

## 红外热成像技术在指导肘关节骨化性肌炎 松解术后康复锻炼中的应用

王国杰, 张作君, 张川, 赵明, 昌中孝, 杨林平, 李星星, 段小波

(河南省洛阳正骨医院/河南省骨科医院, 河南 洛阳 471002)

**摘要 目的:**观察红外热成像技术在指导肘关节骨化性肌炎松解术后康复锻炼中的应用价值。**方法:**将符合要求的 84 例肘关节骨化性肌炎患者随机分为 2 组, 每组 42 例, 分别在红外热成像技术指导下进行常规康复锻炼(观察组)和单纯常规康复锻炼(对照组)。两组均于术后 24 h 开始进行常规康复锻炼, 每天 6~9 次, 每次 30 min, 共锻炼 14 d; 于术后 3 d 开始, 观察组用医用红外热成像仪测量患者锻炼后双侧肘关节的温度差, 并根据其大小调整锻炼强度。分别于康复锻炼前和康复锻炼结束后 24 周, 比较 2 组患者的肘关节疼痛视觉模拟量表(visual analogue scale, VAS)评分、肘关节活动度和骨化性肌炎复发率。**结果:**①肘关节疼痛 VAS 评分。康复锻炼前 2 组患者肘关节疼痛 VAS 评分比较, 差异无统计学意义( $t = -0.104, P = 0.749$ ); 康复锻炼结束后 24 周, 2 组患者肘关节疼痛 VAS 评分均低于康复锻炼前[(0.75 ± 0.09)分, (2.13 ± 0.19)分,  $t = -9.840, P = 0.000$ ; (1.36 ± 0.14)分, (2.06 ± 0.21)分,  $t = -3.640, P = 0.001$ ], 观察组肘关节疼痛 VAS 评分低于对照组( $t = -4.224, P = 0.000$ )。②肘关节活动度。康复锻炼前 2 组患者肘关节活动度比较, 差异无统计学意义( $t = -1.904, P = 0.352$ ); 康复锻炼结束后 24 周, 2 组患者肘关节活动度均大于康复锻炼前(99.70° ± 2.90°, 11.50° ± 3.20°,  $t = -10.691, P = 0.000$ ; 70.50° ± 3.20°, 12.10° ± 3.10°,  $t = -8.738, P = 0.000$ ), 观察组肘关节活动度大于对照组( $t = 10.036, P = 0.000$ )。③骨化性肌炎复发率。康复锻炼结束后 24 周, 观察组骨化性肌炎复发 1 例, 对照组骨化性肌炎复发 15 例; 观察组骨化性肌炎复发率低于对照组( $\chi^2 = 15.132, P = 0.000$ )。**结论:**采用红外热成像技术指导下肘关节骨化性肌炎松解术后的康复锻炼, 可更好地缓解肘关节疼痛, 改善肘关节活动度, 降低骨化性肌炎的复发率, 值得临床推广应用。

**关键词** 肘关节; 骨化性肌炎; 红外热成像术; 皮肤温度; 康复锻炼

### Applied value of infrared thermography for guiding rehabilitation exercises after release surgery for treatment of elbow myositis ossificans

WANG Guojie, ZHANG Zuojun, ZHANG Chuan, ZHAO Ming, CHANG Zhongxiao, YANG Linping, LI Xingxing, DUAN Xiaobo

Luoyang Orthopedic - Traumatological Hospital, Luoyang 471002, Henan, China

**ABSTRACT Objective:** To explore the applied value of infrared thermography for guiding rehabilitation exercises after release surgery for treatment of elbow myositis ossificans. **Methods:** Eighty-four patients with elbow myositis ossificans were randomly divided into 2 groups, 42 cases in each group. The patients were treated with conventional rehabilitation exercises under the guidance of infrared thermography (observation group) and monotherapy of conventional rehabilitation exercises (control group) respectively. The conventional rehabilitation exercises were performed since the 24th hour after the surgery, 6-9 times a day and 30 minutes at a time for consecutive 14 days. The temperature difference between bilateral elbow joints of patients in observation group were measured by using medical infrared thermal imager after rehabilitation exercises since the 3rd day after the surgery, and the exercise intensity was adjusted according to the temperature difference. The elbow pain visual analogue scale (VAS) scores, range of motion (ROM) of elbow and recurrence rate of myositis ossificans were compared between the 2 groups before rehabilitation exercises and at 24 weeks after the end of rehabilitation exercises respectively. **Results:** There was no statistical difference in elbow pain VAS scores between the 2 groups before rehabilitation exercises ( $t = -0.104, P = 0.749$ ). The elbow pain VAS scores were lower in both of the 2 group at 24 weeks after the end of rehabilitation exercises compared to pre-rehabilitation exercises (0.75 ± 0.09 vs 2.13 ± 0.19 points,  $t = -9.840, P = 0.000$ ; 1.36 ± 0.14 vs 2.06 ± 0.21 points,  $t = -3.640$ ,

基金项目: 河南省科技发展计划项目 (152102310164)

通讯作者: 张作君 E-mail: zzjlip@163.com

$P=0.001$ ), and the elbow pain VAS scores were lower in observation group compared to control group ( $t = -4.224, P=0.000$ ). There was no statistical difference in ROM of elbow between the 2 groups before rehabilitation exercises ( $t = -1.904, P=0.352$ ). The ROM of elbow were greater in both of the 2 groups at 24 weeks after the end of rehabilitation exercises compared to pre-rehabilitation exercises ( $99.70 \pm 2.90$  vs  $11.50 \pm 3.20$  degrees,  $t = -10.691, P=0.000$ ;  $70.50 \pm 3.20$  vs  $12.10 \pm 3.10$  degrees,  $t = -8.738, P=0.000$ ), and the ROM of elbow were greater in observation group compared to control group ( $t = 10.036, P=0.000$ ). The recurrence of myositis ossificans was found in 1 patient in observation group and 15 patients in control group at 24 weeks after the end of rehabilitation exercises. The recurrence rate of myositis ossificans was lower in observation group compared to control group ( $\chi^2 = 15.132, P=0.000$ ).

**Conclusion:** The rehabilitation exercises under the guidance of infrared thermography can better relieve the elbow pain, improve the ROM of elbow and reduce the recurrence rate of myositis ossificans in patients who receive release surgery for treatment of elbow myositis ossificans, so it is worthy of popularizing in clinic.

**Keywords** elbow joint; myositis ossificans; infrared thermography; skin temperature; rehabilitation exercise

骨化性肌炎是一种非肿瘤性病变,以纤维组织增生为病理特征,常伴有大量新骨形成,其病因尚不明确<sup>[1-2]</sup>。该病多发生于大关节周围,临床上主要表现为关节温度增高、疼痛、肿胀和功能受限,严重影响患者的日常生活<sup>[3]</sup>。松解术是改善患肢功能的有效方法,而术后科学的康复锻炼是影响松解术疗效的重要因素。目前临床上尚无统一的康复锻炼方法来指导患者进行功能锻炼,更无客观的参考指标来衡量患者功能锻炼强度。本研究将红外线热成像技术应用于指导肘关节骨化性肌炎松解术后患者的康复锻炼中,观察其临床疗效,并与单纯采用常规康复锻炼的临床疗效进行了比较,现报告如下。

## 1 临床资料

**1.1 一般资料** 纳入研究的患者共 84 例,男 52 例、女 32 例,年龄( $36.26 \pm 15.63$ )岁,均为 2014 年 5 月至 2017 年 3 月在河南省洛阳正骨医院(河南省骨科医院)住院治疗的肘关节骨化性肌炎患者,病程( $10.06 \pm 1.51$ )个月。所有患者均行松解手术,术前肘关节活动度均  $<30^\circ$ 。试验方案经医院医学伦理委员会审查通过。

**1.2 纳入标准** ①符合骨化性肌炎的诊断标准<sup>[4]</sup>; ② $18 \leq \text{年龄} \leq 60$  岁;③行松解手术治疗;④肘关节活动度均  $<30^\circ$ ;⑤自愿参与本研究,并签署知情同意书。

**1.3 排除标准** ①合并神经血管损伤及肌挛缩者;

②关节骨性结构畸形者;③合并同侧上肢其他部位损伤或双肘损伤者;④合并心血管、肝、肾和造血系统等严重原发性疾病者;⑤合并切口感染者;⑥有精神类疾病病史者。

## 2 方法

**2.1 分组方法** 采用随机数字表将符合要求的患者随机分为红外线成像技术指导下康复锻炼组(观察组)和单纯常规康复锻炼组(对照组),每组 42 例。2 组患者的基线资料比较,差异无统计学意义,有可比性(表 1)。

**2.2 康复锻炼方法** 2 组患者行松解手术后均给予常规抗感染治疗 3 d,术后镇痛泵镇痛 3 d,留置引流管 3 d,术后第 2 天至第 4 周口服塞来昔布消炎镇痛<sup>[5-6]</sup>。

两组均于麻醉清醒后开始行手指、腕关节、肩关节功能锻炼。术后 24 h 开始用健手辅助患侧肘关节做屈伸、旋转锻炼,具体方法如下:患者坐位或卧位。首先抬高患肢,掌心向上,主动伸直肘关节;若不能伸直肘关节,用健手按压患肢腕部,并使患肢前臂旋后,坚持 3~10 min 后增大活动度,维持 3~10 min,连续 3~4 次。然后主动缓慢屈曲肘关节,使手掌尽量与肩靠近,再以健手按压患肢腕部,使患肢前臂旋前,坚持 3~10 min 后增大活动度,维持 3~10 min,连续 3~4 次。上述锻炼每天 6~9 次,每次 30 min,共锻炼

表 1 2 组肘关节骨化性肌炎患者基线资料比较

组别	样本量(例)	性别(例)		年龄( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	病程( $\bar{x} \pm s$ , 月)
		男	女		
观察组	42	32	10	$38.60 \pm 17.80$	$10.24 \pm 1.08$
对照组	42	34	8	$35.60 \pm 12.80$	$9.89 \pm 1.43$
检验统计量		$\chi^2 = 0.283$		$t = 0.308$	$t = 1.038$
P 值		0.595		0.729	0.257

14 d。锻炼时注意动作宜平稳缓慢,锻炼强度以引起轻度疼痛为宜;锻炼间隙用动力夹板将肘关节交替固定于最大伸直位和屈曲位<sup>[7]</sup>。康复锻炼后给予冰敷并配合超短波治疗。

于术后 3 d 开始,观察组每天采用 SP-900 医用红外热成像仪(台湾汉唐公司)测定双侧肘关节温度。测量参数与条件:空间分辨率 1 mrad,测量范围 10 ~ 40 ℃;检查在无空气对流、无阳光直射的屏蔽室内进行,室温 25 ℃左右,相对湿度 40% ~ 60%。充分暴露双侧肘关节,距红外线摄像机镜头 2.5 m,锻炼后 30 min 采集静息状态下双侧肘关节温度,注意测温度前嘱患者静坐 5 ~ 10 min。如双侧肘关节温度差小于 2.0 ℃可适度增加锻炼强度;超过 3.0 ℃则降低锻炼强度;超过 3.5 ℃则延长冰敷时间,停止锻炼,每天采集 3 次双侧肘关节温度,待其差值低于 3.0 ℃时再恢复功能锻炼。

**2.3 疗效评价方法** 分别于康复锻炼前、康复锻炼结束后 24 周,比较 2 组患者的肘关节疼痛视觉模拟

量表<sup>[8]</sup>(visual analogue scale, VAS)评分、肘关节活动度和骨化性肌炎复发率。

**2.4 数据统计方法** 采用 SPSS19.0 软件进行数据统计分析,2 组患者性别及骨化性肌炎复发率的组间比较采用  $\chi^2$  检验,病程、年龄、肘关节疼痛 VAS 评分和肘关节活动度采用  $t$  检验。检验水准  $\alpha = 0.05$ 。

### 3 结果

康复锻炼前 2 组患者肘关节疼痛 VAS 评分比较,差异无统计学意义;康复锻炼结束后 24 周,2 组患者肘关节疼痛 VAS 评分均低于康复锻炼前,观察组肘关节疼痛 VAS 评分低于对照组(表 2)。康复锻炼前 2 组患者肘关节活动度比较,差异无统计学意义;康复锻炼结束后 24 周,2 组患者肘关节活动度均大于康复锻炼前,观察组肘关节活动度大于对照组(表 3)。康复锻炼结束后 24 周,观察组骨化性肌炎复发 1 例,对照组骨化性肌炎复发 15 例;观察组骨化性肌炎复发率低于对照组( $\chi^2 = 15.132, P = 0.000$ )。典型病例 X 线片见图 1、图 2。

表 2 2 组肘关节骨化性肌炎患者肘关节疼痛视觉模拟量表评分  $\bar{x} \pm s$ , 分

组别	样本量(例)	康复锻炼前	康复锻炼结束后 24 周	$t$ 值	$P$ 值
观察组	42	2.13 ± 0.19	0.75 ± 0.09	-9.840	0.000
对照组	42	2.06 ± 0.21	1.36 ± 0.14	-3.640	0.001
$t$ 值		-0.104	-4.224		
$P$ 值		0.749	0.000		

表 3 2 组肘关节骨化性肌炎患者肘关节活动度  $\bar{x} \pm s$ , °

组别	样本量(例)	康复锻炼前	康复锻炼结束后 24 周	$t$ 值	$P$ 值
观察组	42	11.50 ± 3.20	99.70 ± 2.90	-10.691	0.000
对照组	42	12.10 ± 3.10	70.50 ± 3.20	-8.738	0.000
$t$ 值		-1.904	10.036		
$P$ 值		0.352	0.000		



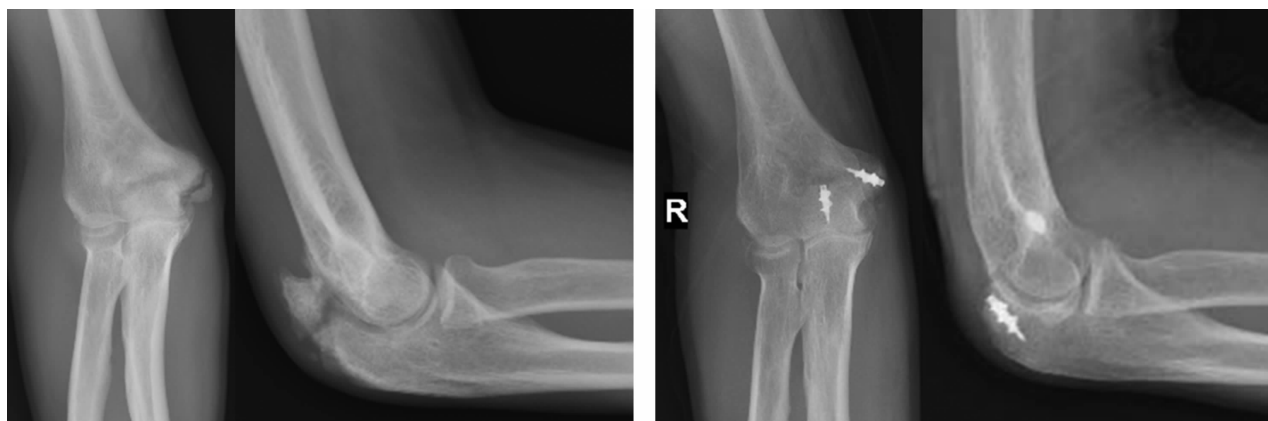
(1) 松解手术前肘关节正侧位 X 线片



(2) 松解手术后 16 周肘关节正侧位 X 线片

图 1 尺骨冠突骨折合并外侧副韧带损伤并发肘关节骨化性肌炎

患者,男,24 岁,尺骨冠突骨折合并外侧副韧带损伤,内固定术后并发肘关节骨化性肌炎,给予松解手术后行单纯常规康复锻炼,肘关节活动仍受限,松解术后 16 周骨化性肌炎复发



(1) 松解手术前肘关节正侧位X线片

(2) 松解手术后24周肘关节正侧位X线片

图2 尺骨鹰嘴骨折、肱骨内髁骨折合并内侧副韧带损伤并发肘关节骨化性肌炎

患者,男,18岁,尺骨鹰嘴骨折、肱骨内髁骨折合并内侧副韧带损伤,采用非手术疗法治疗后并发肘关节骨化性肌炎,行松解手术后在红外热成像技术指导下行常规康复锻炼,术后24周末见异位骨化,肘关节活动度无异常

#### 4 讨论

肘关节骨化性肌炎是肘关节损伤后的严重并发症,是造成肘关节功能受限的重要原因,目前有关其确切发病原因尚不清楚。有研究认为,骨化性肌炎与创伤后肌肉组织受损严重有关,组织受损后会导致组织周围反应性炎性细胞分泌,而这些细胞中存在未定型或基因表达缺陷的间叶细胞,此类细胞接受适当的信号后可以诱发合成骨或软骨,分化为成骨细胞或成软骨细胞,最后形成骨组织<sup>[9]</sup>。临床上预防骨化性肌炎的方法较多,主要包括放射疗法、基因疗法、非甾体抗炎药物治疗等,但目前尚无针对此病的特效疗法<sup>[10]</sup>。肘关节是骨化性肌炎的好发部位,一旦发生,将严重影响肘关节功能,药物治疗的效果往往较差,需行松解手术<sup>[11-12]</sup>。笔者认为松解手术的临床疗效多与手术时机的掌握、术中松解的度数、充分的术后镇痛及科学的术后康复锻炼等因素有关。

良好的术后镇痛可减轻患者痛苦,提高患者的依从性,也可增强其战胜疾病的信心<sup>[13]</sup>。肘关节行松解手术后,其最终活动度的维持则基于合理锻炼方法的指导。笔者在临床上发现合理的锻炼方法是肘关节获得满意功能的重要因素。肘关节骨化性肌炎早期,肘关节处会出现红肿,局部皮温增高,而患者体温多无异常。笔者认为肘关节骨化性肌炎早期局部皮温增高的可能原因为:局部组织受损伤后不仅会导致局部充血水肿,血肿机化可致局部皮温增高;而且还会导致周围反应性炎性细胞增多,从而导致局部皮温增高;此外,局部组织受损后机体反应性修复会使受损处新陈代谢增快,也会导致局部皮温增高。红外热

成像技术是一种新型的功能影像学检查技术,可通过测量机体表面辐射出的红外线了解体表温度分布情况,能动态观察局部温度的变化。我们采用红外热成像技术可以观察患者功能锻炼后局部温度的变化,并根据温度变化程度来推测功能锻炼的强弱,进而可以调整康复训练方案。红外热成像技术被用于医学领域已有多年历史<sup>[14-18]</sup>,但目前采用该技术观察肘关节功能锻炼前后肘关节局部温度的变化来指导患者进行肘关节功能锻炼尚未见报道。肘关节骨化性肌炎多需行松解手术,但因无客观指标来指导患者术后进行功能锻炼,也不能根据患者情况及时调整康复训练方案;所以临床上医生多依据自己的临床经验来指导患者进行康复锻炼,而患者更无相关的医学知识及早发现肘关节锻炼的异常,致使部分患者的骨化性肌炎反复发作。近年来,在临床上我们以红外热成像技术测量患者锻炼后双侧肘关节的温度差,根据其温度差及时调整锻炼强度和锻炼方法,不仅明显降低了骨化性肌炎的复发率,而且还提高了肘关节骨化性肌炎松解术的临床疗效。在指导患者进行康复锻炼时,我们发现双肘温度差控制在 $2^{\circ}\text{C}$ 左右相对安全,如双肘温度差超过 $3^{\circ}\text{C}$ 则需调整锻炼强度并延长冷疗时间以降低局部温度,减轻炎症反应<sup>[19-21]</sup>。

本研究的结果显示,采用红外热成像技术指导肘关节骨化性肌炎松解术后的康复锻炼,可更好地缓解肘关节疼痛,改善肘关节活动度,降低骨化性肌炎的复发率,值得临床推广应用。

#### 5 参考文献

- [1] DEMIR MK, BESER M, AKINCI O. Case 118: proliferative

- myositis[J]. Radiology, 2007, 244(2): 613-616.
- [2] 郭振业, 段王平, 卫小春. 骨化性肌炎的研究新进展[J]. 实用骨科杂志, 2013, 19(7): 629-632.
- [3] MITTAL R, SAMPATH KUMAR V, GUPTA T. Patella cubiti: a case report and literature review[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2014, 134(4): 467-471.
- [4] STANLEY D, TRAIL IA. 肘关节外科手术学[M]. 姜保国, 蒋协远, 张长青, 译. 北京: 人民军医出版社, 2014: 581-582.
- [5] 何大伟, 查晔军, 蒋协远. 肘关节僵硬[J]. 中国医刊, 2014, 49(1): 23-25.
- [6] 查晔军, 公茂琪, 蒋协远. 创伤后肘关节僵硬[J]. 中华创伤杂志, 2013, 29(5): 474-478.
- [7] 何大伟, 蒋协远, 公茂琪, 等. 开放松解术结合铰链式外固定支架治疗极重度创伤后肘关节僵硬[J]. 中华创伤骨科杂志, 2015, 17(10): 832-837.
- [8] 蒋协远, 王大伟. 骨科临床疗效评价标准[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2005: 123.
- [9] 切利, 切利, 莫利. 肘关节创伤治疗进展[M]. 周智勇, 陈旭, 张树栋, 等译. 天津: 天津科技翻译出版公司, 2012: 680.
- [10] 王社言, 李现林. 手足口病并发髋关节骨化性肌炎 1 例[J]. 中医正骨, 2016, 28(6): 61-62.
- [11] 朱海芳. 桃红四物汤加加减治疗创伤性骨化性肌炎的临床研究[J]. 医学信息, 2016, 29(34): 133-134.
- [12] 章建新, 谢伟, 吴向科, 等. 肘关节创伤性骨化性肌炎的中西医结合疗法[J]. 浙江医学教育, 2015, 14(3): 55-57.
- [13] 张敏琴, 王争. 自我效能增强干预对膝关节骨折术后患者功能锻炼康复效果的影响[J]. 护士进修杂志, 2012, 27(9): 852-853.
- [14] 窦思东, 许瑞旭, 吴南茜, 等. 中医经络红外辐射特性研究进展[J]. 中华中医药杂志, 2016, 4(7): 2709-2712.
- [15] 罗翠文. 阳虚状态人群的寒性特征研究[D]. 广州: 广州中医药大学, 2015.
- [16] 周浩, 朱佳玲, 张欣悦, 等. 亚健康阳虚体质人群三焦及相关经穴温度的红外热图[J]. 广东医学, 2017, 38(11): 1654-1656.
- [17] 徐福平, 罗翠文, 孙晨, 等. 阳虚质主观怕冷与客观体表温度特征的关系[J]. 广东医学, 2017, 38(11): 1641-1644.
- [18] 张英杰, 王圣燕, 张晔, 等. TTM 在艾灸关元穴治疗胞宫虚寒型痛经中的应用研究[J]. 山东中医杂志, 2013, 9(9): 651-653.
- [19] 邓宝贵, 全小明. 冷疗对全膝关节置换术后出血量、疼痛、肿胀及睡眠质量的影响[J]. 护理研究, 2014, 28(11): 1311-1313.
- [20] 何晓萍, 陆建阳. 人工股骨头置换术治疗高龄肱骨近端复杂骨折的围手术期护理[J]. 中医正骨, 2013, 25(6): 74-75.
- [21] 肖红云, 胡建华, 钟发明. 腧穴热敏灸加常规功能锻炼对预防桡骨远端骨折术后腕关节僵硬的疗效评价[J]. 江西中医药, 2017, 48(1): 61-64.

(收稿日期: 2018-07-29 本文编辑: 时红磊)

(上接第 48 页)

- [4] SHEA - DONOHUE T, URBAN JF. Neuroimmune modulation of gut function[J]. Handb Exp Pharmacol, 2017, 239: 247-267.
- [5] 李勇, 贺丹军, 魏睦新. 功能性消化不良与精神心理因素的相关性及中药的干预作用[J]. 世界华人消化杂志, 2012, 20(32): 3081-3086.
- [6] O' MAHONY SM, CLARKE G, DINAN TG, et al. Irritable Bowel Syndrome and Stress - Related Psychiatric Co - morbidities: Focus on Early Life Stress[J]. Handb Exp Pharmacol, 2017, 239: 219-246.
- [7] KIELY PD, MOUNT LE, DU JY, et al. The incidence and risk factors for post - operative ileus after spinal fusion surgery: a multivariate analysis[J]. Int Orthop, 2016, 40(6): 1067-1074.
- [8] RAWLINSON A, KITCHINGHAM N, HART C, et al. Mechanisms of reducing postoperative pain, nausea and vomiting: a systematic review of current techniques[J]. Evid Based Med, 2012, 17(3): 75-80.
- [9] 蒋志, 陈其城, 曹立幸, 等. 中医药对术后胃肠功能作用的研究进展[J]. 中国中西医结合杂志, 2013, 33(8): 1147-1150.
- [10] 李荣, 段晖, 梁正新. 大承气汤对 35 例严重创伤患者胃肠功能障碍的治疗效果[J]. 上海医药, 2016, 37(5): 37-40.
- [11] 刘魏, 黄杰烽, 郑杨, 等. 半夏厚朴汤加加减治疗腰椎骨折术后胃肠功能障碍 30 例的疗效观察[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2016, 24(8): 37-39.
- [12] 马朋杰, 刘魏, 黄杰烽, 等. 基于 ICC 探索半夏厚朴汤加加减对腰椎骨折后大鼠胃肠动力的影响及作用机制[J]. 中国中医急症, 2016, 25(12): 2209-2212.
- [13] 赵天宇. 基于图像分析的全小林教授门诊 2 型糖尿病舌象客观化研究[D]. 北京: 北京中医药大学, 2015.

(收稿日期: 2018-05-03 本文编辑: 李晓乐)