization of Traditional Chinese Medicine and Materia Medica-World Science and Technology, 2021, 23(5): 1484-1489.
- [6] WEI H N, JIANG L P, XIONG B, et al. Characteristic patterns of normal meridian acupoint temperature [J]. J Chin Med Assoc, 2017, 80(7): 419-426.
- [7] GUO Y, LI Y M, XU T L, et al. An inspiration to the studies on mechanisms of acupuncture and moxibustion action derived from 2021 Nobel Prize in Physiology or Medicine [J]. Acupunct Herb Med, 2022, 2(1): 1-8.
- [8] DE CAMARGO V M B, ULBRICHT L, CONINCK J C P, et al. Thermography as an aid for the complementary diagnosis of nodules in the thyroid gland [J]. Biomed Eng Online, 2022, 21(1): 41.
- [9] 管灵聪, 熊俊, 郭安吉, 等. 热敏灸调节变应性鼻炎大鼠 Th17/Treg 免疫失衡的机制研究[J]. 针刺研究, 2025, 50(6): 658-665.
GUAN L C, XIONG J, GUO A J, et al. Mechanism of thermo-sensitive moxibustion intervention in regulating Th17/Treg immune imbalance in the rat model of allergic rhinitis (in Chinese) [J]. Acupuncture Research, 2025, 50(6): 658-665.
- [10] 赵志恒, 张胤骏, 李臻, 等. 基于红外测温的火针“温通”效应改善脊髓损伤作用靶点研究[J]. 天津中医药, 2022, 39(8): 1025-1031.
ZHAO Z H, ZHANG Y T, LI C, et al. Target study of fire needle “Wentong” effect in improving spinal cord injury based on infrared temperature measurement (in Chinese) [J]. Tianjin Journal of Traditional Chinese Medicine, 2022, 39(8): 1025-1031.
- [11] DER STRASSE W A, CAMPOS D P, MENDONÇA C J A, et al. Detecting bone lesions in the emergency room with medical infrared thermography [J]. BioMedical Eng OnLine, 2022, 21(1): 35.
- [12] QU Y J, MENG Y Q, FAN H, et al. Low-cost thermal imaging with machine learning for non-invasive diagnosis and therapeutic monitoring of pneumonia [J]. Infrared Phys Technol, 2022, 123: 104201.
- [13] FISCAL M R C, TREVIÑO V, TREVIÑO L J R, et al. COVID-19 classification using thermal images [J]. J Biomed Opt, 2022, 27(5): 056003.
- [14] VERSTOCKT J, VERSPEEK S, THIESSEN F, et al. Skin cancer detection using infrared thermography: measurement setup, procedure and equipment [J]. Sensors, 2022, 22(9): 3327.
- [15] VERGILIO M M, GOMES G, AIELLO L M, et al. Evaluation of skin using infrared thermal imaging for dermatology and aesthetic applications [J]. J Cosmet Dermatol, 2022, 21(3): 895-904.
- [16] 刘人铭, 于波, 李铁. 经穴特异性在体研究方法概况 [J]. 中华中医药学刊, 2023, 41(7): 116-120.
LIU R M, YU B, LI T. General situation of in vivo research methods of acupoints specificity (in Chinese) [J]. Chinese Archives of Traditional Chinese Medicine, 2023, 41(7): 116-120.
- [17] FENG Y Y, XIA Y F, FAN B K, et al. Global trends and performances of infrared imaging technology studies on acupuncture: a bibliometric analysis [J]. Front Neurosci, 2024, 18: 1387752.
- [18] 李相迪, 黄英, 张培晴, 等. 红外成像系统及其应用 [J]. 激光与红外, 2014, 44(3): 229-234.
LI X D, HUANG Y, ZHANG P Q, et al. Infrared imaging system and applications (in Chinese) [J]. Laser & Infrared, 2014, 44(3): 229-234.
- [19] OVECHKIN A, LEE S M, KIM K S. Thermovisual evaluation of acupuncture points [J]. Acupunct Electrother Res, 2001, 26(1/2): 11-23.
- [20] LI T Y, PAN L J, JIA C S, et al. Study on the body surface temperature variation patterns of the meridian acupoints related to the physiological status of the uterus [J]. J Acupunct

- Tuina Sci, 2020, 18(5): 337-344.
- [21] AGARWAL-KOZLOWSKI K, LANGE A C, BECK H. Contact-free infrared thermography for assessing effects during acupuncture: a randomized, single-blinded, placebo-controlled crossover clinical trial [J]. *Anesthesiology*, 2009, 111(3): 632-639.
- [22] 陈冬荔, 肖瑶, 邹德辉, 等. 针刺委中穴对轻中度腰痛局部温度变化的影响[J]. *世界中医药*, 2018, 13(6): 1529-1532.
- CHEN D L, XIAO Y, ZOU D H, et al. Effects of Weizhong (BL40) acupoint acupuncture on the change of lumbar temperature of patients with mild and moderate lumbago (in Chinese) [J]. *World Chinese Medicine*, 2018, 13(6): 1529-1532.
- [23] 王颖, 王焯, 王智, 等. 中医导引术客观化评价的方法及其思考与展望[J]. *世界中医药*, 2024, 19(20): 3147-3151, 3158.
- WANG Y, WANG Y, WANG Z, et al. Exploration and reflection on the objective evaluation of traditional Chinese medicine Daoyin exercise therapy (in Chinese) [J]. *World Chinese Medicine*, 2024, 19(20): 3147-3151, 3158.
- [24] 周晓玲. 红外热力学之中医药临床应用[M]. 北京: 中国中医药出版社, 2022: 202209.203.
- ZHOU X L. Clinical application of medicine in infrared thermodynamics (in Chinese) [M]. Beijing: China Press of Traditional Chinese Medicine, 2022: 202209.203.
- [25] 高翔宇, 陈泽豪, 李陈广, 等. 红外热成像技术在带状疱疹疾病应用中的研究进展[J]. *中国疼痛医学杂志*, 2024, 30(9): 691-696.
- GAO X Y, CHEN Z H, LI C G, et al. Research progress in the application of infrared thermal imaging technology in herpes zoster disease (in Chinese) [J]. *Chinese Journal of Pain Medicine*, 2024, 30(9): 691-696.
- [26] 袁霄, 傅梦玉, 龚晓燕, 等. 基于红外热成像技术探讨腰椎间盘突出症患者腰骶部及相关背俞穴表皮温度[J]. *中国针灸*, 2024, 44(4): 423-427.
- YUAN X, FU M Y, GONG X Y, et al. Exploring the body surface temperature of the lumbosacral region and relevant back-Shu points in patients with lumbar disc herniation induced low back pain based on infrared thermography (in Chinese) [J]. *Chinese Acupuncture & Moxibustion*, 2024, 44(4): 423-427.
- [27] 刘炜, 鄂艳红, 李海天, 等. 基于红外热成像技术探讨周围性面神经麻痹急性期患儿面部腧穴体表温度动态变化的前瞻性队列研究[J]. *环球中医药*, 2021, 14(3): 384-388.
- LIU W, E Y H, LI H T, et al. Prospective cohort study on the dynamic changes of shell temperature at facial acupoints in children with Bell's palsy in acute phase based on infrared thermography technology (in Chinese) [J]. *Global Traditional Chinese Medicine*, 2021, 14(3): 384-388.
- [28] 喻文, 董志威, 李琳慧, 等. 无先兆性偏头痛患者力敏腧穴分布规律及红外特征研究[J]. *世界中医药*, 2024, 19(8): 1159-1162, 1167.
- YU W, DONG Z W, LI L H, et al. Distribution and infrared characteristics of mechanosensitive acupoints in patients with migraine without aura (in Chinese) [J]. *World Chinese Medicine*, 2024, 19(8): 1159-1162, 1167.
- [29] GUAN L, LI G B, YANG Y L, et al. Infrared thermography and meridian-effect evidence and explanation in Bell's palsy patients treated by moxibustion at the Hegu (LI4) acupoint: overall regulation or a specific target? [J]. *Neural Regen Res*, 2012, 7(9): 680-685.
- [30] 白杨, 宏亚丽, 王薇, 等. 滞动针针刺肌筋膜激痛点对粘连性肩关节囊炎患者局部软组织结构和温度的影响[J]. *中医杂志*, 2022, 63(13): 1256-1264.
- BAI Y, HONG Y L, WANG W, et al. The effect of stuck-moving needle acupuncture at myofascial trigger point on the local soft tissue structure and temperature treatment of adhesive capsulitis patients (in Chinese) [J]. *Journal of Traditional Chinese Medicine*, 2022, 63(13): 1256-1264.
- [31] WANG X S, ZUO G, LIU J, et al. Skin temperature of acupoints in health and primary dysmenorrhea patients: a systematic review and meta-analysis [J]. *J Pain Res*, 2023, 16: 2027-2046.
- [32] 黄建华, 冯鑫鑫, 陈雷, 等. 基于慢性前列腺炎不同经穴红外热像图的变化探讨腧穴特异性[J]. *中华中医药学刊*, 2019, 37(3): 522-524.
- HUANG J H, FENG X X, CHEN L, et al. Discussion of acupoint specificity based on change in different acupoints in infrared thermography among chronic prostatitis (in Chinese) [J]. *Chinese Archives of Traditional Chinese Medicine*, 2019, 37(3): 522-524.
- [33] 傅梦玉, 韩新新, 袁霄, 等. 基于红外热成像技术的哮喘慢性持续期患者相关背俞穴体表温度特异性研究[J]. *中国针灸*, 2023, 43(4): 439-443.
- FU M Y, HAN X X, YUAN X, et al. The specificity of body surface temperature of relevant back-Shu points in patients with chronic persistent asthma based on infrared thermal imaging technology (in Chinese) [J]. *Chinese Acupuncture & Moxibustion*, 2023, 43(4): 439-443.
- [34] 曹灵修, 任路. 基于痛敏化和红外热成像技术探讨抑郁症(肾虚证)督脉经穴反应[J]. *中华中医药杂志*, 2023, 38(3): 1287-1291.
- CAO L X, REN L. Clinical research on acupoint reaction of Du meridian in depression (kidney Yang deficiency syndrome) based on pain sensitization and infrared thermal imaging techniques (in Chinese) [J]. *China Journal of Traditional Chinese Medicine and Pharmacy*, 2023, 38(3): 1287-1291.
- [35] 黄诗雅, 张晓轩, 吴宇标, 等. 岭南健康女性寒热状态的红外热成像分析[J]. *中医杂志*, 2022, 63(18): 1760-1765.
- HUANG S Y, ZHANG X X, WU Y B, et al. Infrared thermal imaging of the cold and heat status of healthy female in Lingnan (in Chinese) [J]. *Journal of Traditional Chinese Medicine*, 2022, 63(18): 1760-1765.
- [36] 张明健, 刘君, 林杪, 等. 对原发性痛经寒凝血瘀证患者任、督、冲三脉经穴热学特性的研究[J]. *北京中医药大学学报*, 2022, 45(12): 1266-1276.

- ZHANG M J, LIU J, LIN M, et al. Thermal characteristics of Conception Vessel, Governor Vessel, and Thoroughfare Vessel acupoints in patients with primary dysmenorrhea with syndrome of cold coagulation and blood stasis (in Chinese) [J]. *Journal of Beijing University of Traditional Chinese Medicine*, 2022, 45(12): 1266-1276.
- [37] 王乐鹏, 龙晓华, 李洪娟, 等. 健康人体红外热像四时变化规律的初步研究[J]. *中华中医药杂志*, 2015, 30(5): 1809-1811.
- WANG L P, LONG X H, LI H J, et al. A preliminary study on the four-season variation law of infrared thermal images of healthy people (in Chinese) [J]. *China Journal of Traditional Chinese Medicine and Pharmacy*, 2015, 30(5): 1809-1811.
- [38] 童宏选, 相乐康, 李洪娟, 等. 健康中年气郁体质人群体表红外热成像特征研究[J]. *江苏中医药*, 2021, 53(12): 31-34.
- TONG H X, XIANG L K, LI H J, et al. Study on infrared thermal imaging characteristics of healthy middle-aged people with qi stagnation constitution (in Chinese) [J]. *Jiangsu Journal of Traditional Chinese Medicine*, 2021, 53(12): 31-34.
- [39] 胡翔龙. 中国经络研究十年[J]. *中国针灸*, 1999, 19(7): 389-393.
- HU X L. Ten years of meridian research in China (in Chinese) [J]. *Chinese Acupuncture & Moxibustion*, 1999, 19(7): 389-393.
- [40] 萧少卿. 试论输穴主治的特异性[J]. *上海中医药杂志*, 1981, 15(1): 37-39.
- XIAO S Q. On the specificity of acupoint-losing indications (in Chinese) [J]. *Shanghai Journal of Traditional Chinese Medicine*, 1981, 15(1): 37-39.
- [41] 王亚军, 张来举, 宋凯. 基于红外热像技术验证“头项寻列缺”理论[J]. *中国针灸*, 2019, 39(2): 169-172.
- WANG Y J, ZHANG L J, SONG K. Verification of the theory of “Lieque (LU 7) for the disorders of the head and neck” based on infrared thermography (in Chinese) [J]. *Chinese Acupuncture & Moxibustion*, 2019, 39(2): 169-172.
- [42] 张雨璇, 肖微, 陈谦峰. 基于红外热成像技术对“肺开窍于鼻”藏窍理论的研究[J]. *江西中医药*, 2021, 52(2): 33-35.
- ZHANG Y X, XIAO W, CHEN Q F. Study on the theory of “lung opening orifices in nose” based on infrared thermal imaging technology (in Chinese) [J]. *Jiangxi Journal of Traditional Chinese Medicine*, 2021, 52(2): 33-35.
- [43] 李顺月, 张栋, 王淑友, 等. 针刺合谷穴对正常人面部温度的影响[J]. *中国针灸*, 2009, 29(S1): 57-59.
- LI S Y, ZHANG D, WANG S Y, et al. Effect of acupuncture at Hegu (LI4) on facial temperature of normal people (in Chinese) [J]. *Chinese Acupuncture & Moxibustion*, 2009, 29(S1): 57-59.
- [44] TRINH D T, VO C T, BUI M P, et al. Change in skin surface temperature at the posterior neck when using acupuncture at Houxi acupoint in healthy volunteers [J]. *Cureus*, 2024, 16(1): e52068.
- [45] ZHENG S Y, WANG X Y, LIN L N, et al. Lumbar temperature change after acupuncture or moxibustion at Weizhong (BL40) or Chize (LU5) in healthy adults: a randomized controlled trial [J]. *J Integr Med*, 2025, 23(2): 145-151.
- [46] 李铁, 刘成禹, 严兴科, 等. 不同频率捻转手法针刺足三里穴对胃体表温度影响的研究[J]. *针灸临床杂志*, 2011, 27(3): 39-41.
- LI T, LIU C Y, YAN X K, et al. Study on the effect of acupuncture at Zusanli point with different frequency twisting manipulation on the surface temperature of stomach (in Chinese) [J]. *Journal of Clinical Acupuncture and Moxibustion*, 2011, 27(3): 39-41.
- [47] 李平, 关卫, 王芳, 等. 捻转补泻手法针刺足三里穴对腕腹部皮肤温度的影响[J]. *天津中医*, 2002(4): 51-53.
- LI P, GUAN W, WANG F, et al. Influence of needling Zusanli with twirling reinforcing and reducing manipulation on skin temperature of epigastrium (in Chinese) [J]. *Tianjin Journal of Traditional Chinese Medicine*, 2002(4): 51-53.
- [48] HUANG T, HUANG X, ZHANG W B, et al. The influence of different acupuncture manipulations on the skin temperature of an acupoint [J]. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2013, 2013: 905852.
- [49] TRINH D T, LE P N, BUI M P, et al. Survey the change of skin surface temperature at the face when using tonifying or dispersing acupuncture manipulations at Dazhui acupoint in healthy volunteers [J]. *Adv Tradit Med*, 2024, 24(4): 1147-1155.
- [50] HUYNH Q K V, BUI M M P, TRINH D T T. Survey on change temperature of skin surface when using auricular acupuncture at the Jaw point in each side of the ear in healthy people: a cross-over study [J]. *Med Pharm Res*, 2023, 7(3): 55-61.
- [51] LI X Y, JIANG Y L, HU H T, et al. The moxibustion-induced thermal transport effect between the heart and lung meridians with infrared thermography [J]. *Front Cardiovasc Med*, 2022, 9: 817901.
- [52] 朱小香, 萨喆燕, 周旋, 等. 艾灸关元和神阙穴对阳虚体质者任督二脉组织血氧及温度的影响[J]. *中华中医药杂志*, 2024, 39(12): 6906-6909.
- ZHU X X, SA Z Y, ZHOU X, et al. Effects of moxibustion at Guanyuan (RN4) and Shenque (RN8) on tissue oxygen saturation and surface temperature of Ren and Du meridians in subjects with Yang deficiency constitution (in Chinese) [J]. *China Journal of Traditional Chinese Medicine and Pharmacy*, 2024, 39(12): 6906-6909.