

红外热成像技术在治疗脊柱源性疼痛中的应用研究进展

庄言^{1*}, 章惊雷², 李亦梅^{1#}

¹新疆医科大学第一附属医院疼痛科, 新疆 乌鲁木齐

²新疆医科大学第一附属医院胰腺外科, 新疆 乌鲁木齐

收稿日期: 2023年7月18日; 录用日期: 2023年8月9日; 发布日期: 2023年8月16日

摘要

脊柱源性疼痛的发病率逐渐升高, 严重影响患者的生活质量。红外热成像技术利用其客观、准确等优势逐渐应用到脊柱源性疼痛中, 本文通过分析近年来国内外红外热成像在脊柱源性疼痛中的研究进展, 为疾病的筛查、诊断及疗效评价提供新的临床思路。

关键词

红外热成像, 脊柱源性疼痛, 评价指标, 评价手段

Research Progress in the Application of Infrared Thermal Imaging Technology in the Treatment of Spinal Pain

Yan Zhuang^{1*}, Jinglei Zhang², Yimei Li^{1#}

¹Pain Department, The First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi Xinjiang

²Department of Pancreatic Surgery, The First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi Xinjiang

Received: Jul. 18th, 2023; accepted: Aug. 9th, 2023; published: Aug. 16th, 2023

Abstract

The incidence rate of spinal pain gradually increases, which seriously affects the quality of life of

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 庄言, 章惊雷, 李亦梅. 红外热成像技术在治疗脊柱源性疼痛中的应用研究进展[J]. 临床医学进展, 2023, 13(8): 12876-12880. DOI: 10.12677/acm.2023.1381804

patients. Infrared thermal imaging technology is gradually applied to spinal pain using its advantages of objectivity and accuracy. This article analyzes the research progress of infrared thermal imaging in spinal pain in recent years both domestically and internationally, providing new clinical ideas for disease screening, diagnosis, and efficacy evaluation.

Keywords

Infrared Thermal Imaging, Spinal Pain, Evaluating Indicator, Evaluation Methods

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

脊柱源性疼痛是指颈椎、胸椎、腰椎及骶椎整个脊柱相关的疼痛，包含广泛，椎间盘突出造成神经根刺激，同时跟它相关的椎管狭窄、骨性钙化、小关节疾病等只要与脊柱相关的疼痛都统称脊柱源性疼痛[1]。作为慢性疾病，反复发作对于患者生理及心理状况影响严重，因此需要对此尽可能做到早发现、早诊断、早治疗。红外热成像自 1956 年用于乳腺癌的诊断，受到越来越多的关注，逐步应用疾病筛查及评价疗效中，开辟了崭新的医学分支。

人体是个恒温动物，可以通过体内产热和与周围环境进行热交换来使皮肤表面具有相对稳定的温度分布[2]。当外界环境改变或某处发生疾病时，机体的局部温度会因此处的细胞代谢和血流流动发生变化，在红外热像图上导致热点不对称。红外热成像主要是通过对体表热辐射的一种感知，来判断温度的变化。下面，本文就当前红外热成像技术在脊柱源性疼痛中的应用研究进展进行综述。

2. 红外热成像技术(IRT)的概述

2.1. IRT 概念

红外热成像运用光电技术检测物体热辐射的红外线特定波段信号，将该信号转换成可供人类视觉分辨的图像和图形，并可以进一步计算出温度值。该技术超越了人类视觉障碍，由此可看到物体表面的温度分布状况。

2.2. 工作原理

红外热成像是无损检测技术，作为非接触式的检测手段，通过接收人体散发出的红外辐射，通过光电转换，将人体体温直观转换为红外热成像图(ITI)，呈现彩色图像。红色代表热区，提示机体内有急性炎症或组织机能亢进，例如乳腺恶性肿块，局部血流增加引起温度升高[3]。黑色代表冷区，提示机体脏器功能低下或囊肿[4]，例如代谢综合症，脏腑红外热图呈现凉偏离表现[5]。脊柱源性疼痛由于神经受压，相应走行区的肌肉劳损、撕裂、肌纤维、腱纤维或韧带肿胀出血以及局部血液循环受阻，当机体出现局部炎症时，以毛细血管充血或毛细血管通透性增加为特点，皮肤温度表现出升高或降低，甚至当症状没有出现时，IRT 可以发现早期血液循环改变，早期发现温度改变，为疾病提供诊疗思路及决策手段[6] [7]。

2.3. 获得病灶方法

检查部位完全裸露，在安静环境中静息 10~15 分钟，尽量放松，避免情绪紧张，除去所有可影响体

温改变的外界干扰(避免说笑、激动、生气等情绪),充分散热,适应检测室环境,然后背对热像仪摄像头,保持不动,拍摄图片,根据患者疼痛情况相应神经部位,自定义选择形状来收集治疗前、后区域 IRT 温度。

3. IRT 在颈椎源性疼痛的临床应用

习世琴等[8]可能首先为 IRT 在颈椎源性疼痛的疗效评估运用提供临床意义,她利用 ITI 评价 30 例颈型颈椎病接受内热针松解的温度变化情况,发现疗后第 1、30 天 IRT 温度较疗前均有升高 3.11°C 、 1.53°C ,差异具有统计学意义,说明红外热成像可以间接反映疼痛变化,但样本量较少缺乏一定说服力。蒋崇博等[9]利用红外热成像仪测量并对比 94 名颈部疼痛患者接受强刺激压痛点手法治疗前、后项背部温度中也得到相同结果,III~IV 区面积指数较前有所增大,此手法的应用为中医领域开启新的篇章。据 Do Hyung Kim 等[10]了解到,术前红外热图对经皮宫颈髓核成形术(PCN)后预测颈椎间盘突出症的临床改善起到一定作用。纳迪娅·安瓦尔等[11]、NADIA ANWAR [12]评价体外冲击波联合超声引导下注射利多卡因治疗慢性非特异性颈痛的联合疗效,将 IRT 作为其中一项评价手段,物理与影像结合为疾病治疗寻找新思路。时宗庭等[13]、梁玲等[14]基于红外热成像原理,探讨红外下斜方肌温度检测差异可用于早期颈痛诊断。由于个体差异是一个不可轻视的问题,肌肉发达程度、脂肪层厚度及自身疾病合并并发症,都会影响红外温度。因此可以认为红外热成像仪为早期颈痛提供临床诊断思路,而非确诊金标准。

4. IRT 在胸椎源性疼痛的临床应用

胸椎源性疼痛多发生在 T4 至 T12 的椎旁。有研究表明,对于背部筋膜炎患者而言,患区 ITI 存在 3 种情况:温度偏高、温度偏低、混合温度。并且病史时间较长者温度偏低,较短者温度偏高,反复发作呈混合温度[15]。赵景雪等[16]利用 ITI 评价细质银针治疗 96 例背痛的临床疗效,发现细质银针治疗后,患区部位温度在针刺后即刻上升,针后 1 天较针前温度升高,7 天低于针前,21、30 天温度有所上升,但仍低于针前。朱德良等[17]认为刺络拔罐(MTPs)治疗 70 例胸背肌疼痛疗效优良,易被接受。纪尧姆·波利多里等[18]急性背痛随机研究中发现,接受整骨治疗后,结果显示背部炎症消失。以上研究均是红外热成像结合银针、拔罐、整骨方法对胸椎源性疼痛患者进行疗效评估,可见 IRT 直观反映治疗方法的优劣,可用于指导治疗,但研究周期较短及样本量不够,缺乏远期评价还需进一步完善。

目前,红外热成像多运用于疗效评估等方面,少数将红外热成像与治疗方案相结合。胡珊等[19]通过测量与对比 100 例背痛患者红外热图,发现温度高于健侧($\Delta T \geq 0.2^{\circ}\text{C}$)选用神经阻滞治疗,温度低于健侧($\Delta T \leq -0.2^{\circ}\text{C}$),采取银质针治疗。通过 ITI 识别温度最高点与最低点,定位痛点,判断病程阶段,提高治疗的准确性与有效性。

5. IRT 在腰椎源性疼痛的临床应用

IRT 检查不仅可以判定临床疗效,也可作为确定病因的辅助检查。张志海等[20]对 92 例腰腿痛行 IRT/CT 检查,二者差异无统计意义说明可在临床实用,可适用于初步检查。另外,与解剖性影像相比(X 线、CT、B 超),红外热成像只能提供生物热学信息,目前尚不能精确的定位到身体具体部位,需要借助外界标记,在临床应用中也因此受到一定限制,若需要提供具体病变位置的时候,还需要结合 X 线、CT 及超声,就目前而言,红外热成像尚可作为诊断疾病的辅助检查。邓婷婷等[21]、黄文立等[22]、张国龙等[23]、林婉敏等[24]通过红外热成像仪,比较两种治疗效果,结局一目了然,提示红外热成像多次用于疗效评价,为临床医生提供治疗方案。法比奥·马尔孔·阿尔菲里等[25]将 IRT 作为一项健康检测项目,对 38 例非特异性慢性腰痛患者椎旁肌肉和 L4-L5 韧带热成像进行评估,患病人群 IRT 温度较高,初步筛

选阳性患者,不足之处在于病例数较少,缺少临床说服力问题,并且红外热成像作为体检项目尚未普及。在临床工作中,大多数使用数字 VAS 评分对患者疼痛程度进行判定。乔保光等[26]、王晓英等[27]分别评价体外冲击波对急性腰痛及椎间孔韧带松解术对腰椎间盘突出症(LDH)疗效,结果均表明温差与 VAS 评分具有正相关性,提示红外温差可作为评价疗效的客观指标且不受主观因素的影响,就温差对远期治疗的可靠性还有待进一步考证。

6. IRT 在骶椎源性疼痛的临床应用

骶椎源性疼痛较颈、胸、腰椎源性疼痛报道较少,在临床上较容易被忽视。Seong Son 等[28]、肖源勋等[29]分别对右腿疼痛及左足疼痛 10 余年患者行 MRI 及红外热图检查,显示两者结果相似,患区温度高于健侧。左足疼痛患者诊断为骶 2 神经鞘瘤卡压神经引发疼痛,病情得到及时治疗和控制,以上研究表明红外拍摄结果对于疾病诊断具有一定临床价值,也弥补了 MRI 的功能性检查不足。白振军等[30]利用红外热成像观察 25 名健康人群腰骶部在针刺前、后的温度变化及分布规律,同时证明了针刺委中穴对腰骶部具有升温作用,给腰骶部疾病提供更多治疗思路。

7. 小结与展望

通过综述红外热成像在脊柱源性疼痛的应用现状,总结以下三点:首先,IRT 的应用多集中于中西医评价疗效,分析原因可能与传统手段评价量表受主观因素影响有关,不能客观且直观地反映病情疗效变化及严重程度,因此可大力推广红外热成像在评价治疗效果中的积极意义。其次,红外热成像具有高敏性、无创性且无辐射等优势,近年来该技术的应用广泛,目前已成为功能性检查手段之一,填补结构性检查的功能性不足,并作为疾病辅助检查手段取得一定成果。最后,和其他技术一样仍有不足,易受检查者状态、检测环境及解读能力等影响,均会影响准确度。作为无损检测技术之一,红外热成像具有安全、无辐射、经济、无接触、整体预警监视作用和动态连续观察功能等优点应用于临床。相信随着科技的不断进步,红外热成像技术逐渐发展完善,在未来的临床工作及科研工作中会扮演越来越重要的角色,逐步推广,成为有利工具。

参考文献

- [1] 王晓文. 脊柱源性疼痛的诊断与鉴别诊断对其治疗最关键[J]. 中华疼痛学杂志, 2022, 18(6): 723-724.
- [2] 胡珊, 薛朝霞, 等. 红外热成像在医学疼痛中的应用[J]. 分子影像学杂志, 2021, 44(1): 202-205.
- [3] 曾靓妮, 邓方阁. 红外热成像在乳腺疾病检测的应用研究[J]. 红外技术, 2020, 42(5): 501-505.
- [4] Ali, S.S., Khan, A.Y., Michael, S.G., Tankha, P. and Tokuno, H. (2019) Use of Digital Infrared Thermal Imaging in the Electromyography Clinic: A Case Series. *Cureus*, **11**, e4087. <https://doi.org/10.7759/cureus.4087>
- [5] 王佳丽, 刘奕清, 等. 代谢综合征患者脏腑红外热成像特征研究[J]. 世界中医药, 2023, 18(4): 542-547, 555.
- [6] Polidori, G., Kinne, M., Mereu, T., Beaumont, F. and Kinne, M. (2018) Medical Infrared Thermography in Back Pain Osteopathic Management. *Complementary Therapies in Medicine*, **39**, 19-23. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2018.05.010>
- [7] da Silva, W., Machado, Á.S., Souza, M.A., et al. (2018) Can Exercise-Induced Muscle Damage Be Related to Changes in Skin Temperature? *Physiological Measurement*, **39**, Article ID: 104007. <https://doi.org/10.1088/1361-6579/aae6df>
- [8] 习世琴, 胡小军, 等. 红外热成像检测在内热针颈部软组织松解治疗颈型颈椎病疼痛评估的临床观察[J]. 名医, 2019(9): 130.
- [9] 蒋崇博, 李军, 赵凯明, 等. 红外热成像技术对强刺激压痛点手法治疗颈源性头痛的临床观察[J]. 空军医学杂志, 2021, 37(2): 149-151.
- [10] Kim, D.H., Kim, Y.S., et al. (2019) Retrospective Outcome Evaluation of Cervical Nucleoplasty Using Digital Infrared Thermographic Imaging. *Neurospine*, **16**, 325-331. <https://doi.org/10.14245/ns.1836124.062>

- [11] Anwar, N., Li, S.Y., *et al.* (2022) Combined Effectiveness of Extracorporeal Radial Shockwave Therapy and Ultrasound-Guided Trigger Point Injection of Lidocaine in Upper Trapezius Myofascial Pain Syndrome. *American Journal of Translational Research*, **14**, 182-196.
- [12] Nadia Anwar. 发散式冲击波联合上斜方肌肌筋膜触发点注射利多卡因治疗慢性非特异性颈痛的多维度研究[D]: [博士学位论文]. 重庆: 重庆医科大学, 2021.
- [13] 时宗庭, 阮安民, 等. 基于红外热成像原理探讨斜方肌与胸锁乳突肌对青少年颈痛的影响[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2019, 27(6): 23-25.
- [14] 梁玲, 陈子梦, 潘翠环, 等. 急性颈痛患者的红外热成像特点分析[J]. 反射疗法与康复医学, 2022, 3(13): 147-150.
- [15] 郭猛, 齐伟, 孙雅惠, 等. 红外热成像技术在腰背肌筋膜炎诊断中的应用[J]. 临床医药文献电子杂志, 2019, 6(92): 137, 140.
- [16] 赵景学, 彭岚岚, 唐晨. 细银质针治疗腰肌筋膜炎的疗效及红外热成像的应用[J]. 中国疗养医学, 2018, 27(11): 1160-1161.
- [17] 朱德良, 孙栓柱, 张洽芮. 基于红外热成像激痛点刺络拔罐治疗胸背肌筋膜炎临床研究[J]. 四川中医, 2021, 39(11): 200-203.
- [18] Polidori, G., Kinne, M., *et al.* (2018) Medical Infrared Thermography in Back Pain Osteopathic Management. *Complementary Therapies in Medicine*, **39**, 19-23. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2018.05.010>
- [19] 胡珊, 武永清, 张彦芳, 等. 银质针和神经阻滞治疗背部肌筋膜炎的疗效比较: 基于红外热成像结果[J]. 分子影像学杂志, 2021, 44(4): 612-617.
- [20] 张志海. 医用红外热像在腰腿疼痛诊断中的应用价值[J]. 承德医学院学报, 2018, 35(3): 237-238.
- [21] 邓婷婷, 殷颖, 等. 密集型银质针导热疗法治疗慢性非特异性下腰痛的红外热成像临床研究[J]. 针灸临床杂志, 2021, 37(12): 34-38.
- [22] 黄文立, 刘达星, 等. 温针灸结合红外热成像治疗肾阳虚型腰痛疗效观察[J]. 中国现代医生, 2020, 58(22): 1-3.
- [23] 张国龙, 冯师豪. 四维疗法治疗飞行人员腰椎后关节紊乱症疗效观察[J]. 中国疗养医学, 2021, 30(4): 337-340.
- [24] 林婉敏, 张琳, 彭小文, 等. 内热针治疗腰背肌筋膜炎疗效及对患者红外热成像研究[J]. 陕西中医, 2023, 44(1): 112-114, 123.
- [25] Alfieri, F.M., Souto Lima, A.R., de Oliveira Vargas E Silva, N.C. and Battistella, L.R. (2019) Superficial Temperature and Pain Tolerance in Patients with Chronic Low Back Pain. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, **23**, 583-587. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2019.05.001>
- [26] 乔保光, 王燕敏, 等. 红外热像图对体外冲击波治疗急性腰部肌筋膜炎的疗效评价[J]. 中国疼痛医学杂志, 2020, 26(8): 621-624.
- [27] 王晓英, 雷晴宇, 等. 红外热成像图在评估椎间孔韧带松解术治疗腰椎间盘突出症疗效中的应用[J]. 中国疼痛医学杂志, 2020, 26(6): 478-480.
- [28] Park, T.Y., Son, S., Lim, T.G. and Jeong, T. (2020) Hyperthermia Associated with Spinal Radiculopathy as Determined by Digital Infrared Thermographic Imaging. *Medicine*, **99**, e19483. <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000019483>
- [29] 肖源勋, 卢振和, 等. 红外热成像图发现骶神经鞘瘤 1 例[J]. 中国疼痛医学杂志, 2018, 24(9): 718-720.
- [30] 白振军, 张莉, 等. 基于红外热成像技术观察针刺委中穴对腰骶部温度变化的影响[J]. 山西大同大学学报(自然科学版), 2020, 36(4): 67-69.