

脉冲射频治疗腰椎间盘突出症对足底温度的即刻影响及意义

吴思^{1,2} 王平^{1,2} 王志旭³ 李庆^{1,2} 张小青^{1,2} 王为民^{1,2} 谢海波^{1,2△}

[摘要] **目的:**观察脉冲射频治疗过程中对腰椎间盘突出症患者足底温度即刻的影响及近期临床疗效。**方法:**选择符合诊断及纳入标准的 L₅S₁ 椎间盘突出症患者,行 L₅S₁ 椎间孔脉冲射频治疗,射频治疗前后用便携式红外热成像仪,于不同时间节点上记录患者双侧足底的温度。记录患者治疗前后的疼痛视觉模拟量表(VAS)评分、症状复制情况及日本骨科协会(JOA)评分。**结果:**共采集 58 例患者术中的足底温度,32 例患者随脉冲射频治疗温度升高,足底温度升高,治疗结束后健侧、患侧足底温度高于治疗前、治疗后 7 d 及治疗后 14 d,差异有统计学意义($P<0.05$);26 例患者随脉冲射频治疗温度升高,足底温度降低,治疗结束后健侧、患侧足底温度低于治疗前、治疗后 7 d 及治疗后 14 d,差异有统计学意义($P<0.05$)。健侧、患侧足底温度在各治疗观察时间节点组间对比差异无统计学意义($P>0.05$)。温度升高组患者在治疗结束后即刻的 VAS 评分优于温度降低组,症状复制人数上优于温度降低组,差异有统计学意义($P<0.05$);两组患者 JOA 评分,治疗前、治疗后 7 d 及治疗后 14 d 组间对比差异无统计学意义($P>0.05$),治疗后 7 d 和治疗后 14 d 较治疗前均改善,差异有统计学意义($P<0.05$)。**结论:**脉冲射频治疗腰椎间盘突出症对足底温度形成升高和降低两种即刻的影响,足底温度升高组在即刻疼痛评分的改善及症状复制出现的人数上优于降低组,近期临床疗效两组无差别。

[关键词] 脉冲射频;腰椎间盘突出症;温度;即刻效应

[中图分类号] R681.5 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1005-0205(2023)06-0029-07

DOI:10.20085/j.cnki.issn1005-0205.230605

Immediate Efficacy and Significance of Pulse Radiofrequency Therapy for Lumbar Disc Herniation on Plantar Temperature

WU Si^{1,2} WANG Ping^{1,2} WANG Zhixu³ LI Qing^{1,2} ZHANG Xiaoqing^{1,2}
WANG Weimin^{1,2} XIE Haibo^{1,2△}

¹First Teaching Hospital of Tianjin University of Traditional Chinese Medicine, Tianjin 300381, China;

²National Clinical Research Center for Chinese Medicine Acupuncture and Moxibustion, Tianjin 300381, China;

³Tianjin University of Traditional Chinese Medicine, Tianjin 301617, China.

Abstract Objective: To observe the immediate efficacy of pulsed radiofrequency therapy on the plantar temperature of patients with lumbar disc herniation and its short-term clinical efficacy. **Methods:** Patients with L₅S₁ disc herniation who met the criteria for diagnosis, inclusion and exclusion were selected for L₅S₁ foraminal pulse radiofrequency. During radiofrequency treatment, portable infrared thermal imager was used to record the temperature of both feet at different time

nodes. Visual analogue scale (VAS) score, symptom replication and Japanese orthopaedic association (JOA) score were recorded before and after treatment. **Results:** A total of 58 patients were collected during the study, and 32 patients' plantar temperature increased with the increase of pulse radiofrequency treatment temperature. The plantar temperature of healthy and affected side after the treatment was higher than that before treatment, 7 d after treatment and 14 d after treatment, with statistical difference ($P<0.05$). With the increase of pulse radiofrequency treatment temperature, the

基金项目:天津市科技计划项目(21JCQNJC01690)

国家中医药管理局中医药循证能力建设项目
(2019XZZX-GK005)

天津中医药大学第一附属医院“拓新工程”基金科研
课题(院 201711,院 201919)

¹ 天津中医药大学第一附属医院(天津,300381)

² 国家中医针灸临床医学研究中心

³ 天津中医药大学

△通信作者 E-mail: xie883399@sina.com

plantar temperature of 26 patients decreased, and the plantar temperature of healthy and affected side after treatment was lower than that before treatment, 7 d after treatment and 14 d after treatment, with statistical difference ($P < 0.05$). There was no significant difference in the bottom temperature between the healthy side and the affected side ($P > 0.05$). The VAS score of patients in the increased temperature group was better than that in the decreased temperature group immediately after treatment, and the number of symptom replicates was higher than that in the decreased temperature group, with statistical difference ($P < 0.05$). There was no significant difference in the JOA score between the two groups before treatment, 7 d after treatment and 14 d after treatment ($P > 0.05$), but the JOA score was improved on 7 d after treatment and 14 d after treatment compared with that before treatment, with statistical difference ($P < 0.05$). **Conclusion:** Pulsed radiofrequency therapy for lumbar disc herniation has two kinds of immediate efficacy of increasing and decreasing plantar temperature formation. Improvement of immediate pain score and the number of symptoms replicated in the increased plantar temperature group is better than that of the reduced group. There is no difference in short-term clinical efficacy between the two groups.

Keywords: pulse radiofrequency; lumbar disc herniation; temperature; immediate efficacy

随着疼痛诊疗技术的发展,射频技术广泛应用于腰椎间盘突出症的治疗。脉冲射频是近年应用较多的治疗技术,在低温状态下间断产生电流,对处于椎间孔的脊神经根进行治疗,以改善循环,促进炎性物质吸收,从而缓解疼痛^[1]。Zucker 等^[2]报道了术中运用红外热像评估心肌灌注和血流情况,以评估旁路搭桥移植的解剖完整性,是术中使用红外热像进行疗效评估与研究的首创者。皮瓣移植术中用红外热像进行监测,可及时观察皮瓣温度与微循环变化,利于早期发现皮瓣血运障碍,提高成活率^[3]。红外热像技术目前被广泛应用于疼痛治疗前后的评价,然而术中脉冲射频对于肢体温度、温差变化的即刻影响则少有研究^[4]。本研究采用红外热像仪,对 2021 年 3 月至 2021 年 11 月于本院行脉冲射频治疗的 58 例腰椎间盘突出症患者,进行术中足底温度测量,观察射频治疗前后即刻温度变化,并对其临床疗效进行观察,为射频量效关系的研究提供基础资料,现报告如下。

1 研究对象和方法

1.1 研究对象

2021 年 3 月至 2021 年 11 月,于天津中医药大学第一附属医院骨伤科住院,采用 L_5/S_1 椎间孔脉冲射频治疗的 L_5/S_1 椎间盘突出症患者。

1.2 诊断标准

腰椎间盘突出症诊断参照胡有谷教授《腰椎间盘突出症》^[5]中的诊断标准:1)腰痛、下肢痛呈典型的腰骶神经根分布区域的疼痛,下肢痛重于腰痛。2)存在神经支配区域的肌肉萎缩、肌力减弱、感觉异常和反射改变四种神经障碍体征中的两种征象。3)直腿抬高试验或股神经牵拉试验为阳性。4)影像学检查包括 X 线片、CT、MRI 异常征象与临床表现一致。

1.3 纳入标准

1)符合诊断标准;2)完善相关检查,无明显射频禁忌症;3)腰椎 CT 或 MR 显示为 L_5/S_1 腰椎间盘突出;

4)综合患者症状、体征及影像学资料,确定脉冲射频治疗节段为 L_5/S_1 节段;5)无腰椎滑脱、失稳,脊柱肿瘤、结核等;6)签署知情同意书,自愿积极配合治疗,通过伦理委员会批准,保证患者相关权益。

1.4 排除标准

1)合并严重的心脑血管疾病、精神障碍、重度传染病、肿瘤等疾病;2)严重的肝肾功能损害、凝血功能、血液系统疾患等;3)严重的椎管狭窄,存在马尾神经损伤、腰椎滑脱等;4)其他不适宜射频治疗的情况。

1.5 方法

1.5.1 治疗方法 患者射频治疗前均行血常规、凝血四项、肝肾功能、传染病四项、C 反应蛋白、血沉、腰椎 MR 或 CT、腰椎正侧位片等检查,无明显禁忌证,对突出责任节段进行判断。结合患者症状、体征及影像学资料,确定脉冲射频治疗节段为 L_5/S_1 节段。脉冲射频治疗过程如下:患者俯卧位,腹部垫枕,使腰部处于前屈位,X 线透视下确定 L_5/S_1 椎间隙,以患侧正中线旁开 9~11 cm 为穿刺点,皮肤表面做标记。常规消毒、铺巾,1%利多卡因局部麻醉,采用 20G 麻醉穿刺针,X 线引导下穿刺进入患侧 L_5/S_1 椎间孔,连接射频热凝温控器(北京北琪科技有限公司, R-2000B D3),通过穿刺针置入射频电极,监测阻抗为 200~250 Ω ,分别行 2 Hz 1 V 运动刺激,50 Hz 1 V 感觉刺激;观察患侧肢体是否存在肌肉抽动,若不存在则调整针尖位置及方向致可出现下肢症状复制即可,后分别进行 40 $^{\circ}\text{C}$ 120 s,42 $^{\circ}\text{C}$ 120 s 脉冲射频治疗,记录治疗过程中是否存在患侧肢体疼痛麻木部位的酸痛、酸麻、热感等状况复制情况^[6]。治疗结束后按压穿刺部位 5 min,贴无菌敷料,后续进行相关对症治疗。为避免误差,射频操作者采取相同的治疗方案及操作流程。

1.5.2 术中、术后红外热像观测 为保证腰部无菌操作,射频治疗中仅暴露患者双侧足底,调整介入室温度为 $(24 \pm 2)^{\circ}\text{C}$,相对湿度为 40%~60%,治疗前避免对

足部进行任何可能影响红外热像采集的治疗^[7-8]。患者进入介入室,按要求俯卧位趴好后,暴露足底 10 min,采集治疗前、治疗过程中(40 ℃ 120 s 后及 42 ℃ 120 s 后)、治疗结束后、治疗后 7 d、治疗后 14 d 的双足底红外热像图。红外热像仪(德图 Testo869,像素为 320×240)距离足底(40±5)cm,由受过培训的专人负责拍摄,拍摄框中心点对准双足中心,足部图像大小远近适中(见图 1),采用 Testo IIRSoft Software Version 4 分析软件进行数据分析,测量双足底温度。

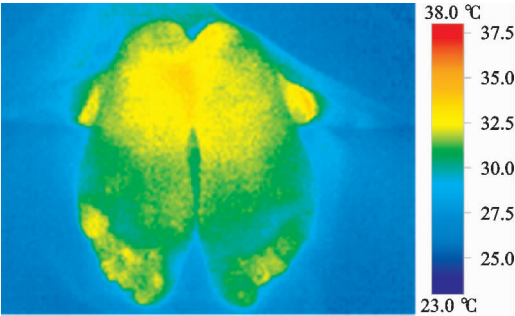


图 1 术中足底标准拍摄图

1.5.3 疗效评价 记录治疗前、治疗结束后即刻、治疗后 7 d 及治疗后 14 d 的 VAS 评分;记录治疗前、治疗后 7 d 及治疗后 14 d 的 JOA 评分。记录患者脉冲治疗过程中是否存在患侧肢体发热感、酸胀感、胀痛麻木等症状复制情况,若存在症状复制情况则记录“有”,

若不存在则记录“无”。

1.6 统计学方法

采用 SPSS 21.0 软件进行数据分析,计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 形式表示,比较采用 t 检验或方差分析;计数资料以例数描述,采用 χ^2 检验; $P<0.05$ 差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料

本次观察共纳入 58 例患者,其中女 38 例,男 20 例;年龄为 32~64 岁,平均年龄为(52.5±6.8)岁;病程最长为 65 周,最短为 1 周,平均病程为(10.2±4.7)周。

2.2 足底温度变化

58 例患者均进行治疗前、治疗过程中(40 ℃ 120 s 后、42 ℃ 120 s 后)、治疗结束后、治疗后 7 d 及治疗后 14 d 的足底温度观察。数据汇总后,发现 32 例患者治疗结束后即刻的双足温度较治疗前升高,26 例患者治疗结束后即刻的双足温度较治疗前降低。

足底温度升高组患侧、健侧足底在治疗结束后即刻的足底温度较治疗前升高,差异有统计学意义($P<0.05$)。治疗后 7 d 及治疗后 14 d 较治疗前差异无统计学意义($P>0.05$),较治疗结束差异有统计学意义($P<0.05$)。健侧、患侧足底在各治疗观察时间节点组间温度对比差异无统计学意义($P>0.05$),见表 1。

表 1 足底温度升高组各治疗观察时间节点温度变化($\bar{x}\pm s,^{\circ}\text{C}$)

组别	治疗前	40 ℃ 120 s 后	42 ℃ 120 s 后	治疗结束后	治疗后 7 d	治疗后 14 d
患侧足底	29.03±2.29	31.50±2.78	31.73±2.60	32.05±2.10 ¹⁾	30.54±1.37 ²⁾³⁾	30.18±2.45 ²⁾³⁾
健侧足底	29.58±2.73	30.10±2.71	30.48±2.62	31.94±3.13 ¹⁾	30.31±2.05 ²⁾³⁾	29.76±1.93 ²⁾³⁾
t	1.09	1.13	1.15	1.27	1.42	1.74
P	0.33	0.42	0.44	0.48	0.52	0.55

注:与治疗前比较,1) $P<0.05$,2) $P>0.05$;与治疗结束后比较,3) $P<0.05$ 。

足底温度降低组患侧、健侧在治疗结束后即刻的足底温度较治疗前降低,差异有统计学意义($P<0.05$)。治疗后 7 d 及治疗后 14 d 较治疗前差异无统

计学意义($P>0.05$),较治疗结束差异有统计学意义($P<0.05$)。健侧、患侧足底在各治疗观察时间节点组间温度对比差异无统计学意义($P>0.05$),见表 2。

表 2 足底温度降低组各治疗观察时间节点温度变化($\bar{x}\pm s,^{\circ}\text{C}$)

组别	治疗前	40 ℃ 120 s 后	42 ℃ 120 s 后	治疗结束后	治疗后 7 d	治疗后 14 d
患侧足底	31.58±0.88	30.93±0.48	30.90±0.46	29.32±0.80 ¹⁾	32.02±1.22 ²⁾³⁾	31.67±2.71 ²⁾³⁾
健侧足底	31.63±0.78	30.91±0.85	30.87±0.63	29.25±0.94 ¹⁾	31.87±1.54 ²⁾³⁾	31.74±1.91 ²⁾³⁾
t	0.10	0.04	0.08	0.33	0.52	0.43
P	0.65	0.35	0.34	0.70	0.82	0.56

注:与治疗前比较,1) $P<0.05$,2) $P>0.05$;与治疗结束后比较,3) $P<0.05$ 。

2.3 疗效观察

足底温度升高组与降低组 VAS 评分在治疗结束后较治疗前,差异有统计学意义($P<0.05$),治疗结束与治疗后 7 d 及治疗后 14 d,差异无统计学意义($P>0.05$);治疗结束时温度升高组即刻的 VAS 评分优于降低组,差异有统计学意义($P<0.05$)。温度升高组

出现症状复制人次数优于降低组,差异有统计学意义($P<0.05$),见表 3。足底温度升高组与降低组 JOA 评分,在治疗后 7 d 及治疗后 14 d 组间对比差异无统计学意义($P>0.05$);JOA 评分在治疗后 7 d 较治疗前差异有统计学意义,治疗后 14 d 较治疗后 7 d 差异有统计学意义($P<0.05$),见表 4。

表 3 VAS 评分变化及术中症状复制情况($\bar{x}\pm s$)

组别	治疗前/分	治疗结束后/分	治疗后 7 d/分	治疗后 14 d/分	术中症状复制	
					有/例	无/例
升高组	7.33±1.56	2.32±0.48 ¹⁾	3.38±1.63 ¹⁾²⁾	3.02±0.43 ¹⁾²⁾	25	7
降低组	7.47±1.39	3.84±1.02 ¹⁾	3.22±1.27 ¹⁾²⁾	2.95±0.57 ¹⁾²⁾	12	14
<i>t</i>	0.762	1.274	0.631	0.783	6.348	
<i>P</i>	1.361	0.023	0.829	1.257	0.012	

注:1)与治疗前比较, $P<0.05$;2)与治疗结束后比较, $P>0.05$ 。

表 4 治疗前后 JOA 评分变化($\bar{x}\pm s$,分)

组别	治疗前	治疗后 7 d	治疗后 14 d
升高组	9.05±2.36	18.62±2.83 ¹⁾	22.02±1.63 ¹⁾²⁾
降低组	9.24±1.79	19.22±3.07 ¹⁾	21.95±2.47 ¹⁾²⁾
<i>t</i>	5.762	4.631	4.783
<i>P</i>	2.361	1.829	1.473

注:1)与治疗前比较, $P<0.05$;2)与治疗 7 d 比较, $P<0.05$ 。

2.4 足底温度升高组典型足底温度变化

典型病例术中红外热像图及其温度变化趋势见图 2—图 7。

2.5 足底温度降低组典型足底温度变化

典型病例术中红外热像图及其温度变化趋势见图 8—图 13。

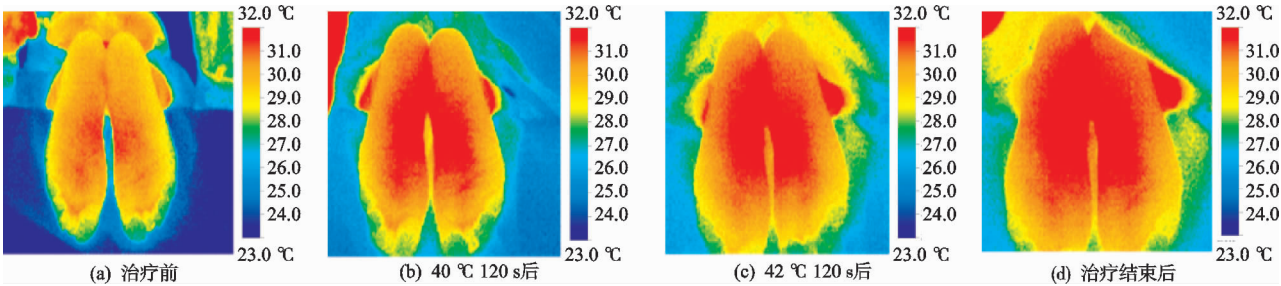


图 2 患者 1,女,62 岁,治疗前、40℃ 120 s 后、42℃ 120 s 后及治疗结束后红外图像

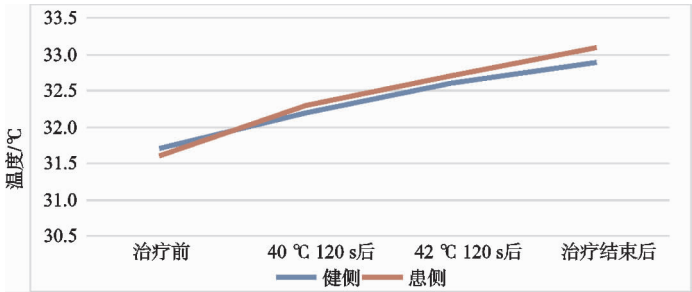


图 3 患者 1 治疗前后温度变化曲线

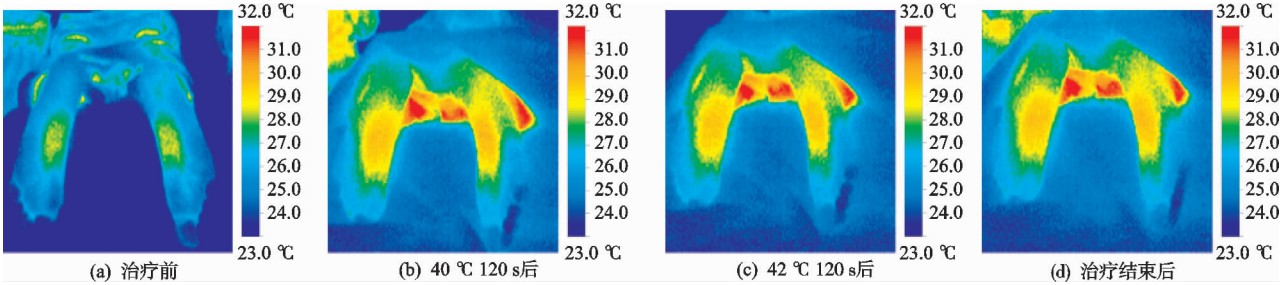


图 4 患者 2,男,46 岁,治疗前、40℃ 120 s 后、42℃ 120 s 后及治疗结束后红外图像

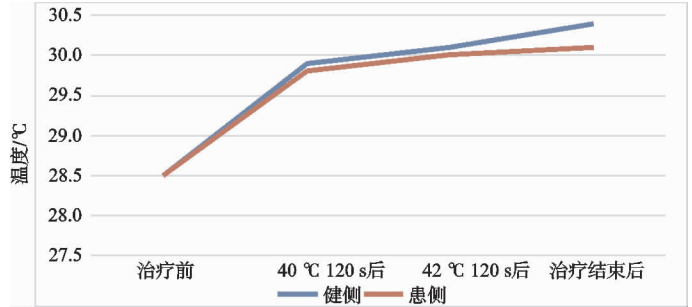


图 5 患者 2 治疗前后温度变化曲线

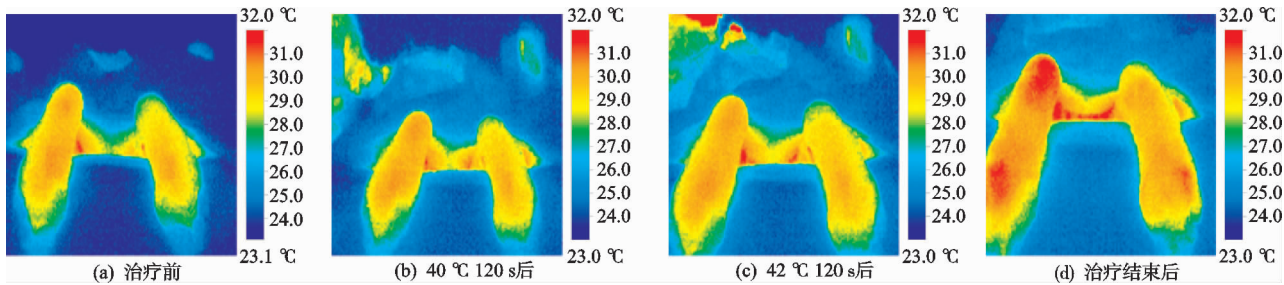


图 6 患者 3,女,60 岁,治疗前、40 °C 120 s 后、42 °C 120 s 后及治疗结束后红外图像

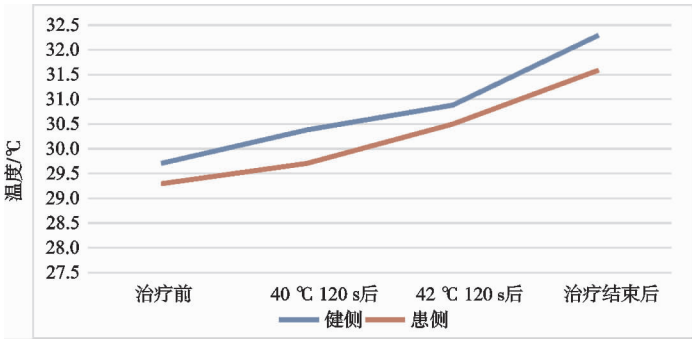


图 7 患者 3 治疗前后温度变化曲线

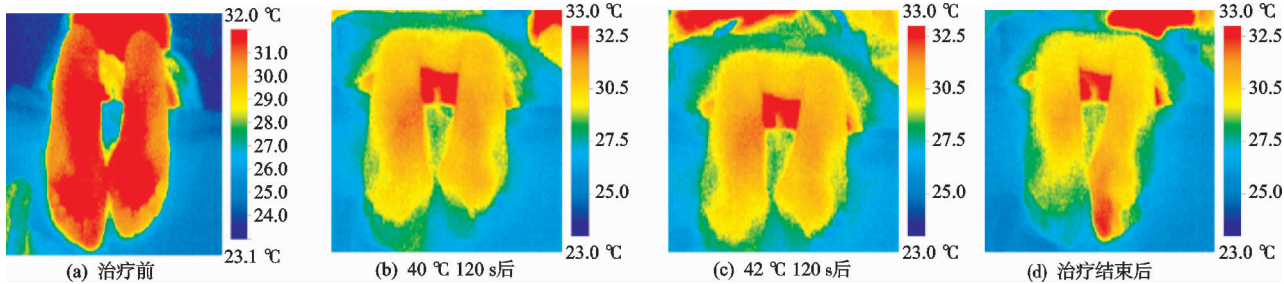


图 8 患者 4,女,59 岁,治疗前、40 °C 120 s 后、42 °C 120 s 后及治疗结束后红外图像

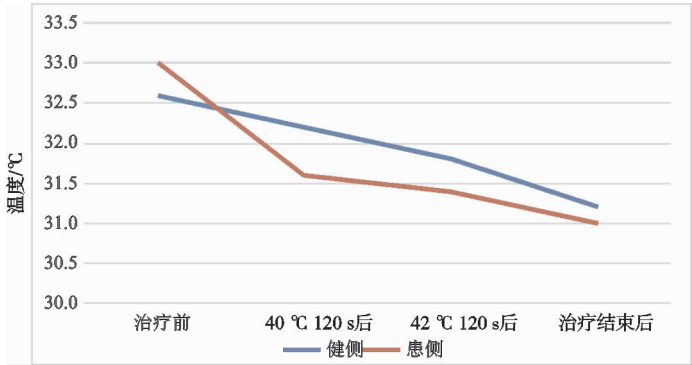


图 9 患者 4 治疗前后温度变化曲线

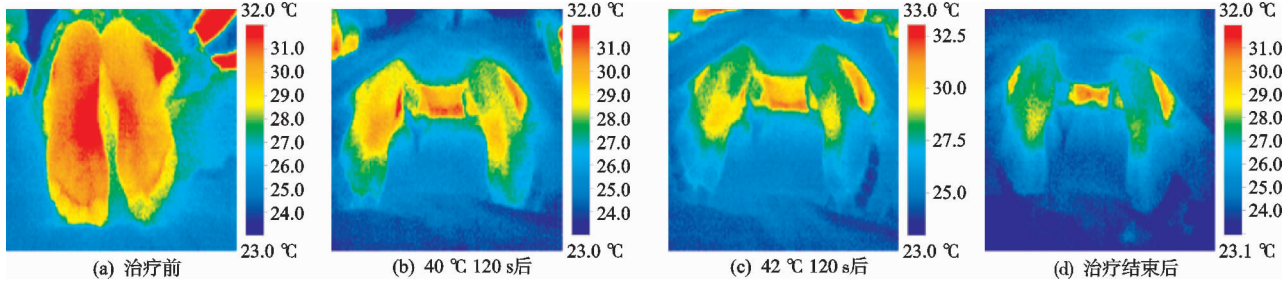


图 10 患者 5,女,42 岁,治疗前、40 °C 120 s 后、42 °C 120 s 后及治疗结束后红外图像

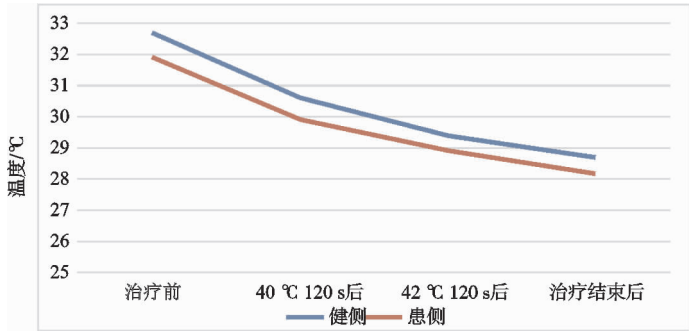


图 11 患者 5 治疗前后温度变化曲线

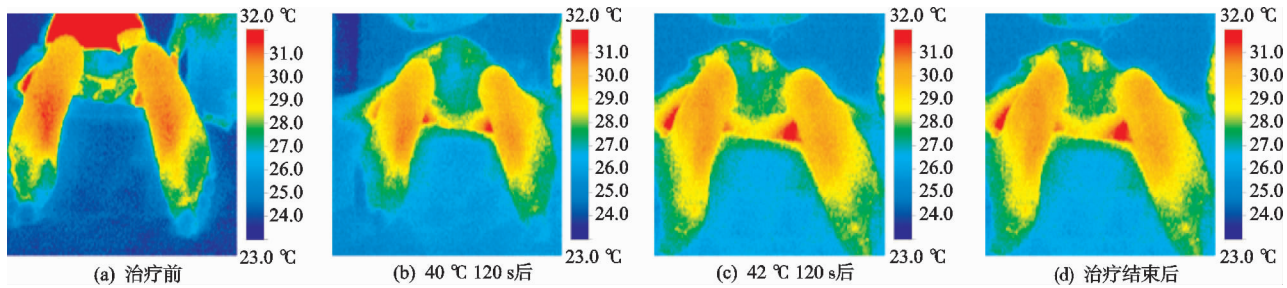


图 12 患者 6,男,53 岁,治疗前、40 °C 120 s 后、42 °C 120 s 后及治疗结束后红外图像

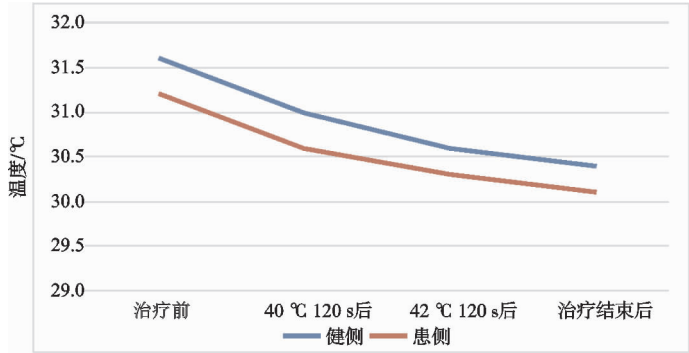


图 13 患者 6 治疗前后温度变化曲线

3 讨论

术中红外热像监测在心血管疾病的治疗中,已尝试应用,其所显示的缺血区域与传统检测手段一致^[9]。皮瓣移植术中用红外热像进行监测,可及时观察皮瓣温度与微循环变化,利于早期发现皮瓣血运障碍,提高成活率^[3]。红外热像对腰椎间盘突出症治疗前后的检测,以辅助诊断、疗效评价为主,对脉冲射频术中即刻效应的监测研究较少。Skorupska 等^[10]在针刺干预坐骨神经痛肢体即刻温度变化的研究中发现,针刺臀部扳机点后,肢体短时间段内温度升高,血管扩张,提示交感神经参与了肌筋膜炎性疼痛的病理过程。基于上述研究的思路,本研究进行术中足底的红外连续监测,以观察脉冲射频对所干预神经及其支配肢体温度所造成的即刻及短期影响,并探讨这种温度的变化与临床疗效间是否存在一定的关联。

脉冲射频治疗结束后即刻的温度变化显示:部分患者健侧、患侧足底温度随脉冲射频治疗温度的升高而升高;部分患者健侧、患侧足底温度随脉冲射频治疗

温度的升高而降低,治疗结束后 7 d 及 14 d 时,无论是温度升高组还是降低组患者,足底健患侧温度均恢复至治疗前水平。温度升高组介入后即刻的 VAS 评分和术中症状复制情况优于温度降低组,但治疗结束后 7 d 和 14 d 时 VAS 评分两组无明显差异。两组治疗前、治疗后 7 d 及治疗后 14 d 的 JOA 评分均无明显差异。研究还提示对病变侧腰椎节段进行脉冲射频治疗,能同时影响健侧的足底温度变化。

除大脑之外,脊髓是核心体温调控的另一重要中枢^[11],大量研究表明有选择地加热或冷却脊髓,可以触发适当的体温调节反应^[12]。脊髓的热敏感性被认为是由测量皮肤和内脏温度的感觉神经元介导的,因为这些主要感觉神经传入的轴突终止于脊髓的背角,因此脊髓的加热或冷却增强了神经递质从其热敏终末释放,导致肢体温度的变化^[13]。基于上述研究,笔者推测脉冲射频在治疗过程中,当电极相对接近脊神经根或连接脊髓背角的感觉传入神经,热量传导造成脊髓被动加热,从而增强了其对所支配肢体温度的调节,

热量产生增多或热量散失减少,而使足底的温度表现为升高,患者从治疗体会上表现为“肢体发热感”^[14]。相反,电极距离脊神经根或连接脊髓背角的感觉传入神经较远时,热量的传导不能产生对脊髓的加热作用,不能使其所支配的肢体温度进行相应的调节,同时由于足部暴露于环境中,散失热量随着时间延长而增多,从而表现出足底温度降低的情况。笔者发现足底温度升高组与温度降低组在“症状复制”这一项中存在差异,术中红外热像对于足底温度监测,有助于评估射频电极作用靶点与神经的位置关系。

本研究与前人文献中研究的内容及使用方法不同,但观测到了一致的现象。对于上述研究结果,尚需要大样本的研究进行验证,并从实验角度进一步深入探讨。连续红外热成像监测射频治疗过程中足底温度的变化,可以为进一步探讨量效关系、指导术中治疗提供参考^[15-16]。

参考文献

[1] 付森,罗芳. 脉冲射频治疗慢性疼痛的实验与临床研究进展[J]. 中国疼痛医学杂志,2012,18(8):450-453.

[2] JONES B F. A reappraisal of the use of infrared thermal image analysis in medicine[J]. IEEE Transactions on Medical Imaging,1998,17(6):1019-1027.

[3] 熊哲祯,许律廷,刘凯. 红外热成像技术在皮瓣移植围手术期检测中的应用[J]. 组织工程与重建外科杂志,2018,14(6):331-334.

[4] 周鑫,王平. 医用红外热成像技术在中医学研究中的应用[J]. 中国中西医结合外科杂志,2018,24(2):258-259.

[5] 胡有谷. 腰椎间盘突出症[M]. 3 版. 北京:人民卫生出版社,2004:365.

[6] 林昭众,刘彦舜,陈永全,等. 突出物靶点射频热凝符合神

经根脉冲射频调节治疗主要表现为神经根炎的腰椎间盘突出症[J]. 中国疼痛医学杂志,2016,22(2):114-116.

[7] AMMER K, RING E F J. Infrared Thermal Imaging in Medicine[J]. Physiol Meas,2012,33(3):R33-R46.

[8] 吴思,邓书童,张红安. 膝骨性关节炎红外热像表现及膝关疼痛点分布规律分析[J]. 中国中医骨伤科杂志,2017,25(1):30-33.

[9] 李克非,李钦传,范慧敏,等. 冠状动脉旁路移植术中的红外热像图监测分析[J]. 中国医学影像学杂志,2009,17(4):246-248.

[10] SKORUPSKA E, RYCHLIK M, SAMBORSKI W. Intensive vasodilatation in the sciatic pain area after dry needling[J]. BMC complementary and Alternative Medicine, 2015,15:72.

[11] CABANAC M. Temperature regulation[J]. Annu Rev Physiol,1975,37:415-439.

[12] JESSEN C. Thermal afferents in the control of body temperature[J]. Pharmacol Ther,1985,28(1):107-134.

[13] BROCK J A, MCALLEN R M. Spinal cord thermosensitivity: An afferent phenomenon? [J] Temperature (Austin)2016,3(2):232-239.

[14] ZHANG Y, GE H Y, YUE S W, et al. Attenuated skin blood flow response to nociceptive stimulation of latent myofascial trigger point[J]. Arch Phys Med Rehabil. 2009,90(2):325-332.

[15] 周凤梅. 腰椎间盘突出症的热成像观察与中医辨证分析[J]. 湖北中医杂志,2013,35(5):28.

[16] 吴思,王平,谢海波,等. 腰椎间盘突出症肢体红外多尺度畸变规律研究[J]. 中国中医骨伤科杂志,2021,29(11):28-31.

(收稿日期:2022-08-03)

(上接第 28 页)

[13] 花克涵,陈辰,李庭,等. 肱骨髁间骨折切开复位内固定术后肘关节僵硬的危险因素分析[J]. 中华创伤骨科杂志,2019,21(11):966-972.

[14] 周君琳. 复杂肱骨近端骨折内固定治疗[J]. 中华肩肘外科电子杂志,2019,7(1):93-93.

[15] 曾德华. 内侧柱支撑重建联合常规内固定对老年肱骨近端骨折患者愈合及肢体功能的影响[J]. 医药前沿,2019,9(21):31-32.

[16] LI L, WU H X, JIANG P C, et al. Comparison of four different internal fixation methods in the treatment of distal clavicle fractures[J]. Exp Ther Med, 2020, 19(1): 451-458.

[17] 徐磊,石兴雷,韩玉虎,等. 单与双钢板内固定治疗复杂胫

骨平台骨折比较[J]. 中国矫形外科杂志,2020,28(12):1081-1084.

[18] 王锬,郑世军,张大伟,等. 内侧柱支撑重建结合锁定钢板内固定对肱骨近端骨折患者预后的影响[J]. 医学新知杂志,2019,29(1):43-44.

[19] ZIEGLER P, MAIERS, STÖCKLE U, et al. The treatment of proximal humerus fracture using internal fixation with fixed-angle plates[J]. Dtsch Arztebl Int, 2019, 116(45): 757-763.

[20] 张睿,罗鹏,胡炜,等. 新型股骨近端内侧支撑钢板治疗股骨反转子间骨折的生物力学研究[J]. 中国修复重建外科杂志,2017,31(2):165-170.

(收稿日期:2022-07-11)