

## 论 著

## 1.5T MRI多参数成像评估HIFU治疗子宫肌瘤疗效及预后判断价值\*

潘 静 叶 莉\*

苏州市中西医结合医院影像科  
(江苏 苏州 215101)

**【摘要】目的** 探究1.5T MRI多参数成像评估高强度聚焦超声(HIFU)治疗子宫肌瘤的疗效以及对预后情况的判断价值。**方法** 回顾性分析2016年1月~2021年12月期间,本院收治的子宫肌瘤患者共计102例。根据具体方案的不同将全部研究对象划分为常规HIFU组(n=47)以及1.5T MRI联合评估组(n=55),常规HIFU组接受HIFU法治疗子宫肌瘤,1.5T MRI联合评估组在治疗前接受了1.5T MRI多参数成像评估;比较两组研究对象接受HIFU治疗的主要参数(功率、持续时间、总能量、能效因子、消融率以及完全灭活率);全部研究对象接受治疗前后的T<sub>1</sub>WI、T<sub>2</sub>WI信号强度以及表观扩散系数(ADC值)。对上述研究对象进行定期的随访复查,在术后3个月比较两组研究对象的术后吸收率、累计消融率;在术后1年对进行复查,对比肌瘤复发率。**结果** 两组研究对象的接受HIFU治疗后,1.5T MRI联合评估组的HIFU手术功率、总能量、能效因子均低于HIFU组;与此同时,消融率以及完全灭活率均高于HIFU组,差异均存在统计学意义(P<0.05)。随访结果显示,1.5T MRI联合评估组患者的累积消融率显著高于HIFU组(P<0.05);然而两组研究对象术后吸收率以及术后1年的肌瘤复发率差异无统计学意义(P>0.05);全部研究对象治疗前,正常子宫壁增强信号值无明显差异(P>0.05);接受治疗后,T<sub>1</sub>WI呈现升高趋势、T<sub>2</sub>WI、ADC呈现降低趋势,差异均存在统计学意义(P<0.05)。**结论** 1.5T MRI多参数成像应用于HIFU治疗子宫肌瘤对于评估手术效果以及3个月后的累计消融率具有较高的应用价值,值得临床工作人员的借鉴应用。

**【关键词】** 子宫肌瘤; 1.5T MRI多参数成像; 高强度聚焦超声; 治疗效果; 预后

**【中图分类号】** R730.7

**【文献标识码】** A

**【基金项目】** 苏州市中西医结合医院科技项目(YJ2022021)

**DOI:**10.3969/j.issn.1672-5131.2023.12.041

## Value of 1.5T MRI Multi-parameter Imaging in Evaluating the Curative Effect of HIFU and Determining Prognosis in Uterine Fibroid\*

PAN Jing, YE Li\*

Imaging Department of Suzhou Integrated Traditional Chinese and Western Medicine Hospital, Suzhou 215101, Jiangsu Province, China

## ABSTRACT

**Objective** To explore the value of 1.5T MRI multi-parameter imaging in evaluating the curative effect of high-intensity focused ultrasound (HIFU) and determining prognosis in uterine fibroid. **Methods** A total of 102 patients with uterine fibroids admitted to the hospital were retrospectively analyzed between January 2016 and December 2021. According to different treatment methods, they were divided into HIFU group (n=47) and 1.5T MRI combined evaluation group (n=55). The HIFU group was treated with HIFU, while 1.5T MRI combined evaluation group was given 1.5T MRI multi-parameter imaging evaluation before treatment. The main HIFU parameter (power, duration, total energy, energy efficiency factor, ablation rate, complete inactivation rate). T<sub>1</sub>WI, T<sub>2</sub>WI signal intensity and apparent diffusion coefficient (ADC value) of all subjects before and after treatment. The above research objects were followed up regularly, and postoperative absorption rate and cumulative ablation rate in the two groups were compared at 3 months after surgery. All the objects were re-examined at 1 year after surgery to compare fibroid recurrence rate. **Results** After HIFU, surgical power, total energy and energy efficiency factor in 1.5T MRI combined evaluation group were lower than those in HIFU group, while ablation rate and complete inactivation rate were higher than those in HIFU group (P<0.05). The follow-up results showed that cumulative ablation rate in 1.5T MRI combined evaluation group was significantly higher than that in HIFU group (P<0.05). However, there was no significant difference in 3 month postoperative absorption rate or fibroid recurrence rate at 1 year after surgery between the two groups (P>0.05). Before treatment, there was no significant difference in the enhanced signal values of normal uterine wall in all subjects (P>0.05). After treatment, T<sub>1</sub>WI showed an increasing trend, T<sub>2</sub>WI and ADC showed a decreasing trend, and the differences were statistically significant (P<0.05). **Conclusion** The application value of 1.5T MRI multi-parameter imaging is high in evaluating curative effect of HIFU and cumulative ablation rate at 3 months after surgery in uterine fibroid, which is worthy of reference for clinical staffs.

**Keywords:** Uterine Fibroid; 1.5T MRI Multi-parameter Imaging; High-intensity Focused Ultrasound; Curative Effect; Prognosis

子宫肌瘤是一种同多种因素相关的疾病,雌激素、孕激素等多激素以及基因遗传性都同该疾病的发生与发展息息相关<sup>[1-2]</sup>。采用高强度聚焦超声(HIFU)可对异常组织进行消除,已在子宫肌瘤的手术治疗领域取得了一定的推广应用。这种治疗方案通过体外聚焦高强度的超声束,可使靶组织在短时间内升温至65摄氏度以上、机械效应等发生凝固型坏死,具有较高的有效性以及安全性<sup>[3]</sup>。然而这种治疗方案在实际应用过程中可存在一定的问题。由于在进行HIFU的过程中可引起不同程度的正常软组织损伤,进而对患者预后造成一系列不良反应,因此控制HIFU的功率、时长等参数,对于确保尽可能减少患者正常组织受到的损伤是十分重要的;然而若频率不足则可能造成患者治疗效果不佳<sup>[4]</sup>。1.5T MRI多参数成像技术能够快速、精准地评价肌瘤的灌注以及治疗效果,具有操作简洁、灵活等特点,对于患者术后疗效的评估以及预后状态的评价具有较高的应用价值。基于此,本研究通过回顾性分析的思路对102例接受HIFU治疗的子宫肌瘤患者展开研究,并探究1.5T MRI多参数成像应用于患者术后疗效及预后的判断的价值,以期为子宫肌瘤患者HIFU治疗效果以及预后情况评估方案的选取发挥一定的预测价值,现报告如下。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 回顾性分析2016年1月至2021年12月期间,本院收治的子宫肌瘤患者共计102例。

**纳入标准:** 符合子宫肌瘤的诊断标准<sup>[5]</sup>,均为单发性肌瘤;患者接受HIFU法治疗;分别在术前以及术后3个月时间点接受1.5T MRI多参数成像检查;资料齐全,相关诊断以及检测数据明确无异议;电话或其他联系方式畅通,便于接受随访;排除标准:合并除子宫肌瘤外其他部位的肿瘤/肿块/性质不明的占位性病变者;已绝经女性;妊娠期、哺乳期女性;存在MRI禁忌症者;本研究经医院伦理委员会审议并批准通过。根据具体方案的不同将全部研究对象划分为常规HIFU组(n=47)以及1.5T MRI联合评估组(n=55),两组研究对象的基线资料见表1。

**【第一作者】** 潘 静,女,副主任医师,主要研究方向:腹盆腔CT/MR影像。E-mail: pj19860609@163.com

**【通讯作者】** 叶 莉,女,医师,主要研究方向:腹盆腔影像。E-mail: yeli13914092427@163.com

表1 两组研究对象基线资料的比较(例/%)

组别	例数	年龄(岁)	体质量指数(kg/cm <sup>2</sup> )		肌瘤类型	肌瘤直径(cm)	肌瘤体积(cm <sup>3</sup> )
			前部	后部			
HIFU组	47	37.45±8.26	21.54±1.74	27(57.45)	20(42.55)	5.56±0.81	74.26±15.46
1.5T MRI联合评估组	55	36.98±9.14	21.67±1.82	31(56.36)	24(43.63)	5.64±0.72	76.23±16.39
t/χ <sup>2</sup>		0.271	0.367		0.012	0.528	0.621
P		0.787	0.715		0.912	0.599	0.536

注: 两组研究对象基线资料差异无统计学意义(P>0.05), 具有可比性。

**1.2 方法** 采用1.5T美国GE MR、超声聚焦子宫肌瘤治疗系统(商品名:重庆海扶, 型号:JC200)进行检测。1.5T MRI联合评估组患者于治疗前一天通过磁共振对患者进行治疗前扫描, 患者仰卧在扫描床上, 足先进并进行矢状面、冠状面及横断面MR T<sub>2</sub>WI, T1WI平扫+增强扫描, 并将图像通过影像归档与通信系统进行后续处理。分析子宫周围组织(腹壁、耻骨联合、骶)MRI信号值的变化, 其中HIFU术后出现异常信号则表明该处为损伤区, 根据损伤情况分为正常子宫壁区域、病变靶向位区域(详情见图1A-图1E、图2A-图2F)。由经验丰富(5年以上临床经验的影像学医师)进行影像学检查的评估。记录T<sub>1</sub>WI、T<sub>2</sub>WI信号增强表达情况以及表观扩散系数(ADC)值。通过查阅患者电子病例档案查阅患者接受HIFU治疗过程中的功率、持续时间、总能量、能效因子、消融率以及完全灭活率; 对全部研究对象进行随访, 3个月后进行复查, 记录术后吸收率以及累计消融率, 并对1年后的肌瘤复发率进行统计。

**1.3 统计学方法** 采用SPSS 21.0统计软件分析, 计量资料以

( $\bar{x} \pm s$ )表示, 采用t检验; 计数资料以率表示, 采用χ<sup>2</sup>检验。P<0.05为有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 两组研究对象HIFU治疗主要参数的对比** 两组研究对象的接受HIFU治疗后, 1.5T MRI联合评估组的HIFU手术功率、总能量、效能因子均低于HIFU组; 与此同时, 消融率以及完全灭活率均高于HIFU组, 差异均存在统计学意义(P<0.05)。见表2。

**2.2 HIFU术后吸收率/消融率/复发率的比较** 1.5T MRI联合评估组患者的累积消融率显著高于HIFU组, 差异存在统计学意义(P<0.05); 然而两组研究对象术后吸收率以及术后1年的肌瘤复发率差异无统计学意义(P>0.05)。见表3。

**2.3 全部研究对象接受治疗前后MRI增强信号大小的对比** 全部研究对象接受治疗前后, 正常子宫壁增强信号值差异无统计学意义(P>0.05); 接受治疗后, T<sub>1</sub>WI呈现升高趋势、T<sub>2</sub>WI、ADC呈现降低趋势, 差异均存在统计学意义(P<0.05)。见表4。

表2 两组研究对象HIFU治疗的主要参数的对比

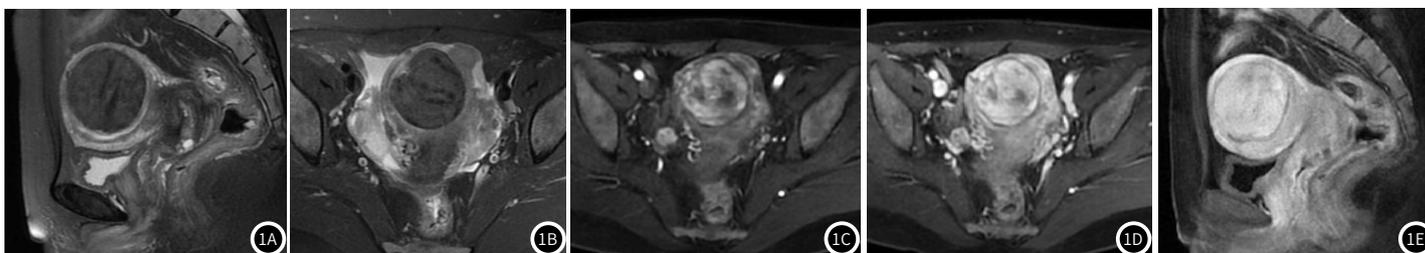
组别	例数	功率(W)	总能量(kJ)	效能因子(J/mm <sup>2</sup> )	消融率(%)	完全灭活率(%)
HIFU组	47	451.26±22.91	1275.28±62.38	11.15±1.52	70.25±6.44	81.26±5.26
1.5T MRI联合评估组	55	389.15±23.46	316.25±50.14	3.46±1.03	77.14±7.26	88.39±6.71
t		13.472	92.431	32.222	5.507	6.500
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

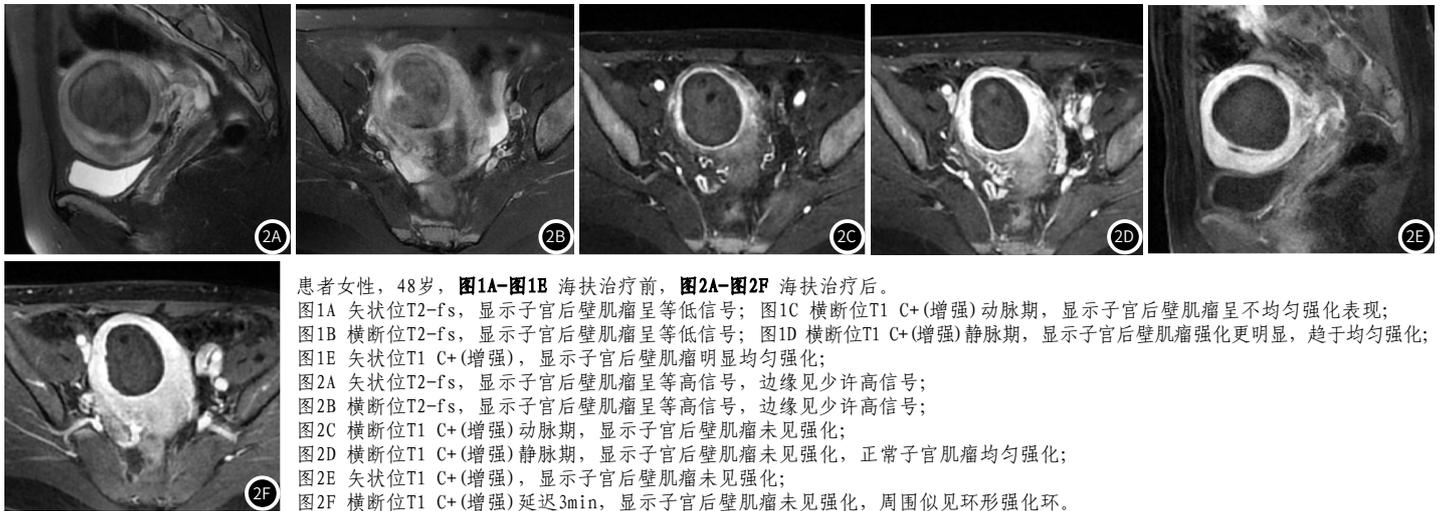
表3 两组研究对象随访结果(子宫肌瘤消融率/复发率的比较)(例/%)

组别	例数	3个月-术后吸收率	3个月-累计消融率	1年后-肌瘤复发率
HIFU组	47	13.26±7.26	79.24±9.36	5(10.64)
1.5T MRI联合评估组	55	13.04±7.88	85.24±10.34	9(16.36)
t/χ <sup>2</sup>		0.146	3.051	0.302
P		0.884	0.003	0.583

表4 全部研究对象接受治疗前后MRI增强信号大小的对比

组别	例数	正常子宫壁增强信号值	T <sub>1</sub> WI增强信号值	T <sub>2</sub> WI信号值	ADC值(10 <sup>-3</sup> mm <sup>2</sup> /s)
治疗前	102	563.45±58.13	294.78±39.28	264.17±39.15	1.53±0.27
治疗后	102	571.22±51.25	605.24±69.14	135.58±35.26	1.14±0.12
χ <sup>2</sup>		1.013	39.431	24.649	13.331
P		0.313	<0.001	<0.001	<0.001





患者女性, 48岁, 图1A-图1B 海扶治疗前, 图2A-图2F 海扶治疗后。  
 图1A 矢状位T2-fs, 显示子宫后壁肌瘤呈等低信号; 图1C 横断位T1 C+(增强)动脉期, 显示子宫后壁肌瘤呈不均匀强化表现;  
 图1B 横断位T2-fs, 显示子宫后壁肌瘤呈等低信号; 图1D 横断位T1 C+(增强)静脉期, 显示子宫后壁肌瘤强化更明显, 趋于均匀强化;  
 图1E 矢状位T1 C+(增强), 显示子宫后壁肌瘤明显均匀强化;  
 图2A 矢状位T2-fs, 显示子宫后壁肌瘤呈等高信号, 边缘见少许高信号;  
 图2B 横断位T2-fs, 显示子宫后壁肌瘤呈等高信号, 边缘见少许高信号;  
 图2C 横断位T1 C+(增强)动脉期, 显示子宫后壁肌瘤未见强化;  
 图2D 横断位T1 C+(增强)静脉期, 显示子宫后壁肌瘤未见强化, 正常子宫肌瘤均匀强化;  
 图2E 矢状位T1 C+(增强), 显示子宫后壁肌瘤未见强化;  
 图2F 横断位T1 C+(增强)延迟3min, 显示子宫后壁肌瘤未见强化, 周围似见环形强化环。

### 3 讨论

子宫肌瘤是子宫平滑肌组织增生形成的良性肿瘤, 是女性最为常见的良性肿瘤。造成子宫肌瘤的病因复杂多样, 具体可能同遗传易感性、性激素水平、干细胞功能失调等多种因素有关<sup>[6]</sup>。高强度聚焦超声(HIFU)的治疗方案可保留子宫及生殖功能, 且具有创伤小、术后恢复快等优点, 目前已成为常规治疗方案。然而在实际治疗过程中, 肿瘤临近组织的能量积累可能对肌瘤周围非靶区组织的造成损伤, 因此, 联合采用影像学技术手段对治疗效果进行评价具有较高的应用价值<sup>[7-8]</sup>。MRI具有组织分辨率高、敏感度高、可实时测温以及多参数成像等优点。在评价细胞结构以及病理变化领域存在着极大的潜力, 能够为肿瘤的治疗提供充足的信息, 对于术前计划、术中检测以及预后评估均具有较高的应用价值<sup>[9]</sup>。为了进一步探究1.5T MRI多参数成像应用于HIFU治疗子宫肌瘤的应用价值, 本研究通过回顾性分析的思路对102例患者进行回顾性分析, 并探究联合1.5T MRI多参数成像技术于HIFU治疗子宫肌瘤的应用价值。

研究结果显示, 两组研究对象的接受HIFU治疗后, 1.5T MRI联合评估组的HIFU手术功率、总能量、效能因子均低于HIFU组; 与此同时, 消融率以及完全灭活率均高于HIFU组。这表明, 在手术过程中联合使用1.5T MRI技术能够有效降低HIFU的使用功率, 并提升肌瘤的消除率。李季等学者在了一项研究分析中指出<sup>[10]</sup>, 靶目标内的造影剂加速了空化效应, 进而实现了在短时间内以低功率达到消融效果的目的。与此同时, 实时超声引导也有效提高了肌瘤的针对性, 能够有效避免正常组织的损伤。

任逢春等学者研究分析指出<sup>[11]</sup>, 评估HIFU疗效的主要方法中, MRI技术对软组织成像具有不可替代的优势, 能够清晰地显示子宫各层解剖结构, 分辨不同的位置的肌瘤与毗邻组织结构的关系、肌瘤体积、数目及各序列信号变化。然而, 评估肌瘤的体积、数目以及序列信号变化仅仅只是评估肌瘤成功消融的标准之一; 通过评估进行HIFU治疗前的血供情况, 能够判断肌瘤是否发生坏死、残留等<sup>[12]</sup>。常规T<sub>1</sub>WI、T<sub>2</sub>WI呈等、稍高信号。T<sub>1</sub>WI信号的改变可以作为评估HIFU治疗子宫肌瘤消融成功的参考标准: T<sub>1</sub>WI信号的增高同增强扫描无灌注区基本一致; 而肿瘤内部的凝固性坏死则可主要表现为T<sub>2</sub>WI信号的降低。因此, 子宫肌瘤患者接受治疗后, T<sub>1</sub>WI呈现升高趋势、T<sub>2</sub>WI呈现降低趋势, 均为HIFU治疗有效的标志; 然而, 目前不同学者关于MRI多参数成像的具体参数同治疗效果之间的关联尚且存在较大争议, 分析其原因可能同患者个体差异以及基础疾病情况有关; ADC值反应了水分子的弥散受限情况, 也多用于辅助评估肿瘤组织是否存在浸润、转移倾向, 但其准确性尚且较低, 一般还需结合其他指标进行综合评价<sup>[13]</sup>。治疗后24h内呈现升高趋势, 且同增强扫描无灌注区域基本一致。然而, 目前关于T<sub>2</sub>WI信号表达情况同治疗效果之间的关联尚且存在一定争议。肖雅楠等学者研究分析指出<sup>[14]</sup>, MRI技术能够提供治疗靶肿瘤的基本信息以及信号特征, 术后可

大致评估肿瘤凝固型坏死的范围, 并观察靶区域周围组织的损伤情况, 然而当肌瘤发生退变或在T<sub>1</sub>WI呈等信号时, 还需结合T<sub>2</sub>WI以及T<sub>1</sub>WI增强检查以明确坏死范围。因此, 应用1.5T MRI多参数成像应用于子宫肌瘤HIFU治疗效果的评估仍存在一定的局限性, 然而综合多方面因素展开分析, 仍具有较高的参考价值。

总而言之, MRI技术具有直观、简洁的优点, 不仅能够观察肌瘤边界、大小以及周围组织关系, 还可为术前定位、术前超声指导提供帮助。这也解释了为何1.5T MRI联合评估组患者接受HIFU治疗的耗能较低、一方面能够实现治疗过程的准确定位, 另一方面能够降低非靶区组织受到的损伤。与此同时, 子宫肌瘤患者接受HIFU治疗的疗效, 同T<sub>1</sub>WI、T<sub>2</sub>WI信号增强表达情况以及ADC值之间存在关联; 通过对治疗前后靶区域组织的血供情况进行监测能够对术后组织残留、复发情况进行评估。本研究的不足之处在于, 受限于回顾性分析的局限性, 研究选取的病例数量偏少、对患者术后随访时间较短等。另外对研究对象基线资料的收集还有待进一步扩充, 由于不同患者之间存在个体差异, 且接受的治疗方案亦存在些许不同, 可能导致最终结果存在偏差。与此同时, 子宫肌瘤患者接受HIFU术的疗效以及预后情况可能同多重因素相关, 因此为了获得更确切的结论仍有必要进行多因素回归分析。总而言之, 更深入的研究结论还有待大样本数据的支持。

综上所述, 1.5T MRI多参数成像应用于HIFU治疗子宫肌瘤对于评估手术效果以及3个月后的累计消融率具有较高的应用价值, 值得临床工作人员的借鉴应用。

### 参考文献

- [1] 万青松, 罗继元. MRI在鉴别诊断子宫肉瘤与变性子宫肌瘤中的应用[J]. 中国CT和MRI杂志, 2017, 15(11): 88-91.
- [2] 张兰花, 邱诗雄, 唐翠. 多排螺旋CT子宫动脉CTA在子宫肌瘤中的应用[J]. 贵阳医学院学报, 2016, 41(3): 341-343, 347.
- [3] 林紫晴, 韦德湛, 张汝坚, 等. 超声对HIFU治疗子宫肌瘤疗效的价值研究[J]. 贵州医药, 2019, 43(2): 236-239.
- [4] 葛炜, 李凤莲, 贾锐. 3.0T MRI结合不同b值的DWI对HIFU治疗子宫肌瘤的疗效评估[J]. 实用癌症杂志, 2023, 38(6): 1006-1009, 1017.
- [5] 子宫肌瘤的诊治中国专家共识专家组. 子宫肌瘤的诊治中国专家共识[J]. 中华妇产科杂志, 2017, 52(12): 793-800.
- [6] 胡玉芳, 黄立, 赵晓宁. 益母草颗粒联合麦角新碱治疗子宫肌瘤剔除术史产妇产后出血临床疗效观察[J]. 湖北中医药大学学报, 2023, 25(2): 64-66.
- [7] 汪海金, 王克功, 龚廷, 等. 腹腔镜引导下双侧子宫韧带区域神经阻滞在妇科腹腔镜子宫肌瘤剔除手术中的应用[J]. 实用医学杂志, 2023, 39(9): 1127-1131.
- [8] 李承蔚, 肖智博, 何智敏, 等. 基于T<sub>1</sub>WI和CE-T<sub>1</sub>WI影像组学集成模型在预测HIFU消融子宫肌瘤疗效中的价值[J]. 磁共振成像, 2023, 14(6): 45-51.
- [9] 寸江平, 赵卫, 范宏杰, 等. MRI在经阴道超声消融子宫肌瘤中的应用进展[J]. 中国医学影像技术, 2019, 35(6): 946-949.
- [10] 李季, 回世德, 黄震. 超声造影技术在HIFU治疗子宫肌瘤中的应用[J]. 海南医学, 2023, 34(2): 236-239.
- [11] 任逢春. MRI多参数成像评估HIFU治疗子宫肌瘤的价值[J]. 影像研究与医学应用, 2019, 3(23): 78-79.
- [12] 段李娟, 范智斌. 高场强磁共振成像在经阴道超声消融子宫肌瘤疗效评估中应用观察[J]. 中国药物与临床, 2019, 19(17): 2928-2930.
- [13] 李强, 张树茂, 于连峰, 等. 磁共振在子宫肌瘤HIFU治疗前后影像学评估中的应用价值[J]. 山东医学高等专科学校学报, 2022, 44(5): 348-350, 封3.
- [14] 肖雅楠, 贾文霄. 磁共振成像在超声消融子宫肌瘤中的临床应用[J]. 中华临床医师杂志(电子版), 2015, (4): 660-664.

(收稿日期: 2023-07-31)

(校对编辑: 韩敏求)