

# 红外热成像在慢性非特异性下腰痛臀肌评估中的应用价值

李银娣<sup>1</sup> 李红儿<sup>1</sup> 黎少文<sup>1</sup> 黎杰轩<sup>1</sup> 许玉英<sup>1</sup> 李悦<sup>1</sup> 薛爱国<sup>1△</sup>

**[摘要]** **目的:**观察慢性非特异性下腰痛患者臀部医用红外热成像表现与表面肌电信号特点,探讨医用红外热成像在臀肌活化状态评估中的意义。**方法:**选取慢性非特异性下腰痛患者 30 例,提取患者红外热成像图计算双侧臀肌体表温度,用表面肌电信号评估患者双侧臀肌活化状态,用广义线性 Logistic 回归模型分析臀肌的医用红外热成像表现和表面肌电信号特点相关性。**结果:**患者健侧平均温度( $33.81 \pm 0.35$ ) °C 显著高于患侧平均温度( $32.56 \pm 0.27$ ) °C ( $t=15.488, P<0.001$ )。患者健侧竖脊肌和臀大肌的反应时间、肌电振幅峰值均显著高于患侧(反应时间  $t=2.855, 12.950$ ;肌电振幅峰值  $t=2.583, 2.629$ , 均  $P<0.05$ )。患者双侧臀肌体表温度与其收缩反应时间差负线性相关(竖脊肌  $OR=3.381, 3.351, 3.401, 3.585$ ;臀大肌  $OR=3.779, 3.238, 3.685, 3.238$ , 均  $P<0.05$ ), 与其静力性收缩时表面肌电振幅峰值正线性相关(竖脊肌  $OR=0.623, 0.618$ ;臀大肌  $OR=0.534, 0.712$ , 均  $P<0.001$ )。**结论:**慢性非特异性下腰痛患者臀肌医用红外热成像表现及表面肌电信号特点具有相关性,医用红外热成像相对低温可视化该侧臀肌肌力及活化状态与对侧相比较弱,高温则相反,应用医用红外热成像可为臀部肌肉活化状态的评估提供有效信息。

**[关键词]** 慢性非特异性下腰痛;红外热成像;温度;表面肌电信号;臀肌活化

**[中图分类号]** R681.5 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1005-0205(2025)05-0069-05

**DOI:** 10.20085/j.cnki.issn1005-0205.250514

## The Value of Infrared Thermography in Gluteal Muscle Assessment for Chronic Non-Specific Low Back Pain

LI Yindi<sup>1</sup> LI Honger<sup>1</sup> LI Shaowen<sup>1</sup> LI Jiexuan<sup>1</sup> XU Yuying<sup>1</sup> LI Yue<sup>1</sup> XUE Aiguo<sup>1△</sup>

<sup>1</sup>Dongguan Hospital of Traditional Chinese Medicine, Dongguan 523900, Guangdong China.

**Abstract** **Objective:** To observe the medical infrared thermography (MIT) performance and surface electromyographic signal (sEMG) characteristics of the gluteal region in patients with chronic non-specific low back pain (CNLBP), and to explore the significance of MIT in the assessment of gluteal muscle activation status. **Methods:** 30 patients with CNLBP were selected, infrared thermograms of the patients were extracted to calculate the body surface temperature values of the gluteal muscles bilaterally, sEMG was used to assess the activation status of the patients' gluteal muscles bilaterally, and the generalized linear Logistic regression model was used to analyze the correlation between the MIT manifestations of the gluteal muscles and the sEMG characteristics. **Results:** The mean temperature value of the patient's healthy side ( $33.81 \pm 0.35$ ) °C was significantly higher than the mean temperature value of the affected side ( $32.56 \pm 0.27$ ) °C ( $t=15.488, P<0.001$ ). The reaction time and peak EMG amplitude of the erector spinae and gluteus maximus muscles on the healthy side of the patients were significantly higher than those on the affected side (reaction time  $t=2.855, 12.950$ , peak EMG amplitude  $t=2.583, 2.629$ , all  $P<0.05$ ). The patient's bilateral gluteal muscle body surface temperature values showed a negative linear correlation with their contraction reaction time difference (erector spinae  $OR=3.381, 3.351, 3.401, 3.585$ , gluteus maximus  $OR=3.779, 3.238, 3.685, 3.238$ , all  $P<0.05$ ), and a positive linear correlation with their peak surface electromyographic amplitude during static contractions (erector spinae  $OR=0.623, 0.618$ , gluteus maximus  $OR=0.534, 0.712$ , all  $P<0.001$ ). **Conclusion:** There is a correlation between the MIT performance and sEMG characteristics of the gluteal muscle in patients with CNLBP. The MIT relative low temperature visualizes the weaker gluteal muscle strength and

基金项目:广东省(东莞市)社会发展科技面上项目  
(20231800936952)

<sup>1</sup> 东莞市中医院(广东 东莞, 523900)

<sup>△</sup>通信作者 E-mail: xueaiguo@126.com

activation status on that side compared with the contralateral side, while high temperature is the opposite, and the application of the MIT can provide effective information for the assessment of the activation status of the gluteal muscle.

**Keywords:** chronic non-specific low back pain; medical infrared thermography; temperature; surface electromyographic signal; gluteal muscle activation

临床研究<sup>[1]</sup>显示约 4/5 腰痛患者临床无法明确判断病因,而且病程超过 3 个月的统一称为慢性非特异性下腰痛(Chronic Non-Specific Low Back Pain, CNLBP)。慢性非特异性下腰痛主要表现为反复腰臀部酸胀感、疼痛感及腰部活动障碍,对患者日常生活和工作造成严重影响,尽管其病因复杂多样,但肌肉功能是关键因素之一<sup>[2]</sup>。医用红外热成像(Medical Infrared Thermography, MIT)是一种非接触式、无创的体温测量技术。医用红外热成像能够实时反映皮肤表面的温度分布,从而间接揭示躯体活动状态,近年来在肌肉活化评估中逐渐崭露头角<sup>[3]</sup>。表面肌电信号(Surface Electromyography, sEMG)作为评估肌肉功能和状态的传统方法,已广泛应用于慢性非特异性下腰痛的研究中<sup>[4]</sup>。但目前关于慢性非特异性下腰痛患者臀部肌肉活化状态的医用红外热成像表现与表面肌电信号特点之间的关联研究尚显不足。因此,本研究旨在分析总结慢性非特异性下腰痛患者臀部医用红外热成像表现与表面肌电信号特点,进一步探讨医用红外热成像在肌肉活化评估中的潜在价值,为慢性非特异性下腰痛临床评估提供新的视角和思路,现报告如下。

## 1 研究对象和方法

### 1.1 研究对象

前瞻性选择 2023 年 5 月至 2024 年 5 月于东莞市中医院就诊的 30 例慢性非特异性下腰痛患者,记录患者性别、年龄、疼痛侧别等临床体征,本研究经医院伦理委员会批准。根据样本量计算公式<sup>[5]</sup>计算,纳入患者不少于 9 例即可。

### 1.2 诊断标准

采用《中国急/慢性非特异性腰背痛诊疗专家共识》<sup>[6]</sup>中慢性非特异性下腰痛诊断标准。1)症状:位于肋缘以下、臀横纹以上及两侧腋中线之间的腰背部、腰部区域疼痛或者不适,伴或不伴下肢的放射痛,且持续有 12 周以上。2)体征:腰部的疼痛部位一般与脊神经的分布规律不相关。体格检查时,主诉疼痛部位可有压痛和/或肌肉痉挛。神经系统检查一般无明显异常,无明显肌力肌张力异常,无感觉障碍,神经根牵拉试验一般为阴性。腰部活动时或劳累后疼痛加重。3)影像学检查无特异性改变或仅可见椎间隙狭窄、骨质增生现象,排除肿瘤、结核等特异性脊柱病变以及脊柱结构性畸形,排除生殖系统泌尿系统等可能引起腰痛的疾病。4)既往无腰脊柱外伤史及手术史,无明显腰脊柱

的结构性病变及椎间盘结构性改变。

### 1.3 纳入标准

1)符合上述诊断标准;2)体格检查无肌力障碍、感觉障碍等明确阳性体征;3)数字 X 线摄影(DR)/计算机断层扫描(CT)/磁共振成像(MRI)等影像学检查未提示腰部严重器质性病变;4)同意参与本研究,签署知情同意书。

### 1.4 排除标准

1)全身发热感染者;2)已确诊结核、骨折、肿瘤者;3)患有风湿免疫性疾病者;4)患有严重的心脑血管疾病及内分泌系统疾病者;5)患有严重的神经系统疾病者;6)孕产妇。

### 1.5 方法

**1.5.1 临床评估** 患者入院后,采用视觉模拟量表(VAS)评分评估患者下腰疼痛程度,用一条长约 10 cm 的游动标尺,左端 0 分为无痛,右端 10 分为难以忍受的剧痛,将刻度面背向患者,让患者在直尺上标出能代表自己疼痛程度的相应位置,根据患者标出的位置为其评定分数。

**1.5.2 医用红外热成像检查** 患者入院后使用 DH-2010-A 医用红外热像仪(重庆宝通华医疗器械有限公司,测温范围为 20.0~45.5℃,温度显示分辨率为 0.01℃,测温精度 $\leq 0.3^\circ\text{C}$ )进行医用红外热成像检查。调节室内温度为 23~26℃,保持室内空气相对稳定无对流,避免风直吹受检部位。指导受检者保持身体站立 10~20 min,待身体温度稳定后,充分暴露腰骶部、臀部、髋部皮肤,在皮肤上标记后进行扫描拍摄。选取聚焦良好的红外热成像图 1 幅并提取双侧臀部的平均温度值作为体表温度。

**1.5.3 表面肌电信号检测** 患者入院后,设计动作任务:1)先告知受试者任务的内容分别为双侧夹臀;2)采用四通道肌电记录,分别连接检测双侧臀大肌和双侧竖脊肌;3)实验开始让受试者俯卧位,全身自然放松,在不通知受试者情况下突然指令双侧夹臀。分别记录反应时间、振幅并对数据进行分析:1)神经肌肉反应时间差  $\Delta T_1$ :以健侧臀肌起始收缩时间点—患侧臀肌起始收缩时间点,其差值为  $\Delta T_1$ ,反映双侧臀肌神经肌肉反应速度。2)臀肌肌电振幅强度:取双侧臀肌肌电振幅峰值平均值,反映臀肌肌电信号的强度与参与的运动单位数目放电频率同步化程度,评价臀肌肌力和耐力。

1.6 统计学方法

采用 SPSS 25.0 统计软件对所得数据进行统计处理,计量资料符合正态分布以  $\bar{x} \pm s$  形式表示,两组间比较采用独立样本  $t$  检验;用广义线性 Logistic 回归模型分析患者双侧臀部红外热图平均温度值与表面肌电信号参数的线性相关性。 $P < 0.05$  差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料

纳入研究的患者共 30 例,男 13 例,女 17 例;年龄为 32~68 岁,中位数为 47.6 岁;病程为 9~118 个月,中位数为 57 个月;体重指数平均为  $(22.89 \pm 2.71)$   $\text{kg}/\text{m}^2$ ,无肥胖症者。患者均主诉患侧腰盆区域胀痛,劳累加重,19 例患者患侧为右侧,11 例患者患侧为左侧,VAS 评分平均为  $(5.76 \pm 1.49)$  分。

2.2 双侧臀部平均温度值

臀肌医用红外热成像提示,30 例患者的患侧平均温度值为  $(32.56 \pm 0.27)^\circ\text{C}$ ,健侧平均温度值为  $(33.81 \pm 0.35)^\circ\text{C}$ ,患侧臀部红外热成像平均温度值显著低于健侧,双侧差异有统计学意义( $t = 15.488$ ,  $P < 0.001$ )。

2.3 双侧臀肌表面肌电信号分析

臀肌表面肌电信号提示,30 例患者健侧竖脊肌和臀大肌的反应时间均显著高于患侧,双侧差异有统计学意义( $t = 2.855, 12.950$ , 均  $P < 0.05$ ),竖脊肌神经肌肉反应时间差  $\Delta T_1$  为  $(74.82 \pm 9.63)\text{ms}$ ,臀大肌神经肌肉反应时间差  $\Delta T_1$  为  $(86.31 \pm 10.12)\text{ms}$ ,患者健侧竖脊肌和臀大肌的肌电振幅峰值平均值均显著高于患侧,双侧差异有统计学意义( $t = 2.583, 2.629$ , 均  $P < 0.05$ ),见表 1。

表 1 双侧臀肌表面肌电信号比较( $n = 30$ )

臀肌侧别	反应时间差/ms		肌电振幅峰值/ $\mu\text{V}$	
	竖脊肌	臀大肌	竖脊肌	臀大肌
健侧	$394.51 \pm 137.42$	$318.92 \pm 27.54$	$45.73 \pm 12.91$	$44.86 \pm 30.51$
患侧	$308.27 \pm 92.11$	$231.63 \pm 24.59$	$37.52 \pm 11.68$	$29.17 \pm 11.72$
$t$	2.855	12.950	2.583	2.629
$P$	0.006	$< 0.001$	0.012	0.011

2.4 双侧臀部平均温度值与臀肌表面肌电信号相关性

慢性非特异性下腰痛患者健侧臀部红外热成像平均温度值与竖脊肌、臀大肌的收缩反应时间差  $\Delta T_1$  负线性相关(竖脊肌  $OR = 3.381, 3.351, 3.401, 3.585$ ;臀大肌  $OR = 3.779, 3.238, 3.685, 3.238$ , 均  $P <$

$0.05$ ),与竖脊肌、臀大肌静力性收缩时表面肌电振幅峰值显著正线性相关(竖脊肌  $OR = 0.623, 0.618$ ;臀大肌  $OR = 0.534, 0.712$ , 均  $P < 0.001$ ,见表 2),提示慢性非特异性下腰痛患者医用红外热成像相对低温可视化的患侧臀肌肌力、臀肌活化状态与健侧相比较弱(见图 1-图 3)。

表 2 臀部红外热成像平均温度值与臀肌表面肌电信号的线性 Logistic 回归分析

项目		健侧平均温度值		患侧平均温度值		
		OR 值(95%CI)	P	OR 值(95%CI)	P	
臀肌收缩 反应时间	竖脊肌	健侧	0.744(0.623~1.198)	0.137	0.518(0.314~1.011)	0.210
	患侧	0.872(0.436~1.315)	0.084	0.741(0.406~1.270)	0.091	
	ΔT <sub>1</sub>	0.623(0.154~0.817)	0.002	0.618(0.324~0.952)	<0.001	
臀大肌	健侧	0.812(0.413~1.148)	0.415	0.704(0.541~1.253)	0.094	
	患侧	1.053(0.762~1.316)	0.126	0.672(0.411~1.043)	0.064	
	ΔT <sub>1</sub>	0.534(0.386~0.749)	<0.001	0.712(0.536~0.822)	<0.001	
臀肌肌电 振幅强度	竖脊肌	健侧	3.381(2.339~4.845)	<0.001	3.401(3.025~3.812)	<0.001
	患侧	3.351(2.260~4.492)	<0.001	3.585(2.463~3.938)	<0.001	
	健侧	3.779(3.082~4.642)	<0.001	3.685(2.463~3.711)	<0.001	
	臀大肌	患侧	3.238(2.406~4.347)	<0.001	3.238(2.406~4.347)	<0.001

3 讨论

人体作为天然的红外辐射源,不断地向外辐射波长为  $8 \sim 10 \mu\text{m}$  的红外线,当人体组织代谢、血液循环发生改变,红外热成像技术可以敏感地显示人体热辐射的变化(温度变化小于  $0.05^\circ\text{C}$ )<sup>[7]</sup>。近年来我国医学界结合人体解剖与病理生理等因素分析医用红外热成像,使其临床解读的精准性有了很大进步<sup>[8]</sup>。2022 版医用红外

线热成像技术中国专家共识<sup>[9]</sup>中普遍认为:血供不良,医用红外热成像可显示血运障碍导致所供应的组织温度降低;局部炎症,医用红外热成像显示局部血流增多导致温度增高等。但是国内应用医用红外热成像技术直接评价肌肉活化状态的研究报道甚少。

本研究旨在探讨慢性非特异性下腰痛患者臀肌活化与医用红外热成像的相关性,数据显示臀部体表温



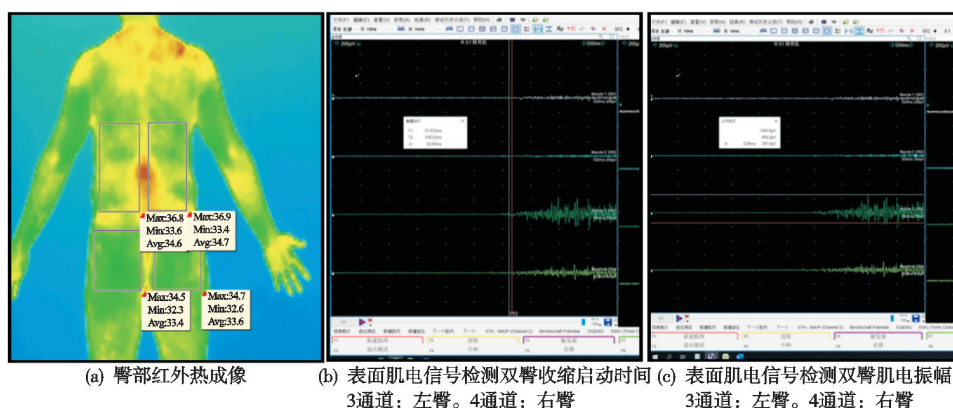


图1 患者1,男,36岁,非特异性下腰痛,左侧疼痛

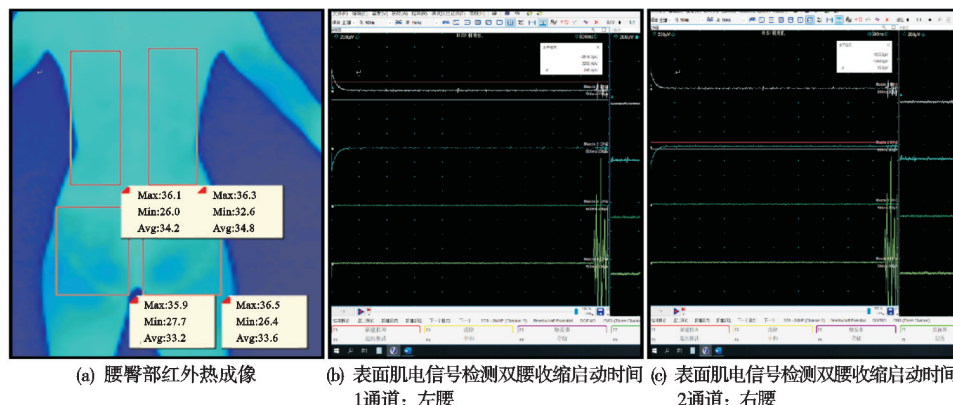


图2 患者2,女,32岁,非特异性下腰痛,左侧疼痛

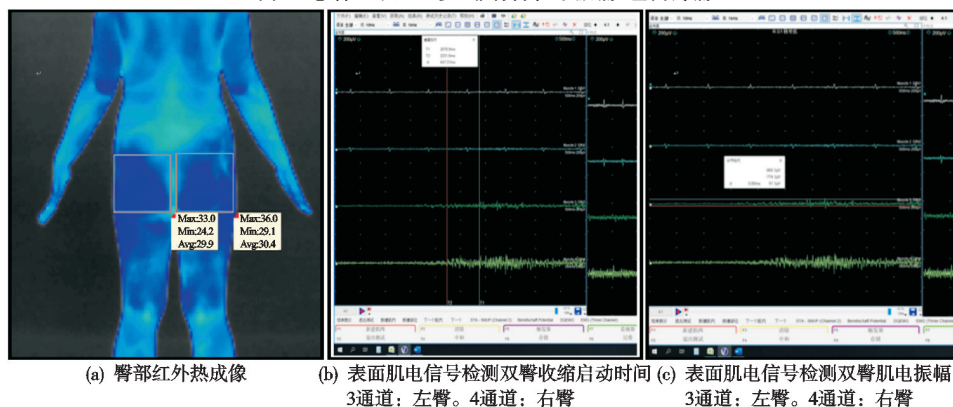


图3 患者3,女,45岁,非特异性下腰痛,左侧疼痛

度与其静力性收缩时表面肌电振幅峰值呈正线性相关,与臀肌收缩反应时间呈负线性相关,说明医用红外热成像相对低温可视化该侧臀肌肌力及活化状态与对侧相比较弱,高温则相反。笔者推测慢性非特异性下腰痛患者常因疼痛而减少或避免使用患侧臀部及下肢肌肉,这种疼痛抑制机制可能导致患侧臀肌的废用性萎缩,而长时间不活动的肌肉容易失去其原有的力量和活化能力,无法像对侧那样有效地收缩,局部血流灌注弱,上述生理变化则直接导致辐射热量少<sup>[10-11]</sup>。深吸联合骨骼肌收缩动作主要影响并增大收缩晚期峰流速、舒张期峰流速和平均流速指标,降低脑血管阻力,增加脑供血<sup>[12]</sup>。张燕等<sup>[13]</sup>采用双波长激光散斑对比成像仪(dwLSCI)评估老年糖尿病周围神经病患者足部的血流灌注情况,发现维持运动习惯对患者的下肢血流灌注有正面影响,增加了单位时间内足部的血

流量。González-Alonso等<sup>[14]</sup>选取健康人群并设计了腿部和手臂90 min的运动,运动期间分别测量了运动肢和非运动肢的血液温度、血流量和摄氧量,研究发现运动有助于调节肢体的灌注,增加血液温度。本研究中患者长时间不活动的肌肉容易失去其原有的力量和活化能力,而局部血流灌注的减少则进一步加剧神经肌肉连接减弱的情况,这些因素共同作用,使得受影响的臀肌区域辐射热量减少,呈现较低的温度,由此可见医用红外热成像可作为评估局部肌肉状态的一种非侵入性工具<sup>[15-16]</sup>。

慢性非特异性下腰痛主要与软组织劳损和腰椎退行性病变有关,由脊柱生物力学失衡所致<sup>[17]</sup>。杨继强等<sup>[18]</sup>应用表面肌电技术测量慢性非特异性下腰痛患者双侧腰部肌肉在做静力性等长收缩时的放电情况,发现慢性非特异性下腰痛患者存在双侧腰部肌肉功能

失衡。在纠正肌肉失衡和重建正常的生物力线关系的过程中,不仅要关注于松解紧张的软组织,也要同步强化那些薄弱的肌群。然而,在国内针对慢性非特异性下腰痛目前尚未形成特定的诊疗规范,普遍采取“哪里痛哪里治疗”的方法,虽能暂时缓解疼痛,但对于长远的肌肉失衡的根本问题却无法提供有效的解决方案。等速肌力测试和表面肌电技术是评估肌肉力量的常用手段,等速肌力测试以其准确性高、重复性好的优势,成为评估肌力的主流方法<sup>[19]</sup>。表面肌电技术则通过记录和分析肌肉活动时产生的电信号,提供了关于肌肉收缩反应的详细信息。这两种技术也有其固有的缺点<sup>[20]</sup>,等速肌力测试设备昂贵,操作复杂,不便于大规模应用;而表面肌电技术则受到电极位置、皮肤阻抗等多种因素的影响,结果稳定性有待提高。红外技术利用红外摄像头捕捉肌肉在活动时产生的热量变化,便携式可穿戴传感器能在运动中实时反馈和监测肌肉氧合变化,为运动训练提供即时数据支持,对于评估运动能力、应力分析、预测循环疲劳强度、预警运动风险等方面具有重要价值。医用红外热成像无需直接接触肌肉,具有无创性和高灵敏度,在判断肌肉活化状态中显示出独特的优势及应用价值<sup>[21]</sup>。基于此,在纠正慢性非特异性下腰痛患者肌肉失衡和重建生物力线关系的过程中,医用红外热成像能提供患者肌肉活化状态的实时、准确的反馈,有助于更准确地判断哪些肌肉过于紧张,哪些肌肉又过于薄弱,有望实现后续治疗方案的个性化制定。结合医用红外热成像的实时监测,可松解紧张的软组织、强化薄弱的肌群,并逐步纠正肌肉失衡,重建正常的生物力线关系。

本研究尚存在一定的局限性,慢性非特异性下腰痛个体差异性较大,单一中心纳入样本易受到该中心特定患者群体、诊疗方法等影响,增加了选择偏倚的风险,未来还需要扩大样本量进行多中心研究,增加研究结果的普适性;虽已明确肌肉靶点,但缺少对慢性非特异性下腰痛患者的后期治疗期间数据监测,可在后续研究中不断改进,提升深度和广度,使研究内容有助于在临床治疗中发挥指导作用。

综上所述,慢性非特异性下腰痛患者臀部医用红外热成像表现与臀肌表面肌电信号特点具有相关性,医用红外热成像相对低温可视化该侧臀肌的肌力及活化状态与对侧相比较弱,高温则相反,在临床中应用医用红外热成像技术可为患者肌肉活化状态的评估提供有效信息。

## 参考文献

- [1] WIRTH B, SCHWEINHARDT P. Personalized assessment and management of non-specific low back pain[J]. *Eur J Pain*, 2024, 28(2): 181-198.
- [2] 冉清智, 李傲霜, 陈恒文, 等. 筋膜松解疗法干预慢性非特异性下腰痛疗效的随机对照研究[J]. *中国全科医学*,

- 2024, 27(20): 2451-2457.
- [3] 刘逸南, 王佳丽, 宋昌梅, 等. 基于文献分析红外热成像临床研究应用现状和前景[J]. *中国中西医结合杂志*, 2021, 41(6): 680-688.
- [4] 张鹏飞, 吉佳佳, 王建文, 等. 运用表面肌电图评价水中运动对慢性腰痛治疗效果的研究[J]. *中国康复医学杂志*, 2023, 38(12): 1740-1744.
- [5] 许嵩, 王丽萍. 基于红外技术的局部肌肉疲劳试验研究[J]. *人类工效学*, 2005, 11(4): 30-33.
- [6] 中国康复医学会脊柱脊髓专业委员会专家组. 中国急/慢性非特异性腰背痛诊疗专家共识[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2016, 26(12): 1134-1138.
- [7] KESZTYÜS D, BRUCHER S, KESZTYÜS T. Use of infrared thermography in medical diagnostics: a scoping review protocol[J]. *BMJ Open*, 2022, 12(4): e059833.
- [8] 赵明珠, 张艳, 朱应燕. 基于红外热成像的早期疾病检测技术的研究进展[J]. *激光与光电子学进展*, 2021, 58(8): 20-30.
- [9] 卢振和, 吕岩, 吴士明, 等. 医用红外线热成像技术在临床医学中应用的中国专家共识(2022版)[J]. *中华疼痛学杂志*, 2022, 18(4): 449-455.
- [10] HE J Y, TU X Y, YIN Z F, et al. Short-term effects of cupping and scraping therapy for chronic nonspecific low-back pain: A prospective, multicenter randomized trial[J]. *J Integr Med*, 2024, 22(1): 39-45.
- [11] YANG J, ZHOU X, MA Q, et al. Efficacy and safety of Tuina for chronic nonspecific low back pain: a PRISMA-compliant systematic review and meta-analysis[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2023, 102(9): e33018.
- [12] 薛建设, 郭晓波, 刘颖, 等. 深吸气联合骨骼肌收缩对脑灌注的影响[J]. *中国临床康复*, 2006, 10(36): 36-38.
- [13] 张燕, 林奕芳, 张淇, 等. 运动习惯对老年糖尿病周围神经病患者血流灌注及神经传导速度影响的初步探索[J]. *老年医学与保健*, 2020, 26(3): 355-358.
- [14] GONZÁLEZ-ALONSO J, CALBET J A, BOUSHEL R, et al. Blood temperature and perfusion to exercising and non-exercising human limbs[J]. *Exp Physiol*, 2015, 100(10): 1118-1131.
- [15] 张翔, 李益斌, 徐东, 等. 基于红外热图边界分割方法的康复机器人抗阻训练肌肉激活状态评估[J]. *西南师范大学学报: 自然科学版*, 2022, 47(12): 31-41.
- [16] 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.
- [17] 柳扬, 刘鹏, 杜明奎, 等. 不同年龄非特异性腰痛患者腰椎曲度相关因素分析[J]. *脊柱外科杂志*, 2021, 19(6): 407-410.
- [18] 杨继强, 侯义伟, 张日辉. 慢性下腰痛患者腰部肌肉放电的均衡性[J]. *中国组织工程研究与临床康复*, 2009, 13(15): 2969-2973.

侧型腰椎间盘突出症<sup>[11]</sup>,但有报道显示,内镜下髓核摘除术后残留的纤维环破口使术后存在突出复发的可能,破口处炎症因子释放对神经根产生刺激,引发疼痛症状。内镜下进行纤维环缝合可在术中修复破损的纤维环,方法直接且有效<sup>[12]</sup>。

在该研究中,手术时间为 $(48.65 \pm 6.05)$  min,住院时间为 $(4.27 \pm 0.73)$  d,说明该手术方式用时短、术后康复快,具有微创性。术后3个月及12个月时ODI评分及VAS评分相比于手术前有显著差异,明显优于术前,说明该手术方式疗效可靠。末次随访时优良率为94.74%,无神经损伤、脑脊液漏等相关并发症,至末次随访未发现复发病例,结果表明脊柱内镜下椎间盘摘除联合纤维环缝合治疗极外侧型腰椎间盘突出症近期疗效确切。纤维环缝合手术是对椎间盘形态进行的修复,促进了纤维环破口的愈合,是对以纤维环破裂所造成的椎间盘突出症直接和有效的治疗手段。即刻闭合纤维环的破口,显著降低椎间盘内残留髓核受力后从纤维环破口处再次突出的概率。保留更多的正常髓核组织,保留了椎间盘的功能,符合微创手术的理念<sup>[13]</sup>。降低椎间盘内炎性介质释放可减轻对神经根的刺激,减轻患者术后疼痛,提高患者术后生活质量,减少术后瘢痕形成和神经根粘连<sup>[14]</sup>。

内镜下对极外侧椎间盘突出纤维环缝合的技术优势如下:操作空间大,可充分暴露突出物及出口神经根;操作自由度高,可在摘除突出物时保护出口神经根,减少纤维环破口再次破坏及扩大。

内镜下对极外侧型椎间盘突出髓核摘除术后纤维环缝合,因操作空间、操作工具、责任节段椎间隙大小等因素导致纤维环缝合难度相对较大,成功率低,且缝合器成本高,不能反复利用。临床上该技术应用尚少,国内外也少有相关的研究报道,还需长时间大样本的临床研究。

## 参考文献

[1] JING L, QI W, DAN L, et al. Comparable effectiveness of transforaminal endoscopic spine system technique combined with selective nerve root block between far lateral lumbar disc herniation and central or paracentral herniation[J]. *Joint Diseases and Related Surgery*, 2022, 33(3): 513-520.

[2] 岑毕文,尚晖,王达义,等.极外侧型腰椎间盘突出致病相关因素分析及防治[J]. *脊柱外科杂志*, 2015, 13(5): 285-288.

[3] 何方生,韩鹏远,王晓楠,等.靶向穿刺全可视化脊柱内窥镜技术治疗极外侧型腰椎间盘突出症[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2022, 37(9): 940-942.

[4] LU L, ZHENYONG K, LEI C, et al. Full-endoscopic lumbar discectomy via lateral superior articular process approach for treating far lateral lumbar disc herniation: a retrospective study and technical note[J]. *International Orthopaedics*, 2023, 47(11): 2843-2850.

[5] 刘金玉,崔洪鹏,丁宇,等.椎间孔镜术后腰椎间盘突出复发与后纵韧带完整性关系的有限元生物力学研究[J]. *中国骨与关节杂志*, 2021, 10(7): 508-514.

[6] 张先鹏,何泽伟,楼钰晗,等.单侧双通道内镜椎旁入路治疗极外侧型腰椎间盘突出症的临床疗效[J]. *中国内镜杂志*, 2023, 29(12): 1-7.

[7] HOPPE S, SCHWARZENBACH O, AGHAYEV E, et al. Long-term outcome after monosegmental L<sub>4/5</sub> stabilization for degenerative spondylolisthesis with the Dynesys device[J]. *J Spinal Disord Tech*, 2016, 29(2): 72-77.

[8] 孙海涛,韩大鹏,魏帅帅,等.极外侧型椎间盘突出CT分型与内镜治疗[J]. *中国矫形外科杂志*, 2021, 29(13): 1161-1165.

[9] 杨雍,苏楠,王炳强.极外侧型椎间盘突出症的诊断与治疗进展[J]. *颈腰痛杂志*, 2010, 31(5): 368-370.

[10] 张志士,乔伟,羊国民,等.手术治疗极外侧椎间盘突出症[J]. *中国矫形外科杂志*, 2010, 18(19): 1645-1647.

[11] 周逸驰,刘伟军,黎清波,等.应用可视骨凿精准成形在全可视脊柱内镜下手术治疗腰椎间盘突出症的疗效分析[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2023, 33(12): 1084-1090.

[12] 关月红,吴健,范胜利,等.经皮椎间孔镜治疗单节段腰椎间盘突出症术后复发的相关因素分析[J]. *中国中医骨伤科杂志*, 2022, 30(2): 40-44.

[13] 杨洋,叶晓健,杨成伟,等.腰椎间盘纤维环切口不同修复方法的生物力学研究[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2014, 24(7): 626-629.

[14] 宋晋刚,崔易坤,尹振宇,等.椎间孔镜下髓核摘除后纤维环缝合修复治疗腰椎间盘突出症的临床观察[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2023, 33(1): 45-50.

(收稿日期:2024-08-05)

(上接第73页)

[19] 麻玉慧,陈康,唐兰,等.慢性非特异性腰痛髂部肌群肌力及腰部功能特征研究[J]. *中国康复*, 2023, 38(6): 354-357.

[20] YANG D, HUANG H, XU D D, et al. Effects of Baduanjin exercise on patients with chronic nonspecific low back pain and surface electromyography signs of erector spinal mus-

cle: a randomized controlled trial[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2023, 102(43): e35590.

[21] 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.

(收稿日期:2024-10-01)