

论 著

MRI诊断高强度聚焦超声治疗子宫体外平滑肌瘤疗效价值*

1. 山东省济南市第二妇幼保健院放射科 (山东 济南 271100)

2. 南京中医药大学附属南京医院 (南京市第二医院)放射科 (山东 济南 250021)

3. 山东省医学影像学研究所介入科 (山东 济南 250021)

郑春峰¹ 许传军² 张 垒³

【摘要】目的 分析磁共振成像(Magnetic Resonance Imaging, MRI)诊断高强度聚焦超声(High-Intensity Focused Ultrasound, HIFU)治疗子宫体外平滑肌瘤疗效的价值。**方法** 选取40例子宫体外平滑肌瘤患者,均行HIFU治疗,分别在治疗前与治疗1d给予MRI诊断,观察不同MRI参数[表观弥散系数(ADC)、MRI-T₂WI信号强度比(SIR)、信号强度(SI)、信号均匀度以及血供类型]肌瘤消融率,术后6个月复查MRI,按照消融疗效分为未完全消融组与完全消融组,比较2组MRI参数,分析其与疗效相关性。**结果** ADC < 1.4 × 10⁻³ mm²/s、MRI-T₂WI SIR < 1.5、MRI-T₂WI SI < 200、T₂WI信号均匀度 < 20、血供类型少的消融率明显高于ADC ≥ 1.4 × 10⁻³ mm²/s、MRI-T₂WI SIR ≥ 1.5、MRI-T₂WI SI ≥ 200、T₂WI信号均匀度 ≥ 20肌瘤、血供丰富肌瘤(P < 0.05);完全消融组ADC、MRI-T₂WI SIR、MRI-T₂WI SI、T₂WI信号均匀度明显小于未完全消融组(P < 0.05),血供少所占比例明显高于未完全消融组(P < 0.05);ADC、MRI-T₂WI SIR、MRI-T₂WI SI、T₂WI信号均匀度、血供类型与消融疗效呈负相关性(P < 0.05)。**结论** MRI参数能够预测HIFU对子宫体外平滑肌瘤疗效, MRI-T₂WI均匀高信号以及血供丰富患者消融率更低。

【关键词】 磁共振成像; 高强度聚焦超声; 子宫体外平滑肌瘤; 疗效; 诊断价值

【中图分类号】 R445.2; R737.33

【文献标识码】 A

【基金项目】 南京市医学科技发展项目 (编号: ZKX14029)

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2020.07.035

通讯作者: 许传军

Value of MRI Diagnosis for The Efficacy of High-intensity Focused Ultrasound in the Treatment of Extrauterine Leiomyoma*

ZHENG Chun-feng, XU Chuan-jun, ZHANG Lei. Department of Radiology, Jinan Second Maternal and Child Health Hospital, Jinan 271100, Shandong Province, China

[Abstract] Objective To analyze the value of magnetic resonance imaging (MRI) diagnosis for the efficacy of high-intensity focused ultrasound (HIFU) in the treatment of extrauterine leiomyoma. **Methods** 40 patients with extrauterine leiomyoma admitted were chosen, they were treated with HIFU. MRI diagnosis was performed before and 1 day after treatment. Different MRI parameters [apparent diffusion coefficient (ADC), MRI-T₂WI signal intensity ratio (SIR), signal intensity (SI), signal uniformity and blood supply type], fibroid ablation rate were observed, MRI was reviewed 6 months after surgery. According the ablation efficacy, they were divided into incomplete ablation group and complete ablation group, MRI parameters of the two groups were compared, their correlation with efficacy was analyzed. **Results** The ablation rate with ADC less than 1.4 × 10⁻³ mm²/s, MRI-T₂WI SIR less than 1.5, MRI-T₂WI SI less than 200, T₂WI signal uniformity less than 20 and little blood supply type was significantly higher than that with ADC not less than 1.4 × 10⁻³ mm²/s, MRI-T₂WI SIR not less than 1.5, MRI-T₂WI SI not less than 200, T₂WI signal uniformity not less than 20, fibroids and rich blood supply fibroids (P < 0.05). The signal uniformity of ADC, MRI-T₂WI SIR, MRI-T₂WI SI and T₂WI in complete ablation group was significantly smaller than that in the incomplete ablation group (P < 0.05). The proportion of little blood supply was significantly higher than that in the incomplete ablation group (P < 0.05). The signal uniformity and blood supply type of ADC, MRI-T₂WI SIR, MRI-T₂WI SI, T₂WI were negatively correlated with ablation efficacy (P < 0.05). **Conclusion** MRI parameters can predict the efficacy of HIFU on extrauterine leiomyoma, patients with uniform high signal of MRI-T₂WI and rich blood supply have lower ablation rate.

[Key words] Magnetic Resonance Imaging; High Intensity Focused Ultrasound; Extrauterine Leiomyoma; Efficacy; Diagnostic Value

子宫平滑肌瘤好发于35岁以上女性群体,该年龄段子宫平滑肌瘤临床发病率高达20%~30%^[1-3]。女性子宫体外产生平滑肌瘤相对较为罕见,包括腹腔、宫颈、宫旁以及盆腔其余脏器,有的甚至转移至肺。子宫体外平滑肌瘤一般和子宫平滑肌瘤序贯或者同时存在,虽然生长部位比较特殊,但大多数影像学表现具有非常鲜明的特点。高强度聚焦超声(High-Intensity Focused Ultrasound, HIFU)已经在子宫平滑肌瘤治疗中得到广泛应用^[4-5]。现阶段,子宫平滑肌瘤监测方法主要为常规磁共振成像(Magnetic Resonance Imaging, MRI)、超声。本文旨在探讨MRI诊断HIFU治疗子宫体外平滑肌瘤疗效的价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2015年8月~2018年2月本院40例(共102个肌瘤)行HIFU治疗的子宫体外平滑肌瘤患者,纳入标准:①首次发病,影像学检查为子宫体外平滑肌瘤,并经手术病理证实;②同意行HIFU治疗,具有治疗适应症;③签署研究知情同意书。排除标准:①短期内患者子宫肌瘤迅速生长;②伴随其他妇科疾病,包括阴道炎、阴道严重出血、盆腔炎等;③腹部纵行瘢痕;④处于妊娠

期或者哺乳期妇女；⑤存在MRI检查或者麻醉禁忌。患者年龄30~68(52.46 ± 7.08)岁，包括26例绝经与14例未绝经患者，病程8个月~2年，平均(1.04 ± 0.15)年。

1.2 方法 HIFU治疗：选择聚焦超声肿瘤治疗系统(型号：JC型，购自重庆海扶科技股份有限公司)。运行参数：换能器直径为20cm，换能器频率为0.8MHz，换能器功率调节范围0~400W，物理学焦域设置为 $1.5\text{mm} \times 1.5\text{mm} \times 1.5\text{mm}$ ，焦距为18cm，并且引导超声频率为3.5MHz。利用换能器准确找到肌瘤位置；予以治疗时结合患者对辐照能量的实际反应、实时监控超声了解到的病灶灰度变化合理调整剂量以及节奏，当完全覆盖肌瘤后停止治疗。

MRI检查：采取MRI 成像设备(型号：东芝Atlas 1.5T超导型)，分别在治疗前与治疗1d设置相同扫描参数开展弥散加权成像(Diffusion weighted Imaging, DWI)、 $T_1\text{WI}$ 、 $T_2\text{WI}$ 以及 $T_1\text{WI}$ 对比剂增强扫描。检测肌瘤长径(D1)、前后径(D2)与左右径(D3)，然后算出病灶体积： $V=0.5233 \times D1 \times D2 \times D3$ 、靶肌瘤消融率(等于肌瘤消融体积值与肌瘤体 积值百分比)、肌瘤消融体积(等于完全无对比剂灌注区之内体积)。于 $T_2\text{WI}$ 加权矢状位影像图上测量患者腹直肌 $T_2\text{WI}$ 信号强度

(SI)，选择病灶最大层面前点、后点、上点、中点与下点共五个点(注意每个点测量面积控制为 40mm^2 左右)测量 $T_2\text{WI}$ SI，然后取平均值，进行MRI- $T_2\text{WI}$ 信号强度比(SIR)(病灶 $T_2\text{WI}$ SI与腹直肌 $T_2\text{WI}$ SI比值)、 $T_2\text{WI}$ 信号均匀度(即为 $T_2\text{WI}$ SI标准差的计算；于MRI DMI横断位影像图上同样取病灶最大层面上五个点测量ADC值，然后取平均数；结合MRI增强扫描后病灶与子宫肌层具体强化程度对比评估病灶血供类型，其中血供丰富： $\geq$ 子宫肌层，少血供： $<$ 子宫肌层。结合各靶肌瘤消融率以及肌瘤信号均匀度、 $T_2\text{WI}$ SIR、 $T_2\text{WI}$ SI与ADC关系进行阈值确定。术后6个月复查MRI。

1.3 观察不同MRI参数

表1 不同MRI参数肌瘤消融率比较($\bar{x} \pm s$)

项目	肌瘤数(个)	消融率(%)	t值	p值
ADC($10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$)			3.112	0.002
<1.4	72	89.25 ± 10.36		
≥ 1.4	30	82.47 ± 9.15		
MRI- $T_2\text{WI}$ SIR			2.940	0.004
<1.5	62	89.96 ± 11.24		
≥ 1.5	40	83.74 ± 9.02		
MRI- $T_2\text{WI}$ SI			3.759	<0.01
<200	68	89.69 ± 10.42		
≥ 200	34	81.73 ± 9.36		
$T_2\text{WI}$ 信号均匀度			3.618	0.001
<20	47	89.14 ± 9.85		
≥ 20	55	82.34 ± 9.12		
血供类型			4.709	<0.01
丰富	32	80.06 ± 8.95		
少	70	89.73 ± 9.91		

表2 2组一般资料与MRI参数比较[n(%), $\bar{x} \pm s$]

组别	年龄 (岁)	病程 (年)	是否绝经		ADC(10^{-3} mm^2/s)	MRI- $T_2\text{WI}$ SIR	MRI- $T_2\text{WI}$ SI	$T_2\text{WI}$ 信号 均匀度	血供类型	
			是	否					丰富	少
完全消融组(n=30)	53.02 ± 7.13	1.01 ± 0.16	20(66.67)	10(33.33)	1.17 ± 0.15	1.40 ± 0.23	173.95 ± 20.47	16.38 ± 2.13	8(26.67)	22(73.33)
完全消融组(n=30)										
未完全消融组(n=10)	52.17 ± 7.02	1.12 ± 0.19	6(60.00)	4(40.00)	1.56 ± 0.20	1.62 ± 0.28	208.36 ± 24.69	21.57 ± 2.74	7(70.00)	3(30.00)
未完全消融组(n=10)										
t值/ χ^2 值	0.328	1.798	0.000		6.543	2.482	4.374	6.209	4.302	
p值	0.745	0.080	1.000		<0.01	0.018	<0.01	<0.01	0.038	

表3 MRI参数与消融疗效相关性分析

项目	疗效	
	r	P
ADC	-0.605	0.000
MRI-T ₂ WI SIR	-0.535	0.002
MRI-T ₂ WI SI	-0.817	0.000
T ₂ WI信号均匀	-9.043	0.000
血供类型	-0.504	0.004

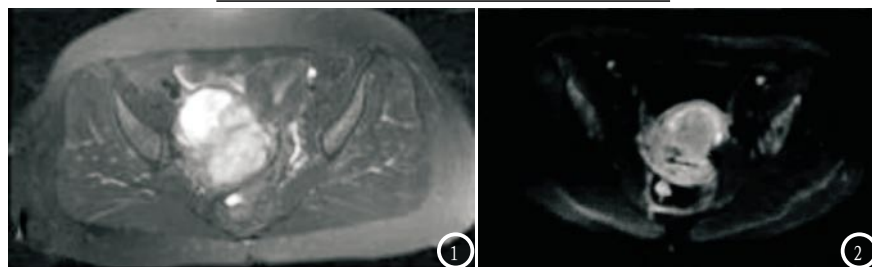


图1 患者，女，52岁，HIFU治疗前MRI检查显示子宫右侧存在类圆形肿物，T₂WI压脂序列表明病变组织为不均匀高信号；图2 HIFU治疗后MRI-DWI检查显示病灶区域表现为中心呈稍低信号。

2 结 果

2.1 不同MRI参数肌瘤消融率比较

见表1。ADC $<1.4 \times 10^{-3}$ mm²/s消融率明显高于ADC $\geq 1.4 \times 10^{-3}$ mm²/s肌瘤(P <0.05)，MRI-T₂WI SIR <1.5 消融率明显高于MRI-T₂WI SIR ≥ 1.5 肌瘤(P <0.05)，MRI-T₂WI SI <200 消融率明显高于MRI-T₂WI SI ≥ 200 肌瘤(P <0.05)，T₂WI信号均匀度 <20 消融率明显高于T₂WI信号均匀度 ≥ 20 肌瘤(P <0.05)，血供类型少的消融率明显高于血供丰富肌瘤(P <0.05)。

2.2 2组一般资料与MRI参数比较

见表2。40例患者中，完全消融30例，未完全消融10例；完全消融组ADC、MRI-T₂WI SIR、MRI-T₂WI SI、T₂WI信号均匀度明显小于未完全消融组(P <0.05)，血供少所占比例明显高于未完全消融组(P <0.05)。

2.3 MRI参数与消融疗效相关性分析

见表3。ADC、MRI-T₂WI SIR、MRI-T₂WI SI、T₂WI信号均匀度、血供类型与消融疗效呈负相关性(P <0.05)。

2.4 病例分析

图1-2。

3 讨 论

HIFU治疗肿瘤机制主要基于热效应，由于肌瘤结构与功能方面具有不均质性，存在血供差异，故不同病灶对超声吸收能力亦具有很大差异，最终影响消融率。相关研究指出，主要构成成分是平滑肌纤维束的子宫体外平滑肌瘤MRI信号特征呈现T₂WI均匀低信号，并且以均匀强化为主；主要构成是排列非常紧密细胞团子宫体外平滑肌瘤MRI信号特征呈现T₂WI均匀稍高信号并且均匀强化为主；退变型肌瘤表现T₂WI不均匀高信号，主要为周边或者有轻度强化^[7-9]。肌瘤T₂WI信号强度与其里面平滑肌细胞数具有线性正相关性，故肌瘤不同MRI参数值主要由肌瘤结构以及功能决定^[10-11]。本组研究显示，ADC $<1.4 \times 10^{-3}$ mm²/s、MRI-T₂WI SIR <1.5 、MRI-T₂WI SI <200 、T₂WI信号均匀度 <20 、血供类型少的消融率明显高于ADC $\geq 1.4 \times 10^{-3}$ mm²/s、MRI-T₂WI SIR ≥ 1.5 、MRI-T₂WI SI ≥ 200 、T₂WI信号均匀度 ≥ 20 肌瘤、血供丰富肌瘤，与廖铃等^[12]研究结论一致。说明肌瘤

内部成分与具体分布情况会直接影响HIFU治疗肌瘤的消融效果。对于T₂WI高信号肌瘤而言，由于平滑肌细胞数目多且含水量高，使得超声能量难以沉积，同时由于水比热容高，在取得相同热量情况下温度上升缓慢，故在短时间内出现凝固性坏死非常困难。多血供并且信号不均匀子宫体外平滑肌瘤消融率显著小于少血供并且信号不均匀或者是信号均匀肌瘤，主要由于组织凝固性坏死和高强度超声能量沉积存在密切联系，肌瘤组织血流灌注调节中的冷却效应能对超声能量沉积产生影响，组织里面温度升高时能够产生血管扩张、血流增加与流速加快现象，以此带走部分热量，故肌瘤组织和邻近正常组织交界部位、肌瘤边缘血流情况主要受到热凝固性坏死范围影响，血流冷却效应对具有少血管肌瘤组织、相对缺血肌瘤病灶中心影响较小，故血供丰富肌瘤HIFU消融率显著低于少血供肌瘤^[13-15]。本次研究中，完全消融组ADC、MRI-T₂WI SIR、MRI-T₂WI SI、T₂WI信号均匀度显著低于未完全消融组，血供少所占比例显著高于未完全消融组，表明ADC、MRI-T₂WI SIR、MRI-T₂WI SI、T₂WI信号均匀度与血供类型均为患者HIFU疗效影响因素。经相关性分析发现，ADC、MRI-T₂WI SIR、MRI-T₂WI SI、T₂WI信号均匀度、血供类型与消融疗效呈负相关性，提示ADC、MRI-T₂WI SIR、MRI-T₂WI SI与T₂WI信号均匀度小且子宫体外平滑肌瘤血供少的患者HIFU疗效更好。

综上，MRI检查可为HIFU治疗子宫体外平滑肌瘤疗效评估提供有效指导，ADC、MRI-T₂WI SIR、MRI-T₂WI SI与T₂WI信号均匀度小，血供少的肌瘤消融治疗效果更好。(参考文献下转第130页)

参考文献

- [1] Islam MS, Ciavattini A, Petraglia F, et al. Extracellular matrix in uterine leiomyoma pathogenesis: a potential target for future therapeutics[J]. Hum Reprod Update, 2018, 24(1): 59-85.
- [2] Wu X, Serna VA, Thomas J, et al. Subtype-specific cancer-associated fibroblasts contribute to the pathogenesis of uterine leiomyoma[J]. Cancer Res, 2017, 77(24): 6891-6901.
- [3] Abdelaziz M, Sherif L, ElKhiary M, et al. Targeted Adenoviral Vector Demonstrates Enhanced Efficacy for In Vivo Gene Therapy of Uterine Leiomyoma[J]. Reprod Sci, 2016, 23(4): 464-474.
- [4] 王波, 何丽, 杨清华, 等. 老年慢性完全性子宫内翻并黏膜下子宫肌瘤MR诊断-附1例报告[J]. 中国CT和MRI杂志, 2018, 16(10): 149-150, 152.
- [5] Koohestani F, Qiang W, Macneill AL, et al. Halofuginone suppresses growth of human uterine leiomyoma cells in a mouse xenograft model[J]. Hum Reprod, 2016, 31(7): 1540-1551.
- [6] 刘晓婉, 古丽加那提·毛吾列提, 孙海燕, 等. 不同治疗方案对子宫平滑肌瘤疗效评估相关研究[J]. 中华全科医学, 2016, 14(5): 799-801.
- [7] Marsh EE, Chibber S, Wu J, et al. Epidermal growth factor-containing fibulin-like extracellular matrix protein 1 expression and regulation in uterine leiomyoma[J]. Fertil Steril, 2016, 105(4): 1070-1075.
- [8] 张俊成, 卢瑞沾, 杨振华, 等. MR体素内不相干运动成像监测子宫肌瘤高能聚焦超声术后消融灶灌注信息的研究[J]. 中国医学影像学杂志, 2016, 24(11): 830-833.
- [9] 白洁, 段芙红. DWI联合表观弥散系数鉴别诊断变性子宫肌瘤的价值及影像特点分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2018, 16(4): 117-119.
- [10] 苏佰燕, 范融, 薛华丹, 等. MR引导下聚焦超声治疗症状性子宫肌瘤的安全性及有效性[J]. 中华放射学杂志, 2017, 51(2): 149-153.
- [11] 李吉洪, 黎克全, 彭松. 高强度聚焦超声治疗弥漫性子宫平滑肌瘤病[J]. 中国介入影像与治疗学, 2016, 13(5): 280-283.
- [12] 廖铃, 许永华, 周崑, 等. MRI参数预测聚焦超声治疗子宫肌瘤的消融效果研究[J]. 重庆医学, 2017, 46(9): 1163-1167.
- [13] 郑静, 赵振华, 杨建峰, 等. 磁共振动态增强定量灌注参数在子宫肌瘤病理分型中的应用[J]. 中华医学杂志, 2017, 97(15): 1155-1159.
- [14] 张学花, 翟昭华, 董国礼, 等. MRI评价子宫肌瘤高强度聚焦超声消融术后盆底筋膜改变[J]. 中国医学影像技术, 2017, 33(10): 1540-1544.
- [15] 王铭洁, 李彩英, 陈妹红, 等. 3.0T MRI联合弥散加权成像在子宫肌瘤高聚焦超声术后早期对邻近周围组织影响的评价[J]. 河北医科大学学报, 2018, 39(1): 86-90.

(本文编辑: 汪兵)